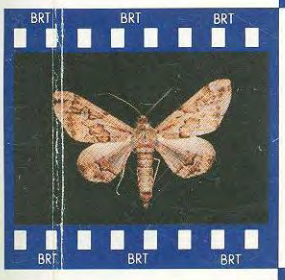
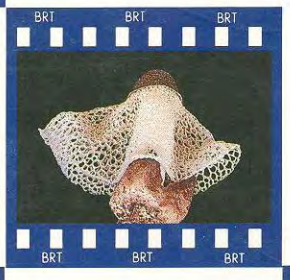
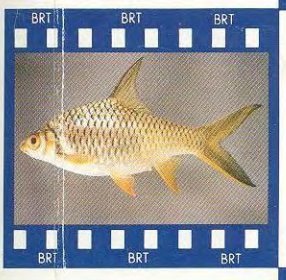
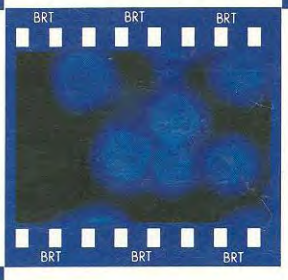
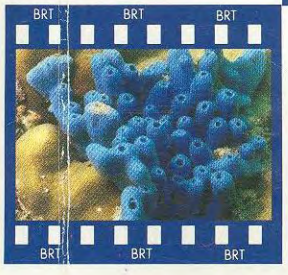
รายงานผลการวิจัย
ด้านความหลากหลายทาง
ชีวภาพในประเทศไทย

RESEARCH REPORTS
ON BIODIVERSITY
IN THAILAND



BRT
The Thai Response to Biodiversity

โครงการ
พัฒนาองค์ความรู้และ
ศึกษานโยบายการจัดการ
ทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

BIODIVERSITY RESEARCH AND
TRAINING PROGRAM (BRT)

รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

RESEARCH REPORTS ON BIODIVERSITY IN THAILAND

กองบรรณาธิการ: วิสุทธิ์ ใบไม้, รังสิมา คุ้มหอม, นงลักษณ์ ชมภูวิเศษ, สมเกียรติ์ เมฆเรืองรัศมี, จตุพร ศรีสว่าง, อำไพ พฤฒิสกลเลิศ, ฤดี รอดรุ่งเรือง, กมลวรรณ เอี่ยมกุล, แสงดาว ปียศทิพย์, อุทัย ศรีสุคนธ์, สังวรณ์ กิจทวี และ John Milne

จัดพิมพ์โดย: โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT)
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 73/1 ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 644 8150-4 ต่อ 551-557, 510-513 โทรสาร 644 8106 http://www.brtprogram.org

พิมพ์ที่: Work Press Printing, โทรศัพท์ 966-5073
กันยายน 2542

Editorial Board: Visut Baimai, Rungsima Kumhom, Nongluck Chomphuvises, Somkiat Mekruangrussamee, Jatuporn Srisawang, Umpai Budhisakollert, Rudee Rodrungruang, Kamolwan Aiemkul, Sangdoa Piyottip, Uthai Treesucon, Sangvorn Kitthawee and John Milne

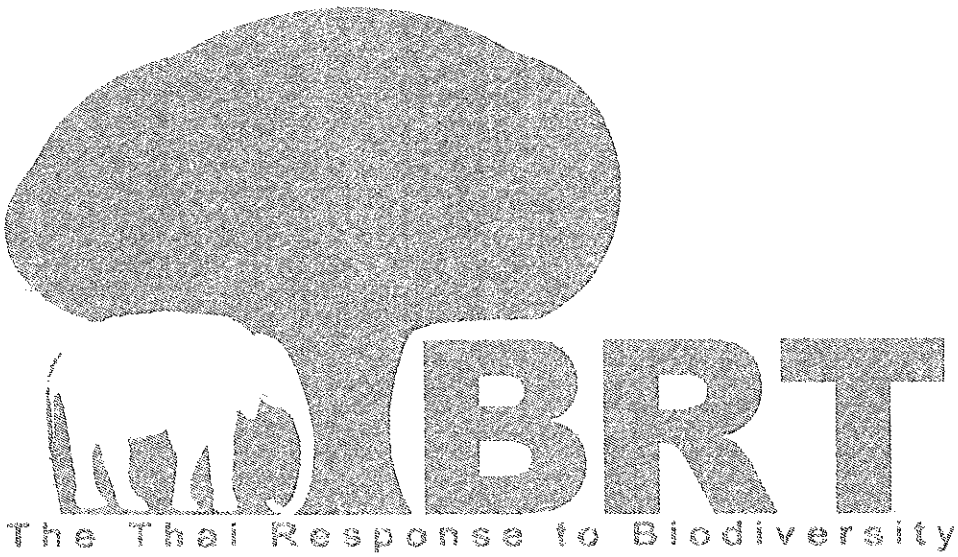
Published by: Biodiversity Research and Training Program (BRT)
NSTDA Building 73/1 Rama VI Road, Rajdhevee, Bangkok 10400, Thailand
Tel: 644 8150-4 Ext. 551-557, 510-513 Fax: 644 8106 http://www.brtprogram.org

Printed by: Work Press Printing, Tel: 966 5073
September 1999

ISBN: 974-7579-07-3

รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

RESEARCH REPORTS ON BIODIVERSITY IN THAILAND



การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 3

11 - 14 ตุลาคม 2542

โรงแรม เจ. บี. หาดใหญ่ สงขลา

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT)

Biodiversity Research and Training Program

โครงการ BRT ก้าวไกล สนับสนุนงานวิจัย แหล่งองค์ความรู้ใหม่ เผยแพร่ภูมิปัญญาไทย ใส่ใจปัญหาสิ่งแวดล้อม

สารบัญ

ตอนที่ 1: แพลงก์ตอน (PLANKTON)

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนน้ำจืดในประเทศไทย (โรติเฟรา) 1
ละอองศรี เสนาะเมือง และ พิพัฒน์พงษ์ แคนลา

การจำแนกชนิดของโรติเฟอร์ในเขตพื้นที่ป่าพรุ ภาคใต้ของประเทศไทย 5
สุเปญญา จิตตพันธ์, พรศิลป์ ผลพันธิน และ ละอองศรี เสนาะเมือง

แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง โดยเน้นกุ้งและปูวัยอ่อน 10
ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และ สุรพล สุดารา

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี 17
วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย

ความหลากหลายของโรติเฟอร์ในเขตจังหวัดนครราชสีมา 23
สุคนธ์ทิพย์ เศวตนลินทล

BIODIVERSITY OF ZOOPLANKTON IN MAE SA STREAM, DOI SUTHEP-PUI 29
NATIONAL PARK, CHIANG MAI PROVINCE, PART I
Shamaporn Niwasabutra, Samorn Kluensuwan, Yuwadee Peerapornpisal and Sakorn Promkutkaew

NEW RECORD OF FIFTY FIVE SPECIES OF FRESHWATER DIATOM IN THAILAND 32
Trai Pekthong and Yuwadee Peerapornpisal

DIVERSITY OF FRESHWATER PHYTOPLANKTON IN THAILAND 39
(CHLOROPHYTA AND CHROMOPHYTA)
Ladda Wongrat

DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON AND BENTHIC ALGAE IN MAE SA STREAM 46
DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI
Yuwadee Peerapornpisal, Trai Pekthong, Prasert Waiyaka and Sakorn Promkutkaew

DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON AND BENTHIC ALGAE IN MAE SA STREAM, ... 51
DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, AT ALTITUDE 650-1,075 M A.S.L.
Prasert Waiyaka and Yuwadee Peerapornpisal

BIODIVERSITY OF PHYTOPLANKTON AND MACROALGAE IN MAE SA STREAM, ... 56
DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI PROVINCE
Tatporn Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล 61
ธำรงค์ ปรุงเกียรติ และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรี 66
คฑาวุธ ปานบุญ

สัณฐานวิทยาและการสร้างพิษของไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *ALEXANDRIUM* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน 72
ชลธยา ทรงรูป, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และ อัธยา กังสุวรรณ

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตในอ่าวไทย 78
พรศิลป์ ผลพันธิน

ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ในป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 82
วิชญา กันบัว และ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนน้ำจืดในประเทศไทย (ไซยาโนไฟตา คลาโดเซรา และโคพีโพดา) 88
พิมพรรณ ต้นสกุล และ พรศิลป์ ผลพันธิน

ตอนที่ 2: สาหร่ายและไลเคน (ALGAE AND LICHEN)

การสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายจากแหล่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ: 93
สาหร่ายในแหล่งน้ำจืดเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
อาภารัตน์ มหาขันธ์, วรนุชสุดา เฉลิมศิริ, วัชรี กัลยาลัง, มยุรี ตั้งธนานุวัฒน์ และ วัลลภา อรุณไพโรจน์

BIODIVERSITY OF ALGAE IN SOME HOT SPRING AREAS IN 99
THE UPPER PART OF NORTHERN THAILAND
Udomluk Sompong and Yuwadee Peerapornpisal

BIODIVERSITY OF GREEN ALGAE, FAMILY DESMIDIACEAE IN 104
THE UPPER PART OF NORTHERN THAILAND
Komson Ruangrit and Yuwadee Peerapornpisal

การเก็บรวบรวมและจำแนกสายพันธุ์สาหร่ายและไลเคนในเขตพื้นที่ภาคเหนือ 109
เยาวลักษณ์ อัมพรรัตน์, อรุณี จันทรสนิท และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร

SYSTEMATIC STUDY OF THE LICHEN FAMILY PARMELIACEAE IN THAILAND 113
Thitiporn Pooprang, Kansri Boonpragob and Piboon Mongkolsuk

STUDY ON TAXONOMY AND ECOLOGY OF THE LICHEN FAMILY TRYPETHELIACEAE IN THAILAND 119
Kajonsak Vongshewarat, Piboon Mongkolsuk and Kansri Boonpragob

STUDY ON TAXONOMY AND DISTRIBUTION OF LICHEN FAMILY LECANORACEAE IN THAILAND 124
Wilairat Khamthim, Piboon Mongkolsuk and Kansri Boonpragob

ตอนที่ 3: เห็ดรา (FUNGUS)

ความหลากหลายของราดินและราโรคพืชในดินปลูกพืชไร่ จ. สกลนคร 129
นิยม สุดเพราะ, เลขา มาโนช, อุบล คือประโคน และ พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์

ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดราขนาดใหญ่ในบริเวณ สถานีพัฒนาและ 136
ส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียว จังหวัดชลบุรี
รัตเขตร์ เชยกลิ่น และ พรรณี ฐิตาภิชิต

การสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์ราในป่าจาก 141
อภิรดี ปิลันธนภาคย์ และ วาสนา ศรีบุญธรรม

ชนิดและปริมาณของราในดิน น้ำ และพืชภายใต้แปลงปลูกสัก ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี 146
สุจิตรา โกศล, เลขา มาโนช, นิพนธ์ ตั้งธรรม และ สามัคคี บุณเยะวัฒน์

การสำรวจ เก็บ และรวบรวมเห็ดในพื้นที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง และพื้นที่ใกล้เคียง 151
วสันณ์ เพชรรัตน์, ปรีชา กลิ่นเกษร และ อนิวรรต เฉลิมพงษ์

ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส 155
เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร, เยาวลักษณ์ ดิสระ, วิไลลักษณ์ ริมวังตระกูล และ วสันณ์ เพชรรัตน์

ตอนที่ 4: พืช (PLANT)

การศึกษาเบื้องต้นของพืชวงศ์กระดุมเงินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 161
อมรรัตน์ ประจักษ์สูตร์, ประนอม จันทรโณทัย และ อัจฉรา ธรรมถาวร

พรรณไม้วงศ์ผักปราบในอุทยานแห่งชาติภูพาน 166
วิไลวรรณ มนูศิลป์, ประนอม จันทรโณทัย, อัจฉรา ธรรมถาวร และ สุมนทิพย์ บุนนาค

การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชวงศ์หญ้าในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จ. สกลนคร 172
มณฑล นอแสงศรี

GERMPLASM COLLECTION AND IDENTIFICATION OF THAI ANNONACEAE 180
Piya Chalermglin, Pongsak Polsena and Chaiwat Boonfak

การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้ในสกุล *MACARANGA* THOU. ในประเทศไทย 184
อัจฉรา ตีระวัฒนานนท์ และ สุมน มาสุธน

การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชสกุล *BALIOSPERMUM* BLUME และสกุลใกล้เคียง 193
ในวงศ์ EUPHORBIACEAE ในประเทศไทย
กัลยา ภัทรหิรัญกนก

NOTES ON *CALOPHYLLUM* L. (GUTTIFERAE) IN THAILAND 196
Saravut Sangkaew and Duangchai Sookchaloem

การศึกษาเบื้องต้นของพืชสกุลผักไผ่น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 200
ประภาพร ทับทิมทอง, ประนอม จันทรโณทัย และ อัจฉรา ธรรมถาวร

การศึกษาทางอนุกรมวิธานของกกสกุล *CYPERUS* LINN. บางชนิด บริเวณแหล่งน้ำ 204
ในเขตกรุงเทพมหานคร
วีรญา บุญเดี้ย และ คุณหญิงสุชาดา ศรีเพ็ญ

การศึกษาสัณฐานวิทยา โครโมโซม และละอองเรณูของพรรณไม้วงศ์ขิง ในอุทยานแห่งชาติภูพาน 208
สุรพล แสนสุข, ประนอม จันทรโณทัย, อัจฉรา ธรรมถาวร และ สุมนทิพย์ บุนนาค

การศึกษาพัฒนาการของเมกะสปอร์และแกมีโทไฟต์เพศเมียของพืชวงศ์กก (CYPERACEAE) 212
20 ชนิด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
ปิยะรัตน์ อิฐรัตน์ และ อัจฉรา ธรรมถาวร

PALYNOLOGICAL STUDY OF EUPHORBIACEAE IN THAILAND 218
Kosum Pyramarn, Chumpol Khunwasi, Kunda Kasetsinsombat and Ratthapong Poungtaptim

ฐานข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดของไม้ยืนต้น ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย 222
เกริก ผักกาด, สตีเฟน อีเลียต, เจม เอฟ แมกเวลส์ และ วิไลวรรณ อนุสารสุนทร

สัณฐานวิทยาและกายวิภาคของถั่วพื้นบ้านในจังหวัดเชียงใหม่ น่าน และแม่ฮ่องสอน 229
เจนจิรา จตุรัตน์ และ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ

การศึกษาพืชสัมลุกตระกูลถั่ววงศ์ PAPILIONACEAE ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย 232
จิตติพร ทรรศนียากร และ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ

PLANT DIVERSITY AT KHUN KORN WATERFALL FOREST PARK, CHIANG RAI PROVINCE 236
Thaweesakdi Boonkerd, Obchant Thaithong, Busban Na Songkhla, Chirayupin Chantharaprasong, Rossarin Pollawatn, Parinyanoot Klinratana, Piyapong Rachata, Suchada Wongpakam and Panu Kumpalanon

การศึกษาความหลากหลายของพรรณไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน 240
ประนอม จันทรโณทัย, อัจฉรา ธรรมถาวร, สามารถ ม่วงไหมทอง, สุทธิรา ขุมกระโทก, จุฬาลักษณ์ ลาเกิด และ พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง

ความหลากหลายของพรรณพืชบริเวณโตนงาช้าง ภาคใต้ของประเทศไทย 246
พวงเพ็ญ ศิริรักษ์, กิติเชษฐ์ ศรีดิษฐ, ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิต, ลัดดา เอกสมทราเมษฐ์, ประกาศ สว่างโชติ, จรัล ลีรติวงศ์, สายใจ จรเอียด และ นฤมล ตันธนา

ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในป่าดิบชื้นเขตร้อนระดับต่ำบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง 253
จังหวัดสงขลา
ประกาศ สว่างโชติ, พวงเพ็ญ ศิริรักษ์ และ อุทิศ กุฏอินทร์

PHYTOGEOGRAPHICAL SURVEY OF DOI LUANG NATIONAL PARK, CHIANG RAI 260
Simon Gardner, Roongchon Kunarak, Pindar Sidisunthorn and Vilaiwan Anusarnsunthorn

ความหลากหลายของพรรณไม้พื้นล่างตามแนวลำน้ำแม่มอน ที่ระดับความสูง 475 เมตร ถึง 575 เมตร 265
ณ อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง
มนู ปนาทกูล, เจมส์ เอฟ แมกซ์เวลล์, สตีเฟน แอลเลียต และ วิไลวรรณ อนุสารสุนทร

LITTER FALL PRODUCTION AND LEAF DECOMPOSITION IN A MANGROVE 269
(*LUMNITZERA RACEMOSA* WILLD. DOMINANT SPECIES) STAND IN SONGKHLA LAKE
Nipit Srisuwon, Saowapa Angsupanich and Somsak Maneepong

ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพรรณพืชในป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ 276
อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา
ภมร แฟ้งกุล และ สายัณห์ สดุดี

สวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช 279
กรีก นฤทุม, บุญมา ป้านประดิษฐ์, จิตราภรณ์ ธวัชพันธุ์ และ ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำในทะเลสาบคูขุด (สงขลา) ระหว่าง พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2539: 285
ศึกษาโดยภาพถ่ายดาวเทียม
สุธีระ ทองขาว, เริงชัย ตันสกุล และ สุระ พัฒนเกียรติ

การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชให้สีย้อมเส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย 291
ปิยชาติ ไตรสารศรี

ตอนที่ 5: สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (INVERTEBRATE)

BIODIVERSITY STUDY OF TRICHOPTERA IN THAILAND AND THE APPLICATION 295
FOR THE ASSESSMENT OF WATER QUALITY
Porntip Chantaramongkol, Hans Malicky and Prachuab Chaibu

DIVERSITY AND LIFE HISTORY OF CADDISFLIES (*LIMNOCENTROPUS* SPP.)..... 301
FROM TWO ALTITUDE STREAMS OF DOI INTHANON NATIONAL PARK
Somjit Sompong and Porntip Chantaramongkol

LIFE HISTORY OF *UGANDATRICHIA MALIWAN* (TRICHOPTERA: HYDROPTILIDAE) 305
AND WATER QUALITY FROM MAE KLANG STREAM ON DOI INTHANON NATIONAL PARK
Isara Thani and Porntip Chantaramongkol

DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF TRICHOPTERA ADULTS FROM DIFFERENT ALTITUDE 310
STREAMS ON DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI PROVINCE
Tang-on Prommi and Porntip Chantaramongkol

การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA และ 316
TRICHOPTERA (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
นฤมล แสงประดับ, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, ชุติมา หาญจวณิช, อาษา อาษาไชย และ ประยุทธ์ อุดรพิมาย

ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ HYDROPSYCHIDAE บริเวณห้วยพรมแล้ง 320
และห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว
ศุภลักษณ์ ระดมสุข, นฤมล แสงประดับ และ ยรรยงค์ อินทร์ม่วง

ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ LEPTOCERIDAE และ PHILOPOTAMIDAE 326
ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว
ประสาท เนืองเฉลิม, วิไลลักษณ์ ไชยปะ, นฤมล แสงประดับ และ ชุติมา หาญจวณิช

ความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ LEPTOPHLEBIIDAE ในห้วยหญ้าเครือและ 328
ห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว
อลงกรณ์ ผาผง, นฤมล แสงประดับ และ ชุติมา หาญจวนิช

ความหลากชนิดของมวนน้ำจีดในแหล่งน้ำนิ่ง และแหล่งน้ำไหล 330
ศิริพร แซ่เฮง, นฤมล แสงประดับ และ ชุติมา หาญจวณิช

การศึกษาความหลากหลายทางชีววิทยาของประชากรหิ่งห้อยในบริเวณที่สูงและที่ราบ 333
อัญชนา ท่านเจริญ และ สังวรณ์ กิจทวี

THE SCARABAEINAE DUNG BEETLE FAUNA OF NORTHEAST THAILAND 338
Yupa Hanboonsong, Sommai Chunram, Sura Pimpasalee and Rowan Emberson

ความหลากหลายชนิดของด้วงมูลสัตว์ในเขตการเกษตรและเขตป่าไม้ 342
สุระ พิมพะสาลี, ยุพา หาญบุญทรง, มโนชัย กีรติกสิกร และ สมหมาย ชื่นราม

ความหลากหลายของมดในป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 346
เดชา วิวัฒน์วิทยา และ วาลุลี โรจนวงศ์

ความหลากหลายของแมลงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง (เทือกเขาบรรทัด) 351
จุฑามาส ผลพันธิน, ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ และ สุรไกร เพิ่มคำ

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF INSECT FLOWER VISITORS AND THE POLLINATION 355
ECOLOGY OF TEAK (*TECTONA GRANDIS*)
Suwan Tangmitcharoen, Prasit Pianhanuruk, Supachote Angvichanpanya, Angoon Lewvanich and Sura Pimpasalee

ความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 361
องุ่น ลิ่ววานิช, สมหมาย ชื่นราม, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ และ ยุพา หาญบุญทรง

ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ใช้เป็นอาหารในเขตจังหวัดขอนแก่น 366
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย
สุภาพ ณ นคร, ทัศนีย์ แจ่มจรรยา, พินิจ หวังสมนึก, ไพรัช ทาบสีแพร และ ญาดา พลแสน

การสำรวจไรสี่ขาในประเทศไทย 368
อังศุมาลย์ จันทราปัตย์

ความหลากหลายของโปรโตซัวในแหล่งน้ำปิดและธารน้ำไหลผ่านสวนพฤกษศาสตร์ 373
สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์
อำนาจ โรจนไพบูลย์, ธนู มะระยงค์, อินทิรา ปรุงเกียรติ และ อรวรรณ อินทราทิตย์

ความหลากหลายของโปรโตซัวในคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ 378
อินทิรา ปรุงเกียรติ, อำนาจ โรจนไพบูลย์ และ ธนู มะระยงค์

การสำรวจและการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนศึกษาพื้นผิวพยาธิตัวกลม 384
ในปลาน้ำจืดจากลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
กานดา ค้ำชู และ ชโลบล วงศ์สวัสดิ์

ความหลากหลายของหนอนพยาธิในลำน้ำแม่สา 389
อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
ชโลบล วงศ์สวัสดิ์, อำนาจ โรจนไพบูลย์, ธนู มะระยงค์, สบชัย สุวัฒนคุปต์, จิราพร โรจน์ทินกร, พีระวุฒิ วงศ์สวัสดิ์, อดิเทพพรชัย ภาชนะวรรณ, กานดา ค้ำชู, อรรถพร นิชพันธ์, นิพนธ์ หมาดอาหิน และ ประลองยุทธ ศรีปาลวิทย์

ความหลากหลายและการศึกษาพื้นผิวของพยาธิใบไม้จากปลาน้ำจืดในลำน้ำแม่สา 395
อดิเทพพรชัย ภาชนะวรรณ และ ชโลบล วงศ์สวัสดิ์

ความชุกชุมและความหลากหลายของแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่าง 402
และปัจจัยสิ่งแวดล้อม
มงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์, เสาวภา อังสุภานิช และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร

SPECIES DIVERSITY OF MICROSNAILS IN THAILAND 408
Somsak Panha, John B. Burch and Ronglarp Sukmasruang

การเพาะเลี้ยงหอยมุกน้ำจืด ***HYRIOPSIS (LIMNOSCAPHA) DESOWITZI*** 413
ระยะโกลคิเดียในอาหารสังเคราะห์
อุทัยวรรณ โกวิทวที, นฤมล เดชะประเสริฐ และ อรภา นาคจินดา

BIOEROSION BY A SEA URCHIN, ***DIADEMA SETOSUM***, IN A CORAL COMMUNITY 419
AT KHANG KHAO ISLAND, INNER GULF OF THAILAND
Nisit Ruengsawang and Thamasak Yeemin

DENSITIES OF MEIOBENTHIC FAUNA IN VARIOUS HABITATS OF PHUKET ISLAND 423
Supawadee Chullasorn

ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่และวิธีเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมในทะเลหลวงตอนล่าง 431
ทะเลสาบสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย
เสาวภา อังสุภานิช และ อำนาจ ศิริเพชร

ผลกระทบของการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ 437
บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
กานดา เรืองหนู, เสาวภา อังสุภานิช, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ สมศักดิ์ มณีพงศ์

การศึกษาความหลากหลายทางสัตววิทยาในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน 444
ทัศนีย์ แจ่มจรรยา, องุ่น ลิ่ววานิช, ละออศรี เสนาะเมือง, ชุติมา หาญจวณิช, นฤมล แสงประดับ, สุวคนธ์ พลกนิษฐ์, ปรียะวุฒิ วัชรานนท์, สมพงษ์ สิทธิพรหม และ พรพิมล เจี่ยระนัยปรีเปรม

ตอนที่ 6: สัตว์มีกระดูกสันหลัง (VERTEBRATE)

อนุกรมวิธานของปลาไทยชนิดที่จัดไว้ในสกุล ***PUNTIUS*** **HAMILTON, 1822** 451
จรุงจิต สุนัยรัตนาภรณ์

การศึกษาอนุกรมวิธานของปลาในแม่น้ำยม 456
ธงชัย จำปาศรี

SPECIES COMPOSITION OF FISH IN MANGROVE CANALS AS REFLECTED 463
FROM COASTAL LAND USE AT TRAT BAY
Nuanchan Singkran

การจำแนกชนิดและการกระจายของปลาวัยอ่อนในบริเวณป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 469
ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และ อภิชาติ เติมวิชชากร

ความชุกชุม และความหลากหลายของชนิดพรรณปลา บริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอม 474
และคลองตุ๊ค จังหวัดสงขลา
นิตติศักดิ์ ทองหวาน, เริงชัย ตันสกุล และ สมหมาย เชี่ยววารสัจจะ

ความหลากชนิด, สถานภาพของพรรณปลาในลุ่มแม่น้ำสงครามตอนล่าง และ 483
ความสำคัญต่อเศรษฐกิจสังคมพื้นบ้าน
ชวลิต วิทยานนท์, อภิชาติ เติมวิชชากร, รังสันต์ ไชยบุญทัน และ พรพนา ก๊วยเจริญ

กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบและการย้อนบรรยายลักษณะของปลา ในวงศ์ปลาเนื้ออ่อนที่พบในไทย 490
ชัยวุฒิ กรุดพันธ์

กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบและการย้อนบรรยายลักษณะของปลา ในวงศ์ **BAGRIDAE** 495
ที่พบในประเทศไทย
ภาสกร แสนจันแดง

การศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในบริเวณแหล่งวางไข่และสถานวิทยา 501
ของเปลือกไข่เต่าหญ้า ***LEPIDOCHELYS OLIVACEA*** จากธรรมชาติและจากบ่อเลี้ยง
คันสรียา วังกุลางกูร, กำธร ธีรคุปต์ และ สุพจน์ จันทราภรณ์ศิลป์

ผลของความชื้นต่ออัตราการฟักและผลของชนิดอาหารต่ออัตราการเติบโตของลูกตะพาบน้ำ 509
AMYDA CARTILAGINEA
วชิระ กิติมศักดิ์ และ กำธร ธีรคุปต์

ความต้องการทางนิเวศวิทยาของนกปรอดบางชนิด (FAMILY: PYCNONOTIDAE) 514
ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
กฤษณา ชายกวด

การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 518
ศิริวรรณ นาคขุนทด

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเลือกกินอาหารของนกเงือก 3 ชนิด ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ 524
ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี
กนิษฐา อุ่ยถาวร

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์นกบริเวณป่าชุมชนต้นแม่น้ำเทพา จังหวัดยะลา และสงขลา 530
โกเศศ รัตนะ และ กำพล มีสวัสดิ์

ความหลากหลายชนิดพันธุ์นกในป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา..... 537
นิกร สุวรรณการณ์, เริงชัย ตันสกุล และ กำพล มีสวัสดิ์

การศึกษาชีววิทยาประชากรของนกขุนทองในประเทศไทย..... 542
พรชัย วงศ์วาสนา

THE DIVERSITY AND EVOLUTION OF SMALL MAMMALS IN THAILAND 545
Yaowalak Chaimanee

ตอนที่ 7: พันธุศาสตร์ (GENETICS)

การศึกษาความหลากหลายของแตนเบียนศัตรูแมลงวันผลไม้โดยการตรวจสอบโครโมโซม..... 549
สิริพงศ์ สิงหพงษ์ และ สังวรณ์ กิจทวี

การศึกษาคาริโอไทป์เพื่อจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้กลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน..... 553
***BACTROCERA DORSALIS* COMPLEX ในประเทศไทย**
เฉลา สำราญดี และ วิสุทธิ์ ใบไม้

ความหลากหลายของสปีชีส์ของริ้นดำในประเทศไทย 556
เฉลียว กุวังคะดิลก, ชัยณรงค์ บุญเข็มทอง และ สุวรรณี พยุหเสนา

การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของสัตว์บางชนิดในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน..... 563
อำพา เหลืองภิรมย์, สุมนทิพย์ บุนนาค, อรอนงค์ กฤชเพชรัตน์ และ ชวลิต กฤชเพชรัตน์

การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพรรณไม้บางชนิด ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน 571
จังหวัดสกลนครและจังหวัดกาฬสินธุ์
สุมนทิพย์ บุนนาค, อำพา เหลืองภิรมย์, ปราณี กุลพัฒน์ และ นภดล ชนวีรยุทธ

CYTOGENETIC STUDY OF EUPHORBIACEAE IN THAILAND..... 576
Puangpaka Soontornchainacksaeng, Taya Jenjittikul, Chadaporn Senakun and Winai Thongpubal

ELECTROPHORETIC STUDY IN NATURAL POPULATIONS OF 580
***BACTROCERA TAU* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN THAILAND**
Anchalee Saelee and Visut Baimai

POPULATION GENETIC STUDY OF THE BROWN PLANTHOPPER, ... 587
***NILAPARVATA LUGENS* (STÅL) (HOMOPTERA: DELPHACIDAE) IN THAILAND**
Monpop Tripop, Rojana S. Keawjam, Pattamaporn Kittayapong and Chalerm Sindhusake

การศึกษาความหลากหลายของ ISOZYMES ภายในชนิด ของปลาดุกอุย, ***CLARIAS MACROCEPHALUS***..... 593
อุทัยรัตน์ ณ นคร, ธวัชชัย งามศิริ, วงศ์ปฐม กมลรัตน์, สมศรี งามวงศ์ชน และ พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล

การศึกษาความแตกต่างระหว่างชนิดของปลาสกุล ***CLARIAS*** ด้วยวิธีการวิเคราะห์ ISOZYMES 603
อุทัยรัตน์ ณ นคร, พนม สอดศุข, ประจิตร วงศ์รัตน์ และ สมหมาย เจนกิจการ

DETECTION OF GENETIC VARIATION IN POPULATIONS OF BLACK TIGER PRAWN..... 612
***PENAEUS MONODON* BY DNA FINGERPRINTING**
Siriporn Pongsomboon, Padermsak Jarayabhand, Sirawut Klinbunga, Vichai Boonsaeng and Anchalee Tassanakajon

GENETIC VARIATION AND POPULATION STRUCTURE OF THE BLACK TIGER PRAWN 618
***PENAEUS MONODON* IN THAILAND DETERMINED BY MICROSATELLITE MARKERS**
Premruethai Supungul, Wongpathom Amonrat, Sirawut Klinbunga, Padermsak Jarayabhand and Anchalee Tassanakajon

INVESTIGATION OF GENETIC VARIATION AMONG THAI HONEYBEE 624
***APIS CERANA* USING MITOCHONDRIAL DNA CONTROL REGION**
Suratep Pootong, Kanoktip Packdibamrung and Siriporn Sittipraneed

GENETIC DIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE OF *APIS CERANA* IN THAILAND 630
INFERRED BY PCR-RFLP ANALYSIS OF THE MITOCHONDRIAL ATPASE6 AND 8 GENE
Siriporn Sittipraneed, Onuma Songram, Napa Sivarangson, Kanoktip Pakdibumrung, Sirawut Klinbunga and Siriwat Wongsiri

A STUDY OF GENETIC RELATIONSHIPS AMONG POPULATIONS OF TWO ALLIED SPECIES 636
IN THE GENUS *AFGEKIA* CRAIB (LEGUMINOSAE) IN THAILAND
Preecha Prathepha and Visut Baimai

การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชสกุลมังคุดบางชนิดโดยการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ 639
มลิวรรณ นาคขุนทด, สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล, สุมน มาสุธน และ สมศักดิ์ อภิสิทธิวาณิช

การประเมินสถานภาพของแหล่งพันธุกรรมในไม้สักโดยใช้ MOLECULAR MARKERS 645
สุจิตรา จางตระกูล และ Alfred E. Szmidt

DISTRIBUTION OF *WOLBACHIA* INFECTION IN NATURAL HOSTS IN THAILAND 648
Pattamaporn Kittayapong, Apisit Thipaksorn, Chalerm Sindhusake, Robert J. Cunningham, Surang Triteeraprapab and Scott L. O'Neill

BIODIVERSITY OF NITROGEN FIXING CYANOBACTERIA FROM THAI SOIL 652
Sasidhorn Innok, Neung Teaumroong, Nantakorn Boonkerd and Somporn Choonluchanon

GENETIC DIVERSITY OF FREE-LIVING NITROGEN FIXING BACTERIA ISOLATED 657
FROM VARIOUS ECOSYSTEMS IN THAILAND
Orawan Piyaboon, Nantakorn Boonkerd, Nuang Teaumroong and Setta Siripin

การตรวจหายีน POLYKETIDE SYNTHASE TYPE I และ TYPE II จาก ACTINOMYCETE 662
คัดแยกจากดินในประเทศไทย
ยุวดี ตาลาวนิช และ อรินทิพย์ ธรรมชัยพินต

ตอนที่ 8: นิเวศวิทยา (ECOLOGY)

POPULATION CHANGES IN NITROGEN FIXING MICROORGANISMS AS AFFECTED 671
BY CHANGING IN ECOSYSTEM PROCESSES
Neung Teaumroong, Somporn Choonluchanon, Somsak Kotepong, Achara Nuntagij, Settha Siripin and Nantakorn Boonkerd

EFFECTS OF FERTILIZER ON THE PERFORMANCE OF SIX NATIVE TREE SPECIES, ... 677
PLANTED TO ACCELERATE THE RECOVERY OF BIODIVERSITY
IN A DEGRADED UPLAND WATERSHED
Stephen Elliott, Puttipong Navakitbumrung, Sudarat Zangkum, Cherdsak Kuarak, Janice Kerby, David Blakesley and Vilaiwan Anusarnsunthorn

ECOLOGY OF THE GORAL (*NAEMORHEDUS GORAL*) IN OM KOI WILDLIFE SANCTUARY, THAILAND 683
Rattanawat Chaiyarat, Weerayuth Laohajinda, Utis Kutintara and Jarujin Nabhitabhata

ESTABLISHMENT OF A PERMANENT BIODIVERSITY RESEARCH PLOT AT MO SINGTO, KHAO YAI NATIONAL PARK 690
Warren Y. Brockelman, Thawatchai Santisuk, Panarat Charoenchai, Anuttara Nathalang and Chen Nan

STATUS AND ROLES OF SUBADULT MALES IN GIBBON GROUPS (*HYLOBATES LAR*) 696
Udomlux Suwanvecho and Warren Y. Brockelman

ASSESSING THE STATUS AND DISTRIBUTION OF A POTENTIAL UMBRELLA SPECIES FOR BIODIVERSITY CONSERVATION: THE INDOCHINESE TIGER (*PANTHERA TIGRIS CORBETTI*) IN HABITAT REMNANTS IN THAILAND 703
Antony J. Lynam, Alan Rabinowitz and Warren Y. Brockelman

STRUCTURE, COMPOSITIONS AND SPECIES DIVERSITY IN DECIDUOUS FOREST ECOSYSTEM IN HUAI KHA KHAENG WILDLIFE SANCTUARY, THAILAND 710
Pensri Srikanha and Jiragorn Gajaseni

WILDLIFE RESPONSES TO HABITAT FRAGMENTATION AND OTHER HUMAN INFLUENCES IN TROPICAL MONTANE EVERGREEN FORESTS IN NORTHERN THAILAND 715
Anak Pattanavibool

USING INSECTS AS INDICATORS OF BIODIVERSITY: THE DEVELOPMENT OF BIODIVERSITY SURVEY AND MONITORING PROTOCOLS FOR ENHANCED PROTECTED AREA MANAGEMENT 722
Chaweewan Hutatcharern and Chris J. Dickinson

ตอนที่ 9: เศรษฐกิจ สังคม และภูมิปัญญาท้องถิ่น

สังคมศาสตร์กับงานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ 729
ยศ สันตสมบัติ

โครงการเสริมศักยภาพชุมชนเพื่อการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน: การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพโดยชุมชน 736
สมศักดิ์ สุขวงศ์, สมพร ตันหัน, ทวี แก้วละเอียด, เพิ่มศักดิ์ มกราภิรมย์, สมชาย มโนพิรุฬห์พร, แพรวพรรณ นาคขุนทด, สุรินทร์ อ้นพรม, ทนงศักดิ์ จันทร์ทอง, อัจลา รุ่งวงษ์, ระวี ถาวร, จารุวรรณ์ แก้วมหานิล และ สุภาภรณ์ วรพรพรรณ

การประเมินความเสี่ยงของแผนการท่องเที่ยวเชิงนิเวศต่อสิ่งแวดล้อมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน จังหวัดแม่ฮ่องสอน 746
อภิรัตน์ เอี่ยมศิริ

บทบาทผู้หญิงกับรูปแบบการจัดการพืชพื้นบ้าน: กรณีศึกษาบ้านใหม่สันติสุข กิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 752
บานจิตร สายรอคำ

ECONOMIC VALUATION OF A FOREST IN TERMS OF THE COLLECTION OF NONTIMBER FOREST PRODUCTS (NTFP): THE CASE OF MAE YOM NATIONAL PARK 756
Suthawan Sathirathai, R. David Simpson, Isra Samtisart, Anuchat Poungsomlee and Soontorn Khamyoung

พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวถิ่นและชาวลัวะในเขตตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน 762
กานต์มณี ถาคุณ และ ชูศรี ไตรสนธิ

พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวถิ่นและชาวลัวะในเขตตำบลภูฟ้า อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน 767
ทัศนีเวศ ยะโส และ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ

การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชนกลุ่มน้อยเผ่าต่าง ๆ บนดอยแม่สะลอง 770
ชูศรี ไตรสนธิ และ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ

องค์ความรู้ชุมชนเพื่อการฟื้นฟูและพัฒนาการปลูกพืชและไม้พื้นเมืองภายในบริเวณบ้าน 774
จังหวัดเชียงราย
เทวินทร์ อัครศิลากุล และ มานิตย์ พรมเสน

BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE THAI HIGHLANDS: HUMAN USE OF WILDLIFE 778
Waranoot Tungittiplakorn, Philip Dearden and Chusak Wittayapak

การศึกษาพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นยาดองเหล้าในภาคเหนือของประเทศไทย 785
สันติ วัฒฐานะ, ภาวิณี กุมเพชร, ถนอม ทองกูล, วรนุช ละอองศรี และ พิทักษ์ ปัญญาจันทร์

องค์ความรู้ท้องถิ่นในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษาการเก็บน้ำมันยาง 788
(*DIPTEROCARPUS ALATUS*) และผลอิเหนา (*ARENGA PINNATA*)
เสรี จุ้ยพริก และ อรุณ ไชยเต็ม

ตอนที่ 10: ชุดโครงการศึกษาเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (ECOTOURISM) ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

การท่องเที่ยวเชิงนิเวศกับการปรับตัวทางวัฒนธรรม และศักยภาพในการจัดการ 797
ทรัพยากรชุมชนของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน
ยศ สันตสมบัติ, สุรศักดิ์ ป้อมทองคำ, ทวิช จตุวรพฤกษ์, สุชาติ เศรษฐมาลินี, สุพรรณ อินผูก และ ตรีภพ ทิพยศักดิ์

ความหลากหลายของเฟิร์นในแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดแม่ฮ่องสอน 805
สุมน มาสุธน, ภาณุ ไทยเจริญ และ ยอดชาย นิ่มรักษา

การสำรวจกล้วยไม้ป่าและวิจัยเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในเขต อ. เมือง 812
และ อ. ปางมะผ้า จ. แม่ฮ่องสอน
จิตราพรรณ พิลึก, ปราโมทย์ ไตรบุญ, ชูเกียรติ เทพสาร และ ดิเรก ตนพยอม

การสำรวจชนิดของนกและพัฒนาศักยภาพของชุมชนตัวอย่างเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ 818
จังหวัดแม่ฮ่องสอน
นริทธิ์ สีตะสุวรรณ, สิริวดี ชมเดช และ ทศพล สุภาหาญ

การวิจัยเพื่อแผนแม่บทการอนุรักษ์พรรณปลาของจังหวัดแม่ฮ่องสอน 822
ในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ
ชวลิต วิทยานนท์ และ เอกพจน์ เจริญศิริวงศ์ธนา

สถานภาพของโป่งและสัตว์ป่าในจังหวัดแม่ฮ่องสอน และศักยภาพในการส่งเสริม 826
อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ
สมโภชน์ ศรีโกสามาตร, สุวิทย์ เนาสวัสดิ์, สมศักดิ์ เลายี่ปา และ วราวุธ สุธีธร

การเพิ่มทักษะและการแสวงหาการมีส่วนร่วมของคนท้องถิ่นในการติดตาม 832
การเปลี่ยนแปลงชุมชนของสัตว์ป่าใน จ. แม่ฮ่องสอน
สมโภชน์ ศรีโกสามาตร, สุวิทย์ เนาวสวัสดิ์ และ ทัตพยา พิทยาภา

ตอนที่ 11: การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพ

การตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดจากพืชและจุลินทรีย์ 837
ยอดหทัย เทพธรานนท์, มธุรส พงษ์ลิขิตมงคล, ธิติมา เพ็งสุภาพ, กนกวรรณ พุ่มพุทรา, อมรทิพย์ เมืองพรหม, จันทิรา ปัญญา, ดาราพร พิทยชจรวุฒิ, จรินทร์ คร้ามอยู่, กัณวัฒน์ ด่านวิเศษกาญจน และ อัมพร หรั่งรอด

การอนุรักษ์พันธุ์พืชในสภาพปลอดเชื้อเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน: 841
ฤทธิ์ทางชีวภาพจากการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชตระกูล *CASSIA*
เฉลิมพล เกิดมณี, สุมาลี กำจรวงศ์ไพศาล, ดาราพร พิทยชจรวุฒิ และ เกรียงไกร โมสาลียานนท์

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากตะไคร้หอม (*CYMBOPOGON WINTERIANUS* JEWITTI) 847
และสะเดา (*AZADIRACHTA INDICA* VAR. *SIAMENSIS* VALETON) กับการเปลี่ยนแปลง
ระดับเอนไซม์ทำลายพิษในเห็บสุนัข (*RHIPICEPHALUS SANGUINEUS* LATREILLE)
สุรพล วิเศษสรรค์ และ เรวดี ชูช่วย

ความเป็นพิษของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดาต่อไรศัตรูผึ้ง *TROPILAELAPS CLAREAE* 852
และส่วนผสมค้างในน้ำผึ้ง
ปิยรัตน์ นาควิโรจน์ และ ลิริวัฒน์ วงษ์ศิริ

ESTABLISHMENT OF BREAST CANCER CELL CULTURE DERIVED FROM 856
A THAI WOMAN WITH PRIMARY BREAST CARCINOMAS
S. Mankhetkorn, C. Loerdchutinart and J. Wongwichit

การอนุรักษ์และขยายพันธุ์กล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 861
โกวิท กิติตระกูลญะนันท์, สุรียา ตันติวิวัฒน์, ศรีสม สุรวัฒนานนท์ และ จิตราพรรณ พิลึก

ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ *CHROMOLAENA ODORATA* (L.) ต่อการเปลี่ยนแปลง 870
ระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก *PLUTELLA XYLOSTELLA* L.
จริยา เล็กประยูร, สุรพล วิเศษสรรค์ และ มนัญญา เพียรเจริญ

การจัดตั้งศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์เฉพาะทาง ณ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 874
วันเชิญ โพธาเจริญ และ มรกต ตันติเจริญ

การศึกษาไม้วงศ์เปล้าในประเทศไทย

SYSTEMATIC STUDY OF FAMILY EUPHORBIACEAE IN THAILAND 881
Kongkanda Chayamarit, Tawatchai Santisuk, Kai Larsen, Peter van Welzen, Hans J. Esser, Weerachai Nanakorn, Pranom Chantharanothai, Teerawat Boonthavikoon, Rachan Pooma, Leena Phuphathanaphong, Chirayupin Chantharaprasong and Supee Larsen

ภาคผนวก

รายนามและที่ติดต่อของผู้เขียนเฉพาะชื่อแรก 889

คำนำ

ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการอยู่รอดของมนุษยชาติ ทรัพยากรชีวภาพเหล่านี้ไม่เป็นเพียงแค่ พืช สัตว์ จุลินทรีย์ ที่เผอิญได้มาอยู่ร่วมกันตามยถากรรมเท่านั้น แต่มันเป็นอุบัติการณ์ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตที่วิวัฒนาการร่วมกัน (coevolution) มาอย่างเป็นระบบ อย่างต่อเนื่อง อย่างได้ดุลยภาพตามกาลเทศะ และพัฒนาการมาเป็นชุมชนสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศที่สมบูรณ์แบบในธรรมชาติ ดังนั้น การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพแม้เพียงน้อยนิดในระดับพันธุกรรม และระดับชนิดหรือสปีชีส์ จนถึงระบบนิเวศ ย่อมหมายถึงการสูญเสียโอกาสและทางเลือกของสิ่งมีชีวิตที่จะปรับตัวให้เข้ากับสภาวะการณ์เปลี่ยนแปลงของบรรยากาศโลก ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมไปในทางเลวร้ายในโลกทุกวันนี้เป็นที่ตระหนักกันดีว่า มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด รวมถึงการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างมากด้วย ปัญหาสำคัญ คือสภาพธรรมชาติที่ถูกทำลายลงทุกขณะนั้นจะถึงจุดต่ำสุดแล้วหรือยัง และเราจะยับยั้งการทำลายความหลากหลายในสรรพชีวิตเหล่านี้ได้อย่างไร เราจะหาทางร่วมมือร่วมใจกันอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้หรือไม่ในท่ามกลางกระแสของวัตถุนิยมตามรูปแบบของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบตะวันตกในโลกยุคโลกาภิวัฒน์

การอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพมีปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การศึกษาหาองค์ความรู้ความเข้าใจในคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อการปลูกจิตสำนึกให้สาธารณชนตลอดจนผู้กำหนดนโยบายได้รับรู้ถึงประโยชน์ของทรัพย์สินทางชีวภาพของชาติ และอันตรายที่อาจจะเกิดจากการทำลายทรัพยากรชีวภาพและสิ่งแวดล้อม การให้ความรู้และการศึกษาแก่ประชาชนจะก่อให้เกิดผลดีที่ทุกคนจะได้มีส่วนร่วมในการแสวงหามาตรการและแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

หนังสือรายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยฉบับนี้ เป็นผลงานที่ได้จากนักวิจัย และนักศึกษาที่ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ที่ได้ดำเนินการมาในช่วงประมาณ 4 ปี ที่ผ่านมา โดยการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.) ในสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) บทความวิชาการต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเล่มนี้ มีทั้งหมด 162 เรื่อง ซึ่งมีข้อมูลพื้นฐานทั้งทางด้านพืช สัตว์ แมลง สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก จุลินทรีย์ พันธุกรรมในประชากรธรรมชาติ นิเวศวิทยา ภูมิปัญญาท้องถิ่น รวมทั้งเศรษฐกิจและสังคมของชุมชนท้องถิ่นที่น่าสนใจ ซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่ ๆ สำหรับประเทศไทย ข้อมูลเบื้องต้นเหล่านี้เป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชีวภาพที่ยังคงมีหลงเหลืออยู่ในบ้านเรา ที่ทุกคนควรให้ความสำคัญและสนับสนุนให้มีการสำรวจและวิจัยทรัพยากรชีวภาพของชาติอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้นำเอาความรู้ความเข้าใจในทรัพยากรชีวภาพเหล่านั้นไปพัฒนาให้เกิด

คุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคมของชุมชนท้องถิ่น และของประเทศชาติได้อย่างยั่งยืนยาวนาน ถ้าหากได้มีการอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพเหล่านี้ไว้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการผสมผสานกับภูมิปัญญาท้องถิ่น

กองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารทางวิชาการในรูปแบบเช่นนี้จะมีประโยชน์ต่อนักวิชาการ นักศึกษา ประชาชน ตลอดจนผู้บริหาร และผู้มีบทบาททางด้านนโยบายได้ตระหนักถึงคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพ และประโยชน์ของธรรมชาติอย่างแท้จริง ทั้งนี้ เพื่อช่วยกันรักษาสมบัติทางชีวภาพของชาติให้ยั่งยืนยาวนาน ทุกคนยอมรับว่าธรรมชาติมีคุณและช่วยค้ำจุนชีวิตมนุษย์มาโดยตลอด แต่มนุษย์ก็ยังมีความรู้ ความเข้าใจในความเป็นจริงของธรรมชาติไม่มากนัก นักปราชญ์ชาวสเปน ชื่อ Salvador de Madariaga กล่าวไว้เป็นนัยว่า "... What we are able to deduce from all this *(science)* is that *'real nature'* must be much vaster and richer in aspects than anything experience and science are able to reveal to us...."

การจัดเตรียมหนังสือรายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพฉบับนี้ มีต้นฉบับของบทความวิชาการส่งเข้ามาเป็นจำนวนมาก และบางเรื่องก็ไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่กำหนดไว้ และต้นฉบับของตารางและรูปภาพในบทความบางเรื่องยังมีคุณภาพไม่สู้ดีนัก จึงไม่ได้นำมาลงตีพิมพ์ในเล่มนี้ แต่อาจปรับปรุงให้ชัดเจนและมีคุณภาพดีขึ้นได้เพื่อใช้ตีพิมพ์ในโอกาสต่อไป อย่างไรก็ตาม กองบรรณาธิการได้พยายามปรับปรุงต้นฉบับให้ถูกต้องและดูดีตามรูปแบบที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด ส่วนความถูกต้องในเนื้อหาสาระทางวิชาการนั้นคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้เขียนบทความแต่ละท่าน

กองบรรณาธิการขอขอบคุณนักวิจัยและนักศึกษาทุกท่านภายใต้โครงการ BRT ที่ให้ความร่วมมือในการจัดเตรียมต้นฉบับด้วยดีเสมอมา จนทำให้ได้บทความวิชาการที่มีคุณค่าและเป็นบรรทัดฐานทางวิชาการสำหรับการจัดเตรียมผลงานวิจัยและการพัฒนางานวิชาการด้านความหลากหลายทางชีวภาพในโอกาสต่อไป อย่างไรก็ตาม การจัดทำรวมบทความวิชาการฉบับนี้มีเวลาจำกัด และมีปัญหาในด้านการสื่อสารระหว่างกันพอสมควร จึงอาจจะยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้างในบางเรื่อง ซึ่งกองบรรณาธิการขออภัยในข้อผิดพลาดเหล่านั้นมา ณ โอกาสนี้ด้วย

วิสุทธิ์ ใบไม้
หัวหน้าโครงการ BRT
กันยายน 2542

ตอนที่ 1

แพลงก์ตอน (Plankton)

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนน้ำจืดในประเทศไทย (โรติเฟรา)

ละออศรี เสนาะเมือง[1] และ พิพัฒน์พงษ์ แคนลา[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

[2]ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

DIVERSITY OF FRESHWATER PLANKTON IN THAILAND (ROTIFERA)

L. Sanoamuang[1] and P. Kanla[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

[2]Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Species composition and distribution of freshwater zooplankton (Rotifera) from 70 habitats in Mukdahan, Nakhon Phanom, Sakon Nakhon, Nong Khai, Udon Thani, Nong Bua Lam Phu and Loei provinces were investigated seasonally during November 1997–October 1998. Two hundred and thirty-one species were identified, two of which (*Lecane isanensis* n. sp. and *Testudinella pejleri* n. sp.) are new to science. Seven species (*Filinia novaezealandiae* Shiel & Sanoamuang, *Lecane nigeriensis* Segers, *Lecane simonneae* Segers, *Scaridium* elegans Segers & De Meester, *Trichocerca abilioi* Segers, *Trichocerca scipio* Gosse and *Trichocerca simonei* De Smet) are new to Asia and 32 are new to Thailand. The most frequently encountered rotifers were cosmopolitan and circumtropical species. Thirteen species appear to be endemic to south-east and south Asia. The occurrence of 5 species previously considered endemic to Australia (*Brachionus dumonti* n. sp., *Brachionus kostei* Shiel, *Brachionus lyratus* Shephard, *Lecane batillifer* Murray and *Macrochaetus danneeli* Koste & Shiel) illustrates a relation between the rotifers of south-east Asia and Australia.

Key words: freshwater zooplankton, rotifers

บทนำ

แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) เป็นอาหารธรรมชาติของ กุ้ง หอย ปู ปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ สมาชิกที่สำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำจืดมี 5 กลุ่มได้แก่ โปรโตซัว (Protozoa), คลาโดเซรา (Cladocera), โคพีโพดา (Copepoda), ไรน้ำกาบหอยหรือออสทราโคดา (Ostracoda) และโรติเฟรา (Rotifera) ในบรรดาแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้โรติเฟอร์ (Rotifers) จัดเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายมากในแง่จำนวนชนิด พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามแหล่งน้ำจืดทั่วโลก โรติเฟอร์มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศ ทำหน้าที่กินแพลงก์ตอนพืช แบคทีเรีย อนุภาคอาหารที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ บางชนิดยังกินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารด้วย

โรติเฟอร์เป็นสัตว์หลายเซลล์ที่มีขนาดเล็ก ตัวยาวประมาณ 40 ไมครอน ถึง 2.5 มิลลิเมตร มักมีความยาวอยู่ระหว่าง 60-100 ไมครอน ถึงแม้ว่าโรติเฟอร์มีขนาดเล็กกว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่น แต่โรติเฟอร์สามารถเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ผลผลิตของโรติเฟอร์จึงคิดเป็นประมาณ 15-67% ของผลผลิตของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด

นักอนุกรมวิธานแพลงก์ตอนสัตว์ได้ตั้งชื่อโรติเฟอร์ที่พบทั่วโลกไว้แล้วกว่า 2,000 สปีชีส์ ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำจืด มีเพียงประมาณ 5 % ที่อาศัยอยู่ในน้ำกร่อยและน้ำทะเล มีผลงานวิจัยเกี่ยวกับความหลากชนิดของโรติเฟอร์แล้วอย่างแพร่หลายในต่างประเทศโดยเฉพาะในทวีปยุโรป จำนวนสปีชีส์ของโรติเฟอร์ที่พบแล้วในทวีปต่าง ๆ ดังนี้ ยุโรป 1,350 สปีชีส์, อาฟริกา 510 สปีชีส์, ออสเตรเลีย 620 สปีชีส์, แอนตาร์กติก 64 สปีชีส์ และ อเมริกาเหนืออย่างน้อย 400 สปีชีส์ ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในเอเชียยังมีน้อย มีรายงานว่าในอินเดียพบประมาณ 300 สปีชีส์, ฟิลิปปินส์ 61 สปีชีส์ ในประเทศไทยการศึกษาด้านนี้ยังมีน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากขาดเอกสารอ้างอิงหรือคีย์ (keys) ที่เหมาะสมในการจำแนกโรติเฟอร์ในเขตร้อน อีกทั้งผู้วิจัยขาดความชำนาญในการจำแนกชนิด De Ridder (1970) รายงานว่าพบโรติเฟอร์ในภาคกลางและภาคเหนือจำนวน 29 สปีชีส์ ต่อมา Koste (1975) ได้สำรวจโรติเฟอร์ที่เกาะอยู่ตามรากผักตบชวาในบึงบอระเพ็ด จ. นครสวรรค์ ซึ่งการศึกษาครั้งนั้นได้มีการตั้งชื่อโรติเฟอร์สปีชีส์ใหม่ (new species) 1 สปีชีส์ คือ *Lecane junki* Koste หลังจากนั้น Boonsom (1984) ได้รวบรวมรายชื่อโรติเฟอร์ที่เคยสำรวจพบในประเทศไทยจำนวน 80 สปีชีส์ อย่างไรก็ตามได้มีความพยายามที่จะสำรวจโรติเฟอร์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดย ละออศรี

(2537), Segers and Sanoamuang (1994), Sanoamuang *et al.* (1995), Sanoamung (1996) และ Sanoamuang and Segers (1997) ได้สำรวจโรติเฟอร์จากแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้กับทางหลวงแผ่นดิน ได้แก่ ห้วย หนอง คลองข้างถนน บึง บ่อ อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ นาข้าว และแม่น้ำ จำนวน 93 แห่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง พบโรติเฟอร์ทั้งหมด 200 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นสปีชีส์ใหม่ของโลก 5 สปีชีส์ ได้แก่ *Brachionus niwati* Sanoamuang, Segers & Dumont, *Lecane shieli* Segers & Sanoamuang, *Lecane thailandensis* Segers & Sanoamuang, *Lecane segersi* Sanoamuang และ *Lecane superaculeata* Sanoamuang & Segers เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในเอเชีย 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Brachionus africanus* Segers, *Brachionus lyratus* Shephard และ *Trichocerca hollaerti* De Smet นอกจากนี้ยังเป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย (new records) อีกจำนวน 121 สปีชีส์ ทำให้จำนวนรวมของโรติเฟอร์ที่พบในประเทศไทยเพิ่มเป็น 253 สปีชีส์

ปัจจุบันได้มีการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์เป็นการค้า เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับลูกกุ้ง ลูกปู และลูกปลา โดยเฉพาะโรติเฟอร์น้ำเค็ม ชนิด *Brachionus plicatilis* (Muller) มีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายมาก ถึงแม้ว่าการนำโรติเฟอร์น้ำจืดมาเพาะเลี้ยงยังไม่แพร่หลายเท่าใดนัก แต่ก็มีแนวโน้มที่จะขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากปัจจุบันมักใช้ตัวอ่อนของไรน้ำตาล (*Artemia salina*) เป็นอาหารสำหรับลูกกุ้งลูกปลาน้ำจืด แต่ตัวอ่อนของไรน้ำตาลนี้สามารถมีชีวิตอยู่ในน้ำจืดได้เพียง 6 ชั่วโมงเท่านั้น ดังนั้น โรติเฟอร์จึงมีศักยภาพสูงที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในอนาคต

ปัจจุบันมีนักวิจัยจำนวนมากใช้โรติเฟอร์เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพของแหล่งน้ำ โรติเฟอร์บางชนิดมักพบในน้ำที่เน่าเสีย เช่น *Keratella tecta* (Gosse), *Brachionus calyciflorus* Pallas เป็นต้น การใช้โรติเฟอร์เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำมักใช้ควบคู่กับปริมาณที่พบด้วย แหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารละลายอยู่มาก (eutrophic lake) มักมีโรติเฟอร์อาศัยอยู่หนาแน่นมากกว่า 1,000 ตัวต่อลิตร ส่วนแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารน้อย (oligotrophic lake) มักมีโรติเฟอร์อาศัยอยู่ประมาณ 200-500 ตัวต่อลิตร

ประเทศไทยมีพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยแหล่งน้ำจืดชนิดต่างๆทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยเฉพาะในฤดูฝนมีน้ำท่วมขังในนาข้าว ห้วย หนอง คลอง บึง ซึ่งบริเวณเหล่านี้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของโรติเฟอร์ ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของโรติเฟอร์ในประเทศไทยไว้บ้างแล้ว แต่ข้อมูลส่วนใหญ่สำรวจจากแหล่งน้ำที่อยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางเท่านั้น ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชนิดและการแพร่กระจาย ฤดูกาลที่พบ และแหล่งที่อยู่ของโรติเฟอร์ เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างคีย์เพื่อจำแนกชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในประเทศไทย การเก็บรวมรวมตัวอย่างในรูปของ Reference Collection อันจะนำไปสู่การพัฒนาการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในประเทศไทยในอนาคต นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการเลือกที่จะส่งเสริมการเพาะเลี้ยงชนิดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นอีกด้วย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟราในแหล่งน้ำจืดที่พบในประเทศไทย เพื่อจัดทำรายชื่อชนิดและการแพร่กระจายทางภูมิศาสตร์ของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟราที่พบเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในประเทศไทยในอนาคต และเพื่อจัดทำแหล่งตัวอย่างเพื่อการอ้างอิง (Reference Collection) ของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟราที่พบในประเทศไทย

วิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นโครงการต่อเนื่อง 3 ปี โดยแบ่งบริเวณที่ศึกษาเป็น 3 เขต ในปีที่ 1 จะออกเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำจืดบริเวณอ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ ห้วย หนอง คลอง บึง บ่อ แม่น้ำ และนาข้าว ในเขต 7 จังหวัด ได้แก่ มุกดาหาร นครพนม สกลนคร หนองคาย อุดรธานี หนองบัวลำภู และเลย จำนวน 70 แหล่งน้ำ โดยเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่สามารถใช้เป็นตัวแทนตามฤดูกาล ในปีที่ 2 และปีที่ 3 จะขยายบริเวณที่ศึกษาออกไปในจังหวัดอื่นๆ ที่เหลือในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออีกปีละ 6 จังหวัด รวมทั้งหมด 19 จังหวัด

ตัวอย่างที่เก็บได้นำไปศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มโรติเฟรา ขณะเดียวกันทำการเก็บแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มคลาโดพีโพดา เพื่อส่งไปให้คณะผู้ศึกษาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ด้วย

และปัจจัยทางกายภาพและเคมีของแหล่งน้ำในตารางที่ 1-3 วิเคราะห์จำนวนชนิดในเชิงคุณภาพ โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอน ที่มีขนาดตา 60 ไมครอน ลากถุงทั้งในแนวดิ่งและแนวเฉียงเพื่อให้ได้ตัวอย่างมากที่สุด ในกรณีที่น้ำตื้นใช้ถุงตักแพลงก์ตอนที่มีด้ามจับช่วย เก็บตัวอย่างสถานีละ 6 ตัวอย่าง (สำหรับโครงการนี้ 2 ตัวอย่าง และสำหรับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และสงขลานครินทร์อีก 4 ตัวอย่าง) นำตัวอย่างที่ได้มาดองด้วยฟอร์มาลิน 4%

ในแต่ละสถานีที่เก็บตัวอย่างทำการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีของแหล่งน้ำดังต่อไปนี้ โดยเครื่องมือ HORIBA Water Quality Checker U-10: ความเป็นกรด-ด่าง, อุณหภูมิ, ความเค็ม, ค่าการนำไฟฟ้า, ความขุ่น และออกซิเจนละลาย

นำตัวอย่างแพลงก์ตอนมาแยกเอาเฉพาะโรติเฟอร์แต่ละชนิดออกมาโดยใช้ capillary tube เก็บรักษาตัวอย่างโรติเฟอร์ที่บริสุทธิ์ในรูปของสไลด์ถาวรที่มีกลีเซอรีนเป็น mounting media เพื่อนำเก็บไว้ใน Reference Collection ที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตรวจสอบตัวอย่างโรติเฟอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายอย่างน้อย 400 เท่า บางชนิดจำเป็นต้องตรวจสอบตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope) ซึ่งการเตรียมตัวอย่างดังกล่าวใช้วิธีการของ Sanoamuang and McKenzie (1993) และ Sanoamuang and Stout (1993) บันทึกภาพหรือวาดภาพโรติเฟอร์จากกล้องจุลทรรศน์โดยใช้ camera lucida

ผลการวิจัย

พบโรติเฟอร์จำนวน 231 สปีชีส์เป็น โรติเฟอร์ชนิดใหม่ของโลก 2 สปีชีส์ ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของเอเชีย 7 สปีชีส์ และชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 32 สปีชีส์ เป็นผลให้จำนวนรวมของโรติเฟอร์ที่พบในประเทศไทยเพิ่มเป็น 287 สปีชีส์ โรติเฟอร์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก(cosmopolitan species) และชนิดที่พบทั่วไปในเขตร้อน (circumtropical species) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ชนิดใหม่ของโลก 2 สปีชีส์ ได้แก่
   Lecane isanensis n. sp., *Testudinella pejleri* n. sp.
2. ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของเอเชีย 7 สปีชีส์ ได้แก่
   Filinia novaezealandiae Shiel & Sanoamuang, *Lecane nigeriensis* Segers, *Lecane simonneae* Segers, *Scaridium elegans* Segers & De Meester, *Trichocerca abilioi* Segers, *Trichocerca scipio* (Gosse), *Trichocerca simonei* De Smet
3. ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 32 สปีชีส์ ดังนี้
   Brachionus bidenta minor Koste & Shiel, *Brachionus dimidiatus (Bryce), Brachionus siricus* Rousselet, *Colurella sinistra* Carlin, *Colurella sulcata* (Stenroos), *Lecane decipiens* (Murray), *Lecane donneri* Chengalath & Mulamoottil, *Lecane grandis* (Murray), *Lecane nigeriensis* Segers, *Lecane punctata* (Murray), *Lecane serrata* (Hauer), *Lecane simonneae* Segers, *Lecane syngenes* (Hauer), *Lecane thienemanni* (Hauer), *Lecane tabida* Harring & Myers, *Lepadella akrobeles* Myers, *Lepadella benjamini* Harring, *Lepadella cristata* (Rousselet), *Lepadella elongata* Koste, *Lepadella triptera alata* Myers, *Lochocharis naias* Wulfert, *Scaridium elegans* Segers & De Meester, *Trichocerca abilioi* Segers, *Trichocerca euodonta* Hauer, *Trichocerca longiseta* (Schrank), *Trichocerca montana* Hauer, *Trichocerca porcellus* (Gosse), *Trichocerca sciplo* (Gosse), *Trichocerca simonei* De Smet, *Trichocerca weberi* (Jennings), *Trichocerca amphora* Hauer, *Wolga spinifera* (Western)
4. ชนิดที่พบอาศัยอยู่เฉพาะในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้13 สปีชีส์ ได้แก่
   Brachionus donneri Brehm, *Brachionus niwati* Sanoamuang, Segers & Dumont, *Keratella edmondsoni* (Ahlstrom), *Lecane acanthinula* (Hauer), *Lecane blachei* Berzins, *Lecane isanensis* n. sp., *Lecane eswari* Dhanapathi, *Lecane segersi* Sanoamuang, *Lecane shieli* Segers & Sanoamuang, *Lecane superaculeata*

Sanoamuang & Segers, *Lecane thailandensis* Segers & Sanoamuang, *Testudinella pejleri* n. sp., *Trichocerca siamensis* Segers & Pholpunthin

5. ชนิดที่พบอาศัยอยู่เฉพาะในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เอเชียใต้ และออสเตรเลีย 5 สปีชีส์ ได้แก่ *Brachionus dichotomus reductus, Brachionus kostei* Shiel, *Brachionus lyratus* Shephard, *Lecane batillifer* (Murray), *Macrochaetus danneeli* Koste & Shiel
6. ชนิดที่พบบ่อยและแพร่หลายในภาคอีสาน 15 สปีชีส์ ได้แก่

   Polyarthra vulgaris Carlin, *Keratella tropica* (Apstein), *Brachionus angularis* Gosse, *Lecane bulla* (Gosse), *Brachionus falcatus* Zacharias, *Keratella cochlearis* (Gosse), *Filinia novaezealandiae* Shiel & Sanoamuang, *Trichocerca similis* (Wierzejski), *Anuraeopsis fissa* (Gosse), *Brachionus forficula* Wierzejski, *Filinia opoliensis* (Zacharias), *Brachionus calyciflorus* Pallas, *Lecane papuana* (Murray), *Plationus patulus* (Muller), *Filinia longiseta* (Ehrenberg)
7. ชนิดที่พบในน้ำกร่อย 6 สปีชีส์ ได้แก่

   Brachionus plicatilis (Muller), *Keratella procurva* (Thorpe), *Filinia saltator* (Gosse), *Hexarthra fennica* (Levander), *Hexarthra oxyuris* (Sernov), *Lecane thalera* (Harring & Myers)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 142011

เอกสารอ้างอิง

BOONSOM, J. 1984. The freshwater zooplankton of Thailand (Rotifera and Crustacea). Hydrobiologia 113: 223-229.

DE RIDDER, M. 1970. Raderdieren uit het Verre Oosten. Biol. Jb. Dodonaea 39: 361-391.

KOSTE, W. 1975. Uber den Rotatorienbestand einer Mikrobiozonen in einem tropischen aquatischen Saumbiotop, der Eichhornia-crassipes-Zone im Litoral des Bung-Borapet, einem Stausee in Zentralthailand. Gewass. Abwass. 57/58: 43-58.

KOSTE, W. 1978. Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas, 2 vols. Gebruder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, West Germany.

KOSTE, W. AND R. J. SHIEL. 1987. Rotifera from Australian inland waters. II. Ephiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). Invertebr. Taxon. 7: 949-1021.

KOSTE, W. AND R. J. SHIEL. 1989a. Rotifera from Australian inland waters. III. Euchlanidae, Mytilinidae and Trichotriidae. Trans. R. Soc. S. Aust. 113: 85-114.

KOSTE, W. AND R. J. SHIEL. 1989b. Rotifera from Australian inland waters. IV. Colurellidae and Lecanidae. Trans. R. Soc. S. Aust. 113: 119-147.

KOSTE, W. AND R. J. SHIEL. 1990. Rotifera from Australian inland waters. VI. Proalidae and Lindiidae. Trans. R. Soc. S. Aust. 114: 129-143.

NOGRADY, T. 1993. Rotifera, vol 1: biology, ecology and systematics. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world No. 4. SPB Academic Publishing bv, The Hague.

PONTIN, R. M. 1978. A key to the british freshwater planktonic rotifera. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No. 38 Cumbria, UK.

RUTTNER-KOLISKO, A. 1974. Plankton rotifers: biology and taxonomy. Die Biennengewasser (Supplement) 26:1-146.

SANOAMUANG, L. 1993. Comparative studies on scanning electron microscopy of trophi of the genus *Filinia* Bory De St. Vincent (Rotifera). Hydrobiologia 264: 115-128.

SANOAMUANG, L. 1996. *Lecane segersi* n. sp. (Rotifera, Lecanidae) from Thailand. Hydrobiologia 329: 23-25.

SANOAMUANG, L. AND J. C. McKenzie, 1993. A simplified method for preparing rotifer trophi for scanning electron microscopy. Hydrobiologia 250: 91-95.

SANOAMUANG, L. AND V. M. STOUT, 1993. New records of rotifers from the South Island lakes, New Zealand. Hydrobiologia 255/256: 481-490.

SANOAMUANG, L. AND H. SEGERS. 1997. Additions to the *Lecane* fauna (Rotifera: Monogononta) of Thailand. Int. revue ges. Hydrobiol. 82: 525-530.

SANOAMUANG, L., H. SEGERS AND H. DUMONT. 1995. Additions to the rotifer fauna of south-east Asia: new and rare species from north-east Thailand. Hydrobiologia 313/314: 35-45.

SEGERSS, H. 1995. Rotifera, vol 2: the Lecanidae (Monogononta). Guides to the identification of the Microinvertebrates of the continental Waters of the World No. 6. SPB Academic Publishing bv, The Hague.

SEGERS, H. AND L. DE MEESTER. 1994. Rotifera of Papua New Guinea, with the description of a new Scaridium Ehrenberg, 1830. Arch. Hydrobiol. 131: 111-125.

SEGERS, H. AND L. SANOAMUANG. 1994. Two more new species of *Lecane* (Rorifera, Monogononta) from Thailand. Belg. J. Zool. 124: 39-46.

SHARMA, B. K. AND R. G. MICHAEL. 1980. Synopsis of taxonomic studies on Indian Rotatoria. Hydrobiologia 73: 229-236.

SHIELL, R. J. 1995. A guide to identification of rotifers, cladocerans and copepods from Australian inland waters. Co-operative Research Centre for Freshwater Ecology, Identification No. 3, Murray-Darling Freshwater Research Centre, Albury, Australia. 144 pp.

SHIEL, R. J. AND W. KOSTE. 1992. Rotifera from Australian inland waters, VIII. Trichocercidae (Monogononta). Trans. R. Soc. Aust. 116: 1-27.

SHIEL, R. J. AND W. KOSTE. 1993. Rotifera from Australian inland waters, IX. Gastropodidae, Synchaetidae, Asplanchnidae (Rotifera: Monogononta). Trans. R. Soc. Aust. 117: 111-139.

SHIEL, R. J. AND L. SANOAMUANG. 1993. Trans-Tasman variation in Australasian *Filinia* populations. Hydrobiologia 255/256: 455-462.

การจำแนกชนิดของโรติเฟอร์ในเขตพื้นที่ป่าพรุ ภาคใต้ของประเทศไทย

สุเปญญา จิตตพันธ์,[1] พรศิลป์ ผลพันธิน[1] และ ละออศรี เสนาะเมือง[2]

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

SPECIES IDENTIFICATION OF ROTIFERA IN PEAT SWAMPS, SOUTHERN THAILAND

S. Chittapun[1], P. pholpunthin[1] and L. Sanoamuang[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

The rotifer fauna from seven peat-swamps (Mai-Khao, Jood and Jik peat-swamps, Phuket province; Kra-Jood and Kun-Thu-Lee peat-swamps, Suratthanee province; Kuan-Kreng peat-swamp, Nakornsrithummarat province; and Toa-Dang peat-swamp, Narathiwas province) in South Thailand was investigated. The samples were collected during July and October, 1998. A total of 131 species were identified, 3 of which, (*Colurella sanoamuangae*, *Keratella* sp. and *Dissotrocha* sp.) are new species and 41 species (*Brachionus variabilis*, *Cephalodella* cf. *hyalina*, *C. innesi*, *C. mucronata*, *Colurella sulcata*, *C. tesselata*, *Dicranophorus tegillus*, *D. corystis*, *Euchanis lyra* f. *myersi*, *Floscularia conifera*, *Ketatella javana*, *K. mixta*, *Lecane abanica*, *L. braumi*, *L. decipiens*, *L. depressa*, *L. enowi*, *L. grandis*, *L. nelsoni*, *L. nigeriensis*, *L. palinacis*, *L. simonneae*, *L. stichoclysta*, *L. syngenes*, *Lepadella cristata*, *L. monodactyla*, *Monommata caudata* (group A), *M. dentata*, *M. grandis*, *M. longiseta*, *M. maculata*, *Notommata allantois*, *N.* cf. *pygmaer*, *N. saccigera*, *Scaridium elegan*, *S. grandis*, *Squatinella leydigii* f. *longiseta*, *Taphocampa annulosa*, *Trichocerca agnatha*, *T. collaris* and *T. jenningsi*) are new to Thailand. The most diverse rotifer genus was *Lecane* (37.41%), followed by *Lepadella* (9.16%) and *Trichocerca* (8.40%). The most diverse rotifer peat-swamp was Toa-dang (65 species), followed by Kra-Jood (64 species), Kun-Thu-Lee (58 species), Jood and Jik (38 species), Mai-Khao (37 species) and Koun-Kreng (24 species).

Key words: Rotifera, Southern Thailand, peat-swamps

บทนำ

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทุกชนิด ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม มีบทบาทสำคัญต่อแหล่งน้ำ กล่าวคือ เป็นตัวเชื่อมโยงที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร จัดเป็นผู้บริโภคขั้นปฐมภูมิ (primary consumer) ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานระหว่างผู้ผลิต ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคในลำดับขั้น (trophic level) ที่สูงขึ้นไป และจากการที่โรติเฟอร์มีวงจรชีวิตสั้น ส่งผลให้การหมุนเวียนสารอาหารในแหล่งน้ำเกิดได้เร็วขึ้นอีกด้วย ในปัจจุบันนิยมนำโรติเฟอร์มาใช้เป็นอาหารอนุบาลลูกสัตว์น้ำในช่วงต่อจากการเลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืช และก่อนระยะที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย

ได้มีผู้สนใจศึกษาโรติเฟอร์ในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น (Segers and Snoamuang, 1994; Sanoamuang *et al.*, 1995; Sanoamuang, 1996; Segers and Pholpunthin, 1997) แต่การศึกษาส่วนใหญ่จะเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญในด้านการอุปโภคและบริโภค เช่น เขื่อน หรือบึงขนาดใหญ่ รวมทั้งทุ่งนาและแม่น้ำข้างถนน ได้มีการรายงานพบโรติเฟอร์ชนิดใหม่อยู่เสมอๆ แต่ยังขาดการศึกษาในพื้นที่ป่าพรุซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญของภาคใต้ การศึกษาครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นที่จะศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนในกลุ่มโรติเฟอร์ที่พบในบริเวณพื้นที่ป่าพรุที่สำคัญ 7 แห่งด้วยกัน คือ พรุไม้ขาว, พรุจูด, และพรุจิก จังหวัดภูเก็ต พรุกระจูด และพรุคันธุลี จังหวัดสุราษฎร์ธานี พรุควนเคร็ง จังหวัดนครศรีธรรมราช และพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส

พื้นที่ศึกษา

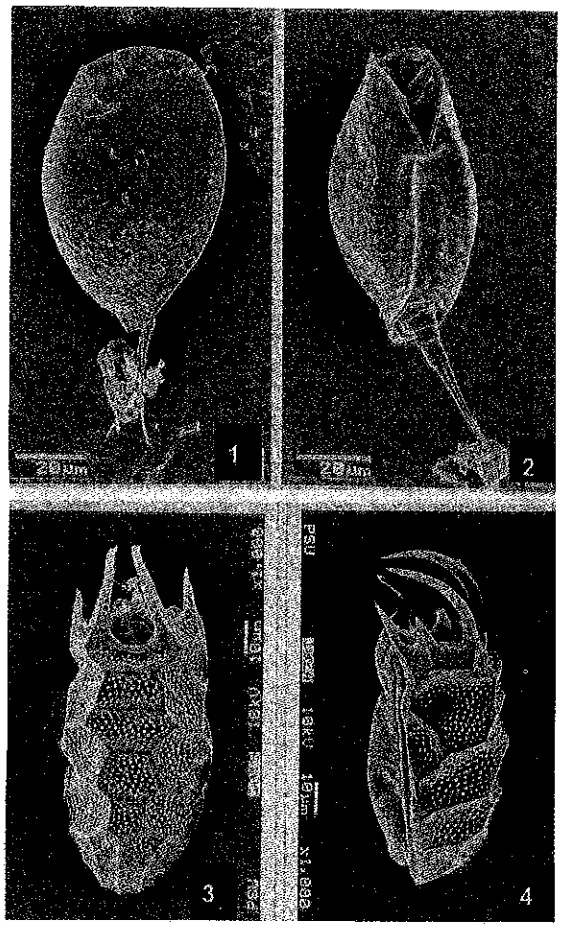
พื้นที่ป่าพรุมีลักษณะเป็นบึงหรือหนองน้ำที่ค่อนข้างตื้นเขิน มีหญ้ากกและพืชล้มลุกอื่น ๆ เกิดขึ้น และตายทับถมกันเป็นเวลานาน ทำให้บางบริเวณตื้นเขินมากขึ้น เปิดโอกาสให้ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้นเจริญเติบโตขึ้นได้ เมื่อเวลาผ่านไปความหลากหลายของพันธุ์พืชยิ่งเกิดเพิ่มมากขึ้น เอื้ออำนวยให้สัตว์ต่าง ๆ เข้ามาอยู่อาศัย ป่าพรุที่สมบูรณ์จึงมีพันธุ์

พืชและพันธุ์สัตว์ซับซ้อนมากมายหลายชนิด ตลอดจนมีการสะสมตัวของซากพืชและอินทรีย์วัตถุจำนวนมากเป็นชั้นหนา เมื่อเวลาผ่านไปหลายพันปีซากพืชและอินทรีย์วัตถุที่สะสมกันหนานี้จะกลายเป็นดิน เรียกดินอินทรีย์ (peat) และเมื่อน้ำจืดท่วมขังจะมีสภาพเป็นกรดมี pH อยู่ระหว่าง 4.5-6.0 (ชวลิตและพิชา, 2537) ลักษณะเช่นนี้เป็นคุณลักษณะพิเศษที่พบในเขตพื้นที่ป่าพรุเท่านั้น

วิธีการ

เก็บตัวอย่างจากพื้นที่ป่าพรุ 7 แห่ง คือ พรุไม้ขาว พรุจูด และพรุจิก จังหวัดภูเก็ต พรุกระจูด และพรุดันธุลี จังหวัดสุราษฎร์ธานี พรุควนเคร็ง จังหวัดนครศรีธรรมราช และพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส ในช่วงเดือนกรกฎาคม และเดือนตุลาคม 2541 เก็บตัวอย่างเชิงคุณภาพ โดยการลากถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 26 ไมครอน ในแนวระดับหรือแนวเฉียงให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของแต่ละบริเวณที่ศึกษา ตัวอย่างที่ได้เก็บรักษาด้วยฟอร์มาลินโดยให้มีความเข้มข้นสุดท้าย 4 เปอร์เซ็นต์ พร้อมทั้งทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า และความขุ่น

ตัวอย่างที่ได้นำมาศึกษาชนิดของโรติเฟอร์ในห้องปฏิบัติการ ภายใต้กล้อง stereo microscope (Olympus รุ่น VM) และ compound microscope (Olympus รุ่น CH-2) ตามคู่มือการจำแนกชนิดโรติเฟอร์ของ Koste (1978) Nogrady *et al.* (1995), Segers (1995), De Smet and Pourriot (1997), Segers (1997), Segers and Sanoamuang (1997) พร้อมวาดรูปโดยใช้ camera lucida ตัวอย่างบางชนิดนำไปศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (รุ่น JOEL 5800LV)



ภาพที่ 1-4. ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน;
1-2 *Colurella sanoamuangae*, 3-4 *Keratella* sp.

ผลการวิจัย

จากการศึกษาพบโรติเฟอร์รวมทั้งสิ้น 131 ชนิด (ตารางที่ 1-4) เป็นชนิดใหม่ 3 ชนิด คือ *Colurella sanoamuangae* (ภาพที่ 1 และ 2) (อยู่ในระหว่างการตอบรับของวารสาร International Review of Hydrobiologia) *Keratella* sp. (ภาพที่ 3 และ 4) และ *Dissotrocha* sp. (อยู่ในระหว่างการจัดทำรายละเอียด) และเป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 41 ชนิด คือ *Brachionus variabilis*, *Cephalodella* cf. *hyalina*, *C. innesi*, *C. mucronata*, *Colurella sulcata*, *C. tesselata*, *Dicranophorus tegillus*, *D. corystis*, *Euchanis lyra* f. *myersi*, *Floscularia conifera*, *Ketatella javana*, *K. mixta*, *Lecane abanica*, *L. braumi*, *L. decipiens*, *L. depressa*, *L. enowi*, *L. grandis*, *L. nelsoni*, *L. nigeriensis*, *L. palinacis*, *L. simonneae*, *L. stichoclysta*, *L. syngenes*, *Lepadella cristata*, *L. monodactyla*, *Monommata caudata* (group A), *M. dentata*, *M. grandis*, *M. longiseta*, *M. maculata*, *Notommata allantois*, *N.* cf. *pygmaer*, *N. saccigera*, *Scaridium elegan*, *S. grandis*, *Squatinella leydigii* f. *longiseta*, *Taphocampa annulosa*, *Trichocerca*

ตารางที่ 1. ชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในพรุไม้ขาว พรุจูด และพรุจิก จังหวัดภูเก็ต (* = พบครั้งแรกในประเทศไทย, ** = ชนิดใหม่)

พรุไม้ขาว	พรุจูด	พรุจิก
Anuraeopsis fissa (Gosse)	*Anuraeopsis fissa* (Gosse)	*Brachionus quadridentatus* Hermann
Brachionus angularis Gosse	*A. navicula* (Rousselet)	**Cephalodella* cf *hyalina* Myers
B. quadridentatus Hermann	*Brachionus facatus* Zacharias	***Dissotrocha* sp.
B. rubens Ehrenberg	*B. quadridentatus* Hermann	*Euchanis incisa mucronata* (Ahlstrom)
**B. variabilis* (Hempel)	*Colurella obtusa* (Gosse)	**E. lyra* Hudson f. *myersi* Kutikova
Colurella obtusa (Gosse)	***C. sanoamuangae* n.sp.	*E. meneta* Myers
***C. sanoamuangae* n.sp.	*Euchanis dilatata dilatata* Ehrenberg	*Lecane arcuata* (Bryce)
Dicranophorus epicharis Harring & Myers	*E. incisa mucronata* (Ahlstrom)	*L. arcula* Harring
Euchanis dilatata dilatata Ehrenberg	*Filinia longiseta* (Ehrenberg)	*L. bulla* (Gosse)
E. incisa mucronata (Ahlstrom)	*F. novaezealandiae* Shiel & Sanoamuang	*L. closterocerca* (Schmarda)
Keratella tropica (Apstein)	*F. opoliensis* (Zacharias)	**L. decipiens* (Murray)
Lecane arcula Harring	*Keratella tropica* (Apstein)	*L. furcata* (Murray)
L. bulla (Gosse)	*Lecane bulla* (Gosse)	*L. hamata* (Stokes)
L. closterocerca (Schmarda)	*L. closterocerca* (Schmarda)	*L. inermis* (Bryce)
**L. decipiens* (Murray)	**L. decipiens* (Murray)	*L. inopinata* Harring & Myers
L. furcata (Murray)	*L. flexilis* (Gosse)	*L. leontina* (Turner)
**L. grandis* (Murray)	*L. hamata* (Stokes)	*L. luna* (O. F. Muller)
L. hamata (Stokes)	*L. leontina* (Turner)	*L. monostyla* (Daday)
L. inermis (Bryce)	*L. ludwigii* (Eckstein)	*L. obtusa* (Murray)
L. inopinata Harring & Myers	*L. obtusa* (Murray)	*L. papauna* (Murray)
L. ludwigii (Eckstein)	*L. papauna* (Murray)	*L. pyriformis* (Daday)
L. luna (O. F. Muller)	*L. pyriformis* (Daday)	*L. undulata* Hauer
L. obtusa (Murray)	*L. quadridentata* (Ehrenberg)	*Lepadella acuminata* (Ehrenberg)
L. papauna (Murray)	*L. rhytida* Harring & Myers	*L. discoidea* Segers
L. pyriformis (Daday)	*L. shieli* Segers & Sanoamang	*L. ovalis* (Muller)
L. rhytida Harring & Myers	*L. undulata* Hauer	*L. patella* (Muller)
L. stenroosi (Meissner)	*Lepadella patella* (Muller)	*L. triba* Myers
L. undulata Hauer	*L. quadricarinata* (Stenroos)	*Macrochaetus collinsi* (Gosse)
Lepadella patella (Muller)	*L. rhomboides* (Gosse)	**Monommata grandis* Tessin
L. rhomboides (Gosse)	*Macrochaetus collinsi* (Gosse)	**M. longiseta* (Muller)
**Monommata grandis* Tessin	*Plationus patulus* (Muller)	**Notommata* cf. *Pygmaea* Harring & Myers
**M. longiseta* (Muller)	*Polyarthra minor* Voigt	*Plantyias quadricornis* (Ehrenberg)
Mytilina ventralis (Ehrenberg)	*P. vulgaris* Carlin	*Plationus patulus* (Muller)
Polyarthra minor Voigt	**Monommata grandis* Tessin	*Polyarthra minor* Voigt
P. vulgaris Carlin	**M. longiseta* (Muller)	*Scaridium longicaudum* (O. F. Muller)
**Taphocampa annulosa* Gosse	**Squatinella leydigii* (Zacharias) f. *longiseta*	*Testudinella patina* (Hermann)
Trichocerca brazilliensis (Murray)	(Pourriot)	*Trichocerca brazilliensis* (Murray)
	**Taphocampa annulosa* Gosse	*T. insulana* (Hauer)
	Testudinella patina (Hermann)	

ตารางที่ 2. ชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในพรุกระจูด และพรุคันธุลี จังหวัดสุราษฎร์ธานี (* = พบครั้งแรกในประเทศไทย, ** = ชนิดใหม่)

พรุกระจูด	พรุคันธุลี
Anuraeopsis fissa (Gosse)	*Anuraeopsis fissa* (Gosse)
Brachionus quadridentatus mirabilis (Daday)	**Colurella sulcata* (Stenroos)
**Cephalodella mucronata* Myers	**C. tesselata* (Glascott)
**Colurella sulcata* (Stenroos)	*C. uncinata uncinata* (Muller)
**C. tesselata* (Glascott)	*Dicranophorus epicharis* Harring & Myers
C. uncinata uncinata (Muller)	*Dipleuchanis propatula* (Gosse)
**Dicranophorus tegillus* Harring & Myers	*Euchanis dilatata dilatata* Ehrenberg
**D. corystis* Harring & Myers	**Floscularia conifera* (Hudson)
Dipleuchanis propatula macrodactyla (Hauer)	**Keratella javana* (Hauer)
***Dissotrocha* sp.	**Lecane abanica* Segers
Euchanis dilatata dilatata Ehrenberg	*L. arcula* Harring
**Keratella javana* (Hauer)	*L. bifurca* (Bryce)
Lecane arcuata (Bryce)	*L. bulla* (Gosse)
L. arcula Harring	*L. calcaria* Harring & Myers
L. aculeata (Jakubski)	*L. clara* (Bryce)
**L. braumi* Koste	*L. closterocerca* (Schmarda)
L. bulla (Gosse)	*L. curvicornis* (Murray)
L. clara (Bryce)	*L. doryssa* Harring
L. closterocerca (Schmarda)	*L. haliclysta* Harring & Myers
L. curvicornis (Murray)	*L. hamata* (Stokes)
L. doryssa Harring	*L. inopinata* Harring & Myers
L. furcata (Murray)	*L. leontina* (Turner)
L. haliclysta Harring & Myers	*L. ludwigii* (Eckstein)

ตารางที่ 2. (ต่อ)

พรุกระจูด	พรุคันธุลี
L. hamata (Stokes)	*L. lunaris* (Ehrenberg)
L. hornemanni (Ehrenberg)	*L. monostyla* (Daday)
L. inopinata Harring & Myers	**L. nelsoni* Segers
L. leontina (Turner)	**L. palinacis* Harring & Myers
L. ludwigii (Eckstein)	*L. pertica* Harring & Myers
L. lunaris (Ehrenberg)	*L. pyriformis* (Daday)
L. obtusa (Murray)	*L. quadridentata* (Ehrenberg)
L. monostyla (Daday)	*L. rhytida* Harring & Myers
L. pertica Harring & Myers	*L. signifera* (Jennings)
L. pyriformis (Daday)	**L. stichoclysta* Segers
L. quadridentata (Ehrenberg)	**L. syngenes* (Hauer)
L. signifera (Jennings)	*L. undulata* Hauer
L. tenuiseta Harring	*L. unguitata* (Fadeev)
L. undulata Hauer	*L. ungulata* (Gosse)
L. unguitata (Fadeev)	**Lepadella cristata* (Rousselet)
L. ungulata (Gosse)	*L. discoidea* Segers
**Lepadella cristata* (Rousselet)	*L. ovalis* (Muller)
L. discoidea Segers	*L. vandenbrandei* Gillard
L. ovalis (Muller)	*Macrochaetus collinsi* (Gosse)
L. quadricarinata (Stenroos)	**Monommata maculata* Harring & Myers
L. vandenbrandei Gillard	*Mytilina ventralis* (Ehrenberg)
Macrochaetus collinsi (Gosse)	**Notommata allantois* Wulfert
**Monommata caudata* (group A) Myers	*Plationus patulus* (Muller)
**M. grandis* Tessin	**Scaridium grandis* Segers
**M. longiseta* (Muller)	*Testudinella emarginula* (Stenroos)
**M. maculata* Harring & Myers	*T. parva* (Ternetz)
Mytilina ventralis (Ehrenberg)	*T. patina* (Hermann)
Notommata pachyura (Gosse) f. *spinota* (Koste)	*T. tridentata* Smirnov
Plationus patulus (Muller)	*Trichocerca hollaerti* De Smet
Polyarthra vulgaris Carlin	*T. insignis* (Herrick)
**Scaridium elegan* Segers & De Meester	*T. tropis* (Hauer)
**S. grandis* Segers	*Trichotria tetractis* (Ehrenberg)
S. longicaudum (O. F. Muller)	
Testudinella emarginula (Stenroos)	
T. parva (Ternetz)	
T. patina (Hermann)	
T. tridentata Smirnov	
**Trichocerca collaris* (Rousselet)	
T. flagellata Hauer	
T. hollaerti De Smet	
T. similis grandis Hauer	
Trichotria tetractis (Ehrenberg)	

ตารางที่ 3. ชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในพรุควนเคร็ง จังหวัดนครศรีธรรมราช (* = พบครั้งแรกในประเทศไทย, ** = ชนิดใหม่)

Anuraeopsis fissa (Gosse)	*L. hamata* (Stokes)	*L. signifera* (Jennings)
Colurella colurus (Ehrenberg)	*L. inermis* (Bryce)	**L. simonneae* Segers
C. uncinata uncinata (Muller)	*L. leontina* (Turner)	*L. ungulata* (Gosse)
***Dissotrocha* sp.	*L. lunaris* (Ehrenberg)	*Lepadella patella* (Muller)
**Lecane braumi* Koste	*L. monostyla* (Daday)	*L. rhomboides* (Gosse)
L. bulla (Gosse)	*L. obtusa* (Murray)	*Testudinella patina* (Hermann)
**L. decipiens* (Murray)	*L. papauna* (Murray)	*Trichocerca similis grandis* Hauer
**L. depressa* (Bryce)	*L. pertica* Harring & Myers	*Trichotria tetractis* (Ehrenberg)

ตารางที่ 4. ชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส (* = พบครั้งแรกในประเทศไทย, ** = ชนิดใหม่)

Anuraeopsis fissa (Gosse)	*L. pyriformis* (Daday)
Brachionus quadridentatus Hermann	*L. signifera* (Jennings)
B. quadridentatus mirabilis (Daday)	**L. simonneae* Segers
Cephalodella gibba (Ehrenberg)	*L. superaculeata* Sanoamuang & Segers
**C. innesi* Myers	*L. tenuiseta* Harring
Colurella colurus (Ehrenberg)	*L. unguitata* (Fadeev)
C. obtusa (Gosse)	*L. ungulata* (Gosse)
C. uncinata uncinata (Muller)	*Lepadella apsicora* Myers
C. uncinata (O. F. Muller) f. *bicuspidata* (Ehrenberg)	*L. discoidea* Segers
Dipleuchanis propatula macrodactyla (Hauer)	*L. ehrenbergii* (Perty)
***Dissotrocha* sp.	**L. monodactyla* Berzins
Euchanis incisa Carlin	*L. patella* (Muller)
**Keratella javana* (Hauer)	*L. rhomboides* (Gosse)
**K. mixta* (Oparina-Charitonuva)	*L. vandenbrandei* Gillard

ตารางที่ 4. (ต่อ)

**K. sp.	*Macrochaetus collinsi* (Gosse)
Lecane aculeata (Jakubski)	**Monommata dentata* Wulfert
L. arcula Harring	**M. grandis* Tessin
**L. braumi* Koste	**M. longiseta* (Muller)
L. bulla (Gosse)	**Notommata saccigera* Ehrenberg
L. curvicornis (Murray)	*Plantias quadricornis* var. *brevispinus* (Ehrenberg)
L. doryssa Harring	*Plationus patulus* (Muller)
**L. enowi* Segers & Mertens	*Polyarthra minor* Voigt
L. furcata (Murray)	**Scaridium grandis* Segers
L. hamata (Stokes)	*S. longicaudum* (O. F. Muller)
L. inermis (Bryce)	*Testudinella parva* (Ternetz)
L. lateralis Sharma	*T. patina* (Hermann)
L. leontina (Turner)	*T. tridentata* Smirnov
L. ludwigii (Eckstein)	**Trichocerca agnatha* Wulfert
L. lunaris (Ehrenberg)	*T. brazilliensis* (Murray)
L. monostyla (Daday)	*T. insulana* (Hauer)
**L. nigeriensis* Segers	**T. jenningsi* Voigt
L. obtusa (Murray)	*T. uncinata* (Voigt)
L. papauna (Murray)	*Trichotria tetractis* (Ehrenberg)
L. pertica Harring & Myers	

บทวิจารณ์และสรุป

จากการศึกษาพบโรติเฟอร์ทั้งสิ้น 131 ชนิด ส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Lecane* (37.41%) รองลงมาคือ สกุล *Lepadella* (9.16%) และ *Trichocerca* (8.40%) ผลที่ได้ตรงกับรายงานการศึกษาชนิดโรติเฟอร์ในทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง (Segers and Pholpunthin, 1997) และการศึกษาโรติเฟอร์ในเขื่อนน้ำพอง จังหวัดสกลนคร (Segers and Sanoamuang, 1994) พื้นที่ป่าพรุที่พบจำนวนชนิดของโรติเฟอร์มากที่สุด คือ พรุโต๊ะแดง (65 ชนิด) รองลงมาคือ พรุกระจูด (64 ชนิด) พรุคันธุลี (58 ชนิด) พรุจูด และพรุจิก (38 ชนิด) พรุไม้ขาว (37 ชนิด) และพรุควนเคร็ง (24 ชนิด) ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพรุโต๊ะแดง และพรุกระจูด น่าจะเป็นพื้นที่ป่าพรุที่ยังคงความอุดมสมบูรณ์อยู่มากที่สุด จึงมีจำนวนชนิดของโรติเฟอร์มากตามไปด้วย ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะพื้นที่ของพรุทั้งสองจะมีพืชน้ำและต้นไม้ขึ้นอยู่มาก รวมทั้งได้รับผลกระทบจากการรบกวนของมนุษย์น้อย

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541051

เอกสารอ้างอิง

ชวลิต นิยมธรรม และพิชา พิทยขจรวุฒิ. 2537. ป่าพรุโต๊ะแดง. ศูนย์วิจัยและศึกษาธรรมชาติป่าพรุสิรินธร.

DE SMET, W. H. AND R. POURRIOT. 1997. Rotifera. Vol. 5. The Dicranophoridae and the Ituridae. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 12. SPB Academic Publishing BV, Amsterdam, The Netherlands.

KOSTE, W. 1978. Rotatoria. Die Fadertiere Mitteleuropas. 2 Vols. 234 plates, Borntraeger, Berlin. 637 pp.

NOGRADY, T., R. POURRIOT AND H. SEGERS. 1995. Rotifera. Vol 3. The Notommatidae and the Scaridiidae. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 8. SPB Academic Publishing BV, Hague, The Netherlands.

SANOAMUANG, L. 1996. *Lecane segersi* n. sp. (Rotifera, Lecanidae) from Thailand. Hydrobiologia 339: 23-25.

SANOAMUANG, L., H. SEGERS AND H. J. DUMONT. 1995. Additions to the rotifer fauna of south-east Asia: new and rare species from north-east Thailand. Hydrobiologia 313/314: 35-45.

SEGERS, H. 1995. Rotifera. Vol. 2. The Lecanidae (Monogononta). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 6. SPB Academic Publishing BV, Hague, The Netherlands.

SEGERS, H. 1997. Contribution to a revision of *Floscularia* Cuvier, 1798 (Rotifer: Monogononta): notes on some neotropical taxa. Hydrobiologia 354: 165-175.

SEGERS, H. AND P. PHOLPUNTHIN. 1997. New and rare Rotifera from Thale-Noi Lake, Pattalung province, Thailand, with a note on the taxonomy of *Cephalodella* (Notommatidae). Annals. Limnol. 33: 13-21.

SEGERS, H. AND L. SANOAMUANG. 1994. Two more new species of *Lecane* (Rotifera, Monogononta) from Thailand. Belg. J. Zool. 124: 39-46.

SEGERS, H. AND L. SANOAMUANG. 1997. Additions to the *Lecane* fauna (Rotifera: Monogononta) of Thailand. Int. Revue ges. Hydrobiol. 82: 525-530.

แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง โดยเน้นกุ้งและปูวัยอ่อน

ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และ สุรพล สุดารา
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ABSTRACT

ZOOPLANKTON IN MANGROVE FOREST AT SIKAO DISTRICT, TRANG PROVINCE WITH EMPHASIS ON SHRIMP AND CRAB LARVAE

S. Chuaypanang, A. Piumsomboon and S. Sudara
Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

A study of the zooplankton community in a mangrove forest at Sikao District, Trang Province, with emphasis on shrimp and crab larvae, was carried out from May 1996 to May 1997. The zooplankton found in this mangrove forest consisted of 42 groups from 15 phyla. The average density of zooplankton found was 1.02×10^6-3.95×10^6 ind. 100 m^{-3}. Copepods were the dominant group. Nauplius larvae, pelecypod larvae, gastropod larvae, larvacea and sergestidae were important groups collected frequently in the mangroves. Shrimp larvae were composed of 16 species from 5 families. Average density was 42-2,401 ind. 100 m^{-3}. The most abundant shrimp larvae were in the family Alpheidae followed by family Hippolytidae and family Palaemonidae. Other shrimp larvae found were in the family Penaeidae and the family Processidae. On the other hand, 41 species from 12 families of crab larvae were recorded from this area. The range of average density found was 543-27,906 ind. 100 m^{-3}. The first three families in terms of abundance were Grapsidae, Ocypodidae and Xanthidae. There was a significant relationship between the density of zooplankton and the salinity of seawater. Zooplankton density also exhibited a positive relationship with the abundance of phytoplankton in this area. The diversity and abundance of planktonic larvae indicates the diversity of food chains and energy cycling in this ecosystem, besides also suggesting the ecologically important role of zooplankton in recruitment of aquatic animals. The results from this study indicates that the Sikao mangrove forest is one of the pristine and productive natural mangroves in Thai waters.

Key words: mangrove, zooplankton, diversity, density

บทนำ

ป่าชายเลนเป็นบริเวณที่สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ อาศัยอยู่ร่วมกันอีกเป็นจำนวนมาก สิ่งมีชีวิตที่พบนอกจากพรรณไม้ป่าชายเลนชนิดต่าง ๆ แล้ว ยังมีสิ่งมีชีวิตอื่น ได้แก่ จุลชีพ, สาหร่าย, แพลงก์ตอน, สัตว์น้ำวัยอ่อน, สัตว์ทะเลหน้าดิน, ปลา, นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ป่าชายเลนอุดมสมบูรณ์ด้วยสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ คือ ความหลากหลายของถิ่นที่อยู่และความอุดมสมบูรณ์ของอาหารซึ่งได้จากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ หรือเศษใบไม้ร่วงหล่นกลายเป็นแหล่งอาหารปฐมภูมิสำหรับผู้บริโภคขั้นต้นในห่วงโซ่อาหารของป่าชายเลน เช่น พวกแพลงก์ตอนสัตว์, ลูกกุ้ง, ลูกปู และสัตว์น้ำวัยอ่อนชนิดอื่น ๆ มีรายงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของป่าชายเลนในแง่ที่เป็นบริเวณที่มีความเหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งที่อยู่ อาศัยการหาอาหาร และการเจริญเติบโต รวมทั้งเป็นแหล่งวางไข่และอนุบาลตัวอ่อนของลูกสัตว์น้ำหลายชนิดรวมทั้งลูกสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ (ณิฏฐารัตน์, 2534ข; Paphavasit *et al.*,1991; UNDP/UNESCO, 1991; เพ็ญศรีและสุชาติ, 2539; Chulex, 1997; Paphavasit *et al.*, 1997) ซึ่งล้วนแล้วแต่มีส่วนหนึ่งในวงจรชีวิตที่มีความเกี่ยวข้องกับป่าชายเลน สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลนเหล่านี้ส่วนใหญ่ในระยะตัวอ่อนจะดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ มีบทบาทในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภคลำดับสูงขึ้นไปตามลำดับ โดยเฉพาะพวกแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราวจะเป็นกลุ่มซึ่งมีความสำคัญมากเพราะส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของลูกสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดต่าง ๆ เช่น ลูกปู, ลูกกุ้ง, ลูกหอยและลูกปลา

พื้นที่ป่าชายเลนที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ตั้งอยู่ในเขตอำเภอสิเกา จัดอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าคลองกะลาเสและป่าคลองไม้ตาย ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2529 ป่าชายเลนยังมีสภาพค่อนข้างสมบูรณ์ มีไม้เด่นนำเป็นไม้โกงกาง (*Rhizophora* spp.) สภาพป่าชายเลนยังไม่มีการบุกรุกอย่างรุนแรงและกว้างขวาง นอกจากนี้ยังเป็นบริเวณที่ไม่เคยปรากฏรายงานว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์มาก่อน การศึกษาแพลงก์ตอน

สัตว์ในป่าชายเลนบริเวณนี้ โดยเฉพาะแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่เป็นลูกสัตว์น้ำทางเศรษฐกิจ เช่น ปูและกุ้งวัยอ่อน จะสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ ผลผลิต รวมทั้งศักยภาพในการทำการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณนี้ได้ ทั้งยังสามารถใช้ข้อมูลนี้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการและอนุรักษ์ป่าชายเลนได้ต่อไป

พื้นที่ศึกษา

ป่าชายเลนที่ทำการศึกษาอยู่ในท้องที่ตำบลไม้ฝาด เขตอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2529 จัดบริเวณนี้เป็นเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าคลองกะลาเส และป่าคลองไม้ตาย มีพื้นที่ประมาณ 46,845 ไร่ บริเวณที่ทำการศึกษาเฉพาะป่าชายเลนคลองสิเกา คลองลำยาว และคลองไม้ฝาด อยู่บริเวณลองติจูดที่ 99° 15' 18" ถึง 99° 21' 06" ตะวันออก และละติจูดที่ 7° 29' 42" ถึง 7° 14' 16" เหนือ กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 6 สถานี เริ่มตั้งแต่บริเวณทะเลเปิดเข้าไปด้านในลำคลอง ซึ่งสองฝั่งคลองเป็นป่าชายเลน ประกอบด้วยคลองหลัก คือ คลองสิเกา และคลองย่อยที่เป็นสาขาคลองสิเกา คือ คลองลำยาวและคลองไม้ฝาด ระยะห่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดประมาณ 600 เมตร (ภาพที่ 1)

วิธีการ

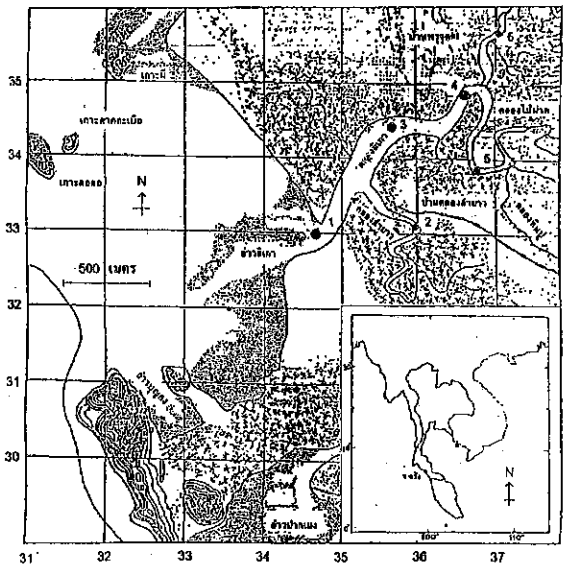
เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ในเวลากลางวันขณะน้ำกำลังขึ้นและในขณะน้ำขึ้นสูงสุด โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนขนาดเส้นฝ่าศูนย์กลางปากถุง 30 เซนติเมตร ขนาดตา 103 ไมครอน ติดเครื่องวัดกระแสน้ำ ลากแพลงก์ตอนในแนวระดับในคลองที่ผ่านป่าชายเลนตามจุดเก็บตัวอย่างที่กำหนดไว้ โดยใช้เรือประมงขนาดเล็ก วิ่งด้วยความเร็วต่ำ จับเวลาการลากในแต่ละเที่ยว ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ความลึก, ความโปร่งแสง, ความเค็ม, อุณหภูมิ, ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และ ความเป็นกรด-เบส ตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ที่ได้เก็บรักษาไว้ในน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 5-10% หลังจากนั้นนำมาแยกชนิดและนับจำนวน โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ 2 ตา โดยแยกเอาปูและกุ้งวัยอ่อนออกมาจากแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่น ๆ ใส่ขวดแยกไว้ และทำการแยกกลุ่มอย่างละเอียดถึงระดับครอบครัวโดยใช้กล้อง compound microscope วาดรูปปูและกุ้งวัยอ่อนแต่ละกลุ่มที่แยกได้โดยใช้ camera lucida นำข้อมูลจากทั้งสองส่วนที่ได้มาคำนวณหาจำนวนตัวแพลงก์ตอนสัตว์ต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร

ผลการวิจัย

แพลงก์ตอนสัตว์ทั่วไป

จากการศึกษากลุ่มประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม 2540 พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 42 กลุ่ม จาก 15 ไฟลัม ประกอบด้วยแพลงก์ตอนสัตว์ถาวร 21 กลุ่ม จาก 7 ไฟลัม และแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว 21 กลุ่ม จาก 12 ไฟลัม ความหนาแน่นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.02×10^{6}-3.95×10^{6} ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร กลุ่ม copepod จัดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบเป็นจำนวนมากและพบได้ทุกช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง มีความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 57.87-87.55 ของจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง การกระจายมีลักษณะเดียวกันทั้งในขณะน้ำกำลังขึ้นและขณะน้ำขึ้นสูงสุด คือ จะพบ copepod กระจายหนาแน่นบริเวณป่าชายเลนตอนใน และลดลงเมื่อออกสู่ป่าชายเลนตอนนอก

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบรองลงมาจากกลุ่ม copepod ซึ่งมีความหนาแน่นในแต่ละกลุ่มน้อยกว่าร้อยละ 20 ของจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่พบในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอ่อนระยะ nauplius ของ crustacean รองลงมา ได้แก่ ตัวอ่อนหอยฝาเดียว, ตัวอ่อนหอยสองฝา, larvacean, foraminifera, หนอนธนู, ตัวอ่อนของ polychaete, ตัวอ่อนของเพรียง และแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม sergestidae แต่การศึกษาในครั้งนี้กล่าวถึงแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้เพียงบางกลุ่มเท่านั้น ได้แก่ ตัวอ่อนระยะ nauplius ของ crustacean, ตัวอ่อนหอยฝาเดียว, อ่อนหอยสองฝา, larvacean และแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม sergestidae โดยพบว่าการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้ส่วนใหญ่พบหนาแน่นบริเวณป่าชายเลนตอนนอกมากกว่าป่าชายเลนตอนใน



ภาพที่ 1. สถานีเก็บแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

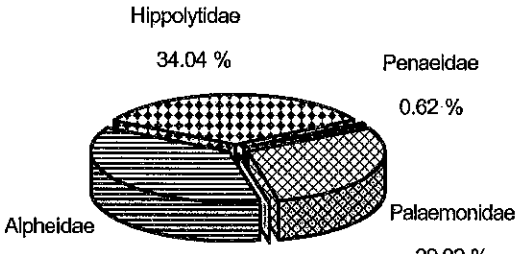
แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกุ้งวัยอ่อน

กุ้งวัยอ่อนที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้มีทั้งหมด 16 ชนิด ประกอบด้วยลูกกุ้งจาก 5 ครอบครัว ได้แก่ Penaeidae, Palaemonidae, Alpheidae, Hippolytidae และ Processidae ความหนาแน่นรวมของกุ้งวัยอ่อนทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 42-2,401 ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร โดยพบว่าครอบครัวที่มีความหนาแน่นสูงที่สุด คือ ครอบครัว Alpheidae (ร้อยละ 36.13) รองลงมา คือ ครอบครัว Hippolytidae (ร้อยละ 34.04), ครอบครัว Palaemonidae (ร้อยละ 29.02), ครอบครัว Penaeidae (ร้อยละ 0.62) และครอบครัว Processidae พบน้อยที่สุด (ร้อยละ 0.19) (ภาพที่ 2) จะเห็นได้ว่ากุ้งวัยอ่อนครอบครัว Penaeidae ซึ่งเป็นครอบครัวของกุ้งทะเลพบในปริมาณน้อยมาก น้อยกว่าร้อยละ 1 ของปริมาณกุ้งวัยอ่อนทั้งหมดที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ การศึกษาในครั้งนี้พบกุ้งวัยอ่อนครอบครัว Alpheidae เพียงชนิดเดียว คือ Alpheidae sp. 1 อยู่ในขั้นการเจริญเติบโตตั้งแต่ zoea ระยะที่ 1-5 และในระยะ last zoea stage เป็นกุ้งวัยอ่อนครอบครัวที่มีความหนาแน่นสูงสุดและมีการกระจายสม่ำเสมอพบได้ทุกเดือนที่เก็บตัวอย่าง ส่วนกุ้งวัยอ่อนในครอบครัว Hippolytidae จากการศึกษาในครั้งนี้มีทั้งหมด 4 ชนิดที่แตกต่างกัน ชนิดที่พบได้บ่อยและมีปริมาณมากที่สุด คือ Hippolytidae sp. 1 พบหนาแน่นบริเวณป่าชายเลนตอนใน (สถานีที่ 5) รองลงมา คือ Hippolytidae sp. 3 พบหนาแน่นบริเวณป่าชายเลนตอนนอก (สถานีที่ 1-2) กุ้งวัยอ่อนครอบครัว Palaemonidae จากการศึกษาในครั้งนี้แยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อยู่ในระยะ zoea ขั้นต้น พบ 3 ชนิด และกลุ่มที่อยู่ในระยะ last zoea stage ซึ่งแบ่งเป็น type ได้ 5 types ชนิดที่พบทุกเดือนที่เก็บตัวอย่างและมีปริมาณมากที่สุด คือ Palaemonidae sp. 1 ชนิดอื่น ๆ พบในปริมาณเล็กน้อยในบางสถานีและในบางเดือนเท่านั้น

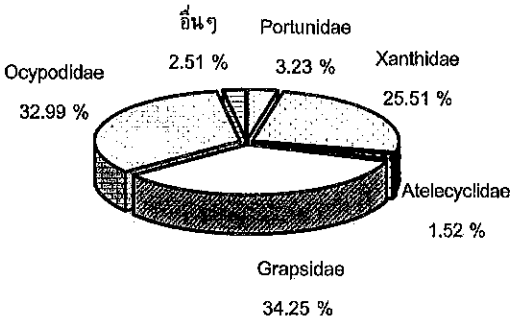
แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มปูวัยอ่อน

จากการศึกษาในครั้งนี้พบทั้งปูวัยอ่อนในระยะ zoea และ megalopa แต่ส่วนใหญ่เป็นปูวัยอ่อนในระยะ zoea ส่วนปูวัยอ่อนในระยะ megalopa นั้นพบในจำนวนเล็กน้อยเฉพาะในบางสถานีเท่านั้นและเนื่องจากตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สมบูรณ์ รยางค์ต่าง ๆ หลุดหายไป ทำให้ไม่สามารถจำแนกชนิดและวาดรูปของปูวัยอ่อนในกลุ่มนี้ได้ การจำแนกชนิดจึงทำได้เฉพาะปูวัยอ่อนที่อยู่ในระยะ zoea เท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นปูวัยอ่อนระยะ zoea ขั้นที่ 1 และ 2 ความหนาแน่นเฉลี่ยของปูวัยอ่อนทั้งหมดที่พบอยู่ในช่วง 543-27,906 ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร จากการจำแนกชนิดของปูวัยอ่อนระยะ zoea พบปูวัยอ่อนทั้งหมด 41 ชนิด จาก 12 ครอบครัว ครอบครัวที่มีความหนาแน่นสูงที่สุด ได้แก่

Grapsidae (ร้อยละ 34.26), Ocypodidae (ร้อยละ 33.00) และครอบครัว Xanthidae (ร้อยละ 25.47) นอกนั้นจะเป็นปูวัยอ่อนครอบครัวที่พบในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ ครอบครัว Portunidae (ร้อยละ 3.31) และครอบครัว Atelecyclidae (ร้อยละ 1.52) กลุ่มที่เหลือจะเป็นปูวัยอ่อนที่พบในปริมาณน้อยมาก ความหนาแน่นรวมมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 1 ของปริมาณปูวัยอ่อนทั้งหมดที่พบจากการศึกษาครั้งนี้ เรียงลำดับจากความหนาแน่นมากไปน้อย ได้แก่ ปูวัยอ่อนในครอบครัวต่อไปนี้ Pinnotheridae, Calappidae, Majidae, Leucosiidae, Dorippidae, Hymenosomatidae และ Corystidae (ภาพที่ 3) ปูวัยอ่อนครอบครัว Grapsidae ซึ่งเป็นพวกปูแสมพบเป็นกลุ่มเด่นจากการศึกษาในครั้งนี้จำแนกออกได้ทั้งหมด 5 ชนิด ชนิดที่พบได้บ่อยและมีปริมาณมากที่สุด คือ Grapsidae sp. 3 รองลงมา คือ Grapsidae sp. 2 ปูวัยอ่อนครอบครัว Ocypodidae หรือพวกปูลม ปูก้ามดาบ จากการศึกษาในครั้งนี้จำแนกออกได้เป็น 16 ชนิด ซึ่งพบว่าเป็นครอบครัวที่มีความหลากหลายมากที่สุด ชนิดที่พบได้บ่อยและมีปริมาณมากกว่าชนิดอื่น ๆ คือ Ocypodidae sp. 5 และ Ocypodidae sp. 8 โดยความหนาแน่นที่พบมีปริมาณใกล้เคียงกัน ปูวัยอ่อนครอบครัว Xanthidae หรือพวกปูไม้ที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้จำแนกออกได้เป็น 6 ชนิด พบ Xanthidae sp. 1 มีความชุกชุมมากที่สุด รองลงไป คือ Xanthidae sp. 3 โดยมีความเค็มเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดการกระจายของปูวัยอ่อนที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ เห็นได้ชัดจากการกระจายของปูวัยอ่อนครอบครัว Ocypodidae และ ครอบครัว Xanthidae ซึ่งพบหนาแน่นบริเวณป่าชายเลนตอนนอกมากกว่าป่าชายเลนตอนใน ส่วนปูวัยอ่อนครอบครัว Grabsidae นั้นมีการกระจายตลอดบริเวณที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 2. องค์ประกอบความหนาแน่นเป็นร้อยละของกุ้งวัยอ่อนทั้งหมดที่พบในบริเวณป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ในระหว่างเดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม 2540



ภาพที่ 3. องค์ประกอบความหนาแน่นเป็นร้อยละของปูวัยอ่อนทั้งหมดที่พบในบริเวณป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรังในระหว่างเดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม 2540 (อื่น ๆ ได้แก่ Pinnotheridae, Calappidae, Majidae, Leucosiidae, Dorippidae, Hymenosomatidae และ Corystidae)

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในป่าชายเลน อำเภอสิเกา

ได้ผลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษาในบริเวณป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง (เดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม 2540)

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	น้ำกำลังขึ้น	น้ำขึ้นสูงสุด
ความลึก (m)	1.00 - 7.65	2.00 - 8.50
ความโปร่งแสง (m)	0.50 - 1.95	0.50 - 2.00
อุณหภูมิ (^{o}C)	25.40 - 31.60	26.40 - 32.00
ความเค็ม (ppt.)	2.30 - 29.80	17.60 - 30.20
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	5.31 - 8.79	5.34 - 8.66
ความเป็นกรด-เบส	6.50 - 8.30	6.00 - 8.30

บทวิจารณ์

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนกลุ่มและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้กับชายฝั่งบริเวณอื่น ๆ พบว่า ป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ค่อนข้างน้อยกว่าที่พบในชายฝั่งบริเวณอื่น แต่เมื่อพิจารณาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์

พบว่า แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในป่าชายเลนอำเภอสิเกามีความหลากหลายของชนิดมากกว่าในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน (Satapoomin, 1999; Angsupanich, 1994) และมีองค์ประกอบชนิดสูงกว่าในบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยด้วย (Piumsomboon, 1997; สาธิตและคณะ, 2530; สุทธิชัย, 2527) ความแตกต่างดังกล่าวนอกจากจะมีสาเหตุเนื่องมาจากสภาพพื้นที่และสภาวะแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันแล้ว ยังมีความแตกต่างในเรื่องของเวลาและวิธีการเก็บตัวอย่างรวมทั้งการเลือกใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่าง การศึกษาในครั้งนี้ใช้ถุงลากแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดตา 103 ไมครอน ซึ่งมีขนาดตาเล็กกว่าถุงลากแพลงก์ตอนสัตว์โดยทั่วไป (ส่วนใหญ่มีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 300 ไมครอน) ทำให้การศึกษาในครั้งนี้พบแพลงก์ตอนสัตว์ตั้งแต่พวกแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก เช่น protozoa และตัวอ่อนระยะ nauplius ของ crustacean ไปจนถึงพวกแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไป เช่น ตัวเต็มวัยของ copepod, polychaete larvae, และตัวอ่อนของลูกสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ ทำให้มีความหลากหลายของชนิดสูง แต่บางครั้งการใช้ถุงลากแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดตา 103 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเล็กนี้ทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย และอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้แพลงก์ตอนสัตว์สามารถหลบหนีออกจากถุงลากแพลงก์ตอนสัตว์ได้

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่ที่พบในบริเวณนี้ เป็นกลุ่มซึ่งมักมีรายงานว่าพบได้ในบริเวณป่าชายเลนทั่วไปในฝั่งทะเลอันดามัน (Boonruang, 1985; Agate *et al.*, 1991; Angsupanich, 1994; Satapoomin, 1999) โดยเฉพาะกลุ่ม copepod ซึ่งพบเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น จากการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาในบริเวณอื่น ๆ ซึ่งพบว่า copepod เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นพบในปริมาณมากที่สุดเช่นเดียวกัน (Satapoomin, 1999; Piumsomboon, 1997; สาธิตและคณะ, 2530; สุทธิชัย, 2527) ทั้งนี้เนื่องจาก copepod เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีรูปแบบการดำรงชีวิตที่หลากหลาย มีทั้งพวกที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนสัตว์และดำรงชีวิตเป็นพวกสัตว์หน้าดิน รวมทั้งเป็นปรสิตในสัตว์น้ำชนิดอื่น รูปแบบการกินอาหารมีทั้งพวกที่กินพืชและกินสัตว์เป็นอาหาร สามารถพบ copepod ได้ทั้งในแหล่งน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อยซึ่งสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม copepod พบหนาแน่นในบริเวณป่าชายเลนตอนในมากกว่าป่าชายเลนตอนนอก ในขณะที่แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นกลุ่มอื่น ๆ ส่วนใหญ่พบหนาแน่นในบริเวณป่าชายเลนตอนนอกมากกว่าป่าชายเลนตอนใน โดยมีความเค็มเป็นตัวจำกัดการกระจายเข้าไปสู่ด้านในลำคลอง เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นพวกแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็มชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเค็มสูงมากกว่าความเค็มต่ำ เช่น ตัวอ่อนหอย, larvacea, ตัวอ่อนของ polychaete, lucifer larvae และ foraminifera นอกจากนี้ยังพบว่ามีแพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดที่มีการกระจายสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืช เช่น กลุ่ม larvacean พบมีความหนาแน่นมากในช่วงที่ปริมาณแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมในบริเวณนี้มีค่าสูง (วิชญา, 2541) แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Lucifer มีความหนาแน่นสูงในบริเวณสถานีที่อยู่ด้านนอกของป่าชายเลน ซึ่งเป็นบริเวณที่พบแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณสูงด้วยเช่นเดียวกัน

กุ้งวัยอ่อนที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้มีความหนาแน่นมากกว่าที่พบจากการศึกษาในชายฝั่งอันดามันบริเวณอื่น (Boonruang, 1985; Angsupanich, 1994) แต่ในขณะเดียวกันมีความหนาแน่นต่ำกว่าที่พบในบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย (หัตธยา, 2530; ไพเราะ, 2533) กุ้งวัยอ่อนที่พบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ penaeidae shrimp และ caridae shrimp พวก penaeidae shrimp เป็นพวกกุ้งทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ พบในปริมาณน้อยมาก มีสาเหตุมาจากช่วงเวลาและวิธีการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากกุ้งทะเลส่วนใหญ่มักจะอาศัยอาศัยอยู่ตามพื้นท้องทะเลและเป็นพวกซึ่งออกหากินในเวลากลางคืน แต่การศึกษาในครั้งนี้ลากแพลงก์ตอนสัตว์เฉพาะในเวลากลางวันและในแนวระดับบริเวณผิวน้ำเท่านั้น จากการศึกษากุ้งวัยอ่อนของ Angsupanich (1994) บริเวณป่าชายเลนคลองเขาขาวพบกุ้งวัยอ่อนหนาแน่นบริเวณใกล้พื้นท้องทะเล โดยเฉพาะจากตัวอย่างที่เก็บในช่วงเวลากลางคืน โดยกุ้งวัยอ่อนจะอาศัยอยู่ตามรากของไม้ป่าชายเลนชนิดต่างๆ สำหรับกุ้งวัยอ่อนในกลุ่ม caridean นั้นส่วนใหญ่เป็นพวกซึ่งไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ จากการจำแนกความหนาแน่นที่พบในแต่ละครอบครัว พบว่า ครอบครัว Alpheidae ซึ่งเป็นครอบครัวของพวกกุ้งดีดขันมีความหนาแน่นมากที่สุด พบเป็นองค์ประกอบหลักของประชากรกุ้งวัยอ่อนที่พบในป่าชายเลนคลองสิเกา ซึ่งมักจะมีรายงานว่าพบกุ้งวัยอ่อนในครอบครัว Alpheidae ในบริเวณชายฝั่งได้เสมอ และพบเป็นกลุ่มเด่นมีความอุดมสมบูรณ์มาก

กว่ากุ้งชนิดอื่นในกลุ่ม caridean shrimp (Goncalves *et al.*, 1996; Paula *et al.*, 1998) กุ้งวัยอ่อนครอบครัวนี้พบเพียงชนิดเดียวจากการศึกษาในครั้งนี้ คือ Alpheidae sp. 1 ซึ่งพบได้ตั้งแต่ระยะ zoea ขั้นที่ 1-5 และในระยะ last zoea stage และกระจายทั่วไปตลอดลำคลอง ทั้งในขณะน้ำกำลังขึ้นและขณะน้ำขึ้นสูงสุด พบในปริมาณมากทั้งในสถานีด้านนอกและสถานีด้านใน แสดงว่า กุ้งชนิดนี้เป็นกุ้งที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลนตลอดชีวิต ไม่ได้มีการอพยพมาจากบริเวณทะเลเปิดหรือแหล่งน้ำจืดอื่น ๆ

ปูวัยอ่อนที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้มีความหนาแน่นมากกว่าในบริเวณอื่น (Angsupanich and Aruga, 1994; Satapoomin, 1999) แต่หนาแน่นน้อยกว่าที่พบในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (หัตธยา, 2530) พบทั้งปูวัยอ่อนในระยะ zoea และ megalopa แต่ส่วนใหญ่จะพบอยู่ในระยะ zoea ส่วนในระยะ megalopa พบในปริมาณต่ำมาก เนื่องจากปูวัยอ่อนในระยะนี้เริ่มมีการดำรงชีวิตแบบสัตว์หน้าดิน ทำให้เปลี่ยนพฤติกรรมไปโดยเริ่มลงเกาะพื้นหรือวัสดุต่างๆ ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ นอกจากนี้ยังอาจเกี่ยวข้องกับอิทธิพลของกระแสน้ำและการอพยพขึ้นลงในรอบวัน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการพัดพาแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มนี้เข้าหรือออกจากเอสทูรี เป็นไปได้ว่าตัวอ่อนระยะ megalopa พยายามหลีกเลี่ยงกระแสน้ำดังกล่าวนี้เพื่อคงตัวอยู่ในบริเวณเอสทูรี โดยการรวมตัวกันอยู่ในบริเวณใกล้พื้นล่างในขณะที่เกิดกระแสน้ำขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Goncalves *et al.* (1996) ในบริเวณป่าชายเลนคลองหงาว พบว่าปูวัยอ่อนในระยะ megalopa จะอพยพเข้าสู่บริเวณเอสทูรีในเวลากลางคืน โดยใช้ประโยชน์จากกระแสน้ำขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวในการเคลื่อนที่เข้ามาสู่ในบริเวณเอสทูรี และเมื่อกระแสน้ำลง megalopa เหล่านี้จะพยายามรวมตัวอยู่บริเวณพื้นท้องทะเลเพื่อคงตัวอยู่ภายในเอสทูรีเช่นเดียวกัน จากสาเหตุดังกล่าวทำให้การเก็บตัวอย่างในบริเวณผิวน้ำขณะน้ำขึ้นในเวลากลางวันจากการศึกษาในครั้งนี้จึงพบตัวอ่อนของปูในระยะ megalopa น้อยมาก การศึกษาในบริเวณอื่นที่ได้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ การศึกษาของ Agate *et al.* (1991) บริเวณป่าชายเลนคลองหงาว และ Angsupanich (1994) บริเวณป่าชายเลนคลองเขาขาว เมื่อจำแนกชนิดของปูวัยอ่อนที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ปูวัยอ่อนมีความหลากหลายของชนิดสูงกว่าที่พบในชายฝั่งบริเวณอื่นทั้งในฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย (ละออศรี, 2524; ณิฏฐารัตน์, 2534ก; Goncalves *et al.*, 1996) ปูวัยอ่อนในครอบครัว Grabsidae และครอบครัว Ocypodidae พบว่านอกจากมีปริมาณมากกว่าปูวัยอ่อนในครอบครัวอื่น ๆ แล้ว ยังมีความหลากหลายของชนิดมากกว่าด้วย มีบทบาทสำคัญในการเป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำชนิดอื่นและเป็น recruitment ของสัตว์หน้าดินในป่าชายเลนบริเวณนี้ รายงานผลการวิจัยซึ่งสนับสนุนผลการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้จากการศึกษาสังคมของสัตว์หน้าดินในบริเวณป่าชายเลนส่วนใหญ่มักจะมีรายงานว่าพบปูในระยะตัวเต็มวัยในครอบครัว Grabsidae และ Ocypodidae ได้เสมอ และพบเป็นกลุ่มเด่นมีปริมาณมากกว่าปูในครอบครัวอื่น ๆ (ชาญยุทธ, 2539; ณิฏฐารัตน์และคณะ, 2540; Suzuki *et al.*, 1997; จำลองและคณะ, 2541)

บทสรุป

ผลการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง เป็นบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติอยู่มากบริเวณหนึ่ง เนื่องจากมีความอุดมสมบูรณ์ของอาหาร มีบทบาทในการถ่ายทอดพลังงานหลายรูปแบบ และมีความหลากหลายของถิ่นที่อยู่ ประกอบกับป่าชายเลนในบริเวณนี้เป็นที่ตั้งของชุมชนขนาดเล็ก ผลกระทบจากการปล่อยของเสียหรือน้ำทิ้งจากชุมชนจึงยังเกิดขึ้นน้อย ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในบริเวณนี้จึงยังไม่ได้รับผลกระทบมากนัก ทำให้ป่าชายเลนบริเวณนี้มีความเหมาะสมสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำนานาชนิด จึงสมควรให้มีจัดการการใช้ประโยชน์ และมีการอนุรักษ์ไว้เพื่อให้เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำและสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540043

เอกสารอ้างอิง

จำลอง โตอ่อน, เกศยา นิลวานิช, ประภาพร วิถีสวัสดิ์, ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ศิรประภา เปรมเจริญ และสมหมาย เจนกิจการ. 2541. ทรัพยากรประมงบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. ในเอกสารประกอบการสัมมนาเมธีวิจัยอาวุโส สกว. เรื่อง "การฟื้นฟูและการพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนเพื่อสังคมและเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนของประเทศไทย". เกษมศรี ซี.พี, กรุงเทพฯ. หน้า 25-28.

ชาญยุทธ สุดทองคง. 2539. การเลือกแหล่งอาศัยและอาหาร และชีววิทยาประมงของปูทะเล *Scylla serrata* (Forskal, 1755) ในป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2534ก. โครงการวิจัยระบบนิเวศป่าชายเลนจังหวัดระนองในส่วนการประมงและสัตว์น้ำ, บทสรุป. ในรายงานการสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนครั้งที่ 7, จังหวัดตรัง. หน้า III-S.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2534ข. ผลกระทบของการเสื่อมสภาพของป่าชายเลนต่อชาวประมงพื้นบ้าน. วารสารประชากรศาสตร์ สถาบันประชากรศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 7(1): 37-45.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, ชาญยุทธ สุดทองคง, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, อภิชาติ เติมวิชชากร, ชวลิต วิทยานนท์, จิตติมา อายุตตะกะ และจุฑามาศ จิราลักษณ์. 2540. ผลของการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนต่อทรัพยากรประมง: กรณีศึกษาป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง. ในรายงานการสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 10 กองโครงการและประสานงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ. หน้า IV-3 (1-14).

เพ็ญศรี บุญเรือง และสุชาติ สว่างอารีย์รักษ์. 2539. นิเวศวิทยาของกุ้งวัยอ่อนกลุ่มพีเนอิดในป่าไม้ชายเลนและพื้นใกล้เคียงในอ่าวพังงา. ในรายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี กรมประมง. หน้า 320-332.

ไพเราะ เคาศิริกุล. 2533. ความสัมพันธ์ของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์กับความอุดมสมบูรณ์ของลูกสัตว์น้ำในเขตอนุรักษ์. ในรายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี กรมประมง. หน้า 671-699.

ละอองศรี ตีระเตชา. 2524. แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชญา กันบัว. 2541. ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สาธิต โกวิทวที, เนาวรัตน์ เอี่ยมสุโร และสมพงศ์ ดุลจินดาชบาพร. 2530. การเปลี่ยนแปลงประชากรแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก บริเวณแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี. ในประมวลประชุมวิชาการทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 312-329.

สุทธิชัย เตมียวณิชย์. 2527. การแพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน. ในการสัมมนาการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำไทย. หน้า 254-258.

หัตธยา ธงรบ. 2530. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

AGATE, A. D., C. ARYUTHAKA, A. CHALERMPONGSE, C. CHEEWASEDTHAM, K. H. G. M. SILVA, A. GOVINDAN, D. HINDARTI, J. M. J. PRINCE, D. J. MACINTOSH, W. MEEPOL, S. MOBGKOLPRASIT, R. K. V. MURPHY, P. NAIYANETR, N. PAPHAVASIT, M. T. RAU, K. ROMIMOHTARTO, A. SARAYA, K. SWAMY AND A. TERMVICHAKORN. 1991. Fauna and fisheries studies. In Final report of the integrated multidisciplinary survey and research programme of the Ranong mangrove ecosystem, pp. 82-154. UNDP/UNESCO regional project-research and its application to the management of the mangroves of Asia and the Pacific (RAS/86/120).

ANGSUPANICH, S. 1994. Diversity and abundance of plankton in a mangrove estuary at Khao Kao canal, Phang-nga Bay. Thai J. Aqua. Sci. 1(1): 78-91.

ANGSUPANICH, S. AND Y. ARUGA. 1994. Plankton community. In ANGSUPANICH, S. AND Y. ARUGA (eds.), Ecosystem dynamic of the outer Songkhla Lake, Southern Thailand, pp. 75-100. Nadai Center for International Programs, Tokyo University of Agriculture.

BOONRUANG, P. 1985. The community structure, abundance and distribution of zooplankton at the east coast of Phuket Island, Southern Thailand, Andaman sea. Phuket Marine Biological Center Research Bulletin 39: 1-13.

CHULEX, J. 1997. The economic importance and seasonal variations of Acetes, Lucifer and Mesopodopsis at Tambon Khlong Khon, Samut Songkhram Province. M.S. Thesis. Department of Technology of Environmental Management, Mahidol University, Bangkok, Thailand.

GONCALVES, F. R., R. RIBEIRO, M. J. FERREIRA, P. RAPOSO AND A. M. V. M. SOARES. 1996. Ecology of crustacea decapod larvae and megalopa of Ranong. E.U. Training Course at Ranong (7-15 November).

PAPHAVASIT, N., A. TERMVIDCHAKHORN, J. M. J. PRINCE AND C. CHEEWASEDTHAM. 1991. Importance of Ranong mangrove swamp as fish nursery ground. In MANASAVETA, P., T. THAPANOND, S. PIYATIRATITIVORAKUL AND P. JARAYABHAND (eds.), Proceedings of the 3rd technical conference on living aquatic resources, pp. 66-76. Chulalongkorn University.

PAPHAVASIT, N., N. AIUMSOMBOON, A. PIUMSOMBOON AND P. TONGNUNUI. 1997. Importance of Samut Songkhram mangrove swamp as fish nursery ground. In NISHIHIRA, M. (ed.), Benthic communities and biodiversity in Thai mangrove swamps, pp. 191-204. Biological Institute, Tohoku University.

PAULA, J., I. PINTO, I. GUAMBE, S. MONTEIRO, D. GOVE AND J. GUERREIRO. 1998. Seasonal cycle of planktonic community at Inhaca Island, Southern Mosambique. Journal of Plankton Research 20(11): 2165-2178.

PIUMSOMBOON, A., N. PAPHAVASIT, E. AUMNUCH AND C. SUDTONGKONG. 1997. Zooplankton communities in Samut Songkhram mangrove swamp, Thailand. In NISHIHIRA, M. (ed.), Benthic communities and biodiversity in Thai mangrove swamps, pp. 171-190. Biological Institute, Tohoku University.

SATAPOOMIN, S. 1999. Zooplankton community in Kapur mangrove canal, Ranong Province. Phuket Marine Biological Center Research Bulletin 62: (in press).

SUZUKI, T., M. NISHIHIRA, N. PAPHAVASIT, S. SHIKANO, Y. NAKASONE, A. PIUMSOMBOON AND E. AUMNUCH. 1997a. Ecological distribution and community structure of benthic animals in Samut Songkhram mangrove swamp, Thailand. In NISHIHIRA, M. (ed.), Benthic communities and biodiversity in Thai mangrove swamps, pp. 41-77. Biological Institute, Tohoku University.

UNDP/UNESCO. 1991. Final report of the integrated multidisciplinary survey and research programme of the Ranong mangrove ecosystem. UNDP/UNESCO regional project-research and its application to the management of the mangrove of Asia and the Pacific (RAS/86/120).

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี

วรรณเดา พิพัฒน์เจริญชัย
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

DIVERSITY OF ZOOPLANKTON IN KANCHANABURI PROVINCE

W. Pipatcharoenchai
Major Fishery Science, Graduate School, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

A study of freshwater zooplankton (Protozoa, Rotifera, Cladocera and Copepoda) from twenty-five localities in Kanchanaburi province was made from January 1998 to December 1998. The sampling stations consisted of both lotic and lentic localities. Lotic samples were taken from 6 rhithrons and 5 potamons. Lentic samples were taken from 5 natural swamps, and 9 man-made reservoirs. A total of 64 genera and 143 species were identified. There were 15 genera and 27 species of protozoas, 34 genera and 95 species of Rotifers, 4 genera and 4 species of copepods and 11 genera and 17 species of cladoceran. Considering zooplankton diversity in relation to seasonality, this study revealed that the highest number of genera (n=40) was found in the rainy season in November 1998 at man made reservoirs. The lowest number of genera (n=9) was found in the same season but from temporary freshwater habitats. *Brachionus* and *Lecane* were the most highly diverse genera in the study area.

Key words: Protozoa, Rotifera, Cladocera, Copepoda, zooplankton, lotic, lentic, diversity

บทนำ

แพลงก์ตอน เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำที่มีทั้งพืชและสัตว์ เคลื่อนที่ได้โดยอาศัยกระแสน้ำและลม สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์สามารถเคลื่อนที่ได้เองเล็กน้อย การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง "แพลงก์ตอนสัตว์" ในแหล่งน้ำจืดในประเทศไทยยังมีผู้ทำการศึกษาน้อยมากเมื่อเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาแล้วซึ่งประโยชน์ของแพลงก์ตอนสัตว์มิได้น้อยกว่าแพลงก์ตอนพืชแต่อย่างใด

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำต่าง ๆ นับว่าเป็นสิ่งที่น่าทำการศึกษาอย่างยิ่งแพลงก์ตอนสัตว์จัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ และสามารถเป็นดัชนีแสดงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ และยังเกี่ยวข้องกับการจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรต่าง ๆ อาทิ ทรัพยากรน้ำ สัตว์น้ำ ฯลฯ ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดที่สำคัญประกอบไปด้วย กลุ่มของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 3 ไฟลัม ได้แก่ phylum Protozoa (โปรโตซัว), phylum Rotifera (โรติเฟอร์), phylum Arthropoda (อาร์โธรพอด: suborder Cladocera, subclass Copepoda) การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์แตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่และฤดูกาล แม้ว่ามีผู้ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดแพลงก์ตอนสัตว์บ้างแล้ว แต่การสร้างสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ หรือทำนบกั้นน้ำ ย่อมมีผลกระทบต่อทรัพยากรประมงรวมทั้งการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในแหล่งน้ำนั้นด้วย เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศวิทยาทางน้ำ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแหล่งน้ำ (ความโปร่งใส, อุณหภูมิน้ำ, ความเป็นกรดเป็นด่าง, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ความเป็นด่าง, ความเค็ม ฯลฯ) ซึ่งมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในแหล่งน้ำนั้น ๆ ด้วย ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ฤดูกาล จะมีผลต่อความผันแปรของสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำนั้นเป็นอย่างมาก (ลัดดา, 2530) ฉะนั้นการวางแผนและมาตรการกำหนดแผนงานจัดการทางด้านทรัพยากรประมงอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ เช่น ความหลากหลายของแพลงก์ตอน รวมทั้งสภาวะแวดล้อมและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ผลจากการศึกษาและวิจัยความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรีในครั้งนี้สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลพื้นฐานของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดในประเทศไทย และเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาความสัมพันธ์ของชนิดกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบางประการในแหล่งน้ำอื่น ๆ ได้ เพื่อการพัฒนาหรือปรับปรุงแหล่งน้ำให้เกิดประโยชน์ทางการประมงอย่างถูกต้องเหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป

พื้นที่ศึกษา

เนื่องจากจังหวัดกาญจนบุรีมีพื้นที่กว้างขวางมาก เวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนมีจำกัด ฉะนั้นจึงได้เลือกตัวอย่างของแหล่งน้ำ (ภาพที่ 1) ซึ่งมีลักษณะดังนี้ คือ

ภาพที่ 1. แผนที่จังหวัดกาญจนบุรี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2530)

1. แม่น้ำตอนบน ทำการเก็บตัวอย่างที่

สถานีที่ 1 แม่น้ำแควใหญ่ อ. ศรีสวัสดิ์ จุดเก็บตัวอย่างอยู่บริเวณใต้เขื่อนศรีนครินทร์ ปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปี

สถานีที่ 2 แม่น้ำแควน้อย อ. ไทรโยค จุดเก็บตัวอย่างอยู่บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกไทรโยคใหญ่ ซึ่งน้ำจากตัวน้ำตกจะไหลลงสู่แม่น้ำแควน้อย ปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปี

สถานีที่ 3 แม่น้ำบีคลี่ อ. สังขละบุรี แม่น้ำบีคลี่เป็นหนึ่งในสามของแม่น้ำที่เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำแควน้อย บริเวณสองฝั่งเป็นภูเขาสูง จุดเก็บตัวอย่างปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปี

สถานีที่ 4 สามประสบ อ. สังขละบุรี เป็นบริเวณที่แม่น้ำสามสายไหลมาบรรจบกันที่บริเวณหน้าวัดวังก์วิเวการามเก่า ก่อนที่จะไหลรวมกันเป็นแม่น้ำแควน้อย จุดเก็บตัวอย่างปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปี

สถานีที่ 5 แม่น้ำรันตี อ. สังขละบุรี แม่น้ำรันตีเป็นหนึ่งในสามของแม่น้ำที่เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำแควน้อย มีซากตอไม้โผล่พ้นน้ำจำนวนมาก มีพันธุ์ไม้น้ำพวกสาหร่ายมากบริเวณใต้น้ำ ในบางเดือนจุดเก็บตัวอย่างน้ำแห้งจนเห็นพื้นท้องน้ำ

สถานีที่ 6 แม่น้ำซองกาเลีย อ. สังขละบุรี แม่น้ำซองกาเลียเป็นหนึ่งในสามของแม่น้ำที่เป็นต้นกำเนิดแม่น้ำแควน้อย สองฝั่งแม่น้ำเป็นภูเขาสูง มีซากตอไม้โผล่พ้นน้ำมาก จุดเก็บตัวอย่างปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปี

2. แม่น้ำตอนล่าง ทำการเก็บตัวอย่างที่

สถานีที่ 7 แม่น้ำแควใหญ่ บริเวณลิ้นช้าง อ. เมืองกาญจนบุรี เก็บตัวอย่างบริเวณที่แม่น้ำแควใหญ่ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำแควน้อย ก่อนที่จะไหลรวมกันเป็นแม่น้ำแม่กลอง เรียกบริเวณดังกล่าวว่า "ลิ้นช้าง" ลักษณะของแม่น้ำสองสายแตกต่างกันชัดเจน คือ แม่น้ำแควใหญ่จะใส แม่น้ำแควน้อยจะขุ่นกว่าจุดเก็บตัวอย่าง เก็บบริเวณฝั่งแม่น้ำแควใหญ่ ปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปี

สถานีที่ 8 แม่น้ำแควน้อย ต. เกาะสำโรง อ. เมืองกาญจนบุรี

สถานีที่ 9 แม่น้ำแควใหญ่ บริเวณสะพานข้ามแม่น้ำแคว อ. เมืองกาญจนบุรี เก็บตัวอย่างบริเวณแพริมน้ำ มีพันธุ์ไม้น้ำขึ้นสองฝั่งของแม่น้ำ ปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปี ไหลแรงในช่วงที่มีฝนตก

สถานีที่ 10 แม่น้ำแม่กลองบริเวณหน้าวัดหวายเหนียว ต. หวายเหนียว อ. ท่ามะกา บริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง เป็นเขตอภัยทานของวัดหวายเหนียว มีปลาสังกะวาดอาศัยอยู่จำนวนมาก มีเศษอาหารเม็ดที่ทางวัดจัดไว้ให้ผู้ที่มาเที่ยวให้ปลากินตกค้างในน้ำบ้างเล็กน้อย แต่เนื่องจากกระแสน้ำไหลแรง มีการไหลเวียนของน้ำจึงไม่ทำให้คุณภาพน้ำเสีย

สถานีที่ 11 ห้วยลำภาชี อ. ด่านมะขามเตี้ย เป็นลำห้วยสาขาของแม่น้ำแควน้อย ปริมาณน้ำขึ้นกับปริมาณน้ำฝน ในบางช่วงที่ฝนไม่ตกเป็นเวลานาน น้ำในลำห้วยจะแห้งจนเห็นพื้นท้องน้ำ

3. แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ทำการเก็บตัวอย่างที่

สถานีที่ 12 หนองสำรอง อ. ท่าม่วง เป็นหนองน้ำขนาดใหญ่ มีพันธุ์ไม้น้ำพวกผักตบชวาลอยที่ผิวน้ำ ปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปี

สถานีที่ 13 นาข้าว ต. หนองขาว อ. ท่าม่วง เป็นแหล่งน้ำชั่วคราว ปริมาณน้ำขึ้นกับปริมาณน้ำฝน

สถานีที่ 14 หนองน้ำริมทาง อ. เมืองกาญจนบุรี เป็นแหล่งน้ำชั่วคราวที่เกิดจากฝนตกท่วมขังพื้นที่ มีพันธุ์ไม้น้ำขึ้นหลายชนิด เช่น ธูปฤาษี, กก พันธุ์ไม้น้ำเหล่านี้มีการเน่าสลายบางส่วนทำให้น้ำเกิดกลิ่นเหม็น

สถานีที่ 15 บึงบัว ต. ทุ่งกระบ่ำ อ. เลาขวัญ เป็นแหล่งน้ำชั่วคราว ปริมาณน้ำขึ้นกับปริมาณน้ำฝน มีพันธุ์ไม้น้ำขึ้นเต็มบึง เช่น บัว, ผักตบชวา, จอก, แหน

สถานีที่ 16 นาข้าว ต. หนองปรือ อ. หนองปรือ เป็นแหล่งน้ำชั่วคราวที่เกิดจากฝนตกท่วมขัง และรับน้ำจากหนองปรือเพื่อปลูกข้าว

4. แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ทำการเก็บตัวอย่างที่

สถานีที่ 17 อ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณ์ อ. ท่าม่วง เก็บตัวอย่างบริเวณกระชังเลี้ยงปลาในศูนย์ประมง อ. ท่าม่วง มีพันธุ์ไม้น้ำพวก ผักตบชวา ลอยที่ผิวน้ำ ปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปี

สถานีที่ 18 อ่างเก็บน้ำเขื่อนท่าทุ่งนา อ. เมืองกาญจนบุรี สร้างปิดกั้นลำน้ำแควใหญ่ ตั้งอยู่ทางท้ายเขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนแห่งนี้มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถนำน้ำที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วจากเขื่อนศรีนครินทร์ มาผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีก และยังสามารถสูบน้ำจากเขื่อนท่าทุ่งนากลับไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้งที่เขื่อนศรีนครินทร์ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำขึ้นกับการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ มีพันธุ์ไม้น้ำหลายชนิด เช่น สาหร่ายหางกระรอก ขึ้นกระจายทั่วอ่างเก็บน้ำ

สถานีที่ 19 อ่างเก็บน้ำบ่อหว้า ต. ดอนตาเพชร อ. พนมทวน เป็นแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเก็บกักน้ำเพื่อใช้ในการเกษตรกรรม ในพื้นที่ข้างเคียง ปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย, มันสำปะหลัง ปริมาณน้ำขึ้นกับปริมาณน้ำฝน ในบางเดือนน้ำแห้งจนเห็นพื้นท้องน้ำ

สถานีที่ 20 อ่างเก็บน้ำห้วยกระเจา อ. พนมทวน เป็นแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเก็บกักน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร ปริมาณน้ำมากตลอดทั้งปีโดยเฉพาะในช่วงที่มีฝนตก

สถานีที่ 21 ฝายทดน้ำบ้านท่าแจง ต. หนองกุ่ม อ. บ่อพลอย เป็นแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเก็บกักน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร เป็นแหล่งทำประมงของชาวบ้าน พื้นที่บริเวณใกล้เคียงปลูกผัก และพืชไร่ เช่น อ้อย ข้าวโพด และเลี้ยงสัตว์ ในช่วงที่มีฝนตก ปริมาณน้ำจะมากจนไหลล้นฝาย น้ำจะขุ่นมาก

สถานีที่ 22 อ่างเก็บน้ำเขื่อนห้วยเทียน ต. หนองโสน อ. เลาขวัญ เป็นแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเก็บกักน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร เป็นแหล่งทำประมงของชาวบ้าน ปริมาณน้ำขึ้นกับปริมาณน้ำฝน ในบางเดือนน้ำแห้งจนเห็นพื้นท้องน้ำ

สถานีที่ 23 หนองปรือ ต. หนองปรือ อ. หนองปรือ เป็นแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเก็บกักน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร พื้นที่บริเวณใกล้เคียงปลูกข้าว, ถั่ว ปริมาณน้ำขึ้นกับปริมาณน้ำฝน

สถานีที่ 24 อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ ต. ท่ากระดาน อ. ศรีสวัสดิ์ เขื่อนศรีนครินทร์ปิดกั้นแม่น้ำแควใหญ่ อ่างเก็บน้ำมีพื้นที่ถึง 419 ตารางกิโลเมตร จุดเก็บตัวอย่างอยู่บริเวณอู่จอดเรือของเขื่อน

สถานีที่ 25 อ่างเก็บน้ำเขื่อนเขาแหลม อ. ทองผาภูมิ เขื่อนเขาแหลมสร้างปิดกั้นแม่น้ำแควน้อย จุดเก็บตัวอย่างอยู่บริเวณท่าจอดเรือตรงสันเขื่อน น้ำบริเวณนี้จะมีความลึกมาก

วิธีการ

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรีทุกเดือน ๆ ละ 1 ครั้งเป็นเวลา 1 ปี โดยใช้ถุงเก็บแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 26 และ 60 ไมครอนลากในแนวดิ่ง (vertical) ที่บริเวณแหล่งน้ำนิ่ง เช่น เขื่อน, อ่างเก็บน้ำ และลากใน

แนวเฉียง (oblique) ที่บริเวณแหล่งน้ำไหล เช่น แม่น้ำ, ลำห้วย ซึ่งจะได้ตัวอย่างในหลายระดับความลึก หรือใช้วิธีการตักน้ำปริมาตร 10-30 ลิตร กรองผ่านถุงเก็บแพลงก์ตอนในกรณีที่แหล่งน้ำมีระดับน้ำตื้นจนไม่สามารถลากถุงแพลงก์ตอนได้ เช่น นาข้าว, บึงบัว เก็บรวบรวมตัวอย่างในน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 4% จดบันทึกข้อมูล เช่น วันที่เก็บ, แหล่งที่เก็บ และลักษณะทางนิเวศของแหล่งน้ำ ทั้งนี้ควรระวังมิให้เกิดการสับสนกันระหว่างตัวอย่างที่เก็บได้แต่ละสถานที่ แล้วนำตัวอย่างมาศึกษาการจำแนกชนิดตามระบบอนุกรมวิธานโดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ และกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ประกอบกับคู่มือการจำแนกชนิดแพลงก์ตอนสัตว์ ได้แก่ ลัดดา (2538), Dussart (1995), Koste (1978) และ Segers (1995) พร้อมทั้งถ่ายรูปหรือวาดรูปประกอบตัวอย่างที่สมบูรณ์ รวมถึงการศึกษาความสัมพันธ์ของความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์กับประเภทของแหล่งน้ำในแต่ละฤดูกาล

ผลการวิจัย

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ของจังหวัดกาญจนบุรีตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2541 เป็นเวลา 1 ปี จาก 25 สถานี โดยเก็บตัวอย่างทุกเดือนในแหล่งน้ำที่มีน้ำตลอดทั้งปี รวม 21 สถานี และเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำชั่วคราวที่มีน้ำขังในบางเดือนรวม 4 สถานี แบ่งเป็น แม่น้ำตอนบน 6 สถานี (สถานีที่ 1-6) แม่น้ำตอนล่าง 5 สถานี (สถานีที่ 7-11) แหล่งน้ำธรรมชาติ 5 สถานี (สถานีที่ 12-16) และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น 9 สถานี (สถานีที่ 17-25) พบแพลงก์ตอนสัตว์รวม 3 phylum 64 สกุล 143 ชนิด ได้แก่ phylum Protozoa 15 สกุล 27 ชนิด, phylum Rotifera 34 สกุล 95 ชนิด และ phylum Arthropoda class Crustacea suborder Cladocera 11 สกุล 17 ชนิด, subclass Copepoda 4 สกุล 4 ชนิด รายละเอียดดูในตารางที่ 1 และภาพที่ 1-4

ตารางที่ 1. จำนวนสกุลและชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบจากการศึกษา

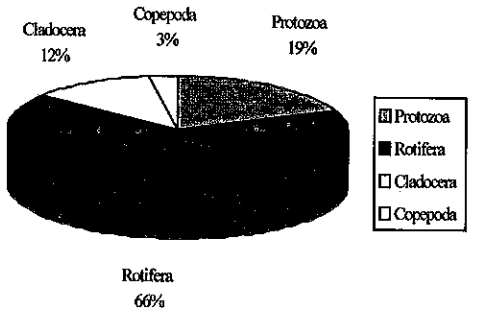
สถานีเก็บตัวอย่าง	จำนวนสกุลและชนิดที่พบ สกุล	ชนิด	สกุลที่พบมากที่สุด	เดือนที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด
1	32	44	*Lecane*	เมษายน
2	30	47	*Lecane*	มีนาคม
3	34	57	*Brachionus*	พฤษภาคม
4	33	56	*Brachionus*	พฤษภาคม
5	31	54	*Brachionus*	ตุลาคม
6	36	71	*Brachionus*	พฤษภาคม
7	34	54	*Lecane*	พฤศจิกายน
8	30	51	*Brachionus*	พฤศจิกายน
9	29	47	*Lecane*	มีนาคม
10	24	38	*Brachionus*	ธันวาคม
11	32	53	*Lecane*	มิถุนายน
12	29	46	*Brachionus*	มิถุนายน
13	12	14	*Brachionus*	*
14	16	23	*Brachionus*	*
15	32	53	*Lecane*	มิถุนายน
16	9	14	*Lecane*	*
17	15	18	*Lecane*	*
18	33	60	*Brachionus*	มีนาคม
19	40	70	*Lecane*	พฤศจิกายน
20	27	52	*Brachionus*	พฤศจิกายน
21	25	41	*Brachionus*	ตุลาคม
22	36	61	*Brachionus*	ตุลาคม
23	30	52	*Brachionus*	สิงหาคม
24	31	56	*Lecane*	ตุลาคม
25	28	46	*Lecane*	มีนาคม
	32	54	*Brachionus*	เมษายน

หมายเหตุ: * สถานีที่เป็นแหล่งน้ำชั่วคราว เก็บตัวอย่างในบางเดือน

บทวิจารณ์

จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์จากแหล่งน้ำ 2 ประเภท จำนวนทั้งหมด 25 สถานี โดยแบ่งเป็น 1. แหล่งน้ำไหล ได้แก่ แม่น้ำตอนบน 6 สถานี แม่น้ำตอนล่าง 5 สถานี 2 แหล่งน้ำนิ่ง ได้แก่ แหล่งน้ำตามธรรมชาติ 5 สถานี และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น 9 สถานี พบแพลงก์ตอนสัตว์รวม 3 ไฟลัม คือ phylum Protozoa, phylum Rotifera และ phylum Arthropoda, class Crustacea, suborder Cladocera, subclass Copepoda โดยพบแพลงก์ตอนในไฟลัม Rotifera มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ พบถึง 34 สกุล 95 ชนิด สกุลที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด ได้แก่ *Lecane* พบรวม 27 ชนิด ซึ่งสกุลที่พบเกือบทั้งหมดใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาแพลงก์ตอนไฟลัม Rotifera ในภูมิภาคเอเชีย

ตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทยโดย Sanoamuang (1995) ซึ่งพบ Rotifera ถึง 200 ชนิด และในภาคใต้ของประเทศไทย โดย Pholpunthin, (1997) แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบว่ามีจำนวนชนิดมากที่สุดในแต่ละสถานีส่วนใหญ่ ได้แก่ *Brachionus* และ *Lecane* การที่พบ Rotifera มากกว่าแพลงก์ตอนกลุ่มอื่น อาจเนื่องมาจาก Rotifera สามารถปรับตัวให้เข้ากับสถาวะแวดล้อมต่าง ๆ ของแหล่งน้ำได้ดี อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษาครั้งนี้มิได้หมายความว่าพบแพลงก์ตอนสัตว์ทุกชนิดในแหล่งน้ำ เนื่องจากมีบางชนิดที่ต้องทำการวิเคราะห์ตัวอย่างในขณะยังมีชีวิตอยู่



ภาพที่ 2. แสดงจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในจังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2541

สกุลที่พบว่ามีการแพร่กระจายในเกือบทุกสถานี ได้แก่ *Arcella, Difflugia, Centropyxis, Anuraeopsis, Brachionus, Clourella, Filinia, Hexarthra, Keratella, Lecane, Ployarthra, Trichocerca, Diaphanosma, Bosminopsis* และนอเพลียสของโคพีพอด

ความหลากหลายของโคพีพอดในจังหวัดกาญจนบุรี พบโคพีพอดทั้งหมด 4 ชนิด อยู่ในอันดับ Calanoida 2 ชนิด ได้แก่ *Neodiaptomus botulifer* และ *Phyllodiaptomus sasikumari* และอันดับ Cyclopoida 2 ชนิด ได้แก่ *Mesocyclops thermocyclopoides* และ *Thermocyclops crassus* โคพีพอดทั้ง 3 ชนิด ยกเว้น *Phyllodiaptomus sasikumari* เคยมีรายงานการพบในประเทศไทยมาก่อนหน้านี้โดย Lai and Fernando (1981) และ Boonsom (1995) จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าสอดคล้องกับรายงานดังกล่าว โดยการพบ *Mesocyclops thermocyclopoides* ในอ่างเก็บน้ำและฝายทดน้ำ และพบ *Thermocyclops crassus* กระจายทั่วไปในทุกประเภทแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ, อ่างเก็บน้ำ, ฝายทดน้ำ และสระน้ำ เป็นต้น และจะสามารถพบโคพีพอดแต่ละอันดับในแหล่งน้ำแต่ละแห่งเพียงอันดับละ 1 หรือ 2 ชนิดเท่านั้น อาจเป็นเพราะปัจจัยไม่เอื้ออำนวยต่อการอยู่รอดของโคพีพอดจำนวนมากได้ รวมทั้งผู้ล่าขนาดใหญ่ เช่น ปลา ก็อาจเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้พบโคพีพอดค่อนข้างน้อย ซึ่งเป็นไปตามหลักการของห่วงโซ่อาหาร

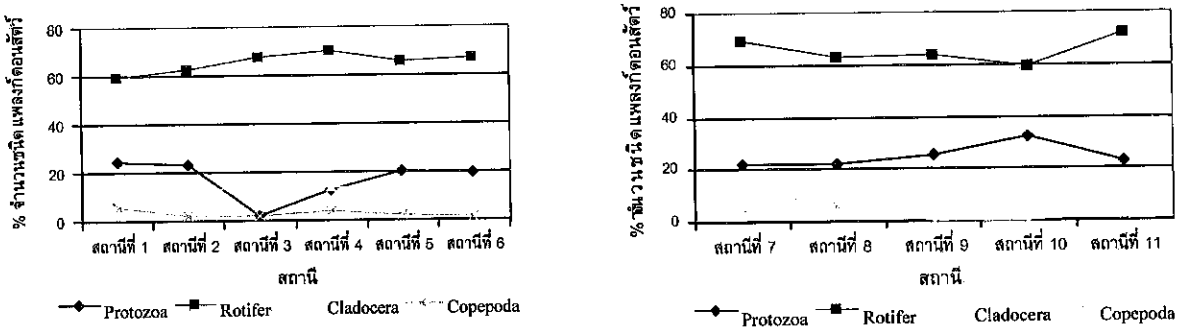
การเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรีตามประเภทของแหล่งน้ำ จากผลการศึกษาพบว่า ในแหล่งน้ำแต่ละประเภทมีความคล้ายคลึงกัน คือ กลุ่มของ Rotifer พบจำนวนชนิดมากที่สุดในทุก ๆ ประเภทแหล่งน้ำ ชนิดและจำนวนชนิดที่พบอาจจะแตกต่างกัน เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ, อัตราการไหลของน้ำ ไฟลัมที่พบรองลงมา ได้แก่ Protozoa ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบแต่ละสถานีพบว่าสอดคล้องกับ บพิธ (2532) ซึ่งกล่าวว่าในแหล่งน้ำไหลจะมีโปรโตซัวอาศัยอยู่น้อยเพราะในแหล่งน้ำไหลมีบริเวณที่มีการเน่าเปื่อยย่อยสลายของสารอินทรีย์น้อยกว่าในแหล่งน้ำนิ่ง นอกจากนี้กระแสน้ำยังเป็นอุปสรรคในการดำรงชีพของโปรโตซัวหลายชนิดเนื่องจากไม่สามารถต้านทานกระแสน้ำได้

การเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรีตามฤดูกาลแตกต่างไม่เด่นชัด เนื่องจากสภาพภูมิอากาศแต่ละฤดูในรอบปีที่ทำการศึกษา ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีส่วนใหญ่มีจำนวนชนิดมากที่สุดในฤดูฝน คือ ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน

บทสรุป

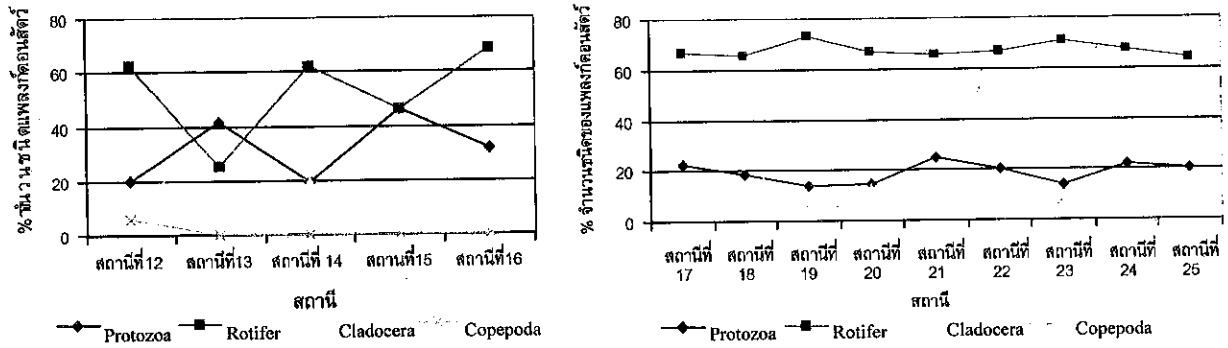
1. การศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2541 จาก 25 สถานี สามารถจัดจำแนกแพลงก์ตอนสัตว์ได้ 3 ไฟลัม คือ Protozoa, Rotifera และ Arthropoda: class Crustacea, suborder Cladocera, subclass Copepoda รวม 60 สกุล 139 ชนิด โดยพบไฟลัม Rotifera มีจำนวนชนิดมากที่สุด แพลงก์ตอนที่พบในแต่ละประเภทของแหล่งน้ำ มีความคล้ายคลึงกัน คือ พบกลุ่มของ Rotifer มากที่สุด รองลงมาได้แก่ phylum Protozoa และ phylum Arthropoda, class Crustacea, suborder Cladocera, subclass Copepoda ตามลำดับ โดยแต่ละแหล่งน้ำอาจจะมีชนิดและจำนวนชนิดแตกต่างกันบ้าง

2. การเปลี่ยนแปลงชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรีตามฤดูกาล พบว่าไม่เด่นชัดนัก เนื่องจากสภาพอากาศแต่ละฤดูในรอบปีไม่แตกต่างกันมากนัก จากผลการศึกษาพบว่าแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีส่วนใหญ่ จะพบจำนวนชนิดมากในช่วงฤดูฝน คือ กลางเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน



ก. ข.

ภาพที่ 3. จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สำรวจพบในแหล่งน้ำไหล ก. แม่น้ำตอนบน 6 สถานี (สถานีที่ 1-6) ข. แม่น้ำตอนล่าง 5 สถานี (สถานีที่ 7-12)



ก. ข.

ภาพที่ 4. จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สำรวจพบในแหล่งน้ำนิ่ง ก. แหล่งน้ำตามธรรมชาติ 5 สถานี (สถานีที่ 12-16) ข. แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น 9 สถานี (สถานีที่ 17-25)

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541030

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2530. แผนที่การใช้จังหวัดกาญจนบุรี. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 305 หน้า.

บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2529. โปรโตซัว. โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ. 86 หน้า.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2530. แพลงก์ตอน. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ. 289 หน้า.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2538. แพลงก์ตอนสัตว์. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 671 หน้า.

APHA-AWWA-WPCF. 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th ed. America Public Health Association, Washington D.C.

BOONSOM, J. 1984. The Freshwater Zooplankton of Thailand (Rotifer and Crustacea). Hydrobiologia 113: 223-229.

DUSSART, B. H. AND D. DEFAYE. 1995. Introduction to the Copepoda. SPB Academic Publishing, Netherlands. 227 p.

KUDO, R. R. 1977. Protozoology. 5th ed. Charles C. Thomas, Springfield. 1174 p.

LAI, H. C. AND C. H. FERNANDO. 1981. The Freshwater Calanoida (Crustacea: Copepoda) of Thailand. Hydrobiologia 76: 161–178.

PHOLPUNTHIN, P. 1997. Freshwater Zooplankton (Rotifera, Cladocera and Copepoda) from Thale–noi, South Thailand. J. Sci. Soc. Thailand 23: 23-34.

SANOAMUANG, L., H. SEGER AND H. J. DUMONT. 1995. Additions to the Rotifer-Fauna of South-East Asia: New and Rare Species from North-East Thailand. Hydrobiologia 313/314: 35-45.

SEGERS, H. AND L. SANOAMUANG. 1994. Two More New Species of *Lecane* (Rotifera, Monogononta) from Thailand. Belg. J. Zool. 24: 39-46.

ความหลากหลายของโรติเฟอร์ในเขตจังหวัดนครราชสีมา

สุคนธ์ทิพย์ เศวตนลินทล
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

BIODIVERSITY OF ROTIFERS IN NAKHON RATCHASIMA PROVINCE

S. Savatenalinton
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Aspects of the species composition and distribution of rotifers from 77 habitats (207 samples) in Nakhon Ratchasima province were examined in this study from July 1996 to April 1997. One hundred and ninety species belonging to 42 genera of rotifers were identified, one of which, *Lecane baimaii* n. sp., is new to science. One species, *Scaridium elegans* Segers and De Meester is new to Asia, and 10 (*Lecane decipiens* (Murray), *Lecane donneri* Chengalath and Mulamoottil, *Lecane grandis* (Murray), *Lecane punctata* (Murray), *Lecane serrata* (Hauer), *Lecane thienemanni* (Hauer), *Lepadella akrobeles* Myers, *Lepadella elongata* Koste, *Trichocerca porcellus* (Gosse), *Wolga spinifera* (Western)) are new records for Thailand. Additionally, 6 species (*Brachionus donneri* Brehm, *Brachionus niwati* Sanoamuang, Segers and Dumont, *Lecane blachei* Berzins, *Lecane segersi* Sanoamuang, *Lecane shieli* Segers and Sanoamuang, *Lecane superaculeata* Sanoamuang and Segers) appear to be endemic to south and southeast Asia. The occurrence of four species, *Brachionus dichotomus reductus* Koste and Shiel, *Brachionus kostei* Shiel, *Filinia novaezealandiae* Shiel and Sanoamuang, *Lecane batillifer* (Murray), previously considered endemic to Australia illustrates a relation between the rotifer faunas of southeast Asia and Australia. These results increase the total number of Rotifera of Thailand from 276 to 288 species.

The majority of species recorded are cosmopolitan and pantropical. The most diverse genus was *Lecane* with 56 species (29%), followed by *Lepadella, Trichocerca* and *Brachionus* with 20 species (10%), 17 species (9%) and 16 species (8%), respectively. The average numbers of species were highest (40 species) in the cool season, followed by the rainy season (37 species) and summer (32 species), respectively. When considering data from all seasons, the maximum numbers of rotifer species (106 species) were found in a canal near Lam Phra Pluong Dam, Pak Thong Chai district, followed by Nong Khla (swamp), Chakkarat district (104 species) and the Mun River, Phimai district (99 species). The relationships between rotifer species and physical factors were also observed.

Key words: rotifers, diversity, species distribution

บทนำ

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มหนึ่งที่มีความหลากหลายมากในแง่จำนวนชนิดและพบแพร่กระจายทั่วไปตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั่วโลก การศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของโรติเฟอร์ในประเทศไทยส่วนมากเป็นการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น Segers and Sanoamuang (1994), Sanoamuang *et al.* (1995), Sanoamuang (1996), Sanoamuang and Segers (1997) อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในส่วนอื่น ๆ ของประเทศด้วย เช่น De Ridder (1970), Koste (1975), Segers and Pholpunthin (1997), Sanoamuang (1999) จากการศึกษาเหล่านี้ทำให้โรติเฟอร์ที่พบเป็นครั้งแรกของโลกจากประเทศไทย มี 8 สปีชีส์ ได้แก่ *Brachionus niwati* Sanoamuang, Segers and Dumont (1995), *Cephalodella songkhlaensis* Segers and Pholpunthin (1997), *Lecane junki* Koste (1975), *Lecane segersi* Sanoamuang (1996), *Lecane shieli* Segers and Sanoamuang (1994), *Lecane superaculeata* Sanoamuang and Segers (1997), *Lecane thailandensis* Segers and Sanoamuang (1994) และ *Trichocerca siamensis* Segers and Pholpunthin (1997) ทำให้โรติเฟอร์ทั้งหมดที่พบในประเทศไทยมีจำนวน 276 สปีชีส์ (Sanoamuang, 1999)

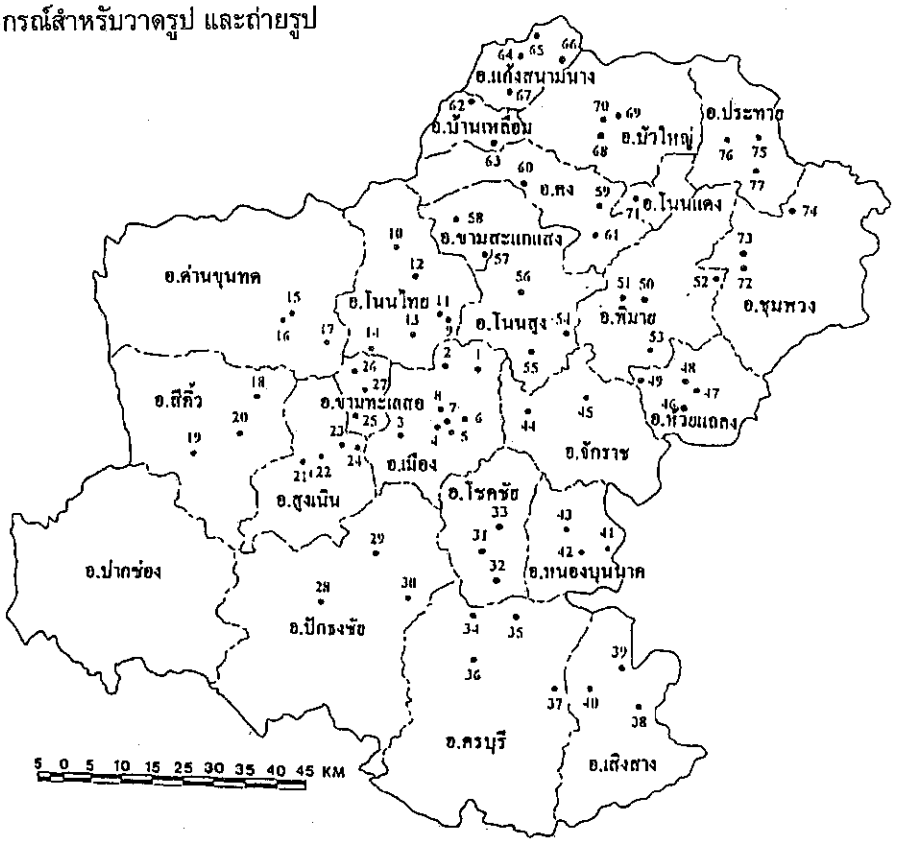
วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อสำรวจชนิด, การแพร่กระจาย, ฤดูกาลที่พบ และปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่มีผลต่อการแพร่กระจายของโรติเฟอร์ที่พบในแหล่งน้ำต่าง ๆ ในเขตจังหวัดนครราชสีมา เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาของโรติเฟอร์ สำหรับใช้ในการสร้างคีย์ของโรติเฟอร์ที่พบในประเทศไทยในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

จังหวัดนครราชสีมา (ละติจูด 14°22' N-16°22' N และ ลองติจูด 101°11' E-103°1' E) ประกอบด้วย 24 อำเภอ 3 กิ่งอำเภอ เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่มากเป็นอันดับหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีพื้นที่ 24,094 ตารางกิโลเมตร ภูมิประเทศและสภาพพื้นดินในแต่ละส่วนของจังหวัดแตกต่างกัน สภาพดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย มีบางส่วนเป็นดินเค็ม (20% ของพื้นที่ทั้งหมด) และดินเหนียว

วิธีการ

ทำการเก็บตัวอย่างโรติเฟอร์จากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในเขตจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 77 แห่ง (ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง แสดงในภาพที่ 1) โดยเก็บฤดูละ 1 ครั้ง จำนวน 3 ฤดู (ฤดูฝน, ฤดูหนาว และฤดูร้อน) เป็นเวลา 1 ปี เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนชนิดในเชิงคุณภาพ โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนที่มีขนาดตา 40 ไมครอน ทำการเก็บตัวอย่างไว้ในฟอร์มาลิน 5% และทำการวัดอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าการนำไฟฟ้า และความเค็มของน้ำ ในทุกสถานีที่เก็บตัวอย่างด้วย นำตัวอย่างโรติเฟอร์มาตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์, วาดรูป และถ่ายรูป โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงติดอุปกรณ์สำหรับวาดรูป และถ่ายรูป



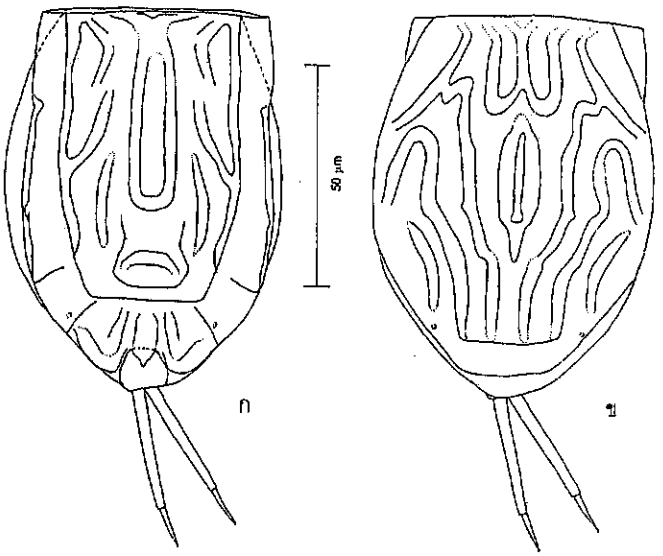
ภาพที่ 1. แผนที่จังหวัดนครราชสีมา และตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่าง

ผลการวิจัย

การศึกษาความหลากหลายในแง่จำนวนสปีชีส์ และการแพร่กระจายตามฤดูกาลของโรติเฟอร์จากแหล่งน้ำต่าง ๆ 77 แห่ง จำนวน 207 ตัวอย่าง ในจังหวัดนครราชสีมา โดยเก็บตัวอย่าง 3 ฤดูกาล (ฤดูฝน, ฤดูหนาว และฤดูร้อน) ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2539 ถึงเดือนเมษายน 2540 พบโรติเฟอร์ทั้งหมด 42 สกุล 190 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก (new species) 1 สปีชีส์ ได้แก่ *Lecane baimaii* n. sp. (ภาพที่ 2) ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในเอเชีย (new to Asia) มี 1 สปีชีส์ ได้แก่ *Scaridium elegans* Segers and De Meester ชนิดที่มีการรายงานว่าพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย (new records) มี 10 สปีชีส์ ได้แก่ *Lecane decipiens* (Murray), *L. donneri*

Chengalath and Mulamoottil, *L. grandis* (Murray), *L. punctata* (Murray), *L. serrata* (Hauer), *L. thienemanni* (Hauer), *Lepadella akrobeles* Myers, *L. elongata* Koste, *Trichocerca porcellus* (Gosse) และ *Wolga spinifera* (Western) นอกจากนี้ยังพบชนิดที่พบในประเทศไทยและตั้งชื่อเมื่อเร็ว ๆ นี้ 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Lecane shieli* Segers and Sanoamuang (1994), *Brachionus niwati* Sanoamuang, Segers and Dumont (1995), *Lecane segersi* Sanoamuang (1996) และ *L. superaculeata* Sanoamuang and Segers (1997) ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้จำนวนโรติเฟอร์ทั้งหมดที่พบในประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 276 เป็น 288 สปีชีส์

สปีชีส์ที่หายาก (rare species) มี 14 สปีชีส์ ได้แก่ *Brachionus dichotomus reductus* Koste and Shiel, *B. kostei* Shiel, *Filinia camasecla* Myers, *F. saltator* (Gosse), *Lecane acanthinula* (Hauer), *L. baimaii* n. sp., *L. batillifer* (Murray), *L. bifastigata* Hauer, *L. decipiens* (Murray), *L. donneri* Chengalath and Mulamoottil, *L. grandis* (Murray), *L. serrata* (Hauer), *Lepadella akrobeles* Myers และ *L. vandenbrandei* Gillard ใน 14 สปีชีส์นี้เป็นชนิดที่มีการแพร่กระจายจำกัดหรือสปีชีส์ประจำถิ่น (endemic species) ซึ่งพบอยู่เฉพาะในทวีปเอเชีย 2 สปีชีส์ ได้แก่ *Lecane acanthinula* (Hauer) และ *Lecane bifastigata* Hauer นอกจากนี้ยังพบสปีชีส์ประจำถิ่นที่อาศัยอยู่เฉพาะในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้เท่านั้น ได้แก่ *Brachionus donneri* Brehm และ *Lecane blachei* Berzins สปีชีส์ที่มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำหลายแห่ง (common species) เรียงตามความถี่ที่พบ ดังนี้ *Brachionus angularis* Gosse (76 แห่ง), *Lecane bulla* (Gosse) (76 แห่ง), *Brachionus falcatus* Zacharias (75 แห่ง), *Brachionus forficula* Wierzejski (75 แห่ง), *Keratella tropica* (Apstein) (75 แห่ง), *Polyarthra vulgaris* Carlin (73 แห่ง), *Lecane hamata* (Stokes) (69 แห่ง), *Filinia opoliensis* (Zacharias) (66 แห่ง), *Anuraeopsis fissa* (Gosse) (65 แห่ง), *Keratella cochlearis* (Gosse) (65 แห่ง), *Testudinella patina* (Hermann) (65 แห่ง), *Trichocerca similis* (Wierzejski) (65 แห่ง), *Hexarthra intermedia* Wierzejski (64 แห่ง), *Lecane papuana* (Murray) (64 แห่ง) สปีชีส์เหล่านี้เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก (cosmopolitan species) และพบกระจายทั่วเขตร้อน (pantropical)



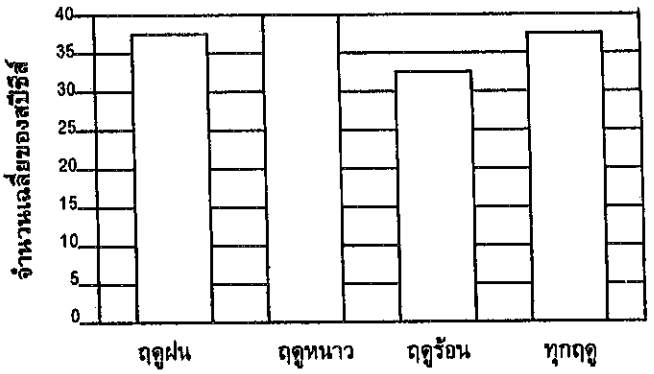
ภาพที่ 2. *Lecane baimaii* n. sp. ก. ด้านท้อง ข. ด้านหลัง

การศึกษาฤดูกาลที่พบ และการแพร่กระจาย พบว่า ฤดูฝน ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม 2539 สกุลที่พบมาก ได้แก่ *Lecane* โดยพบ 51 สปีชีส์ (32%) รองลงมา ได้แก่ *Trichocerca, Brachionus* และ *Lepadella* โดยพบ 17 (11%), 14 (9%) และ 14 (9%) สปีชีส์ ตามลำดับ แหล่งน้ำที่มีความหลากหลายในแง่จำนวนสปีชีส์มากที่สุด ได้แก่ หนองคล้า อ. จักราช โดยพบ 80 สปีชีส์ (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2539) รองลงมา ได้แก่ อ่างเก็บน้ำห้วยยาง อ. เมือง (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2539) และห้วยซับตะคร้อ อ. สูงเนิน (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2539) โดยพบ 74 และ 73 สปีชีส์ ตามลำดับ ในฤดูหนาวได้ทำการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2539 พบว่า สกุลที่พบมาก ได้แก่ *Lecane* โดยพบ 54 สปีชีส์ (31%) รองลงมา ได้แก่ *Lepadella, Brachionus* และ *Trichocerca* โดยพบ 19 (11%), 16 (9%) และ 13 (8%) สปีชีส์ ตามลำดับ แหล่งน้ำที่มีความหลากชนิดมากที่สุด ได้แก่ แม่น้ำมูล อ. พิมาย โดยพบ 84 สปีชีส์ (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2539) รองลงมา ได้แก่ ลำคลองเมือง อ. หนอง

บุนนาค (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2539) และหนองจรี อ. ชุมพวง (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2539) โดยพบ 77 และ 75 สปีชีส์ ตามลำดับ สำหรับฤดูร้อน ซึ่งเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน 2540 พบว่า สกุลที่พบมาก ได้แก่ *Lecane* โดยพบ 45 สปีชีส์ (31%) รองลงมา ได้แก่ *Brachionus*, *Lepadella* และ *Trichocerca* โดยพบ 16 (11%), 16 (11%) และ 9 (6%) สปีชีส์ ตามลำดับ แหล่งน้ำที่มีความหลากชนิดมากที่สุด ได้แก่ ห้วยซับตะคร้อ อ. สูงเนิน โดยพบ 72 สปีชีส์ (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 7 เมษายน 2540) รองลงมา ได้แก่ คลองทางเข้าเขื่อนลำพระเพลิง อ. ปักธงชัย (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 7 เมษายน 2540) อ่างเก็บน้ำห้วยยาง อ. เมือง (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 7 เมษายน 2540) และ หลุ่งประดู่ อ. ห้วยแถลง (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 4 เมษายน 2540) โดยพบ 60, 59 และ 59 สปีชีส์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาทั้ง 3 ฤดู พบว่า สกุลที่มีจำนวนสมาชิกมากที่สุด ได้แก่ *Lecane* โดยพบ 56 (29%) สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ *Lepadella, Trichocerca* และ *Brachionus* โดยพบ 20 (10%), 17 (9%) และ 16 (8%) สปีชีส์ ตามลำดับ แหล่งน้ำที่มีความหลากหลายในแง่จำนวนสปีชีส์มากที่สุด ได้แก่ คลองทางเข้าเขื่อนลำพระเพลิง อ.ปักธงชัย โดยพบ 106 สปีชีส์ (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2539, 6 ธันวาคม 2539 และ 7 เมษายน 2540) รองลงมา ได้แก่ หนองคล้า อ. จักราช (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2539, 17 พฤศจิกายน 2539 และ 4 เมษายน 2540) และแม่น้ำมูล อ.พิมาย (เก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2539, 17 พฤศจิกายน 2539 และ 4 เมษายน 2540) โดยพบ 104 และ 99 สปีชีส์ ตามลำดับ ในแหล่งน้ำที่ทำการศึกษามีโรติเฟอร์หลายชนิดที่สำรวจพบทั้ง 3 ฤดู โดยพบเป็นจำนวน 127 สปีชีส์ (67%) สปีชีส์ที่พบ 2 ฤดู และ 1 ฤดู มีจำนวน 36 สปีชีส์ (19%) และ 28 สปีชีส์ (15%) ตามลำดับ สปีชีส์ที่สำรวจพบเฉพาะฤดูฝน ได้แก่ *Asplanchnopus hyalinus* Harring, *A. multiceps* (Schrank), *Conochilus hippocrepis* (Schrank), *Lecane lamellata* (Daday), *L. superaculeata* Sanoamuang and Segers, *Mytilina acanthophora* Hauer, *Scaridium elegans* Segers and De Meester, *Synchaeta longipes* Ehrenberg, *Trichocerca elongata* Gosse, *T. flagellata* Hauer, *T. gracilis* (Tessin) และ *T. inermis* (Linder) สปีชีส์ที่สำรวจพบเฉพาะฤดูหนาว ได้แก่ *Cephalodella ventripes* Dixon-Nuttall, *Elosa* sp., *Itura* sp., *Lecane braumi* Koste, *L. serrata* Hauer, *Lepadella akrobeles* Myers, *L. quinquecostata* (Lucks), *L. vandenbrandei* Gillard, *Limnias melicerta* Weisze, *Ptygura furcillata* (Kellicott), *Squatinella mutica* (Ehrenberg) และ *Testudinella brevicaudata* Yamamoto สปีชีส์ที่สำรวจพบเฉพาะฤดูร้อน ได้แก่ *Anuraeopsis navicula* (Rousselet), *Colurella obtusa* (Gosse), *Scaridium grandis* Segers และ *Wolga spinifera* (Western)

จำนวนสปีชีส์ของโรติเฟอร์ที่พบในแต่ละแหล่งน้ำพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงจำนวนสปีชีส์ตามฤดูกาลในทุกแหล่งน้ำที่ศึกษา จำนวนสปีชีส์ที่พบต่อแหล่งน้ำในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน อยู่ระหว่าง 13-80, 8-84 และ 14-72 สปีชีส์ ตามลำดับ โดยฤดูที่มีจำนวนเฉลี่ยของ สปีชีส์มากที่สุด คือ ฤดูหนาว (40 สปีชีส์) รองลงมา ได้แก่ ฤดูฝน และฤดูร้อน โดยพบ 37 และ 32 สปีชีส์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3) จากการเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของโรติเฟอร์กับปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำ พบว่าโรติเฟอร์มีความสัมพันธ์กับความเค็ม และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ กล่าวคือ มีหลายชนิดที่อาศัยอยู่เฉพาะในแหล่งน้ำกร่อยเท่านั้น ได้แก่ *Brachionus plicatilis* (Muller) อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม 0.5-5.5‰ และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 900-12,500 μScm^{-1} และ *Lecane grandis* (Murray) อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม 2.0-5.5‰ และ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ในช่วง 3,700-12,500 μScm^{-1} นอกจากนี้มีบาง



ภาพที่ 3. จำนวนเฉลี่ยของสปีชีส์โรติเฟอร์ในแต่ละฤดูกาล

สปีชีส์อาศัยอยู่ในน้ำจืดหรือน้ำกร่อยได้แก่ *Filinia saltator* (Gosse), *Hexarthra fennica* (Levander), *Keratella procurva* (Thrope) และ *Lecane punctata* (Murray)

บทวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้พบโรติเฟอร์ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก 1 สปีชีส์ คือ *Lecane baimaii* n. sp. ซึ่งเป็นโรติเฟอร์สปีชีส์ที่ 9 ที่พบเป็นครั้งแรกของโลกจากประเทศไทย อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าพบที่ไนจีเรียด้วย (Segers *et al.*, 1993) แต่ไม่สามารถตีพิมพ์เป็นสปีชีส์ใหม่ได้ เนื่องจากพบเป็นจำนวนน้อยมาก สปีชีส์ประจำถิ่นของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ เคยสำรวจพบในประเทศไทยแล้วโดย ละออศรี (2539), Sanoamuang *et al.* (1995) และ Sanoamuang and Segers (1997) นอกจากนี้ยังพบชนิดที่เคยมีรายงานว่าอาศัยอยู่ในทวีปออสเตรเลียเท่านั้น ได้แก่ *Filinia novaezealandiae* Shiel and Sanoamuang โดยก่อนหน้านี้ Sanoamuang *et al.* (1995) พบโรติเฟอร์ซึ่งเดิมเคยคิดว่าเป็นสปีชีส์ที่อาศัยอยู่เฉพาะออสเตรเลีย จำนวน 4 สปีชีส์ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้แก่ *Brachionus dichotomus reductus* Koste and Shiel, *B. kostei* Shiel, *B. lyratus* Shephard และ *Lecane batillifer* (Murray) ซึ่งเป็นหลักฐานแสดงว่าโรติเฟอร์ในเอเชียใต้มีความสัมพันธ์กับโรติเฟอร์ในทวีปออสเตรเลีย ดังนั้นการพบ *Filinia novaezealandiae* Shiel and Sanoamuang ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นอีกหลักฐานหนึ่งที่สนับสนุนความสัมพันธ์ของโรติเฟอร์ทั้งสองบริเวณนี้

ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้จำนวนโรติเฟอร์ของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 276 สปีชีส์ (Sanoamuang, 1999) เป็น 288 สปีชีส์ ซึ่งมีจำนวนใกล้เคียงกับประเทศอินเดีย (315 สปีชีส์) (Segers *et al.*, 1994) และเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนโรติเฟอร์ที่พบในมาเลเซีย (224 สปีชีส์) (Green, 1995) ประเทศแถบคาบสมุทรอาระเบีย (118 สปีชีส์) (Segers and Dumont, 1993) และฟิลิปปินส์ (61 สปีชีส์) (Mamaril and Fernando, 1978) พบว่าประเทศไทยมีจำนวนของโรติเฟอร์มากกว่า อาจเนื่องจากมีการศึกษาเกี่ยวกับโรติเฟอร์น้อยมากในประเทศเหล่านี้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำในจังหวัดเดียว ยังมีแหล่งน้ำอีกมากในจังหวัดอื่น ๆ ที่ยังไม่เคยมีการสำรวจ ซึ่งหากทำการสำรวจอาจพบสปีชีส์ที่ไม่เคยมีรายงานมาก่อน และทำให้จำนวนโรติเฟอร์ที่พบในประเทศไทยมีเพิ่มขึ้น

สปีชีส์ที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำหลายแห่ง เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก (cosmopolitan species) และพบกระจายทั่วเขตร้อน (pantropical) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ละออศรี (2539), Sanoamuang *et al.* (1995) และการศึกษาโรติเฟอร์ในประเทศอื่น ๆ ในทวีปเอเชีย ได้แก่ ฟิลิปปินส์ (Mamaril and Fernando, 1978), ศรีลังกา (Fernando, 1980), ตุรกี (Segers *et al.*, 1992) และอินเดีย (Sarma, 1988; Segers *et al.*, 1994)

สกุลที่พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Lecane* ซึ่งเป็นสกุลที่มีความหลากหลายมากที่สุดในเขตร้อน และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาโรติเฟอร์ในประเทศไทย พบว่า สกุลที่มีจำนวนสมาชิกมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับรายงานของละออศรี (2539) Sanoamuang *et al.* (1995) และ Segers and Pholpunthin (1997) แต่สกุลที่มีจำนวนสมาชิกรองลงมานั้นแตกต่างกัน

บางสปีชีส์ที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยพบในบางฤดูกาลเท่านั้น หากไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างอย่างต่อเนื่องเป็นประจำก็อาจไม่พบสปีชีส์เหล่านี้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เพิ่งพบสปีชีส์ที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยในการศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม สปีชีส์ที่พบเพียงบางฤดูนี้อาจพบในฤดูอื่น ๆ ด้วย แต่มีปริมาณน้อยจนไม่สามารถตรวจพบได้ ประกอบกับผลการศึกษานี้เป็นผลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างเพียง 1 ปี ซึ่งการที่จะสรุปเกี่ยวกับฤดูกาลที่พบนั้นต้องทำการศึกษาเป็นเวลานาน ดังนั้นจึงควรที่จะทำการเก็บตัวอย่างมากขึ้น

โรติเฟอร์ที่มีความสัมพันธ์กับความเค็ม และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ได้แก่ *Brachionus plicatilis* (Muller) อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม 0.5-5.5‰ และค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 900-12,500 μScm^{-1} และ *Lecane grandis* (Murray) อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม 2.0-5.5‰ และ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ในช่วง 3,700-12,500 μScm^{-1} นอกจากนี้มีบางสปีชีส์อาศัยอยู่ในน้ำจืดหรือน้ำกร่อย ได้แก่ *Filinia saltator* (Gosse), *Hexarthra fennica* (Levander), *Keratella procurva* (Thrope) และ *Lecane punctata* (Murray) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของละออศรี

(2539) ที่ได้รายงานโรติเฟอร์ที่มีความสัมพันธ์กับความเค็มและค่าการนำไฟฟ้า โดยพบในแหล่งน้ำกร่อยที่มีค่าความเค็ม 0.5-4.0‰ และค่าการนำไฟฟ้า 670-8,000 μScm^{-1}

บทสรุป

1. การศึกษาครั้งนี้พบโรติเฟอร์ทั้งหมด 42 สกุล 190 สปีชีส์ และทำให้จำนวนโรติเฟอร์ทั้งหมดที่พบในประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 276 เป็น 288 สปีชีส์
2. ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก (new species) 1 สปีชีส์ ได้แก่ *Lecane baimaii* n. sp. ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในเอเชีย (new to Asia) 1 สปีชีส์ ได้แก่ *Scaridium elegans* Segers and De Meester ชนิดที่มีการรายงานว่าพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย (new records) มี 10 สปีชีส์ ได้แก่ *Lecane decipiens* (Murray), *L. donneri* Chengalath and Mulamoottil, *L. grandis* (Murray), *L. punctata* (Murray), *L. serrata* (Hauer), *L. thienemanni* (Hauer), *Lepadella akrobeles* Myers, *L. elongata* Koste, *Trichocerca porcellus* (Gosse) และ *Wolga spinifera* (Western)
3. สกุลที่พบมากที่สุดคือ *Lecane* (29%) รองลงมา ได้แก่ *Lepadella* (10%), *Trichocerca* (9%) และ *Brachionus* (8%)
4. ชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำหลายแห่ง เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วโลกและทั่วเขตร้อน
5. ชนิดที่มีความสัมพันธ์กับความเค็มและค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ได้แก่ *Brachionus plicatilis* (Muller), *Lecane grandis* (Murray)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539022

เอกสารอ้างอิง

ละออศรี เสนาะเมือง. 2539. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดกลุ่มโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคปีปอดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กองทุนพัฒนาและส่งเสริมด้านวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

DE RIDDER, M. 1970. Raderdieren uit het Verre Oosten. Biol. Jb. Dodonaea. 39: 361-391.

FERNANDO, C. H. 1980. The freshwater zooplankton of Sri Lanka with a discussion of tropical freshwater zooplankton composition. Int. Revue ges. Hydrobiol. 65: 85-125.

GREEN, J. 1995. Association of planktonic and periphytic rotifers in a Malaysian estuary and two nearby ponds. Hydrobiologia 313/314: 47-56.

KOSTE, W. 1975. Uber den Rotatorienbestand einer Mikrobiozonose in einem tropischen aquatischen Saumbiotop, der Eichhornia crassipes-Zone im Litoral des Bung-Boraped, einem Stausee in Zentralthailand. Gewass. Abwass. 57/58: 43-58.

MAMARIL, A. C. SR. AND C. H. FERNANDO. 1978. Freshwater zooplankton of the Philippines (Rotifera, Cladocera and Copepoda). Natural and Applied Science Bulletin 30: 109-221.

SANOAMUANG, L. 1996. *Lecane segersi* n. sp. (Rotifera, Lecanidae) from Thailand. Hydrobiologia 339: 23-25.

SANOAMUANG, L. 1999. Rotifera of some freshwater habitats in the floodplain of the River Nan, northern Thailand. Hydrobiologia (in press).

SANOAMUANG, L. AND H. SEGERS. 1997. Additions to the *Lecane* fauna (Rotifera: Monogononta) of Thailand. Int. Revue ges. Hydrobiol. 82: 525-530.

SANOAMUANG, L., H. SEGERS AND H. DUMONT. 1995. Additions to the rotifer fauna of south-east Asia: new and rare species from north-east Thailand. Hydrobiologia 313/314: 35-45.

SARMA, S. S. S. 1988. New records of freshwater rotifers (Rotifera) from Indian waters. Hydrobiologia 160: 263-269.

SEGERS, H. AND H. J. DUMONT. 1993. Rotifera from Arabia, with description of two new species. Fauna of Saudi Arabia 13: 3-26.

SEGERS, H., N. EMIR AND J. MERTEN. 1992. Rotifera from north and northeast Anatolia (Turkey). Hydrobiologia 245: 179-189.

SEGERS, H., C. S. NWADIARO AND H. DUMONT. 1993. Rotifera of some lakes in the floodplain of the River Niger (Imo State, Nigeria). II. Faunal composition and diversity. Hydrobiologia 250: 63-71.

SEGERS, H. AND P. PHOLPUNTHIN. 1997. New and rare Rotifera from Thale-noi Lake, Pattalung Province, Thailand, with a note on the taxonomy of *Cephalodella* (Notommatidae). Annls. Limnol. 33: 13-21.

SEGERS, H. AND L. SANOAMUANG. 1994. Two more new species of *Lecane* (Rotifera: Monogononta) from Thailand. Belg. J. Zool. 124: 39-46.

SEGERS, H., S. S. S. SARMA, F. K. KAKKASSERY AND C. K. NAYAR. 1994. New records of Rotifera from India. Hydrobiologia 287: 251-258.

BIODIVERSITY OF ZOOPLANKTON IN MAE SA STREAM, DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI PROVINCE, PART I

Shamaporn Niwasabutra, Samorn Kluensuwan, Yuwadee Peerapornpisal and Sakorn Promkutkaew

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระยะที่ 1

ฉมาภรณ์ นิวาศบุตร, สมร คลื่นสุวรรณ, ยุวดี พีรพรพิศาล และ สาคร พรหมขัติแก้ว

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จ. เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนเมษายน 2540 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2541 เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์จากพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน 12 จุด ในบริเวณลำน้ำแม่สาในแต่ละฤดู พบแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่า 66 species จำแนกได้ 7 phylum, 11 class และ 53 genera แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ แพลงก์ตอนใน class Flagellata species เด่น ได้แก่ *Bodo edex* และ *Crytoglena pigra*

คำหลัก: ความหลากหลายทางชีวภาพ, แพลงก์ตอนสัตว์, ลำน้ำแม่สา

INTRODUCTION

Mae Sa stream is one of the major running water in Doi Suthep-Pui National Park, Mae Rim District, Chiang Mai Province Northern Thailand. It is twenty six kilometers long and includes 16 small streams in Mae Rim, Mae tang, Sa Moeng and Hang Dong District. The stream is economically important especially for tourism (eg. mountain resorts, waterfall and elephant camps). The activities around the stream and poor land use management might give direct impact a water quality in Mae Sa stream which in turn influenced the kinds of zooplankton in the stream. The result from the survey on biodiversity of zooplankton may be used in monitoring the change of water quality in the future.

METHODOLOGY

Site Characteristics

From April 1997 to February 1998, twelve sites were selected along the Mae Sa stream (Fig. 1) and studied once in each season. The site's name and details of each site were as follows:

Site 1 Kong Hae village: Altitude 1075 m.asl., Agriculture and Residental,
Site 2 Entrance of The Kong Hae Village: Altitude 1000 m.asl., Agriculture and Residental
Site 3 Pong Yang elephant camp: Altitude 960 m.asl., Tourist spot
Site 4 Sri Muang Kham Village: Altitude 760 m.asl., Agriculture and Residental
Site 5 Huay Dee Mee: Altitude 700 m.asl., Residental
Site 6 Queen Sirikit Botanical Garden: Altitude 650 m.asl., Tourist spot
Site 7 Mae Sa elephant camp: Altitude 550 m.asl., Tourist spot
Site 8 Mae Sa waterfall: Altitude 390 m.asl., Tourist spot
Site 9 Mae Rim bridge: Altitude 340 m.asl., Residental
Site 10 Cholaprathan bridge: Altitude 330 m.asl., Residental
Site 11 Pa Muang Village: Altitude 330 m.asl., Residental
Site 12 Mae Sa Luang Village: Altitude 340 m.asl., Agriculture and Residental

Measurement of Chemical and Physical Parameters

Water samples were analysed for chemical and physical parameters for example BOD_5, alkalinity, turbidity, nitrate-nitrogen, ammonium-nitrogen, soluble reactive phosphate (SRP) and total phosphorus (TP) (APHA, 1992). Temperature, conductivity, pH, DO and total dissolved solid (TDS) were measured among the field (APHA, 1992)

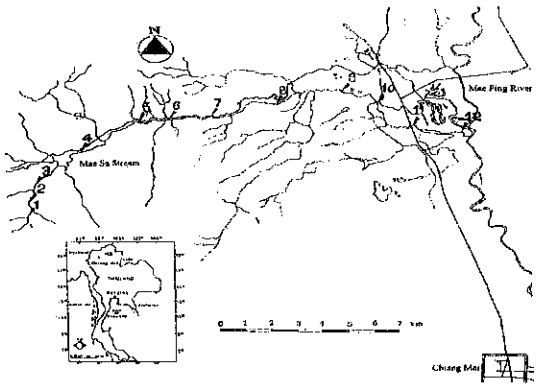


Fig. 1. Map of the Mae Sa Stream showing the sampling sites (1-12)

Sampling and Preparation

A plankton net, mesh size 10 μm was used to collect Zooplankton samples for indentification. Each sample was divided into two bottles, one was fresh specimen and the other was preserved. The specimens were observed under light microscope. The fresh specimens was used for examining the minute zooplankton (less than 100 μm in length) such as protozoa and rotifers. The preserved specimens was used for search for the macroinvertebrates.

RESULTS

Zooplankton Identification

The taxonomic concept followed the Protozoology by Kudo (1977), Needham and Needham (1969), Pennak (1989).

Zooplankton Investigation

66 species of zooplanktons were identified which unidentified larva and nauplius larva were not included. They could be classified into 7 phylum, 11 classes, 24 orders, 39 families, and 53 genera (Table 1). The majority of zooplanktons were protozoas in class the Flagellata and the most abundant species were *Bodo edex* and *Cryptoglena pigra*

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The diversity study of zooplankton in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province indicated that there were 7 phylums, 11 classes, 24 orders, 39 families, 53 genera and 66 species. There were some invertebrate larva which couldn't identified. Vilee *et al.* (1984) said holoplankton were animals that spend their entire lives as planktonic organisms and meroplankton, which includes the larvae of animal that are benthic as adults. Both holoplankton and meroplankton were found because Mae Sa stream was running water. Eggs and larva of invertebrates such as nematodes, rotifers and arthropods were found in winter more than others, while adult of the crustacean were always fo und in rainy season.

In this investigation, small ashelminthes in phylum Gastrotricha were also found, *Chaetonotus* spp. was first reported in Thailand.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 139015.

Table 1. Species list of zooplanktons and the sites which it was found in Mae Sa Stream

Zooplankton	Location*
Phylum Protozoa	
Class Mastigophora	
Astasia acus	1,2,9,10,11,12
Bodo edax	1,2,8,10,11
Chilomonas paramecium	1,3,4,11,12
Cryptoglena pigra	1,2,7
Entosiphon sulcatum	1
Ochromonas granularis	7
Peranema trichophorum	1
Class Sarcodina	
Acanthocystis aculeata	2,12
Actinophrys sol	1,6,10,12
Actinosphaerium nuclefilum	3
Amoeba discoides	3
Amoeba dubia	3
Amoeba gorgonia	2
Amoeba limcola	1
Amoeba radiosa	1,2,3,4,5
Amoeba vespertio	4
Arcella dentata	1,7,12
Arcella discoides	1,2,3,4,5,7,8,10,11,12
*Arcella vulgaris***	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12
Cyphoderia ampulla	2,5
*Difflugia coronna***	1,2,3,4,5,6,7,8,12
*Difflugia oblonga***	1,2,3,6,7,9,10,11
Difflugia urceolata	1,3,4
Difflugia sp.	2,5,6,78
*Euglypha cristata***	1,3,4,5,6,7,8,9,10
Raphidiophrys pallida	5
Trinema lineare	1,2,5,6,7,8,9,10,12
Class Ciliata	
Aspidisca lynceus	1,2,4,9,10
Chilodonella cucullulus	1,3,4,6,7,12
Chilodonella urcinata	1,2,5,6,7,8,9,10
Coleps hirtus	1,2,6,7,10
Cristigera phoenix	12
Ctedoctema acanthocrypta	7,8,9,10,11,12
Euplotes patella	2,3,4,5,6,7,9,12
Halteria grandinella	10
Halteria grandinella var. *chlorelligera*	5
Holophrya simplex	2,4,7,8
Leptopharynx sphagnetorum	1
Logynophya mutans	2
Loxodes vorax	2
Oxytricha fallax	1,2,4,6,7,9,11,12
Paramecium multimicronucleatum	1,8,12
Paramecium trichium	1
Placus socialis	2
Saprophilus muscorum	7
Stentor introversus	1
Stylonychia mytilus	12
Uronema marinum	3,7
Urosoma caudata	1,3
Vorticella campanula	1
Class Suctoria	
Podophrya fixa	3
Phylum Platyhelminthes	
Class Turbellaria	
Larva of Turbellaria	2,8
Class Trematoda	
Gryodactylus sp.	3,5,7,11
Phylum Gastrotricha	
Chaetonotus sp.	1,2,3,4,5,7,11,12
Phylum Rotifera	
Dormant egg of Rotifer	1,7
Class Digononta	
Philodina sp.	1,2,3,4,5,7
Rotaria sp.	1,2,3,4,6,9
Class Monogononta	
Dicranophorus sp.I	1,7
Dicranophorus sp.II	3,6,11
Euchlanis sp.	7,12
Lecane sp.I	1,4,6,8
Lecane sp.II	7,11
Mytilina sp.	12
Resticula sp.	6,9,11
Testudinella sp.	1,3,4,5,6,12
Phylum Nematoda	
Egg of Nematode	7
Phylum Annelida	
Class Oligochaeta	
Larva of Oligochaet	1
Phylum Arthropoda	
Class Crustacae	
Bryocamptus sp.	1,3,5,9,12
Cyclops sp.	1,11,12
Cypria sp.	2,6,11,12
Daphnia sp.	1
Diaptomus sp.	11
Nauplius larva	1,3,7

* Stream sampling location

** Dominant species

REFERENCES

APHA, AWWA AND WPCF. 1992. Standard method for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington DC.

KUDO, R. R. 1977. In CHARLES, C. T. (ed.), Protozoology. 5th ed. U.S.A. 1174 p.

NEEDHAM, J. G. AND P. R. NEEDHAM. 1969. Guide to the study of fresh water biology. 5th ed. Holden-Day Inc, California, U.S.A. 107 p.

PENNAK, R. W. 1989. Fresh water invertebrates of the United States: protozoa to molluska. 3rd ed. John Wiley & Sons, U.S.A. 628 p.

VILEE, C. A., W. F. WALKER AND R. D. BARNES. 1984. General zoology. 6th ed. Saunder College Publishing, U.S.A.

NEW RECORD OF FIFTY FIVE SPECIES OF FRESHWATER DIATOM IN THAILAND

Trai Pekthong and Yuwadee Peerapornpisal
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ไดอะตอมน้ำจืด 55 ชนิด ที่พบใหม่ในประเทศไทย

ตรัย เป็กทอง และ ยุวดี พีรพรพิศาล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ตั้งแต่เดือนเมษายน 2541 ถึงเดือนพฤษภาคม 2542 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 87 สปีชีส์ แบ่งเป็น 5 ดิวิชัน 8 ออเดอร์ 19 แฟมิลี และ 31 จีนัส แพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีที่พบส่วนใหญ่เป็นไดอะตอม จากการศึกษาพบไดอะตอม 222 ชนิด และ 55 ชนิดเป็นชนิดที่พบใหม่ในประเทศไทย ซึ่งสามารถจัดจำแนกเป็น 7 แฟมิลี และ 19 จีนัส

คำหลัก: ชนิดที่พบใหม่, ไดอะตอมน้ำจืด, ไดอะตอม, ประเทศไทย

INTRODUCTION

The diatom flora of Thailand has been investigated by foreign scientists for a hundred years from a checklist of algae in Thailand (Lewmanomont *et al.*, 1995). A total of 46 genera, 385 species, 144 varieties and 43 forms have been recorded. The diatom flora has been covered by the following papers published by foreign scientists such as Ostrup in 1902 recorded 81 different diatom from the small island, Koh Chang in the Gulf of Thailand, Patrick in 1936 reported a total of 185 diatom species in intestinal contents from tadpoles from Thailand and the Federal Malay States. The material collected by the Joint Thai-Japanese Biological Expedition to Southeast Asia 1961-1962 was identified by Hirano. In 1967, he published an account of 143 diatom species, 114 of them from samples from Thailand. Most of these samples (7 of 12) were collected in the Chiang Mai area and the others from localities in central and southern Thailand.

In freshwater material collected by Foged in 1966 in central and northern Thailand, about 378 taxa were published 5 years later in Nova Hedwigia. Among these, 8 new species, 5 new varieties and 2 new forms were additional records for Thailand.

From 1971 to date, Thai scientists also worked on diatoms but not as intensively as before. Most work has been done on plankton. The material studied was collected from all parts of Thailand but mostly from the northern and northeastern parts of the country.

METHODOLOGY

Diatoms Collection and Preparation

Epilithic diatom samples were scraped from 3-5 stones at each site. In the laboratory, the samples were cleaned by boiling for 15-30 minutes in concentrated HCl or HNO_3 and H_2O_2. Naphrax was used for mounting. Light micrographs were made with an Olympus BX-40 microscope. Scanning electron micrographs were made with a JEOL JSM-840A microscope, operated at 8-20 KV. Black and white film was used (Kodak Verichromepan ISO 125).

Diatoms Identification

The taxonomic classification system of the Süßwasserflora Mitteleuropas by Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 1991a) was followed. However in some cases, the key book or thesis of some tropical studies such as Foged (1971, 1975, 1976), Vyverman (1991)

and Margarita (1994) were used. Structural data presented such as diameter, length, width, striae, striae frequency in 10 μm and the other features were observed under light and scanning electron microscopes.

RESULTS

Taxonomic Notes

The diatom description of each new record species was described. The diatom list was shown in Table 1. The structural data are abbreviated as follows: D: Diameter, L: Length, W: Width, Str: Striae, Cs: Costae, Li: Lineolae, Pt: Puncta, Fb: Fibulae.

ORDER CENTRALES

Family Thalassiosiraceae

Actinocyclus normanii (Gregory) Hustedt (Fig. 1)

D: 68 μm. Centric form with shallow mantle, valve domed, mantle or margin of valve appearing striate (in valve view). Marginal tubules (strutted processes) visible, but no spines. Small refractive area usually visible at or near the valve margin. Hexagonal areolae are equally spaced in straight rows of variable length.

Cyclotella stelligera Cleve & Grunow

D: 9.3 μm, Cs: 10-14/10 μm. Valve circular, flat and with shallow mantle (seen in girdle view). Valve margin without spines. Valve face with outer zone of striae (alveoli) and central area unmarked. Cosmopolitan.

ORDER PENNALES

Family Fragilariaceae

Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot (Fig. 2)

L: 204 μm, W: 7 μm, Str: 9/10 μm. Valve linear, isopolar, isobilateral. Valve ends broadly rounded. Both valve processing axial areas which very narrow, central area present. Striae fine.

Fragilaria bidens Heiberg

L: 20.9 μm, W: 3.5 μm, Str: 15/10 μm.

Fragilaria elliptica Schumann

L: 3-10 μm, W: 3-6 μm, Str: 11-16/10 μm. Shape elliptic. Cosmopolitan.

Fragilaria mazamaensis (Sovereign) Lange-Bertalot

L: 20.9 μm, W: 3.5 μm, Str: 15/10 μm

Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot (Fig. 3)

L: 460 μm, W: 6-10 μm, Str: 9-10/10 μm.

Family Eunotiaceae

Diatoma ehrenbergii Kützing

L: 52.3 μm, W: 8.1 μm, Cs: 9-10/10 μm. Cells elongate, rectangular in girdle view, valves narrowly linear with broadly rounded slightly capitate apices.

Diatoma vugaris Bory (Fig. 4)

L: 28.2-72 μm, W: 7.9-12 μm, Cs: 7/10 μm . Shape elliptical-lanceolate with capitate ends. Isopolar and isobilateral. Thickened transapical costae, striae fine. Axial area (pseudoraphe) present on both valves.

Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mill var. *bilunaris sensulato*

L: 23 μm, W: 6 μm, Str: 15/10 μm.

Eunotia minor (Kützing) Grunow (Fig. 5)

L: 40 μm, W: 9.5 μm, Str: 7-9/10 μm . Valve arcuate or crecentic with almost straight ventral margin, convex dorsal margin and slightly protected apices. End broadly rounded. Shortened raphe present on each mantle, seen best in girdle view. Striae transapical, punctate.

Family Achnanthaceae

Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann

L: 18 μm, W: 6 μm, Str: 22/10 μm.

Achnanthes exigua Grunow var. *exigua* (Fig. 6)

L: 12.8-15 μm, W: 4.6-7 μm, Str: 17-24/10 μm. Valve broadly linear-elliptical with distinct broadly rostrate apices.

Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot (Fig. 7)

L: 7 μm, W: 4.3 μm, Str: 23/10 μm. Valve elliptic. Cosmopolitan.

Family Naviculaceae

Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing

L: 40 μm, W: 15 μm, Str: 22/10 μm.

Amphora dusenii Brun

L: 20 μm, W: 8 μm, Str: 22/10 μm.

Amphora libyca Ehrenberg (Fig. 8)

L: 25-32.4 μm, W: 6 μm, Str: 12-15/10 μm. Slightly finer striae interrupted at the centre on the dorsal side of the valve. Cosmopolitan.

Amphora montana Krasske

L: 18.6 μm, W: 4.6 μm, Str: 30/10 μm. Cosmopolitan.

Caloneis lauta Carter & Bailey-Watts (Fig. 9)

L: 28.5 μm, W: 6.7 μm, Str: 20/10 μm. Shape lanceolate, isopolar and isobilateral. Ends round. Raphe stright, central and treadlike

Cymbella amphicephala Naegeli (Fig. 10)

L: 34.3 μm, W: 10 μm, Str: 8/10 μm in dorsal side and 12/10 μm in ventral side. Li: 32/10 μm.

Cymbella hustedtii Krasske (Fig. 11)

L: 23.2 μm, W: 7.9 μm, Str: 12-14/10 μm in dorsal side and 14-15/10 μm in ventral side. Pt: 25/10 μm. Cosmopolitan.

Cymbella silesiaca Bleisch (Fig. 13)

L: 19-23 μm, W: 5-6 μm, Str: 14-18/10 μm in dorsal side and 15-19/10 μm in ventral side. Pt: 25/10 μm.

Cymbella sinuata Gregory (Fig. 14)

L: 15 μm, W: 5 μm, Str: 12/10 μm. Pt: 45/10 μm.

Cymbella turgidula Grunow (Fig. 12)

L: 28-40 μm, W: 10.7-13 μm, Str: 7-13/10 μm. Pt: 22/10 μm.

Frustulia weinholdii Hustedt (Fig. 15)

L: 32-60 μm, W: 6.5-10 μm, Str: 30/10 μm. Shape narrow elliptic, isopolar and isobilateral. Ends round. Raphe central, stright and treadlike, set on a thickened ridge differentiated from the narrow axial area which is produced at the apices. Striae parallel and fine.

Gomphonema affine Kützing

L: 52 μm, W: 8 μm, Str: 12/10 μm.

Gomphonema augur var. *turris* (Ehrenberg) Lange-Bertalot

L: 32 μm, W: 11 μm, Str: 13/10 μm. Valves markedly heteropolar, tapering evenly to the rather acute foot pole, broadening towards the head pole which often bears a bluntly rounded apical projection.

Gomphonema micropus Kützing

L: 15 μm, W: 4.5 μm, Str: 16/10 μm. Cosmopolitan.

Gomphonema minutum (Agardh) Agardh

L: 15-20 μm, W: 5-6 μm, Str: 10-15/10 μm. Valves narrowly heteropolar with bluntly rounded apices, foot pole only slightly narrower than head pole. Striae more widely spaced at centre of valve.

Gonphonema pumilum var. *rigidum* (Fig. 16)

L: 21 μm, W: 4.2 μm, Str: 12/10 μm. Central area with one stigma near, but separated from the central nodule. Typically with broadly lanceolate axial area.

Gyrosigma nodiferum (Grunow) Reimer

L: 102 μm, W: 12 μm, Str: 19-20/10 μm. Valve lanceolate sigmoid with round ends, isopolar and isobilateral. Raphe central, sigmoid and treadlike. Axial area narrow, central area small and round or sub-elliptic. Striae fine, parallel throughout.

Navicula amphibola Cleve

L: 45 μm, W: 25 μm, Str: 9/10 μm.

Navicula cohnii (Hilse) Lange-Bertalot (Fig. 17)

L: 22.6 μm, W: 7.8 μm, Str: 20/10 μm. Central area an acute-angled fascia.

Navicula concentrica Carter

L: 45 μm, W: 10 μm, Str: 9/10 μm.

Navicula cryptotenella Lange-Bertalot

L: 26.7-34.3 μm, W: 5.8-7 μm, Str: 14-15/10 μm. Valve lanceolate, tapering to acutely rounded apices which are only very slightly drawn out.Striae radiating in the central part, parallel at the poles.

Navicula jaagii Meister

L: 25 μm, W: 5 μm, Str: 32/10 μm. Shape linear-elliptic.

Navicula laevissima Kützing var. *laevissima* (Fig. 18)

L: 20 μm, W: 6.7 μm, Str: 21/10 μm. Shape linear. End broadly round.

Navicula microdigituradiata Lange-Bertalot

L: 8 μm, W: 2.5 μm, Str: 20/10 μm.

Navicula mutica Kützing var. *mutica* (Fig. 19)

L: 19-20 μm, W: 7.3-7.8 μm, Str: 18-21/10 μm. Central area an acute-angled fascia.

Navicula subplacentula Hustedt (Fig. 20)

L: 23.8-25.9 μm, W: 9.6 μm, Str: 9-12/10 μm.

Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory (Fig. 21)

L: 26 μm, W: 7 μm, Str: 15/10 μm, Li: 32/10μm. Valve linear with rather cuneate apices. Parallel striae sometimes visible, particularly near the centre of the cell.

Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer

L: 127 μm, W: 24 μm, Pt: 16-24/10 μm. Valve broadly linear with bluntly cuneate to broadly rostrate apices more than one-third valve width. Cosmopolitan.

Pinnularia subgibba Krammer

L: 51.8 μm, W: 10.6 μm, Str: 12/10 μm. Valve linear, isopolar and isobilateral. Ends broadly round.

Pinnularia viridiformis Krammer

L: 109 μm, W: 15 μm, Str: 8/10 μm. Cosmopolitan.

Stauroneis producta Grunow (Fig. 22)

L: 25.4 μm, W: 6.7 μm, Str: 22/10 μm, Pt: 28 μm. Valve lanceolate, isopolar and isobilateral. Ends subcapitate. Axial area narrow, central area a stauros.

Family Bacillariaceae

Hantzschia distinctepunctata (Hustedt) Hustedt

L: 45 μm, W: 6 μm, Str: 12/10 μm.

Nitzschia bremensis Hustedt (Fig. 23)

L: 68.5 μm, W: 10.3 μm, Str: /10 μm, Fb: 8/10 μm.

Nitzschia brevissima Grunow

L: 37.5 μm, W: 5 μm, Str: /10 μm, Fb: 10/10 μm.

Nitzschia coarctata Grunow

L: 50 μm, W: 12 μm, Str: 10/10 μm, Pt: 15/10 μm.

Nitzschia granulata Grunow

L: 37.5 μm, W: 15 μm, Pt: 6-7/10 μm.

Nitzschia subacicularis Hustedt

L: 66 μm, W: 3 μm, Str: 27-33/10 μm, Fb: 12/10 μm. Cosmopolitan.

Family Surirellaceae

Cymatopleura salea var. *apiculata* (W. Smith) Ralfs (Fig. 24)

L: 62-67.5 μm, W: 22.5-27.5 μm, Fb: 9/10 μm. Valve linear, isopolar and isobilateral.

Surirella bifrons Ehrenberg

L: 80 μm, W: 35 μm, Fb: 14/10 μm.

Surirella spiraloides Hustedt (Fig. 25)

L: 60-62 μm, W: 25-27 μm, Fb: 15/10 μm. Valve spirally twisted, heteropolar. Raphe system peripheral on a wing (ala) extension of the valve margin, supported by rib-like undulations. Striae fine, difficult to resolve.

Surirella splendida (Ehrenberg) Kützing (Fig. 26)

L: 58 μm, W: 20 μm, Fb: 3/10 μm.

Table 1. New recorded of diatoms species found in Mae Sa Stream, Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

ORDER CENTRALES

Family Thalassiosiraceae
Actinocyclus normanii (Gregory) Hustedt
Cyclotella stelligera Cleve & Grunow

ORDER PENNALES

Family Fragilariaceae
Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot
Fragilaria bidens Heiberg
Fragilaria elliptica Schumann
Fragilaria mazamaensis (Sovereign) Lange-Bertalot
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot

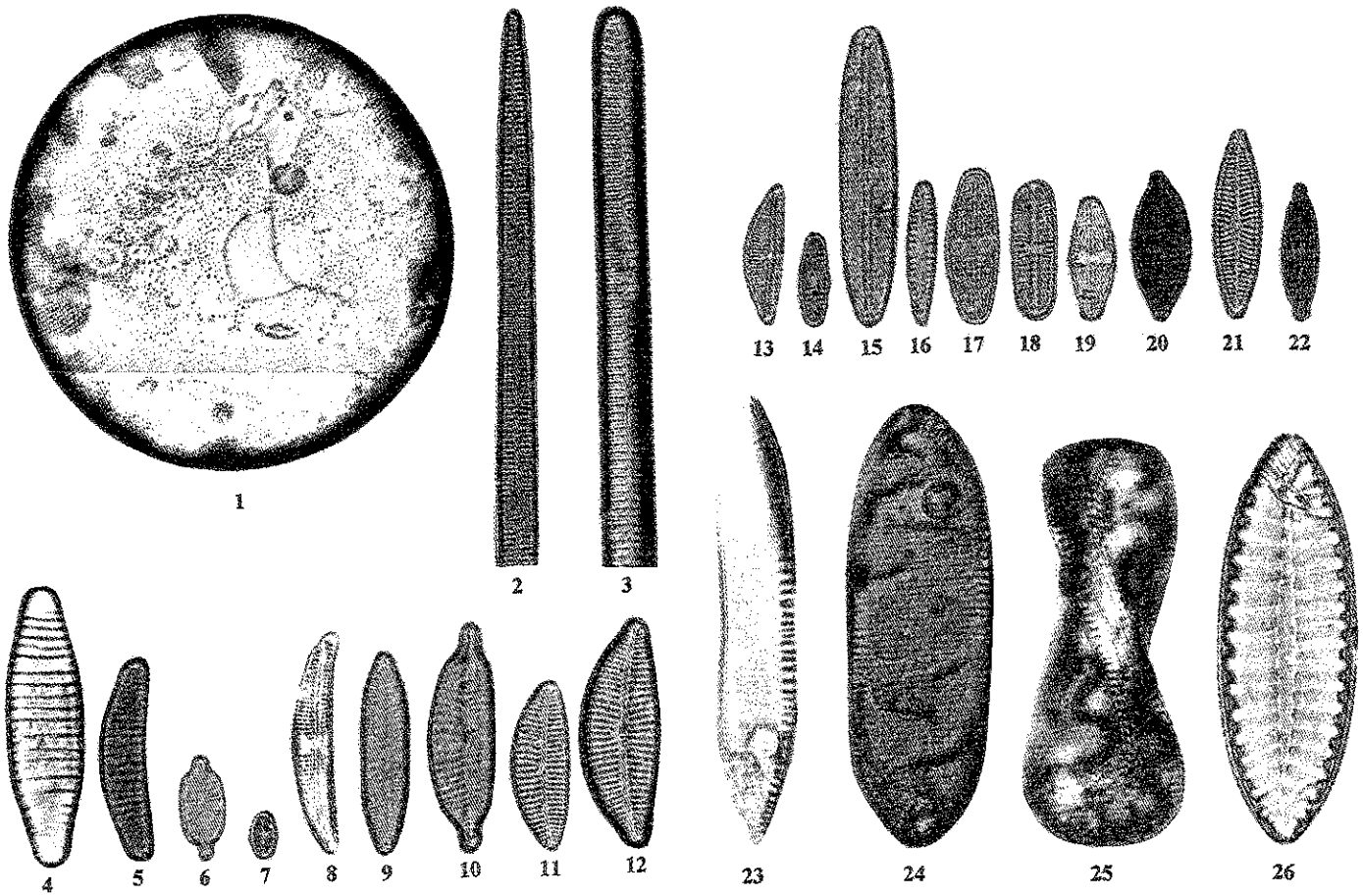
Family Eunotiaceae
Diatoma ehrenbergii Kützing
Diatoma vugaris Bory
Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mill var. *bilunaris sensulato*
Eunotia minor (Kützing) Grunow

Family Achnanthaceae
Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann
Achnanthes exigua Grunow var. *exigua*
Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot

Family Naviculaceae
Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing
Amphora dusenii Brun
Amphora libyca Ehrenberg
Amphora montana Krasske
Caloneis lauta Carter & Bailey-Watts
Cymbella amphicephala Naegeli
Cymbella hustedtii Krasske
Cymbella silesiaca Bleisch
Cymbella sinuata Gregory
Cymbella turgidula Grunow
Frustulia weinholdii Hustedt
Gomphonema affine Kützing
Gomphonema augur var. *turris* (Ehrenberg) Lange-Bertalot
Gomphonema micropus Kützing
Gomphonema minutum (Agardh) Agardh
Gonphonema pumilum var. *rigidum*
Gyrosigma nodiferum (Grunow) Reimer
Navicula amphibola Cleve
Navicula cohnii (Hilse) Lange-Bertalot
Navicula concentrica Carter
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot
Navicula jaagii Meister
Navicula laevissima Kützing var. *laevissima*
Navicula microdigituradiata Lange-Bertalot
Navicula mutica Kützing var. *mutica*
Navicula subplacentula Hustedt
Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory
Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer
Pinnularia subgibba Krammer
Pinnularia viridiformis Krammer
Stauroneis producta Grunow

Family Bacillariaceae
Hantzschia distinctepunctata (Hustedt) Hustedt
Nitzschia bremensis Hustedt
Nitzschia brevissima Grunow
Nitzschia coarctata Grunow
Nitzschia granulata Grunow
Nitzschia subacicularis Hustedt

Family Surirellaceae
Cymatopleura solea var. *apiculata* (W. Smith) Ralfs
Surirella bifrons Ehrenberg
Surirella spiraloides Hustedt
Surirella splendida (Ehrenberg) Kützing



Figs. 1- 26. New record species of diatom found in Mae Sa Stream, National Park, Chiang Mai, Thailand (X 1500); 1–*Actinocyclus normanii* (Gregory) Hustedt, 2–*Fragilaria biceps* (Kützing) Lange-Bertalot, 3–*Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, 4–*Diatoma vugaris* Bory, 5–*Eunotia minor* (Kützing) Grunow, 6–*Achnanthes exigua* Grunow var. *exigua*, 7–*Achnanthes helvetica* (Hustedt) Lange-Bertalot, 8–*Amphora libyca* Ehrenberg, 9–*Caloneis lauta* Carter & Bailey-Watts, 10–*Cymbella amphicephala* Naegeli, 11–*Cymbella hustedtii* Krasske, 12–*Cymbella turgidula* Grunow, 13–*Cymbella silesiaca* Bleisch, 14–*Cymbella sinuata* Gregory, 15–*Frustulia weinholdii* Hustedt, 16–*Gonphonema pumilum* var. *rigidum*, 17–*Navicula cohnii* (Hilse) Lange-Bertalot, 18–*Navicula laevissima* Kützing var. *laevissima*, 19–*Navicula mutica* Kützing var. *mutica*, 20–*Navicula subplacentula* Hudtedt, 21–*Navicula tripunctata* (O. F. Müller) Bory, 22–*Stauroneis producta* Grunow, 23–*Nitzschia bremensis* Hustedt, 24–*Cymatopleura solea* var. *apiculata* (W. Smith) Ralfs, 25–*Surirella spiraloides* Hustedt, 26–*Surirella splendida* (Ehrenberg) Kützing

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Studies of the diatom of Thailand has started since the latest year of the nineteenth century. Most of early taxonomic studies were done by foreign scientists. (Lewmanomont *et al.*, 1995) reported about the papers of diatom flora published by foreign scientists such as Ostrup in 1902, Patrick in 1936, Hirano in 1967 and Foged in 1971. Among the additional records for Thailand from 1971 to date, works on diatom have been carried out by Thai scientists in various universities and institutions, but not deep in details. Most works are planktonic diatom studies.

The present study gives a total of 222 diatoms taxa. Fifty five species of these have never been recorded in Thailand before. According to the reports, it is obvious that Thailand makes slow progress in freshwater algae biodiversity studies. If we consider the aquatic environment more intimately, we shall see that most important producers are algae either planktonic or benthic forms. Therefore, extensive biodiversity of freshwater algae is urgently needed as supporting knowledge for all biological sciences and for the development of the country as well.

ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely thank Assoc. Prof. Dr. Eugen Rott and Dr. Peter Pfister, Institut für Botanik der Universität Innsbruck Austria for his interest and advice during the workshop "Use of Diatoms for Environmental Monitoring" held on the institute during 3-11 November 1997. We are deeply grateful to Prof. Dr. Erwin Reichardt Bubenheim 136, D-91757 reuchtlingen German for help with checking identification.

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541079.

REFERENCES

COX, E. J. 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman & Hall, London.

FOGED, N. 1971. Freshwater diatoms in Thailand. Odense Publisher, Denmark.

FOGED, N. 1975. Some littoral diatoms from the coast of Tanzania. A. R. GantnerVerlag Kommanditgesellschaft,Vaduz.

FOGED, N. 1976. Freshwater diatoms in Srilanka (Ceylon). Odense Publisher, Denmark.

HORACE, G. B. AND E. Y. HAWORTH. 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule. The Freshwater Biological Association.

KRAMMER, K. 1992. Pinnularia eine Monographie der europäischen Taxa. Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2. Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1991a. Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg.Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula. Süß wasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg.Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

LANGE-BERTALOT, H. 1995. Iconographia diatomologica annotated diatom micrographs. Koeltz Scientific Books, Germany.

LANGE-BERTALOT, H. AND K. KRAMMER. 1989. Achnanthes eine Monographie der Gattung. Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.

LEE, R. E. 1980. Phycology. Cambridge University Press, London.

LEWMANOMONT, K., L. WONGRAT AND C. SUPANWANID. 1995. Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

MARGARITA, S. B. 1994. Algal periphyton in two rivers in Costa Rica with special reference to diatoms organic pollution and altitudinal differentiation. Ph.D. Thesis. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

PFISTER, V. P. 1992. Phytobenthos communities from 2 Tyrolean mountain streams. Arbeitsgemeinschaft Limnologie, Telfs, Österreich.

PODZORSKI, A. C. AND H. HAKANSSON. 1987. Freshwater and marine diatoms from Palawan (a Philippine island). Gebrüder, Borntreger Verlagsbuchhandlung.

ROTT, E. 1995. Diatoms of the Grand river, Ontario, Canada restudied after 25 years. Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Austria.

VYVERMAN, W. 1991. Diatoms from Papua New Guinea. Gebruder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.

DIVERSITY OF FRESHWATER PHYTOPLANKTON IN THAILAND (CHLOROPHYTA AND CHROMOPHYTA)

Ladda Wongrat

Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชน้ำจืดในประเทศไทย (คลอโรไฟตา และโครโมไฟตา)

ลัดดา วงศ์รัตน์

ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชน้ำจืดในไฟลัมคลอโรไฟตา และโครโมไฟตาใน 8 จังหวัด ในภาคกลางของประเทศไทย ได้แก่ ชัยนาท, นครสวรรค์, พระนครศรีอยุธยา, ลพบุรี, สิงห์บุรี, สุพรรณบุรี. อ่างทอง และอุทัยธานี ทำการเก็บตัวอย่างจาก 116 สถานี เป็นเวลา 1 ปี (ตุลาคม 2540 ถึงกันยายน 2541) โดยการลากหรือกรองตัวอย่างจากน้ำโดยใช้ถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 26 และ 60 ไมครอน แบ่งเวลาในการเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแล้ง และช่วงมีฝน ความถี่ในการเก็บตัวอย่างขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ดองตัวอย่างด้วยฟอร์มาลิน 4% วิเคราะห์ตัวอย่างจากตัวอย่างดอง หรือตัวอย่างมีชีวิตในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์แพลงก์ตอนพืชชนิดที่มีหนวดซึ่งต้องนำโครงสร้างของเซลล์มาพิจารณา

พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 5 คลาส แบ่งเป็น 264 ชนิด 23 วาไรอิตี้ Class Chlorophyceae เป็นกลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดคือ มีจำนวน 140 ชนิด ชนิดที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ *Eudorina elegans, Volvox tertius, Pediastrum* simplex และ *P. duplex* ส่วนชนิดที่พบสม่ำเสมอ ได้แก่ Coelastrum *cambricum, Tetraedron gracile, T. minimum, Crucigenia crucifera, Scenedesmus quadricauda, S. bijuga, Dictyoshaerium pulchellum, Closterium acerosum* และ *Staurastrum gracile* กลุ่มที่พบรองลงมา คือ Class Euglenophyceae ชนิดที่พบบ่อยในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Euglena acus, Phacus ranula, P. tortus, Trachelomonas armata, T. volvocina* และ *Strombomonas schauninslandii* ไดอะตอมที่พบตลอดเวลาเก็บตัวอย่างคือ เซกทริคไดอะตอมชนิด *Aulacoseira granulata* ไดอะตอมส่วนใหญ่ที่พบสม่ำเสมอ ได้แก่ เพนเนทไดอะตอม แต่พบจำนวนน้อยในแต่ละชนิด Class Chrysophyceae และ Dinophyceae เป็นกลุ่มที่ไม่ค่อยพบในการศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม *Peridinium elpatiewskyi* และ *Ceratium hirundinella* เป็นไดโนแฟลเจลเลตที่พบบ่อยในหลายตัวอย่างที่ทำการศึกษา

คำหลัก: ความหลากหลาย, แพลงก์ตอนพืชน้ำจืด, คลอโรไฟตา, โครโมไฟตา, ประเทศไทย

INTRODUCTION

Basic research, particularly biodiversity has received little attention in Thailand until the establishment of BRT (Biodiversity Research and Training Program) in November 1995. Since that date, taxonomic study has been aroused through competitive research grants and information made available about the status of biodiversity of Thailand. These cause several consequences, e.g. strengthen the importance of natural resources, promotes public awareness and conservation efforts among Thai people.

Early works on freshwater plankton in Thailand have been made mainly on fishery biology surveys or limnological works. A few taxonomic studies of plankton were master theses (Wongrat, 1996). It was estimated that about 161 genera, 1,001 species, 287 varieties, and 63 forms of freshwater plankton were found in Thailand (Wongrat, 1995). At present at least 44 species of zooplankton were recorded (Wongrat, 1996).

In order to assess the present state of plankton resources, a major project entitled "Diversity of freshwater plankton in Thailand" has developed as cooperation projects among 3 universities: Kasetsart University, Khon Kaen University, and Prince of Songkhla University. This 3 year project intends to include taxonomic work on phytoplankton and zooplankton in the central, northeastern and southern parts of the country. The main objective of the project is to

supply checklist, taxonomic descriptions with photographs and/or line drawings of plankton in order to prepare monographs of freshwater plankton in Thailand.

In the present paper, attention is given to the diversity of phytoplankton (Chlorophyta and Chromophyta) in the central part of Thailand. Their distributions and some environmental factors that affect the composition of the flora will be also included.

STUDY AREA

The study area is located in 8 provinces of the central part of Thailand namely: Chai Nat, Nakhon Sawan, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Lop Buri, Sing Buri, Suphan Buri, Ang Thong and Uthai Thani (Fig.1). Various types of aquatic habitats were chosen for phytoplankton samplings. Aquatic habitats can be ecologically divided into 2 categories: lentic (standing waters): reservoir, marsh, swamp, fish pond, rice field and lotic (running water): river, irrigation canal, canal.

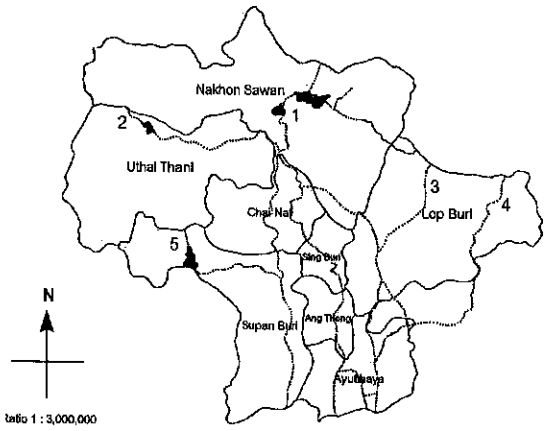


Fig. 1. Map of the study area. Numbers represented the rivers : 1. Chao Phraya; 2. Sakae Krang; 3. Pa Sak; 4. Lop Buri; 5. Ta Jean

METHODOLOGY

This study was conducted for one year, from October 1997 to September 1998. A total of 116 sampling sites were sampled by using 2 plankton nets; 26 and 60 μm mesh sizes. The plankton net was towed either horizontally or obliquely. Vertical tow or filter sampling might be occasionally adopted depending on some particular sampling sites. Sampling was made in two different periods: dry period (November 1997-Fabuary 1998; March-April 1998) and wet periods (July-August 1998). Each sampling sites would be sampled twice. Phytoplankton samples were fixed shortly after collection with 4% neutralized formalin. Also some live samples were collected for flagellate identification, particularly Order Volvocales of Class Chlorophyceae, and euglenoids of Class Euglenophyceae. Water analyses were made at the same spot with phytoplankton sampling. Water temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity, turbidity and salinity were measured through the water column using HORIBA. Data of general characteristics of each sampling site (depth, aquatic plants, weather, water color, etc.) were also recorded for further use. Identification was carried out with a compound microscope (Olympus BH) equipped with 10 AD microphotograph.

RESULTS AND DISCUSSION

The phytoplankton of the 8 provinces (Chai Nat, Nakhon Sawan, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Lop Buri, Sing Buri, Suphan Buri, Ang Thong and Uthai Thani) consisted of 264 species, 23 varieties, belonging to five classes (Table 1). The Chlorophyceae (green algae) was the best represented class with 140 species, followed by Euglenophyceae (euglenoids) with 68 species. Both classes accounted up to 75% of the phytoplankton communities.

The most common species in this investigation were: *Eudorina elegans*, *Volvox tertius*, *Pediastrum simples* and *Pediastrum duplex*. Green algae which were regularly observed included: *Coelastrum cambricum, Tetraedron gracile, T. minimum, Crucigenia crucifera, Scenedesmus quadricauda, S. bijuga, Dictyosphaerium pulchellum, Closterium acerosum* and *Staurastrum gracile.*

Table 1. Check list of phytoplankton found in the central part of Thailand

Classification/Scientific Name

Plylum Chlorophyta
Class Chorophyceae
Order Volvocales
Family Chlamydomonadaceae
1. *Carteria cordiformis* (Carter) Diesing
2. *C. radiosa* Korsch.
3. *Chlamydomonas angulosa* Dill.

Family Volvocaceae
4. *Eudorina elegans* Ehrenberg
5. *E. californica* (Shaw) Goldstein
6. *E. illinoisensis* (Kofoid) Pascher
7. *Gonium pectorale* Muller
8. *G. sociale* Dujardin
9. *Pandorina morum* (Muller) Bory
10. *Volvox aureus* Ehrenberg
11. *V. globator* Linnaeus
12. *V. tertius* A. Meyen

Order Chlorococcales
Family Botryococcaceae
13. *Botryococcus braunii* Kutzing
14. *B. protuberans* W.& G.S. West
Family Coelastraceae
15. *Coelastrum cambricum* Archer
16. *C. microporum* Naegeli
17. *C. reticulatum* (Dangeard) Senn
18. *C. sphaericum* Naegeli

Family Hydrodictyaceae
19. *Pediastrum duplex* Meyen var. *subgranulatum* Raciborski
19.1 *P. duplex* Meyen var. *cohaerens* Bohlin
19.2 P. duplex Meyen var. *gracilimum* West. & G.S. West
20. *P. simplex* (Meyen) Lemmermann
20.1 *Pediastrum simplex* (Meyen) Lemmerman var. *duodenarium* (Bailey) Rabenhorst
21. *P. tetras* (Ehrenberg) Ralfs
22. *Planktosphaeria gelatinosa* G.M. Smith
23. *Sorastrum spinulosum* Naegeli

Family Oocystaceae
24. *Ankistrodesmus convolutus* Corda
25. *A. falcatus* (Chorda) Ralfs
26. *A. nitzschioides* G.S. West
27. *Ankistrodesmus spiralis* (Turner) Lemmermann
28. *Dictyosphaerium pulchellum* Wood
29. *Dimorphococcus lunatus* A. Braun
30. *Golenkinia paucispina* West & West
31. *G. radiata* (Chodat) Wille
32. *Kirchneriella lunaris* (Kircher) Moebius
33. *K. obesa* (W. West) Schmidle
34. *Lagerheimia ciliata* (Lagerheim) Chodat
35. *L. subsalsa* Lemmermann
36. *Nephrocytium limneticum* (G.M.Smith) G.M. Smith
37. *N. lunatum* W. West
38. *Oocystis elliptica* West
39. *O. lacustris* Chodat
40. *Quadrigula chodatii* (Tan.-Ful.) G.M.Smith
41. *Q. lacustris* (Chodat) Smith
42. *Selenastrum gracile* Reinsch
43. *S. westii* G.M. Smith
44. *Schroederia indica* Philipose
45. *S. setigera* (Schroder) Lemmermann
46. *Tetraedron caudatum* (Reinsch) Hansgirg
47. *T. gracile* (Reinsch) Hansgirg
48. *T. hastatum* (Reinsch) Hansgirg
49. *T. incus* (Teiling) Smith
50. *T. minimum* (A. Braun) Hansgirg
51. *T. muticum* (A. Braun) Hansgirg
52. *T. pusillum* (Wallich) West & West
53. *T. regulare* Kutzing
53.1 *Tetraedron regulare* Kutzing var. *incus* Teiling
54. *T. trigonum* (Naegeli) Hansgirg
54.1 *T. trigonum* (Naegeli) Hansgirg var. *gracile* (Reinsch) De Toni
55. *T. victoriae* Woloszynska
56. *Treubaria triappendiculata* Bernard

Family Scenedesmaceae
57. *Actinastrum hantzschii* Lagerheim
57.1 *A. hantzschii* Lagerheim var. *fluviatile* Schrüder
58. *Crucigenia alternans* G.M. Smith
59. *C. crucifera* (Wolle) Collins
60. *C. fenestrata* Schmidle
61. *C. irregularis* Wille
62. *C. quadrata* Morren
63. *C. rectangularis* (A. Braun) Gay
64. *C. tetrapedia* (Kirchner) West & G.S.West
65. *C. truncata* G.M. Smith
66. *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat
67. *S. arcuatus* Lemmermann
67.1 *S. arcuatus* Lemmerman var. *platydisca* Smith
68. *S. bernardii* G.M. Smith
69. *S. bijuga* (Turpin) Lagerheim
70. *S. brasiliensis* Bohlin
71. *S. denticulatus* Lagerheim
72. *S. dimorphus* (Turpin) Lagerheim
73. *S. incrassulatus* Bohlin
74. *S. indicus* Philipose
75. *S. lefevrei* Deflandre
76. *Scenedesmus opoliensis* Richter
77. *S. perforatus* Lemmermann
78. *S. platydiscus* (G.M. Smith) Chodat
79.Scenedesmus quadricauda (Turpin) de Brebisson
80. *Tetrastrum heteracanthum* (Nordstedt) Chodat

Order Ulotrichales
Family Ulotrichaceae
81. *Ulothrix* spp.

Order Oedogoniales
Family Oedogoniaceae
82. *Oedogonium* spp.

Order Zygnematales (Conjugales)
Family Desmidiaceae
83. *Arthrodesmus convergens* Ehrenberg
84. *A. curvatus* Turner
85. *Closterium acerosum* (Schrank) Ehrenberg
86. *C. aciculare* Tuffen West
87. *C. acutum* (Lyngbye) Brebisson
88. *C. attenuatum* Ehrenberg
89. *C. ehrenbergii* Meneghini
90. *C. gracile* Brebisson
91. *C. lineatum* Ehrenberg
92. *C. lunula* (Muller) Nitzsch
93. *C. porrectum* Nordstedt
94. *C. setaceum* Ehrenberg
95. *C. tumidum* Johnson
96. *C. turgidum* Ehrenberg
97. *C. venus* Kutzing
98. *Cosmarium contractum* Kirchner
99. *C. depressum* (Naegeli) Lundell
100. *C. lundelli* Delp.
101. *C. magnifucum* Nordstedt

Table 1. (continued)

Classification/Scientific Name

102. *Euastrum turgidum* Wallich
103. *E. sinuosum* Lenormann
104. *Hyalotheca dissiliense* (Smith) Brebisson
105. *Micrasterias alta* Wallich
106. *M. foliacea* Bailey
107. *M. mahabuleshwarensis* Hobson
108. *M. pinnatifida* (Kutzing) Ralfs
109. *M. radians* Turner
110. *Onychonema laeve* Nordstedt
111. *Pleurotaenium ehrenbergii* (Brebisson) De Bary
112. *P. trabecula* (Ehrenberg) Naegeli
113. *P. verrucosum* (Bailey) Lundell
114. *Sphaerozosma excavatum* Ralfs
115. *S. granulatum* Roy & Bisset
116. *Spondylosium nitens* (Wallich) Archer
117. *S. planum* (Holle) West & G.S. West
118. *S. pulchrum* Bailey
119. *Staurastrum arachne* Ralfs
120. *S. archerii* West
121. *S. dejectum* Brebisson
122. *Staurastrum gracile* Ralfs
123. *S. longebrachiatum* (Borge.) Gutwinski
124. *S. leptodermum* Lundell
125. *S. muticum* Br bisson
126. *S. paradoxum* Meyen
127. *S. pingue* Teiling
128. *S. pinnatum* Turner
129. *S. polymorphum* Brebisson
130. *S. sebaldi* Reinsch
131. *Xanthidium subtrilobum* West

Family Mesotaeniaceae
132. *Gonatozygon monotaenium* De Bary
133. *Penium cucurbitinum* Bisset

Family Zygnemataceae
134. *Spirogyra* spp.
135. *Mougeotia scalaris* Hassal
136. *Zygnema* spp.
137. *Planktonema lauterborni* Schmidle

Order Tetrasporales
Family Coccomyxaceae
138. *Elakatothrix gelatinosa* Wille

Family Palmellaceae
139. *Gloeocystis gigas* (Kutzing) Lagerheim
140. *G. vesiculosa* Naegeli

Order Euglenales
Family Euglenaceae
141. *Euglena acus* Ehrenberg
141.1 *E. acus* Ehrenberg var. *longissima* Deflandre
142. *E. caudatus* Hubner
143. *E. charkowirensis* Swirenko
144. *E. ehrenbergii* Klebs
145. *E. gracilis* Klebs
146. *E. oxyuris* Schmarda
147. *E. polymorpha* Dangeard
148. *E. proxima* Dangeard
149. *E. spirogyra* Ehrenberg
150. *E. viridis* Ehrenberg
151. *Phacus acuminatus* Stokes
152. *P. anacoelus* Stokes
153. *P. caudatus* Hubner
154. *P. contortus* Bourrelly
155. *P. curvicauda* Swirenko
156. *P. helikoides* Pochmann
157. *P. lefevrei* Bourrelly
158. *P. longicauda* (Ehrenberg) Dujardin
158.1 *P. longicauda* (Ehrenberg) Dujardin var. *madagassica* (Pochmann) Huber-Pestalozzi
159. *P. meson* Pochmann
160. *P. mirabilis* Pochmann
161. *P. myersi* Skvortzow
162. *P. onyx* Pochmann
163. *Phacus. orbicularis* Hubner
164. *P. pleuronectes* (O.F. Muller) Dujardin
165. *P. pseudonordstedtii* Pochmann
166. *P. raciborskii* Drezepolski
167. *P. ranula* Pochmann
168. *P. swirenkoi* Skvortzow
169. *P. tortus* (Lemmermann) Skvortzow
170. *P. triqueter* (Ehrenberg) Dujardin
171. *P. tripteris* Dujardin
172. *Lepocinclis fusiformis* (Carter) Lemmermann
173. *L. glabra* Drezepolski
174. *L. marsonni* Lemmermann
175. *L. ovum* (Ehrenberg) Lemmermann
176. *L. salina* Fritsch
177. *Trachelomonas armata* (Ehrenberg) Stein var. *longa* Deflandre
177.1 *T. armata* (Ehrenberg) Stein var. *longispina* Deflandre
178. *T. crebea* Kellicott emend Deflandre
178.1 *T. crebea* Kellicott emend Deflandre var. *spinosa* Balech
179. *T. crispa* Balech
180. *T. euchlora* (EhrenbergX Lemmermann var. *cylindrica* (Ehrenberg) Lemmermann
181. *T. dubia* Swir. var. *ornata* Szabados
182. *T. globularis* (Awerinzeff) Lemmermann
182.1 *T. globularis* (Awerinzeff) Lemmermann var. *gigas* Drezepolski
183. *T. hispida* (Perty) Stein
183.1 *T. hispida* (Perty) Stein var. *coronata* Lemmermann
183.2 *T. hispida* (Perty) Stein var. *duplex* Deflandre
184. *T. horrida* Palmer
185. *T. hungarica* Szabados var. *banatica* Szabados
186. *T. giardiana* (Playfair) Deflandre
187. *T. intermedia* Dangeard
188. *T. lacustris* Drezepolski
189. *T. lismorensis* Playfair
190. *T. planctonica* Swirenko
190.1. *T. planctonica* Swirenko var. *oblonga* Drezepolski
191. *T. pulcherrima* Playfair
192. *T. scabra* Playfair
193. *T. spectabilis* Deflandre
194. *T. splendida* Playfair
195. *T. superba* Swirenko emend Deflandre
196. *T. sydneyensis* Playfair
197. *T. urceolata* Stokes
198. *T. volvocina* Ehrenberg
199. *T. volzii* Lemmermann var. *cylindrica* Playfair
200. *T. woycickii* Kockzara
201. *Strombomonas australica* (Playfair) Deflandre
202. *S. deflandrei* (Roll) Deflandre
203. *S. fluviatilis* (Lemmermann) Deflandre
204. *S. gibberosa* (Playfair) Deflandre
205. *S. longicauda* (Swirenko) Deflandre
206. *Strombomonas schauinslandii* (Lemmermann) Deflandre
207. *S. verrucosa* (Daday) Deflandre

Class Bacillariophyceae
Order Biddulphiales (Centric diatom)
Suborder Coscinodiscineae
Family Melosiraceae
208. *Melosira varians* Agardh
209. *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen
209.1 *A. granulata* (Ehrenberg) Simonsen var. *angustissima* O. Muller

Table 1. (continued)

Classification/Scientific Name	
Family Aulacoseiraceae	**Family Naviculaceae**
Family Thalassiosiraceae	236. *Amphora acutiuscula* Kutzing
210. *Cyclotella kuetzingiana* Thwaites	237. *A. angustata* Gregory
211. *C. meneghiniana* Kutzing	238. *Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni
	239. *Gyrosigma* spp.
Family Coscinodiscaceae	240. *Navicula* spp.
212. *Coscinodiscus rohtii* (Ehrenberg) Grunow	241. *Pinnularia braunii* (Grunow) Cleve
	242. *P. interrupta* W. Smith
Order Rhizosoleniineae	243. *P. viridis* (Nitzsch) Ehrenberg
Family Rhizosoleniaceae	
213. *Rhizosolenia eriensis* H.L. Smith	**Family Rhopalodiaceae**
	244. *Epithemia cistula* (Ehrenberg) Ralfs
Order Bacillariales (Pennate diatom)	245. *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Muller
Suborder Fragilariineae	
Family Fragilariaceae	**Family Bacillaiaceae**
214. *Diatoma elongatum* (Lyngbye) Agardh	246. *Bacillaria paxillifer* (O.F.Muller) Hendey
215. *Fragilaria capucina* Desmaz	247. *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow
216. *F. crotonensis* Kitton	248. *Nitzschia amphibia* Grunow
217. *F. vaucheriae* Boye Petersen	249. *N. ignorata* Krasske
218. *Synedra acus* Kutzing	250. *N. sigma* (Kutzing) W. Smith
219. *S. ulna* (Nitzsch) Ehrenberg	
	Family Surirellaceae
Family Tabellariaceae	251. *Surirella elegans* Ehrenberg
220. *Tabellaria fenestrata* (Lyngbye) Kutzing	252. *S. linearis* W. Smith
	253. *Surirella robusta* Ehrenberg
Family Striatellaceae	254. *S. tenuis* Mayer
221. *Grammatophora* sp.	
	Class Chrysophyceae
Suborder Bacilariineae	**Order Ochromonadales**
Family Eunotiaceae	**Family Mallomonadaceae**
222. *Eunotia didyma* Grunow.	255. *Mallomonas acaroides* Perty
223. *E. lunaris* (Ehrenberg) Grunow	256. *M. litomesa* Stokes
224. *E. flexuosa* Kutzing	
225. *E. monodon* Ehrenberg	**Family Ochromonadaceae**
226. *E. pectinalis* (Dillw. Kutzing) Rabenhorst var. *ventralis* (Ehrenberg) Hustedt	257. *Dinobryon divergens* Imhof
	258. *D. sertularia* Ehrenberg
Family Achnanthaceae	**Order Heterococcales**
227. *Achnanthes lanceolata* (Brebisson) Grunow	**Family Centritractaceae**
228. *Cocconeis* sp.	259. *Centritractus belanophorus* Lemmermann
	260. *C. dubius* Printz
Family Cymbellaceae	
229. *Cymbella cuspidata* Kutzing	**Class Dinophyceae**
230. *Cymbella. tumida* (Brebisson) Van Heurck	**Order Peridiniales**
231. *Cymbella ventricosa* Kutzing	**Family Peridiniaceae**
232. *Gomphonema lanceolatum* Grunow	261. *Peridinium cunningtonii* (Lemmermann) Lemmermann
233. *G. parvulum* Kutzing	262. *P. elpatiewskyi* (Ostenfeld) Lemmermann
234. *G. sphaerophorum* Ehrenberg	263. *Peridinium inconspicuum* Lemmermann
235. *G. lanceolatum* Ehrenberg	264. *Ceratium hirundinella* (O.F.Muller) Dujardin

Among green algae, the motile colonial forms and non motile coccoid forms were common to abundant in most of the samples identified. Members of the Volvocales, i.e. *Pandorina morum, Eudorina elegans* and *Volvox* spp. were commonly occurred in the lotic habitats (rivers, canals) because of its ability to move within the water column. These species were occasionally caused water bloom in some sampling sites because their active migrations were suitable for optimum growth, either in terms of irradience or nutrients (Priddle and Happey-Wood, 1983). Large size may be an important characteristic in aiding survival of the colonial green flagellates (e.g. *Volvox*) from grazing by filter-feeding zooplankton (Reynold and Rogers, 1983). The nonmotile algae of Chlorococcales were the most diverse group among green algae, particularly genus *Scenedesmus* with 15 species, followed by *Tetrahedron* and *Crucigenia*. As indicated earlier, large size may be an important characteristic to prevent grazing by filter-feeding zooplankton, *Pedistrum duplex* and *P. simplex* were frequently found in both lentic and lotic habitats.

As most sampling sites were alkaline waters, desmids (Family Desmidiaceae, Order Zygnematales, Class Chlorophyceae) in this study were present in relatively low in number of species. Many authors, e.g. Brook (1981), stated that the greatest diversity of desmids occur in waters with pH value between 4 and 7. Among these forms, *Staurastrum* was the most diverse genus, but usually presented in very small numbers in the samples.

Filamentous green algae are not normally considered true planktonic organisms. In this study, *Spirogyra, Zygnema* were found in rice fields or marshes in which associated with rice cultivation. *Mougeotia* and *Ulothrix* were scarcely observed in the study area.

Subdominant group, in terms of diversity, was euglenoids which represented 68 species in 4 genera: *Euglena, Lepocinclis, Strombomonas, Phacus,* and *Trachelomonas.* The latter two genera contained greater diversity than any other groups in this study. Euglenoids often occurred as mixed population with *Pediastrum, Eudorina, Volvox, Scenedesmus, Ankistrodesmus, Crucigenia* and *Coelastrum.* The species which were always found were *Euglena acus, Phacus ranula, P. tortus, Trachelomonas armata, T. volvocina,* and *Strombomonas schauninslandica.*

Diatoms or Bacillariophyceae included mostly pennate forms. However, the most important species was centric form *Aulacoseira granulata.* It was frequently found and occasionally abundant at many sampling sites. Conversely, *Rhizosolenia eriensis* was very rare and observed only very turbid water. Common diatom genera were *Fragilaria, Synedra, Eunotia, Navicula, Nitzschia* and *Surirella.*

Pennate diatoms, a characteristic group of running waters were always represented by *Cyclotella meneghiniana, Diatoma elongatum, Fragilaria* spp., *Eunotia* spp., *Cymbella tumida, Gyrosigma* sp., *Navicula* spp., *Bacillaria paxillifer, Surirella robusta, S. linearis, Nitzschia amphibia, N. amphioxys, N. ignorata* and *N. robusta.*

Chrysophytes or Chrysophyceae represented by only 3 genera: *Dinobryon, Mallomonas* and *Centritractus.* The first two genera were scarcely observed, whereas *Centritractus* was frequently found in many samples, but in very low numbers.

Dinoflagellates or Dinophyceae was represented only 2 genera: *Peridinium* and *Ceratium.* Only 4 species were observed including cosmopolitan species *Ceratium hirundinella* which was common in the study area. Another notable species was *Peridinium elpatiewskyi* which was occasionally found in large numbers.

Generally, the phytoplankton collected during October 1997 and September 1998 was rather uniformly distributed all over the study area. On comparison of percentages of phytoplankton diversities among 8 provinces, overall they appear to be slightly variable. Green algae dominated the phytoplankton. Euglenoids were the subdominant followed by diatoms, chrysophytes and dinoflagellates (Fig. 2). Diversity of green algae was above 40% everywhere (average 54%: min. 44%; max. 62%). It is somewhat higher at Nakhon Sawan than other provinces because samplings were made at Bung Boraphet, the largest man-made lake in Thailand. For euglenoids, Suphan Buri contained the highest percentage, because all sampling sites were characteristics of high nitrogen habitats because of rice cultivation. Similarly, the higher percentage of diatoms or Bacillariophyceae in Phra Nakhon Si Ayutthaya seemed to be related to sampling sites; most were rivers (Chao Phraya, Pa Sak, Lop Buri, etc.) or lotic environment. Many investigations show that diatoms are common or the major group of the phytoplankton in rivers (e.g. Round, 1984; Rojo *et al.*, 1994).

The lentic environments which support a high species of desmids (Desmidiaceae, Zygnematales) are those with relative low pH (6-7), low conductivity, low suspended solids (= low turbidity) and available macrophytes (Brook, 1981). Dominance of diatoms usually corresponds to high turbidities in all lotic environments (rivers, irrigation canals). Therefore, water current is a significant factor of diatom distribution. Rainfall seems to have great effect to diversity of phytoplankton. Number of phytoplankton species in the samples decrease during the wet period study.

The result of this taxonomic study provides a checklist of freshwater phytoplankton (Chlorophyta and Chromophyta). According to the existing data and the previous publications on this topic, it may be concluded that there has been a decrease in species diversity of chlorophytes and chromophytes in Thailand. Bung Boraphet, a largest shallow man-made lake is an example. The species diversity of 227 (excluding of blue-green algae)were recorded in 1971-1972 by Japanese scientists (Hirano, 1975; Yamaghishi, 1987; and Yamaghishi and Kanetsuna, 1987). The number has decreased to 120 species, 21 varieties in this study. The species number greatly decreased among desmids of Class Chlorophyceae. This means that water quality in Bung Boraphet tends to change from soft water to hard water or alkaline characteristic.

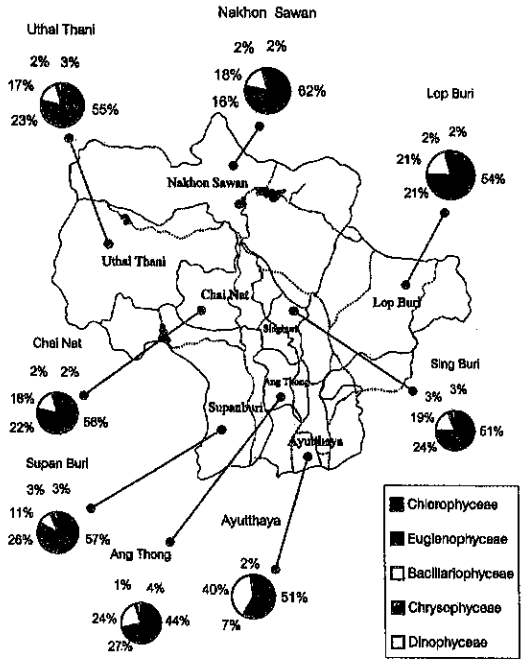


Fig. 2. Percentages of 5 classes of freshwater phytoplankton in the eight provinces between October 1997 and September 1998

CONCLUSIONS

1. The main taxonomic groups, green algae and euglenoids accounted for most species richness in this study, being followed by diatoms, chrysophytes, and dinoflagellates.
2. Factors that were significant to the distribution of freshwater phytoplankton were pH, and turbidity. Turbidity had an important effect on diatoms, while pH affected mainly on desmids.
3. According to the previous publications and the data of this study, it shows the decrease of freshwater phytoplankton diversity.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140016.

REFERENCES

BROOK, A. J. 1981. The biology of desmids. Botanical Monographs. Vol. 16. Blackwell, Oxford.

CLEVE, P. T. 1965. Synopsis of the naviculoid diatoms. A. Asher & Co., Amsterdam. 219 p., 4 Pls.

HIRANO, M. 1975. Phytoplankton from Lake Boraphet in the central plain of Thailand. Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ. 24(4): 187-203, 7 Pls.

PRIDDLE, J. AND C. M. HAPPEY-WOOD. 1983. Significance of small species of Chlorophyta in freshwater phytoplankton communities with special reference to five Welsh lakes. J. Ecol. 71: 793-810.

REYNOLDS, C. S. AND M.W. ROGERS. 1983. Cell and colony division in *Eudorina* (Chlorophyta, Volvocales) and some ecological implications. Br. Phycol. J. 18: 111-119.

ROJO, C., M. A. COBELAS, M. ARAUZO. 1994. An elementary, structural analysis of river phytoplankton. Hydrobiologia 289: 43-55.

ROUND, F. E. 1984. The ecology of algae. Cambridge University Press, London. 653 p.

WONGRAT, L. 1995. Freshwater algae in Thailand. pp. 96-291. In LEWMANOMONT, K., L. WONGRAT AND C. SUPANWANID. (eds.) Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand.

WONGRAT, L. 1996. The status of plankton diversity study in Thailand. pp. 147-170. In Proceedings of "Biodiversity, Use, Conservation and Research" at Pattaya, Chon Buri, 20-22 September.

WONGRAT, L., 1998. The status of phytoplankton diversity in Thailand. pp. 70-80. In WATANABE, M. M. AND M. KAYA (eds.), Advances in microalgal and protozoa studies in Asia. Global Environmental Forum, Tsukuba, Japan.

YAMAGISHI, T. 1987. The Euglenophyceae from Lake Boraphet in the central plain of Thailand. Reprinted from General Education Review, College of Agricultural Veterinary Medicine, Nihon University. 23: 39-51.

YAMAGISHI, T. AND Y. KANETSUNA. 1987. The planktonic Chlorophyceae from Lake Boraphet (the central plain, Thailand). General Education Review, College of Agricultural Veterinary Medicine, Nihon University. 23: 19-38.

DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON AND BENTHIC ALGAE IN MAE SA STREAM DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI

Yuwadee Peerapornpisal, Trai Pekthong, Prasert Walyaka and Sakorn Promkutkaew

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เชียงใหม่

ยุวดี พีรพรพิศาล, ตรัย เป็กทอง, ประเสริฐ ไวยะกา และ สาคร พรหมขัติแก้ว

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ตั้งแต่ เดือนเมษายน 2540 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2541 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 87 species แบ่งเป็น 5 divisions 8 orders 19 families และ 31 genera แพลงก์ตอนพืชที่พบส่วนใหญ่เป็นไดอะตอมซึ่งจัดอยู่ใน Order Pennales species เด่น ได้แก่ *Melosira varians* Agardh, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck และ *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith. พบเบนทิคอัลจี 172 species ส่วนใหญ่เป็นไดอะตอมใน Order Pennales เช่นกัน genera ที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ *Navicula* (38 species), *Nitzschia* (23 species), *Fragilaria* (16 species) และ *Gomphonema* (15 species) species เด่น ได้แก่ *Navicula lanceolata* (Agardh) Kützing, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith, *Fragilaria capucina* Desmazières, *Gyrosigma scalproides* (Rabh.) Cleve, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow, *Surirella capronii* Brébisson, *Surirella ovalis* Brébisson และ *Surirella spiralis* Kützing.

คำหลัก: แพลงก์ตอนพืช, เบนทิคอัลจี, ลำน้ำแม่สา

INTRODUCTION

Established in 1981, Doi Suthep-Pui National Park is located in Chiang Mai Province, northern Thailand, and has an area of 261 km^2. Doi Suthep-Pui (elevation 1,601 m.asl.) and Doi Pui (1,685 m.asl.) are part of a geologically ancient ridge forming the western boundary of the Ping River Valley. The forests on Doi Suthep-Pui can be divided into deciduous and evergreen forest types. Some 2,000 millimetres of rain fall on the park each year, mostly from May to October. The dry season comes between November and March. The average annual temperature, recorded near Phuphing Palace is 20°C, with maximum and minimum average temperatures of 24°C and 17°C respectively. The Mae Sa Watershed is situated in Mae Rim district, Chiang Mai Province. Part of the watershed lies within Doi Suthep-Pui National Park, which is one of the world's greatest areas for biodiversity; where natural forests and other wildlife resources are being preserved and protected. Doi Suthep-Pui has beautiful scenery and good climatic conditions and is one of the most famous tourist destinations in Thailand. It is also productive area for high value crops like vegetables, cut flowers and fruits.

The Mae Sa watershed is expected to become heavily impacted increasing agro-industrialization and tourism development. The results of the survey of biodiversity of phytoplankton and benthic algae can be applied in monitoring the changes in water quality in the future.

STUDY AREA

Twelve sites were studied once per season over a one year period from April 1997 to February 1998. The sites were selected along the Mae Sa river. The name and details of each site were as follows:

Site 1 Kong Hae Village: altitude 1075 m.asl., agriculture and residental
Site 2 entrance to Kong Hae Village: altitude 1000 m.asl., agriculture and residental
Site 3 Pong Yang elephant camp: altitude 960 m.asl., tourist attraction
Site 4 Sri Muang Kham Village: altitude 760 m.asl., agriculture and residental
Site 5 Huay Dee Mee: altitude 700 m.asl., residental
Site 6 Queen Sirikit Botanical Garden: altitude 650 m.asl., tourist attraction
Site 7 Mae Sa elephant camp: altitude 550 m.asl., tourist attraction
Site 8 Mae Sa waterfall: altitude 390 m.asl., tourist attraction
Site 9 Mae Rim bridge: altitude 340 m.asl., residental
Site 10 Cholaprathan bridge: altitude 330 m.asl., residental
Site 11 Pa Muang Village: altitude 330 m.asl., residental
Site 12 Mae Sa Luang Village: altitude 340 m.asl., agriculture and residental

METHODOLOGY

Sampling and Preparation

Phytoplankton samples were collected for identification using a plankton net of mesh size 10 mm. Preserve the samples with Lugol's solution. Samples were kept cool and dark before observation under a light microscope.

Epilithic diatom samples were scraped from 3-5 stones at each site. In the laboratory, the samples were cleaned by boiling for 15-30 minutes in concentrated HCl or HNO_3 and H_2O_2 . Naphrax was used for mounting. Light micrographs were made with an Olympus BX-40 microscope. Scanning electron micrographs were made with a JEOL JSM-840A microscope, operated at 8-20 KV. Black and white film was used (Kodak Verichromepan ISO 125).

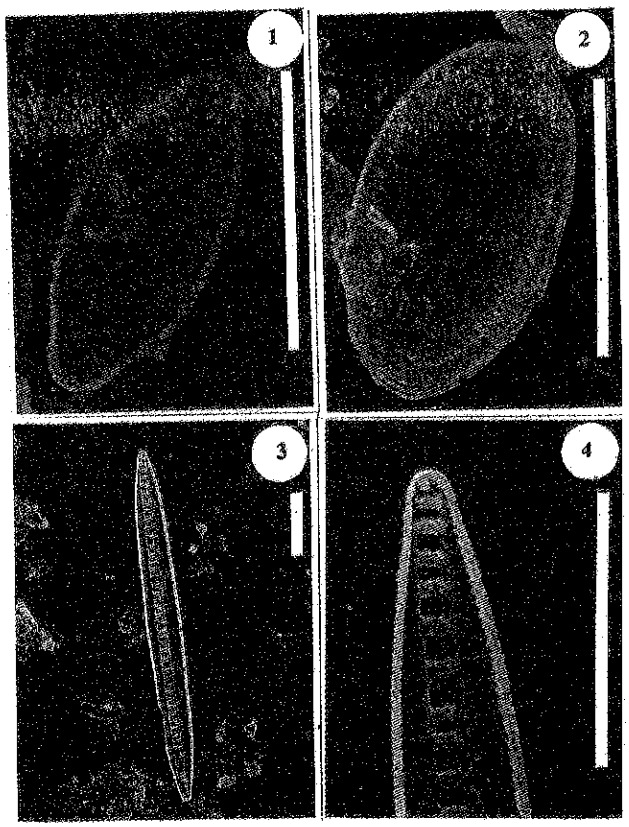


Fig 1. Scanning electron micrographs shown some diatom found in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chaing Mai, Thailand 1- *Achnanthes lanceolata* (rapheless valve showing the horseshoe-shaped thickening), 2- *Cocconeis placentula* (showing central nodule and polar nodule), 3-4- *Bacillaria paradoxa* (showing central keel or fibulae). Scale bars=10 μm.

RESULTS

Diatom Identification

The taxonomic classification system of the Süßwasserflora Mitteleuropas by Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 1991a) was followed. However in some cases, the key book or thesis of some tropical studies such as Foged (1971, 1975, 1976), Vyverman (1991) and Margarita (1994) were used. Structural data presented such as diameter, length, width, striae, striae frequency in 10 mm and the other features were observed under light and scanning electron microscopes. The scanning electron micrograph have been shown in Fig. 1

Phytoplankton Investigation

Eighty seven species of phytoplankton were found which could be classified into 5 divisions, 8 orders, 19 families and 31 genera. The majority of the phytoplankton species were diatoms in the Order Pennales and the most abundant species were *Melosira varians* Agardh, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck and *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith. Some bluegreen algae, *Anabaena,*

Pseudanabaena, Lyngbya, Cylindrospermopsis, were also found in planktonic form. Some green algae such as *Ankistrodesmus, Closterium, Cosmarium, Isthmochloron, Monoraphidium, Pediastrum, Staurastrum, Tetrastrum* and *Scenedesmus* were also present. The diatom list is presented in Table 1. Filamentous macroalgae such as *Spirogyra* spp., *Cladophora* spp. *Rhizoclonium* spp. (green algae) *Ceramium* spp. (red algae) and *Oscillatoria* spp. (bluegreen algae) were also found.

Species List

Table 1. Species list of diatoms found in Mae Sa Stream

ORDER CENTRALES

Family Thalassiosiraceae
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen
Cyclotella stelligera Cleve&Grunow
Melosira varians Agardh

ORDER PENNALES

Fragilariaceae
Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot
Fragilaria bidens Heiberg
Fragilaria capucina Desmazires
Fragilaria elliptica Schumann
Fragilaria mazamaensis (Sovereign) Lange-Bertalot
Fragilaria pinnata Ehrenberg var.*pinata*
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot
Synedra ulna var.aequalis (Kützing) Hustedt

Eunotiaceae
Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mill var.*bilunaris sensulato*
Eunotia minor (Kützing) Grunow

Achnanthaceae
Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann
Achnanthes crenulata Grunow
Achnanthes exigua Grunow var. *exigua*
Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot
Achnanthes lanceolata (Brébisson) Grunow
Achnanthes minutissima Kützing
Achnanthes oblongella Oestrup
Cocconeis placentula Ehrenberg

Naviculaceae
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve
Caloneis lauta Carter&Bailey-Watts
Diatoma ehrenbergii Kützing
Diatoma vugaris Bory
Gyrosigma nodiferum (Grunow) Reimer
Gyrosigma scalproides (Rabenhorst) Cleve
Gyrosigma spencerii (Quekett) Griffith&Henfrey
Navicula amphibola Cleve
Navicula bacillum Ehrenberg
Navicula cohnii (Hilse) Lange-Bertalot
Navicula concentrica Carter?
Navicula cryptocephala Kützing
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot
Navicula disjuncta Hustedt
Navicula exigua (Gregory) Grunow
Navicula gastrum (Ehrenberg) Kützing
Navicula gregaria Donk
Navicula jaagii Meister
Navicula laevissima Kützing var.*laevissima*
Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg
Navicula microdigituradiata Lange-Bertalot
Navicula mobiliensis var.*capitata*
Navicula mutica Kützing
Navicula mutica Kützing var. *mutica*
Navicula placentula (Ehrenberg) Grunow
Navicula pupula Kützing var.*pupula*
Navicula schroeterii Meister
Navicula sellaphora?
Navicula subplacentula Hustedt
Navicula tripunctata(O. F. Müller) Bory
Navicula viridula var.*rostellata* (Kützing) Cleve
Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg
Neidium affine var. *longiceps* (Gregory) Cleve
Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer?
Neidium dubium (Ehrenberg) Cleve
Neidium productum (W.Smith) Cleve
Pinnularia acrosphaeria Rabenhorst
Pinnularia braunii (Grunow) Cleve
Pinnularia brevicostata Cleve
Pinnularia interrupta W.Smith
Pinnularia mesolepta (Ehrenberg) W. Smith
Pinnularia subgibba Krammer
Pinnularia viridiformis Krammer?
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg
Stauroneis angustevittata
Stauroneis smithii Grunow

Nitzschiaceae
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow
Hantzschia distinctepunctata (Hustedt) Hustedt
Nitzschia bremensis Hustedt
Nitzschia brevissima Grunow
Nitzschia coarctata Grunow
Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow
Nitzschia fonticola Grunow
Nitzschia granulata Grunow
Nitzschia levidensis (W.Smith) Grunow
Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith
Nitzschia palea (Kützing) W. Smith
Nitzschia sigmoidae (Nitzsch) W. Smith
Nitzschia subacicularis Hustedt?

Bacillariaceae
Bacillaria paradoxa Gmelin

Epithemiaceae
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Müller var. *gibba*

Surirellaceae
Cymatopleura salea var.*apiculata* (W.Smith) Ralfs
Surirella angusta Kützing
Surirella bifrons Ehrenberg
Surirella biseriata Brébisson
Surirella capronii Brébisson
Surirella spiralis Kützing
Surirella tenera Gregory

Cymbellaceae
Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing
Amphora dusenii Brun
Amphora libyca Ehrenberg
Amphora montana Krasske
Cymbella affinis Kützing
Cymbella amphicephala Naegeli
Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve
Cymbella cistula (Ehrenberg) Kirchne
Cymbella hustedtii Krasske
Cymbella naviculiformis Auerswald
Cymbella silesiaca Bleisch
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck
Cymbella turgidula Grunow
Gomphonema affine Kützing?
Gomphonema augur Ehrenberg
Gomphonema augur var. *turris* (Ehrenberg) Lange-Bertalot?
Gomphonema gracile Ehrenberg
Gomphonema micropus Kützing
Gomphonema minutum (Agardh) Agardh
Gomphonema parvulum var.*lagenula* (Kützing)Frenguelli?
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing
Gonphonema pumilum var.*rigidum*

Benthic Algae Investigation

One hundred and seventy two species of benthic algae were found. The most abundant were also diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the genera *Navicula* (38 species), *Nitzschia* (23 species), *Fragilaria* (16 species) and *Gomphonema* (15 species). The most abundant species were *Navicula lanceolata* (Agardh) Kützing, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith, *Fragilaria capucina* Desmazieres, *Gyrosigma scalproides* (Rabh.) Cleve, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow, *Surirella capronii* Brébisson, *Surirella ovalis* Brébisson, and *Surirella spiralis* Kützing.

New Record

After the studied of the diversity of phytoplankton and benthic algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park was carried out from April 1997 to February 1998. Fifty six species were a new record in Thailand which could be classified into 7 families and 19 genera, shown in Table 2.

Table 2. New recorded of diatoms species found in Mae Sa Stream, Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

ORDER CENTRALES	*Cymbella turgidula* Grunow
	Frustulia weinholdii Hustedt
Family Thalassiosiraceae	*Gomphonema affine* Kützing?
Actinocyclus normanii (Gregory) Hustedt	*Gomphonema augur* var. *turris* (Ehrenberg) Lange-Bertalot?
Cyclotella stelligera Cleve&Grunow	*Gomphonema micropus* Kützing
	Gomphonema minutum (Agardh) Agardh
ORDER PENNALES	*Gonphonema pumilum* var.*rigidum*
	Gyrosigma nodiferum (Grunow) Reimer
Family Fragilariaceae	*Navicula amphibola* Cleve
Fragilaria biceps (Kützing) Lange-Bertalot	*Navicula cohnii* (Hilse) Lange-Bertalot
Fragilaria bidens Heiberg	*Navicula concentrica* Carter?
Fragilaria elliptica Schumann	*Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot
Fragilaria mazamaensis (Sovereign) Lange-Bertalot	*Navicula jaagii* Meister
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot	*Navicula laevissima* Kützing var.*laevissima*
	Navicula microdigituradiata Lange-Bertalot
Family Eunotiaceae	*Navicula mutica* Kützing var. *mutica*
Diatoma ehrenbergii Kützing	*Navicula subplacentula* Hustedt
Diatoma vugaris Bory	*Navicula tripunctata* (O. F. Müller) Bory
Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Mill var.*bilunaris sensulato*	*Neidium ampliatum* (Ehrenberg) Krammer?
Eunotia minor (Kützing) Grunow	*Pinnularia subgibba* Krammer
	Pinnularia viridiformis Krammer?
Family Achnanthaceae	*Stauroneis producta* Grunow
Achnanthes chlidanos Hohn & Hellermann	
Achnanthes exigua Grunow var. *exigua*	**Family Bacillariaceae**
Achnanthes helvetica (Hustedt) Lange-Bertalot	*Hantzschia distinctepunctata* (Hustedt) Hustedt
	Nitzschia bremensis Hustedt
Family Naviculaceae	*Nitzschia brevissima* Grunow
Amphora coffeaeformis (Agardh) Kützing	*Nitzschia coarctata* Grunow
Amphora dusenii Brun	*Nitzschia granulata* Grunow
Amphora libyca Ehrenberg	*Nitzschia subacicularis* Hustedt?
Amphora montana Krasske	
Caloneis lauta Carter&Bailey-Watts	**Family Surirellaceae**
Cymbella amphicephala Naegeli	*Cymatopleura solea* var.*apiculata* (W.Smith) Ralfs
Cymbella hustedtii Krasske	*Surirella bifrons* Ehrenberg
Cymbella silesiaca Bleisch	*Surirella spiraloides* Hustedt
Cymbella sinuata Gregory	*Surirella splendida* (Ehrenberg) Kützing

DISCUSSION

The diatom flora of Thailand has been investigated by foreign scientists for a hundred years from a checklist of algae in Thailand (Lewmanomont *et al.*, 1995). A total of 46 genera, 385 species, 144 varieties and 43 forms have been recorded. The diatom flora has been covered by the following papers published by foreign scientists such as Ostrup in 1902 recorded 81 different diatom from the small island, Koh Chang in the Gulf of Thailand, Patrick in 1936 reported a total of 185 diatom species in intestinal contents from tadpoles from Thailand and the Federal Malay States. The material collected by the Joint Thai-Japanese Biological Expedition to Southeast Asia 1961-1962 was identified by Hirano. In 1967, he published an account of 143 diatom species, 114 of them from samples from

Thailand. Most of these samples (7 of 12) were collected in the Chiang Mai area and the others from localities in central and southern Thailand.

In freshwater material collected by Foged in 1966 in central and northern Thailand, about 378 taxa were published 5 year later in Nova Hedwigia. Among these, 8 new species, 5 new varieties and 2 new forms were additional records for Thailand.

From 1971 to date, Thai scientists also worked on diatoms but not as intensively as before. Most work has been done on plankton. The material studied was collected from all parts of Thailand but mostly from the northern and northeastern parts of the country.

The present study report a total of 172 diatom taxa. One hundred and twelve taxa that could be classified into species are shown in the species list (Table 1.)

The planktonic community of running water has been much discussed in many studies and it is generally dominated by diatoms. The phytoplankton genera found in rivers also occur in still water and many of them are of benthic origin. Those that are true plankton must originate from still waters in the drainage basin. The truly planktonic diatoms such as *Melosira* and *Fragilaria* were dominated in this study.

Measurement of physical and chemical parameters has been investigated to assess water quality. Furthermore to looking for the relation between benthic diatoms and quality of the water. From this study the benthic diatoms tolerant of eutrophication, organic pollution and high turbidity are *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow and *Nitzschia palea* (Kü tzing) W.Smith. The tolerant groups are *Navicula lanceolata* (Agardh) Kützing, *Fragilaria capucina* Desmazieres , *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow and *Surirella ovalis* Bré bisson. The sensitive groups are *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Gyrosigma nodiferum* (Grunow) Reimer, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow and *Gomphonema augur* Ehrenberg. The species which characterises unpolluted waters with a low concentration of nitrogen is *Achnanthes minutissima* Kützing. Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 1991a) and Margarita (1994).

ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely thank Assoc. Prof. Dr. Eugen Rott and Dr. Peter Pfister, Institut für Botanik der Universität Innsbruck Austria for his interest and advice during the workshop "Use of Diatoms for Environmental Monitoring" held on the institute during 3-11 November 1997. I am deeply grateful to Prof. Dr. Erwin Reichardt Bubenheim 136, D-91757 Treuchtlingen German for help with checking identification.

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 139015.

REFERENCES

COX , E. J. 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman & Hall, London.
FOGED , N. 1971. Freshwater diatoms in Thailand. Odense Publisher, Denmark.
FOGED , N. 1975. Some littoral diatoms from the coast of Tanzania. A. R. GantnerVerlag, Kommanditgesellschaft. Vaduz.
FOGED , N. 1976. Freshwater diatoms in Srilanka (Ceylon). Odense Publisher, Denmark.
GRAY, D., P. COLLIN AND M. GRAHAM. 1991. National parks of Thailand. Communications Resources (Thailand) Ltd., Bangkok.
HORACE, G. B. AND E. Y. HAWORTH. 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule. The Freshwater Biological Association.
KRAMMER, K. 1992. Pinnularia eine Monographie der europäischen Taxa. Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.
KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1986. Bacillariophyceae. Teil 1. Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1988. Bacillariophyceae. Teil 2. Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süß wasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1991a. Bacillariophyceae. Teil 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2 , berg.Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1991b. Bacillariophyceae. Teil 4. Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd.2, berg.Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.
LANGE-BERTALOT, H. 1995. Iconographia diatomologica annotated diatom micrographs. Koeltz Scientific Books, Germany.
LANGE-BERTALOT, H. AND K. KRAMMER. 1989. Achnanthes eine Monographie der Gattung. Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.
LEE, R. E. 1980. Phycology. Cambridge University Press, London.
LEWMANOMONT, K., L. WONGRAT AND C. SUPRNWANID. 1995. Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.
MARGARITA, S. B. 1994. Algal periphyton in two rivers in Costa Rica with special reference to diatoms organic pollution and altitudinal differentiation. Ph.D.Thesis. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.
PFISTER, V. P. 1992. Phytobenthos communities from 2 Tyrolean mountain streams. Arbeitsgemeinschaft Limnologie, Telfs, Österreich.
PODZORSKI, A. C. AND H. HAKANSSON. 1987. Freshwater and marine diatoms from Palawan (a Philippine island). Gebrüder Borntreger Verlagsbuchhandlung.
ROTT, E. 1995. Diatoms of the Grand river, Ontario, Canada. Restudied after 25 years. Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Austria.
VYVERMAN, W. 1991. Diatoms from Papua New Guinea. Gebruder Borntraeger Verlagsbuchhandlung.

DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON AND BENTHIC ALGAE IN MAE SA STREAM, DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, AT ALTITUDE 650-1,075 M A.S.L.

Prasert Waiyaka and Yuwadee Peerapornpisal

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจี ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ที่ระดับความสูง 650 ถึง 1,075 เมตร จากระดับน้ำทะเล

ประเสริฐ ไวยะกา และ ยุวดี พีรพรพิศาล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา ระหว่างเดือนมีนาคม 2540 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2541 จากจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 650-1,075 เมตร โดยศึกษาควบคู่ไปกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี พบเบนทิคอัลจีประเภทไดอะตอมมากที่สุด คือ 106 ชนิด รองลงมา คือ แพลงก์ตอนพืช 102 ชนิด และสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสาย 11 ชนิด เบนทิคอัลจีที่เป็นชนิดเด่น ได้แก่ *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith และ *Navicula cryptocephala* Kützing แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะเป็นไดอะตอมเช่นกัน ได้แก่ *Melosira varians* Agardh, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot และ *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสาย ได้แก่ *Spirogyra* spp. (6 ชนิด), *Cladophora* sp., *Ceramium* sp., *Gloeotrichia echinulata* (J. E. Smith) P. Richler, *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lag. และ *Rhizoclonium* sp.

คำหลัก: แพลงก์ตอนพืช, เบนทิคอัลจี, สาหร่ายขนาดใหญ่, ลำน้ำแม่สา

INTRODUCTION

Doi Suthep-Pui National Park is located in Chiang Mai Province, northern Thailand, over an area of 261 km^2. Doi Suthep-Pui (elevation 1,601 m a.s.l.) and Doi Pui (1,685 m a.s.l.) are part of a geologically ancient ridge forming the western boundary of the Ping River Valley. The forest in Doi Suthep-Pui are deciduous and evergreen forests. Some 2,000 millimetres of rain fall on the park each year, mostly from May to October. The dry season comes between November to March. The average annual temperature, recorded near Doi Suthep (elevation) Phuphing Palace, is 20°C, with maximum and minimum average temperature of 24°C and 17°C respectively. The Mae Sa Watershed is situated at Mae Rim District, Chiang Mai Province. Part of the watershed belongs to Doi Suthep-Pui National Park, which is one of the world's greatest area of biodiversity; where natural forests and other wildlife resources are being preserved and protected. Doi Suthep-Pui has beautiful scenery and good climatic conditions and is considered to be one of the famous tourist destinations in Thailand and a productive area for high value crops like vegetables, cut flowers and fruits.

Mae Sa stream is the major running water in Doi Suthep-Pui National Park. The stream is economically very important especially for tourism (e.g. mountain resorts and elephant camps). It was anticipated from the activity around the stream and poor land use management, there would be direct impact to water quality in Mae Sa stream. The impact of domestic effluent, run off from agricultural land, degraded land solid wasted and waste from the tourist areas effects the water downstream. The different water characteristics not only appear as physico-chemical factors, but also biological factors. The results from the survey on

diversity of phytoplankton and benthic algae can be applied to the use in monitoring any changes in water quality in the future.

STUDY AREA

Mae Sa stream is located in Chiang Mai Province, northern Thailand, within a zone of seasonal tropical climate, having a rainy and dry season, with the wettest period falling between May and October.

Six sites were chosen along an altitudinal gradient from 1,075 m a.s.l. to 650 m a.s.l. Sampling took place each season over a year period from April 1997 to February 1998. Sites were selected along the Mae Sa stream (Fig. 1.).

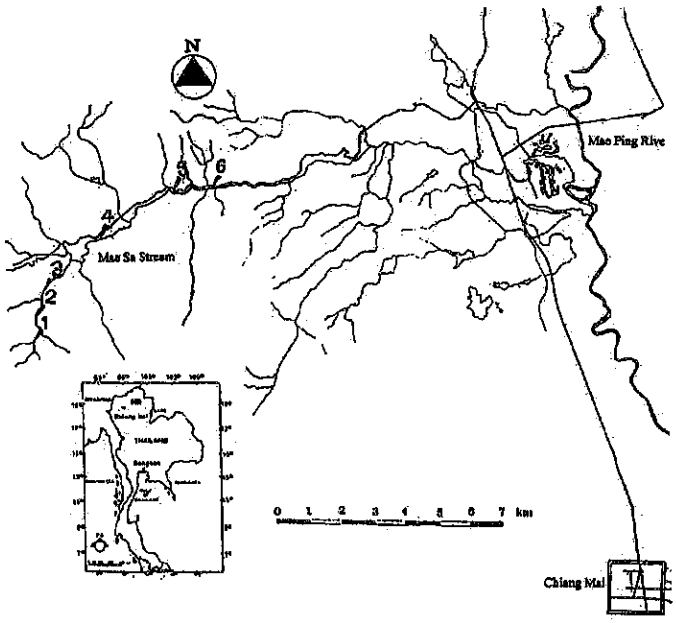


Fig. 1. Map of the Mae Sa Stream showing the sampling sites (1-6); 1) Kong Hae Village: altitude 1,075 m a.s.l., agriculture and residental area, 2) Entrance of the Kong Hae Village: altitude 1,000 m a.s.l., agriculture and residental area, 3) Pong Yang elephant camp: altitude 960 m a.s.l., tourist area, 4) Sri Muang Kham Village: altitude 760 m a.s.l., agriculture and residental area, 5) Huay Dee Mee: altitude 700 m a.s.l., residental area, 6) Queen Sirikit Botanical Garden: altitude 650 m a.s.l., tourist area.

METHODOLOGY

Physico-Chemical Parameters Analysis

Total dissolve solids and conductivity were measured in the field by a conductivity meter (WTW company). Temperature and pH were measured in the field using a pH meter (TOA Electronics Ltd.). Chemical proberties of the water were analysed according to APHA (1992). The quantity of dissolved oxygen in the individual samples was measured using the azide modification method. Alkalinity was measured in the laboratory by endpoint titration with phenolpthalein and methyl orange indicator. Nitrate-nitrogen by the cadmium reduction method and ammonium-nitrogen by the phenate method. In adddition, soluble reactive phosphorus and total phosphorus (after acid hydrolysis) were analysed by the ascorbic acid method. For colorimetric detections, the spectrophotometer "Generys 5" of Spectronic Instruments USA was used.

Sampling and Preparation

Phytoplankton samples were taken by filtering 20 litre of water from the surface through a plankton net (mesh size 10 μm). The samples were preserved with 2 ml of Lugol 's solution per 100 ml sample, and stored in the dark cool container before being observed under

light microscope. Identification of phytoplankton was based on relevant texts: Foged, 1971; Huber-Pestalozzi, 1983; Prescott, 1970; Smith, 1950; Whitford and Schumacher, 1969. For detailed identification of the genera and species, several special publications from tropical environments were used.

Epilithic diatom samples were scraped off five stones per site reach using a knife and a dental brush. Diatom frustules were cleaned successively in boiling 2 N hydrochloric acid, potassium permanganate and peroxide. The acid solution and permanganate solution were removed by repeated centrifugation and washing with distilled water. Cleaned subsamples (three subsamples from each sample) were dispersed on cover glasses, dried on evaporation plates, and embedded in Naphrax (Silva-Benavides, 1994). The diatom frustules were identified and quantified under 1,000X oil immersion. Taxonomy was based mainly on Krammer and Lange-Bertalot (1986; 1988; 1991a; 1991b). However in some cases the key book or thesis of some tropical studies such as Foged (1971; 1975; 1976), Vyverman (1991) and Silva-Benavides (1994). In total, for each sample, 300 diatom valvae were identified and counted (100 frustules from each sample). The light micrographs were made with a Olympus BX-40 microscope. Scanning electron micrographs were made with a JEOL JSM-840A microscope, operated at 8-20 KV. The black and white film used was a Kodak Verichromepan ISO 125.

RESULTS

Phytoplankton Investigation

One hundred and two species of phytoplankton were found. The majority of the phytoplankton were diatom in the Order Pennales and the most abundant species were *Melosira varians* Agardh, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot and *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg. Some blue-green algae, *Anabaena, Pseuanabaena, Lyngbya* and *Oscillatoria* were also found in planktonic form. There were some green algae such as *Ankistrodesmus, Closterium, Pediastrum, Staurastrum* and *Scenedesmus*. Filamentous macroalgae such as *Spirogyra* spp., *Cladophora* sp., *Ceramium* sp., *Gloeotrichia echinulata* (J. E. Smith) P. Richler, *Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lag. and *Rhizoclonium* sp. were also found.

Benthic Algae Investigation

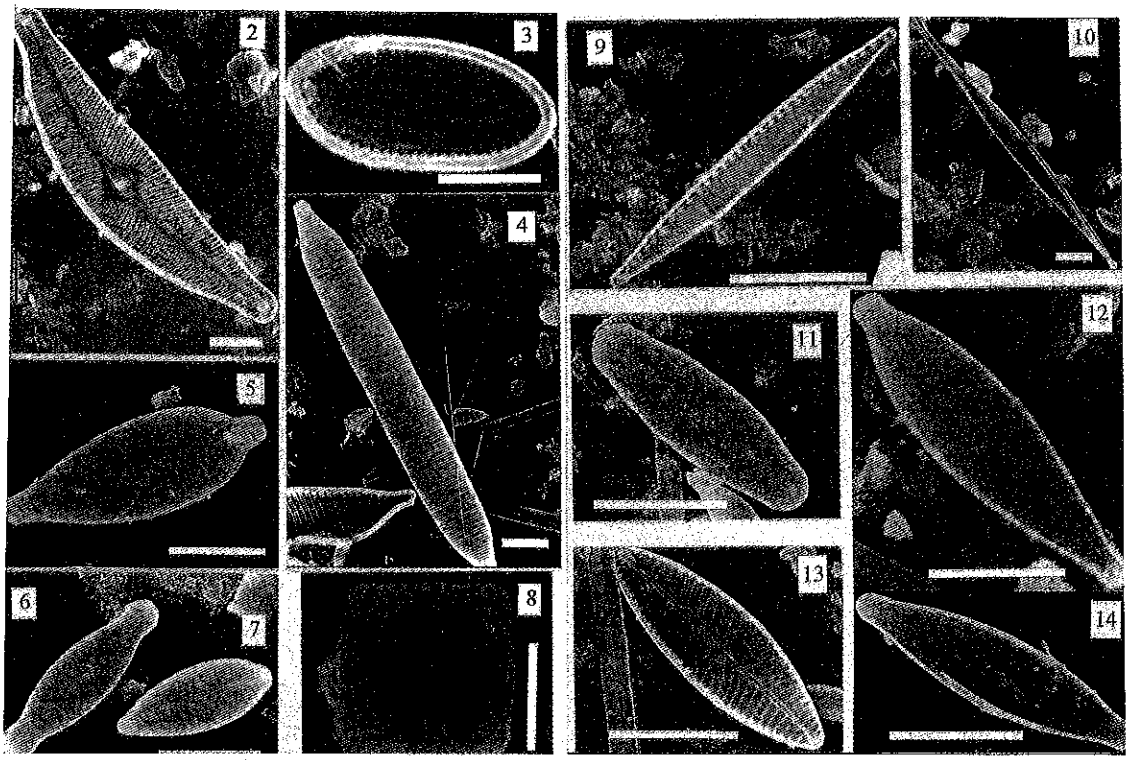
There were 106 species of benthic algae found. The most abundant were also diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the genera *Navicula* (25 species), *Nitzschia* (15 species), *Gomphonema* (12 species) and *Achnanthes* (9 species). The most abundant species were *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith and *Navicula cryptocephala* Kützing.

DISCUSSION

The diatom flora of Thailand were investigated by foreign scientist for a hundred year from a checklist of algae in Thailand (Lewmanomont *et al.*, 1995). A total of 46 genera, 385 species, 144 varieties and 43 forms have been recorded. In freshwater material of which Foged collected in 1966 in the central and northern part of Thailand, about 378 taxa were published 5 year later in Nova Hedwigia. Among these, 8 new species, 5 new varieties and 2 new forms were additional records for Thailand. From 1971 to date works on diatom have been made by Thai scientists but not as intensive as before. Most works are plankton studies. The materials studied were collected from many different areas of Thailand, though most of them were from the northern and northeastern parts of the country.

Planktonic community in running water has been discussed in many studies and is generally dominated by diatoms (Hynes, 1970). The phytoplankton genera found in river also

occur in still water, many of them are of benthic origin, and that those that are true plankters must originate from still waters in the drainage basin (Ormerod *et al.*, 1994). The truly planktonic diatoms such as *Navicula* and *Nitzschia* were present and dominated in this study.



Figs. 2-14. Scanning electron micrographs. 2–*Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, 3–*Cocconeis placentula* Ehrenberg, 4–*Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, 5–*Gomphonema augur* Ehrenberg, 6–*Navicula disjuncta* Hustedt, 7–*Gomphonema* sp., 8–*Melosira varians* Agardh, 9–*Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith, 10–*Nitzschia acicularis* Smith, 11–*Navicula pupula* Kützing, 12–*Gomphonema parvulum* (Kützing) Grun., 13,14–*Navicula* spp. Scale bars = 10 μm

Diatoms especially benthic diatom possess a number of attributes which contribute to their suitability as biological indicators in the running water. They are highly sensitive to water chemistry changes, abundant in aquatic environments, largely cosmopolitan in distribution and have a well-studied taxonomy and ecology (Van Dam *et al.*, 1994).

Measurement of physical and chemical parameters has been carried out to assess the water quality. From this study benthic algae which were indicator of eutrophication were *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg and *Cymbella silesiaca* Bleisch The sensitive groups were *Gomphonema augur* Ehrenberg, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith and *Achnanthes minutissima* Kützing (Van Dam *et al.*, 1994).

CONCLUSIONS

This study of the diversity of phytoplankton and benthic algae in Mae Sa stream. One hundred and two species of phytoplankton were found which could be classified into 5 divisions. The majority of the phytoplankton were diatoms in the Order Pennales and the most abundant species were *Melosira varians* Agardh, *Cymbella tumida* (Brébisson) Van Heurck, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot and *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg. There were 106 species of benthic algae found. The most abundant were also diatoms in the Order Pennales. The majority of the species belonged to the genera *Navicula* (25 species), *Nitzschia* (15 species), *Gomphonema* (12 species) and *Achnanthes* (9 species). The most abundant species were *Cocconeis placentula* Ehrenberg,

Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Melosira varians* Agardh, *Nitzschia linearis* (Agardh) W. Smith and *Navicula cryptocephala* Kützing.

ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely thank Assoc. Prof. Dr. Eugen Rott and Dr. Peter Pfister, Institut für Botanik der Universität Innsbruck Austria for his interest and his advice during the workshop "Use of Diatoms for Environmental Monitoring" held on the institute during 3-11 November 1997. I am deeply grateful to Prof. Dr. Erwin Reichardt Bubenheim 136, D-91757 Treuchtlingen Germany for help with checking identification. This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 539033.

REFERENCES

APHA, AWWA AND WPCF. 1992. Standard Method for Examination Water and Waste Water. American Public Health Association, Washington DC.

FOGED, N. 1971. Freshwater Diatoms in Thailand. Odense Publisher, Denmark.

FOGED, N. 1975. Some Littoral Diatoms from the Coast of Tanzania. A. R. GantnerVerlag Kommanditgesellschaft,Vaduz.

FOGED, N. 1976. Freshwater Diatoms in Srilanka (Ceylon). Odense Publisher, Denmark.

HUBER-PESTALOZZI, G. 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers: Crytophyceae, Chlorophyceae, 3. Teil. E. Schweizerbart' sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

HYNES, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Waters. Liverpool University Press, Liverpool.

KRAMMER, K. AND H. Lange-Bertalot. 1986. Süßwasserflora von Mitteleuropa: Bacillariophyceae, Naviculaceae, Teil 1. Bd. 2, berg. Von A.-Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1988. Süßwasserflora von Mitteleuropa: Bacillariophyceae, Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, Teil 2. Bd. 2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1991a. Süßwasserflora von Mitteleuropa: Bacillariophyceae, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae,Teil 3. Bd. 2 , berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag , Stuttgart.

KRAMMER, K. AND H. LANGE-BERTALOT. 1991b. Süßwasserflora von Mitteleuropa: Bacillariophyceae, Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula, Teil 4. Bd. 2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag , Stuttgart.

LEWMANOMONT, K., L. WONGRAT AND C. SUPANWANID. 1995. Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

ORMEROD, S. J., S. D. RUNDLE, S. M. WILKINSON, G. P. DALY, K. M. DALE AND I. JUTTNER. 1994. Altitudinal Trends in the Diatoms, Bryophytes, Macroinvertebrates and Fish of a Napalese River System. Freshwater Biology 32: 309-322.

PRESCOTT, G. W. 1970. How to Know the Freshwater Algae. W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

SILVA-BENAVIDES, A. M. 1994. Algal Periphyton in Two Rivers in Costa Rica (Río Grande de Tárcoles Basin, R. Savegre basin) with Special Reference to Diatoms, Organic Pollution and Altitudinal Differentiation. Ph. D. Thesis. Institute of Botany, Innsbruck University, Austria.

SMITH, G. M. 1950. The Freshwater Algae of the United Stales. McGraw-Hill Book Company Inc., New York.

VAN DAM, H., A. MERTENS AND J. SINKELDAM. 1994. A Coded Checklist and Ecological Indicator Values of Freshwater Diatoms From The Netherlands. Netherlands, Journal of Aquatic Ecology 28(1): 117-133.

VYVERMAN, W. 1991. Diatoms from Papua New Guinea. Gebruder Borntrae[illegible] Verlagsbuchhandlung.

WHITFORD, L. A. AND G. J. SCHUMACHER. 1969. A Manual of the Freshwater Algae in North Carolina. The North Carolina Agricultural Experiment Station, North Carolina.

BIODIVERSITY OF PHYTOPLANKTON AND MACROALGAE IN MAE SA STREAM, DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI PROVINCE

Tatporn Kunpradid and Yuwadee Peerapornpisal

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

ทัตพร คุณประดิษฐ์ และ ยุวดี พีรพรพิศาล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม 2541 ถึงเดือนเมษายน 2542 โดยแบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 5 จุดตลอดลำน้ำ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 110 สปีชีส์ จัดอยู่ใน 5 ดิวิชั่น คือ Cyanophyta, Cryptophyta, Chlorophyta, Chrysophyta และ Euglenophyta แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะเป็น diatom ชนิดที่เด่น คือ *Fragilaria* spp., *Nitzschia* spp. และ *Navicula* spp. พบสาหร่ายขนาดใหญ่ 40 สปีชีส์ จัดอยู่ใน 3 ดิวิชั่น คือ Cyanophyta, Chlorophyta และ Rhodophyta ชนิดที่เด่น คือ *Cladophora glomerata* Kützing, *Spirogyra* spp., *Rhizoclonium* spp. และ *Oscillatoria* spp. นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายสีแดง *Batrachospermum monifliforme* Roth ซึ่งเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ ที่มีรายงานการพบเพียงครั้งเดียวในประเทศไทย

คำหลัก: แพลงก์ตอนพืช, สาหร่ายขนาดใหญ่, ลำน้ำแม่สา

INTRODUCTION

This research intended to study the distribution and identification of phytoplankton and macroalgae so that a database would be available for future studies. We choose the Mae Sa stream for the study site, as it is the major stream in Doi Suthep–Pui National Park. The stream is economically very important especially for tourism trip such as mountain resorts and elephant camps. It was anticipated from the activity around the stream and because of poor land use management, that there would be direct impact to water quality in Mae Sa stream.

The Mae Sa stream has different characteristics in each section of stream. The impact of domestic effluent, runoff from agricultural land and degraded land and waste from elephant camps may affect the water downstream. The different water characteristics not only appear as physico-chemical factors, but also biological factors. The phytoplankton and macroalgae are principally impacted in the stream ecosystem. Thus composition and diversity of phytoplankton and macroalgal communities is related to water quality and some of them can be used as bioindicators. An understanding of the large local and seasonal variation in macroalgae and phytoplankton is essential for biological monitoring programs.

METHODOLOGY

Site Characteristics

The Mae Sa stream is one of major running water in Doi Suthep-Pui National Park. This stream receives water from Kunsa watershed. Mae Sa stream is twenty-six kilometers long and include 16 tributaries in Amphur Mae Rim, Mae Tang, Sa Moeng and Hang Dong. Five sites were sampled monthly over a 12 month period from March 1998 to April 1999. The sites were selected to cover the stretches of river which from previous studies by Pektong (1998) and Wiyaka (1998) had indicated highest diversity. The 5 sampling sites are shown in Fig. 1.

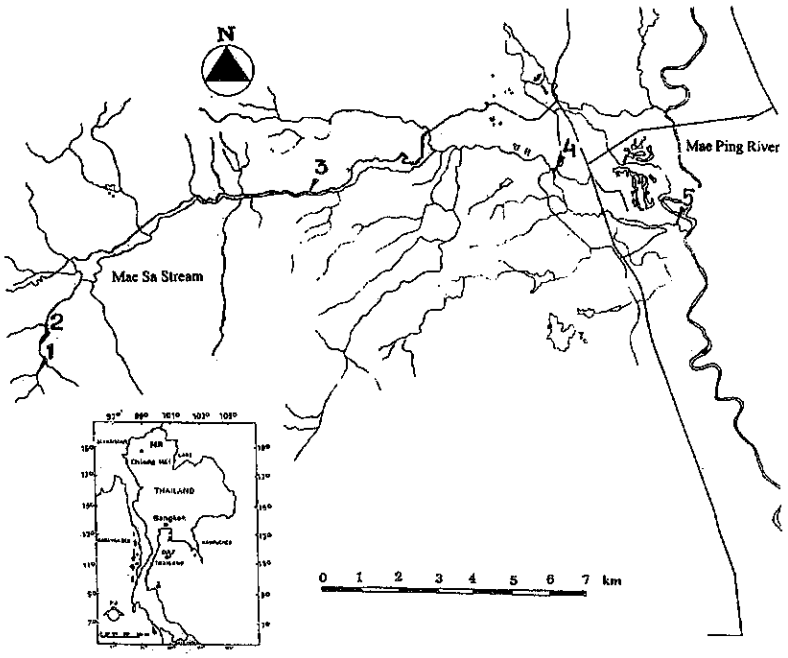


Fig. 1. Map of the Mae Sa stream showing the sampling sites; 1) Kong Hae Village 1,075 m (asl.), 2) Kong Hae bridge 1,000 m (asl.) 3) Mae Sa elephant camp 550 m (asl.) 4) Mae Sa irrigation bridge 330 m (asl.) 5) Child's confine area bridge 300 m (asl.)

Sampling and Preparation

All phytoplankton samples were taken as 10 l samples of water from the surface and filtered through a plankton net (mesh size 20 μm) for identification. Plankton samples were preserved with 2 ml of Lugol's solution per 100 ml sample. Identification of phytoplankton from the net samples was based on relevant texts such as Huber-Pestalozzi (1938) and Prescott (1970). For detailed identification of the genera and species, several special publications from tropical environments were mostly used (Peerapornpisal, 1996). For counting and biovolume estimation, the samples were fixed with Lugol's solution, and sediments of the samples were studied with a Lund's chamber and compound microscope (Benson-Evans *et al.*, 1985). The chlorophyll content was determined by the ethanol method (Nusch, 1980).

Stream macroalgae can be defined as those species occurring in flowing freshwaters and having a mature thallus which is benthic and discrete structure recognizable with the naked eye. Morphological forms include mats, colonies, gelatinous and free filaments, tissue-like thalli, tufts and crusts (Sheat *et al.*, 1996). Macroalgae samples were scraped from around the sampling site, and kept in a plastic box at low temperature (20°C). In the laboratory, the samples were identified and photographed using an Olympus BX-40 microscope.

Physico-Chemical Parameters Analysis

Conductivity of water was measured in the field by a conductivity meter while temperature and pH were measured in the field using a pH meter. Chemical analyses of the water (Table 1) was according to APHA (1992) as follows. The quantity of dissolved oxygen in the individual samples was measured using the azide modification method. Total alkalinity was measured in the laboratory by endpoint titration with an indicator (Methyl-orange). Nitrate-nitrogen was determined by the cadmium reduction method and ammonium nitrogen by the phenate method. In addition soluble reactive phosphorus and total phosphorus (after

acid hydrolysis) were analysed by the ascorbic acid method. For colorimetric detections, the spectrophotometer "Generys 5" of Spectronic Instruments USA was used.

Table 1. Some physico-chemical parameters and trophic status in Mae Sa stream

Sampling sites	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	PH	Cond (uS/cm)	Alkalinity (meq/l)	Turbidity (NTU)	Nitrate-N (ug/l)	Ammonium-N (mg/l)	Ortho-P (mg/l)	Trophic status
Site 1	6.5	1.2	7.36	78.6	0.8	2.1	0.8	0.25	0.02	Oligotrophic
Site 2	6.2	1.1	7.12	105.2	1.3	5.7	4.2	0.28	0.1	Oligo-Mesotrophic
Site 3	7.5	2.1	8.25	310.6	2.76	48	5.1	0.39	0.4	Mesotrophic
Site 4	7.6	1.2	7.54	298.5	2.7	14	2.9	0.21	0.09	Mesotrophic
Site 5	6.9	0.9	7.48	270.2	2.44	59	3.1	0.16	0.6	Mesotrophic

RESULTS AND DISCUSSION

A study on the diversity of phytoplankton and macroalgae in Mae Sa stream, Doi Suthep–Pui National Park, Chiang Mai province was undertaken during March 1998 to April 1999. 5 divisions and 110 species of phytoplankton, and 3 divisions, and 40 species of macroalgae were found (Table 2 and 3). Majority of phytoplankton were diatoms, however green algae and blue green algae were also presented.

Table 2. Distribution of phytoplankton in Mae Sa stream (March 1998 to April 1999)

Taxon	Location*	Taxon	Location*
Division Bacillariophyta		**Division Bacillariophyta (Continued)**	
Achnanthes sp.	1,2,4,5	*Navicula* sp. 5	2,3,4,5
Achnanthes helvetica Grunow	1,2,3,4,5	*Navicula* sp. 6	1,2,,5
Achnanthes lancheonata (Brebisson) Lange-Bertalot	1,2,3,4,5	*Navicula* sp. 7	1,2,,5
Achnanthes oblongeller Oestrup	1,2,3,4,5	*Nitzschia achibadii* Grunow	1,2,3,4,5
Amphora sp.	1,2,3,4,5	*Nitzschia disjuncta* Kützing*	1,2,3,4,5
Asterionella sp.	1,2,4,5	*Nitzschia dissipita* (Kützing) Grunow**	1,2,3,4,5
Bacillaria paradoxa Gmelin	1,2,4,5	*Nitzschia fossilis* Grunow	1,2,4,5
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve	1,2,4	*Nitzschia palea* Kützing	1,2,4,5
Caloneis sp. 1	1,2,4,5	*Nitzschia radicular* Ehrenberg	2,3,4
Cymbella hustedii Krasske**	1,2,3,4,5	*Nitzschia* sp. 1	1,2,3,4,5
Cymbella sp. 2	1,2,3,4,5	*Nitzschia* sp. 2	1,2,4,5
Cymbella sp. 3	1,2,4,5	*Nitzschia* sp. 3	1,2,3,4,5
Epithemia longicornii Grunow	1,2,4,5	*Nitzschia* sp. 4	2,3,4
Epithemia sp. 1	1,2,4	*Nitzschia* sp. 5	1,2,3,4,5
Fragilaria ulna var. *aequalis***	1,2,3,4,5	*Nitzschia* sp. 6	1,2,3,4,5
Fragilaria capucina Desmazieres	1,2,3,4,5	*Nitzschia* sp. 7	2,3,4
Fragilaria crolonesis Kitton	1,2,4,5	*Pinnularia mesolepta* (Ehrenberg) W. Smith**	1,2,3,4,5
Fragilaria sp. 1	1,2,3,4,5	*Pinnularia* sp. 1	1,2,3,4,5
Fragilaria sp. 2	1,2,4,5	*Stauroneis angustevittata* Grunow	1,2,3,4,5
Gomphonema sp. 1**	1,2,3,4,5	*Stauroneis smithii* Grunow	1,2,4,5
Gomphonema sp. 2	1,2,4,5	*Stauroneis* sp. 1	1,2,3,4,5
Gomphonema sp. 3	2,3,4,5	*Surirella bifons* Ehrenberg	1,2,3,4,5
Gyrosigma sp. 1	1,2,4,5	*Surirella biseriata* Kützing	1,2,3,4,5
Gyrosigma sp. 2	1,2,3,4,5	*Surirella* sp. 1	1,2,3,4,5
Hantzschia sp.	1,2,4,5	*Surirella* sp. 2	1,2,3,4,5
Melosira granulata (Ehrenberg) Simmonsen**	1,2,3,4,5	*Surirella* sp. 3	1,2,4,5
Melosira varians Agardh**	1,2,3,4,5	*Surirella* sp. 4	1,2,4,5
Melosira sp. 1	1,2,3,4,5	*Synedra* sp.	1,2,3,4,5
Navicula cryptotolenella Lange-Bertalot	1,2,3,4,5	**Division Chlorophyta**	
Navicula disjuncta Hustedt**	1,2,3,4,5	*Ankistrodesmus* sp.	2
Navicula exigua (Greg.) Grunow	2,3,4,5	*Botryococcus* sp.	1,2,4,5
Navicula laevissima Kützing var. *leavissima*	1,2,3,4,5	*Chlorella* sp.	1,2,4
Navicula paleacea (Ehrenberg) Grunow	1,2,4,5	*Chlamydomonas* sp.	2,4,5
Navicula punctuta Ehrenberg	1,2,3,4,5	*Closterium acantum* Brebisson	2
Navicula viridula (Ehrenberg) Kützing	2,3,4,5	*Closterium acerosum* (Schrank) Ehrenberg	2
Navicula sp. 1	1,2,3,4,5	*Closterium gracile* Brebisson	1,2
Navicula sp. 2	1,2,3,4,5	*Closterium* sp.	2
Navicula sp. 3	1,2,4,5	*Coelastrum* sp. 1	1,2
Navicula sp. 4	1,2,3,4,5	*Cosmarium ambedia* Lemm.	2,4

Table 2. (Continued)

Taxon	Location*	Taxon	Location*
Division Chlorophyta (Continued)		**Division Cyanophyta**	
Cosmarium sp. 1	2	*Anabaena* sp.	2
Monoraphidium arcanatum (Kors.) Hindak	1,2,4	*Anabaena spiroides* Klebahn	2,4
Oocystis sp.	1,2,3,4,5	*Chroococcus* sp.	1,2,3
Pediastrum simplex Meyen	2,4,5	*Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloze.) Seenaya & Subba.**	1,2,4,5
Pediastrum tetras (Ehrenberg) Ralfs	2,4,5		
Scenedesmus quadricauda var.*maxima*	1,2,4	*Merismopedia* sp.	2,3
Scenedesmus sp. 1	1,2	*Nostoc* sp.	1,2,3,4,5
Sphaerocystis sp.	2,4,5	*Oscillatoria* sp.	1,2,3,4,5
Staurastrum sp.	1,2,4	*Planktolyngbya lemnitica* Lemm.**	1,2,3,4,5
Staurodesmus sp.	2,4	*Planktolyngbya* sp. 1	2,4,5
Tetrastrum sp.	1,2,4	*Planktolyngbya* sp. 2	1,2,4
Tetraspora sp.	1,2,4,5	*Pseudoanabaena* sp.	2,4,5
Division Cryptophyta		**Division Euglenophyta**	
Chroomonas sp.	2,3	*Euglena* sp.	1,2,3,4,5
Cryptomonas sp.	2,4,5	*Phacus* sp.	1,2,3,4,5
Rhodomonas sp.	1,2,3,4,5	*Strombomonas* sp.	3
Division Pyrrhophyta		*Trachelomonas volvocina* Ehrenberg**	1,2,3,4,5
Peridinium sp.	1,2,4,5	*Trachelomonas* sp. 1	1,2,3,4,5
		Trachelomonas sp. 2	1,2,3,4,5

* Stream sampling location (see Fig. 1)
** Dominant species

Table 3. Distribution of macroalgae in Mae Sa stream (March 1998 to April 1999)

Taxon	Location*	Taxon	Location*
Division Cyanophyta		**Division Chlorophyta (Continued)**	
Lyngbya retzii (Ag.) Gomont	2,3	*Rhizoclonium crassipellitum* West & West	2
Oscillatoria acuminata Gomont**	1,2,3,4	*Rhizoclonium* sp. 1**	1,2,4,5
Oscillatoria sp. 1	3,4,5	*Mougeotia scalaris* Hassall**	2
Oscillatoria sp. 2**	3,4	*Mougeotia* sp. 1	2
Cylindrospermum majus Kützing	1	*Spirogyra* sp. 1**	1,2,3,4,5
Nostoc carneum C. A. Agardh	1,2	*Spirogyra* sp. 2**	1,2,3,4,5
Nostoc commune Vaucher**	1,2,4,5	*Spirogyra* sp. 3	1,2
Nostoc linckia (Roth) Bornet & Thuret**	1,2,4,5	*Spirogyra* sp. 4	2
Nostoc muscorum Agardh	2	*Spirogyra* sp. 5	1
Nostoc sp. 1	2,4	*Spirogyra* sp. 6	1,2,4,5,
Nostoc sp. 2	1	*Oedogonium inclusum* Wittr.	2
Calothrix sp.	2	*Oedogonium* sp. 1	2
Nostochopsis lobatus Dillw.	1	*Chaetophora* sp.	1,2,4
Division Chlorophyta		*Stigeoclonium lubricum* (Dillw.) Kützing**	2,4,5
Palmella mucosa Kützing	4,5	*Stigeoclonium subsecundum* Kützing	2,5
Hydrodictyon recticulatum (L.) Lagerheim	2	*Stigeoclonium* sp. 1	2
Gloeocystis ampla (Kützing) Lagerheim	2,4	*Ulothrix* sp.	2
Gloeocystis echinulata (J. E.) Smith P. Richler	2,4	*Microspora pachyderma* (Wille) Lagerheim	5
Cladophora glomerata Kützing**	1,2,3,4,5	**Division Rhodophyta**	
Cladophora fracta (Dillw.) Kützing**	1,2,3,4,5	*Batrachospermun monifliforme* Roth**	1
Cladophora sp. 1	2,4,5	*Ceramium* sp.	1,2,4,5

* Stream sampling location (see Fig. 1)
** Dominant species

The macroalgae were blue-green, green and red algae. Some species can be use as indicators of water quality especially *Batrachospermum monifliforme* Roth., the red algae (Division Rhodophyta) that is found in water of oligotrophic status (Round, 1973; Prescott, 1970), and can be used as an indicator of the clean water. *B. monifliforme* was reported by Lewmanomont *et al.*, (1995) as being found only once in Thailand on Chang island, Trad province in 1902. In addition to *B. monifliforme*, *Calothrix* sp., blue green algae (Division Cyanophyta) was recorded, this is a species of macroalgae that can found especially in clean water. (Round, 1973). Another interesting macroalgae is *Cladophora glomerata* Kützing, green algae (Division Chlorophyta), which was found in every site that had oligotrophic and mesotrophic status. *Ulothrix* spp. and *Stigeoclonium tenue*, green algae were found frequently in site 2. *Oscillatoria* spp., blue green was recorded in sites 3, 4 and 5. The species composition and abandance variable of these macroalgae depended on conductance, dissolved

oxygen, size and substratum type. High species number and abundance of macroalgae was found in sites with low conductance, high dissolved oxygen level, slow velocity and rocky substrate.

The Mae Sa stream investigations found 6 divisions and 110 species of phytoplankton. The majority of phytoplankton in the stream were diatoms and green algae. The dominant species of diatom were *Fragilaria* sp., *Surirella* spp. and *Navicular* spp. which were found in every sampling site. Green algae were found in some samples in sites 1 and 2, which have clean water quality. In these 2 sites, desmids, *Closterium* spp. and *Staurodesmus* spp. were found, they can be indicators of oligotrophic status (Palmer, 1977). In sites 3, 4 and 5, several species of phytoplankton were found. Some of them for example, *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg and *Euglena* spp are the eutrophic status indicators (Round, 1973; Palmer, 1977) (Table 3) but the species of phytoplankton and macroalgae in this investigation were less in number than in lakes and reservoirs. These results are similar to those reported by Hynes (1971).

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541077. The authors would like to thank this program for providing the research grant.

REFERENCES

APHA, AWWA AND WPCF. 1992. Standard Method for Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association, Washington DC.

BENSON-EVANS, K., P. F. WILLAM, H. M. GRIFFITHS, S. E. ANTHONY AND R. T. ESHO. 1985. Method of Processing Biological Data and Expressing Results. Aquatic Ecol. And Pollute. Ball. Cardiff Univ. Collage Cardiff. No 5. 6-33.

HUBER-PESTALOZZI, G. 1938. Das Phytoplankton des Süßwassers: Blaualgen, Bakterien, Pilze. 1. Teil. E. Schweizerbartische Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

HYNES, H. B. N. 1971. The Ecology of Running Waters. Liverpool University, Liverpool.

LEWMANOMONT, K., L. WONGRAT AND C. SUPRAWINIT. 1995. Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

NUSCH, E. A. E. 1980. Comparision of Different Methods for Chlorophyll and Phaeopigment Determination. Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol. 14: 14-36.

PALMER, M. C. 1977. Algae and Water Pollution. Municiple Environment Research Lab, Cincinnati, Ohio.

PEERAPORNPISAL, Y. 1996. Phytoplankton Seasonality and Limnology of the Three Reservoirs in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand. Ph.D. Thesis. Inst. of Botany, Univ. of Innsbruck.

PEKTONG, T. 1998. Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Altitude 330-550 Meter. M.Sc. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University.

PRESCOTT, G. W. 1970. How to Know the Freshwater Algae. Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

ROTT, E. 1984. Phytoplankton as biological parameter for the trophic characterization of lakes. Verh. int. Ver. Limnol. 22: 1078-1085.

ROUND, F. E. 1973. The Biology of Algae. Edward Arnold Limited, Great Britain.

SHEATH, R. G., M. L. VIS, J. A. HAMBROOK AND M. C. KATHLEEN. 1996. Tundra Strema Macroalgae of North Amarica: Composition, Distribution and Physiological Adaptations. Hydrobiologia 336: 67-82.

WIYAKA, P. 1998. Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Altitude 550-1075 Meter. M.Sc. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University.

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

ธำรงค์ ปรุงเกียรติ และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON AND WATER QUALITY IN THE RESERVOIR OF MAE NGAT SOMBOONCHOL DAM

T. Proongkiat and S. Traichaiyaporn
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

Diversity of phytoplankton and water quality in the reservoir of Mae Ngat Somboonchol dam were studied. Phytoplankton and water samples were collected once a month at the depth of 0.3, 5 and 10 meters and examined continuously for 12 months from August 1997 to July 1999. Species of phytoplankton found belong to 42 genera in 6 divisions: Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta and Cryptophyta. *Cylindrospermopsis raciborski* Wolsz., *Lyngbya limnetica* Lemmerman., *Staurastrum gracile* Ralfs., *Cyclotella* sp., *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs., *Cryptomonas* sp., *Euglena hemichromata* and *Perridinium* sp. were common species found. Results of parameters for the water quality were as follows. For the physical parameters, water depth: 9.50-38.0 meters; Secchi depth: 1.35-3.96 meters, water temperature: 24.0-32.5 °C. For the chemical parameters, alkalinity: 44.7-64.0 mg/l as $CaCO_3$, pH: 6.8-9.1, Conductivity: 101.0-254.4 µS/cm, DO: 0.3-8.2 mg/l, BOD_5: 0-3.7 mg/l, NO_3-N: 0-0.1 mg/l, NH_3-N: less than 0.02-0.2 mg/l, PO_4-P: less than 0.03 mg/l and Chlorophyll a: 5.92×10^{-2} - 17.76×10^{-2} µg/l. The water quality was fair enough for household using, however, for drinking purpose, the purifying process was needed.

Key word: phytoplankton, reservoir, water quality

บทนำ

แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) เป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่มีความสำคัญทั้งในด้านเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น และผลิตออกซิเจนให้แก่ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ การเจริญของแพลงก์ตอนพืชต้องการสารอาหารที่สำคัญ ได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน และออโธฟอสเฟต สาหร่ายบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสารอาหารน้อย และบางชนิดสามารถเจริญได้ในน้ำที่มีสารอาหารมาก ดังนั้นจึงสามารถใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีในการบ่งชี้คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนั้น ๆ สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำที่มนุษย์รู้จักกันมานานแล้ว และยังนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น อาหาร, เครื่องนุ่งห่ม, ที่อยู่อาศัย, ปุ๋ย, ยาปฏิชีวนะ, อุตสาหกรรม และใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (กาญจนภาชน์, 2527) องค์ประกอบของชนิด (species composition) จากการแพร่กระจาย และความถี่ที่พบสาหร่ายสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการบอกคุณภาพน้ำ ถ้าน้ำสะอาดจะพบสาหร่ายหลายชนิดส่วนน้ำที่มีมลพิษจะพบสาหร่ายเพียง 2-3 ชนิดเท่านั้นในปริมาณมาก กล่าวได้ว่าการประเมินสาหร่ายที่พบได้ในน้ำสะอาดส่วนใหญ่จะพบสาหร่ายสกุล *Lemanea* spp., *Stigeoclonium* spp., *Micrasterias* spp. และ *Staurastrum* spp. ส่วนแหล่งน้ำที่มีมลพิษมักพบสาหร่ายสกุล *Euglena* spp., *Oscillatoria* spp., *Chlamydomonas* spp., *Scenedesmus* spp., *Chlorella* spp. และ *Navicula* spp. (ศิริเพ็ญ, 2537) ได้มีการศึกษาคุณภาพของน้ำกับกำลังการผลิตของบ่อปลา พบว่าผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำเกิดจากแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายตามพื้นท้องน้ำ สาหร่ายที่เกาะกับวัตถุอื่น และจากพืชชั้นสูง แต่ผลผลิตที่เกิดจากแพลงก์ตอนพืชจะมีปริมาณสูงกว่าสาหร่ายชนิดอื่นอย่างมาก จนถือได้ว่าผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำได้มาจากแพลงก์ตอนพืชเพียงอย่างเดียว (เวียง, 2525) และมีการหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชกับสารอาหารในแหล่งน้ำ เช่น แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรท-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน และ ออโธฟอสเฟต ซึ่งมีการนำชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของแหล่งน้ำนั้น ๆ (สุดนธ์, 2534; ชลินดา, 2539; ธเนศ, 2539; Rahim, 1994) จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชควบคู่กับการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลในครั้งนี้ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำเพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพของแหล่งน้ำ เพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินระดับ

ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำใน 3 ฤดูกาล และเพื่อเป็นแนวทางในการใช้สาหร่ายเป็นดัชนีชีวภาพบ่งชี้คุณภาพของแหล่งน้ำจืดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชลต่อไปในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ตั้งอยู่ที่ตำบลช่อแล เขตอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ห่างจากตัวเมืองจังหวัดเชียงใหม่ประมาณ 70 กิโลเมตร โดยอยู่ที่พิกัด 47 Q 044-185 ระวาง 4847 111 ละติจูด 19°09'29" N ลองติจูด 99°04'23" E (ภาพที่ 1) เกิดจากลำน้ำแม่งัด ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาใหญ่ที่สำคัญของต้นแม่น้ำปิง มีต้นน้ำอยู่ที่อำเภอพร้าว เก็บกักน้ำได้ 265 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่งน้ำช่วยเหลือการเกษตรในเขตโครงการชลประทานแม่แฝก โครงการชลประทานแม่ปิงเก่า และฝายราษฎรต่าง ๆ รวมพื้นที่ประมาณ 188,000 ไร่ และยังผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 9,000 กิโลวัตต์ ใช้ในเขตอำเภอแม่แตง อำเภอเชียงดาว และอำเภอสันทรายบางส่วน นอกจากนี้ ยังเป็นแหล่งบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ การประมงน้ำจืด และเป็นสถานที่ท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2529) จึงเป็นแหล่งน้ำที่เหมาะสมในการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำ

วิธีการ

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อน จำนวน 3 จุด (ภาพที่ 1) ภายในอ่างเก็บน้ำเขื่อน และเก็บ 3 ระดับความลึก คือ ความลึก 0.3, 5 และ 10 เมตร เก็บตัวอย่าง 1 ครั้งต่อเดือน (รวมทั้งสิ้นครั้งละ 9 ตัวอย่าง) ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี ณ จุดเก็บตัวอย่าง ดังต่อไปนี้ สีและกลิ่นของน้ำ ความลึกและความโปร่งใสของน้ำ อุณหภูมิน้ำ, อุณหภูมิอากาศ, pH และค่าการนำไฟฟ้า (EC)

เก็บตัวอย่างน้ำมาศึกษาคุณภาพน้ำทางเคมีที่ห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD), ความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity), ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N), ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N), ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (PO_4-P) (APHA, 1985; ศิริเพ็ญ, 2530) วินิจฉัยชนิดและองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช พร้อมทั้งวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (Smith, 1950; Withford, 1969; Prescott, 1970; ศิริเพ็ญ, 2537; ลัดดา, 2538; ชลินดา, 2539)

นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS หาความสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำทางเคมีและการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชใน 3 ฤดูกาล

สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล คือ อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระยะเวลาในการวิจัย 12 เดือน

ผลการวิจัย

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช

ชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบมี 6 division รวม 42 genera 47 species คือ (1) Division Chlorophyta พบ 22 species ได้แก่ *Actinastrum hantzchii* Lagerhuim., *Ankistrodesmus* sp. 1, *Ankistrodesmus* sp. 2, *Chlamydomonas polypyrenoideum* Presc., *Chlorella vulgaris* Beij., *Closterium* sp., *Chlorococcum* sp., *Coelastrum cambricum* Archer., *Cosmarium* sp., *Crucigenia crucifera* (Wolle) Collins., *Dictyosphaerium pulchellum* Wood., *Eudorina elegans*, *Gonium* sp., *Oocystis* sp., *Pediastrum duplex*, *Pediastrum simplex*, *Scenedesmus bijuga* (Turpin) Lagerhein., *Staurastrum pentacerum*, *Staurastrum longebrachiatum* (Borge) Gutwinski., *Staurastrum gracile* Ralfs., *Tetraedron minimum* (A. Braun) Hansgirg. และ Unknown (2) Division Chrysophyta พบ 10 species ได้แก่ *Achnanthes* sp., *Cyclotella* sp., *Cymbella* sp., *Fragilaria* sp., *Gomphonema* sp., *Navicula* sp., *Melosira glanulata* (Ehrenberg) Ralfs., *Melosira varian* Agardh., *Surirella* sp. และ *Dinobryon sertularia* Ehrenberg. (3) Division Cryptophyta พบ 2 species ได้แก่ *Chilomonas* sp. และ *Cryptomonas* sp. (4) Division Cyanophyta พบ 8 species ได้แก่ *Anabaena* sp., *Chroococcus* sp. *Cylindrospermopsis raciborskii*

Wolosz., *Lyngbya limnetica* Lemmerman., *Merismopedia* sp., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenkin., *Myxosarcina* sp. และ *Oscillatoria* sp. (5) Division Euglenophyta พบ 3 species ได้แก่ *Euglena hemichromata*, *Phacus platalea* Drez. และ *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein. และ (6) Division Pyrrhophyta พบ 2 species ได้แก่ *Ceratium* sp. และ *Perridinium* sp.

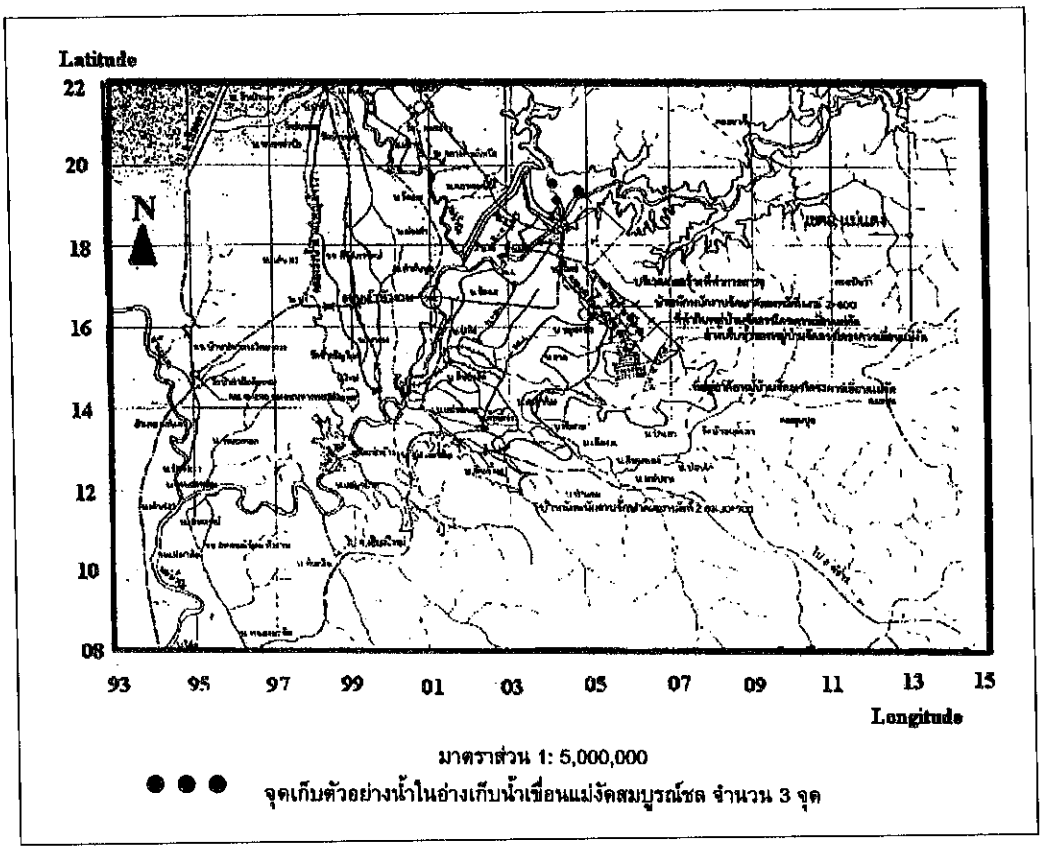
Species ที่เด่นตามลำดับ ได้แก่ *Cylindrospermopsis raciborskii* Wolosz., *Lyngbya lemnitica* Lemmerman., *Staurastrum gracile* Ralfs., *Cyclotella* sp., *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs., *Cryptomonas* sp., *Euglena hemichromata* และ *Perridinium* sp. (ภาพที่ 2)

คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี

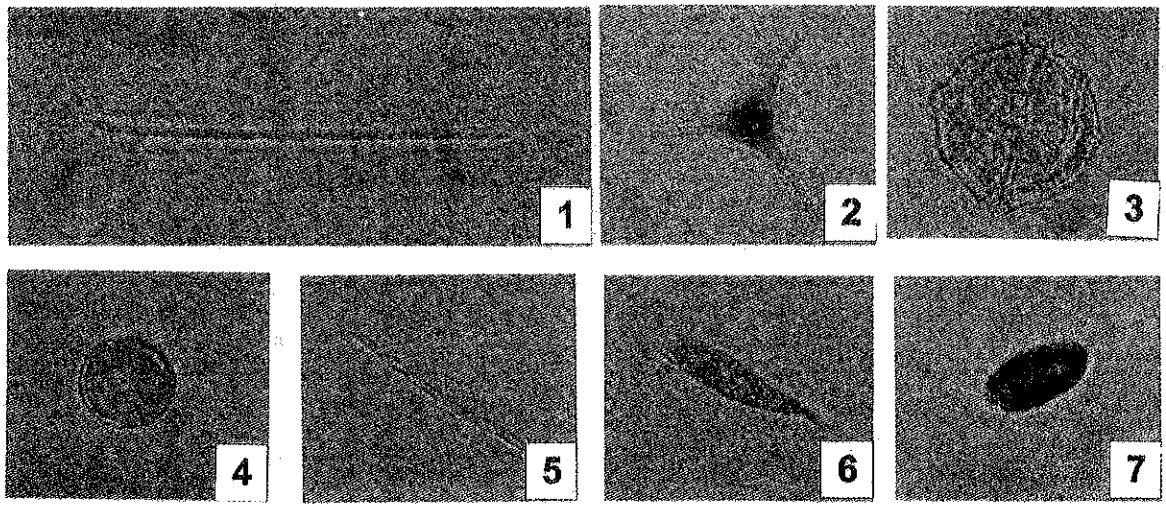
คุณภาพน้ำทางกายภาพที่ทำการศึกษาพบว่า ความลึกของน้ำที่วัดได้ 9.50-38.0 เมตร ความลึกที่แสงส่องถึงมีค่า 1.35-3.96 เมตร และอุณหภูมิของน้ำมีค่า 24.0-32.5°C ส่วนคุณภาพน้ำทางเคมีบางประการที่ทำการศึกษาพบว่าค่า Alkalinity มีค่า 44.7-64.0 mg/l as $CaCO_3$, pH มีค่า 6.8-9.1, ปริมาณ DO มีค่า 0.3-8.2 mg/l, ปริมาณ BOD มีค่า 0-3.7 mg/l, ปริมาณสารอาหาร NO_3-N มีค่า 0-0.1 mg/l, NH_3-N มีค่า <0.02-0.2 mg/l และ PO_4-P มีค่า <0.03 mg/l สำหรับคุณภาพน้ำทางชีวภาพที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่า 5.92 X 10^{-2}-17.76 X 10^{-2} µg/l

ความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำ

ปริมาณแพลงก์ตอนพืชจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อคุณภาพน้ำทางเคมีบางประการมีความสัมพันธ์กันเหมาะสม โดยเฉพาะธาตุอาหารในแหล่งน้ำ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสเฟตฟอสฟอรัส จะมีผลต่อปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ โดยจำนวนแพลงก์ตอนพืชจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส



ภาพที่ 1. แผนที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 2. แพลงก์ตอนพืชที่พบมากในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล 1. *Cylindrospermopsis raciborski* Wolsz, 2. *Staurastrum gracile* Ralfs, 3. *Perridinium* sp., 4. *Cyclotella* sp., 5. *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs., 6. *Euglena hemichromata*, 7. *Cryptomonas* sp

บทวิจารณ์และสรุป

จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ตลอดระยะเวลา 12 เดือน พบแพลงก์ตอนพืช 6 division 42 genera 47 species species ที่เด่นตามลำดับ ได้แก่ *Cylindrospermopsis raciborskii* Wolosz., *Lyngbya limnetica* Lemmerman., *Staurastrum gracile* Ralfs., *Cyclotella* sp., *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs., *Cryptomonas* sp., *Euglena hemichromata* และ *Perridinium* sp. (ภาพที่ 2) โดยจะพบแพลงก์ตอนพืชในระดับน้ำชั้นผิวมากกว่าที่ระดับน้ำที่ลึกลงไป และปริมาณแพลงก์ตอนพืชจะมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับปริมาณของสารอาหารอีกด้วย (ลัดดา, 2538)

ส่วนคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีที่ทำการศึกษาพบว่ามีค่าความลึกของน้ำที่วัดได้ 9.50-38.0 เมตร ความลึกที่แสงส่องถึงมีค่า 1.35-3.96 เมตร อุณหภูมิน้ำมีค่า 24.0-32.5^{o}C Alkalinity มีค่า 44.7-64.0 mg/l as $CaCO_3$ pH มีค่า 6.8-9.1 ปริมาณ DO มีค่า 0.3-8.2 mg/l ปริมาณ BOD_5 มีค่า 0-3.7 mg/l ปริมาณสารอาหาร NO_3-N มีค่า 0-0.1 mg/l NH_3-N มีค่าน้อยกว่า 0.02-0.2 mg/l และ PO_4-P มีค่าน้อยกว่า 0.03 mg/l สำหรับคุณภาพน้ำทางชีวภาพที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่า 5.92 X 10^{-2}-17.76 X 10^{-2} µg/l ซึ่งส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ แต่จะมีค่า BOD เกินมาตรฐานบ้างที่ระดับความลึก 10 เมตร (เปี่ยมศักดิ์, 2539) สำหรับแพลงก์ตอนพืชที่พบ และเป็นดัชนีทางชีวภาพ ซึ่งตรงกับการรายงานของ Palmer *et al.* (1977) ได้แก่ *Staurastrum punctulatum, Cyclotella* sp., *Navicula* sp. และ *Dinobryon* sp. มักจะพบในน้ำที่สะอาด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทยซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT541016 ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2529. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ชลินดา อริยเดช. 2539. สหสัมพันธ์ของสารอาหารบางชนิด และการกระจายของแพลงตอนพืช ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ธเนศ วงศ์ยะรา. 2539. ความหลากหลายของแพลงตอนพืช และคุณภาพน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ปี 2538. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2538. แพลงก์ตอนพืช. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2525. คุณภาพของน้ำกับกำลังการผลิตของปอปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2530. คู่มือการวิเคราะห์น้ำ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2537. สาหร่ายวิทยาประยุกต์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

สุคนธ์ คล่องดี. 2534. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิด และปริมาณของสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำของการประปาเชียงราย. การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

APHA, AWW AND WPCF. 1985. Standard method for examination of water and waste water. 16th ed. American Public Heath Association, Washington DC.

PRESCOTT, G. W. 1970. How to know the freshwater algae. Wm. C. Brown Company, Dubuque.

RAHIM, S. 1994. Biomornitoring of water pollution of Chiang Mai Moat. M.S. Thesis. Chiang Mai University.

SMITH, G. M. 1950. The fresh water algae of the United States. 2nd ed., Mcgraw-Hill Book Co., New York. 719p.

WITHFORD, L. A. AND G. J. SCHUMACHER. 1969. A manual of the freshwater algae in North Carolina. The North Carolina Agricultural Experimental Station, North Carolina.

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรี

คฑาวุธ ปานบุญ
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

DIVERSITY OF PHYTOPLANKTON IN KANCHANABURI PROVINCE

K. Panboon
Major Fishery Science, Graduate School, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

A total of 92 genera and 224 species of phytoplankton was recorded from 21 stations in Kanchanaburi Province. The samples were collected twice a month for a one year period (January-December 1998) using 2 plankton nets (mesh sizes 26 and 60 μm). The phytoplankton belonged to 3 divisions namely: Cyanophyta, Chlorophyta, and Chromophyta. Chlorophyta was the most important group containing 50 genera and 145 species, followed by Chromophyta and Cyanophyta with recorded taxa of 24 genera and 45 species, and 18 genera and 34 species, respectively. In terms of seasonal variation in phytoplankton diversity, the highest number of genera was found in April (64 genera), and the lowest number (36 genera) was observed in January. The important genera were *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Eudorina*, *Scenedesmus*, *Trachelomonas*, *Pediastrum*, *Peridinium*, *Surirella*, *Synedra* and *Ceratiusm*.

Key words: Cyanophyta, Chlorophyta, Chromophyta, phytoplankton

บทนำ

แพลงก์ตอนเป็นองค์ประกอบหนึ่งของสิ่งมีชีวิตในน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ แพลงก์ตอน (plankton) เนคตอน (nekton) และเบนโธส (benthos) แพลงก์ตอน คือ สิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ ได้แก่ สาหร่ายขนาดเล็ก, สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และตัวอ่อนของเบนโธส เนคตอน คือ สิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่สามารถว่ายน้ำได้ด้วยตัวเอง ได้แก่ ปลา, ปลาหมึก, พะยูน, โลมา ฯลฯ ส่วนเบนโธส คือ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนพื้น ได้แก่ หนอนตัวกลม, กุ้ง, หอย, ปลาดาว ฯลฯ

แพลงก์ตอนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามประเภทของโภชนาการ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ กล่าวคือ แพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น (primary producer) เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชมีสารสี (pigment) ในเซลล์จึงสามารถดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ แล้วนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและสร้างสารอินทรีย์พวกคาร์โบไฮเดรต ซึ่งแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์น้ำกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารเพื่อการเจริญเติบโต (Raymont, 1963)

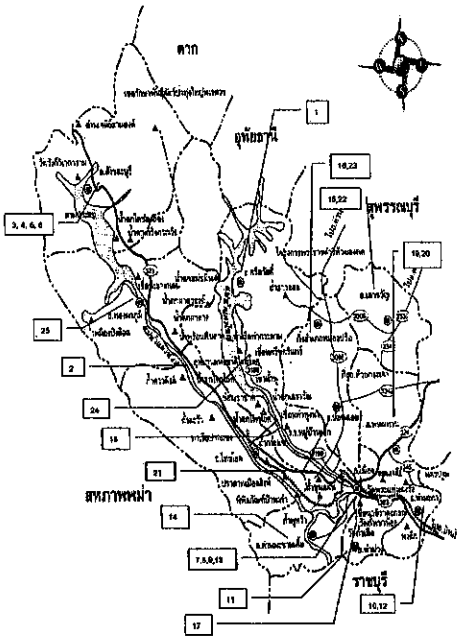
ชนิดของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกันตามประเภทของแหล่งน้ำ แพลงก์ตอนพืชน้ำจืดส่วนใหญ่ประกอบด้วย class Cyanophyceae, Chlorophyceae และ Euglenophyceae ส่วนแพลงก์ตอนพืชทะเลส่วนใหญ่ประกอบด้วย class Bacillariophyceae และ Dinophyceae (Round, 1981) นอกจากนี้การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชน้ำจืดยังแตกต่างตามลักษณะของแหล่งน้ำอีกด้วย เช่น ในแม่น้ำซึ่งมีกระแสน้ำไหลเอื่อยจะพบแพลงก์ตอนพืช class Bacillariophyceae และ class Chlorophyceae โดยเฉพาะชนิดที่มีรูปร่างกลม รี หรือ coccoid forms (Lack, 1971) แพลงก์ตอนพืชชนิดที่มักพบในทะเลสาบระดับลึกในเขตร้อน ได้แก่ class Chlorophyceae (Lewis, 1978) Lewis ยังได้รายงานว่า ทะเลสาบที่มีระดับน้ำตื้นประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชหลายชนิด ได้แก่ class Cyanophyceae สกุลที่พบบ่อย ได้แก่ *Anabaena, Anabaenopsis, Aphanocapsa, Aphanizomenon, Lyngbya* และ *Microcystis* แพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่พบรองลงไป ได้แก่ Class Chlorophyceae (*Pediastrum* และ *Scenedesmus*) และ class Bacillariophyceae (*Nitzschia*, *Synedra* และ *Melosira*) นอกจากนี้แพลงก์ตอนพืชยังมีการผันแปรของชนิดและปริมาณในรอบปีอีกด้วย เช่น ทะเลสาบออนตาริโอ แพลงก์ตอนพืชที่พบในฤดูหนาว ได้แก่ class Cryptophyceae *(Rhodomonas minuta* และ *Cryptomonas erosa*)

แพลงก์ตอนพืชที่พบในฤดูใบไม้ผลิ มี 2 กลุ่มคือ Chlorophyceae (*Scenedesmus, Chlorella* และ *Coelastrum*) และ class Bacillariophyceae (*Melosira, Asterionella* และ *Stephanodiscus*) แพลงก์ตอนพืชในฤดูร้อน ได้แก่ class Chlorophyceae (*Pediastrum, Actinastrum, Chlorella, Ankistrodesmus, Oocystis* และ *Scenedesmus*) ส่วนแพลงก์ตอนพืชในฤดูใบไม้ร่วง ได้แก่ class Cyanophyceae (*Chroococcus* และ *Oscillatoria*) class chlorophyceae ซึ่งเป็นชนิดที่มีหนวด

จังหวัดกาญจนบุรีเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่มาก และมีแหล่งน้ำอยู่มาก โดยประมาณ 200 แห่ง (กรมการปกครองท้องที่, 2536) อีกทั้งมีลักษณะและสภาพทางนิเวศที่แตกต่างกัน ทำให้มีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชค่อนข้างมาก (สถานีประมงจังหวัดกาญจนบุรี, 2527; บุณยรัตน์, 2529) แม้ว่าการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในประเทศไทย ได้เคยมีผู้ทำการศึกษาในแหล่งน้ำต่าง ๆ อยู่บ้าง (บุณยรัตน์, 2529) แต่ยังขาดการศึกษาข้อมูลพื้นฐานบางประการที่จำเป็น ดังนั้น ในการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรีครั้งนี้ มุ่งเน้นการศึกษารวบรวมข้อมูลที่สำคัญและจำเป็น สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาชีววิทยาประมง และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติทางประมงอย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

กำหนดสถานีที่เก็บตัวอย่างทั้งหมด 21 สถานี บางเดือนถ้ามีแหล่งน้ำชั่วคราว เช่น นาข้าว บึงบัว จะเก็บเพิ่มอีก 4 สถานี รวมทั้งหมด 25 สถานี ซึ่งแบ่งประเภทของแหล่งน้ำที่เก็บตัวอย่างได้ดังนี้ (1) แม่น้ำตอนบน ได้แก่ แม่น้ำแควใหญ่ อ. ศรีสวัสดิ์, แม่น้ำแควน้อย อ. ไทรโยค, แม่น้ำบีคลี่, แม่น้ำรันตี, แม่น้ำซองกาเลีย และสามประสบ อ. สังขละบุรี (2) แม่น้ำตอนล่าง ได้แก่ แม่น้ำแควใหญ่ อ. เมือง, แม่น้ำแควน้อย ต. เกาะสำโรง, แม่น้ำแควใหญ่บริเวณสะพานข้ามแม่น้ำแคว, ห้วยลำภาชี อ. ด่านมะขามเตี้ย และแม่น้ำแม่กลองหน้าวัดหวายเหนียว อ. ท่ามะกา (3) แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำการเก็บตัวอย่างที่หนองสำรอง อ. ท่าม่วง, นาข้าว ต. หนองขาว อ. ท่ามะกา, หนองน้ำริมทาง อ. เมือง, บึงบัว ต. ทุ่งกระบ่ำ อ. เลาขวัญ, และนาข้าว ต. หนองปรือ อ. หนองปรือ และ (4) แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ อ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณ์ อ. ท่าม่วง, อ่างเก็บน้ำเขื่อนท่าทุ่งนา อ. เมือง, อ่างเก็บน้ำบ่อหว้า และอ่างเก็บน้ำห้วยกระเจา อ. พนมทวน, ฝายทดน้ำบ้านท่าแจง อ. บ่อพลอย, อ่างเก็บน้ำเขื่อนห้วยเทียน อ. เลาขวัญ, หนองปรือ อ. หนองปรือ, อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ อ. ศรีสวัสดิ์ และอ่างเก็บน้ำเขื่อนเขาแหลม อ. ทองผาภูมิ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1. แผนที่จังหวัดกาญจนบุรี, แสดงสถานีที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

วิธีการ

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 1 ปี (เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2541) โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอน 2 ถุง ขนาดตา 26 และ 60 ไมครอน ลากถุงแพลงก์ตอนในแนวเฉียง (oblique) ในกรณีที่เป็นแหล่งน้ำไหล เช่น แม่น้ำ เก็บตัวอย่างในแนวตั้ง (horizontal) ในบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำนิ่ง เช่น หนองน้ำ, อ่างเก็บน้ำ และตักน้ำกรองผ่านถุงลากแพลงก์ตอนในกรณีที่ทำการลากถุงไม่ได้ เช่น นาข้าว บึงบัว เก็บตัวอย่างสถานีละ 6 ขวด (เก็บถุงละ 3 ขวด)

เก็บรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอนโดยใส่ฟอร์มาลีน 4% ลงในขวดเก็บตัวอย่าง ศึกษาจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ใช้กำลังขยาย 40-400 เท่า ถ่ายภาพ หรือวาดรูปแพลงก์ตอนพืชที่พบทุกชนิด

เอกสารที่ใช้ในการจำแนกชนิดแพลงก์ตอน ได้แก่ ลัดดา (2524; 2538), Foged (1976), Prescott (1970), Mizuno (1968), Thomas (1959), Smith (1950), Patrick and Reimer (1966)

ผลการวิจัย

แพลงก์ตอนพืชที่พบในจังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2541 มี 3 division รวม 92 สกุล 224 ชนิด ประกอบด้วย division Cyanophyta 18 สกุล 34 ชนิด division Chlorophyta 50 สกุล 145 ชนิด และ division Chromophyta 24 สกุล 45 ชนิด ดังแสดงจำนวนชนิดแพลงก์ตอนพืชเป็นเปอร์เซ็นต์ในภาพที่ 2

ลักษณะทั่วไปของสถานีที่เก็บตัวอย่าง และสกุลแพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบ

สถานีที่ 1 แม่น้ำแควใหญ่ อ. ศรีสวัสดิ์ น้ำสีเขียว ใส ไหลช้า พบ 48 สกุล และพบ *Synedra* มากในเดือนกันยายน

สถานีที่ 2 แม่น้ำแควน้อย อ. ไทรโยค บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกไทรโยคใหญ่ น้ำไหลเชี่ยว ขุ่นข้น 2 ฝั่งมีแพพักรับรอง พบ 42 สกุล

สถานีที่ 3 แม่น้ำบีคลี่ อ. สังขละบุรี พบ 35 สกุล และพบ *Peridinium* มากในเดือนกุมภาพันธ์ และเมษายน และธันวาคมพบ *Sphaerocystis* จำนวนมาก

สถานีที่ 4 สามประสบ อ. สังขละบุรี เป็นจุดรวมของแม่น้ำบีคลี่, รันตี และซองกาเลีย เป็นแหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่ น้ำลึก นิ่ง มีบ้านเรือนและแพพักอยู่ 2 ฝั่ง มีพืชน้ำมาก พบ 41 สกุล

สถานีที่ 5 แม่น้ำรันตี อ. สังขละบุรี พบ 49 สกุล และพบ *Dinobryon, Peridinium* และ *Melosira* มากในเดือนเมษายน

สถานีที่ 6 แม่น้ำซองกาเลีย อ. สังขละบุรี 40 สกุล พบ *Peridinium* มากในเดือนเมษายน และ พบ *Dinobryon* มากเดือนพฤษภาคม

สถานีที่ 7 แม่น้ำแควใหญ่ บริเวณลิ้นช้าง อ. เมือง น้ำขุ่น ไหลค่อนข้างแรง เป็นแหล่งชุมชน มีเรือสัญจรไปมา พบ 52 สกุล แพลงก์ตอนที่พบมาก ได้แก่ *Synedra* และ *Anacystis* ในเดือนพฤษภาคม และสิงหาคม ตามลำดับ

สถานีที่ 8 แม่น้ำแควน้อย ต.เกาะสำโรง พบ 49 สกุล

สถานีที่ 9 แม่น้ำแควใหญ่ บริเวณสะพานข้ามแม่น้ำแคว น้ำใส ไหลแรงมีแพพัก ร้านอาหาร พบ 45 สกุล และพบ *Synedra* มากในเดือนมิถุนายน

สถานีที่ 10 แม่น้ำแม่กลองบริเวณหน้าวัดหวายเหนียว อ. ท่ามะกา น้ำขุ่น ไหลแรง มีปลาหน้าวัดมาก พบ 48 สกุล พบ *Synedra* มากในเดือนกรกฎาคม

สถานีที่ 11 หนองสำรอง อ. ท่าม่วง เป็นหนองน้ำขนาดใหญ่ น้ำใส มีกระชังเลี้ยงปลา ริมฝั่งมีหญ้ารก พบ 40 สกุล และพบ *Melosira* มากในเดือนกรกฎาคม

สถานีที่ 12 นาข้าว ต. หนองขาว อ. ท่ามะกา พบ 21 สกุล

สถานีที่ 13 หนองน้ำริมทาง อ. เมือง น้ำตื้น ขุ่น หญ้ารก พบ 22 สกุล

สถานีที่ 14 ห้วยลำภาชี อ. ด่านมะขามเตี้ย ลำห้วยขนาดเล็ก ขุ่น น้ำไหลแรง พื้นทรายปนหิน พบ 40 สกุล และพบ *Pandorina* มากในเดือนเมษายน

สถานีที่ 15 บึงบัว ต. ทุ่งกระบ่ำ อ. เลาขวัญ พบแพลงก์ตอนพืชน้อยเพียง 8 สกุล

สถานีที่ 16 นาข้าว ต. หนองปรือ อ. หนองปรือ พบแพลงก์ตอนพืชน้อยมากเพียง 3 สกุล

สถานีที่ 17 อ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณ์ อ. ท่าม่วง พบ 53 สกุล และพบ *Peridinium* มากในเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม

สถานีที่ 18 อ่างเก็บน้ำเขื่อนท่าทุ่งนา อ. เมือง น้ำใส นิ่ง ลึก มีพืชน้ำมาก พบ 47 สกุล และพบ *Synedra* มากในเดือนเมษายน

สถานีที่ 19 อ่างเก็บน้ำบ่อหว้า อ. พนมทวน พบ 40 สกุล และพบ *Ceratium* มากในเดือนมกราคม ส่วนเดือนมีนาคม พบ *Eudorina* มาก

สถานีที่ 20 อ่างเก็บน้ำห้วยกระเจา อ. พนมทวน พบ 31 สกุล และพบ *Microcystis* พบมากในเดือนเมษายน, พฤษภาคม, มิถุนายน, กรกฎาคม และกันยายน

สถานีที่ 21 ฝายทดน้ำบ้านท่าแจง อ. บ่อพลอย พบ 45 สกุล และพบ *Oscillatoria* มากในเดือนเมษายน

สถานีที่ 22 อ่างเก็บน้ำเขื่อนห้วยเทียน อ. เลาขวัญ พบ 30 สกุล

สถานีที่ 23 หนองปรือ อ. หนองปรือ พบ 40 สกุล และพบ *Anabaena* บลูม ในเดือนพฤศจิกายน

สถานีที่ 24 อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ อ. ศรีสวัสดิ์ น้ำสีเขียว ใส น้ำลึก คลื่นลมแรง พบ 43 สกุล

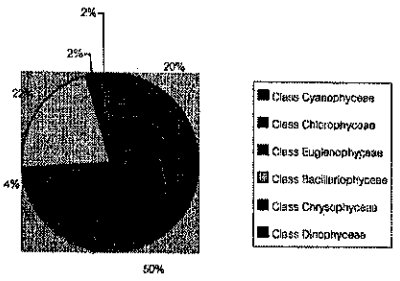
สถานีที่ 25 อ่างเก็บน้ำเขื่อนเขาแหลม อ. ทองผาภูมิ น้ำลึกใส สีเขียวคลื่นลมแรง มีพืชน้ำ พบ 48 สกุล และพบ *Staurastrum* บลูม ในเดือนมกราคม ส่วน *Peridinium* พบมากในเดือนพฤศจิกายน

สกุลของแพลงก์ตอนพืชที่พบทุกสถานี ได้แก่ *Oscillatoria* และสกุลที่พบเกือบทุกสถานี ได้แก่ *Microcysti, Anabaena, Spirulina, Eudorina, Pediastrum, Synedra, Trachelomona, Scenedesmus, Peridinium, Surirella* และ *Ceratium*

เดือนเมษายน พบจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชสูงสุด 64 สกุล รองลงมา ได้แก่ เดือนธันวาคม พบ 61 สกุล และพบจำนวนต่ำสุด 36 สกุล ในเดือนมกราคม 2541 จำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชมีความแตกต่างกันไม่มากเมื่อเทียบกับเดือนอื่น ๆ สถานีที่พบจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชมาก ได้แก่ สถานีที่ 5, 7, 8 และ 17 ส่วนสถานีที่พบจำนวนสกุลน้อย ได้แก่ สถานีที่ 12, 13, 15 และ 16 (ภาพที่ 3)

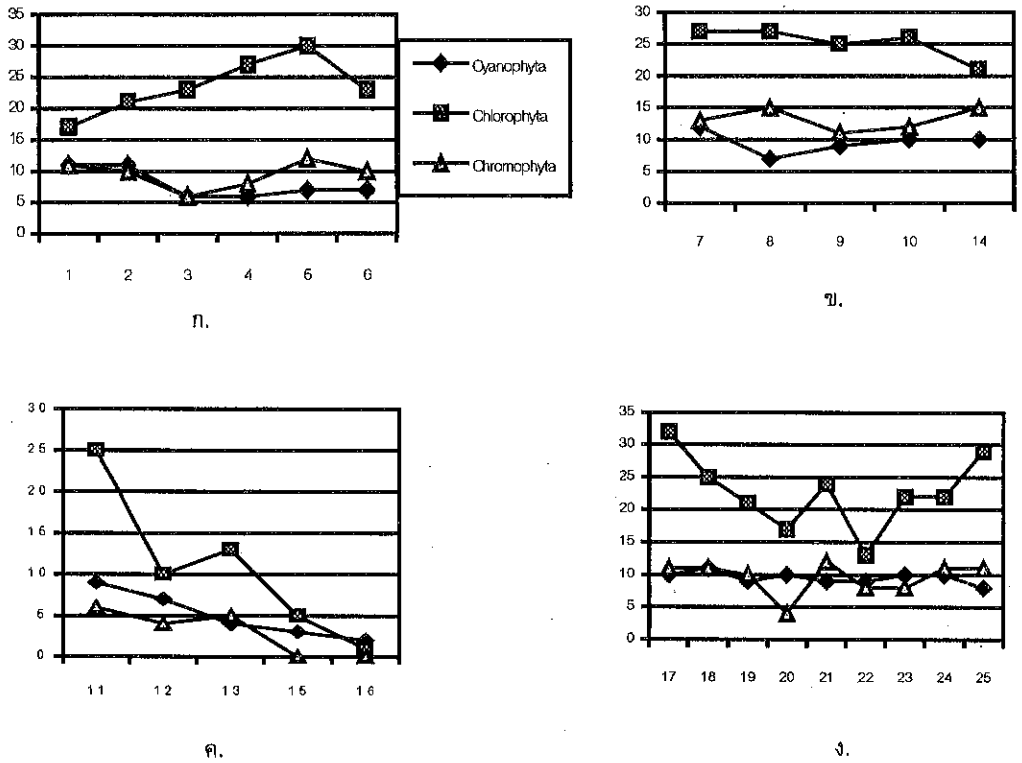
บทวิจารณ์

จากการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2541 เลือกศึกษาแหล่งน้ำดังนี้ แม่น้ำตอนบน 6 สถานี แม่น้ำตอนล่าง 5 สถานี ซึ่งเป็นแหล่งน้ำไหล ส่วนแหล่งน้ำนิ่ง ได้แก่ แหล่งน้ำตามธรรมชาติ 5 สถานี และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น 9 สถานี ซึ่งลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างจะแตกต่างกันไป จากการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืช 3 division 92 สกุล ประกอบด้วย 6 class ได้แก่ class Cyanophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae, Chrysophyceae และDinophyceae แพลงก์ตอนพืชมีจำนวนแตกต่างกันในแต่ละสถานี ๆ ที่พบจำนวนสกุลมาก ได้แก่ สถานีที่ 5, 7, 8 และ 17 ตามลำดับ ส่วนสถานีที่พบน้อย ได้แก่ สถานีที่ 12, 13, 15 และ 16 อาจเนื่องมาจากลักษณะที่แตกต่างกันของแหล่งน้ำ เช่น ระดับน้ำ กระแสน้ำซึ่งสนับสนุนการศึกษาของ Lack (1971) ซึ่งพบว่าในแม่น้ำที่มีกระแสน้ำไหลเอื่อยจะพบแพลงก์ตอนพืช class Bacillariophyceae และ class Chlorophyceae โดยเฉพาะชนิดที่มีรูปร่างกลมรี และ Lewis (1978) พบว่าแพลงก์ตอนพืชชนิดที่มักพบในทะเลสาบระดับน้ำลึกในเขตร้อน ได้แก่ class Chlorophyceae และทะเลสาบที่มีระดับน้ำตื้นประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชหลายชนิด ได้แก่ class Cyanophyceae สกุลที่พบบ่อย ได้แก่ *Anabaena, Anabaenopsis, Aphanocapsa, Aphanizomenon, Lyngbya*, และ *Microcystis* กลุ่มที่พบรองลงไป ได้แก่ class Chlorophyceae (*Pediastrum* และ *Scenedesmus*) และ class Bacillariophyceae (*Nitzschia, Synedra* และ*Melosira*) ส่วนการศึกษาครั้งนี้สกุลที่พบบ่อยในแหล่งน้ำตื้น ได้แก่ *Oscillatoria sp., Anabaena sp., Eudorina sp., Pediastrum sp.* และ *Melosira sp.* ซึ่งบางสกุลที่พบไม่เหมือนกันอาจเนื่องมาจากลักษณะของแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ และอุณหภูมิของแหล่งน้ำ จากการศึกษาของ เรวดีและคณะ (2518) ศึกษาระบบนิเวศของแม่น้ำแควใหญ่ พบแพลงก์ตอน 26 ชนิด กลุ่มที่พบมาก ได้แก่ ไดอะตอม แต่จากการสำรวจครั้งนี้กลุ่มที่พบมาก ได้แก่ สาหร่ายสีเขียว สถานี



ภาพที่ 2. จำนวนชนิดแพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบเป็นเปอร์เซ็นต์

ประมงกาญจนบุรี (2527) สำรวจเขื่อนท่าทุ่งนา พบแพลงก์ตอนพืช 17 สกุล จำแนกเป็น division Cyanophyta 8 สกุล Chlorophyta 6 สกุล และ Chromophyta 3 สกุล การศึกษาครั้งนี้พบ division Cyanophyta 11 สกุล Chlorophyta 25 สกุล และ Chromophyta 11 สกุล ผุสดี (2540) พบแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำแม่กลอง 66 สกุล ได้แก่ Cyanophyta 10 สกุล Chlorophyta 26 สกุล และ Chromophyta 30 สกุล สกุลที่พบบ่อยและปริมาณมาก ได้แก่ *Diatoma, Surirella* และ *Synedra* การศึกษาครั้งนี้พบ Cyanophyta 10 สกุล Chlorophyta 26 สกุล และ Chromophyta 12 สกุล สกุลที่พบบ่อย ได้แก่ *Oscillatoria, Surirella, Melosira, Peridinium, Cosmarium, Ceratium* และ *Synedra* จะเห็นได้ว่าการศึกษาแพลงก์ตอนจากแหล่งน้ำเดียวกัน ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชที่พบแต่ละปีจะมากน้อยต่างกัน อาจเนื่องมาจากลักษณะทางนิเวศวิทยา, ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำที่แตกต่างกัน หรือปัจจัยด้านอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิของแหล่งน้ำ, แสงสว่าง และ ปริมาณผู้กินแพลงก์ตอนพืช



ภาพที่ 3. จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบในแต่ละสถานี ก) แหล่งน้ำไหล 6 สถานี (แม่น้ำตอนบน: สถานีที่ 1-6) ข) แหล่งน้ำไหล 5 สถานี (แม่น้ำตอนล่าง: สถานีที่ 7-10, 14) ค) แหล่งน้ำธรรมชาติ 5 สถานี (สถานีที่ 11-13, 15-16) ง) แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น 9 สถานี (สถานีที่ 17-25)

บทสรุป

จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในจังหวัดกาญจนบุรี พบว่าในแต่ละเดือนและแต่ละสถานีที่ทำการศึกษามีการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของประเภทแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ หนองน้ำ ฯลฯ, ความเร็วของกระแสน้ำ, ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ, ความขุ่นใสของน้ำ นอกจากนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิ, แสงสว่าง, ความเป็นกรด-เบสของแหล่งน้ำอีกด้วย แต่จากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้จำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชแต่ละแห่งแตกต่างกันนั้นเกิดจากปัจจัยอะไร ฉะนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์และนำไปเป็นประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้ ผลการศึกษาในครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำในจังหวัดกาญจนบุรียังมีความอุดมสมบูรณ์สูง

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541029 และผู้วิจัยขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ลัดดา วงศ์รัตน์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ด้านเอกสารและให้ใช้ห้องปฏิบัติการ คุณตีรวิทย์ จุลนวล ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

กรมการปกครอง กองปกครองท้องที่. สารระบบแหล่งน้ำธรรมชาติภาคกลาง. 326 หน้า.

กรมควบคุมมลพิษ. 2536. โครงการศึกษาและติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำในพื้นที่ภาคกลาง (แม่น้ำกลองแควน้อยและแควใหญ่). กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 108 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2530. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดกาญจนบุรี. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 305 หน้า.

คณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานข้อมูลอุทกวิทยา. 2532. ร่างมาตรฐานข้อมูลจากวิทยา (น้ำผิวดิน) เล่มที่ 2 มาตรฐานรหัสลุ่มน้ำสาขา. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 51 หน้า.

จันทร์พิมพ์ แสนอุดม. 2536. การศึกษาแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเดสมิดส์ในแม่น้ำสงครามและลำน้ำสาขา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญยรัตน์ จันทร์สว่าง. 2529. การสำรวจสภาพนิเวศวิทยาและการประมงในบริเวณพื้นที่โครงการเขื่อนน้ำโจน. เอกสารวิชาการ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพฯ. 60: 43.

เรวดี ศรีประเสริฐ, สันทนา สังขกุล, ผะอบ ใจเย็น และคำนวณ โพธิ์พิทักษ์. 2518. นิเวศวิทยาของแม่น้ำแควใหญ่. ในรายงานประจำปีหน่วยงานสำรวจและวิจัยเพื่อการประมงน้ำจืด กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมประมง, กรุงเทพฯ. หน้า 102-111.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2524. แพลงก์ตอนวิทยาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 329 หน้า.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2530. แพลงก์ตอน. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 259 หน้า.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2538. แพลงก์ตอนพืช. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 681 หน้า.

สุพิมาลย์ นาคสุวรรณ. 2535. องค์ประกอบชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ผุสดี เทียนถาวร. 2540. ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำบางประการในแม่น้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND (EGAT). 1980. Report of environmental and ecological investigation for Upper Quae Yai Project, Kanchanaburi province.

ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND (EGAT). 1987. Report of environmental and ecological impact assessment in Nam Jone reservoir and vicinity, Kanchanaburi province.

FOGED, N. 1976. Freshwater diatom in Srilunka (Ceylon). A. R. Gantner, Varlag F.G., Vaduz. 113 p.

HIRANO, M. 1975. Phytoplankton from Boraphet lake in the central plain of Thailand. Biological Laboratory, Kyoto University 4: 187-203.

LACK, T. J. 1971. Quantitative studies on the phytoplankton of the river Thames and Kennet at reading. Freshwater Biol. 1: 213-224.

LEWIS, W. M. 1978. A compositional, phytogeographical and elementary structural analysis of phytoplankton in a tropical lake, Lake Lanao, Phillippines. J. Ecol. 66: 213-226.

LIND AND A. J. BROOK, 1981. The biology of desmids. Blackwell Scientific Publication, Oxford. 276 p.

MIZUNO, T. 1968. Illustrations of the freshwater plankton of Japan. Hoikusha, Osaka. 351 p.

PATRICK, R. AND C. W. REIMER. 1966. The diatom of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii. Sutter House Lititz, Pennsylvania. 688 p.

PRESCOTT, G. W. 1970. How to know the freshwater algae. W. M. C. Brown Co., Publ., Dubugue, Jowa. 347 p.

RAYMONT, J. E. G. 1963. Plankton and productivity in the oceans. Pergamon Press, London. 660 p.

ROUND, F. E. 1981. The ecology of algae. Cambridge University Press, Cambridge. 653 p.

SMITH, G. M. 1950. The freshwater algae of the United States. 2nd ed. McGraw-Hill Brook Co., New York. 719 p.

STRICKLAND, J. D. H. 1960. Measuring the production of marine phytoplankton. Bull. Fish. Res. Board Can. 122: 172.

THOMAS, E. W. 1959. Freshwater biology. John Wiley and sons, Inc., U.S.A. 1248 p.

สัณฐานวิทยาและการสร้างพิษของไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *ALEXANDRIUM* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

ชลธยา ทรงรูป,[1] อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์[1] และ อัธยา กังสุวรรณ[2]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

MORPHOLOGY AND TOXIN PRODUCTION OF DINOFLAGELLATE GENUS *ALEXANDRIUM* IN THE UPPER GULF OF THAILAND

C. Songroop, A. Piumsombon and A. Kangsuwan

[1]Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[2]Fishery Technological Development Institute, Department of Fisheries, Chatuchak, Bangkok 10903

Alexandrium-liked-cells were isolated from plankton samples collected from aquaculture ponds, riverine estuaries and coastal areas in the Upper Gulf of Thailand from May 1995 to March 1998. Cell morphology as well as thecal plate structure and arrangement were examined to identify these samples to species level. Only two species, *Alexandrium minutum* and *Alexandrium tamarense* were found and were distinguished from the characterized 6th precingular plate and posterior sulcal plate. *A. minutum* was isolated from Chao Phraya river mouth while *A. tamarense* was widely distributed from aquaculture ponds in Petchchaburi, Samut Songkram, Samut Sakorn, Chantaburi and Rayong Province as well as from Rayong river mouth.Representative 8 clonal cultures from 22 clones were selected for growth pattern study and showed in same pattern with the growth rate of 0.40 to 0.65 division per day. Mouse bioassay method and HPLC analysis were employed to determine toxicity and toxin composition of *Alexandrium* extracts. Only extracts from *A. minutum* were toxic. The toxin profile composed of GTX_{1-4}. GTX_1 was the dominant component compared to GTX_4, while GTX_2 and GTX_3 were found in trace amount. This result suggested that *A. tamarense* did not produce toxin. Furthermore, the density of *A. minutum*, the toxin producing species, found in the study area was extremely low that it could not threaten the aquatic lives and human health.

Key words: Dinoflagellate, *Alexandrium*, PSP

บทนำ

ไดโนแฟลกเจลเลต เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหนึ่งที่เป็นอาหารสำคัญของสัตว์น้ำในทะเลแถบศูนย์สูตรโดยเฉพาะพวกหอยสองฝา ปลาและครัสตาเซียนที่กินอาหารโดยการกรองอาหารจากมวลน้ำ ไดโนแฟลกเจลเลตสามารถสร้างสารชีวพิษได้หลายชนิด เช่น พิษอัมพาตในหอย (Paralytic Shellfish Poisoning: PSP), พิษที่ทำให้ท้องร่วง (Diarrhetic Shellfish Poisoning: DSP) และพิษที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท (Neurotoxic Shellfish Poisoning: NSP) ซึ่งพิษแต่ละชนิดจะถูกสร้างขึ้นมาได้โดยไดโนแฟลกเจลเลตต่างสกุลหรือต่างชนิดกัน จากการศึกษาของเกรียงศักดิ์และสุทธิชัย (2527) และ Ishida *et al.* (1993) พบว่าการเกิดพิษอัมพาตในหอยทั้งในประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่นมีความสัมพันธ์กับการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium*, สกุล *Gymnodinium* และสกุล *Pyrodinium* โดยเฉพาะไดโนแฟลกเจลเลตในสกุล *Alexandrium* พบว่ามีการกระจายอย่างกว้างขวางซึ่งบางชนิดเป็นสาเหตุของการเกิดพิษ PSP ในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลก นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า *Alexandrium* สามารถเข้ามาเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วในบริเวณเอสทูรีเพราะได้รับสารอาหารจากน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ (Hallegraeff and Bolch, 1991) ดังนั้นในบริเวณอ่าวไทยตอนบนซึ่งเป็นบริเวณที่มีลักษณะเป็นอ่าวค่อนข้างปิดและได้รับอิทธิพลจากน้ำแม่น้ำสายหลักทั้ง 4 สาย ได้แก่ แม่น้ำบางปะกง, แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำแม่กลอง รวมทั้งน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ จึงเป็นบริเวณที่น่าจะมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอยู่เสมอเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของไดโนแฟลกเจลเลตโดยเฉพาะกลุ่มที่สามารถสร้างสารชีวพิษได้ เช่น *Alexandrium* spp. เพราะนอกจากการเพิ่มจำนวนของ *Alexandrium* ที่สร้างพิษได้จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคสัตว์น้ำแล้วยังมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการส่งออกผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำรวมถึงทำให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมได้

วิธีการ

บริเวณที่ทำการศึกษา ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเล, ปากแม่น้ำ, บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และทางระบายน้ำเข้าออกของบ่อเลี้ยงในเขตจังหวัดที่มีพื้นที่ติดต่อกับชายฝั่งรอบอ่าวไทยตอนบน ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี, สมุทรสงคราม, สมุทรสาคร, สมุทรปราการ, ฉะเชิงเทรา, ชลบุรี, ระยอง และจันทบุรี รวมทั้งบริเวณร่องน้ำที่พาดผ่านตั้งแต่เขตอำเภอมาบตาพุด จังหวัดระยอง ทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนบนไปยังฝั่งตะวันตกในเขตอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชด้วยการกรองผ่านผ้ากรองขนาดตา 20 ไมครอน ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่ได้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเก็บรักษาให้อยู่ในสภาพที่มีชีวิตสำหรับใช้ในการคัดเลือกเซลล์และเพาะเลี้ยงแบบ monoclonal culture ต่อไป สำหรับส่วนที่สองจะถูกตรึงสภาพด้วยฟอร์มาลิน หรือ glutaraldehyde ที่ความเข้มข้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 4 และร้อยละ 1.5 ตามลำดับ

ตรวจวัดข้อมูลคุณภาพน้ำเบื้องต้น ได้แก่ ความเค็ม, อุณหภูมิ และความเป็นกรด-เบสในแต่ละจุดเก็บ พร้อมทั้งเก็บน้ำที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษชนิด GF/C เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ละลายน้ำ เช่น ไนเตรต และฟอสเฟต ตามวิธีของ Strickland and Parson (1972)

คัดเลือกเซลล์เพื่อเพาะเลี้ยงแบบ monoclonal culture โดยนำตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชมาคัดเลือกเซลล์ที่มีรูปร่างคล้าย *Alexandrium* แล้วนำเข้าบ่มในตู้เพาะบ่มเชื้อที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 30±1 องศาเซลเซียส ความเข้มแสงประมาณ 3,000 ลักซ์ และ light:dark cycle เท่ากับ 12:12 ชั่วโมง

ตรวจยืนยันในระดับสกุลของ culture ที่เพาะเลี้ยงและลักษณะของแผ่นเปลือกเพื่อแยกชนิด โดยนำตัวอย่างเซลล์จาก culture ที่เพาะเลี้ยงได้ในรุ่นแรก ๆ มาตรวจยืนยันระดับสกุล *Alexandrium* โดยอาศัยการจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ ด้วยวิธีการแยกแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์ของ Fukuyo and Imamura (1987) และวิธี Epifluorescence (Fritz and Triemer, 1985) จากนั้นวัดขนาดของแผ่นเปลือกสำคัญที่ใช้ในการจำแนกชนิด ได้แก่ APC, 1', 6", S.a. และ S.p. รวมทั้งศึกษาลักษณะของแผ่นเปลือกโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสแกน (SEM) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Moestrup and Thomsen (1980)

ศึกษาอัตราการเติบโตของ *Alexandrium* ที่เพาะเลี้ยง และคำนวณหาสัมประสิทธิ์การเติบโต จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นเซลล์ (เซลล์/มิลลิลิตร) กับระยะเวลา (วัน) ที่สร้างขึ้นในช่วงที่ culture อยู่ในระยะ log phase

วิเคราะห์ความเป็นพิษของ *Alexandrium* ที่เพาะเลี้ยง ด้วยวิธี Mouse Bioassay ตามวิธีของ AOAC (1990) และวิเคราะห์องค์ประกอบของพิษ PSP ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ตามวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Oshima *et al.* (1989b); Arakawa *et al.* (1994); Arakawa *et al.* (1995) และ Oshima (1995a)

ผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่ง ปากแม่น้ำและบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในเขตจังหวัดที่มีพื้นที่ติดต่อกับชายฝั่งทะเลรอบอ่าวไทยตอนบน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนมีนาคม 2541 พบ *Alexandrium* ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ 2 แห่ง ได้แก่ ปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ และปากแม่น้ำระยอง จังหวัดระยอง โดยมีความหนาแน่นเซลล์ 24 และ 10 เซลล์/ลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอีก 6 แห่ง ในบริเวณจังหวัดเพชรบุรี, สมุทรสงคราม, สมุทรสาคร, ระยอง และจันทบุรี โดยที่ไม่พบ *Alexandrium* ในน้ำตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน, ปากแม่น้ำบางปะกง, บริเวณชายฝั่งอ่างศิลา และบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบน ทั้งนี้ในจำนวนบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่พบ *Alexandrium* ดังกล่าว มีอยู่ 2 แห่ง ได้แก่ บ่อเลี้ยงปลากระบอก อำเภอแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม และบ่อเลี้ยงกุ้ง 2 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ที่พบว่ามีความหนาแน่นของ *Alexandrium* สูงมาก (7,500 และ 15,000 เซลล์/ลิตร ตามลำดับ) ในขณะที่เก็บตัวอย่างได้ตรวจวัดปัจจัยสภาพแวดล้อมบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิ และความเค็ม ณ จุดที่เก็บตัวอย่าง พบว่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 29.5 ถึง 33.0 องศาเซลเซียส และมีความเค็มอยู่ในช่วงตั้งแต่ 15 ถึง 40 ส่วนในพันส่วน (ppt.) โดยที่น้ำ ณ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการมีความเค็มต่ำสุด และน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง 1 อำเภอแกลง จังหวัดระยองมีความเค็มสูงสุดเมื่อเทียบกับจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ

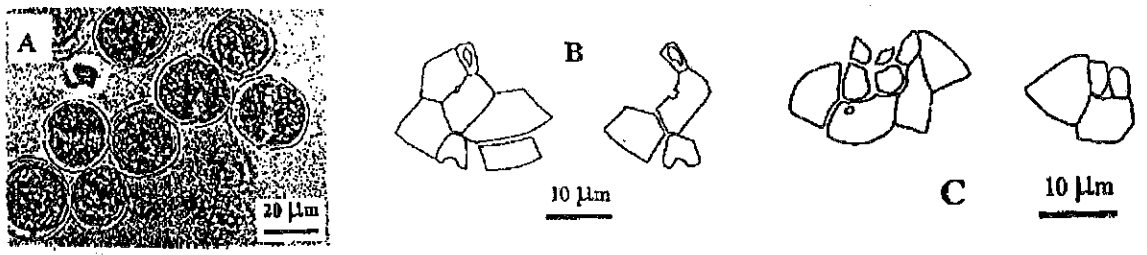
จากน้ำตัวอย่างที่พบ *Alexandrium* ทั้ง 8 แห่งในบริเวณ 6 จังหวัดดังกล่าว สามารถคัดเลือกเซลล์ที่มีลักษณะคล้าย *Alexandrium* มาเพาะเลี้ยงแบบ monoclonal culture ได้ทั้งหมด 22 โคลน และเมื่อตรวจสอบยืนยันในระดับสกุลโดยอาศัยลักษณะการจัดเรียงตัวของแผ่นเปลือกแล้ว พบว่าทุกโคลนเป็น *Alexandrium* และเมื่อได้ศึกษาลักษณะรูปร่างและวัดขนาดเซลล์ของ *Alexandrium* ที่เพาะเลี้ยงในโคลนที่คัดเลือกเป็นตัวแทนจากแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแห่งละ 1 โคลน พบว่าเซลล์ของ *Alexandrium* ที่เพาะเลี้ยงไม่สร้างสายโซ่เซลล์ มีรูปร่างค่อนข้างกลม หรือมีความยาวมากกว่าความกว้างเล็กน้อย มีขนาดปานกลาง (15 ถึง 36 ไมครอน) เมื่อเทียบกับขนาดของ *Alexandrium* spp. ที่เคยพบในน่านน้ำไทย จึงทำให้สามารถพิจารณาเบื้องต้นได้ว่า *Alexandrium* ที่พบน่าจะจัดอยู่ในกลุ่มของ minutum และ tamarense จากนั้นจึงได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแผ่นเปลือกหุ้มเซลล์อย่างละเอียด โดยเน้นที่ลักษณะแผ่นเปลือกสำคัญ 5 แผ่นได้แก่ APC, 1', 6", S.a. และ S.p. พบว่า *Alexandrium* จากจุดเก็บตัวอย่างในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในช่วงเวลาที่ทำการศึกษามี 2 ชนิด คือ *Alexandrium tamarense* และ *Alexandrium minutum* โดยโคลนที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ จำแนกเป็น *A. minutum* และส่วนโคลนที่เก็บจากบริเวณอื่น ๆ นั้นจำแนกได้เป็น *A. tamarense* ซึ่งมีลักษณะดังนี้

Alexandrium tamarense (Lebour) Balech มีลักษณะทั่วไป คือ เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม เมื่อมองทางด้าน ventral view ที่ด้านท้ายของเซลล์มักจะมีลักษณะค่อนข้างแบน เซลล์มีความยาวเท่า ๆ กับความกว้าง หรือมากกว่าความกว้างเล็กน้อย โดยมีความยาวเซลล์เฉลี่ยอยู่ในพิสัย 18.19 ถึง 33.04 ไมครอน และมีความกว้างเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 17.43 ถึง 30.57 ไมครอน (ภาพที่ 1A) epitheca มีรูปร่างคล้ายรูประฆังคว่ำ หรือครึ่งวงกลม มีขนาดค่อนข้างเล็กกว่า hypotheca ส่วน hypotheca มีรูปร่างเป็นรูปครึ่งวงกลม พบ girdle อยู่ที่ประมาณกึ่งกลางเซลล์ซึ่งเว้าเป็นร่องเห็นได้ชัดเจนและเหลื่อมล้ำไปทางด้านซ้ายประมาณ 1 เท่าของความกว้าง girdle เมื่อศึกษาลักษณะรูปร่างของแผ่นเปลือกหลักที่ใช้ในการจำแนกชนิด พบว่า APC มีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมแคบ ๆ ที่มีความยาวเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 4.92 ถึง 7.18 ไมครอน และมีความกว้างเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 2.04 ถึง 3.71 ไมครอน ขอบด้านบนและด้านล่างของ APC ตัดตรง (หรือบางครั้งพบขอบด้านล่างเรียวแหลม) ขอบด้านขวาโค้งเว้าคล้ายรูปตัวเอส (S) หรือค่อนข้างตรง ส่วนขอบด้านซ้ายโค้งลาดลงจากขอบด้านบนจนถึงขอบด้านล่าง ภายใน APC มีรูคล้ายเครื่องหมายลูกน้ำอยู่ตรงกลาง แต่ไม่พบ anterior attachment pore APC เชื่อมต่อกับแผ่น 1' โดยตรง (ภาพที่ 1B) แผ่นเปลือกที่ 1' ค่อนข้างกว้าง และมีความกว้างเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวแผ่นซึ่งมีความกว้างเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 4.16 ถึง 7.25 ไมครอน ขอบด้านบนและขอบด้านล่างตัดตรง พบ ventral pore อยู่ตรงบริเวณครึ่งหนึ่งหรือค่อนไปทางด้านบน (0.29 ถึง 0.65 เท่า) ของความยาวรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกที่ 1' กับ 4' (ภาพที่ 1B) แผ่นเปลือกที่ 6" มีรูปร่างเป็นรูปห้าเหลี่ยม มีความกว้างเท่า ๆ กันกับความยาวแผ่นหรือมากกว่าเล็กน้อย โดยมีอัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้างของแผ่นประมาณหนึ่งเท่า (ภาพที่ 1B) anterior sulcal plate มีรูปร่างเป็นรูปเกือกม้าที่มีขอบด้านบนตัดตรง และมีความยาวใกล้เคียงกับความกว้าง หรือมากกว่าเล็กน้อย โดยส่วนมากพบว่ามีความกว้างที่ส่วนล่างมากกว่าความกว้างที่ส่วนบน ซึ่งที่ขอบด้านล่างจะเว้าเข้าด้านในของแผ่นเล็กน้อยประมาณหนึ่งในสามของความยาวแผ่น posterior sulcal plate มีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขอบด้านบนเว้าเข้าเล็กน้อยตรงรอยต่อกับแผ่นเปลือก S.d.p. และ S.s.p. ส่วนขอบด้านล่างตัดตรงหรือโค้งเล็กน้อย โดยมีความกว้างมากกว่าความยาวแผ่นประมาณ 1.10 ถึง 1.57 เท่า ที่ S.p. นี้อาจพบหรือไม่พบ posterior attachment pore แต่ถ้าปรากฏจะอยู่ที่มุมบนด้านขวาของแผ่น (ภาพที่ 1C) โดยปกติพบอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวและพบเป็นเซลล์คู่ได้บ้างเมื่อ culture อยู่ในระยะ log phase

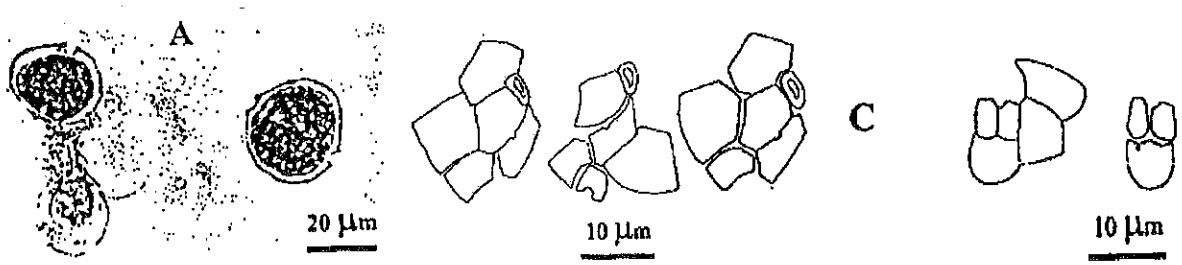
Alexandrium minutum Halim มีลักษณะทั่วไป คือ เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม เมื่อมองทางด้าน ventral view มีความยาวเท่า ๆ กันกับความกว้าง หรือมากกว่าเล็กน้อย ในบางครั้งพบว่ามีความกว้างมากกว่าความยาว โดยมีความยาวเซลล์เฉลี่ยอยู่ในพิสัย 18.24 ถึง 27.39 ไมครอน และมีความกว้างเซลล์เฉลี่ยอยู่ในพิสัย 16.76 ถึง 26.85 ไมครอน (ภาพที่ 2A) epitheca มีรูปร่างคล้ายรูประฆังคว่ำ ส่วน hypotheca มีรูปร่างเป็นรูปครึ่งวงกลม พบ girdle อยู่ที่ประมาณกึ่งกลางเซลล์ซึ่งหยักเว้าเป็นร่องเห็นได้ชัดเจน และเหลื่อมล้ำไปทางด้านซ้ายประมาณ 1 เท่า ของความกว้างของ girdle เมื่อศึกษาลักษณะรูปร่างของแผ่นเปลือกหลักที่ใช้ในการจำแนกชนิด พบว่า APC มีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม

หรือสี่เหลี่ยมแคบ ๆ มีความยาวเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 4.74 ถึง 6.49 ไมครอน และมีความกว้างเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 2.48 ถึง 3.33 ไมครอน ขอบด้านบน และด้านล่างตัดตรง ขอบด้านขวาโค้งเว้าคล้ายรูปตัวเอส (S) หรือค่อนข้างตรง ส่วนขอบด้านซ้ายโค้งลาดลงจากขอบด้านบนจนถึงขอบด้านล่าง ภายใน APC มีรูคล้ายเครื่องหมายลูกน้ำอยู่ตรงกลาง แต่ไม่พบ anterior attachment pore APC เชื่อมต่อกับแผ่น 1' โดยตรงหรือบางครั้งพบว่ามีเส้นเชื่อมระหว่างกัน (ภาพที่ 2B) แผ่นเปลือกที่ 1' ค่อนข้างแคบเมื่อเทียบกับใน *A. tamarense* โดยมีความกว้างเป็นหนึ่งในสามของความยาวแผ่น และมีความกว้างเฉลี่ยอยู่ในพิสัย 3.44 ถึง 5.53 ไมครอน ซึ่งมีขอบด้านบนและขอบด้านล่างตัดตรง ที่ขอบด้านขวาจะเว้าในบริเวณที่พบ ventral pore โดยตำแหน่งที่พบ ventral pore ไม่แน่นอน แต่มักจะพบอยู่ตรงบริเวณครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวของรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกที่ 1' กับ 4' (ภาพที่ 2B) สำหรับแผ่นเปลือกที่ 6" มีรูปร่างเป็นรูปห้าเหลี่ยมที่มีความกว้างน้อยกว่าความยาว โดยมีอัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้างของแผ่นประมาณ 1.4 เท่า (ภาพที่ 2B) ซึ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างไปจาก *A. tamarense* อย่างเห็นได้ชัดเจน anterior sulcal plate มีรูปร่างเป็นรูปเกือกม้าที่มีขอบด้านบนตัดตรง และมีความกว้างน้อยกว่าความยาว โดยมีความกว้างที่ส่วนล่างเท่า ๆ กัน หรือมากกว่าความกว้างที่ส่วนบนเล็กน้อย ขอบด้านล่างเว้าประมาณหนึ่งในสามจนถึงกึ่งหนึ่งของความยาวแผ่น posterior sulcal plate มีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างมากกว่าความยาวประมาณ 1.04 ถึง 1.88 โดยมีขอบด้านบนเว้าเข้าเล็กน้อยตรงรอยต่อกับแผ่นเปลือก S.d.p. และ S.s.p. ส่วนขอบด้านล่างโค้งมน อาจพบหรือไม่พบ posterior attachment pore ถ้าพบจะอยู่ทางมุมบนด้านขวาของแผ่น (ภาพที่ 2C) โดยปกติพบอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวและพบเป็นเซลล์คู่ได้เล็กน้อยเมื่อ culture อยู่ในระยะ log phase ซึ่งโอกาสพบเซลล์คู่จะพบได้น้อยกว่าใน *A. tamarense*

เมื่อนำ culture ที่คัดเลือกเป็นตัวแทนทั้ง 8 โคลนมาศึกษาอัตราการเติบโตและรูปแบบการเติบโต พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (μ) อยู่ในช่วง 0.40 ถึง 0.65 division ต่อวัน และ มีรูปแบบการเติบโตที่คล้ายกันคือ culture จะเข้าสู่ระยะ early log phase ภายใน 2 ถึง 3 วัน และอยู่ในระยะ middle log phase ในช่วงวันที่ 5 ถึง 6 จากนั้นจะเข้าสู่ระยะ late log phase ในวันที่ 8 ถึง 9 จากนั้นในเวลา 11 ถึง 12 วันนับจากวันเริ่มต้นเลี้ยง จะเป็นระยะ stationary phase



ภาพที่ 1. ลักษณะของ *Alexandrium tamarense*: A. รูปร่างและขนาดของเซลล์ B. รูปร่างของ APC การเชื่อมต่อกับแผ่นที่ 1' ตำแหน่งของ V.p. และรูปร่างแผ่นเปลือกที่ 6" C. รูปร่างของ posterior sulcal plate และตำแหน่งของ posterior attachment pore



ภาพที่ 2. ลักษณะของ *Alexandrium minutum* : A. รูปร่างและขนาดของเซลล์ B. รูปร่างของ APC การเชื่อมต่อกับแผ่นที่ 1' ตำแหน่งของ V.p. และรูปร่างแผ่นเปลือกที่ 6" C. รูปร่างของ posterior sulcal plate และตำแหน่งของ posterior attachment pore

ผลการวิเคราะห์ความเป็นพิษด้วยวิธี mouse bioassay ในสารสกัดเซลล์ *Alexandrium* ที่เพาะเลี้ยงในระยะ late log phase ทั้งหมด 16 โคลน แบ่งเป็น *A. tamarense* 12 โคลน และ *A. minutum* 4 โคลน พบว่าสารสกัดจากเซลล์ *A. tamarense* ทุกโคลนไม่มีความเป็นพิษต่อสัตว์ทดลอง ส่วนสารสกัดจากเซลล์ของ *A. minutum* มีพิษทำให้หนูตาย และมีค่าความเป็นพิษอยู่ในพิสัย 1.22×10^{-3} ถึง 1.37×10^{-3} MU/เซลล์ และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบพิษ PSP ของสารสกัดจากเซลล์ *Alexandrium* ด้วย HPLC พบว่าสารสกัดจากเซลล์ *A. tamarense* ไม่มีสารพิษทั้งในกลุ่ม saxitoxin

(STXs) และ กลุ่ม gonyautoxin (GTXs) อยู่เลย ส่วนสารสกัดจากเซลล์ของ *A. minutum* มีองค์ประกอบพิษหลักเป็นสารพิษในกลุ่ม GTXs ประกอบด้วย GTX_1 ถึง GTX_4 โดยมี GTX_1 เป็นองค์ประกอบหลักประมาณร้อยละ 70-80 ขององค์ประกอบพิษทั้งหมด (ยกเว้นบางโคลนมี GTX_4 เป็นองค์ประกอบหลักอยู่ประมาณร้อยละ 50 ขององค์ประกอบพิษทั้งหมด และพบ GTX_1 รองลงมา) ส่วน GTX_2 และ GTX_3 พบได้ในปริมาณน้อยมาก แต่ไม่พบว่ามี STXs เป็นองค์ประกอบอยู่เลย

บทวิจารณ์

จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชบริเวณที่ศึกษาในระหว่างปี 2539 ถึงปี 2541 พบ *Alexandrium* 2 ชนิด ได้แก่ *Alexandrium tamarense* และ *Alexandrium minutum* ซึ่งในช่วงเวลาที่ศึกษาครั้งนี้ไม่พบการกระจายของ *Alexandrium* ทั้งในบริเวณชายฝั่งทะเลรอบอ่าวไทยตอนบน และบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบน ตามที่เคยมีรายงานว่าพบ *A. cohorticula*, *A. leei*, *A. tamarense* และ *A. tamiyavanichi* โดยพรศิลป์ (2530); สุชนาและเกรียงศักดิ์ (2533) และ Fukuyo *et al.* (1988) โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ซึ่งเคยพบทั้ง *A. tamarense* และ *A. tamiyavanichi* ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในเวลาที่ต่างกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาการกระจายของ *Alexandrium* ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบกันกับข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เป็นที่น่าสังเกตว่าความเค็มของน้ำน่าจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของ *Alexandrium* เนื่องจากความเค็มของน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งและบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบนโดยปกติมีค่าอยู่ในช่วง 29.92 ถึง 32.13 ppt. (อัปสรสุดา, 2527) แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าน้ำมีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 15 ถึง 30 ppt. ซึ่งต่ำกว่าความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบนในช่วงที่มีรายงานว่าพบการกระจายของ *A. cohorticula*, *A. tamiyavanichi*, *A. tamarense* และ *A. leei* ที่ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 30.4 ถึง 32.6 ppt โดยพรศิลป์ (2530) นอกจากนี้ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างก็มีผลต่อการพบ *Alexandrium* ด้วยเช่นกัน

จะเห็นว่า *Alexandrium* ทั้งสองชนิดสามารถแพร่กระจายและเติบโตได้ในช่วงความเค็มกว้างเหมือนกัน แต่ไม่พบว่ามีการเกิดขึ้นร่วมกลุ่มประชากรเดียวกัน (coexist) ดังที่เคยพบว่ามีการอยู่ร่วมกลุ่มประชากรเดียวกันของ *A. tamarense* และ *A. tamiyavanichi* ในบริเวณชายฝั่งอ่างศิลาจากการศึกษาของสุชนา และเกรียงศักดิ์ (2533) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ *A. minutum* สายพันธุ์ที่พบในประเทศไทยนั้นมักจะพบในความเค็มค่อนข้างต่ำ และสามารถทนทานต่อระดับความเค็มที่ต่ำกว่า *A. tamarense* ดังที่เคยมีรายงานว่าพบ *A. minutum* เติบโตและเพิ่มจำนวนมากในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีความเค็มต่ำถึง 4 ppt. (Matsuoka *et al.*, 1998)

เมื่อทดสอบความเป็นพิษด้วยวิธี mouse bioassay พบว่า *A. tamarense* 12 โคลนที่นำมาศึกษาไม่มีความเป็นพิษเช่นเดียวกับที่สุชนา และเกรียงศักดิ์ (2533) ได้รายงานไว้จากการศึกษา *A. tamarense* ที่เก็บจากบริเวณอ่างศิลา นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าพบ *A. tamarense* สายพันธุ์ที่ไม่สร้างพิษในออสเตรเลีย (Hallegraeff *et al.*, 1991) และสายพันธุ์จากบริเวณทามาร์เอสทูรี ประเทศอังกฤษ (Cembella *et al.*, 1989) ด้วย ส่วน *A. minutum* ทั้ง 4 โคลนสามารถสร้างพิษได้เช่นเดียวกับ *A. minutum* สายพันธุ์ที่เคยพบจากบ่อเลี้ยงกุ้ง จังหวัดสมุทรสาคร (ปิยนุช, 2539) สำหรับองค์ประกอบพิษของ *A. minutum* ที่ประกอบด้วย GTX_{1-4} นั้นเป็นไปตามลักษณะขององค์ประกอบพิษประจำกลุ่ม minutum (Cembella, 1998) ซึ่งการที่พบว่ามี GTX_1 เป็นองค์ประกอบหลัก และบางโคลนกลับมี GTX_4 เป็นองค์ประกอบหลัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติของโครงสร้างทางเคมีที่เป็นเอพิเมอร์ (epimer) กัน ดังรายงานของ Shimizu (อ้างถึงใน Taylor, 1987)

เมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นเซลล์ที่พบกับความเป็นพิษของ *A. minutum* ในแต่ละสายพันธุ์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้จะต้องได้รับปริมาณเซลล์ของ *A. minutum* สูงถึง 50,000 ถึง 80,000 เซลล์ เข้าสู่ร่างกายจึงจะทำให้มีอาการพิษได้ ทั้งนี้ปิยนุช (2539) ยังได้รายงานถึงความหนาแน่นเซลล์ของ *A. minutum* ที่มีผลต่ออัตราการตายของสัตว์น้ำเช่น กุ้งและปลาไว้ว่าอยู่ที่ 2.76×10^3 และ 9.7×10^3 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ ดังนั้นความหนาแน่นเซลล์ของ *A. minutum* ที่พบจากการศึกษาครั้งนี้จึงไม่น่าจะก่อให้เกิดอันตรายหรือความเป็นพิษใดๆ กับผู้บริโภคสัตว์น้ำหรือแม้กระทั่งสัตว์น้ำเองก็ตาม

บทสรุป

1. จากการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ และบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเขตจังหวัดที่มีพื้นที่ติดต่อกับชายฝั่งทะเลรอบอ่าวไทยตอนบน ได้แก่ เพชรบุรี สมุทรสงคราม สมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี จันทบุรี และระยอง รวมทั้งบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนมีนาคม 2541 พบ *Alexandrium* ทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ *Alexandrium tamarense* และ *Alexandrium minutum*

2. *Alexandrium tamarense* พบแพร่กระจายอยู่รอบอ่าวไทยตอนบนและทางชายฝั่งตะวันออก ซึ่งน้ำในจุดเก็บตัวอย่างมีความเค็มตั้งแต่ 19 ppt. ถึง 40 ppt. แสดงให้เห็นว่า *A. tamarense* ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีความสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ดี
3. *Alexandrium minutum* พบในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการเพียงแห่งเดียว ซึ่งน้ำมีค่าความเค็ม 15 ppt. จึงเป็นที่น่าสังเกตว่า *A. minutum* ที่พบในประเทศไทยมีความสามารถทนต่อความเค็มต่ำ ๆ ได้
4. *Alexandrium tamarense* ที่พบในการศึกษาครั้งนี้เป็นสายพันธุ์ที่ไม่สร้างพิษ แต่ทำให้กุ้ง และปลาในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตายเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากสภาพของน้ำเสื่อมคุณภาพลง
5. *Alexandrium minutum* ที่พบในการศึกษาครั้งนี้นั้นแม้ว่าจะเป็นสายพันธุ์ที่สร้างพิษได้ (มีองค์ประกอบพิษเป็น GTX_{1-4} และมี GTX_1 เป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาเป็น GTX_4 ส่วน GTX_2 และ GTX_3 พบอยู่ในปริมาณน้อย) แต่ก็พบอยู่ในความหนาแน่นเซลล์ต่ำมากและมีระดับความเป็นพิษต่ำจนไม่สามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำหรือเป็นอันตรายใด ๆ กับผู้บริโภคสัตว์น้ำได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540042

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ สายธนู และสุทธิชัย เตมียวณิชย์. 2527. พิษอัมพาตในหอยบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีและชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย. ในเอกสารประกอบการสัมมนาครั้งที่ 3. การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำไทย. 26-28 มีนาคม 2527. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 35-44.

ปิยนุช จุรุพันธ์. 2539. ผลของ *Alexandrium minutum* และ *Alexandrium cohorticula* ต่อการตายของปลานิล *Orechromis niloticus* และกุ้งกุลาดำ *Penaeusmonodon*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรศิลป์ ผลพันธิน. 2530. อนุกรมวิธานและการกระจายของไดโนแฟลกเจลเลตในครอบครัว *Dinophyceae, Gonyaulacaceae* และ *Peridiniaceae* ในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชนา วิเศษสังข์ และเกรียงศักดิ์ สายธนู. 2533. การจำแนกชนิดและการศึกษาความเป็นพิษของไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Alexandrium* ที่พบในอ่าวไทย. ในรายงานผลการวิจัยทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์. 29 หน้า.

อัปสรสุดา ศิริพงศ์. 2527. ลักษณะของอุณหภูมิและซาลินิตี้ของมวลน้ำในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ใน 4 ฤดู. ในเอกสารประกอบการสัมมนาครั้งที่ 3. การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำไทย. 26-28 มีนาคม 2527. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 165-172.

ARAKAWA, O., T. NOGUCHI, Y. ISHIDA AND Y. ONOUE. 1994. Occurrence of 11-oxotetrodotoxin and 11-nortetrodotoxin-6 (R)-ol in a xanthid crab *Atergatis floridus* collected at Kojima. Ishigaki Island. Fish. Sci. 60: 769-771.

ARAKAWA, O., T. NOGUCHI AND Y. ONOUE. 1995. Paralytic shellfish toxin profile of xanthid crabs *Zosimus aeneus* and *Atergatis floridus* collected on reef of island. Fish. Sci. 61: 659-662.

AOAC. 1990. Official method of analysis. Washington D.C.

CEMBELLA, A. D. 1998. Ecophysiology and metabolism of paralytic shellfish toxins in marine microalgae. In ANDERSON, D. M., A. D. CEMBELL AND G. M. HALLEGRAEFF (eds.), Physiological ecology of harmful algal blooms. pp. 381-404. Springer, Germany.

CEMBELLA, A. D. AND J. C. THERRIAULT. 1989. Population dynamics and toxin composition of *Protogonayaulax tamaresis* from the St. Lawrence estuary. In OKAICHI, T. D., M. ANDERSON AND T. NEMATO (eds.), Red tides: biology, environmental science and toxicology. pp. 403-406. Elsvier, New York.

FRITZ, L. AND R. E. TRIEMER. 1985. A rapid simple technique utilizing calcofluor white M2R for the visualization of dinoflagellate thecal plates. J. Phycol. 21: 662-664.

FUKUYO, Y. AND K. IMAMURA. 1987. Methods for observation of thecal plates of armoured dinoflagellate. In Japan Fisheries Resources Conservation Association . A guides for studies of red tide organism. pp. 54-79. Shuwa, Tokyo.

HALLEGRAEFF, G. M., AND C. J. BLOCH. 1991. Transport of toxic dinoflagellate cyst via ship's ballast water. Marine Pollution Bulletin 22(1): 27-30.

HALLEGRAEFF, G. M., C. J. BLOCH, S. I. BLACKBURN AND Y. OSHIMA. 1991. Species of the toxigenic dinoflagellate genus *Alexandrium* in southeastern Australia waters. Botanica Marina 34: 575-587.

ISHIDA, Y., C. KIM, Y. SAKO, N. HIROOKA AND A. UHIDA. 1993. PSP toxin production is chromosome dependent in *Alexandrium* spp. In SMAYDA,T. J. AND Y. SHIMIZU (eds.), Toxic phytoplankton bloom in the sea. pp. 881-887. Elsvier, Netherland.

MATSUOKA, K., Y. FUKUYO AND M. YOSHIDA. 1998. *Alexandrium minutum* Halim collected from aquaculture ponds in tropical to subtropical coastal waters. In SUDARA, S (ed.), Proceedings of the 8th joint seminar on marine science, pp. 85-95. 8-10 December 1997. Chiangrai, Thailand.

MOESTRUP, Q. AND H. A. THOMSON. 1980. Preparation of shadow-cast whole mounts. In GANTT, E. (ed.), Handbook of phycological methods, pp. 385-390. Cambridge Univ. Press, U.S.A.

OSHIMA, Y. 1995a. Manual of PSP toxins by high performance liquid chromatography. Training workshop on monitoring of PSP plankton and shellfish toxicity by WESTPAC-IOC. July 17-22. Kitasato University, Japan.

OSHIMA, Y., M. HIROTA, T. YASUMOTO, G. M. HALLGRAEFF, S. I. BLACBKBURN AND A. STEFFENSEN. 1989b. Production of paralyticshellfish poisoning toxin by the dinoflagellate *Alexandrium minutum* Halim from Australia. Nippon Suisan Gakkaishi 55(5): 925.

STRICKLAND, J. D. H. AND T. R. PARSON. 1972. A practical handbook of sea water analysis. The Algar Press, Ottawa.

TAYLOR, F. J. R. 1987. The biology of dinoflagellates. Blackwell Science Publications, London.

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตในอ่าวไทย

พรศิลป์ ผลพันธิน

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

TAXONOMY OF MARINE DINOFLAGELLATES IN THE GULF OF THAILAND

P. Pholpunthin

Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

This project covers 3 years of research. The aim of the project is to complete a taxonomic study of marine dinoflagellates from the Gulf of Thailand. Samples are being collected quantitatively by vertical or oblique net tows using a plankton net of 20 µm mesh size. Forty-eight samples from the Upper Gulf have been examined. One hundred and nineteen species were recorded. Two of them (*Dinophysis* sp. and *Protoperidinium* sp.) might be new to science and 9 species (*Amphisolenia schauinslandii, Ceratium schroetii, Gonyaulax turbgneii, Gymnodinium cf. catenatum, Histioneis costata, H. karsteni, Ornithocercus thumii, Podolampus antarctica and Pseudophalacroma nasutum*) are new to Thailand. Samples from the Lower Gulf are being investigated.

Key words: Gulf of Thailand, taxonomy, marine dinoflagellates

บทนำ

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ ทั้งในแง่ของการเป็นอาหารขั้นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ และเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำอีกทางหนึ่งด้วย แต่ในขณะเดียวกันการเติบโตอย่างรวดเร็ว หรือการสร้างสารชีวพิษของแพลงก์ตอนพืชบางกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต ก็อาจส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำได้ทั้งทางตรง และทางอ้อม ดังนั้น การศึกษาถึงระบบนิเวศของแหล่งน้ำใด ๆ จึงไม่อาจที่จะละเลยการศึกษาเรื่องของแพลงก์ตอนพืชได้ และการที่จะศึกษาให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องสมบูรณ์ จำเป็นต้องมีการศึกษาในเรื่องของอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิตก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อให้การจำแนกสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เป็นไปอย่างถูกต้อง และสมบูรณ์

ในประเทศไทยการศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืชได้มีผู้ศึกษากันมากในเรื่องของความชุกชุม และการแพร่กระจาย (โสภณา, 2522; 2525; 2527; Piromnim, 1985) แต่การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานมีผู้ศึกษาอยู่เพียงเล็กน้อย และศึกษาในแพลงก์ตอนพืชบางกลุ่มเท่านั้น (Schmidt, 1901; ลัดดา, 2525; Fukuyo *et al.*, 1988) ดังนั้น การจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนพืชในประเทศไทยส่วนใหญ่จึงยังคงใช้การเทียบเคียงกับเอกสารจากประเทศต่าง ๆ เช่น ประเทศญี่ปุ่น (Yamaji, 1986) ประเทศอังกฤษ (Dodge, 1983) เป็นต้น อันอาจทำให้เกิดความสับสนในเรื่องของการจำแนกชนิดต่อผู้ศึกษาขึ้นได้ การศึกษาครั้งนี้จึงได้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนพืชในอ่าวไทย โดยเริ่มจากกลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต ทั้งนี้เพราะเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญต่อสภาพแวดล้อมในทะเล และอาจส่งผลต่ออุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยง และการส่งสินค้าสัตว์น้ำได้

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาในเรื่องของการจำแนกชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตในครั้งนี้ จะครอบคลุมพื้นที่บริเวณอ่าวไทยตอนบน และตอนล่าง ทั้งในเขตใกล้ชายฝั่งทะเล และเขตนอกฝั่งทะเล โดยขอความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ และ กรมประมง เป็นต้น

วิธีการ

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชโดยใช้ถุงแพลงก์ตอนที่มีขนาดตา 20 ไมครอน และมีเส้นผ่าศูนย์กลางปากถุงประมาณ 30 เซนติเมตร ลากในแนวดิ่ง หรือแนวเฉียง เพื่อให้ได้ปริมาณตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด เก็บรักษาตัว

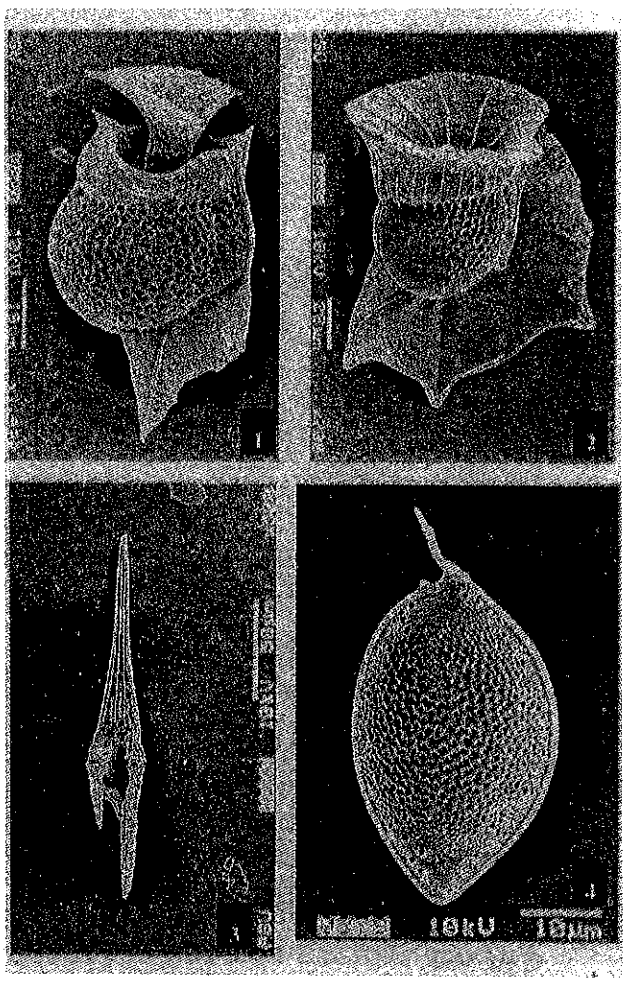
อย่างที่เก็บได้ด้วยฟอร์มาลิน โดยให้มีความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 4-10 เปอร์เซ็นต์ นำตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

สุ่มตัวอย่างแพลงก์ตอนที่เก็บมาใส่ใน Sedwick-rafter slide ที่มีความจุ 1 มิลลิลิตร ปล่อยทิ้งไว้ให้แพลงก์ตอนตกตะกอนบนสไลด์ แล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100 เท่า เพื่อตรวจหาแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต ดูดไดโนแฟลกเจลเลตที่พบด้วยหลอดคาปิลลารีไปใส่ในสไลด์แผ่นใหม่ เพื่อนำไปตรวจสอบรายละเอียดต่าง ๆ ที่กำลังขยาย 400 ถึง 1,000 เท่า และจำแนกชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบ พร้อมทั้งวาดภาพถ่ายภาพ หรือนำตัวอย่างบางส่วนไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน

ผลการวิจัย

จากการศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของไดโนแฟลกเจลเลตในอ่าวไทยตอนบนจากตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 48 ตัวอย่าง สามารถจำแนกชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตได้แล้วทั้งสิ้น 6 อันดับ 14 วงศ์ และ 119 ชนิด (ตารางที่ 1) เป็นชนิดที่คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ 2 ชนิดคือ สกุล *Dinophysis* 1 ชนิด และสกุล *Protoperidinium* 1 ชนิด และเป็นชนิดที่เพิ่งมีรายงานเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 9 ชนิด ได้แก่ *Amphisolenia schauinslandii, Ceratium schroetii, Gonyaulax turbgneii, Gymnodinium cf. catenatum, Histioneis costata, H. karsteni* (ภาพที่ 1), *Ornithocercus thumii* (ภาพที่ 2), *Podolampus antarctica* และ *Pseudophalacroma nasutum* ชนิดที่พบได้มากและมักพบเสมอ ๆ จากตัวอย่างที่เก็บจากชายฝั่งทะเล ได้แก่ *Ceratium furca* (ภาพที่ 3), *C. fusus, C. trichoceros, Dinophysis caudata, Gonyaulax spinifera, Gymnodinium sanguineum, Noctiluca scintillans, Prorocentrum micans* (ภาพที่ 4), *Protoperidinium curtipes* และ *P. pellucidum* ชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่มีความหลากหลายอยู่มากที่สุด ได้แก่ สกุล *Protoperidinium* รองลงมา ได้แก่ สกุล *Ceratium* และสกุล *Dinophysis* ตามลำดับ สำหรับชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตในบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง ขณะนี้อยู่ในระหว่างการเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง



ภาพที่ 1-4. ภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน
1. *Histioneis karsteni* 2. *Ornithocercus thumii*
3. *Ceratium furca* 4. *Prorocentrum micans*

ตารางที่ 1. ชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่พบบริเวณอ่าวไทยตอนบน

* ชนิดที่รายงานเป็นครั้งแรกในประเทศไทย * * ชนิดที่คาดว่าเป็นชนิดใหม่

Order Prorocentrales
Family Prorocentraceae
Prorocentrum concavum
P. lima
P. maxicanum
P. micans
P. rhathymum
P. sigmoides
Order Dinophysiales
Family Dinophysiaceae
Dinophysis argus
D. caudata
D. hastata
D. infundibulus
D. miles
D. mitra
D. rotundata
D. schuettii
** *D.* sp.
* *Histioneis costata*
* *H. karsteni*
Ornithocercus magnificus
* *O. thumii*
Phalacroma doryphorum
P. parvula
P. rudgei
* *Pseudophalacroma nasutum*
Family Amphisoleniaceae
Amphisolenia bidentata
* *A. schauinslandii*
Order Gonyaulacales
Family Ceratiaceae
Ceratium Breve
C. candelabrum
C. carience
C. contortum
C, dens
C. deflexum
C. extensum
C. falcatum
C. furca
C. fusus
C. horridum
C. inflatum
C. kofoidii
C. macroceros
C. massiliense
C. pulchellum
C. schmidtii
* *C. schroetii*
C. teres
C. trichoceros
C. tripos
Family Ceratocoryaceae
Ceratocorys horrida
Family Gonyaulacaceae
Alexandrium fratercula
A. leei
A. minutum
A. tamarense
A. tamiyavanichi
Gonyaulax digitale
G. diegensis
G. polygramma
G. spinifera
* *G. turbgneii*
G. verior
Lingulodinium polyedricum
Family Oxytoxaceae
Oxytoxum scolopex
O. subulatum
O. tesselatum
Family Pyrophacaceae
Pyrophacus horologium
P. steinii
Order Peridiniales
Family Calciodinellaceae
Scrippsiella trochoidea
Family Peridiniaceae
Peridinium quinquecorne
Family Podolampadaceae
Blepharocysta sp.
* *Podolampus antarctica*
P. bipes
Family Protoperidiniaceae
Dissodium asymmetrica
Protoperidinium abei
P. achromaticum
P. angustum
P. asymmetricum
P. avellana
P. biconicum
P. conicum
P. curtipes
P. curvipes
P. depressum
P. denticulatum
P. divergents
P. excentricum
P. globulum
P. grande
P. heteracanthum
P. hirobis
P. latispinum
P. leonis
P. minutum
P. multistriatum
P. murrayi
P. mipponicum
P. nux
P. oceanicum
P. okamurai
P. ovatum
P. ovum
P. pallidum
P. paulseni
P. pellucidum
P. pentagonum
P. persicum
P. quarnerense
P. sphaericum
P. spinulosum
P. stenii
P. subinerme
P. thorianum
P. ventricum
P. venustum
P. weisneri
** *P.* sp.
Zygambicodinium lenticulatum
Order Gymnodiniales
Family Gymnodiniaceae
* *Gymnodinium* cf. *catenatum*
G. instriatum
G. sanguineum
Gyrodinium spirale
Order Noctilucales
Family Noctilucaceae
Noctiluca scintillans

บทวิจารณ์

แม้ว่าการศึกษาอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตในประเทศไทย ได้เริ่มต้นขึ้นมาประมาณเกือบหนึ่งศตวรรษแล้ว (Schmidt, 1901) แต่ก็ไม่ได้มีการศึกษาต่อเนื่องอย่างจริงจัง และการศึกษาในลำดับต่อ ๆ มา ก็จำกัดอยู่เพียงบางกลุ่มหรือบางสกุลเท่านั้น (ลัดดา, 2525; Fukuyo *et al.*, 1988) เพราะฉะนั้น จึงอาจเป็นเหตุให้การจำแนกชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตที่ปรากฏอยู่ในรายงานต่าง ๆ ไม่สามารถจำแนกลงไปจนถึงระดับ สปีชีส์ได้ (โสภณา, 2522) หรือปรากฏอยู่เพียงไม่กี่ชนิด (Piromnim, 1985) นอกจากปัญหาในเรื่องการจำแนกชนิดแล้ว ขนาดตาของถุงแพลงก์ตอนที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างก็อาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบจำนวนชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตได้น้อย ถ้าใช้ถุงแพลงก์ตอนที่มีขนาดตาใหญ่ จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการพบชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตในอ่าวไทยที่มีมากขึ้น ทั้งที่เป็นชนิดใหม่ และชนิดที่เพิ่งถูกรายงานเป็นครั้งแรก และคาดว่าจะพบเพิ่มขึ้นอีกเมื่อเสร็จสิ้นโครงการ

บทสรุป

จากการศึกษาอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตในอ่าวไทย โดยวิเคราะห์ตัวอย่างที่ได้จากบริเวณอ่าวไทยตอนบนไปแล้วทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง พบไดโนแฟลกเจลเลตทั้งสิ้น 6 อันดับ 14 วงศ์ 119 สปีชีส์ โดยเป็นชนิดที่คาดว่าเป็นชนิดใหม่ 2 สปีชีส์ และเป็นชนิดที่เพิ่งรายงานเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 9 สปีชีส์ สำหรับตัวอย่างที่ได้จากบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง กำลังอยู่ในระหว่างการเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์ผล

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139021

เอกสารอ้างอิง

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2525. ไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Ceratium* ในน่านน้ำไทย. SEAFDEC Current Technical Paper Series No. 17, The Training Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Thailand.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2522. ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. เอกสารงานวิจัยฉบับที่ 7. กองสำรวจแหล่งประมง, กรมประมง.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2525. ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณอ่าวไทยตอนกลาง ปี 2520-2522. เอกสารงานวิจัย ฉบับที่ 9. กองสำรวจแหล่งประมง, กรมประมง.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2527. ความชุกชุมในรอบปี และองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และบริเวณใกล้เคียง. เอกสารการสัมมนา การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.

DODGE, J. D. 1982. Marine Dinoflagellates of British Isles. Her Majesty's Stationery Office, London.

FUKUYO, Y., P. PHOLPUNTHIN AND K. YOSHIDA. 1988. *Protogonyaulax* (Dinophyceae) in the Gulf of Thailand. Bulletin of Plankton Society of Japan 35: 9-20.

PIROMNIM, M. 1985. Distribution of Phytoplankton in the Central Gulf of Thailand. Marine Fisheries Laboratory. Marine Fisheries Division, Department of Fisheries.

SCHMIDT, J. 1901. Preliminary Report of the Botanical Results of the Danish Expedition to Siam (1899–1900) Part IV Peridiniales. Bot. Tiddskrift. 24: 212-221.

YAMAJI, I. 1986. Illustrations of the Marine Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., Ltd., Osaka.

ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ในป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

วิชญา กันบัว[1] และ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์[2]

[1]ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ. เมือง ชลบุรี 20131

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ABSTRACT

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF PHYTOPLANKTON IN MANGROVE FOREST AT SIKAO DISTRICT, TRANG PROVINCE

V. Gunbua[1] and A. Piumsomboon[2]

[1]Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Muang District, Chonburi 20131

[2]Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

The composition and density of phytoplankton in mangrove forest at Sikao District, Trang Province, was determined from May 1996 to May 1997. Phytoplankton in Klong Sikao consisted of 47 genera of diatoms, 7 genera of dinoflagellates, 4 genera of green algae, 3 genera of blue-green algae and a genus of silicoflagellate. Both Shannon's heterogeneity index and evenness index reached their maximum values in samples from March 1997, while the lowest values were recorded in December 1996 samples. The period of highest plankton diversity was opposite to the period of maximum density of phytoplankton (202,319 cells/l), in December of the 1996 dry season and the minimum density of 40,632 cells/l in March 1997. Phytoplankton found in abundance were diatoms (*Guinardia* sp., *Thalassionema* spp., *Rhizosolenia* spp., *Thalassiosira* spp., *Thalassiothrix* spp. and *Cyclotella* spp.) and blue-green algae (*Anabaena* sp. and *Oscillatoria* spp.). Variation in diversity and abundance of phytoplankton in Klong Sikao related to changes in temperature, salinity and the concentration of nutrients. The diversity and abundance of phytoplankton as well as the concentration ranges of dissolved nutrients in this mangrove indicates the pristine and productive nature of Klong Sikao mangrove in comparison with other mangrove forests in the Andaman Sea and the Gulf of Thailand.

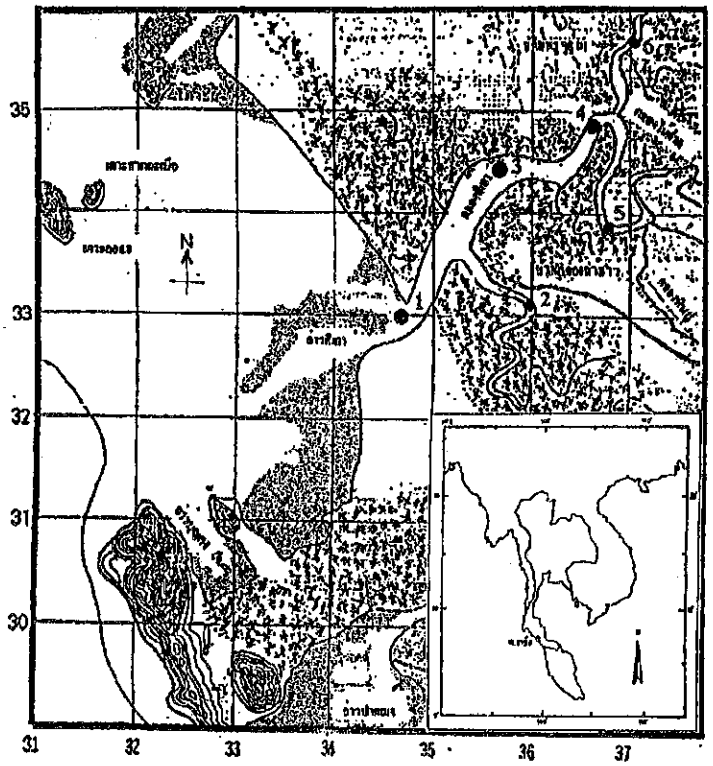
Key words: mangrove forest, phytoplankton, phytoplankton, diatoms, blue-green algae, diversity, density

บทนำ

ป่าชายเลนเป็นกลุ่มของสังคมพืชที่ชอบขึ้นตามชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ อ่าว ทะเลสาบ แม่น้ำ ลำคลอง และเกาะต่าง ๆ ที่มีน้ำทะเลท่วมถึงในเขตร้อน พื้นที่และการกระจายของป่าชายเลนจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลายประการที่สำคัญ ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ สภาพดิน และน้ำ (สนิท, 2540) ป่าชายเลนจึงเป็นแหล่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ และมีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติมากมาย อีกทั้งยังเป็นแหล่งอาหาร แหล่งอนุบาล และแหล่งหลบภัยของสัตว์น้ำวัยอ่อน (สนิท, 2538) ปัจจุบันมีการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อทำเป็นพื้นที่อยู่อาศัย ทำการประมงและการเพาะเลี้ยง ทำให้สภาพแวดล้อมของป่าชายเลนเปลี่ยนแปลงไป และอาจมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำในบริเวณดังกล่าวโดยทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำมีแนวโน้มลดลง ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำสามารถใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นตัวบ่งชี้ว่าบริเวณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารพื้นฐานที่สำคัญตามธรรมชาติของสัตว์น้ำวัยอ่อนและสัตว์น้ำอื่น ๆ ของห่วงโซ่อาหารในป่าชายเลน (Angsupanich, 1994)

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช พร้อมทั้งศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ควบคู่กันไปในบริเวณป่าชายเลนคลองสิเกา จังหวัดตรัง ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม 2540 จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงองค์ประกอบชนิดและปริมาณของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณป่าชายเลนที่ผันแปรในแต่ละเดือน พร้อมทั้งการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ข้อมูลที่ได้จากศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ และลักษณะโครงสร้างของระบบนิเวศป่าชายเลนได้ หรือใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับวางแผนจัดการสภาพแวดล้อมป่าชายเลนบริเวณดังกล่าวต่อไปในอนาคต

พื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 1. สถานีเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชบริเวณป่าชายเลน คลองสิเกา จังหวัดตรัง

ป่าชายเลนที่ทำการศึกษาอยู่ในเขตอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ระหว่างป่าคลองกะลาเส และป่าคลองไม้ตาย ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2529 จัดเป็นป่าสงวนแห่งชาติมีพื้นที่ประมาณ 46,845 ไร่ บริเวณที่ศึกษาจะเน้นเฉพาะบริเวณคลองสิเกา คลองลำยาว และคลองไม้ฝาด ระหว่างเส้นแวง $99^{\circ}15'18''$ ถึง $99^{\circ}21'06''$ ตะวันออก และเส้นรุ้ง $7^{\circ}29'42''$ ถึง $7^{\circ}14'16''$ เหนือ การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชจะครอบคลุมพื้นที่ ตั้งแต่ปากคลองสิเกาด้านที่อยู่ติดทะเลจนถึงลำคลองใหญ่ด้านในโดยแบ่งออกเป็น 6 สถานี แต่ละสถานีมีระยะห่างกันประมาณ 600 เมตร (ภาพที่ 1) ระยะเวลาที่ทำการศึกษา 1 ปี เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม 2540 เพื่อศึกษาความผันแปรในรอบปี โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน รวม 7 ครั้ง ในช่วงเวลาน้ำขึ้น

วิธีการ

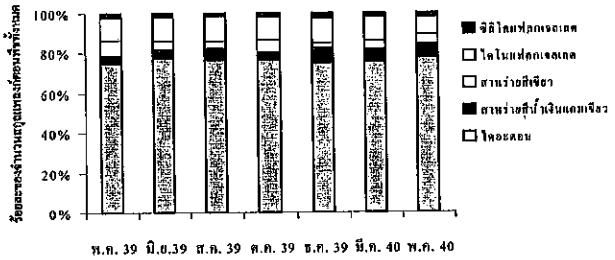
การเก็บตัวอย่างแบ่งเป็น 2 เที่ยว คือ เก็บตัวอย่างขณะน้ำกำลังขึ้น และขณะน้ำขึ้นสูงสุด โดยใช้วิธีตักน้ำใต้ผิวหน้าน้ำมาประมาณ 20 ถึง 30 ลิตร ขึ้นกับความขุ่นของน้ำ นำน้ำมากรองผ่านถุงที่มีขนาดตา 20 ไมครอน เก็บรักษาตัวอย่างด้วยสารละลายฟอร์มาลินร้อยละ 3 ถึง 5 ที่ถูกทำให้เป็นกลาง นำตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชมาจำแนกถึงระดับสกุลด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดกำลังขยายสูงและถ่ายภาพ การจำแนกสกุลของแพลงก์ตอนพืชจะใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาประกอบกับขนาดของเซลล์เป็นเกณฑ์ โดยใช้เอกสารอ้างอิงประกอบการประกอบการจำแนกชนิด ดังนี้ Allen and Cupp (1934), Desihachary (1959), Shirota (1966), Cupp (1977), Werner (1977), Prescott (1978), Navarro (1982), Archibald (1983), John (1983), Taylor (1987), Poponsky and Pliester (1990), Yamagishi (1992), Cox (1996) และ Thomas (1997) จากนั้นนับจำนวนเซลล์หรือโคโลนีด้วย Sedgewick Rafter Couting Cell ขนาดความจุ 0.25 มิลลิลิตร ทำซ้ำทั้งสิ้น 4 ซ้ำ และคำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณแพลงก์ตอนพืชในตัวอย่างจากจุดเก็บตัวอย่างนั้น ๆ นำข้อมูลจำนวนสกุลและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบมาคำนวนค่าดรรชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช (Species Diversity Index) โดยคำนวณทั้ง Index of Heterogeneity (H') และ Evenness Index (J') ตามสูตรของ Krebs (1989)

ในขณะที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช จะทำศึกษาปัจจัยทางกายภาพและคุณภาพน้ำ เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าพีเอช ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณซิลิเกต ปริมาณฟอสเฟต อัตราส่วนอินทรีย์ C:N และปริมาณไนโตรเจนละลายน้ำ (ไนเตรท+ไนไตรท์)

ผลการวิจัย

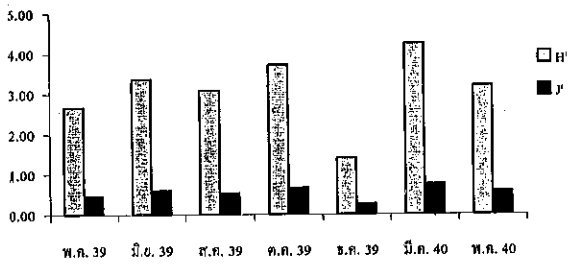
สกุลและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช

พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชั่น 5 คลาส รวม 62 สกุล แบ่งเป็นดิวิชั่น Cyanophyta (สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว) 1 คลาส (Cyanophyceae) จำนวน 3 สกุล ดิวิชั่น Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) 1 คลาส (Chlorophyceae) จำนวน 4 สกุล และดิวิชั่น Chromophyta 3 คลาส คือ คลาส Bacillariophyceae (ไดอะตอม) Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) และ Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลกเจลเลต) จำนวน 55 สกุล เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบในระดับสกุลของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละกลุ่ม พบว่าไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นที่พบจำนวนสกุลมากสุดประมาณร้อยละ 75 ถึง 78 ของจำนวนสกุลทั้งหมด (ภาพที่ 2) ส่วนแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตเป็นกลุ่มที่พบจำนวนสกุลรองลงมาคิดเป็นร้อยละ 9 ถึง 13 ของจำนวนสกุลทั้งหมด



ภาพที่ 2. องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณป่าชายเลนคลองสิเกา จังหวัดตรัง ในเดือนพฤษภาคม 2539 ถึงพฤษภาคม 2540

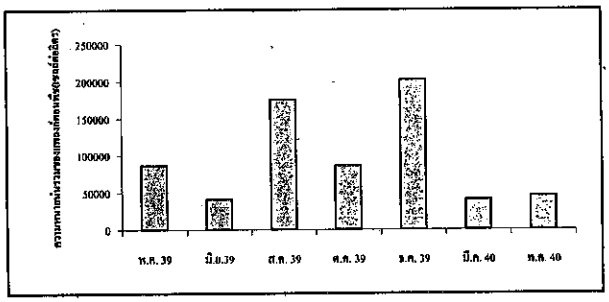
ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลนคลองสิเกา จังหวัดตรัง จะแสดงโดยค่า Shannon-Weaver Heterogeneity Index (H') ซึ่งมีค่าสูงสุด 4.25 ในช่วงฤดูแล้ง คือ ในเดือนมีนาคม 2540 และมีค่าต่ำสุด 1.41 ในช่วงฤดูแล้ง คือ ในเดือนธันวาคม 2539 ส่วนค่าดรรชนี Evenness Index (J') มีค่าสูงสุด 0.76 ในช่วงฤดูแล้ง คือ ในเดือนมีนาคม 2540 และมีค่าต่ำสุด 0.26 ในช่วงฤดูแล้ง คือ ในเดือนธันวาคม 2539 (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3. ค่าดรรชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช (species diversity index) โดยคำนวณทั้ง index of heterogeneity (H') และ evenness index (J') ในแต่ละช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างบริเวณป่าชายเลนคลองสิเกาจังหวัดตรัง ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2539 ถึงพฤษภาคม 2540

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูงสุด 202,319 เซลล์ต่อลิตร ในช่วงฤดูแล้ง คือ ในเดือนธันวาคม 2539 และพบความหนาแน่นต่ำสุด 40,632 เซลล์ต่อลิตร ในช่วงฤดูแล้ง คือ ในเดือนมีนาคม 2540 (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4. ความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างบริเวณ ป่าชายเลนคลองสิเกาจังหวัดตรัง ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2539 ถึงพฤษภาคม 2540

ปัจจัยทางกายภาพและคุณภาพน้ำ

แสดงผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ปัจจัยทางกายภาพและคุณภาพน้ำในบริเวณป่าชายเลนคลองสิเกา จังหวัดตรัง ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม 2540

ปัจจัยทางกายภาพและคุณภาพน้ำ	ค่าพิสัย
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.34 ± 0.34 - 30.99 ± 0.42
ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)	19.67 ± 7.38 - 38.99 ± 0.47
ออกซิเจนละลายน้ำ (ม.ก.ต่อลิตร)	6.36 ± 0.57 - 7.92 ± 0.32
ค่าพีเอช	6.55 ± 0.14 - 8.04 ± 0.30
ปริมาณซิลิเกต (ม.ก.ต่อลิตร)	0.240 ± 0.097 - 6.895 ± 4.704
ปริมาณฟอสเฟต (ม.ก.ต่อลิตร)	0.030 ± 0.001 - 0.260 ± 0.004
อัตราส่วนอินทรีย์ C:N (mol : mol)	20.089 ± 1.621 - 32.012 ± 8.218
ปริมาณไนโตรเจนละลายน้ำ(ไนเตรท+ไนไตรท์)(ม.ก.ต่อลิตร)	0.004 ± 0.001 - 0.049 ± 0.012

บทวิจารณ์และสรุป

องค์ประกอบชนิดและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช

โครงสร้างของกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณป่าชายเลนคลองสิเกา ประกอบด้วยกลุ่มประชากรทั้งหมด 5 กลุ่ม ได้แก่ ไดอะตอม, ไดโนแฟลกเจลเลต, สาหร่ายสีเขียว, สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว และซิลิโคแฟลกเจลเลต โดยแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอมจะเป็นกลุ่มหลักที่มีทั้งจำนวนสกุลและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาองค์ประกอบของประชากรแพลงก์ตอนพืชบริเวณพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ในประเทศไทย (อำพันและสุนีย์, 2507; Angsupanich, 1994) ทั้งนี้เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชที่สามารถปรับตัว และเติบโตได้ดีในบริเวณปากแม่น้ำที่มีสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา สอดคล้องกับ สุพิมาลย์ (2535) และวรรณภา (2538) ที่กล่าวว่าไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลักที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของแหล่งน้ำได้ดี

ดรรชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลนคลองสิเกามีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2539 เนื่องจากเป็นช่วงที่พบจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชน้อยและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสกุลมีความแตกต่างกันมาก โดยมีไดอะตอมในสกุล Guinardia เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น เช่นเดียวกับในเดือนพฤษภาคมและเดือนธันวาคม 2539 ซึ่งพบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Rhizosolenia* sp. และ *Guinardia* sp. เป็นสกุลเด่นมีความหนาแน่นสูงกว่าร้อยละ 50 ของความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมในเดือนนั้น ๆ ทำให้ค่าดรรชนีความหลากหลายที่คำนวนได้มีค่าต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับที่ โสภณา (2521) ได้รายงานไว้ว่าพบไดอะตอมสกุล *Skeletonema* sp. มีความหนาแน่นสูงในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา จึงทำให้ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณนั้นมีค่าต่ำ และ อรุณี (2530) ที่ทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในคลองสรรพสามิต-พิทยาลงกรณ์ พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมีค่าต่ำเนื่องจากจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชที่พบมีน้อยและพบไดอะตอมสกุล *Skeletonema* sp. มีความหนาแน่นสูงมากเมื่อเทียบกับแพลงก์ตอนพืชสกุลอื่น

การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาจะมีค่าสูงในช่วงปลายของฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ฤดูฝน) ต่อกับช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ฤดูแล้ง) คือระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนธันวาคม 2539 จากนั้นความหนาแน่นจะลดต่ำลงในฤดูร้อนและต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ ในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน 2539 และช่วงระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม 2540 ทั้งนี้ความหนาแน่นที่ลดต่ำลงมากในช่วงเดือน

มีนาคม และพฤษภาคม 2540 จะสอดคล้องกับช่วงเวลาที่ปริมาณธาตุอาหารฟอสเฟตและซิลิเกตมีความเข้มข้นต่ำ ซึ่งสารอาหารทั้ง 2 ชนิดมีความจำเป็นสำหรับการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม เมื่อสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเติบโตมีปริมาณต่ำจึงส่งผลให้ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชลดต่ำลงมากด้วย ส่วนในเดือนมิถุนายน 2539 ที่พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีค่าต่ำมากใกล้เคียงกับเดือนมีนาคมและเดือนพฤษภาคม 2540 นั้น พบว่ามีความเข้มข้นของธาตุอาหารฟอสเฟตและซิลิเกตสูงกว่าในเดือนมีนาคมและเดือนพฤษภาคม 2540 แต่มีปริมาณธาตุอาหารไนเตรทและไนไตรท์ต่ำกว่าในเดือนอื่น ๆ นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำทะเลในเดือนมิถุนายน 2539 มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเดือนอื่น ๆ (ยกเว้นเดือนพฤษภาคม 2540) ซึ่งปัจจัยทั้งหมดนี้อาจจะมีอิทธิพลร่วมกันในการจำกัดการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชในช่วงเวลาดังกล่าว

การที่พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณป่าชายเลนคลองสิเกา จังหวัดตรัง ที่พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีค่าสูง 2 ช่วง คือ ในช่วงต้นฤดูแล้ง คือ ในเดือนธันวาคม 2539 และ ในช่วงกลางฤดูฝน คือ ในเดือนสิงหาคม 2539 และพบความหนาแน่นต่ำสุด 2 ช่วงใกล้เคียงกัน คือ ในช่วงต้นฤดูฝน คือ ในเดือนมิถุนายน 2539 และในช่วงกลางฤดูแล้ง คือ ในเดือนมีนาคม 2540 นั้น สอดคล้องกับผลการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณป่าชายเลนคลองเขาขาว ในอ่าวพังงา ของ Angsupanich (1994) ซึ่งพบว่าการผันแปรของความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีค่าสูงในช่วงฤดูฝน คือ ในเดือนกันยายน แต่แพลงก์ตอนพืชจะมีความหนาแน่นต่ำในช่วงฤดูแล้ง คือ ในเดือนเมษายน ส่วนการที่ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในคลองสิเกามีค่าสูงในช่วงต้นฤดูแล้ง คือ ในเดือนธันวาคม 2540 นั้น พบว่าเป็นการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชเพียงสกุลเดียว คือ สกุล *Guinardia* sp. ทั้งนี้อาจจะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชสกุลนี้จนสามารถเพิ่มจำนวนได้มากกว่าแพลงก์ตอนพืชสกุลอื่น คือ อุณหภูมิของน้ำทะเลที่มีค่าต่ำ (26.34 $\pm$ 0.34 องศาเซลเซียส) และปริมาณธาตุอาหารซิลิเกตในปริมาณสูง (6.620 $\pm$ 3.258) โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งสองอาจมีความเหมาะสมกับแพลงก์ตอนพืชสกุล *Guinardia* sp. เท่านั้นจึงทำให้แพลงก์ตอนพืชสกุลนี้มีความหนาแน่นสูง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณซิลิเกตในเดือนธันวาคมกับเดือนมิถุนายน 2539 พบว่ามีความเข้มข้นสูงเช่นกัน แต่กลับพบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนนี้มีค่าต่ำ แสดงว่าปัจจัยที่เหมาะสมทำให้แพลงก์ตอนพืชสกุล *Guinardia* sp. มีความหนาแน่นสูงในเดือนนี้น่าจะมาจากอุณหภูมิที่ต่ำเป็นหลัก สอดคล้องกับคำกล่าวของ Angsupanich (1994) ที่กล่าวว่าอุณหภูมิอาจจะมีส่วนสำคัญต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืช และศิริเพ็ญ (2520) ที่ทดลองเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช 5 สกุล คือ *Chaetoceros calcitrans pumilus.*, *Platymonas* sp., *Chlamydomonas* sp., *Chlorella* sp1. และ *Chlorella* sp2. ในห้องทดลองแบบ Unispecies culture และ Polyspecies culture ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 8 ระดับ คือ 23, 28, 31, 34, 37, 40, 43 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่าแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดเติบโตดีในช่วงอุณหภูมิต่ำ โดยอุณหภูมิที่แพลงก์ตอนพืชทั้ง 8 สกุลเติบโตได้ดีที่สุด คือ 23 องศาเซลเซียส

ความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับปัจจัยทางกายภาพและคุณภาพน้ำ

การศึกษาปัจจัยทางกายภาพและคุณภาพน้ำตลอดทั้งปี พบว่าปริมาณฟอสเฟตและปริมาณซิลิเกตมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยพบปริมาณฟอสเฟตและปริมาณซิลิเกตมีค่าสูงในช่วงฤดูฝน แต่มีความเข้มข้นต่ำในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุม โดยในช่วงฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้มีปริมาณน้ำฝนมาก เกิดการชะล้างสารอนินทรีย์ลงสู่แหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้สารอาหารมีมากขึ้นตามไปด้วย แต่ในทางตรงข้ามช่วงฤดูแล้งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีปริมาณน้ำฝนน้อยไม่มีการชะล้างสารอนินทรีย์จึงทำให้สารอาหารมีความเข้มข้นลดลงตามไปด้วย ในส่วนของค่าอัตราส่วนอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าที่สูงมากอาจเกิดเนื่องจากตอนเก็บตัวอย่างไม่ได้ทำการกรองแยกเอาอนุภาคขนาดใหญ่ เช่น อนุภาคดินตะกอนและแพลงก์ตอนสัตว์ออกจึงทำให้ค่าที่ได้มีอัตราส่วนของคาร์บอนที่สูง การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจน แสดงแนวโน้มของความสัมพันธ์แบบแปรผันตาม (α = 0.01, r = 0.29) กับการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช กล่าวคือ ถ้าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมากอัตราส่วนอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนจะมีค่ามาก แต่ถ้าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชน้อยจะส่งผลให้อัตราส่วนอินทรีย์คาร์บอนต่อไนโตรเจนจะมีค่าน้อยตามไปด้วย

ความอุดมสมบูรณ์ของของแพลงก์ตอนพืช

พบว่าป่าชายเลนบริเวณนี้มีความอุดมสมบูรณ์ของแพลงก์ตอนพืชตามธรรมชาติอยู่มาก ดังนั้นบริเวณนี้จึงเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญต่อสัตว์น้ำวัยอ่อน สมควรที่จะอนุรักษ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพของชาวประมงพื้นบ้าน อีกทั้งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน สำหรับการวางแผนจัดการทรัพยากรป่าชายเลนแห่งนี้ให้ถูกต้องและเหมาะสมการจัดการอย่างถูกวิธี ซึ่งจะส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำในบริเวณนั้นมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540044

เอกสารอ้างอิง

วรรณนภา สมบุญสำราญ. 2538. คุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในแม่น้ำเจ้าพระยาจากจังหวัดชัยนาทถึงจังหวัดนนทบุรี ระหว่าง พ.ศ.2535 ถึง พ.ศ.2536. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2520. การตอบสนองของแพลงก์ตอนพืชทะเลบางชนิดต่อการเพิ่มระดับอุณหภูมิ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนิท อักษรแก้ว. 2538. การอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อสังคมไทยในทศวรรษหน้า. ในรายงานการสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 9, หน้า I-02. 6-9 กันยายน 2532. ณ โรงแรมภูเก็ตเมอร์ลิน จังหวัดภูเก็ต.

สนิท อักษรแก้ว. 2540. ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สุพิมาลย์ นาดสุวรรณ. 2535. องค์ประกอบชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2521. การศึกษาดรรชนีความแตกต่างและความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณี จินดาวนนท์. 2530. แพลงก์ตอนพืชในคลองสรรพสามิต-พิทยาลงกรณ์. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 2/2530. ฝ่ายสำรวจแหล่งเพาะเลี้ยง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง.

อำพัน เหลือสินทรัพย์ และสุนีย์ สุวภีพันธ์. 2507. การวิเคราะห์ตัวอย่างแพลงก์ตอนซึ่งรวบรวมจากฝั่งทะเลด้านมหาสมุทรอินเดียของประเทศไทย 2506-2507. วารสารการประมง 17(3): 315-330.

ALLEN, W. E. AND E. E. CUPP. 1934. Plankton diatoms of the Java sea. The Scripps institute of oceanography of the university of California, California.

ANGSUPANICH, S. 1994. Diversity and abundance of plankton in a mangrove estuary at Khao Kao canal, Phang-nga Bay. Thai J. Aqua. Sci. 1(1): 78-91.

ARCHIBALD, R. E. W. 1983. The diatoms of the Sundays and Great Fish rivers in the eastern cape provice of south Africa. Vaduz, Strauss & Cramer, Germany.

COX, J. E. 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman & Hall, London.

CUPP, E. E. 1977. Marine planktons of the west coast of north Amarica. University of California press, California.

DESIKACHARY, T. V. 1959. Cyanophyta. Pyarelal Sah at the times of India Press, Bombay.

JOHN, J. 1983. The diatom flora in the Swan river estuary western Australia. Vaduz, Strauss & Cramer, Germany.

KREBS, C. J. 1989. Ecological methodlogy. Harper & Row, New York.

NAVARRO, J. N. 1982. Marine diatoms associated with mangrove prop roots in the India rivers. J.Cramer, Florida.

POPONSKY, J. AND L. A. PLIESTER. 1990. Dinophyceae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

PRESCOTT, G. W. 1978. How to know the freswater algae. Montana, Wm.C. Brown, U.S.A.

SHIROTA, A. 1966. The plankton of south Viet-Nam. Overseas Technical Cooperation Agency, Japan.

TAYLOR, F. J. R. 1987. The biology of dinoflagellates. Blackwell Scientifie, London.

TOMAS C. R. 1997. Identifying marine phytoplankton, Academic Press, London.

WERNER, D. 1977. The biology of diatoms. Whitefrians Press, London.

YAMAGISHI, T. 1992. Plankton algae in Taiwan (Formosa).Uchida Rokakuho, Tokyo.

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนน้ำจืดในประเทศไทย (ไซยาโนไฟตา คลาโดเซรา และโคพีโพดา)

พิมพรรณ ตันสกุล และ พรศิลป์ ผลพันธิน

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

DIVERSITY OF FRESHWATER PLANKTON IN THAILAND (CYANOPHYTA, CLADOCERA AND COPEPODA)

P. Tansakul and P. Pholpunthin

Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

An investigation of freshwater plankton (Cyanophyta, Cladocera and Copepoda) from Songkhla, Pattalung and Satun Provinces was conducted. The samples were collected from lakes, reservoirs, dams, canals, swamps and ponds between September 1997 and April 1998. A total of 27 genera and 117 species (12 of which were unidentified) of Cyanophyta, 13 genera and 16 species of Cladocera and 8 genera and 12 species (1 of which was unidentified) of Copepoda were recorded. Two species of Cladocerans were new to Thailand and a new species of Copepod was recognized. Selected freshwater cyanophytes were isolated and cultured as unialgal cultures by the streak plate method in BG11 medium. All of them were maintained as stock on agar slant in BG11 medium in the culture collection room at the Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus.

Key words: Cyanophyta, Cladocera, Copepoda, freshwater plankton

บทนำ

ประเทศไทยจัดอยู่ในภูมิภาคเขตร้อน ซึ่งเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทั้งในด้านความหลากหลายของระบบนิเวศและความหลากหลายของชนิดพันธุ์ ปัจจุบันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกเร่งโดยการเปลี่ยนแปลงสภาพของพื้นที่ขนาดใหญ่จากธรรมชาติเป็นที่ดินเพื่อการเกษตร ที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฝาย อันจะนำไปสู่การทำให้สภาพนิเวศเปลี่ยนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างเขื่อนและการทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ความหลากหลายของแพลงก์ตอนลดลง

แพลงก์ตอนมีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศของแหล่งน้ำจืด เป็นอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำ ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (Smith and Swingle, 1938) นอกจากนี้ แพลงก์ตอนยังมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม เช่น *Chaetoceros calcitrans, Isochrysis galbana, Brachionus plicalitis, Moina macrocopa* ใช้อนุบาลลูกสัตว์น้ำ (Liao *et al.*, 1983) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินนำมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพ (Venkataraman, 1986) *Chlorella* sp. และ *Spirulina platensis* นำมาผลิตเป็นอาหารเสริมของมนุษย์ แม้ว่าแพลงก์ตอนจะมีประโยชน์ในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดแล้ว แต่ของแพลงก์ตอนมีอยู่หลายประการ เช่น เมื่อเกิดปรากฏการณ์ยูโทรพิเคชั่น (eutrophication) ในแหล่งน้ำจะเกิดการบลูมของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งทำให้สัตว์น้ำตายเนื่องจากออกซิเจนในน้ำลดต่ำลงมาก เมื่อแพลงก์ตอนพืชตายลงเกิดการย่อยสลาย คุณภาพของน้ำจะเน่าเสีย (Kumar, 1990) และการบลูมของแพลงก์ตอนพืชหลายชนิดเช่น *Oscillatoria, Anacystis, Chlamydomonas* ทำให้น้ำมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งก่อให้เกิดปัญหากับอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำและการผลิตน้ำประปา (Palmer, 1980) ในปัจจุบันตามเขื่อนและอ่างเก็บน้ำใหญ่ๆ ที่เป็นแหล่งน้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปาในประเทศไทย ได้มีการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Microcystis aeruginosa* อย่างรวดเร็ว แพลงก์ตอนพืชชนิดนี้พบว่ามีการปล่อยสารพิษ microcystins ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งในตับ (Mahakhant *et al.*, 1998) การแพร่ระบาดของสาหร่ายดังกล่าวไม่เพียงแต่ทำให้เกิดความเน่าเสียของแหล่งน้ำเท่านั้น แต่ยังเป็นต้นเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายของระบบนิเวศอีกด้วย

จากความสำคัญของแพลงก์ตอนน้ำจืดดังกล่าว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาในด้านนี้ให้มากขึ้น วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนน้ำจืด (ไซยาโนไฟตา คลาโดเซรา และโคดีโพดา) ที่พบในประเทศไทย ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐาน สามารถนำไปสร้างเป็นฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรน้ำให้เกิดผลดีและมีประสิทธิภาพ

พื้นที่ศึกษา

แหล่งน้ำจืดต่าง ได้แก่ ทะเลสาบ, อ่างเก็บน้ำ, ฝาย, คลอง, หนองน้ำ และสระ ในประเทศไทย ในปีแรกศึกษาเฉพาะภาคใต้ ในเขตจังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล

วิธีการ

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนบริเวณทะเลสาบ, อ่างเก็บน้ำ, ฝาย, คลอง, หนองน้ำ และสระ ภายในจังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล ในช่วงฤดูฝน (กันยายน ถึง พฤศจิกายน 2540) และฤดูแล้ง (มีนาคม ถึง เมษายน 2541) พร้อมทั้งวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

ใช้ตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมครอน ลากบริเวณผิวน้ำหลาย ๆ ครั้ง แบ่งตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งใส่ในขวดแก้วขนาด 500 มิลลิลิตร และเก็บรักษาไว้ในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งเพื่อนำไปแยก (isolate) เชื้อแพลงก์ตอนพืช อีกส่วนใส่ในขวดพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร และเก็บรักษาตัวอย่างในฟอร์มาลินความเข้มข้นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์เพื่อนำตัวอย่างมาจำแนกชนิดต่อไป

การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์

ใช้ตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดตา 60 ไมครอน ลากบริเวณขอบตลิ่งบริเวณที่มีพืชน้ำหลายๆ ครั้ง เก็บรักษาตัวอย่างในฟอร์มาลิน 10 เปอร์เซ็นต์ ในขวดพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร

การเลี้ยงสาหร่ายเพื่อแยกเป็นชนิดเดี่ยว

ใช้วิธี Streak plate (Stein,1975) บนอาหาร BG 11 บ่ม (incubate) เชื้อแพลงก์ตอนพืชที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสงประมาณ 1,000 ลักซ์ ช่วงรับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ตรวจการเจริญของแพลงก์ตอนพืชภายหลังจากเลี้ยงไป 4-8 วัน และทำการแยกแพลงก์ตอนพืชต่อตามวิธีการเดิมจนได้แพลงก์ตอนพืชเป็นชนิดเดี่ยว

การวิเคราะห์ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

นำตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่แยกได้เป็นชนิดเดี่ยว ๆ และตัวอย่างที่เก็บรักษาในฟอร์มาลินมาจำแนกในระดับชนิด โดยตรวจดูจากลักษณะต่าง ๆ เช่น รูปร่างและขนาดของเซลล์ธรรมดา, ลักษณะของเซลล์ปลายสุด, ตำแหน่ง รูปร่าง และขนาดของ heterocysts และ akinetes การแตกแขนง เป็นต้น โดยอาศัยหนังสือของ Desikachary (1959); Yamagishi and Akiyama (1977); Anagnostidis and Komarek (1988) ตรวจสอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไซยาโนไฟตาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound microscope ที่กำลังขยาย 400-1000 เท่า พร้อมทั้งถ่ายภาพแพลงก์ตอนพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์ Nikon ด้วยระบบ Bright Field

การวิเคราะห์ตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์

นำตัวอย่างที่เก็บมาตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ดูดน้ำใสส่วนบนทิ้ง เทตัวอย่างลงใน plankton chamber เพื่อตรวจหาตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มคลาโดเซราและโคพีโพดาด้วยกล้องจุลทรรศน์ stereo microscope แยกตัวอย่างของคลาโดเซราและโคพีโพดาทุกชนิดที่พบใส่ขวด vial ขนาด 20 มิลลิลิตร

นำตัวอย่างที่แยกไว้แล้วจากแต่ละบริเวณที่ศึกษามาวิเคราะห์หาชนิดโดยศึกษาจากรายละเอียดของรูปร่างโดยทั่วไป และระยางคู่ต่างๆ พร้อมทั้งวาดภาพโดยใช้ camera lucida ที่ต่อกับกล้องจุลทรรศน์ compound microscope ที่กำลังขยาย 400-1,000 เท่า และนำตัวอย่างบางส่วนไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope)

การเก็บรวบรวมพันธุ์แพลงก์ตอนพืช

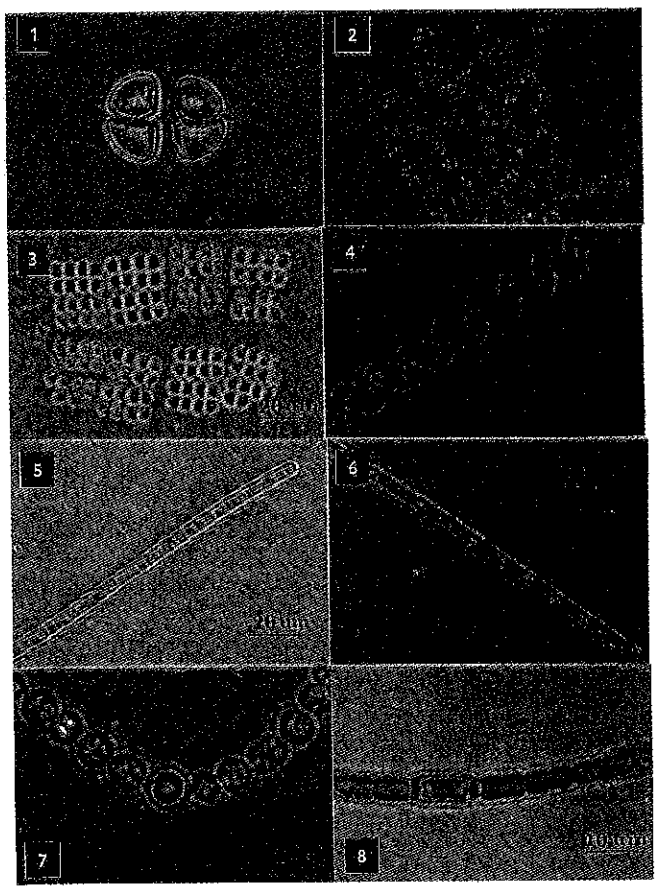
เก็บรวบรวมพันธุ์แพลงก์ตอนพืชที่แยกได้ในหลอดอาหารเอียง (agar slant) ที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส ช่วงรับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยเก็บรวบรวมไว้ ณ ห้องเก็บรวบรวมพันธุ์สาหร่าย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ผลการวิจัยและบทวิจารณ์

แพลงก์ตอนพืช

การศึกษาแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนไฟตาจากแหล่งน้ำจืดต่างๆ ภายในจังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล ระหว่างเดือนกันยายน 2540 ถึง เมษายน 2541 พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้ประมาณ 27 สกุล 117 ชนิด และที่ยังไม่สามารถจำแนกได้ 12 ชนิด (ภาพที่ 1) สกุลที่พบหลากหลายชนิดมากที่สุดคือ *Oscillatoria* รองลงมาคือ *Phormidium* Wongrat (1995) รายงานว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในประเทศไทยมีประมาณ 209 ชนิด แต่ทั่วโลกมีประมาณ 150 สกุล จำแนกชนิดมากกว่า 1,000 ชนิด (Rippka *et al.*, 1979)

การศึกษาในครั้งนี้ส่วนใหญ่จะพบแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้หลากหลายในช่วงคุณภาพน้ำที่ค่อนข้างเป็นกรดถึงเป็นด่าง (ความเป็นกรด-ด่าง 6.0-8.9) โดยพบแพลงก์ตอนพืชสีเขียวแกมน้ำเงินประมาณ 87 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 79 ความเป็นกรด-ด่างเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงเป็นกลางถึงเป็นด่าง (Fogg, 1956) ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.0 การเติบโตของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้จะลดลง (Round, 1975) และจะไม่พบแพลงก์ตอนพืชสีเขียวแกมน้ำเงินเลยถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 4.0 หรือ 5.0 (Bold and Wynne, 1978) ซึ่งโดยทั่วไปอัตราการย่อยสลายจะลดลงในสภาพน้ำที่เป็นกรด ทำให้ปริมาณสารอาหารในน้ำที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง (Grahn *et al.*, 1974) ในกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยเชื้อราและแบคทีเรียที่ความเป็นกรด-ด่าง 3.5 และ 5.6 น้ำหนักของอินทรีย์วัตถุจะสูญเสียไปเนื่องจากการย่อยสลาย 23 และ 31% ตามลำดับ (Leuven and Wolfs, 1988) ส่งผลให้ความหลากหลายและมวลชีวภาพรวมของแพลงก์ตอนพืชลดน้อยลงมาก

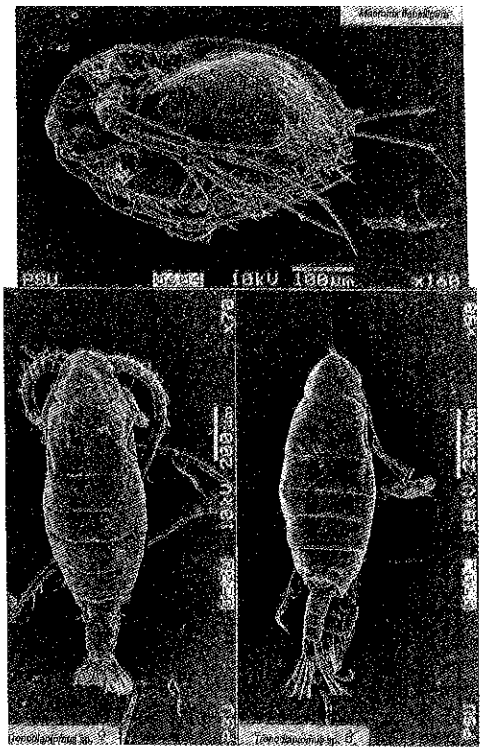


ภาพที่ 1. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดที่พบในแหล่งน้ำจืดในเขตจังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล 1) *Chroococcus turgidus* (KÜtz.) Nag. 2) *Microcystis aeruginosa* KÜtz. 3) *Merismopedia tenuissima* Lemm. 4) *Spirulina gigantea* Schmidle 5) *Oscillatoria chlorina* KÜtz. 6) *O. quadripunctulata* Bruhl et Biwas 7) *Anabaena circinalis* Rabenhorst 8) *A. Subcylindrica* Borge

แหล่งน้ำที่พบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้หลากหลาย คือ อ่างเก็บน้ำ และหนองน้ำ ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำค่อนข้างเป็นกลางถึงเป็นด่าง (Fogg,1956) ส่วนแหล่งน้ำที่เป็นน้ำไหล เช่น ฝาย และแหล่งน้ำที่เป็นพรุ พบชนิดของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้น้อยมาก ทำนองเดียวกับการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในพรุควนเคร็ง ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนเหนือของทะเลน้อย และทะเลหลวง พบแพลงก์ตอนพืช 18 ชนิด แพลงก์ตอนพืชสีเขียวแกมน้ำเงินเพียง 1 ชนิด (กรมชลประทาน, 2537) เนื่องจากแหล่งน้ำที่เป็นป่าพรุที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างต่ำ ซึ่งไม่เหมาะต่อการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้ (Round, 1975) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชสีเขียวแกมน้ำเงินในแหล่งน้ำบางแหล่งมีแนวโน้มลดลง ซึ่งจากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในทะเลน้อย โดย พวงนิตย์ (2529) พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้ 21 ชนิด ส่วนการศึกษาในครั้งนี้พบ 14 ชนิด สาเหตุอาจจะเนื่องมาจากการปล่อยน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน ทำให้สารอาหารปริมาณมากไหลสู่ทะเลน้อย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2524; Tansakul, 1985) แพลงก์ตอนพืชเพียงไม่กี่ชนิดจึงเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว

แพลงก์ตอนสัตว์

การศึกษาแพลงก์สัตว์น้ำจืดในกลุ่มคลาโดเซราและโคพีโพดาของแหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ ในเขตจังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล สามารถจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มคลาโดเซราได้แล้วรวม 13 กลุ่ม 16 ชนิด เป็นชนิดที่มีรายงานเป็นครั้งแรก 2 ชนิด ได้แก่ *Chydorus faviformis* และ *Pseudosida azalayi* ที่เหลืออีก 14 ชนิด เป็นชนิดที่มีรายงานมาก่อนหน้านี้แล้ว ได้แก่ *Alona karau, A. verrucosa, Allonella exisca, Bosminopsis deitersi, Ceriodaphnia cornuta, Chydorus eurynotus, C. parvus, Dunhevedia crassa, Ephemeroporus barroisi, Ilyocryptus spinifera, Latonopsis australis, Macrotrix flabelligera, Oxyurella singalensis* และ *Simocephalus serrulatus* และสามารถจำแนกแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มโคพีโพดาได้แล้วรวม 8 สกุล 12 ชนิด อยู่ในอันดับ Calanoida 6 ชนิด ได้แก่ *Arctodiaptomus* sp., *Neodiaptomus blachei, N. botulifer, N. laii, N. malaindosinensis* และ *Tropodiaptomus vicinus* และอยู่ในอันดับ Cyclopodia 5 ชนิด คือ *Ectocyclops phaleratus, E. rubescens, Eucyclops* sp., *Mesocyclops thermcyclopoides* และ *Microcylops varicans* ในจำนวนนี้มีอยู่ 1 ชนิดที่อาจเป็นชนิดใหม่ ซึ่งจัดอยู่ในสกุล *Tropodiaptomus*



ภาพที่ 2. แสดงภาพถ่าย SEM ของแพลงก์ตอนสัตว์บางชนิดที่พบในเขตจังหวัดสงขลา พัทลง และสตูล 1) *Macrotrix flabelligera* 2) *Tropodiaptomus* sp. ♀ 3) *Tropodiaptomus* sp. ♂

การแยกแพลงก์ตอนพืชเป็นชนิดเดี่ยว

สามารถแยกแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไซยาโนไฟตาจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ภายในจังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล โดยใช้อาหารสังเคราะห์สูตร BG11 ด้วยวิธี streak plate ได้ประมาณ 5 สกุล 9 ชนิด ที่ยังไม่สามารถจำแนกได้ 4 ชนิด โดยที่จังหวัดสงขลาแยกได้ 8 ชนิด ยังไม่สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด, ที่จังหวัดพัทลุง 5 ชนิด และที่จังหวัดสตูล 5 ชนิด ยังไม่สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด (ตารางที่ 1) และยังมีตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชบางส่วนที่กำลังอยู่ในระหว่างการจำแนกชนิด

บทสรุป

1. พบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไซยาโนไฟตา 27 สกุล 117 ชนิด ที่ยังไม่สามารถจำแนกได้ 12 ชนิด สกุลที่พบหลากหลายชนิดมากที่สุด คือ *Oscillatoria* รองลงมา คือ *Phormidium*

2. พบแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มคลาโดเซรา 13 สกุล 16 ชนิด โดยเป็นชนิดที่มีรายงานเป็นครั้งแรก 2 ชนิด ได้แก่ *Chydorus favivormis* และ *Pseudosida ozalayi* ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มโคพีโพดาพบ 8 สกุล 12 ชนิด ที่ยังไม่สามารถจำแนกได้ 1 ชนิด ในจำนวนนี้มี 1 ชนิดที่อาจเป็นชนิดใหม่ ซึ่งจัดอยู่ในสกุล *Tropodiaptomus*

3. สามารถแยกแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไซยาโนไฟตาให้เป็นชนิดเดี่ยวในอาหาร BG11 โดยใช้วิธี streak plate ได้ 5 สกุล 9 ชนิด ที่ยังไม่สามารถจำแนกได้ 4 ชนิด

ตารางที่ 1. ชนิดของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนไฟตาที่แยกได้จากแหล่งน้ำจืดในเขตจังหวัดสงขลา พัทลุง และสตูล

Order	Family	Genera	Species	Province
Nostocales	Oscillatoriaceae	*Lyngbya*	sp.	สงขลา
		Oscillatoria	*limnetica*	สงขลา, พัทลุง, สตูล
			mougeotia	สงขลา, พัทลุง
			princeps	สงขลา, พัทลุง
			pseudogeninata	สงขลา, สตูล
			var. *unigranulata*	
			subtilissima	สงขลา
		Phormidium	sp.	สตูล
			anomala	สงขลา
			fragile	สงขลา, พัทลุง, สตูล
			tenue	สงขลา, พัทลุง, สตูล
		Pseudonabaena	sp.	สตูล
			papillaterminata	สตูล
	Nostocaceae	*Nostoc*	sp.	สงขลา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 140027

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2537. รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการพัฒนาพรุควนเคร็ง รายงานหลัก เล่มที่ 1/2. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พวงนิตย์ แก้วสุรัตน์. 2529. ชนิดของสาหร่ายน้ำจืดในบริเวณทะเลน้อย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2524. โครงการศึกษานิเวศวิทยาเพื่อการอนุรักษ์นกน้ำในทะเลสาบสงขลา เล่มที่ 1. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ANAGNOSTIDIS, K. AND J. KOMAGREK. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. Arch. Hydrobiol. Suppl. (Algological Studies 50-53) 80 (1-4) : 327-472.

BOLD, H. C. AND M.J. WYNNE. 1978. Introduction to the algae: structure and reproduction. Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi.

DESIKACHARY, T. V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.

FOGG, G. E., 1956. The comparative physiology and biochemistry of the blue-green algae. Bacteriol. Rev. 20 : 148-165.

GRAHN, O. H., H. HULTBERG. AND L. LANDNER. 1974. Oligotrophication: a self-accelerating process in lakes subjected to excessive supply of acid substances. Ambio. 3: 93-94.

KUMAR, H. D. 1990. Introductory phycology. Affiliated East-West Press, Pvt Ltd., New Delhi.

LEUVEN, R. S. E. W. AND W. J. WOLFS. 1988. Effects of water acidification on the composition of *Juncus bulbosus* L. Aquatic Botany 31: 57-81.

LIAO, I-CHIU, SU. HUAI-MEEI AND LIN JAW-HWA. 1983. Larval food for penaeid prawn. pp. 43-70. In MCVEY, J. P. (ed), C R C handbook of mariculture. C R C Press, Inc., Florida.

MAHAKHANT, A., T. SANO, P. RATANACHOT, T. TONG-A-RAM, V.C. SRIVASTAVA, M.M. WATANABE AND K. KAYA. 1998. Detection of microcystins from cyanobacteria water blooms in Thailand fresh water. Phycological Research 46 : 25-29.

PALMER, C. M. 1980. Algae and water pollution. Castle House Publications, London.

RIPPKA, R., J. DREVELLES, J.B. WATERBURY, M. HERDMAN, AND R.Y. STANIER. 1979. Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. J. Gen. Microbiol. 111: 1-61.

ROUND, F. E. 1975. The biology of the algae. 2nd ed. Edward Arnold Ltd., London.

SMITH, E. V. AND H.S SWINGLE. 1938. The relation between phytoplankton and dissolved oxygen in fish ponds. Aquaculture 68: 249-265.

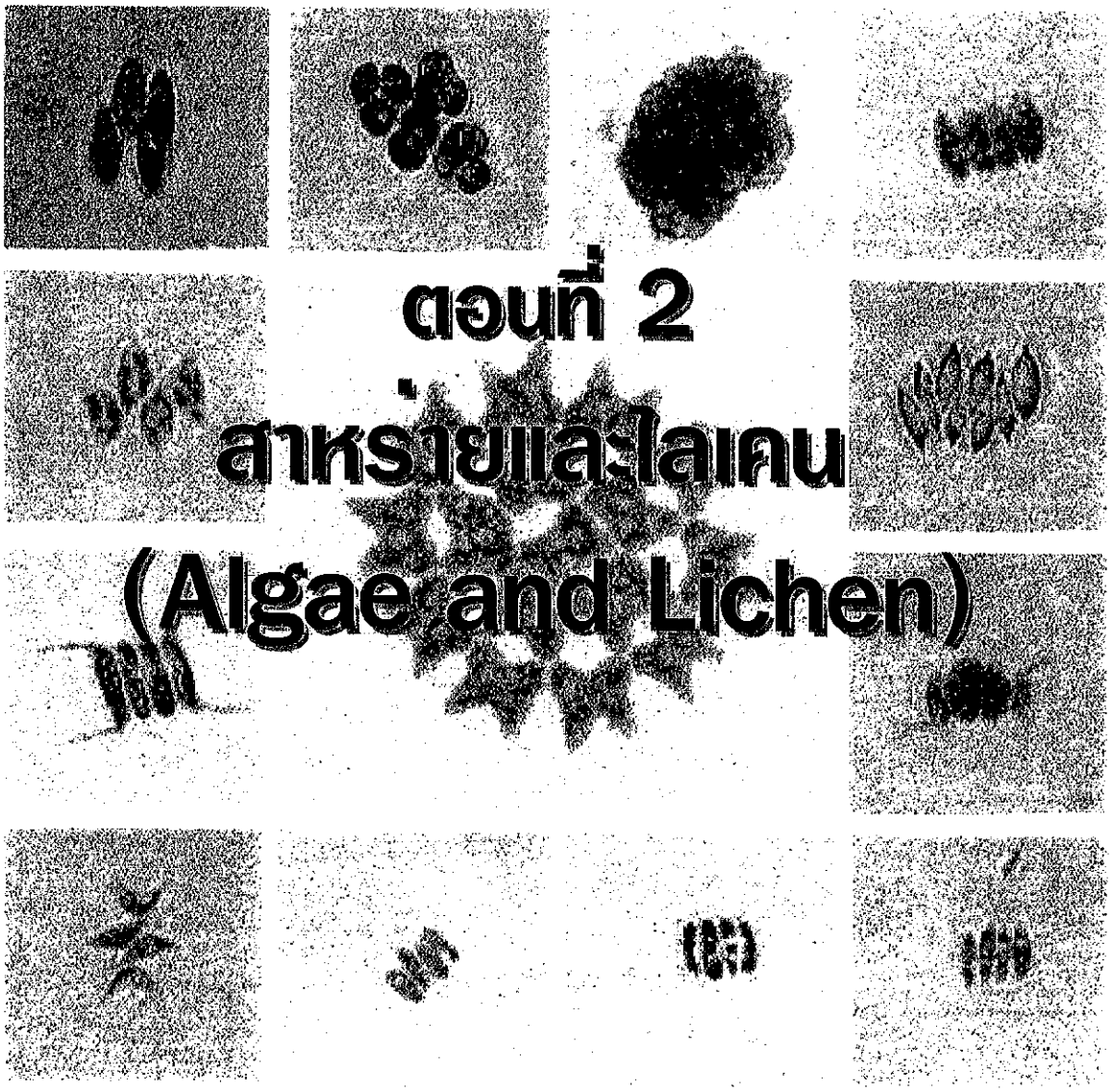
STEIN, J. R. 1975. Handbook of phycological methods: culture method and growth measurements. Cambridge University Press, New York.

TANSAKUL, R. 1985. Thale Noi Project, Thailand. Final Report to the International Development Research Centre, Canada. Prince of Songkla University, Hat yai, Songkhla.

VENKATARAMAN, L. V. 1986. Blue-green algae as biofertilizer. pp.455-472. In RICHMOND, A. (ed.), C R C Handbook of microalgal mass culture. C.R.C. Press, Inc., Florida.

WONGRAT, L. 1995. Freshwater algae in Thailand. pp. 96-291. In LEWMANOMONT, K., WONGRAT L. AND C. SUPANWANID. (eds.), Algae in Thailand. Office of Environment Policy and Planing, Bangkok.

YAMAGISHI, T AND M. AKIYAMA (eds.) 1987. Photomicrographs of the freshwater algae. Vol. 7. Uchida Rokakuho Publishing Co. Ltd., Tokyo.



ตอนที่ 2
สาหร่ายและไลเคน
(Algae and Lichen)

การสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายจากแหล่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ: สาหร่ายในแหล่งน้ำจืดเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

อาภารัตน์ มหาขันธ์, วรนุชสุดา เฉลิมศิริ, วัชรี กัลยาลัง, มยุรี ตั้งธนานุวัฒน์ และ วัลลภา อรุณไพโรจน์

ศูนย์จุลินทรีย์ (ศจล.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ABSTRACT

SURVEY AND COLLECTION OF FRESHWATER MICROALGAL STRAINS IN BANGKOK AND VICINITY

A. Mahakhant, W. Chalermsiri, W. Kunyalung, M. Tungtananuwat and V. Arunpairojana

Microbiological Resources Centre (MIRCEN), Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Chatuchak, Bangkok 10900

The diversity of microalgae in freshwater sources in Bangkok metropolitan areas and vicinity was investigated. Three hundred freshwater samples were collected from 23 districts in 6 provinces. Quality of these water samples were classified in accordance with the Surface Water Quality Standards of Thailand, B.E. 2537, in the range, level 1 to level 3.

Algae were distributed among 4 divisions, 16 orders, 38 families, 91 genera and 230 species. The algae in division Chlorophyta occurred in 8 orders, 18 families, 40 genera and 82 species; in division Chrysophyta, 3 orders, 10 families, 17 genera and 26 species; in division Cyanophyta, 4 orders, 9 families, 32 genera and 121 species and in division Euglenophyta, 1 order, 1 family, 2 genera and 1 species. Approximately 50% of the genera were found in from 1 to 5 samples. Algae found in more than 20% of samples were in the genera: *Chlorella* (34.7%), *Phormidium* (25.0%), *Scenedesmus* (23.7%) and *Oscillatoria* (22.7%).

Key words: algae, survey, distribution

บทนำ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายจากแหล่งน้ำจืดที่สะอาดในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ได้แก่ จังหวัดนครปฐม, สมุทรสาคร, สมุทรปราการ, นนทบุรี, และปทุมธานี ซึ่งกำลังประสบปัญหาความเสื่อมโทรมของนิเวศวิทยาแหล่งน้ำอย่างรุนแรงและรวดเร็ว โดยสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายจากตัวอย่าง แยกและจัดจำแนกสายพันธุ์สาหร่าย พร้อมทั้งสร้างฐานข้อมูลสายพันธุ์สาหร่ายที่แยกได้ สายพันธุ์สาหร่ายและฐานข้อมูลจะถูกเก็บรักษาไว้ ณ คลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่าย ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เพื่อให้บริการแก่ผู้ที่สนใจจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

พื้นที่ศึกษา

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากแหล่งน้ำจืดที่สะอาด 300 ตัวอย่าง ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล รวมทั้งสิ้น 6 จังหวัด 23 เขต/อำเภอ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร 12 เขต จำนวน 149 ตัวอย่าง นครปฐม 2 อำเภอ จำนวน 32 ตัวอย่าง นนทบุรี 3 อำเภอ จำนวน 52 ตัวอย่าง ปทุมธานี 2 อำเภอ จำนวน 50 ตัวอย่าง สมุทรปราการ 2 อำเภอ จำนวน 7 ตัวอย่าง และสมุทรสาคร 2 อำเภอ จำนวน 10 ตัวอย่าง

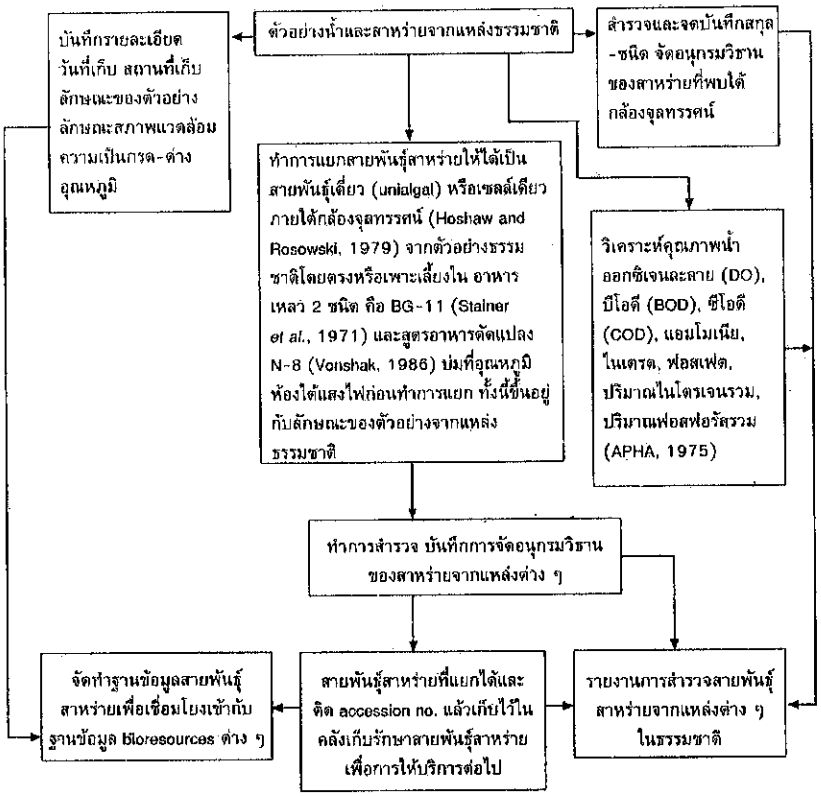
วิธีการ

ระเบียบวิธีการวิจัยของโครงการนี้ได้ดำเนินการดังแสดงในภาพที่ 1

ผลการวิจัยและบทวิจารณ์

คุณภาพของแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากแหล่งน้ำที่สะอาด โดยพิจารณาถึงลักษณะของความใส, สี, กลิ่น และรสของน้ำว่ามีลักษณะเป็นไปตามธรรมชาติในเบื้องต้น



ภาพที่ 1. ระเบียบวิธีของโครงการ "การสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายจากแหล่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ: สาหร่ายในแหล่งน้ำจืดเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล"

ผลวิเคราะห์คุณภาพของน้ำทั้ง 300 ตัวอย่าง พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 2.84-9.85 เฉลี่ย 7.28, ออกซิเจนละลาย ระหว่าง 0.6-12.8 มก./ล. เฉลี่ย 4.17, บีโอดี (BOD) ระหว่าง 0.2-12.4 มก./ล. เฉลี่ย 2.16 มก./ล., ซีโอดี (COD) ระหว่าง 4.0-30.80 มก./ล. เฉลี่ย 38.96 มก./ล. แอมโมเนีย 0.18-13.81 มก./ล. เฉลี่ย 0.93 มก./ล., ไนเตรต ระหว่าง <0.01-8.05 มก./ล. เฉลี่ย 0.32 มก./ล., ฟอสเฟตระหว่าง <0.01-3.02 มก./ล. เฉลี่ย 0.18 มก./ล., ปริมาณไนโตรเจนรวมระหว่าง 0.03-14.84 มก./ล. เฉลี่ย 1.52 มก./ล. และปริมาณฟอสฟอรัสรวมระหว่าง <0.01-4.29 มก./ล. เฉลี่ย 0.28 มก./ล.

เมื่อนำผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง 300 ตัวอย่าง เฉพาะในช่วงเวลาที่เก็บมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ในภาพรวมของการศึกษาครั้งนี้ตัวอย่างส่วนใหญ่เก็บมาจากแหล่งน้ำผิวดินที่มีคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ในประเภทที่ 1-3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี โดยร้อยละ 98.67 ของตัวอย่าง มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์ มีเพียงร้อยละ 1.33 เท่านั้นที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 5.0 ร้อยละ 100 ของตัวอย่างมีปริมาณไนเตรตในหน่วยไนโตรเจนเป็นไปตามเกณฑ์ แต่มีแอมโมเนียในหน่วยไนโตรเจนมากกว่าเกณฑ์อยู่ร้อยละ 15.33 ของตัวอย่างทั้งหมด เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าออกซิเจนละลายพบว่า ร้อยละ 97.33 ของตัวอย่างมีคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ในประเภทที่ 1-3 โดยส่วนใหญ่จะมีคุณภาพตามการใช้ประโยชน์ในประเภทที่ 2 คือ ร้อยละ 46.33 หากทำการพิจารณาเฉพาะค่าบีโอดีแล้ว พบว่า ร้อยละ 85.33 ของตัวอย่างน้ำมีคุณภาพตามการใช้ประโยชน์ประเภทที่ 1-3 โดยร้อยละ 45.33 ของตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์การใช้ประโยชน์ประเภทที่ 1

ตารางที่ 1. ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ตัวอย่าง	ความเป็นกรด-ด่าง		ออกซิเจนละลาย มก./ล.				บีโอดี มก./ล.				ไนเตรตในหน่วยไนโตรเจน มก./ล.		แอมโมเนียในหน่วยไนโตรเจน มก./ล.	
	5.0-9.0	<5.0	ธ	<6.0	<4.0	<2.0	ธ	>1.5	>2.0	>4.0	ธ	>5.0	ธ	>5.0
จำนวน	296	4	68	139	85	8	136	39	81	44	300	-	254	46
ร้อยละ	98.67	1.33	22.67	46.33	28.33	2.67	45.33	13.00	27.00	14.67	100	-	84.67	15.33

หมายเหตุ: ธ=เป็นไปตามธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาการจัดชั้นน้ำตามปริมาณสารอาหาร (ปริมาณไนโตรเจนรวมและปริมาณฟอสฟอรัสรวม) (Wetzel, 1983) เฉพาะปริมาณไนโตรเจนรวมพบว่า ตัวอย่างน้ำที่เก็บอยู่ในระดับต่ำปานกลาง-สูง (oligomeso trophic-eutrophic) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสรวมอยู่ในระดับต่ำมาก-สูง (ultraoligotrophic-eutrophic) แต่โดยเฉลี่ยแล้วพบว่าชั้นน้ำมีระดับของปริมาณสารอาหารในระดับสูง (eutrophic) ด้วยสภาพที่เหมาะสมทางภูมิประเทศ (มีแสงสว่างตลอดปี) และภูมิอากาศ (อุณหภูมิพอเหมาะ) ของประเทศไทย และด้วยปริมาณสารอาหารเฉลี่ยในระดับสูง จึงมีแนวโน้มว่าแหล่งน้ำที่ทำการสำรวจในครั้งนี้จะเกิดปัญหาการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (algae bloom) ในอนาคต

อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในการศึกษาครั้งนี้ได้จากการเก็บตัวอย่างเพียงครั้งเดียวและพิจารณาเฉพาะบางดัชนีเท่านั้น ดังนั้นผลการวิเคราะห์จึงบ่งบอกได้เพียงภาพรวมของแหล่งน้ำ ณ ช่วงเวลาที่ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างโดยสังเขปเท่านั้น

อนึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ค่าซีโอดีไว้ด้วยเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบสำหรับผู้สนใจที่จะทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากแหล่งน้ำเสียในลักษณะต่าง ๆ ในอนาคต ซึ่งค่าซีโอดีเป็นดัชนีสำคัญหนึ่งในการบ่งชี้คุณภาพของน้ำเสีย

สาหร่ายที่จัดจำแนกจากการสำรวจ

ในการสำรวจครั้งนี้สามารถจัดจำแนกสาหร่ายได้ทั้งสิ้น 4 ดิวิชั่น (division), 16 ลำดับ (order), 38 วงศ์ (family), 91 สกุล (genus), 230 ชนิด (species) (เฉพาะที่สามารถจัดจำแนกได้) ดิวิชั่นที่สำรวจพบได้แก่ Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanophyta และ Euglenophyta รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2 ดังจะเห็นได้ว่าดิวิชั่น Chlorophyta มีความหลากหลายมากที่สุดทั้งในระดับ ลำดับ วงศ์ และสกุล ส่วนดิวิชั่น Cyanophyta มีความหลากหลายมากที่สุดในระดับของชนิดที่สามารถจัดจำแนกได้

ตารางที่ 2. จำนวนสาหร่ายที่จัดจำแนกได้จากการสำรวจ

ดิวิชั่น	ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด*
Chlorophyta	8	18	40	82
Chrysophyta	3	10	17	26
Cyanophyta	4	9	32	121
Euglenophyta	1	1	2	1
รวม 4	16	38	91	230

หมายเหตุ: *เฉพาะที่สามารถจัดจำแนกได้

อนุกรมวิธานของสาหร่ายที่สำรวจพบในดิวิชั่น Chlorophyta 8 ลำดับ, 18 วงศ์, 40 สกุล ประกอบด้วยชนิดที่สามารถจัดจำแนกได้ 82 ชนิด ลำดับ Chlorococcales เป็นลำดับที่พบว่ามีความหลากหลายมากที่สุดถึง 8 วงศ์, 28 สกุล ส่วนลำดับที่พบว่ามีความหลากหลายน้อย ที่สุดมี 4 ลำดับ ได้แก่ ลำดับ Utotrichales, Chaetophorales, Oedogoniales และ Siphonocladales ซึ่งพบว่ามีความหลากหลายเพียงลำดับละ 1 วงศ์ 1 สกุล และ 1 ชนิด เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากสาหร่ายกลุ่มนี้มีการเจริญเติบโตโดยยึดติดกับพื้นผิวแต่การเก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างจากผิวหน้าน้ำ ซึ่งจะเก็บสาหร่ายกลุ่มนี้ได้ก็ต่อเมื่อมีการขาดของเซลล์ลอยมาเท่านั้น สำหรับสกุลของสาหร่ายที่พบว่ามีความหลากหลายของชนิดที่สามารถจัดจำแนกได้มากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ สกุล *Scenedesmus, Monoraphidium* และ *Tetraedron* ซึ่งมีความหลากหลายของจำนวนชนิดที่สามารถจัดจำแนกได้ 19, 8 และ 5 ชนิดตามลำดับ ซึ่งผลการสำรวจที่พบว่าลำดับ Chlorococcales และสกุล

Scenedesmus มีความหลากหลายมากที่สุด เป็นการยืนยันผลการสำรวจซึ่งได้เคยรายงานไว้แล้ว (อาภารัตน์และณัฐพร, 2539)

อนุกรมวิธานของสาหร่ายที่สำรวจพบในดิวิชั่น Chrysophyta จำนวน 2 ซับดิวิชั่น (subdivision, subphylum) คือ Chrysophyceae และ Bacillariophyceae รวม 3 ลำดับ, 10 วงศ์ 17 สกุล, 26 ชนิด (เฉพาะที่สามารถจัดจำแนกได้) ซับดิวิชั่น Chrysophyceae ที่พบมีความหลากหลายเพียง 1 ลำดับ, 2 วงศ์, 2 สกุล, 2 ชนิด ส่วน ซับดิวิชั่น Bacillariophyceae ที่พบมีความหลากหลายมากกว่าโดยสำรวจพบ 2 ลำดับ, 8 วงศ์, 15 สกุล, 24 ชนิด (เฉพาะที่สามารถจัดจำแนกได้) โดยลำดับ Centrales ที่สำรวจพบมีเพียง 1 วงศ์, 2 สกุล, 1 ชนิด ในขณะที่ลำดับ Pennales สำรวจพบมากที่สุด 7 วงศ์, 13 สกุล, 23 ชนิด *Navicula* มีความหลากหลายมากที่สุดคือ 5 ชนิด ส่วนสกุล *Fragilaria* และ *Synedra* พบว่ามีความหลากหลายรองลงไป คือ สกุลละ 3 ชนิด

สำหรับดิวิชั่น Cyanophyta สำรวจพบสาหร่ายทั้งสิ้น 4 ลำดับ, 9 วงศ์, 32 สกุล, 123 ชนิด (ที่จำแนกได้) ลำดับ Chroococcales, วงศ์ Chroococcaceae พบว่ามีความหลากหลายมากที่สุดถึง 13 สกุล, 44 ชนิด (เฉพาะที่จัดจำแนกได้) รองลงไป ได้แก่ ลำดับ Oscillatoriales, วงศ์ Oscillatoriaceae มี 6 สกุล, 45 ชนิด และ ลำดับ Nostocales, วงศ์ Nostocaceae มี 3 สกุล, 13 ชนิด

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของจำนวนชนิดในแต่ละสกุลแล้วพบว่าสกุล *Oscillatoria* มีความหลากหลายของจำนวนชนิดที่จัดจำแนกได้มากที่สุด 15 ชนิด รองลงไป คือ สกุล *Lyngbya* เป็นจำนวน 14 ชนิด และสกุล *Chroococcus* จำนวน 8 ชนิด

อนุกรมวิธานของสาหร่ายในดิวิชั่น Euglenophyta ที่สำรวจพบ ในการศึกษาครั้งนี้ สำรวจพบสาหร่ายในดิวิชั่น Euglenophyta น้อยที่สุด เพียง 1 ลำดับ, 1 วงศ์, 2 สกุล และ 1 ชนิด (เฉพาะที่จัดจำแนกได้) ดิวิชั่น Euglenophyta สำรวจพบในปริมาณน้อยมาก เนื่องจากสาหร่ายในดิวิชั่นนี้มักเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำที่สกปรก

สำหรับชนิดของสาหร่ายที่สำรวจพบในครั้งนี้และยังไม่เคยมีการบันทึกในหนังสือ Algae in Thailand (OEPP, 1995) ซึ่งอาจจะเป็นชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยจำนวน 144 ชนิด 21 สายพันธุ์

อนึ่ง ในการสำรวจแหล่งน้ำครั้งนี้ เนื่องจากทำการสำรวจมากถึง 300 แห่ง และแต่ละแห่งสำรวจ 1 ครั้ง ในเวลาเพียง 1 ปี ข้อมูลที่ได้ไม่ขึ้นต่อกันจึงไม่ได้จัดทำบันทึกหรือหมายเลขของ สายพันธุ์ที่ไม่สามารถจัดจำแนกได้ไว้เป็นการเฉพาะ

การแพร่กระจายของสาหร่ายในแหล่งน้ำที่สำรวจ

ตารางที่ 3 แสดงระดับความถี่ของการแพร่กระจายของสาหร่ายในแต่ละสกุลจากตัวอย่างที่เก็บ 300 แห่ง โดยแบ่งเป็น 6 ระดับ คือ การแพร่กระจายในพื้นที่สำรวจ 1-5 แห่ง, 6-10 แห่ง, 11-15 แห่ง, 16-20 แห่ง, 21-25 แห่ง และมากกว่า 25 แห่งขึ้นไป การสำรวจแหล่งน้ำจืดที่สะอาด 300 แห่ง ครั้งนี้พบว่าสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบจากแหล่งน้ำในปริมาณน้อย คือ 1-5 แห่ง จาก 300 แห่ง (ร้อยละ 0.3-1.7) มีปริมาณมากถึง 45 สกุล หรือประมาณครึ่งหนึ่งของสกุลที่สำรวจพบทั้งหมด (91 สกุล) และจะเห็นได้ว่าความถี่ของการแพร่กระจายที่สูงขึ้น จำนวนสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบจะมีน้อยลง ในขณะเดียวกันสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบว่ามีความถี่มากกว่า 30 ตัวอย่างขึ้นไป จะเป็นสาหร่ายสีเขียวและสีน้ำเงินแกมเขียวที่มีความสามารถในการปรับตัวสูงต่อความเข้มข้นของสารอาหารในช่วงกว้าง และมีแนวโน้มว่ามักจะเป็นสกุลที่เป็นสาเหตุของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายในแหล่งน้ำ ในขณะเดียวกันข้อมูลนี้ยังชี้ให้เห็นว่าหากคุณภาพน้ำเปลี่ยนไปในทางที่เลวลง ความหลากหลายของสาหร่ายจะลดลง เนื่องจากไม่สามารถแข่งขันกับสาหร่ายสกุลที่มีความสามารถในการปรับตัวสูง ซึ่งมีความถี่ในการแพร่กระจายสูง อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สาหร่ายที่มีการแพร่กระจายต่ำสูญพันธุ์ได้ ทั้งนี้อาจไม่นับสกุล Calothrix ซึ่งมีรายงานว่าเป็นสกุลที่มีการแพร่กระจายสูงสุดจากการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินนาทั่วประเทศ (สมถวิล, 2531) ดังนั้นหากเราต้องการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มนี้ไว้จำเป็นต้องมีการอนุรักษ์แหล่งน้ำให้มีคุณภาพดี หรือทำการแยกสายพันธุ์สาหร่ายเหล่านั้น เพื่อทำการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด (*ex situ* conservation)

อย่างไรก็ตาม แม้จะไม่เป็นการยากนักในการแยกสายพันธุ์สาหร่ายที่ต้องการเหล่านั้น แต่การเก็บรักษาให้คงความมีชีวิตต้องมีการศึกษาสภาพที่เหมาะสมทั้งในแง่สูตรอาหารและสภาพทางกายภาพ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นประโยชน์ที่จะได้รับจากการเก็บรักษาสายพันธุ์เหล่านั้นนอกถิ่นกำเนิด หรือในคลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายจึงเป็นสิ่งหนึ่งที่ควรนำมาพิจารณาด้วย

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าสาหร่ายที่มีความถี่ในการแพร่กระจายสูงกว่าร้อยละ 20 จำนวน 4 สกุล คือ สาหร่ายในสกุล *Chlorella* มีการแพร่กระจายในตัวอย่างที่สำรวจมากที่สุดถึง 104 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 34.7 รองลงไปได้แก่ สกุล *Phormidium* จำนวน 75 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 25 สกุล *Scenedesmus* จำนวน 71 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 23.7 สกุล *Oscillatoria* จำนวน 68 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 22.7 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแม้สาหร่ายใน 4 สกุลดังกล่าวจะมีปริมาณน้อยในแต่ละตัวอย่าง แต่เป็นสาหร่ายที่มีการปรับตัวได้ดี และเนื่องจากมีการแพร่กระจายอยู่สูงในแหล่งน้ำต่าง ๆ จึงมักพบว่าสาหร่ายทั้ง 4 สกุล เป็นสาเหตุของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในน้ำเสีย โดยเฉพาะน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน

ส่วนชนิดของสาหร่ายที่สามารถจัดจำแนกได้ที่สำรวจพบตั้งแต่ร้อยละ 5 ของตัวอย่าง เรียงตามลำดับมากไปน้อย ได้แก่ *Synechocystis aquatilis* ร้อยละ 11.7, *Chlorococcum humicola* ร้อยละ 9.7, *Scenedesmus acutus* ร้อยละ 9.3, *Achnanthes exigua* และ *Chroococcus turgidus* ร้อยละ 6.7, *Chlorococcum infusionum* ร้อยละ 6.3, *Myxosarcina burmensis* และ *Phormidium molle* ร้อยละ 5.7, *Chlorella vulgaris, Aphanocapsa delicatissima* และ *Phormidium mucicula* ร้อยละ 5.3

เป็นที่น่าสังเกตในการศึกษาครั้งนี้ว่าพบสาหร่ายสีเขียวในกลุ่มเดสมิดส์ (desmids) เพียง 1 สกุลเท่านั้น คือ *Closterium* และโดยที่สาหร่ายในกลุ่มนี้มักเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มี pH ค่อนข้างเป็นกรด ที่มีปริมาณสารอาหารต่ำโดยเป็นดัชนีบ่งชี้ปริมาณสารอาหารในชั้น oligotrophic แต่ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า โดยเฉลี่ยแล้ว pH ของแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษาค่อนข้างเป็นกลาง (7.28) และมีปริมาณสารอาหารสูง นอกจากนี้ Hamada (1999) ยังรายงานว่าสาหร่ายในกลุ่มนี้มีความอ่อนไหว (sensitive) เป็นอย่างมากต่อสารซักล้างทุกชนิด (ผงซักฟอก สบู่ แชมพู ฯลฯ) ด้วยการขยายตัวของเมืองและการขาดระบบบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนประกอบกับคุณภาพของแหล่งน้ำที่ไม่เหมาะสมดังกล่าวข้างต้น จึงมีความเป็นไปได้ว่าสาหร่ายในกลุ่มนี้อาจสูญไปจากแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษาในอนาคต

บทสรุป

1. สำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายน้ำจืดจากแหล่งน้ำสะอาดในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 300 ตัวอย่าง ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมีคุณภาพตามการใช้ประโยชน์ประเภทที่ 1-3 ผลการจัดชั้นน้ำตามปริมาณสารอาหาร (ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม) มีแนวโน้มว่าแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษาจะเกิดปัญหาการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายได้ในอนาคต
2. จัดจำแนกสาหร่ายได้ทั้งสิ้น 4 ดิวิชั่น (Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanophyta และ Euglenophyta), 16 ลำดับ, 38 วงศ์, 91 สกุล, 230 ชนิด ประมาณครึ่งหนึ่งของสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบทั้งหมดมีการแพร่กระจายต่ำ โดยสำรวจพบเพียง 1-5 แห่ง จากตัวอย่างน้ำ 300 แห่ง (ร้อยละ 0.3-1.7)
3. สกุลที่สำรวจพบมากกว่าร้อยละ 20 ของตัวอย่างที่สำรวจมี 4 สกุล คือ *Chlorella* (34.7%), *Phormidium* (25.0%), *Scenedesmus* (23.7%) และ *Oscillatoria* (22.7%) โดยสกุล *Scenedesmus* เป็นสกุลที่มีความหลากหลายของชนิดที่สามารถจัดจำแนกได้มากที่สุดถึง 19 ชนิด
4. ด้วยคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแหล่งน้ำที่ไม่เหมาะสม จึงมีแนวโน้มว่าสาหร่ายในกลุ่มเดสมิดส์อาจสูญพันธุ์ไปจากแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษาได้

ตารางที่ 3. ระดับความถี่ของการแพร่กระจายของสาหร่ายที่สำรวจพบ

ความถี่ของการแพร่กระจาย (แห่ง จาก 300 แห่ง)	สกุลของสาหร่าย (จำนวนตัวอย่างที่พบ)
1-5	*Agmenellum* (1), *Chrysosphaera* (1), *Cladophara* (1), *Coccomonas* (1), *Cyanodictyon* (1), *Cymbella* (1), *Dermocarpa* (1), *Dicellula* (1), *Eudorina* (1), *Francela* (1), *Gomphonema* (1), *Gyrosigma* (1), *Hyaloraphidium* (1), *Pandorina* (1), *Pectodictyon* (1), *Pleurosigma* (1), *Schroederia* (1), *Sphaerocystis* (1), *Spirogyra* (1), *Stichococcus* (1), *Arthrospira* (2), *Calothrix* (2), *Coenocystis* (2), *Crucigenia* (2), *Gloeothece* (2), *Golenkinopsis* (2), *Gomphosphaeria* (2), *Hydrusus* (2), *Phacus* (2), *Protococcus* (2), *Quadrigula* (2), *Radiococcus* (2), *Stephanodiscus* (2), *Tetrastrum* (2), *Tolyphthrix* (2), *Microcoleus* (3), *Oedoginium* (3), *Oocystis* (3), *Pinnularia* (3), *Stigonema* (3), *Diatoma* (4), *Anacystis* (5), *Scytonema* (5), *Suvirella* (5), *Tetrachlorella* (5) รวม 45 สกุล
6-10	*Aphanothece* (6), *Closterium* (6), *Euglena* (6), *Fischerella* (6), *Golenkinia* (6), *Kirchneriella* (6), *Tetraedron* (6), *Anabaenopsis* (7), *Botyococcus* (7), *Tabellaria* (7), *Cyclotella* (8), *Synedra* (9) รวม 12 สกุล
11-15	*Dictyosphaerium* (11), *Gloeocapsa* (11), *Gloeocystis* (11), *Ankistrodesmus* (12), *Chlorogloea* (12), *Nostoc* (12), *Anabaena* (13), *Tetradesmus* (13), *Spirulina* (14) รวม 9 สกุล
16-20	*Chlamydomonas* (16), *Hapalosiphon* (16), *Microcystis* (17), *Pediastrum* (17), *Didymocystis* (18), *Fragilaria* (19), *Haematococcus* (20), *Nitzchia* (20) รวม 8 สกุล
21-25	*Plectonema* (21), *Coelastrum* (22), *Merismopedia* (22), *Achnanthes* (23), *Myxosarcina* (24) รวม 5 สกุล
>26	*Aphanocapsa* (34), *Monoraphidium* (35), *Chroococcus* (43), *Lyngbya* (44), *Navicula* (44), *Chlorococcum* (48), *Synechococcus* (50), *Synechocystis* (53), *Oscillatoria* (68), *Scenedesmus* (71), *Phormidium* (75), *Chlorella* (104) รวม 12 สกุล

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139040

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537. มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สมถวิล วัลลิสุต. 2531. การศึกษาการแพร่กระจายและคัดเลือกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจนได้เพื่อนำมาใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อาภารัตน์ มหาขันธ์ และณัฐพร พันธุมนาวิน. 2539. การสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายจากแหล่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ. วท., กรุงเทพฯ.

APHA, AWWA AND WPCF. 1975. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA Inc., New York, U.S.A.

HAMADA, J. 1999. Effect of detergent on *Closterium ehrenbergii*. The 23rd Annual Meeting of the Japanese Society of Phycology, 27th –30th March, Yamagata, Japan.

HOSHAW, R. W. AND J. R. ROSOWSKI. 1973. Methods for microscopic algae. In STEIN, I. R. (ed), Handbook of phycological methods. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

OEPP. 1995. Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand.

STEINER, R. Y., R. KUNISAWA, M. MANDEL AND G. COHEN-BAZIRE. 1971. Purification and properties of unicellular blue-green algae (order Chlorococcales). Bact. Rev. 35: 171-205.

VONSHAK, A. 1986. Laboratory techniques for the cultivation of microalgae. In RICHMAND, A. (ed), CRC handbook of microalgal mass culture. CRC Press Inc., Florida, U.S.A.

WETZEL, R. G. 1983. Limnology. Saunders College Publishing, Philadelphia, U.S.A.

BIODIVERSITY OF ALGAE IN SOME HOT SPRING AREAS IN THE UPPER PART OF NORTHERN THAILAND

Udomluk Sompong and Yuwadee Peerapornpisal
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

อุดมลักษณ์ สมพงษ์ และ ยุวดี พีรพรพิศาล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

การศึกษาสาหร่ายในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้เก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำพุร้อน สันกำแพง โป่งเดือด และเทพพนม ในจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน 2542 พบสาหร่ายทั้งหมด 76 ชนิด จัดอยู่ใน 4 ดิวิชัน คือ Cyanophyta, Chrysophyta, Chlorophyta และ Euglenophyta สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ชนิดที่พบหนาแน่นที่สุด คือ *Oscillatoria* spp. และ *Chroococcus* spp. สาหร่ายพวกไดอะตอมชนิดที่พบมากที่สุด คือ *Rhopalodia constricta* (W. Smith) Krammer และ *Anomoeoneis sphaerophora* (Ehr.) Pfitzer

คำหลัก: สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน, ไซยาโนแบคทีเรีย, น้ำพุร้อน

INTRODUCTION

Algae in hot spring are special properties. The most abundant type of algae or Cyanobacteria, having special protein configurations that depend less on hydrogen bonding for their spatial structure and the cell membrane of thermophillic algae contain lipids with shorter chains, higher degrees of saturation, and higher melting points (Stevensen *et al.*, 1996). Little is known about the algae in hot spring of the tropical zone, especially in Thailand. In the present, Thai scientists worked on the algae in hot spring area but not intensively as before. The extreme variation of populations and taxa complicates identification of the genera and delimitation of different taxa. The algae collected in this study were obtained from 3 alkaline hot springs in Chiang Mai province, Thailand.

METHODOLOGY

Site Characteristics

During the study samples were taken from 3 hot spring areas in Chiang Mai province. Most samples were collected from benthic of substrate: cobble, plant, soil, etc.

Samples were also collected from different of temperature of water. The range of temperature is about 30-90°C.

Measurement of Chemical and Physical Parameters

Temperature of water was measured in the field by a thermometer. pH was measured by pH meter, conductivity and total dissolved solid were measured by conductivity meter.

Water samples were collected for chemical analysis eg. dissolved oxygen (DO), alkalinity, turbidity, nitrate-nitrogen (NO_3^-), ammonium-nitrogen (NH_4^+), soluble reactive phosphorus (SRP) and hydrogen sulphide (H_2S) by the method of APHA (1992).

Sampling and Preparation

Benthic samples were collected from cobbles, soil, plant, etc. at each site. The algae were kept in a plastic box (resistant of high temperature). In the laboratory, the samples were identified and photographed by light micrographs.

Phytoplankton samples were taken by a plankton net, (mesh size 10 μm) for identification. The samples were preserved with Lugol's solution and cleaned by boiling 15-

30 minutes in concentrated H_2O_2. Naphrax was used for mounting, identification and photographed by light micrographs.

Algal Investigation

The detailed identification of the algae was based on relevant texts i.e. Huber-Pestalozzi (1938), Desikachary (1959), Whitford and Schumacher (1969), Barber and Haworth (1981), Compère and Delmotte (1986), Anagnostidis and Komarek (1988), Hindak and Moustaka (1988) and Komarek (1989).

RESULTS AND DISCUSSION

From the samples of San Kamphaeng, Pong Deuad and Theppanom Hot Springs, Chiang Mai province, undertaken during January to April 1999, 4 divisions and 76 species of algae were found (Table 1). Majority of algae were blue-green algae and diatoms. Some species of blue-green algae was shown in Figs. 1.2-1.7, 2.4-2.8, 3.4-3.9 and 3.11. Some species of diatoms was shown in Figs. 1.1, 2.1-2.3, 2.9, 3.1-3.3 and 3.10.

Table 1. List of algal species including information on estimated maximum quality, presence in 3 hot springs, northern Thailand (January-April 1999)
(++++ = frequency species, +++ = moderate, ++ = rare species, + = very rare species)

Division	Range of temperature (°C)			Division	Range of temperature (°C)		
	< 40	40-60	60-80		< 40	40-60	60-80
Cyanophyta				Cyanophyta (Continued)			
Aphanothece castagnei (Bréb.) Rabenh		+	+	*Scytonema mirabile* (Dillw.) Born.		+	+
A. microspora (Men.) Rbh.		++	+	*Stichosiphon* sp.	+		
Aulosira sp.	++			*Synechococcus aeruginosus* Näg.		+++	++++
Borzia sp.		+		*Trichodesmium erythraeum* Ehnbg.	+		
Calothrix braunii Som.	+			*Xenococcus kerneri* Harsg.		+	
C. marchica Lemmermann	+	+		Chrysophyta			
C. marchica var. *intermedia* Rao, C. B.		+		*Achnanthes exigua* Grunow		+++	
C. thermalis (Schmidle) Hansg.		+++		*Achnanthes* sp. 1		+	+
Chroococcus cohaerens (Bréb.) Näg.	+	+		*Achnanthes* sp. 2		+	
C. indicus Zeller	+			*Achnanthes* sp. 3	+	+	
C. limneticus Lemmermann	+	+		*Anomoeoneis sphaerophora* (Ehr.)	+	++++	++++
C. minutus Kützing Näg.		+		Pfitzer			
C. turgidus Kützing Näg.		++		*Anomoeoneis* sp. 1	+	+	+
C. turgidus var. *maximus* Nygaard		+++	++	*Cymbella tumida* (Brèbisson) Van Heurck		+	
C. turgidus var. *thermalis* Rabenhorst		++	++				
Cylindrospermum sphaerica Prasad, B. N.	+	+		*Diploneis pseudovalis* Hustedt	+	++	+
Dermocarpa clavata Geitler	+	+		*Epithemia* sp.		+	
Gloeocapsa compacta Kützing		+		*Fragilaria* sp.		+	+
G. gelatinosa Kützing	+			*Gomphonema augur* Ehrenberg		++	
G. montana Kützing		+		*G. gracile* Ehrenberg		++	
Hapalosiphon pumilus Kützing	++			*Gomphonema* sp. 1			+
Lyngbya majuscula Harvey ex Gomont		++		*Navicula* sp. 1		+	+
Merismopedia minima Beck.		+		*Nitzschia* sp. 1		++	++
Myxosarcina spectabilis Geitler		+++		*Pinnularia* sp.		+	+
Oscillatoria acuminata Gomont		++++	++++	*Rhopalodia constricta* (W. Smith)	+	+++	+++
O. agardhii Gomont		++		Krammer			
O. amphibia Ag. ex Gomont		++		*Stauroneis* sp.		+	
O. amoena Kützing Gomont		++++	++++	*Surirella* sp.	+++	+++	
O. borynana Bory ex Gomont		+		*Synedra* sp.	+	+	
O. chlorina Kützing ex Gomont		++		Chlorophyta			
O. jasorvensis Vouk		++		*Chlorella vulgaris* Beyerinck	+	+	
O. lemmermanii Wolosz.		+++	++	*Cladophora* sp.	++		
O. meneghini var *sulphurea*		+		*Closterium* sp.	+	+	
O. splendida Grev. ex Gomont		+	+	*Cosmarium* sp.	+	+	
O. willei Gardner em. Drouet		++		*Oedogonium areolatum* Lagerheim	++	++	+
Oscillatoria sp. 1		+		*Pleurotaenium eugeneum* (Turner) West &	+	+	
Phormidium tenue (Menegh.) Gomont		++		west			
Pleurocapsa sp.	+			*Spirojyra microspora* Joa.	++	+	
Pseudanabaena galeata sensu	++	++		*Spirojyra* sp.	+	+	
Anagnostidis				Euglenophyta			
Rhabdoderma lineare Schmidle		+++		*Trachelomonas* sp. 1	+	+	+
Rivularia dura Roth		++					

Oscillatoria spp. and *Synechococcus aeruginosus* Näg. are blue-green algae, that found in the high temperature environments, they can survive in 60-80°C of water temperature. The occurance of blue-green algae in hot springs evidently depends not only on their ability to adapt to high temperatures but also on their resistance to other unfavorable

conditions. On the other hand, the environment is extreme and lethal for most eukaryotic organisms. And below 55-60°C, some species of blue-green algae can fix nitrogen. So, they can survive in the extreme environment. (Fogg *et al.*, 1973).

Effect of temperature on physical and chemical parameters, found that temperature affects a wide variety of properties of water (Table 2). For instance, the marked decrease in density of water at high temperature, volume increasing.

The effect of temperature on oxygen solubility may be of considerable biological significance. For instance, at 90°C oxygen will dissolve in water at less than 2% of the amount at which it dissolves at 20°C (Brock, 1978). During the study it was found that there was 0 mg/l of dissolved oxygen at 92°C , but the algae can survive in this water. From the study, found that changes in temperature has a marked effect on algal species distribution which similar to the report of Pitugvapi (1990) and Pusithvich (1991).

CONCLUSIONS

A total of 76 species which are 47 species of blue-green algae, 20 species of diatoms, 8 species of Chlorophyta and 1 species of Euglenophyta were found from this study. Diversity of algae in the study areas had varied with temperature which similar to the report of Pitugvapi (1990), Pusithvich (1991).

Many kinds of algae have a long resistance range of temperature. For distance, *Oscillatoria acuminata* Gomont and *Synechococcus aeruginosus* Näg. can live in the range 40-80°C. Green algae (Chlorophyta) have a resistance range less than blue-green algae, the most temperature can live less than 60°C.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541078.

REFERENCES

ANAGNOSTIDIS, K. AND J. KOMAREK. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes; 3-Oscillatoriales. Arch. Hydrobiol. (Suppl.): 327-472.

APHA, AWWN AND WPCF. 1992. Standard method for examination of water and waste water. American Public Health Association, Washington DC, U.S.A.

BARBER, H. G. AND E. Y. HAWORTH. 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule. Freshwater Biological Association No. 44.

BROCK, T. D. 1978. Thermophillic microorganisms and life at high temperature. Springer Verlag New York. Heidelberg. Berlin, Germany.

COMPÈRE , P. AND A. DELMOTTE. 1986. Diatoms in two hot springs in Zambia (Central Africa). 9th Diatom Symposium 1986: 29-39.

DESIKACHAR, T. U. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi, India.

FOGG, G. E. *ET AL.* 1973. The blue green algae. Academic Press, London and New York, U.S.A.

HINDAK, F. AND M. T. MOUSTAKA. 1988. Planktonic cyanophytes of Lake Volvi, Greece. Arch. Hydrobiol. (Suppl.):497-528.

HUBER-PESTALOZZI, G. 1938. Das phytoplankton des süßwassers: Blaualgen, Blakterien, Pilze.1. Teil. E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, Germany.

KOMAREK, J. 1989. Studies on the cyanophytes of Cuba. Folia Geobotanica et Phytotaxonomica 24: 171-206.

PITUGVAPI, P. 1990. Ecology of algae in hot spring area at Ban Pong-Hom, San Kamphaeng subdistrict, Chiang Mai province. M.S. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand.

POOSITWICH, V. 1991. Species diversity and biology of algae in hot spring, Khaochaison, Patthalung. B.S. Special Problems. Faculty of Science, Prince of Songkhla University, Thailand.

STEVENSON, K. J., M. L. BOTHWELL AND R. L. LOWE. 1996. Algae ecology freshwater benthic ecosystems. Academic Press, London.

WHITFORD, L. A. AND G. J. SCHUMACHER. 1969. A manual of the freshwater algae in North Carolina. The North Carolina · Agricultural Experiment Station, North Carolina, U.S.A.

Table 2. Some physico-chemical parameters of some hot springs, northern Thailand (January-April 1999)

Sampling site	Temp. °C	pH	Conductivity $\mu s.cm^{-1}$	TDS mg/l	Total alkalinity mg/l as $CaCO_3$	Bicarbonate alkalinity mg/l (HCO_3^-)	Carbonate Alkalinity mg/l ($CO_3^=$)	Sulfide mg/l	SRP mg/l	NO_3^- mg/l	NH_4^+ mg/l	Turbidity NTU	DO mg/l
San Kamphaeng	40-93	8.2-9.11	763-817	369-409	297.5-321.5	19.3-29.15	0-12.7	-	0.13-0.25	0.3-9.6	0.16-2.75	0.42-3.5	0-4.9
Pong Deuad	45-93	9.38-9.60	413-485	208-238	164-173	70-93	70-100	-	0.16-0.31	0.3-3.2	0-0.37	0.40-6.0	0-5.4
Theppanom	45-92	8.83-9	532-592	265-289	221.5-234.5	38-49	173.5-185.5	0.002-0.574	0.32-0.50	0.5-3.5	0.06-0.29	0.35-6.3	0-5.8

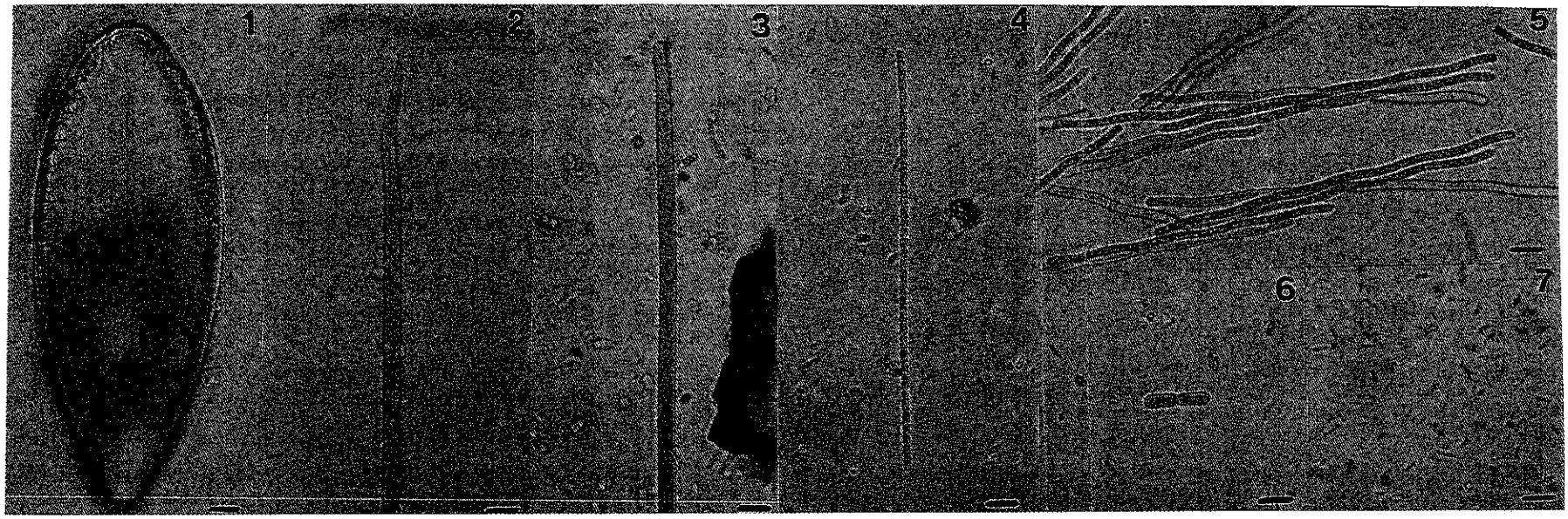


Fig. 1. Some algae found in San Kamphaeng Hot Spring, San Kamphaeng District, Chiang Mai, Thailand. 1- *Surirella* sp ., 2- *Oscillatoria acuminata* Gomont, 3- *Osc. chlorina* Kützing ex Gomont, 4- *Pseudoanabaena galeata* sensu Anagnostidis, 5- *Osc. willei* Garder em. Drouet, 6- *Synechococcus aeruginosus* Näg., 7- *Rhabdoderma lineare* Schmidle (scale =10 µm)

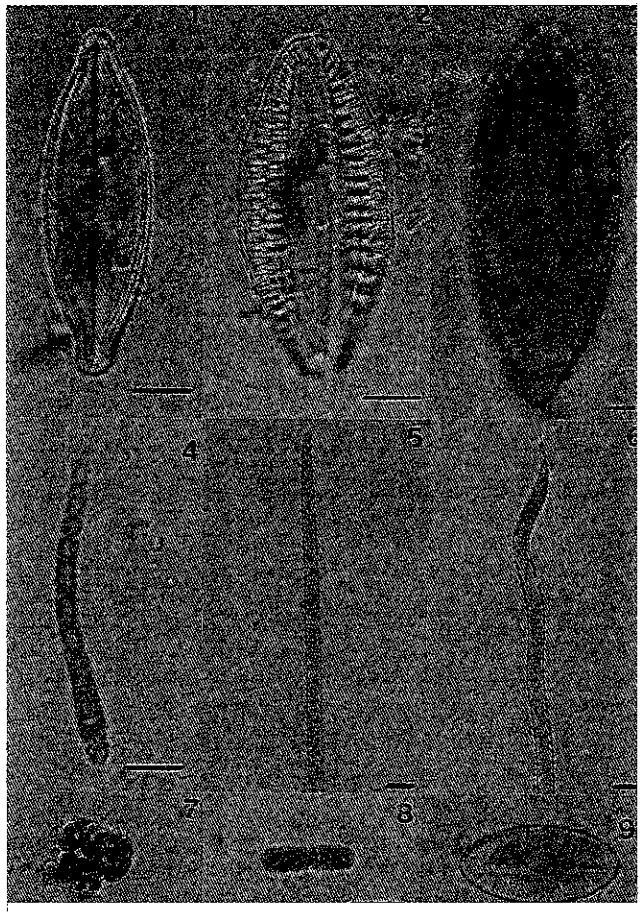


Fig. 2. Some algae found in Pong Deuad Hot Spring, Maetang District, Chiang Mai, Thailand. 1-*Anomoeoneis sphaerophora* (Ehrenberg) Pfitzer, 2-*Rhopalodia constricta* (W. Smith) Krammer, 3-*Surirella* sp., 4-*Calothrix thermalis* (Schmidle) Hansg., 5-*Oscillatoria amoena* Gomont, 6-*Osc. acuminata* Gomont, 7-*Myxosarcina spectabilis* Geitler, 8-*Synechococcus aeruginosus* Näg., 9-*Diploneis pseudovalis* Hustedt (scale =10 μm)

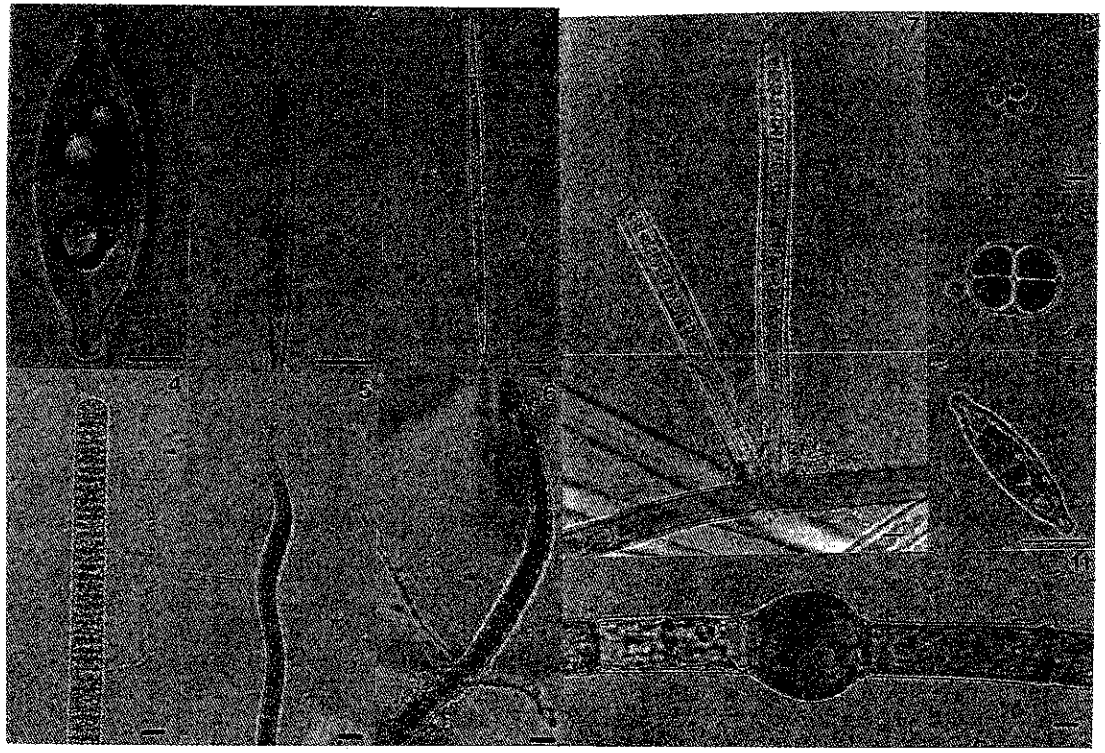


Fig. 3. Some algae found in Theppanom Hot Spring, Hot District, Chiang Mai, Thailand. 1-*Anomoeoneis sphaerophora* (Ehrenberg) Pfitzer, 2-*Nitzschia* sp., 3-*Synedra* sp., 4-*Oscillatoria limnosa* Ag. ex Gomont, 5-*Osc. acuminata* Gomont, 6-*Calothrix thermalis* (Schmidle) Hansg. 7- *Scytonema mirabile* (Dillw.) Born., 8-*Gloeocapsa montana* Kützing, 9-*Chroococcus turgidus* var. *maximus* Nygaard, 10-*Navicula* sp., 11-*Oedogonium areolatum* Lagerheim (scale =10 μm)

BIODIVERSITY OF GREEN ALGAE, FAMILY DESMIDIACEAE IN THE UPPER PART OF NORTHERN THAILAND

Komson Ruangrit and Yuwadee Peerapornpisal
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของสาหร่ายสีเขียวกลุ่มเดสมิดส์ในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

คมสัน เรืองฤทธิ์ และ ยุวดี พีรพรพิศาล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

การศึกษาสาหร่ายสีเขียวกลุ่มเดสมิดส์ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจาก 9 แหล่งน้ำในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยระหว่างเดือนสิงหาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2542 พบสาหร่ายกลุ่มเดสมิดส์ในทุกแหล่งน้ำโดยพบว่า *Staurastrum manfeldtii* var. *fluminese* Schumacher เป็นชนิดเด่นในทะเลสาบเชียงแสน และพบ *Cosmarium moniliforme* (Turp.) Ralfs. เป็นชนิดเด่นในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล ซึ่งเดสมิดส์เหล่านี้สามารถใช้เป็นดัชนีบอกคุณภาพน้ำที่มีสารอาหารน้อยได้ ส่วนเดสมิดส์ที่พบในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง ได้แก่ *Staurastrum* spp., *Staurodesmus* spp. และ *Cosmarium* spp. ซึ่งพบในปริมาณน้อย

คำหลัก: คุณภาพน้ำ, สารอาหาร, เดสมิดส์

INTRODUCTION

The desmids are unicellular, non-motile green algae, mostly planktonic. They were thought to be pairs of cells joined together, their cell pairs are in fact two half cells (semicell). They are clearly unique in their mode of cell division, their lack of zoospores or motile gametes, and their sexual reproduction by a process of conjugation. Desmids can be found in freshwater in all parts of the world.They are exclusively freshwater inhabitants and mostly acidophillic. In Thailand there has been little work been done on desmids. In this study, desmids and their reletionship to water charateristics has been researched. Desmids were identified to species level. All samples were collected from reservoirs in the upper part of Northern Thailand.

METHODOLOGY

Sites Characteristics

The reservoir of Mae Ngud Somboonchol Dam	Chiang Mai (oligotrophic reservoir)
Chiang Saen reservoir	Chiang Rai (oligotrophic reservoir)
Mae Sa stream	Chiang Mai (oligotrophic reservoir)
Ang Kaew reservoir	Chiang Mai (mesotrophic reservoir)
Huay Mae Yen reservoir	Chiang Mai (mesotrophic reservoir)
Huay Tung Toa	Chiang Mai (mesotrophic reservoir)
Nong Bua Phrajaoluang reservoir	Chiang Mai (mesotrophic reservoir)
The reservoir of Mae Kuang Udomtara	Chiang Mai (mesotrophic reservoir)
Kwan Phayao reservoir	Phayao (mesotrophic reservoir)

Collection of Water and Net Samples

Field trips were undertaken from August 1998 to March 1999. Water samples for chemical analysis and phytoplankton study were taken from the surface and filtrated through a plankton net (mesh size 10 μm), used to collect phytoplankton samples for identification. Plankton samples were preserved with 3-6 drops of Lugol'solution per 100 ml sample.

Physico-Chemical Parameters Analysis

To measure the extent of water transparency, a black/white Secchi disk was used, pH was measured in the field using a pH meter. Conductivity of water was measured in the field by a conductivity meter (WTW company). Chemical analysis of the water followed APHA (1992). The quantity of dissolved oxygen in the individual samples was measured using the azide modification method. Alkalinity was measured in the laboratory by endpoint titration with an indicator (Methyl–orange). Nutrients such as nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and soluble reactive phosphorus were determined using a DR 2000 Hach spectrophotometer.

Phytoplankton Investigation

The detailed identification of the genera and species was based on relevant texts (i.e. Huber-Pestalozzi, 1982; Islam, 1970) and several special publications from tropical phytoplankton, for example Akter (1991), Lind (1971), Rott and Lenzenweger (1994) were used. The chlorophyll content was determined by the ethanol method (Nusch, 1980).

RESULTS AND DISCUSSION

Some of physico-chemical parameter values are given in Table 1. They can be divided into two groups: Chiang Saen reservoir, the reservoir of Mae Ngud Somboonchol Dam and Mae Sa stream are oligotrophic; Ang Kaew reservoir, Huay Tung Toa reservoir, Huay Mae Yen reservoir, Nong Bua Phrajaoluang reservoir, the reservoir of Mae Kuang Udomtara Dam and Kwan Phayao reservoir are all mesotrophic (Palmer, 1977; Lorrine and Vollenweider, 1981; Wetzel, 1983).

Table 1. Physico-chemical and biological characteristics of water quality of each reservoirs

Sites	Date	DO $mg.l^{-1}$	pH	Conduct $\mu s.cm^{-1}$	Turbidity (NTU)	Alkali $meq.l^{-1}$	Secchi Depth (m)	BOD $mg.l^{-1}$	NH_4N $mg.l^{-1}$	NO_3N $mg.l^{-1}$	PO_4P $mg.l^{-1}$	Chlo-a $\mu g.l^{-1}$
Chiang Saen	26/7/41	6.3	6.96	25.6	3.2	0.44	2.5	0.8	0.04	0.2	0.14	0.80
Mae Ngud	31/10/41	7.1	6.8	185	3.0	0.6	2.52	1.5	0.09	0.3	0.01	3.8
Somboonchol	16/3/42	8.9	8.47	135.7	4	1.34	1.5	2.0	0.02	0	0	0.96
Mae Sa stream	28/7/41	6.2	7.12	105.2	9	1.86	-	1.1	0.028	0.15	0.05	-
Ang Kaew	20/7/41	7.5	7.2	180	7.0	1.5	0.9	2.2	0.40	0.8	0.08	8.28
Huay Tung Toa	20/6/41	5.6	7.03	81.2	7.4	0.76	0.7	2.3	0.18	1.6	0.06	6.808
	21/11/41	8.5	8.57	82.2	6.5	0.74	0.8	1.3	0.02	0.2	0.01	18.5
	16/3/42	8.0	8.35	82.2	30	1.06	0.82	1.5	0.10	0.5	0	14.2
Huay Mae Yen	20/6/41	7.0	7.35	76.1	3.8	0.69	0.8	2.0	0.28	1.5	0.04	0.88
	21/11/41	8.1	7.55	73.5	4.3	0.66	1.20	3.2	0	0.2	0.01	3.7
	16/3/42	8.2	7.6	81	5.6	1.6	0.95	2.5	0.01	0.2	0	-
Nong Bua	6/9/41	8.0	6.27	97	31	0.8	0.55	1.8	0.07	0.8	0.08	5.2
Phrajaoluang	26/2/42	7.5	7.23	109.7	35	1.08	0.72	2.0	0.1	0.3	0.05	0.2
Mae Kuang Udomtara	6/9/41	8	6.93	77.2	23.5	0.74	0.40	2.1	0.21	0.2	0.01	6.56
	26/2/42	8.2	8.58	92.1	10	0.88	0.65	1.08	0	0.1	0.08	4.02
Kwan Phayao	26/7/41	8.3	7.88	184.2	20.1	2.4	0.25	2.4	0.33	0	0.14	4.8

Taxonomy of the Desmid Taxa Studied

1. *Closterium moniferum* (Bory) Ehrenb. ExRalfs.

Fig. 3. Length 210 μ, width 45 μ

The shape is similar to *Closterium jeneri* but our form is slightly larger. The cell is much larger, slightly curved, tip swollen and the width is greater. One row of pyrenoids 6-7 in number are present.

Type locality: Mae Sa stream; abundant in the collection.

2. *Cosmarium askenasyi* Schm.

Fig. 9. Length 210 μ, width 260 μ, width of isthmus 50-55 μ

Cells longer than broad, isthmus broad, sinus are open each semicell have 2 chloroplast. Cell wall of them are rough.

Type locality: Chiang Saen reservoir; rare in the collection.

3. *Cosmarium moniliforme* (Turp.) Ralfs.

Fig. 1. Length 25 μ , width 12-15 μ, width of isthmus 12-15 μ

Cell small, shorter as long, isthmus deeply constricted. The semicells are symmetrical. One chloroplast per semicell, cells wall are smooth and clear.

Type locality: The reservoir of Mae Ngud Somboonchol Dam; dominant in the collection. Kwan Phayao reservoir; rare in the collection.

4. *Cosmarium punctulatum* Bréb

Fig. 15. Length 25 μ, width 20 μ, width of isthmus 8-13 μ

Cell shape subrectangular with a deep, opened sinus. Cell wall is rough.

Type locality: The reservoir of Mae Kuang Udomtara Dam; rare in the collection.

5. *Cosmarium pseudobroomei* Wolle

Fig. 16. Length 35 μ, width 33 μ, width of isthmus 12.5 μ

Cell quadrat shaped with a deep closed sinus. Cells ornamented with regular round granules approx.

Type locality: Nong Bua reservoir; rare in the collection.

6. *Cosmarium subspeciosum* Nordst.

Fig. 12. Length 50 μ, width 37.5-40 μ, width of isthmus 33-35 μ

Cells little longer than broad, deeply constricted, sinus is close, cell wall is rough.

Type locality: Mae Ngud Dam; rare in the collection.

7. *Cosmarium tuddalense* Ström

Fig. 14. Length 53 μ, width 45 μ, width of isthmus 30-33 μ

Cell duply constricted with broad apices. Cell apex slightly concave, cell wall with regularly dispessed pores and small punctuations.

Type locality: Nong Bua reservoir; rare in the collection.

8. *Micrasterias apiculata* (Ehr.) Menegh

Fig. 11. Length 211-220 μ, width 181-190 μ, width of isthmus 48 μ

The spicules on the apex are sometimes very small. Cell have strongly recurved spines on the apical. Type locality: Chiang Saen reservoir; rare in the collection

9. *Pleurotaenium ovatum* Nordst.

Fig. 5. Length 190 μ, width 84 μ, width of isthmus 53 μ

Cell broady The form has a crown of spines at the apex and the broader isthmus. Chloroplast is big.

Type locality: Chiang Saen reservoir; rare in the collection.

10. *Stauastrum gracile* var. *nyansae* G. S. West

Fig. 7. Length 40 μ, width 22-25 μ, width of isthmus 9 μ

Cells small with short processes, this plant has three arms from the top view. Semicells are smooth incurved processes. The sinus is wide open.

Type locality: Mae Ngud Dam; rare in the collection. Mae Kuang Dam common in the collection.

11. *Staurastrum manfeldtii* var. *fluminense* Schumacher

Fig. 8. Length 100 μ, width 85 μ, width of isthmus 15-20 μ.

The semicells of this plants are cup-shaped. The sinus is wide open. The angles of the semicells continue divergent or subparallel process, which always terminate in four stout divergent spines. The corona of divergent terminal spines on process. The cell wall is ornamented with granules arranged in a distinct pattern.

Type locality: Chiang Saen reservoir; dominant in the collection.

12. *Staurastrum octoverlucosum* var. *simplicius*

Fig. 4. Length 60 μ, width 25 μ, width of isthmus 9 μ

Cells small, excluding processes approx. The sinus is acute, widening outward. Their arms are upturned and each semicells was 2 slender processes and 3 divergent spines, processes variably incurved.

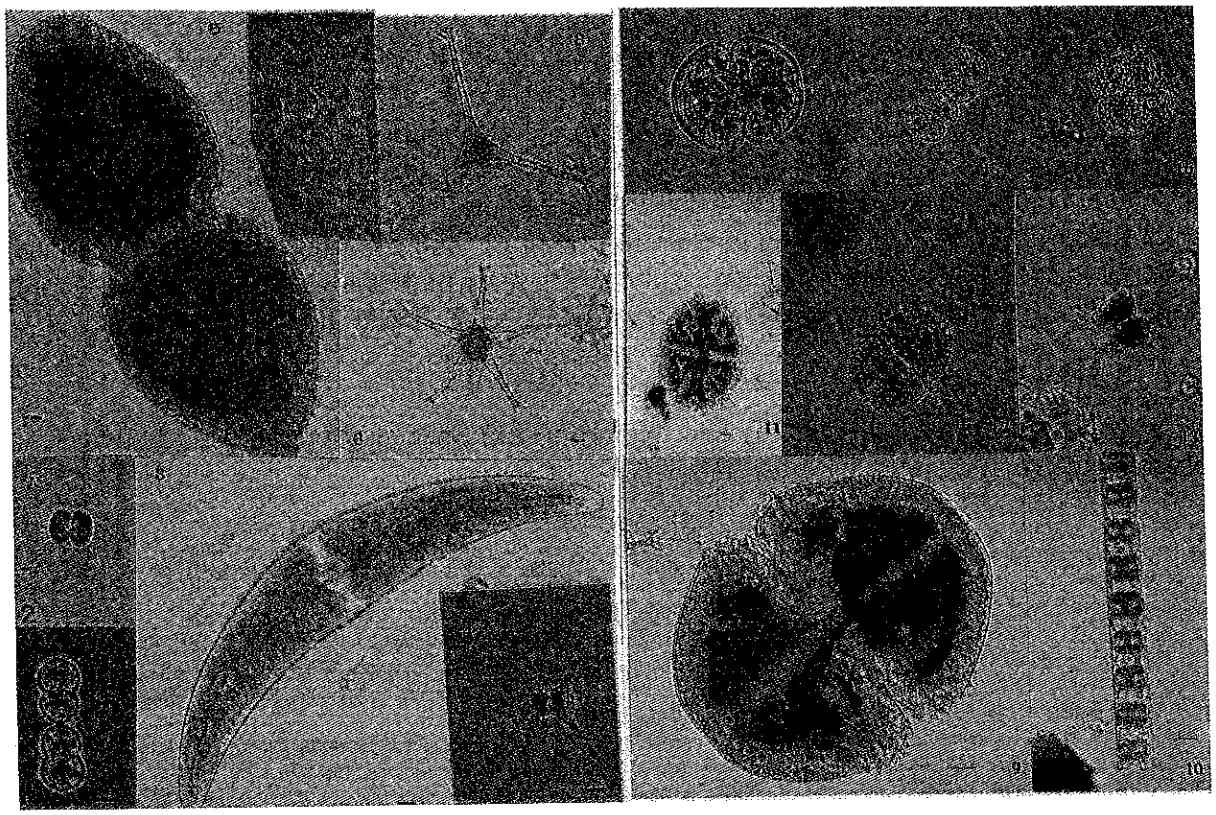
Type locality: The reservoir of Mae Kuang Udomtara Dam; rare in the collection.

13. *Staurastrum pentacerum* (Wolle) G.M. Smith

Fig. 6. Length 85 μ, width 55 μ, width of isthmus 15 μ

This plant has five arms from the top view. Cells deeply constricted with acute and narrow isthmus, semicells cup-shaped. The process was 3 long stout divergent terminal spines.

Type locality: Mae Yen, Ang Kaew, Huay Tung Toa and Chiang Saen reservoir are common the collection.



Figs. 1-16. 1-*Cosmarium moniliforme* (Turp.) Ralfs., 2-*Stauradesmus* sp., 3-*Closterium moniliferum* (Bory) Ehrenberg ExRalfs., 4-*Staurastrum octoverrucosum* var *simplicus*, 5-*Pleurotaenium ovatum* Nordst., 6-*St. pentacerum* (Wolle) G. M. Smith, 7-*St. gracile* var. *nyansae* G. S. West, 8-*St. manfeldtii* var. *fluminense* Schumacher, 9-*Cosmarium askenasyi* Schm., 10-*Desmidium baileyii* Bicudo, 11-*Micrasterias apiculata* (Ehr.) Menegh, 12-*Cosmarium subspeciosum* Nordst. 13-*Staurastrum protectum* Bréb, 14-*Cosmarium tuddalense* Ström, 15-*Cosmarium punctulatum* Bréb, 16-*Cosmarium pseudobroomei* (Wolle) (black bar = 10μm)

14. *Staurastrum protectum* Bréb

Fig. 13. Length 18-20 μ, width 16-18μ, width of isthmus 8 μ

Cells without processes as long as broad cup-shaped with a slightly convex apex.

Three processes per semicell close to the cell body or protracted with 2 divergent distant spines of variable length.

Type locality: The reservoir of Mae Kuang Udomtara Dam, Kwan Phayao reservoir; rare in the collection.

15. *Staurodesmus* sp.

Fig. 2. Length 15 μ, width 12-15 μ, width of isthmus 8 μ

Cells small. The semicells are symmetrical, the sinuses are closed, there are two spines at each of the semicells. This plant is like *Staurodesmus convergens* (Ehrbg.) var. Ralfsii Teiling but smaller.

Type locality: The reservoir of Mae Kuang Udomtara Dam; rare in the collection.

16. *Desmidium baileyii* Bicudo

Fig. 10. Length 15-20 μ , width 15-20 μ

Cell united to form twisting filaments. Cells small, breadth is greater than length. A form with larger gap between two cells, and larger in size from the type.

Type locality: Chiang Saen reservoir; rare in the collection.

CONCLUSIONS

Desmids could be found which in all of the reservoirs that were studied. In the oligotrophic reserviors the dominant species found in Chiang Saen lake was *Staurastrum manfeldtii* var. *fluminense* Schumacher, in the reservoir of Mae Ngud Somboonchol Dam was *Cosmarium moniliforme* (Turp.) Ralfs. and Mae Sa stream was *Closterium moniferum* (Bory) Ehrenberg Ex Ralfs. These species can be used to indicate oligotrophic condition. But in the mesotrophic reservoirs, *Staurastrum* spp., *Staurodesmus* spp. and *Cosmarium* spp. were found in a smaller amount. It may therefore be possible to used desmids to indicate water quality.

Further research will be done in other reservoirs in Northern Thailand for other desmids species that can be used to indicate water quality. And a study of desmids taxa may be added with respect to the correct identification of each and every taxon to be studied and reported in future.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541080.

REFERENCES

AKTER, N. 1991. Hydrobiological studies of some selected habitats of Bangladesh with special reference to desmids, part 2. Master of Science in Botany. University of Dhaka Bangladesh.

BROOK, A. J. 1981. The biology of desmids. University of California Press, California.

ELASTER, H. J. AND W. OHLE. 1982. Das phytoplankton des süßwassers systematik und biologie. Die Binnengewässer Einzeldarstellungen aus der Limnologie und inhren Nachbargebieten, Bd 16, berg. Von August Thieneman, Stuttgart.

HUBER-PESTALOZZI, G. 1982. Das phytoplankton des süßwassers: Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae). Schweizerbartische Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

ISLAM, A. K. M. N. 1970. Contribution to the knowledge of desmids of east Pakistan, part 1. Nova Hedwigia 20: 903-983.

ISLAM, A. K. M. N. AND Y. HAROON. 1980. Desmids of Bangladesh. Int. Revue Ges, Hydrobiol. 65(4): 551-604.

ISLAM, A. K. M. N., A. BEGUM AND N. AKTER. 1991. Some observations on the phytogeography of desmids. Department of Botany, University of Dhaka, Asiat. Soc. Bangladesh, Sci. 17(2): 171-178.

ISLAM, A. K. M. N. 1993. Fresh water algae of Bangladesh. I. Chlorophyceae, Xanthophyta and Chrysophyceae. The Decca Univ. Studies. 11: 69-84.

LORRINE, L. J. AND R. A. VOLLENWEIDER. 1981. Summary report, the OECD cooperative programe on eutrophication. National Water Research Institute, Burlington.

LIND, E. M. 1971. Some desmids from Uganda. Nova Hedwigia 22: 535-584.

NUSCH, E. A. E. 1980. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol. 14: 14-36.

PALMER, M. C. 1977. Algae and water pollution. Municiple Environment Research Lab, Cincinati, Ohio.

PRESSCOTT, G. W. 1981. How to know the freshwater algae. The Pictured Key Nature Series Wm. C. Brown Company Publisher, Dubuque, Iowa.

ROTT, E. AND R. LENZENWEGER. 1994. Some rare and interesting plankton algae from Sri Lankan reservoirs. Biologia Bratislava 49/4: 479-500.

THOMASSON, K. 1974. Some planktic *Staurastrum* from New Zealand. 3rd, Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 68: 33-50.

WETZEL, R. G. 1983. Limnology. Saunders Collage Publishing, Philadelphia.

WHITFORD, L. A. AND G. J. SCHUMACHER. 1969. A manual of the freshwater algae in north Calorina. The North Carolina Agricultural Experiment Station, North Carolina.

การเก็บรวบรวมและจำแนกสายพันธุ์สาหร่ายและไลเคนในเขตพื้นที่ภาคเหนือ

เยาวลักษณ์ อัมพรรัตน์[1], อรุณี จันทรสนิท[1] และ ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร[2]

[1]ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

MICROALGAE AND LICHENS IN THE NORTHERN PART OF THAILAND

Y. Ampornrat[1], A. Chantarasnit[1] and S. Trichaiyaporn[2]

[1]Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

Surveys and collections of microalgae and lichens were conducted both in the cultivated and undisturbed areas in 8 provinces in the North, these included; Tak, Sukhothai, Pisanuloke, Utaradit, Prae, Lumpang, Lumpoon and Chiang Mai. More than 110 genera of microalgae were identified from about 1,000 collected samples while 91 genera of were found in 418 lichen samples. The alga *Aphanochaete* sp. and some other specimens are rare species.

Key words: lichens, northern part of Thailand, algae, microalgae

บทนำ

สาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) และ ไลเคน (lichens) เป็นกลุ่มพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจน้อยมากในประเทศไทย การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพืชดังกล่าวมักจะสนใจในแง่ที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าด้านอนุกรมวิธาน ที่ผ่านมางานทางอนุกรมวิธานมักจะทำโดยนักวิจัยต่างชาติ ทำให้ขาดข้อมูลทรัพยากรของประเทศไป คณะผู้วิจัยจึงทำโครงการนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านความหลากหลายทางชีวภาพ และเป็นแนวทางให้เกิดการศึกษาวิจัยด้านอื่น ๆ ต่อไป

พื้นที่ศึกษา

สุ่มเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมกราคม 2539 ถึงเดือนตุลาคม 2541 ในพื้นที่หลายประเภท เช่น ใกล้ถนน, บริเวณเขื่อน, พื้นที่ทำการเกษตรและบริเวณใกล้เคียง และพื้นที่ป่าที่ยังไม่ถูกรบกวน เป็นต้น ในจังหวัดตาก, สุโขทัย, พิษณุโลก, อุตรดิตถ์, แพร่, ลำปาง, ลำพูน และเชียงใหม่ ซึ่งจะได้ตัวอย่างที่มีการแพร่กระจายใกล้ระดับน้ำทะเลไปจนถึงประมาณ 2,500 เมตร จากระดับน้ำทะเล

วิธีการ

เก็บรวบรวมตัวอย่างสาหร่ายและไลเคน จาก 40 อำเภอของทั้ง 8 จังหวัดที่ได้กล่าวมาในช่วงเดือนมิถุนายน 2539 ถึงเดือนตุลาคม 2541 ตัวอย่างที่ได้จะเก็บรักษาไว้โดย air-dry และดองในน้ำยา ในขณะเดียวกันก็ทำการจำแนกและตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างที่เก็บมาได้ และบันทึกภาพตัวอย่างบางตัวอย่างที่น่าสนใจ

ผลการวิจัย

สาหร่าย

สาหร่าย microalgae แพร่กระจายได้ทั้งในน้ำ ที่ชื้นแฉะ หรือบริเวณที่มีความชื้นน้อย แต่จะมีปริมาณและชนิดต่างกันไป ตัวอย่างประมาณร้อยละ 80 เก็บจากบริเวณแม่น้ำ, แคว, ลำธาร, ห้วย, หนอง, รวมทั้งคูน้ำข้างถนน นอกจากนั้นเป็นตัวอย่างที่ได้จากผิวดินชื้น ๆ ก้อนหิน เปลือกไม้ หรือแม้แต่บริเวณที่ซึ่งแห้งและร้อนมากในฤดูแล้ง เช่น ผิวดินหรือผิวคอนกรีต ซึ่งได้รับแสงแดดเต็มที่

ตัวอย่างสาหร่ายจากการสำรวจที่ได้ เมื่อได้จำแนกโดยใช้รูปวิธาน พบว่าอยู่ในสกุลต่าง ๆ ดังนี้ (Desikachary, 1959; Maneerat, 1979; Patrick and Reimer, 1966)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ได้แก่ Anabaena, Anabaenopsis, Anacystis, Aphanocapsa, Aurosira, Calothrix, Chamaesiphon, Chroococcus, Diplocolon, Gloeocapsa, Leptolyngbya, Lyngbya, Merismopedia,

Microchaete, Microcystis, Myxosarcina, Nodularia, Nostoc, Oscillatoria, Phormidium, Porphyrosiphom, Scytonema, Symploca, Spirulina, Stigonema, Stigosiphon, Synechococcus, Tolypothrix และ Xenococcus

สาหร่ายสีเขียว ได้แก่ Acanthosphaera, Ankistrodesmus, Aphanochaete, Botryococcus, Bulbochaete, Chlamydomonas, Characium, Chlorococcum, Chlorobotrys, Chlorella, Cladophora, Closterium, Coelastrum, Colocium, Cosmarium, Chaetophora, Chaetosphaeridium, Crucigenia, Cystodinium, Desmococcus, Dictyosphaerium, Eucapsis, Eudorina, Gloeocystis, Gloeothece, Gonatozygon, Gyrosigma, Haematococcus, Hapalosiphon, Hydrodictyon, Hydrococcus, Kentrosphaera, Leptosira, Micrasterias, Microspora, Mougeotia, Oedogonium, Oocystis, Pandorina, Palmellopsis, Pediastrum, Pithophora, Pleurotaenium, Porphyridium, Rhizoclonium, Scenedesmus, Sirogonium, Spirogyra, Staurastrum, Stigeoclonium, Trentepohlia, Ulothrix, Volvox และ Zygnema

สาหร่าย Stoneworts ได้แก่ Chara และ Nitella

ยูกลีนอยส์ ได้แก่ Euglena, Phacus และ Trachelomonas

ไดโนแฟลกเจลเลต ได้แก่ Gloenodinium, Gymnodinium และ Peridinium

ไดอะตอม ได้แก่ Anomoeoneis, Caloneis, Cocconeis, Coscinodiscus, Cyclotella, Cymbella, Diatoma, Epithema, Fragilaria, Gomphoneis, Gomphonema, Melosira, Navicula, Nitzschia, Pinnularia, Rhopalodia, Stauroneis, Stephanodiscus, Surirella, Synedra และ Tabellaria

สาหร่ายสีแดง ได้แก่ Compsopogon

ไลเคน

ไลเคนมีถึง 20,000 ชนิด สามารถพัฒนาปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นที่มีทั้งบริเวณที่ชุ่มชื้น หรือบริเวณที่ค่อนข้างแห้งแล้ง บางชนิดชอบอยู่แถบเขาสูง บางชนิดขึ้นได้ใกล้ชายฝั่งทะเล แต่ถ้าเป็นพื้นที่มีสภาพอากาศเสีย มีก๊าซที่เป็นพิษ ไลเคนจะลดลงทั้งชนิดและปริมาณ (James, 1982) ในการศึกษาและสำรวจครั้งนี้ บริเวณตัวอย่างที่เก็บได้แตกต่างกันตามลักษณะพื้นที่ ดังนี้

1. บริเวณที่เก็บตัวอย่างได้มาก เป็นเขตค่อนข้างชุ่มชื้นมีอากาศบริสุทธิ์ มีการรบกวนจากไอเสียของเครื่องยนต์น้อย ได้แก่ บริเวณอุทยานแห่งชาติต่าง ๆ และสวนพฤกษศาสตร์ อย่างไรก็ตามพื้นที่เหล่านี้เป็นเขตหวงห้าม โดยเฉพาะการเก็บตัวอย่างจากไม้ยืนต้นต้องระมัดระวัง เพราะจะทำให้เกิดแผลบริเวณลำต้น เป็นช่องทางให้โรคและแมลงเข้าทำลายต่อได้ ส่วนใหญ่จึงเก็บได้จากกิ่งไม้ที่หักตกอยู่ตามทางเป็นส่วนใหญ่ และเก็บจากต้นไม้ที่อยู่ใกล้เขตอุทยานแทน

2. บริเวณที่เก็บตัวอย่างได้ระดับปานกลาง ได้แก่ บริเวณรอบนอกเขตอุทยาน, ป่าชุมชน, สวนผลไม้ที่มีการใช้สารเคมีน้อย และสถานีทดลองทางการเกษตร

3. บริเวณที่เก็บตัวอย่างได้น้อย ได้แก่ 1) บริเวณเขื่อนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งแม้จะมีต้นไม้และสนามกอล์ฟ แต่มีการใช้สารเคมีและมียานยนต์สัญจรไปมาค่อนข้างมาก 2) ริมทางหลวง ต้นไม้ที่ขึ้นบริเวณทางหลวงในระยะห่าง 10–15 เมตร 3) เขตเมือง และ 4) บริเวณโรงไฟฟ้าลิกไนต์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง

จำนวนไลเคนแต่ละอย่างที่พบจะแตกต่างกันไปในแต่ละแห่ง บริเวณใกล้เขาและอากาศดีจะพบ foliose และ fruticose มาก เช่น ที่อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ในเขตเมืองและใกล้ถนนจะพบ crustose มากกว่า อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้วตัวอย่างที่เก็บได้เป็น crustose เป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งการเก็บตัวอย่างจะอยู่ที่ความสูงไม่เกิน 2.0 เมตรจากโคนต้น ซึ่งมักจะมี crustose ขึ้นมากกว่าอย่างอื่น ไลเคนหลายชนิดไม่ได้ขึ้นกับเปลือกไม้โดยตรง แต่อาจขึ้นบนมอสหรือปนกับไลเคนอื่น ๆ

การจัดอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิตและการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ใช้กับสิ่งมีชีวิตเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ในกรณีของไลเคนนับเป็นข้อยกเว้น เนื่องจากไลเคนประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด และไลเคนบางชนิดอาจจะมีสาหร่ายได้

มากกว่า 1 ชนิดอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อการอยู่ร่วมกันอย่างแน่นแฟ้นจนเกิดลักษณะเฉพาะประจำตัวที่ค่อนข้างคงที่ แม้จะแยกไปเจริญเป็นโคโลนีใหม่ จึงทำให้นักชีววิทยายอมรับให้มีการจัดกลุ่ม และตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ได้เหมือนสิ่งมีชีวิตทั่ว ๆ ไป โดยอาศัยลักษณะโครงสร้างของไลเคน โครงสร้างสืบพันธุ์ของรา ตลอดจนประเภทของสาหร่ายเป็นหลักในการจำแนก

ในอดีตมีรายงานการสำรวจไลเคนในบริเวณต่าง ๆ ของประเทศไทยหลายครั้ง (Vaino, 1909; Paulson, 1930; Hudson and Wolseley, 1994) สำหรับการสำรวจครั้งนี้พบไลเคนสกุลต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการจำแนกของ Smith (1975), Hale (1979), Swinscow and Krog (1988), Awasthi (1991) ดังนี้

Acarosporaceae	สกุลที่พบ คือ *Acarospora* และ *Polysporina*
Arthoniaceae	สกุลที่พบ คือ *Arthonia* และ *Arthothellum*
Arthopyreniaceae	สกุลที่พบ คือ *Arthopyrenia*
Astrotheloliaceae	สกุลที่พบ คือ *Heufleria*
Biatoraceae	สกุลที่พบ คือ *Bacidia, Lecania, Physidia* และ *Phyllopsora*
Briggantiaeaceae	สกุลที่พบ คือ *Brigantiacea*
Caliciaceae	สกุลที่พบ คือ *Stenocybe, Pyridium, Sphinctrina* และ *Navarnika*
Candelariaceae	สกุลที่พบ คือ *Candelarilla*
Chiodectonaceae	สกุลที่พบ คือ *Chiodecton*
Chrysotrichaceae	สกุลที่พบ คือ *Chrysothrix*
Cladoniaceae	สกุลที่พบ คือ *Cladonia* และ *Baeomyces* ระยะที่ยังไม่ได้สร้าง podetia
Coccocarpiaceae	สกุลที่พบ คือ *Coccocarpia*
Collemaceae	สกุลที่พบ คือ *Leptogium*
Cypheliaceae	สกุลที่พบ คือ *Cyphelium*
Ectolechiaceae	สกุลที่พบ คือ *Lopadiopsis*
Fuscideaceae	สกุลที่พบ คือ *Orphniospora*
Graphidaceae	สกุลต่าง ๆ ที่พบ คือ *Dictographa, Graphis, Gymnographa, Graphina, Lithographa, Ptcogralpha, Sphaerographa, Spirographa* และ *Xylographa*
Gyalectaceae	สกุลที่พบ คือ *Dimerella*
Haematommaceae	สกุลที่พบ คือ *Haematomma*
Lecanoraceae	สกุลที่พบ คือ *Lecanora, Icmadophila, Pyrrhogpora* และ *Lecidella*
Lecideaceae	สกุลที่พบ คือ *Lecidea*
Lobariaceae	สกุลที่พบ คือ *Lobaria*
Mycoporaceae	สกุลที่พบ คือ *Mycoporum* และ *Mycoporellum*
Opergraphaceae	สกุลที่พบ คือ *Opergrapha* และ *Lecanactis*
Pannariaceae	สกุลที่พบ คือ *Eriderma, Pannaria* และ *Psoroma*
Parmeliaceae	สกุลที่พบมีหลายสกุล คือ *Bulbothri, Cetraria, Cetrariopsis, Everniastrum, Evernia, Hypotrachyna, Hypogymnia, Parmelia, Parmelinopsis, Parmotrema, Parmelinella, Plastismatia, Pseudoparmelia* และ *Usnia*
Peltigeraceae	สกุลที่พบ คือ *Peltigera*
Pertusariaceae	สกุลที่พบ คือ *Pertusaria* และ *Ochrolechia*
Psoraceae	สกุลที่พบ คือ *Psora*
Physciaceae	สกุลที่พบ คือ *Buellia, Dirinaria, Heterodermia, Hyperphyscia, Parmotrema, Phaeophyscia, Physcia, Physconia, Pyxine, Rinodino* และ *Rinodinella*
Pyrenulaceae	สกุลที่พบ คือ *Arthopyrena, Anthracothecium, Blastodesonia, Clathroporina, Porina* และ *Pyrenula*
Ramalinaceae	สกุลที่พบ คือ *Ramalina*
Strigulaceae	สกุลที่พบ คือ *Strigula*
Thelotremaceae	สกุลที่พบ คือ *Phaeotrema, Thelotrema* และ *Tremotylium*
Trichotheliaceae	สกุลที่พบ คือ *Porina* และ *Trichothelium*
Trypethelicaceae	สกุลที่พบ คือ *Laurera* และ *Melanotheca*
Verucariaceae	สกุลที่พบ คือ *Dermatocarpon* ซึ่งเป็น foliose นอกจากนี้ยังมี *Verucaria* ซึ่งเป็น crustose

นอกจากนี้พบไลเคนในสกุล Lepraria ในการสำรวจเสมอ แต่เป็นไลเคนที่ไม่มีโครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

บทสรุปและวิจารณ์

การเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแหล่งน้ำสะอาดในบริเวณที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ มักจะพบสาหร่ายกลุ่ม desmids และ diatoms หลาย ๆ ชนิดปะปนกัน สาหร่ายที่พบบ่อยในน้ำสะอาด ได้แก่ สาหร่ายในสกุล *Spirogyra* ที่พบบ่อยทั้งในน้ำสะอาด และน้ำที่ไม่ค่อยสะอาด ได้แก่ สกุล *Oscillatoria* ที่พบได้ทั้งในน้ำและในที่ซึ่งแห้งมากในฤดูแล้ง ได้แก่ สกุล *Scytonema* และ *Oscillatoria*

การศึกษาในครั้งนี้พบตัวอย่างสาหร่ายที่ยังไม่เคยมีรายงานในประเทศไทยมาก่อนหลายสกุล เช่น *Compsopogon, Diplocolon, Hydrococcus, Leptosira* และ *Sirogonium* เป็นต้น (Lewmanomont *et al.*, 1995) จะเห็นได้ว่างานอนุกรมวิธานของสาหร่ายยังต้องการการศึกษาทั้งทางกว้างและลึกอีกมาก

ผลจากการสำรวจไลเคนพบประมาณ 37 วงศ์ ตัวอย่างที่เป็น crustose มีเป็นจำนวนมาก และอยู่ในวงศ์ต่าง ๆ ถึง 28 วงศ์ จำนวน 56 สกุล มีพวก foliose เพียง 28 สกุล ส่วน fruticose พบเฉพาะในบางพื้นที่ เช่น ในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล และปลอดจากอากาศเสีย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 639006 ที่เห็นความสำคัญของทรัพยากรพืช 2 กลุ่มนี้ และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อบฉันท์ ไทยทอง รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ เศวตนันท์ และหัวหน้าอุทยานแห่งชาติ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของอุทยานทุกท่านที่ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

AGUIRRE-HUDSON, B. AND P. A. WOLSELEY. 1994. Bibliography of Southeast Asain Lichenology 1810-1992. J. Hattori Bot. Lab. 76: 313-350.

AWASTHI, D. D. 1991. A Key to the Microlichens of India, Nepal and Sri Lanka. Bibliotheca Lichennologica 40: 1-333.

DESIKACHARY, T. V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi.

HALE, M. E. 1979. How to Know the Lichens. Wm. C. Brown. Company Publishers, Iowa.

JAMES, P. 1982. Lichens and Air Pollution. British Museum (Natural History) Tempobrook Ltd., England.

LEWMANOMONT, K., L. WONGRAT AND C. SUPANWANID. 1995. Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning.

MANEERAT, Y. 1979. Survey on Blue-Green Algae in Rice Fields. Research Report No. 4. Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok. pp. 260-281. (in Thai).

PATRICK, R. AND C. W. REIMER. 1966. The Diatoms of the United States. 1. The Academy of Natural Science of Philadelphia.

PAULSON, R. 1930. Lichens from Kaw Tao, an Island in the Gulf of Siam. Journal of the Siam Society, Natural History Supplement. 8: 99-101.

SMITH, A. L. 1975. Lichens. The Rimond Publishing Co. Ltd., Richmond, Surrey.

SWINSCOW, T. D. V. AND H. KROG. 1988. Macrolichens of East Africa. British Museum (Natural History) London.

VAINO, E. A. 1909. Lichens Flora of Koh Chang: Contributions to the Knowledge of the Vegetation in the Gulf of Siam. Part IX. Bot. Tidsskr. 29: 104-152.

SYSTEMATIC STUDY OF THE LICHEN FAMILY PARMELIACEAE IN THAILAND

Thitiporn Pooprang, Kansri Boonpragob and Piboon Mongkolsuk
Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamheang University, Bangkapi, Bangkok 10240

บทคัดย่อ

การศึกษาอนุกรมวิธานของไลเคนวงศ์พาร์มีเลียซิอีในประเทศไทย

ฐิติพร ภู่ปราง, กัณฑรีย์ บุญประกอบ และ พิบูลย์ มงคลสุข
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

จากการรวบรวมตัวอย่างไลเคนบนพรรณพืช หินและดิน จากพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย ได้ตัวอย่างไลเคนวงศ์พาร์มีเลียซิอี (family Parmeliaceae) ประมาณ 2,000 ตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์ตามหลักอนุกรมวิธานโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยา กายวิภาควิทยา และการตรวจสอบสารธรรมชาติของไลเคน พบสารธรรมชาติ 64 ชนิด จากการเทียบเคียงกับตัวอย่างซึ่งเชื่อถือได้และการยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญ ณ Australian National University ประเทศออสเตรเลีย สามารถจำแนกไลเคนวงศ์นี้ได้ 14 สกุล 75 ชนิด ประกอบด้วย *Bulbothrix, Canomaculina, Canoparmelia, Evernіastrum, Hypotrachyna, Myelochroa, Parmelinella, Parmelinopsis, Parmeliopsis, Parmotrema, Relicina, Relicinopsis, Rimelia* และ *Xanthoparmelia* นอกจากนี้ยังค้นพบชนิดใหม่ (new species) 5 ชนิด คือ *Evernіastrum scabridumm, Hypotrachyna chlorobarbatica, H. ramkhamheangiana, Parmotrema rubromarginatum* และ *P. thailandicum* และพบครั้งแรก (new records) ในประเทศไทย 29 ชนิด ความหลากหลายสกุลและชนิดของไลเคนวงศ์นี้มีมากในป่าเต็งรังและป่าดิบเขาทางภาคเหนือ สกุลที่พบมากที่สุด คือ *Parmotrema*

คำหลัก: ไลเคน, อนุกรมวิธาน, การแพร่กระจาย, Parmeliaceae

INTRODUCTION

The lichen family Parmeliaceae belongs to order Lecanorales of the sub-division Ascomycotina. This family is characterized by development of foliose growth forms. Thallus made up from the algae and fungi line in stratified layers. Rhizines usually present on the lower surface. Upper cortex is gray to green or yellow-green to yellow. The exciple, which support apothecia, is lecanorine type that contains algae. Bitunicate ascus fills with eight, unicellular and hyaline ascospores. Phycobionts are green algae (Elix, 1994).

Lichens produce unique secondary metabolic products, which cannot be found in other organisms. Over seventy lichen substances are known from the Parmeliaceae and have been used for taxonomic identification (Elix, 1994).

Lichens have been exploited in herbal medicines. Lichen extracts are resources of essential fixative for fragrances in perfumes industry. *Parmotrema* sp. is harvested for food and flavor. *Parmotrema tinctorum* and *Parmelia omphalodes* are utilized for red, brown or purple for dyeing wool and silk (Richardson, 1988; Elix, 1996).

Parmelia is the first and the largest genus of the Parmeliaceae. It was first described by Acharius in 1803. At present, this genus is separated into many genera e.g. *Bulbothrix, Parmelina, Relicina* and *Xanthoparmelia* (Hale, 1965; 1974). *Canoparmelia, Paraparmelia* and *Relicinopsis* were segregated from *Pseudoparmelia* (Elix *et al.*, 1986). In addition, *Canomaculina, Myelochroa, Parmelinella, Parmelinopsis and Parmotremopsis* were separated from *Parmelina* (Elix and Hale, 1987). Until recently generic concepts of the Parmeliaceae have been based on Elix (Elix, 1993). It comprises of 64 genera.

The Parmeliaceae are widely distributed on rock, soil, bark and other materials. They are found in various ecosystems from tundra, temperate, desert and tropic. *Parmotrema* and *Hypotrachyna* are widely distributed in the tropical regions. The tropical lichens are poorly

known, especially in Thailand. During 1899-1994, lichens from Thailand had been collected and deposited in herbariums outside the country (Boonpragob *et al.*, 1998). Most of these specimens were collected from northern Thailand.

This study focuses on taxonomy and distribution of the family Parmeliaceae. The outcomes of this study would enhance knowledge for sustainable utilization and conservation of biodiversity resources in Thailand.

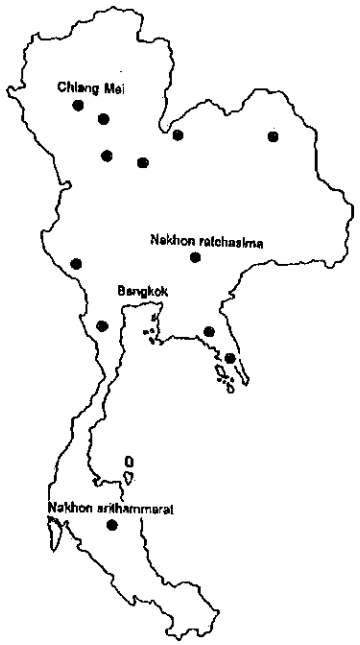


Fig. 1. Map of Thailand showing study areas

STUDY AREA

Lichen collections have been performed since 1993 to present from various parts of Thailand. Seven forest types and two types of plantations were sampling. These are the Hill Evergreen Forest (HEF), the Pine Forest (PF), the Mixed Deciduous Forest (MDF), the Dry Dipterocarp Forest (DDF), the Dry Evergreen Forest (DEF), the Tropical Rain Forest (TRF), and the Mangrove Forest (MF) (Nanakorn, 1993). Rubber plantation and Plum plantation were also included. Localities and elevation of the collecting sites are shown in Table 1 and Fig. 1.

METHODOLOGY

Materials

The following account is based mainly on collections made by Lichen Research Unit, Ramkhamhaeng University since 1993 to 1997. Additional collections in this study have been performed during 1998 up to present. There are approximately 2,000 specimens of the lichen family Parmeliaceae. Substrates of collections are bark, rock, soil and others, from various parts of Thailand (Table 1 and Fig. 1).

Table 1. Collection sites of the Lichen family Parmeliaceae in Thailand

Collection sites	Forest types	Elevation (m.)
Khao-Khitchakut National Park; Chantaburi	TRF, MF	0-300
Doi Inthanon National Park, Doi Suthep-Pui National Park and Queen Sirikit Botanic Garden; Chiang Mai	HEF, DDF, MDF, PF and plum plantation	600-2,500
Erawan National Park; Kanchanaburi	DEF, DDF	200-400
Naheaw National Park; Loei	HEF, DDF	500-1,250
Doi Khuntan National Park; Lumpang	DDF, HEF, PF	600-1,200
Khao Yai National Park; Nakhon Ratchasima	HEF, DDF, DEF	600-1,400
Khao Luang National Park; Nakhon sri thammarat	TRF, rubber plantation	10-400
Keang Krachan National Park; Phetchaburi	HEF, DEF, DDF	250-900
Phuhin-rongkla National Park; Phitsanulok	HEF, DEF, MDF, PF and rock outcrop	900-1,400
Phupan National Park; Sakon Nakhon	DEF, DDF, MDF	300-400
Ramkhamheang National Park; Sukhothai	DEF, HEF	400-1,200
Mangrove Forest management Unit; Trat	MF	0

Methods

The specimens were identified by investigation of morphology, anatomy and chemistry of the lichens. The following keys are used for identification: Awasthi (1988), Elix (1993, 1994) and Swinscow and Krog (1988). Spot test is performed in order to detect the presence of lichen substances. It is usually carried on routinely with the following reagents: commercial bleach solution (C), 10% aqueous solution of potassium hydroxide (K), *p*-phenylenediamine in 95% ethanol (Pd) (Elix, 1994). Thin layer chromatography (TLC) are utilized for determination of certain specific lichen substances according to standard method of White and James (1985), Elix and Ernst-Russell (1993).

Taxonomic Characters

The morphological and anatomical characters that are used for determining genera are presented in Table 2 (Elix, 1993; 1994).

Table 2. Morphological and anatomical characters of the lichen family Parmeliaceae

Structures	Characters
Epicortex	Pored or nonpored epicortex
Pseudocyphellae	With or without
Cell wall polysaccharides	Lichenan or isolichenan
Upper and lower cortex	Paraplectenchyma, prosoplectenchyma or palisade plectenchyma
Maculae	Reticulate, effigurate, spotted or absent
Color of upper cortex	Yellow-green, gray-green, or gray-yellow
Color of lower cortex	White to ivory, pale brown, brown or black
Rhizines	Simple, dichotomous, dimorphous, squarrous or other
Cilia	Simple, bulbate, tapered, branched or absent
Lobes	Linear, sublinear, elongate or dichotomous
Vegetative propagules	Isidia, soredia, lobules, and others
Apothecial	Sessile, substipitate, stipitate, perforate, imperforate or absent
Ascus and Ascospore	Bitunicate ascus and simple ascospores
Pycnidial and conidia	Position of Pycnidial and conidia shape

RESULTS

Fourteen genera and seventy-five species of the family Parmeliaceae have been identified based on sixty-four lichen substances found in this study as well as morphology and anatomy of the lichen thallus. The major groups of the substances belong to β-orcinal *para*-depsides, usnic acids, anthraquinones, xanthones and pulvinic acid derivatives (Culberson, 1969; Culberson and Culberson, 1970; Elix, 1993; Elix and Ernst-Russell, 1993). These products usually present in cortex and medulla and are used for systematic according to the following categories:

1. Substances in the cortex are used to categorize the lichen family Parmeliaceae into genera. Four substances are found in the cortex which are atranorin, chloroatranorin, usnic acid and lichexanthone. Fourteen genera have been recognized from this study.

2. Substances in medulla are used to distinguish these lichens into species levels. There are sixty substances presented. The important ones are alectoronic acid, barbatic acid, fatty acid, gyrophoric acid, norstictic acid, protocetraric acid and salazinic acid. Seventy-five species are identified.

Systematic of the family Parmeliaceae are separated into four distinct groups based on morphology of the thallus as shows in Table 2 and chemistry of the cortex and medulla as mentioned previously:

1. Cortical substances compose of atranorin and chloroatranorin; This is the largest group consists of forty-nine species in eight genera, which are *Bulbothrix, Canomaculina, Everniastrum, Myelochroa, Parmelinella, Parmelinopsis, Parmotrema* and *Rimelia.*

Bulbothrix Hale composes of eight species. The most common species is *B. isidiza.* Six genera contain salazinic acid in the medulla. Only one species, *B. goebelii* contains gyrophoric acid, whilst *B. queenslandica* possesses only atranorin and chloroatranorin. This genus is widely distributed in several habitats and ecosystem.

Canomaculina Elix & Hale contains only one species, *C. subtinctoria*, which salazinic acid, consalazinic acid and norlobaridone are presented. This species occurs on bark in the Dry Dipterocarp Forest in the north of Thailand.

Everniastrum Hale ex Sipman comprises three species. A new species, *E. scabridum* is described from Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai. It contains protocetraric acid, protolichesterinic acid and lichesterinic acid (Pooprang *et al.*, 1999). Other two species are common. These are *E. cirrhatum* and *E. nepalense.* Both species contain salazinic acid in the medulla, the difference lies on position of rhizines. This genus is only presented in the Hill Evergreen Forest at altitude above 1,000 meters in the north of Thailand, especially at Doi Inthanon National Park. Two species are commonly found on soil and bark.

Myelochroa (Asah.) Elix & Hale consists of two species, which are *M. siamea* and *M. xantholepis*. Upper cortex show grayish yellow from the pigment of secalonic acid A which is deposited in the medulla. Other medullary substances in this genus are eumitrin, pulvinic acid derivatives, galbinic acid and zeorin. They occur on bark and rock at the Hill evergreen forest.

Parmelinella Elix & Hale consists of two species, which are *P. chozoubae* and *P. wallichiana.* The two species are similar on the presence of salazinic acid and consalazinic acid in the medulla. The difference depends on the presence of isidia on the upper cortex of *P. wallichiana.* This species is widely distributed in every forest types.

Parmelinopsis Elix & Hale composes of four species. The two common species are *P. microlobulata* and *P. expallida.* They contain protolichesterinic acid and lichesterinic acid (fatty acid) in the medulla. *P. horrescens* and *P. minarum* possess similar medullary substances such as gyrophoric acid and hiascic acid derivatives. The morphology of both species are similar, the difference lies on the presence or absence of cilia over isidia on the upper surface. This genus is common in the Hill evergreen forest.

Parmotrema Mass. comprises twenty-eight species. They contain two cortical substances and twenty-two medullary substances. This genus is common inhabitor of the canopy. They are found on all kinds of substrates, on wide ranges of elevation and forest types. The most common species is *P. tinctorum*, which possesses lecanoric acid. The rare species is *P. sulphuratum*, which contains vulpinic acid and yellow pigment in the medulla. Two new species are described, *P. thailandicum* and *P. rubromarginatum* from Phuhin-rongkla National Park, Phitsanulok and Khao Yai National Park, Nakhon Ratchasima respectively (Pooprang *et al.*, 1999). The major lichen substances are protocetreric acid, which is presented in 11 species, and alectoronic acid occurs in 8 species. Barbatic acid is the rare medullary substance, which found in only one species, *P. explanatum.*

Rimelia Hale & A. Fletcher consists of only one species, *R. reticulata.* This species has soredia and cilia, as well as containing salazinic acid. It is ubiquitous the distribute spans from the Hill Evergreen Forest to the Mangrove Forest.

2. Cortical substance composes of usnic acid; these are nine species in four genera in this group, which are *Parmeliopsis, Relicina, Relicinopsis* and *Xanthoparmelia.*

Parmeliopsis Nyl. contains only one species, *P. ambigua,* which possesses divaricatic acid and subdivaricatic acid. This species is a rare species. Only one sample was collected from Doi Khuntan National Park, Lumpang.

Relicina (Hale & Kurok.) Hale consists of three species. *R. abstrusa* and *R. subabstrusa* are closely related on their chemistry which contain norstictic acid, connorstictic acid and hyposalazinic acid. The difference between them is the presence of isidia on *R. abstrusa. R. sublimbata* possesses protocetraric acid, fumarprotocetraric acid and succinprotocetraric acid. This genus occurs in the Hill Evergreen Forest and on rock outcrop.

Relicinopsis Elix & Verdon composes of three species. The two common species are *R. rahengensis* and *R. malaccensis*. Both of them have isidia, but *R. rahengensis* contains barbatic acid, 4-o-demethylbarbatic acid and echinocorpic, whereas *R. malaccensis* has protocetraric acid. *R. intertexta* is different from two species on the absence of isidia and the presence of protocetraric acid and protolichesterinic acid. This genus is common found in the Dry Dipterocarp Forest and on rock outcrop.

Xanthoparmelia (Vainio) Hale comprises two saxicolous species of *X. congensis* and *X. mougeotina.* Both species contain norstictic acid, stictic acid, cryptostictic acid and menegazziaic acid. The difference is based on characters of the isidia. Both species occur on rock in the Dry Dipterocarp Forest.

3. Cortical substances compose of atranorin and usnic acid; only one genus, *Canoparmelia,* is recognized. It consists of two species. *C. ecaperata* is the most common species and restricts to the Dry Dipterocarp Forest in northern Thailand. It contains atranorin and usnic acid in the upper cortex. *C. owariensis* contain only atranorin in the cortex and only occurs on rock. The medulla of both species contain divaricatic acid group.

4. Cortical substances compose of atranorin and lichexanthone; only one genus, *Hypotrachyna* is found. Fifteen species are identified based on twenty-eight lichen substances found in the medullar of this genus. *H. osseoalba* is the only species that contain lichexanthone in the upper cortex. It is the most widely distributed species. Other species contain atranorin in the cortex. Barbatic acid and 4-o-demethylbarbatic acid are common medullary lichen substances which are presented in six species. Most importantly, two new species, *H. ramkhamhaengiana* and *H. chlorobarbatica* are described. They were collected from Phupan National Park, Sakon Nakhon and Khao Yai National Park, Nakhon Ratchasima respectively (Pooprang *et al.*, 1999). This genus is distributed in the Hill Evergreen Forest at altitude above 900 meters. The new species, *H. ramkhamhaengiana,* only occurs in the Dry Evergreen Forest at the altitude about 300 meters.

The five most widely distributed species are *Bulbothrix isidiza, Canoparmelia ecaperata, Parmotrema tinctorum, Parmelinella wallichiana* and *Relicinopsis rahengensis*. All of them flourish best in the Dry Dipterocarp Forest and the Hill Evergreen Forest as well as on rock outcrop at the north and the northeast of Thailand. These habitats have relatively high light intensities in certain season of the year, and all of these species possess atranorin, chloroatranorin and other substances (Table 3). However, the lichen products of these groups are not much different from the others. But, all of them possess isidia, the minute vegetative propagule.

Table 3. The five most widely distributed species of the family Parmeliaceae and their lichen substances (+ = present; - = absent)

Lichen substances	Species				
	Bulbothrix isidiza	*Canoparmelia ecaperata*	*Parmotrema inctorum*	*Parmelianella wallichiana*	*Relicinopsis rahengensis*
4-0-demethylbarbatic acid	-	-	-	-	+
Atranorin	+	+	+	+	-
Barbatic acid	-	-	-	-	+
Chloroatranorin	+	+	+	+	-
Divericatic acid derivatives	-	+	-	-	-
Echinocarpic	-	-	-	-	+
Lecanoric acid	-	-	+	-	-
Salazinic acid	+	-	-	+	-
Usnic acid	-	+	-	-	+

DISCUSSION

The Parmeliaceae in Thailand is a diverse group of lichens. At present fourteen genera and seventy-five species have been recorded from this study. They are widely distributed in all kinds of substrates. There are sixty-four lichen substances extracted from these species.

Lichen substances are secondary metabolic products produced by the mycobiont. They play significant roles in protecting the lichen from environmental damages, either biotic or abiotic. Lichen substances may function as antibiotic, alleopathic substances, anti-herbivore compounds as well as light screening pigments. Atranorin could function as an accessory photosynthetic pigment by absorbing shorter wavelengths (Rao and LeBlanc, 1965). This substance is found in almost sixty-four species of the Parmeliaceae in this study.

The five most widely distributed species of this family commonly contain atranorin and chloroatranorin. Although, these two substances are also found in the other species of this family. These species possess two or three other substances. These substances have unknown function in environmental point of view. However, these species possess isidia, which is minute vegetative propagule and can be easily carried away by wind, rainwash and insect. Thus, these five species are able to distribute abundantly.

In addition, the species *Relicinopsis rahengensis* that flourish in the Dry Dipterocarp Forest and on rock outcrop which expose to bright light contain usnic acid. Usnic acid provides protective function against high light intensities reaching the algal layer in the upper cortex (Rao and LeBlanc, 1965). It is reasonable to believe that the other seventy substances found in the Parmeliaceae are associated with different environmental stress from various habitats where these lichen occupy. Although the function of these lichen substances are not well understood. Nevertheless, these products have promising prospect in biotechnology.

CONCLUSIONS

Five new species of the lichen family Parmeliaceae are described from this study. There are *Everniastrum scabridum, Hypotrachyna chlorobarbatica, H. ramkhamheangiana, Parmotrema rubromarginatum* and *P. thailandicum*. In addition, twenty-nine species are recorded for the first times in Thailand. A total of seventy-five species in fourteen genera are recognized. The richest in biodiversity is found in the Dry Dipterocarp Forest, the Hill Evergreen Forest and on rock outcrop. The most widely distributed species is *Parmotrema tinctorum*. All five mostly distributed species contain isidia, which is minute vegetative propagule.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541004. We are sincerely appreciated Professor J. A. Elix of Australian National University for technical support and confirmation of specimens, and P. M. McMarthy of Australian Botanic Garden, Canberra and Environment Australia for the initiation of financial support for training and for facilitating the collaboration between Thai and Australian lichenologists.

REFERENCES

AWASTHI, D. D. 1988. A Key to the Macrolichens of India and Nepal. J. Hattori Bot. Lab. 65: 207–302.

BOONPRAGOB, K., N. HOMCHANTARA, B. J. COPPINS, P. M. MCMARTHY AND P. A. WOLSELEY. 1998. An Introduction to the Lichen Flora of Khao Yai National Park, Thailand. Bot. J. Scotl. 50(2): 209–219.

CULBERSON, C. F. 1969. Chemical and Botanical Guide to Lichen Products. University of North Carolina Press, Chapel Hill.

CULBERSON, W. L. AND C. F. CULBERSON. 1970. A Phylogenetic View of Chemical Evolution in the Lichens. The Bryologist 73 (1): 1–31.

ELIX, J. A. 1993. Progress in the Generic Delimitation of *Parmelia* sensu lato Lichens (Ascomycotina: Parmeliaceae) and a Synoptic Key to the Parmeliaceae. The Bryologist 96 (3): 359–383.

ELIX, J. A. 1994. Parmeliaceae, Key to Genera in Flora of Australia 55 Lichens-Lecanorales 2. In GRGURINOVIC, C. (ed.), Australian Biological Resources Study, Canberra.

ELIX, J. A. 1996. Biochemistry and Secondary Metabolites. In NASH, T. H. (ed.), Lichen Biology. Cambridge.University Press, Cambridge.

ELIX, J. A. AND K. D. ERNST-RUSSELL. 1993. A Catalogue of Standardized Thin Layer Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances. 2nd ed. Department of Chemistry, The Faculties, Australian National University, Canberra, Australia.

ELIX, J. A. AND M. E. HALE. 1987. *Canomaculina, Myelochroa, Parmelinella, Parmelinopsis* and *Parmotremopsis*, Five New Genera in the Parmeliaceae (Lichenized Ascomycotina). Mycotaxon 29: 233–244.

ELIX, J. A., J. JOHNSTON AND D.VERDON. 1986. *Canoparmelia, Paraparmelia* and *Relicinopsis*, Three New Genera in the Parmeliaceae (Lichenzied Ascomycotina). Mycotaxon 17: 271–282.

HALE, M. E. 1965. A Monograph of *Parmelia* Subgenus *Amphigymnia*. Contrib. U.S. Natl. Herb. 36: 193–358.

HALE, M. E. 1974. *Bulbothrix, Parmelina, Relicina* and *Xanthoparmelia*, Four New Genera in the Parmeliaceae (Lichens). Phytologia 28 (5): 479–490.

NANAKORN, W. 1993. A Preliminary Study on the Forest Vegetation of Thailand. The Botanical Garden Organization. Prime Minister's Office.

POOPRANG, T., K. BOONPRAGOB AND J. A. ELIX. 1999. New Species and New Records in the Lichen Family Parmeliaceae (Ascomycotina) from Thailand. Mycotaxon. (in press).

RAO, D. N. AND F. LEBLANC. 1965. A Possible Role of Atranorin in the Lichen Thallus. The Bryologist 68: 248–289.

RICHARDSON, D. 1988. Medicinal and Other Economic Aspects of Lichens. In GALUN, M. (ed.), CRC Handbook of Lichenology III. CRC Press.

SWINSCOW, T. D. V. AND H. KROG. 1988. Macrolichens of East Africa British Museum London.

WHITE, F. J. AND P. W. JAMES. 1985. A New Guide to Microchemical Techniques for the Identification of Lichen Substance. British Lichen Society Bulletin No. 57 (suppl).

STUDY ON TAXONOMY AND ECOLOGY OF THE LICHEN FAMILY TRYPETHELIACEAE IN THAILAND

Kajonsak Vongshewarat, Piboon Mongkolsuk and Kansri Boonpragob
Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkapi, Bangkok 10240

บทคัดย่อ

การศึกษาอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของไลเคนวงศ์ทริพพิทิเลียซิอิในประเทศไทย

ขจรศักดิ์ วงศ์ชีวรัตน์, พิบูลย์ มงคลสุข และ กัณฑรีย์ บุญประกอบ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง บางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

ศึกษาอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของไลเคนวงศ์ทริพพิทิเลียซิอิ โดยเก็บตัวอย่างไลเคนในระหว่างปี 2537 ถึงปี 2542 จากพื้นที่ต่าง ๆ ในประเทศ จำนวน 23 แห่ง บนพรรณไม้ 30 ชนิดที่ขึ้นอยู่ที่ระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 0-2,250 เมตร รวบรวมตัวอย่างไลเคนได้ประมาณ 400 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์และจัดจำแนกตัวอย่างตามหลักอนุกรมวิธาน พร้อมทั้งนำตัวอย่างไปตรวจสอบกับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ณ Australian National Botanic Garden ประเทศ Australia สามารถจำแนกไลเคนวงศ์ทริพพิทิเลียซิอิได้ 6 สกุล 13 ชนิด ดังนี้ *Astrothelium* sp., *Campylothelium* sp., *Laurera benguelensis, L. keralensis, L. madreporiformis, L. megasperma, L. meristospora, L. phoaemolodes, Polymeridium cataseptatum, P. quinqueseptum, Pseudopyrenula* sp., *Trypethelium eluteriae, T. nigroporum* และ *T. tropicum* และพบชนิดใหม่ (new species) คือ *Laurera meristosporoides* P.M. McCarthy & Vongshewarat sp. nov. จากอุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า จังหวัดพิษณุโลก นอกจากนี้คาดว่าจะพบจำนวนชนิดเพิ่มเติมในสกุล *Astrothelium, Campylothelium, Polymeridium* และ *Pseudopyrenula* ไลเคนวงศ์ทริพพิทิเลียซิอิชนิดที่มีการแพร่กระจายสูงในประเทศไทย ได้แก่ *L. benguelensis* และ *T. eluteriae* ซึ่งพบได้ในเกือบทุกระบบนิเวศ บริเวณกรุงเทพมหานครพบไลเคนชนิดเดียว คือ *T. eluteriae* ส่วนป่าชายเลนพบ *T. tropicum* เพียงชนิดเดียวเช่นกัน บริเวณที่มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด ได้แก่ อุทยานแห่งชาติน้ำแห้ว และอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

คำหลัก: อนุกรมวิธาน, นิเวศวิทยา, Trypetheliaceae

INTRODUCTION

The Trypetheliaceae is a large family of tropical crustose lichens. It composes of almost 200 species worldwide. The family consists of 10 genera which are *Architrypethelium, Asthothelium, Bathelium, Campylothelium, Crytothelium, Exilliseptum, Laurera, Polymeridium, Pseudopyrenula* and *Trypethelium* (Harris, 1995). They are characterized by corticolous thallus varying from well developed with a distinct cortex and medulla to poorly developed and distinguishable only by discoloration of the bark. The taxa containing *Trentrepohlia* as photobiont. Ascomata are solitary or aggregated, often with additional pseudostromatic tissue which may be multilayer and may contain crystals and various lichen products. The centrum is filled with gelatin. Paraphyses are branched and anastomoses. Ascus is usually cylindrical. Ascospores are transeversely septate to muriform, colourless and surrouned by a gelatinous sheath. Ascus contains mostly 8 ascospores. Lichen substances are lichexanthone and various products including anthraquinones such as parietin (Harris, 1984). Natural products from the fungi of *Trypethelium eluteriae* can inhibit growth of *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp. (Mathey, 1979).

The objectives of this study are to collect and identify the lichens family Trypetheliaceae as well as to study their ecology and distribution. The results of this study would benefit conservation and sustainable utilization of biodiversity in Thailand.

STUDY AREA

The collections were performed on 23 sites of different plant communities from, mostly, national parks distributed throughout the country. The locality ranges from latitude

6°-20° North and longitude 97°-106° East, at the elevation 0-2,250 meters above sea level. The collection sites included marine influence of the Mangrove Forest dominanted by *Rhizophora macronata* Poir, wet habitats of the Tropical Rain Forest dominanted by *Adenanthera* sp., *Dipterocarpus* sp., *Ficus* sp., mesic habitats of the Dry Evergreen Forest dominanted by *Anisoptera costata* Korth., *Hopea odorata* Roxb., *Dipterocarpus alatus* Roxb. and *D. turbinatus* Gaertn., dry habitats of the Mixed Deciduous Forest and the Dry Dipterocarp Forest dominanted by *Tectona grandis* Linn. and *Shorea obtusa* Wall respectively. It includes cool environment on tropical mountain of the Hill Evergreen Forest dominanted by *Betula alnoides* Buch. Ham., *Quercus* sp. and *Schima wallichii* Korth. (Smitinand, 1977). Rubber plantation and orchard as well as cities were also explored.

METHODOLOGY

Sampling Collection

The lichen samples were collected from bark of thirty species of host trees. Physiographic features of habitats, grid reference, altitude and species of host trees at each collection were recorded. The samples were then transferred to Ramkhamhaeng University Laboratory to prepare for herbarium preservation according to Hale (1979).

Identification and Classification

Identification and classification are based on characters of morphology, anatomy and chemical constituent of the lichens. The morphology includes thallus color, type of surface, thallus thickness and number of perithecium. Anatomical character consists of perithecium shape, exciple, ostiole, paraphyses, ascus and septation of ascospores. Chemical products were determinded by using spot test and thin layer chromatography according to the standardize method of White and James (1985).

The identification were carried out according to Awasthi (1991), Harris (1984, 1995), Makhija and Nagarkar (1988), Makhija and Patwardhan (1993), McCarthy (1995) and Upreti and Singh (1987).

RESULTS

Of the 400 specimens study at present, six genera have been identified. The morphological characters of these genera are presented in Table 1. Thirteen species have been recognized from approximately 350 samples, whereas about 50 sample have not been identified to species levels yet. A new species, *Laurera meristosporoides*, is decribed from Phu Hin Rong Kla National Park (Vongshewarat *et al.*, 1999). Occurrences of the thirteen species in various ecosystems are presented in Table 2. Species composition of the lichen Trypetheliaceae varies among ecosystems. The Dry Evergreen Forest and the Hill Evergreen Forest contain the richest in species diversity. They comprise 12 and 11 species respectively (Table 2). Three species from the Hill Evergreen Forest, *Laurera meristosporoides, L. phoaemolodes* and *Polymeridium quinqueseptum,* are not found at the other ecosystems. They may be indicator species of the Hill Evergreen Forest.

Fig. 1. Distribued taxa of the lichens family Trypetheliaceae in Thailand
○ = Astrothelium
◆ = Campylothelium
□ = Laurera
● = Polymeridium
■ = Pseudopyrenula
▲ = Trypethelium

The Mixed Deciduous Forest, the Dry Evergreen Forest and the Tropical Rain Forest contain 6, 6 and 5 species respectively (Table 2), or about 50% of the species found in the previous two ecosystems. *Trypethelium nigroporum* is the species that present only at the Dry Evergreen Forest. Cities and rubber plantation carry three species by which two species, *L. benguelensis* and *T. eluteriae*, are common. Only one species is different between the two habitats (Table 2). More importantly, *T. eluteriae* is the only species that inhabit Bangkok metropolitan area, whereas *L. benguelensis* and *L. keralensis* are found in the other urban environment.

Table 1. Characteristic taxa of the lichens family Trypetheliaceae

Genera	Character
Astrothelium	Thallus well develop, pseustroma multilocule, ostiole erect. Ascospore multiseptate, hylaline
Campylothelium	Thallus not well develop, ostiole oblique. Ascospore muriform, hyaline
Laurera	Thallus well develop, pseudostroma singlelocule, ostiole erect. Ascospore muriform, hyaline
Polymeridium	Thallus not well develop, white color, perithecium single. Ascospore multiseptate, hyaline
Pseudopyrenula	Thallus not well develop, white color, perithecium single. Ascospore 3-septate, hyaline
Trypethelium	Thallus well develop, pseudostroma , ostiole erect. Ascospore multiseptate, hyaline, less than 100 micromiter

Table 2. Distribution of the lichens family Trypetheliaceae in various types of forests (MF=Mangrove Forest, TRF=Tropical Rain Forest, DEF=Dry Evergreen Forest, MDF=Mixed Deciduous Forest, DDF=Dry Dipterocarp Forest, HEF=Hill Evergreen Forest, C=City, PT=Plantation)

Species	Ecosystems							
	MF	TRF	DEF	MDF	DDF	HEF	C	PT
Laurera benguelensis	-	+	+	+	+	+	+	+
L. keralensis	-	-	+	-	-	+	+	-
L. madreporiformis	-	-	+	+	+	+	-	-
L. *megasperma*	-	-	+	-	-	-	-	-
L. meristospora	-	+	+	-	-	+	-	-
L. meristosporides	-	-	-	-	-	+	-	-
L. phoaemolodes	-	-	-	-	-	+	-	-
L. subdiscreta	-	-	+	+	+	-	-	-
Polymeridium catapastum	-	-	+	-	-	+	-	-
P. quinqueseptum	-	-	-	-	-	+	-	-
Trypethelium eluteriae	-	+	+	+	+	+	+	+
T. nigroporum	-	-	-	-	+	-	-	-
T. tropicum	+	+	+	+	+	+	-	-
Astrotheliu	-	-	+	-	-	-	-	-
Campylothelium	-	-	+	-	-	-	-	-
Pseudopyrenula	-	+	+	+	-	+	-	+

The Mangrove Forest contains only one species, *T. tropicum*. This species is also found in the other five natural ecosystems, but it is absent from man-made ecosystems, cities and plantation (Table 2). *L. benguelensis* and *T. eluteriae* are the two most widely distributed species (Fig. 1, Table 2). They inhabit every ecosystem, expect the Mangrove Forest.

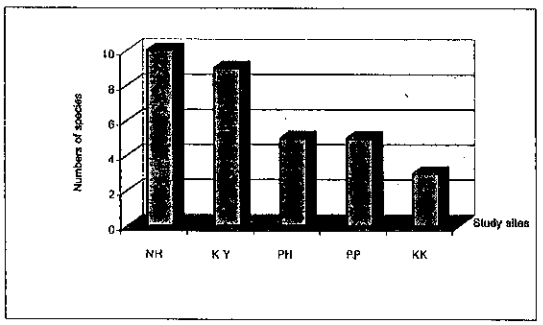


Fig. 2. Numbers of species of the lichens family Trypetheliaceae found in various study sites NH=Nahaew National Park, KY=Khao Yai National Park, PH=Phu Hin Rong Kla National Park, PP=Phupan National Park, KK=Khao Kadong Forest Park

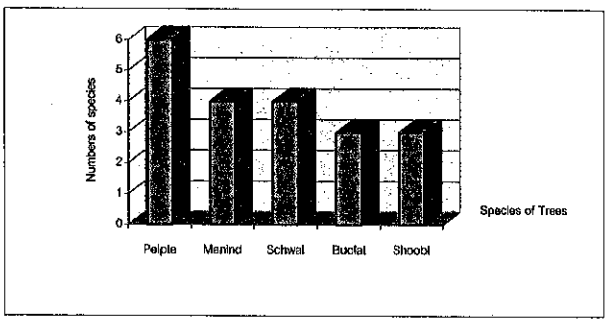


Fig. 3. Five species of host trees which accommodate the five highest numbers of species of the lichen family Trypetheliaceae (Pelpte=*Peltophorum pterocarpum* Back, Manind=*Mangifera indica* Linn, Schwal=*Schima wallichii* Korth. Buclat=*Buchanania latifolia* Roxb, Shoobt=*Shorea obtusa* Wall.)

Nahaew and Khao Yai National Park contain the richest in species diversity which contain 10 and 9 species respectively. The genera *Astrothelium* and *Campylothelium* were collected only from the Dry Evergreen Forest at Nahaew National Park. The Phu Hin Rong Kla, Phu Pan National Park and Khao Kadong Forest Park contain 5, 5 and 3 species respectively (Fig. 2).

The host tree, *Peltophorum ptrocarpum*, of the Dry Evergreen Forest and the Mixed Deciduous Forest carries 6 species of the Trypetheliaceae which is the highest in species number found. Other host trees accommodate about 3-4 species of these lichens (Fig. 3).

DISCUSSION

Ten genera of the lichen family Trypetheliaceae have been described worldwide. This study found six genera, which is 60% of those found globally. The richest in species diversity are recorded at the Dry Evergreen Forest and the Hill Evergreen Forest. These two ecosystems are not subject to severe drought, but the mean, maximum and minimum temperatures are lower at the latter ecosystem. Although the two sites are similar in number of species, but species composition is relatively different. Three species, *Laurera meristosporoides, L. phoaemolodes* and *Polymeridium quinqueseptum* are found specifically only at the Hill Evergreen Forest. These three species may be able to adapt to cool environment of the tropical mountains.

Although the Tropical Rain Forest has favorable temperature and moisture condition that allow plant growth throughout the year. However, species of the Trypetheliaceae observed at this ecosystem is lesser than the two previously mention ecosystems. This is probably due to limited light environment under the canopy of the Tropical Rain Forest which tend to limited growth and distribution of these lichens. It is expected that more species may be found at the canopy level because falling branches from the canopy are covered with lichens.

Lichen communities between the Mixed Deciduous Forest and the Dry Dipterocarp Forest are similar. This is probably due to climate between the two sites which are characterized by severe drought during six month of dry monsoon and six month of heavy rain during the wet monsoon. The difference between the two sites lies only on soil characteristic that is independent from growth of the corticolous lichens.

The only species, *Trypethelium tropicum* that inhabit the Mangrove Forest is interesting. This species may possess some lichen substances or unique physiological performance that enable it to survive under high osmotic pressure or high sea-salt aerosol of the maritime influences. Tolerance of the *T. tropicum* in Mangrove Forest await further investigation.

Lichens are sensitive to air pollution and normally disappear from the urban areas (Richardson, 1991). Nevertheless, a few species have been recognized to be resistant to air pollution and can be found in the polluted cities in Europe and North America e.g. *Buellia punctata, Lecanora conizoides, L. dispersa* (Richardson, 1991). The presence of *Trypethelium eluteriae* in Bangkok metropolitan area is noteworthy. *T. eluteriae* has never been reported from other urban area. More importantly, the *T. eluteriae* is also found in the other ecosystems expect the Mangrove Forest. Laboratory examination reveals that this species contains crystals of calcium oxalate at the centrum, above the perithecium. This substance or other lichen products that may present, probably play a significant role in protecting the lichens from adverse effects of the unfavorable condition. Thus, this species is able to distributed widely.

The bright yellow lichens, *L. benguelensis* and *T. eluteriae* are distributed in every ecosystem. But they are dominated in the Dry Dipterocarp Forest. These lichens possess lichen substances, lichexanthone, parietin and various pigments, which may protect their thallus from U.V. and bright light of this ecosystem. The roles of secondary metabolites in protecting the photobiont from the harmful effects of high light intensity and U.V. irradiation

are well documented (Rundell, 1978 quoted in Wolseley, 1997). In addition, lichen products may be function as antibiotics and fungicides that protect the lichen thallus from invasion by foreign lichen species or propagules of other species (Lawray, 1986; Elix, 1996 quoted in Wolseley, 1997). However, there may be other substances in the thallus that allow this species to survive in different environment of various ecosystems.

Nahaew and Khao Yai National Park are the richest in species diversity of the lichen family Tryptheliaceae. This is probably due to Nahaew National Park is a pristine forest whereas Khao Yai National Park exhibits a contrasting diversity of topography. In addition, the two areas were collected more intensively than the other areas.

Lesser in species number of these lichens are recorded from Phu Hin Rong Kla, Phu Pan National Park and Khao Kadong Forest Park. The first two national park were subjected to inadequate sampling whereas the third one has been disturbed heavily by human activities.

CONCLUSIONS

The study on taxonomy and ecology of the lichens family Trypetheliaceae found 6 genera and 13 species which are *Astrothelium* sp., *Campylothelium* sp., *Laurera benguelensis, L. keralensis, L. madreporiformis, L. megasperma, L. meristospora, L. phoaemolodes, Polymeridium cataseptatum, P. quinqueseptum, Pseudopyrenula* sp., *Trypethelium elutreiae, T. nigroporum, and T. tropicum.*

A new species, *Laurera meristosporoides* P. M. McCarthy & Vongshewarat. sp. nov., is described from Phu Hin Rong Kla National Park, Phisanulok Province. In addition, a few specimens of the genera *Astrothelium, Campylothelium, Polymeridium* and *Pseudopyrenula.* can not be determined to species level. They may be new species await to be discovered.

The only species found in the Bangkok metropolitan area is *Trypethelium elutreiae,* whereas *T. tropicum* is the only species that inhabit the Mangrove Forest. The most widely distributed species are *L. benguelensis* and *T. elutreiae* which can be found in all natural ecosystems. The highest in biodiversity of the lichens family Trypetheliaceae are recorded from Nahaew National Park and Khao Yai National Park.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541011. Australian Biological Resources Study (ABRS) is appreciated for financial support and technical assistance as well as facilitating the collaboration between Thai and Australian lichenologist. We are highly grateful to Dr. Patrick McCarthy from ABRS for valuable suggestions throughout this study.

REFERENCES

AWASTHI, D. D. 1991. A key to the microlichens of India, Nepal and Sri Lanka. Bibliotheca Lichenologica 40: 1-340.

HALE, M. E. 1979. How to know the lichens. Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

HARRIS, R. C. 1984. The family Trypetheliaceae (Loculoascomycetes: Lichenized Melanommatales) in Amazonion Brazil. Supl. Acta Amazonica 14(1/2): 55-80.

HARRIS, R. C. 1995. More Florida lichens, including the 10c tour of the Pyrenolichens. Published by the Author, Bronx, New York.

MAKHIJA, U. AND M. B. NAGARKAR. 1988. The lichen genus *Laurera* (family Trypetheliaceae) in India. Mycotaxon 31: 565-590.

MAKHIJA, U. AND P. G. PATWARDHAN. 1993. A contribution to our knowledge of the lichen genus *Trypethelium* (family Trypetheliaceae). Journal of the Hattori Botanical Laboratory 73: 183-219.

MATHEY, A. 1979. Contribution al etude de la famille des trypetheliacees (lichens: Pyrenomycetes). Nova Hedwagia 31(4): 917-935.

MCCARTHY, P. M. 1995. *Laurera papillosa* (Trypetheliaceae), A remarkable new lichen from Papua New Guinea. Lichenologist 27: 310-314.

RICHARDSON, R. D. S. 1991. Pollution monitoring with lichens. Naturallist's Handbooks 19. Richmond Publishing Co. Ltd., England.

SMITTINAND, T. 1977. Vegetation and ground cover of Thailand. Technical Paper No. 1. Mimeogr.

UPERTI, D. K. AND A. SINGH. 1987. Lichen genus *Laurera* from the Indian subcontinent. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 57: 367-383.

VONGSHEWARAT, K., P. M. MCCARTHY, P. MONGKOLSUK AND K. BOONPRAGOB. 1999. Additions to the lichen flora of Thailand. Mycotaxon 70: 227-236.

WHITE, F. J. AND P. W. JAMES. 1985. A new guide to microchemical techniques for the identification of the lichen substances. British Lichen Society Bulletin No. 57(Suppl.). December.

WOLSELEY, P. 1997. Response of epiphytic lichens to fire in tropical forest of Thailand. Bibliotheca Lichenologica 68: 165-176.

STUDY ON TAXONOMY AND DISTRIBUTION OF LICHEN FAMILY LECANORACEAE IN THAILAND

Wilairat Khamthim, Piboon Mongkolsuk and Kansri Boonpragob
Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkapi, Bangkok 10240

บทคัดย่อ

การศึกษาอนุกรมวิธานและการแพร่กระจายของไลเคนวงศ์เลคาโนราซิอีในประเทศไทย

วิไลรัตน์ ขำทิม, พิบูลย์ มงคลสุข และ กัณฑรีย์ บุญประกอบ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง บางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

ศึกษาไลเคนวงศ์เลคาโนราซิอีในประเทศไทยโดยเก็บรวบรวมไลเคน 665 ตัวอย่าง จากพรรณไม้ 43 ชนิด ในบริเวณป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าชายเลนทั่วประเทศที่ความสูง 0-2,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาควิทยา และตรวจสอบสารเคมีในไลเคน จำนวน 562 ตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ 4 สกุล 22 ชนิด ดังนี้ *Lecanora argentata, L. calcarea, L. campestris, L. carpenia, L. cenisia, L. chlarotera, L. dispersa, L. epibryon, L. fucescens, L. gangaleoides, L. intumescens, L. iseana, L. parisensis, L. praepostera, L. pulicaris, L. pallida, L. rugosa, L. rugosella, L. symmicta, L. subintricata, L. varia, Lecanora* sp., *Maronina* sp., *Pyrrhospora* sp. และ *Tephromela atra* นอกจากนี้ยังพบตัวอย่างที่ไม่สามารถจำแนกได้อีก 103 ตัวอย่าง และพบว่าป่าดิบแล้งมีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด

คำหลัก: ไลเคน, อนุกรมวิธาน, การแพร่กระจาย, Lecanoraceae

INTRODUCTION

The lichens family Lecanoraceae are catalogued in ascolichen group and are widely distributed in various ecosystems from tundra to tropical areas including Thailand. With their differences in shaped, color, apothecia, ascospores and natural products of thallus, the Lecanoraceae lichens are identified to twenty-five genera and four hundreds and forty-one species worldwide (Hawksworth *et al.*, 1995; Nash III, 1996). They are found in crustose and sometimes in foliose forms. The distinct characteristics are well developed of smooth or granule thallus attach on rock and bark of trees with cup shaped fruiting body fill with black, white, red and brown pigment. Apothecium is lecanorine margin type. Hymenium consist of simple or branched paraphyses. Asci are unitunicate and club shaped, which contain eight or more of septate or aseptate hyaline ascospores. Asci usually are well-developed, with apical cap composes of ocular chamber and apical cushion, which react with iodine. The Lecanoraceae produce many natural substances such as atranorin, zeorin, methylgyrophoric acid and other (Purvis *et al.*, 1992). Some species of the Lecanoraceae are used for bio-indicator of air pollution such as *Lecanora conzoides,* whereas few species are utilized for litmus production. *Lecanora esculenta* is harvested for food (Richardson, 1988; Richardson and Dobson, 1997).

The objective of this study focus on taxonomy and distribution of the lichens family Lecanoraceae in Thailand. The results of this study can be served as information for sustainable utilization and conservation of biodiversity resources in Thailand.

STUDY AREA

The collection sites included eleven national parks. They span from latitude 99°27′-104°26′ È and longitude 8°22′-19°05′ N, from sea level to the altitude 2,000 meters. They includes six types of forests, which are the Hill Evergreen forest, the Mixed Deciduous Forest, the Dry Dipterocarp Forest, the Dry Evergreen Forest, the Tropical Rain Forest and the Mangrove Forest (Fig. 1 and Table 1).

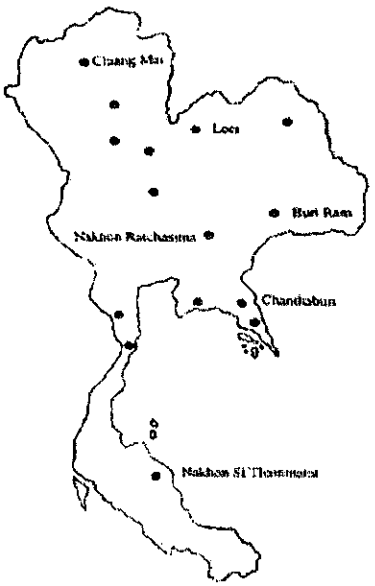


Fig. 1. Collecting sites of the lichens family Lecanoraceae

Table 1. Number of specimens of the lichens family Lecanoraceae collected for eleven national parks in six types of forests (NP=National Park, FP=Forest Park)

Forest type	Study area	Total Samples
1. Hill Evergreen Forest	Ramkhamhaeng NP: Sukhothai, Doi Inthanon NP: Chiang Mai, Queen Sirikit Botanic Garden: Chiang Mai, Doi Suthep-Pui: Chiang Mai, Nahaew NP: Loei, Phuhin Rong Kla NP: Pitsanulok	199
2. Dry Dipterocarp Forest	Nahaew NP: Loei, Khao Kradong FP.: Buri Ram, Doi Khuntan NP: Lampang, Khao Yai NP: Nakhon Ratchasima, Nongbua: Nakhon Sawan	168
3. Tropical Rain Forest	Khao Luang NP: Nakhon Si Thammarat, Khao Yai NP: Nakhon Ratchasima	9
4. Mangrove Forest	Ban Klam: Rayong, Kwein Hug: Chanthaburi, Mangrove Forest Management Unit: Trat	44
5. Dry Evergreen Forest	Nahaew NP: Loei, Doi Khuntan NP: Lampang Kaeng Krachan NP: Petchaburi, Khao Yai NP: Nakhon Ratchasima	220
6. Mixed Deciduous Forest	Phupan NP: Sakon Nakhon	10

METHODOLOGY

Morphological Study

A total of six hundred and sixty-five specimens of the Lecanoraceae were collected from 1993 to present. The samples are deposited at the Lichen Research Unit, Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University. These specimens were examined for taxonomic characters. Morphological and anatomical studies were performed by anatomical free hand section of thallus and apothecia. The apical cushion of the asci were test for isolichenan by using Lugal's iodine solution. Keys for identification are based on Awasthi (1991), Dobson (1979), Roger (1992), Purvis *et al.* (1992).

Chemical Study

The specimens were test for principle substances by using spot test according to Hale (1979), Elix (1994). Lichen substances in the cortex and medulla were determined by using thin layer chromatography (TLC) according to standard method of White and James (1985).

RESULTS

At present five hundred and sixty-two samples from a total of six hundred and sixty-five have been examined for taxonomic character. Identification to species level was completed on two hundred and ninety-three samples, whereas one hundred and twenty-three samples can be identified only to genus level. Immature fruiting body was observed on one hundred and forty-six samples. These samples are unable to determine their taxa.

There are four genera of the Lecanoraceae observed in this study. The character of these genera is presented in Table 1. Fifty-three lichen substances are determined from these samples and were used to identify to species level. Twenty-three species are recognized from this observation. All of them belong to the genus *Lecanora*. The genera *Maronina, Pyrrhospora* and *Tephromela* are not yet determined to species level.

The distribution of these lichens in various forest types and national parks are presented in Table 2 and Table 3. The genus *Lecanora* is found in every type of forest (Table 4). The richest in species diversity is recorded from the Dry Evergreen Forest. It accommodates sixteen species of the *Lecanora*. The second and the third highest number of

species are found in the Dry Dipterocarp Forest and the Hill Evergreen Forest. These forests consist of eleven and nine species respectively. The Tropical Rain Forest and the Mangrove Forest house three species at each forest type. The Mixed Deciduous Forest contains only one species (Table 4).

Table 2. Character of four genera of the lichens family Lecanoraceae found in Thailand

Genera	Character				Substrate	Total sample
	Disc colour	Paraphyses	Spores	Exciple		
Lecanora	yellow-brown-black	simple	8	thalline	bark, rock	391
Maronina	brown	branch	>8	thalline	bark	35
Pyrrhospora	red	simple	8	proper	bark	88
Tephromela	black	simple	8	thalline	bark, rock	19

Table 3. Distribution of the lichens family Lecanoraceae in 6 forest types collected from 11 national parks at 15 provinces of Thailand (HEF=Hill Evergreen Forest; DDF=Dry Dipterocarp Forest; TRF=Tropical Rain Forest; DEF=Dry Evergreen Forest; MDF=Mixed Deciduous Forest; MF=Mangrove Forest)

Provinces in Thailand	Forest type	Lichens species
Khao Kradong FP, Buri Ram	DDF	*L.cenisia L.intumescens, L.pulicaris, L.symmicta, Maronina* sp.
QSBG, Chiang Mai Doi Inthanon NP Doi Suthep-Pui station	HEF, DDF, DEF	*L. argentata, L. chlarotera, L. intumescens, L. varia, L. pallida, L.carpenia, L. cenisia, L.fucescens, L. symmicta, L. rugosella, L. dispersa, Maronina* sp., *Pyrrhospora* sp., *Tephromela atra.*
Mangrove Forest Management Unit, Trat	MF	*L. dispersa , L. pallida*
Nahaew NP, Loei	DEF	*L. argentata, L. cinerofusca, L. cenisia, L. dispersa, L. epibryon, L. fucescens, L. intumescens, L. pallida, Maronina* sp., *Pyrrhospora* sp., *Tephromela atra*
Doi Khuntan NP, Lampang	HEF, DEF, DDF	*L.cenisia, L.intumescens, L.iseana, L.pariscensis, L.pulicaris, L.rugosa, L. varia, Maronina* sp.
Nongbua Forest, Nakhon Sawan	DDF	*L. dispersa, L. pallida, L. sunbintricata*
Khao Luang NP, Nakhon Si Thammarat	TRF	*L.campestris, L. pallida*
Khao Yai NP, Nakhon Ratchasima	HEF, DEF, TRF	*L. dispersa, L. campestris, L. fucescens, L. pallida L.praepostera, Maronina* sp., *Pyrrhospora* sp.
Phuhin Rong Kla NP, Phitsanulok	HEF	*L. gangaleoides, Maronina* sp., *Pyrrhospora* sp., *Tephromela atra*
Kang Kra Chan NP, Phetchaburi	DEF	*L. dispersa, L. symmicta, Tephromela atra*
Hua Hin Forest, Prachuap Khiri Khan	DEF	*L. pallida*
Ban Klum, Rayong	MF	*L.dispersa, L. symmicta*
Phupan NP, Sakon Nakhon	DDF, MDF	*L.calcarea, L. intumescens, L. subintricata, Maronina* sp , *Pyrrhospora* sp.
Ramkhamhaeng NP, Sukhothai	HEF	*L. symmicta, L. fucescens*
Kwein Hug, Chanthaburi	MF	*L. dispersa*

L. dispersa is the most widely distributed species. It can be found in four forest types, which are the Hill Evergreen Forest, the Dry Dipterocarp Forest, the Dry Evergreen Forest and the Mangrove Forest (Table 4). Five species occur in three forest types, and seven species are found in two forest types (Table 4). Other ten species are found in one specific forest. These are *L. gangaleoides* occur only on the Hill Evergreen Forest, *L. carpenia, L. iseana, L. parisensis* and *L. rugosella* restrict to the Dry Dipterocarp Forest, and *L. calcarea, L. cinereofusca, L. epibryon, L. praepostera* and *L. varia* are found only in the Dry Evergreen Forest (Table 4).

The genera *Maronina* and *Pyrrhospora* are unable to identify to species level at present. They consist of approximately of ten species. These species inhabit three forest types which are the Hill Evergreen Forest, the Dry Evergreen Forest and the Dry Dipterocarp Forest (Table 4).

Table 4. Species of the lichens family Lecanoracaea distribute in six types of forests

Species \ Forest	HEF	MDF	DDF	DEF	TRF	MF
Lecanora argentata	+			+		
L. calcarea				+		
L. campestris				+	+	
L. carpenia			+			
L. cenisia			+	+		
L. cinereofusca				+		
L. chlarotera	+			+		
L. dispersa	+		+	+		+
L. epibryon				+		
L. fucescens	+			+		
L. gangaleoides	+					
L. intumescens	+		+	+		
L. iseana			+			
L. parisensis			+			
L. praepostera				+		
L. pulicaris			+	+		
L. pallida				+	+	+
L. rugosa	+		+			
L. rugosella			+			
L. symmicta				+	+	+
L. subintricata	+	+	+			
L. varia				+		
Lecanora sp.	+		+	+		
Maronina sp.	+		+	+		
Pyrhospora sp.	+		+	+		
Tephromela atra	+		+	+		

DISCUSSION

Lecanoraceae is a large group of lichens consist twenty-five genera and four hundreds and forty-one species. This study found four genera and twenty-two species. However, the identification is not yet completed. There are about a hundred specimens which are unable to identify to species. In addition, the collections are rather limited from the Mixed Deciduous Forest. Only ten specimens were collected at only one place. The species reported from this forest may not well represent community of the Lecanoraceae from this type of forest. Nevertheless, collections from four other forest types contain large number of specimens sufficient to display community composition and distribution of this family.

Through out the survey of this study, evidences suggest that the Lecanoraceae prefer open and dry habitats with moderate to relatively bright illumination. They are found abundantly in three forest types, the Dry Evergreen Forest, the Dry Dipterocarp Forest and the Hill Evergreen Forest. These three ecosystems are not limited by photosynthetic active radiation such as occur under the canopy of the Tropical Rain Forest. Under humid and dim light environment of the understorey level in the Tropical Rain Forest, the Lecanoraceae are almost absent. Therefore, only ten specimens, consisting of three species are observed from the Tropical Rain Forest.

The Dry Dipterocarp Forests and the Mixed Deciduous Forest are similar in climatic factors. However, flora of the *Lecanora* are different between the two types of forests. This is due to insufficient collection from the latter forest. Intensive exploration of the Mixed Deciduous Forest need to be undertaken in the future in order to have reasonable representative of the Lecanoraceae from this type of forest.

The Mangrove Forest is different from the other forests, in relation to lichen distribution, on its high salinity of the ambient atmosphere. The three species which are observed at the Mangrove Forest are also occurred at the other forest types (Table 4). Whether these species possess chemical substances or performing physiological tolerance under this stress environment are not understood.

The Lecanoraceae possess large number of lichen substances which may enable them to survive in various environments. This aspect needs further investigation.

CONCLUSIONS

A total of four genera and twenty-three species are determined from five hundred and sixty-two samples. About twenty-five percent of these samples are unable to identified to species level because they contain immature fruiting body. Of all six hundred and sixty-five samples collected from six forest types and eleven national parks distributed throughout Thailand, about fifteen percent of the specimens remain unidentified and need further investigation.

Lecanora is the most diverse genus, consists of twenty-three species which are all presented in this report. The other three genera, *Lecanora, Maronina* and *Pyrrhospora* are not determined to species. They approximately consist of ten species.

The Dry Evergreen Forest is the richest in species diversity of the *Lecanora.* Although the Dry Dipterocarp Forest and the Hill Evergreen Forest contain lesser number of species comparing with the former forest, however they possess relatively diverse species. The Tropical Rain Forest, the Mixed Deciduous Forest and the Mangrove Forest consist of only few species. The Lecanoraceae flourish in the open, dry habitat with moderate illumination and are almost absent humid and dim light environment under close canopy of the Tropical Forests.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for the Biodiversity Research and Training grant BRT 541012. The authors would like to express their appreciation to the funding agencies for providing opportunity to study this special plants.

REFERENCES

AWASTHI, D. D. 1991. A key to microlichens of India, Nepal and Sri Lanka. *Bibliotheca Lichenologica* Band 40. J. Cramer Berlin, Germany.

DOBSON, F. S. 1979. Lichen an illustrated guide to the British and Irish species. Richmond Publisher, England.

ELIX, J. A. 1994. Lichen chemistry and simple procedures for its application in the Parmeliaceae. In ORCHARD, A. E. (ed.), Flora of Australia.Vol. 55: lichen Lecanorales, Parmeliaceae. Australia Biological Research Study. Canberra, Australia.

HALE, M. E. 1979. How to know the lichens. Wm. Brown. Comp. Publisher, Dubuque, Iowa, United States.

HAWKSWORTH, D. L., P. M. KIRK, B. C. SUTTON AND D. N. PEGLER. 1995. Ainsworth & Bisby's dictionary of fungi. 8th ed. CAB International, Wallingtonford, U.K.

NASH III, T. H. 1996. Introduction. In NASH, T. H.(ed.), Lichen biology. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

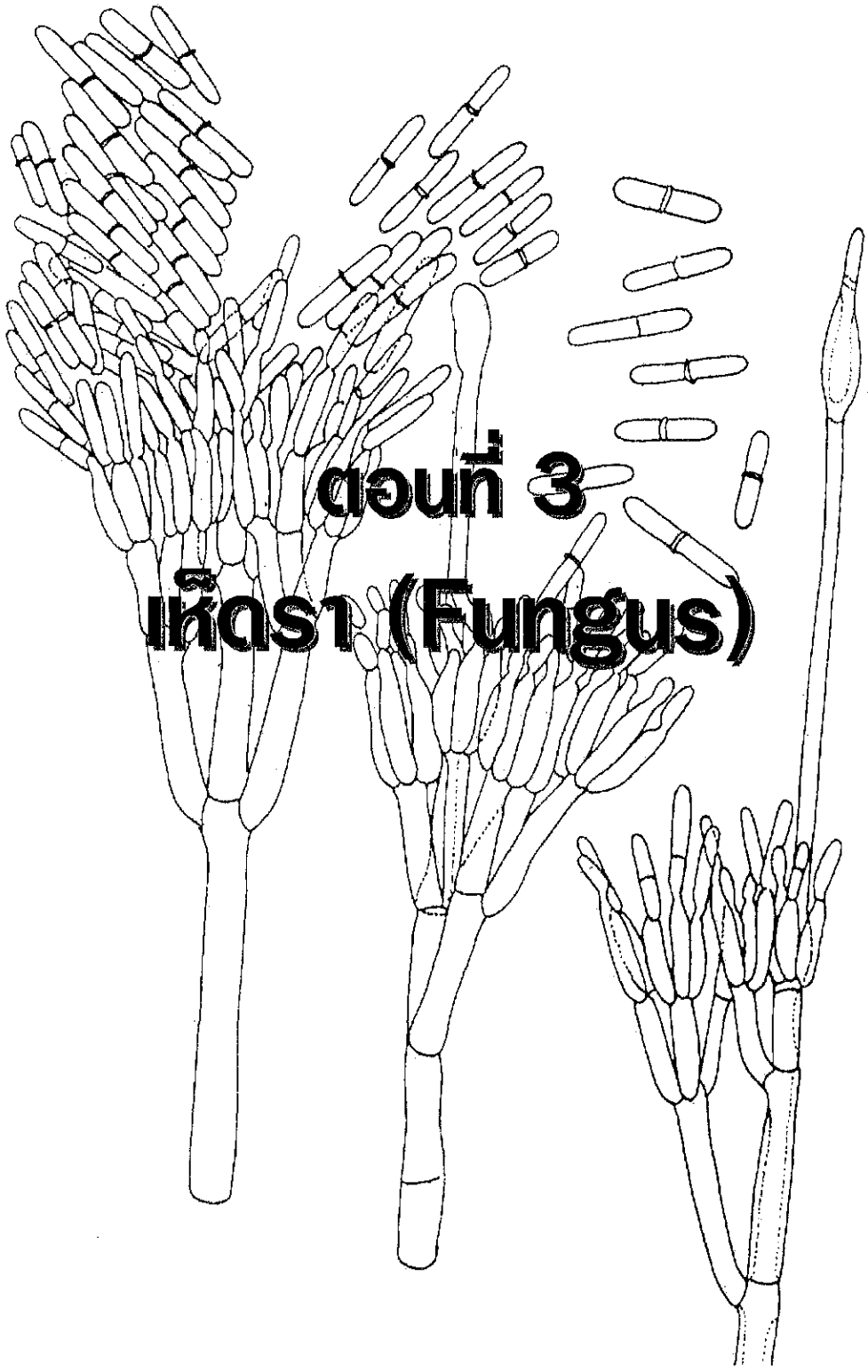
PURVIS, O. W., B. J. COPPINS, D. L. HAWKSWORTH, P. W. JAMES AND D. M. MOORE. 1992. The flora of Great Britain and Ireland. The British Lichen Society. London, England.

RICHARDSON, D. H. S. AND S. F. DOBSON. 1997. Lichen and air pollution. In DALB, C. (ed.), The colour plate. The Richmond Publishing, Richmond, U.K.

RICHARDSON, D. H. S. 1988. Medicinal and other economic aspects of lichens. In GALUN, M. (ed.), CRC Handbook of Lichenology Vol. III. CRC Press, Florida, United States.

ROGER, R. W. AND J. HAFELLNER. 1992. A systematic arrangement of the Australian lichens. In ALEXANDER, S. G. (ed.), Flora of Australia. Vol. 54: lichens-introduction, Lecanorales 1. Australia Biological Resources Study. An AGPS Press, Canberra, Australia.

WHITE, F. J. AND W. P. JAMES. 1985. A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substance. British Lichen Society Bulletin No. 57. 44 p.



ตอนที่ 3
เห็ดรา (Fungus)

ความหลากหลายของราดินและราโรคพืชในดินปลูกพืชไร่ จ. สกลนคร

นิยม สุดเพราะ[1], เลขา มาโนช[1], อุบล คือประโคน[2] และ พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์[3]

[1]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]สาขาวิทยาไมโค กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

BIODIVERSITY OF SOIL FUNGI AND PLANT PATHOGENIC FUNGI IN SAKHON NAKORN FIELD SOILS

N. Suproa[1], L. Manoch[1], U. Kueprakone[2] and P. Suwanarit[3]

[1]Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Mycology Section, Division of Plant Pathology and Microbiology, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

[3]Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

Isolation of microfungi from field soils in Sakhon Nakorn province, was carried out in June, September and December, 1996 and March, 1997. Different isolation methods were employed including soil dilution plate, baiting technique and rapid flotation sieving technique. Various isolating media such as Gochenaur's glucose ammonium nitrate agar, potato dextrose agar (PDA), PDA+BNPRA, Martin's medium and PCNB peptone agar were used. Identification was based on macroscopic and microscopic features observed on artificial media and under stereo and compound microscopes. Forty-four genera of microfungi were isolated: *Acremonium, Acrophialophora, Aspergillus, Chaetomium, Cladosporium, Colletotrichum, Conidiocarpus, Cuninghamella, Curvularia, Emericella, Eupenicillium, Eurotium, Exserohilum, Fusarium, Gliocladium, Gongronella, Gonytrichum, Humicola, Metarhizium, Monodictys, Myrothecium, Nectria, Neocosmospora, Nigrospora, Paecilomyces, Papulaspora, Penicillium, Periconia, Pestalotiopsis, Phialophora, Phoma, Pyrenochaeta, Pythium, Rhinocladiella, Rhizopus, Sclerotium, Scolecobasidium, Stachybotrys, Syncephalastrum, Talaromyces, Thielavia, Torula, Trichoderma* and *Westerdykella.* Species diversity and distribution of microfungi were investigated in six different field soils and no significant differences were determined. In terms of seasonal distribution, more species were encountered in the rainy season. However, some species were present all year round. Pathogenicity tests among 3 genera, 13 species and 47 isolates of soil microfungi were conducted on corn, cowpea, kenaf and sesame in the greenhouse. The results revealed that *Fusarium chlamydosporium, F. equiseti, F. oxysporum, F. semitectum, F. solani, Fusarium* sp., *Pythium aphanidermatum, P. deliense, P. graminicola, P. helicoides, P. myriothylum, P. rostratum* and *Sclerotium rolfsii* could cause up to 90 percent infection of host plants.

Key words: Sakhon Nakorn, biodiversity, microfungi, soil fungi, plant pathogenic fungi, field crops

บทนำ

ราในดินเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทั้งต่อการเกษตร อุตสาหกรรม การแพทย์ และสิ่งแวดล้อม เนื่องมาจากความสามารถในการสร้างสารต่าง ๆ เช่น สารพิษ ปฏิชีวนะสาร ฮอร์โมน เอ็นไซม์ เม็ดสี กรดอินทรีย์ อัลกอฮอล์ และสารอินทรีย์อื่น ๆ (Domsch *et al.*, 1993) บทบาทที่สำคัญมากอย่างหนึ่งของราในดิน คือ การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและสารประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช เชื้อราในดินหลายชนิด เป็นสาเหตุของโรคพืช เช่น *Phytophthora, Pythium* และ *Fusarium* ทำให้เกิดโรครากเน่า โคนเน่า กล้าเน่า และลำต้นเน่าของพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด (พัฒนาและคณะ, 2537) รา *Penicillium, Aspergillus* และ *Rhizopus* ทำให้เกิดการเน่าเสียของผักผลไม้ (ดารา, 2535) ราดินบางชนิดสามารถสร้างสารพิษปนเปื้อนในอาหาร เมล็ดพืช และผลิตผลทางการเกษตร เช่น รา *Aspergillus flavus* และ *A. parasiticus* สร้างสาร aflatoxin (วีรวัฒน์และคณะ, 2537) ราในดินหลายชนิดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เช่น การฟอกปอ การทำปุ๋ยหมัก (ธงชัย, 2536) รา *Trichoderma, Chaetomoum* ใช้ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (Adams, 1990) รา *Paecilomyces lilacinus* ควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (สุภกิจและคณะ, 2531) เป็นต้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการแยกและจำแนกชนิดของราดินและราที่เป็นสาเหตุโรคพืชจากดินปลูกพืชไร่ ศึกษาการแพร่กระจายของราในดินปลูกพืชไร่ 6 ชนิดในฤดูกาลต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาสายพันธุ์บริสุทธิ์ของราดังกล่าว เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมใช้ในการศึกษาคุณสมบัติ และการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

พื้นที่ศึกษา

เก็บตัวอย่างจากแปลงปลูกข้าวโพด อ้อย งา ถั่วฟุ่ม ปอแก้ว และมันสำปะหลัง ของสถานีทดลองพืชไร่สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ซึ่งลักษณะดินเป็นดินร่วนทราย เป็นดินชุดร้อยเอ็ดและชุดโคราช มีค่าความเป็นกรดด่าง 4.6-5.5 อินทรีย์วัตถุ 0.17-0.71 พื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 192.033 เมตร (สถานีทดลองพืชไร่สกลนคร, 2534) โดยเก็บตัวอย่างดิน 4 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ในเดือนมิถุนายน 2539 ครั้งที่ 2 ในเดือนกันยายน 2539 ครั้งที่ 3 ในเดือนธันวาคม 2539 และครั้งที่ 4 ในเดือนมีนาคม 2540 และศึกษาในห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกลุ่มงานวิทยาไมโค กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร

วิธีการ

การแยกเชื้อรา

การแยกเชื้อราจากดินโดยวิธี soil dilution plate (เลขา, 2532)

นำตัวอย่างดินมาทำให้เจือจางด้วย water agar (WA) 0.15% ให้ได้ระดับความเข้มข้น $1x10^{-1}$ ถึง $1x10^{-5}$ แล้วใช้ปิเปตดูด soil suspension 0.1 มล. จาก $1x10^{-3}$ ถึง $1x10^{-5}$ ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ ใช้อาหาร glucose ammonium nitrate agar (GAN) ที่มีส่วนผสมของ rose bengal และ streptomycin (Gochenaur, 1964) สำหรับแยกเชื้อราทั่วไป และนำไปบ่มในที่มืด อุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-14 วัน และใช้ soil suspension ที่ $1x10^{-1}$ และ $1x10^{-2}$ เติมอาหาร potato dextrose agar (PDA)+BNPRA และ BNPRH ในการแยกรา *Pythium* และ *Phytophthora* ตามลำดับ อาหาร PDA+PCNB ใช้แยกเชื้อรา *Fusarium* บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-14 วัน เมื่อโคโลนีของเชื้อราเจริญ ย้ายไปเลี้ยงบนอาหาร slant PDA

การแยกเชื้อรา Phytophthora โดยวิธีใช้เหยื่อล่อ (อุบลและคณะ, 2535)

ชั่งตัวอย่างดิน 5 กรัม ผสมน้ำกลั่น 20 มล. คนให้ดินกับน้ำคลุกเคล้ากันดีแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ดินตกตะกอน แล้วใส่ใบพืชที่ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 0.5x0.5 ซม. ลงไปลอยบนผิวหน้า บ่มที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน นำใบไม้ออกมาล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งๆ ละ 3 นาที ซับให้แห้งแล้วนำไปวางบนอาหาร PDA+BNPRA และ BNPRAH บ่มที่อุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3-5 วัน เมื่อมีเส้นใยของราเจริญออกจากชิ้นใบไม้ ใช้เข็มเขี่ยตัดปลายเส้นใยบริเวณขอบโคโลนี นำไปเลี้ยงบนอาหารจำเพาะ PDA+BNPRAH อีกครั้งเพื่อให้ได้เชื้อราบริสุทธิ์

การแยกเชื้อรา Pythium จากดินโดยวิธีใช้เหยื่อล่อ (จิระเดชและคณะ, 2534)

ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ เติมน้ำกลั่น 10 มล. ใส่เมล็ดแตงกวาที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ผิวแล้วลงไป บ่มที่อุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำเมล็ดพืชออกมาล้างภายใต้น้ำไหลนาน 30 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้ออีก 3 ครั้ง ผึ่งเมล็ดแตงกวาให้แห้งในที่ร่ม แล้วนำไปวางบนอาหารจำเพาะ PDA+BNPRA บ่มที่อุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อเส้นใยเจริญ ใช้เข็มที่ฆ่าเชื้อแล้วตัดเส้นใยบริเวณขอบโคโลนี นำไปเลี้ยงบนอาหาร PDA+BNPRAH อีกครั้งเพื่อให้ได้เชื้อราบริสุทธิ์

การแยกเชื้อ Rhizoctonia solani (เลขา, 2532)

ชั่งตัวอย่างดิน 50 กรัม ผสมกับเมล็ดข้าวเปลือกที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 30 เมล็ด เติมน้ำกลั่น 15 มล. บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 36-48 ชั่วโมง นำเมล็ดข้าวเปลือกมาล้างด้วยน้ำไหล ฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยสารละลายคลอร็อก 20% นาน 5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ซับให้แห้ง แล้วนำไปวางบนอาหาร Martin's medium บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อเส้นใยเจริญรอบ ๆ เมล็ดข้าวเปลือก ตัดเชื้อบริเวณขอบโคโลนี นำไปเลี้ยงบนอาหาร slant PDA เพื่อเก็บรักษาเป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์

การแยกเชื้อรา Sclerotium rolfsii (วรรณวิไล, 2532)

ร่อนดินประมาณ 500 กรัม ผ่านตะแกรงสองชั้น คือ ขนาดช่องเปิด 100 ไมครอน และ 500 ไมครอน โดยวิธีฉีดน้ำไล่บนตะแกรงเพื่อล้างดินออก นำเม็ดสเคอโรเทียมที่ร่อนได้ใส่ในอ่างหรือกล่อง เติมน้ำพอประมาณ เพื่อให้เม็ด

สเคอโรเทียมลอยน้ำ นับปริมาณ และนำเม็ดสเคอโรเทียมที่ได้ไปทดสอบความมีชีวิต โดยล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ซับให้แห้ง และนำไปวางบนอาหาร WA หรือ PDA เมื่อเส้นใยเจริญใช้เข็มเขี่ยตัดเส้นใยบริเวณขอบโคโลนี นำไปเลี้ยงบนอาหาร slant PDA เพื่อเก็บรักษาเป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์

การจำแนกชนิดเชื้อรา

เลี้ยงเชื้อราบนอาหารที่เหมาะสม เป็นเวลา 5-7 วัน โดยปกติใช้อาหาร PDA และใช้ Czapek's solution agar, Czapek yeast autolysate agar, malt extract agar และ corn meal agar สำหรับรา *Aspergillus* และ *Penicillium* เตรียม slide ตรวจดูรูปร่างลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo และ compound ทำการถ่ายภาพและวาดภาพจาก camera lucida เปรียบเทียบกับเอกสารและหนังสือที่ใช้จำแนกชนิดเชื้อรา เช่น Domsch *et al.* (1993a, 1993b), Ellis (1971, 1976), Matsushima (1989), Plaats-Niterink (1981), Nelson *et al.* (1983), Raper and Fennell (1965), Rifai (1969), Sutton (1992), Raper and Thom (1968) เป็นต้น

การเก็บรักษาสายพันธุ์บริสุทธิ์ของเชื้อรา

เก็บรักษาสายพันธุ์บริสุทธิ์ของเชื้อราที่แยกและจำแนกชนิดเรียบร้อยแล้วไว้บน slant PDA ในดิน และในน้ำที่อบฆ่าเชื้อในพาราฟินเหลว และใน deep-freeze ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และที่หน่วยปฏิบัติการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรม และใช้ประโยชน์ต่อไป

ผลการวิจัย

จากการศึกษาชนิดของเชื้อราที่แยกได้จากดินปลูกข้าวโพด อ้อย งา ถั่วพุ่ม ปอแก้ว และมันสำปะหลัง ของสถานีทดลองพืชไร่สกลนคร จ. สกลนคร ในเดือนมิถุนายน ธันวาคม และมีนาคม 2540 ปรากฏว่าได้เชื้อรารวมทั้งสิ้น 44 สกุล 102 ชนิด และเชื้อราที่จำแนกชนิดไม่ได้ 1 isolate และได้ศึกษาการแพร่กระจายของราดังกล่าวในดินปลูกพืชไร่ 6 ชนิด ในฤดูกาลต่าง ๆ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ชนิดเชื้อราที่พบในดินปลูกพืชไร่ชนิดต่าง ๆ แยกโดยวิธี soil dilution plate

เชื้อรา	ดินปลูกพืช						เชื้อรา	ดินปลูกพืช					
	cn	se	cp	ke	cv	sc		cn	se	cp	ke	cv	sc
Acromonium biochii[R]					+		*Cunninghamella verticillata*[S]			+			
Acremonium kiliense[R]			+	+			*Curvulaaria eragostidis*[R]				+	+	
Acremonium mumorum[R]			+				*Curvularia lunata*[W]				+	+	+
Acremonium strictum[S]				+			*Curvularia prasadii*[W]					+	
Acremonium sp.[R,S]	+			+	+		*Emericella nidulans*[R,W]		+		+	+	
Acrophialophora fusispora[S,R,W]	+	+		+	+		*Eupenicillium* sp.[S,R]	+					+
Aspergillus allahabadii[R]				+			*Eurotium* sp.[R]		+				
Aspergillus carneus[R,S]		+		+	+		*Exserohilum holmii*[R]	+					
Aspergillus erythrocephalus[R,W]	+		+				*Exserohilum prolatum*[S]		+				
Aspergillus flavus[S,R,W]	+		+		+	+	*Fusarium chlamydosporum*[S]			+			
Aspergillus flavipes[S,R,W]			+			+	*Fusarium equiseti*[S,R,W]	+	+	+	+	+	+
Aspergillus fumigatus[S,R,W]	+	+	+		+		*Fusarium oxysporum*[S,R,W]	+	+	+	+	+	+
Aspergillus japonicus[R]				+	+	+	*Fusarium semitectum*[S,R,W]	+	+	+	+	+	+
Aspergillus melleus[R]					+		*Fusarium solani*[S,R,W]	+	+	+	+	+	+
Aspergillus niger[S,R,W]	+	+	+	+	+	+	*Fusarium* sp.[R]			+			
Aspergillus parasiticus[R,W]	+				+		*Gliocladium penicilloides*[S]	+					
Aspergillus terreus[S,R,W]	+	+	+	+	+	+	*Gliocladium* sp.[W]			+			+
Aspergillus versicolor[S,R]	+		+		+		*Gongronella butleri*[S,R,W]	+		+			+
Aspergillus wentii[R]				+			*Gonytrichum macrocradium*[R]		+				

ตารางที่ 1. (ต่อ)

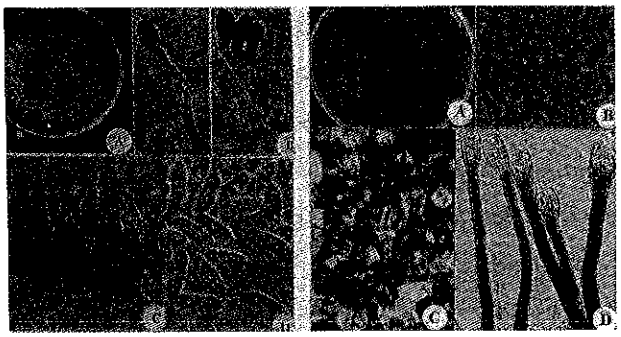
เชื้อรา	ดินปลูกพืช						เชื้อรา	ดินปลูกพืช					
	co	se	cp	ke	cv	sc		co	se	cp	ke	cv	sc
Chaetomjum cupreum[S]						+	*Humicola fuscoatra*[S]			+	+	+	+
Chaetomoum globosum[R]						+	*Humicola grisae*[S,R,W]	+		+	+	+	+
Chaetomjum indicum[R]						+	*Metarrhizium anisopliae*[S,R,W]	+	+	+		+	
Chaetomium minutum[R]		+					*Monodictys fluctauta*[S]			+			
Cladosporiumcladosporioides[R]					+		*Monodictys glauca*[S,R]			+		+	
Cladosporium oxysporum[S]				+			*Myrothecium cinctum*[S,R]	+		+	+		
Colletotrichum gloeosporioides[R]			+		+		*Myrothecium jollymannil*[R]	+		+			
Conidiocarpus sp.[R]		+		+		+	*Myrothecium roridum*[S,R]	+	+		+	+	+
Nectria viridescens[S,R,W]	+	+	+				*Pythium aphanidermatum**[S,R,W]	+	+		+		
Nectria sp.[R]				+	+	+	*Pythium deliense* *[S,R]		+	+		+	+
Neocosmospora vasinfecta[S,R,W]				+			*Pythium graminicola* *[S,R,W]	+		+	+	+	
Nigrospora sacchari[R]	+		+	+			*Pythium helicoides* *[R]	+			+	+	+
Nigrospora sphaerica[R]	+		+		+	+	*Pythium myriothylum* *[S,R,W]	+	+		+		
Paecilomyces lilacinus[S,R,W]		+			+	+	*Pythium oligandrum* *[R,W]	+					
Paecilomyces marqaundii[S,R,W]	+	+	+		+		*Pythium rostratum* *[S,R,W]	+	+		+		+
Papulaspora sp.[S]	+	+	+	+	+	+	*Rhinocladella* sp.[W]	+		+	+	+	
Penicillium citrinum[S,R,W]	+	+	+	+	+	+	*Rhizopus oligosporus*[S,R,W]					+	+
Penicillium funiculosum[S,R,W]	+			+	+	+	*Sclerotium rolfsii* **[R]		+				
Penicillium janthinellum[S,R,W]			+				*Scolecobasidium constrictum*[R]		+	+			
Penicillium oxalicum[R]	+	+	+				*Scolecobasidium terreum*[R]						
Penicillium purpurogenum[S]				+	+	+	*Starchybotrys atra* var.						
Penicillium restrictum[S,R,W]			+	+		+	*microsporus*[R]	+					+
Penicillium sacculum[W]							*Syncephalastrum racemosum*[R]	+	+	+	+	+	
Penicillium sp.[R]	+		+	+			*Talaromyces* sp.[R]					+	+
Periconia tiratupatiensis[R]	+		+				*Thielavia terricola*[S,R,W]	+	+	+	+		+
Pestalotiopsis guepenii[W]							*Torula herbarum*[W]	+	+	+	+	+	+
Phialophora sp.[R,W]	+	+	+	+			*Trichoderma hamatum*[S,R,W]				+	+	
Phoma destructiva[R]	+			+	+		*Trichoderma harzianum*[S,R,W]		+		+	+	+
Phoma eupyrena[S,R,W]				+			*Trichoderma koningii*[R,W]	+		+	+		
Phoma leveillei[R,W]					+		*Trichoderma pseudokoningii*[W]	+				+	
Phoma putaminum[R]				+			*Trichoderma virens*[S,R,W]	+	+	+			
Pithomyces maydicus[R]				+			*Westerdykella* sp.[W]						
Pyrenochaeta sp.[W]							Unknown						

หมายเหตุ: * = แยกได้โดยวิธีใช้เหยื่อล่อ, ** = แยกได้โดยวิธีร่อนดินผ่านตะแกรง, cn = ข้าวโพด, se = งา, cp = ถั่วพุ่ม, ke = ปอแก้ว, cv = มันสำปะหลัง, sc = อ้อย, S = ฤดูร้อน, R= ฤดูฝน, W = ฤดูหนาว

บทวิจารณ์

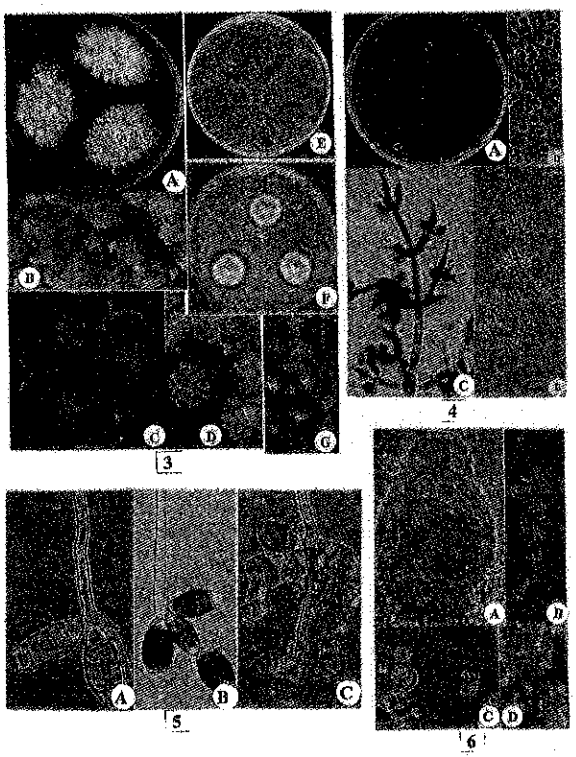
การศึกษาวิจัยเรื่องนี้ทำให้ทราบชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อราชนิดต่าง ๆ ในดินปลูกพืชไร่ จ. สกลนคร มีราดินหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ เช่น *Paecilomyces lilacinus* ใช้ควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (สุภกิจและคณะ, 2531) เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* เป็นปรสิตของตัวอ่อนแมลง โดยสามารถสร้างสารพิษ destruxins (Samuels *et al.*, 1988) รา *Chaetomium, Trichoderma, Talaromyces,* ใช้ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช (Adams, 1990) รา *Trichoderma harzianum* (ภาพที่ 4) ใช้ควบคุมโรคกล้าไหม้ของข้าวบาร์เลย์ (จิระเดชและคณะ, 2535) และยังมีราอีกหลายชนิดที่มีรายงานว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมและทางการแพทย์ โดยเฉพาะราในสกุล *Acremonium, Aspergillus* (ภาพที่ 3), *Chaetomium, Fusarium, Penicillium* และ *Rhizopus* (Deacon, 1997) เชื้อรา

Aspergillus niger สามารถสร้างกรดอินทรีย์ ได้แก่ กรด citric, oxalic, gluconic และ galic (อาภรณ์และไตรวิทย์, 2537) เชื้อรา *Aspergillus fumigatus* สร้างเอ็นไซม์ xylanase และ xylosidase ที่ใช้แยกสกัดสารไซแลนจากเซลลูโลส (วิเชียรและคณะ, 2537) เป็นต้น เชื้อราบางชนิดทำให้เกิดโทษ เช่น รา *Aspergillus fumigatus* ทำให้เกิดโรค aspergillosis ในคนและสัตว์ (Kozakiewicz, 1995) รา *Colletotrichum gloeosporioides* (ภาพที่ 1) *Curvularia lunata* และ *C. eragrostidis* (ภาพที่ 5 A & B) เป็นสาเหตุโรคพืช (พัฒนาและคณะ, 2537) รา *Neocosmospora vasinfecta* (ภาพที่ 6) เป็นราที่พบได้เสมอในดิน (Manoch, 1998) มีเชื้อราบางชนิดที่พบว่าไม่เคยมีรายงานในประเทศไทย ได้แก่ *Conidiocarpus* sp. (ภาพที่ 2), *Curvularia prasadii* (ภาพที่ 5C), *Exserohilum prolatum, Phoma putaminum, Pythium rostratum* และ*Pythium helicoides* จากการศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อราในแต่ละฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างกันคือ ในฤดูฝนจะพบเชื้อรามากกว่าในฤดูอื่นเนื่องมาจากความชื้นในดินสูง และมีสภาพภูมิอากาศเหมาะแก่การเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของเชื้อรา โดยเฉพาะเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคพืชที่สำคัญ ได้แก่ *Fusarium, Pythium, Phoma* และ *Sclerotium* เป็นราที่พบมากในฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูทำการเพาะปลูก เชื้อรา *Fusarium, Pythium* นอกจากจะพบในฤดูฝนแล้วยังพบได้ในทุกฤดูกาล ซึ่งเป็นสิ่งที่เกษตรกรควรระวังไม่ปลูกพืชให้แน่นเกินไป หรือแนะนำให้ไถพรวนพลิกหน้าดินก่อนการเพาะปลูก จะช่วยลดความเสียหายที่เกิดจากเชื้อรา ส่วนชนิดของราที่พบในดินปลูกพืชทั้ง 6 ชนิดไม่มีความแตกต่างกัน



1 2

ภาพที่ 1-2. 1) รา *Colletotrichum gloeosporioides*; 1A) โคโลนีบนอาหาร PDA, 1B) appressoria, 1C-D) conidiophore&conidia (x640), 2) รา *Conidiocarpus* sp; 2A) โคโลนีบนอาหาร PDA, 2B) conidia(x500), 2C) synemata (x60), 2D) synemata (x200)



ภาพที่ 3-6. 3A-B) *Aspergillus melleus*, 3C-D) *A. parasiticus*, 3E) *A. erythrocephalus*, 3F-G) *A. versicolor*, 4 รา *Trichoderma harzianum*; 4A) โคโลนีบนอาหาร PDA, 4B) conidia (x1000) 4C-D) conidiophores&phialide (x500)&(x1000); 5A) *Curvularia lunata*, 5B) *C. eragrostidis*, 5C) *C. prasadii*; 6) รา *Neocosmospora vasinfecta*; 6A&D) ascomata (x200)&(x40) ตามลำดับ, 6B) ascus และ 6C) ascospores (x1000)

บทสรุป

จากการแยกและจำแนกชนิดเชื้อราในดินปลูกข้าวโพด งา ถั่วฟุม ปอแก้ว มันสำปะหลัง และอ้อย ที่สถานีทดลองพืชไร่สกลนคร จ. สกลนคร พบเชื้อราทั้งหมด 44 สกุล 102 ชนิด และราที่จำแนกชนิดไม่ได้จำนวน 1 ไอโซเลท ได้แก่ *Acremonium blochii, A. kiliense, A. mumorum, A. strictum, Acremonium* sp., *Acrophialophora fusispora, Aspergillus allahabadii, A. carneus, A. erythrocephalus, A. flavipes, A. flavus, A. fumigatus, A. japonicus, A. melleus, A. niger, A. parasiticus, A. terreus, A. versicolor, A. wentii, Chaetomium cupreum, C. globosum, C. indicum, C. minutum, Cladosporium cladosporioides,*

C. oxysporum, Colletotrichum gloeospo-rioides, Conidiocarpus sp., *Cunninghamella verticillata, Curvularia eragrostidis, C. lunata, C. prasadii, Emericella nidulans, Eupenicillium* sp., *Eurotium* sp., *Exserohilum holmii, E. prolatum, Fusarium chlamydosporum, F. eguiseti, F. oxysporum, F. semitectum, F. solani, Fusarium* sp., *Gliocladium penicilloides, Gliocladium* sp., *Gongronella butleri, Gonytrichum macrocladium, Humicola fuscoatra, H. grisea, Metarhizium anisopliae, Mono-dictys fluctuata, M. glauca, Myrothecium cinctum, M. jollymannii, M. roridum, Nectria viridescens, Nectria* sp., *Neocosmospora vesinfecta, Nigrospora sacchari, N. sphearica, Paecilomyces lilacinus, P. marquandii, Papula-spora* sp., *Penicillium citrinum, P. funiculosum, P. janthinellum, P. oxalicum, P. perpurogenum, P. restrictum, P. sacculum, Penicillium* sp., *Periconia tiratupatiensis, Pestalotiopsis guepinii, Phialophora* sp., *Phoma des-tructiva, P. eupyrena, P. putaminum, P. leveillei, Pyrenochaeta* sp., *Pythium aphanidermatum, P. deliense, P. graminicola, P. helicoides, P. myriothylum, P. oligandrum, P. rostratum, Rhinocladiella* sp., *Rhizopus oligo-sporus, Sclerotium rolfsii, Scolecobasidium constrictum, S. terreum, Stachybotrys atra* var. *microsporum, Syncephalastrum racemosum, Talaromyces* sp., *Thielavia terricola, Torula herbarum, Trichoderma hamatum, T. harzianum, T. koningii, T. pseudokoningii, T. virens, Westerdykella* sp. และ Unknown 1 ในจำนวนนี้มีเชื้อราที่พบในดินปลูกข้าวโพด 50 ชนิด ดินปลูกถั่วฟุ่ม 47 ชนิด ดินปลูกปอแก้ว 50 ชนิด ดินปลูกมันสำปะหลัง 47 ชนิด และดินปลูกอ้อย 41 ชนิด การแพร่กระจายของเชื้อราในแต่ละฤดูกาลพบเชื้อราในฤดูร้อน 50 ชนิด ในฤดูฝน 80 ชนิด ในฤดูหนาว 48 ชนิด และทั้งในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาวมี 31 ชนิด

จากการทดสอบการเกิดโรคของราดังกล่าว บนเมล็ดข้าวโพด งา ปอแก้ว และถั่วฟุ่ม โดยคัดเลือกเชื้อราจำนวน 3 สกุล13 ชนิด จำนวน 47 ไอโซเลท ได้แก่ *Fusarium chlamydosporum, F. equiseti, Fusarium* sp., *F. oxysporum. F. solani, F. semitectum, Pythium aphanidermatum, P. deliense, P. graminicola, P. helicoides, P. myriothylum, P. rostratum* และ *Sclerotium rolfsii* โดยทำการปลูกพืชลงในดินผสมเชื้อ ปรากฏว่าเชื้อราดังกล่าว ทำให้พืชทดสอบเป็นโรค 0-90 เปอร์เซ็นต์

ได้เก็บรักษาสายพันธุ์บริสุทธิ์ของเชื้อราจำนวน 103 ชนิด ไว้บน slant PDA ในดิน และในน้ำที่อบฆ่าเชื้อ ในพาราฟินเหลว และใน deep-freeze ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และที่หน่วยปฏิบัติการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรม และใช้ประโยชน์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540061

เอกสารอ้างอิง

จิระเดช แจ่มสว่าง, จินตนา ชะนะ, วรรณวิไล เกษนรา, เฉลิมลาภ ช่วยประสิทธิ์, สุพรรณี ชีววิริยะกุล, ธีรยุทธ ตู้จินดา, ศรปราชญ์ ธไนศวรรยางกูร, วุฒิชัย ญาณอรรถ, กัทลีวัลย์ สุขช่วย และสมนึก กายาผาด. 2535. การควบคุมโรคต้นแห้งของข้าวบาร์เลย์โดยวิธีคลุกเมล็ดด้วยผงมวลชีวภาพของรา *Trichoderma harzianum*. ข่าวสารศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง 6 (2): 4-8.

จิระเดช แจ่มสว่าง, วนิดา พงศ์ศักดิ์ชาติ และวรรณวิไล เกษนรา. 2534. การตรวจนับปริมาณเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ในดินโดยวิธีเจือจางดินและการใช้เหยื่อล่อ. วารสารเกษตรศาสตร์ 25: 39-45.

ดารา พวงสุวรรณ. 2535. การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 63 หน้า.

ธงชัย คัมภีร์. 2536. ปุ๋ยหมัก. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่อง "จุลินทรีย์และการประยุกต์ใช้" 19-25 กรกฎาคม 2536. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 19 หน้า.

พัฒนา สนธิรัตน, ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน, ธนวัฒน์ กำแหงฤทธิรงค์, วิรัช ชูบำรุง และอุบล คือประโคน. 2537. ดรรชนีโรคพืชในประเทศไทย. กลุ่มงานวิทยาไมโค กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 285 หน้า.

เลขา มาโนช, 2532. บทปฏิบัติการราในน้ำและดิน. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 140 หน้า.

วรรณวิไล เกษนรา. 2532. การควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. ในข้าวบาร์เลย์โดยชีววิธี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิเชียร กิจปรีชาวนิช, Seigo Sato, Masatoshi Matsumura และนภา โล่ห์ทอง. 2537. การแยกสกัดและย่อยสลายไซแลนในซังข้าวโพดด้วยเอนไซม์จากเชื้อรา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 67: 142-158.

วีรวัฒน์ นิลรัตนคุณ, วันเพ็ญ ศรีทองชัย และอาคม สุ่มมาตย์. 2537. การใช้ก๊าซรมข้าวโพดความชื้นสูงเพื่อป้องกันการเน่าเสียและการเกิดสารแอฟลาทอกซิน. นสพ. กสิกร 67 (5): 467-469.

สถานีทดลองพืชไร่สกลนคร. 2534. รายงานประจำปี. สถานีทดลองพืชไร่สกลนคร, สกลนคร. 34 หน้า.

สุภกิจ สุขใจมิตร, สืบศักดิ์ สนธิรัตน และสมชาย สุขกุล. 2531. การใช้ราในดิน *Paecilomyces lilacinus* ควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita* Chitwood, 1949) ศัตรูผักกาดหอม. วารสารโรคพืช 8: 84-90.

อาภรณ์ วงศ์วิจารณ์ และไตรวิทย์ รัตนโรจน์พงศ์. 2537. ลักษณะของกล้าเชื้อกับการเจริญและการผลิตกรดซิตริกของรา *Aspergillus niger*. วารสาร สจช. 17(2): 107-117.

อุบล คือประโคน, สมศักดิ์ เสียงก้อง, ธำรงศักดิ์ อาจหาญ, นิยม สุดเพราะ, อภิรัชต์ สมฤทธิ์, สุภาวดี สมัครประโคน, อภิชัย อยู่เอี่ยม, วัลลภ หนองคาย และศิริพร วรรณฉวี. 2535. ศึกษาการอยู่รอดของเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในดินปลูกส้มเขียวหวานในท้องที่ จ. ปทุมธานี, น. 13-18. ในรายงานผลงานวิจัย. กลุ่มงานวิทยาไมโค กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ADAMS, P. B. 1990. The potential of mycoparasite for biological control of plant disease. Ann. Rev. Phytopathology 28: 59-72.

DEACAN, J. W. 1997. Modern mycology, 3rd ed. Institute of Cell & Molecular Biology, University of Ediburgh. 303 p.

DOMSCH, K. H., W. GAMS AND T. H. ANDERSON. 1980. Compendium of soil fungi. I. 2nd Academic Press, London. 859 p.

DOMSCH, K. H., W. GAMS AND T. H. ANDERSON. 1993. Compendium of soil fungi. II. 2nd Academic Press, London. 405 p.

ELLIS, M. B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwelth Mycological Institute, England. 608 p.

ELLIS, M. B. 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwelth Mycological Institute, England. 507 p.

GOCHENAUR, S. 1964. A modification of the immersion tube method for isolating soil fungi. Mycologia 56: 921-923.

KOZAKIEWICZ, Z. 1995 b. *Aspergillus fumigatus*. IMI description of fungi and bacteria No. 1252. Mycopathologia 132: 45-46.

MANOCH, L. 1998. Biodiversity of soil fungi in Thailand,. In Proceedings of the Asia-Pacific mycological conference on biodiversity and biotechnology. July 6-9, 1998. pp. 6-139. Hua-Hin, Prachaup Khiri khan, Thailand.

MATSUSHIMA, T. 1989. Matsushima mycological memoirs No. 6. Published by The Author. Kobe, Japan 100 p.

NELSON, P. E., T. A. TOUSSOUN AND W.F.O. MARASAS. 1983. Fusarium species. An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press, University Park and London. 193 p.

PLAATS-NITERINK, A. T. VANDER. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. Centralbureau voor Schimmelcultures, Baarn. 242 p.

RAPER, K. B. AND D. I. FENNELL. 1965. The genus *Aspergillus*. The Williams & Wilkins, Bultimore, USA. 686 p.

RAPER, K. B. AND C. THOM. 1968. A mannual of the Penicillia. Hafner Publishing Company, New York and London. 875 p.

RIFAI, M. A. 1969. A revision of the genus *Trichoderma*. Mycological Papers, No. 116. Herbarium Bogoriense, Bogor, Java, Indonesia. 56 p.

SAMUELS, R. I., A. K. CHARNLEY AND S. E. REYNOLDS. 1988. The role of destruxins in the pathogenicity of 3 strains of *Metarhizium anisopliae* for the tobacco horn worm, *Maduca sexta*. Mycopathologia 104: 51-58.

SUTTON, B. C. 1992. The genus *Glomerella* and its Anamorph *Colletotrichum*In. BAILEY J. A. AND M. J. JEGER (eds.), *Colletotrichum* biology, pathogenecity and control. pp. 1-26. Redwood Press Ltd., Melksham, UK.

ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดราขนาดใหญ่ในบริเวณสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียว จังหวัดชลบุรี

รัตเขตร์ เชยกลิ่น และ พรรณี ฐิตาภิชิต

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ABSTRACT

BIODIVERSITY OF MACROFUNGI IN THE WILDLIFE SANCTUARY DEVELOPMENT AND RESERVATION EXTENSION STATION, KHAO KHEAW, CHONBURI

R. Choieklin and R. Dhitaphichit

Department of Apply Biology, Faculty of Science, King Mongkut Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

Surveys and collections of macrofungi, averaging 2-3 days per month, were conducted during the rainy season (May-October) of 1997 and 1998, in the areas of the Khao Kheaw Wildlife Sanctuary Development and Reservation Extension Station, Chonburi Province. A total of 267 samples were collected. Among these, 96 samples were identified to species (82 in Basidiomycetes, 12 in Ascomycetes and 2 in Myxomycetes), 107 samples to genus (38 genera) and 64 samples to family (8 families).

Key words: Basidiomycetes, Ascomycetes, Myxomycetes, macrofungi

บทนำ

เห็ดรา (fungi) เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่จัดอยู่ในอาณาจักรเห็ดรา (Kingdom Myceteae หรือ Fungi) เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบมีเพศและไม่มีเพศซึ่งวิธีที่สำคัญ คือ การสร้างสปอร์ มีเซลล์เป็นแบบ eukaryote มีทั้งชนิดเซลล์เดียวและหลายเซลล์ พวกที่มีหลายเซลล์จะมีรูปร่างเป็นแบบ filamentous ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารพวกไคตินเป็นส่วนใหญ่ บางชนิดมีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย (Alexopoulos and Mims, 1979) เห็ดราจัดเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง มีขนาดตั้งแต่เล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นจนถึงขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มนุษย์รู้จักเห็ดรามาหลายพันปีแล้ว โดยเฉพาะเห็ดราชั้นสูงพวกที่สร้างดอกเห็ดที่มีขนาดใหญ่ เช่น เห็ด (mushroom) ชนิดต่าง ๆ จากการศึกษาพบว่าชาวจีน, กรีก ได้นำเห็ดมาประกอบอาหารโดยแยกเห็ดออกจากไม้ และสามารถแยกได้ว่าชนิดใดเป็นพิษและไม่เป็นพิษ (นิวัฒ, 2526) เห็ดมีวิวัฒนาการสูงกว่าเห็ดราชนิดอื่น ๆ เห็ดราที่มีการสร้างดอกเห็ดขนาดใหญ่ ส่วนมากอยู่ในชั้น Basidiomycetes มีส่วนน้อยอยู่ในชั้น Ascomycetes ส่วนดอกเห็ดในชั้น Myxomycetes มีขนาดเล็กแต่ก็สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาเฉพาะเห็ดราขนาดใหญ่ที่มีการสร้างดอกเห็ด และที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ เห็ดราในชั้น Basidiomycetes (5 subclasses: Holobasidiomycetidae I-IV และ Phragmobasidiomycetidae), ชั้น Ascomycetes (3 subclasses: Hymenomycetidae II-IV) และชั้น Myxomycetes

พื้นที่ศึกษา

สถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียว ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาเขียว-เขาชมภู่ มีเนื้อที่ดำเนินการประมาณ 1,000 ไร่ ด้านทิศตะวันตก อยู่ในตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ทิศใต้หันหน้าเข้าหาอ่างเก็บน้ำบางพระและชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย บริเวณที่ตั้งสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียว มีลักษณะเป็นเนินเขาขนาดเล็กอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของเขาเขียว มีลำห้วยชันตาเถรไหลจากยอดเขาเขียวมาตามหุบเขาลงสู่อ่างเก็บน้ำบางพระทางด้านทิศตะวันตก สภาพภูมิประเทศโดยทั่ว ๆ ไปของป่าเขาเขียว-เขาชมภู่ ประกอบด้วยภูเขาใหญ่น้อยสลับซับซ้อนต่อกันเป็นแนวยาวจากทิศเหนือจรดทิศใต้ประมาณ 20 กม. ทอดตัวขนานกับถนนสุขุมวิท (บางนา-ตราด) และถนนเลี่ยงเมือง (ชลบุรี-แหลมฉบัง) ด้านหน้าหันเข้าหาทะเลทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย ด้านหลังติดอำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ทิศทางของทิวเขาวางตัวในแนวตะวันตก-ตะวันออก ขวางเส้นทางเดินของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ยอดเขาเขียว (ดอยลูกโหม่ง) เป็นยอดเขาที่สูงที่สุดในเทือกเขา

เขียว-เขาชมภู่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 798 เมตร เป็นป่าผืนสุดท้ายของจังหวัดชลบุรี และเป็นแหล่งต้นน้ำหลายสายที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำบางพระ ซึ่งนับได้ว่าเป็นเส้นเลือดใหญ่ของจังหวัดชลบุรี

ภูมิอากาศบริเวณสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียว มีอุณหภูมิตลอดทั้งปีเฉลี่ยประมาณ 27.9°C อุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 23.7°C และอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 32.2°C เทือกเขาเขียวอยู่ในแนวขวางกั้นเส้นทางเดินของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้การเปลี่ยนแปลงฤดูเป็นไปอย่างรวดเร็วและรุนแรง บางครั้งมีฝนฟ้าคะนองอย่างรุนแรงเกิดขึ้นด้วย ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีประมาณ 34%

ป่าไม้บริเวณสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียวแต่เดิมเป็นป่าดงดิบที่มีความชื้นสูง แต่ถูกบุกรุกเพื่อจับจองทำไร่ ภายหลังเมื่อจัดตั้งสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียว พื้นที่ไร่เดิมถูกทดแทนจนกลายสภาพเป็นป่าเบญจพรรณ มีพันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ประดู่, แดง, มะค่า, ตะแบก, ชิงชัน, มะขามป้อม, แสมสาร, มะขามขี้มอด, มะกอกป่า, มะกอกเลื่อม, สมอ, อุโลก, ขมิ้นต้น, โมกหลวง, สว้าน, อ้อยช้าง, แคทราย, ไผ่ไร่ ฯลฯ บริเวณซึ่งอยู่ริมห้วยและน้ำตกชันตาเถรซึ่งเดิมเป็นป่าดิบชื้นได้กลายเป็นป่าดิบแล้งเพราะอิทธิพลของการบุกรุกพื้นที่โดยรอบ ไม้ริมน้ำที่พบ ได้แก่ อีหลิก, ไทร สมพง, ตะแบก, กะเบากลัก, คางเครา ฯลฯ สูงขึ้นไปเป็นป่าดิบชื้นที่เป็นสภาพป่าดั้งเดิมของป่าเขาเขียว พันธุ์ไม้ที่พบส่วนใหญ่เป็นไม้จำพวก ตาเสือ, กะบก, พระเจ้าห้าพระองค์, กระท้อนป่า, ยาง, โมกเหลือง, พันธุ์ไม้พุ่ม และไม้ล้มลุกนานาชนิด

วิธีการ

1. ออกสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างเห็ดราในช่วงฤดูฝน เก็บตัวอย่างที่สมบูรณ์ และมีขนาดแตกต่างกันถ่ายภาพตัวอย่างเห็ดราที่ขึ้นอยู่ในธรรมชาติ สังเกตและบันทึกลักษณะการขึ้น (ขึ้นเดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม) และสิ่งแวดล้อมของตัวอย่างเห็ดรา เช่น ขึ้นอยู่บนต้นไม้, บนดิน หรือบนใบไม้ ฯลฯ ห่อและเก็บตัวอย่างอย่างระมัดระวังด้วยกระดาษไข หรือกระดาษหนังสือพิมพ์ จัดวางในตะกร้าหรือถังตื้น ๆ
2. เมื่อเก็บตัวอย่างได้มากพอจึงกลับที่พักหรือห้องปฏิบัติการถ้าเป็นเห็ดราในชั้น Basidiomycetes โดยเฉพาะ Order Agaricales (agarics) จะต้องทำสปอร์พิมพ์ เพื่อศึกษาสีของสปอร์พิมพ์ เนื่องจากเป็นลักษณะที่สำคัญลักษณะหนึ่งที่สามารถใช้ในการจัดจำแนก กลุ่มของเห็ดราได้ ศึกษาลักษณะภายนอก (macroscopical characters, ตามวิธีใน Watling, 1973; Miller, 1979) เช่น ลักษณะ ขนาดของส่วนประกอบต่าง ๆ ของดอกเห็ด, กลิ่น, การมีหรือไม่มีน้ำยาง (latex), สีของเนื้อเห็ด (flesh) ถ่ายภาพตัวอย่างเพิ่มเติมในห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างที่เก็บได้มาอบแห้งโดยใช้เครื่องอบตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่ได้ความร้อนจากหลอดไฟและมีการระบายความชื้นด้วยพัดลม ศึกษาลักษณะภายใน (microscopical characters, ตามวิธีใน Watling, 1973) จากตัวอย่างสดหรือตัวอย่างแห้งโดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์ที่มี eyepiece micrometer ที่เทียบค่าแล้วและมีอุปกรณ์วาดภาพติดตั้งอยู่ด้วย ให้หมายเลขประจำตัวอย่างเห็ดราแต่ละชนิด จากนั้นทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของเห็ดบางชนิดที่สนใจ และที่มีตัวอย่างสมบูรณ์ (ใช้ส่วนของเนื้อเยื่อข้างในระหว่างหมวกเห็ด (สด) กับส่วนของก้านดอก ในอาหารวุ้น PDA โดยทำตัวอย่างละ 2-3 ซ้ำ)
3. ศึกษาลักษณะภายใน (เพิ่มเติม) อย่างละเอียดจากตัวอย่างแห้งและพยายามจำแนกให้ละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้ (จนถึงชื่อชนิด) โดยอาศัยเอกสารอ้างอิงดังนี้: เกษม (2537), พรรณีและคณะ (2537), ราชบัณฑิตยสถาน (2539), Ainsworth (1961), Alexopoulos *et al.* (1979), Bakshi (1971), Dennis (1970), Hanlin (1992), Helmut *et al.* (1991), Imazeki (1994), Miller (1979), Moser (1978), Pegler (1986), Phillips (1981), และ Watling (1973)
4. จัดเก็บตัวอย่างแห้งอย่างเป็นระบบและเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์เห็ดรา
5. ทำการต่อเชื้อจากเส้นใยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ผลการวิจัย

ผลการสำรวจเห็ดราขนาดใหญ่ในเขตสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียว จังหวัดชลบุรี ในช่วงฤดูฝนปี 2540-2541 (พฤษภาคม-ตุลาคม) ได้ตัวอย่างที่สมบูรณ์ประมาณ 267 ตัวอย่าง ซึ่งในจำนวนนี้สามารถจัด

จำแนกถึงชนิด (species) ได้ 96 ตัวอย่าง จำแนกถึงสกุล (genera) ได้ 38 สกุล (107 ตัวอย่าง) ส่วนที่เหลือ จัดจำแนกได้ถึงวงศ์ (families) ได้ 8 วงศ์ (64 ตัวอย่าง) ส่วนขั้น (categories) ของการจำแนกประเภท (classification) ใช้หลักของการ Alexopoulos and Mims (1979) ซึ่งมีการจัดจำแนกเริ่มตั้งแต่ชั้น (class) จนถึงชนิด ตามลำดับ ดังนี้

1. Class Basidiomycetes

Subclass Holobasidiomycetidae I

Order Aphyllophorales

A. Family Schizophyllaceae มีอยู่ 1 สกุลและ 1 ชนิด คือ *Schizophyllum commune*

B. Family Polyporaceae จำแนกได้ถึงชนิด 20 ชนิด คือ *Amauroderma sericatum, A. rugosum, Daedaleopsis confragosa, Daedalea quercina, Earliella scabrosa, Favolus brasiliensis, Flavodon flavus, Hexagonia tenuis, Lenzites flaccida, L. sufferugineus, L. vespaceus, Microporus xanthopus, M. affinis, Phellinus applanatus, Polyporus arcularius, P. grammocephalus, P. tenuiculus, P. sulphureus, Thymenochaete rubiginosa, Tyromyces caesius* ส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุลมี 10 สกุล (19 ตัวอย่าง) คือ *Amauroderma, Flavodon, Hexagonia, Perreniporia, Phaeolus, Pharerochete, Phellinus, Polyporus, Poria, Serpula* และที่จำแนกได้แค่วงศ์มีอยู่ 4 ตัวอย่าง

C. Family Ganodermataceae มีอยู่ 1 สกุล คือ *Ganoderma* และจำแนกได้ถึงชนิดได้ 3 ชนิด คือ *G. applanatum, G. lucidum* และ *G. tsugae* ส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุลมี 2 ตัวอย่าง

D. Family Hydnaceae จำแนกได้ถึงชนิดมี 3 ชนิด คือ *Mycoacia uda* (*Hydnum udum*), *Stecchcrinum ocharaceum* และ *S. rhois* ส่วนที่จำแนกได้แค่วงศ์มีอยู่ 1 ตัวอย่าง

E. Family Hymenochaetaceae มีอยู่ 1 สกุล คือ *Hymenochaete* และจำแนกถึงชนิดได้ 2 ชนิด คือ *H. damaecornis* และ *H. mougeotii*

F. Family Thelephoraceae มีอยู่ 2 สกุล คือ *Thelephora* และ *Tomentella* ส่วนที่จำแนกได้ถึงชนิดมี 3 ชนิด คือ *Thelephora palmata, T. spiculosa* และ *Tomentella crinalis*

G. Family Stereaceae มีอยู่ 1 สกุล คือ *Stereum* และจำแนกถึงชนิดได้ 4 ชนิด คือ *S. fasciatum, S. hirsutum, S. lobatum* และ *S. ostrea*

H. Family Clavariaceae มีทั้งหมดในโลกนี้ 19 สกุล แต่พบในการศึกษาครั้งนี้ แค่เพียง 3 สกุล คือ *Clavaria, Scytinopogon* และ *Ramaria* และจำแนกได้ถึงชนิด 3 ชนิด คือ *C. inaequalis, S. angulisporus* และ *R. cyanocephala* ส่วนที่จำแนกได้แค่วงศ์ มี 9 ตัวอย่าง

Subclass Holobasidiomycetidae II

Order Agaricales

A. Family Agaricaceae พบเพียง 1 สกุล คือ *Agaricus* และจำแนกถึงชนิดได้ 3 ชนิด คือ *A. campestris, A. placomyces, A. silvaticus* ส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุลมี 1 สกุล คือ *Macrolepiota* sp.

B. Family Lepiotaceae พบเพียง 2 ชนิด คือ *Lepiota kornradii* และ *L. tomentella* ส่วนที่จำแนกถึงสกุลได้ 1 สกุล คือ *Lepiota* spp. (9 ตัวอย่าง)

C. Family Crepidotaceae มีทั้งหมด 2 สกุล แต่พบในการศึกษาครั้งนี้เพียง 1 สกุล คือ *Crepidotus* และจำแนกถึงชนิดได้ 2 ชนิด คือ *C. variabilis* และ *C. applanatus* ส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุลมี 1 สกุล คือ *Crepidotus* spp. (5 ตัวอย่าง)

D. Family Tricholomataceae จำแนกถึงชนิดได้ 11 ชนิด คือ *Dictyopanus gloeocystidiatus, Filoboletus manupularis, Marasmius androsaceus, M. congregatus, M. haematocephalus, M. purpureostriatus, M. siccus, Mycena pura, M. lilacifolia, Pleurotus sajor-caju* และ *Trogia infundibuliformis* ส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุลมี 10 สกุล (39 ตัวอย่าง) คือ *Clitocybe, Collybia, Favolaschia, Lentinus, Marasmellus, Marasmius, Mycena, Panus, Tricholosporium* และ *Trogia* และที่จำแนกได้แค่วงศ์มีอยู่ 1 วงศ์ (28 ตัวอย่าง)

E. Family Boletaceae มีทั้งหมด 5 สกุล แต่พบในการศึกษาครั้งนี้เพียง 1 สกุล คือ *Gyrodon* ซึ่งสามารถจำแนกได้ถึงชนิด คือ *G. merulioides* [*Boletinellus* (*Boletinus*) *meruliodes*]

F. Family Pluteaceae พบ 1 ชนิด คือ *Termitomyces robusta* ส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุลมี 1 สกุล คือ *Termitomyces* sp.

G. Family Hygrophoraceae พบ 1 ชนิด คือ *Hygrocybe firma*

H. Family Coprinaceae มีอยู่ 4 สกุล แต่พบ 2 สกุล คือ *Coprinus* และ *Psathyrella* ซึ่ง *Coprinus* สามารถจำแนกถึงชนิดได้ 5 ชนิด คือ *C. atramentarius, C. cinereus, C. micaceus, C. plicatilis* และ *C. silvaticus* ส่วน *Psathyrella* จำแนกได้แค่สกุลเท่านั้น และที่จำแนกได้แค่วงศ์มี 10 ตัวอย่าง

Subclass Holobasidiomycetidae III

Order Dacrymycetales สามารถจำแนกได้ถึงชนิด คือ *Calocera viscosa* เพียง 1 ชนิดเท่านั้น

Subclass Holobasidiomycetidae IV (Gasteromycetes)

Order Lycoperdales

A. Family Geastraceae (earthstars) มีเพียง 1 สกุล คือ *Geastrum* และจำแนกถึงชนิดได้ 6 ชนิด คือ *G. saccatum, G. coronatum, G. stipatatus, G. firbriatum, G. mirable* และ *G. sessile* ส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุลมี 1 สกุล (6 ตัวอย่าง)

B. Family Lycoperdaceae พบเพียง 1 สกุล คือ *Bovista* sp. (2 ตัวอย่าง)

Order Phallales

Family Phallaceae มีอยู่ 7 สกุล แต่พบเพียง 2 สกุล คือ *Dictyophora* และ *Mutinus* เท่านั้น ซึ่งสามารถจำแนกได้ถึงชนิด 2 ชนิด คือ *D. indusiata* และ *M. bambusinus*

Order Nidulariales (bird 's nest fungi)

Family Nidulariaceae มีทั้งหมด 2 สกุล แต่พบเพียง 1 สกุล คือ *Cyathus* ซึ่งสามารถจำแนกถึงชนิดได้ 2 ชนิด คือ *C. olla* และ *C. striatus*

Subclass Phragmobasidiomycetidae

Order Auriculariales

Family Auriculariaceae พบเพียง 1 สกุล คือ *Auricularia* ซึ่งสามารถจำแนกได้ถึงชนิด 5 ชนิด คือ *A. auricula, A. delicata, A. peltata, A. polytricha, A. tenuis* และส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุล มี 1 สกุล คือ *Auricularia* spp.

Order Tremellales (jelly fungi)

Family Tremellaceae พบเพียง 2 ชนิด คือ *Tremella elastica* และ *Pseudohydnum gε'atinosum* ส่วนที่สามารถจำแนกได้แค่วงศ์มีอยู่ 1ตัวอย่าง

2. Class Ascomycetes พบเพียง 1 subclass คือ Hymenoascomycetidae II

Subclass Hymenoascomycetidae II

Order Pezizales

Family Sarcoscyphaceae จำแนกถึงชนิดได้ 4 ชนิด คือ *Cookeina sulcipes, C. tricholoma, Sarcoscypha coccinea, Sarcosoma celebica* และ *Plactania nanfeldtii* ส่วนที่สามารถจำแนกได้ถึงแค่สกุลมี 1 สกุล คือ *Peziza* (1 ตัวอย่าง)

Order Xylariales

Family Xylariaceae พบเพียง 2 สกุล คือ *Xylaria* และ *Daldinia* ส่วนที่สามารถจำแนกได้ถึงชนิดมีอยู่ 7 ชนิด คือ *D. concentrica, X. obovata, X. anisopleura, X. grammica, X. hypoxylon, X. polymorpha* และ *X. tentaculuta*

Order Sphaeriales

Family Hypocreaceae พบเพียง 1 ชนิดเท่านั้น คือ *Nectria cinnabarina*

Order Helotiales

Family Orbiliaceae พบเพียง 1 สกุลเท่านั้น คือ *Orbilia* sp.

3. Class Myxomycetes

Order Liceales

Family Cribrariaceae พบเพียง 1 ชนิด เท่านั้น คือ *Cribaria microcarpa*

Order Trichiales

Family Trichiaceae พบเพียง 1 ชนิด เท่านั้น คือ *Arcyria cinerea*

บทวิจารณ์

ในการสำรวจเห็ดราขนาดใหญ่นั้น มีอุปสรรคในการทำงานค่อนข้างมากเนื่องจากตัวอย่างเห็ดราที่เก็บได้ต้องทำการจดบันทึกลักษณะภายนอก และทำสปอร์พิมพ์ให้เสร็จภายในวันที่ทำการเก็บตัวอย่างก่อนที่ตัวอย่างจะแห้งหรือเน่าเปื่อยไป เห็ดราบางชนิดเมื่อแห้งจะมีสีเปลี่ยนแปลงไปจากเมื่อตอนสดอย่างมาก ทำให้เกิดความผิดพลาดในการจำแนกได้ง่ายหรือเห็ดราบางชนิดเป็นอาหารของหนอนและแมลงบางชนิด จึงต้องทำการอบแห้งเพื่อฆ่าหนอนและแมลงที่กินดอกเห็ดเพื่อจะได้เก็บตัวอย่างไว้ศึกษาลักษณะภายในต่อไป ในกรณีที่เก็บตัวอย่างได้มากๆ อาจไม่สามารถทำงานให้เสร็จได้ทันก่อนที่เห็ดจะเน่าเปื่อย ประกอบกับงานทางด้านอนุกรมวิธานเป็นงานที่ต้องใช้เวลาและเงินทุนมากรวมทั้งการทำงานยังต้องพึ่งพาสภาพดินฟ้าอากาศด้วย จึงทำให้มีผู้ที่สนใจทำงานเกี่ยวกับการสำรวจเห็ดราขนาดใหญ่มีน้อย

บทสรุป

ผลการสำรวจพบเห็ดราขนาดใหญ่ 267 ตัวอย่าง ในจำนวนนี้สามารถจำแนกจนถึงชนิดได้ 96 ตัวอย่าง และเป็นเห็ดราในชั้น Basidiomycetes 82 ตัวอย่าง, ชั้น Ascomycetes 12 ตัวอย่าง และชั้น Myxomycetes 2 ตัวอย่าง ส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุลมี 38 สกุล (107 ตัวอย่าง) เป็นเห็ดราในชั้น Basidiomycetes 34 สกุล (85 ตัวอย่าง), ชั้น Ascomycetes 2 สกุล (20 ตัวอย่าง) และชั้น Myxomycetes 2 สกุล (2 ตัวอย่าง) ส่วนที่เหลือเป็นพวกที่จำแนกได้แค่วงศ์มี 8 วงศ์ (64 ตัวอย่าง)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนส่วนหนึ่งจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541034

เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง. 2537. เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. ศิริธรรมออฟเซ็ต, อุบลราชธานี.

นิวัฒ เสนาะเมือง. 2526. เห็ดราวิทยา. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

พรรณี ฐิตาภิชิต, งามนิจ นนทโส และลำอาง หอมชื่น. 2537. การสำรวจและการจัดจำแนกเห็ดจำพวก *Agarics* ในเขตวนอุทยานแห่งชาติเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารวิทยาศาสตร์ ม.ก. ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2537. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

AINSWORTH, G. C. 1961. Dictionary of the Fungi. 5th ed. Butler & Tanner Ltd., London.

ALEXOPOULOS, C. J. AND C. W. MIMS. 1979. Introductory Mycology. 3rd ed. John Wiley & Sons, New York.

BAKSHI, B. K. 1971. Indian Polyporaceae (on Trees and Timber). Hoe & Co., New Delhi.

DENNIS, R. W. G. 1970. Fungus Flora of Venezuela and Adjacent Countries. HMSO Publication Centre, London.

HANLIN R. T. 1992. Illustrated Genera of Ascomycetes. 3rd ed. The American Phytopathological Society, Minnesota.

HELMUT AND R. GRUNERT. 1991. Field Guide to the Mushrooms of Britain and Europe. The Crowood, Marlborough Wiltshire.

IMAZEKI, R. 1994. Fungi of Japan. Yama - Kei Publishers, Tokyo.

MILLER, O. K. Jr. 1979. Mushroom of North America. E.P. Dutton, New York.

MOSER, M. 1978. Keys to *Agarics* and *Boleti*. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

PEGLER, D. N. 1986. Agaric Flora of Sri Lanka. HMSO Publication Centre, London.

PHILLIPS, R. 1981. Mushrooms and Other Fungi of Great Britain and Europe. Toppan Printing Company Ltd., Hong Kong.

WATLING, R. 1973. Identification of the Large Fungi. Hulton Educational Publications Ltd., Raans Road, Amersham, Bucks.

การสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์ราในป่าจาก

อภิรดี ปิลันธนภาคย์ และ วาสนา ศรีบุญธรรม
ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ. เมือง ชลบุรี 20131

ABSTRACT

SURVEY AND COLLECTION OF FUNGI IN *NYPA* PALM

A. Pilantanapak and W. Sriboontum
Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University, Muang District, Chonburi 20131

The biodiversity of fungi on *Nypa fructicans* was studied in 5 provinces; Chacheungsao, Chantaburi, Samutrprakarn, Samutrsongkram and Samutrsakorn. Approximately 1,200 samples from fronds and leaves of *Nypa* stands in the intertidal region or of those which had fallen into the water were examined. A total of 95 fungal species were recorded; 68 Ascomycota and 27 Mitosporic fungi. Fifty fungi were able to be isolated as pure cultures (240 isolates) and were maintained at the Biotec Culture Collection. *Linocarpon* spp. and *Astrosphaeriella striataspora* were the most frequnt fungi from almost every sampling site (12 sites). *Linocarpon, H. appendiculatum* was the most freqeuntly occurring fungus. Most fungal species collected from each province were similar.

Key words: fungi, *Nypa* palm, culture collection

บทนำ

ป่าจาก เป็นระบบนิเวศที่พบในประเทศเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนของโลก พบได้ตั้งแต่เขตชายป่าของป่าชายเลนปากแม่น้ำจนกระทั่งที่ลึกเข้าไปจากแม่น้ำหลายกิโลเมตร ระดับความเค็มของน้ำจึงแตกต่างกันตั้งแต่ความเค็มใกล้เคียงกับน้ำทะเลจนถึงน้ำจืด

จาก มีชื่อทั่วไปว่า ไนพา (Nypa) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Nypa fruticans* เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อแก่มาก ๆ ก้านใบจะหักและหล่นลงแช่น้ำในเขตน้ำขึ้นน้ำลง สารอาหารประกอบกับปัจจัยทางกายภาพในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ส่งเสริมให้มีการเจริญของราชั้นสูงหลายชนิด แต่จากเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ในขณะที่พืชในป่าชายเลนส่วนใหญ่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ จึงเชื่อกันว่าราที่พบอาจแตกต่างกัน (Hyde, 1991) การศึกษาราจากต้นจากเริ่มทำอย่างจริงจัง โดย Hyde (1988) ต่อมาจึงได้มีรายงานการค้นพบราจากป่าจากเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ Hyde (1992) ได้รายงานการพบราจาก ป่าในบริเวณจากอ่าวพังงา ประเทศไทย 43 ชนิด โดย 51% เป็น *Linocarpon appendiculatum*

ปัจจุบันพื้นที่ป่าจากในประเทศไทยได้ลดลงอย่างมาก สาเหตุเนื่องมาจากการขยายตัวของเขตเมืองและการขยายตัวของนากุ้ง ซึ่งก่อให้เกิดการรุกรานป่าจาก นอกจากนี้มลพิษที่เพิ่มมากขึ้น ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศยังมีผลให้ราจากป่าจากที่อาจเป็นประโยชน์หลายชนิดสูญพันธุ์หรือเปลี่ยนแปลงไป การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งรวบรวมสายพันธุ์ราจากป่าจากตลอดจนทำการศึกษาชนิด และแหล่งที่อยู่ของราจากป่าจากก่อนที่ป่าจากและราจากป่าจากจะหมดไป สายพันธุ์ที่เก็บรวบรวมไว้ยังสามารถนำไปตรวจหาสารออกฤทธิ์ชีวภาพที่น่าสนใจในภายหลัง

พื้นที่ศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณที่มีจากขึ้นเป็นบริเวณกว้าง มีน้ำท่วมถึงในเขตน้ำขึ้นน้ำลง พื้นที่อาจอยู่ติดต่อกันหรืออยู่กระจายเป็นหย่อม ๆ โดยเลือกเก็บในจังหวัดเขตภาคกลาง และภาคตะวันออก รวม 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา จันทบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร

วิธีการ

ทำการเก็บตัวอย่างส่วนที่เป็นลำต้น กิ่งก้าน ใบ ดอก และผลของต้นจากในเขตพื้นที่ที่ศึกษาจำนวน 16 แหล่ง ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 แหล่งละประมาณ 50-80 ตัวอย่าง วัดความเค็ม และ pH ของน้ำบริเวณที่เก็บตัวอย่าง บันทึกรายละเอียดของสถานที่เก็บตัวอย่าง เวลาเก็บตัวอย่าง ปัจจัยทางกายภาพของแหล่งเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 1) นำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกที่สะอาดกลับมาศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยนำตัวอย่างมาตรวจสอบชนิดรา

ที่เจริญ จากลักษณะฟรุตติง บอดี ลักษณะของสปอร์และแอสไซภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ถ้าเชื้อรายังอ่อนอยู่จะทำการบ่มต่อที่อุณหภูมิ 22-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 สัปดาห์ แล้วจึงนำมาศึกษาอีกครั้งหนึ่ง

ตารางที่ 1. สถานที่เก็บตัวอย่าง เวลาที่เก็บตัวอย่าง และปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำ

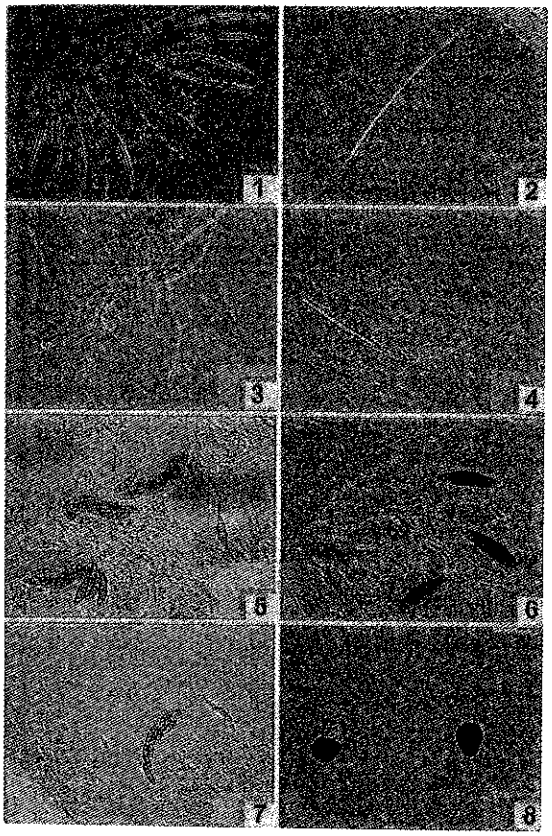
สถานที่เก็บ	รหัส	เวลาเก็บ	ลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำ	
			ความเค็ม	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง
จ. ฉะเชิงเทรา				
อ. บางปะกง	BP	ก.ค. 2540	28	8-8.5
		พ.ย. 2540	28	8-8.5
อ. แปดริ้ว	PR	ก.ค. 2540	0	6.5-7
		พ.ย. 2540	0	7
จ. จันทบุรี				
อ. ท่าใหม่ (คลองขุด)	JB	ส.ค. 2540	7	7
อ. ท่าใหม่ (คลองวัดตาสังข์)	JM	ก.พ. 2541	2	7
อ. ท่าใหม่ (คลองสวัสดิ์ชัย)	JK	ก.พ. 2541	35	7-7.5
อ. ท่าใหม่ (คลองวังโตนด)	JT	ก.พ. 2541	35	7
อ. เมือง (คลองน้ำใส)	JA	ก.ค. 2541	ND	ND
จ. สมุทรปราการ				
อ. เมือง (บางปูเก่า)	SP	ส.ค. 2540	20	7.5-8
อ. เมือง (ปากน้ำ)	SPP	ก.ย. 2540	15	7
		ม.ค. 2541	16	7
อ. บางบ่อ (คลองด่าน)	SPK	ก.ย. 2540	17	7-7.5
จ. สมุทรสงคราม				
อ. เมือง (คลองบางจะเกร็ง)	SSK	ต.ค. 2540	0	7-7.5
		พ.ค. 2541	2	7-7.5
		ก.ค. 2541	0	7
อ. เมือง (ซอยกำนันเยี่ยม)	SSK	ก.ค. 2541	5	7
อ. เมือง (คลองผีหลอก)	Kph	พ.ค. 2541	0	7
อ. อัมพวา (คลองบางแค)	KKM	พ.ค. 2541	0	7
อ. บางคนที (คลองยายแรม)	KYM	พ.ค. 2541	0	7
จ. สมุทรสาคร				
อ. เมือง (คลองผ่านซื่อ)	TC	ก.ค. 2541	13	7

การเก็บรวบรวมสายพันธุ์รา

ทำการเพาะเลี้ยงราที่พบแตกต่างกันในแต่ละแหล่ง ให้เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA หรือ CMA ที่ผสมน้ำทะเล สารปฏิชีวนะสเตรปโตมัยซิน ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และเพนนิซิลินจี ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อได้สายพันธุ์บริสุทธิ์แล้วส่งไปเก็บรักษาไว้ที่ศูนย์เก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ (BCC) เพื่อเก็บเป็นเชื้อต้นตอไว้ทำการศึกษาต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาเชื้อราจากตัวอย่างทั้งหมดประมาณ 1,200 ตัวอย่าง พบเชื้อราทั้งหมด 95 ชนิด เป็น Ascomycetes 68 ชนิด Mitosporic 27 ชนิด เชื้อราที่พบกระจายมาก 10 อันดับแรก แสดงในตารางที่ 2 ราที่พบมากที่สุดเรียงตามลำดับ มีดังนี้ *Linocarpon appendiculatum* (12 แหล่ง) *Astrosphaeriella striataspora* (12 แหล่ง) *Linocarpon nipae* (10 แหล่ง) *Astrosphaeriella striataspora* ? (9 แหล่ง) *Trichocladium linderi* (9 แหล่ง) รูปร่างลักษณะของราทั้ง 5 ชนิด แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1. ลักษณะของราภายใต้กล้องจุลทรรศน์: 1), 2) *Linocarpon appendiculatum*; 3), 4) *Linocarpon nypae*; 5), 6) *Astrosphaeriella striataspora*; 7) *Astrosphaeriella striataspora* ?; 8) *Trichocladium linderi* (ภาพซ้ายมือ กำลังขยาย 20x ภาพขวามือ กำลังขยาย 40x)

การจำแนกและเก็บรวบรวมสายพันธุ์รา

สามารถจำแนกราในเบื้องต้นได้ทั้งหมด 63 ชนิด จากทั้งหมด 95 ชนิด และสามารถรวบรวมสายพันธุ์ราโดยทำการเพาะเลี้ยงจากสปอร์เดี่ยวของราที่สนใจซึ่งพบแตกต่างกันในแต่ละแหล่งบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ผสมน้ำทะเลความเค็ม 28 ppt ได้ทั้งหมด 50 ชนิด จำนวน 240 ไอโซเลท รายละเอียดของสายพันธุ์ต้นตอ แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2. ชนิดของราบนส่วนต่าง ๆ ของต้นจากที่พบกระจายมาก 10 อันดับแรก ในเขต 5 จังหวัดของเขตภาคกลางและภาคตะวันออก

เชื้อรา	จำนวนแหล่งที่พบ	แหล่งที่พบ
Astrosphaeriella striataspora	12	BP, PR, JM, JT, SP, SPP, SPK, SSK, Kph, KKM, KYM, TC
Linocarpon appendiculatum	12	BP, PR, JM, JT, JA, SP, SPP, SPK, SSK, KKM, KYM, TC
Linocarpon nipae	10	BP, PR, JB, JK, JT, SPK, SSK, KKM, KYM, TC
Astrosphaeriella striataspora ?	9	BP, PR, JK, JT, SP, SPP, SPK, SSK, TC
Trichocladium linderi	9	BP, PR, JM, JT, JA, SPP, SSK, KYM, TC
Frondicola like sp.	8	BP, PR, JB, JM, JT, SP, SSK, TC
Lignincola laevis	8	BP, PR, JB, JT, JA, SPP, SSK, TC
Oxydothis sp. 1	8	BP, PR, JB, JK, JT, SSK, KYM, TC
Tirisporella beccariana	8	BP, PR, JK, SPP, SPK, SSK, KKM, KYM
Verruculina enalia	7	BP, JA, SP, SPP, SPK, SSK, TC

ตารางที่ 3. ชนิดและจำนวนสายพันธุ์ของราจากป่าจากที่เก็บรวบรวมไว้เป็นเชื้อต้นตอ

เชื้อรา	จำนวนสายพันธุ์	เชื้อรา	จำนวนสายพันธุ์
Aniptodera chesapeakensis	3	*Oxydothis* sp. 1	1
Aniptodera sp. 1	2	*Oxydothis* sp. 2	3
Aniptodera sp. 2	3	*Oxydothis* sp. 3	1
Anthostomella sp. 1	3	*Pestalothia* sp.	1
Anthostomella sp. 2	1	*Phaeosphaeria* sp.	1
Anthostomella sp. 4	1	*Pleospora* sp.	2
Astrosphaeriella nypae?	2	*Roselllnia* sp.	4
Astrosphaeriella striataspora	9	*Saccardoella* sp.	1
Astrosphaeriella striataspora ?	8	*Salsuquinea* sp.	1
Dictyosporium elegans	3	*Tetraploa* sp.	1

ตารางที่ 3. (ต่อ)

เชื้อรา	จำนวนสายพันธุ์	เชื้อรา	จำนวนสายพันธุ์
Dictyosporium heptasporum	1	*Tirisporella beccariana*	4
Diploidia sp.	1	*Trematosphaeria mangrovei*	3
Fasciatispora sp.	2	*Trichocladium linderi*	2
Frondiocola like sp. 1	1	*Tubeufia* sp.	1
Fusarium sp.	1	*Verruculina enalia*	5
Helicascus nypae	4	*Zalerion varium*	2
Leptosphaeria peruviana	1	*Zopfiella marina*	1
Leptosphaeria sp. 1	3	*Zopfiella* sp.	1
Leptosphaeria sp. 2	3	*Ascomycete* sp. 1	1
Lignincola laevis	2	*Ascomycete* sp. 2	1
Lineolata sp.	1	*Ascomycete* sp. 6	1
Linocarpon appendiculatum	4	*Ascomycete* sp. 7	1
Linocarpon nipae	2	*Ascomycete* sp. 14	1
Lophiostroma mangrovei	1	*Ascomycete* sp. 18	1
Massarina sp.	1	*Ascomycete* sp. 20	1

บทสรุปและวิจารณ์

ราจากป่าจากที่พบเป็นราชั้นสูงในกลุ่ม Ascomycetes และ Mitosporic fungi โดยพบ Ascomycetes 68 ชนิด Mitosporic fungi 27 ชนิด *Linocarpon appendiculatum*, *L. nipae*, *Astrosphaeriella striataspora* และ *Trichocladium inderi* เป็นราที่พบเป็นราหลัก โดยพบกระจายในแหล่งต่าง ๆ แทบทุกแหล่ง *L. appendiculatum*, *L. nipae*, และ *A. striataspora* เป็นราที่มีรายงานว่าพบบ่อยจากต้นจากในบรูไนและประเทศไทย ส่วน *Trichocladium linderi* ไม่ได้รายงานไว้ (Hyde, 1992)

เชื้อ *A. striataspora* ที่พบในการศึกษานี้มีลักษณะต่างกัน 2 ลักษณะ โดย *A. striataspora* จะมีขนาดสปอร์อยู่ระหว่าง 31-38 x 6-9 ไมโครเมตร (Hyde, 1988; Hyde, 1992) แต่จากการศึกษานี้พบบางสายพันธุ์มีขนาดใหญ่กว่าที่เคยมีผู้รายงานไว้เล็กน้อย เชื้อราที่คล้าย *A. striataspora* (*A. striataspora*?) มีลักษณะหลาย ๆ อย่างคล้าย *A. striataspora* แต่มีขนาดสปอร์ที่เล็กกว่า คือ มีขนาดอยู่ระหว่าง 18.5-27 x 4-6 ไมโครเมตร และลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ต่างจาก *A. striataspora* โดย *A. striataspora* จะให้โคโลนีสีน้ำตาลหรือดำ มักจะให้ pigment น้ำตาลแดง ขณะที่เชื้อที่สงสัยว่าเป็น *A. striataspora* ให้โคโลนีสีน้ำตาลอ่อนอมชมพู ไม่สร้าง pigment อย่างไรก็ตาม เนื่องจากขนาดสปอร์ของ *A. striataspora* ตามที่มีผู้ได้รายงานไว้มีความแตกต่างกันมากพอสมควร ประกอบกับลักษณะโคโลนีไม่ใช่ลักษณะที่เพียงพอในการจำแนกชนิดเชื้อรา จึงยังไม่สามารถสรุปแน่นอนว่าเชื้อที่คล้าย *A striataspora* แต่สปอร์เล็กกว่านี้เป็น *A. striataspora* หรือไม่

Linocarpon เป็นราตระกูลหนึ่งที่มีรายงานมากในพืชตระกูลปาล์มรวมทั้งต้นจาก *Linocarpon* ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มี 3 สปีชีส์ ลักษณะที่เห็นได้ชัด คือ ฟรุตติงบอดีเป็นสโตรมาที่มี 1 แอสโคคาร์ป มีสีดำ รูปโดม ด้านฐานเรียบ มีปากเปิดและจุกตรงกลาง เกิดจากชั้นใต้เปลือกไม้ ให้คลายเปียสสีดำ แอสไซไม่ติดสี melzer' reagent การจำแนกสปีชีส์ดูจากลักษณะ spore, appendage, จำนวน appendage, และลักษณะปลายแอสคัสซึ่งเป็น ring like apical apparatus แต่ก็สามารถใช้ลักษณะอื่น ๆ ร่วมด้วยเนื่องจากเป็นลักษณะที่เห็นได้ชัดเจนกว่า

Linocarpon appendiculatum มี appendage ที่ปลายหนึ่งของสปอร์ ลักษณะ appendage ของปลายข้างหนึ่งเรียบ ข้างหนึ่งพอง แอสไซไม่มีสี ตรงหรือโค้งเล็กน้อย สปอร์ในแอสคัสไม่พันกันเป็นเกลียว

L. nipae มี appendage รูปหยดน้ำ (drop appendage) ที่ปลายหนึ่งของสปอร์ แอสไซถ้าอยู่เป็นกลุ่มเห็นเป็นสีเหลือง สปอร์โค้งและพันกันเป็นเกลียวในแอสไซ

L. bipolaris สปอร์มี appendage ที่ปลายทั้งสองข้างคล้าย *L. pandani* แต่สปอร์ยาวกว่า คือ มีขนาดประมาณ 90-139 x 2-3 ไมโครเมตร ขณะที่ *L. pandani* สปอร์มีขนาด 62-80 x 2-4 ไมโครเมตร (Hyde, 1988; Hyde, 1992b)

ประมาณครึ่งหนึ่งของราที่ตรวจพบ เป็นราที่พบได้มากกว่า 1 แหล่ง ขณะที่อีกครึ่งหนึ่งพบครั้งเดียวในบางแหล่ง ลักษณะทางกายภาพของน้ำและสภาพภูมิศาสตร์ของแหล่งตัวอย่าง ไม่มีความสัมพันธ์ชัดเจนกับชนิดราที่ตรวจพบ เนื่องจากส่วนใหญ่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นความเค็ม แต่ความเค็มอาจไม่มีผลต่อราจากป่าจากมากนัก เนื่องจากราป่าจากต้องสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมได้ดี เพื่อให้สามารถเจริญอยู่กับต้นจาก ซึ่งพบในสภาวะแวดล้อมที่มีความเค็มต่างกันมาก เห็นได้จากการที่สามารถพบป่าจากได้ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงตั้งแต่ปากแม่น้ำ ซึ่งมีความเค็มใกล้เคียงกับน้ำทะเลจนกระทั่งลึกเข้าไปในแผ่นดินที่มีความเค็มใกล้เคียงกับน้ำจืด ตัวอย่างที่ได้จากการศึกษานี้เก็บในช่วงน้ำลงซึ่งเป็นช่วงที่น้ำทะเลไหลลงทะเล โดยค่าความเค็มของน้ำในช่วงน้ำขึ้นจะสูงกว่าในช่วงน้ำลงได้ถึง 20% ราที่พบในการศึกษาครั้งนี้หลายชนิดมีรายงานว่าอาจพบเฉพาะบนต้นจาก คือมีความจำเพาะต่อต้นจาก บางพวกมีรายงานว่าเป็นราทะเล ได้แก่ *Lulworthia grandispora, Leptosphaeria australiensis, Lignincola laevis* (Hyde, 1988; Hyde, 1992; Kohmeyer, 1979)

จากการทดลองเลี้ยงเชื้อราจากป่าจากบนอาหารเลี้ยงเชื้อพบว่า ส่วนใหญ่เจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมน้ำทะเล โดยในการทดลองนี้พบว่าการผสมน้ำทะเลความเค็มประมาณ 28 ppt แทนน้ำกลั่นในการเตรียมอาหารจะทำให้เชื้อราเจริญได้ดีที่สุด ถึงแม้ว่าราที่นำมาเลี้ยงจะมาจากแหล่งน้ำที่มีความเค็มเท่าใดก็ตามและไม่ว่าจะเป็นราที่เจริญช้าหรือเจริญเร็ว PDA เป็นอาหารที่เชื้อราส่วนใหญ่เจริญเร็ว และให้เส้นใยที่มีมวลสูง ส่งเสริมการผลิตรงควัตถุ ในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้ PDA ที่ผสมน้ำทะเล 28 ppt เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อราจากป่าจากเพื่อเก็บรักษาเป็นเชื้อต้นตอ

ได้ทำการเพาะเลี้ยงราที่พบในแต่ละแหล่งตัวอย่างเป็นตัวแทนกลุ่ม ส่งไปเก็บรักษาที่ศูนย์เก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์โดยสามารถเก็บไว้ได้ทั้งหมด 50 ชนิด 240 ไอโซเลท ราทั้งหมดที่ส่งไปเป็นราที่ได้จากการเพาะเลี้ยงสปอร์เดี่ยว ทั้งนี้เพื่อให้ได้ลักษณะสายพันธุ์บริสุทธิ์มีลักษณะทางพันธุศาสตร์ที่คงที่ ง่ายต่อการนำไปศึกษาในโอกาสต่อไป

จากการทดลองเลี้ยงราจากป่าจาก 66 ชนิด พบว่ามีเพียง 10 ชนิด ที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ อย่างไรก็ตาม ราที่เพาะเลี้ยงไม่ได้ ส่วนใหญ่ได้ทำการทดลองเลี้ยงเพียงครั้งเดียวและสายพันธุ์เดียว เนื่องจากเป็นราที่ไม่ค่อยพบ จึงไม่สามารถสรุปได้ว่า โดยธรรมชาติรานั้นเป็นราที่ไม่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ อาหารเลี้ยงเชื้อไม่เหมาะสม หรือเป็นเพราะสปอร์ที่นำมาเลี้ยงไม่อยู่ในช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับการงอก ราหลายชนิดที่ไม่อยู่ในช่วงอายุที่เหมาะสมไม่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ แต่เมื่อนำสายพันธุ์อื่นมาเลี้ยงหรือทดลองเลี้ยงซ้ำ ก็พบว่าทำให้ราเจริญได้ *Oxydothis* sp. 1 เป็นราที่พบว่าเลี้ยงค่อนข้างยาก จากการทดลองเลี้ยง 9 สายพันธุ์ มี 2 สายพันธุ์ที่สามารถเจริญได้ *Linocarpon* เป็นราที่เลี้ยงค่อนข้างยากเจริญช้า แต่พบว่าในกรณีของ *L. appendiculatum* ถ้าเลี้ยงโดยใช้อาหาร CMA จะให้เส้นใยที่ฟูและเจริญดีซึ่งต่างจากราส่วนใหญ่ที่เจริญดีบน PDA

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 140005

เอกสารอ้างอิง

HYDE, K. D. 1988. The genus *Linocarpon* from the mangrove palm *Nypa fruticans*. Trans. Mycol. Soc. Japan 29: 339-350.
HYDE, K. D. 1991. A new amphisphaeriaceous fungus from intertidal fronds of *Nypa fruticans*. Trans. Mycol. Soc. Japan. 32: 265-271.
HYDE, K. D. 1992. Fungi from decaying intertidal fronds of *Nypa fruticans* including three new genera and four new species. Bot. J. Linn. Soc. 110: 95-110.
HYDE, K. D. 1992b. Fungi from palm I, the genus *Linocarpon*, a revision. Sydowia 44: 32-54.
KOHLMEYER J. AND B. KOHLMEYER. 1979. Marine mycology, the higher fungi. Academic Press, New York. 690 p.

ชนิดและปริมาณของราในดิน น้ำ และพืชภายใต้แปลงปลูกสัก ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี

สุจิตรา โกศล[1], เลขา มาโนช[2], นิพนธ์ ตั้งธรรม[1] และ สามัคคี บุณยะวัฒน์[1]

[1]ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

SPECIES AND QUANTITY OF FUNGI IN SOIL WATER AND PLANTS UNDER A TEAK PLANTATION, LINTHIN WATERSHED, KANCHANABURI PROVINCE

S. Koosol[1], L. Manoch[2], N. Tungtham and S. Boonyawat[1]

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

A study on species and quantity of microfungi in soil, water and plants under a teak plantation in the Linthin watershed, Kanchanaburi Province was conducted. Samples of soil, water, fresh teak leaves and plant residues were collected from a 5 year old teak plantation in April and September 1996 and January 1997. The dilution plate method and Gochenaur's glucose ammonium nitrate agar were used. Identification was based on macroscopic and microscopic characteristics as observed on artificial media and under stereo and compound microscopes. The results revealed that 42 genera and 101 species of microfungi were found including 9 species of Ascomycetes (*Chaetomium venezulens, Emericella nidulans, E. variecolor, Hamigera avellanea, Nectria haematococca, N. ochroleuca, Neocosmospora vasinfecta, Neosartoya fischeri* and *Thielavia terricola*), 2 species of Coelomycetes (*Colletotrichum* sp. and *Pestalotiopsis* sp.), 52 species of Hyphomycetes (*Acremonium polychromum, Arthrinium sacchari, Aspergillus flavipes, A. flavus, A. fumigatus, A. japonicus, A. petrakii, A. restrictus, A. sclerotiorum, A. sulphureus, A. terreus, A. ustus, A. versicolor* group, *Beauveria brongniartii, Cladosporium cladosporioides, Curvularia clavata, C. lunata, C. pallescens, Dictyoarthrinium* sp., *Fusarium solani, F. semitectum, F. oxysporum, Gliocladium penicilloides, G. roseum, Gonytrichum macrocladum, Humicola fuscoatra, Mariannaea elegans, Memnoniella echinata, M. subsimplex, Metarrhizium anisopliae, Monodictys castaneae, Myrothecium leucotrichum, M. roridum, Paecilomyces carneus, P. lilacinus, P. marquandii, P. variotii, Penicillium chermesinum, Penicillium citreo-viride, Periconia cookii, Pithomyces maydicus, Scopulariopsis brumptii, Sesquicillium candelabrum, Spegazziania lobulata, Stachybotrys* state of *Melanopsamma pomiformis, Stilbell annulata, S. fimetaria, Trichoderma pseudokoningii, Verticillium albo-atrum, V. chlamydosporium, Volutella ciliata, Weisneriomyces javanicus),* 5 species of *Zygomycetes* (*Cunninghamella elegans, Gongronella butleri, Mucor* sp., *Rhizopus nigricans, Rhizopus* sp.) and 28 unidentified species, 5 of which were sterile hyphae.

Key words: diversity, microfungi, soil fungi, stream water, fresh teak leaves, plant residues, Kanchanaburi

บทนำ

เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ โดยเฉพาะองค์ประกอบของพืชที่มีโครงสร้างซับซ้อนและย่อยสลายยาก เช่น เซลลูโลส แป้ง ลิกนิน (Harley, 1971) ผลจากการย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์จะมีการปลดปล่อย คาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ แร่ธาตุต่าง ๆ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ และ ฮิวมัส คืนสู่ระบบนิเวศ ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์และพืชนำกลับมาใช้ประโยชน์ นอกจากนี้เชื้อรายังสามารถผลิตปฏิชีวนะสารต่าง ๆ กรดอินทรีย์ เอ็นไซม์ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ ที่มีความสำคัญในด้านการแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม (Leatham, 1992; Smith, 1968; Smith and Berry, 1974) เชื้อรานอกจากจะมีประโยชน์แล้วยังอาจก่อให้เกิดโทษ โดยเชื้อราบางชนิดทำให้เกิดโรคแก่มนุษย์ สัตว์ และพืช รวมทั้งเชื้อราที่สร้างสารพิษปนเปื้อนในอาหารและของใช้ต่าง ๆ (Deacon, 1997; Domsch *et al.*, 1993a, 1993b) เนื่องจากความสำคัญของเชื้อราดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้ เพื่อศึกษาการแยก จำแนกชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อราในดิน น้ำ ใบสักและเศษซากพืช ในสวนป่าสัก ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี ศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อราที่มีความสัมพันธ์ต่อระบบนิเวศในสวนป่าสัก และเก็บรวบรวมและเก็บรักษาสายพันธุ์เชื้อราที่แยกได้เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมจุลินทรีย์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร การแพทย์ และอุตสาหกรรมในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

เก็บตัวอย่างที่สวนป่าสัก อายุ 5 ปี ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 1.5 ตารางกิโลเมตร ภายในขอบเขตของสถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง ตำบลลิ่นถิ่น อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี โดยสถานีวิจัยนี้มีพื้นที่ประมาณ 109 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในเขตอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14°31' - 14°38' เหนือ เส้นแวงที่ 98°46' - 98°37' ตะวันออก ห่างจากจังหวัดกาญจนบุรีตามเส้นทางหลวงหมายเลข 323 สายกาญจนบุรี-ทองผาภูมิ ประมาณ 120 กิโลเมตร ลุ่มน้ำลิ่นถิ่นเป็นต้นน้ำที่สำคัญของแม่น้ำแควน้อย ซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำแม่กลองอันเป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดกาญจนบุรี พื้นที่ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อย 5 ห้วย ได้แก่ ห้วยนิคุฮุ ห้วยตาทะ ห้วยตาอื้อ ห้วยไทเย และห้วยลิ่นถิ่น มีที่ราบเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นที่ราบเชิงเขา ความสูงจากระดับน้ำทะเลอยู่ในช่วง 100-1,000 เมตร มีความชันเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (กองอนุรักษ์ต้นน้ำ, 2521) และศึกษาในห้องปฏิบัติการที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การเก็บตัวอย่างและการแยกเชื้อ

ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับผิวหน้าดินลึก 10 เซนติเมตร ใบสักที่ยังมีชีวิตอยู่ เศษซากพืชที่ร่วงหล่น และตัวอย่างน้ำจากเขื่อนวัดน้ำที่อยู่ทางตอนล่างของแปลงปลูกสัก ในเดือนเมษายน กันยายน และมกราคม แล้วนำตัวอย่างมาแยกเชื้อรา โดยวิธี dilution plate (เลขา, 2532) โดยชั่งดิน 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร จะได้สารละลายดินที่มีความเข้มข้น 10^{-1} แล้วนำสารละลายนี้ไปทำให้เจือจางด้วยน้ำให้มีความเข้มข้น 10^{-2} - 10^{-6} ส่วนใบสักและซากพืชนำมาแยกราได้โดยชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร ใช้เครื่องปั่น (blender) แล้วดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับสารละลายดิน ส่วนตัวอย่างน้ำได้นำมาทำให้เจือจางและดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับวิธีข้างต้น จากนั้นใช้ปิเปตดูดสารละลายดิน น้ำ ใบสัก และซากพืช ประมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ แล้วเทอาหาร glucose ammonium nitrate agar (GAN) ซึ่งมี streptomycin (Gochennaur, 1964) ตามลงไป หมุนจานเลี้ยงเชื้อเบา ๆ ให้สารละลายกับอาหารวุ้นเข้ากัน ทำ 10 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง นำไปบ่มในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง (28°C) เป็นเวลา 3-5 วัน นำมาตรวจดูจำนวนโคโลนีที่เชื้อเจริญบนอาหาร แล้วเลือกเฉพาะระดับความเข้มข้นของสารละลายที่มีจำนวนโคโลนีในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม (20-30 โคโลนีต่อจานเลี้ยงเชื้อ) ใช้เข็มเขี่ยเชื้อตัดปลายเส้นใยของราแต่ละโคโลนีลงใน slant PDA จนครบทุกโคโลนี เก็บเชื้อบริสุทธิ์ของราบน slant PDA ไว้ศึกษาการจำแนกชนิด และ จัดหมวดหมู่นับจำนวนสายพันธุ์เชื้อราที่แยกได้ในแต่ละตัวอย่างต่อไป

การจำแนกชนิด

การจำแนกชนิดของเชื้อราทำได้โดยเพาะเลี้ยงเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม ส่วนใหญ่ได้ใช้อาหาร potato dextrose agar (PDA) ส่วนรา *Aspergillus* ได้เลี้ยงบนอาหาร Czapek's agar (CZA), malt extract agar (MEA) และ cornmeal agar (Raper and Fennell, 1965) รา *Penicillium* ได้เลี้ยงบนอาหาร CZA, MEA และ Czapek yeast extract agar (Raper and Thom, 1968) บ่มเชื้อราไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28°C) เมื่อเชื้อเจริญและสร้างสปอร์ ซึ่งส่วนมากใช้เวลาประมาณ 7-14 วัน นำมาบันทึกรายละเอียด ได้แก่ ลักษณะสี วัดขนาดการเจริญเติบโต ทำการถ่ายภาพแล้วนำไปศึกษาลักษณะโครงสร้างใต้กล้อง stereo แล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อย้ายส่วนของเชื้อราไป mount slide ตรวจดูลักษณะโครงสร้างต่าง ๆ ใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound และวาดรูปโดยใช้ camera lucida จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาและเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงหรือหนังสือที่ใช้ในการจัดจำแนกเชื้อรา ได้แก่ Domsch *et al.* (1993a, 1993b) ใช้จำแนกราในดินทั่วไป Raper and Fennell (1965) และ Raper and Thom (1968) ใช้จำแนกราในสกุล *Aspergillus* และ *Penicillium* ตามลำดับ ส่วนรา Hyphomycetes ที่มีสีเข้ม (Dematiaceus Hyphomycetes) ใช้หนังสือ Ellis (1971; 1976), Booth (1971) ซึ่งใช้จำแนกราในสกุล *Fusarim* และ Barron (1968) ใช้จำแนกรา Hyphomycetes เป็นต้น

การเก็บรักษาสายพันธุ์บริสุทธิ์

เก็บรักษาสายพันธุ์บริสุทธิ์ของเชื้อที่แยกและจำแนกชนิดได้ไว้ใน slant PDA, liquid paraffin และ deep freeze ที่อุณหภูมิ –80°C ที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และที่หน่วยปฏิบัติการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ เพื่อเป็นแหล่งรวบรวมพันธุกรรมจุลินทรีย์ เพื่อการนำไปศึกษาการใช้ประโยชน์ต่อไป

ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาแยกเชื้อราจากดิน น้ำ ใบสัก และซากพืชได้จำนวน 42 genera 101 species จัดเป็นราในกลุ่ม Ascomycetes, Coelomycetes, Hyphomycetes, Zygomycetes, unidentified species และ sterile hyphae จำนวน 9, 2, 52, 5, 28 และ 5 ชนิด ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1-8)

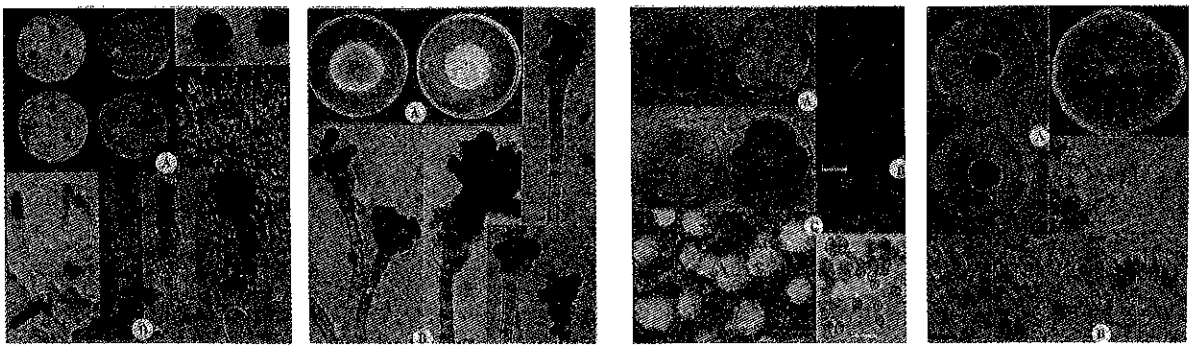
ตารางที่ 1. ชนิดของเชื้อราที่พบในดิน น้ำ ใบสัก และเศษซากพืช บริเวณสวนป่าสัก ลุ่มน้ำลี่นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี

ชนิดเชื้อรา	ดิน	น้ำ	ใบสัก	ซากพืช	ชนิดเชื้อรา	ดิน	น้ำ	ใบสัก	ซากพืช
Ascomycetes					**Hyphomycetes (continued)**				
Chaetomium venezulens	+				*Gliocladium penicilloides*		+		
Emericella nidulans	+				*Gliocladium roseum*	+			
Emericella variecolor		+	+		*Gonytrichum macrocladum*	+	+		
Hamigera avellanea	+				*Humicola fuscoatra*	+			
Nectria haematococca	+				*Mariannaea elegans*	+			
Nectria ochroleuca	+				*Memnoniella echinata*			+	
Neocosmospora vasinfecta	+				*Memnoniella subsimplex*	+			
Neosartoya fischeri	+				*Metarrhizium anisopliae*	+			
Thielavia terricola	+				*Monodictys castaneae*	+			
Coelomycetes					*Myrothecium leucotrichum*	+			
Colletotrichum sp.		+	+		*Myrothecium roridum*		+		
Pestalotiopsis sp.	+	+	+		*Nodulisporium* spp.	+		+	
Hyphomycetes					*Paecilomyces carneus*	+			
Acremonium polychromum		+			*Paecilomyces lilacinus*	+	+	+	+
Acremonium spp.	+	+	+	+	*Paecilomyces marquandii*	+			
Arthrinium sacchari		+		+	*Paecilomyces variotii*		+		
Aspergillus flavipes	+				*Penicillium chermesinum*	+		+	
Aspergillus flavus	+				*Penicillium* spp.	+	+	+	+
Aspergillus flavus group.	+	+	+	+	*Periconia cookii*		+	+	
Aspergillus fumigatus	+	+			*Pithomyces maydicus*	+			
Aspergillus japonicus	+	+	+	+	*Scopulariopsis brumptii*		+		
Aspergillus petrakii	+				*Sesquicillium candelabrum*	+	+		
Aspergillus restrictus	+				*Spegazziania lobulata*	+			
Aspergillus sclerotiorum	+				*Stachybotrys* state of *Melanopsamma pomiformis*	+			
Aspergillus sulphureus	+				*Stilbella annulata*		+		
Aspergillus terreus	+				*Stilbella fimetaria*				+
Aspergillus ustus	+	+			*Trichoderma pseudokoningii*	+	+		
Aspergillus versicolor group.			+		*Trichoderma* spp.	+	+		
Beauveria brongniartii		+			*Verticillium albo-atrum*	+			+
Cladosporium cladosporioides	+	+	+	+	*Verticillium chlamydosporium*	+			
Curvularia clavata		+			*Volutella ciliata*	+	+		
Curvularia lunata			+		*Weisneriomyces javanicus*	+			
Curvularia pallescens	+				**Zygomycetes**				
Cylindrocarpon spp.	+				*Cunninghamella elegans*	+		+	
Dictyoarthrinium sp.	+				*Gongronella butleri*	+			
Fusarium solani	+				*Mucor* sp.	+			
Fusarium semitectum	+	+	+	+	*Rhizopus nigricans*		+		
Fusarium oxysporum	+	+	+	+	*Rhizopus* sp.	+			
Fusarium spp.	+	+	+	+	Unidentified spp.	+		+	
					Sterilehyphae spp.	+	+	+	+

เชื้อราที่พบในดินมีจำนวนและปริมาณมากที่สุด รองลงไป ได้แก่ เศษซากพืช ใบสัก และน้ำ ตามลำดับ เชื้อราที่พบมากที่สุดในดินจัดเป็นราในกลุ่ม Hyphomycetes โดยเชื้อราที่พบมากที่สุดคือราในสกุล *Aspergillus, Penicillium, Acremonium, Trichroderma, Paecilomyces* และ *Fusarium* ตามลำดับ เชื้อราที่แพร่กระจายในน้ำส่วนใหญ่เป็นราที่สร้างสปอร์ภายในเมือก (slimy) ได้แก่ รา *Acremonium, Gliocladium, Myrothecium* และ *Pestalotiopsis* เป็นต้น ส่วนใบสักและซากพืช เชื้อราที่พบส่วนใหญ่เป็นราที่สร้างเฉพาะเส้นใย (sterile hyphae) และ *Cladosporium* sp.

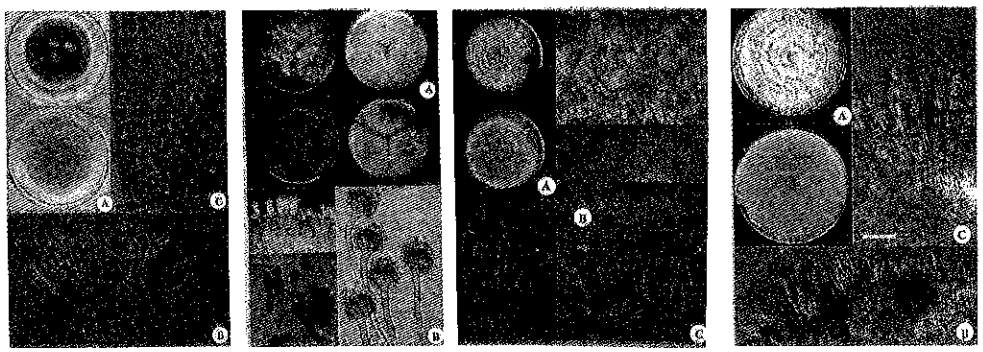
บทวิจารณ์

จากการศึกษาราที่พบมากที่สุดคือ รา *Aspergillus* ซึ่งตรงกับงานวิจัยที่ Manoch (1998) ได้รายงานไว้ ราในสกุลนี้มีหลายชนิดที่มีความสำคัญในการสร้างสารพิษ (mycotoxin) เช่น *Aspergillus fumigatus* (ภาพที่ 6) มีรายงานว่ารานี้สร้างสาร fumitremorgin A และ B, verruculogen, gliotoxin, fumitoxin และ tryptoquivalins ซึ่ง verruculogen และ fumitremorgins ซึ่งเป็น neurotropic toxin ที่มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง และรานี้ทำให้เกิดโรค aspergillosis กับคนและสัตว์ รา *Aspergillus terreus* สร้างสาร citrinin, patulin, citreoviridin และ territrems รา *Aspergillus flavus* สร้างสาร aflatoxin B1 และ B2 และกรด cyclopiazonic ซึ่งสาร aflatoxins ทำให้มนุษย์ป่วยเป็นโรคตับแข็งและเนื้องอก เชื้อราและ



1 2 3 4

ภาพที่ 1-4. 1) *Aspergillus restrictus* G. Smith 2) *Memnoniella echinata* (Riv.) Galloway 3) *Emericella nidulans* (Eidam) Vuill. 4) *Scopulariopsis brumptii* Salvanet-Duva I(A: โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ, B: conidiophores & conidia, C: cliestothecia, asci & ascospores (bars=10μm)



5 6 7 8

ภาพที่ 5-8. 5) *Metarrhizium anisopliae* (Metschn.) Sorok. 6) *Aspergillus fumigatus* Fres. 7)*Colletotrichum* sp. 8) *Pestalotiopsis* sp. (A: โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ, B: conidiophores & conidia, C: mature conidia (bars=10μm)

สารพิษดังกล่าวสามารถพบได้ทั่วไปในพืช เช่น ถั่วลิสง เมล็ดฝ้าย และ almonds รา *Aspergillus terreus* เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคที่ผิวหนังและเล็บของผู้ป่วยและพบในหูของคน และมีรายงานการแยกราชนิดนี้ได้จากผู้ป่วยโรคเอดส์ รา *Emericella nidulans* (ภาพที่ 3) สามารถสร้าง sterigmatocystin และ เอนไซม์หลายชนิด (Domsch *et al.*, 1993a, 1993b; Raper and Fennell, 1965)

เชื้อราที่พบหลายชนิดมีความสำคัญต่อระบบนิเวศโดยสามารถสร้างเอ็นไซม์ย่อยสลายองค์ประกอบทางเคมีของพืชได้แตกต่างกัน ราบางชนิดมีรายงานว่าสามารถย่อยสลายแป้งและน้ำตาลโมเลกุลต่ำที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ได้แก่ รา *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Neocosmospora vasinfecta, Cladosporium* sp., *Scopulariopsis brumptii* (ภาพที่ 4) และ *Sesquicillium candelabrum* เป็นต้น ส่วนเชื้อราที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ย่อยสลายยาก ได้แก่ ราในกลุ่ม Ascomycetes เช่น *Chaetomium* sp., *Emericella nidulans, Neosartoya fischeri* และ *Thielavia terricola* รวมทั้งรา Hyphomycetes ได้แก่ *Aspergillus* spp., *Humicola fuscoatra, Memnoniella echinata* (ภาพที่ 2), *Myrothecium* spp. และ *Verticillium chlamydosporium* เป็นต้น เชื้อราที่สามารถย่อยสลายไคตินซึ่งเป็นองค์ประกอบของแมลงได้ดี

ได้แก่ *Paecilomyces* spp. และรา *Metarrhizium anisopliae* (ภาพที่ 5) ราชนิดนี้นอกจากจะย่อยสลายไคตินได้ดีแล้วยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แมลงเป็นโรคโดยเฉพาะด้วง (*Coleoptera*) เช่น ด้วงดีด (family Elateridae) และแมลงค่อมทอง (family Curculionidae) (Deacon, 1997; Domsch *et al.*, 1993a, 1993b)

เชื้อราที่พบหลายชนิดมีรายงานว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พืชเป็นโรค เช่น รา *Neocosmospora vasinfecta* (Ascomycetes) ทำให้เกิดโรครากเน่า ผลเน่าแก่พืชหลายชนิด เช่น กล้วย และถั่วลิสง (พัฒนาและคณะ, 2537; Domsch *et al.*, 1993a, 1993b) สำหรับราในกลุ่ม Hyphomycetes ที่ทำให้พืชเป็นโรค เช่น *Aspergillus restrictus* (ภาพที่ 1) ทำให้เกิดโรคกับเมล็ดพืชและผลิตผลในที่ที่มีความชื้นต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์และอุณหภูมิ 10°C หรือในโรงเก็บ (Raper and Fennell, 1965) *Fusarium oxysporum* ทำให้เกิดโรคเน่า และเหี่ยว กับหอมแบ่ง และ ดื่นฉ่าย *Verticillium albo-atrum* ทำให้เกิดโรคเหี่ยวกับพืชหลายชนิด รา Coelomycetes ส่วนใหญ่เป็นราสาเหตุโรคพืช ได้แก่ *Colletotrichum* sp. (ภาพที่ 7) ทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนส กับพืชเกษตรหลายชนิด เช่น พริก กระเทียม ผักกาดเขียว ชา และมะละกอ ส่วนรา *Pestalotiopsis* sp. (ภาพที่ 8) ทำให้เกิดโรคใบจุดกับไม้ผล เช่น ลำไย และทุเรียน (พัฒนาและคณะ, 2537; Domsch *et al.*, 1993a, 1993b)

บทสรุป

จากการศึกษาชนิดของเชื้อราจากตัวอย่างดิน น้ำ ใบสัก และเศษซากพืชที่ร่วงหล่นบริเวณแปลงปลูกสักอายุ 5 ปี ในพื้นที่ลุ่มน้ำลี่นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี พบเชื้อราทั้งหมด 42 สกุล (genera) 101 ชนิด (species) โดยจัดเป็นราในกลุ่ม Ascomycetes, Coelomycetes, Hyphomycetes, zygomycetes, unidentified species และ sterile hyphae จำนวน 9, 2, 52, 5, 28 และ 5 ชนิด ตามลำดับ ชนิดและปริมาณของราที่พบมากที่สุดในดิน และน้ำ คือ กลุ่ม Hyphomycetes เช่น *Aspergillus, Penicillium, Acremonium, Trichroderma* และ *Paecilomyces* เป็นต้น ซึ่งราดังกล่าวมีความสำคัญในระบบนิเวศโดยการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ทำให้เกิดการย่อยสลายของเศษซากพืชทำให้เกิดสมดุลต่อสภาวะแวดล้อม และเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน สายพันธุ์บริสุทธิ์ของเชื้อราทั้งหมดได้เก็บรักษาไว้ใน slant PDA, liquid paraffin และ deep freeze ที่อุณหภูมิ –80°C ที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และที่หน่วยปฏิบัติการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ เพื่อเป็นแหล่งรวบรวมพันธุกรรมจุลินทรีย์ เพื่อการนำไปศึกษาการใช้ประโยชน์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540036

เอกสารอ้างอิง

กองอนุรักษ์ต้นน้ำ. 2521. การศึกษาเบื้องต้นลุ่มน้ำห้วยลี่นถิ่น. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 64 หน้า.

พัฒนา สนธิรัตน, ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน, ธนวัฒน์ กำแหงฤทธิเดช, วิรัช ชูบำรุง และอุบล ครือประโคน. 2537. ดรรชนีโรคพืชในประเทศไทย. กลุ่มงานวิทยาไมโค กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 285 หน้า.

เลขา มาโนช. 2532. บทปฏิบัติการราในน้ำและดิน. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 140 หน้า.

BARRON, G. L. 1968. The Genera of Hyphomycetes from Soil. Robert E. Krieger Publishing Company, New York. 364 p.

BOOTH, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surry, England. 237 p.

DEACON, J. W. 1997. Modern Mycology. 3rd ed. Blackwell Science. 303 p.

DOMSCH, K. H., W. GAMS AND T. ANDERSON. 1993a. Compendium of Soil Fungi. Vol I. 2nd ed. Academic Press, London. 859 p.

DOMSCH, K. H., W. GAMS AND T. ANDERSON. 1993b. Compendium of Soil Fungi. Vol II. 2nd ed. Academic Press, London. 405 p.

ELLIS, M. B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England. 608 p.

ELLIS, M. B. 1976. More Dermatiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England. 608 p.

GOCHENAUR, S. E. 1964. A Modification of the Immersion Tube Method for Isolation Soil Fungi. Mycologia 56: 921-923.

HARLEY, J. R. 1971: Fungi in Ecosystem. J. Ecol. 59: 653-668

LEATHAM, G. F. 1992. Frontiers in Industrial Mycology. Chapman & Hall. 222 p.

MANOCH, L. 1998. Biodiversity of Soil Fungi in Thailand. In Proceedings of The Asia-Pacific Mycological Conference on Biodiversity and Biotechnology, 6-9 July 1998. pp. 126-140. Hua Hin, Thailand.

RAPER, K. B. AND D. I. FENNELL. 1965. The Genus Aspergillus. The Williams & Wilkins Company, Baltimore. 686 p.

RAPER, K. B. AND C. THOM. 1968. A Manual of the Penicillium. Hafner Publishing Company, New York. 875 p.

SMITH, G. 1968. Fungi under Domestication. In AINSWORTH, G.C. AND A.S. SUSSMAN (eds.), The Fungi: An Advance Treatise. Vol. III. Academic Press, pp. 273-285.

SMITH, J. E. AND D. R. BERRY. 1974. An Introduction to Biochemistry of Fungal Development. Dept. Applied Microbiology, Univ. of Strathclyde, Glasgow, Scotland. 326 p.

การสำรวจ เก็บ และรวบรวมเห็ดในพื้นที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง และพื้นที่ใกล้เคียง

วสันณ์ เพชรรัตน์[1], ปรีชา กลิ่นเกษร[2] และ อนิวรรต เฉลิมพงษ์[3]

[1]ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[3]กลุ่มวิจัยโรคพืชและจุลชีววิทยาป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ABSTRACT

A FIELD SURVEY AND COLLECTION OF MACROFUNGI IN THE TON -NGA-CHANG WILDLIFE SANCTUARY AND NEARBY AREAS

V. Petcharat[1], P. Klingesorn[2] and A. Chalermpongse[3]

[1]Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

[3]Forest Pathology and Microbiology Research Laboratory, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

The purpose of this study was to conduct a survey of the diversity of macrofungi in the Ton-Nga-Chang Wildlife Sanctuary and nearby area. Periodic excursions into the woodland, grassland, orchard and seashore areas and regular visits to markets in the area were made during 1993-1997. 354 macrofungi were collected, recorded and identified. They were classified into 140 genera of 67 families and further grouped into 30 orders and 3 classes (Myxomycetes, Ascomycetes and Basidiomycetes).

Key words: Myxomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes, macrofungi

บทนำ

เห็ดราขนาดใหญ่ส่วนใหญ่จัดอยู่ใน Phylum Basidiomycota และ Ascomycota เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สำคัญต่อระบบนิเวศเป็นอย่างยิ่ง เช่น เห็ดบางชนิดทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์จากซากพืชและสัตว์ให้ผุพังเป็นดินในวงจรอาหารของพืชและสัตว์ เป็นแหล่งอาหาร เป็นแหล่งสมุนไพร และยารักษาโรค นอกจากนั้นบางชนิดสามารถผลิตกลิ่น สี อย่างไรก็ตาม มีเห็ดหลายชนิดที่เป็นพิษกับคนและสัตว์ และบางชนิดเป็นปรสิตกับต้นไม้ทำให้ต้นไม้ตายได้

การเก็บรวบรวมและการจำแนกชนิดเห็ดต่าง ๆ จะทำให้ทราบแหล่งกำเนิดของเห็ดแต่ละชนิด ทำให้ทราบความแตกต่างระหว่างชนิด ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเห็ด เช่น การเพาะเลี้ยง การปรับปรุงพันธุ์ และการใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่ผลิตโดยเห็ด

พื้นที่ศึกษา

การเก็บตัวอย่างเห็ดส่วนใหญ่เก็บในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งได้แก่ บริเวณน้ำตกโตนงาช้าง, น้ำตกโตนปลิว, น้ำตกบริพัตร และน้ำตกปาหนัน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างมีพื้นที่ประมาณ 113,750 ไร่ ภูมิประเทศทั้งหมดเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน มียอดสูงสุด 932 เมตร ฝนตกมากระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม ป่าในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นป่าดงดิบชื้น (tropical evergreen forest) แน่นทึบทั่วทั้งป่า สภาพทั่วไปในป่าดิบชื้นมีพื้นดินอุดมสมบูรณ์ ต้นไม้ที่เกิดขึ้น มีลำต้นสูงใหญ่ ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ที่สำคัญ คือ ไม้ยาง, หลุมพอ, ตะเคียนทอง, ตะเคียนหิน, ไข่เขียว, กะบาก, จำปาป่า, มะม่วง, เสียดช่อ, หลันต้น และพันธุ์ไม้ที่เป็นอาหารสัตว์ ได้แก่ ไทร, เงาะป่า, มะปริง, มะม่วงป่า, หว้า, พะวง, คอแลน, ชมจง, มะขามป้อม, กะท้อน, เหรียง, สะตอ, ก่อ, ทองบึ้ง, ขนุนป่าน, มะหาด เป็นต้น

การเก็บตัวอย่างนอกจากเก็บในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างแล้วยังได้เก็บในบริเวณใกล้เคียงและที่อื่น ๆ อีกคือ 1) บริเวณเขาคอหงส์ และภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ. สงขลา 2) สถานีฝึกนักศึกษาคณะทรัพยากรธรรมชาติ อ. เทพา และกิ่งอำเภอคลองหอยโข่ง จ. สงขลา 3) ชายหาดสมิหรา และชายหาดสะกอม จ. สงขลา 4) อุทยานแห่งชาติทะเลบัน น้ำตกยาโรย และน้ำตกธารารสวรรค์ จ. สตูล 5) อุทยานแห่งชาติน้ำตกทรายขาว และน้ำตกโผงโผง จ. ปัตตานี 6) อุทยานแห่งชาติน้ำตกธารโต และอุโมงค์เบตง (บ้านบ่อน้ำพุร้อน) จ. ยะลา 7) น้ำตกไพรวัลย์ น้ำตกหม่อมจุ้ย น้ำตกนกรำ จ. พัทลุง 8) น้ำตกกะซ่อง อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า และสถานีทดลองพืชสวน จ. ตรัง 9) อุทยานแห่งชาติเขาสก จ. สุราษฎร์ธานี 10) อุทยานแห่งชาติหาดในยาง น้ำตกโตนไทร ชายหาดกะรนและชายหาดราไวย์ จ. ภูเก็ต

10) อุทยานแห่งชาติศรีพังงา และอุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ จ. พังงา 11) อุทยานแห่งชาติศรีพังงา และอุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ จ. ภูเก็ต 12) อุทยานแห่งชาติหาดนพรัตน์ธารา, วัดถ้ำเสือ, สวนป่าของอุตสาหกรรมป่าไม้, อุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี จ. กระบี่ 13) น้ำตกบกกราย, น้ำตกปุญญบาล, สวนรุกชาติรักษะวาริน, อุทยานแห่งชาติน้ำตกหงาว และอุทยาน แห่งชาติแหลมสน ชายหาดประพาส จ. ระนอง 14) อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จ. นครราชสีมา 15) อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จ. จันทบุรี 16) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า จ. ฉะเชิงเทรา

วิธีการ

ออกสำรวจเห็ดตามพื้นที่ต่าง ๆ ในช่วงที่คาดว่าจะมีเห็ดออก คือ หลังฝนตกประมาณ 1-2 วัน จดบันทึกวัน/เดือน/ปีที่พบเห็ด วัสดุที่ขึ้น ถ่ายภาพเห็ดต่าง ๆ ที่พบ เก็บตัวอย่างโดยการตากแห้งหรือดองในฟอร์มาลิน 5% และทำการพิมพ์สปอร์ (spore print) ตามความเหมาะสมของชนิดเห็ดเพื่อใช้ในการจำแนกชนิด ตัวอย่างเห็ดที่ใช้ศึกษาส่วนใหญ่เป็นตัวอย่างที่เก็บได้ระหว่างปี 2536 ถึง 2540 มีจำนวนน้อยที่เก็บได้ก่อนปี 2536 การสำรวจเห็ดทำเฉพาะเดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคม คือ ในช่วงที่มีฝนตก วันและปีที่พบเห็ดแต่ละชนิดได้แสดงไว้ในคำบรรยายเห็ดแต่ละชนิด จัดหมวดหมู่ของเห็ดตามหนังสือ Ainsworth & Bisby's Dictionary of Fungi โดย Hawksworth *et al.* (1995) ศึกษาการจำแนกชนิดของเห็ดทั้ง macroscopic และ microscopic feature เปรียบเทียบกับหนังสือคีย์ (key) ต่าง ๆ จำนวน 116 เล่ม

ผลการวิจัย

เก็บตัวอย่างเห็ดทั้งหมดจำนวน 980 ตัวอย่าง สามารถจำแนกชนิดได้จำนวน 354 ชนิด เมื่อทำการจัดหมวดหมู่โดยใช้หลักเกณฑ์ของ Hawksworth *et al.* (1995) พบว่าอยู่ใน 3 ชั้น (class) 30 อันดับ (order) 67 วงศ์ (family) และ 140 สกุล (genera) สกุลที่พบมากชนิด คือ *Agaricus* (14 ชนิด) และ *Lepiota* (12 ชนิด) เป็นต้น (ตารางที่ 1)

ในการศึกษาครั้งนี้มีเห็ดหลายชนิดที่พบเพียงครั้งเดียวตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และไม่เคยมีรายงานว่าพบในประเทศไทยมาก่อน ได้แก่ *Boedijnopeziza insitiata, Gyrodon merulioides, Gomphus* sp.,*Calostoma* sp., *Simblum* sp., *Mutinus ravenelii* และ *Tylostoma* sp. 2 เป็นต้น ซึ่งจะได้ศึกษารายละเอียดของเห็ดเหล่านี้ต่อไป

สอบถามชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียงที่พบเห็ดถึงการนำเห็ดมาใช้ประโยชน์ พบว่า มีเห็ดจำนวนน้อยชนิดที่ชาวบ้านนำมารับประทาน ที่นิยมและรู้จักกันแพร่หลายในภาคใต้ ได้แก่ เห็ดแคลง (*Schizophyllum comnune*), เห็ดโคน (*Termitomyces heimii*), เห็ดจูน (*T. clypeatus*), เห็ดนมหมู (*T. globulus*), เห็ดตับเต่า (*Phlebopus colossus*) เห็ดเสม็ด (*Tylopilus subrobrunneus*) และเห็ดขาว (*Lentinus squarrosulus*) เป็นต้น มีเห็ดหลายชนิดที่นิยมรับประทานในภาคอื่น ๆ ของประเทศไทยแต่ชาวใต้ไม่รับประทาน ได้แก่ เห็ดระโงกเหลือง (*Amanita hemibapha javanica*), เห็ดระโงกขาว (*A. princeps*) และเห็ดกระด้าง (*L. polychrous*) เป็นต้น

ตารางที่ 1 เห็ดขนาดใหญ่ (macrofungi) ที่เก็บรวบรวมได้จากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างและบริเวณใกล้เคียง

Phylum/Class	Order	Family	Genus-Species
Phylum Myxomycota			
Class Myxomycetes	Protosteliales	Ceratiomyxaceae	*Ceratiomyxa fructiculosa*
	Liceales	Lycogalaceae	*Lycogala* sp.
	Physarales	Physaraceae	*Fuligo septica, Physarella oblonga*
	Trichiales	Arcyriaceae	*Arcyria cinerea, A. insignis*
	Stemonitales	Stemonitidaceae	*Stemonitis fusca*
Phylum Ascomycota			
Class Ascomycetes	Hypocreales	Hypocreaceae	*Hypocrea mesenterica, H. pezizoidea, Hypocrea* sp.3, *Podostroma cornudamae*
		Clavicipitaceae	*Cordycep sphecocephala*
	Xylariales	Xylariaceae	*Biscogniauxia* sp., *Entonaema splendens, Daldinia concentrica, Xylaria carpophila, X. polymorpha, Xylaria* sp.3-16
	Leotiales	Geoglossaceae	*Geoglossum nigritum, Geoglossum* sp.2, *Microglossum* sp., *Trichoglossum rasum*
		Leotiaceae	*Hymenoscyphus* sp.
	Pezizales	Otideaceae	*Scutellina jungneri, Tarzetta* sp.
		Pezizaceae	*Peziza succosa, P. subizabellina, P. vesiculosa*
		Sarcoscyphaceae	*Boedijnopeziza insitiata, Cookeina sulcipes, C. tricholoma Phillipsia subpurpurea*
		Sarcosomataceae	*Sarcosoma javanicum*
Phylum Basidiomycota			
Class Basidiomycetes	Auriculariales	Auriculariaceae	*Auricularia fucosuccinea, A. polytricha*
Sub-class Hetero-			

Phylum/Class	Order	Family	Genus-Species
basitionycetidae	Tremellales	Aporpiaceae	*Elmerina* sp.
		Tremellaceae	*Tremella fimbriata, T. fuciformis*
		Tremelloden-dropsidaceae	*Tremellodendron* sp.
Sub-class Holobasi-diomycetidae	Agaricales	Agaricaceae	*Agaricus bisporus, A. trisulphuratus, Agaricus* sp. 3-14, *Chlorophyllum molybdites, Hymenagaricus alphitochrous, Lepiota humei Lepiota* sp. 2-12, *Leucoagaricus rubrotinctus, Leucocoprinus cepaestipes, L. fragilissimus, L. bimbamii, Leucocoprinus* sp.4-5, *Macrolepiota gracilenta*
		Amanitaceae	*Amanita hemibapha, A. hemibapha* Subsp.Javarica, *A. mira, A. praegraveolens, A. princeps, A. vaginata fulva, A. vaginata* var. *punctata, A. virginia, Amanita* sp.9-15, *Limacella illinita, Limacella* sp.2, *Termitomyces clypeatus, T. cylindricus, T. globulus, T. heimii, T. microcapus, T. tyleranus, Termitomyces* sp.7
		Bolbitiaceae	*Bolbitius* sp., *Conocybe lactea*
		Coprinaceae	*Coprinus disseminatus, C. fimentarius, C. plicatilis, Psathyrella* sp.
		Entolomataceae	*Entoloma bloxamii, E. excentricum, E. hirtipes, E. nitidum, E. longistriatum, E. politum, E. praeluteum, E. sinuatum, E. serrulatum, Entoloma* sp. 10-20
		Hygrophoraceae	*Hygrocybe conica, H. miniata, H. occidentalis, Hygrocybe* sp. 4-10, *Hygrophorus cuspidatus*
		Pluteaceae	*Pluteus subcervinus, Pluteus* sp.2-3
			Volvarialla volvacea, Volvarialla sp.2-3
		Strophariaceae	*Naematoloma* sp.1-2, *Panaeolus* sp., *Pholiota* sp., *Psilocybe* sp., *Stropharia* sp.
		Tricholomataceae	*Companella junghuhnii, Companella* sp.2 , *Clitopilus* sp., *Collybia peronata, C. dryophila, Favolaschia minima, F. thwaitesii, Favolaschia* sp.3, *Filoboletus manipularis, Laccaria* sp.1-2, *Lyophyllum* sp.1, *Marasmius corbariensis, M. leveillianus, M. pulcherripes, Marasmius* sp. 4-8 , *Mycena* sp.1-6, *Ophalina* or *Trogia, Oudemansiella canarii,, O. radicata, Oudemansiella* sp.3, *Tricholoma crassum, Xerulina asprata, Heinemannomyces splendidissima*
	Boletales	Boletaceae	*Boletus nanus, B. bicolor*
			Boletus sp.3-8, *Pulueroboletus ravenelii*
		Gyrodontaceae	*Gyrodon merulioides, Phlebopus colossus*
		Rhizopogonaceae	*Rhizopogon* sp.
		Strobilomycetaceae	*Strobilomyces floccopus*
			Tylopilus subrobrunneus, Tylopilus sp.2
		Xerocomaceae	*Boletellus emodensis, Boletellus* sp.2
			Heimiella sp., *Phylloporus rhodoxanthus*
	Bondarzewiales	Bondarzewiaceae	*Bondazewia* sp.
	Cantharellales	Cantharellaceae	*Cantharellus cibarius, C. confluens, C. minor, Cantharellus* sp.4, *Pterygelleus* sp.
		Clavariaceae	*Clavaria vermicularis, C. zollingeri, Clavulinopsis amoena, C. aurantio-cinnabarina, C. fusiformis*
		Craterellaceae	*Craterellus cornucopioides*
		Hydnaceae	*Climacodon septentrionalis,*
			Climacodon sp.2, *Hydnum repandum*
		Pterulaceae	*Deflexula fascicuris*
	Cortinariales	Cortinariaceae	*Gymnopilus* sp., *Inocybe* sp.1-6
		Crepidotaceae	*Crepidotus mollis*
	Dactymycetales	Dacrymycetaceae	*Dacryopinax spathularia*
	Fistulinales	Fistulinaceae	*Fistulina hepatica*
	Ganodermatales	Ganodermataceae	*Amauroderma dubiopansum, A. macer, A. rude Ganoderma applanatum, G. lucidum, G. subresinosum, Ganoderma* sp.4-5
	Gomphales	Gomphaceae	*Gomphus* sp.
		Lantariaceae	*Lantaria* sp.
		Ramariaceae	*Ramaria murrillii, Ramaria* sp.2
	Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	*Aurificaria* sp., *Coltricia perrennis*

Phylum/Class	Order	Family	Genus-Species
			Coltriciella dependens, Cyclomyces tabacinus
			Phellinus portoricensis , P. pullus, P. tricolor
	Lycoperdales	Geastraceae	*Geastrum drummondii, G. mirabile*
			G. pectinatum persoon , *G. triplex , Geastrum* sp.5-6
		Lycoperdaceae	*Calvatia cyathiformis, C. longicauda,*
			Lycogalopsis sp.1-2, *Lycoperdon pusillum,*
			Lycoperdon sp.2
	Nidulariales	Nidulariaceae	*Cyathus striatus*
	Phallales	Clathraceae	*Simblum* sp.
		Phallaceae	*Dictyophora duplicata, D. indusiata, D. multicolor,*
			D. multicolor, D. multicolor, Mutinus ravenelii,
			Phallus tenuis
	Poriales	Coriolaceae	*Daedaleopsis proteus, Earliella scabrosa,*
			Fomitopsis feei, Hexagonia apiaria,
			H. tenuis, Laetiporus sulphureus,
			Lenzites elegans, Nigroporus vinosus,
			Pycnoporus sanguineus, Rigidoporus lignosus,
			Trametes flavida, T. lactinia
		Lentinaceae	*Lentinus ciliatus, L. connatus, L. giganteus,*
			L. polychrous, L. sajor-caju, L. squarrosulus,
			L. strigosus, Pleurotus cornucopiae, P. cystidiosus,
			P. diamor, P. ostreatus, P. pulmonarius,
			Pleurotus sp.6
		Polyporaceae	*Favolus brasilensis, Microporus affinis,*
			M. flabelliformis, M. xanthopus,
			Polyporus grammocephalus, Polyporus sp.2
	Russulales	Elasmomycetaceae	*Zelleromyces* sp. ,*Lactarius peckii, L. piperatus*
			L. volemus, Lactarius sp.5-7
		Russulaceae	*Russula densifolia, R. foetens , R. fragilis, R. nigricans,* *R. virescens, Russula* sp.6-15
	Schizophyllales	Schizophylaceae	*Schizophyllum commune*
	Sclerodermatales	Astraeaceae	*Astraeus hygromitricus*
		Sclerodermataceae	*Pisolithus tinctorius, Scleroderma arealatum,*
			S. citrinum, S. verrucosum, Scleroderma sp.4-6
	Stereales	Meruliaceae	*Merulius corium*
		Podoscyphaceae	*Cymatoderma elegans, Podoscypha* sp.1-2
		Steccherinace	*Steccherinum ochraceum*
		Stereaceae	*Stereum hisutum, S. ostrea, S. princeps*
			Stereum sp.4-5
		Theleporaceae	*Thelephora* sp., *Sarcodon atroviridis*
	Tulostomatales	Calostomataceae	*Calostoma* sp.
		Tulostomataceae	*Tylostoma berkeleyii*
			Tylostoma sp.2

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากเงินหมวดอุดหนุนการวิจัยของคณะทรัพยากรธรรมชาติ เรื่อง "การเก็บรวบรวม การจำแนกชนิดและการเพาะเห็ดพื้นบ้าน" ระหว่างปีงบประมาณ 2537 ถึง 2541 และในปี 2539 ได้รับเงินอุดหนุนเพิ่มเติมจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139013 ในระหว่างการดำเนินการวิจัยได้รับการแนะนำและช่วยเหลือในการจำแนกชนิดจากผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน ซึ่งได้แก่ Dr. G.N. Pegler, Dr. Hope Miller, Dr. Maria Núnez, Dr. O.K. Miller, Dr. R.T. Hanlin และ Dr. Trond Schumacher ส่วนการเก็บตัวอย่างนั้นได้รับความช่วยเหลือจากพนักงานขับรถของคณะทรัพยากรธรรมชาติหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณนิวัช เพชรพยาบาล ซึ่งเป็นเพื่อนสำรวจและเก็บรวบรวมเห็ดในป่าเป็นประจำตลอด 5 ปี ผู้เขียนจึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

HAWKSWORTH, D. L., P. M. KIRK, B. C. SUTTON AND D. N. PEGLER. 1995. Dictionary of the Fungi. 8th ed. The UK at the University Press, Cambridge. 616 p.

ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส

เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร[1], เยาวลักษณ์ ดิสระ[1], วิไลลักษณ์ ริมวังตระกูล[1] และ วสันณ์ เพชรรัตน์[2]

[1] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2] ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

BIODIVERSITY OF MACROFUNGI IN BALA FOREST, NARATHIVART PROVINCE

S. Phongpaichit[1], Y. Dissara[1], W. Rimwangtrakul[1] and V. Petcharat[2]

[1]Department of Microbiology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2]Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

Surveys of macrofungi were carried out in Bala forest, Hala-Bala Wildlife Sanctuary, Waeng and Sukirin Districts, Narathivart Province during June to December 1998. 245 macrofungal specimens were collected, 45 of them were Ascomycetes and 200 belonged to Basidiomycetes. The Ascomycetes were identified to nine genera. The most common Order was Xylariales and the genus *Xylaria* was the most frequently found. For Basidiomycetes, 41 genera were identified. The prominent species were in the Order Agaricales. Fungal isolation from fresh specimens was also performed. Twelve pure cultures were isolated from 35 macrofungal specimens (34.3%).

Key words: Ascomycetes, Basidiomycetes, Hala-Bala Wildlife Sanctuary, macrofungal biodiversity, isolation

บทนำ

เห็ด เป็นราขนาดใหญ่ (macrofungi) สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีความสำคัญในธรรมชาติ ทำหน้าที่ช่วยย่อยสลายอินทรีย์สารจากซากพืชและสัตว์ เพิ่มความสมบูรณ์ให้แก่ดิน เห็ดบางชนิดรับประทานได้ บางชนิดมีสรรพคุณทางยา บางชนิดสามารถผลิตสารปฏิชีวนะ และเอนไซม์ต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม นักวิทยาศาสตร์ได้ประมาณว่าในโลกนี้มีจุลินทรีย์มากกว่า 1.7 ล้านชนิด และเป็นเชื้อราถึง 1.5 ล้านชนิด แต่มีเชื้อราเพียง 69,000 ชนิด ที่ได้มีการศึกษาแล้ว คิดเป็นประมาณร้อยละ 5 ของเชื้อราที่คาดว่ามีอยู่ทั้งหมด (Hawksworth 1991) ในประเทศไทยมีเห็ดราที่รู้จักชื่อแล้วประมาณ 3,000 ชนิด หรือประมาณร้อยละ 5 ของเห็ดราที่ได้มีการศึกษามาแล้วทั่วโลก (อนิวรรต และคณะ, 2542) ดังนั้น จึงมีรายงานการสำรวจพบเห็ดราชนิดใหม่ ๆ ในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น (Hywel-Jones, 1993; 1994; Whalley and Thienhirun, 1996)

ป่าบาลา เป็นส่วนหนึ่งของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส เป็นป่าฝนเขตร้อนที่มีความสมบูรณ์แห่งหนึ่งในตอนใต้ของประเทศไทย เป็นแหล่งสะสมความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ในป่าบาลามีสถานีวิจัยสัตว์ป่า โครงการสำรวจและรวบรวมพันธุ์ไม้ดอกและไม้ประดับป่าภาคใต้ ซึ่งเป็นโครงการตามพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สำหรับเห็ดรานั้นยังไม่มีการสำรวจและศึกษาจำแนกชนิดมาก่อน การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดราในโครงการนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านชีววิทยา ซึ่งจะนำไปสู่การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

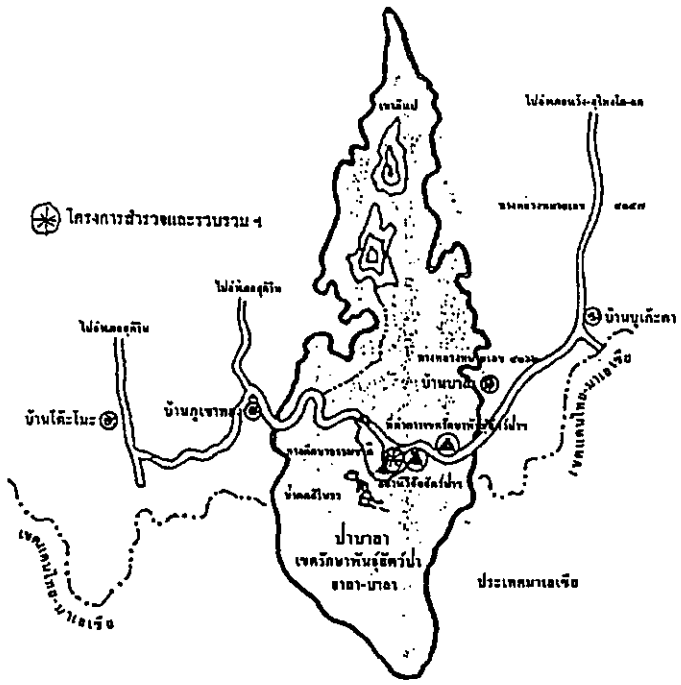
ป่าบาลาเป็นป่าดิบชื้น หรือป่าฝนเขตร้อน มีเนื้อที่ประมาณ 105,000 ไร่ หรือ 168 ตารางกิโลเมตร ในท้องที่อำเภอแว้ง และอำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส มีสภาพเป็นป่าที่สมบูรณ์ เป็นต้นกำเนิดแม่น้ำสำคัญ 2 สาย คือ แม่น้ำสายบุรี และแม่น้ำสุไหง-โกลก

การสำรวจและเก็บรวบรวมเห็ดได้ดำเนินการภายในพื้นที่โครงการสำรวจและรวบรวมพันธุ์ไม้ดอกและไม้ประดับป่าภาคใต้ ในป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส โดยเก็บตัวอย่างเห็ดในพื้นที่ป่าบริเวณลำธารน้ำตกสิรินธร และพื้นที่ใกล้เคียง (ภาพที่ 1)

วิธีการ

การเก็บตัวอย่าง

ดำเนินการสำรวจเก็บตัวอย่างเห็ด ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนธันวาคม 2541 สำรวจครั้งละ 2 วัน รวม 6 ครั้ง โดยเลือกเก็บตัวอย่างเห็ดที่สมบูรณ์และชนิดละหลายขนาด ห่อตัวอย่างด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์วางในตะกร้าด้วยความระมัดระวัง ถ้าตัวอย่างมีขนาดเล็กและบอบบางจะเก็บใส่ในกล่องกระดาษ หรือกล่องพลาสติกไม่ปิดฝา ถ่ายภาพตัวอย่างเห็ดในสภาพธรรมชาติและบนแผ่นกระดาษ บันทึกชนิดของวัสดุอาศัยที่พบเห็ด ลักษณะการขึ้นของเห็ด (ขึ้นเดี่ยวๆ หรือเป็นกลุ่ม) ลักษณะภายนอกของเห็ด ศึกษาส่วนประกอบต่าง ๆ ตามชนิดเห็ด อาจมีการทำ สปอร์พิมพ์ และเก็บรักษาตัวอย่างตามชนิดเห็ด โดยตากแห้งหรืออบแห้ง หรือดองใน 70% เอธานอล ให้หมายเลขตัวอย่างแต่ละชนิดให้ตรงกัน



ภาพที่ 1. แผนที่สังเขปป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส

การจำแนกชนิดเห็ด

การจำแนกชนิดเห็ดใช้ลักษณะภายนอกของเห็ด และลักษณะภายในของเห็ดที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการ นำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับ key หรือ monograph เพื่อเทียบเคียงชนิดระดับ genus และ species (Arora, 1986; Bandoni *et al.*, 1996; Comer, 1972; Hanlin, 1990; Imazeki *et al.*,1988; Largent and Baroni 1988; Largent *et al.*, 1972; Le Gal 1953; Moser, 1978; Pegler, 1983; Phillips, 1981; 1990; Rifal, 1968; Zhishu *et al.*, 1993)

การเพาะแยกเชื้อเห็ด

แยกเชื้อเห็ดบางชนิด โดยเขี่ยเส้นใย หรือสปอร์บนอาหาร cornmeal agar ที่ผสมยาปฏิชีวนะเพื่อป้องกันการปนเปื้อนแบคทีเรีย หรือนำชิ้นส่วนของเห็ดที่มีสปอร์ไปแตะกับวาสลีนที่ป้ายบนฝาจานเพาะเชื้อเพื่อให้เห็ดดีดสปอร์ลงไปบนผิววุ้นอาหาร บ่มเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สังเกตผลทุกวัน แยกเชื้อให้บริสุทธิ์โดยการตัดส่วน hyphal tip ไปเพาะเลี้ยงอีกครั้ง เก็บเชื้อเห็ดบริสุทธิ์บน potato agar slant ภายใต้ mineral oil

ผลการวิจัย

การจำแนกชนิดเห็ด

เก็บตัวอย่างเห็ดทั้งหมด 245 ตัวอย่าง จัดเป็นเห็ดพวก Ascomycetes 45 ตัวอย่าง และ Basidiomycetes 200 ตัวอย่าง จำแนกออกเป็นหมวดหมู่ระดับ Order, Family และ Genus ดังตารางที่ 1 และ 2

พบเห็ด Ascomycetes 9 สกุล ที่พบมากที่สุด ได้แก่ Order Xylariales โดยพบสกุล *Xylaria* มากที่สุดประมาณ 15 ชนิด อยู่บน host หรือ substrate ที่แตกต่างกัน เช่น บนดิน กิ่งไม้ ไม้ไผ่ เมล็ดปาล์มบังสูรย์ เป็นต้น ตัวอย่างเห็ดที่พบบ่อยเกือบทุกครั้งที่ทำการสำรวจ ได้แก่ *Cookeina tricholoma, C. sulcipes* และ *Hymenocyphus crocatum* เห็ดสกุล *Scutellinia* sp. พบ 2 ครั้งในเดือนสิงหาคม และธันวาคม และ *Sarcocypha* sp. พบในเดือนสิงหาคม และกันยายน ตัวอย่างเห็ดที่พบเพียง 1 ครั้ง ได้แก่ *Cordyceps nutans* บนตัวมวน (Pentatomidae) พบในเดือนตุลาคม *Trichoglossum* sp. และ *Sarcosoma javanicum* พบในเดือนกันยายน (ตัวอย่างเห็ดที่พบในภาพที่ 2)

ตารางที่ 1. เห็ด Ascomycetes ที่เก็บในป่าบาลาระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนธันวาคม 2541

Order	Family	Scientific name	Substrates
Hypocreales	Clavicipitaceae	*Cordyceps nutans*	มวน (Pentatomidae)
Leotiales	Geoglossaceae	*Trichoglossum* sp.	ดิน
	Leotiaceae	*Hymenocyphus crocatum.*	กิ่งไม้
Pezizales	Otideaceae	*Scutellinia* sp.	ดินบริเวณโคนต้นไม้
	Sarcocyphaceae	*Sarcocypha* sp.1 สีเหลือง	กองใบไม้
		Sarcocypha sp.2 สีขาว	ดิน
		Cookeina tricholoma	กิ่งไม้
		Cookeina sulcipes	กิ่งไม้
	Sarcosomataceae	*Sarcosoma javanicum*	กิ่งไม้
Xylariales	Xylariaceae	*Daldinia concentrica*	ขอนไม้ใหญ่
		Xylaria polymorpha	กิ่งไม้
		X. allantoidea	กิ่งไม้
		Xylaria sp. 13 ชนิด	ดิน กิ่งไม้ ท่อนไม้ ไม้ไผ่ เมล็ดพืช และเปลือกฝักพืช

ตารางที่ 2. เห็ด Basidiomycetes ที่เก็บในป่าบาลาระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนธันวาคม 2541

Order	Family	Scientific name	Substrate
Agaricales	Agaricaceae	*Agaricus trisulphuratus*	ดิน
		Agaricus sp.	
		Lepiota sp.	
		Leucocoprinus birmbaumii	
		Leucocoprinus sp.	
	Amanitaceae	*Amanita vaginata*	ดินทราย
		A. mira	
		Termitomyces sp.	
	Coprinaceae	*Coprinus disseminatus*	กิ่งไม้
		Coprinus sp.	ดิน
	Entolomataceae	*Entoloma* sp.	ดิน
	Hygrophoraceae	*Hygrocybe* sp.	ดิน
	PLuteaceae	*Volvariella* sp.	ดิน
	Tricholomataceae	*Campanella junghuhnii*	กิ่งไม้
		Campanella sp.	กิ่งไม้
		Favolaschia sp.	กิ่งไม้
		Filoboletus manupularis	กิ่งไม้
		Marasmius sp.	ใบไม้
		Mycena sp.	ใบไม้
		Oudiemansiella sp.	ดิน
		Trogia sp.	กิ่งไม้
Auriculariales	Auriculariaceae	*Auricularia auricula*	กิ่งไม้
Boletales	Boletaceae	Unidentified boletes	ดิน
Bondarzewiales	Bondarzewiaceae	*Bondarzewia* sp.	โคนต้นไม้
Cantharellales	Cantharellaceae	*Cantharellus* sp.	ดิน
	Clavariaceae	*Clavulinopsis* sp.	ดิน
Dacrymycetales	Dacrymycetaceae	*Dacryopinax spathularia*	ขอนไม้ผุ
Ganodermatales	Ganodermataceae	*Amauroderma* sp.	ดิน
		Ganoderma lucidum	โคนต้นไม้
		Ganoderma sp.	

ตารางที่ 2. (ต่อ)

Order	Family	Scientific name	Substrate
Lycoperdales	Geastraceae	*Geastrum mirabile*	กิ่งไม้ผุ
		Geastrum triplex	ดิน
		Geastrum sp.	ดิน
	Lycoperdaceae	*Lycoperdon* sp.	กิ่งไม้ผุ
Nidulariales	Nudulariaceae	*Cyathus striatus*	กิ่งไม้ผุ
Phallales	Phallaceae	*Phallus(Dictyophora) multicolor*	ดิน
Poriales	Coriolaceae	*Lenzites elegans*	กิ่งไม้
		Pycnoporus sanguineus	ขอนไม้ใหญ่
		Pycnoporus sp.	
Poriales	Lentinaceae	*Lentinus* sp.	ท่อนไม้
		Panus sp.	
		Pleurotus sp.	
Poriales	Polyporaceae	*Favolus* sp.	กิ่งไม้
		Hexagonia sp.	ท่อนไม้
		Microporus xanthopus	กิ่งไม้
		Microporus sp.	กิ่งไม้
		Polyporus sp.	กิ่งไม้
Russulales	Russulaceae	*Russula* sp.	ดิน
Schizophyllales	Schizophyllaceae	*Schizophyllum commune*	ท่อนไม้
Stereales	Stereaceae	*Stereum ostrea*	กิ่งไม้
		S. illudens	
		Stereum sp.	
Thelephorales	Thelephoraceae	*Thelephora* sp.	ท่อนไม้
Tremellales	Tremellaceae	*Tremella fuciformis*	กิ่งไม้

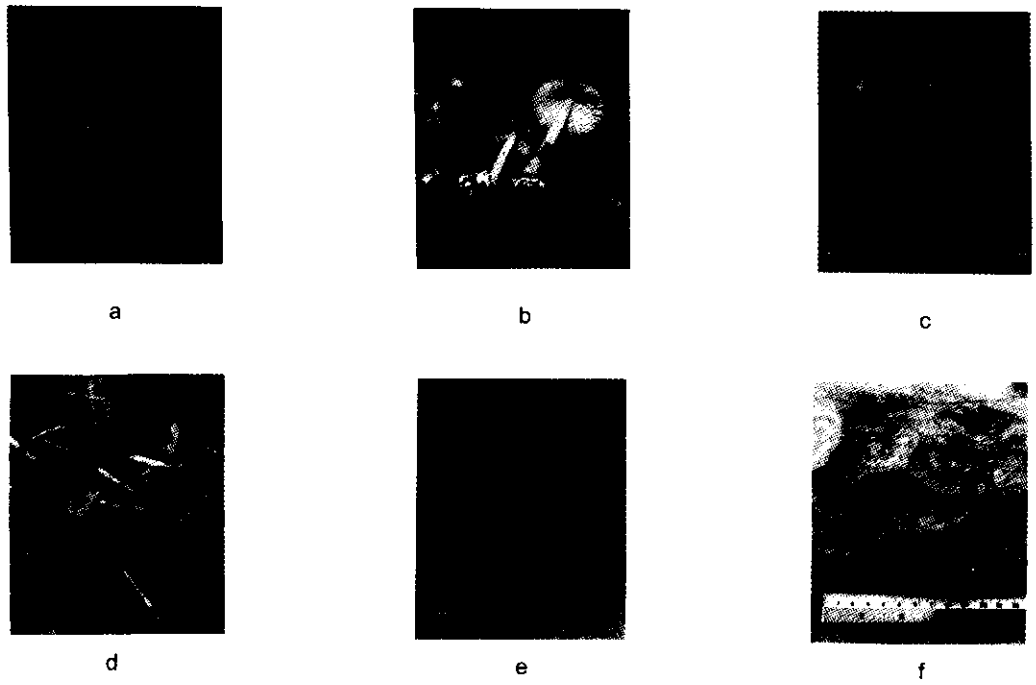
พบเห็ด Basidiomycetes 41 สกุล ที่พบมากที่สุด จัดอยู่ใน Order Agaricales เห็ดสกุล *Coprinus*, *Entoloma*, *Filoboletus*, *Marasmius* และ *Mycena* พบบ่อยที่สุด Order Poriales พบรองลงมา เห็ดใน Family Boletaceae และ Phallaceae พบเพียงอย่างละ 1 ชนิดเท่านั้นและพบเพียงครั้งเดียว (ตัวอย่างเห็ดที่พบในภาพที่ 3)

การเพาะแยกเชื้อเห็ด

ทำการเพาะแยกเชื้อจากตัวอย่างเห็ดสดจำนวน 35 ตัวอย่าง ได้เชื้อบริสุทธิ์ 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 34.3 เห็ดที่แยกได้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ ได้แก่ *Xylaria* 3 สายพันธุ์ *Auricularia auricula* 3 สายพันธุ์ *Pycnoporus sanguineus*, *Cyathus striatus*, *Schizophyllum commune*, *Termitomyces* sp., *Lentinus* sp. และ *Ganoderma* sp. อย่างละ 1 สายพันธุ์ ในการเพาะแยกเชื้อนี้พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อราอื่น ๆ ในจานแยกเชื้อสูงมากเนื่องจากทำการเพาะแยกเชื้อในสนามในขณะที่ฝนตกและลมแรง เห็ดบางชนิดเพาะเลี้ยงไม่ขึ้นบนอาหารวุ้น เช่น *Entoloma* ได้ทำการแยกเชื้อหลายครั้งทั้งจากเส้นใย และจากสปอร์บนอาหาร CMA และ PDA ซึ่งตรวจพบสปอร์จำนวนมากบนวุ้นอาหาร แต่สปอร์ไม่งอก

a b c

ภาพที่ 2. เห็ด Ascomycetes, a) *Scutellinia* sp., b) *Sarcocypha* sp., c) *Xylaria* sp. บนเมล็ดปาล์มบังสูรย์



ภาพที่ 3. เห็ด Basidiomycetes, a) *Agaricus trisulphuratus*, b) *Amanita vaginata*, c) *Filoboletus manupularis*, d) *Auricularia auricula*, e) *Geastrum* sp., f) *Pycnoporus sanguineus*

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 141015

เอกสารอ้างอิง

อนิวรรต เฉลิมพงษ์, เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่ และกิตติมา รามัญวงษ์. 2542. ความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศป่าพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส. วารสารงานวิจัย ศูนย์วิจัยและศึกษาธรรมชาติป่าพรุสิรินธร. 155-163.

ARORA, D. 1986. Mushrooms Demystified. Ten Speed Press, Berkeley.

BANDONI, A. A., R. J. BANDONI AND T. W. FLEGEL. 1996. Preliminary Pictorial and Synoptic Keys to Thai Fungi. Mahidol University, Bangkok.

CORNER, E. J. H. 1972. *Boletus* in Malaysia. Government Printing Office, Upper Serangoon Road, Singapore. 13.

HANLIN, R. T. 1990. Illustrated Genera of Ascomycetes. APS Press, Minnesota.

HAWKSWORTH, D. L. 1991. The Fungal Dimension Biodiversity- Magnitude, Significance and Conservation. Mycol. Res. 95: 641-655.

HYWEL-JONES, N. L. 1993. Taxonomy and Ecology of *Hypocrella discoidea* and its anamorph, *Aschersonia samoensis*. Mycol. Res. 97: 871-876.

HYWEL-JONES, N. L. 1994. *Cordyceps khaoyaiensis* and *C. pseudomilitaris*, Two New Pathogens of Lepoidopteran Larvae from Thailand. Mycol. Res. 98: 939-942.

IMAZEKI, R., Y. OTANI AND T. HONGO. 1988. Fungi of Japan. Yama-kei Publishers Co., Ltd.

LARGENT, D. AND T. BARONI. 1988. How to Identify Mushrooms to Genus VI. Modern Genera. Mad River Press.

LARGENT, D. L., D. JOHNSON AND R. WATLING. 1972. How to Identify Mushrooms III. Microscopic Features Mad River Press.

LE GAL, M. 1953. *Les Discomycetes de Madagascar*. Laboratoire de Mycologie et Phytopathologie Tropicales de l'Ecole Practique des Hautes E'tudes, Paris.

MOSER, M. 1978. Key to *Agarics* and *Boleti*. The Whitefriars Press, LTD.

PEGLER, D. N. 1983. *Agarics* Flora of the Lesser Antilles. Key Bulletin Additional Series IX. Royal Botanic Garden, Kew, U.K.

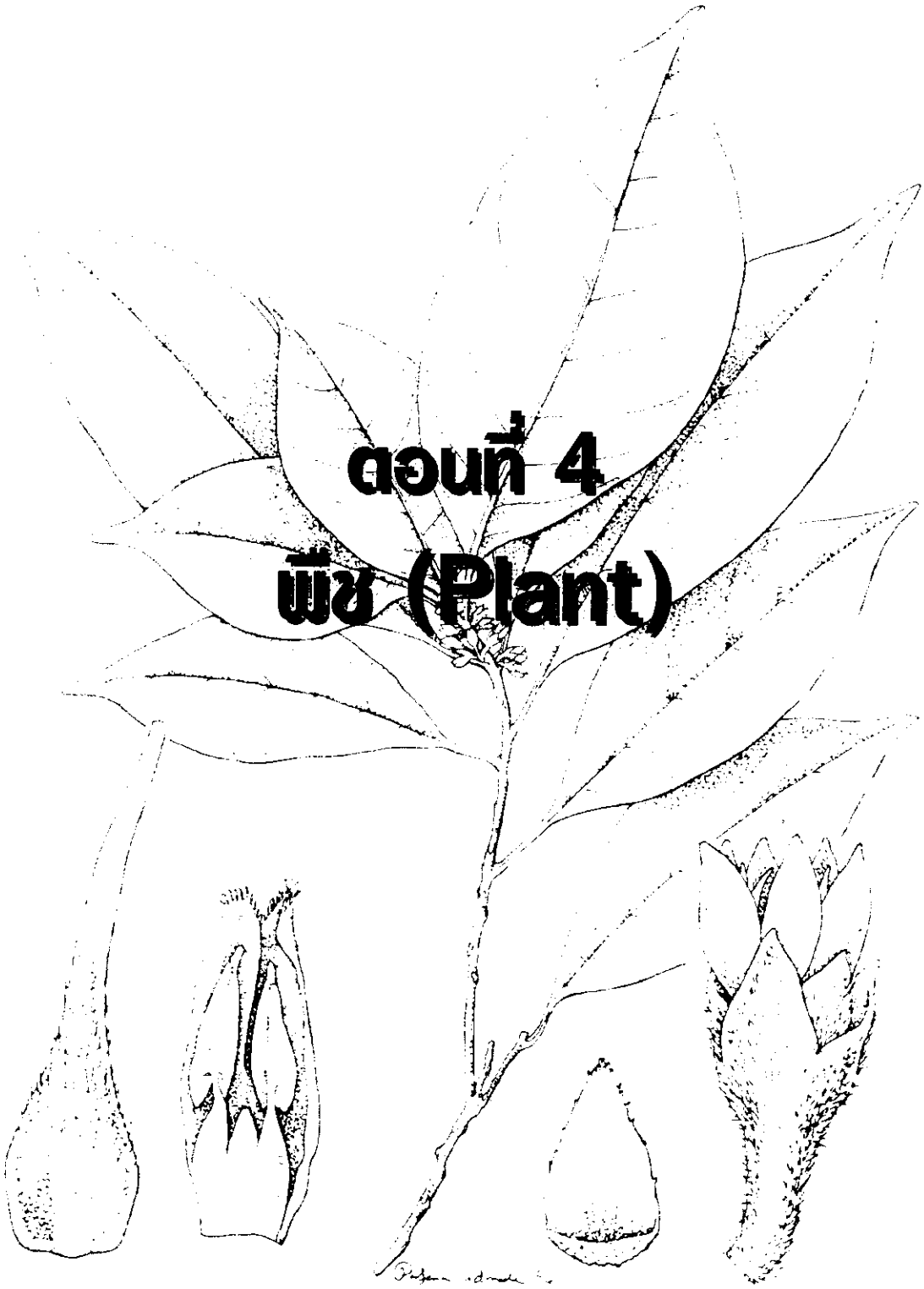
PHILLIPS, R. 1981. Mushrooms and Other Fungi of Great Britain and Europe. PAN Book.

PHILLIPS, R. 1990. Mushrooms of North America. Little Brown and Company.

RIFAI, M. A. 1968. The Australian *Pezizales* in the Herbarium of the Royal Botanic Gardens Kew. N.V. Nord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij, Amsterdam.

WHALLEY, A. J. S. AND S. THIENHIRUN. 1996. *Rhopalostroma kanyae* sp. nov. from Thailand. Mycol. Res. 100: 866-868.

ZHISHU, B., Z. GUOYANG AND L. TAIHUI. 1993. The Macrofungus Flora of China's Guangdong Province. The Chinese University Press, Hong Kong.



ตอนที่ 4
พืช (Plant)

การศึกษาเบื้องต้นของพืชวงศ์กระดุมเงินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

อมรรัตน์ ประจักษ์สูตร์, ประนอม จันทรโณทัย และ อัจฉรา ธรรมถาวร
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

A PRELIMINARY STUDY OF ERIOCAULACEAE IN THE NORTHEAST OF THAILAND

A. Prajaksood, P. Chantaranothai and A. Thammathaworn
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

A morphological study of Eriocaulaceae in the northeast of Thailand was conducted between September 1997 and April 1999. There were 38 species belonging to only one genus, *Eriocaulon* L. Twenty-eight of these species were kept at the Forest Herbarium, Royal Forest Department, Bangkok (BKF) and Botanical Section, Department of Agriculture, Bangkok (BK) and 27 taxa species were collected. Nineteen of them are new records for Thailand. All of them were described and photographed. Leaf epidermis of 11 species were investigated by the peeling method. Epidermal cells were divided into 2 groups: sinuous surface and smooth surface.

Key words: Eriocaulaceae, morphology, leaf epidermis

บทนำ

พืชวงศ์กระดุมเงิน (Eriocaulaceae) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีลักษณะเป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก พบตามที่ค่อนข้างชื้นแฉะ เป็นพืชปีเดียวหรือหลายปี ส่วนใหญ่เป็นดอกแยกเพศอยู่ร่วมต้น (Walters and Keil, 1996) พบพืชวงศ์นี้ 13 สกุล ประมาณ 1,200 ชนิด (Heywood, 1979) กระจายพันธุ์ในเขตร้อนและกึ่งร้อน บางชนิดกระจายเข้าไปในเขตอบอุ่น พบมากในเขตร้อนของอเมริกาใต้ (Keng, 1978) ในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยนำพืชวงศ์นี้มาใช้ประโยชน์โดยนำดอกที่แห้งมาย้อมสี จัดเป็นช่อดอกไม้ประดิษฐ์ (Heywood, 1979) ในประเทศจีนและประเทศมาเลเซียใช้พืชวงศ์นี้เป็นพืชสมุนไพร รักษาโรคเกี่ยวกับดวงตา ใช้เป็นยาแก้อักเสบและเป็นยาสมาน (Hooper, 1929; Keys, 1976)

Moldenke (1971) รายงานว่าประเทศไทยมีพืชวงศ์นี้ทั้งสิ้น 1 สกุล คือ *Eriocaulon* L. จำนวน 31 ชนิด เต็ม (2518) รายงานว่าประเทศไทยมีพืชสกุลนี้ประมาณ 20 ชนิดแต่ไม่มีการแจกแจงชนิด ต่อมา Suvatti (1978) ได้พิมพ์รายชื่อพรรณไม้วงศ์นี้ของประเทศไทยไว้จำนวน 1 ชนิด คือ *E. quinquangulare* L. เต็ม (2523) ได้รวบรวมรายชื่อพืชวงศ์นี้ในประเทศไทย จำนวน 8 ชนิด แต่สอาดและคณะ (2525) ได้พิมพ์รายชื่อพันธุ์ไม้วงศ์นี้ในหนังสือชื่อพรรณไม้เมืองไทยจำนวน 7 ชนิด (ตารางที่ 1) ยังไม่มีการศึกษาทบทวนพืชวงศ์นี้อย่างชัดเจน การศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และกายวิภาคศาสตร์ของผิวใบของพืชวงศ์นี้ เพื่อนำมาใช้ในการจำแนกชนิดและทราบถึงความหลากหลายทางชีวภาพด้านจำนวนชนิดที่มีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

พื้นที่ศึกษา

ศึกษาตัวอย่างพรรณไม้แห้งจากหอพรรณไม้ ส่วนพฤกษศาสตร์ กรมป่าไม้ (BKF) และตัวอย่างพรรณไม้จากพิพิธภัณฑ์พืช งานพฤกษศาสตร์ กรมวิชาการเกษตร (BK) โดยเลือกศึกษาเฉพาะชิ้นตัวอย่างที่เก็บจากพื้นที่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และศึกษาจากตัวอย่างสดที่ได้จากการเก็บตัวอย่างภาคสนามในเขตจังหวัดกาฬสินธุ์, ขอนแก่น, นครพนม, นครราชสีมา, มุกดาหาร, เลย, สกลนคร, หนองคาย, อุบลราชธานี และอำนาจเจริญ ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคผิวใบจากตัวอย่างพืชที่พบในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนมกราคม 2541 ที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิธีการ

การศึกษาสัณฐานวิทยา

รวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างพรรณไม้ที่เก็บไว้ในหอพรรณไม้ ส่วนพฤกษศาสตร์ กรมป่าไม้ และตัวอย่างพรรณไม้จากพิพิธภัณฑ์พืช งานพฤกษศาสตร์ กรมวิชาการเกษตร ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างภาคสนามในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ศึกษาสัณฐานวิทยาของตัวอย่างพรรณไม้ใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วาดภาพลาย

เส้นขององค์ประกอบต่าง ๆ ของดอก ตรวจสอบหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยใช้รูปวิธานจากหนังสือพรรณพฤกษชาติของภูมิภาคข้างเคียง บรรยายลักษณะพืชตามหลักการทางอนุกรมวิธานพืช สร้างรูปวิธานอันดับชนิด

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของผิวใบ

ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของผิวใบโดยวิธีการลอกผิว ย้อมด้วยสี safranin 1% ในน้ำ ผนึกสไลด์ด้วย DPX วิเคราะห์และบันทึกผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงติดกล้องถ่ายภาพ

ผลการวิจัย

การศึกษาสัณฐานวิทยา

จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของพืชวงศ์กระดุมเงินในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบว่ามีพืชวงศ์กระดุมเงินจำนวน 1 สกุล คือ *Eriocaulon* L. จำนวน 38 ชนิด (ตารางที่ 1) โดยเป็นชนิดที่มีการรายงานครั้งแรกในประเทศไทย 19 ชนิด ซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการตรวจเอกลักษณ์เพื่อทราบชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่นำมาใช้สร้างรูปวิธาน คือ รูปร่างใบ, การมีก้านช่อดอก, รูปร่างและสีของช่อดอก, รูปร่างของฐานดอก, รูปร่าง สี และการมีขนของใบประดับ, รูปร่าง สี และการมีขนของใบประดับดอก, จำนวน รูปร่าง สี และการมีขนของกลีบรวม, การมีขนและสีของอับเรณู, จำนวนช่องของรังไข่, สีของเมล็ด (ภาพที่ 1, 2)

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบจำนวนของพืชวงศ์กระดุมเงินที่มีรายงานในประเทศไทย

รายชื่อพืชวงศ์กระดุมเงินในประเทศไทย	Moldenke (1971)	Suvatti (1978)	เต็ม (2523)	สะอาดและคณะ (2525)	การศึกษาครั้งนี้
Eriocaulon achiton Kom.	/				/
E. alpestre Hook. f. &Thoms	/				
E. alatum Lec.			/	/	/
E. brownianum Mart.					/
E. cinereum R. Br.	/				/
E. dianae Fyson	/				/
E. echinulatum Mart.	/		/	/	/
E. escape B. Hansen					/
E. gracile Mart.					/
E. hamiltonianum Mart.	/				
E. henryanum Ruhle.	/		/	/	/
E. hookerianum Stapf	/				
E. infirmum Steud.	/				
E. intermedium Korn.	/				
E. kradungense Satake					/
E. lepidum Koyama	/				
E. longifolium Maxim.			/		
E. luzulaefolium Mart.	/				/
E. nakayense Koyama	/				
E. odoratum Dalz.	/		/	/	/
E. oryzetorum Mart.	/				/
E. pseudonepalense Satake					/
E. quinquangulare L.	/	/			
E. redactum Ruhl.	/				
E. robusto-brownianum Ruhl.	/				
E. setaceum L.	/				/

ตารางที่ 1. (ต่อ)

รายชื่อพืชวงศ์กระดุมเงินในประเทศไทย	Moldenke (1971)	Suvatti (1978)	เต็ม (2523)	สะอาดและคณะ (2525)	การศึกษาครั้งนี้
E. sexangulare L.	/		/	/	
E. siamense Moldenke	/				/
E. smitinandii Moldenke	/				/
E. sollyanum Royle	/				
E. soucherei Moldenke	/				
E. stellulatum Korn.	/				
E. thailandicum Moldenke	/		/	/	/
E. truncatum Hamilt.	/				/
E. ubonense Lecomte	/				
E. willdenovianum Moldenke	/				
E. xenopodion Koyama	/				
E. zollingerianum Korn.	/				
รวม (ชนิด)	31	1	8	7	19

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของผิวใบ

จากการเก็บตัวอย่างพืชวงศ์กระดุมเงินในอุทยานแห่งชาติภูพานพบพืชวงศ์กระดุมเงินจำนวน 11 ชนิด ศึกษาเนื้อเยื่อผิวใบโดยวิธีการลอกผิว และย้อมด้วยสี safranin ได้ผลดังตารางที่ 2 (ภาพที่ 3)

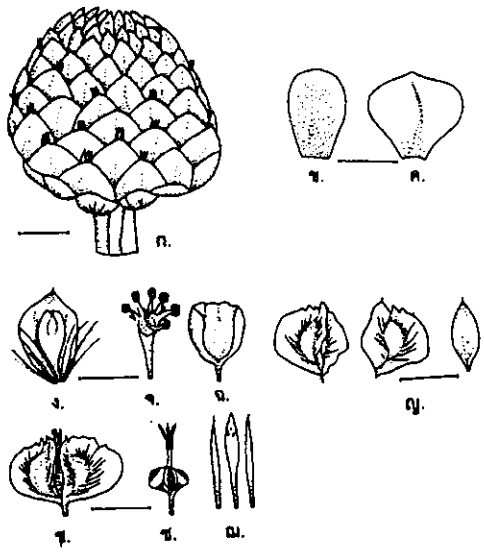
ตารางที่ 2. เปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของผิวใบของพืชวงศ์กระดุมเงินในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน

ชนิด	S-UE	PE		UL		UE				LE			
		UE	LE	UE	LE	TG	T1	T2	T3	TG	T1	T2	T3
E. alatum	-	✓	-	-	-	✓✓	✓	-	-	✓	✓✓	-	-
E. dianae	-	✓	✓	-	-	✓✓	✓	-	-	✓	-	-	-
E. echinulatum	✓	✓	-	-	-	✓✓	✓	-	-	✓✓	✓	-	-
E. gracile	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
E. odoratum	-	-	-	-	-	✓✓	-	-	✓	✓	-	✓	✓
E. oryzetorum	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-
E. smitinandii	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓✓	✓	-	-
E. sp. 1	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	✓✓	✓	-	-
E. sp. 2	-	-	-	-	-	✓✓	✓	-	-	✓✓	✓	-	-
E. sp. 3	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-
E. sp. 4	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓✓	✓	-	-

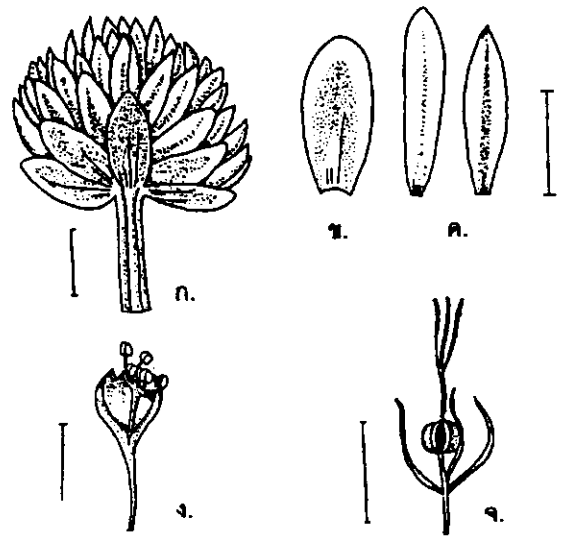
(S-UE=เซลล์เอพิเดอร์มิสด้านบนเป็นรูปกระสวยปลายตัด, UE=เซลล์เอพิเดอร์มิสด้านบน, UL=ผิวเซลล์เอพิเดอร์มิสไม่เป็นริ้ว, LE=เซลล์เอพิเดอร์มิสด้านล่าง, PE=เซลล์เอพิเดอร์มิสด้านบนเป็นปุ่มนูน, TG=ไทรโคมแบบต่อม 2 เซลล์, T1=ไทรโคมแบบขนที่เซลล์ปลายสุดรีและยาวน้อยกว่า 100 ไมครอน, T2=ไทรโคมแบบขนที่เซลล์ปลายสุดรีและยาวประมาณ 100-200 ไมครอน, T3=ไทรโคมแบบขนที่เซลล์ปลายสุดยาวมากกว่า 400 ไมครอน, ✓ = มี, ✓✓ = มีมาก)

บทวิจารณ์

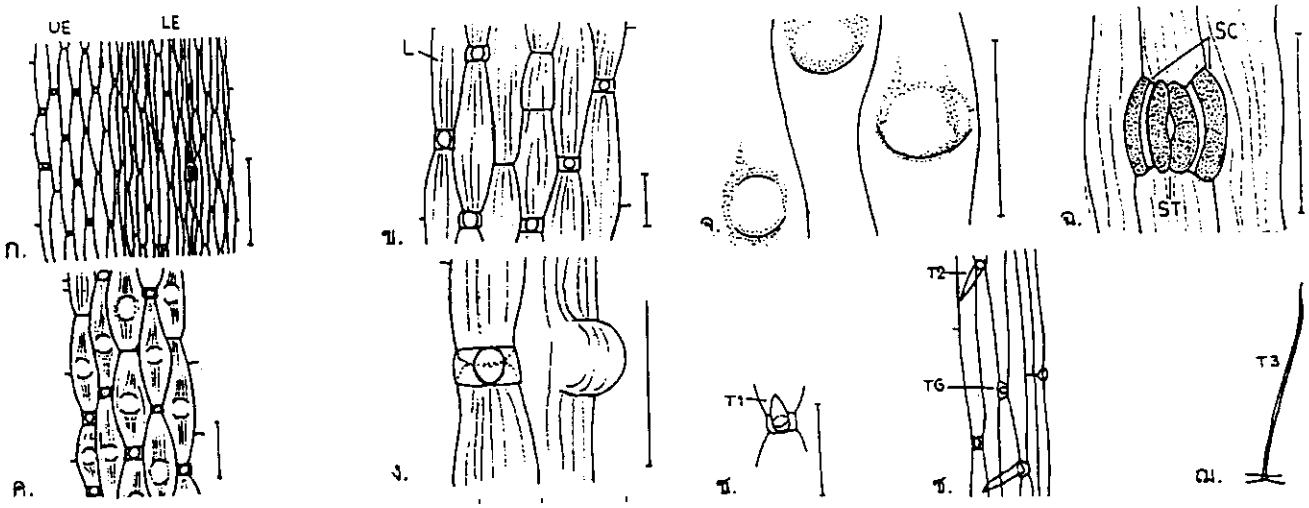
จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของพืชวงศ์กระดุมเงินในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบว่ามีความหลากหลายทางชีวภาพด้านจำนวนชนิดค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานที่มีมาก่อนซึ่งรวบรวมจำนวนชนิดทั้งประเทศ (ตารางที่ 1) และเป็นชนิดที่มีการรายงานครั้งแรกในประเทศไทยถึง 19 ชนิด ซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการตรวจเอกลักษณ์เพื่อทราบชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่นำมาใช้สร้างรูปวิธาน ส่วนใหญ่เป็นลักษณะที่สามารถเห็นได้ชัดเจน เช่น การมีก้านช่อดอก, รูปร่างของฐานดอก, รูปร่างและสีของใบประดับ, การมีขนและสี



ภาพที่ 1. สัณฐานวิทยาของ *E. alatun* ก) ช่อดอก, ข) ใบประดับรองรับช่อดอก, ค) ใบประดับรองรับดอกเพศเมีย, ง) ดอกเพศผู้และใบประดับ, จ) กลีบดอกชั้นในและชั้นเกสรเพศผู้, ฉ) กลีบดอกชั้นนอกของดอกเพศผู้, ช) ดอกเพศเมีย, ซ) ชั้นเกสรเพศเมีย, ฌ) กลีบดอกชั้นในของดอกเพศเมีย, ญ) กลีบดอกชั้นนอกของดอกเพศเมีย (สเกลเท่ากับ 1 มิลลิเมตร)



ภาพที่ 2. สัณฐานวิทยาของ *E. cinereum* ก) ช่อดอก, ข) ใบประดับรองรับช่อดอก, ค) ใบประดับรองรับดอกย่อย, ง) ดอกเพศผู้, จ) ดอกเพศเมีย (สเกลเท่ากับ 1 มิลลิเมตร)



ภาพที่ 3. ลักษณะทางกายวิภาคผิวใบของพืชวงศ์กระดุมเงินในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ก) เซลล์เอพิเดอร์มิสด้านบน (UE) ขนาดใหญ่กว่าเซลล์เอพิเดอร์ด้านล่าง (LE) (สเกลเท่ากับ 400 ไมโครเมตร), ข) เซลล์เอพิเดอร์มิสรูปสี่เหลี่ยมและหกเหลี่ยม ผิวเซลล์เรียบ สารคิวตินฉาบเป็นริ้ว (L) (สเกลเท่ากับ 100 ไมโครเมตร), ค)–ง) เซลล์เอพิเดอร์มิสรูปกระสวยผิวเซลล์เป็นปุ่มนูน สารคิวตินฉาบเป็นริ้ว (สเกลเท่ากับ 100 ไมโครเมตร), จ) ผิวเซลล์เป็นปุ่มนูน สารคิวตินฉาบไม่เป็นริ้ว (สเกลเท่ากับ 100 ไมโครเมตร), ฉ) ปากใบมีเซลล์ประกบเซลล์คุม (SC) 2 เซลล์ ขนานกับเซลล์คุม (ST) (สเกลเท่ากับ 100 ไมโครเมตร), ช) ไทรโคมแบบขนที่เซลล์ปลายสุดรีและยาวน้อยกว่า 100 ไมโคเมตร (T1) (สเกลเท่ากับ 100 ไมโครเมตร), ซ) ไทรโครมแบบต่อม 2 เซลล์ (TG) และไทรโครมแบบขนที่เซลล์ปลายสุดรีและยาวประมาณ 100-200 ไมโครเมตร (T2) (สเกลเท่ากับ 100 ไมโครเมตร), ฌ) ไทรโคมแบบขนที่เซลล์ปลายสุดยาวมากกว่า 400 ไมโครเมตร (T3) (สเกลเท่ากับ 200 ไมโครเมตร)

ของอับเรณู เป็นต้น ลักษณะบางอย่างไม่มีรายงานมาก่อน เช่น จำนวนช่องของรังไข่ที่มีเพียง 1 ช่อง หรือมีมากกว่า 3 ช่อง การมีขนที่อับเรณู เป็นต้น ลักษณะเหล่านี้ทำให้ทราบว่านอกจากประเทศไทยจะมีความหลากหลายทางชีวภาพด้านจำนวนชนิดค่อนข้างมากแล้วยังเป็นความหลากหลายที่ไม่เหมือนประเทศอื่น ๆ

จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของผิวใบ พบว่าลักษณะเซลล์เอพิเดอร์มิสเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก หรือเป็นหกเหลี่ยม เซลล์ที่ผิวใบด้านบนมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ที่ผิวใบด้านล่าง มีปากใบเฉพาะผิวใบด้านล่าง มีเซลล์ประกบเซลล์คุม 2 เซลล์ สอดคล้องกับการรายงานลักษณะกายวิภาคผิวใบของพืชสกุล *Eriocaulon* ของ Tomlinson (1969) ลักษณะทางกายวิภาคที่มีรายงานเป็นครั้งแรกจากการศึกษาครั้งนี้ คือ ลักษณะเซลล์เอพิเดอร์มิสเป็นรูปกระสวยปลายตัด ผิวของเซลล์ด้านสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมมี 2 แบบ คือ แบบเรียบ และแบบปุ่มนูน การฉาบของสารคิวตินที่ผิวมี 2 แบบ คือ แบบเป็นริ้ว และแบบไม่เป็นริ้ว เซลล์ประกบเซลล์คุมติดสี safranin เป็นแถบไม่เต็มเซลล์ ไทรโคมมี 2 แบบ คือแบบเป็นต่อมประกอบด้วย 2 เซลล์ และไทรโคมที่เป็นขน เกิดจากเซลล์เรียงเป็นเส้นตรงแถวเดียว ซึ่งมี 3 แบบ คือ (1) ขนประกอบด้วย 3 เซลล์ เซลล์ปลายสุดมีทรงรีและยาวน้อยกว่า 100 ไมครอน (2) ขนประกอบด้วย 3 เซลล์ เซลล์ปลายสุดมีทรงรีและยาว ประมาณ 100-200 ไมครอน และ (3) ขนประกอบด้วยเซลล์ 3-6 เซลล์ เซลล์ปลายสุดยาวมากกว่า 400 ไมครอน ลักษณะกายวิภาคที่กล่าวมาไม่สามารถนำมาสร้างรูปวิธานจำแนกถึงระดับชนิดทั้ง 11 ชนิดได้ จำเป็นต้องใช้ลักษณะอื่นด้วย เช่น ลักษณะกายวิภาคภาคตัดขวางของใบและก้านช่อดอก สัณฐานวิทยาละอองเรณู เป็นต้น

บทสรุป

จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของพืชวงศ์กระดุมเงินในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบพืชวงศ์กระดุมเงิน 1 สกุล คือ *Eriocaulon* L. จำนวน 38 ชนิด โดยเป็นชนิดที่มีการรายงานครั้งแรกในประเทศไทย 19 ชนิด ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่นำมาใช้สร้างรูปวิธาน คือ รูปร่างใบ, การมีก้านช่อดอก, รูปร่างและสีของช่อดอก, รูปร่างของฐานดอก, รูปร่าง สี และการมีขนของใบประดับ, รูปร่าง สี และการมีขนของใบประดับดอก, จำนวน รูปร่าง สี และการมีขนของกลีบรวม, การมีขนและสีของอับเรณู, จำนวนช่องของรังไข่, สีของเมล็ด จากการศึกษาเนื้อเยื่อผิวใบโดยวิธีการลอกผิวของพืชวงศ์กระดุมเงินที่พบในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานจำนวน 11 ชนิด พบว่าลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อเยื่อผิวใบไม่สามารถนำมาสร้างรูปวิธานจำแนกถึงระดับชนิดทั้ง 11 ชนิดได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540069

เอกสารอ้างอิง

เต็ม สมิตินันทน์. 2518. พันธุ์ไม้ป่าเมืองไทย. อักษรบัณฑิต, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). ฟันนี่พลับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

สอาด บุญเกิด, จเร สดากร และทิพย์พรรณ สดากร. 2525. ชื่อพรรณไม้ในเมืองไทย. ม.ป.ท.

HEYWOOD, V. H. (ed.). 1979. Flowering Plants of the World. Oxford University Press.

HOOPER, D. 1929. On Chinese Medicine: Drugs of Chinese Phramacies in Malaya. Garden's Bulletin 6(1): 1-59.

KENG, H. 1978. Orders and Families of Malayan Seed Plants. Singapore University Press.

KEYS, J. D. 1976. Chinese Herbs. Charles E. Tuttle Company, Tokyo.

MOLDENKE, H. N. 1971. A Fifth Summary of the *Verbenaceae, Avicenniaceae, Stilbaceae, Dicrastylidaceae, Symphoremaceae, Nyctanthaceae* and *Eriocaulaceae* of the World as to Valid Taxa, Geographic Distribution and Synonymy. Vol. 1. Bram-Brumfield, Michigan.

SUVATTI, C. 1978. Flora of Thailand. Vol. 1. Kurusapha Ladprao, Thailand.

TOMLINSON, P. B. 1969. Anatomy of the Monocotyledons III: Commelinales-Zingiberales. Oxford University Press.

WALTERS, D. R. AND D. J. KEIL. 1996. Vascular Plant Taxonomy. 4th ed. Kendall/Hunt Publishing, U.S.A.

พรรณไม้วงศ์ผักปราบในอุทยานแห่งชาติภูพาน

วิไลวรรณ มนูศิลป์, ประนอม จันทรโณทัย, อัจฉรา ธรรมถาวร และ สุมนทิพย์ บุนนาค
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

THE FAMILY COMMELINACEAE IN PHU PHAN NATIONAL PARK

W. Manusilp, P. Chantaranothai, A. Thammathaworn and S. Bunnag
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

A study of the family Commelinaceae in Phu Phan National Park was conducted from October 1996 to March 1998. There were 6 genera and 21 species; *Aneilema herbacum* (Roxb.) Wall. ex Kunth., *Aneilema* sp., *Commelina benghalensis* L., *C. clavata* C. B. Clarke, *C. diffusa* Burm. f., *C. kurzii* C. B. Clarke, *C. obliqua* Ham, *Cyanotis axillaris* Roem. & Schult., *C. barbata* Don, *C. cristata* Roem. & Schult., *C. villosa* Schult., *Floscopa scandens* Lour., *Forrestia griffithii* C. B. Clarke, *Murdannia gigantea* Brueck., *M. medica* (Lour.) Hong, *M. nudiflora* (L.) Brenan., *M. scapiflorum* (Roxb.) Royle, *M. spectabilis* (Kurz) Faden, *M. spirata* (L.) Bruckner, *Murdannia* sp. 1 and *Murdannia* sp. 2.

An anatomical study of leaves, leaf sheaths and stems of all species was conducted using the peeling method and cross sections. Hairs, stomata, epidermal cells and mesophyll cells were found to be useful for classification.

Key words: Commelinaceae, anatomical study, diversity

บทนำ

พืชวงศ์ผักปราบ (Commelinaceae) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ประเภทล้มลุก มีอายุปีเดียวหรือหลายปี เจริญได้ดีในเขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อน ลักษณะลำต้นมีข้อและปล้องชัดเจน เลื้อยทอดนอนไปตามพื้นดิน หรือตั้งตรงเป็นกอ มักอวบ มีรากออกตามข้อ ก้านใบแผ่เป็นกาบหุ้มลำต้น ดอก ออกเป็นช่อตามซอกใบหรือปลายยอด กลีบดอกบอบบางสีสวยงาม มีสีม่วง, น้ำเงิน, ฟ้า, ขาว, ชมพู และเหลือง กลีบดอกชั้นนอกอยู่ทนจนเกิดผล พืชในวงศ์นี้บางชนิดใช้เป็นอาหาร เช่น *Commelina benghalensis* L. หลายชนิดใช้เป็นสมุนไพร เช่น น้ำคั้นจากต้น *Floscopa scandens* Lour. ใช้หยอดตาแก้อาการเจ็บตาและเป็นส่วนผสมในยาที่รับประทานหลังคลอดบุตร (ก่องกานดา, 2528) การศึกษาพรรณไม้วงศ์นี้จะศึกษาถึงจำนวนชนิด ลักษณะสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของลำต้นและใบ จัดทำรูปวิธาน สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาพรรณไม้วงศ์ผักปราบในประเทศไทยต่อไป

พื้นที่ศึกษา

อุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิธีการ

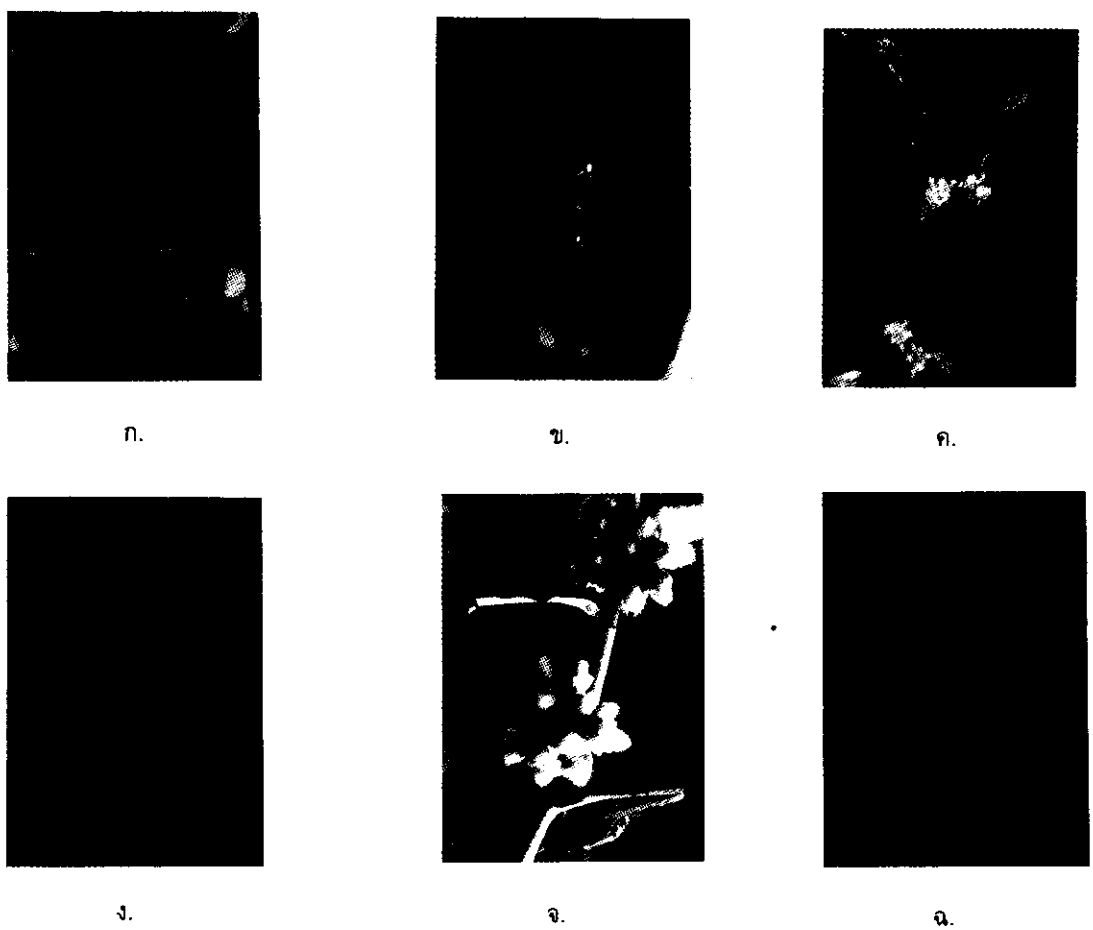
ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์ผักปราบทุกชนิดที่พบในอุทยานแห่งชาติภูพาน โดยการสำรวจจำนวนชนิด ตรวจสอบลักษณะพืชอย่างละเอียดทั้งราก, ลำต้น, ใบ, ดอก, ผล, เมล็ด, วัน, เวลา, สถานที่พบและใช้วิธีการศึกษาเปรียบเทียบทางกายวิภาคศาสตร์ของลำต้น, กาบใบ, ใบ ด้วยการลอกผิวและกรรมวิธีพาราฟิน (อัจฉรา, 2538) เพื่อตรวจสอบโครงสร้างภายในเซลล์

ผลการวิจัย

การศึกษาสัณฐานวิทยา

จากการศึกษาพรรณไม้วงศ์ผักปราบในอุทยานแห่งชาติภูพาน พบ 6 สกุล 21 ชนิด (ภาพที่ 1) ลักษณะพืชเป็นไม้ล้มลุกมีอายุสั้นฤดูเดียวหรือหลายฤดู ลำต้นกลม หรือเป็นเหลี่ยมสันเล็กน้อย อวบน้ำมีข้อปล้องชัดเจนทอดขนานเลื้อยนอนไปตามพื้นดินและชูสูงขึ้น เช่น สกุล *Commelina, Cyanotis, Floscopa* และ *Forrestia* บางชนิดลำต้นตั้งตรง

เช่น สกุล *Aneilema* บางชนิดลำต้นสั้นอยู่ใต้ดิน (rhizome) เช่น สกุล *Murdannia* ราก แตกออกมาตรงบริเวณข้อ ช่วยยึดลำต้น เป็นระบบรากฝอยมีลักษณะเป็นเส้นบาง เส้นหนาหรือคล้ายหัว ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงแบบสลับ เช่น สกุล *Commelina, Cyanotis, Floscopa* และ *Forrestia* เนื้อใบหนา, อวบน้ำ, เส้นกลางใบชัดเจน, เส้นแขนงใบขนานกัน ดอก ออกเป็นช่อที่ซอกใบและปลายยอด ลักษณะช่อดอกมีทั้งแบบช่อดอกเป็นกระจุก (cyme) และช่อแยกแขนง (panicle) ส่วนมากมีกาบรองช่อดอกรูปเรือ หรือรูปกรวย หรือมีใบประดับรองรับ ดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกมี 6 กลีบ เรียงเป็น 2 ชั้น กลีบดอกชั้นนอกมี 3 กลีบ สีเขียว โคนกลีบแยกหรือเชื่อมกันเล็กน้อยอยู่ทนจนเกิดผล กลีบดอกชั้นในมี 3 กลีบ ออกสลับกับกลีบดอกชั้นนอก มีหลายสี คือ ขาว, ชมพู, ฟ้า และม่วง บอบบางเหี่ยวเร็วช้าง่าย โคนกลีบดอกชั้นในแยกหรือเชื่อมติดกัน เกสรเพศผู้มี 6 อัน สมบูรณ์ทั้งหมด เช่น สกุล *Cyanotis, Floscopa* และ *Forrestia* หรือสมบูรณ์ 2-3 อัน เช่น สกุล *Aneilema, Commelina* และ *Murdannia* ส่วนที่เหลือเป็นหมัน ก้านเกสรเพศผู้ไม่มีขนหรือมีขนนุ่มยาว แต่ละอันไม่เชื่อมติดกัน ลักษณะของก้านเกสรเรียวยาว ปลายของก้านเกสรเพศผู้ติดอยู่ตรงกลางทางด้านหลังของอับเรณู (dorsifixed) โคนของก้านเกสรอยู่ติดกับผนังด้านนอกของรังไข่ รังไข่ อยู่เหนือส่วนอื่นของดอก ส่วนมากมี 3 พู แต่สกุล *Floscopa* มี 2 พู มี 1-2 ออวุล ติดอยู่แกนกลางของรังไข่ (axile placentation) ก้านชูเกสรเพศเมีย มี 1 ก้าน เรียวยาว ส่วนที่ยอดเกสรมีลักษณะเป็นปุ่มหรือเป็นแฉก ผล แห้งแตกตามพู เมล็ดมีตั้งแต่ 1 เมล็ดถึงจำนวนมาก ลักษณะเป็นท่อน รูปเหลี่ยม หรือรี ผิวนอกเมล็ดมีริ้วรอย, ย่น, ขรุขระ เป็นรู หรือเป็นตาข่าย ภายในเมล็ดมีแป้งสีขาว เนื้อละเอียดอัดกันแน่น ต้นอ่อนมีขนาดเล็ก



ก. ข. ค.

ง. จ. ฉ.

ภาพที่ 1. ตัวอย่างพรรณไม้วงศ์ผักปราบบางชนิดที่พบในอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร ก. *Aneilema herbacum* (Roxb.) Wall. ex Kunth., ข. *Commelina diffusa* Burm. f., ค. *Cyanotis cristata* Roem. & Schult. ง. *Floscopa scandens* Lour., จ. *Forrestia griffithii* C. B. Clarke, ฉ. *Murdannia scapiflorum* (Roxb.) Royle

การศึกษากายวิภาคศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบ กาบใบและลำต้นพืชวงศ์ผักปราบที่พบในอุทยานแห่งชาติภูพาน จำนวน 6 สกุล 21 ชนิด ได้ผลดังนี้ ปากใบชนิดเตตระไซทิก (tetracytic) มีเซลล์คุมคล้ายรูปไต เซลล์ข้างเซลล์คุมมี 4 เซลล์โดย 2 เซลล์วางตัวขนานกับเซลล์คุม อีก 2 เซลล์ประกบหัวท้ายเซลล์คุมได้แก่สกุล *Cyanotis* และ *Forrestia* ปากใบชนิดเฮกซะไซทิก (hexacytic) มีเซลล์คุมคล้ายรูปไต เซลล์ข้างเซลล์คุมมี 6 เซลล์ โดย 4 เซลล์วางตัวขนานกับเซลล์คุม อีก 2 เซลล์วางตัวประกบหัวและท้ายของเซลล์คุม ได้แก่ สกุล *Aneilema, Commelina, Floscopa* และ *Murdannia* (Tomlinson, 1969) พบปากใบที่ผิวใบด้านบน ด้านล่าง กาบใบด้านล่าง ผิวลำต้น แต่พบมากที่ผิวใบด้านล่าง ลักษณะของเซลล์ในแผ่นใบ, กาบใบ และลำต้น ดังตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1. ลักษณะของเซลล์ในแผ่นใบ

ชนิดพืช	ระบบเนื้อเยื่อชั้นผิว รูปร่างเซลล์	ระบบเนื้อเยื่อพื้น ลักษณะเซลล์ในมีโซฟิลล์	ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง ลักษณะของมัดท่อลำเลียง
A. herbacum	หกเหลี่ยมมีผลึกรูปแท่ง ขนปลายแหลม	เป็นแท่ง มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์เรียงเป็นระยะ	มี 3 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
A. sp.	สี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนปลายปุ่ม	เกือบกลม มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์เรียงเป็นระยะ	มี 3 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. benghalensis	สี่ถึงหกเหลี่ยม มีผลึกรูปปริซึม ขนปลายแหลม	เป็นแท่งสั้น มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์เรียงเป็นระยะ	มี 3 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. clavata	หกเหลี่ยม มีผลึกรูปปริซึม ขนเป็นหนามและปลายแหลม	เป็นแท่งสั้น มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์เรียงเป็นระยะ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. diffusa	หกเหลี่ยม มีผลึกรูปปริซึม ขนเป็นปุ่มและขนปลายตะขอ	เป็นแท่งสั้นหนาแน่นมากที่ขอบใบ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. kurzii	สี่เหลี่ยมมีผลึกรูปปริซึมและรูปเข็ม ขนปลายแหลมและตะขอ	เป็นแท่งสั้นมีเซลล์หลั่งติดสีแดง	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. obliqua	หกเหลี่ยม มีผลึกรูปแท่งสั้น ขนปลายแหลม	เป็นแท่งสั้นมีเซลล์หลั่งติดสีแดง	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. Axillaris	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนเป็นปุ่มเล็ก	ค่อนข้างกลม มีเนื้อเยื่อชั้นรองผิว	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. Barbata	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายแหลม	ค่อนข้างกลม มีเนื้อเยื่อชั้นรองผิว	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. cristata	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนเป็นปุ่มเล็ก	ค่อนข้างกลม หนาแน่นที่ขอบใบ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. Villosa	ห้าถึงหกเหลี่ยม ขนปลายแหลม	ค่อนข้างกลม มีเนื้อเยื่อชั้นรองผิว	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
F. scandens	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายแหลม	ค่อนข้างกลม หนาแน่นที่ขอบใบ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
For. Griffithi	สี่ถึงหกเหลี่ยม มีสารซิลิกา ขนปลายพองรี และปลายแหลม	ค่อนข้างกลม	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. gigantea	สี่ถึงห้าเหลี่ยม มีเนื้อเยื่อชั้น ผิวกั้นปากใบเป็นระยะ	ค่อนข้างกลม มีเนื้อเยื่อชั้นรองผิว	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. medica	ห้าถึงหกเหลี่ยม ขนเป็นปุ่มและปลายพองรี	เป็นแท่งสั้น หนาแน่นที่ขอบใบ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. nudiflora	สี่เหลี่ยมแคบยาว ขนปลายแหลมและปลายพอง	ค่อนข้างกลม หนาแน่นที่ขอบใบ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. scapiflorum	ห้าถึงหกเหลี่ยม ขนปลายมน และปลายแหลม	ค่อนข้างกลม หนาแน่นที่ขอบใบ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. spectabilis	ห้าถึงหกเหลี่ยม มีเนื้อเยื่อชั้นและปลายแหลม	เกือบกลม มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ เรียงเป็นระยะ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. spirata	ห้าถึงหกเหลี่ยม ขนปลายแหลม	เกือบกลม หนาแน่นที่ขอบใบ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. sp. 1	สี่ถึงห้าเหลี่ยม ขนปลายพองรี	ค่อนกลางกลม หนาแน่นที่ขอบใบ	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. sp. 2	สี่เหลี่ยมแคบยาว ขนปลายพองรี	เกือบกลม หนาแน่นที่ขอบใบ	มี 3 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น

บทสรุป

การศึกษาสัณฐานวิทยา จากการศึกษาพรรณไม้วงศ์ผักปราบในอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร

1. พบว่ามี 6 สกุล 21 ชนิด ได้แก่ *Aneilema* 2 ชนิด; *A. herbacum* และ *A.* sp., *Commelina* 5 ชนิด; *C. benghalensis, C. clavata, C. diffusa, C. kurzii* และ *C. obliqua, Cyanotis* 4 ชนิด; *Cy. axillaris, Cy. barbata, Cy. cristata* และ *Cy. villosa, Floscopa* 1 ชนิด; *F. scandens, Forrestia* 1 ชนิด; *F. griffithii, Murdannia* 8 ชนิด; *M. gigantea, M. medica, M. nudiflora, M. scapiflorum, M. spectabilis, M. spirata, M.* sp. 1 และ *M.* sp. 2

ตารางที่ 2. ลักษณะเซลล์ในกาบใบ

ชนิดพืช	ระบบเนื้อเยื่อชั้นผิว รูปร่างเซลล์	ระบบเนื้อเยื่อพื้น จำนวนชั้นของพาเรงคิมา	ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง ลักษณะของมัดท่อลำเลียง
A. herbacum	สี่ถึงห้าเหลี่ยม มีผลึกรูปแท่ง ผิวนอกเคลือบคิวทิน	4-5 ชั้น ภายในมีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
A. sp.	สี่เหลี่ยมแคบยาว มีผลึกรูปแท่ง ขนปลายมน	5-8 ชั้น มีคลอโรพลาสต์น้อย	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. benghalensis	ห้าถึงหกเหลี่ยม มีผลึกรูปแท่ง ขนปลายแหลม	4-5 ชั้น มีคลอโรพลาสต์น้อย	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. clavata	สี่ถึงห้าเหลี่ยม มีผลึกรูปแท่งขนปลายแหลม	8-9 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. diffusa	สี่ถึงห้าเหลี่ยม ขนพองและปลายแหลม	3-4 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. kurzii	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายแหลม	4-6 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. obliqua	ห้าถึงหกเหลี่ยม มีผลึกแท่งสั้นขนปลายแหลม	4-6 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. Axillaris	หกเหลี่ยม เรียงแนวตั้งสลับกับแนวยาว ของแผ่นใบ	3-4 ชั้น มีช่องอากาศใหญ่	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. Barbata	สี่ถึงห้าเหลี่ยม ขนปลายแหลม	4-7 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. Cristata	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายปุ่มและปลายแหลม	3-5 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. Villosa	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายแหลม	9-12 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
F. scandens	ห้าถึงหกเหลี่ยม มีผลึกรูปแท่ง	5-6 ชั้น มีช่องอากาศใหญ่	มี 3 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
For. Griffithii	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนพองรีและปลายแหลม	4-6 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. gigantea	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายพองรี	4-7 ชั้น มีช่องอากาศใหญ่	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. medica	ห้าถึงหกเหลี่ยม ขนเป็นปุ่มและปลายพองรี	5-7 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. nudiflora	สี่ถึงห้าเหลี่ยม ขนปลายพองรี	5-7 ชั้น มีช่องอากาศใหญ่	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. scapiflorum	สี่ถึงห้าเหลี่ยม ขปลายพองรีและปลายแหลม	6-8 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. spectabilis	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายแหลม	4-7 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. spirata	สี่ถึงห้าเหลี่ยม ขนปลายแหลม	5-8 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. sp. 1	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายพองรี	4-5 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. sp. 2	สี่ถึงหกเหลี่ยม มีผลึกรูปแท่ง ขนเป็นปุ่มขนาดเล็ก	4-5 ชั้น มีคลอโรพลาสต์	มี 2 ขนาด เยื่อหุ้ม 1 ชั้น

ตารางที่ 3. ลักษณะเซลล์ของลำต้น

ชนิดพืช	ระบบเนื้อเยื่อชั้นผิว รูปร่างเซลล์	ระบบเนื้อเยื่อพื้น ลักษณะเซลล์พาเรงคิมา	ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง ลักษณะของมัดท่อลำเลียง
A. herbacum	สี่ถึงหกเหลี่ยม มีผลึกรูปแท่งขนปลายแหลม	กระจาย มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ อยู่รอบลำต้น 2-3 ชั้นเซลล์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1-2 ชั้น มี เซลล์ไฟเบอร์ค้นเป็นแถบ
A. sp.	สี่เหลี่ยมแคบยาว ขนปลายมน	กระจาย มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ อยู่รอบลำต้น 1-3 ชั้นเซลล์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น มีเซลล์ ไฟเบอร์ค้นเป็นแถบ
C. benghalensis	สี่เหลี่ยม ขนปลายแหลม	กระจาย ด้านนอกมีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ 3-4 ชั้นเซลล์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. clavata	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายงอ	กระจาย ด้านนอกมีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ 4-5 ชั้น	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. diffusa	สี่เหลี่ยมแคบยาว	กระจายอยู่ด้านใน มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ อยู่ด้านนอก 2 ชั้นมีแอเรงคิมา	เรียง 2 วง มีเซลล์ไฟเบอร์อยู่ รอบมัดท่อลำเลียง
C. kurzii	สี่เหลี่ยมแคบยาว ขนปลายงอและปลายมน	กระจาย มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์เป็นแถบ อยู่รอบนอก	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
C. obliqua	สี่เหลี่ยมแคบยาว ขนปลายงอ	กระจาย มีกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์เป็นแถบ	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. axillaris	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนเป็นปุ่ม และปลายแหลม	กระจาย มีคลอโรฟลาสต์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. barbata	สี่เหลี่ยมแคบยาว ขนปลายแหลม	กระจาย มีคลอโรพลาสต์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
Cy. cristata	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายแหลม	กระจาย มีเซลล์ไฟเบอร์ 1-2 ชั้น	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1-2 ชั้น เป็น ไฟเบอร์

ตารางที่ 3. (ต่อ)

ชนิดพืช	ระบบเนื้อเยื่อชั้นผิว รูปร่างเซลล์	ระบบเนื้อเยื่อพื้น ลักษณะเซลล์พาเรงคิมา	ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง ลักษณะของมัดท่อลำเลียง
Cy. villosa	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายแหลม	กระจาย มีคลอโรพลาสต์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
F. scandens	สี่ถึงห้าเหลี่ยม ขนปลายแหลม	กระจาย มีคลอโรพลาสต์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
For. griffithii	สี่เหลี่ยมแคบยาว มีสารซิลิกา	กระจาย มีคลอโรพลาสต์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 2-4 ชั้น
M. gigantea	สี่ถึงหกเหลี่ยม มีรอยแตกที่ผิว	กระจาย ภายในมีสารสะสม	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 2-4 ชั้น
M. medica	สี่ถึงหกเหลี่ยม ขนปลายมน	กระจาย มีเซลล์ไฟเบอร์เป็นแถบ	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. nudiflora	สี่ถึงหกเหลี่ยม มีรอยแตกที่ผิว	กระจาย ภายในมีสารสะสม	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. scapiflorum	สี่ถึงหกเหลี่ยม มีรอยแตกที่ผิว	กระจาย ภายในมีสารสะสม	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 3 ชั้น
M. spectabilis	สี่ถึงหกเหลี่ยม มีรอยแตกที่ผิว	กระจาย ภายในมีคลอโรพลาสต์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 3 ชั้น
M. spirata	สี่ถึงห้าเหลี่ยม ขนปลายแหลม	กระจาย ภายในมีคลอโรพลาสต์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. sp. 1	สี่เหลี่ยมแคบยาว ขนปลายพองรี	กระจาย ภายในมีคลอโรพลาสต์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น
M. sp. 2	สี่เหลี่ยมแคบยาว ขนปลายแหลม	กระจาย ภายในมีคลอโรพลาสต์	เรียง 2 วง เยื่อหุ้ม 1 ชั้น

2. ใช้ลักษณะที่แตกต่างของโครงสร้างพืชในการจำแนกสกุล คือ

2.1 *Aneilema* ลำต้นตั้งตรงหรือเป็นกอ ช่อดอกแผ่กระจายไม่อัดแน่น เกสรเพศผู้สมบูรณ์ 2-3 อัน

2.2 *Commelina* ลำต้นแผ่คลุมดิน กาบรองช่อดอกรูปกรวยหรือรูปเรือ เกสรเพศผู้สมบูรณ์ 3 อัน ผลเกลี้ยง

2.3 *Cyanotis* ลำต้นแผ่คลุมดินหรือเป็นต้นตั้งตรง มีกาบรองช่อดอกรูปหอกหรือรูปเคียวเรียงซ้อนกันเกสรเพศผู้สมบูรณ์ 6 อัน ผลมีขน

2.4 *Floscopa* มีขนคายตามลำต้นและใบ เจริญได้ดีในที่ชื้นแฉะและมีน้ำขัง ช่อดอกอัดแน่น เกสรเพศผู้สมบูรณ์ 6 อัน

2.5 *Forrestia* ลำต้นสูง แผ่นใบกว้างกว่าชนิดอื่น ช่อดอกเกิดที่ข้อ เกสรเพศผู้สมบูรณ์ 6 อัน ผลมีขนแข็ง

2.6 *Murdannia* ลำต้นสั้นอยู่ใต้ดิน แผ่นใบรูปดาบถึงเรียวยาวเรียงซ้อนกันอัดแน่นที่โคนต้น รากเป็นเส้นหนาหรือพองออกสะสมอาหาร หรือมีลำต้นเหนือดินแผ่คลุมดิน ก้านช่อดอกส่วนมากมักมีรอยหยัก

การศึกษากายวิภาคศาสตร์ ลักษณะความแตกต่างของเซลล์ในระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น ระบบเนื้อเยื่อลำเลียงของพืชแต่ละสกุลหรือแต่ละชนิดเป็นดังนี้

1. แผ่นใบ ระบบเนื้อเยื่อผิว รูปร่างสี่เหลี่ยมถึงหกเหลี่ยม ปากใบชนิดเทตระไซทิก ได้แก่ สกุล *Cyanotis* และ *Forrestia* ปากใบชนิดเฮกซะไซทิก ได้แก่ สกุล *Aneilema, Commelina, Floscopa* และ *Murdannia* พบมากที่ผิวใบด้านล่าง ขนประกอบด้วย 2-4 เซลล์ เรียงเป็นแถวเดียว ปลายแหลม บางชนิดส่วนปลายเป็นปุ่มเล็ก ได้แก่ *C. diffusa, M. medica* และ *M.* sp. 2 บางชนิดปลายงอเป็นตะขอ ได้แก่ *C. kurzii, C. obliqua, M. scapiflorum* และ *M. spirata* ขนเป็นหนาม ได้แก่ *C. clavata* และ *F. scandens* ขนลักษณะพองรี ได้แก่ *C. diffusa, Cy. villosa, M. medica, M. spectabilis* และ *M.* sp. 1 ภายในเซลล์ผิวใบด้านล่างมีผลึกรูปแท่ง หรือรูปปริซึม ได้แก่ สกุล *Commelina* ทุกชนิด ระบบเนื้อเยื่อพื้น เซลล์ในมีโซฟิลล์รูปร่างเป็นท่อน ภายในมีคลอโรพลาสต์ บางชนิดรูปร่างค่อนข้างกลม ได้แก่ *Cy. axillaris, Cy. cristata, Cy. villosa, F. scandens, For. griffithii, M. gigantea, M. scapiflorum, M. spectabilis* และ *M.* sp. 1 พาเรงคิมาสปันจีในพืชทุกชนิดเรียงกันอย่างหลวม ๆ ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงในพืชทุกชนิดโฟเอ็มหันมาทางด้านล่างของแผ่นใบไซเล็มอยู่ด้านบน มีเยื่อหุ้มท่อลำเลียง 1 ชั้น แต่ *C. diffusa* และ *M.* sp. 1 มี 2 ชั้น มัดท่อลำเลียงมีเซลล์เวสเซลขนาดใหญ่ ได้แก่ *Cy. axillaris*

2. กาบใบ ระบบเนื้อเยื่อผิว รูปร่างสี่เหลี่ยมถึงหกเหลี่ยม มีปากใบ ขน คล้ายคลึงกับแผ่นใบ ระบบเนื้อเยื่อพื้น เซลล์พาเรงคิมาเรียงชิดกัน บางชนิดมีช่องอากาศใหญ่ ได้แก่ สกุล *Cyanotis* ทุกชนิด ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง ทุกชนิดมัดท่อลำเลียงมีโฟลเอ็มอยู่ด้านล่าง ไซเล็มอยู่ด้านบน ล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มท่อลำเลียง 1 ชั้น ยกเว้น *F. scandens* มี 2 ชั้น

3. ลำต้น มีทั้งลำต้นเหนือดิน และลำต้นใต้ดิน

3.1 ลำต้นเหนือดิน ระบบเนื้อเยื่อผิว รูปร่างเซลล์สี่เหลี่ยมผืนผ้า ได้แก่ *A.* sp., *C. benghalensis, C. diffusa, C. kurzii, C. obliqua, Cy. barbata, F. griffithii, M.* sp. 1 และ *M.* sp. 2 ชนิดอื่น ๆ รูปร่างเซลล์สี่เหลี่ยมถึงหกเหลี่ยม ทุกชนิดมีปากใบและขนที่ผิวลำต้น ระบบเนื้อเยื่อพื้น เซลล์พาเรงคิมาเรียงชิดกันอยู่ภายในลำต้น มีเซลล์ไฟเบอร์เรียงเป็นแถบรอบมัดท่อลำเลียง บางชนิดมีช่องอากาศแทรกอยู่ระหว่างพาเรงคิมาด้านที่อยู่ชิดกับเนื้อเยื่อชั้นผิว และมัดท่อลำเลียงที่เรียงรอบ ๆ ลำต้น ได้แก่ *A.* sp., *C. benghalensis, C. diffusa, F. scandens, F. griffithii, M. spectabilis* และ *M.* sp. 2 ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง มัดท่อลำเลียง เรียงเป็น 2 วง วงนอกอยู่รอบ ๆ ลำต้นอยู่ใกล้กับเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวเรียงรอบๆเนื้อเยื่อพื้น มีโฟลเอ็มอยู่ด้านบน ไซเล็มอยู่ด้านล่าง ล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มท่อลำเลียง 1 ชั้น วงในกระจายอยู่ภายในลำต้น ลักษณะมัดท่อลำเลียงมีไซเล็มขนาดใหญ่

3.2 ลำต้นใต้ดิน ได้แก่ *M. gigantea, M. nudiflora, M. scapiflorum* และ *M. spectabilis* ระบบเนื้อเยื่อพื้น เซลล์พาเรงคิมา เรียงชิดกันกระจายอยู่ภายในลำต้น เซลล์ไฟเบอร์เรียงเป็นแถบรอบมัดท่อลำเลียง ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง มัดท่อลำเลียง เรียงกระจายในเนื้อเยื่อพื้นและกระจายอยู่ภายในลำต้นล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มท่อลำเลียง 1 ชั้น แต่ *M. scapiflorum* และ *M. spectabilis* มีเยื่อหุ้มท่อลำเลียง 3 ชั้น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540039

เอกสารอ้างอิง

ก่องกานดา ชยามฤต. 2528. สมุนไพรไทย ตอนที่ 4. ชุติมาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). ฟันนี่พลับลิชชิง, กรุงเทพฯ.

อัจฉรา ธรรมถาวร. 2538. คู่มือการทำสไลด์ถาวรเนื้อเยื่อพืชโดยกรรมวิธีพาราฟิน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

GRAVIS, A. 1898a. Recherches anatomiques et physiologiques sur la *Tradescantia virginica* L. Bull. Soc. Bot. Belg. 87: 92-95.

MOBIUS, M. 1908. Uber ein eigentumliches Vorkommen von Kieselkorpern in der Epidermis und den Bau des Blattes von *Callisia repens*. Wiesner -Festschr., Wien. pp. 80-91. See Just's bot. Jber. 36 (1), sec. 6. no. 164.

TOMLINSON, P. B. 1969. Anatomy of the Monocotydons (III) Commelinaceae-Zingiberales. Oxford Clarendon Press. pp. 13-63.

การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชวงศ์หญ้าในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จ. สกลนคร

มณฑล นอแสงศรี

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

GRAMINEAE JUSS. OF PHU PHAN NATIONAL PARK, SAKHON NAKHON PROVINCE

M. Norsangsri

Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

The main purpose of this study on the family Gramineae, excluding woody Bambusoideae, in Phu Phan National Park, Sakhon Nakhon province was to classify specimens held in the herbarium of the Department of Agriculture and the Forest Herbarium, Bangkok. Specimens of studied taxa were all carefully investigated in both morphological and anatomical details and line drawings, macro and microscrophic photographs were made so that all taxonomic characters were better shown. The taxonomic data will be prepared for a key to genera and species. To date, fifty two genera and eighty one species have been characterised.

Key words: Gramineae, Phu Phan National Park, taxonomy

บทนำ

หญ้าเป็นไม้ล้มลุก (ราชบัณฑิตยสถาน, 2525) จัดอยู่ในวงศ์หญ้า (Gramineae) อายุฤดูเดียวหรือหลายฤดู รากเป็นระบบรากฝอย มีเหง้าหรือไม่มี (โชติ, 2508) ลำต้นแข็ง ไม่พบเนื้อไม้ ส่วนที่โผล่ขึ้นมาเหนือดินเรียกว่า คลัม (culm) กลม ตั้งตรงหรือส่วนโคนทอดยาวไปกับพื้นแล้วส่วนปลายตั้งตรง (Hutchinson, 1934) ภายในลำต้นมักจะกลวง ยกเว้นเผ่าอ้อย (Andropogoneae) และเผ่าข้าวโพด (Maydeae) ซึ่งลำต้นมักจะตัน บริเวณข้อมีผนังกั้น ใบเป็นใบเดี่ยว รูปขอบขนาน แคบ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ กาบใบ (leaf sheath) เป็นแผ่นรอบคลัม หญ้าบางชนิดกาบใบเหลื่อมซ้อนกัน (Gilliland, 1971) แผ่นใบ (leaf blade) เป็นแผ่นบางรูปขอบขนาน ปลายเรียวแหลม ขอบใบจะมีขนฐานกลม (bulbous) (Bor, 1960) ลิ้นใบ (ligule) เป็นเยื่อบางหรือลดรูปลงเป็นขนที่เรียงกันแตกต่างกันตามชนิดของหญ้าพบหญ้าน้อยชนิดที่ไม่มี (Bentham, 1878) ช่อดอก (inflorescence) ออกที่ปลายหรือด้านบริเวณข้อ เป็นแบบช่อเชิงลด (spike) ช่อแบบกระจุกแน่น (head) ช่อแบบเทสเสล (tassel) ช่อแบบกระจะ (raceme) และช่อแบบแยกแขนง (panicle) (Bell, 1991) ช่อดอกย่อย (spikelet) แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นแผ่นบาง 2 แผ่น ไม่มีดอก เรียกว่ากาบช่อย่อย (glume) อยู่ด้านบน (upper glume) และล่าง (lower glume) ออกตรงข้ามกัน ส่วนที่สองมีดอก (floret) ที่มีขนาดเล็ก สมบูรณ์เพศ หรือ แยกเพศ อาจมีตั้งแต่หนึ่งดอกถึงหลายดอกภายในหนึ่งช่อดอกย่อย ดอกจะประกอบด้วย กาบล่าง (lemma) ที่มีขนาดใหญ่กว่ากาบช่อย่อย มีเส้นภายใน 3 เส้น จำนวน 2 แผ่นรองรับ ภายในกาบล่างมีแผ่นกาบบน (palea) หุ้มอวัยวะสืบพันธุ์ไว้ กลีบเกล็ด (lodicule) มักลดขนาดลง จำนวน 2-3 กลีบ เกสรเพศผู้ (stemen) จำนวน 3 อัน พบน้อยที่มี 1-6 อัน อับเรณู (anther) จำนวน 2 เซลล์ ติดกับก้านแบบเวอร์แซทไทล์ (versatile) รังไข่ (ovary) อยู่เหนืออวัยวะส่วนอื่น มีคาร์เพล (carpel) 3 คาเพล ช่องไข่ (locule) มี 1 ออวุล (ovule) ติดด้านข้างผนังรังไข่ ก้านเกสรเพศเมีย (style) 1 ก้าน ปลายแยกออกเป็น 2 พู คล้ายขนนก ผล แบบคาริออบซิส (caryopsis) หรือแบบเปลือกแข็งเมล็ดเดียว (nut) (Hutchinson, 1934; Koyama, 1987)

การจัดจำแนกพืชวงศ์หญ้านั้นได้มีนักพฤกษศาสตร์หลายท่านได้วางแบบการจัดจำแนกตามทัศนะที่แตกต่างกัน Robert Brown (1814) เป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่แยกพืชวงศ์หญ้าโดยอาศัยความแตกต่างระหว่างช่อดอกย่อย เป็น 2 หมวดย่อย (subdivision) คือ Pooideae และ Panicoideae ซึ่งเป็นพื้นฐานการจัดจำแนกในอันดับหมวดย่อยจนถึงปัจจุบัน (Bor, 1960)

Clayton and Renvoize (1986) จัดจำแนกเผ่าหญ้าออกเป็นวงศ์ย่อย (subfamily) 6 วงศ์ย่อย (Bambusoideae, Pooideae, Centothecoideae, Arundinoideae, Chloridoideae และ Panicoideae) 40 เผ่า และ 34 เผ่าย่อย (subtribe) ระบบนี้ได้ใช้ประมวลรายชื่อหญ้าในประเทศไทยมีจำนวน 6 วงศ์ย่อย 19 เผ่า 20 เผ่าย่อย (วีระชัย และมณฑล, 2539)

พื้นที่ศึกษา

เขตอุทยานแห่งชาติภูพานมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 665. 34 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณ 415,838 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่สองจังหวัด คือ อำเภอเมือง อำเภอพรรณานิคม อำเภอกุดบาก อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร และ อำเภอสมเด็จ อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์

การศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชวงศ์หญ้าในอุทยานแห่งชาติภูพาน เป็นการศึกษาในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของผืนป่าสูง และมีชนิดพันธุ์ของพืชวงศ์หญ้าตามสภาพสังคมพืชหลายประเภท อันประกอบด้วย สังคมพืชป่าดิบแล้ง สังคมพืชป่าเบญจพรรณ และสังคมพืชป่าเต็งรัง จึงใช้เป็นแหล่งในการศึกษาอ้างอิงพรรณพืชวงศ์หญ้าของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และประเทศไทยได้

วิธีการ

การศึกษาภาคสนาม

1. ศึกษาเส้นทางสำรวจเพื่อสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยชนิดของป่าเป็นเกณฑ์ เดินทางสำรวจโดยรถยนต์ และ เดินเท้า ระยะเวลาการศึกษา 2 ปี ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2540 ถึงเดือนสิงหาคม 2542 โดยออกสำรวจอย่างน้อยเดือนละครั้ง

2. เก็บตัวอย่างเพื่อทำตัวอย่างพรรณไม้แห้งและตัวอย่างดองของพืชวงศ์หญ้าชนิดต่าง ๆ

3. บันทึกข้อมูลเบื้องต้นโดยการบันทึกภาพ และการจดบันทึกลักษณะ ลำต้น ดอก ใบ ลักษณะวิสัยของพืชสกุลหญ้า นำข้อมูลที่ได้มาศึกษาในห้องปฏิบัติการต่อไป

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

1. ตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอย่างที่เก็บมาอย่างละเอียดและศึกษากายวิภาคของใบพืชสกุลหญ้าโดยกรรมวิธีพาราฟิน

2. ตรวจสอบหาชื่อที่ถูกต้องของหญ้าแต่ละชนิด โดยใช้รูปวิธานจากตำราพรรณพฤกษชาติของภูมิภาคข้างเคียง เช่น พม่า, อินเดีย, ลาว, กัมพูชา, เวียดนาม, มาเลเซีย และอินโดนีเซีย

3. บรรยายลักษณะสกุลและชนิดอย่างละเอียด เพื่อจัดทำรูปวิธานจำแนกสกุล และรูปวิธานจำแนกชนิด

ผลการวิจัย

การจัดจำแนกลำดับหญ้าในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานโดยใช้ระบบของ Clayton and Renvoize (1986) พบลำดับ 5 วงศ์ย่อย 9 เผ่า 15 เผ่าย่อย 52 สกุล และ 81 ชนิด และได้ตรวจสอบชื่อพื้นเมืองจากตำราชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทยโดย เต็ม (2523) ดังนี้

วงศ์ GRAMINEAE Juss., Gen. Pl.: 28. 1789; *Poaceae* Barnh. in Bull. Torr. Bot. Cl. 22: 7. 1895.

1. วงศ์ย่อย (subfamily) BAMBUSOIDEAE Asch. & Graeb., Syn. Mitteleur Fl. 2: 1690.

1. เผ่า (tribe) 1 ORYZEAE Dumort., Obs. Gram. Belg.: 83 . 1824.

1. สกุล (genus) *Oryza* L. Sp. Pl. 1: 54. 1753.

1 *O. meyeriana* (Zoll. & Mor.) var. *granulata* (Watt.) Duistermaat, Blumea 32(1): 185, f. 3c. 1987.

หญ้าข้าวนก

2. สกุล *Leersia* Sw., Prod. Veg. Ind. Occ.: 21. 1788.

1. *L. hexandra* Sw., Prod. Veg. Ind. Occ.: 21. 1788.

หญ้าไทร

2. วงศ์ย่อย (subtribe) CENTOTHECOIDEAE Sodrerstrom in Taxon 30: 615. 1981.

1. เผ่า CENTOTHECEAE Ridley, Mat. Fl. Malay Pen. 3: 122. 1907.

1. สกุล *Centotheca* Desv. in Nouv. Bull. Soc. Philom. 2: 189. 1810.

1. *C. lappacea* (L.) Desv. in Nouv. Bull. Soc. Philom. 2: 189. 1810.

หญ้าอีเหนียว

2. สกุล *Lophatherum* Brongn. in Dupper., Voy. Coq. Bot. Phan.: 49. 1831.

1. *L. gracile* Brong. in Dupeer., Bot. Voy. Coq.: 50, t. 8. 1831.

หญ้าขุยไม้ไผ่

3. วงศ์ย่อย ARUNDINOIDEAE, Tateoka in J. Jap. Bot. 32: 277. 1957.

1. เผ่า THYSANOLARNEAE C. E. Hubb. in Hutch., Fam. Fl. Pl. 2: 222. 1934.

1. สกุล *Thysanolaena* Nees in Edinb. New Phi. J. 18: 180. 1835.

1. *T. maxima* (Roxb.) O. Ktze., Rev. Gen. Pl. 2: 794. 1891.

2. เผ่า ARISTIDEAE C. E. Hubbard in Bor, Grass Burm. Ceyl. Ind. Pak.: 685. 1960.

ตองกง

1. สกุล *Aristida* L., Sp. Pl.: 82. 1753.

1. *A. cumingiana* Trin et Rupr., Sp. Gram. Stip. 141. 1842.

หญ้าเลือด

2. *A. setasea* Retz., Obs. Bot. 4: 22. 1786.

หญ้าหางกระต่าย

4. วงศ์ย่อย CHLORIDOIDEAE Rouy, Fl. France 14: 2. 1913.

1. เผ่า ERAGROSTIDAE Stapf in Fl. Cap. 7: 316. 1898.

1. เผ่าย่อย ELEUSININAE Dumort., Anal. Fam.: 63. 1829.

1. สกุล *Neyraudia* Hook. f., Fl. Brit. India 7: 305. 1896.

1. *N. reynaudiana* (Kunth) Keng ex Hitchc. in Amer. J. Bot. 21,131. 1934.

แขมแห้ง

2. สกุล *Eragrostis* P. Beauv., Ess. Agrost 70, 1812.

1. *E. atrovirens* (Desf.) Trin. ex Steud. nom. Bot. 2(1): 562. 1840.

หญ้าโกรก

2. *E. cilianensis* (All.) Vignolo-Latati in Malpighia 18: 386. 1904.

3. *E. tenella* (L.) P. Beauv. ex Roem. et Schult., Syst. Veg. 2: 576. 1817.

หญ้าไข่เหา

4. *E. unioiloides* (Retz.) Nees ex Steud., Syn. Pl. Glum. 1: 264. 1854.

หญ้าไข่ปู

3. สกุล *Eleusine* Gaertn., Fruct. 1: 7, t. 1. 1789.

1. *E. indica* (L.) Gaertn., Fruct. 1: 8. 1789.

หญ้าตีนกา

4. สกุล *Dactyloctenium* Willd., Enum. Hort. Berol.: 1029. 1809.

1. *D. aegypticum* (L.) P. Beauv., Ess. Agrost. Expl. Pl. 15. 1812.

หญ้าปากควาย

2. เผ่าย่อย SPOROBOLINAE Benth. in J. L. Soc. Bot. 19: 30. 1881.

1. สกุล *Sporobolus* R. Br., Prodr. Fl. Nov. Holl.: 169. 1810.

1. *S. diander* (Retz.) P. Beauv., Ess. Agrost. 26: 147,148. 1812.

หญ้าหลอกเฉย

1. เผ่า CYNODONTEAE Dumort., Obs. Gram. Belg.: 83. 1824.

1. เผ่าย่อย CHLORIDINAE Presl, Rel. Haenk. 1: 286. 1830.

1. สกุล *Chloris* Sw., Prod. Veg. Ind. Occ.: 25. 1788.

1. *C. barbata* Sw.,Fl. Ind. Occ. 1: 200. 1797.

หญ้ารังนก

2. สกุล *Cynodon* Rich. in Pers., Syn. Pl. 1: 85. 1805.

1. *C. dactylon* (L.) Pers., Syn. Pl. 1: 85. 1805.

หญ้าแพรก

2. เผ่าย่อย ZOYSIINAE Benth., Fl. Austral. 7: 453. 1878.

1. สกุล *Zoysia* Willd. in Ges. Nat. Freunde Berlin Neue Schr. 3: 440.

1. *Z. matrella* (L.) Merr. in Phiilipp. Jour. Sci. Bot. 7: 230. 1912.

หญ้านวลน้อย

2. สกุล *Perotis* Ait., Hort. Kew. 1: 85. 1789.

1. *P. indica* (L.) O. Ktze., Rev. Gen. Pl. 2: 787. 1891.

หญ้าหางหมาบ้า

5. วงศ์ย่อย PANICOIDEAE A. Br. in Ascherson, Fl. Prov. Brand. 1: 799. 1864.

1. เผ่า PANICEAE R. Br. in Flinders, Voy. Terra Austral. 2: 582. 1814.

1. เผ่าย่อย SETARIINAE Dumort., Obs. Gram. Belg.: 137. 1824.

1. สกุล *Oplismenus* P. Beauv., Fl. Owar. 2: 14. 1810 nom conserv.

1. *O. compositus* (L.) P. Beauv., Ess. Agrost. 54: 168, 169. 1812.

หญ้าไข่แมงดา

2. สกุล *Panicum* L., Sp. Pl.: 55. 1753.

1. *P. incomtum* Trin. Gram. Panic. 200. 1826.

หญ้าผมยุ่ง

2. *P. repens* L., Sp. Pl. 2: 87. 1762.

3. *P. sarmentosum* Roxb., Fl. Ind. 1: 311. 1820.

3. สกุล *Hymenachne* P. Beauv.; Ess. Agrost.: 48. t. 10, f. 8. 1812.

1. *H. pseudointerrupta* C. Muell. in Bot. 2(19): 333. 1861.

4. สกุล *Sacciolepis* Nash in Britton, Man. Fl. North. States: 89. 1901.

1. *S. indica* var. *indica* (L.) Chase in Proc. Biol. Soc. Wash. 21: 8. 1908.

2. *S. indica* var. *turdigida* (Ridl.) Gill. in Gard. Bull. Sing. 20: 314. 1964.

5. สกุล *Cyrtococcum* Stapf in Fl. Trop. Afr. 9(15): 745 . 1920.

1. *C. oxyphyllum* (Steud) Stapf in Hook., Ic. Pl. t 3096. 1922.

หญ้าง้าด

2. *C. accrescens* (Trin.) Stapf in Hook., Ic. Pl.: 1922.

หญ้าง้าด

6. สกุล *Acroceras* Stapf in Fl. Trop. Afr. 9: 621. 1920.

1. *A. tokinense* C. E. Hubb. ex Bor in India. For. Rec. Bot. 1: 3, 78. 1938.

หญ้าใบไผ่

7. สกุล *Echinochloa* P. Beauv., Ess. Agrost.: 53. 1812.

1. *E. colonum* (L.) Link, Hort. Berol. 2: 209. 1833.

2. *E. crusgalli* (L.) P. Beauv., Ess. Agrost. 53: 161. 1812.

หญ้าปล้องละมาน

8. สกุล *Eriochloa* Kunth in Hunb. & Bonpl., Nov. Gen. Sp. 1: 94. 1816.

1. *E. procera* (Retz.) C. E. Hubbard in Kew Bull.: 256. 1930.

หญ้านก

9. สกุล *Paspalum* L., Syst. Nat. 10: 855. 1759.

1. *P. conjugatum* Beng in Act. Helv. Phys. Math. 7: 129, t. 8. 1772.

หญ้านมหนอน

2. *P. orbiculare* Forst., Fl. Insul. Austr. Prodr. 7. 1786.

10. สกุล *Setaria* P. Beauv., Ess. Agrost.: 51: 1812.

1. *S. pallide-fuscum* (Schumach.) Stapf. et C. E. Hubb. in Kew Bull.: 259. 1930.

หญ้าหางหมาจิ้งจอก

2. *S. palmifloria* (Koen.) Stapf. in J. L. Soc. (Bot.) 42: 186. 1914.

หญ้ากาบไผ่

3. *S. verticillata* (L.) P. Beauv., Ess. Agrost. 51: 178. 1812.

หญ้าหางกระรอก

2. เผ่าย่อย DIGITARIINAE Buzin in Willdenowia 6: 509. 1972.

1. สกุล *Digitaria* Heist. ex Fabricius, Enum. 1: 207. 1759.

1. *D. setifolia* Stapf in This-Dyer, Fl. Cap. 7(2): 376. 1898.

2. *D. siamensis* Henr., Monogr. Gen. Digitaria: 692. 1950.

3. *D. ciliaris* (Retz.) Koel., Deser. Gras.: 27. 1802.

หญ้าตีนนก

3. เผ่าย่อย CENCHRINAE Dumort., Obs. Gram. Belg.: 139. 1824.

1. สกุล *Pennisetum* Rich. in Pers. Syn. Pl. 1: 72. 1805.

1. *P. polystachyon* (L.) Schult., Syst. Veg. Mant. 2: 146. 1824.

หญ้าขจรจบ

2. สกุล *Cenchus* L., Sp. Pl.: 1049. 1753.

1. *C. echinatus* L., Sp. Pl. 1: 115. 1816.

หญ้าสอนกระจับ

2. เผ่า ARUNDINELLEAE Stapf, Fl. Cap. 7: 314 . 1898.

1. สกุล *Arundinella* Rassi, Agrost. Bras.: 36. 1823.

1. *A. setosa* Trin., Gram. Panic. 63: 1826.

หญ้าคายหลวง

3. เผ่า ANDROPOGONEAE Dumort., Obs. Gram. Belg.: 84. 1824.

1. สกุล *Saccharum* L., Sp. Pl.: 54. 1753.

1. *S. procerum* Roxb., Fl. Ind. 1: 248. 1820.

หญ้าโขมง

2. *S. arundinaceum* Retz., Obs. Bot. 4: 14. 1786.

แขม

2. สกุล *Imperata* Cyr., Pl. Rar Neap. 2: 26. 1792.

1. *I. cylindrica* (L.) P. Beauv., Ess. Agrost.: 165. 1812.

หญ้าคา

3. สกุล *Eulalia* Kunth, Rev. Gram. 1: 160. 1829.

1. *E. bicornuta* Bor in Kew Bull.: 258. 1950.

2. *E. monostachya* (Bal.) A. Camus in Lecomte, Fl. Gen. I. –C. 7: 254. 1922. 3.

3. *E. siamensis* Bor in Kew Bull. 1954; Bor, Fl. Ind., Burm. & Ceyl. 1: 157. 1960.

4. สกุล *Pogonatherum* P. Beauv., Ess. Agrost.: 56. 1812.

1. *P. crinitum* (Thunb.) Kunth, Enum. Pl. 1: 478. 1833.

หญ้าไผ่หย่อง

1. เผ่าย่อย GERMAINIINAE Clayton in Kew Bull. 27: 465. 1972.

1. สกุล *Germainia* Bal. & Poir. in Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 7: 344. 1873.

1. *G. pilosa* C. Chaianan in Thai For. Bull. 6: 39, f. 3. 1972.

2. เผ่าย่อย SORGHINAE Bluff, Nees & Schauer, Comp. Fl. Germ. 2(1): 46. 1836.

1. สกุล *Sorghum* Mocnch, Meth.: 207. 1794.

1. *S. nitidum* (Vahl.) Pers., Syn. Pl. 1: 101. 1805.

หญ้าแสงดำ

2. สกุล *Vetiveria* Bory in Lem.-Lisane in Bull. Sci. Soc. Philom.: 43. 1822.

1. *V. nemoralis* (Bal.) A. Camus in Lecomte, Fl. Gen. I-C. 7: 329. 1922.

หญ้าแฝกดอน

3. สกุล *Chrysopogon* Trin., Fund. Agrost .: 187. 1822.

1. *C. aciculatus* (Retz.) Trin., Fund. Agrost.: 188. 1820.

หญ้าเจ้าชู้

2. *C. orientalis* (Desv.) A. Camus in Lecemte, Fl. Gen. I-C. 7: 332. 1992.

หญ้าพุงชู้

3. สกุล *Cappillipedium* Stapt in Fl. Trop. Afr. 9: 169. 1917.

1. *C. longisetosum* Bor, Brittonia 16: 227. 1964.

หญ้าผมหอม

2. *C. assimile* (Steud.) A. Camus in Lecomte, Fl. Gen. I-C 7: 314. 1922.

หญ้ายุงป่า

4. สกุล *Bothriochloa* Kuntze, Rev. Gen. Pl. 2: 762. 1891.

1. *B. pertusa* (L.) A. Camus in Ann. Soc. L. Lyon: 1930.

หญ้าหอม

3. เผ่าย่อย ISCHAEMINAE Presl, Rel. Haenk. 1: 328. 1830.

1. สกุล *Ischaemum* L., Sp. Pl.: 1049. 1753.

1. *I. barbatum* Retz. Obs., Bot 6: 35. 1791.

หญ้าหวาย

2. *I. rugosum* Salisb., Ic. Stirp. Rar.: 1. 1791.

หญ้าแพรกแดง

3. *I. indicum* (Houtt.) Merr. J. Arn. Arb. 19: 320. 1938.

2. สกุล *Apluda* L., Gen. Pl. 5: 35. 1754.

1. *A. mutica* L., Sp. Pl. 1: 82 . 1753.

หญ้าพริกพราน

2. สกุล *Sehima* Forssk., Fl. Aegypt.-Arab.: 178. 1775.

1. *S. nervosum* (Rottl.) Stapf in Prain, Fl, Trop. Afr. 9: 36. 1917.

4. เผ่าย่อย ANDROPOGONINAE Presl, Rel. Haenk. 1: 331. 1830.

1. สกุล *Cymbopogon* Spreng., Pl. Pugill. 2: 14. 1815.

1. *C. flexuosus* (Nees ex Steud.) Wats. in Atkins., Gaz. N. W. Prov. Ind.: 392. 1882.

ตะไคร้แดง

2. *C. combogiensis* (Bal.) A. Camus in Lecomte, Fl. I-C. 7: 351. 1722.

2. สกุล *Schizachyium* Nees, Agost. Brans.: 331. 1829.

1. *S. brevifolium* (Sw.) Nees ex Buse in Miqeel, Plant. Junghn.: 359. 1854.

หญ้ารังตั๊กแตน

2. *S. exile* (Hochst.) Stapf in Prain. Fl. Trop. Afr. 9: 191. 1917.

3. *S. sanguineum* (Retz.) Alst., Suppl. Fl. Ceyl. 6: 334. 1931.

1. สกุล *Arthraxon* P. Beauv., Ess. Agrost.: 111, t. 11. 1812.

1. *A. hispidus* (Thunb.) Makino, in Bot. Mag. Tokyo 26: 214. 1912.

2. เผ่าย่อย ANTHISTIINAE Presl, Rel. Haenk. 1: 347. 1830.

1. สกุล *Hyparrhenia* Fourn., Mex. Pl. 2: 51. 1886.

1. *H. rufa* var. *siamensis* W. D. Clayton, in Kew Bull. 1969.

2. สกุล *Heteropogon* Pers., Syn. Pol. 2: 533. 1807.

1. *H. contortus* (L.) P. Beauv. ex Roem. et Schalt., Syst. Veg. 2: 836. 1817.

หญ้าหนวดฤาษี

2. *H. triticeus* (R. Br.) Stapf ex Craib in Kew Bull.: 432. 1912.

หญ้าหนวดเสือ

3. สกุล *Themeda* Frossk., Fl. Aegypt.-Arab.: 178. 1775.

1. *T. arguens* (L.) Hack. in DC., Monogr. Phan. 6: 657. 1889.

หญ้าขนตาช้าง

2. *T. arundinacea* (Roxb.) Ridley in Trans. Linn. Soc. Ser. 2(3): 401. 1893.

หญ้าคาย

3. *T. triandra* Forssk., Fl. Aegypt.-Arab.: 78 . 1775.

4. *T. quadivalvis* (L.) O. Ktze., Rev. Gen. Pl. 2: 794. 1891.

5. เผ่าย่อย ROTTBOELLIINAE Presl, Rel. Haenk. 1: 329. 1830.

1. สกุล *Coelorachis* Brongn. in Duprr., Voy. Coq. Bot. Phan.: 64,f. 14. 1831.

1. *C. glandulosa* (Trin.) Stapf ex Ridley, Fl. Maley Penin. 5: 204. 1925.

2. สกุล *Eremochloa* Buse in Miq., Pl. Jungh.: 357. 1854.

1. *E. bimaculata* Hack. in DC., Monogr. Phan. 6: 265. 1885.

หญ้าหางนกยูง

2. *E. ciliaris* (L.) Mer. in Philipp. J. Sci. 1. Suppl. 4: 331. 1906.

3. สกุล *Mnesithea* Kunth, Rev. Gram. 1: 152. 1829.

1. *M. laevis* (Retz.) Kunth, Rev. Gram. 1: 154. 1829.

6. เผ่าย่อย CHIONACHNINAE Clayton in Kew Bull. 35: 813. 1981.

1. สกุล *Polytoca* R. Br. in Benn., Pl. Jav. Rar.: 20. 1838.

1. *P. digitata* (L. f.) Druce in Rep. Bot. Exch. Club, Brit. Isles 4: 641. 1916.

ข้าวโพดผี

บทวิจารณ์

การศึกษาการจัดจำแนกพืชวงศ์หญ้าในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานยังไม่มีผู้ใดศึกษา มีเพียงข้อมูลจากตัวอย่างพรรณไม้แห้งที่เก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์พืช ซึ่งมีข้อมูลน้อยมาก การตรวจสอบรายชื่อหญ้าส่วนใหญ่จะอาศัยการอ้างอิงจากตำราทางวิชาการของประเทศเพื่อนบ้าน และภูมิภาคใกล้เคียง อาทิ การศึกษาพืชวงศ์หญ้าของภูมิภาคอินโดจีน ตำราหญ้าของประเทศพม่า ศรีลังกา อินเดีย ปากีสถาน มาเลเซีย และตำราหญ้าของหมู่เกาะอินโดนีเซีย เป็นต้น การใช้

เอกสารเหล่านี้ให้ข้อมูลที่ถูกต้องในระดับหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากการสำรวจ และเก็บตัวอย่างยังไม่ได้ทั่วถึง และการแลกเปลี่ยนตัวอย่างพรรณไม้เพื่อการศึกษาอยู่ในวงจำกัด จึงมีปัญหาที่เกี่ยวกับชื่อพ้อง ของพืชวงศ์หญ้าชนิดต่าง ๆ อยู่มาก

บทสรุป

1. ความหลากหลายของชนิดของหญ้าที่พบในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานมีจำนวน 52 สกุล 81 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดหญ้าที่พบทั้งประเทศเป็นร้อยละ 16.16

2. การกระจายพันธุ์ของหญ้าแต่ละชนิดในเขตอุทยานฯ สามารถพบได้ทั่วไป ความเข้มของแสงมีอิทธิพลต่อการกระจายพันธุ์ของหญ้า โดยพบว่ากลุ่มที่ชอบแสง และเจริญได้ดีในที่โล่ง ได้แก่ ตองกง, หญ้าสกุล *Aristida*, หญ้าสกุลอ้อย เป็นต้น และหญ้ากลุ่มที่ไม่ชอบแสง และพบในที่ร่ม ได้แก่ หญ้าไข่แมงดา, หญ้าง้าด, หญ้าใบไผ่ เป็นต้น

3. การศึกษาครั้งนี้อาศัยลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของใบสนับสนุนงานด้านสัณฐานวิทยาซึ่งอยู่ในระหว่างวิเคราะห์ข้อมูล

หญ้าในเขตอุทยานฯ นับว่ามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตทั้งคนและสัตว์ โดยเป็นอาหาร และที่อยู่อาศัย เช่น ข้าวป่า เป็นอาหารนก แฝกดอน และหญ้าคา นำมาทำหลังคาที่อยู่อาศัย ส่วนช่อดอกของตองกง ชาวบ้านนำมาทำไม้กวาดที่มีคุณภาพดีและเพิ่มรายได้ในท้องถิ่นเป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาความหลากหลายของพืชวงศ์หญ้าในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540068

เอกสารอ้างอิง

โชติ สุวัดถิ. 2508. ไผ่และหญ้า. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). ฟันนี่ พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2525. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. อักษรเจริญทัศน์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

วีระชัย ณ นคร และมณฑล นอแสงศรี. 2539. ความหลากหลายของพืชสกุลหญ้าในประเทศไทย. ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการทางพฤกษศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรพืชของเชิงเขาหิมาลัย ณ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ และโรงแรมฮอลิเดย์อินน์ เชียงใหม่, 18-19 พฤศจิกายน.

BELL, A. D. 1991. Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology. Oxford University, Oxford.

BENTHAM, G. 1878. Flora Australiensis: a description of the plant of the Australian territory. Vol. 5. Pergomon Press, London.

BOR, N. L. 1960. The grasses of Burma, Ceylon, India and Pakistan (excluding Bambuseae). Pergamon Press, London.

CLAYTON, W. D. AND S. A. RENVOIZE. 1986. Genera *Graminum*: grasses of the world. Her Majesty's Stationery Office, London.

GILLILAND, H. B. 1971. A revision floras of Malaya vol. 3: grasses of Malaya. Lim Bin Han, Government Printer, Singapore.

HUTCHINSON, J. 1934. The families of flowering plant. Part 2. Monocotyledons. Royal Botanic Garden, Kew, London.

KOYAMA, T. 1987. Grasses of Japan and its neighboring regions: an identification manual. Kadansha Ltd., Japan.

GERMPLASM COLLECTION AND IDENTIFICATION OF THAI ANNONACEAE

Piya Chalermglin[1], Pongsak Polsena[2] and Chaiwat Boonfak[1]

[1]Biological Science Research Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]Eastern Botanic Garden (Khao Hinson), Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา

ปิยะ เฉลิมกลิ่น[1], พงษ์ศักดิ์ พลเสนา[2] และ ชัยวัฒน์ บุญฟัก[1]

[1]ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]สวนพฤกษศาสตร์ภาคตะวันออก (เขาหินซ้อน) กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา ได้ดำเนินการตั้งแต่ธันวาคม 2539 มีระยะเวลาดำเนินการ 3 ปี โดยการออกสำรวจเก็บตัวอย่างแห้ง ตัวอย่างดองสดของดอกและผล จากพื้นที่อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และวนอุทยานจากทั่วประเทศ ได้จำแนกพรรณไม้ในวงศ์นี้ไปแล้วรวม 30 สกุล จำนวน 93 ชนิด ในจำนวนนี้พบว่ามี 2 ชนิด ที่ยังไม่มีรายงานพบในประเทศไทยมาก่อน คือ ปาหนันช้างป่าพรุ *Goniothalamus malayanus* Hook. f. & Thoms. และ *G. uvaroides* King ในโครงการนี้ได้รวบรวมเมล็ดแก่ และต้นกล้าของพรรณไม้จำนวน 19 สกุล รวม 45 ชนิด สำหรับปลูกในแปลงรวบรวมพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา เพื่อเป็นการอนุรักษ์นอกถิ่น ที่สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่ และสวนพฤกษศาสตร์ภาคตะวันออก (เขาหินซ้อน) อ. พนมสารคาม จ. ฉะเชิงเทรา เมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้ว คาดว่าจะได้จำนวนชนิดของพรรณไม้วงศ์กระดังงาเพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของพืชวงศ์กระดังงาของประเทศไทยต่อไป

คำหลัก: การเก็บรวบรวม, พืชวงศ์กระดังงา, อนุกรมวิธาน

INTRODUCTION

The family Annonaceae is one of the most complicate and a large family of Dicotyledon. Its members are widespread in tropical and subtropical regions. To date, more than 2,300 species in 128 genera have been determined all over the world. (Heusden, 1992) In Thailand, about 200 species in 35 genera have been estimated in 1996. (Craib, 1925; Sinclair, 1953; Smithinand, 1980).

Most of Thailand Annonaceae are forest species include three main forms: trees, shrubs and woody climbers. The larger trees have economic values such as wood for construction, and the other species are valued for their medicinal extracts. Some species have ornamental value because of their attractive appearance and their fragrant flowers. (Chalermglin *et al.*, 1999b).

No major publications in the Thailand Annonaceae appeared after Thai Plant Names (Botanical names-Vernacular names) by Tem Smithinand in 1980.

The confuses of Vernacular names made many troubles in ethnobotanical study and traditional medicinal practices. Nevertheless, the revision of Thailand Annonaceae have not been done until the project on taxonomy and Germplasm collection of Thailand Annonaceae was supported by BRT Program in 1996 (Chalermglin *et al.*, 1998; 1999a). The aim of the project is to grow as sustainable conservation in the germplasm collection plot at The Queen Sirikit Botanic garden, Chiangmai Province and Eastern Botanic Garden (Khao Hinson) Chachoengsao Province. All the determined species will be published in Flora of Thailand after finishing the project.

STUDY AREA

The study was conducted at national parks, wildlife sanctuaries and arboretums through out the country. The elevation in the habitat ranges from sea level until 2,000 m and

the annual rainfall distribute from 900 mm in savanna in northeastern region to 2,500 mm in tropical rain forest in southern region of Thailand.

METHODOLOGY

The project is based mainly on survey in the habitat of national parks, wildlife sanctuaries and arboretums all over Thailand. The herbarium collections, preserved flowers and fruits are determined at Thailand Institute of Science and Technological Research (TISTR). The doubtfully specimens were rechecked and determined in the Herbarium Institute at BK, BKF, CMU, KU, PSU, UKMB, P and S. The determined species were reported to BRT in every mid year and annually. The germplasm collection of Annonaceae involves collections available specimens of all parts of the plant, include seeds, seedlings and propagated parts. The strengthened seedlings were sent to grow in Chiangmai Province and Chachoengsao Province. All the determined species will be published in Flora of Thailand after finishing the project.

RESULTS

Habitat Study

The survey in the habitat of national parks, wildlife sanctuaries and arboretums was conducted all over Thailand. The number of sites in the regions due to the vegetative map as in Table 1.

Table 1. Number of sites in the habitat surveying

Habitat	N	NE	C	E	SE	SW	PEN	Total
National parks	20	8	2	4	5	7	20	66
Wildlife sanctuaries	9	3	1	4	3	2	4	26
Arboretum	4	3	2	2	3	3	5	22

N=North, NE= North East, C=Central, E=East, SE=South East, SW=South West, PEN=Peninsular

Determined Genera and Species

The herbarium collections, preserved flowers and fruits from field surveys were determined at TISTR. Total determined species in 2. 5 years were 93 species in 30 genera. The names of genera (*), the numbers and names of species (**) were:

Alphonsea 2: *A. boniana* Finet & Gagnep., *A. glabrifolia* Craib

*Anaxagorea** 2: *A. javanica* Bl. var. *tripetala* Corner**, *A. luzonensis* A. Gray**

*Annona** 3: *A. muricata* L.**, *A. reticulata* L.**, *A. squamosa* L**.

*Annomianthus** 1: *A. dulcis* (Dunal) J. Sinclair**

*Artabotrys** 5: *A. grandifolius* King, *A. harmandii* Finet & Gagnep**., *A. hexapetalus* (L. f.) Bhandari**, *A. siamensis* Miq**., *A spinosus* Craib**

*Cananga** 3: *A. latifolia* (Hook. f. & Thoms.) Finet & Gagnep.**, *C. odorata* (Lam.) Hook. f. & Thoms.**, *C. odorata* (Lam.) Hook. f. & Thoms. var. *fruticosa* (Craib) J. Sinclair**

Cyathocalyx 2: *C. martabanicus* Hook. f. & Thoms. var. *hamandii* Finet & Gagnep., *C. sumatranus* Scheff.

*Cyathostemma** 3: *C. argenteum* (Bl.) J. Sinclair, *C. longipes* Craib, *C. micranthum* (A. DC.) J. Sinclair**

*Dasymaschalan** 7: *D. blumei* Finet & Gapnep.**, *D. Blumei* Finet & Gagnep. var. *suratense* Ban, *D. blumei* Finet & Gagnep. var. *wallichii* (Hook. f & Thoms.) Ban, *D. filipes* (Ridley) Ban, *D. lomentaceum* Finet & Gagnep., *D. macrocalyx* Finet & Gagnep., *D. sootepense* Craib

*Desmos** 2: *D. chinensis* Lour.**, *D. cochinchinensis* (Bl.) Saff**.

Ellipeiopsis 1: *E. cherrevensis* (Pierre ex Finet & Gagnep.) R. E. Fr.

Enicosanthum 3: *E. fuscum* (King) Airy Shaw, *E. magnoliiflorum* (Hook. f. & Thoms.) Airy Shaw. *E. membranifolium* J. Sinclair

*Fissistigma** 3: *F. bicolor* (Roxb.) Merr.**, *F. polyanthoides* (A. DC.) Merr., *F. rubignosum* A. DC.) Merr.

*Friesodielsia** 3: *F. affinis* (Hook. f. & Thoms.) Das, *F. desmoides* (Craib) Steenis**, *F. discolor* (Craib) Das

*Goniothalamus** 13: *G. giganteus* Hook. f. & Thoms.**, *G. griffithii* Hook. f. & Thoms.**, *G. laoticus* (Finet & Gagnep.) Ban, G. marcanii Craib**, *G. macrophyllus* (Bl.) Hook. f. & Thoms.**, *G. macrophyllus* (Bl.) Hook. f. & Thoms. var *siamensis* J. Sinclair, *G. malayanus* Hook. f. & Thoms., *G. marcanii* Craib, *G. tapis* Miq.**, *G. tortilipetalus* M. R. Hend, *G. umbrosus* J. Sinclair, *G. undulatus* Ridley, *G. uvaroides* King

Meiogyne 1: *M. hainanense* (Merr.) Ban

*Melodorum** 1: *M. fruticosum* Lour**.

*Miliusa** 1: *M. velutina* (Dunal) Hook. f. & Thoms**.

*Mitrephora** 4: *M. grandiflora* Bedd., *M. maingayi* Hook. f. & Thoms., *M. vandaeflora* Kurz**, *M. winitii* Craib

Monocarpia 1: *M. euneura* Miq.

Orophea 2: *O. cuneiformis* King, *O. enterocarpa* Maingay ex Hook. f. & Thoms.

*Plytymitra** 1: *P. macrocarpa* Boerl**.

*Polyalthia** 12: *P. bullata* King, *P. cauliflora* Hook. f. & Thoms. var. *desmantha* (Hook. f. & Thoms.) J. Sinclair, *P. cerasoides* (Roxb.) Bedd**., *P. crassa* R. Parker**, *P. debilis* (Pierre) Finet & Gagnep.**, *P. evecta* (Pierre) Finet & Gagnep.**, *P. jenkinsii* (Hook. f & Thoms.) Hook. f & Thoms., *P. longifolia* (Sonnerat) Thwaites *P. motleyana* (Hook. f.) Airy Shaw, *P. parviflora* Ridley**, *P. suberosa* (Roxb.) Thwaites**, *P. viridis* Craib

Pseuduvaria 3: *P. macrophylla* (Oliv.) Merr., *P. rugosa* (Bl.) Merr., *P. setosa* (King) J. Sinclair.

*Rauwenhoffia** 1: *R. siamensis* Scheff**.

*Sageraea** 1: *S. elliptica* (A. DC.) Hook. f. & Thoms**.

Stelechocarpus 1: *S. cauliflorus* (Scheff.) R. E. Fr.

Trivalvaria 1: *T. pumila* (King) J. Sinclair

*Uvaria** 7: *U. cordata* (Dunal) Alston**, *U. dac* Pierre ex Finet & Gagnep**, *U. fauveliana* (Finet & Gagnep.) Pierre ex Ast., *U. grandiflora* Roxb. ex Hornem**., *U. grandiflora* Roxb. ex Hornem. Var *flava* (Teysm. & Binn.) J. Sinclair, *U. hahnii* (Finet & Gagnep.) J. Sinclair**, *U. hamiltonii* Hook. f. & Thoms., *U. hirsuta* Jack**, *U. lurida* Hook. f. & Thoms. *U. rufa* Bl**.

*Xylopia** 1: *X. vielana* Pierre**

Living Specimens

The germplasm collection of Annonaceae involves collecting available specimens of all parts of the plant, including seeds, seedlings and propagated parts. The strengthening seedlings were sent to grow as sustainable conservation in the germplasm collection plots at The Queen Sirikit Botanic Garden, Chiangmai Province and The Eastern Botanic Garden (Khao Hinson) Chachoengsao Province. Total of living specimens are 45 species in 19 genera. Lists of genera have* superscript and species have** superscript in the previous data.

DISCUSSION

The family of Annonaceae is generally considered to be a natural family and one of the most primitive family of Angiosperm. They comprise of various genera because of the high genetic bio diversity among the family. (Heusden, 1992) The study in this family is very complicate and confuse due to the large family. Flowers are the most important for determination while the petals are succulent, easily fungus and fallen away. Many species

have very short flowering period. There are still some imperfectly known species lacking either flower or fruit. A good deal of living material has been seen and when such was available. It was possible to add color notes not mentioned in any of the text books or reports.

Compare to the estimated 200 species in 35 genera by the expert taxonomists at Thailand Flora Meeting in Phuket in 1996. To date, 93 species in 30 genera has been already determined from field survey by this project (Chalermglin *et al.*, 1998; 1999a) Although it took 2.5 years slowly step forward. With the cooperation from any herbarium Institutes within the country and accumulated. We do hope that the revision of Thailand Annonaceae will be fruitfully success in the near future.

CONCLUSIONS

1. The habitat study were 66 national parks, 26 wildlife sanctuaries and 22 arboretums all over Thailand.
2. The determined genera were 30 and species were 93.
3. The 2 new records to Thailand were *Goniothalamus malayanus* Hook. f. & Thoms. and *Goniothalamus uvaroides* King.
4. The living specimens in the germplasm plots were 20 genera and 45 species.
5. The germplasm plots for sustainable conservation were conducted at The Queen Sirikit Botanic Garden, Chiangmai Province and The Eastern Botanic Garden (Khao Hinson), Chachoengsao Province.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 139025 and BRT 142003. We would like to acknowledge the head and staff of forestry guards of national parks, wildlife sanctuaries and arboretums for collecting permission and sincere help. We are also indebted to the directors and curators of BK, BKF, CMU, KU, PSU, UKMB, P and S for specimens rechecking.

REFERENCES

CHALERMGLIN, P., S. CHITTANAWASARN, S. MASUTHON, T. CHENJITTIKUL, P. POLSENA AND C. THORAT. 1998. Classification and germplasm collection of Annonaceae. Annual report submitted to BRT. (In Thai).

CHALERMGLIN, P., P. POLSENA AND C. BOONFAK. 1999a. Germplasm and taxonomy of Annonaceae in Thailand. Annual report submitted to BRT. (In Thai).

CHALERMGLIN, P., P. POLSENA AND C. BOONFAK. 1999b. A study on fragrant flower species of Thailand Annonaceae. Sci. & Tech. J. 14(1): 65-70.

CRAIB, W. G. 1925. *Flora Siamensis Enumeration* 1: 28-63. Siam society, Bangkok.

HEUSDEN, E. C. H. 1992. Flowers of Annonaceae: morphology, classification and evolution. Blumea suppl. 7: 1-218.

SINCLAIR, J. 1953. Notes on Siamese Annonaceae. Gard. Bull. Singapore 14: 40-44.

SMITHINAND, T. 1980. Thai plant names (botanical names–vernacular names). Royal Forestry Department, Bangkok. 379 p.

การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้ในสกุล *MACARANGA* THOU. ในประเทศไทย

อัจฉรา ตีระวัฒนานนท์ และ สุมน มาสุธน

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

TAXONOMIC STUDY OF GENUS *MACARANGA* THOU. IN THAILAND

A. Teerawatananon and S. Masuthon

Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

The taxonomic study of genus *Macaranga* Thou. in Thailand was conducted by surveying, collecting the specimens in various parts of Thailand. The collecting was identified and compared with herbarium specimens and available literatures in Herbarium of the Department of Agriculture, The Forest Herbarium Royal Forest Department, Herbarium of Prince of Songkla University and Herbarium of Chiang Mai University. The study was based on their morphological and ecological data. Keys to species base on young twig, leaves, flowering and fruiting are constructed. In this study founded that *Macaranga* is pioneerspecies, most of them grow in open habitats, secondary forest, roadside, along stream, swampy places and scattered in primary forest. There were 18 species 1 subspecies in Thailand: *Macaranga curtisii* Hook. f.; Mildew Mahang, *M. denticulata* Muell. Arg.; Giant Mahang, *M. gigantea* Muell. Arg.; Hose's Mahang, *M. hosei* King ex Hook. f.; White Mahang, *M. hypoleuca* Muell. Arg.; *M. indica* (Wight) Wight; *M. kurzii* (Kuntze)Pax. & Hoffm.; *M. laciniata* Muell. Arg.; *M. lowii* King & Gamble; Griffith's Mahang, *M. motleyana* subsp. *griffithiana* (Muell. Arg.) Whitmore; *M. pruinosa* Muell. Arg.; *M. quadricornis* Ridl.; Hairy Mahang, *M. tanarius* (Linn.) Muell. Arg.; Bur Mahang, *M. trichocarpa* (Reichb. f. et. Zoll.) Muell. Arg.; Common Mahang, *M. triloba* Muell. Arg.; *M.* sp. 1; *M.* sp. 2; *M.* sp. 3

Key words: *Macaranga*, taxonomy

บทนำ

พรรณไม้ในสกุล *Macaranga* Thou. เป็นพรรณไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae มีการแพร่กระจายอยู่ในเขตร้อนโลกเก่าตั้งแต่แอฟริกา อินเดีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หมู่เกาะแปซิฟิค และออสเตรเลีย (Whitmore, 1973; Royen, 1982) พบประมาณ 280 ชนิดทั่วโลก มีศูนย์กลางการแพร่กระจายในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แถบมาเลเซีย อินโดนีเซีย และตามหมู่เกาะต่าง ๆ (Whitmore, 1973) จากการศึกษาพรรณไม้วงศ์ Euphorbiaceae ในประเทศไทย พบพรรณไม้สกุล *Macaranga* Thou. จำนวน 16 ชนิด (Airy, 1972) จากหนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทยพบ 16 ชนิด (เต็ม, 2523) และจากการศึกษาพรรณไม้ในป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส พบเป็นพรรณไม้เบิกนำในป่าพรุ 2 ชนิด

ผลการวิจัย

Macaranga Du Petit-Thouars, Muell. Arg., DC: 987. 1866.; Kurz, Fl. Brit. Burma 2: 386. 1877.; Bentham, Bentham & Hooker, Gen. Pl. 3: 320. 1880.; Gamble, Manual Ind. Timbers: 620. 1902. &, Fl. Presidency Madras: 1325. 1924.; Brandis, Ind. Trees: 591. 1906.; Merr., Fl. Manila: 295. 1912.; Pax & Hoffm. 7: 298. 1914.; Parkinson, Fl. Andaman Is.: 237. 1923.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 297. 1924.; Gagnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 434. 1926.; Corner, Wayside Tree Mal.: 261. 1940.; Perry, Journ. Arn. Arb. 34: 191. 1953.; Backer & Bakh. f., Fl. Java 2: 487. 1963.; Whitmore, Mal. Nat. Journ. 20: 89. 1967.; Tree Fl. Mal. 2: 105. 1973.; Gnds' Bull. Singapore 31: 51. 1978.; Kew Bull. Addit. Ser. 8: 123. 1980.; Kew Bull. 36(2): 312. 1981.; Saldanha & Nicolson, Fl. Hassan: 333. 1972.; Airy Shaw, Kew Bull. Addit. Ser. 4: 140. 1975. &, Kew Bull. 35(3): 646. 1980.; Walker, Fl. Okinawa.: 640. 1976.; Li, Fl. Taiwan 3: 479. 1977.; Royen, Alpine Fl. New Guinea 3: 2170. 1982.

ลักษณะวิสัยและลำต้น โดยทั่วไปเป็นไม้ต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลางสูง 5-15 เมตร บางชนิดพบเป็นไม้ขนาดใหญ่สูงถึง 25 เมตร และไม้พุ่มขนาดเล็กสูง 1-3 เมตร ทรงพุ่มและเรือนยอดแผ่กว้างคล้ายร่ม หรือเป็นพุ่มกลม เปลือกนอกบางสีเทาหรือสีน้ำตาลปนเทา เรียบหรือขรุขระ เกิดจากรอยช่องอากาศ และรอยแผลใบ เปลือกในสีส้มปน

ชมพูหรือสีส้มแดง เนื้อไม้สีเหลืองอ่อน มีน้ำยางไสสีส้มปนชมพูหรือสีแดง เมื่อทิ้งไว้สีจะเข้มขึ้น บางชนิดน้ำยางค่อนข้างน้อย ส่วนมากกิ่งอ่อนมีไข ขน และต่อมไสสีเหลืองหรือค่อนข้างเกลี้ยง กิ่งอ่อนตันหรือกลวง และมีมดอาศัยอยู่ภายใน

ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงเวียน หูใบร่วงง่ายหรือติดคงทน สีเขียวปนเหลืองหรือม่วงแดง ชี้ขึ้นหรือโค้งลง ขนาดค่อนข้างใหญ่ บางชนิดขนาดเล็ก รูปคล้ายสามเหลี่ยม รูปไข่ และรูปลิ่มแคบ ยาว (0.5-) 2-3 (-8) เซนติเมตร กว้าง (0.5-) 1-2 (-5) เซนติเมตร ปลายแหลม เรียวแหลมหรือยาวคล้ายหาง บางชนิดฐานเบี้ยว ขอบค่อนข้างเรียบ เกลี้ยงหรือมีไข ขน และต่อมไสสีเหลือง ก้านใบยาว (1-) 10-20 (-60) เซนติเมตร ใบอ่อนสีเขียวปนเหลือง เขียวปนส้มหรือม่วงแดง มีขนหรือค่อนข้างเกลี้ยง ใบแก่แผ่นใบหนาคล้ายหนังหรือบางคล้ายกระดาษ ค่อนข้างกลม รูปไข่ รูปรีแกมขอบขนาน และรูปใบหอกแกมรูปไข่ ยาว (3-) 10-25 (-70) เซนติเมตร กว้าง (1-) 10-20 (-70) เซนติเมตร ปลายเรียวแหลม ยาวคล้ายหาง หรือเป็นติ่งแหลม บางชนิดมีต่อมที่ขอบตอนปลายใบ 1-15 (-24) ต่อม ส่วนมากฐานใบรูปก้นปิด ก้านใบจะติดลึกจากฐานใบเข้ามา (0.3-) 2-6 (-12) เซนติเมตร หรือรูปลิ่ม และรูปติ่งหู บางชนิดพบต่อมที่ฐานใบ 1-7 ต่อม ขอบใบเรียบ หยักซี่ฟัน หรือหยักเป็นแฉกลึกเข้ามา 1/5-4/5 จากขอบใบ ส่วนมากแผ่นใบด้านบนค่อนข้างเกลี้ยง บางชนิดมีขนโดยเฉพาะที่เส้นใบ แผ่นใบด้านล่างมีขน และต่อมไสสีเหลือง ส่วนมากมีนวลละเอียดสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน เส้นใบรูปฝ่ามือ หรือรูปขนนก เส้นใบหลัก 1-3 (-5) เส้น เส้นแขนงใบ 5-15 คู่ เส้นใบเชื่อมระหว่างเส้นแขนงใบ เส้นใบนูนชัดที่ด้านล่างมากกว่าด้านบน เกลี้ยงหรือมีขนทั้งสองด้านโดยเฉพาะด้านล่าง

ดอก ดอกแยกเพศอยู่ต่างต้นเกิดเป็นช่อดอกแบบช่อแยกแขนง ช่อกระจะ หรือช่อกระจุกเชิงประกอบ ยาว (1-) 5-20 (-60) เซนติเมตร เกิดที่ซอกใบ หรือตามกิ่งที่ใบร่วงแล้ว สีเขียวปนเหลือง บางชนิดสีม่วงแดง ทุกส่วนมีขนและต่อมไสสีเหลือง ดอกย่อยขนาดเล็ก เกิดเป็นกลุ่ม ไม่มีกลีบดอก มีใบประดับกลุ่มดอก ใบประดับแกนกลางย่อย และใบประดับที่แกนกลาง บางชนิดมีต่อมที่ใบประดับ **ดอกเพศผู้** กลุ่มดอกย่อยมี (5-) 10-30 (-70) ดอก ก้านดอกยาว 0.1-1.5 เซนติเมตร มีขนหรือเกลี้ยง กลีบเลี้ยงสีเขียวปนเหลือง 2-4 กลีบ รูปไข่กลับ หรือค่อนข้างกลม โค้งงอ ยาว 0.3-2 มิลลิเมตร กว้าง 0.3-1.5 มิลลิเมตร เรียงขอบจรดกัน เชื่อมติดกันที่โคนเล็กน้อย ด้านในค่อนข้างเกลี้ยง บางชนิดมีต่อมใสหนาแน่นที่โคน และนูนชัดเมื่อดอกบาน เกสรเพศผู้ 1-15 (-25) อัน ก้านชูอับเรณูยาว 0.1-1.8 มิลลิเมตร อับเรณู 3-4 ช่อง ส่วนมากแตกแล้วคลี่บาน **ดอกเพศเมีย** กลุ่มดอกย่อยมี 1-15 ดอก ส่วนมากก้านดอกสั้น และจะยืดยาวในระยะผล กลีบเลี้ยงติดคงทน สีเขียวปนเหลือง เชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย หรือคนโท ปลายแยก 2-6 แฉก ยาว (0.6-) 1-5 มิลลิเมตร กว้าง 1-5 มิลลิเมตร ด้านในค่อนข้างเกลี้ยง รังไข่ 1-6 คาร์เพล เชื่อมติดกัน แต่ละคาร์เพลมี 1 ออวุล พลาเซนตารอบแกนร่วม ผิวเรียบหรือมีหนามนุ่ม และมีต่อมเหนียว เกสรเพศเมียสีเขียวปนเหลืองหรือสีแดง ก้านเกสรเพศเมียเชื่อมติดกันสั้น ๆ เกลี้ยงหรือมีขน ยอดเกสรเพศเมีย 1-6 แฉก รูปลิ่มแคบหรือรูปแถบ ยาว (0.1-) 0.5-3 เซนติเมตร ผิวเรียบหรือเป็นเกล็ด เกลี้ยงหรือมีขนและไข

ผล ผลแห้งแตกกลางพู มี 1-6 พู ก้านผลยาว 0.1-1.5 เซนติเมตร ผลสีเขียวปนเหลืองหรือปนม่วงแดง ค่อนข้างกลมแบน รูปคล้ายหัวใจหรือรูปไข่กลับ ยาว 0.1-1.5 เซนติเมตร กว้าง 0.2-1.5 เซนติเมตร ส่วนมากผิวเรียบ บางชนิดผิวบางส่วนนูนเป็นสัน หรือหนามนิ่ม สั้นหรือยาว มีต่อมเหนียวสีเหลืองปนเขียว บางชนิดมีขนที่หนาม **เมล็ด** สีดำหรือสีน้ำตาล รูปร่างกลมหรือรี ขนาด (1-) 2-5 (-8) มิลลิเมตร บางชนิดมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีส้มแดง แดงหรือสีม่วง

รูปวิธานการจำแนกชนิดพรรณไม้สกุล *Macaranga* Thou. ในประเทศไทย (โดยใช้ กิ่ง หูใบ แผ่นใบ และผล)

1. กิ่งอ่อนกลวง, มีมดอาศัยอยู่ภายใน
   2. หูใบติดคงทน
      3. ฐานใบแบบก้นปิด ก้านใบติดลึกจากขอบใบเข้ามา 2-5 เซนติเมตร — 1. *M. pruinosa*
      3. ฐานใบรูปหัวใจ ก้านใบติดที่ขอบใบ — 2. *M. hosei*
   2. หูใบร่วงง่าย
      4. กิ่งและใบมีไขสีขาว, ใบอ่อนสีเขียวปนเหลือง
         5. แผ่นใบด้านล่างมีไขสีขาวชัดเจน — 3. *M. hypoleuca*

5. แผ่นใบด้านล่างมีไขสีขาวไม่ชัดเจน 4. *M. motleyana* subsp. *griffithiana*

4. กิ่งและใบไม่มีไขสีขาวปกคลุม, ใบอ่อนสีม่วงแดง

6. ขอบใบไม่หยักหรือหยัก 2-3 แฉกลึกเข้ามาน้อยกว่า 1/5 จากขอบใบ, แผ่นใบด้านล่างเกลี้ยงมีต่อมไสสีเหลืองเล็กน้อย หรือไม่มี 5. *M.* sp. 1

6. ขอบใบหยัก 3 แฉก ลึกเข้ามา 1/5-3/5 จากขอบใบ, แผ่นใบด้านล่างมีต่อมไสสีเหลืองกระจายทั่วแผ่นใบ 6. *M. triloba*

1. กิ่งอ่อนตัน

7. ฐานใบแบบก้นปิด

8. ใบเป็นแฉก 3-5 แฉก

9. ใบขนาดใหญ่ ส่วนมากยาวกว่า 30 เซนติเมตร, หูใบตั้งตรง 7. *M. gigantea*

9. ใบส่วนใหญ่ยาวน้อยกว่า 30 เซนติเมตร, หูใบโค้งลง 8. *M. quadricornis*

8. ใบไม่หยักเป็นแฉก

10. ใบมีต่อมที่เส้นฐานใบ 1-4 ต่อม, รูปรี 9. *M. indica*

10. ใบไม่มีต่อมที่เส้นฐานใบ หรืออาจมีต่อมขนาดเล็ก, รูปกลม

11. ใบอ่อนไม่มีขน และสีม่วงแดง 10. *M.* sp. 2

11. ใบอ่อนมีขนหนาแน่น

12. ผลมีหนามยาว และนุ่ม 11. *M. tanarius*

12. ผลไม่มีหนาม

13. ผล 3-4 พู ขนาดใหญ่ 1-1. 2 เซนติเมตร 12 *M. curtisii*

13. ผล 2 พู ขนาดเล็กกว่า 1 เซนติเมตร 13. *M. denticulata*

7. ฐานแบบก้นไม่ปิด

14. ใบรูปรีแกมรูปขอบขนาน, หูใบรูปลิ่มแคบ, กิ่งมีขนเล็กน้อย 14. *M. lowii*

14. ใบรูปใบหอกแกมรูปไข่ หรือรูปไข่

15. แผ่นใบบางคล้ายกระดาษ, กิ่ง ก้านใบ และใบมีขนสีเทาหนาแน่น

16. กิ่งอ่อนและแผ่นใบด้านบนมีขนยาวนุ่ม, แผ่นใบด้านล่างไม่มีนวลละเอียดสีขาว, ผลมีหนามนุ่ม และหนามเกลี้ยง 15. *M. kurzii*

16. กิ่งอ่อนและแผ่นใบด้านบนมีขนสั้นสากคาย, แผ่นใบด้านล่างมีนวลละเอียดสีขาว, ผลมีหนามนุ่ม และมีขนที่หนาม 16. *M. trichocarpa*

15. แผ่นใบหนาคล้ายหนัง, กิ่ง ก้านใบ และใบมีขนสีน้ำตาลหนาแน่น

17. กิ่งและก้านใบมีขนสีน้ำตาลหนาแน่น, แผ่นใบด้านล่างสีน้ำตาลหรือเหลือง เส้นใบชัดเจนและมีขนหนาแน่น 17. *M. laciniata*

17. กิ่งและก้านใบมีขนเล็กน้อย, แผ่นใบด้านล่างสีเขียวเหลือบฟ้า (bluish-green) หรือขาว เส้นใบไม่ชัดและมีขนเล็กน้อย 18. *M.* sp. 3

1. *M. pruinosa* (Miq.) Muell. Arg., DC: 992. 1866.; Pax & Hoffm., 7: 309. 1914.; Whitmore, Tree Fl. Mal. 2: 106. 1973. &, Kew Bull. 36(2): 319. 1981., Kew Bull. Addit. Ser. 4: 153. 1975.---*Mappa pruinosa* Miq., Fl. Ind. Bat., Suppl.: 457. 1861.---*Macaranga maingayi* Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 449. 1887.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 298. 1924.; Corner, Wayside Tree Mal.: 267. 1940.; Whitmore, Mal. Nat. Journ. 20: 94, 98. 1967.---*M. formicarum* Pax & Hoffm. 7: 308. 1914.

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: นราธิวาส, ปัตตานี

การแพร่กระจาย.-- Malaya, Sumatra, Borneo, India, Malacca (Maingay)

นิเวศวิทยา.-- เจริญเป็นกลุ่มบริเวณขอบป่า หรือช่องว่างของป่าพรุ, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 0-10 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก เมษายนถึงกรกฎาคม ติดผลตั้งแต่มิถุนายน

ชื่อพื้นเมือง.-- มะฮังใหญ่ (นราธิวาส)

2. *M. hosei* King ex Hook. f. Fl. Brit. Ind. 5: 449. 1887.; Pax & Hoffm. vii: 309. 1914.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 298. 1924.; Corner, Wayside Tree Mal.: 266. 1940.; Whitmore, Mal. Nat. Journ. 20: 95, 97. 1967. &, Tree Fl. Mal. 2: 111. 1973.; Kew Bull. Addit. Ser. 4: 152. 1975., Kew Bull. 36(2): 319. 1981.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 289. 1972.---*M. pseudo-pruinosa* Pax & Hoffm. 7: 308. 1914.

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: สงขลา, ตรัง, ปัตตานี, นราธิวาส

การแพร่กระจาย.-- India, Malaya, Sumatra, Borneo, Malacca

นิเวศวิทยา.-- ขอบป่า ช่องว่าง ในพื้นที่ป่าดิบชื้น, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-300 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก เมษายนถึงกันยายน ติดผล ตั้งแต่มิถุนายน

ชื่อพื้นเมือง.-- ซอลอ Solo (ปัตตานี), มะฮังเขียว (นราธิวาส)

3. *M. hypoleuca* (Reichb. f. & Zoll.) Muell. Arg., DC: 992. 1866.; Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 448. 1887.; Pax & Hoffm. 7: 311. 1914.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 300. 1924.; Corner, Wayside Tree Mal.: 266. 1940.; Whitmore, Mal. Nat. Journ. 20: 93, 97. 1967. &, Tree Fl. Mal. 2: 106. 1973., Kew Bull. Addit. Ser. 4: 147. 1975., Kew Bull. 36(2): 317. 1981.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 289. 1972.---*Mappa (?) hypoleuca* Reichb. f. & Zoll., Verhand. Natuurk. Vereen. Nad. Ind. 1: 30. 1856.

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: สงขลา, ตรัง, ยะลา, นราธิวาส

การแพร่กระจาย.-- India, Malaya, Sumatra, Borneo, Malacca

นิเวศวิทยา.-- ริมน้ำ ขอบป่า และช่องว่างในพื้นที่ป่าดิบชื้น, ความสูงจากระดับน้ำะเลประมาณ 50-400 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอกตั้งแต่มีนาคม ติดผลตั้งแต่มิถุนายน

ชื่อพื้นเมือง.-- ลอ Lo (ตรัง), มะฮังขาว (นราธิวาส)

4. *M. motleyana* subsp. ***griffithiana*** (Muell. Arg.) Whitmore, comb. & stat. nov., Kew Bull. 29(2): 448. 1974., Kew Bull. 36(2): 317. 1981.---*M. griffithiana* Muell. Arg., DC: 993 (1866); Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 452. 1887.; Pax & Hoffm. 7: 309. 1914.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 299. 1924.; Corner, Wayside Tree Mal.: 265. 1940.; Whitmore, Mal. Nat. Journ. 20: 94, 97. 1967. &, Tree Fl. Mal. 2: 107. 1973.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 289. 1972. &, Kew Bull. Addit. Ser. 4: 148. 1975.

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: ปัตตานี, ยะลา, นราธิวาส

การแพร่กระจาย.-- India, Malaya, Sumatra, Malay Peninsular

นิเวศวิทยา.-- เจริญเป็นกลุ่มในบริเวณ พื้นที่เปิดโล่ง ริมน้ำ ขอบป่า ของพื้นที่ป่าพรุ, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 0-80 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก มกราคมถึงมิถุนายน ติดผลเมษายนถึงพฤศจิกายน

ชื่อพื้นเมือง.-- มะฮัง Ma hang (ปัตตานี)

5. *M.* sp. 1

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: นราธิวาส

นิเวศวิทยา.-- ริมน้ำ ริมถนน ขอบป่า ไหล่เขา ของพื้นที่ป่าดิบชื้น, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-300 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก มีนาคมถึงพฤษภาคม ติดผล เมษายนถึงกรกฎาคม

6. *M. triloba* (Bl.) Muell. Arg., DC: 989. 1866.; Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 452. 1887.; Pax & Hoffm. 7: 380. 1914.; Gegnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 439. 1926.; Corner, Wayside Tree Mal.: 268. 1940.; Backer & Bakh. f., Fl. Java 1: 488. 1963.; Whitmore, Mal. Nat. Journ. 20: 94, 99. 1967. &, Tree Fl. Mal. 2: 107. 1973., Kew Bull. Addit. Ser. 4: 150. 1975., Kew Bull. 36(2): 318. 1981.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 292. 1972.---*Pachystemon trilobus* Bl., Bijdr.: 626. 1825.; Wight Icon. pl. t. 1949. 1852.---*Macaranga cornuta* Muell. Arg., DC: 988. 1866.---*M. bacana*(-us) (Miq) Muell. Arg., DC: 990. 1866

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: ปัตตานี, นราธิวาส

การแพร่กระจาย.-- India, Burma, Indochina, Malaya, Java, Sumatra, Borneo

นิเวศวิทยา.-- เจริญเป็นกลุ่มบริเวณ ริมน้ำ ริมถนน ขอบป่า เชิงเขา ในพื้นที่ป่าดิบชื้น, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-400 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก มีนาคมถึงพฤษภาคม ติดผล ตั้งแต่พฤษภาคม

7. *M. gigantea* (Reichb. f. & Zoll.) Muell. Arg., DC: 995. 1866.; Pax & Hoffm. 7: 307. 1914.; Corner, Wayside Tree Mal.: 265. 1940.; Whitmore, Mal. Nat. Journ. 20: 94, 96. 1967. &, Tree Fl. Mal. 2: 107. 1973., Kew Bull. 36(2): 321. 1981.; Whitmore& Airy Shaw in Kew Bull. 25: 241. 1971.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 288. 1972. &, Kew Bull. Addit. Ser. 4: 157. 1975.---*Mappa gigantea* Reichb. f. & Zoll., Linnaea 29: 465. 1857.---*Macaranga megalophylla* (Muell. Arg.) Muell. Arg., DC: 995. 1866.; Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 449. 1887.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 298. 1924.---*M. incisa* Gage, Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 301. 1924.

ประเทศไทย.-- ภาคเหนือ: แม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่, เชียงราย, ลำพูน, แพร่, พิษณุโลก, ตาก; ภาคตะวันออก: ชัยภูมิ, นครราชสีมา; ภาคตะวันตกเฉียงใต้: อุทัยธานี, ประจวบคีรีขันธ์; ภาคกลาง: นครนายก; ภาคตะวันออกเฉียงใต้: ปราจีนบุรี, ฉะเชิงเทรา, ชลบุรี, ระยอง, จันทบุรี, ตราด; ภาคใต้: ชุมพร, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, นครศรีธรรมราช, ตรัง, กระบี่, สงขลา, พังงา, พัทลุง, ปัตตานี, นราธิวาส

การแพร่กระจาย.-- India, Malaya, Sumatra, Borneo

นิเวศวิทยา.-- เจริญเป็นกลุ่มในบริเวณ ริมน้ำ เชิงเขา ขอบป่า ช่องว่างของพื้นที่ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง หรือในพื้นที่ป่าทุติยภูมิ, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 50-800 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก ธันวาคมถึงกรกฎาคม ติดผลตั้งแต่มิถุนายน

ชื่อพื้นเมือง.-- เต้าหลวง Tao luang (กำแพงเพชร), มะฮัง Ma hang, ทะ Tha (กาญจนบุรี), หูช้าง Huu chaang (จันทบุรี)

8. *M. quadricornis* Ridley in Kew Bull.: 367. 1923. &, Fl. Mal. Penins. 3: 300. 1924.; Whitmore, Tree Fl. Mal. 2: 107. 1973., Kew Bull. Addit. Ser. 4: 149. 1975., Gnds' Bull. Singapore 31: 52, 56. 1978., Kew Bull. 36(2): 318. 1981.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 291. 1972.---*M. ? tenuifolia*, Corner, Wayside Tree Mal.: 269. 1940.

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: สุราษฎร์ธานี

การแพร่กระจาย.-- Burma, Malaya, Sumatra, Borneo

นิเวศวิทยา.-- เจริญเป็นกลุ่มในป่าพรุที่ถูกทำลาย, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 30 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ตั้งแต่มกราคม

ชื่อพื้นเมือง.--

9. *M. indica* (Wight) Wight Ic. Pl. Ind. Or. 5: 23, t. 1883. 1852.; Muell. Arg., DC: 1009. 1866.; Kurz, Fl. Brit. Burma 2: 387. 1877.; Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 446. 1887.; Pax & Hoffm. 7: 349. 1914.; Parkinson, Fl. Andaman Is.: 238. 1923.; Gamble, Fl. Presidency Madras 6: 1326. 1924.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 301. 1924.; Gegnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 445. 1926.; Airy Shaw, Kew Bull. 23: 93. 1969. &, Kew Bull. 26(2): 290.

1972.; Whitmore & Airy Shaw, Kew Bull. 25(2): 241. 1971.; Whitmore, Tree Fl. Mal. 2: 107. 1973. & Gnds' Bull. Singapore 31: 54. 1978.---*M. flexuosa* Wight, Ic. Pl. Ind. or. 5: 23. 1852.---*M.* aff. *perakensis* Corner, Wayside Tree Mal.: 107. 1940.---*M. adenantha* Gagnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 443. 1926.

ประเทศไทย.-- ภาคเหนือ: แม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่, เชียงราย, ลำพูน, ตาก, พิษณุโลก; ภาคตะวันตกเฉียงเหนือ: เพชรบูรณ์; ภาคตะวันออก: นครราชสีมา, ชัยภูมิ; ภาคตะวันตกเฉียงใต้: อุทัยธานี

การแพร่กระจาย.-- India, Ceylon, East Himalaya, Southwest. China, Assam, Andaman Is.

นิเวศวิทยา.-- ริมน้ำ ไหล่เขา ขอบป่า ในพื้นที่ป่าดิบเขา หรือในพื้นที่ป่าทุติยภูมิ, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800 เมตร ขึ้นไป

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก มิถุนายนถึงมกราคม ติดผล กันยายน

ชื่อพื้นเมือง.-- เต้าดง Tao dong, เต้าเลื่อม Tao lueam (ภาคเหนือ)

10. *M.* sp. 2

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: นครศรีธรรมราช, ตรัง, กระบี่, ปัตตานี, นราธิวาส

นิเวศวิทยา.-- ริมน้ำ ริมถนน ขอบป่า ของพื้นที่ป่าดิบชื้น, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 50-300 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก มิถุนายนถึงสิงหาคม ติดผล มิถุนายน

11. *M. tanarius* (Linn.) Muell. Arg., DC: 997. 1866.; Kurz, Fl. Brit. Burma 2: 388. 1877.; Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 447. 1887.; Brandis, Ind Trees: 592. 1906.; Merr., Fl. Manila: 295. 1912.; Pax & Hoffm. 7: 352. 1914.; Parkinson, Fl. Andaman Is.: 238. 1923.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 302. 1924.; Gagnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 442. 1926.; Corner, Weyside Tree Mal.: 268. 1940.; Perry, Journ. Arn. Arb. 34: 239. 1953.; Backer &Bakh. f., Fl. Java1: 488. 1963.;Whitmore, Mal. Nat. Juorn. 20: 94, 99. 1967. &, Tree Fl. Mal. 2: 111. 1973., Kew Bull. Addit. Ser. 4: 158. 1975., Gnds'Bull. Singapore 31: 56. 1978., Kew Bull. 36(2): 322. 1981.; Airy Shaw in Kew Bull. 23: 99. 1969. &, Kew Bull. 26(2): 291. 1972., Kew Bull. Addit. Ser. 8: 159. 1980., Kew Bull. 35(2): 649. 1980.; Walker, Fl. Okinawa: 641. 1976.; Li, Fl. Taiwan 3: 480. 1977.; Keng, Concise Fl. Singapore: 111. 1990.---*Ricinus tanarius* Linn., Stickm. Herb. Amboin.: 14. 1754.

ประเทศไทย.-- ภาคตะวันออกเฉียงใต้: ชลบุรี, ระยอง, ฉะเชิงเทรา, จันทบุรี, ตราด; ภาคตะวันตกเฉียงใต้: ประจวบคีรีขันธ์; ภาคใต้: ชุมพร, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, นครศรีธรรมราช, ตรัง, กระบี่, สตูล, ภูเก็ต, สงขลา, ปัตตานี, ยะลา, นราธิวาส

การแพร่กระจาย.--India, Burma, Andaman Is., Nicobar Is., Indochina, South China, Taiwan, Formosa & Ryu-Kyu Is., Malaya, Sumatra, Malacca, Philippine, North Australia and Melanesia.

นิเวศวิทยา.-- เจริญเป็นกลุ่มในบริเวณริมน้ำ เชิงเขา ไหล่เขา ขอบป่า ในพื้นที่ป่าดิบชื้น หรือในพื้นที่ป่าทุติยภูมิ, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 0-200 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ตลอดปี

ชื่อพื้นเมือง.-- กะลอ Ka-lo, บาเละมี Baa-leh-mee, สะลอ Sa-lo (ยะลา), จงดำ Chong dam (ปัตตานี), ล่อ Lo, ล่อขาว Lo khaao (นครศรีธรรมราช), รังขาว Lang Khaao (สงขลา), ล้อหูฉีด Lo huu cheet (พังงา), เม็ก Mek (ภาคใต้), ป้าง Paang, หูช้างเล็ก Huu chaang lek (จันทบุรี)

12. *M. curtisii* Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 448. 1887.; Pax & Hoffm. 7: 318. 1914.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 301. 1924.; Whitmore in Mal. Nat. Journ. 20: 96. 1967. &, Tree Fl. Mal. 2: 107. 1973., Kew Bull. 36(2): 319. 1971.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 287. 1972.---*M. semiglobosa* J. J. Smith, Pax & Hoffm. 7: 320. 1914.; Backer & Bakh. f., Fl. Java 1: 488. 1963.

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: นครศรีธรรมราช (บ. เขามหาชัย), ท่าเสม็ด

การแพร่กระจาย.-- Malaya, Java

นิเวศวิทยา.-- ช่องว่าง และขอบของพื้นที่สวนยางเก่า, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 60 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก พฤษภาคมถึง มิถุนายน ติดผลตั้งแต่มิถุนายน

ชื่อพื้นเมือง.-- ล้อ Lo (นครศรีธรรมราช)

13. *M. denticulata* (Bl.) Muell. Arg., DC: 1000. 1866.; Kurz, Fl. Brit. Burma 2: 387. 1877.; Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 446. 1887.; Brandis, Ind. Trees: 591. 1906.; Craib, Kew Bull.: 467. 1911.; Pax & Hoffm. 7: 334. 1914.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 303. 1924.;Gagnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 446. 1926.; Corner, Wayside Tree Mal.: 265. 1940.; Backer & Bakh. f., Fl. Java 1: 488. 1963.; Whitmore, Mal. Nat. Juorn. 20: 94, 96. 1967. &, Tree fl. Mal. 2: 111. 1973., Kew Bull. 36(2): 321. 1981.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 288. 1972.---*Mappa denticulata* Bl., Bijdr.: 625. 1825.---*Macaranga gummiflua* (Miq.) Muell. Arg., DC: 1000. 1866.---*M. perakensis* Hook. . f., Fl. Brit. Ind. 5: 447. 1887.---*M. henricorum* Hemsl., Gagnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 446. 1926.

ประเทศไทย.-- ภาคเหนือ: แม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่, เชียงราย, พิษณุโลก, ตาก; ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: เพชรบรูณ์; ภาคตะวันออก: ชัยภูมิ, นครราชสีมา; ภาคตะวันตกเฉียงใต้: อุทัยธานี, ประจวบคีรีขันธ์; ภาคกลาง: นครนายก; ภาคตะวันออกเฉียงใต้: ปราจีนบุรี, ฉะเชิงเทรา, ชลบุรี, ระยอง, จันทบุรี, ตราด; ภาคใต้: ชุมพร, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, นครศรีธรรมราช, ตรัง, กระบี่, สงขลา, ปัตตานี, นราธิวาส

การแพร่กระจาย.-- India, Burma, Andaman Is., Indochina, South China,, Malaya, Sumatra, Java

นิเวศวิทยา.-- เจริญเป็นกลุ่มในบริเวณ พื้นที่เปิดโล่ง ริมน้ำ ริมถนน เชิงเขา ขอบป่า ของพื้นที่ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา หรือในพื้นที่ 2˚forest, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 50-200 เมตร

ออกดอกตั้งแต่กุมภาพันธ์ ติดผลตั้งแต่มีนาคม

ชื่อพื้นเมือง.-- กะลอ Kalo, สะลอเกลี้ยง Salo kliang, หลอ Lo (ภาคใต้); ตองแตบ Tong taep, ตองเต้า Tong tao (ภาคเหนือ); เต้าแม้ว Tao maeo, ปอขี้แฮด Po khee haet (เชียงใหม่); ปะดะ Pa-da (แม่ฮ่องสอน)

14. *M. lowii* King ex Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 453. 1887.; Pax & Hoffm. 7: 364. 1914.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 304. 1924.; Airy Shaw, Kew Bull. 19: 323. 1965. &, Kew Bull. 26(2): 290. 1972.; Whitmore, Mal. Nat. Journ. 20: 95, 98. 1967. &, Gnds'Bull. Singapore 26: 62. 1972., Tree Fl. Mal. 2: 112. 1973.---*M. affinis* Merr., Philippine. Journ. Sci., Bot. 13: 82. 1918.---*M. auriculata* (Merr.) Airy Shaw, Kew Bull. 19: 325. 1965. &, Kew Bull. 26(2): 287. 1972.---*Mallotus auriculatus* Merr., Pax & Hoffm. 7; 194. 1914.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 333. 1925.---*Macaranga poilanei* Gagnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 448. 1926.

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: ชุมพร, สุราษฎร์ธานี, นครศรีธรรมราช, ตรัง, กระบี่, สตูล, พัทลุง, พังงา, ภูเก็ต, สงขลา, นราธิวาส

การแพร่กระจาย.-- India, Malaya, Borneo, Philippine, Indochina, Hainan

นิเวศวิทยา.-- ไม้ชั้นรองในพื้นที่ป่าดิบชื้น หรือในพื้นที่ป่าทุติยภูมิ, ความสูงจากระดับน้ำทะเล ประมาณ 100-500 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก มกราคมถึงกันยายน ติดผล ตั้งแต่มีนาคม

ชื่อพื้นเมือง.-- หัวกา Hua kaa (นครศรีธรรมราช), ปลิง Pling (สุราษฎร์ธานี), หริง Ring (ชุมพร)

15. *M. kurzii* (Kuntze) Pax & Hoffm. 7: 360. 1914.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 290. 1972.; Whitmore, Gnds'Bull. Singapore31: 55. 1978.---*Tanarius kurzii* Kuntze, rev. Gen. Pl.: 619. 1891.---*M. membranacea* Kurz, For. Fl. Brit. Burma 2: 389. 1877.---*M. andersonii* Craib, Kew Bull.: 466. 1911. & 193. 1912.; Gagnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 438. 1926.

ประเทศไทย.-- ภาคเหนือ: เชียงใหม่, เชียงราย, พิษณุโลก; ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: เพชรบรูณ์, เลย; ภาคตะวันออก: ชัยภูมิ, นครราชสีมา

การแพร่กระจาย.-- Burma, Southwest China, Indochina

นิเวศวิทยา.-- เชิงเขา ช่องว่างในพื้นที่ป่าดิบเขาระดับต่ำ และป่าดิบเขา หรือ secondary forest, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 700 เมตรขึ้นไป

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก กุมภาพันธ์ถึงกรกฎาคม ติดผล ตั้งแต่พฤษภาคม

ชื่อพื้นเมือง.-- ปอแต็บ Po taep (เชียงใหม่), สตีป่า Satee paa, สตีน้อย Satee noi (เลย)

16. *M. trichocarpa* (Reichb. f. & Zoll.) Muell. Arg., DC: 1003. 1866.; Hook. f., Fl. Brit. Ind. 5: 450. 1887.; Pax & Hoffm. 7: 358. 1914.; Ridley, Fl. Mal. Penins. 3: 303. 1924.; Gagnep., Fl. Gen. I.-C. 5: 441. 1926.; Corner, Wayside Tree Mal.: 268. 1940.; Whitmore, Mal. Nat. Journ. 20: 95, 99. 1967. &, Tree Fl. Mal. 2: 112. 1973., Kew Bull. Addit. Ser. 4: 158. 1975., Gnds' Bull. Singapore 31: 569. 1978.; Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 291. 1972.---*Mappa trichocarpa* Reichb. f. & Zoll. ex Zoll., Verhand. Natuurk. Vereen. Ned. Ind. 1: 8. 1856.---*Macaranga minutiflora* Muell. Arg., DC: 1012. 1866.; Kurz, Fl. Brit. Burma 2: 388. 1877.; Brandis, Ind. Trees: 592. 1906.---*M. helferi* Muell. Arg., DC: 1004. 1866.

ประเทศไทย.-- ภาคกลาง: นครนายก; ภาคตะวันออกเฉียงใต้: ระยอง, จันทบุรี, ตราด

การแพร่กระจาย.-- India, Burma, Indochina, Burma, Malaya, Sumatra, Borneo

นิเวศวิทยา.-- เจริญเป็นกลุ่มบริเวณ ริมน้ำ ขอบป่า ช่องว่าง ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 10-750 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก กุมภาพันธ์ถึงธันวาคม ติดผล ตั้งแต่กุมภาพันธ์

ชื่อพื้นเมือง.-- ป่านป่า Paan paa (ระยอง)

17. *M. laciniata* Whitmore & Airy Shaw, Kew Bull. 25(2): 241 (1971);Whitmore, Biol. Journ. Linn. Soc. I: 226 (1969), Airy Shaw, Kew Bull. 26(2): 290 (1972).

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: นราธิวาส, ยะลา

การแพร่กระจาย.-- Malaya

นิเวศวิทยา.-- ริมถนน ไหล่เขา ขอบป่า ในพื้นที่ป่าดิบชื้น, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-200 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก มีนาคมถึงมิถุนายน ติดผล ตั้งแต่เมษายน

ชื่อพื้นเมือง.-- สลา Salaa (ปัตตานี)

18. *M.* sp. 3

ประเทศไทย.-- ภาคใต้: นครศรีธรรมราช

นิเวศวิทยา.-- ไหล่เขา ในพื้นที่ป่าดิบชื้น, ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 50-200 เมตร

ระยะเวลาออกดอกและติดผล.-- ออกดอก ตั้งแต่พฤศจิกายน ติดผลตั้งแต่ธันวาคม

บทสรุป

จากการศึกษาพบว่าพรรณไม้ในสกุล *Macaranga* Thou. ส่วนมากเป็นพรรณไม้เบิกนำในสภาพพื้นที่ป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา และป่าดิบแล้งที่ถูกทำลายเป็นช่องว่างมีแสงส่องผ่าน ขอบป่า ไหล่เขา พื้นที่ป่าทุติยภูมิ (secondary forest) ริมน้ำ และริมถนนมักพบพรรณไม้สกุลนี้ขึ้นกระจายเป็นกลุ่ม ๆ การแพร่กระจายในประเทศไทยพบมากทางภาคใต้ จำนวน 15 ชนิด ภาคเหนือและภาคตะวันออก 5 ชนิด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงใต้ ภาคกลาง 4 ชนิด และภาคตะวันตกเฉียงใต้พบจำนวน 3 ชนิด

ในการจัดทำรูปวิธานในการจำแนกชนิดในครั้งนี้อาศัยลักษณะของกิ่ง หูใบ แผ่นใบ และผลเป็นหลัก และข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งของพรรณไม้สกุล *Macaranga* Thou. ซึ่งจะมีประโยชน์ในการวิจัยพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540055

เอกสารอ้างอิง

โครงการศูนย์การศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง. 2534. พรรณไม้ป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 46 หน้า.

เต็ม สมิตินันท์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). หอพรรณไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. หน้า 214-216.

AIRY SHAW, H. K. 1969. New or Noteworthy Species of *Macaranga* Thou. Kew Bulletin 23: 88-114.

AIRY SHAW, H. K. 1965. Notes on Malaysian and Other Asiatic Euphorbiaceae. Kew Bulletin 19: 315-328.

AIRY SHAW, H. K. 1972. The Euphorbiaceae of Siam. Kew Bulletin 26(2): 286-292.

AIRY SHAW, H. K. 1975. The Euphorbiaceae of Borneo. Kew Bulletin Addition Series, IV.

AIRY SHAW, H. K. 1980. The Euphorbiaceae of Platylobeae of Australia. Kew Bulletin 35(2): 646-649.

AIRY SHAW, H. K. 1982. The Euphorbiaceae of Central Malaysia. Kew Bulletin 37(1): 26-28.

BACKER, C. A. AND R. C. BAKHUIZEN. 1963. Flora of Java. Vol. 1. Noordhoff-Groningen, Netherlands. pp. 487-488.

BENTHAM, G. AND J. D. HOOKER. 1964. Genera *Plantarum*. Vol. 3. Verlag Von J. Cramer. pp. 320-321.

BOR, N. L. 1953. Manual of Indian Forest Botany. S. N. Guha Ray at Sree Sarawaty Press Ltd., India. 181 p.

BRANDIS, D. 1906. Indian Tree. Bishen Singh Mahendra Pal Singh, India. pp. 591-593.

BROWN, W. H. 1921. Minor Products of Philippine Forests. Vol. 2. Manila Bureau of Printing, Manila. 73 p.

BURKILL, I. H. 1966. A Dictionary of The Economic Products of The Malay- Peninsular. Vol. 2. Art Printing Works, Kuala Lampur, Malaysia. pp. 1404-1408.

CRAIB, W. G. 1911. Kew Bulletin. pp. 466-467.

CHOPRA, R. N., S. L. NATAR AND I. C. CHOPRA. 1956. Glossary of Indian Medicinal Plants. Concil of Scientific & Industrial Research, New Delhi. 158 p.

CORNER, E. J. H. 1940. Wayside Trees of Malaya. Vol. 1. Government Printing Offices, Singapore. pp. 261-269.

FRANCIS, W. D. 1970. Australian Rain-Forest Trees. Simmons Ltd., Glebe, Sydney. 230 p.

GAGNEIPIAN, F. AND L. BEILIE. 1926. In LECOMTE, M. H. (ed.), Flore Generale de L' Indo- Chine. Fasc. 4- 6. Masson et cie, Editeurs, Paris. pp. 434-448.

GAMBLE, J. S. 1902. A Manual of Indian Timbers. Simpson Low Marston & Company, London. 620 p.

GAMBLE, J. S. *ET AL.* 1924. Flora of Presidency of Madras. Part VI-XI. Secretary of State for India in Council, London. 1325 p.

HOOKER, J. D. 1887. Flora of British India. Vol. 5. L. Reeve & Co. Ltd., London. pp. 445-454.

KENG, H. 1990. The Concise Flora of Singapore Gymnosperm and Dicotyledons. Singapore. pp. 111-112.

KURZ, S. 1877. Forest Flora of British Burma. Vol. 2. Bishen Singh Mahendra Pal Singh and Periodical Experts, India. pp. 386-390.

LI, H. L. *ET AL.* 1977. Flora of Taiwan. Vol. 3. Epoch Publishing Co. Ltd., Taipei. pp. 476-481.

MERRILL, E. D. 1912. Flora of Manila, Bureau of Printing, Manila. pp. 295-296.

MERRILL, E. D. 1923. An Enumeration of Philippine lowering Plants. Vol. 2. Bureau of Printing, Manila. pp. 442-444.

MUELLER, A. 1866. De Candolle Pars 16. Generle D, Paris. pp. 987-1016.

PARKINSON, C. E. 1923. A Forest Flora of The Andaman Islands. Simla Superintendent, Government Central. pp. 237-239.

PAX AND HOFFM. 1914. Euphorbiaceae in Engl., Pflanzenr. IV: 298-395.

PERRY, L. M. 1953. The Papuasian Species of *Macaranga*. Journal of Arnold Arboretum 34(3): 191-257.

RIDLEY, H. N. 1924. The Flora of The Malay Peninsula. Vol. 3. L. Reeve & Co. Ltd., Netherlands. 297 p.

ROYEN, P. V. 1982. The Alpine Flora of New Guinea. Vol. 3. Strauss & Cramer Gmbh, Germany. 2170 p.

SALDANHA, C. J. AND D. H. NICOLSON. 1972. Flora of Hassan District Kar Nataka, India. Mohan Primlani, Amerind Pub. Co. Pvt. Ltd., New Delhi. 343 p.

WALKER, E. H. 1976. Flora of Okinava and The Southern Ryukyu Islands. Smithsonian Institution Press, Washington D. C. pp. 640-642.

WIGHT. 1852. Ic. Pl. Ind. Or. 5: 23, t. 1883.

WHITMORE, T. C. 1967. Studies in *Macaranga*, an Easy Genus of Malayan Wayside Trees. Malayan Nature Journal 20: 89-90.

WHITMORE, T. C. 1969. Studies in *Macaranga* III. Biology Journal Linnean Society. pp. 223-231.

WHITMORE, T. C. 1973. Tree Flora of Malaya. A Manual for Foresters. Vol. 2. Longman, Kuala Lumpur, London. pp. 105-113.

WHITMORE, T. C. 1974. Kew Bulletin 29(2): 448 p.

WHITMORE, T. C. 1975. *Macaranga*. In AIRY SHAW, H. K. The Euphorbiaceae of Borneo, Kew Bulletin Addition Series, IV: 140-159.

WHITMORE, T. C. 1980. The Euphorbiaceae of New Guinea, Kew Bulletin Addition Series, VIII. 123-162.

WHITMORE, T. C. 1981. *Macaranga*. In AIRY SHAW, H. K. The Euphorbiaceae of Sumatra, Kew Bulletin 36(2): 312 -323.

WHITMORE, T. C. AND H. K. AIRY SHAW. 1971. Kew Bulletin 25(2): 237-242.

การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชสกุล *BALIOSPERMUM* BLUME และสกุลใกล้เคียง ในวงศ์ EUPHORBIACEAE ในประเทศไทย

กัลยา ภัทรหิรัญกนก
ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

TAXONOMIC STUDY OF GENUS *BALIOSPERMUM* BLUME AND ALLIED GENERA OF EUPHORBIACEAE IN THAILAND

K. Pattarahirankanok
Department of Forest, Graduate School, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

A taxonomic study of the genus, *Baliospermum* Blume, and allied genera of Euphorbiaceae in Thailand was conducted by surveying and collecting plant specimens mostly from evergreen forest. Ecological habitats were also recorded. All specimens were identified by morphological characters and compared with identified specimens deposited in the Forest Herbarium, Royal Forest Department. Four species of *Baliospermum* were found, i.e., *B. effusum* Pax & Hoffm., *B. micranthum* Muell. Arg., *B. montanum* (Willd.) Muell. Arg. and *B. siamens* Craib. The Latter species is endemic to Thailand. The allied genera were *Blachia*, i.e., *B. andamanica* (Kurz) Hook. f. and *B. siamensis* Gagnep., *Dimorphocalyx*, i.e., *D. luzoniensis* Merr. and *D. muricatus* (Hook. f.) Airy Shaw, *Ostodes*, i.e., *O. katharinae* Pax apud Pax & Hoffm. and *O. paniculata* Blume, and *Pantadenia*, a genus of one rare species, *P. adenanthera* Gagnep.

Key words: *Baliospermum*, Euphorbiaceae

บทนำ

พรรณไม้สกุล *Baliospermum* จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae มีประโยชน์ในด้านสมุนไพร บางชนิดเป็นผักพื้นบ้านรับประทานได้ พรรณไม้สกุลใกล้เคียงกับสกุลดังกล่าว คือ สกุล *Blachia*, สกุล *Dimorphocalyx*, สกุล *Ostodes* และสกุล *Pantadenia* จัดอยู่ในวงศ์ย่อย (subfamily) Crotonoideae และเผ่า (tribe) เดียวกัน กระจายในประเทศไทยตามภูมิภาคต่างๆ มีลักษณะของดอกและผลคล้ายกันทำให้การจำแนกพืชกลุ่มนี้ยังเป็นปัญหาอยู่ จึงทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์และจัดจำแนกพรรณไม้สกุล *Baliospermum* และสกุลใกล้เคียงในการศึกษาวิจัยพืชวงศ์ Euphorbiaceae ในประเทศไทย

พื้นที่ศึกษา

1. หอพรรณไม้ กรมป่าไม้
2. พิพิธภัณฑ์พืช ตึกพืชพรรณ แผนกพฤกษศาสตร์ กรมวิชาการเกษตร
3. ป่าภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ และตามแหล่งธรรมชาติทั่วไป

วิธีการ

1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้นของพรรณไม้สกุล *Baliospermum* และสกุลที่ใกล้เคียงจากหนังสือพรรณพฤกษชาติและหนังสืออื่นๆ พร้อมทั้งศึกษารายงานการสำรวจพรรณไม้ในท้องที่ต่าง ๆ จากตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

2. สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้จากแหล่งธรรมชาติ ที่เป็นตัวแทนตามภาคของประเทศ พร้อมทั้งศึกษาลักษณะนิเวศของพรรณไม้สกุลที่พบด้วย

3. ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพรรณไม้ โดยเก็บตัวอย่างชนิดละ 6-10 ชิ้น พร้อมถ่ายภาพ อัดพรรณไม้แห้ง และดองตัวอย่าง

4. วิเคราะห์ตรวจหาชื่อชนิดพรรณไม้ที่เก็บได้ เพื่อทำรูปวิธานจำแนกสกุลและชนิดที่ศึกษา พร้อมทั้งบรรยายลักษณะของพรรณไม้โดยละเอียดพร้อมทั้งวาดภาพลายเส้นประกอบ

5. นำตัวอย่างพรรณไม้ทำเป็นพรรณไม้แห้ง (herbarium specimen) เก็บไว้เป็นหลักฐานอ้างอิงที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ และห้องพิพิธภัณฑ์พืช ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิจัย

พรรณไม้สกุล *Baliospermum* และสกุลใกล้เคียงคือ สกุล *Blachia*, สกุล *Dimorphocalyx*, สกุล *Ostodes* และสกุล *Pantadenia* มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่คล้ายกันคือ เป็นไม้พุ่ม (shrubs) หรือไม้ต้น (trees) บางชนิดมีขนปกคลุมตามลำต้นและใบ *ใบ* เป็นใบเดี่ยว (simple) เรียงสลับ (alternate) หรือเรียงเวียน (spiral) รูปไข่ (Airy Shaw, 1981) รูปหอกแกมรูปไข่ ขอบใบเรียบ (smooth) หยัก (lobe) เป็นคลื่น (undulate) (Gagnepain, 1925) หรือหยักมน (crenate) (Backer, 1963) *ช่อดอก* เป็นดอกแยกเพศอยู่ร่วมต้น (monoecious) หรือดอกแยกเพศอยู่ต่างต้น (dioecious) ออกตามง่ามใบ (axillary) หรือปลายยอด (terminal) แบบช่อแยกแขนง (panicle) ช่อกระจะ (raceme) (Hooker, 1954; Backer, 1963; Airy Shaw, 1972; Dietrich, 1978; Philcox, 1997) ช่อกระจุก (cymose) (Airy Shaw, 1972) หรือช่อกระจุกแยกแขนง (thyrses) (Gagnepain, 1925) *ดอกเพศผู้* กลีบเลี้ยง 4-6 กลีบ ไร้กลีบดอก (apetalous) หรือมีกลีบดอก 4-6 กลีบเรียงซ้อนเหลื่อม (imbricate) และพบต่อมที่จานฐานดอก (disc) (Gagnepain, 1925; Hooker, 1954) *ดอกเพศเมีย* กลีบเลี้ยง 4-6 กลีบ ไร้กลีบดอกหรือมีกลีบดอก 3 กลีบ หรือ 5-6 กลีบ รังไข่ 3 ช่อง ออวุล 1 ใบในแต่ละช่อง ยอดเกสรเพศเมีย 3 อัน แยกเป็น 2 แฉก (bifid) *ผล* แห้งแตก (capsule) 2-3 พู (lobe) *เมล็ด* รูปไข่ มีเอนโดสเปิร์ม อาจพบมีจุกขั้ว (carunculate)

พืชสกุล *Baliospermum* ขึ้นในป่าดงดิบ ป่าไผ่ หรือตามที่รกร้างทั่วไป ศึกษาในแถบเอเชียพบประมาณ 12 ชนิด กระจายจากอินเดียถึงจีน (ยูนาน) เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และชวา

ประเทศไทย เต็ม (2523) มีรายงาน 2 ชนิดคือ ตองแตก (*Baliospermum montanum* (Willd.) Muell. Arg.) และเปล้าตองแตก (*B. siamense* Craib) Airy Shaw (1972) พบอีก 2 ชนิด เพิ่มจากรายงานของเต็ม คือ *B. effusum* Pax & Hoffm. และ *B. micranthum* Muell. Arg.

จากการศึกษาทางด้านพืชสมุนไพร พบเพียงสกุล *Baliospermum* ที่เป็นพืชสมุนไพร คือ ตองแตก *Baliospermum montanum* โดยมีสรรพคุณดังนี้

<u>ราก</u> น้ำต้มรากกินเป็นยาถ่าย แก้โรคดีซ่าน แก้บวมน้ำ เป็นยาร้อนที่มีกลิ่นฉุนรุนแรงมาก ช่วยขับปัสสาวะ ขับพยาธิ์ แก้ม้ามอักเสบ และโรคโลหิตจาง (ลีนา, 2530) แก้ผื่นคันหรือ ตุ่มหนองที่ผิวหนัง แก้เสมหะเขียวเป็นก้อนหรือบิด (นิจศิริและพยอม, 2534; ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์, 2538)

<u>ลำต้น</u> เปลือกต้น ใช้แก้เสมหะ ฟกช้ำ บวม

<u>ใบ</u> ชงกินแก้หืดหอบ น้ำต้มใบกินเป็นยาระบาย (ลีนา, 2530)

<u>เมล็ด</u> น้ำมันจากเมล็ดเป็นพิษมาก ใช้เป็นยาถ่ายอย่างแรง ในประเทศไทย อินเดียใช้แทนน้ำมันสลอดเป็นยาถูนวดแก้ปวดตามข้อ (Chayamarit, 1992; Krishnamurthy, 1993)

ส่วนใบของ *Baliospermum micranthum* Muell. Arg. เป็นพืชผักอาหาร (Nair, 1997)

พืชสกุล *Blachia* เป็นไม้พุ่ม หรือไม้ต้นขนาดเล็ก อาจสูงได้ถึง 7 ม. ลำต้นกิ่งทอดนอนหรือแผ่ออก (Hooker, 1954; Philcox, 1997) *ใบ* ไม่มีต่อมที่ฐานใบ *ดอกเพศผู้* กลีบเลี้ยง 4-5 กลีบ บางคล้ายเยื่อ กลีบดอก 4-5 กลีบ บางกลม ขนาดเล็ก ต่อมที่ฐานดอกคล้ายเกล็ด เรียงสลับกับกลีบดอก เกสรเพศผู้ 10-20 อัน เกสรเพศเมียเป็นหมัน (Hooker, 1954) *ดอกเพศเมีย* ไม่มีกลีบดอก ฐานรองดอกมนหรือรูปวงแหวน *ผล* สีเขียว เมื่อแห้งสีน้ำตาล แข็งเปราะ ขึ้นตามเขาหินปูน ป่าดิบแล้งและป่าดิบชื้น พบ 12 ชนิด กระจายในอินเดีย ภูมิภาคอินโดจีนและมาเลเซีย (Philcox, 1997) ในประเทศไทย จากการศึกษาของ เต็ม (2523) ราชบัณฑิตสถาน (2538) และ Airy Shaw (1972) พบ 2 ชนิด คือ กระเลียงฟาน (*Blachia andamanica* (Kurz) Hook. f.) และกระชิด (*B. siamensis* Gagnep.) ซึ่งปัจจุบันสำรวจพบในจังหวัดน่าน สุโขทัย ชลบุรี และประจวบคีรีขันธ์

พืชสกุล *Dimorphocalyx* เป็นไม้ต้น หรือไม้พุ่มแตกกิ่งสาขากว้างขวาง เปลือกบาง (Shaw, 1972) *ใบ* หนาคล้ายแผ่นหนัง (Philcox, 1997) *ดอก* ช่อดอกแบบช่อกระจะ *ดอกเพศผู้* กลีบเลี้ยง เป็นกาบรูปถ้วย 5 หยัก กลีบดอก 5 กลีบ เกสรเพศผู้ 10-20 อัน เรียง 2 วง เกสรเพศเมียเป็นหมัน *ดอกเพศเมีย* กลีบเลี้ยงรูปขอบขนาน ขยายและคงอยู่ติดกับผล กลีบดอกสั้นกว่ากลีบเลี้ยง *ผล* แข็งเปราะ (Dietrich, 1978) ขึ้นในป่าดิบชื้น กระจายจากอินเดียตอนใต้ถึงแถบมาเลเซียและออสเตรเลีย (Airy Shaw, 1972, 1980, 1981) ในประเทศไทยพบ 2 ชนิด คือ *Dimorphocalyx luzoniensis* Merr. และ *D. muricatus* (Hook. f.) Airy Shaw (Airy Shaw, 1972) จากการสำรวจพบในจังหวัดสงขลา และนราธิวาส

พืชสกุล *Ostodes* เป็นไม้ต้น หรือไม้พุ่มขนาดใหญ่ *ใบ* อาจพบมีต่อม 2 ต่อมที่โคนใบ *ดอก* ช่อดอกเพศผู้ เป็นแบบช่อแยกแขนง ช่อดอกเพศเมีย เป็นแบบช่อกระจะ *ดอกเพศผู้* เกสรเพศผู้ 8-35 อัน เกสรเพศเมียเป็นหมัน (Grierson, 1987) *ดอกเพศเมีย* จานฐานดอกรูปวงแหวนหรือรูปถ้วย (Backer, 1963) *ผล* ค่อนข้างกลม ผนังผลชั้นนอกและผนังผลชั้นกลางมีเนื้อมาก ส่วนผนังผลชั้นในแข็ง พบขึ้นทั่วไปในป่าดงดิบ กระจายในอินเดียถึงมาเลเซีย ในประเทศไทยพบ 2 ชนิดคือ *Ostodes katharinae* Pax. apud Pax. & Hoffm. และมะดังดง *O. paniculata* Blume (Ariy Shaw, 1972) จากการสำรวจ พบในจังหวัดเชียงใหม่ ตาก กาญจนบุรี และอุทัยธานี

พืชสกุล *Pantadenia* เป็นไม้พุ่มมีเหง้า *ใบ* เดี่ยว เรียงสลับ หรือเรียงตรงข้าม ปลายใบแหลมคล้ายติ่ง มีต่อมสีเหลืองอมส้มด้านท้องใบ (Gagnepain, 1925; Airy Shaw, 1972) *ดอก* แยกเพศอยู่ต่างต้น ช่อกระจุกแยกแขนง ตรงข้ามกับใบ กลีบดอกมีต่อมที่ปลายกลีบ *ดอกเพศผู้* กลีบเลี้ยงเรียงสลับกับกลีบดอก เกสรเพศผู้ 13-15 อัน *ดอกเพศเมีย* ไม่มีก้านดอก กลีบเลี้ยงรูปไข่ กลีบดอก 2-3 กลีบหรือไม่มี พบในป่าดิบ และป่าเบญจพรรณตั้งแต่ที่ราบถึงความสูงจากระดับน้ำทะเล 300 ม. กระจายในแถบอินโดจีน พบ 1 ชนิด คือ *Pantadenia adenanthera* Gagnep. (Gagnepain, 1925; Airy Shaw, 1972) มีรายงานพบในปี ค.ศ. 1923 จังหวัดสระบุรี ซึ่งปัจจุบันอยู่ในระหว่างสำรวจและเก็บตัวอย่าง

บทสรุป

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในพื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ตาก สุโขทัย อุทัยธานี เพชรบูรณ์ อุบลราชธานี ขอนแก่น สระบุรี พระนครศรีอยุธยา ประจวบคีรีขันธ์ ระนอง กระบี่ พังงา ตรัง สงขลา และนราธิวาส เก็บตัวอย่างพรรณไม้ได้ 220 ชิ้น เป็นพรรณไม้ที่กำลังศึกษาอยู่ 5 ชนิด คือ *Baliospermum micranthum*, *B. montanum*, *B. siamense*, *Blachia siamensis* และ *Ostodes paniculata* ซึ่งเป็นพรรณไม้วงศ์เปล้า แต่เป็นสกุลอื่นที่นอกเหนือจากการศึกษาอยู่ 18 ชนิด

เอกสารอ้างอิง

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). หอพรรณไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 379 หน้า.

นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์. 2534. พืชสมุนไพร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 244 หน้า.

ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์. 2538. สยามไภษัชยพฤกษ์ ภูมิปัญญาของชาติ. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ. 272 หน้า.

ราชบัณฑิตสถาน. 2538. อนุกรมวิธานพืชอักษร ก. บริษัทเพื่อนพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 495 หน้า.

ลีนา ผู้พัฒนพงศ์. 2530. สมุนไพรไทยตอนที่ 5. ฝ่ายพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 161 หน้า.

AIRY SHAW. 1972. The Euphorbiaceae of Siam. Kew Bull. 26: 191-363.

AIRY SHAW. 1980. The Euphorbiaceae of New Guinea. Kew Bull. Add. Ser. 8: 1-243.

AIRY SHAW. 1981. The Euphorbiaceae of Sumatra. Kew Bull. 36: 239-374.

BACKER, C. A. AND R. C. BAKHUIZEN VAN DEN BRINK. 1963. Flora of Java Vol. I. Noordhoff Groningen, Netherland. 648 p.

CHAYAMARIT, K. 1992. Poisonous Plants in Thailand. In SANTISUK, T. (ed.), Thai For. Bull. 19: 31-99.

DIETRICH, K. C. AND I. E. BRANDIS. 1978. Indian Tree. India. 767 p.

GAGNEPAIN, F. 1925. Euphorbiaceae. In LECOMTE M. H. (ed.), Flore Generale de I' Indo-China 5. Masson et cie Paris. 447 p.

HOOKER, J. D. 1954. Flora of British India vol. 5. L. Reeve & Co. Ltd., India. 910 p.

KRISHNAMURTHY, T. 1993. Minor Forest Products of India. Oxford. & IBH Publishing Co. Prt. Ltd., New Delhi, India. 645 p.

NAIR, R. V. 1997. Taxonomy of Angiosperms. New Delhi. 403 p.

PHILCOX, D. 1977. Euphorbiaceae. In DASSANAYAKE, M. D. (ed.), A Revised Handbook to the Flora of Ceylon XI A. A. Balkema, Rotterdam. 420 p.

NOTES ON *CALOPHYLLUM* L. (GUTTIFERAE) IN THAILAND

***Saravut Sangkaew*[1] *and Duangchai Sookchaloem*[2]**

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Forest Herbarium, Royal Forest Department (BKF), Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

พรรณไม้สกุลตังหนในประเทศไทย

สราวุธ สังข์แก้ว[1] และ ดวงใจ ศุขเฉลิม[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ศึกษาพรรณไม้สกุลตังหนในประเทศไทย โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพรรณไม้จากตัวอย่างแห้งในหอพรรณไม้ต่าง ๆ ในประเทศไทย ควบคู่กันกับตัวอย่างพรรณไม้ที่เก็บจากแหล่งธรรมชาติ จากการศึกษาพบพรรณไม้จำนวน 11 ชนิด ได้ทำการบรรยายลักษณะสกุล รายชื่อชนิดพันธุ์ การแพร่กระจาย และแหล่งที่พบ

คำหลัก: อนุกรมวิธาน, การแพร่กระจาย, *Calophyllum*

INTRODUCTION

Tropical forests have the highest plant species diversity. Ten thousand species of vascular plants have been recorded in our country (Santisuk *et al.*, 1991), only about 40% have been revised.

The genus *Calophyllum* is one of the large genera with problems of identification. The earlier studies of this genus reported a confusion in species number and delimitations. The genus is economically important, in particular for timber, used for housing, ship building, furniture etc., and also another parts of plant for medicine. Taxonomic studies of this genus are therefore strongly needed.

STUDY AREA

Studies were carried out by collecting specimens from several forest types in Thailand.

METHODOLOGY

1. Surveying and collection of specimens were carried out. Distribution and ecological habitats were systematically recorded.
2. The herbarium specimens were prepared; specimens used were those deposited at the Forest Herbarium, Royal Forest Department (BKF) as well as material from the following herbaria: BK and Department of Forest Biology.
3. The genus *Calophyllum* revision is based on comparative morphological studies.

RESULTS

Taxonomic History

Calophyllum **L.** Sp. Pl. **1:** 513. 1753, Gen. Pl. ed. 5. 229. 1754; Lam. Encycl. Meth. Bot. **1:** 552. 1785; Juss. Gen. Pl. 286. 1791; Willd. Sitz-ber. Ges. Naturf. Fr. Berlin Mag. **5:** 78. 1811; Choisy, Mem. Soc. Hist. Nat. Paris **1:** 228. 1823, in DC. Prodr. **1:** 562. 1824; Endl. Gen. Pl. 1028. 1840; Choisy, Descr. Guttif. Inde, 41. 1849; Mig. Fl. Nederl. Indie **1**(2): 509. 1859; Planchon & Triana, Ann. Sci. Nat. Bot. IV. **15:** 241. 1862; Bentham in Bentham & Hooker f. Gen. Pl. **1:** 175. 1862; T. Anderson in Hooker f. Fl. Brit. India **1:** 271. 1874; Vesque, Epharmosis **2:** 6. 1889; King, Jour. Asiatic Soc. Bengal, II. **59:** 172. 1890; Vesque in C. DC. Monogr. Phanerog. **8:** 529. 1893; Trimen, Handb. Fl. Ceylon **1:**

98. 1893; Engler in Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam. **3**(6): 220. 1895; Pitard in Lecomte, Fl. Gen. Indo-Chine **1**(4): 316. 1910; Ridley, Fl. Malay Penin. **1**: 181. 1922; Engler in Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam. ed. 2. **21**: 192. 1925; Gagnep. Fl. Gen. Indo-Chine Suppl. **1**(3): 268. 1943; Perrier de la Bathie, Fl. Madagascar Comores, Fam. **136**: 3. 1951; Henderson & Wyatt-Smith, Gard. Bull. Singapore **15**: 285. 1956; Maheshwari, Bull. Bot. Survey India **2**: 139. 1960; Backer & Bakh. f. Fl. Java **1**: 384. 1963; A. C. Sm. & Darwin, Jour. Arnold Arb. **55**: 216. 1974; P. F. Stevens, Austral. Jour. Bot. **22**: 349. 1974, Jour. Arnold Arb. **61**: 167. 1980. Type: *Calophyllum inophyllum* L.

- *Ponna* Rheede ex Ludwig, Defin. Gen. ed. 3. 239. 1760. *Nomen superfluum.*
- *Calaba* Plum. ex Adanson, Familles **2**: 446. 1763. *Nomen superfluum.*
- *Augia* Lour. Fl. Cochinch. 337. 1790, *pro minore parte.*
- *Balsamaria* Lour. *Ibid.* 467. Type: *Balsamaria inophyllum* Lour.
- *Apoterium* Blume, Bijd. Nerderl. Indie **1**(5): 218. 1825. Type: *Apoterium sulatri* Blume.

The results presented in this paper is the first part of a taxonomic study of the whole genus. The complete revision will be proposed later.

All *Calophyllum* species usually are evergreen trees, except *C. rupicolum*, which can sometime be a shrubby tree. The distribution and ecology of all species are noted as follow:

***Calophyllum thorelii* Pierre,** Fl. Forest. Cochinch. **1**: *pl. 103*. 1885.

Thailand. — North-Eastern: Mukdahan; South-Eastern: Chon Buri, Chanthaburi, Trat.

Distribution. —Vietnam.

Ecology. — In semi-evergreen forest. altitude: 30-350 m. Flowering: november-january. fruiting: December-May.

***Calophyllum touranense* Gagnep. ex P. F. Stevens,** Jour. Arnold Arb. **61**: 226. 1980.

Thailand. — North-Eastern: Phetchabun; Eastern: Chaiyaphum, Nakhon Ratchasima.

Distribution. —Vietnam.

Ecology. — Usually occuring in hill evergreen forest, occasionally in semi-evergreen forest. Altitude: 650-1,500 m. Flowering: January-March. Fruiting: February-June and September-October.

***Calophyllum polyanthum* Wall. ex Choisy,** Descr. Guttif. Inde, 43. 1849

Thailand. — North: Mae Hong Son, Chiang Mai, Nan; North-Eastern: Loei; Peninsular: Nakhon Si Thammarat, Trang.

Distribution. — India (Western Ghats and northeastern India) to southwestern China.

Ecology. — Evergreen forest in peninsular, alt. 60-200 m. and in hill evergreen forest in North and North-Eastern, alt. 650-1,800 m. Flowering: March-May. Fruiting: April-August and October-February.

***Calophyllum macrocarpum* Hooker f.** Fl. Brit. India **1**: 273. 1874.

Thailand. — Peninsular: Ranong, Krabi, Nakhon Si Thammarat, Trang, Songkhla, Narathiwat.

Distribution. —Malaya to Borneo. Excluding Java.

Ecology. — In evergreen forest. Altitude: 100-300 m. Flowering: May-July. Fruiting: December-April.

***Calophyllum inophyllum* L.** Sp. Pl. 513. 1753.

Thailand. — South-Eastern: Chon Buri, Trat; South-Western: Prachuap Khiri Khan; Peninsular: Chumphon, Ranong, Surat Thani, Phatthalung, Trang, Satun, Songkhla, Narathiwat.

Distribution. —Eastern Africa to Taiwan, the Ryukyu and Line islands and New Caledonia; often planted both within its range and in West Africa and the tropics of the New World.

Ecology. — Usually in beach forest or coastal area and planted as ornamental trees. Flowering and Fruiting all year.

***Calophyllum tetrapterum* Miq.** Pl. Jungh. 291. 1854.

Thailand. — South-Eastern: Trat; Peninsular: Chumphon, Ranong, Krabi, Trang, Satun, Songkhla, Narathiwat.

Distribution. — Cambodia to Borneo, excluding mainland Java.

Ecology. — Usually found along stream at low latitude in evergreen forest or peat swamp forest. flowering: September-December. fruiting: January-May.

***Calophyllum molle* King,** Jour. Asiatic Soc. Bengal, II. **59:** 177. 1890.

Thailand. — Peninsular: Narathiwat.

Distribution. —Malay Peninsula, and possibly also western Borneo.

Ecology. — In evergreen forest. Altitude: 200-400 m. Flowering: December-February. Fruiting: April-July.

***Calophyllum pisiferum* Planchon & Triana,** Ann. Sci. Nat. Bot. IV. **15:** 294. 1862.

Thailand. — SOUTH-EASTERN: Prachin Buri, Chanthaburi, Trat.

Distribution. —scattered from southern Vietnam to Borneo.

Ecology. — Along stream in semi-evergreen forest. Altitude: 20-100 m. Flowering: October-November. Fruiting: November-January.

***Calophyllum rupicolum* Ridley,** Trans. Linn. Soc. Bot. II. **3:** 278. 1893.

Thailand. — Peninsular: Narathiwat.

Distribution. — Northeastern Malaya and scattered in Sumatra.

Ecology. — Along stream on granite bedrock at low altitude in evergreen forest. Flowering: October-December. Fruiting: December-April.

***Calophyllum depressinervosum* M. R. Henderson & Wyatt-Smith**, Gard. Bull. Singapore **15:** 335. *pl. 17.* 1956.

Thailand. — South-Eastern: Chanthaburi; Peninsular: Chumpon, Krabi, Nakhon Si Thammarat, Trang, Narathiwat.

Distribution. — Cambodia to Borneo.

Ecology. — Usually in evergreen forest in the peninsula. Uncommom in semi-evergreen forest in South-Eastern. Altitude: 100-400 m. Flowering: unknown. Fruiting: January-April.

***Calophyllum soulattri* Burman f.** Fl. Indica, 121. 1768.

Thailand. — South-Western: Kanchanaburi Peninsular: Chumpon, Ranong, Surat Thani, Krabi, Nakhon Si Thammarat, Phatthalung, Trang, Songkhla.

Distribution. — Vietnam to Australia (Northern Territory), the Solomon Islands, and Palau Island; more or less naturalized in the Mascarenes.

Ecology. — Usually found along stream at low latitude in evergreen forest or in peat swamp area. flowering: January-May. Fruiting: February-June.

DISCUSSION

11 species of the genus *Calophyllum* L. in Thailand were found and identified; some species are subject to discussion:

1. *C. polyanthum* Wall. ex Planchon & Triana reported in Craib (1931) was tranfered to *C. polyanthum* Wall. ex Choisy.
2. *C. polyanthum* seems to be closely related to *C. touranense*; the differences between both species are as follows:
   2.1. The outer pair of tepals is less than or equal to half the inner ones in the former species while it is equal to the inner one in the later one.

2.2. There are 7-15 veins every 0.5 cm. along midrib in the former species but 6-9(10) in the later one.

2.3. There are 199-277 stamens per flower in the former species but 154-199 in the later one.

3. The authors agree with Stevens (1980) in reducing some species reported by Craib (1931) to synonymy as follow: *C. pulcherrimum* to *C. tetrapterum, C. sangkae* to *C. pisiferum, C. smilesianum* and *C. smilesianum* var. *lutea* to *C. polyanthum.*

4. The color of exudate from mature trunk when slashed is an important field identification character when applied with other characters.

CONCLUSIONS

The study is summarized as follows:

1. Eleven species were recorded: *C. thorelii, C. touranese, C. polyanthum, C. macrocarpum, C. inophyllum, C. tetrapterum, C. molle, C. rupicolum, C. pisiferum, C. depressinervosum* and *C. soulattri.*

2. Some species recorded by Craib (1931) were reduced to synonymy as follow: *C. pulcherrimum* to *C. tetrapterum, C. sangkae* to *C. pisiferum* and *C. smilesianum, C. smilesianum* var. *lutea* to *C. polyanthum.*

ACKNOWLEDGEMENTS

My special thanks are due to the directors of the herbaria who gave us permission to study the specimens and references under their care, and Mr. Alain Mauric for his assistance in correcting the English.

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541088.

REFERENCES

CRAIB, W. G. 1931. Flora Siamensis Enumeration. 1. Publ. under the Auspices of Siam Society, Bangkok. 809 p.

SANTISUK, T., T. SMITHINAND, W. HOAMUANGKAEW, P. ASHTON, S. H. SOHMER AND J. R. VINCENT. 1991. Plants for Our Future: Botanical Research and Conservation Needs in Thailand. Royal Forest Department, Thailand. 48 p.

STEVENS, P. F. 1980. *Calophyllum* (Guttiferae). Journal of The Arnold Aboretum 61: 117-690.

การศึกษาเบื้องต้นของพืชสกุลผักไผ่น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ประภาพร ทับทิมทอง, ประนอม จันทรโณทัย และ อัจฉรา ธรรมถาวร
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

A PRELIMINARY STUDY OF THE GENUS *POLYGONUM* L. IN THE NORTHEAST OF THAILAND

P. Tubtimtong, P. Chantaranothai and A. Thammathaworn
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

A morphological study of the genus *Polygonum* L. in the northeast of Thailand was carried out between August 1997 and April 1999. A large number of specimens, kept at the Forest Herbarium, Royal Forest Department, Bangkok and Botanical Section, Department of Agriculture, Bangkok, as well as collected specimens were examined. Twenty species were collected, identified and carefully described. Leaf epidermis of 5 species was investigated by the peeling method. Pollen morphology was analysed by the acetolysis method. The Pollen was examined with a light microscope and a scanning electron microscope.

Key words: *Polygonum,* leaf epidermis, pollen morphology, acetolysis method

บทนำ

พืชในสกุลผักไผ่น้ำ (*Polygonum* L.) อยู่ในวงศ์ผักไผ่น้ำ (Polygonaceae) ส่วนใหญ่เป็นพืชน้ำ พบได้ในหนองน้ำตื้น ๆ หรือตามร่องน้ำข้างถนนริมทางทั่วไป ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ล้มลุกอายุฤดูเดียวหรือหลายฤดู ลำต้นตั้งตรง เลื้อย หรือเลื้อยแล้วตั้งขึ้น มีข้อปล้องชัดเจน รากออกตามข้อ ใบเดี่ยว เรียงแบบสลับ รูปหอก รูปไข่ รูปขอบขนาน หรือรูปหัวใจ โอเครียเป็นเยื่อบาง หรือหนาคล้ายหนัง รูปท่อ ปลายตัดตรงหรือเฉียง ปลายเรียบหรือมีขน ผิวเรียบ มีขน หรือต่อม ดอกช่อแบบกระจะอัดแน่น คล้ายช่อเชิงลด ช่อแยกแขนง หรือเป็นกลุ่มดอกออกตามซอกใบ ดอกสมบูรณ์เพศขนาดเล็ก ใบประดับช่อดอกย่อย รูปท่อ รูปถ้วย ปลายเรียบ หรือมีขน โอบล้อมแกนช่อดอก หรือเป็นแผ่นหนา รูปไข่ ปลายเรียบ หรือมีขน ไม่โอบล้อมแกนช่อดอก ใบประดับดอกเป็นเยื่อบาง รูปท่อ ปลายตัด หรือแยกเป็น 2 กลีบ กลีบรวมเชื่อมกัน ปลายแยก 4-5 กลีบ ผิวเรียบ หรือมีต่อม สีชมพู ขาว เหลืองอ่อน เกสรเพศผู้มี 5-8 อัน ติดที่บริเวณปลายแยก หรือโคนกลีบรวม อับเรณู มี 2 พู แตกตามยาว ก้านเกสรเพศผู้ติดด้านหลังของอับเรณู รังไข่และก้านเกสรเพศเมียเชื่อมรวมกันปลายแยกเป็น 2-3 แฉก รังไข่มี 1 ออวุล ผลแบบนัท รูปรี รูปไข่ แบน หรือมีหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม ผิวเรียบ หรือผิวเป็นร่างแห ผลมีกลีบรวมหุ้มไว้ตลอด และร่วงไปพร้อมกัน

พืชสกุลนี้บางชนิดสามารถใช้ประโยชน์ในทางเภสัชกรรมได้ เช่น ผลของ *P. barbatum* และใบของ *P. glabrum* ใช้บรรเทาอาการจุกเสียด ใบและลำต้นของ *P. barbatum* ใช้เป็นน้ำยาล้างแผลได้ เป็นต้น (Blatter *et al.*, 1984) นอกจากนี้ยอดของ *P. odoratum* และ *P. tomentosum* ยังใช้เป็นอาหารได้

การศึกษาพืชสกุลนี้ในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อย โดยในปี ค.ศ. 1961 Kai Larsen รวบรวมชื่อพืชสกุลนี้ไว้ 11 ชนิด ต่อมาในปี ค.ศ. 1978 โชติ สุวัตถิ รวบรวมชื่อพืชสกุลนี้ไว้ในหนังสือ Flora of Thailand 8 ชนิด และในปี พ.ศ. 2523 เต็ม สมิตินันทน์ รวบรวมชื่อพืชสกุลนี้ไว้ในหนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย 16 ชนิด ฉะนั้นควรที่จะมีการศึกษาจำนวนชนิดที่แน่นอน และเขตการแพร่กระจายพันธุ์ ซึ่งการวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาความหลากหลายของพืชสกุลนี้ในประเทศไทยได้

พื้นที่ศึกษา

รวบรวมข้อมูลจากการศึกษาพรรณไม้แห้งที่พิพิธภัณฑ์พืชกรมวิชาการเกษตร และหอพรรณไม้ กรมป่าไม้ ออกเก็บตัวอย่างภาคสนามในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และศึกษากายวิภาคและลักษณะสัณฐานของละอองเรณูที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิธีการ

ออกสำรวจและเก็บตัวอย่าง โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาพรรณไม้แห้งที่พิพิธภัณฑ์พืชกรมวิชาการเกษตร (BK) และหอพรรณไม้ กรมป่าไม้ (BKF) นำตัวอย่างที่ได้แยกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งอัดด้วยแผงไม้เป็นพรรณไม้แห้ง อย่างน้อยชนิดละ 3 ชิ้น เพื่อศึกษาสัณฐาน โดยวิเคราะห์หาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง บรรยายลักษณะพืชตามหลักทางพฤกษานุกรมวิธาน สร้างรูปวิธานจำแนกอันดับชนิด พร้อมทั้งวาดภาพลายเส้นแสดงองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ ของพืชที่สำคัญ ส่วนที่เหลือดองใน FAA 70% เพื่อศึกษาเนื้อเยื่อทางกายวิภาค โดยกรรมวิธีพาราฟินและลอกผิวใบ ส่วนการศึกษาสัณฐานของละอองเรณู ใช้ตัวอย่างดอกจากพรรณไม้แห้ง หรือจากต้นเดียวกันมาศึกษาโดยกรรมวิธีอะซิโตไลซีส ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ผลการวิจัย

จากการศึกษาพรรณไม้แห้งและออกสำรวจเก็บตัวอย่างพืชสกุลนี้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบ 20 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีลักษณะเหมือนหรือต่างกันไป (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ยังศึกษาเนื้อเยื่อผิวโดยการลอกผิวใบและสัณฐานของละอองเรณู (ตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ)

ตารางที่ 1. ลักษณะที่สำคัญแต่ละชนิดของพืชสกุลผักไผ่น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ลักษณะ / ชนิด	ลำต้น	แผ่นใบ	โอเครีย	ช่อดอก	ใบประดับ	กลีบรวม (ปลายแยก)	เกสรเพศผู้ (อัน) และเพศเมีย (คาร์เพล)	ผล (หน้าตัด)
P. barbatum	กลม เรียบ	ด้านล่างมีขนเล็กน้อย	เป็นเส้นขน	spiciform raceme ตั้งตรง	ท่อ	5 กลีบ ขาว	8, 3	สามเหลี่ยม เรียบ
P. chinense	กลม เรียบ	ด้านล่างมีต่อม	ตัดเฉียง (ภาพที่ 2)	panicle	แผ่น	5 กลีบ ขาว	8, 3	-
P. chinense var. *hispidum*	กลม ขนสาก	มีขนสาก	ตัดเฉียง	panicle	แผ่น	5 กลีบ ขาว	8, 3	สามเหลี่ยม ร่างแห
P. flaccidum	กลม ขน ต่อม	มีขนและต่อมทั้งสองด้าน	เป็นเส้นขน	spiciform raceme โค้งลง	ท่อ	5 กลีบ ชมพู มีต่อมกระจาย	8, 3	สามเหลี่ยม เรียบ
P. glabrum	กลม เรียบ	ด้านล่างมีต่อม	ตัดตรง	spiciform raceme ตั้งตรง	ท่อ	5 กลีบ ชมพู	8, 2 หรือ 3	สามเหลี่ยม หรือรี เรียบ
P. hydropiper	กลม เรียบ	ด้านล่างมีขนเล็กน้อย	เป็นเส้นขน (ภาพที่ 3)	spiciform raceme โค้งลง	ท่อ	5 กลีบ ขาวอมชมพู มีต่อมกระจาย	6-8, 2	รูปรี เรียบ
P. lanigerum	กลม เรียบ	มีขนแบบขนแกะหนาแน่นมาก	ตัดตรง	spiciform raceme โค้งลง	ท่อ	4 กลีบ เหลือง มีต่อมกระจาย	6, 2	รูปรี เรียบ
P. lapathifolium	กลม เรียบ	มีขนและต่อม	ตัดตรง (ภาพที่ 4)	spiciform raceme โค้งลง	ท่อ	4 กลีบ ขาว มีต่อมกระจาย	6, 2	รูปรี เรียบ
P. minus	กลม เรียบ	มีขนกระจายห่างๆ	เป็นเส้นขน	spiciform raceme ตั้งตรง	ท่อ	5 กลีบ ชมพู	5, 2	รูปรี เรียบ
P. muricatum	เหลี่ยม หนาม ตรงข้อโค้งลง (ภาพที่ 1)	เรียบ	ตัดเฉียง	spiciform raceme ตั้งตรง	แผ่น	5 กลีบ ขาว	5, 2	รูปรี เรียบ
P. odoratum	กลม เรียบ	มีขนเล็กน้อย	เป็นเส้นขน	spiciform raceme โค้งลง	ท่อ	5 กลีบ ชมพู มีต่อมกระจาย	8, 3	สามเหลี่ยม เรียบ
P. orientale	กลม ขนนุ่ม	มีขนนุ่มหนาแน่น	ตัดตรง	spiciform raceme โค้งลง	ท่อ	5 กลีบ ขาว	6-7, 2	รูปรี เรียบ
P. paleaceum	ข้อปล้องสั้น คล้ายกระจุก	ขอบใบหยักถี่	ตัดเฉียง	spiciform raceme ตั้งตรง	แผ่น	5 กลีบ ชมพู	6, 3	สามเหลี่ยม เรียบ
P. plebeium	เหลี่ยม ขนสาก	มีขนแบบขนแกะหนาแน่น	ตัดตรง	กลุ่มดอกออกซอกใบ	ท่อ	5 กลีบ	5, 5	สามเหลี่ยม เรียบ
P. strigosum	เหลี่ยม หนามตรง ข้อโค้งลง	มีขนรูปดาวหนาแน่น	เป็นเส้นขน	spiciform raceme ตั้งตรง	แผ่น	5 กลีบ ขาว	6-8, 3	สามเหลี่ยม เรียบ

ตารางที่ 1. (ต่อ)

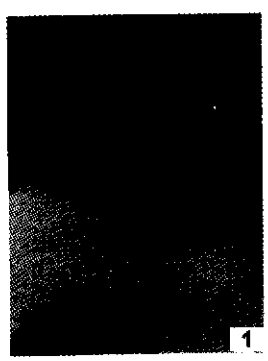
ลักษณะ / ชนิด	ลำต้น	แผ่นใบ	โอเครีย	ช่อดอก	ใบประดับ	กลีบรวม (ปลายแยก)	เกสรเพศผู้ (อัน) และเพศเมีย (คาร์เพล)	ผล (หน้าตัด)
P. tenellum	กลม เรียบ	เรียบ	เป็นเส้นขน	spiciform raceme ตั้งตรง	ท่อ	5 กลีบ ขาว	8, 3	สามเหลี่ยม เรียบ
P. tomentosum	กลม เรียบ	มีขนนุ่ม แผ่นใบหนา คล้ายหนัง	เป็นเส้นขน	spiciform raceme ตั้งตรง	ท่อ	5 กลีบ ขาว	6-7, 2	รูปรี เรียบ
P. sp. 1	กลม เรียบ	ด้านล่างมีขนเล็กน้อย	เป็นเส้นขน	spiciform raceme ตั้งตรง	ท่อ	5 กลีบ ชมพู	7-8, 3	-
P. sp. 2	กลม เรียบ	เรียบ	เป็นเส้นขน	spiciform raceme ตั้งตรง	ท่อ	5 กลีบ ขาว	7, 3	สามเหลี่ยม เรียบ
P. sp. 3	กลม ขนนุ่ม	มีขนนุ่ม หนาแน่น	เป็นเส้นขน	spiciform raceme ตั้งตรง	ท่อ	5 กลีบ ขาว	8, 3	สามเหลี่ยม เรียบ

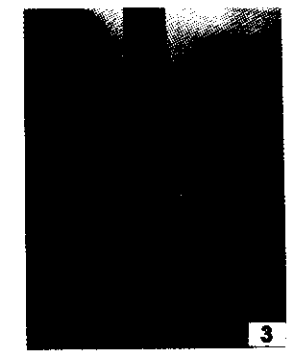
ตารางที่ 2. ลักษณะเนื้อเยื่อผิวของพืชสกุลผักไผ่น้ำ 5 ชนิดที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

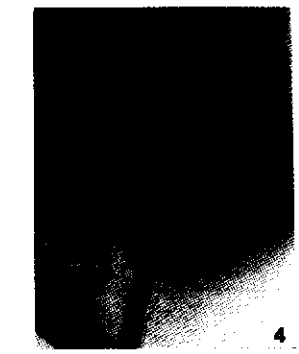
ลักษณะ / ชนิด	เซลล์เอพิเดอร์มิส	ชนิดปากใบ	ไทรโคม	ผลึก
P. barbatum	เซลล์เป็นรูปเหลี่ยม, ผนังเซลล์ด้านบนเรียบ และมุมของแต่ละเหลี่ยม แหลมกว่าด้านล่าง	paracytic พบทั้งสองด้าน	ขนแบบเซลล์เดียวพบเฉพาะด้านล่าง,ต่อม	druse
P. chinense	เซลล์เป็นรูปเหลี่ยม, ผนังเซลล์ด้านบนเรียบ และมุมของแต่ละเหลี่ยม แหลมกว่าด้านล่าง	anisocytic พบเฉพาะด้านล่าง	ต่อม	-
P. glabrum	เซลล์เป็นรูปเหลี่ยม, ผนังเซลล์ด้านบนเรียบ และมุมของแต่ละเหลี่ยม แหลมกว่าด้านล่าง	paracytic พบทั้งสองด้าน	ต่อม	-
P. orientale	ผนังเซลล์หยักทั้งสองด้าน, แต่ด้านบนหยักน้อยกว่าด้านล่าง	paracytic พบทั้งสองด้าน	ขนแบบเซลล์เดียวทั้งสองด้าน,ต่อม	-
P. muricatum	เซลล์เป็นรูปเหลี่ยม, ผนังเซลล์ด้านบนเรียบ และมุมของแต่ละเหลี่ยม แหลมกว่าด้านล่าง	paracytic พบเฉพาะด้านล่าง	-	-

ตารางที่ 3. ลักษณะสัณฐานละอองเรณูของพืชสกุลผักไผ่น้ำ 6 ชนิดที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ลักษณะ / ชนิด	รูปร่าง	ขนาด (ไมโครเมตร)	ช่องเปิด	ลวดลายบนผนัง	ความหนาของผนังชั้นนอก (ไมโครเมตร)
P. glabrum	Spheroidal	50.0-52.5	Polypantoporate	reticulate	2.5-3.75
P. hydropiper	Spheroidal	25.0-45.0	Polypantoporate	reticulate	1.25-2.5
P. lanigerum	Spheroidal	32.5-37.5	Polypantoporate	reticulate	2.5-3.25
P. muricatum	Spheroidal	27.5-42.5	Polypantoporate	reticulate	2.5
P. orientale	Spheroidal	37.5-65.0	Polypantoporate	reticulate	2.5-5.0
P. tenellum	Spheroidal	40.0-47.5	Polypantoporate	reticulate	2.5-5.0







ภาพที่ 1-4. 1) ลำต้นเป็นเหลี่ยม หนามบริเวณข้อโค้งลงของ *P. muricatum* 2) โอเครียเป็นท่อปลายตัดเฉียงของ *P. chinense* 3) โอเครียเป็นท่อปลายตัดตรงของ *P. lapathifolium* 4) โอเครียเป็นท่อปลายเป็นเส้นขนของ *P. hydropiper*

บทวิจารณ์

จากการศึกษาพบ 20 ชนิด คาดว่า *P. lanigerum* เป็นชนิดใหม่ที่พบในประเทศไทย เนื่องจากไม่เคยมีบันทึกไว้ว่ามีในประเทศไทย และเมื่อรวบรวมจำนวนชนิดจากการศึกษาที่มีมาก่อน และจากพิพิธภัณฑ์พืช คาดว่าในประเทศไทยมีจำนวนชนิดของพืชสกุลนี้ประมาณ 32 ชนิด 34 แทกซา แต่ข้อมูลนี้ยังไม่ถูกต้องแน่นอน เนื่องจากการเก็บตัวอย่างของพืชสกุลนี้มีค่อนข้างน้อย สถานที่เก็บส่วนใหญ่อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติ หรือป่าสงวนต่าง ๆ ซึ่งจำนวนชนิดที่ได้ไม่หลากหลาย แต่ถ้ามีการออกสำรวจเก็บตัวอย่างตามแหล่งน้ำทั่ว ๆ ไป ก็น่าจะทำให้พบจำนวนชนิดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากพืชสกุลนี้ส่วนใหญ่มักพบตามแหล่งน้ำมากกว่า

ลักษณะสัณฐานของพืชสกุลผักไผ่น้ำแต่ละกลุ่ม จะมีความคล้ายคลึงกันมาก การที่จะจำแนกอันดับชนิดโดยใช้ลักษณะเดียว ค่อนข้างยาก จำเป็นที่จะต้องใช้ลักษณะหลายๆ อย่างมาประกอบกันเพื่อความถูกต้อง ซึ่งอาจต้องใช้ลักษณะทางกายวิภาค และละอองเรณูเข้ามาเกี่ยวข้อง จากการศึกษาละอองเรณู 6 ชนิด พบว่าขนาดของละอองเรณูมีความแปรผันค่อนข้างมาก ความหนาของผนังชั้นนอกใกล้เคียงกันมาก ซึ่งต่อไปจะได้ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อศึกษาความแตกต่างได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บทสรุป

1. แหล่งที่พบส่วนใหญ่พบตามแหล่งน้ำทั่วไป ซึ่งมี 3 ชนิดที่พบบ่อย คือ *P. barbatum, P. odoratum* และ *P. tomentosum* มี 4 ชนิดที่พบเฉพาะภูเขาสูง อุณหภูมิต่ำ คือ *P. chinense, P. chinense* var. *hispidum, P. paleaceum* และ *P. strigosum*
2. ลักษณะของลำต้นเป็นสันเหลี่ยม มีหนามแข็งโค้งบริเวณข้อ คือ *P. muricatum* และ *P. strigosum* ส่วนใหญ่ชนิดอื่น ๆ ลำต้นกลม ผิวเรียบหรือมีขน
3. ลักษณะของโอเครีย แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มโอเครียปลายตัดเฉียง คือ *P. chinense, P. chinense* var. *hispidum, P. muricatum* และ *P. paleaceum* กลุ่มโอเครียปลายตัดตรง คือ *P. glabrum, P. lanigerum, P. lapathifolium, P. orientale* และ *P. plebeium* และกลุ่มโอเครียปลายเป็นเส้นขน คือ *P. barbatum, P. flaccidum, P. hydropiper, P. minus, P. odoratum, P. strigosum, P. tenellum, P. tomentosum, P.* sp. 1, 2 และ 3
4. ลักษณะของช่อดอก แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มช่อดอกออกซอกใบแต่ละใบ คือ *P. plebeium* กลุ่มช่อดอกแบบ panicle คือ *P. chinense* และ *P. chinense* var. *hispidum* และชนิดอื่น ๆ เป็นกลุ่มช่อดอกแบบ spiciform raceme
5. กลีบรวมส่วนใหญ่ผิวเรียบ ยกเว้นใน *P. flaccidum, P. hydropiper, P. lanigerum, P. lapathifolium* และ *P. odoratum* มีต่อมเป็นจุดใสกระจายทั่วไป
6. ผนังเซลล์เอพิเดอร์มิสด้านล่างหยักหรือมนมากกว่าด้านบน ส่วนใหญ่มีปากใบแบบ paracytic ยกเว้น *P. chinense* มีปากใบแบบ anisocytic
7. ลักษณะสัณฐานของละอองเรณูส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน แตกต่างที่ขนาด และความหนาของผนังชั้นนอก

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540038

เอกสารอ้างอิง

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). ฟันนี่พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

BLATTER, E., J. F. CAIUS AND K. S. MHASKAR. 1984. Indian Medicine Plant. Lalit Mohan Basu, Allahabad, India.

LARSEN, K. 1961. Studies in the Flora of Thailand. Dansk Botanisk Arkiv. 20: 51-54.

SUVATTI, C. 1978. Flora of Thailand. Royal Institute, Bangkok, Thailand.

การศึกษาทางอนุกรมวิธานของกกสกุล *CYPERUS* LINN. บางชนิด บริเวณแหล่งน้ำในเขตกรุงเทพมหานคร

วีรญา บุญเตี้ย และ คุณหญิงสุชาดา ศรีเพ็ญ

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

THE TAXONOMIC STUDY OF SOME AQUATIC SPECIES OF THE *CYPERUS* LINN. IN BANGKOK

V. Boontia and S. Sriphen

Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

The taxonomic study of some aquatic species of the genus *Cyperus* Linn. in Bangkok Metropolitan. Survey for collection of the sedges in the swamps areas was carried out from August,1997. Taking picture, pressing for dry speciment were operated before keeping in the plant museum. All specimens including those from the herbaria of the Department of Botany, Kasetsart University (KU) were selected for description, identification and key to species. The result showed that these sedges were wide distributed throughout the swamps in Bangkok Metropolitan. . The study was found that there were 18 species of the genus *Cyperus* Linn. *Cyperus alternifolius* Linn., *C. compactus* Retz., *C. compressus* Linn., *C. corymbosus* Rottb., *C. cyperoides* (L.) O. Kuntze,*C. difformis* Linn., *C. digitatus* Roxb., *C. haspan* Linn., *C. imbricatus* Retz., *C. iria* Linn., *C. mitis* Steud., *C. papyrus* Linn. *C. platystylis* R. Br., *C. procerus* Rottb., *C. prolifer* Lam., *C. pulcherrimus* Willd. ex Kunth, *C. rotundus* Linn., *C. stenophyllus* Valck. Sur.

Key words: *Cyperus* Linn., Bangkok, taxonomy

บทนำ

กกในสกุล *Cyperus* เป็นพืชล้มลุกในวงศ์กก (family Cyperaceae) หรือเรียกว่า sedges family (Kearney and Peebles, 1942) มีทั้งที่เป็นพวกอายุปีเดียวและหลายปี ลักษณะคล้ายหญ้า มีถิ่นกำเนิดและกระจายพันธุ์ไปทั่วโลก ส่วนใหญ่เป็นพืชที่ชอบขึ้นในที่ชื้นแฉะหรือดินชุ่มชื้น พบประมาณ 500 ชนิด (Simpson and Koyama, 1998) บางชนิดนำมาปลูกเป็นไม้ประดับ ใช้เป็นอาหาร เป็นสมุนไพรรักษาโรค ทำเครื่องใช้ต่าง ๆ เป็นวัชพืชในนาข้าว และพืชไร่ต่าง ๆ และยังเป็นที่วางไข่ของแมลงศัตรูพืชบางชนิดอีกด้วย ในประเทศไทยเคยรายงานโดย เต็ม (2523) ว่ามี 30 ชนิด โดยมากจะพบในบริเวณภาคกลางของประเทศ ธวัชชัยและเจมส์ (2535) ได้รายงานว่าพบ *Cyperus* เป็นวัชพืชถึง 43 ชนิด

ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจายพันธุ์

พืชสกุลกกมีรูปแบบของการกระจายเป็นแบบ continuous intercontinental ranges คือ กระจายต่อเนื่องกันเป็นพื้นที่กว้างใหญ่ จากทวีปหนึ่งไปสู่อีกทวีปหนึ่ง หรือ cosmopolitan (Li *et al.*, 1978) พืชที่กระจายแบบนี้เป็นพวกที่สามารถปรับตัวเองและขึ้นได้ในทุกสภาพแวดล้อม

Ernst *et al.* (1982) พบว่า พืชสกุล *Cyperus* แพร่กระจายตั้งแต่ Canada, USA, Mexico, Columbia, Venezuela, Bolivia, Peru, Brazil, Paraguay, Argentina, Uruguay, Chile, Afrarica, Iberian Peninsula, Italy, France, Central Europe, South-east Asia, China, Japan, Korea, Philippines, Indonesia, Australia, New Zealand, Pacific Island ส่วน Holm *et al.* (1977) รายงานว่า *Cyperus esculentus* L. แพร่กระจายและเจริญได้ดีที่ Alaska Lotschert and Beese (1983) รายงานว่า *Cyperus papyrus* L. มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอาฟริกากลาง แล้วแพร่กระจายไปยังอียิปต์ ไซเรีย และทวีปเอเชีย Moore (1991) พบว่าบึง Sudd reed ในภาคใต้ของประเทศซูดาน เป็น wetland ที่ใหญ่ที่สุดในโลก มี *Cyperus papyrus* L. เป็นพืชเด่นพบแพร่กระจายเป็นจำนวนมาก Holm *et al.* (1977) พบว่า *Cyperus rotundus* L. มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศอินเดีย

Holm *et al.* (1977) พบว่า *Cyperus rotundus* L. สามารถแพร่กระจายโดยหัว (tuber) ที่อยู่ในโคลนซึ่งติดไปกับมนุษย์ สัตว์ และเครื่องมือทางการเกษตร ส่วน Parsons and Cuthbertson (1992) รายงานว่า *Cyperus aromaticus* ขยายพันธุ์โดยวิธีทางกลศาสตร์ ด้วยระบบ underground rhizome ได้ดีเท่า ๆ กับการแพร่พันธุ์ด้วยผลที่มี

ขนาดเล็กมาก ซึ่งผลไม่ได้มีการปรับตัวเฉพาะเจาะจงในการแพร่กระจายโดยลมเท่านั้น ยังสามารถแพร่กระจายโดยสัตว์ เช่น นก หรืออาจอยู่ในโคลนซึ่งติดไปกับมนุษย์ สัตว์ และเครื่องมือทางการเกษตร ติดไปกับกองหญ้า หรือทรายกรวดที่ใช้ในการก่อสร้างตึกและถนน ซึ่งเป็นการแพร่พันธุ์โดยมนุษย์ที่เกิดจากความบังเอิญ ส่วน *Cyperus rotundus* L. จะผลิตผลจำนวนไม่มาก มักจะผลิตเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ผลที่ผลิตได้จะสามารถงอกได้ดีในทุกๆ สภาพ นอกจากการแพร่กระจายจากการจัดการทางการเกษตร ติดไปกับโคลน ดิน กรวด และน้ำที่ท่วมไหลบ่าตามบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ แล้ว ลำต้นใต้ดินและหัวเหล่านั้นก็จะเจริญและขยายพันธุ์ต่อไป Mulligan (1979) พบว่าหัวของ *Cyperus esculentus* L. มีการพักตัวทำให้สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในอุณหภูมิที่ลดต่ำจนถึงจุดเยือกแข็งได้ตลอดฤดูหนาว กล่าวได้ว่า พืชสกุลนี้ มีการกระจายพันธุ์ได้หลายวิธี ทั้งการแพร่กระจายโดยลม โดยน้ำ โดยชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น หัว, ไหล (rhizome) การแพร่พันธุ์โดยมนุษย์ และการแพร่พันธุ์โดยสัตว์

นิเวศวิทยา

พืชสกุล *Cyperus* พบในระดับความสูงตั้งแต่น้ำทะเลจนถึงภูเขาสูง Holm *et al.* (1977) รายงานว่า *Cyperus difformis* L. สามารถเจริญตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงระดับความสูง 2,000 เมตร ในประเทศอินเดีย และในประเทศอินโดนีเซียพบตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงระดับความสูง 1,400 เมตร และสามารถเจริญได้ดีในดินทุกสภาพ ทนต่อสภาพความเป็นกรดและด่าง เจริญได้ดีในดินที่มีความชื้นสูง ในที่ชื้นแฉะ มักพบในบริเวณต้นน้ำลำธาร ชายฝั่งแม่น้ำ ริมตลิ่ง ทะเลสาป บริเวณที่มีน้ำท่วมขัง ทุ่งหญ้า และพื้นที่เพาะปลูก

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

พืชสกุล *Cyperus* แบ่งเป็นพวกที่มีอายุปีเดียวหรือหลายปี (Correll and Correll, 1975) รากเป็นระบบรากฝอย ลำต้นใต้ดินเป็นหัว เป็นเหง้า หรือเป็นไหล ลำต้นเหนือดินเป็นรูปทรงกระบอก เรียวยาว หรือเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม Gopal and Goel (1993) ศึกษาพบว่ามีการแตกกอแบบ rosette ใบหรือลำต้นเจริญทางความสูงอย่างจำกัด ใบ เกิดเป็นกระจุกที่โคนต้น ลักษณะเป็นกาบหุ้มโคนต้น หรือเป็นแผ่นคล้ายใบของหญ้า มักแตกรอบต้นเป็นสามแถว tristichous ไม่มีลิ้นใบ ช่อดอก เกิดที่ปลายยอดของลำต้นเหนือดิน มีใบประดับรองรับช่อดอกจำนวนต่างกันไป ช่อดอกมีหลายแบบ เช่น ช่อดอกแบบแตกแขนงหลายชั้น ช่อดอกแบบช่อเชิงลด ช่อดอกแบบกระจุกแน่น ช่อดอกทั่วไปประกอบด้วยช่อดอกย่อย มีรูปร่างแตกต่างกันไป แต่ละช่อดอกย่อยประกอบด้วยดอกย่อยตั้งแต่ 2 ถึงหลายดอกและมีกาบรองช่อดอกย่อยรองรับช่อละ 2-3 อัน ดอกย่อย เป็นดอกสมบูรณ์เพศ แต่ละดอกมีกาบดอก 1 อัน ส่วนของดอกประกอบด้วยกลีบรวม ลดรูปไปเป็นขนละเอียด ขนแข็ง เป็นเกล็ด หรือไม่มีเกสรเพศผู้ มีจำนวน 1-3 อัน อับเรณูแตกตามยาว เกสรเพศเมียมีรังไข่อยู่เหนือกว่าส่วนของดอก ภายในรังไข่มีไข่อ่อนเพียง 1 ใบ ยอดเกสรเพศเมียแยกเป็น 1-3 แฉก ผล เป็นผลเดี่ยว เมื่อแก่แล้วแห้งไม่แตก มักมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยม หรือลักษณะเป็นแบบเลนส์นูน (สุชาดา, 2530) พืชสกุลนี้พบประมาณ 500 ชนิดกระจายไปทั่วโลก แต่พบมากในเขตร้อน ในประเทศไทยมีรายงานว่ามีประมาณ 47 ชนิด (Simpson and Koyama, 1998)

ประโยชน์และโทษ

จเร (2538) รายงานว่าพืชสกุล *Cyperus* หลายชนิดเป็นวัชพืช เช่น กกขนาก (*C. difformis* L.) และกกทราย (*C. iria* L.) เป็นวัชพืชในนาข้าวและพืชไร่ และกกชนิดอื่นอีก เช่น กกขี้หมา (*C. polystachyos* Roxb.), กกนา (*C. haspan* Linn.), กกรังกา (*C. digitatus* Roxb.), กกรังกาป่า (*C. cuspidatus* Kunth.), กกลังกา (*C. alternifolius* Linn.), กกเล็ก (*C. pulcherrimus* Willd & Kunth.) นอกจากเป็นวัชพืชแล้ว บางชนิดมีประโยชน์ในแง่เป็นสมุนไพรรักษาโรค เป็นอาหาร และใช้ทำภาชนะเครื่องใช้ต่างๆ เช่น กกขี้หมา และกกสามเหลี่ยม ใช้ไหล แก้โรคกระเพาะ และแก้อาการท้องผูก Bremness (1994) พบว่า ชาวอียิปต์ได้ใช้ไหลของกกอียิปต์ (*C. papyrus*) ประกอบเป็นยา และใช้ลำต้นมาทำเป็นกระดาษ นอกจากนี้ยังรายงานว่าไหลของ *C. longus* (Galingale), *C. odoratus* และ *C. scariosus* มีกลิ่นหอม สามารถนำมาทำน้ำหอมได้ Lotschert and Gerhard (1983) พบว่าในสมัยของอียิปต์โบราณ 2400 ปีก่อนคริสตกาล มี

การนำส่วนของลำต้นกกอียิปต์ (*C. papyrus*) มาทำกระดาษ และ Steenberg (1965) รายงานว่าปัจจุบันกกอียิปต์นับว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ ลำต้นของกกอียิปต์จะประกอบด้วย hemicellulose เป็นจำนวนมาก เส้นใยจะสั้นกว่าไม้เนื้ออ่อนและคล้ายคลึงกับเส้นใยของยูคาลิปตัสซึ่งเป็นไม้เนื้อแข็งที่ประเทศออสเตรเลียนิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำกระดาษเช่นกัน เยื่อกระดาษจากกกอียิปต์จะใช้เป็นองค์ประกอบหลักในการทำกระดาษประเภทที่ใช้สำหรับเขียน เนื่องจากกกอียิปต์ไม่มีข้อ เยื่อจึงไม่มีองค์ประกอบที่แข็ง ทำให้กระดาษที่ได้ดูเป็นเนื้อเดียว สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2535) รายงานชนิดของกกในประเทศไทยที่ใช้ในการทอเสื่อพบว่ามีกกจันทบุรี (*C. corymbosu*), กกเหลี่ยม (*C. mallaccensis*), กกรังกา (*C. digitatus*), กกกลม (*C. legetiformis*) นอกจากนี้ Heywood (1978) ได้รายงานว่ามีกกอีกหลายชนิด เช่น *C. malacopus* และ *C. tegetiformis* (chinese mat grass) ที่นำมาใช้ทำเสื่อเช่นเดียวกับกกสานเสื่อหรือกกจันทบุรี (*C. corymbosus)* ที่รู้จักและมีปลูกกันแพร่หลายในเมืองไทย *C. esculentus* (rush nut) มีไหลซึ่งเป็นที่เก็บอาหารสามารถนำมารับประทานได้ ส่วนไหลและ/หรือรากของ *C. longus* (Galingale), *C. articulatus* ใช้ทำน้ำหอม Perry (1987) รายงานว่า กกลังกา Umbrella Grass: *Cyperus alternifolius* นิยมนำมาใช้ปลูกประดับบริเวณที่เป็นแอ่งน้ำหรือบ่อตื้น ๆ ในสวน ในสภาพที่มีแดดจัดหรือแดดอ่อน ๆ ในเขตประเทศเขตกึ่งร้อน ส่วนกกอียิปต์นิยมปลูกเป็นไม้ประดับในสระภายนอกอาคารในเขตอบอุ่น นอกจากนี้ สิทธิชัย (2538) ได้ผลสรุปว่า การใช้ดินนาหรือดินเลนที่ทำให้ร่วนด้วยทรายร้อยละ 25 ในสภาพน้ำขัง 7 วัน สลับแห้ง 3 วันร่วมกับการปลูกพืช กกกลม ธูปฤาษี และหญ้าคาร่า ระดับน้ำ 15 เซนติเมตร สามารถใช้บำบัดน้ำเสียชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกท้องที่ ส่วนจันทวรรณ (2539) ทำการศึกษาการบำบัดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยใช้ดินในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืช กกกลม และธูปฤาษี พบว่าการใช้ดินร่วมกับพืชทำให้ธาตุอาหารในน้ำหลังการบำบัดมีปริมาณต่ำกว่าและช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์แก่ดินมากกว่าการใช้ดินเพียงอย่างเดียว โดยกกกลมสามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีกว่าธูปฤาษี

พื้นที่ศึกษา

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาที่เรียกว่า "ที่ราบกรุงเทพ" (Bangkok plain) มีเนื้อที่ประมาณ 1,568.737 ตารางกิโลเมตร มี ประชากร 5,604,772 คน แบ่งการปกครองออกเป็น 38 เขต (ขณะที่ทำการศึกษา) ภูมิอากาศเป็นแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู หรือแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน ทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญมีเพียงดินและน้ำ วัตถุต้นกำเนิดของดินในพื้นที่กรุงเทพมหานครเกิดจากตะกอนลำน้ำที่ถูกพัดพามาทับถมกันทั้งที่เป็นดินใหม่จนถึงค่อนข้างใหม่ สำหรับแหล่งน้ำนอกจากน้ำฝนแล้ว ยังมีน้ำผิวดิน และน้ำบาดาลด้วย (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2535)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาพบกกสกุล *Cyperus* Linn. โดย *C. rotundus* L. มีการกระจายมากที่สุด พบทั้งสิ้น 37 เขต รองลงมาคือ *C. mitis* Steud. พบใน 33 เขต *C. difformis* L. พบใน 29 เขต ส่วน *C. compressus* L. และ *C. imbricatus* Retz. พบใน 25 เขต กกที่มีการแพร่กระจายน้อยที่สุด คือ *C. platystylis* R. Br. ซึ่งในการศึกษานี้พบในเขตดอนเมืองเท่านั้น

สำหรับเขตกรุงเทพมหานครที่มีจำนวนชนิดของกกสกุลนี้มากที่สุด คือ เขตลาดกระบัง ดอนเมือง บางเขน พบทั้งสิ้น 14 ชนิด รองลงมาคือ เขตหนองจอก และเขตจตุจักร พบ 13 ชนิด เขตประเวศ พบ 12 ชนิด และเขตมีนบุรี พบ 11 ชนิด ส่วนเขตป้อมปราบ พญาไท ราชเทวี และปทุมวัน พบจำนวนชนิดน้อยที่สุด คือ พบเพียงชนิดเดียว

จากการศึกษาสามารถจัดจำแนกกกสกุล *Cyperus* Linn. ที่พบทั้ง 18 ชนิด เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ช่อดอกย่อย จัดเรียงอยู่บนแกน rachis ที่ยาว ลักษณะเป็นทรงกระบอก (cylindrical) ได้แก่ *C. digitatus* Roxb, *C. cyperoides* (L.) O. Kuntze, *C. stenophyllus* Valck. Sur., *C. imbricatus* Retz., *C. procerus* Rottb.

2. ช่อดอกย่อย จัดเรียงอยู่บนแกน rachis ที่ค่อนข้างยาว ลักษณะเป็นรูปขอบขนานจนถึงรูปไข่ (oblong to ovid) ได้แก่ *C. corymbosus* Rottb., *C. mitis* Steud., *C. rotundus* L., *C. compressus* L., *C. iria* L., C. *papyrus* L.

3. ช่อดอกย่อย จัดเรียงอยู่บนแกน rachis ที่สั้น ลักษณะแผ่ออกคล้ายนิ้วมือ (digitate) ได้แก่ *C. alternifolius* L., *C. platystylis* R. Br., *C. haspan* L., *C. prolifer* Lam., *C. pulcherrimus* Willd. ex Kunth.

4. ช่อดอกย่อย จัดเรียงอยู่บนแกน rachis ที่สั้นมาก ลักษณะเป็นทรงกลมอัดกันแน่นเป็นกระจุก (capitate) ได้แก่ *C. difformis* L., *C. compactus* Retz.

บทสรุปและวิจารณ์

การศึกษาอนุกรมวิธานของกกสกุล *Cyperus* Linn. บางชนิดบริเวณแหล่งน้ำในเขตกรุงเทพมหานคร ได้สำรวจรวบรวมกกในบริเวณที่ลุ่มน้ำขังต่าง ๆ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2540 ทำการถ่ายภาพ จัดทำเป็นตัวอย่างแห้งเพื่อเก็บเข้าพิพิธภัณฑ์พืชต่าง ๆ ศึกษาตรวจสอบวิเคราะห์หาชื่อพฤกษศาสตร์ที่ถูกต้องของพรรณไม้ที่เก็บได้ และจัดทำรูปวิธานแยกชนิดเมื่อเสร็จสมบูรณ์ ผลการศึกษาพบว่า กกสกุลนี้แพร่กระจายทั่วไปบริเวณที่ลุ่มน้ำขังในเขตกรุงเทพมหานคร พบกกสกุล *Cyperus* Linn. จำนวน 18 ชนิด ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะการเรียงตัวของช่อดอกย่อย

เนื่องจากกกสกุลนี้เป็นสกุลค่อนข้างใหญ่ มีจำนวนสมาชิก 500-600 ชนิด การศึกษาจึงมีปัญหาและอุปสรรคหลายประการ ปัญหาการเก็บตัวอย่าง สภาพพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการขยายตัวของชุมชน ปัญหาการวิเคราะห์ชื่อ รวมทั้งลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างมีการผันแปรไปในแต่ละสถานที่และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ยากต่อการจำแนกชนิด ความคล้ายคลึงกันระหว่างชนิด ทำให้การวิเคราะห์ชื่อผิดพลาดได้ หรือผู้ศึกษาแต่ละท่านมีความเห็นแตกต่างกันไปในการจำแนก จึงจำเป็นต้องหาแนวทางอื่นมาใช้ในการศึกษาเพิ่มเติม เช่น การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (SEM) ศึกษาลักษณะโครงสร้างและรายละเอียดของผลกก ซึ่งช่วยในการเพิ่มข้อมูลการวิเคราะห์และจำแนกชนิดได้แน่นอนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540065

เอกสารอ้างอิง

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. 2535. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. โดยสำนักบริการวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จเร สดากร. 2538. พืชที่เรียกว่ากก (sedge). ข่าวพฤกษศาสตร์และวัชพืช. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

จันทวรรณ วรรธนะพงษ์. 2539. การบำบัดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรีโดยใช้ดินในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันท์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. หจก. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และเจมส์ เอฟ แมกซ์เวล. 2535. รายชื่อวัชพืชที่มีรายงานพบในประเทศไทย. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์. 2538. การใช้ดินตะกอนภาคพื้นสมุทรในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืชเป็นต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียชุมชน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. พรรณไม้น้ำ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2535. เทคโนโลยีการทำผลิตภัณฑ์จากกก. กองส่งเสริมเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ.

BREMNESS, L. 1994. Herbs. Dorling Kingersley, London. 304 p.

CORRELL, D. AND B. CORRELL. 1975. Aquatic and Wetland Plants of Southwestern Unitate States. Standford University, California. 856 p.

ERNST H. B., U. KUHN, L. HAMET-AHTI, C. C. K. COOK, R. FADEN AND F. SPETA. 1982. Monocot weeds 3. Ciba-Geigy Ltd., Switzerland. 132 p.

GOPAL, B. AND U. GOEL. 1993. Competition and allelopathy in aquatic plant communities. The Bot. Rev. 59 (3): 156-186.

HEYWOOD,V. H, 1978. Flowering plants of the world. Oxford University, Oxford. 335 p.

HOLM, L. G., L. P. DONAID, V. P. JUAN AND P. H. JAMES. 1977. The world's worst weeds: distribution and biology, The University Press of Hawaii, Honolulu. 609 p.

KEARNEY,T. H. AND R. H. PEEBLES. 1942. Flowering plants and fern of Arizona. United State Goverment Printing office, Washington. 1069 p.

LI, H., T. LIU, T. HUANG, T. KOYAMA AND C. E. DEVOL. 1978. Flora of Taiwan. 5. Epoch Publishing Co. Ltd., Taipei, Taiwan.

LOTSCHERT, W. AND G. BEESE. 1983. Collins guide to tropical plants. William Collins & Sons Co. Ltd. 256 p.

MOORE, D. M. 1991. The guinness guide to plants of the world. Guinness Publishing, Spain. 256 p.

MULLIGAN, A. 1979. The biology of Canadian weeds. Agriculture Canada, Ottawa. 380 p.

PARSONS, W. T. AND E. G. CUTHBERTSON. 1992. Noxious Weeds of Australia. Inkata Press, Australia. 692 p.

PERRY, F. 1987. The Macdonald Encyclopedia of plants & flowers. Macdonald & Co (publishers) Ltd., London. 522 p.

SIMPSON,D. AND T. KOYAMA, 1998. Flora of Thailand 6,4. Diamond printing Co. Ltd., Bangkok, Thailand.

STEENBERG, B. 1965. Papyrus: problem in its utilization for pulp and papermaking. pp. 865-876. In Nation Academy of Sciences. 1976. Making aquatic weeds useful: some perspectives for developing countries, Washington D. C.

การศึกษาสัณฐานวิทยา โครโมโซม และละอองเรณูของพรรณไม้วงศ์ขิง ในอุทยานแห่งชาติภูพาน

สุรพล แสนสุข, ประนอม จันทรโณทัย, อัจฉรา ธรรมถาวร และ สุมนทิพย์ บุนนาค
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

A STUDY ON MORPHOLOGY, CHROMOSOME AND POLLEN OF THE FAMILY ZINGIBERACEAE IN PHU PHAN NATIONAL PARK

S. Saensouk, P. Chantaranothai, A. Thammathaworn and S. Bunnag
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

The morphology, chromosomes and pollen of plants in the family Zingiberaceae in Phu Phan National Park were studied between August 1997 and July 1998. A total of 47 plant specimens in 9 genera and 40 species were collected. The specimens collected belong to *Alpinia*, *Amomum*, *Boesenbergia*, *Curcuma*, *Elettariopsis*, *Globba*, *Kaempferia*, *Stahlianthus* and *Zingiber*. Among these, 32 species were identified, 37 species were described and 39 species were chromosome counted. The pollen of ten species were studied by acetolysis methods; four species were studied by scanning electron microscope and also described. The rest of the collected specimens will be carried out. Two species are probably new to science.

Key words: Zingiberaceae, morphology, chromosome counts, pollen

บทนำ

พรรณไม้วงศ์ขิงเป็นพืชล้มลุกหลายฤดูที่มีลำต้นใต้ดินหรือเหง้า ส่วนที่โผล่ขึ้นมาเหนือดินเป็นกาบใบที่โอบซ้อนกันเป็นลำต้นเทียมหรือลำต้นเหนือดิน ทุกส่วนของพืชมีกลิ่นหอม โดยเฉพาะเหง้า (Ridley, 1924; Holttum, 1950) พรรณไม้วงศ์ขิงขึ้นทั่วไปในเขตร้อนชื้น ศูนย์กลางการแพร่กระจายพันธุ์อยู่ในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทั่วโลกอาจพบได้ประมาณ 1,500 ชนิด ประเทศไทยอาจพบได้ประมาณ 200 ชนิด ปัจจุบันไม้วงศ์ขิงมี 4 เผ่า (tribe) ในประเทศไทยพบทั้ง 4 เผ่า แต่ละเผ่ามีสกุลต่าง ๆ ดังนี้ (พวงเพ็ญ, 2539; Larsen, 1996)

1) เผ่า Hedychieae มีประมาณ 10 สกุล คือ *Boesenbergia* O. Ktze, *Curcumorpha* Rao & Verma, *Hedychium* Koenig, *Kaempferia* L., *Caulokaempferia* Larsen, *Scaphochlamys* Baker, *Haniffia* Holttum, *Curcuma* L., *Cautlaya* Hook. fi. และ *Stahlianthus* kuntze ต่อมา Mood and Larsen (1997) พบพรรณไม้วงศ์ขิงสกุลใหม่เผ่านี้ในประเทศไทย คือ สกุล *Cornukaempferia* Mood & Larsen ดังนั้นในประเทศไทยเผ่า Hedychieae มีสกุลเป็น 11 สกุล

2) เผ่า Zingibereae พบเพียงสกุลเดียวคือ *Zingiber* Boehm.

3) เผ่า Alpinieae พบประมาณ 7 สกุล คือ *Alpinia* Roxb., *Amomum* Roxb., *Elettariopsis* Baker, *Etlingera* Giseke, *Geostachys* Ridley, *Hornstedia* Retz และ *Ponmereschea* Wittmark

4) เผ่า Globbeae พบประมาณ 2 สกุล คือ *Globba* L. และ *Gagnepainia* K. Schum

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาจำนวนโครโมโซม และลักษณะละอองเรณูเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาช่วยจัดจำแนกพรรณไม้วงศ์ขิงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น พรรณไม้วงศ์ขิงมีความสำคัญกับคนไทยเพราะนิยมนำมาใช้เป็นอาหาร สมุนไพร และไม้ดอกไม้ประดับ (พวงเพ็ญ, 2539) การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกศึกษาบริเวณเขตอุทยานแห่งชาติภูพานเพราะยังมีการศึกษาพรรณไม้วงศ์ขิงน้อยในอุทยานแห่งนี้ พงศธร (2533) ได้ศึกษาพรรณไม้วงศ์ขิงบริเวณเขตอุทยานแห่งชาติภูพานในตำบลห้วยยาง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนครเท่านั้น พบพรรณไม้วงศ์ขิงเพียง 7 สกุล 16 ชนิด

พื้นที่ศึกษา

อุทยานแห่งชาติภูพานตั้งอยู่ในเขตเทือกเขาภูพาน โครงสร้างทางธรณีวิทยาเป็นหินทราย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 16 องศา 44 ลิบดา ถึง 17 องศา 16 ลิบดาเหนือ และเส้นแวงที่ 103 องศา 45 ลิบดา ถึง 104 องศา 03 ลิบดาตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสกลนคร และกาฬสินธุ์ มีเนื้อที่ทั้งหมด 664.7024 ตารางกิโลเมตร จุดสูงสุดในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานมีความสูง 567 เมตร มีป่าไม้ปกคลุมพื้นที่ร้อยละ 81.23 ประกอบด้วยป่าเต็งรังร้อยละ 41.58 ป่าเบญจพรรณร้อยละ 22.16 และป่าดิบแล้งร้อยละ17.49 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1300-1650 มม. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2535)

วิธีการ

1. สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้วงศ์ขิงในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานระหว่างเดือนเมษายน 2540 ถึงเดือนกันยายน 2541 โดยเก็บพรรณไม้ที่สมบูรณ์ทั้งต้น แล้วทำเป็นตัวอย่างพรรณไม้แห้งชนิดละ 3-5 ชิ้น นำส่วนดอก ช่อดอกหรือทั้งต้นที่สมบูรณ์มาดองด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ พร้อมจดบันทึกลักษณะของพรรณไม้ ข้อมูลทางนิเวศวิทยา ภาพสี และภาพสไลด์ เพื่อนำมาศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา วาดภาพลายเส้น ตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องโดยใช้รูปวิธานแล้วนำตัวอย่างพรรณไม้แห้งไปเปรียบเทียบตัวอย่างพรรณไม้แห้งที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ (BKF) และพิพิธภัณฑ์พืช งานพฤกษศาสตร์ กรมวิชาการเกษตร (BK)
2. ศึกษาละอองเรณู ตัวอย่างดอกที่ดองไว้ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์หรือตัวอย่างพรรณไม้แห้งด้วยวิธีอะซีโตไลซิส (Erdman, 1952) และด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด
3. นำตัวอย่างพรรณไม้มาปลูกที่เรือนเพาะชำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อใช้ในการศึกษาจำนวนโครโมโซมจากปลายรากด้วยวิธี Aceto-orcein squash และ Feulgen squash (Darlington and La Cour, 1966) ตรวจหาเซลล์และนับจำนวนโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยาย 1,000 เท่า ถ่ายภาพ และวาดภาพประกอบ เพื่อวิเคราะห์ผลการศึกษา

ผลการวิจัย

จากการสำรวจพรรณไม้วงศ์ขิงในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ระหว่างเดือนเมษายน 2540 ถึงเดือนกันยายน 2541 สามารถเก็บตัวอย่างได้ทั้งสิ้น 9 สกุล 40 ชนิด ตรวจสอบเพื่อให้ได้ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องถึงอันดับชนิดได้ 32 ชนิด ส่วนอีก 8 ชนิดตรวจสอบได้ถึงอันดับสกุลเท่านั้น ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาจำนวน 37 ชนิด และจำนวนโครโมโซมได้ 39 ชนิด (ตารางที่ 1) สำหรับละอองเรณูศึกษาด้วยวิธีอะซีโตไลซิส 10 ชนิด และศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด 4 ชนิด (ตารางที่ 2)

บทวิจารณ์

จากการศึกษาพรรณไม้วงศ์ขิงในอุทยานแห่งชาติภูพาน สามารถเก็บรวบรวมได้ 4 เผ่า คือ เผ่า Alpinieae ได้แก่สกุล *Alpinia*, *Amomum* และ *Elettariopsis* เผ่า Globbeae มี 1 สกุล คือ *Globba* เผ่า Hedychieae ได้แก่สกุล *Boesenbergia*, *Curcuma*, *Kaempferia* และ *Stahlianthus* เผ่าสุดท้าย คือ เผ่า Zingibereae มี 1 สกุล คือ สกุล *Zingiber* ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้เหมือนกันกับพวงเพ็ญ (2539) และ Larsen (1996) เก็บตัวอย่างพรรณไม้ได้ทั้งสิ้น 9 สกุล 40 ชนิด ซึ่งการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาในครั้งนี้ได้จำนวนสกุลและชนิดเพิ่มขึ้นจากการศึกษาพรรณไม้วงศ์ขิงในภูพานของพงศธร (2533) ที่ได้ศึกษาในพื้นที่เพียง 1 ตำบลเท่านั้น คือ ตำบลห้วยยาง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร พบ 7 สกุล 16 ชนิด ซึ่งชี้ให้เห็นว่าพรรณไม้วงศ์ขิงยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมอีกมาก

การศึกษาจำนวนโครโมโซมจากปลายรากของพรรณไม้วงศ์ขิง พบว่าจำนวนโครโมโซมอยู่ระหว่าง 20-84 แท่ง ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้เหมือนกับการทดลองของ Omanakumasi and Mathew (1985) และ Darlington and Wylie (1955)

ในส่วนของละอองเรณูพบว่ารูปร่างของละอองเรณูส่วนใหญ่เป็นแบบ spherical และลวดลายผนังเรณูชั้นนอกแบบ cerebroid และ smooth to cerebroid ส่วนรูปร่างแบบ ellipsoid มีลวดลายภายนอกแบบ spiro-striate พบในชนิด *Z. rubens* ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้เหมือนกับการทดลองของ Theilade *et al.* (1993)

ตารางที่ 1. รายชื่อและจำนวนโครโมโซมของพรรณไม้วงศ์ขิงในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน (ตัวเลขในวงเล็บหลังชื่อวิทยาศาสตร์เป็นหมายเลขตัวอย่างของพรรณไม้)

สกุล	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวนโครโมโซม (2n)	สกุล	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวนโครโมโซม (2n)
Alpinia	*A. zerum* (Pers) Burtt & R.H. Smith (18)	48	*Globba*	*G.* sp. (27)	58
	A. galanga (L.) Willd. (19)	48		*G. anamensis* Gagnep. (28)	32
	A. galanga (L.) Willd. (20)	48		*G. panicoides* Miq. (31)	32
				G. panicoides Miq. (32)	32
				G. winitii C.H. Wright (33)	32
				G. barthei Gagnep. (34)	32
				G. laeta K. Larsen (35)	32
				G. marantina L. (45)	58
Amomum	*A. hastilabium* Ridl. (16)	48	*Kaempferia*	*K. rotunda* L. (8)	22
	A. sp.1 (17)	48		*K. marginata* Roscoe (9)	44
	A. sp.2 (41)	48		*K. marginata* Roscoe (10)	44
	A. uliginosum Kaenig (42)	48		*K. elegans* Wall. ex Bak. (11)	44
				K. siamensis Sirirugsa (12)	40
				K. siamensis Sirirugsa (13)	22 (4x=44)
				K. elegans Wall. ex Bak. (14)	44
				K. laotica Gagnep. (15)	22
				K. filifolia Larsen (43)	22
				K. galanga L. (46)	22
Boesenbergia	*B. rotunda* (L.) Mansf. (36)	32	*Stahlianthus*	S. sp.1 (39)	60
	B. sp.1 (37)	24		*S.* sp.2 (47)	60
	B. xiphostachy Loes (38)	20			
	B. sp.2 (44)	64			
Curcuma	*C. aeruginosa* Roxb. (1)	46 (4x=92)	*Zingiber*	*Z.* sp.1 (29)	22
	C. oligantha Trimen (2)	40		*Z. rubens* Roxb. (30)	22
	C. parviflora Wall. (3)	30		*Z. zerumbet* (L.) Sm. (21)	22
	C. alismatifolia Gagnep. (4)	32		*Z. zerumbet* (L.) Sm. (22)	22
	C. longa L. (5)			*Z. zerumbet* (L.) Sm. (23)	22
	C. thorelii Gagnep. (6)	34		*Z.* sp.2 (24)	22
	C. gracillima Gagnep. (7)	24		*Z. junceum* Gagnep. (25)	22
				Z. panduratum Roxb. (26)	22
Elettariopsis	*E. triloba* (Gagnep.) Loes (40)	50			

ตารางที่ 2. ลักษณะละอองเรณูของพรรณไม้วงศ์ขิงบางชนิดในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน (*ศึกษาด้วยวิธีอะซีโตไลซิส, ** ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด)

สกุล	ชื่อวิทยาศาสตร์	ละอองเรณู		
		รูปร่าง	ขนาด (ไมครอน)	ลวดลายผนังละออง-เรณูชั้นนอก
Boesenbergia	*B.* sp.1**	spherical	55	smooth to spinose
Curcuma	*C. aeruginosa**	spherical	60	smooth to cerebroid
	*C. alismatifolia**	spherical	60	smooth to cerebroid
	*C. gracillima***	spherical	30	smooth to cerebroid
	*C. parviflora**	spherical	50	smooth to cerebroid
	*C. thorelii**	spherical	50	smooth to cerebroid
	*C. zedoaria**	spherical	60	smooth to cerebroid
Zingiber	*Z. junceum***	spherical	60	cerebroid
	*Z. rubens**	ellipsoidal	110-120 x 60	spiro-striate
	*Z. zerumbet***	spherical	60	cerebroid
	Z. sp.2*	spherical	65	cerebroid

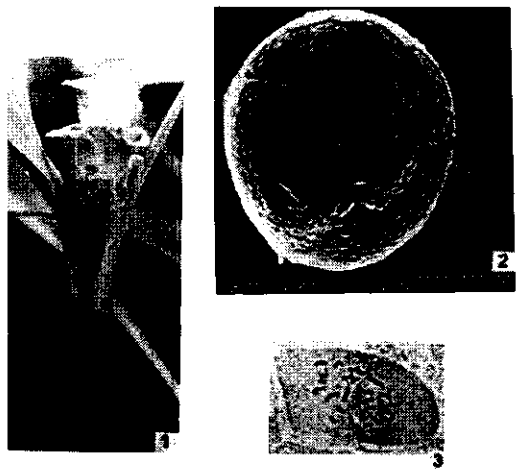
บทสรุป

1. จากการศึกษาสัณฐานวิทยา จำนวนโครโมโซม และละอองเรณูของพรรณไม้วงศ์ขิงในอุทยานแห่งชาติภูพาน สามารถสรุปได้ดังนี้
   1.1 สามารถเก็บตัวอย่างพรรณไม้วงศ์ขิงได้ทั้งสิ้น 9 สกุล 40 ชนิด (ตารางที่ 1) แบ่งได้เป็น 4 เผ่า คือ
   - เผ่า Alpinieae มี 3 สกุล คือ สกุล *Alpinia* พบ 2 ชนิด สกุล *Amomum* พบ 4 ชนิด สกุล *Elettariopsis* พบเพียง 1 ชนิด
   - เผ่า Globbeae มีเพียงสกุลเดียวคือ สกุล *Globba* พบประมาณ 8 ชนิด

- เผ่า Hedychieae มี 4 สกุล คือ สกุล *Boesenbergia* พบ 4 ชนิด สกุล *Curcuma* พบ 7 ชนิด สกุล *Kaempferia* พบ 7 ชนิด และสกุล *Stahlianthus* พบ 2 ชนิด
- เผ่า Zingibereae มีเพียง 1 สกุล คือ สกุล *Zingiber* พบประมาณ 6 ชนิด

1.2 ศึกษาจำนวนโครโมโซมได้จำนวน 39 ชนิด ยกเว้น *Curcuma* sp. ที่ยังไม่ได้ศึกษาจำนวนโครโมโซม พบว่าจำนวนโครโมโซมอยู่ในช่วง 2n=2x=20 คือ *Boesenbergia xiphosstachy* ถึง 2n=4x=92 คือ *Curcuma aeruginosa*

1.3 ศึกษาละอองเรณูของสกุล *Boesenbergia* 1 ชนิด สกุล *Curcuma* 6 ชนิด และสกุล *Zingiber* 4 ชนิด ศึกษาด้วยวิธีอะซิโตไลซีส 10 ชนิด และด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด 4 ชนิด (ตารางที่ 2) พบว่าเกือบทุกชนิดมีรูปร่างแบบ spherical ขนาดตั้งแต่ 30-65 ไมครอน และมีลวดลายบนผนังชั้นนอกของละออง เรณูเป็นแบบ smooth to spinose, smooth to cerebroid และ cerebroid ส่วนรูปร่างแบบ ellipsoidal พบเพียงชนิดเดียว คือ *Z. rubens* ขนาด 110-120x60 ไมครอน และมีลวดลายบนผนังชั้นนอกของละอองเรณูเป็นแบบ spiro-striate



ภาพที่ 1-3. 1) ลักษณะต้นและช่อดอกของ *Curcuma gracillima* 2) ละอองเรณูของ *C. gracillima* ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด มีขนาด 30 ไมครอน 3) จำนวนโครโมโซมของ *C. gracillima* 2n=2x=24 (scale bar = 15 ไมครอน)

2. พบพรรณไม้ถิ่นเดียว 4 ชนิด คือ *B. xiphostachy, K. siamensis, K. laotica* และ *K. filifolia* และพรรณไม้หายากเป็นพรรณไม้ที่รายงานครั้งแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ *Stahlianthus* sp.1 และ *S. campanulatus*
3. พบพรรณไม้วงศ์ขิงที่คาดว่าจะเป็นพรรณไม้ชนิดใหม่ของโลกจำนวน 2 ชนิด คือ สกุล *Boesenbergia* 1 ชนิด และสกุล *Kaempferia* 1 ชนิด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540037

เอกสารอ้างอิง

พงศธร ยุกตะทัต. 2533. การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์ขิงในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พวงเพ็ญ ศิริรักษ์. 2539. รายงานการประชุมวิชาการทางพฤกษศาสตร์ เรื่องทรัพยากรพืชของเชิงเขาหิมาลัย ตอนพืชสกุลขิง-ข่าของประเทศไทย. สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์และโรงแรมฮอลิเดย์อินน์, เชียงใหม่.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2535. แผนแม่บทอุทยานแห่งชาติภูพานเล่ม 2. ข้อมูลพื้นฐานรายงานฉบับสมบูรณ์.

DARLINGTON, C. D. AND L. P. LA COUR. 1966. The Handling of Chromosome. Georg Allen and Unvin, London.

DARLINGTON, C. D. AND A. P. WYLIE. 1955. Chromosome Atlas of Flowering Plants. Georg Allen and Unvin, London.

ERDMAN, G. 1952. Angiosperm Pollen Morphology and Plant Taxonomy I. Stockome and Waltham, Man.

HOLTTUM, R. E. 1950. The Zingiberaceae of the Malaya Peninsula. The Garden' Bulletin Singapore 13(1): 1-249.

LARSEN, K. 1996. A Preliminary Checklist of the Zingiberaceae of Thailand. Thai Forest Bulletin (Botany) 24: 35-49.

MOOD, J. AND K. LARSEN. 1997. Comukaempferia, A New Genus of Zingiberaceae from Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 45: 217-221.

OMANAKUMASI, N. AND P. M. MATHEW. 1985. Karyomorphological Studies on Four Species of Zingiber Adns. Cytologia 50: 445-451.

RIDLEY, H. N. 1924. Zingiberaceae. In The Flora of The Malaya Peninsula 6: 233-285. L. Ruve, London.

THEILADE, I., L. MAERSK-MOLLER, J. THEILADE AND K. LARSEN. 1993. Pollen Morphology and Structure of *Zingiber* (Zingiberaceae). Grana 32: 338-342.

การศึกษาพัฒนาการของเมกะสปอร์และแกมีโทไฟต์เพศเมียของพืชวงศ์กก (CYPERACEAE) 20 ชนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ปิยะรัตน์ อิฐรัตน์ และ อัจฉรา ธรรมถาวร

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

STUDIES ON DEVELOPMENT OF MEGASPORE AND MEGAGAMETOPHYTE OF 20 CYPERACIOUS SPECIES IN NORTHEASTERN THAILAND

P. Itharat and A. Thammathworn

Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Developmental studies of megaspores and megagametophytes of 20 species of Cyperaceae in northeastern Thailand by a clearing technique reveal that megagametogenesis comforms to the Polygonum type. Ovule size of each studied species was correlated to its stage of sporogenesis and gametogenesis. The ovule structures used for classification to tribes and genera are the nucellus shape, nucellus cells character, number of parietal tissue layers in each stage of development, pattern of tetrads arrangement, shape and size of embryo sac, arrangement of cells and nuclei in embryo sac, presentation and position of hypostase before fertilization, obturators and the inner integument in micropylar region. Tribe Cypereae is excepted from this classification because these characters are variable.

Key words: Cyperaceae, development, megagametogenesis

บทนำ

พืชวงศ์กก (Cyperaceae) จัดอยู่ในอันดับ Cyperales เป็นพืชมีช่อดอกที่ซับซ้อนประกอบกับโครงสร้างของดอกเป็นแบบง่าย ๆ มีลักษณะที่ลดรูปไปมาก แสดงถึงวิวัฒนาการซึ่งสูงกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกลุ่มอื่น (Hutchinson, 1884) เนื่องจากพืชวงศ์กกมีการแพร่กระจายพันธุ์ไปทั่วโลกและมีสมาชิกเป็นจำนวนมาก จึงทำให้การจำแนกประเภทพืชวงศ์กกในลำดับย่อยลงไปยังไม่แน่ชัด (Nijalingappa and Nagaraj, 1980) จำเป็นต้องนำความรู้ และข้อมูลทางด้านอื่นนอกจากข้อมูลทางสัณฐานวิทยา (Metcalfe, 1971) ได้แก่ เซลล์วิทยา เรณูวิทยา กายวิภาคศาสตร์ของพืช ชีววิทยาโมเลกุล และวิทยาเอ็มบริโอมาประกอบการพิจารณาจำแนกประเภทพืชวงศ์กกให้ถูกต้องยิ่งขึ้น (Simpson, 1992)

ลักษณะทางวิทยาเอ็มบริโอที่เคยนำมาใช้เป็นข้อมูลทางอนุกรมวิธาน ได้แก่ รายละเอียดในโครงสร้างและพัฒนาการของเมกะสปอร์, แกมีโทไฟต์เพศเมีย, ไมโครสปอร์, แกมีโทไฟต์เพศผู้, การปฏิสนธิ, เอนโดสเปิร์ม และเอ็มบริโอ (Dahlgren *et al.*, 1985) ในส่วนของพัฒนาการของเมกะสปอร์และแกมีโทไฟต์เพศเมียเป็นลักษณะที่มีคุณค่าทางอนุกรมวิธานพืชมีดอกโดยเฉพาะในระดับสกุล (genus) ของพืชหลายวงศ์ได้ (Stuessy, 1990) เช่น พืชวงศ์หญ้า (Poaceae) วงศ์ Juncaceae และวงศ์ Thurniaceae (Shah, 1972; Simpson *et al.*, 1995) ซึ่งมีวิวัฒนาการใกล้ชิดกับพืชวงศ์กกสามารถใช้ลักษณะทางวิทยาเอ็มบริโอสามารถนำไปพิจารณาจำแนกในระดับเผ่า (tribe) ด้วย (Reeder, 1957) และใช้เป็นลักษณะประจำชนิดของพืชได้ซึ่งนำมาเปรียบเทียบระหว่างชนิดและประกอบการพิจารณาในการจำแนกพืช (Nijalingappa and Nagaraj, 1980; Romberger *et al.*, 1993)

ผลการศึกษาพัฒนาการของเมกะสปอร์และแกมีโทไฟต์เพศเมียในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลทางวิทยาเอ็มบริโอของพืชวงศ์กกในประเทศไทยซึ่งยังไม่มีรายงานการศึกษามาก่อนอันเป็นข้อมูลพื้นฐานทางอนุกรมวิธานพืชด้านหนึ่งที่นำไปสู่การจำแนกประเภทและการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของพืชวงศ์กกในประเทศไทยและทั่วโลกได้ถูกต้องและใกล้เคียงกับธรรมชาติตามหลักการด้านอนุกรมวิธานพืชในปัจจุบันมากขึ้น

วิธีการ

เก็บตัวอย่างพืชวงศ์กก 20 ชนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยระหว่างเดือนตุลาคม 2538 ถึงเดือนตุลาคม 2539 ระบุชื่อวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปวิธานของ Ridley (1925), Hafliger (1980), Mohamad Soerjani

(1987), Simpson and Koyama (1998) นำไปทำเป็นพรรณไม้แห้งเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์พืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ดังนี้ *Actinoscirpus grossus* L. กกสามเหลี่ยม กกปรือ กกคมบาง กกตะกรับหรือกกตาแดง, *Cyperus castaneus* Willd., *C. cephalotes* Vahl, *C. dubius* Rottb. แห้วหมูหินหรือหญ้าหัวหงอก, *C. halpan* L. กกนาหรือหญ้ากกชาย, *C. imbricatus* Retz. กก, *C. invulucratus* Retz., *C. leucocephalus* Retz. หญ้าแฝกไหม หญ้าหางกาน้อยหรือแห้วหมูป่า, *C. platystylis* R. Br., *Eleocharis geniculata* Rorm. & Schult. หญ้าเปลือกกระเทียมหัวแมลงวัน, *Fimbristylis aestivalis* Vahl หญ้าหัวขอ, *F. miliacea* Vahl หญ้ารัดเขียดหรือหญ้าหนวดปลาดุก, *Fuirena ciliaris* หญ้าคมบางกลม, *F. umbellata* Rottb. หญ้าสามคม, *Kyllinga brevifolia* Rottb. หญ้ากกดอกขาวหรือหญ้าหัวโม่ง, *Lipocarpha chinensis, Rhynchospora rubra* (Lour.) Makino หญ้าหัวแดง, *Schoenoplectus supinus* (L.) Palla, *Scirpus articulatus* L. ทรงกระเทียมหัวแหวน, *Scleria levis* Retz. หญ้าคมบางหรือหญ้าสามคม

นำช่อดอกของพืชวงศ์กกที่ระยะพัฒนาต่าง ๆ มาผ่านกระบวนการฆ่าและรักษาเซลล์ในตัวอย่างในสารละลาย FPA 70% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วแบ่งพืชตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำไปศึกษาด้วยกรรมวิธีพาราฟิน (อัจฉรา, 2538) อีกส่วนหนึ่งนำไปศึกษาด้วนเทคนิคการทำให้ใส (Herr, 1982) และศึกษาพัฒนาการของออวุล เมกะสปอร์และแกมีโทไฟต์เพศเมีย ด้วยกล้อง Normaski microscope (OLYMPUS BH-2) และวัดขนาดของออวุลที่ระยะพัฒนาการต่าง ๆ ของพืชแต่ละชนิด

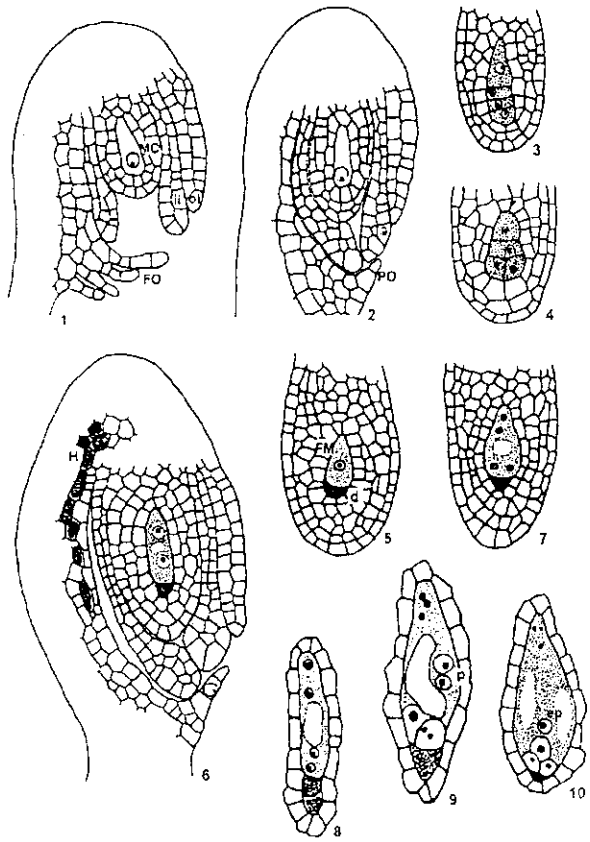
ผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบวิธีการศึกษาพัฒนาการของเมกะสปอร์และแกมีโทไฟต์เพศเมีย ของพืชวงศ์กกระหว่างกรรมวิธีพาราฟินและเทคนิคการทำให้ใสเพื่อหาวิธีการศึกษาที่เหมาะสม โดยศึกษาใน *Kyllinga breviflora* พบว่าเทคนิคการทำให้ใสเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษาพัฒนาการของเมกะสปอร์และแกมีโทไฟต์เพศเมียของพืชวงศ์กกมากกว่ากรรมวิธีพาราฟิน เนื่องจากภาพที่ได้จากเทคนิคการทำให้ใสมีความชัดเจน แม่นยำ สามารถปรับหาระยะชัดของนิวเคลียสในถุงเอ็มบริโอได้ทุกนิวเคลียสแม้จะอยู่ต่างระดับกันโดยเฉพาะศึกษาตำแหน่งและการเรียงตัวของนิวเคลียสและสามารถศึกษาพัฒนาการได้ภายใน ออวุลโดยไม่ต้องผ่านการตัดชิ้นตัวอย่าง นอกจากนั้นแต่ละกระบวนการในการทำสไลด์ถาวรโดยเทคนิคการทำให้ใสใช้วัสดุ สารเคมี และเวลาน้อยกว่ากรรมวิธีพาราฟิน โดยเฉพาะงบประมาณค่าใช้จ่ายน้อยกว่ากรรมวิธีพาราฟินถึง 1.55 เท่า แต่จำเป็นต้องศึกษาด้วยกล้อง Nomarski interference optics ซึ่งมีราคาสูงกว่ากล้องจุลทรรศน์ธรรมดา เหมาะสำหรับใช้ในการศึกษาตัวอย่างพืชที่มีอายุน้อย ขนาดเล็ก และภายในเซลล์สารสะสมน้อยไม่บดบังนิวเคลียสในถุงเอ็มบริโอ

ภายในรังไข่ของพืชวงศ์กกมี 1 ออวุล คว่ำติดที่ฐานรังไข่กับก้านมีผนังออวุล 2 ชั้น ชั้นในประกอบด้วยเซลล์ 2 ชั้น บริเวณส่วนปลายเจริญยืดยาวออกมาเป็นแผ่นคล้ายลิ้นประกอบด้วยเซลล์ 3-4 ชั้นและทำให้เกิดไมโครไพล์ (micropyle) ในระยะที่สร้างเมกะสปอร์ มีเซลล์ที่ก้านของออวุล (funiculus) บริเวณใกล้กับไมโครไพล์ขยายขนาดใหญ่ขึ้นมีไซโทพลาซึม (cytoplasm) สมบูรณ์ทำหน้าที่เป็นจุดกำเนิดของออบทูเรเทอร์ (obturator) พืชที่ศึกษามีออบทูเรเทอร์ 2 แบบ คือ แบบแผ่น (papillate) และเส้นยาว (filamentous) ปกคลุมเหนือช่องเปิดของไมโครไพล์ บางชนิดพบไฮโพสเทสก่อนการปฏิสนธิ (ภาพที่ 6)

การเกิดเมกะสปอร์เริ่มจากระยะที่สร้างเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์มีเนื้อเยื่อด้านข้าง (pareital tissue) ทางไมโครไพล์ 2-3 ชั้นเซลล์ (ภาพที่ 1 และ 2) เซลล์กำเนิดเมกะสปอร์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) ได้ 4 เมกะสปอร์ (megaspore tetrads) เรียงตัวเป็นแถวเดียวหรือรูปอักษรที (T) (ภาพที่ 3 และ 4) เซลล์ที่อยู่ใกล้ด้านฐานออวุลซึ่งมีขนาดใหญ่ทำหน้าที่เป็นสปอร์ที่สร้างแกมีโทไฟต์เพศเมีย (functioning megaspore) ส่วนอีก 3 เซลล์ที่เหลือจะสลายไป (ภาพที่ 5)

พัฒนาการของแกมีโทไฟต์เพศเมียเริ่มจากสปอร์ที่สร้างแกมีโทไฟต์เพศเมียแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ได้ถุงเอ็มบริโอที่มี 2 นิวเคลียส (ภาพที่ 6) ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกันมีแวคิวโอลอยู่กลางถุงเอ็มบริโอ มีเนื้อเยื่อด้านข้างถุงเอ็มบริโอทางไมโครไพล์ 3-10 ชั้นเซลล์ หลังจากนั้นนิวเคลียสทั้งสองแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ถุงเอ็มบริโอที่มี 4 นิวเคลียส ซึ่ง 2 นิวเคลียสเคลื่อนไปอยู่ทางด้านไมโครไพล์ ส่วนอีก 2 นิวเคลียสเคลื่อนไปอยู่ที่ฐาน ออวุล ถุงเอ็มบริโอมีรูปร่างคล้ายหยดน้ำหรือยาว รี (ภาพที่ 7 และ 8) ต่อมาทั้ง 4 นิวเคลียสแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสอีกครั้งได้ถุงเอ็มบริโอที่มี 8 นิวเคลียส (ภาพที่ 9) ตามแบบพอลิกอนัม บริเวณด้านไมโครไพล์มีเซลล์ไข่ขนาดใหญ่ 1 เซลล์ และเซลล์ซิเนอร์จิดขนาดเล็ก 2 เซลล์ นิวเคลียสโพลาร์ รวมตัวกันเป็นนิวเคลียสแรกของเอนโดสเปิร์ม (ภาพที่ 10) เซลล์แอนติโพแดล 3 เซลล์เรียงตัวเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือเป็นแถวเดียวอยู่ด้านฐานออวุล



ภาพที่ 1-10. 1) และ 2) ออวุลระยะที่สร้างเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์ของ *Kylliga brevifolis* และ *Lipocarpha chinensis* ตามลำดับ, 3) ระยะที่สร้าง 4 เมกะสปอร์ที่เรียงตัวเป็นแถวเดียวของ *K. brevifolis*, 4) ระยะที่สร้าง 4 เมกะสปอร์ที่เรียงตัวเป็นรูปอักษรทีของ *Cyperus platystylis*, 5) สปอร์ที่สร้างแกมีโทไฟต์ของ *K. brevifolis*, 6) ออวุลระยะที่สร้างถุงเอ็มบริโอที่มี 2 นิวเคลียสของ *C. imbricatus*, 7) และ 8) ถุงเอ็มบริโอที่มี 4 นิวเคลียสของ *K. brevifolis* และ *Scirpus articulatus* ตามลำดับ, 9) ถุงเอ็มบริโอที่มี 8 นิวเคลียสของ *S. articulatus*, 10) ถุงเอ็มบริโอที่เจริญเต็มที่ของ *Fimbristylis aestivalis* (MC=เซลล์กำเนิดเมกะสปอร์, ii=ผนังออวุลชั้นใน, oi=ผนังออวุลชั้นนอก, FO=ออบทูเรเทอร์แบบเส้น, PO=ออบทูเรเทอร์แบบแผ่น, FM=สปอร์ที่สร้างเมกะแกมีโทไฟต์, d=เมกะสปอร์ฝ่อ, H=ไฮโพสเทส, p=นิวเคลียสโพลาร์, ep=นิวเคลียสแรกของเอนโดสเปิร์ม)

จากการศึกษาพัฒนาการของออวุล เมกะสปอร์ และแกมีโทไฟต์เพศเมียของพืชวงศ์กกทั้ง 20 ชนิด 5 เผ่า คือ Abilgeardieae, Cypereae, Rhynchosporeae, Scirpeae และ Scleriae พบว่าทุกเผ่ามีรังไข่ที่มี 1 ออวุล ซึ่งเป็นออวุลแบบคว่ำอยู่ติดกับฐานรังไข่โดยหันไมโครไพล์ลงทางด้านล่างใกล้กับก้าน มีผนังออวุล 2 ชั้น ชั้นนอกประกอบด้วยเซลล์ 2 ชั้น ชั้นในทำให้เกิดช่องไมโครไพล์ประกอบด้วยเซลล์ 2 ชั้น ส่วนปลายบริเวณไมโครไพล์ประกอบด้วยเซลล์ 3 ชั้นขึ้นไป และมีพัฒนาการของแกมีโทไฟต์เพศเมียเป็นแบบพอลิกอนัม ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจเอกสารลักษณะของออวุลสามารถใช้ในการจำแนกประเภทพืชวงศ์กกในระดับเผ่าและระดับสกุล ได้แก่

เผ่า Abigeardieae ศึกษาพืชสกุล *Fimbristylis* 2 ชนิด คือ *F. aestivalis* และ *F. miliacea* พบว่าเนื้อเยื่อด้านข้างถุงเอ็มบริโอทางไมโครไพล์ที่ระยะที่สร้างเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์มี 2 ชั้น เมกะสปอร์ทั้งสี่เรียงตัวเป็นแถวเดียว มีออบทูเรเทอร์แบบแผ่นเซลล์แอนติโพแดลทั้งสามเรียงตัวเป็นรูปสามเหลี่ยม นิวเคลียสโพลาร์รวมกันเป็นนิวเคลียสแรกของเอนโดสเปิร์มและเกิดเซลล์ไฮโพสเทสขึ้นก่อนการปฏิสนธิ นอกจากนั้นการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าออวุลของพืชทั้ง 2 ชนิด มีอัตราการขยายขนาดค่อนข้างน้อย และจะเริ่มมีอัตราการขยายขนาดมากขึ้นหลังจากถุงเอ็มบริโอเจริญเต็มที่

เผ่า Cypereae ศึกษาพืช 10 ชนิด 3 สกุล คือ *Cyperus*, *Kyllinga* และ *Lipocarpha* พบว่าที่บริเวณส่วนปลายของผนังออวุลชั้นในเจริญยืดยาวออกมาคล้ายลิ้นประกอบด้วย 3-4 ชั้นเซลล์ โดย *Cyperus* ส่วนใหญ่มี 4 ชั้นเซลล์ ยกเว้น *C. castaneus* มี 3 ชั้นซึ่งประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก ส่วนพืชสกุล *Kyllinga* และ *Lipocarpha* มี 3-4 ชั้น

เซลล์ออวุลของพืชเผ่านี้มีออบทูเรเทอร์ทั้ง 2 แบบ คือ แบบแผ่นและแบบเส้น ชนิดที่มีออบทูเรเทอร์แบบแผ่นได้แก่ *Cyperus castaneus* และ *Lipocarpha chinensis* ส่วนอีก 8 ชนิดมีออบทูเรเทอร์แบบเส้น

ระยะที่สร้างเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์พบว่าส่วนใหญ่มีเนื้อเยื่อด้านข้างทางไมโครไพล์ 2 ชั้นเซลล์ ยกเว้น *Cyperus cephalotes, C. platystlis* และ *Lipocarpha chinensis* มี 2-3 ชั้นเซลล์ ในระยะก่อนการปฏิสนธิพบไฮโพสเทสใน *Cyperus imbricatus* และ *C. dubius*

ระยะที่สร้างเมกะสปอร์พบว่าส่วนใหญ่เมกะสปอร์ทั้งสี่เรียงตัวเป็นแถวเดียว ยกเว้น *Cyperus imbricatus* และ *C. platystylis* มีเมกะสปอร์เรียงตัวแบบแถวเดียวและแบบอักษรที

ระยะที่ถุงเอ็มบริโอมี 2 นิวเคลียสมีเนื้อเยื่อด้านข้างถุงเอ็มบริโอทางไมโครไพล์ 3-5 ชั้นเซลล์ ยกเว้น *C. castaneus* มี 2-3 ชั้นเซลล์และเป็นเซลล์ขนาดเล็ก ส่วน *C. leucocephalus* มี 6 ชั้นเซลล์

ระยะที่ถุงเอ็มบริโอมี 4 นิวเคลียสถุงเอ็มบริโอส่วนใหญ่มีรูปร่างคล้ายหยดน้ำ ยกเว้น *Lipocarpha chinensis* ที่มีถุงเอ็มบริโอรูปร่างยาว เรียว

ระยะที่ถุงเอ็มบริโอเจริญเต็มที่ เซลล์แอนติโพแดลสลายตัวไปตั้งแต่ก่อนปฏิสนธิซึ่งส่วนใหญ่มีการเรียงตัวเป็นรูปสามเหลี่ยม ยกเว้น *C. imbricatus* และ *Lipocarpha chinensis* มีเซลล์แอนติโพแดลเรียงตัวเป็นแถวเดียว

เผ่า Rhynchosporeae ซึ่งเป็นเผ่าที่ยังไม่มีรายงานการศึกษามาก่อนชนิดที่ศึกษาคือ *Rhynchospora rubra* และเผ่า Scleriae ชนิดที่ศึกษาคือ *Scleria levis* มีลักษณะออวุลคล้ายคลึงกันคือ ค่อนข้างกลม บริเวณส่วนปลายของผนังออวุลชั้นในบาง ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็กอยู่ชิดกันเรียงเป็น 3 ชั้น นิวเซลลัสรูปร่างคล้ายหยดน้ำ ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็กเรียงตัวอย่างหนาแน่น ถุงเอ็มบริโอมีรูปร่างคล้ายหยดน้ำ เซลล์แอนติโพแดลในถุงเอ็มบริโอที่เจริญเต็มที่เรียงกันเป็นรูปสามเหลี่ยม และไม่พบไฮโพสเทสก่อนการปฏิสนธิ ลักษณะเหล่านี้สามารถใช้จำแนกพืชทั้งสองชนิดออกจากพืชในเผ่าอื่นได้ ลักษณะของออวุลและพัฒนาการในออวุลของพืชทั้ง 2 ชนิดแตกต่างกันดังนี้ การเรียงตัวของเมกะสปอร์ของ *R. rubra* เป็นรูปอักษรที แต่ของ *S. levis* เรียงเป็นแถวเดียว และมีเนื้อเยื่อด้านข้างทางไมโครไพล์ในระยะที่สร้างถุงเอ็มบริโอที่มี 2 นิวเคลียส 8-10 ชั้นเซลล์หนากว่าใน *R. rubra* ซึ่งมี 6-7 ชั้นเซลล์

เผ่า Scirpeae ประกอบด้วยพืช 6 ชนิด 5 สกุล ได้แก่ *Actinoscirpus, Eleocharis, Fuirena, Schoenoplectus* และ *Scirpus* พบว่า ออวุลของพืชทุกชนิดใน 5 สกุลที่ศึกษามีออบทูเรเทอร์แบบเส้น มีนิวเซลลัสรูปร่างยาวประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวไม่หนาแน่น ที่บริเวณส่วนปลายของผนังออวุลชั้นในค่อนข้างบางประกอบด้วยเซลล์ที่อยู่ชิดกัน 3-4 ชั้น ยกเว้น *Scirpus articulatus* และ *Actinoscirpus grossus* ซึ่งมีลักษณะแตกต่างไปคือ *S. articulatus* มีส่วนปลายของผนังออวุลชั้นในบางประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็กอยู่ชิดกัน 3 ชั้น มีนิวเซลลัสรูปร่างยาวประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่เรียงตัวอย่างหนาแน่น มีเนื้อเยื่อด้านข้างทางไมโครไพล์ในระยะที่สร้างเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์ 3 ชั้นเซลล์ และเมกะสปอร์เรียงเป็นแถวเดียว เนื้อเยื่อด้านข้างทางไมโครไพล์ในระยะที่สร้างถุงเอ็มบริโอที่มี 2 นิวเคลียส 6-8 ชั้นเซลล์ ถุงเอ็มบริโอมีลักษณะยาว รี และเซลล์แอนติโพแดลทั้งสามเรียงตัวเป็นแถวเดียว ส่วน *Actinoscirpus grossus* ที่บริเวณส่วนปลายของผนังชั้นในหนาเป็นแผ่นคล้ายลิ้นประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่มีนิวเคลียสชัดเจนและไซโทพลาซึมสมบูรณ์เรียงตัวไม่หนาแน่น 4-5 ชั้น มีเนื้อเยื่อด้านข้างทางไมโครไพล์ในระยะที่สร้างเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์ 3 ชั้นเซลล์ เซลล์แอนติโพแดลทั้งสามเรียงตัวเป็นรูปสามเหลี่ยม ถุงเอ็มบริโอที่มีลักษณะคล้ายหยดน้ำและไม่มีไฮโพสเทสก่อนการปฏิสนธิ ลักษณะดังกล่าวสามารถนำมาใช้จำแนก *Actinoscirpus grossus* และ *Scirpus articulatus* ออกจากพืชสกุลอื่นหรือชนิดอื่นในเผ่า Scirpeae ที่นำมาศึกษาได้ค่อนข้างชัดเจน

จากผลการศึกษาพัฒนาการในออวุลของ *Eleocharis geniculata* และ *Schoenoplectus supinus* พบว่าพืชทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะของออวุลและพัฒนาการในออวุลคล้ายคลึงกันมากซึ่งอาจมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกว่าพืชชนิดอื่นในเผ่า

ส่วนพืชสกุล *Fuirena* 2 ชนิด คือ *F. ciliaris* และ *F. umbellata* มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกัน แต่ลักษณะทางวิทยาเอ็มบริโอมีความแตกต่างกันชัดเจน คือ *F. ciliaris* มีการเรียงตัวของเมกะสปอร์เป็นรูปอักษรที มีเนื้อเยื่อด้านข้างทางไมโครไพล์ในระยะที่สร้างถุงเอ็มบริโอที่มี 2 นิวเคลียส 3-4 ชั้นเซลล์ ถุงเอ็มบริโอมีรูปร่างคล้ายหยดน้ำและเซลล์แอนติโพแดลเรียงเป็น รูปสามเหลี่ยม ส่วน *F. umbellata* เมกะสปอร์เรียงตัวเป็นแถวเดียว มีเนื้อเยื่อด้าน

ข้างทางไมโครไพล์ในระยะที่สร้างถุงเอ็มบริโอที่มี 2 นิวเคลียส 4-5 ชั้นเซลล์ ถุงเอ็มบริโอมีรูปร่างยาว รี และเซลล์แอนติโพแดลเรียงเป็นแถวเดียว

ขนาดของออวุลของพืชวงศ์กกแต่ละชนิดจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเจริญมากขึ้น การศึกษาครั้งนี้สามารถแบ่งช่วงการเจริญโดยพิจารณาจากขนาดของออวุลที่แตกต่างได้ 3 ช่วงคือ ช่วงที่ 1 ตั้งแต่ระยะที่สร้างเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์ถึงระยะสร้างเมกะสปอร์ ช่วงที่ 2 ระยะที่สร้างสปอร์ที่สร้างแกมีโทไฟต์เพศเมียถึงระยะที่สร้างถุงเอ็มบริโอที่มี 2 นิวเคลียส และช่วงที่ 3 ระยะที่สร้างถุงเอ็มบริโอที่มี 4 นิวเคลียสถึงระยะที่สร้างถุงเอ็มบริโอที่เจริญเต็มที่ การพัฒนาการของออวุลเป็นผลสร้างเซลล์ใหม่และสะสมสารภายในเซลล์ของออวุล เพื่อนำไปใช้ในการเจริญ ขนาดของออวุลโดยเฉพาะความยาวของออวุลสามารถบ่งบอกถึงระยะพัฒนาการได้ชัดเจนกว่าความกว้าง เนื่องจากความยาวของออวุลในแต่ละช่วงการเจริญมีความแตกต่างสูงกว่า

บทสรุปและวิจารณ์

ภายในรังไข่ของพืชวงศ์กกที่ศึกษามี 1 ออวุล คว่ำติดที่ฐานรังไข่กับก้านมีผนังออวุล 2 ชั้น ชั้นในประกอบด้วยเซลล์ 2 ชั้น บริเวณส่วนปลายเจริญยืดยาวออกมาเป็นแผ่นคล้ายลิ้นประกอบด้วยเซลล์ 3-4 ชั้น พืชที่ศึกษามีออบทูเรเทอร์ 2 แบบ คือ แบบแผ่นและเส้นยาว ระยะที่สร้างเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์มีเนื้อเยื่อด้านข้างทางไมโครไพล์ 2-3 ชั้นเซลล์ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจเอกสาร ส่วน *Kyllinga brevifolis* มี 2 ชั้นเซลล์จากรายงานของ Khanna (1965) ที่ศึกษาใน *K. melanospora* แต่แตกต่างจากผลการศึกษาของ Makde and Bhuskute (1987) พบว่า *K. monocephala* มี 3 ชั้นเซลล์ และรายงานของ Nijalingappa (1985) ซึ่งศึกษา *Scleria foliosa* มี 5-6 ชั้นเซลล์ แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า *S. levis* มี 3 ชั้นเซลล์ ส่วน *Scirpus articulatus* มี 3 ชั้นเซลล์ และเมกะสปอร์เรียงเป็นแถวเดียว ซึ่งแตกต่างจาก *S. mucrinatus* (Khanna, 1965) และ *S. rorlei* ซึ่งมี 2 ชั้นเซลล์ และ 4 เมกะสปอร์มีการเรียงตัวทั้งเป็นแถวเดียวและรูปอักษรที (Untawale and Makde, 1984) การเรียงตัวของเมกะสปอร์มี 2 แบบ คือ เรียงตัวเป็นแถวเดียวหรือรูปอักษรที หรือพบทั้งสองแบบในชนิดเดียวกันในพืชสกุล *Cyperus* ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจเอกสาร จากการศึกษาพืชสกุล *Fimbristylis* 2 ชนิดพบว่ามีเนื้อเยื่อด้านข้างถุงเอ็มบริโอทางไมโครไพล์ที่ระยะที่สร้างเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์ 2 ชั้นเมกะสปอร์ทั้งสี่เรียงตัวเป็นแถวเดียวซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gupta (1962) ที่ศึกษาใน *F. dichotoma* แต่พบเซลล์ไฮโพสเทสก่อนการปฏิสนธิ ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Gupta พบว่ามีนิวเคลียสโพลาร์รวมกันเป็นนิวเคลียแรกของเอนโดสเปิร์มหลังการปฏิสนธิ

จากผลการศึกษาแสดงว่าเผ่า Cypereae มีความผันแปรในลักษณะของออวุลและพัฒนาการของของเมกะสปอร์และแกมีโทไฟต์เพศเมียค่อนข้างมาก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Nijalingappa *et al.* (1990) ทำให้ไม่สามารถใช้ลักษณะเหล่านี้มาจำแนกพืชทั้ง 3 สกุลที่ศึกษาได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะพืชสกุล *Kyllinga* ซึ่งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกับสกุล *Lipocarpha* มากแต่มีรูปแบบพัฒนาการในออวุลแตกต่างกันโดยสามารถใช้ลักษณะออบทูเรเทอร์มาใช้ในการจำแนกพืชสกุล *Lipocarpha* ออกจากพืชสกุลอื่นในเผ่าเดียวกัน

การศึกษา *Rhynchospora rubra* และ *Scleria levis* พบว่าออวุลมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก จากลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้จึงอาจกล่าวได้ว่า *R. rubra* มีความสัมพันธ์กับ *S. levis* ใกล้ชิดกว่าพืชชนิดอื่น ๆ ที่นำมาศึกษา จึงควรที่จะศึกษาพืชในสกุลและชนิดอื่นที่เป็นสมาชิกของทั้ง 2 เผ่า เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเผ่าหรือระหว่างสกุลของพืชวงศ์กกทั่วโลกให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าลักษณะของออวุลในรายละเอียดที่สามารถใช้ในการจำแนกประเภทพืชวงศ์กกในระดับเผ่าและระดับสกุลได้แก่ รูปร่างของนิวเซลลัส ขนาดและการเรียงตัวของเซลล์ในนิวเซลลัส จำนวนชั้นเนื้อเยื่อด้านข้างที่ระยะต่าง ๆ การเรียงตัวของเมกะสปอร์ทั้งสี่ รูปร่างและขนาดของถุงเอ็มบริโอ การเรียงตัวของเซลล์แอนติโพแดล การปรากฏของไฮโพสเทสในออวุลระยะก่อนปฏิสนธิ ชนิดของออบทูเรเทอร์ และลักษณะส่วนปลายของผนังออวุลชั้นในรวมทั้งขนาดของออวุลในการเจริญระยะต่าง ๆ สามารถนำมาใช้ในการคาดคะเนระยะพัฒนาการของสปอร์และแกมีโทไฟต์ได้และใช้เป็นข้อมูลในการจำแนกประเภทพืชวงศ์กกในระดับเผ่าและระดับสกุลได้พอสมควรจึงสมควรที่จะศึกษาพืชวงศ์กก

ชนิดอื่นเพิ่มขึ้น รวมทั้งศึกษาด้านเอ็มบริโอวิทยาในส่วนอื่นได้แก่ การศึกษาอับเรณู พัฒนาการของไมโครสปอร์และแกมีโทไฟต์เพศผู้ การปฏิสนธิ พัฒนาการของเอ็มบริโอ เอนโดสเปิร์มและเมล็ด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านความหลากหลายทางชีวภาพและการจำแนกประเภทพืชวงศ์กกให้ถูกต้องและใกล้เคียงธรรมชาติยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540012

เอกสารอ้างอิง

อัจฉรา ธรรมถาวร. 2538. คู่มือการทำสไลด์ถาวรเนื้อเยื่อพืชโดยกรรมวิธีพาราฟิน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

DAHLGREN, R. M. T., H. T. CLIFFORD AND P. F. YEO. 1985. The Families of the Monocotyledons. Springer Verlag, Heidelberg.

GUPTA, M. N. 1962. Morphological Studies in Cyperaceae. Agra Univ. J. Res. 11: 59-67.

HERR, J. M. 1982. An Analysis of Methods for Permanently Mounting Ovules Cleared in Four-and-a-Half Type Clearing Fluids. Stain Technology 7(5): 161-169.

HUTCHINSON, J. 1884. The Genera of Flowering Plants (Angiospermae). Clarendon, Oxford.

KHANNA, P. 1965. A Contribution to the Embryology of *Cyperus rotundus* L., *Scirpus mucrinatus* L. and *Kyllinga melanospora* Nees. Canad. J. Bot. 43: 1539-1547.

MAKDE, K. H. AND S. M. BHUSKUTE. 1987. Embryology of *Kyllinga monocephata* (Cyperaceae) and Its Systematic Position. Pl. Syst. Evol. 165: 143-150.

MCTCALFE, C. R. 1971. Anatomy of the Monocotyledons V. Cyperaceae. Clarendon, Oxford.

NIJALINGAPPA, B. H. M. 1985. Embryology of *Scleria foliosa* (Cyperaceae). Pl. Syst. Evol. 52: 219-230.

NIJALINGAPPA, B. H. M. AND M. NAGARAJ. 1980. Glimpses of Embryological Studies in Cyperaceae. Current Trends in Botanical Research 51-58.

NIJALINGAPPA, B. H. M., D. H. TEJAVATHI AND D. LEELA BAI. 1990. Studies on Male and Female Gametophytes in *Ascopholis*, *Cyperus* and *Carex* (Cyperaceae). Vignana Bharathi 13(1): 58-67.

REDDER, J. R. 1957. The Embryology in Grass Systematic. Amer. J. Bot. 44: 756-768.

ROMBERGER, J. A., Z. HEJNOWICZ AND J. F. HILL. 1993. Plant Structure Function and Development. Springer Verlag, New York.

SHAH, C. K. 1972. Morphology and Embryology of the Family Cyperaceae. Plant Morphology India 34: 248-259.

SIMPSON, D. A. 1992. Notes on Cyperaceae in North-Eastern Thailand. Cyperaceae Newsletter 10: 9-12.

SIMPSON, D. A., J. A. N. PARNELL, P. CHANTARANOTHAI AND D. J. MIDDLETON. 1995. The Royal Botanic Gardens Kew, Khon Kaen University and Trinity College Dublin Expeditions to Thailand. 1990 and 1993. Thai Forest Bulletin (Botany) 23: 50-61.

STUESSY, T. F. 1990. Plant Taxonomy: The Systematic Evaluation of Comparative Data. Columbia University Press, New York.

UNTAWALE, A. G. AND K. H. MAKDE. 1984. A Contribution to the Embryology of *Scirpus roylei* Nees. J. Indian. Bot. Soc. 63: 298-305.

PALYNOLOGICAL STUDY OF EUPHORBIACEAE IN THAILAND

Kosum Pyramarn, Chumpol Khunwasi, Kunda Kasetsinsombat and Ratthapong Poungtaptim

Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยสัณฐานละอองเรณูของพรรณไม้วงศ์เปล้า (EUPHORBIACEAE) ในประเทศไทย

โกสุม พีระมาน, ชุมพล คุณวาสี, กัญดา เกษตรสินสมบัติ และ รัฐพงษ์ พวงทับทิม

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

จากตัวอย่างดอกเพศผู้ของพรรณไม้วงศ์เปล้าซึ่งกระจายพันธุ์อยู่ในประเทศไทยจำนวน 40 สกุล นำมาผ่านกรรมวิธีอะซิโตไลซิส (Erdtman, 1952) เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานละอองเรณู สร้างคำบรรยายลักษณะสัณฐานเรณูจากข้อมูล การตรวจสอบที่ได้จากการศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เมื่อพิจารณาจากลักษณะสัณฐานที่ปรากฏจากการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแล้ว สามารถแบ่งกลุ่มเรณูตามรูปแบบของช่องเปิดได้ทั้งหมด 11 แบบ และถือตามลักษณะลวดลายของผนังเรณูได้ 7 แบบ เรณูของสกุล *Phyllanthus* เป็นกลุ่มที่มีแบบช่องเปิดได้หลากหลายถึง 7 แบบในรูปแบบทั้งหมดที่ปรากฏเท่าที่ได้ศึกษา ส่วนเรณูของสกุล *Croton* นั้นคงรูปแบบสัณฐานที่คงที่เหมือนกันทั้งหมดเพียงรูปแบบเดียวโดยตลอด อาทิ ความคล้ายคลึงในรูปทรง ไม่มีช่องเปิด และมีลวดลายโครงสร้างของผิวที่มีส่วนยื่นขึ้นมาที่เรียกว่า Croton pattern

คำหลัก: สัณฐานละอองเรณู, ไม้วงศ์เปล้า

INTRODUCTION

The study on pollen morphology of Euphorbiaceae distributed in Thailand, has been undertaken to widen the scope of knowledge in pollen morphology of plants in Thailand. The result of this study could be used as supporting data for plant phylogeny, a useful additional character in taxonomy, an essential guidance in bee culture and the remedy of allergy caused by airbone pollen. Euphorbiaceae is one of the largest family in the Angiosperms with more than 8,000 species distributed all over the world and approximately 400 species existing in Thailand. They include the famous medicinal herbs (e.g. *Croton* spp., etc.), economic plants (para rubber, cassavas, etc.), edible fruit bearing trees as well as ornamental plants. Thus, pollen morphological data collected in this work would provide additional useful knowledge to manage and encounter the problems that are involved in those related fields of study.

STUDY AREA

Pollen materials were collected from plants in different vegetation types in various parts of Thailand: eastern, north-eastern, northern, western, southern and central part of Thailand.

In addition, the pollen grains of herbarium specimens obtained from BKF and BCU were studied also. The laboratorial investigation, LM and SEM observations were conducted at Chulalongkorn University.

METHODOLOGY

Male flowers from fresh or herbarium specimens were treated by acetolysis method (Erdtman, 1952) to get rid of the debris and excess substances attached to the pollen grains. Then, the pollen microscopic slides were prepared for the LM studying, by using the silicone oil AK 2000 (Andersen, 1960) as mounting media. The acetolysed or fresh grains were gold coated for the SEM, JEOL 5410V, observation.

Terminology used for pollen descriptions are according to Erdtman (1952) and Faegri and Iversen (1950).

The botanical names of the studied specimens were further approved by the group of taxonomists in the revisional project: the study of Euphorbiaceae in Thailand.

RESULTS

The morphological descriptions and the key to pollen types in forty genera are presented and the phylogenetic trend is also proposed. The LM and SEM photographs, as well as the diagramatic drawing of exine layers of some distinguished species are shown.

Shapes and Sizes

Shape in equatorial view

Pollen grains show a shape in range of prolate (P:E=1.33-2.0) to oblate (P:E=0.75-0.5). Most grains are prolate-spheroidal shape.

Shape in polar view

The circumference of pollen grains can be:

a) triangular; convex triangular, concave triangular

b) circular

c) three to multi-lobed

Size

The size of pollen is within the range of 10-80 μm. The comparative pollen sizes of most genera appear within the width of 21-30 μm. *Manihot* pollen is generally the largest of all while *Acalypha* pollen is the smallest one.

Apertures

The pollen aperture found in this family are non-aperturate, simple (colpi and pori) and composite aperturation (colporate (Erdtman, 1952)).

All apertural types occurred could be divided into 11 distinctive groups as follows:

1. Non-aperturate (inaperturate) type as in *Aleurites, Baliospermum, Blachia, Codiaeum, Croton, Jatropha, Manihot, Ostodes* and *Trigonostemon*
2. The 3-colpate type as in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.
3. The 3-colporate type as in *Actephila, Alchomea, Antidesma, Aporosa, Baccurea, Bridelia, Cladogynos, Cleidion, Cleistanthus, Cnesmone, Dalechampia, Euphorbia, Excoecaria, Flueggea, Homonoia, Hura, Macaranga, Mallotus, Microstachys, Pedilanthus, Phyllanthus amarus* Schumacher et Thonn. and *P. uvinaria* L., *Ricinus, Sampantaea, Thyrsanthera and Trewia.*
4. The 3-(4) colporate type as in *Acalypha* and *Glochidion* cf. *wallichianum* Muell. Arg.
5. The 4-colporate type as in *Glochidion, Leptopus* and *Phyllanthus collinsae* Craib
6. The 4-(5)colporate type as in *Glochidion littorale* Bl. and *G. rubrum* Bl.
7. The 5-colporate type as in *Glochidion* cf. *velutinum* Wight, *Phyllanthus emblica* L. and *Sauropus*.
8. Polyzonocolporate type as in *Breynia, Leptopus, Phyllanthus reticulatus* Poir. and *P.* cf. *mirabilis* Muell. Arg.
9. Parasyncolporate type as in *Phylanthus virgatus* Forst. f.
10. Polypantorugate type as in *Phyllanthus oxyphyllus* Miq.
11. Polypantoporate type as in *Phyllanthus gracilipes* (Miq.) Muell. Arg., *P. oxyphyllus* Miq. and *Suregada multiflora* (A. Juss.) Baill.

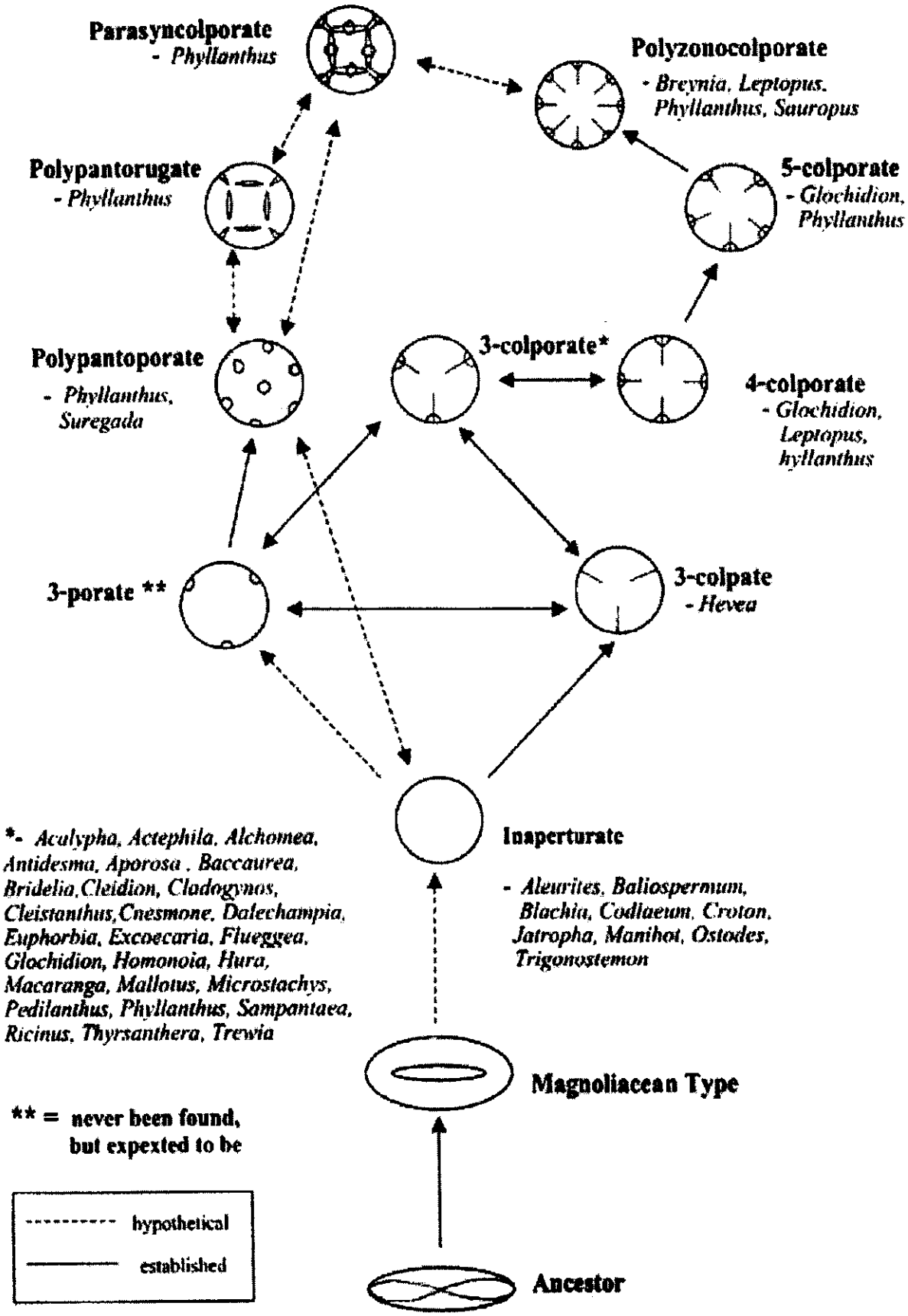


Fig. 1. A possible phylogenetic trend of pollen types in Euphorbiaceae, based mainly on the apertural types (40 genera)

Sculpturing

Pollen grains of the studied specimens are tectate. On the tectum, sexine elements of different shapes may be found; e.g. verrucate, clavate, baculate, etc.

The croton pattern, structure elements in ring of 5 or 6 around a circular area (Erdtman, 1952), occurs in the following genera: *Aleuritees, Baliospermum, Blachia, Codiaeum, Croton, Hevea, Jatropha, Ostodes, Sampantaea, Surega*da and *Trigonostemon.*

The reticulate sculpturing, a common pattern of dicot pollen, is found in most of *Phyllanthus* species.

In conclusion, the following major patterns of exine sculpture, based mainly upon SEM observation, are: 1) perforation as in *Cleidion* and *Pedilanthus* 2) scabrate as in *Macaranga* and *Mallotus* 3) verrucate as in *Acalypha* 4) croton pattern as in *Aleurites, Baliospermum, Blachia, Codiaeum, Croton, Hevea, Jatropha, Manihot, Ostodes* and *Sampantaea* 5) reticulate as in *Baccaurea, Breynia, Cnesmone, Euphorbia, Flueggea, Glochidion* and *Phyllanthus* 6) striate as in *Antidesma* and *Bridelia* 7) rugulate-fossulate as in *Cleistanthus* and *Phyllanthus*.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Euphorbiaceae is the eurypalynous family, which pollen grains appear so distinctively that it is easy to classify. Generally, the pollen grains of the species in the same genus are similar, except those of *Phyllanthus* and *Glochidion* which posses many different pollen types. Seven distinctive apertural types appeared in *Phyllanthus*, while four were found in *Glochidion*. The apertural type frequently observed in this family is composite aperture, especially the tricolporate one (see Fig. 1).

However, the triporate pollen grains so far has not been discovered yet.

ACKNOWLEDGEMENTS

This is a part of the palynological study of Euphorbiaceae in Thailand which has been supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140003. We would like to thank for their support and the valuable suggestions. Last but not least, we would like to express our deep gratitude to the research staffs of the study of Euphorbiaceae in Thailand, who provided us the good botanical names of the studied materials.

REFERENCES

ANDERSEN, SV. TH. 1960. Silicone Oil as a Mounting Medium for pollen analysis. Geological Survey of Denmark. IV Series, Vol. 4, No. 1.

ERDTMAN, G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms. Alonqvist & Wiksells, Upsala.

FAEGRI, K. AND J. IVERSEN. 1966. Textbook of Pollen Analysis. Munksgaard, Copenhagen.

IVERSEN, J. AND J. TROELS-SMITA, 1950. Pollen Morfologiske Definitoner of Typer. C.A. Reitzels Forlag Axel Sandal, Kobenhavn.

PUNT, W. 1962. Pollen Morphology of the Euphorbiaceae with Special Society of the Netherland. North-Holland Publishing Co., Amsterdam.

ฐานข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดของไม้ยืนต้น ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

เกริก ผักกาด, สตีเฟน อีเลียต, เจม เอฟ แมกเวลส์ และ วิไลวรรณ อนุสารสุนทร
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL DATABASE OF FRUITS AND SEEDS OF TREE IN DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK

G. Pakkad, S. Elliott, J. F. Maxwell and V. Anusarnsunthorn
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

Doi Suthep-Pui National Park supports an exceptionally high diversity of vascular plants. Surveys conducted by J.F. Maxwell since 1987 have enumerated a total of 2,145 species to date, of which 447 are trees. The aim of this study was to provide baseline data for conservation and forest restoration research in Doi Suthep-Pui National Park. The software package FoxPro was used to develop a database of fruit and seed morphology based on data collected from 140 of these tree species. The database facilitates analysis of this data for a variety of purposes. For example, 75 tree species had fleshy fruits, 40 tree species had dry dehiscent fruits, 22 tree species had dry indehiscent fruits and only 3 tree species had multiple fruits. Fleshy fruits were found all year round, but dry fruits were found primarily between September and November. Large fruits (>2 cm length) were also found throughout the year, whereas the peak fruiting period for small fruits (<2 cm length) occurred between August and November. Database output of this kind is of considerable value for research in forest restoration and related fields.

Key words: database, fruit, seed, trees

บทนำ

อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในอดีตที่ผ่านมาเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของพรรณไม้และสัตว์จำนวนมาก แต่ในปัจจุบันนี้จำนวนชนิดและปริมาณของพืชและสัตว์ได้ลดจำนวนลงไปเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น ช้าง, ชะนี และกวาง เป็นต้น จากฐานข้อมูลของหอพรรณไม้ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์บันทึกไว้ว่ามีพรรณไม้ถึง 2,145 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ถึง 447 ชนิด ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศและเปรียบเสมือนโครงสร้างหลักของป่า ถ้าไม่มีต้นไม้ขนาดใหญ่เหล่านี้ป่าก็ไม่สามารถที่จะคงสภาพเป็นป่าสมบูรณ์ได้ ดังนั้นต้นไม้ขนาดใหญ่เหล่านี้จึงมีความสำคัญมาก แต่ปัญหาของต้นไม้ขนาดใหญ่เหล่านี้บางชนิดมีปัญหาในการแพร่กระจายพันธุ์ ทั้งนี้เนื่องจากสัตว์ที่ช่วยในการกระจายพันธุ์นั้นได้หมดไปจากป่าบนดอยสุเทพแล้วนั้นเอง

การรวบรวมและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดของไม้ยืนต้น และเก็บรวบรวมเป็นฐานข้อมูลน่าจะเป็นประโยชน์ในการใช้ข้อมูลของผลและเมล็ดบอกให้เราทราบว่า ต้นไม้ยืนต้นชนิดใดบ้างที่กำลังประสบปัญหาเหล่านี้เพื่อจะได้ทำการศึกษาหาวิธีการอนุรักษ์ต่อไป และข้อมูลเหล่านี้ยังสามารถที่จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยในขั้นสูงต่อไป และสิ่งที่น่าจะเป็นประโยชน์อีกอย่างหนึ่งของงานวิจัยในครั้งนี้ก็คือ การใช้ฐานข้อมูลช่วยในการบ่งบอกชนิดของพืชในเบื้องต้น เพื่อจะได้นำไปตรวจสอบกับตัวอย่างพืชในหอพรรณไม้ของภาควิชาชีววิทยาได้อย่างรวดเร็วและง่าย

พื้นที่ศึกษา

อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ได้รับการประกาศให้เป็นอุทยานแห่งชาติ เมื่อวันที่ 14 เมษายน พ.ศ. 2524 นับเป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 24 ของประเทศไทย ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของตัวเมืองเชียงใหม่ ห่างจากตัวเมืองออกไปประมาณ 5 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 262.5 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 163,162.50 ไร่ อยู่ในเส้นแวงที่ 98° 48'-98° 58' ตะวันออก และเส้นรุ้งที่ 18° 43'-19° 08' มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน โดยยอดที่สูงที่สุดของอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย คือ ดอยปุย มีความสูง 1,685 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินแกรนิต แต่จะมีบางส่วนที่เป็นหินชั้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี ที่เชิงดอยสุเทพประมาณ 1,000 มิลลิเมตร และที่ใกล้ยอดดอยประมาณ 2,000 มิลลิเมตร ช่วงฤดูฝนจะอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน

ปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในเดือนสิงหาคมประมาณ 2,500 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 20-24°C อุณหภูมิสูงสุด 30°C ในเดือนเมษายน

วิธีการ

เก็บรวบรวมผลและเมล็ดของไม้ต้นจากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย นำผลและเมล็ดมาศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ด ดังนี้ คือ

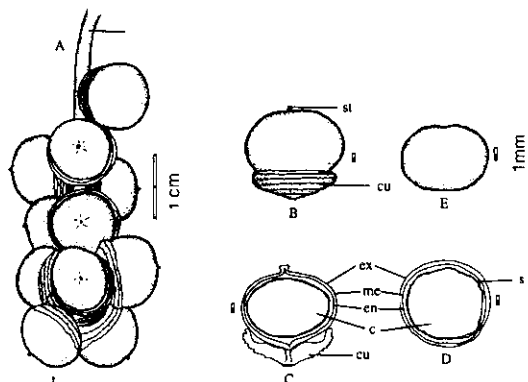
ลักษณะของผล วัดขนาดความยาว, ความกว้าง และความหนาของผลจำนวน 20 ผลต่อชนิด คำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ศึกษากลุ่มของผล, ชนิด, สีของผลก่อนและขณะสุก, ลักษณะรูปร่างทั่วไป, ลักษณะพิเศษที่มีความแตกต่างจากชนิดอื่นอย่างชัดเจน และจำนวนของเมล็ดใน 1 ผล

ลักษณะของเมล็ด วัดขนาดความยาว, ความกว้าง และความหนาของเมล็ดจำนวน 20 เมล็ด โดยทำการสุ่มมาในกรณีที่ใน 1 ผลนั้นมีเมล็ดมากกว่า 1 เมล็ดขึ้นไป คำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ศึกษาชนิด, สี, เปอร์เซ็นต์ความชื้น, ลักษณะรูปร่างทั่วไป และลักษณะพิเศษที่มีความแตกต่างจากชนิดอื่นอย่างชัดเจน

เก็บรักษาผลและเมล็ดไว้เป็นตัวอย่างอ้างอิง วาดรูปของผลและเมล็ด และใช้เครื่อง scanner อ่านภาพเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ สร้างฐานข้อมูลของผลและเมล็ด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป FoxPro25 ออกแบบฐานข้อมูล บันทึกข้อมูลทั้งหมดลงในคอมพิวเตอร์ และวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการศึกษา โดยเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลของพืชในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย หอพรรณไม้ และฐานข้อมูลของหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า

ผลการวิจัย

ในการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดของไม้ต้นในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ในช่วงเดือนตุลาคม 2538 ถึงเดือนเมษายน 2540 เป็นเวลา 18 เดือน ได้ทำการศึกษาผลและเมล็ดของไม้ต้นจำนวน 140 ชนิด จำนวน 109 สกุล ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างรูปภาพของผลและเมล็ดที่เก็บบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ทั้งหมด 140 ภาพ



ภาพที่ 1. ผลและเมล็ดของ *Quercus kerrii* Craib var. *kerrii*
(A.) infructescence; (B.) เมล็ดที่มี cupule;
(C.) ภาพตัดตามยาวของเมล็ดที่มี cupule;
(D.) ภาพตัดตามขวางของเมล็ด;
(E.) เมล็ด; Scale bars: ดำ= 1 mm; ขาว = 1 cm

บทวิจารณ์

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดจะมีผลต่อพรรณไม้แต่ละชนิด ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการกระจายตัวของเมล็ด (seed dispersal) การงอกของเมล็ด (seed germination) การพักตัวของเมล็ด การอยู่รอดของของชนิดพันธุ์ ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ด และลักษณะด้านอื่น ๆ ของพืช เช่น พิสัย (habit) ช่วงเวลาการออกดอก (flowering) ออกผล (fruiting) ในช่วงระยะเวลา 1 ปีนั้นได้มีวิวัฒนาการมานานแล้ว และมีแนวโน้มที่จะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ฐานข้อมูลของผลและเมล็ดเชื่อมกับฐานข้อมูลดอยสุเทพของหอพรรณไม้ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ได้ผลสรุปดังนี้ คือ

กลุ่มและชนิดของผลกับการกระจายตัวของเมล็ด (Seed Dispersal)

จากภาพที่ 2 ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย มีกลุ่มของผลที่เป็นผลสดมากที่สุด คือ 75 ชนิด คิดเป็น 52.57 เปอร์เซ็นต์ ชนิดของผลที่อยู่ในกลุ่มนี้คือ drupe, berry และ pome ไม้ต้นที่อยู่ในกลุ่มของผลสด (fleshy fruits) เช่น *Dillenia parviflora* Griff. var. *kerrii* (Craib) Hoogl. (มะส้านหิ่ง), *Flacourtia indica* (Burm. f.) Merr. (มะขามป่า) ผลที่เป็นผลสดนั้นการกระจายของเมล็ดส่วนมากจะกระจายโดยอาศัยนกและสัตว์ป่า (White, 1994) ไม้ต้นเหล่านี้จะมี

วิวัฒนาการในการดึงดูดนกและสัตว์ต่าง ๆ เพื่อช่วยในการกระจายตัวของเมล็ด เช่น มีผลที่มีสีสันสวยงาม ผลมีขนาดต่าง ๆ กัน ผลที่มีเนื้อของผลมาก ผลที่มี sarcotesta หรือ aril หุ้มอยู่ ผลที่เมื่อเวลาสุกแล้วหวาน (White, 1994) เช่น *Actinodaphine henryi* Gamb. (ตองลาด) ผลจะเป็นแบบ drupe เมื่อสุกจะมีสีส้มจนถึงสีแดง มีความโดดเด่นมากเมื่ออยู่ในป่าและจะช่วยให้สัตว์ที่ช่วยกระจายผลเมล็ดได้เห็นง่ายยิ่งขึ้น ผลที่มีเนื้อหุ้มเมล็ด (sarcotesta) เช่น *Garcinia xanthochymus* Hk. f. ex T. And. (มะดะหลวง) จะมีเนื้อที่หนาและเมล็ดจะมีเนื้อหุ้มเมล็ดซึ่งจะดึงดูดสัตว์ที่ช่วยกระจายเมล็ดได้ด้วย สำหรับผลที่มีขนาดใหญ่นั้นมักจะมีสีไม่สวยแต่มันก็มีเส้นใยและเนื้อที่ชุ่มน้ำ สัตว์ที่ช่วยกระจายเมล็ดของไม้ต้นเหล่านี้มักจะเป็นพวกช้างหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีขนาดใหญ่ เช่น ลิง (White, 1994)

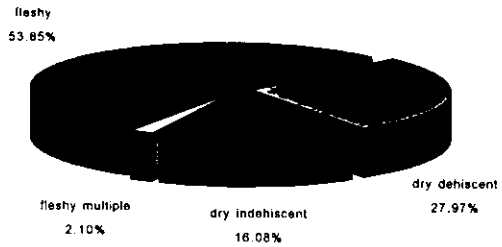
สำหรับกลุ่มของผลที่พบรองลงไป คือ ผลแห้งแล้วแตก (dry dehiscent) พบ 40 ชนิด คิดเป็น 28.57 เปอร์เซ็นต์ ชนิดของผลที่อยู่ในกลุ่มนี้ คือ capsule, follicle และ legume ผลในกลุ่มนี้จะมีกลไกที่ช่วยในการกระจายเมล็ดแตกต่างไปจากผลสด สำหรับพวก legume บางชนิดนั้น เปลือกของผลจะแข็งและเมื่อผลแก่เต็มที่ก็จะแตกและมีการบิดตัวเมล็ดก็จะกระเด็นออกจากต้นแม่ได้ (White, 1994) ผลแบบแห้งแล้วแตกที่พบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยที่เป็น legume เช่น *Adenanthera pavonina* L. var. *microsperma* (Teijsm. & Binn.) Niels. (มะกล่ำตาแดง) ผลแห้งแล้วแตกบางชนิดที่พบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เมล็ดมี aril ที่มีสีสดและฉ่ำน้ำหุ้มอยู่ ซึ่งเมื่อผลนั้นแก่และแตกออกก็จะเห็น aril ที่มีสีสดอยู่ด้านใน ก็จะช่วยดึงดูดพวกนกและสัตว์ที่ช่วยกระจายเมล็ดได้ (White, 1994) ที่พบในอุทยานฯ เช่น *Aphanamixis polystachya* (Wall.) R. Parker (ตาเสือ) มี aril สีแดง

ผลแห้งแล้วไม่แตก (dry indehiscent) พบ 22 ชนิด คิดเป็น 15.71 เปอร์เซ็นต์ ผลที่อยู่ในกลุ่มนี้ คือ nut, achene, samara การกระจายผลและเมล็ด ในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกัน nut ที่พบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พบในวงศ์ Fagaceae เช่น *Castanopsis tribuloides* (Sm.) A. DC. (ก่อเดือย), *Quercus lanata* Smith (ก่อแอบ) สำหรับผลและเมล็ดของก่อนั้น สัตว์ที่ช่วยกระจายเมล็ดส่วนมากจะเป็นพวกสัตว์กัดแทะ เช่น กระรอก, หนู ส่วนวงศ์ Juglandaceae ซึ่งเป็น nut ที่มีความพิเศษตรงที่มีปีกยื่นออกมาจากผลอีกทีหนึ่ง ซึ่งปีกที่ยื่นออกมานั้นคือส่วนของ bract (Keng, 1969) ที่พบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เช่น *Engelhardia spicata* Lechen. ex Bl. var. *spicata* (ค่าหด) และในวงศ์ Dipterocapaceae ก็มีผลเป็นแบบ nut และมีปีกเช่นเดียวกันแต่ส่วนของปีกนั้นพัฒนามาจาก calyx (Keng, 1969) เช่น *Dipterocarpus turbinatus* Gaertn. f. (ยางปาย) ผลเหล่านี้จะอาศัยลมช่วยในการกระจายผลและเมล็ด (Henry, 1930)

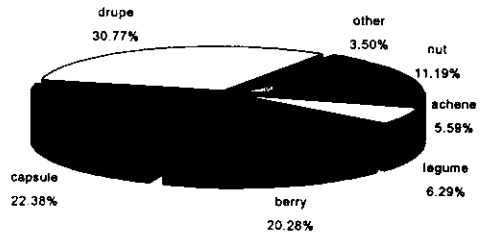
ผลรวม (multiple fruits) พบ 3 ชนิด คิดเป็น 2.14 เปอร์เซ็นต์ ที่พบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เช่น *Artocarpus gomezianus* Wall. ex Trec. (หาดหนุน) และ *Artocarpus lanceolata* Trec. (หาด) ผลจะมีขนาดใหญ่และเมล็ดจะฝังอยู่ในกลีบเลี้ยงและกลีบดอกที่เจริญมาพร้อมกับ ovary (Keng, 1969) ดังนั้นผลชนิดนี้ส่วนใหญ่จะมีการกระจายของเมล็ดโดยอาศัยสัตว์ขนาดใหญ่ที่สามารถกินผลของมันได้และเมล็ดสามารถผ่านกระเพาะได้ ซึ่งอาจจะเป็นพวกลิง ชะนี ช้าง

ผลและเมล็ดที่อาศัยลมช่วยในการกระจายผลและเมล็ด (wind dispersal) (ภาพที่ 4) จำนวนชนิดที่มีการกระจายผลและเมล็ดโดยอาศัยลมนั้น จะมีจำนวนชนิดน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม จากนั้นจำนวนชนิดจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนเมษายน และจำนวนชนิดก็ค่อย ๆ ลดลง จนถึงช่วงต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม ไม้ต้นที่อาศัยลมช่วยในการกระจายผลและเมล็ดที่พบในอุทยานฯ เช่น *Schima wallichii* (DC.) Korth. (ทะโล้) ผลเป็นแบบ loculicidal capsule ซึ่งเมื่อผลแตกออกแล้ว เมล็ดที่อยู่ภายใน ซึ่งเป็นเมล็ดที่มีขนาดเล็กและมีส่วนที่ยื่นออกมาเป็นปีก (wing seed) ช่วงติดผลคือเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ *Vernonia volkameriifolia* DC. var. *volkameriifolia* (มะโหกตน) ผลแบบ achene ที่ตรงปลายของผลจะมีกลุ่มของขนยาว ๆ (pappus) (Hooker, 1875) ช่วยในการพยุงผลให้ลอยไปได้ไกล ๆ ช่วงในการติดผลคือเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม *Markhamia stipulata* (Wall.) Seem. ex Sch. var. *kerrii* Sprague (แคหัวหมู) ผลแบบ loculicidal capsule ที่ภายในบรรจุเมล็ดที่มีปีกจำนวนมากและเมื่อผลแตกเมล็ดเหล่านั้นก็กระจายไป *Engelhardia spicata* Lechen. ex Bl. var. *colebrookeana* (Lindl. ex Wall.) O.K. ผลเป็นแบบ nut ที่มีปีก และกระจายผลไปโดยลมเช่นกัน ช่วงติดผลคือ

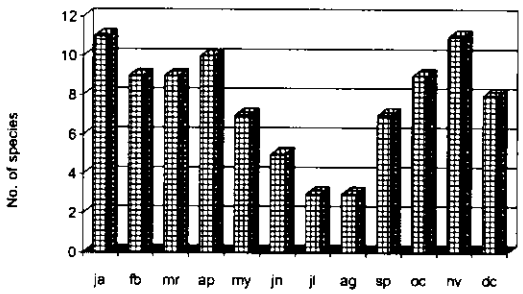
เดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน จากลักษณะกราฟที่มีจำนวนชนิดแตกต่างกันในแต่ละเดือนนั้น อาจเนื่องมาจากการปรับตัวของไม้ต้นให้มีการติดผลในช่วงที่มีลมแรง เพื่อเหตุผลที่ว่าผลและเมล็ดของไม้ต้นเหล่านี้จะสามารถกระจายไปได้ไกล และสามารถที่จะงอกเป็นต้นกล้าได้ถ้ากระจายไปสู่สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม



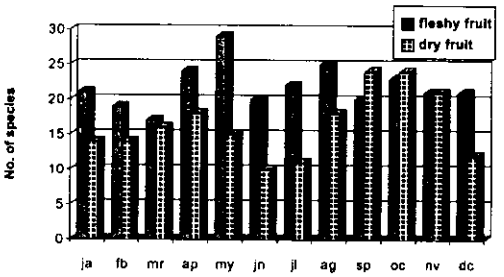
ภาพที่ 2. กลุ่มของผลที่พบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย



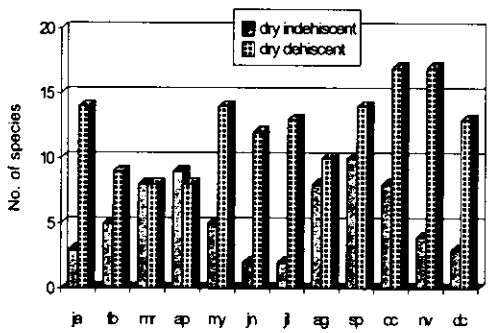
ภาพที่ 3. ชนิดของผลที่พบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย



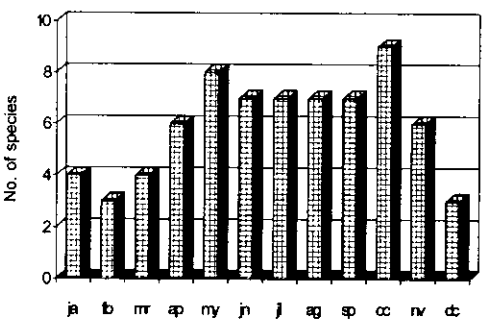
ภาพที่ 4. ผลและเมล็ดที่กระจายโดยลมในแต่ละเดือน



ภาพที่ 5. จำนวนชนิดของไม้ต้นที่มีผลสดเปรียบเทียบกับผลแห้งในแต่ละเดือน



ภาพที่ 6. จำนวนชนิดของไม้ต้นที่มีผลแห้งแล้วแตกเปรียบเทียบกับผลแห้งแล้วไม่แตกในแต่ละเดือน



ภาพที่ 7. จำนวนชนิดของไม้ต้นที่เมล็ดมี aril หุ้มเมล็ดอยู่ในแต่ละเดือน

ชนิดของผล

ชนิดของผลที่พบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย (ภาพที่ 3) ชนิดที่พบมากที่สุด คือ drupe 31.43%, capsule 22.86%, berry 19.29%, nut 11.43%, legume 6.43%, achene 5.71% และผลชนิดอื่น ๆ ที่พบเพียงเล็กน้อยคือ samara, pome, sorosis 2.86%

ผลสด (Fleshy Fruits) และผลแห้ง (Dry Fruits) กับช่วงเวลาการติดผลในช่วงเวลา 1 ปี

กลุ่มของผลสดและผลแห้งนั้น เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลการติดผลของไม้ต้นแต่ละชนิดกับฐานข้อมูลดอยสุเทพของหอพรรณไม้ ผลสดมีจำนวนชนิดไม่ค่อยมีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน โดยในเดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคมนั้นจะมีจำนวนชนิดมาก ไม้ต้นที่พบในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยที่ติดผลในช่วงนี้ เช่น *Prunus cerasoides* D. Don

(ฉวีวรรณ) ส่วนกลุ่มของผลที่เป็นผลแห้งนั้นจะพบมากอยู่ 2 ช่วงใน 1 ปี (ภาพที่ 5) จำนวนชนิดของไม้ต้นที่ผลเป็นผลแห้งนั้นจะมีอยู่น้อยในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน เช่น *Dipterocarpus turbinatus* Gaertn. f. นั้นมีผลแบบ nut ที่มีปีก กระจายผลและเมล็ดโดยอาศัยลม และอีกช่วงหนึ่งที่มีจำนวนชนิดออกผลมาก คือ ช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูหนาว เช่น *Markhamia stipulata* (Wall.) Seem. ex K. Sch. var. *kerrii* Sprague ผลเป็นแบบ capsule ที่เมื่อแตกแล้วเมล็ดก็จะอาศัยลมช่วยในการกระจายเหมือนกัน เพราะเมล็ดเป็นแบบมีปีก (wing seed) ดังนั้นใน 2 ช่วงที่พบจำนวนชนิดของไม้ต้นที่มีผลแบบแห้งมากก็อาจเนื่องมาจากการปรับตัวของพืชเอง เพราะในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวนั้นจะมีลมแรง จะช่วยในการกระจายเมล็ดได้ดี หรืออาจจะเป็นเพราะว่าในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวนั้น ความชื้นในอากาศและในดินนั้นจะมีน้อยกว่าในฤดูฝน ไม้ต้นเหล่านี้จึงต้องมีการปรับตัวให้มีการสร้างผลและเมล็ดที่ไม่ต้องฉ่ำน้ำมากเพื่อช่วยลดการสูญเสียน้ำได้ทางหนึ่ง ส่วนในเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม ที่มีจำนวนชนิดน้อยนั้นก็อาจจะมาจากเหตุผลเดียวกัน คือ ในช่วงนี้เป็นช่วงฤดูฝน มีปริมาณความชื้นในดินและในอากาศมากเพียงพอสำหรับการเจริญ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องปรับตัวให้ใช้น้ำน้อยลง จึงมีผลแบบผลแห้งน้อย

ภาพที่ 6 เปรียบเทียบเฉพาะในกลุ่มของผลแห้งในเดือนที่ไม้ต้นติดผล ผลแห้งแล้วแตก (dry dehiscent) และผลแห้งแล้วไม่แตก (dry indehiscent) สำหรับผลแห้งแล้วแตกนั้นรูปแบบของกราฟไม่ค่อยมีความชัดเจน แต่ก็พอจะบอกได้ว่า ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายนนั้นมีจำนวนชนิดของไม้ต้นที่ติดผลในช่วงนี้น้อย ซึ่งในช่วงนี้น่าจะมีจำนวนชนิดของไม้ต้นที่มีผลแบบแห้งแล้วแตกนี้อยู่มาก แต่จากการวิเคราะห์กลับพบว่ามีน้อยที่สุด อาจจะเป็นเพราะว่าชนิดของผลแห้งแล้วแตกนั้น ไม่ได้อาศัยลมช่วยในการกระจายเมล็ดก็ได้ แต่อาศัยสัตว์ในการกระจายเมล็ด ไม้ต้นที่ติดผลในช่วงนี้ เช่น *Aphanamixis polystachya* (Wall.) R. Parker และ *Horsfieldia amygdalina* (Wall.) Warb. var. *amygdalina* (เลือดนก) ทั้งสองชนิดมีผลเป็นแบบ capsule และเมล็ดก็มี aril หุ้มอยู่ พวกสัตว์จึงมีบทบาทสำหรับกระจายเมล็ดมากกว่าลม ส่วนในเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน มีจำนวนชนิดมากที่สุด แต่ในเดือนอื่น ๆ ก็มีจำนวนชนิดใกล้เคียงกัน ส่วนผลแห้งแล้วไม่แตกนั้นจะมีรูปแบบของกราฟมีช่วงสูงสุดอยู่ 2 ช่วง คือ ในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน และต่ำสุดอยู่ 2 ช่วงเช่นกัน คือในเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม และในเดือนธันวาคม ถึงเดือนมกราคม ในเดือนเมษายนที่มีจำนวนชนิดมากนั้น ไม้ต้นที่ติดผลในช่วงเดือนนี้ เช่น *Gochnatia decora* (Kurz) Cabr. ผลจะเป็นแบบ achene ซึ่งมีน้ำหนักเบา กระจายไปได้โดยลม และ *Hiptage benghalensis* (L.) Kurz ssp. *candicans* (Hk. f.) Siri. (สะเลา) ผลเป็นแบบ samara ซึ่งก็จะอาศัยลมในการกระจายผลและเมล็ดเช่นเดียวกัน ส่วนใหญ่ผลของไม้ต้นที่พบว่าติดผลในเดือนนี้ส่วนมากจะกระจายผลและเมล็ดโดยลม และอีกช่วงคือ ในเดือนกันยายน ชนิดที่พบในช่วงนี้ส่วนใหญ่เป็นพวกก่อ เช่น *Lithocarpus lindleyanus* (Wall.) A. Camus (ก่อด่าง), *Quercus kerrii* Craib var. *kerrii* (ก่อแพะ) และ *Castanopsis tribuloides* (Sm.) A. DC ผลเป็นแบบ nut กระจายเมล็ดโดยสัตว์กัดแทะ เช่น กระรอก

เมล็ดที่มี Aril หุ้มกับช่วงเวลาการติดผลในช่วงเวลา 1 ปี

Aril คือ ส่วนที่หุ้มเมล็ดอยู่ โดยเจริญมาจากชั้นของเนื้อเยื่อที่เจริญมาจาก hilum, funiculus, chalaza หรือ raphe (Garwood, 1997) มีลักษณะฉ่ำน้ำและสามารถที่จะดึงดูดให้สัตว์มากินและช่วยในการกระจายเมล็ดได้ (White, 1994) (ภาพที่ 7) แสดงจำนวนชนิดของเมล็ดที่มี aril หุ้มของในแต่ละเดือนในช่วงเวลา 1 ปี จำนวนชนิดของไม้ต้นที่เมล็ดมี aril หุ้มอยู่จะมีจำนวนชนิดมากอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับภาพที่ 3 (เมล็ดกระจายโดยลม) จะเห็นว่ามีความแตกต่างกัน โดยจำนวนชนิดของไม้ต้นที่มีเมล็ดที่กระจายโดยลมนั้นจะมีจำนวนชนิดน้อยในช่วงเดือนกรกฎาคม สิงหาคมและเดือนที่ใกล้เคียง แต่สำหรับจำนวนชนิดของไม้ต้นที่มี aril หุ้มอยู่นั้นจะมีจำนวนชนิดมากอยู่ในช่วงนี้พอดี ซึ่งมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะไม้ต้นจำเป็นที่จะต้องมีการปรับตัวให้อยู่รอดต่อไป เมื่อมันไม่สามารถที่จะปรับตัวและปรับโครงสร้างของของผลและเมล็ดให้ใช้ลมช่วยในการกระจายผลและเมล็ดได้ซึ่งอาจจะเป็นลักษณะที่แตกต่างทางโครงสร้างบางประการหรือลักษณะการดำรงชีวิตของมันเองที่แตกต่างจากไม้ต้นที่สามารถสร้างผลและเมล็ดที่ลมช่วยในการกระจาย จึงได้พัฒนาให้เมล็ดมีส่วนที่ฉ่ำน้ำและมีสีสันสวยงามช่วยดึงดูดให้สัตว์มากินและช่วยในการกระจายเมล็ดได้แทนที่จะเป็นการกระจายโดยอาศัยลม

ไม้ต้นที่มีเมล็ดที่มี aril หุ้มอยู่ที่พบในอุทยานฯ เช่น *Trewia nudiflora* L., *Horsfieldia thorelii* Lec, *Protium serratum* (Wall. ex Colebr.) Engl., *Aphanamixis polystachya* (Wall.) R. Parker เป็นต้น

ไม้ต้นที่มีความเสี่ยงสูงในการสูญพันธุ์

ลักษณะของพืชที่เข้าข่ายที่จะสูญพันธุ์ คือ

1. มีผลและเมล็ดขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก ทำให้มีปัญหาในด้านการกระจายผลและเมล็ดไปสู่สภาพแวดล้อมที่มันต้องการและเหมาะสมสำหรับการเจริญเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ต่อไป ผลส่วนใหญ่ที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากนั้น กลไกที่ช่วยในการกระจายผลและเมล็ดนั้นจะอาศัยสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น ช้าง ลิง ชะนี เป็นต้น เมื่อไม่มีสัตว์เหล่านี้ช่วยในการกระจายผลและเมล็ดของมัน ก็เท่ากับว่า โอกาสที่จะอยู่รอดต่อไปในป่านั้นน้อยลงไป

2. ผลที่เป็นผลสดและเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในสูง ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลที่เป็นผลสดนั้นนอกจากจะกระจายตัวไปได้ยากแล้วยังอาจจะทำให้เมล็ดที่อยู่ภายในผลเกิดความเสียหายได้เนื่องจากเกิดการเน่าเสียของผลทำให้เมล็ดได้รับความเสียหายด้วย ส่วนเมล็ดที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในเมล็ดสูงนั้น จะมีช่วงอายุของเมล็ดสั้น เนื่องจากเมล็ดนั้นต้องพยายามรักษาระดับความชื้นภายในเมล็ดให้เสียไปน้อยที่สุดเพื่อที่จะรักษาความมีชีวิต ถ้าหากความชื้นภายในเมล็ดลดลงมากแล้ว เมล็ดนั้นก็จะไม่สามารถที่จะงอกได้ และการที่มีน้ำในเมล็ดมาก ๆ นั้น เมล็ดนั้นก็จะมีปฏิกิริยาต่าง ๆ มากมาย ทำให้สารอาหารที่เก็บสะสมไว้ในเมล็ดนั้นถูกใช้ไป และในที่สุดก็จะทำให้ความมีชีวิตของเมล็ดนั้นลดลง และงอกแล้วจะให้ต้นกล้าและต้นไม้ที่ไม่สมบูรณ์

3. เมล็ดของต้นไม้มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงมาก โดยใช้ระยะเวลาในการงอกน้อย เมื่อเมล็ดงอกได้ทันทีที่ได้รับปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการงอกนั้น แสดงว่าเมล็ดนั้นไม่มีช่วงของการพักตัว จะมีข้อเสีย คือ เมล็ดของต้นไม้เหล่านี้เมื่อมันงอกแล้วไม่เจอกับสภาพที่ต้องการ ต้นกล้านั้นก็อาจจะไม่สามารถมีชีวิตอยู่รอดต่อไปได้ หรือถ้ามีชีวิตอยู่รอดก็อาจจะเป็นต้นไม้ที่ไม่มีความสมบูรณ์ และเมล็ดของต้นไม้เหล่านี้ก็จะไม่มีประโยชน์ในแง่ของการฟื้นฟูสภาพป่าให้กลับคืนมา เพราะจะไม่มีเมล็ดของต้นไม้เหล่านี้หลงเหลืออยู่ในพื้นป่า (seed bank) เพื่อที่จะได้งอกกลับมาเป็นต้นไม้ได้ใหม่ เมื่อพื้นป่านั้นถูกทำลายลง

จากการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะหาชนิดของต้นไม้ที่มีความเสี่ยงสูงในการที่จะสูญพันธุ์ไปจากป่าในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ได้ดังนี้

- *Garcinia cowa* Roxb.

ผลมีขนาดความยาว 49.7 มิลลิเมตร กว้าง 46.3 มิลลิเมตร หนา 46.2 มิลลิเมตร มีความชื้นภายในเมล็ด 54.8% มีเปอร์เซ็นต์การงอกในที่มีแสง 22% ใช้เวลา 27 วัน ในที่ไม่มีแสง 26% ใช้เวลา 20 วัน ผลมีขนาดใหญ่และเมล็ดมีความชื้นสูง สำหรับเปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำนั้นอาจจะเนื่องมาจากเมล็ดนั้นได้นำมาเพาะหลังจากที่ความมีชีวิตของเมล็ดนั้นน้อยหรือเมล็ดนั้นได้สูญเสียความมีชีวิตไปบางส่วนแล้ว

- *Diospyros ehretioides* Wall. ex G. Don

ผลมีขนาดความยาว 51.7 มิลลิเมตร กว้าง 46.2 มิลลิเมตร หนา 45.1 มิลลิเมตร มีความชื้นภายในเมล็ด 52.53% ไม่มีการงอกเลยทั้งในที่มีแสง และในที่ไม่มีแสง ผลเป็น berry มีความฉ่ำน้ำมากและมีขนาดใหญ่ การที่เมล็ดไม่งอกอาจจะมาจากการที่เมล็ดได้สูญเสียการงอกไปหมดแล้ว

- *Spondias pinnata* (L. f.) Kurz

ผลมีขนาดความยาว 54.7 มิลลิเมตร กว้าง 41.9 มิลลิเมตร หนา 38.4 มิลลิเมตร มีความชื้นภายในเมล็ด 60.9% ไม่มีการงอกเลยทั้งในที่มีแสงและในที่ไม่มีแสงซึ่งเมล็ดอาจจะสูญเสียการงอกแล้ว หลังจากที่มันหล่นมาจากต้นแม่ หรืออาจจะมาจากที่มันเป็นผลแบบ drupe ที่มีเปลือกแข็ง (pyrene) หุ้มเมล็ดอยู่และเมล็ดไม่สามารถจะได้รับน้ำอากาศจากภายนอกก็ได้ เมล็ดจึงไม่งอก

- *Rothmannia sootepensis* (Craib) Brem.

ผลมีขนาดความยาว 45.53 มิลลิเมตร กว้าง 27.83 มิลลิเมตร หนา 26.95 มิลลิเมตร มีความชื้นภายในเมล็ด

39.52% มีเปอร์เซ็นต์การงอกในที่มีแสง 100% ใช้เวลาเพียง 1 วัน ในที่ไม่มีแสง 100% ใช้เวลา 14 วัน จะเห็นได้ว่ามันสามารถงอกใช้เวลาเพียง 1 วันเท่านั้น แสดงว่าผลของต้นไม้ชนิดนี้ไม่มีการพักตัวเลย และผลก็มีขนาดใหญ่ถึงแม้ว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นไม่มากเท่าใดก็ตาม แต่ก็ถือว่ามีความเสี่ยงสูงในการที่จะสูญไปจากป่าในอุทยานฯ ได้เหมือนกัน

บทสรุป

จากข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ สามารถที่จะนำมาวิเคราะห์ปัญหาและหาคำตอบได้มากมาย และยังสามารถที่จะเชื่อมเข้ากับฐานข้อมูลอื่น ๆ เพื่อดึงข้อมูลส่วนอื่นมาใช้ได้ด้วย เราสามารถที่จะทราบว่าในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยนั้น ผลสดและผลแห้งมีอยู่ในช่วงใดมากและผลทั้งสองชนิดมีช่วงระยะเวลาในการติดผลต่างกันหรือไม่อย่างไร สามารถที่จะทราบว่าเมล็ดที่มี aril หุ้มอยู่มีมากอยู่ในช่วงใดและเมื่อพิจารณาประกอบกับปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม เราก็สามารถที่จะทราบคำตอบได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น และปัญหาอีกมากมายที่เราสามารถที่จะหาคำตอบได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในฐานข้อมูลของผลและเมล็ด ส่วนข้อมูลทางด้านสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดทั้งหมดไม่ว่าจะเป็น ขนาดของผลและเมล็ด สีของผลและเมล็ด เปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในเมล็ดนั้น เราก็สามารถนำมาวิเคราะห์ปัญหาและหาคำตอบได้ และยังสามารถที่จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยในขั้นสูงต่อไปได้อีกด้วย

จากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลของผลและเมล็ดเชื่อมกับฐานข้อมูลของดอยสุเทพและฐานข้อมูลการงอกของหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า ไม้ต้นที่มีความเสี่ยงสูงในการสูญพันธุ์ ได้แก่ *Garcinia cowa* Roxb., *Diospyros ehretioides* Wall. ex G. Don, *Spondias pinnata* (L. f.) Kurz และ *Rothmannia sootepensis* (Craib) Brem

ไม้ต้นทั้ง 4 ชนิดนั้นเราสามารถที่จะให้ความสำคัญโดยการศึกษาไม้ต้นชนิดนั้นก่อน พยายามให้ความสำคัญเป็นพิเศษ การแนะนำให้ผู้ที่สนใจนำไปปลูก เสนอให้ทางอุทยานฯ ได้ทราบถึงสภาวะของพรรณไม้ชนิดดังกล่าว ก็จะเป็นประโยชน์ในการที่จะพยายามไม่ให้พรรณไม้ชนิดดังกล่าวสูญพันธุ์ไปจากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่าทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเก็บผลและเมล็ด และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539021 ที่ได้สนับสนุนเงินทุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

GARWOOD, N. C. 1997. Fruits and Seeds. The Natural History Museum. (unpublished, in prep).
HENRY. N. B. 1930. The Dispersal of Plants Througout the World. L. Reeve & Co. Ltd., Asford, Kent.
HOOKER, J. D. 1875. Flora of Bristish India. I. L. Reeve & Co. Ltd., London, England.
KENG, H. 1969. Orders and Families of Malayan Seed Plants. University of Malaya Press, Kuala Lumpur. 427 p.
WHITE, J. T. 1994. Pattern of Fruit-Fall Phenology in the Lope Reserve, Gabon. Journal of Tropical Ecology 10: 289-312.

สัณฐานวิทยาและกายวิภาคของถั่วพื้นบ้านในจังหวัดเชียงใหม่ น่าน และแม่ฮ่องสอน

เจนจิรา จตุรัตน์ และ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

MORPHOLOGY AND ANATOMY OF LOCAL LEGUMES IN CHIANG MAI, NAN AND MAE HONG SON PROVINCE

J. Jaturat and P. Trisonthi
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

Seeds of twenty-six local legumes were collected during a survey in Chiang Mai, Nan and Mae Hong son Provinces. They were divided into *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (4 strains), *Dunbaria longeracemosa* Craib., *Lablab purpureus* (L.) Sweet (5 strains), *Lablab* sp. (2 strains), *Phaseolus lunatus* L., *P. vulgaris* L., *Vinga unguiculata* (L.) Walp. (8 strains) and *V. umbellata.* Ohwi & Ohashi (4 strains). Morphological study indicated that there were differences in flowers, pods and seed of each sample. Anatomical study showed differences in layers and arrangements of sclerenchyma and types of vascular bundles in the pods. Characteristics of the cuticle, height of macrosclereids and size and number of layers of lagenosclereids were unlinked in the anatomy of seed coat.

Key words: legumes, flowers, pods, seeds, morphology, anatomy

บทนำ

พืชตระกูลถั่วเป็นพรรณพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีอยู่หลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยเพราะเป็นพืชอายุสั้น มีการปฏิบัติรักษาน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับพืชเศรษฐกิจอย่างอื่น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2526) และมีการศึกษาปรับปรุงพันธุ์ตลอดเวลาเพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีคุณสมบัติตามความต้องการ ในเมล็ดถั่วมีโปรตีน และไขมันอยู่ในปริมาณมาก ดังนั้นถั่วจึงเป็นพืชที่มีประโยชน์และมีคุณค่าทั้งเป็นอาหาร และวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ การศึกษาครั้งนี้เน้นศึกษาพืชตระกูลถั่วที่เป็นถั่วพื้นบ้าน เช่น ถั่วแปบ ถั่วมะบอย ถั่วมะแป่ ฯลฯ ถั่วพื้นบ้านจัดเป็นพืชผักที่มีอยู่ในท้องถิ่น มีการปลูกทั่วไปตามหมู่บ้านต่าง ๆ และขึ้นเองตามธรรมชาติ มีความแข็งแรงต้านทานโรคและแมลง มีความปลอดภัยต่อสุขภาพ จากการสำรวจพบว่ามีหลายชนิด จึงคาดว่าเมื่อนำมาศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยา (morphology) และด้านกายวิภาค (anatomy) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการจัดกลุ่มตามหลักอนุกรมวิธาน (taxonomy) จะสามารถนำลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะโครงสร้างภายในของส่วนลำต้น ฝัก และเมล็ดมาช่วยในการจัดจำแนกพืชตระกูลถั่วได้ ทั้งยังเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อเนื่องในด้านอื่น ๆ เช่น ด้านการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต และการปรับปรุงพันธุ์ เป็นต้น

พื้นที่ศึกษา

เก็บเมล็ดพันธุ์ถั่วที่บ้านคุ้ม และบ้านหลวง อำเภอฝาง, อำเภอเมือง, อำเภอหางดง และอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่, บ้านราษฎร์สามัคคี อำเภอเมือง, บ้านสะไล อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ที่บ้านดง และบ้านห้วยฮ่อม อำเภอแม่ลาน้อย, บ้านแม่แอบใน และบ้านช่างหม้อ อำเภอแม่สะเรียง และ อำเภอขุนยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน

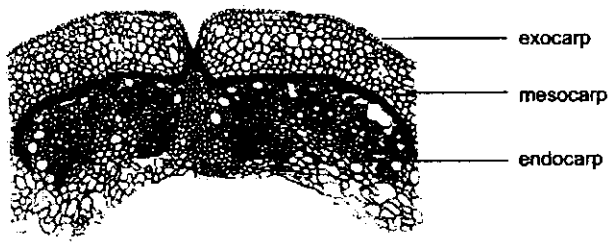
วิธีการ

สำรวจและเก็บตัวอย่างถั่วพื้นบ้านแล้วนำมาปลูกในพื้นที่ทดลอง ศึกษาสัณฐานวิทยาของถั่ว โดยศึกษาโครงสร้างภายนอกของทั้งต้นพร้อมบันทึกลักษณะ ตรวจสอบชื่อพรรณไม้จากเอกสารต่าง ๆ ทางพฤกษศาสตร์ นำตัวอย่างมาทำเป็นตัวอย่างแห้ง ศึกษาโครงสร้างภายในของส่วนลำต้น ฝัก และเมล็ด โดยตัดส่วนที่ต้องการศึกษาแช่ในน้ำยา FAA ทำสไลด์ถาวรโดยตัดตัวอย่างพืชตามขวางด้วย microtome ย้อมสีโดยใช้ Safranin O กับ Fast green นำสไลด์ที่ได้มาตรวจดูโครงสร้างต่าง ๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยตรวจดูลักษณะของเซลล์ ขนาดของเซลล์ การจัดเรียงตัวของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ จำนวนชั้น และรูปแบบ

ผลการวิจัย

ด้านสัณฐานวิทยา

ถั่วพื้นบ้านที่ศึกษาแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นพวกไม้เลื้อย ได้แก่ ถั่วแปบ (*Lablab purpureus*), ถั่วแปยี (*Lablab* sp.), ถั่วมะบอย (*Phaseolus lunatus*), ถั่วสั่วตันตือ (*Phaseolus vulgaris*), ถั่วปี้ (*Vigna unguiculata* var. *unguiculata*) และถั่วมะแป้ (*Vigna umbellata*) มีดอกสีขาว เหลือง และขาวอมม่วง กลุ่มที่สองเป็นพวกไม้พุ่ม ได้แก่ ถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan*) และไม้เลื้อยที่มีเนื้อไม้ ได้แก่ ถั่วน้ำครั่ง (*Dunbaria longeracemosa*) มีดอกสีเหลือง ถึงเหลืองแดง ทั้งหมดมีช่อดอกแบบ raceme ยาวหรือ raceme สั้น ๆ ใบแบบ pinnately trifoliolate ฝักมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 5-30 ซม. ส่วนใหญ่มีสีเขียวแต่ในถั่วแปบพันธุ์ที่ 5 ฝักสีเขียวแต่สันฝักมีสีม่วงดำ ถั่วสั่วตันตือ ฝักสีเหลืองมีสีแดงอมชมพูกระจายทั่วฝัก และถั่วปี้ พันธุ์ที่ 7 ฝักสีขาวอมเหลืองมีลายสีแดงส้มกระจายทั่วฝัก เมล็ดมีลักษณะที่แตกต่างกันโดยเฉพาะสีเมล็ดและมีขนาดตั้งแต่ 4.5-14.5 มม. รูปร่างกลม รูปไข่ไปจนถึงยาวรี ส่วนของ hilum ในสกุล *Cajanus* และ *Dunbaria* จะอยู่บริเวณกลางเมล็ด *Phaseolus* อยู่บริเวณค่อนไปทางปลายเมล็ดแต่มีขนาดใกล้เคียงกัน ในสกุล *Lablab* นั้น hilum มีขนาดยาวอยู่เหนือระดับเมล็ดและมีขนาดใหญ่ที่สุด สำหรับ *Vigna* จะมีขนาด hilum ใหญ่กว่า 3 สกุลแรกเล็กน้อยอยู่บริเวณค่อนไปทางปลายเมล็ด

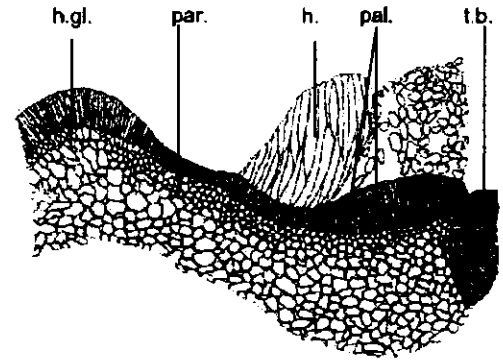


ภาพที่ 1. โครงสร้างภายในฝัก

ด้านกายวิภาค

โครงสร้างภายในฝักถั่วประกอบไปด้วย 3 ชั้น ชั้นแรกเรียกว่า exocarp เซลล์ชั้นนี้จะเป็นพวก epidermis ชั้นที่สอง คือ mesocarp เป็นพวกเนื้อเยื่อ parenchyma และ ชั้นที่ 3 คือ endocarp เป็นพวกเนื้อเยื่อ sclerenchyma เรียงเป็นแถวและกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง ซึ่งส่วนของฝักมีความแตกต่างของ sclerenchyma ในด้านของจำนวนชั้นและการจัดเรียงตัวรวมถึงรูปแบบของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง โดยสกุล *Lablab* มี 3-5 ชั้นเซลล์เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ *Phaseolus* และ *Vigna* มี 5-7 ชั้นและ 2-3 ชั้นตามลำดับเซลล์เรียงตัวเป็นระเบียบ กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงทั้ง 3 สกุลค่อนข้างกระจายแต่ *Phaseolus lunatus* เซลล์ของ sclerenchyma จะเรียงตัวไม่เป็นระเบียบและกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอยู่เป็นกลุ่ม ๆ ส่วน *Cajanus* และ *Dunbaria* มี 4-10 ชั้นเซลล์เรียงตัวเป็นระเบียบ กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอยู่เป็นกลุ่ม ๆ

โครงสร้างภายในเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อดังต่อไปนี้ คือ ชั้นนอกสุดเป็นพวก cuticle ถัดมาเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อ macrosclereids (palisade cells) พบ 2 ชั้น คือ palisade และ counter-palisade อยู่บริเวณใต้ hilum ต่อมาเป็นเนื้อเยื่อ lagenosclereids (hour-glass cells) เป็นชั้นที่อยู่ระหว่าง palisade cells และเนื้อเยื่อ parenchyma มีรูป flask-shaped ชั้นในสุดเป็นพวกเนื้อเยื่อ endosperm ในแต่ละชั้นจะมีความแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 2. โครงสร้างภายในเปลือกหุ้มเมล็ด
h.=hilum; h.gl.=hour-glass cell; pal.=palisade cells; par.=parenchyma; t.b.=tracheid bar

ตารางที่ 1. แสดงลักษณะของชั้นเนื้อเยื่อภายในเปลือกหุ้มเมล็ดของถั่ว 5 สกุล

genus	ลักษณะ cuticle	macrosclereids	lagenosclereids	
		ความสูง (μm)	สัดส่วน ความกว้าง/ความยาว	จำนวนชั้น
Cajanus	เรียบ	90-110	1/5-1/9	3-4
Dunbaria	เรียบ	100	1/5	1
Lablab	เรียบ	100-120	1/3-1/4	3-4
Phaseolus	ขรุขระเล็กน้อย	75-85	1/2-1/3	1
Vigna	ขรุขระเล็กน้อย	50-65	1/2-1/4	1

บทวิจารณ์

การสำรวจถั่วพื้นบ้านในจังหวัดเชียงใหม่ น่าน และแม่ฮ่องสอน พบว่าถั่วส่วนใหญ่ที่พบจัดอยู่ใน 3 สกุลด้วยกันคือ *Lablab, Phaseolus* และ *Vigna* ทั้ง 3 สกุลจัดอยู่ใน subtribes Phaseolinae ส่วน *Cajanus* และ *Dunbaria* จัดอยู่ใน subtribes Cajaninae (Niyomdham, 1994) ซึ่งอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยามาใช้ในการจัดจำแนก จากลักษณะความแตกต่างของฝัก และเมล็ด สามารถนำมาสร้างรูปวิธาน (น้อย, 2527) แยกตามลักษณะรูปร่าง ขนาดของฝัก และเมล็ด สำหรับการศึกษาด้านกายวิภาค ผลการศึกษาโครงสร้างภายในฝักที่มีความแตกต่างกันในด้านจำนวนชั้นและการจัดเรียงตัวของ sclerenchyma รวมถึงรูปแบบของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงสามารถจัดจำแนกถั่วที่ศึกษาได้ตามสกุลที่พบ โดยแต่ละสกุลจะมีลักษณะที่เหมือนกัน ยกเว้น ถั่วมะบอย (*Phaseolus lunatus*) มีลักษณะที่แตกต่างออกไปจากถั่วสั่วตันตือ (*Phaseolus vulgaris*) อาจเนื่องจากเป็นคนละชนิดกัน ในส่วนโครงสร้างภายในเปลือกหุ้มเมล็ดลักษณะ cuticle ที่พบมี 2 แบบ คือ เรียบ และขรุขระเล็กน้อย ซึ่งความแตกต่างในส่วนนี้มีไม่มากนัก จะป้องกันโครงสร้างนี้เสียหายจะต้องตัดให้บางพอสมควร (Chowdhury and Buth, 1970) พบความแตกต่างของเนื้อเยื่อ macrosclereids ในด้านความสูง โดยวัดบริเวณใต้ hilum ซึ่งบริเวณนี้เซลล์ค่อนข้างคงตัว สำหรับเนื้อเยื่อ lagenosclereids ลักษณะรูปร่างที่พบมีเพียงแบบเดียวเท่านั้น คือ flask-shaped แต่จะมีขนาดที่แตกต่างกันไปโดยวัดขนาดบริเวณที่ห่างจาก hilum มาเล็กน้อยซึ่งเป็นบริเวณที่เซลล์มีขนาดใหญ่ที่สุด สามารถใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดในถั่วต่างชนิดกันได้

บทสรุป

1. ถั่วพื้นบ้านแต่ละชนิดมีลักษณะโครงสร้างภายนอกที่แตกต่างกัน
2. โครงสร้างภายในฝักมีความแตกต่างในด้านจำนวนชั้น การจัดเรียงตัวของ sclerenchyma และรูปแบบของเนื้อเยื่อลำเลียง
3. โครงสร้างภายในเปลือกหุ้มเมล็ดมีความแตกต่างของลักษณะ cuticle เนื้อเยื่อ macrosclereids และ lagenosclereids

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541056

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2526. ถั่วต่าง ๆ. เอกสารวิชาการที่ 28. สำนักข่าวพาณิชย์.

น้อย เกียรติทวี. 2527. อนุกรมวิธานและรูปวิธานของผลของพืชตระกูลถั่วที่กินได้. การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

CHOWDHURY, K. A. AND G. M. BUTH. 1970. Seed coat structure and anatomy of Indian pulses. In New research on plant anatomy, Academic Press, London. pp. 169-179.

NIYOMDHAM, C. 1994. Thai Forest Bulletin. No. 22. Rumthai Press Co. Ltd., pp. 20-88.

การศึกษาพืชล้มลุกตระกูลถั่ววงศ์ PAPILIONACEAE ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

จิตติพร ทรรศนียากร และ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

A STUDY OF HERBACEOUS PAPILIONACEAE IN THE UPPER NORTH OF THAILAND

J. Thatsaneeyakorn and P. Trisonthi
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

A study of herbaceous Papilionaceae in the upper north of Thailand was carried out between May 1998 and April 1999. Plant specimens were collected using a random sampling method along main roads. Three hundred and twenty plant specimens were collected from 90 sites. They were classified into 106 species and 38 genera. Most plants were *Desmodium* and *Crotalaria*. The common plants were *Aeschynomene americana* L., *Crotalaria pallida* Ait. and *Desmodium triflorum* (L.) DC. Soil pH ranged from 5-7 and altitude ranged from 200-2,200 m. Most plants were found in open areas.

Key words: Papilionaceae, diversity, survey

บทนำ

ประเทศไทยอยู่ในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร มีความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของพืชพรรณสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดพรรณพืช และเป็นศูนย์กลางการกระจายของพรรณไม้ที่มีอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (วีระชัย, 2537) การสนับสนุนให้มีการศึกษาค้นคว้าหาความหลากหลายทางชีวภาพอาจมีการค้นพบพืชชนิดใหม่ ๆ ที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ประกอบกับการนำเอาเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้จะทำให้สามารถพัฒนาปรับปรุงพืชพันธุ์ใหม่ ๆ ได้อย่างรวดเร็วและให้ประโยชน์แก่มนุษย์อย่างใหญ่หลวง (วิสุทธิ์, 2532) ดังนั้นข้อมูลทางด้านอนุกรมวิธาน และการกระจายพันธุ์ของพืชจึงควรมีการรวบรวมไว้เพราะจะทำให้มีทางเลือกในการปรับปรุงพันธุ์ และยังทราบสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดในแต่ละลักษณะภูมิประเทศ (Williams, 1983) การศึกษาครั้งนี้ดัดแปลงวิธีการเก็บตัวอย่างจากวิธีการเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ของ Reid and Strickland (1983)โดยตัวอย่างพืชที่ได้จากการสำรวจจะนำมาศึกษาลักษณะทางด้านสัณฐานวิทยาและอนุกรมวิธานของพืชล้มลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ซึ่งนอกจากจะเป็นการบันทึกข้อมูลพื้นฐานที่มีส่วนสำคัญในการประยุกต์ใช้บางสายพันธุ์ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ แล้ว ยังเป็นการแสวงหาและรักษาความหลากหลายของพืชล้มลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae อีกด้วย

พื้นที่ศึกษา

8 จังหวัด ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ตามเส้นทางหลวงสายหลัก ได้แก่ แม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่, เชียงราย, พะเยา, น่าน, ลำพูน, ลำปาง และแพร่

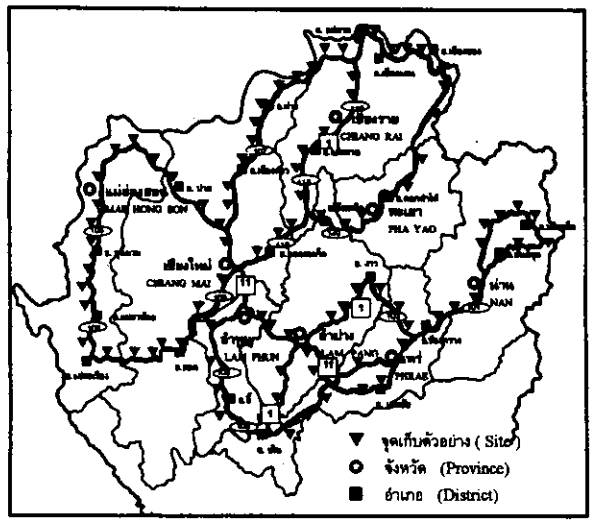
วิธีการ

เดินทางเก็บตัวอย่างตามเส้นทางหลวงสายหลักใน 8 จังหวัด โดยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง (random sampling methods) โดยหยุดทุก ๆ 20 กิโลเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ เมื่อพบพืชเป้าหมายในพื้นที่นั้นก็นับเป็นจุดเก็บตัวอย่าง จากนั้นเก็บตัวอย่างพืชเพื่อทำเป็นตัวอย่างแห้ง ถ่ายรูปพืช และสภาพพื้นที่ วัดความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง pH ของดิน และบันทึกข้อมูลภาคสนาม ทำเครื่องหมายกำหนดจุดเก็บตัวอย่างบนแผนที่เพื่อบันทึกเส้นทางการเดินทาง นำตัวอย่างพืชที่เก็บจากจุดต่างๆ มาศึกษาในห้องปฏิบัติการโดย

ตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและวาดรูปประกอบการบรรยายลักษณะทางสัณฐานวิทยา จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของชื่อวิทยาศาสตร์ที่หอพรรณไม้ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ และหอพรรณไม้ กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัย

จากการสำรวจพืชล้มลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae ตามเส้นทางหลวงสายหลักในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2541 ถึงเดือนเมษายน 2542 จากจุดเก็บตัวอย่าง 90 จุด (ภาพที่ 1) ได้ตัวอย่างพืช 320 ตัวอย่าง จำแนกได้ 106 ชนิด จัดอยู่ใน 38 สกุล พืชส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Desmodium* และ *Crotalaria* (ตารางที่ 1) พืชที่พบทั่วไป ได้แก่ *Aeschynomene americana* L., *Crotalaria pallida* Ait. และ *Desmodium triflorum* (L.) DC. เส้นทางการเดินทางด้านทิศตะวันตกพบความแตกต่างของชนิดพืชมากกว่าเส้นทางการเดินทางด้านทิศตะวันออก pH ของดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่างอยู่ระหว่าง 5-7 ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ระหว่าง 200-2,200 เมตร พืชส่วนใหญ่พบบริเวณที่โล่งแจ้ง บริเวณจุดเก็บตัวอย่างข้างทางหลวงที่มีการปรับปรุงหรือก่อสร้างถนนใหม่ และบริเวณพื้นที่ทางการเกษตรจะพบพืชที่มีความแตกต่างกันทั้งชนิด และลักษณะทางสัณฐานวิทยามากกว่าจุดอื่น



ภาพที่ 1. เส้นทางการเดินทางและจุดเก็บตัวอย่างในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

ตารางที่ 1. ชื่อสกุลและจำนวนชนิดของพืชล้มลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae ที่สำรวจพบ

No.	Genera	No. of species
1.	*Abrus* Adans.	1
2.	*Aeschynomene* L.	2
3.	*Alysicarpus* Desv.	2
4.	*Atylosia* Wight & Arn. (syn.*Cajanus* DC.)	2
5.	*Calopogonium* Desv.	1
6.	*Centrosema* (DC.) Benth.	1
7.	*Christia* Moench	1
8.	*Clitoria* L.	1
9.	*Codariocalyx* Hassk.	1
10.	*Crotalaria* L.	17
11.	*Cruddasia* Prain.	1
12.	*Dendrolobium* (Wight & Arn.) Benth.	1
13.	*Desmodium* Desv.	20
14.	*Diphyllarium* Gagnep.	1
15.	*Dolichos* L.	2
16.	*Dumasia* DC.	2
17.	*Dunbaria* W. & A.	3
18.	*Dysolobium* (Benth.) Prain	1
19.	*Eriosema* (DC.) Desv.	1
20.	*Flemingia* Roxb. ex Ait. f.	6
21.	*Indigofera* L.	5
22.	*Macroptilium* (Benth.) Urb.	1
23.	*Mucuna* Adans.	1
24.	*Phaseolus* L.	1
25.	*Phylacium* Bennett	1
26.	*Phyllodium* Desv.	2
27.	*Pueraria* DC.	3
28.	*Pycnospora* R.Br. ex Wight & Arn.	1
29.	*Rhynchosia* Lour.	1
30.	*Sesbania* Adans.	2
31.	*Shuteria* W. & A.	4
32.	*Smithia* Aiton	2
33.	*Stylosanthes* Sw.	1
34.	*Tadehagi* Ohashi	1
35.	*Tephrosia* Pers.	4
36.	*Uraria* Desv.	5
37.	*Vigna* Savi	3
38.	*Zornia* J. Gmel.	1
Total		106

บทวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลทางด้านสัณฐานวิทยาและอนุกรมวิธานซึ่งเป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานที่รอการศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้ใน

ด้านต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการศึกษาในด้านอื่นอย่างต่อเนื่อง เช่น พืชในสกุล *Pueraria* ซึ่งเป็นสกุลของกวาวเครือ (*Pueraria candollei* Grah. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham syn., *Pueraria mirifica* Airy Shaw et Suvatabandhu) ที่กำลังเป็นที่สนใจในปัจจุบันนี้ กวาวเครือเป็นพรรณไม้ถิ่นเดียวของไทย พบทางภาคเหนือที่จังหวัดเชียงใหม่ และลำปาง ขึ้นในป่าเบญจพรรณบนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 250-800 เมตร (ราชบัณฑิตยสถาน, 2538) สารเคมีที่พบในหัวกวาวเครือ คือ miroestrol (Jones and Pope, 1961; Kashemsanta *et al.*, 1957) puerarin และ mirificin (Nilanidhi *et al.*, 1957) ซึ่งได้ทำการทดลองในหนู พบว่ามีฤทธิ์เหมือนฮอร์โมนเพศหญิง (ราชบัณฑิตยสถาน, 2538) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าพืชที่อยู่ในสกุลเดียวกันอาจพบสารประเภทเดียวกับที่พบในหัวกวาวเครือได้

การใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรของพืชล้มลุกตระกูลถั่วในสกุลอื่น ได้แก่ การเพิ่มไนโตรเจนในดินโดยการตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศโดยอาศัยกิจกรรมร่วมกันหรือเกื้อกูลกันระหว่างไรโซเบียม (แบคทีเรีย) และพืชตระกูลถั่ว (สมศักดิ์, 2541) จากการศึกษาพบว่าพืชบางชนิดที่ได้จากการสำรวจมีการศึกษาความสามารถในการตรึงไนโตรเจนแล้วโดยการทดสอบหาปริมาณการตรึงไนโตรเจน เช่น *Calopogonium mucunoides* Desv. มีปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้ 59.2-72.0 กก.N /ไร่/ปี *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 11.7-56.4 กก.N /ไร่/ปี *Centrosema pubescens* Benth. 20.2-63.7 กก.N /ไร่/ปี *Stylosanthes* spp. 5.4-35.2 กก.N /ไร่/ปี และ *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. 15.8 กก.N /ไร่/ปี ส่วน *Calopogonium mucunoides* Desv. และ *Centrosema pubescens* Benth. นั้นนอกจากนำมาทำเป็นปุ๋ยสดแล้วยังสามารถปลูกคลุมดินได้อีกด้วย (สมศักดิ์, 2541) นอกจากนี้ *Desmodium heterocarpon* DC., *D. heterophyllum* DC., *D. ovalifolium* Wall. และ *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. ก็มีการนำมาใช้ปลูกคลุมดินทางการเกษตรเช่นเดียวกัน (Schultze-Kraft and Pattanavibul, 1990) จึงควรมีการนำพืชตระกูลถั่วประเภทเลื้อยปกคลุมดินมาทดสอบประสิทธิภาพช่วยลดการพังทะลายของดิน เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ด้านการปรับปรุงดินทางการเกษตร ในด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชตระกูลถั่วเพื่อเป็นอาหารสัตว์พบว่า พืชตระกูลถั่วทั้งหมดมีเพียงบางชนิด เท่านั้นที่ปลูกเพื่อเป็นอาหารสัตว์ โดยมีแหล่งดั้งเดิมและการแพร่กระจายพันธุ์ที่ต่างกัน (William,1983) โดยถั่วเขตร้อนที่ใช้ปลูกเป็นอาหารสัตว์ มีเพียง 14 สกุล 24 ชนิด โดยสกุล *Desmodium* และ *Stylosanthes* มีจำนวนชนิดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ *Centrosema* ปัจจุบันในประเทศไทยมีการนำถั่วเหล่านี้มาศึกษาทั้งหมดและแนะนำให้เกษตรกรปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์เป็นส่วนใหญ่ ยกเว้น *Calopogonium* ซึ่งแนะนำให้ปลูกเป็นพืชคลุมดินในสวนยางพารา และไม้สวนยืนต้นอื่น ๆ (สายัณห์, 2540) ซึ่งพืชส่วนใหญ่ที่ได้จากการสำรวจครั้งนี้ในสกุล *Desmodium* น่าจะมีการนำมาใช้ประโยชน์เป็นพ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์เป็นพืชอาหารสัตว์ได้

การใช้ประโยชน์ด้านข้อมูล pH ของดิน พบว่า pH ของดินมีผลต่อความต้องการธาตุอาหารสำหรับการเข้าสู่ปมและการเกิดปมโดยไรโซเบียม (สมศักดิ์, 2541) แบคทีเรียสกุลไรโซเบียมต้องการ Ca สำหรับการเข้าสู่ปม และเกิดปม ปกติปริมาณหรือความเข้มข้นของ Ca ที่แบคทีเรียต้องการจะมากกว่าปริมาณหรือความเข้มข้นที่พืชตระกูลถั่วต้องการ โดยเฉพาะเมื่อดินเป็นกรดปานกลาง (moderately acid) Ca จะละลายออกมามากกว่า (0.125-2.0 mM) ในดินที่มี pH เป็นกลาง ซึ่งทำให้การเข้าสู่รากและการเกิดปมโดยไรโซเบียมสูงขึ้น (Andrew, 1976; Lowther, 1970) นั่นคือในสภาพแวดล้อมหรือในดินที่มีความเป็นกรด Ca จะละลายได้มากกว่าเมื่อดินเป็นกลางหรือเป็นด่าง และการที่ Ca ละลายได้ในปริมาณสูงกว่าดังกล่าวนี้ เป็นผลให้การเข้าสู่รากพืชตระกูลถั่วและการทำให้เกิดปมที่รากโดยไรโซเบียมได้ดีกว่า ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณหรือความเข้มข้นของ Ca ในสารละลายดิน pH ของดิน และการเข้าสู่รากและการทำให้เกิดปมที่รากพืชมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด (สมศักดิ์, 2541)

การเก็บข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมของพืชตระกูลถั่ว ค่า pH ของดินจึงมีความสำคัญสำหรับผู้ที่ต้องการใช้ประโยชน์ด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช เห็นได้ชัดจากการเดินทางเก็บตัวอย่างเชื้อพันธุ์ (germplasm) ของพืชตระกูลถั่วเขตร้อนที่เป็นอาหารสัตว์ในเวียดนาม และในประเทศไทยของ Schutze-Kraft และคณะ ในปี ค.ศ. 1992 ก็มีการบันทึกข้อมูลค่า pH ของดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่างพบว่าในประเทศไทย pH ของดินอยู่ระหว่าง 4.4-5.2 (Schutze-Kraft *et al.*,

1993) ซึ่งดินค่อนข้างจะเป็นกรดเช่นเดียวกันกับข้อมูลจากการสำรวจพบว่าพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างพืชมี pH อยู่ระหว่าง 5-7 โดยส่วนใหญ่พบที่ pH 5-6

การติดตามเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมมักพบว่าตัวอย่างพืชบริเวณจุดเก็บตัวอย่างเดิมถูกทำลาย ทั้งจากธรรมชาติโดยไฟป่า และจากมนุษย์โดยการขยายพื้นที่ทางการเกษตรและการกำจัดวัชพืชบริเวณข้างทางหลวง ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายของพืชสัมลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae จึงควรมีการศึกษาบริเวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเพื่อช่วยอนุรักษ์พันธุกรรมของพืชสัมลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยไว้

บทสรุป

ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยยังคงมีความหลากหลายของพืชสัมลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae ทั้งที่นำมาใช้ประโยชน์แล้วและยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ แต่พืชส่วนใหญ่ถูกทำลายทั้งโดยธรรมชาติ และมนุษย์ การทำลายโดยธรรมชาติเกิดจากไฟป่า และการทำลายโดยมนุษย์เกิดจากการเผาพื้นที่บริเวณข้างทางหลวงและพื้นที่เพาะปลูกทางการเกษตรทำให้พืชสัมลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae ถูกทำลายไปด้วย โดยเฉพาะพืชที่จัดเป็นวัชพืชทางการเกษตร ดังนั้นยิ่งแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติของพืชสัมลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae มีการเปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลายมากขึ้น ความหลากหลายของพืชสัมลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae ยิ่งลดน้อยลงและอาจมีผลก่อให้เกิดการสูญเสียแหล่งพันธุกรรมของพืชสัมลุกตระกูลถั่ววงศ์ Papilionaceae ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541055 และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปริทรรศน์ ไตรสนธิ อาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ราชบัณฑิตยสถาน. 2538. อนุกรมวิธานพืช อักษร ก ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. บริษัทเพื่อนพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 495 หน้า.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2532. ความหลากหลายทางชีวภาพ. การสัมมนาชีววิทยา ครั้งที่ 7 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. หน้า 1-13.

วีระชัย ณ นคร. 2537. ความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืชในประเทศไทย. การประชุมสัมมนา เรื่อง พฤกษศาสตร์ไทยในอนาคต. องค์การสวนพฤกษศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 47-58.

สมศักดิ์ วังใน. 2541. การตรึงไนโตรเจน: ไรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 251 หน้า.

สายัณห์ ทัดศรี. 2540. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน: การผลิตและการจัดการ. โรงพิมพ์ลินคอร์น, กรุงเทพฯ. 375 หน้า.

ANDREW, C. S. 1976. Aust. J. Agric. Res. 27: 611. In VINCENT, J. M. (ed.), Nitrogen fixation in legumes. Academic Press, Sydney, New York, London, Paris, San Francisco, Sao Paulo, Tokyo, Toronto.

JONES, H. AND G. S. POPE. 1961. A method for the isolation of miroestrol from *Pueraria mirifica*. J. Endocrinol. 22: 303. In KASHEMSANTA *ET AL.* 1957. Estrogenic substance (miroestrol) from the tuberous roots of *Pueraria mirifica*. Proc. Pacific Sci. Congr. Pacific Sci. Assoc. 9th Bangkok, Thailand. 5: 37.

KASHEMSANTA *ET AL.* 1957. Estrogenic substance (miroestrol) from the tuberous roots of *Pueraria mirifica*. Proc. Pacific Sci. Congr. Pacific Sci. Assoc. 9th Bangkok, Thailand. 5: 37.

LOWTHER, W. L. 1970. Calcium in the nodulation and growth of legumes. Ph.D.Thesis. University of Western Australia, Perth.

NILANIDHI, T., B. KAMTHONG, K. ISARASENA AND D. SHIENGTHONG. 1957. Constituents of the tuberous roots of *Pueraria mirifica*. Ibid 5: 41.

REID, R. AND R. W. STRICKLAND. 1983. Forage plant collection in practice. In MCLVOR, J. G. AND R. A. BRAY (eds.), Genetic resources of forage plants. CSIRO, Melbourne, Australia. 149-156.

SCHULTZE-KARFT, R. AND S. PATTANAVIBUL. 1990. Germplasm collection of tropical forage legumes in Thailand. Thai Journal of Agricultural Science 23(4): 359-369.

SCHULTZE-KARFT, R., H. D. THUAN, P. H. NGUYEN, S. PATTANAVIBUL AND P. SORNPRASITTI. 1993. Collecting tropical forage legume germplasm in Vietnam and Thailand. FAO/TBPGR Plant Genetic Resources Newsletter 91/92: 50-52.

WILLIAM, R. J. 1983. Tropical legumes. In MCLVOR, J. G. AND R. A. BRAY (eds.), Genetic resources of forage plants. CSIRO, Melbourne, Australia. 17-37.

PLANT DIVERSITY AT KHUN KORN WATERFALL FOREST PARK, CHIANG RAI PROVINCE

Thaweesakdi Boonkerd[1], Obchant Thaithong[1], Busban Na Songkhla[1], Chirayupin Chantharaprasong[2], Rossarin Pollawatn[1], Parinyanoot Klinratana[1], Piyapong Rachata[1], Suchada Wongpakam[1] and Panu Kumpalanon[3]

[1]Plants of Thailand Research Unit, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[2]Suan Luang Rama IX, Praves, Bangkok 10260

[3]Khun Korn Waterfall Forest Park, Muang District, Chiang Rai 57000

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของพรรณไม้บริเวณวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย

ทวีศักดิ์ บุญเกิด[1], อบฉันท์ ไทยทอง[1], บุศบรรณ ณ สงขลา[1], จิรายุพิน จันทรประสงค์[2], รสริน พลวัฒน์[1], ปริญญนุช กลิ่นรัตน์[1], ปิยพงษ์ ราชตา[1], สุชาดา วงศ์ภาคำ[1] และ ภาณุ กัมพลานนท์[3]

[1]หน่วยปฏิบัติการวิจัยพรรณไม้ประเทศไทย ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]สวนหลวง ร. 9 เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10260

[3]วนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ อ. เมือง เชียงราย 57000

วนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ตั้งอยู่ในเขต อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีพื้นที่ประมาณ 18 ตารางกิโลเมตร อยู่บนเนินเขาและภูเขา ที่ระดับความสูง 625-1,635 เมตร จากระดับน้ำทะเล ประกอบด้วยป่าเบญจพรรณ และป่าดิบเขาต่ำ ในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม 2540 ถึงเดือนมีนาคม 2542 ได้สำรวจและเก็บตัวอย่างพืชที่มีเนื้อเยื่อลำเลียงได้ 1,694 ตัวอย่าง ได้ตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ พบว่า มีเฟิร์นและพืชกลุ่มใกล้เคียง 155 ชนิด จิมโนสเปอร์ม 3 ชนิด และไม้ดอก 437 ชนิด ในจำนวนนี้มีชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยคือ *Selaginella ciliaris* (Retz.) Spring, *Dendrobium denudans* D. Don, *Dillenia scabrella* (D. Don) Wall. และ *Bauhinia ornata* Kurz var. *subumbellata* (Pierre ex Gagnep.) K. & S. S. Larsen ส่วน *Olax* sp. และ *Drynaria* sp. คาดว่าจะเป็นพืชชนิดใหม่ของโลก

คำหลัก: ความหลากหลายของพืช, ชนิดพันธุ์ใหม่, เชียงราย, น้ำตกขุนกรณ์

INTRODUCTION

As a tropical country, Thailand obtains 15,000-20,000 species of plants which account for 8-10% of estimated total numbers of global plant species (OEPP, 1992; Phengklai, 1989). It is expected that, with continuous site-specific botanical excursion, more new species can be found (OEPP, 1996). Thus botanical researches in some specific areas of Thailand are really needed so as to add new knowledge to Flora of Thailand Project (Santisuk *et al.*, 1991).

Chiang Rai is rather suited for this purpose because this province is still rich in plant diversity. Botanical expedition in this province is also rather poor as compared with the neighboring province Chiang Mai. Preliminary observation of Khun Korn Waterfall Forest Park discovers an endemic species of ferns, *Lomagramma grossoserrata* Holttum. This fern species is known only from the type collection in Phrae province (Tagawa and Iwatsuki, 1988). It is believed that this park also houses other endemic species, such as *Antrophyum winitii* Tagawa & K. Iwats. that is only found once in Chiang Rai. As a result, this research project is aimed to explore plant diversity at Khun Korn Waterfall Forest Park with specially reference to diversity of vascular plants.

STUDY AREA

Khun Korn Waterfall Forest Park was established in 1979. It is located on the left side of Mae Lao Forest and on the right side of Mae Kok Forest in Muang district, Chiang Rai province (Fig. 1), which is northwest, about 26 kilometers of the city center. This area occupies parts of Mae Korn and Huai Chomphu Subdistricts, and has a total area of 18 square kilometers. The park is marked out approximately by the geographical coordinates of 19° 51´-

19° 54′ north latitude and 99° 35′-99° 39′ east longitude. It is bounded on the north by Doi Mae Korn at Ban Pang Takhrai and Ban Pang Khon, on the south by Doi Chang and Doi Mae Mon at Ban Li So Mae Mon, on the east by Huai Ya Di and on the northwest by Doi Kia.

Khun Korn Waterfall Forest Park is the mountainous area, lying in the Continental Highlands. Pendelton (1962) described this physiographic region as a southward extension of the Shan Hills of Myanmar (Robbins and Smitinand, 1966). Its elevation varies from about 625 meters above sea level along the road number 1,208 to 1,635 meters at the summit of Doi Kia.

The climate of the area is monsoonal upon a strong alternation of wet and dry season. The wet-carry northwest monsoon coinciding with the heaviest rain during August-September. Whilst February is the driest month coexisting with the occurrence of the dry northeast monsoon. Chiang Rai station at 394 m above sea level is the nearest station. The climatological data during 1967-1998 shows the average annual rainfall of 1,755.3 mm. The annual relative humidity is about 77%, while the high relative humidity during August-December is 95%. The average annual temperature is about 24.1°C. The average maximum temperature is about 34.8°C in April, and the average minimum is 12.0°C in January (Fig. 2).

According to Smitinand (1977) the vegetation of Khun Korn Waterfall Forest Park can be classified into Moist Upper Mixed Deciduous Forest, Dry Upper Mixed Deciduous Forest and Hill Evergreen Forest (Fig. 1).

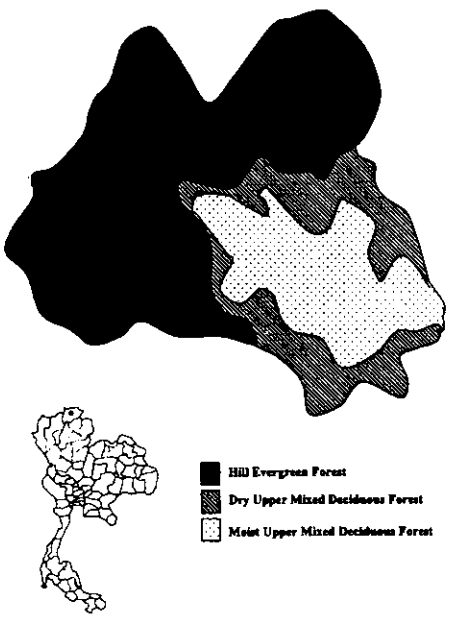


Fig. 1. Location and vegetaion map of Khun Korn Waterfall Forest Park

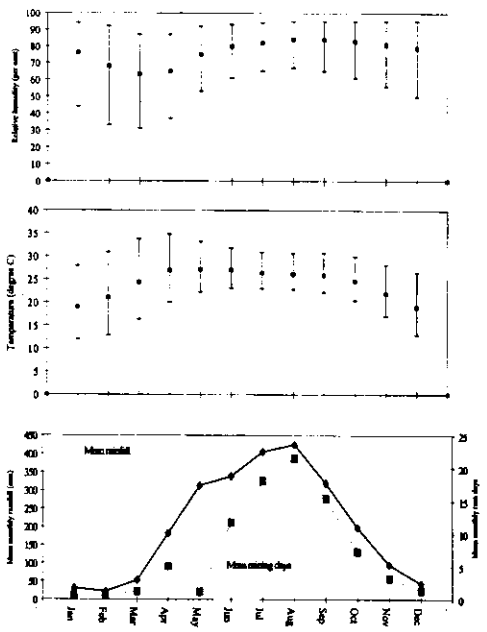


Fig. 2. Climatological data in 1967-1998 from Chiang Rai station at 394 m above sea level (Data from the Department of Meteorology, Bangkok, Thailand)

METHODOLOGY

Plotless method was employed. Six duplicates of plant specimens were collected along forest trails throughout the study area. Attempt have, therefore, been made to visit all habitats and areas every month so as to ensure accurate records of all species.

RESULTS

One thousand six hundreds and ninety four (1,694) numbers of vascular plants were collected from October 1997 to March 1999. Of which, 155 species of pteridophytes, 3 species of gymnosperms and 437 species of angiosperms were recorded (Table 1).

Table 1. Diversity of vascular plant at Khun Korn Waterfall Forest Park (data from October 1997-March 1999)

Plant group	Number of specimen	Number of family	genus	species
1. Pteridophytes	350	26	57	155
2. Gymnosperms	4	3	3	3
3. Angiosperms	1,370	98	303	437
3.1 herbs	511	43	98	112
3.2 shrubs	216	36	64	81
3.3 scandents	63	18	21	30
3.4 climbers	210	23	24	91
3.5 trees	370	48	96	123
Totals	1,694	127	363	595

So far *Selaginella ciliaris* (Retz.) Spring, *Dendrobium denudans* D. Don, *Dillenia scabrella* (D. Don.) Wall. and *Bauhinia ornata* Kurz var. *subumbellata* (Pierre ex Gagnep.) K. & S. S. Larsen are newly recorded species and variety for Thailand, respectively. Moreover *Olax* sp. and *Drynaria* sp. are expected to be new species.

Selaginellaceae

1. *Selaginella ciliaris* (Retz.) Spring (Fig. 3) new record

This species was first observed in India in 1843 from specimen collected by Masters. It is found in mainland China, Taiwan, the Philippines, India and Australia (De Vol, 1975). At Khun Korn Waterfall Forest Park it is found on hill slope in exposed areas in Dry Upper Mixed Deciduous Forest at 670-800 m altitudes.

Orchidaceae

2. *Dendrobium denudans* D. Don (Fig. 4) new record

This epiphytic orchid is found on trunk of small tree in Hill Evergreen Forest at 1,500-1,600 m altitudes. Its previous records of distribution are mainly in northwest Himalaya, northeast India, Nepal and Sikkim.

Dilleniaceae

3. *Dillenia scabrella* (D. Don) Wall. (Fig. 5) new record

Hoogland (1972) noted that this species is closed to *D. pentagyna* Roxb. and occurs naturally in Bengal, Assam, Myanmar and Indochina. This tree is found on hill slope in Dry Upper Mixed Deciduous Forest at 700-800 m altitudes.

Caesalpiniaceae

4. *Bauhinia ornata* Kurz var. *subumbellata* (Pierre ex Gagnep.) K. & S. S. Larsen (Fig. 6) new record

Larsen *et al.* (1984) recorded two varieties of this species from northern Thailand. This new recorded variety is found along Nam Mae Korn bank in Moist Upper Mixed Deciduous Forest at 625-700 m altitudes. This variety was first described in Fl. C.L.V. 18:209. 1980 by K. & S. S. Larsen. It used to be endemic to N. Laos and N. Vietnam.

Olacaceae

5. *Olax* sp. (Figs. 7-8) proposed new species

This species is closed to *Olax imbricata* Roxb., but differs in their fruit morphology. It is found along Nam Mae Korn bank in Moist Upper Mixed Deciduous Forest at 670 m altitude.

Polypodiaceae

6. *Drynaria* sp. (Fig. 9) proposed new species or new variety

This material is similar to *Drynaria bonii* Christ as compared with dry specimens. But quite differ in both nest-leaves and foliage-leaves from living specimens. However, further investigation is needed to clarify taxonomic status of this plant.

DISCUSSION

Diversity of Vascular Plant

This report based on specimen collection during October 1997 and March 1999 (1 ½ years from 3 years project). So far there are still some unidentified specimens due to lack of appropriate keys and references for identification. In addition, our identification are usually based on both vegetative and reproductive characters structures of plants, but however, there are many flowering species that never produced flower within the last 18 months. So this paper accounted for 595 species, 363 genera in 127 families.

To evaluate plant diversity found in the park, number of species and genera of vascular plants in some nearby protected areas was complied. Table 2 shows comparisons, using species/genus ratio of three protected areas in Chiang Mai and Chiang Rai. It can be seen that the species/genus ratio for Doi Chiang Dao and Khun Korn Waterfall Forest Park is 1.64, for Doi Luang it is 1.75. The approximate value for these three sites despite their whole difference in total areas may indicate that Khun Korn Waterfall Forest Park is one of the protected area that rich in vascular-plant diversity.

Table 2. The species/genus ratio comparison among protected areas in northern Thailand

Protected area	Province	Total area sq. km	Species/ genus ratio
Doi Chiang Dao	Chiang Mai	60	1.64
Doi Luang	Chiang Rai	1,000	1.75
Khun Korn Waterfall	Chiang Rai	18	1.64

Note: Data collected from various sources

CONCLUSIONS

1. Khun Korn Waterfall Forest Park is one of the protected area in northern Thailand that rich in vascular-plant diversity.
2. Continuous site-specific survey and collection of plants resulted in finding more new species or varieties.
3. New information on geographical distribution of plants can be recorded.
4. Attempts should be made to encourage taxonomic studies of both vascular and non-vascular plants in certain specific areas.

Figs. 3-9. 3. *Selaginella ciliaris* (Retz.) Spring, 4. *Dendrobium denudans* D. Don., 5. *Dillenia scabrella* (D. Don) Wall, 6. *Bauhinia ornata* Kurz var. *subumbellata* (Pierre ex Gagnep.) K. & S.S. Lasen, 7. Flowers of *Olax* sp., 8. Fruits of *Olax* sp., 9. *Drynaria* sp.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140009.

REFERENCES

HOOGLAND, R. D. 1972. Dilleniaceae. In SMITINAND, T. AND K. LARSEN (eds.), Flora of Thailand. Vol. 2, Part 2, pp. 95-108. The TISTR Press, Bangkok.

DEVOL, C. E. 1975. Selaginellaceae. In LI, H. *ET AL.* (eds.), Flora of Taiwan. Vol. 1, pp. 42-52. Epoch Publishing Co. Ltd., Taipei.

OEPP. 1992. Thailand Country Study on Biodiversity. Ministry of Science Technology and Environment, Bangkok, Thailand.

OEPP. 1996. Thailand's Biodiversity. Ministry of Science Technology and Environment, Bangkok, Thailand.

LARSEN, K. *ET AL.* 1984. Leguminosae-Caesalpinioideae. In SMITINAND, T. AND K. LARSEN (eds.), Flora of Thailand. Vol. 4, Part 1, pp. 1-129. The TISTR Press, Bangkok.

PHENGKLAI, C. 1989. Dicots of Thailand. In WONGSIRI, S. AND S. LORLOHAKARN (eds.), Biodiversity of Thailand. pp. 117-122. Faculty of Science, Chiang Mai University in Co-operation with USAID, Chiang Mai. (in Thai).

ROBBIN, R. G. AND T. SMITINAND. 1966. A Botanical Ascent of Doi Inthanon. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 21: 205-227.

SANTISUK, T. *ET AL.* 1991. Plant for Our Future: Botanical Research and Conservation Needs in Thailand. The Chutima Press, Bangkok.

SMITINAND, T. 1977. Vegetation and Ground Cover of Thailand. Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Technical Paper No. 1. Mimeogr.

TAGAWA, M. AND K. IWATSUKI. 1988. Pteridophytes. In SMITINAND, T. AND K. LARSEN (eds.), Flora of Thailand. Vol. 3, Part 3. The Chutima Press, Bangkok.

การศึกษาความหลากหลายของพรรณไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน

ประนอม จันทรโณทัย[1], อัจฉรา ธรรมถาวร[1], สามารถ ม่วงไหมทอง[2], สุทธิรา ขุมกระโทก[1],

จุฬาลักษณ์ ลาเกิด[1] และ พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

[2]อุทยานแห่งชาติภูพาน ส่วนอุทยานแห่งชาติ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ABSTRACT

STUDY OF PLANT DIVERSITY IN PHU PHAN NATIONAL PARK

P. Chantaranothai[1], A. Thammathaworn[1], S. Moengmhaithong[2], S. Khomgratok[1], J. Lakerd[1] and P. Pornpongrungrueng[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

[2]Phu Phan National Park, National Parks Division, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

A study of plant diversity in Phu Phan National Park was condocted from April 1997 to May 1999. A total of 1,835 specimens were collected. The specimens were classified into 13 families, 23 genera and 40 species of ferns, 2 families 2 genera and 2 species of gymnosperms, 19 families, 75 genera and 122 species of monocotyledons, and 94 families, 267 genera and 398 species of dicotyledons. Among these specimens, six taxa are probably new to science, two are new records for Northeastern Thailand and many endemic species were found. Specimens were described and photographs and slides were taken. All data are being compiled into a specimen database, which is being prepared in Microsoft Access and on a Homepage. Plant communities in 4 sample plots (100x100 m) in dry dipterocarp forest were investigated. The dry dipterocarp forest can be divided into three dominance-types, the *Shorea obtusa-Sindora siamensis* type, the *Shorea obtusa-Dipterocarp obtusifolius* type and the *Dipterocarpus tuberculatus-Parinari anamense* type.

Key words: Northeastern Thailand, Phu Phan National Park, plant diversity, sampling technique

บทนำ

อุทยานแห่งชาติภูพาน ตั้งอยู่ในพื้นที่ของเทือกเขาภูพาน มีพื้นที่ประมาณ 665 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 415,439 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ในสองจังหวัด คือ อำเภอเมือง อำเภอพรรณานิคม อำเภอกุดบาก อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร และ อำเภอสมเด็จ อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ แม้ว่าพื้นที่บางส่วนของอุทยานมีประชาชนเคยอพยพเข้าไปตั้งถิ่นฐานและหาพื้นที่ทำกินในพื้นที่มาก (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2535) แต่อุทยานฯ ยังเป็นเขตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะทรัพยากรป่าไม้มีร้อยละ 81.23 ของพื้นที่อุทยานฯ ซึ่งประกอบด้วยป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง ในอัตราร้อยละ 41.58, 22.16 และ 17.49 ตามลำดับ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2535) ป่าเหล่านี้ยังคงอยู่ในสภาพอุดมสมบูรณ์ จากการสำรวจและศึกษาเอกสารอนุกรมวิธานพืชของประเทศไทย ไม่ปรากฏว่ามีการสำรวจอย่างจริงจัง เพียงแต่เข้ามาสำรวจและเสนอรายชื่อพรรณไม้บางชนิดเท่านั้น ดังนี้

Simpson *et al.* (1995) ได้สำรวจพรรณไม้ในอุทยานฯ 2 ครั้ง ครั้งแรกระหว่างวันที่ 13-19 ตุลาคม 2533 เก็บตัวอย่างพืช 50 หมายเลข เป็นพืชชนิดใหม่ของโลก 1 ชนิด คือ *Platostoma tectum* A. J. Paton (Chantaranothai *et al.*, 774) ซึ่งอยู่ในวงศ์กะเพรา และพบเฟินหายาก ได้แก่ *Bolbitis copelandii* (Chantaranothai *et al.*, 793) และครั้งที่สอง ระหว่างวันที่ 25-26 กุมภาพันธ์ 2536 เก็บตัวอย่างพืช 75 หมายเลข

คณะผู้ศึกษาด้านกายภาพและทรัพยากรธรรมชาติของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2535) ได้จัดทำรายชื่อของพรรณไม้ในป่าประเภทต่าง ๆ ดังนี้ ป่าเต็งรัง จำนวน 52 ชนิด ป่าเบญจพรรณ จำนวน 27 ชนิด และป่าดิบแล้ง จำนวน 23 ชนิด จำนวนชนิดของพืชที่บันทึกนี้ บางชนิดไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ และรายชื่อพรรณไม้นั้น ส่วนใหญ่เป็นไม้ต้น

ในปี 1994 Simpson และคณะสำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในเขตอุทยานฯ จำนวน 102 หมายเลข พบพืชชนิดใหม่ของโลก 1 ชนิด คือ *Platostoma fimbriatum* A. J. Paton (Chantaranothai *et al.*, 1642) และได้มีการบรรยายโดย Paton (1997)

จากสภาพพื้นที่ที่สวยงามและความหลากหลายของพรรณไม้ จึงน่าสนใจที่จะศึกษาทางอนุกรมวิธานพืชในเขตอุทยานฯ เพื่อที่จะทราบถึงชนิดต่าง ๆ ของพรรณไม้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาทางพฤกษศาสตร์นิเวศวิทยา การกระจายพันธุ์ และสาขาที่เกี่ยวข้อง ประกอบกับปัจจุบันอุทยานฯ ได้รับการส่งเสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดสกลนคร และตั้งศูนย์อบรมสิ่งแวดล้อม "รักเรา รักษ์โลก" ที่อุทยานฯ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์อีกทางหนึ่งในการให้ความรู้แก่ผู้สนใจ และเป็นข้อมูลพื้นฐานในด้านการส่งเสริมให้มีการหวงแหนและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติด้วย

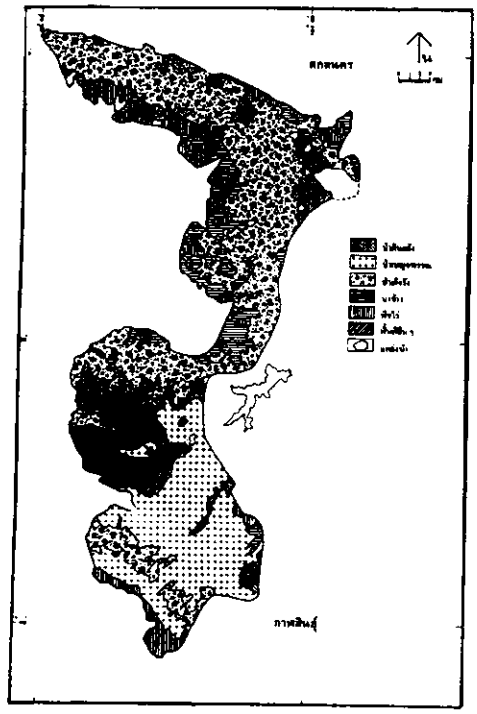
ป่าเต็งรัง ป่าแดง ป่าโคก หรือป่าแพะเป็นสังคมพืชป่าผลัดใบชนิดหนึ่ง พบแพร่กระจายในเขตเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สังคมป่าเต็งรังประกอบด้วยพรรณไม้หลายชนิด เช่น เต็ง, รัง, เหียง, พลวง, แดง, ประดู่, มะค่าแต้ และมะกอกกัน เป็นต้น สังคมป่าเต็งรังจะพบในที่ซึ่งภูมิอากาศมีฤดูกาลชัดเจน โดยมีฤดูแล้งที่ยาวนาน 5-6 เดือน และมีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 1,000 มิลลิเมตร ต่อปี

ประเทศไทยมีป่าเต็งรังซึ่งพบมากในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ในพื้นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อย พื้นดินเป็นดินทราย ป่านี้จะพบในที่ระดับความสูงไม่เกิน 800 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เนื่องจากสังคมป่าเต็งรังมีขอบเขตการกระจายกว้างขวางโดยเฉพาะในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ซึ่งมีพื้นที่ร้อยละ 41.58 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด หรือประมาณ 276.51 ตารางกิโลเมตร (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2535) และพบป่านี้ได้ในพื้นที่ส่วนใหญ่ทางตอนเหนือ และบางส่วนทางตอนใต้ของอุทยานฯ

เกียรติก้องและชิติ (2527) ศึกษานิเวศวิทยาป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง ในบริเวณโครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานตามพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร พบว่าบริเวณที่ศึกษาป่าเต็งรังนั้นมีพรรณไม้ 54 ชนิด และเถาวัลย์ 2 ชนิด ในพื้นที่ 5,000 ตารางเมตร มีจำนวนพรรณไม้ 167 ต้นต่อไร่ หรือ 1,041 ต้นต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ เต็ง (77.62%) รองลงมาได้แก่ รัง (51.82%) จึงเป็นสังคมย่อยเต็งรัง

พื้นที่ศึกษา

ศึกษาความหลากหลายของพรรณไม้ในพื้นที่อุทยานฯ ทั้งหมด ตามแผนที่ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1. แผนที่อุทยานแห่งชาติภูพาน

วิธีการ

การศึกษาพรรณไม้

ออกสำรวจเพื่อเก็บพรรณไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ระหว่างเดือนเมษายน 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2542 เดือนละครั้ง ครั้งละ 3-4 วัน โดยเก็บพืชทั้งต้น หรือบางส่วนที่มีใบ ดอก และ/หรือ ผล 1-5 ชิ้นต่อชนิด บันทึกลักษณะพืช ข้อมูลทางนิเวศวิทยา ถ่ายภาพสีและภาพสไลด์ นำตัวอย่างที่ได้มาตรวจวิเคราะห์เพื่อให้ได้ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยใช้รูปวิธานหรือเปรียบเทียบจากตัวอย่างพรรณไม้แห้ง ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา วัดขนาดส่วนต่าง ๆ ของพืช นำข้อมูลที่ได้มาบรรยายลักษณะทางอนุกรมวิธานพืช ตัวอย่างพรรณไม้แห้งและ/หรือดอง เก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ส่วนตัวอย่างพรรณไม้ที่มีจำนวนซ้ำมาก จะส่งให้หอพรรณไม้ กรมป่าไม้, พิพิธภัณฑ์พืช สวนพฤกษศาสตร์คิว ประเทศสหราชอาณาจักร, พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา ประเทศสวีเดน และพิพิธภัณฑ์พืช สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์สังคมป่าเต็งรัง

เก็บข้อมูลพรรณไม้จากแปลงตัวอย่างที่มีสภาพค่อนข้างสมบูรณ์ถูกรบกวนจากการตัดไม้น้อยที่สุด ขนาด 100x100 เมตร จำนวน 4 แปลง ที่ตั้งของแปลงที่ 1 อยู่ที่ 17°N 09.23′, 103°E 58.59′ ที่ตั้งของแปลงที่ 2 อยู่ที่ 17°N 07.09′, 103°E 59.14′ ที่ตั้งของแปลงที่ 3 อยู่ที่ 17°N 09.23′, 103°E 58.59′ และที่ตั้งของแปลงที่ 4 อยู่ที่ 17°N 04.01′, 103°E 58.16′ ทำการสุ่มสำรวจพรรณไม้จากแต่ละแปลงตัวอย่าง ขนาด 10x10 เมตร จำนวน 20 แปลง วัดต้นไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป บันทึกชนิดและขนาดของพรรณไม้ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาชื่อวิทยาศาสตร์ของพืช ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และดัชนีความสำคัญ

ผลการวิจัย

การศึกษาพรรณไม้

จากการสำรวจพรรณไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ระหว่างเดือนเมษายน 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2542 เก็บตัวอย่างพรรณไม้ได้รวมทั้งสิ้น 1,835 หมายเลข และได้ตรวจวิเคราะห์เพื่อให้ได้ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องถึงอันดับชนิด สรุปได้ดังนี้ พืชกลุ่มเฟินมี 13 วงศ์ 23 สกุล 40 ชนิด กลุ่มจิมโนสเปิร์มมี 2 วงศ์ 2 สกุล 2 ชนิด กลุ่มพืชมีดอกจำแนกเป็นพืชใบเลี้ยงคู่มี 94 วงศ์ 267 สกุล 398 ชนิด และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมี 19 วงศ์ 75 สกุล 122 ชนิด ยังมีพืชอีกหลายชนิดที่ตรวจวิเคราะห์ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องถึงอันดับวงศ์ และสกุล ยังไม่สามารถตรวจสอบถึงชนิด

พบพรรณไม้ถิ่นเดียว เช่น สัมเสี้ยวเถา (*Bauhinia lakhonensis* Gagnep.) หญ้าชุมศรี (*Germainia pilosa* Chai-Anan) และพรรณไม้หายากหลายชนิดเป็นพรรณไม้ที่รายงานครั้งแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ดาวราย (*Craibiodendron stellatum* W. W. Smith) และทับทิมสยาม (*Drymoda siamensis* Schltr.) เป็นต้น

พบพรรณไม้ที่คาดว่าจะเป็นพรรณไม้ชนิดใหม่ของโลก จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *Murdania* จำนวน 2 ชนิด วงศ์ Commelinaceae, *Blumea* sp. วงศ์ Compositae, *Phyllanthus* sp. วงศ์ Euphorbiaceae และพรรณไม้อีก 2 ชนิดในวงศ์ Zingiberaceae

ในการศึกษาครั้งนี้ได้บรรยายลักษณะอย่างละเอียดของพืชแต่ละชนิด พร้อมกับบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะทางนิเวศวิทยา แหล่งที่พบ การกระจายพันธุ์ ถ่ายภาพพรรณไม้ทั้งภาพสีและสไลด์สี ตัวอย่างพรรณไม้แห้งและดองเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การวิเคราะห์สังคมป่าเต็งรัง

จากการสุ่มศึกษาสังคมป่าเต็งรัง จำนวน 4 แปลง ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน พบพรรณไม้ยืนต้นในแปลงที่ 1 จำนวน 23 ชนิด แปลงที่ 2 จำนวน 20 ชนิด แปลงที่ 3 จำนวน 28 ชนิด และแปลงที่ 4 จำนวน 21 ชนิด และวิเคราะห์หาความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และดัชนีความสำคัญ (ตารางที่ 1-4) จากข้อมูลของพรรณไม้ที่พบในแปลงศึกษา

1. แปลงที่ 1

1.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์มากที่สุดในแปลงนี้ ได้แก่ เต็ง (14.27%) รองลงมา ได้แก่ เหมือดโลด (6.74%) ติ้ว (5.95%) กะอาม (5.95%) และช้างน้าว (3.97%) ตามลำดับ

1.2 ความถี่สัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์มากที่สุด ได้แก่ เต็ง (20.83%) รองลงมา ได้แก่ เหียง (15.63%) เหมือดโลด (11.64%) แดง (10.42%) พืชไม่ทราบชื่อหมายเลข 1 (5.21%) และรักใหญ่ (4.17%) ตามลำดับ

1.3 ความเด่นสัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความเด่นสัมพัทธ์มากที่สุด ได้แก่ มะค่าแต้ (31.35%) รองลงมา ได้แก่ ประดู่ (9.67%) รัง (7.04%) ตีนนก (6.80%) แดง (4.60%) และกระโดน (3.70%) ตามลำดับ

1.4 ค่าดัชนีความสำคัญ พรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ เต็ง (37.68%) รองลงมา ได้แก่ มะค่าแต้ (34.37%) เหียง (22.71%) เหมือดโลด (19.84%) แดง (17.60%) และประดู่ (16.32%) ตามลำดับ

2. แปลงที่ 2

2.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์มากที่สุดในแปลงที่ 2 ได้แก่ เต็ง (20.71%) รองลงมา ได้แก่ พืชไม่ทราบชื่อหมายเลข 2 (7.41%) เหียง (6.43%) รักใหญ่ (6.43%) พืชไม่ทราบชื่อหมายเลข 5 (5.00%) และเหมือดโลด (4.29%) ตามลำดับ

2.2 ความถี่สัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์มากที่สุด ได้แก่ เต็ง (23.08%) รองลงมา ได้แก่ เหียง (16.67%) รักใหญ่ (12.82%) เหมือดโลด (11.54%) พืชไม่ทราบชื่อหมายเลข 5 (10.26%) และชะมวง (3.85%) ตามลำดับ

2.3 ความเด่นสัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความเด่นสัมพัทธ์มากที่สุด ได้แก่ ประดู่ (15.26%) รองลงมาได้แก่ มะพอก (14.96%) เขลง (12.93%) พืชไม่ทราบชื่อหมายเลข 2 (7.97%) เหียง (7.10%) และส้าน (5.37) ตามลำดับ

2.4 ค่าดัชนีความสำคัญ พรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ เต็ง (46.16%) รองลงมา ได้แก่ เหียง (30.20%) ประดู่ (20.11%) มะพอก (19.81%) เหมือดโลด (18.61%) และเขลง (17.18%) ตามลำดับ

3. แปลงที่ 3

3.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์มากที่สุดในแปลงนี้ ได้แก่ เต็ง (13.04%) รองลงมา ได้แก่ เหียง (7.45%) เหมือดโลด (5.59%) ก่อตะลับนวด (5.59%) และกราวเดาะ (4.476%) ตามลำดับ

3.2 ความถี่สัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์มากที่สุด ได้แก่ เต็ง (14.78%) รองลงมา ได้แก่ เหียง (13.91%) ก่อเดือย (13.04%) ก่อตะลับนวด (11.30%) และเหมือดโลด (8.70%) ตามลำดับ

ตารางที่ 1. องค์ประกอบของชนิดพรรณพืช ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และดัชนีความสำคัญของป่าเต็งรัง (แปลงที่ 1) ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน

พรรณไม้	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	ความเด่นสัมพัทธ์	ดัชนีความสำคัญ
Aporusa villosa Baill. เหมือดโลด	6.74	11.46	1.64	19.84
Canarium subulatum Guill. มะกอกเกลื้อน	1.98	1.04	0.797	3.82
Careya arborea Roxb. กระโดน	1.98	3.13	3.70	8.81
Cratoxylum formosum Dyer ติ้วขาว	5.95	1.04	1.92	8.91
Crypteronia paniculata Blume กะอาม	5.95	1.04	3.00	9.99
Dillenia aurea Smith มะส้าน	1.98	3.13	2.39	7.50
Dipterocarpus obtusifolius Teijsm. เหียง	4.36	15.63	2.72	22.71
Gluta usitata (Wall.) Ding Hou รักใหญ่	2.97	4.17	3.00	10.14
Haldina cordifolia Ridsd. กว้าว	1.98	2.08	2.72	6.78
Irvingia malayana Oliv. ex A. Benn. กระบก	1.98	2.08	2.53	6.59
Millettia leucantha Kurz กระพี้เขาควาย	1.98	1.04	1.50	4.52
Morinda coreia Ham. ยอป่า	1.98	1.04	0.94	3.96
Ochna integerrima Merr. กระแจะ	3.97	1.04	3.43	8.44
Parinari anamense Hance มะพอก	1.98	1.04	3.14	6.16
Pterocarpus macrocarpus Kurz ประดู่	2.48	4.17	9.67	16.32
Shorea siamensis Miq. รัง	2.66	3.13	7.04	12.83
S. obtusa Wall. เต็ง	14.27	20.83	2.58	37.68
Sindora siamensis Teijsm. ex Miq. มะค่าแต้	1.98	1.04	31.35	34.37
Terminalia chebula Retz. สมอไทย	1.98	3.13	1.59	6.70
Vitex pinnata L. ตีนนก	1.98	2.08	6.80	10.86
Wendlandia tinctoria A. DC. แข้งกวาง	1.98	1.04	0.47	3.49
Xylia xylocarpa Taub. แดง	2.58	10.42	4.60	17.60
Unknown 1	1.98	5.21	2.44	9.63

ตารางที่ 2. องค์ประกอบของชนิดพรรณพืช ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และดัชนีความสำคัญของป่าเต็งรัง (แปลงที่ 2) ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน

พรรณไม้	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	ความเด่นสัมพัทธ์	ดัชนีความสำคัญ
Anacolosa ilicoides Mast. ก่อแซะ	3.57	1.28	3.61	8.46
Anneslea fragrans Wall. สารภีป่า	3.57	1.28	3.91	8.76
Aporusa villosa Baill. เหมือดโลด	4.29	11.54	2.78	18.61
Canarium subulatum Guill. มะกอกเกลื้อน	3.57	1.28	3.16	8.01
Dalbergia cochinchinensis Pierre พยูง	3.57	1.28	12.93	17.78
Dillenia aurea Smith มะส้าน	3.57	1.28	5.37	10.22
Dipterocarpus obtusifolius Teijsm. เหียง	6.43	16.67	7.10	30.2
Erythrophleum teysmannii Craib พันซาด	3.57	2.56	4.10	10.23
Garcinia cowa Roxb. ชะมวง	3.57	3.85	0.60	8.02
Gluta usitata (Wall.) Ding Hou รักใหญ่	6.43	12.82	6.65	25.9
Heliciopsis terminalis Sleum. เหมือดคน	3.57	1.28	0.49	5.34
Ochna integerrima Merr. กระแจะ	3.57	1.28	0.49	5.34
Parinari anamense Hance มะพอก	3.57	1.28	14.96	19.81
Pterocarpus macrocarpus Kurz ประดู่	3.57	1.28	15.26	20.11
Shorea obtusa Wall. เต็ง	20.71	23.08	2.37	46.16
Xylia xylocarpa Taub. แดง	3.57	2.56	2.44	8.57
Unknown 2	3.57	1.28	7.97	12.82
Unknown 3	7.14	1.28	0.34	8.76
Unknown 4	3.57	2.56	3.16	9.29
Unknown 5	5.00	10.26	2.33	17.59

3.3 ความเด่นสัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความเด่นสัมพัทธ์มากที่สุด ได้แก่ กระพี้เครือ (10.93%) และไข่เน่า (10.93%) รองลงมา ได้แก่ กระบก (7.48%) แดง (6.63%) ก่อหนาม (6.42%) และสารภีป่า (5.10%) ตามลำดับ

3.4 ค่าดัชนีความสำคัญ พรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ เต็ง (30.05%) รองลงมา ได้แก่ เหียง (24.07%) ก่อเดือย (23.15%) ก่อตะลับนวด (19.76%) และเหมือดโลด (16.47%) ตามลำดับ

4. แปลงที่ 4

4.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์มากที่สุดในแปลงนี้ ได้แก่ พลวง (6.80%) รองลงมา ได้แก่ เหียง (4.86%) รกฟ้า (4.86%) แดง (3.98%) และเหมือดโลด (3.40%) ตามลำดับ

ตารางที่ 3. องค์ประกอบของชนิดพรรณพืช ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และดัชนีความสำคัญของป่าถูกทำลาย (แปลงที่ 3) ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน

พรรณไม้	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	ความเด่นสัมพัทธ์	ดัชนีความสำคัญ
Anneslea fragrans Wallich สารภีป่า	3.12	2.61	5.10	10.83
Aporusa villosa Baill. เหมือด	5.59	8.70	2.18	16.50
Butea sp.	2.33	0.87	3.72	6.92
Canarium subulatum Guill. มะกอกเกลื้อน	2.33	0.87	1.06	4.26
Careya arborea Roxb. กระโดน	2.33	3.48	2.18	7.99
Castaniopsis acuminatissima Rehd. ก่อเดือย	5.12	13.04	4.99	23.15
Craibiodendron stellatum W. W. Smith	2.33	0.87	3.13	6.33
Dalbergia olivari Gamble	2.33	0.87	2.76	5.96
D. foliacea Wall. กระพี้เครือ	2.33	0.87	10.93	14.13
Dillenia obovata Hoogl. ส้าน	3.12	2.61	2.23	7.96
Diospyros ehretioides Wall. ex. G. Don ตับเต่าต้น	2.33	0.87	2.44	5.64
Dipterocarpus obtusifolius Teijsm. ex Miq. เหียง	7.45	13.91	2.71	24.07
Gluta usitata (Wall.) Ding Hou รักใหญ่	2.33	0.87	0.74	3.94
Irvingia malayana Oliv. ex A. Benn.กระบก	2.33	0.87	7.48	10.68
Pterocarpus macrocarpus Kurz ประดู่	2.79	4.35	3.34	10.48
Quercus ramsbottomi A. Camus ก่อตลับนวด	5.59	11.30	2.87	19.76
Schima wallichii (DC.) Korth. คายโซ่	2.33	0.87	0.80	4.0
Shorea obtusa Wall. เต็ง	13.04	14.78	2.23	30.05
Tristaniopsis burmanica (Griff.) Peter G. Wilson & J.T. Waterhouse var. *rufescens* (Hance) J. Pam. & Nic Lughadha ขานาง	3.49	1.74	1.22	6.45
Vitex grabrata R. Br. ไข่เน่า	2.33	0.87	10.93	14.13
V. pinnata L. ตีนนก	2.33	0.87	1.22	4.42
Wendlandia tinctoria A. DC. แข้งกวาง	2.33	0.87	1.70	4.9
Xylia xylocarpa Taub.แดง	3.87	2.61	6.63	13.11
กราวเครือ	3.49	1.74	2.28	7.51
กราวเตาะ	4.66	1.74	2.39	8.79
ก่อกิน	3.73	4.35	2.60	10.86
ก่อหนาม	2.33	1.74	6.42	10.49
ต้นที่มีแผน (unknown)	2.33	0.87	3.72	6.92

4.2 ความถี่สัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์มากที่สุด ได้แก่ พลวง (21.69%) รองลงมา ได้แก่ แดง (14.46%) เต็ง (10.84%) รักใหญ่ และเหียง (7.23%) และ เหมือดโลดและส้าน (6.02%) ตามลำดับ

4.3 ความเด่นสัมพัทธ์ พรรณไม้ที่มีค่าความเด่นสัมพัทธ์มากที่สุด ได้แก่ มะพอก (27.75%) รองลงมา ได้แก่ กระบก (8.37%) รักใหญ่ (7.75%) ยอไม่มีขน (6.82%) และเต็ง (5.89%) ตามลำดับ

4.4 ค่าดัชนีความสำคัญ พรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ พลวง (34.07%) รองลงมา ได้แก่ มะพอก (31.38%) แดง (20.61%) เต็ง (20.52%) และรักใหญ่ (17.8%) ตามลำดับ

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูง 1.30 เมตร ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปในป่าเต็งรังในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน พบว่าพรรณไม้ที่มีความสำคัญทางนิเวศวิทยามากที่สุด ได้แก่ เต็ง และพลวง (แปลงที่ 4) เพราะมีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ซึ่งแสดงว่ามีพรรณไม้ชนิดนี้มีปริมาณการกระจายและมีอิทธิพลต่อพื้นที่ป่าชนิดนี้มากที่สุด ส่วนพรรณไม้รองทั้งสี่แปลงที่ศึกษาต่างกัน และแตกต่างจาก เกียรติก้องและธิติ (2527) ด้วย ในแปลงที่ 1 ได้แก่ มะค่าแต้ (34.37%) และเหียง (22.71%) แปลงที่ 2 ได้แก่ เหียง (30.02%) และประดู่ (20.11%) แปลงที่ 3 ได้แก่ เหียง (24.07%) และก่อเดือย (23.15%) และแปลงที่ 4 ได้แก่ มะพอก (31.38%) และแดง (20.61%) ส่วนผลการศึกษาของ เกียรติก้องและธิติ (2527) เป็น รัง (51.82%) และ รกฟ้า (14.77%) ตามลำดับ พบว่าแปลงที่ 1, 2 และ 3 มีพรรณไม้รองที่สำคัญเป็นเหียงเหมือนกัน แต่แปลงที่ 1 นั้น มะค่าแต้มีความสำคัญมากกว่าเหียง (11.66%) สรุปได้ว่า แปลงที่ 1 สังคมป่าเป็นสังคมย่อย เต็ง-มะค่าแต้ ส่วนแปลงที่ 2 และแปลงที่ 3 เป็นสังคมย่อยเต็ง-เหียง ส่วนในแปลงที่ 4

พรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ พลวง และมีพรรณไม้รองที่สำคัญ ได้แก่ มะพอก สรุปได้ว่าแปลงที่ 4 เป็นสังคมย่อยพลวง-มะพอก ซึ่งต่างจากเกียรติก้องและธิติ (2527) ที่สังคมย่อยเป็นเต็ง-รัง ความแตกต่างนี้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบป่าเต็งรังในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานในระยะเวลา 15 ปี

รัง ซึ่งเป็นพรรณไม้สำคัญชนิดหนึ่งของป่าเต็งรังนั้น ในแปลงที่ 1 มีค่าดัชนีความสำคัญเพียง 12.83% เป็นลำดับที่ 7 ของแปลงที่ศึกษา ส่วนในแปลงที่ 2, 3 และ 4 ไม่พบรัง จากการสังเกตพบว่ารังชอบขึ้นที่ดินค่อนข้างตื้นและมีหินมาก จึงอาจจะสรุปได้ว่าแปลงที่ 1 มีสภาพของพื้นที่เป็นหินและผิวดินตื้นมากกว่า แปลงที่ 2, 3 และ 4 ผลจากการศึกษานี้ทำให้ทราบถึงชนิดและองค์ประกอบของป่า เพื่อช่วยในการเลือกชนิดไม้เพื่อการปลูกเสริมและบำรุงป่าในพื้นที่ของป่าเต็งรังที่ถูกรบกวน และแปลงที่ศึกษานี้ควรจะศึกษาอีกอย่างน้อย 20 ปีข้างหน้าเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของป่าเต็งรัง

ตารางที่ 4. องค์ประกอบของชนิดพรรณพืช ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และดัชนีความสำคัญของป่าเต็งรัง (แปลงที่ 4) ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน

พรรณไม้	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	ความเด่นสัมพัทธ์	ดัชนีความสำคัญ
Anneslea fragrans Wallich สารภีป่า	2.43	1.20	0.31	3.94
Aporusa villosa Baill. เหมือดโลด	3.40	6.02	0.81	10.23
Catunaregam tomentosa (Blume ex DC.) Tirveng. หนามแท่ง	2.43	1.20	2.48	6.11
Dillenia obovata Hoogl. ส้าน	2.43	6.02	5.27	13.72
Dipterocarpus obtusifolius Teijsm ex Miq. เหียง	4.86	7.23	0.74	12.83
D. tuberculatus Roxb. พลวง	6.80	21.69	5.58	34.07
Gardenia erythroclada Kurz. มะคังแดง	2.43	1.20	2.48	6.11
Gluta usitata (Wall.) Ding Hou รัก	2.82	7.23	7.75	17.8
Irvingia malayana Oliv. ex A. Benn. กระบก	2.43	1.20	8.37	12.0
Memecylon edule Roxb. ไม้พลอง	2.43	1.20	0.93	4.56
Morinda elliptica Ridl. ยอ (ไม่มีขน)	2.43	1.20	6.82	10.45
Parinari anamense Hance มะพอก	2.43	1.20	27.75	31.38
Shorea obtusa Wall. เต็ง	3.79	10.84	5.89	20.52
S. siamensis Miq. รัง	2.43	1.20	4.34	7.97
Strychnos nux-vomica L. คูมกา	2.43	3.61	1.86	7.9
Terminalia alata Heyne ex Roth. รกฟ้า	4.86	2.41	1.55	8.82
T. chebula Retz สมอไทย	2.43	2.41	1.24	6.08
Xylia xylocarpa Taub. แดง	3.98	14.46	2.17	20.61
Zizyphus rugosa Lamk. หมากมาย	2.43	2.41	1.55	6.39
นางคำ	2.43	1.20	3.72	7.35
นางนวล	2.43	1.20	2.48	6.11
พิ่งแม่น	2.43	3.61	2.17	8.21

บทสรุป

จากการสำรวจพรรณไม้ตั้งแต่เดือนเมษายน 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2542 เก็บพรรณไม้ได้ทั้งสิ้น 1,835 เลขหมาย จำแนกพืชถึงระดับชนิดได้ดังนี้ พืชกลุ่มเฟินมี 13 วงศ์ 23 สกุล 40 ชนิด กลุ่มจิมโนสเปิร์มมี 2 วงศ์ 2 สกุล 2 ชนิด กลุ่มพืชมีดอกจำแนกเป็นพืชใบเลี้ยงคู่มี 94 วงศ์ 267 สกุล 398 ชนิด และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมี 19 วงศ์ 75 สกุล 122 ชนิด ยังมีพืชอีกหลายชนิดที่ตรวจวิเคราะห์ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องถึงอันดับวงศ์ และสกุล ยังไม่สามารถตรวจสอบถึงชนิด การวิเคราะห์สังคมป่าเต็งรังจำนวน 4 แปลง สรุปได้ว่า แปลงที่ 1 สังคมป่าเป็นสังคมย่อยเต็ง-มะค่าแต้ ส่วนแปลงที่ 2 และแปลงที่ 3 เป็นสังคมย่อยเต็ง-เหียง และแปลงที่ 4 เป็นสังคมย่อยพลวง-มะพอก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139005

เอกสารอ้างอิง

เกียรติก้อง พิดรปรีชา และธิติ วิสารัตน์. 2527. นิเวศวิทยาป่าไม้ บริเวณโครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานตามพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร. รายงานการวิจัย ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กรมป่าไม้.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2535. แผนแม่บทอุทยานแห่งชาติภูพาน เล่ม 2 ข้อมูลพื้นฐาน. รายงานฉบับสมบูรณ์.

PATON, A. 1997. Classification and species of *Platostoma* and its relationship with *Haumaniastrum* (Labiatae). Kew Bulletin 52(2): 258-292.

SIMPSON, D. A., J. A. N. PARNELL, P. CHANTARANOTHAI AND D. J. MIDDLETON. 1995. The Royal Botanic Gardens Kew, Khon Kaen University and Trinity College Dublin expeditions to Thailand 1990 and 1993. Thai Forest Bulletin 23: 50-61.

ความหลากหลายของพรรณพืชบริเวณโตนงาช้าง ภาคใต้ของประเทศไทย

พวงเพ็ญ ศิริรักษ์, กิติเชษฐ์ ศรีดิษฐ, ทวีศักดิ์ ศักดิ์นิมิต, ลัดดา เอกสมทราเมษฐ์, ประกาศ สว่างโชติ, จรัล ลีรติวงศ์, สายใจ จรเอียด และ นฤมล ตันธนา

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

BIODIVERSITY OF PLANTS AT TON-NGA CHANG, SOUTHERN THAILAND

P. Sirirugsa, K. Sridith, T. Saknimit, L. Eksomtramage, P. Sawangchote, J. Leerativong, S. Jornead and N. Tanthana

Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

Biodiversity and communities of vascular plants at Ton-Ngachang Wild life Sanctuary, Songkhla province, were studied from April 1997 to March 1999. One area was selected to set up a 100 m x 100 m permanent plot for the study of plant community structure and composition. Plant specimens were collected twice a month. Plants were identified, herbarium specimens prepared and chromosome counts of some species made. Six hundred and twenty six species of vascular plants belonging to 364 genera and 119 families were collected. Five hundred and fifty five species were identified. One taxon, *Pachylarnax praecalva* Dandy, is a new record for Thailand and several taxa are rare plants in Thailand. The plant communities in the studied areas are classified into five types of vegetation: 1. the lower hillside and valley, 2. the ridge, 3. the upper hillside, 4. gallery and 5. rock plat form. The chromosome numbers of 20 species in 10 genera and three families were determined.

Key words: Ton-Nga Chang, plant community structure, plant biodiversity, chromosome number

บทนำ

ป่าเขตร้อนในภาคใต้ของประเทศไทยนับเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณไม้สูงมากแห่งหนึ่งในโลก เนื่องจากภูมิประเทศในเขตนี้เป็นคาบสมุทรที่ได้รับลมมรสุมเกือบตลอดปี คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพาเอาความชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปะทะคาบสมุทรประมาณเดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาความชื้นจากทะเลอันดามันเข้ามาปะทะคาบสมุทรประมาณเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน ทำให้คาบสมุทรภาคใต้ของไทยได้รับความชุ่มชื้นตลอดปี เหมาะสมต่อการเจริญของพรรณพืชตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม การทำลายแหล่งของพรรณพืชหรือป่าไม้ที่มีมาอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเพื่อการพัฒนาสาธารณูปโภคต่าง ๆ หรือการลักลอบทำลายป่า ล้วนทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชที่มีมาแต่อดีตลดลงอย่างรวดเร็ว การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของพืชแม้จะมีการดำเนินการอยู่บ้างโดยหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องแต่ก็ยังมีการศึกษาไม่มากนัก ดังนั้นก่อนที่ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชจะสูญเสียไปโดยที่ไม่สามารถเรียกคืนได้ การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของพืชอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการจึงต้องดำเนินการอย่างรีบด่วน เพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานของทรัพยากรชีวภาพของพืชที่เหลืออยู่ในปัจจุบัน เพื่อประโยชน์ด้านการจัดการเกี่ยวกับการอนุรักษ์และคุณค่าของพรรณพืช เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่ใหญ่มากแห่งหนึ่งของภาคใต้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาบรรทัดที่ยาวที่สุดของภาคใต้ และบางส่วนของเทือกเขาบรรทัดนี้จะกั้นเขตแดนไทยและมาเลเซีย และโดยเหตุที่โตนงาช้างตั้งอยู่เกือบกึ่งกลางของคาบสมุทรในแนวตะวันออก–ตะวันตก และอยู่ค่อนมาทางใต้มาก พรรณไม้ที่พบในพื้นที่แห่งนี้จึงมีความโดดเด่นน่าศึกษาในเรื่องที่เป็นเขตคาบเกี่ยวของเขตแพร่กระจายพรรณไม้ทางพฤกษภูมิศาสตร์ 2 เขต คือ เขตใต้สุดของเขตการกระจายพันธุ์พืชที่เรียกว่า Indo-malayan region และเขตเหนือสุดบนคาบสมุทรพื้นแผ่นดินของทวีปเอเชียของเขตการกระจายพันธุ์พืชที่เรียกว่า Malesian region เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นป่าดิบชื้นที่อุดมสมบูรณ์โดยจะพบสังคมพืชหลากหลายแบบ บางบริเวณมีโครงสร้างสังคมพืชคล้ายป่าดิบแล้ง (ประกาศ, 2541) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแห่งนี้อยู่ในเขตจังหวัดสงขลา และจังหวัดสตูล ระหว่างเส้นรุ้งที่ 6 องศา 5 ลิปดา ถึง 7 องศา 3 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 8 ลิปดา ถึง 100 องศา 16 ลิปดาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณไม้ในเขตโตนงาช้างนี้ เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทาง

อนุกรมวิธานของพรรณไม้ที่พบในเขตดังกล่าวและนิเวศวิทยาพืชอย่างเป็นระบบตามหลักวิชาการทางพฤกษศาสตร์เป็นครั้งแรก โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม 2540 ถึงเดือนเมษายน 2542 รวมเป็นเวลา 2 ปี

พื้นที่ศึกษา

บริเวณที่ศึกษา คือ ด้านตะวันออกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างซึ่งอยู่ในแนวเทือกเขาบรรทัด โดยศึกษาพรรณพืชต่าง ๆ ที่ครอบคลุมถิ่นที่อยู่ (habitats) ของพืชที่แตกต่างกัน ได้แก่ หุบเขา ที่ราบเชิงเขา สันเขา และยอดเขา บริเวณลานหิน และบริเวณแนวลำห้วย ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 20 ตารางกิโลเมตร ที่ระดับความสูงประมาณ 100 เมตรถึง 762 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

วิธีการ

การศึกษาสังคมพืช

ศึกษาองค์ประกอบพรรณไม้ของสังคมพืชตามลักษณะถิ่นอาศัยที่แตกต่างกัน โดยใช้เส้นทางการสำรวจ ซึ่งกำหนดให้ครอบคลุมถิ่นที่อยู่ต่าง ๆ ในบริเวณโตนงาช้าง วางแปลงศึกษาขนาด 100x100 ตารางเมตร ที่ระดับความสูงประมาณ 260 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลเพื่อศึกษาโครงสร้างสังคมพืชของพืชที่มีขนาด gbh ตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป โดยแบ่งแปลงศึกษาออกเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 ตารางเมตร จำนวน 100 แปลง และเขียนภาพตัดขวาง (profile diagram) ขนาด 10x50 ตารางเมตร ของสังคมพืชในแปลงศึกษา เปรียบเทียบกับภาพตัดขวางของสังคมพืชที่อยู่ระดับ 620 เมตร และ 760 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล เพื่อแสดงถึงความแตกต่างขององค์ประกอบพรรณไม้และโครงสร้างในแนวตั้งของสังคมพืช

การศึกษาชนิดของพรรณไม้

เก็บตัวอย่างพรรณไม้เดือนละ 1 ครั้ง ครั้งละ 2 วัน ในแปลงศึกษาและตามเส้นทางการสำรวจ บันทึกลักษณะและถ่ายรูปพืชตัวอย่างในภาคสนาม นำตัวอย่างมาศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ และค้นหาข้อมูลเรื่องการใช้ประโยชน์ของพืช

พรรณไม้ที่เก็บได้จัดทำเป็นพืชตัวอย่างแห้ง 4 ชิ้น โดยนำมาเก็บในพิพิธภัณฑ์พืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (PSU) 1 ชิ้น และที่เหลือส่งไปเก็บในหอพรรณไม้กรุงเทพฯ (BKF) และที่อื่น ๆ บันทึกภาพถ่ายและภาพวาด พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลด้านนิเวศวิทยา คุณค่าของพรรณไม้ในบริเวณที่ศึกษา เพื่อจัดทำหนังสือพรรณพฤกษชาติของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างและแผ่นพับเกี่ยวกับความรู้เรื่องพรรณไม้ของโตนงาช้าง

การศึกษาจำนวนโครโมโซม

เลือกพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) และพืชอื่น ๆ บางชนิด มาศึกษาจำนวนโครโมโซม โดยศึกษาจากเซลล์เนื้อเยื่อเจริญปลายรากด้วยวิธี Feulgen squash และ ในเซลล์สืบพันธุ์จากอับละอองเรณูด้วยวิธี Smear

ผลการวิจัย

สังคมพืช

สามารถจำแนกตามลักษณะถิ่นอาศัย ได้เป็น 5 แบบ คือ

สังคมพืชลาดเขาและหุบเขาระดับต่ำ (Vegetation of the lower hillside and valley)

เป็นบริเวณลาดเขาที่มีความชันไม่มากนักและหุบเขาที่มีการระบายน้ำไม่ดี หรือเป็นลำธารเล็ก ๆ ซึ่งน้ำแห้งในฤดูแล้ง พบพรรณพืชต่าง ๆ ดังนี้ ไม้พื้นล่าง ประกอบด้วย พืชล้มลุก, หวาย, เฟิร์น, กล้วยไม้ดิน, กล้าไม้ และลูกไม้ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ *Etlingera littoralis*, *Zingiber zerumber*, *Amomum villosum*, *Alpinia* spp., *Costus speciosus*, *Schumannianthus dichotomus*, *Stachyphrynium cylendricum*, *Goniothalamus mocrophylla*, *Polyalthia bulata*, *Ixora brunonis*, *I. javanica*, *I. nigricans*, *Psychotria rhinocerotis*, *Curculigo latifolia*, *Florestia mollissima* และ

กล้วยไม้ดิน เช่น *Corymbochis rhytidocarpa* เป็นต้น ไม้เรือนยอดชั้นล่าง ประกอบด้วย *Castanopsis* sp., *Lithocarpus* sp., *Orophea cuneiformis*, *O. enterocarpa*, *Rinorea sclerocarpa*, *Croton argyratus*, *Osmelia maingayi*, *Mallotus floribunda*, *Baringtonia pendular*, *Picrasma javanica* และ *Diospyros frutescens* เป็นต้น ไม้เรือนยอดชั้นบน ประกอบด้วย *Pometia pinnata*, *Shorea assamica* var. *globifera*, *Millettia atropurpurea*, *Artocarpus elasticus*, *Parkia javanica*, *Horsfieldia macrocoma* var. *canorioides*, *Dracontomelum mangiferum*, *Daubanga glandiflora*, *Dipterocarpus hasseltii*, *Aquilaria malaccensis*, *Pterocymbium tinctorium*, *Sterculia foetida* และ *Cyathocalyx sumatranus* เป็นต้น

สังคมพืชบริเวณสันเขาระดับต่ำ (Vegetation of the ridge)

เป็นบริเวณสันเขาแคบ ๆ มีความสูงไม่เกิน 500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีการระบายน้ำได้ดี หน้าดินน้อย สังคมพืชมีความแตกต่างจากบริเวณแรก คือ มีลักษณะคล้ายป่าดิบแล้ง (Dry or Semi Evergreen Forest) พบพรรณพืชต่างๆ ดังนี้ ไม้พื้นล่าง ประกอบด้วย ไม้ขนาดเล็ก ซึ่งพรรณไม้ที่พบขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก ได้แก่ *Croton cascarilloides*, *Fagerindia fasiculata* และ *Streblus ilicifolius* พรรณไม้อื่น ๆ ได้แก่ *Desmos dasymacherus* และ *Ixora finlaysoniana* นอกจากนี้พบว่า *Dinochloa scardens* มีจำนวนมากกว่าบริเวณอื่น ๆ สำหรับไม้ล้มลุกในวงศ์ Zingiberaceae และ Araceae ไม่ค่อยพบในบริเวณนี้ ไม้เรือนยอดชั้นล่าง ที่เป็นไม้เด่น ได้แก่ *Polyalthia motleyana*, *Cyathocalyx sumatrana* และ *Dimorphocalyx luzonensis* พรรณไม้อื่น ๆ เช่น *Diospyros transitoria*, *D. frutescens*, *Drypetes oxydonta*, *Scolopia spinosa*, *Beilschmiedia* cf. *Glauca*, *Xerospermum noronhianum*, *Acnema acuminatissima* , *Rothmannia schoemannii* , *Aidia wallichii*, *Calophyllum floribundum*, *Kokoona reflexa* และ *Bouea oppositifolia* เป็นต้น ไม้เรือนยอดชั้นบน ได้แก่ *Parashorea stellata*, *Vatica odorata*, *Hopea ferrea*, *Shorea farinosa*, *S. cericeiflora*, *S. leprosura*, *Dipterocarpus costatus*, *Mangifera odorata* และ *Sindora echinocalyx* เป็นต้น นอกจากนี้พบว่า บริเวณสันเขาแคบ ๆ บางแห่งมีตะเคียนหินขึ้นอย่างหนาแน่น โดยมี *Lagerstroemia floribunda* ขึ้นปะปนอยู่ด้วย

สังคมพืชบริเวณลาดเขาระดับสูง (Vegetation of the upper hillside)

เป็นบริเวณลาดเขาที่มีความลาดชันไม่มาก หรือเป็นที่ค่อนข้างราบในระดับความสูงประมาณ 500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล อีกทั้งดินมีความลึกมากกว่าบริเวณสันเขา จึงเก็บความชื้นได้มาก และแสงแดดส่องถึงพื้นล่างได้น้อยกว่าบริเวณสันเขา สังคมพืชชนิดนี้เป็นสังคมพืชรอยต่อระหว่างสังคมพืชป่าดิบชื้นระดับต่ำและระดับสูง ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับสังคมพืชสันเขา และ บริเวณลาดเขาและหุบเขาระดับต่ำ พบพรรณพืชต่าง ๆ ดังนี้ ไม้พื้นล่าง ประกอบด้วย พืชล้มลุก เฟิร์นชนิดต่าง ๆ และหวายค่อนข้างมาก ได้แก่ *Pandanus* sp. พืชในวงศ์ Zingiberaceae วงศ์ Araceae และ *Apostasia wallichii* ไม้เรือนยอดชั้นล่าง ประกอบด้วย *Goniothalamus giganteus*, *Polyalthia cauliflora* var. *desmantha*, *Knema globularia*, *Eurycoma longifolia*, *Dehaasia incrasata*, *Cryptocarya nitens*, *Orophea cuneiformis*, *O. enterocarpa*, *Rothmannia schoemannii*, *Bouea oppositifolia* เป็นต้น ไม้เรือนยอดชั้นบน ได้แก่ *Syzygium lineatum*, *Cynometra malaccensis*, *Madhuca* sp., *Dipterocarpus crinitus*, *Pentace* cf. *exelsa*, *Shorea farinosa*, *S. cericeiflora*, *Dipterocarpus costatus*, *Mezzettia leptopoda* และ *Podocarpus wallichianus* ซึ่งในระดับความสูงตั้งแต่ 500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไปมีโอกาสพบ *Podocarpus wallichianus* ได้มากกว่าในระดับต่ำ

สังคมพืชตามแนวลำห้วย (Gallery vegetation)

เป็นบริเวณแนวแคบๆ ขนานไปตามแนวลำห้วย จัดเป็นสังคมพืชที่ไม่ผลัดใบชนิดหนึ่ง พรรณไม้ที่พบประกอบด้วย พืชล้มลุก เฟิร์นชนิดต่างๆ และไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ได้แก่ พรรณไม้ในวงศ์ Araceae, *Pandanus* sp., *Asplenium* sp., *Adiantum* sp. และเฟิร์นชนิด *Osmunda vachellii* ซึ่งตามปกติไม่พบบ่อย ไม้ขนาดเล็ก ได้แก่ *Eugenia cymosa*, *Dillenia obovata*, *Neonauclea pallida* และ *Ixora* spp. นอกจากนี้พบพรรณไม้ที่สามารถลู่ไปตามกระแสน้ำได้ดียามเกิดน้ำหลากได้แก่ *Lasia spinosa* และ *Ficus ischnopoda*

สังคมพืชบนลานหิน (Rock plat-form vegetation)

สังคมพืชกระจายอยู่เป็นหย่อม ๆ ตามแนวลำน้ำบนลานหินทราย หรือหินแกรนิตที่ไม่ใหญ่มาก หรือพบขึ้นตามซอกหินที่มีการสะสมดินไว้ พรรณไม้ที่พบประกอบด้วย พืชล้มลุก เช่น *Desmodium* sp., *Crotalaria* sp., *Globba* spp, *Zingiber* spp. และ พรรณไม้ในวงศ์ Scrophulariaceae เป็นต้น กลุ่มกล้วยไม้ เช่น *Doritis pulcherima*, *Dendrobium* spp. และ *Eria* spp. เฟิร์นชนิดต่าง ๆ เช่น *Davallia* spp. และไม้ยืนต้นที่เด่น ได้แก่ *Hopea ferrea* พรรณไม้อื่น เช่น *Dillenia obovata*, *Cratoxylum formosum*, *Ochna integerima*, *Atalantia monophylla*, *Erythroxylon cuneatum*, *Fagerlindia* sp. และ *Canthium* sp. เป็นต้น

พรรณไม้

ในพื้นที่ประมาณ 20 ตารางกิโลเมตร สำรวจพบพรรณไม้ได้ 628 ชนิด 364 สกุล 119 วงศ์ ดังตารางที่ 1

เมื่อพิจารณาจำนวนพรรณไม้สูงสุดของแต่ละวงศ์ พบว่า Rubiaceae เป็นวงศ์ไม้เด่น รองลงมา ได้แก่ Euphorbiaceae, Moraceae, Annonaceae, Dipterocarpaceae และ Ebenaceae ตามลำดับ

ตารางที่ 1. แสดงจำนวน วงศ์ สกุล และ ชนิด ของพืชแต่ละกลุ่ม

กลุ่ม	วงศ์	สกุล	ชนิด
Lower plants	2	2	3
Ferns	15	20	25
Gymnosperms	2	2	4
Dicotyledons	83	270	440
Monocotyledons	17	70	83
Unidentified	-	-	73
รวม	119	364	628

จำนวนโครโมโซม

ผลการศึกษาตารางที่ 2

ตารางที่ 2. จำนวนโครโมโซมดังของพืชวงศ์ Zingiberaceae, Costaceae และ Commelinaceae จำนวน 20 ชนิด

วงศ์และชนิด	ผลการศึกษาครั้งนี้ (2n)	ผลการศึกษาก่อนโดยผู้อื่น		
		n	2n	โดย
Zingiberaceae				
1. *Alpinia mutica*	48	-	48	Mahanty, 1970
2. *A. conchigera****	48	-	-	-
3. *Amomum aculeatum*	52	24	-	Beltran and Kiew, 1984
4. *A. biflorum****	48	-	-	-
5. *A. uliginosum*	48	24	-	Beltran and Kiew, 1984
6. *A.* sp.	48	-	-	-
7. *Boesenbergia curtisii*	24	-	24	Eksomtramage *et al.*, 1996
8. *Elettariopsis curtisii*	48	24	-	Beltran and Kiew, 1984
9. *E. triloba*	48	24	-	Beltran and Kiew, 1984
10. *Etlingera elatior* (ดอกสีชมพู)	48	24	-	Beltran and Kiew, 1984
11. *E. littoralis* (ดอกสีแดงขอบเหลือง) ****	50	-	48	Chen and Huang, 1996
E. littoralis (ดอกสีแดง) ****	50	-	-	-
12. *Globba fasciata*	32	-	32	Newman *et al.*, 1986 *1
13. *Zingiber zerumbet*	22	-	22	Darlington and Wylie, 1950
14. *Z. spectabile*	22	11	-	Beltran and Kiew, 1984
15. *Z.* sp.	55	-	-	-
Costaceae				
16. *Costus speciosus*****	20	-	18,27,36	Chattopadhyay, 1981 *2

ตารางที่ 2. (ต่อ)

วงศ์และชนิด	ผลการศึกษาครั้งนี้ (2n)	ผลการศึกษาก่อนโดยผู้อื่น		
		n	2n	โดย
Commelinaceae				
17. *Aneilema conspicuum****	28	-	-	-
18. *Commelina bengahlensis*	22	11	22	Alam and Sharma, 1984 *3
19. *C. diffusa*	30	15	30	Umoh *et al.*, 1991 *4
			72	Fujishima, 1982 *5
			28	Palomino *et al.*, 1990 *4
20. *C.* cf. *paleata****	60	-	-	-

* 1 และ 4 = อ้างโดย Goldblatt and Johnson, 1991 และ 1994 ตามลำดับ

** 2, 3 และ 5 = อ้างโดย Goldblatt, 1984, 1988 และ 1985 ตามลำดับ

*** = ข้อมูลใหม่ (รูปที่ 2)

**** = ผลการศึกษาต่างจากผู้อื่น (รูปที่ 2)

บทวิจารณ์

จากการศึกษาสังคมพืชในบริเวณที่ศึกษา ได้แบ่งสังคมพืชตามสภาพภูมิประเทศที่พืชขึ้นอยู่ (habitats) เป็น 5 แบบ ดังปรากฏในผลการศึกษา ซึ่งสามารถเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม การแบ่งสังคมพืชนั้นสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของกลุ่มพันธุ์ไม้เด่น เช่น การศึกษาสังคมพืชบนเกาะตะรุเตาของ Congdon (1982) และการศึกษาโครงสร้างสังคมพืชป่าพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส ของ Bunyavejchewin (1995) เป็นต้น

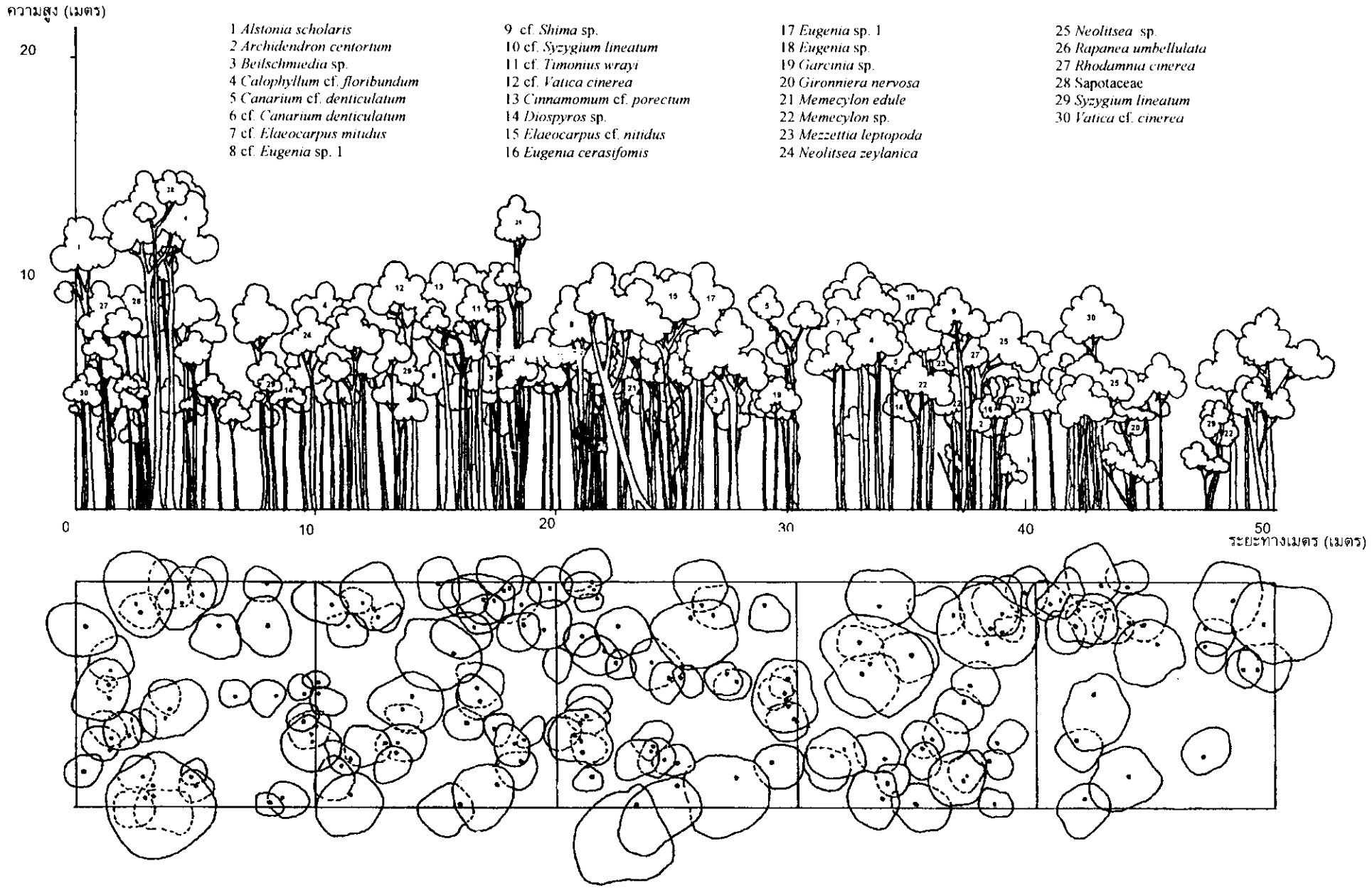
บริเวณโตนงาช้าง มีพรรณไม้หลากหลายชนิด ไม่พบพันธุ์ไม้ชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นไม้เด่นของสังคมพืช ดังนั้นการจำแนกสังคมพืชในบริเวณที่ศึกษาตามพันธุ์ไม้เด่นจึงไม่เหมาะสม

การศึกษาครั้งนี้พบพรรณไม้ทั้งสิ้น 626 ชนิด 119 วงศ์ เป็นพวก angiosperms และ gymnosperms รวม 96 วงศ์ Larsen and Nielsen (1994) ได้รายงานว่า พวก angiosperms และ gymnosperms ที่สามารถพบได้ในประเทศไทยมีจำนวน 282 วงศ์ คิดเป็นประมาณร้อยละ 42 ของวงศ์พืชที่คาดว่าจะพบในประเทศไทย

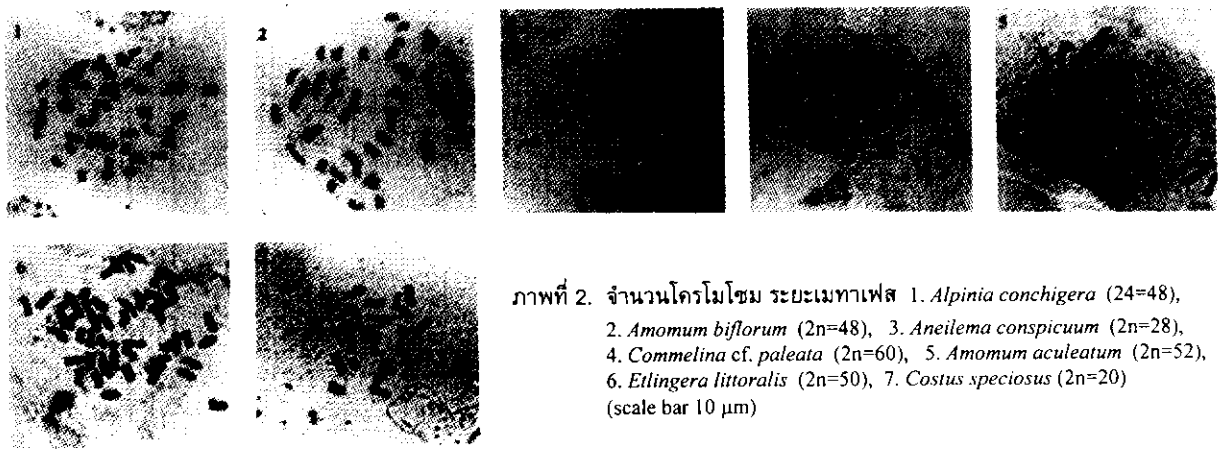
ผลการศึกษาพรรณไม้บริเวณโตนงาช้าง ยืนยันถึงการกระจายพันธุ์ของพืชบางชนิดจากเขต Malesian region ซึ่งเป็นข้อมูลใหม่ (new record) ของไทย ได้แก่ *Pachylarnax praecalva* Dandy (Sawangchote *et al.*, 1999) วงศ์ของพืชดอกที่พบว่ามีความหลากหลายมากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Rubiaceae พบถึง 60 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 10 ของพรรณไม้วงศ์ Rubiaceae ที่คาดว่าสามารถพบในประเทศไทยประมาณ 600 ชนิด (Larsen and Nielsen, 1994) พบพืชที่หายาก ได้แก่ *Apostasia wallichii* R.Br., *Erismanthus obliquus* Wall. ex M. A., *Maclura amboinensis* Bl., *Myrica esculenta* Buch. Ham. และ *Argostemma condensum* Craib ส่วนพรรณไม้กลุ่มเฟิร์นที่หายาก คือ *Cephalomanes javanica* (Bl.) van den Bosch และ *Osmunda vachellii* Hook

จำนวนชนิดของพรรณไม้ที่พบอาจต่ำกว่าที่มีอยู่จริงบ้าง เนื่องจากพรรณไม้บางชนิดมีลำต้นสูงมากไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ สำหรับ Orchidaceae มี pseudobulb อยู่ใต้ดิน บางช่วงของปีเท่านั้นจึงจะพบต้นเจริญเหนือดินและมีดอก หรือพวกที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ที่สูงมาก ยากแก่การเก็บ สำหรับเฟิร์นที่เจริญเฉพาะฤดูที่มีน้ำมาก หรือที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ที่อยู่สูงมาก ๆ ก็ยากต่อการเก็บตัวอย่างเช่นกัน

ผลการตรวจนับโครโมโซมของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 3 วงศ์ (ภาพที่ 2: 1–4) ได้แก่ *Alpinia conchigera* มีจำนวนโครโมโซม 2n=48, *Amomum biflorum* 2n=48, *Aneilemma conspicuum* 2n=28 และ *Commelina* cf. *paleata* 2n=60 และบางชนิดมีจำนวนโครโมโซมที่นับได้ แตกต่างจากที่เคยมีผู้อื่นศึกษาไว้ (ภาพที่ 2: 5–7) คือ *Amomum aculeatum* 2n=52 (n=24, Beltran and Kiew, 1984), *Etlingera littoralis* 2n=50 (2n=48, Chen and Huang, 1996) และ *Costus speciosus* 2n=20 (2n=18, 27, 36, Chattopadhyay, 1981 *2)



ภาพที่ 1. แสดงแผนภาพตัดขวางโครงสร้างและการปกคลุมของเรือนยอดของแปลงศึกษาที่ระดับความสูง 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



ภาพที่ 2. จำนวนโครโมโซม ระยะเมทาเฟส 1. *Alpinia conchigera* (24=48), 2. *Amomum biflorum* (2n=48), 3. *Aneilema conspicuum* (2n=28), 4. *Commelina* cf. *paleata* (2n=60), 5. *Amomum aculeatum* (2n=52), 6. *Etlingera littoralis* (2n=50), 7. *Costus speciosus* (2n=20) (scale bar 10 μm)

บทสรุป

1. ในการสำรวจพรรณไม้ แม้ว่าจะพยายามดำเนินการให้ครอบคลุมช่วงเวลาการเจริญเติบโตของพืช แต่เชื่อว่ายังไม่สามารถได้ข้อมูลครบสมบูรณ์ โดยเฉพาะพืชกลุ่มเฟิร์น กล้วยไม้และพืชที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้
2. การแบ่งสังคมพืชในบริเวณศึกษา โดยอาศัยสภาพภูมิประเทศที่พืชขึ้นอยู่ชัดเจนกว่าการแบ่งโดยอาศัยความเด่นของชนิดพืช
3. การตรวจนับโครโมโซมของพืชที่พบในป่าเช่นในบริเวณที่ศึกษา ส่วนมากเป็นผลจากการศึกษาจากราก เนื่องจากการศึกษาด้วยดอก ซึ่งต้องใช้การศึกษาด้วยดอกอ่อน มักไม่พบระยะพอเหมาะที่สามารถนำมาใช้ได้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ 139037 ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ที่ได้ช่วยเหลือและให้ความสะดวกในเรื่องบริเวณที่ศึกษาในป่าโตนงาช้าง และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ พิพิธภัณฑ์พืช PSU และยานพาหนะ

เอกสารอ้างอิง

ประกาศ สว่างโชติ. 2541. ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในป่าดิบชื้นเขตร้อนระดับต่ำ บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จ. สงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิเวศวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

BELTRAN, I. C. AND K. Y. KIEW. 1984. Cytotaxonomic studies in the Zingiberaceae. Notes RBC Edinb. 41(3): 541-559.

BUNYAVEJCHEWIN, S. 1995. Canopy structure of Toh–Daeng primary peat swamp forest at Narathiwat province, southern Thailand, Thai Forest Bulletin 23: 1 –17.

CHEN, Z. Y. AND X-X. HUANG. 1996. Cytotaxonomy of the tribe Alpineae. Proceedings of the second symposium on the family Zingiberaceae, Zhongshan University Press, Guangzhou. pp. 112-121.

CONGDON, G. 1982. The vegetation of Tarutao National Park, Natural History Bulletin of the Siam Society 30(2): 135-198.

DARLINGTON, C. D. AND A. P. WYLIE. 1950. Chromosome atlas. Ruskin House Museum Street, London. pp. 345-346.

EKSOMTRAMAGE, L., P. SIRIRUGSA AND S. MAYAKUL. 1996. Chromosome numbers of some Thai Zingiberaceae. Songklanakarin J. Sci. Technol. 18(2): 153-159.

GOLDBLATT, P. 1984. Index to plant chromosome numbers 1979-1981. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden No. 8.

GOLDBLATT, P. 1985. Index to plant chromosome numbers 1982-1983. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden No. 13.

GOLDBLATT, P. 1988. Index to plant chromosome numbers 1984-1985. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden No. 23.

GOLDBLATT, P., D. E. JOHNSON. 1991. Index to plant chromosome numbers 1988-1989. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden No. 40.

GOLDBLATT, P., D. E. JOHNSON. 1994. Index to plant chromosome numbers 1990-1991. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden No. 51.

LARSEN, K. AND I. NIELSEN. 1994. Flora of Thailand Meeting, Aarhus University Department of Systematic Botany/Herbarium AAU 27th to 30th July.

MAHANTY, H. K. 1970. A cytological study of the Zingberales with special reference to their taxonomy. Cytologia 35: 13-49.

SWANGCHOTE, P., P. SIRIRUGSA, J. LEERATIWONG, K. SRIDITH, T. SAKNIMIT, L. EKSOMTRAMAGE AND S. JORNEAD. 1999. *Parchylarnax praecalva* Dandy (Magnoliaceae): a new record for Thailand. Thai Forest Bulletin. (in press).

ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในป่าดิบชื้นเขตร้อนระดับต่ำบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

ประกาศ สว่างโชติ[1], พวงเพ็ญ ศิริรักษ์[1] และ อุทิศ กุฏอินทร์[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

PHYTOSOCIOLOGICAL STRUCTURE OF LOWER TROPICAL RAIN FOREST AT TON NGA CHANG WILDLIFE SANCTUARY, SONGKHLA PROVINCE

P. Sawangchote[1], P. Siriraksa[1]and U. Kutintara[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

Vegetational structure and environmental relationships of 10 forest stands (20x50 m^2) distributed in a narrow ridge, hillside and valley of different altitudes ranging from 85 m-490 m were studied. An importance value index (I.V.I) of all tree species (DBH 10cm.) were used as floristic data and altitude, degree of slope, soil depth, litter depth, chemical and physical soil properties as environmental data. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) was employed as an ordination technique to detect relationships among stands using floristic and environmental data. The relationships between environmental factors and floristic structures were also examined. The single linkage cluster analysis (SLCA) was used as a complementary technique for classification of plant communities.

Three hundred and eight plant species belonging to 144 genera and 47 families were identified. Among these, 195 tree species (DBH ≥ 10 cm.) in 111 genera and 40 families were used for floristic stand ordination. The most dominant families were Euphorbiaceae, Annonaceae, Dipterocarpaceae, Lauraceae, Meliaceae, and Ebenaceae respectively.

The partial correspondence of floristic stand ordination and environmental stand ordination indicated that environment played a partial role in plant community structure. A clear difference in floristic composition in some stands which were closely related in environmental complex, and vise versa, indicated that some biotic and abiotic factors were involved. By means of SLCA, plant communities could be divided into 3 groups which were compatible with the trend displayed in floristic stand ordination. Floristic and environmental components were analyzed by NMDS and showed that they were clearly related and formed a complex vegetation-environment system. Because of its species composition, stratification and tree forms, this study site could be classified either as a Tropical Semi-Evergreen Rain Forest (Whitmore, 1984), or as a Lower Tropical Rain Forest (Smitinand, 1977). However, because of the occurrence of Dipterocarpaceae, this area could be classified into two forest types, i.e, Lowland dipterocarp-forest and Hill dipterocarp-forest.

Compared with tropical rain forests in other parts of the country, Ton Nga Chang site has higher species compositon and structural diversity. In particular, a large number of dry evergreen forest species were found on the narrow well-drained ridge.

Key words: tropical rain forest, structure, environment

บทนำ

ปัจจุบันป่าดิบชื้นทั่วโลกต้องเผชิญกับสภาวะการสูญเสียพื้นที่ป่าไปเพื่อกิจกรรมของมนุษย์ จากข้อมูลปี 2528 ถึง ปี-2531 (กรมป่าไม้, อ้างถึงใน อนัญญาและนิพนธ์, 2534) ภาคใต้ของประเทศไทยสูญเสียพื้นที่ป่าในอัตรา 1.91% (ของพื้นที่ป่า) ต่อปี ซึ่งมากเป็นอันดับสามรองจากภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ปกคลุมด้วยป่าดิบชื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ แต่มีการศึกษาวิจัยกันน้อยมาก แม้ว่าปัจจุบันปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าจะลดลงไป แต่ก็ยังไม่หมดไปอย่างสิ้นเชิง จึงน่าเป็นห่วงว่าทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า อาจมีอันต้องเสื่อมโทรมลงเรื่อย ๆ หากไม่มีการศึกษาวิจัยและการจัดการที่ดีพอ

ป่าดิบชื้นในภูมิภาคต่างๆ ของโลกจะมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกัน แต่องค์ประกอบของชนิด ปริมาณ และการกระจาย มีความแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบของปัจจัยสิ่งแวดล้อม Whitmore and Sidiyasa (1985) สนับสนุนให้มี

การศึกษาสังคมพืชเฉพาะถิ่นมากขึ้น Crow and Grigal (1979) กล่าวว่าการแบ่งชนิดของป่าเท่าที่มีอยู่ ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับความผันแปรเฉพาะถิ่นในเรื่ององค์ประกอบ และโครงสร้างของป่า

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างสังคมพืชป่าดิบชื้นระดับต่ำที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง บริเวณน้ำตกโตนงาช้าง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน และพิจารณาถึงความสำคัญของปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่เป็นตัวกำหนดโครงสร้างของป่าอีกด้วย

พื้นที่ศึกษา

บริเวณน้ำตกโตนงาช้าง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 6 องศา 5 ลิปดา ถึง 7 องศา 3 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 8 ลิปดา ถึง 100 องศา 16 ลิปดาตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร มียอดเขาแก้วสูงที่สุด 932 เมตรจากระดับน้ำทะปานกลาง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 2,035.1 มม. วัดที่สถานีสงขลา (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.) สำหรับหมู่ไม้ที่ศึกษาในครั้งนี้อยู่บริเวณรอยต่อระหว่างหินตะกอนยุค Carboniferous กับหินแกรนิตยุค Late Triassic ถึง Early Jurassic ที่แทรกซ้อนขึ้นมา ทำให้หินตะกอนใกล้รอยสัมผัสแปรสภาพเป็นหินแปร (Pungrassami, 1987)

วิธีการ

วางแปลงขนาด 20x50 ตารางเมตร 10 แปลง ตามสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) แบ่งเป็นแปลงย่อย ขนาด 10x10 ตารางเมตร 5 แปลง และสุ่มตัวอย่างแปลงย่อยขนาด 2x10 ตารางเมตร 4 แปลง บันทึกชนิด วัดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความสูง ตำแหน่งที่ขึ้นในแปลงและเก็บตัวอย่างต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 เซ็นติเมตรขึ้นไป สำหรับไม้ขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4 เซนติเมตรขึ้นไปแต่ไม่เกิน 10 เซนติเมตร และไม้พุ่มหรือลูกไม้ ที่มีความสูงมากกว่า 1.3 เมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 4 เซนติเมตร จะบันทึกชนิด จำนวน และเก็บตัวอย่างเฉพาะในแปลงขนาด 2x10 ตารางเมตร เก็บตัวอย่างดิน 3 หลุมในแต่ละหมู่ไม้ แต่ละหลุมลึก 50 เซนติเมตร โดยที่ระดับ 0-15 เซนติเมตร เป็นดินชั้นบน และระดับ 16-50 เซนติเมตร เป็นดินชั้นรอง บันทึกลักษณะชั้นดิน ความลึกของดินเฉลี่ย (Average Soil Depth: SD) และความลึกของชั้นซากใบไม้ (Litter Depth: LD) บันทึกข้อมูลสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ความลาดชัน ทิศทางด้านลาด และลักษณะทางภูมิศาสตร์ของทุกแปลง

ตารางที่ 1. แสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันของหมู่ไม้ทั้ง 10

Stand No.	Altitude (m.)	Topography	Inclination (degree)	Aspect
1	120	Hillside	5	West
2	125	Hillside	5	East
3	215	Ridge	8	Northeast
4	150	Valley	3	North
5	285	Ridge	20	Northeast
6	395	Ridge	35	Northeast
7	490	Hillside	10	Southeast
8	85	Valley	0	Southeast
9	95	Valley	5	Southeast
10	250	Valley	5	North

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณหาค่า importance value index (I.V.I) จากผลรวมของความหนาแน่นสัมพันธ์ ความถี่สัมพัทธ์ และค่าพื้นที่หน้าตัดสัมพัทธ์

วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความชื้น (moisture content) ความเป็นกรดและด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter: O.M.) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ปริมาณความจุประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (cation exchange capacity: C.E.C) ปริมาณของแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โปตัสเซี่ยม (K) โซเดียม (Na) ที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณทราย (sand) ดินซิลท์ (silt) และดินเหนียว (clay)

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามแนวแกนระหว่างหมู่ไม้ด้วยข้อมูลพรรณไม้ (floristic stand ordination) โดยนำค่า I.V.I ของพรรณไม้ในแต่ละหมู่ไม้มาจัดลำดับ (rank order) แล้วจึงนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างหมู่ไม้ด้วยวิธี Nonmetric Multidimensional Scaling (NMDS) โดยใช้ euclidean distance matrix นำข้อมูลเดียวกันนี้ไปวิเคราะห์เพื่อจำแนกสังคมพืชด้วยวิธี Single Linkage Cluster Analysis (SLCA)

นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินรวมทั้งข้อมูลสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในแต่ละหมู่ไม้มาจัดลำดับแล้วนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามแนวแกนระหว่างหมู่ไม้ด้วยข้อมูลสิ่งแวดล้อม (environmental stand ordination)

นำข้อมูลสิ่งแวดล้อมและค่า coordinates ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพรรณไม้ด้วยวิธี NMDS ในแนวแกน x, y และ ของแต่ละหมู่ไม้มาจัดลำดับแล้วนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี NMDS โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าว เพื่อหาความสัมพันธ์ตามแนวแกนระหว่างโครงสร้างสังคมพืชและสิ่งแวดล้อม (ordination of vegetational structure and environmental factors)

ผลการวิจัยและบทวิจารณ์

องค์ประกอบพรรณไม้ และชนิดของป่า

ในพื้นที่ 1 เฮคแตร์ (10 หมู่ไม้) พบพรรณไม้ 308 ชนิด 144 สกุล 47 วงศ์ Euphorbiaceae เป็นวงศ์ไม้ที่พบได้มากที่สุด รองลงไปตามลำดับ ได้แก่วงศ์ Annonaceae, Rubiaceae, Dipterocarpaceae, Sapindaceae, Flacourtiaceae, Ebenaceae, Meliaceae, Lauraceae และ Violaceae สำหรับไม้ยืนต้น เมื่อดูจากค่าความสำคัญทางนิเวศวิทยา พบว่าวงศ์ Dipterocarpaceae เด่นที่สุด รองลงไป ได้แก่ วงศ์ Euphorbiaceae, Annonaceae, Sapindaceae, Flacourtiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Moraceae, Ebenaceae และ Caesalpiniaceae

ในหมู่ไม้บริเวณสันเขาซึ่งมีการระบายน้ำได้ดี มีดินตื้น จะพบ *Hopea ferrea* เป็นไม้เด่นเป็นอันดับ 3 และในบริเวณใกล้เคียง พบว่ามีดง *Hopea ferrea* และดง *Lagerstroemia floribunda* ซึ่งเป็นพรรณไม้เด่นของป่าดิบแล้ง แสดงให้เห็นว่าป่าโตนงาช้างมีลักษณะผสมระหว่างป่าดิบชื้นและป่าดิบแล้ง โดยสังคมพืชบริเวณสันเขามีโครงสร้างคล้ายป่าดิบแล้งมากกว่าบริเวณอื่น ๆ

สมพงษ์ (2523) ศึกษาป่าดิบชื้นเขาสก พบว่าพื้นที่ 0.1 เฮคแตร์ ในแต่ละหมู่ไม้ มีพรรณไม้ 22-43 ชนิด และในพื้นที่ 1.2 เฮคแตร์ พบพรรณไม้ทั้งหมด 138 ชนิด เห็นได้ว่าจำนวนพรรณไม้ในแต่ละหมู่ไม้ ใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ คือ 26-44 ชนิด แต่พรรณไม้ทั้งหมดที่พบมีความแตกต่างกันมาก อาจเป็นเพราะว่า สมพงษ์ ศึกษาต้นไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 10 เซนติเมตรขึ้นไป วงศ์ไม้สำคัญในงานศึกษาของสมพงษ์ คือ วงศ์ Dipterocarpaceae, Leguminosae, Sterculiaceae, Meliaceae, Myrtaceae, Guttiferae, Anacardiaceae และ Fagaceae เป็นต้น ซึ่งมีความแตกต่างกันในองค์ประกอบระดับวงศ์ถึง 32% แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบพรรณไม้มีความผันแปรตามสถานที่และเป็นเหตุผลสนับสนุนให้มีการศึกษาสังคมพืชเฉพาะถิ่นมากขึ้น (Whitmore and Sidiyasa,1985) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบพรรณไม้ ลักษณะสัณฐานของพรรณไม้ (tree form) จำนวนชั้นเรือนยอด กล่าวได้ว่า ป่าที่ศึกษาเป็น tropical semi-evergreen rain forest หรือป่าดิบชื้นแบบไทย (Whitmore, 1984) หรือเป็น lower tropical rain forest (Smitinand, 1977) เมื่อพิจารณาพรรณไม้ในวงศ์ไม้ยาง สามารถจำแนกป่าที่ศึกษานี้ออกเป็นชนิดย่อย ๆ ตามการจำแนกป่าดิบชื้นในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยใช้พรรณไม้ในวงศ์ไม้ยางโดย Symington (1974) ได้ดังนี้ คือ หมู่ไม้ที่ 1-6 และหมู่ไม้ที่ 8-10 เป็น lowland dipterocarp-forest หมู่ไม้ที่ 7 เป็น hill dipterocarp-forest โดยมี *Dipterocarpus costatus* ขึ้นอยู่ในระดับความสูงมากกว่า 1,000 ฟุต

การกระจายของพรรณไม้เด่นตามชั้นเรือนยอดต่าง

ไม้ในเรือนยอดชั้นที่ 1 (≥25 เมตร) ประกอบด้วย *Pometia pinnata*, *Parashorea stellata*, *Artocarpus elasticus*, *Dracontomelum mangiferum*, *Milletia atropurpurea*, *Shorea assamica* var. *globifera*, *Shorea farinosa* *Cynometra mallacensis* *Sindora echinocalyx* เป็นต้น ไม้ในเรือนยอดชั้นที่ 2 (16-24 เมตร) *Croton argeratus* *Baringtonia pendura*, *Diospyros frutescens*, *Aglaia kunstleri*, *Mallothus floribunda*, *Dimophocalyx luzonensis* และ *Drypetes oxydonta* เป็นต้น ไม้ในเรือนยอดชั้นที่ 3 (4-15 เมตร) ประกอบด้วย *Osmelia maingayi*, *Orophea cuneiformis*, *Paranephelium macrophylla*, *Antidesma helferi*, *Ficus schwarzii*, *Streblus ilicifolius*, *Rinorea sclerocarpa* เป็นต้น

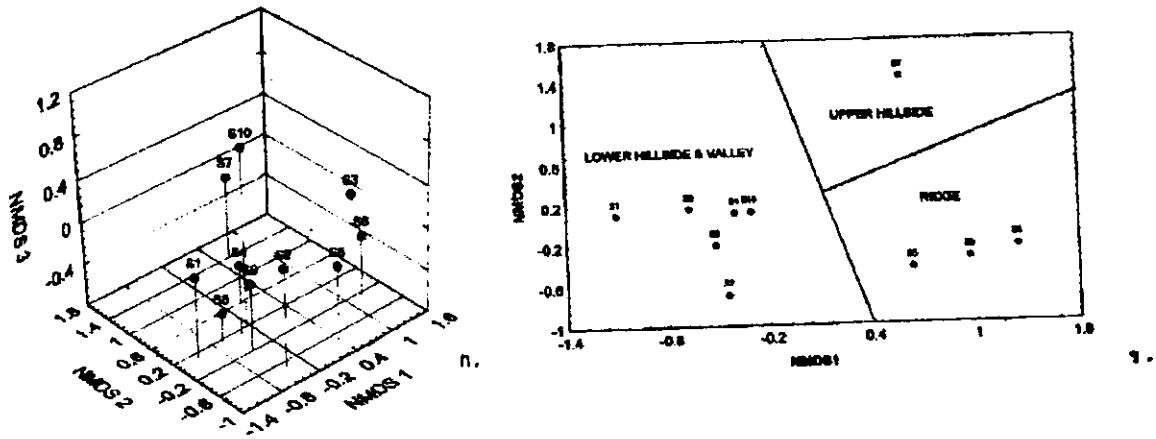
พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ตามสภาพภูมิประเทศ

จากการศึกษาของ Whitmore and Sidiyasa (1985) พบว่าในพื้นที่ 1 เฮคแตร์ พบต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก ตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป 408 ต้น มีไม้ขนาดใหญ่ (dbh. ตั้งแต่ 40 เซนติเมตรขึ้นไป) 44 ต้น คิดเป็น 10.78% การศึกษาครั้งนี้พบว่าในพื้นที่เท่ากันมีต้นไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป 692 ต้น มีไม้ใหญ่ 162 ต้น คิดเป็น 23.47% สำหรับพื้นที่หน้าตัดระดับอกของต้นไม้ในพื้นที่ 0.1 เฮคแตร์ พบว่า บริเวณไหล่เขามีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ 8.84 ตารางเมตร รองลงไปได้แก่บริเวณหุบเขาและสันเขา ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 8.19 และ 6.49 ตารางเมตร ตามลำดับ และยังพบว่าไม้ยืนต้นบริเวณสันเขาจะมีขนาดเล็กกว่าไม้บริเวณไหล่เขาและหุบเขา

จำนวนชนิดพรรณไม้เฉลี่ยและความหนาแน่นเฉลี่ยของหมู่ไม้

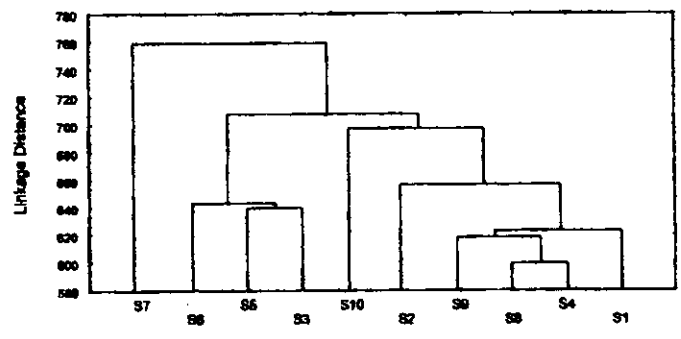
บริเวณไหล่เขาและสันเขา มีชนิดของไม้ยืนต้นเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 39 และ 38 ชนิดต่อพื้นที่ 0.1 เฮคแตร์ บริเวณหุบเขามี 31 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ยของไม้ยืนต้นบริเวณหมู่ไม้สันเขามีค่าสูงสุด คือ 83 ต้นต่อ 0.1 เฮคแตร์ รองลงไป ได้แก่ หมู่ไม้ไหล่เขา 67.67 ต้น และหมู่ไม้หุบเขา 60 ต้น จากการศึกษาป่าดิบชื้นใน Costarica โดย Heaney and Proctor (1990) พบว่าจำนวนพรรณไม้ลดลงตามระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล แต่ในระดับ 100-1,000 เมตร จะเห็นไม่ชัดเจน และพบว่าในระดับ 500 เมตร มีชนิดพรรณไม้มากที่สุด เหนือจากนี้ไปมีแนวโน้มลดลง จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าหมู่ไม้ที่ 6 และ 7 ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 395 และ 490 เมตร มีจำนวนชนิดพรรณไม้มากที่สุดคือ 44 ชนิด อย่างไรก็ตามต้องมีการขยายการศึกษาออกไป เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

ความสัมพันธ์ตามแนวแกนระหว่างหมู่ไม้และการจำแนกสังคมพืชโดยใช้ข้อมูลพรรณไม้



ภาพที่ 1. ก. และ ข. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหมู่ไม้ด้วยข้อมูลพรรณไม้ ตามแนวแกน NMDS1-NMDS3 S1-S10 หมายถึงหมู่ไม้ที่1 ถึงหมู่ไม้ที่10

พบว่าหมู่ไม้ทั้งหมดกระจายออกเป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 1 ก. และ ข.) ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลของการจัดกลุ่มหมู่ไม้ด้วยวิธี SLCA (ภาพที่ 2) เมื่อพิจารณาตามสภาพภูมิประเทศของหมู่ไม้ (ตารางที่ 1) พบว่าหมู่ไม้ที่มีสภาพภูมิประเทศแบบเดียวกันจับกลุ่มอยู่ด้วยกัน เช่น หมู่ไม้บริเวณสันเขา หมู่ไม้บริเวณหุบเขา สำหรับหมู่ไม้บริเวณลาดเขานั้นพบว่าส่วนหนึ่ง (หมู่ไม้ที่ 1 และ 2) จับกลุ่มอยู่กับหมู่ไม้บริเวณหุบเขา เนื่องจากอยู่ในระดับความสูงใกล้เคียงกัน (ไม่เกิน 250 เมตร) และเป็นลาดเขาที่มีความลาดชันไม่มากนัก (5-10 องศา) อีกส่วนหนึ่งคือหมู่ไม้ที่ 7 จะอยู่แยกกลุ่ม

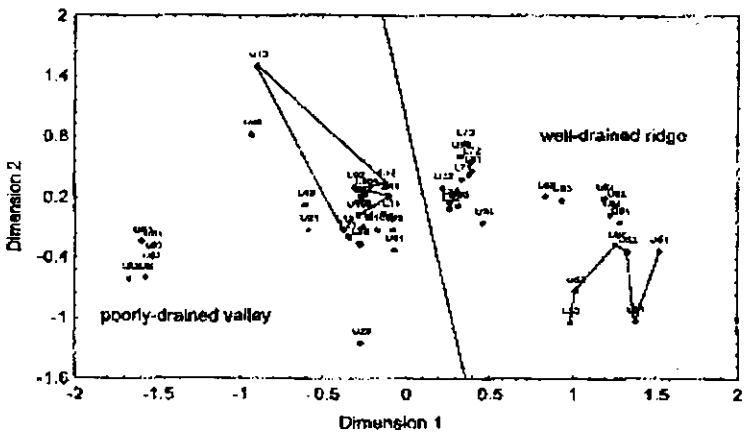


ภาพที่ 2. ผลการจำแนกสังคมพืชโดยวิธี Single Linkage Cluster Analysis (SLCA), S1-S10 หมายถึง หมู่ไม้ที่1 ถึงหมู่ไม้ที่10

ออกไปเนื่องจากเป็นหมู่ไม้ที่อยู่ในที่สูง (490 เมตร) เป็นที่ทราบกันว่าสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตต่างมีอิทธิพลต่อโครงสร้างของกันและกัน (Zech, 1993) ดังนั้นความสัมพันธ์ของหมู่ไม้ที่ปรากฏนี้

ความสัมพันธ์ตามแนวแกนระหว่างหมู่ไม้โดยใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อม

การจับกลุ่มของหมู่ไม้ตามความคล้ายคลึงของสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 3) มีลักษณะใกล้เคียงกับการจับกลุ่มของหมู่ไม้ตามความคล้ายคลึงขององค์ประกอบพรรณไม้ และจะสังเกตได้ว่าหมู่ไม้ที่ 5 และ 6 บริเวณสันเขา หมู่ไม้ที่ 4 บริเวณหุบเขา หมู่ไม้ที่ 1 และ 2 บริเวณลาดเขา มีความผันแปรของสิ่งแวดล้อมภายในหมู่ไม้ตามแนวแกนทั้ง 2 มากกว่าหมู่ไม้อื่น ๆ สาเหตุเนื่องจากบริเวณสันเขาที่มีความลาดชันมาก ดินถูกชะล้างและมีการพังทลายของหน้าดินสูง ในบริเวณหมู่ไม้ที่ 4 ซึ่งมีลำธารไหลผ่านเกิดการพัดพาและ ทับถมของแร่ธาตุ เศษหินต่าง ๆ ตลอดเวลา ผลกระทบในหมู่ไม้ที่ 3, 5, 6 และ 4 นั้น เป็นผลที่เกิดโดยธรรมชาติ (natural disturbance) ส่วนในบริเวณหมู่ไม้ที่ 1 และ 2 ความผันแปรอาจมีสาเหตุจากผลกระทบตามขอบป่า (edge effect) เนื่องจากหมู่ไม้ดังกล่าวอยู่ใกล้รอยต่อระหว่างป่ากับชุมชน

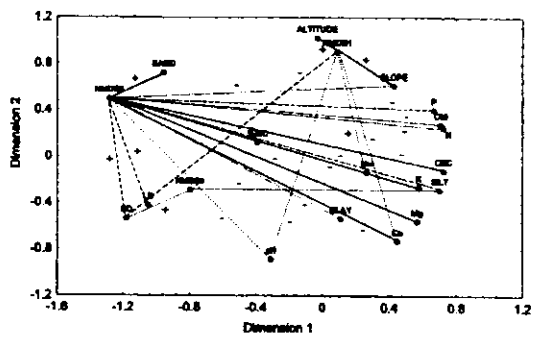


ภาพที่ 3. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหมู่ไม้โดยใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อมตามแนวแกนที่ 1 และ 2 สัญลักษณ์ U11=ดินชั้นบนแปลงที่1 หลุมที่1, L101=ดินชั้นรองแปลงที่10 หลุมที่1 เป็นต้น

นอกจากนี้ บางหมู่ไม้ที่มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันมากกว่าหมู่ไม้อื่นๆ แต่กลับมีองค์ประกอบพรรณไม้ใกล้เคียงกันมาก เช่น หมู่ไม้ที่ 4 และหมู่ไม้ที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างหมู่ไม้ในลักษณะเช่นนี้ แสดงให้เห็นว่าอาจยังมีปัจจัยทางชีววิทยาของพรรณไม้หรือปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อีกหลายประการที่มีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างสังคมพืช (Terbough, *et al.*, 1996)

ความสัมพันธ์ตามแนวแกนระหว่างโครงสร้างสังคมพืชและสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยยึดหลักเกณฑ์ว่าปัจจัยใดมีผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 4) กับโครงสร้างสังคมพืชมากที่สุด (γ_{tot}=ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รวมทั้งหมดโดยไม่คิดเครื่องหมาย + และ -) ถือว่ามีบทบาทต่อโครงสร้างสังคมพืชมากที่สุด โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ 1. กลุ่มที่มีค่าสัมประสิทธิ์ฯ >.8 มีบทบาทมากที่สุด 2. กลุ่มที่มีค่าสัมประสิทธิ์ฯ >.7 มีบทบาทมาก 3. กลุ่มที่มีค่าสัมประสิทธิ์ฯ >.6 มีบทบาทปานกลาง และ 4. กลุ่มที่มีค่าสัมประสิทธิ์ฯ <.6 มีบทบาทเล็กน้อย จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวจะเห็นว่าความลึกของดิน (γ_{tot}=1.1) แคลเซียม (γ_{tot}=.86) และความลาดชันของพื้นที่ (γ_{tot}=.84) จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ปริมาณดินซิลท์ (γ_{tot}=.78) แมกนีเซียม (γ_{tot}=.75) และค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (γ_{tot}=.72) กลุ่มที่ 3 ได้แก่ โซเดียม (γ_{tot}=.69) โปแตสเซียม (γ_{tot}=.63) ปฏิกิริยาของดิน (γ_{tot}=.61)



ภาพที่ 4. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับโครงสร้างสังคมพืช (NMDS1 NMDS2 และ NMDS3) ตามแนวแกนที่ 1 และแนว แกนที่2 (____: $\gamma > 0.5$, ____ $\gamma > 0.4$, ... : $\gamma > 0.25$, $p < 0.05$, γ= Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

และความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (γ_{tot}=.60) กลุ่มที่ 4 ได้แก่ ปริมาณทราย (γ_{tot}=.51) อินทรีย์วัตถุ (γ_{tot}=.40) ฟอสเฟต (γ_{tot}=.40) ไนโตรเจน (γ_{tot}=.38) ความลึกของซากใบไม้ (γ_{tot}=.39) และปริมาณดินเหนียว (γ_{tot}=.27) สำหรับความชื้นในดิน เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมชนิดเดียว ที่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อโครงสร้างสังคมพืช เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในป่าแบบอื่นๆ จะพบว่ามีความแตกต่างกันเกี่ยวกับบทบาทของปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น Kutintara (1975); quoted in Bunyavejchewin (1983) ศึกษาในป่าเต็งรัง พบว่าความลาดชันของพื้นที่ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ปริมาณหิน ปริมาณดินซิลท์ โปแตสเซียม และฟอสเฟตในดิน เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด Bunyavejchewin (1983) ศึกษาในป่าเต็งรัง พบว่าความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ปริมาณโปแตสเซียมและโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุด เป็นต้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าสิ่งแวดล้อมจะมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างสังคมพืช แต่ก็มักจะมีสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าสิ่งแวดล้อมที่นำมาศึกษานั้น ไม่สามารถจะอธิบายลักษณะโครงสร้างสังคมพืชได้ทั้งหมด (Whittaker, 1987)

ตารางที่ 2. แสดงค่าสัมประสิทธิ์เพียร์สันระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและโครงสร้างสังคมพืช (ค่า coordintes บนแกน NMDS1-NMDS3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ 60 ตัวอย่าง ค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แสดงด้วยเลขตัวเอียง

| | | |

ความหนาแน่นของไม้ยืนต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 83 ต้น ต่อพื้นที่ 0.1 เฮคแตร์ รองลงไป คือ หมู่ไม้สันเขา 67.67 ต้น และหมู่ไม้หุบเขา 60 ต้น บริเวณไหล่เขามีค่าเฉลี่ยพื้นที่หน้าตัดสูงสุดคือ 8.84 ตารางเมตร ต่อพื้นที่ 0.1 เฮคแตร์ ในขณะที่บริเวณหุบเขาและสันเขามีค่าเฉลี่ย 8.19 และ 6.49 ตารางเมตร ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างโครงสร้างสังคมพืชกับสิ่งแวดล้อมพบว่า ความลึกของดิน ปริมาณแคลเซียมในดิน และความลาดชันของพื้นที่ มีบทบาทต่อการกำหนดโครงสร้างสังคมพืชมากที่สุด ปัจจัยอื่น ๆ มีความสำคัญน้อยลงตามลำดับ ส่วนความชื้นในดินนั้นไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อโครงสร้างสังคมพืช ผลของการหาความสัมพันธ์ระหว่างหมู่ไม้ตามแนวแกนและการจำแนกสังคมพืชโดยใช้ข้อมูลพรรณไม้ได้ผลเช่นเดียวกัน คือ หมู่ไม้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ หมู่ไม้ลาดเขาและหุบเขาระดับต่ำ หมู่ไม้สันเขา และหมู่ไม้ลาดเขาระดับสูง เมื่อเปรียบกับผลของการหาความสัมพันธ์ระหว่างหมู่ไม้ตามแนวแกนโดยใช้ข้อมูลสิ่งแวดล้อม พบว่า หมู่ไม้ยังคงจับกลุ่มคล้ายกับผลของการหาความสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูลพรรณไม้ และพบว่าบางหมู่ไม้ที่มีสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกันมาก กลับมีองค์ประกอบพรรณไม้แตกต่างกันชัดเจนหรือบางหมู่ไม้ที่มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน แต่มีองค์ประกอบพรรณไม้ใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบพรรณไม้ ลักษณะสัณฐานของพรรณไม้ จำนวนชั้นเรือนยอด กล่าวได้ว่า ป่าที่ศึกษาเป็น tropical semi-evergreen rain forest (Whitmore, 1984) หรือเป็น Lower Tropical Rain Forest (Smitinand, 1977) เมื่อพิจารณาพรรณไม้ในวงศ์ Dipterocarpaceae อาจจำแนกป่าที่ศึกษาออกเป็นชนิดย่อย ๆ ได้ดังนี้ คือ Lowland dipterocarp-forest) และ Hill dipterocarp-forest (Symington, 1974) โดยมี *Dipterocarpus costatus* ขึ้นอยู่ที่ระดับความสูงมากกว่า 1000 ฟุต อย่างไรก็ตามพบว่าป่าโตนงาช้างเป็นป่าที่มีลักษณะผสมระหว่างป่าดิบชื้นและป่าดิบแล้ง โดยมีสังคมพืชบริเวณสันเขาที่มีโครงสร้างคล้ายสังคมพืชป่าดิบแล้งมากกว่าบริเวณอื่น ๆ ลักษณะที่องค์ประกอบพรรณไม้ในแต่ละสภาพภูมิประเทศมีความแตกต่างกันชัดเจนเช่นนี้ชี้ให้เห็นว่า การศึกษาโครงสร้างสังคมพืชในรายละเอียดมีความจำเป็นที่จะก่อให้เกิดความชัดเจนในการจัดจำแนกสังคมพืชและชนิดของป่า ตลอดจนแผนการอนุรักษ์ป่าสมบูรณ์ การฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรม และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนสืบไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539016

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. ม.ป.ป. ข้อมูลพื้นฐาน. รายงานฉบับร่าง แผนแม่บทเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง, จังหวัดสงขลา.

สมพงษ์ ภาคธูป. 2523. ลักษณะโครงสร้างของพรรณพืชในป่าดิบชื้นเขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวนวัฒนวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สำเนา).

อนัญญา ภุชงคกุล และนิพนธ์ พัวพงศกร. 2534. วิวัฒนาการของการบุกเบิกที่ทำกินในเขตป่าภาคกลาง. ในวิวัฒนาการของการบุกเบิกที่ดินทำกินในเขตป่า, หน้า 46. เจิมศักดิ์ ปิ่นทอง, บรรณาธิการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, กรุงเทพฯ.

BUNYAVEJCHEWIN, S. 1983. Canopy structure of the dry dipterocarp forest of Thailand. Thai For. Bull. 14: 1-93.

CROW, T. R. AND D. F. GRIGAL. 1979. A numerical analysis of aborescent communities in the rain forest of the Luquillo mountains, Puerto Rico.Vegetatio. 40: 135-146.

HEANEY, A. AND J. PROCTOR. 1990. Prelimiary studies on forest structure and floristics on Volcan Barva, Costa Rica. J. Trop. Ecol. 6 (3): 307-320.

PUNGRASSAMI, T. 1987. Cassiterite and wolframite deposites in and around the Hat Yai Basin, Songkhla Province, Thailand. In Proc. of the workshop on economic ecology, tectonics, sedimentany processes and environment of the quaternary in Southeast Asia. Dept. Geology, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. pp. 135-155.

SMITINAND, T. 1977. Vegetation and ground cover or Thailand. Dept. For. Biol., Faculty of Forestry Kasetsart Univ., Bangkok.

SYMINGTON, C. F. 1974. Malayan forest records no. 16: foresters' manual of Dipterocarpaceae. Penerbit University Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.

TERBORGH, J , R. B. FOSTER AND N. V. PERCY. 1996. Tropical tree communities: a test of the nonequilibrium hypothesis. Ecology 77: 561-567.

WHITMORE, T. C. AND K. SIDIYASA. 1986. Composition and structure of a low land rain forest at Toraut, Northern Sulawesi. Kew Bulletin 41: 747-756.

WHITMORE, T. C. 1984. Tropical rain forest of the Far-East. 2nd ed. Clarendon Press, Oxford.

WHITTAKER, R. J. 1987. An application of detrended corespondence analysis and non metric multidimensional scaling to the identifcation of environmental factor complexes and vegetation structures. J. Ecol. 363-376.

ZECH, W. 1993. Geology and soils. In PANCEL, L. (ed.), Tropical forestry handbook. Vol. I. pp. 1-92. Springer Verlag.

PHYTOGEOGRAPHICAL SURVEY OF DOI LUANG NATIONAL PARK, CHIANG RAI

Simon Gardner[1], Roongchon Kunarak[2] Pindar Sidisunthorn[1] and Vilaiwan Anusarnsunthorn[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

[2]Department of Geography, Faculty of Social Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

การสำรวจทางพฤกษภูมิศาสตร์ ณ อุทยานแห่งชาติดอยหลวง จ. เชียงราย

ไซมอน การ์ดเนอร์[1], รุ่งชล คุณารักษ์[2], พินดา สิทธิสุนทร[1] และ วิไลวรรณ อนุสารสุนทร[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

[2]ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

การสำรวจสภาวะและการกระจายทางภูมิศาสตร์ของพรรณไม้ในอุทยานแห่งชาติดอยหลวง โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ร่วมกัน คือ การวางแปลงสำรวจ การทำแผนที่ภาคพื้นดิน และการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียม พบว่ามีป่าปกคลุมอุทยานร้อยละ 75.2 ในจำนวนนี้เพียงร้อยละ 33.8 จัดว่าเป็นป่าที่อยู่ในสภาพดี แหล่งที่มีความหลากหลายชนิดของไม้ยืนต้นสูง คือ ป่าดิบชื้นซึ่งมีพรรณไม้ยืนต้นร้อยละ 73.8 และร้อยละ 56.2 ของพรรณไม้ชนิดที่หายาก ป่าดังกล่าวนี้จะปรากฏอยู่หนาแน่นทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของอุทยาน ในขณะที่บริเวณอื่นๆ ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของชนิดพรรณไม้มักจะเป็นหย่อมเล็กๆ หรือกระจัดกระจายมากจนไม่สามารถจะดำรงระบบนิเวศดังกล่าวให้รอดอยู่ได้ถ้าไม่มีมาตรการจัดการที่เข้มงวด

คำหลัก: แผนที่การกระจายตัว, ภาพถ่ายจากดาวเทียม, อุทยานแห่งชาติดอยหลวง

INTRODUCTION

The recent increase in the number of protected areas in Thailand has created an urgent need to develop survey techniques that enable a rapid assessment of the current biodiversity status of potentially important sites. Whilst remote sensing analysis is an excellent tool at the national level, it cannot yet be used on its own to accurately predict forest condition in areas with complex topography and ecology, such as in Northern Thailand. On the other hand, current ecological survey techniques, which rely on fixed plots, are too time-consuming and cover too small an area to be the sole basis for resource management decisions.

The primary aim of our survey was to develop methods to assess forest condition of protected areas at a scale and detail appropriate to their management. We used an integrated approach involving 3 separate but parallel surveys: 1) Ecological survey employing traditional permanent plot techniques was used to identify the most valuable habitats and to assess the potential for using indicator species or vegetative parameters to predict habitat value. 2) Ground mapping of selected core areas, which provided a basis to assess the representiveness of the ecological survey, as well as to test the accuracy of remote sensing interpretation. 3) Remote sensing survey, involving the analysis of 2 digital Landstat5 TM satelite images in combination with a Geographical Information System (GIS).

This paper focuses on the methodology and preliminary results of these three surveys, with specific reference to tree species diversity.

STUDY AREA

Doi Luang was designated as a national park in 1990 with an official area of 1,170 km^2, situated between 99°29'E 19°02'N and 99°51'E 19°43' N. The highest point in the park is Doi Luang Peak (1,710 m), but 86% of the park lies below 1,000 m, with only a small proportion (3.9%) over 1,200 m. The climate is strongly seasonal with a mean annual rainfall of 1,270 mm, of which 87.9% occurs during the monsoon period between May and September. The night

temperatures vary from 11.9°C in January to 22.4°C in June whilst the day temperatures vary from 28.8°C in December to 38.7°C in April[1] (Meterological Department, 1998).

Below 1,200 m the vegetation is a complex mosiac of both deciduous and evergreen elements, the exact proportion in any one site determined by altitude, moisture availability during the dry season, and disturbance. Above 1,200 m evergreen forests predominate, with open grassland in disturbed areas.

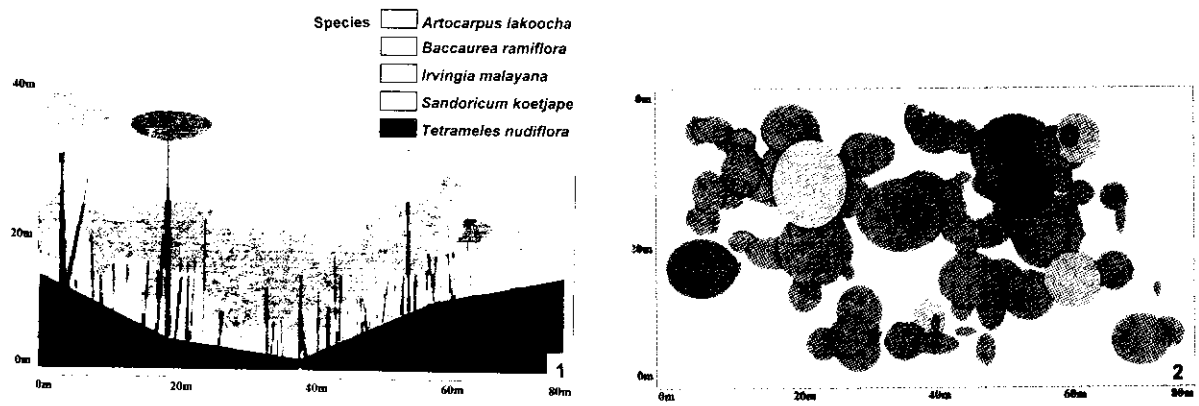
METHODOLOGY

Ecological Survey

57 permanent plots, covering a total area of 29.28 hectares (183 rai) were established including 3 large plots of 500x80 m and 54 smaller plots of 80x40 m. The survey covered 4 aspects of the forest ecology:

1. Trees. All individual tree stems within the plots with diameter at breast height (DBH) > 9.5 cm were tagged, measured (DBH/height/crown width), mapped and identified if possible.
2. Bamboo. All clumps with any culms >3 cm DBH were measured, identified and mapped as per trees (basal area estimated as number of stems x area of an average stem)
3. Shrubs. All woody shrubs and saplings with DBH >=1 cm within a 5.05 m radius of the centre of each 20x20 m square (20% of the total area in the plot) were measured but not mapped or identified.
4. Dead wood. All pieces of both standing and fallen dead wood within the whole plot with diameter >9.5 cm and length >30 cm were measured, but not mapped or identified, except for unmistakable timbers (mainly *Tectona grandis*).

The data from these plots was processed using software developed by project staff in collaboration with Mr. Chen Nan[2]. This software can produce plot maps and canopy profiles as well as calculate canopy cover, texture, volume and other relevant parameters (see Fig. 1 and 2).



Figs. 1-2. Doi Luang National Park: Site 56. Mature mesic evergreen forest at 550 m. elevation, 1) profile, 2) plan view

Ground Mapping

A non-random plotless method was used, designed to cope with a mountainous landscape where the vegetation changes rapidly over a short distance and the boundaries between vegetation units are relatively well-defined. In such areas, a strict grid or totally random allocation of survey sites is not only extremely difficult to carry out, but is also liable to neglect distinctive but very narrow habitats, such as along streams or ridges. The

[1] Rainfall averaged over the 34 year period 1961–1995, temperature averaged for 1989 – 1997, both for the meterological station in Phan District at altitude of 394 m – probably rather drier and hotter than the average for the park as a whole.
[2] BIOTEC, Bangkok

representiveness of the survey was achieved by attempting to sample every well-defined vegetation unit of appropriate size[3] within 6 study areas of 12 km^2 each in widely dispersed parts of the park (see map).

The geographical position of the approximate centre of each unit was recorded using a Trimble pathfinder2 GPS, differentially corrected with base station data from Chiang Mai when possible. The following parameters were noted for the area visible from that point:

1 - physical parameters (slope, aspect, topography, altitude, bedrock)

2 - vegetation structure (estimates of % cover, mean canopy and emergent height, extent of layering and broad composition of each layer)

3 - specific signs of disturbance (logging, fire damage, domestic animals etc.)

4 - indicator tree species. (relative abundance of 140 target taxa)

The spatial boundaries of each unit were estimated on the ground and subsequently refined using aerial photographs from 1995. 524 separate units covering around 3,000 hectares (18,750 rai) were eventually included.

Remote Sensing Survey

Digital Landstat5 TM satelite image data from both January and March 1998 formed the basis of the remote sensing survey, which covered 96.3% of the total area of the park. Preliminary unsupervised and supervised classification of the image using various band combinations and transformations was unsuccessful due to the complexity of the vegetation mozaic and the topography.

In order to improve the classification, a Digital Terrain Model (DTM), based on 20 m contours of 1:50,000 RTSD topographic map, was constructed and used to produce maps of potential moisture availability from a combination of aspect, slope, bedrock and distance to ridge/watercourses.

Around 100 of the sampling units covered by the ground survey were selected on the basis of positional accuracy, image clarity and low variability between pixels within each unit. The averaged digital data from all well-defined pixels within each unit was processed to construct a digital signature for the unit. These 100 signatures were compared with each otherwere and combined into composite signatures where no significant difference between them could be identified. 14 well-defined signatures were identified, which formed the basis for the final classification of the satelite data from which a draft vegetation map was constructed.

Visual comparison of this draft map with the ground map showed that vegetation type and condition in the study areas could not be accurately predicted using the image data alone. However, the ground data revealed that many areas with the same satelite signature could be subdivided by reference to the DTM since every forest type has definite limits in terms of altitude, bedrock and moisture availability. This allowed us to identify a total of 33 vegetation categories, consisting of 11 main types in varying stages of degradation. This system was used to produce draft vegetation type/condition maps, which were visually compared with the ground maps of the 6 sample areas and inconsistencies reduced through an iterative process until a satisfactory correlation was obtained.

RESULTS

Forest Classification

We have in general followed the forest classification system in current use by the forestry department (Smitinand, 1977; Santisuk, 1988), but with the important difference that what are normally refered to as dry evergreen forests are here termed mesic evergreen, because of their reliance on ground water whereas xeric evergreen is reserved for dry locations. Xeric evergreen species are those which display morphological modifications, such as sclerophyll in the leaves, which enables them to avoid dessication in the dry season and so remian evergreen even in xeric locations. Common examples include *Pinus* spp.,

[3] The spatial accuracy of our GPS after differential correction was around 50 m. The centre of each unit had to be greater than this distance the edge of the unit to avoid possibile confusion.

Vaccinium spp. *and Tristaniopsis burmanica.* The term "deciduous+evergreen" indicates that a majority (>50%) of trees are deciduous but there is also a significant (>20%) evergreen element.

Ecological Survey

A total of 294 tree/treelet species were recorded on the plots, representing 78.6% of the total known tree flora of the area. The most important habitat from the point of view of tree diversity was mesic evergreen forest, which is found in narrow strips along streams and in moist areas such as concavities or steep north-facing slopes, usually below 1,200 m. Not only does it have the highest overall number of species, but also harbors the greatest proportion of locally rare species (defined as those recorded in less than 5% of all sites) as well as the greatest number of species of regional importance (defined as species found only in Doi Luang, but not in any of the other 5 protected areas in the Northern Region for which we have comparable data[4]).

Table 1. Tree diversity per forest type

Forest Type	Total species	Local rare	Region rare
Mesic evergreen	217	50	22
Evergreen/bamboo	172	18	0
Deciduous+evergreen	177	24	6
Deciduous/bamboo	115	15	2
Dry dipterocarp	83	6	0
Hill evergreen	144	22	10
Xeric evergreen (± pine)	97	8	0
Degraded areas (bamboo, fallow fields etc.)	90	3	2
Total[5]	294	87	42

Remote Sensing Survey

1,112.6 km^2, representing 92.4% of the calculated land area of the park[6] was classified into 9 major vegetation types, which were subdivided into 33 subtypes according to condition. 45 km^2 (3.7%) fell outside of the available image[7], and a further 52.4 km^2 (3.9%) could not be classified, principally due to extreme shadow effects. 74.1% of the surveyed area supports forest cover, but only 12.6% of this total is in very good condition, a further 21.2% is in fairly good condition, and 37.6% is in poor or fairly poor condition[8].

Table 2. Area of vegetation types

Forest Type	Area (km^2)	% Total [5]
Mesic evergreen	53.4	4.6
Evergreen/bamboo	108.7	9.3
Deciduous+evergreen	292.7	25.0
Deciduous/bamboo	118.4	10.1
Dry dipterocarp	149.2	12.8
Hill evergreen	63.7	5.5
Xeric evergreen (± pine)	35.7	3.0
Degraded areas (bamboo, fallow fields etc.)	187.7	15.9
Open areas (fields, grassland, roadsides)	115.3	9.9
Unclassified	45.4	3.9
Total study area	1,168.8	100.0

Predominantly deciduous forests are almost twice as abundant as evergreen forests, occupying 68.1% of the total forest cover in the park. However, the majority of areas are to some extent transitional, with deciduous+evergreen areas being the commonest single type. Of the 139.7 km^2 with sufficient moisture to support mesic evergreen forest in good condition, only 28.3km^2 (20.2%) currently does so. The remainder is occupies by more degraded forest types, chiefly mesic evergreen/bamboo. These mesic evergreen areas are concentrated in the SE section of the park. Although good patches do occur in other areas, these are generally small and isolated from each other (see map).

DISCUSSION

With a total of 57 transect sites covering 29.28 hectares, Doi Luang is probably as intensively surveyed as any protected area in Thailand with the sole exception of Huay Kha Khaeng. Even so, this represents a minute fraction (0.024%) of the total area of the park. Our initial plan had been to use the transect sites directly as training areas for the satelite image

[4]Doi Suthep, Doi Chiang Dao, Doi Khun Than, Jae Sawn, Mae Soi

[5]The ecological survey did not include open areas.

[6]The calculated area of the park was 1,210 km^2, using GIS based on the official land title document of the park. This represents an explained discrepancy of 40 km^2 from the official figure of 1,170 km^2.

[7]Unquantified ground survey indicated that the area ouside of the image is dominated by degraded and open areas.

[8]Condition is defined for the purposes of remote sensing analysis in terms of % canopy cover and texture relative to be best known examples of a particular vegetation type under particular conditions of altitude range/moisture/bedrock.

analysis. This proved infeasible for two reasons: 1. Spatial inaccuracy. Even if it had been possible to achieve a ground accuracy of <50 m with our GPS (true in <20% of cases, even after differential correction), the discrepancy between the satelite image and the topographic map was still too great to ensure that specific pixels on the satelite refered to particular 80x40 m transect plots.
2. Too few sites. Even with 57 sites it was still not possible to sample a statisically sufficient number of each vegetation types to cover the full range present in a complex area such as Doi Luang.

Ground mapping proved to be the single most important factor in improving the acuracy of the overall survey. Although the area covered was still relatively small (<2.5% total), the 524 units probably covered almost the full range of habitats in the park. This enabled us to determine the physical limits of each forest type in terms of altitude, moisture and bedrock, which was critical in seperating areas with very similar satelite signatures, but importantly different from an ecological standpoint.

A good example of this is evergreen forest areas, which can be difficult to distinguish based on the satelite alone. The ecological survey showed that mesic evergreen forests support the highest diversity in the park, whereas xeric evergreen forests are one of the most species-poor habitats. The ground mapping revealed that in an undisturbed state mesic evergreen forest attains over 90% cover with high structural diversity, whereas 70% cover indicates moderately disturbed areas. On the contrary, even the most undisturbed dry evergreen sites never attain more than 70% cover. Therefore, a satelite signature indicating evergreen forest with about 70% cover can be classed as xeric evergreen forest in good condition if it is in a dry location, but as a moderately disturbed mesic evergreen forest if in a moist location. The same data can provide information on both vegetation type and condition, provided that the range of possible vegetation for a particular site can be estimated.

This example clearly illustrates the importance of integrating ecological survey, ground mapping and remote sensing interpretation to assess forest type and condition. Complex forest mosaics such as in Doi Luang cannot be interpreted without reference to the underlying topography & prior knowledge of the physical limits of each vegetation type.

CONCLUSIONS

1. The most important habitat for tree diversity in Doi Luang National Park is mesic evergreen forest. Most of this mesic forest is concentrated in the SW section of the park - elsewhere it is fragmented to such an extent that it is unlikely to survive in the long term.
2. Ecological survey plots are of little direct use as training areas for satelite image analysis, unless spatial accuracy both in terms of GPS and image overlay can be substantially improved. However, they are invaluable tools to identify the relative diversity value of different forest types.
3. Satelite image interpretation can be greatly improved if the physical limits (altitude, moisture, bedrock) of the vegetation in the area are already known. Without this information, we would have been unable to accurately predict forest type or condition in Doi Luang National Park.
4. We recommend that evergreen forests in Northern Thailand be clearly divided into mesic and xeric types, since they have very few species in common and are of very different ecological importance. Although it is often difficult to divide these two types based on satelite image alone, it is easy to do so with reference to the underlying topography.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was entirely supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 139029. We would also like to express our appreciation to the Department of Biology, Department of Geography and Computer Service Centre of Chiang Mai University.

REFERENCES

METEROLOGICAL DEPARTMENT.1998. Climate Data for Phan Substation, Chiang Rai Province, 1961-1995. Data Processing Subdivision, Climatology Division, Meterological Department, Chiang Mai.

SANTISUK, T. 1988. An Account of the Vegetation of Northern Thailand, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden.

SMITINAND, T. 1977. Vegetation and Ground Cover in Thailand, Technical Paper No 1, Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University.

ความหลากหลายของพรรณไม้พื้นล่างตามแนวลำน้ำแม่มอน ที่ระดับความสูง 475 เมตร ถึง 575 เมตร ณ อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง

มนู ปนาทกูล[1], เจมส์ เอฟ แมกซ์เวลล์[2], สตีเฟ่น แอลเลียต[2] และ วิไลวรรณ อนุสารสุนทร[2]

[1] หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนแจ้ห่มวิทยา อ. แจ้ห่ม ลำปาง 52120

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

DIVERSITY OF GROUND FLORA ALONG MAE MON STREAM ALTITUDE 475 TO 575 METRES AT CHAE SON NATIONAL PARK, LAMPANG PROVINCE

M. Panatkul[1], S. Elliott[2] and V. Anusrnsunthorn[2]

[1]Science Department, Chaehomwittaya School, Chaehom District, Lampang 52120

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chaing Mai 50202

A survey of the vascular ground flora along Mae Mon Stream at Chae Son National Park, Lampang Province was conducted from April 1996 to March 1997. The survey area extended from the headquarters at 475 m to a reservoir at 575 m, the total length of the area being c. 2.6 km. Collecting was done twice per month and an effort was made to collect both flowering and fruiting material of all species there. The specimens were collected, proper detailed notes taken, pressed and preserved by drying at the CMU Herbarium, where identifications, specimen processing, distribution, and filing were carried out. A total of 172 plant specimens were collected, of 45 families, 99 genera, 128 vascular plants species including some epiphytic and epilithic species along the water fall and outcrops along the stream. Detailed descriptions of 81 species were made.

The forest has been severely degraded by timber (mostly teak) extraction, fire, and is now considered a degraded, seasonal, mostly primary deciduous forest with much bamboo. There are areas, especially in relative, undisturbed parts of the stream valley that can be considered as being of a mixed primary evergreen, seasonal hardwood + deciduous facies. The stream flows throughout the year, however there is a distinct dry period from November to May and a rainy period from about June to October.

The dicotyledon family represented by the most species was Leguminosae, (Papilionoideae) (13 species), and the monocotyledon family represented by the most species was Zingiberaceae (15 species).

Various phenological notes were made, including seasonality of flowering, fruiting, and leaf production of all species. Habitat preferences, abundance, and other notes were included for each species.

Key words: epiphytic species, epilithic species, plant herbarium specimen, phenology, flora

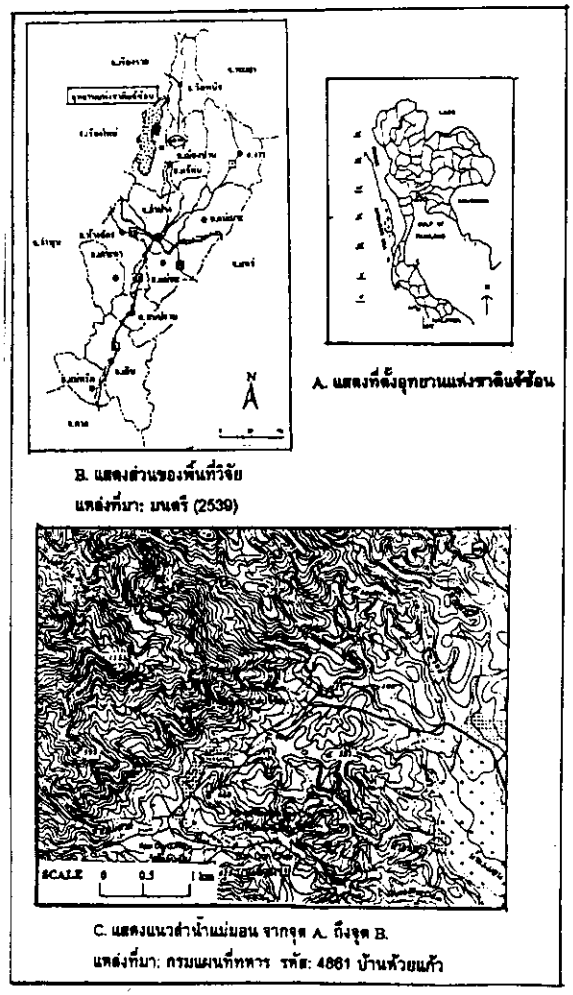
บทนำ

อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อนตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศ ในเขตพื้นที่ของอำเภอเมืองลำปาง อำเภอเมืองปาน อำเภอแจ้ห่ม และอำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง ได้รับจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติอันดับที่ 58 เมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม 2531 มีพื้นที่ 778 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 480,000 ไร่ ในส่วนพื้นที่ด้านในของอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อนเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนมีความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้จนได้รับการจัดให้เป็นเขตต้นน้ำลำธารชั้น 1-A ที่มีทัศนียภาพที่สวยงามทางภูมิทัศน์มาก มีแหล่งดึงดูดนักท่องเที่ยวที่โดดเด่น คือ ลำน้ำแม่มอนที่มีน้ำไหลตลอดปีและมีแอ่งน้ำพุร้อนผุดขึ้นมาจากพื้นมาบรรจบกัน (มนตรี, 2539) ลำน้ำแม่มอนไหลจากภูเขาลงมามีลักษณะเป็นน้ำตก 6 ชั้น มีทางเดินศึกษาธรรมชาติเลียบตามลำธารให้นักท่องเที่ยวใช้ประโยชน์ (Gray *et al.*, 1994) ตามแนวลำน้ำแม่มอนนี้เป็นบริเวณที่จัดว่าได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรงทั้งในด้านการท่องเที่ยวและจากชาวบ้านที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงด้วยการเก็บของป่า เช่น พืชผัก, เห็ดป่า, การขุดหน่อไม้ เป็นต้น จึงเป็นพื้นที่ที่สมควรให้ความสนใจทำการวิจัยเพื่อให้ทราบความหลากหลายของพรรณไม้อันเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการจัดการในอนาคตต่อไป

พื้นที่ศึกษา

ตามแนวลำน้ำแม่มอนตำแหน่งทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของที่ทำการอุทยานฯ เริ่มสำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้พื้นล่าง จากระดับความสูง 475 เมตร ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบตำแหน่งพิกัดจุดตัดของเส้นรุ้งที่ 18° 50′ 6″

เหนือ และเส้นแวงที่ 90° 28′ 33″ ตะวันออก และจุดสุดท้ายที่ทำการสำรวจ คือ บริเวณอ่างเก็บน้ำแม่มอน มีระดับความสูง 575 เมตร มีตำแหน่งจุดตัดที่พิกัดของเส้นรุ้งที่ 18° 50′ 49″ เหนือและเส้นแวงที่ 90° 27′ 45″ ตะวันออก ระยะทางตามลำน้ำขึ้นไปตามภูเขาประมาณ 2.6 กิโลเมตร กำหนดพื้นที่สำรวจออกจากกลางแนวลำน้ำไปด้านข้างเป็นระยะทางด้านละ 25 เมตร คิดเป็นพื้นที่สำรวจประมาณ 102,500 ตารางเมตร สามารถจำแนกประเภทป่าในพื้นที่สำรวจออกเป็น 2 ประเภท คือ จากระดับความสูง 475–525 เมตร เป็นป่าผลัดใบผสมไผ่มาก และจากระดับความสูง 525 เมตรขึ้นไปเป็นป่าผสมระหว่างป่าผลัดใบและป่าดิบดั้งเดิม (Maxwell *et al.*, 1997) แสดงพื้นที่วิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1. แสดงพื้นที่วิจัย

ลักษณะดินในพื้นที่วิจัยมีอินทรีย์วัตถุพอสมควร ดินมีสีน้ำตาลเข้มจนเกือบดำ ส่วนชั้นหินพื้นล่าง (bed rock) เป็นชั้นหินแกรนิต (granite) พบหินชนิดนี้โผล่ขึ้นมาตามแนวลำน้ำเป็นระยะ ๆ สภาพภูมิอากาศมี 3 ฤดูกาล คือ ฤดูแล้งร้อนเริ่มจากราวกลางเดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนจากเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม และฤดูแล้งหนาว (Maxwell *et al.*, 1997) ส่วนรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง 9 ปี แสดงไว้ดังภาพที่ 2

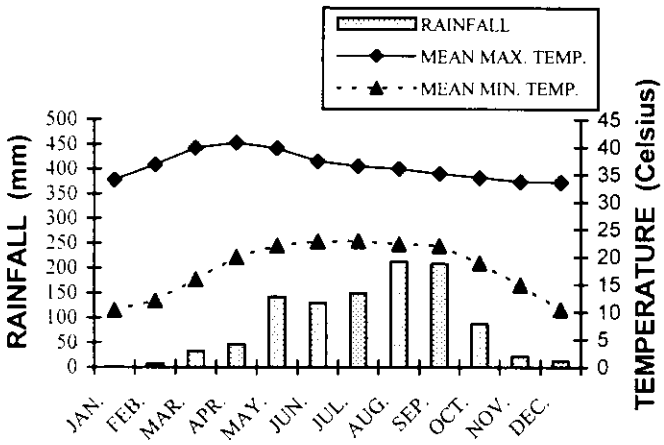
วิธีการ

การสำรวจและเก็บรวบรวมพรรณไม้

ใช้การเดินสำรวจในพื้นที่วิจัยเดือนละ 2 ครั้ง เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน 2539 ถึงเดือนมีนาคม 2540 ทำการถ่ายรูปพรรณไม้ที่สำรวจพบ, บันทึกสถานที่ (location), สิ่งแวดล้อมย่อย (habitat), ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (elevation), ชีพลักษณ์ (phenology) หมายถึง ระยะเวลาการผลิดอก ระยะเวลาติดผล และระยะเวลาการมีใบ, วันเดือนปีที่เก็บ และรายละเอียดทางพฤกษอนุกรมวิธานที่ต้องบันทึกก่อนการเก็บ เช่น เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น, ลักษณะพรรณไม้ (habit), การจัดเรียงตัวของใบ (phyllotaxy), สี, กลิ่น, การมีน้ำยาง เป็นต้น เก็บพรรณไม้ตามขั้นตอนการเก็บพรรณไม้ในภาคสนามอย่างสมบูรณ์ และสอบถามชื่อพื้นเมืองจากชาวบ้าน เอกสารและหนังสือ

การเก็บรักษาพรรณไม้และการวิจัยในห้องปฏิบัติการ

วิธีการเก็บรักษาพรรณไม้ มี 2 วิธีดังนี้ คือ การเก็บแบบแห้งโดยการอบชิ้นส่วนพรรณไม้นั้นในตู้อบ แล้วทำการวินิจฉัยพรรณไม้ว่าเป็นชนิดใด พิมพ์รายละเอียดพรรณไม้ติดบนกระดาษแข็งที่ติดผนึกพรรณไม้, ชุบน้ำยารักษาพรรณไม้, ติดกาว, ลงทะเบียน และเก็บรักษาในตู้ อีกวิธีหนึ่ง คือ การเก็บรักษาชิ้นส่วนของพรรณไม้โดยการดอง เช่น การเก็บรักษาดอก และผล เพื่อการศึกษาวิจัยอย่างละเอียด หลังจากนั้นบรรยายลักษณะพรรณไม้แต่ละชนิดโดยเลือกจากความสมบูรณ์ของตัวอย่างพรรณไม้ที่เก็บทั้งภาคภาษาอังกฤษและภาคภาษาไทย



ภาพที่ 2. แสดงข้อมูลที่บันทึกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณฝน เฉลี่ยตั้งแต่ ปี 2532-2540 (ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 241 เมตร)

ตารางที่ 1. พรรณไม้พื้นล่างที่สำรวจพบในพื้นที่วิจัย

พรรณไม้พื้นล่างมีท่อลำเลียง (พรรณไม้มีดอก)	วงศ์	สกุล	ชนิด
กลุ่มใบเลี้ยงคู่	31	61	78
กลุ่มใบเลี้ยงเดี่ยว	8	31	41
เฟิน	6	7	9
รวม	45	99	128

ผลการวิจัย

จากการสำรวจพรรณไม้พื้นล่างที่มีท่อลำเลียง (ground flora) ที่ออกดอกในช่วงเดือนเมษายน 2539 ถึงเดือนมีนาคม 2540 ตามแนวลำน้ำแม่มอน พบว่ามีพรรณไม้พื้นล่าง 45 วงศ์ (families) 99 สกุล (genera), 128 ชนิด (species) (ตารางที่ 1 และ 2) วงศ์ที่พบมากที่สุด คือ วงศ์ Zingiberaceae จำนวน 15 ชนิด รองลงมา คือ วงศ์ Leguminosae (Papilionoideae) จำนวน 13 ชนิด ในจำนวนที่พบทั้งหมดจัดเป็นพืชไม่มีเนื้อไม้ฤดูกาลเดียว 26 ชนิด พืชมีอายุต่อเนื่องนานหลายปี 73 ชนิด, ไม้ทรงพุ่ม (shrubs) 7 ชนิด, ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก (treelets) 14 ชนิด, ไม้เลื้อยไม่มีเนื้อไม้ (vines) 6 ชนิด และเป็นไม้เลื้อยที่มีเนื้อไม้ (woody climbers) 2 ชนิด

บทวิจารณ์

จากผลการสำรวจพบว่าความหลากหลายของพรรณไม้พื้นล่างในป่าผลัดใบผสมไผ่มีมากกว่าป่าผสมระหว่างป่าผลัดใบและป่าดิบดั้งเดิม กล่าวคือ พบพรรณไม้ในป่าผลัดใบผสมไผ่ถึง 102 ชนิด (80%) แต่ในป่าผสมระหว่างป่าผลัดใบและป่าดิบดั้งเดิมพบพรรณไม้ 57 ชนิด (45%) ในจำนวนนี้รวมพรรณไม้ที่พบในป่าทั้ง 2 ประเภทด้วย หากจำแนกพรรณไม้ที่พบในแต่ละแหล่ง คือ ในป่าผลัดใบผสมไผ่ พบ 71 ชนิด ในผสมระหว่างป่าผลัดใบและป่าดิบดั้งเดิมพบ 26 ชนิด และพบในป่าทั้งสองประเภท 31 ชนิด จากผลการสำรวจดังกล่าวแสดงว่าในป่าผลัดใบผสมไผ่มีความแตกต่างของสิ่งแวดล้อมย่อยหลากหลาย เช่น หน้าผาหินใกล้น้ำตก สภาพหินให้พรรณไม้เกาะในน้ำ สภาพพื้นดินริมฝั่งลำธารที่มีความชื้นหลายระดับ ความแตกต่างของความเข้มแสงที่ส่องลงมา ปัจจัยเหล่านี้จะเป็นตัวก่อให้เกิดการปรับตัวของพรรณไม้ได้หลากหลายมากกว่าที่พบในป่าผสมระหว่างป่าผลัดใบที่ความเข้มแสงค่อนข้างจะน้อย ส่วนมากพบพรรณไม้วงศ์ Araceae, Commelinaceae และ Zingiberaceae ส่วนกิจกรรมที่มนุษย์เข้าไปทำในพื้นที่วิจัย พบว่ามีอยู่บ้างนักท่องเที่ยวและชาวบ้านได้เด็ดหรือเก็บพรรณไม้ที่ใช้เป็นอาหารได้ เช่น ผักก้านอ้อ *Oenanthe javanica* (Bl.) DC. (Umbelliferea), กระชายป่า *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. (Zingiberaceae) หรือเก็บพรรณไม้ที่มีดอกสวยงามซึ่งหลายชนิดก็ค่อนข้างพบได้ยากในพื้นที่วิจัยด้วย เช่น ปัดแดง *Habenaria rhodocheila* Hance (Orchidaceae) เป็นกล้วยไม้เจริญที่พื้นดิน ว่านห้าพระองค์ *Begonia yunnanensis* Lev. (Begoniaceae) และมีการขุดหน่อไม้ เก็บเห็ดบางฤดูกาลด้วย *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. ส่วนพรรณไม้หายากนั้นพบว่ามีขอบเขตการกระจายแคบ และมีความต้องการปัจจัยในการอยู่รอดค่อนข้างจำเพาะ เช่น เป็นพรรณไม้เจริญตามหินบริเวณหน้าผา (epilithic species) เช่น คำหยาด *Chirita micromusa* Burtt, *Didymocarpus kerrii* Craib (Gesneriaceae), ปัดแดง *Habenaria rhodocheila* Hance (Orchidaceae), ว่านห้าพระองค์ *Begonia yunnanensis* Lev. (Begoniaceae) เทียนป่า *Impatiens mengtzeana* Hk. f. (Balsaminaceae) เป็นต้น พรรณไม้เหล่านี้โดยมากมักกระจายพันธุ์โดยเมล็ดซึ่งจะอยู่ในพื้นที่จำกัดและมักเป็นพรรณไม้ฤดูกาลเดียว (annual) แต่บางชนิดก็ขยายพันธุ์ด้วยเหง้า และมีอายุนานหลายปี เช่น ปัดแดง *Habenaria rhodocheila* Hance (Orchidaceae) แต่ก็ยังน่าเป็นห่วงเพราะมีปริมาณไม่มากนักในพื้นที่วิจัย

ตารางที่ 2. แสดงตัวอย่างรายละเอียดพรรณไม้ที่เก็บได้จากพื้นที่วิจัย

ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่อยู่	ความมากหลาย	ลักษณะพรรณไม้		ชื่อพื้นเมือง, ชื่อไทย	ชีพลักษณ์พรรณไม้		
						ระยะเวลาออกดอก	ระยะเวลาออกผล	ระยะเวลาออกใบ
ANGIOSPERMS (flowering plants)								
ACANTHACEAE								
Asystasiella neesiana (Wall.) Lindau	bb/df	3	h	a	ผักกูด	กย-พย	พย-ธค	พค-ธค
Barleria strigosa Willd.	bb/df, mxf	3	h	pd	หญ้าหงอนไก่	กย-พย	พย-มค	พค-ธค
Eranthemum tetragonum Wall *ex* Nees	bb/df	3	h	pd	เข็มพญาอินทร์, หญ้าขี้มาก	มค-กพ	กพ-พค	เมย-ธค
Strobilanthes anfractuosa (Cl. *ex* Hoss.) Brem.	bb/df	3	h	pe	ไม่มีรายงาน	ธค-กพ	กพ-เมย	มิย-เมย
Justicia chlorantha Craib	bb/df	3	h	a	ไม่มีรายงาน	กพ-เมย	เมย-พค	มค-ธค
Justicia procumbens (L.) Craib	bb/df, mxf	3	h	a	ไม่มีรายงาน	สค-มค	กย-มค	พค-มค
Peristrophe lanceolaria (Roxb.) Nees	bb/df	3	h	pd	ดอกกำบุ้ง, ฮ้อม	ธค-มีค	มีค-พค	กค-พค
Phlogacanthus racemosus Brem.	bb/df	3	h	pd	ไม่มีรายงาน	กย-กพ	มค-มีค	มค-ธค
Pseuderanthemum latifolium (Vahl) B. Han.	bb/df	3	l, s	pe	ดอกฮ้อมห้วย	ตค-มค	ธค-กพ	มค-ธค

หมายเหตุ: bb/df=ป่าผลัดใบที่มีไผ่ขึ้นผสมมาก (deciduous forest with much bamboo), mxf=ป่าผสมระหว่างป่าดิบดั้งเดิมที่มีไม้เนื้อแข็งกับป่าผลัดใบ (mixed evergreen, seasonal hard wood+deciduous forest), h=พรรณไม้ไม่มีเนื้อไม้ (herb), a=พรรณไม้ฤดูกาลเดียว (annual), pe=พรรณไม้อายุนานต่อเนื่องไม่ผลัดใบ (perennial evergreen), pd=พรรณไม้อายุนานต่อเนื่องผลัดใบหรือ (perennial deciduous), l=พรรณไม้ยืนต้นขนาดเล็ก (treelet), s=พรรณไม้ทรงพุ่ม (shrub), 3= พบได้บ่อย (common)

บทสรุป

จากการสำรวจพรรณไม้พื้นล่างตามแนวลำน้ำแม่มอน พบพรรณไม้พื้นล่างถึง 128 ชนิด กระจายตัวแตกต่างกันในป่า 2 ประเภทที่มีสภาพแวดล้อมย่อยเป็นตัวกำหนดการเจริญของพรรณไม้เหล่านั้น และพบพรรณไม้หลายชนิดที่หายากในพื้นที่วิจัย บางชนิดมีความสวยงามและโดดเด่นอยู่ในตัว สิ่งนี้เป็นเรื่องที่ควรพิจารณากำหนดมาตรการในการคุ้มครองและดูแล งานวิจัยนี้ได้รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการวางแผนและจัดการอนุรักษ์แบบในสภาพป่า (*in situ*) ซึ่งเป็นการอนุรักษ์ในแหล่งที่อยู่ (habitat conservation) ที่เอื้ออำนวยต่อการปรับตัวของพรรณไม้ (วิสุทธิ์, 2538) หรือจะใช้การอนุรักษ์แบบนอกพื้นที่ธรรมชาติ (*ex situ*) ก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยของพรรณไม้แต่ละชนิด ข้อมูลของพรรณไม้ยังสามารถนำไปใช้เผยแพร่แก่ผู้สนใจได้ในระดับหนึ่ง และเป็นพื้นฐานต่อการทำวิจัยในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ. ดร. วิไลวรรณ อนุสารสุนทร, อจ. เจมส์ เอฟ แมกซ์เวลล์ และ อจ. สตีเฟ่น แอลเลียต ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา วิธีการในการทำงานวิจัยอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนประสบการณ์อันมีค่ายิ่งต่อตัวผู้วิจัย และช่วยตรวจสอบความถูกต้องในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณ คุณวินิจ รักชาติ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน ที่ได้ให้โอกาสใช้พื้นที่ทำการวิจัย และเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อนที่ได้ให้ข้อมูลชื่อพื้นเมือง และคุณสรเดช หน้างาม, คุณวิษณุ เบาใจ ผู้ช่วยงานวิจัยภาคสนามเป็นกำลังให้งานภาคสนามเป็นไปด้วยดี คณะทีมงานที่หอพรรณไม้ที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวก งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539025 จึงใคร่ขอขอบคุณท่านทั้งหลายไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

มนตรี สนิทประชากร. 2539. รายงานข้อมูลพื้นฐานตามแผนแม่บทการจัดการอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง (2539-2543) เล่มที่ 1. ส่วนทรัพยากรที่ดินและป่าไม้ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ. กรุงเทพฯ. 155 หน้า.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2538. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว). กรุงเทพฯ. 254 หน้า.

GRAY, D., C. PIPRELL AND M. GRAHAM. 1994. National Parks of Thailand. Thai Wattana Panich, Bangkok, Thailand. 250 p.

MAXWELL, J. F., S. ELLIOTT AND V. ANUSARNSUNTHORN. 1997. The Vegetation of Jae Sawn National Park, Lampang Province, Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 45: 71-97.

LITTER FALL PRODUCTION AND LEAF DECOMPOSITION IN A MANGROVE (*LUMNITZERA RACEMOSA* WILLD. DOMINANT SPECIES) STAND IN SONGKHLA LAKE

***Nipit Srisuwon*[1], *Saowapa Angsupanich*[2] *and Somsak Maneepong*[3]**

[1] Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2] Department of Aquatic Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[3] Department of Earth Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

บทคัดย่อ

ผลผลิตจากการร่วงหล่นของซากพืชและการผุสลายของใบไม้ในป่าไม้ฝาดดอกขาวทะเลสาบสงขลา

นิพิท ศรีสุวรรณ[1], เสาวภา อังสุภานิช[2] และ สมศักดิ์ มณีพงศ์[3]

[1]คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาวารีชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[3]ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

การศึกษาการร่วงหล่นของซากพืชและการผุสลายของใบไม้ในป่าชายเลนที่มีฝาดดอกขาว (*Lumnitzera racemosa* Willd.) เป็นพืชเด่นบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนใน พบว่า มีผลผลิตซากพืชรวม 1,543 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี โดยมีผลผลิตของฝาดดอกขาวเป็น 84% ของผลผลิตทั้งหมด (1,299 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี) องค์ประกอบของซากฝาดดอกขาวส่วนมากเป็นใบ (1,069 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี) ใบและดอกของฝาดดอกขาวร่วงหล่นมากที่สุดในเดือนตุลาคมซึ่งเป็นฤดูฝนตกหนัก แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างฤดูกาล ส่วนประกอบรองลงมาของผลผลิต คือ ซากผลซึ่งมีผลผลิตในฤดูฝนสูงกว่าฤดูอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ธาตุอาหารทั้งหมดที่คำนวณได้จากซากใบของฝาดดอกขาวที่ร่วงหล่นทั้งหมดในรอบปี ประกอบด้วย คาร์บอน 452.94 กรัมต่อตารางเมตร แคลเซียม 27.15 กรัมต่อตารางเมตร โพแทสเซียม 9.62 กรัมต่อตารางเมตร แมกนีเซียม 7.70 กรัมต่อตารางเมตร ไนโตรเจน 5.77 กรัมต่อตารางเมตร ฟอสฟอรัส 0.43 กรัมต่อตารางเมตร และกำมะถัน 2.46 กรัมต่อตารางเมตร อัตราการผุสลายของใบฝาดดอกขาวเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อแช่อยู่ในน้ำตลอดเวลา น้ำหนักแห้งของใบไม้หายไป 98% ในเวลา 3 เดือน

คำหลัก: การร่วงหล่น, การผุสลาย, ป่าชายเลน, ฝาดดอกขาว

INTRODUCTION

There are several earlier studies on litter fall in mangrove forests; however, most are focused on *Rhizophora* spp. (Wooddroffe and Moss, 1984; Leach and Burgin, 1985; Woodroffe *et al.*, 1988; Chansang and Poovachiranon, 1990; Wafar *et al.*, 1997), *Avicennia* spp. (Goulter and Allaway, 1979; Woodroffe, 1982; Twilley *et al.*, 1986; Saifullah *et al.*, 1989; Wafar *et al.*, 1997), or mixed mangrove species (Angsupanich and Aksornkoae, 1994b; 1994c). Most species studied in the mangrove litter are known to grow typically in the seaward zone where substrates are highly saline and there is considerable tidal influence. Litter decomposition has also been widely examined (Boonruang, 1978; Robertson, 1988; Angsupanich *et al.*, 1989; Chansang and Poovachiranon, 1990; Angsupanich and Aksornkoae, 1994a; De Leon *et al.*, 1994; Wafar *et al.*, 1997). The study area for this paper is a *Lumnitzera racemosa* stand in the middle part of the lagoonal Songkhla Lake which has a limited tidal effect. The mangroves seem to grow well in this area, however, no research group as yet has undertaken to study this site. Studies are needed to understand the seasonal patterns of litter and the ecological significance of *L. racemosa* in Songkhla Lake and provide baseline data for *L. racemosa* in this area prior to the exploitation of the shoreline area for construction of shrimp ponds.

STUDY AREA

The study site is a small area at Pak Roh canal (7° 15' 30" N, 100° 25' 26" E), of about 0.8 ha (Fig. 1). It is located in the lagoonal inner Songkhla Lake where there is a strong freshwater influence in the heavy rainy season (September-December) and a limited period of

tidal inundation. The substratum was clay. At the time of the study the trees were 2-10 m high with a closed leaf canopy and dominated by *Lumnitzera racemosa* Willd., with some other species (*Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera sexangula*, *Nypa fruticans* and *Rhizophora apiculata*) also present. The study area is affected by southwest monsoon (mid-May to mid-October) and northeast monsoon (mid-October to mid-February). While the dry season is mid-February to mid-May (Climatology Division, 1989). The southwest (SW) monsoon is the light rainy period (134 mm per month) and the northeast (NE) monsoon is the heavy rainfall period (237 mm per month). The dry season is hot and humid (66 mm per month). (mean rain fall during 1987-1997: Meteorology Department, unpublished data).

METHODOLOGY

Litter Fall

Litter fall production was measured by collecting the litter in litter baskets. The litter baskets were made of 1.5 mm mesh size nylon screen attached to a 1x1 m^2 wooden frame (Angsupanich and Aksornkoae, 1994c). Each basket was tied to a branch of a mangrove tree selected so that the baskets would be above water level at high tide. Sixteen baskets were randomly distributed throughout the area (Fig. 1).

Litter was collected at two-week intervals from November 1996 to October 1997. The materials from each basket were sorted into two groups (*L. racemosa* and other mixed species). Each group was sorted into leaves, branches, flowers and fruits, then oven dried to a constant weight at 104° C for 24 hours (Angsupanich and Aksornkoae, 1994c).

For leaf content analysis, senescent leaves of *L. racemosa*, yellow in color and just ready to fall, were collected from the study site, then oven dried at 75°C for 48 hours, pulverized in a motor-driven agate mortar, and passed through a 0.25 mm sieve. Nitrogen content in the yellow senescent leaf sample was determined by the Kieldahl method (Bremner and Mulvaney, 1982). One gram of the leaf sample was digested with mixed $HNO_3/HClO_4$ (1:1), the aliquot was transferred into a 100 cm^3 volumetric flask, and distilled water was added until the final volume was obtained. Phosphorus in the solution was determined by the Vanadomolybdate method (Olsen and Sommers, 1982). The concentration of sulfur in the solution was determined by turbidimetry (Tabatabai, 1982). The concentration of potassium in the solution was determined by a flame photometer. The concentration of calcium and magnesium in the solution were determined by flame atomic absorption spectrophotometer. Carbon content was determined by gravimetric analysis (Ministry of Agriculture and Forestry, 1987).

Leaf Decomposition

The decomposition of mangrove leaf litter was studied using the litter bag technique (Angsupanich and Aksornkoae, 1994a). *L. racemosa* leaves were used for the experiments. One hundred and thirty grams of fresh senescent leaves were placed in approximately 20x30 cm^2 nylon bags of 1.5 mm mesh size. Three of these samples, selected at random, were dried at 104°C for 24 hours and weighed as the initial samples. About 30 g dry weight (g DW) of initial sample per bag was obtained. Three study sites (D1, on the forest floor near the land; D2, on the forest floor at the middle of the site and D3, immersed in water at the bank) were chosen (Fig. 1). Fifty litter bags filled with leaf samples were tied to a mangrove root at each site. The litter bags were staked to the soil surface and left in the forest for a period of 1 year. Four bags from each site were collected monthly, the leaves removed, rinsed, oven dried at 104°C for 24 hours and weighed. The experiment was started in the middle of October 1996 in the rainy season. All sites were flooded, so the leaf litter sample bags were immersed in sea water.

RESULTS

Litter Fall

The total annual litter production was 1,543 g DW m^{-2} yr^{-1} (Table 1). Leaf litter was the highest proportion of the litter sample (1,253 g DW $m^{-2}yr^{-1}$, 81%), followed by fruit litter (138 g DW $m^{-2}yr^{-1}$, 9%), branch litter (115 g DW $m^{-2}yr^{-1}$, 7%) and flower litter (37 g DW $m^{-2}yr^{-1}$, 3%). *L. racemosa* litter was the most dominant (1,299 g DW $m^{-2}yr^{-1}$, 84%). Its leaf litter was also the main component (1,069 g DW m^{-2} yr^{-1}) and fruit litter (126 g DW m^{-2} yr^{-1}) was the next. There was little branch litter (77 g DW m^{-2} yr^{-1}) and flower litter (27 g DW m^{-2} yr^{-1}). About 16% of the total litter was composed of other mixed mangrove species, with leaf litter also more in evidence than other components.

Fig. 2 shows the biweekly litter production of the dominant mangrove, *L. racemosa,* throughout the year. The average amount of litter collected ranged from 39.34 (July) to 176.13 (December) g DW m^{-2}. The main leaf litter fall peaked during the NE monsoon season with the maximum production in October (152.12 g DW m^{-2}). The minimum monthly production (27.39 g DW m^{-2}) was in the mid SW monsoon (July). The seasonal pattern of flower fall was distinct, falling mainly during the heavy rainy season. However, with both leaf and flower litter there were no significant differences among the dry, SW monsoon and NE monsoon seasons. The amount of fallen fruit litter peaked in December. The fruit litter was the second important component (0.17-78.35 g DW m^{-2}) and the litter weight in the heavy rainy season was significantly higher ($P<0.05$) than in the dry and in the light rainy seasons. Branch fall was significant in SW monsoon season but it rarely exceeded a few percent of total litter fall.

The seasonal pattern of other mixed litter was not obvious. The total litter fall ranged from 11.35 to 29.63 g DW m^{-2}. Leaf litter was also the major component but the production was low (7.89-23.48 g DW m^{-2}) compared to *L. racemosa.* However, their contribution to total litter fall was not substantial.

The percentage content of elements found in senescent *L. racemosa* leaves were carbon 42.37%, calcium 2.54%, potassium 0.90%, magnesium 0.72%, nitrogen 0.54%, phosphorus 0.04% and sulfur 0.23% (Table 2). The total nutrient contents calculated from the total *L. racemosa* leaf litter fall in a year were 452.94 g DW m^{-2} for carbon, 27.15 g DW m^{-2} for calcium, 9.62 g DW m^{-2} for potassium, 7.70 g DW m^{-2} for magnesium, 5.77 g DW m^{-2} for nitrogen, 0.43 g DW m^{-2} for phosphorus and 2.46 g DW m^{-2} for sulfur.

Leaf Decomposition

The amount of leaf litter lost through decomposition on the different substrates was varied (Fig. 3). The loss rate of litter materials placed at site D2 was lowest while the highest rate occurred at site D3. The decomposition of leaf litter at site D3 was most rapid. The most rapid decay of leaf litter took place within the first 4 weeks of immersion in sea water and thereafter the rate gradually decreased. During this period, the decomposing leaves at site D1, D2 and D3 decreased to 48, 44 and 65% of the initial leaf weight, respectively. The leaf weight loss at D3 was significantly faster ($P<0.05$) than at D1 and D2 (leaf weight loss between the latter was not significantly different). But during the second (December) to the fifth (March) month, the decomposition rates among 3 sites were significantly different, with D3>D1>D2. After that there was no significant difference between D3 and D1. After a year of immersion, the litter remaining at site D1 was 0.14% while at site D2 was 22.16%. It is noted that the leaf litter at site D3 disappeared completely in 10 months, but about 98% was decomposed within 3 months. The decomposition rates over the year among the three sites showed highly significant differences.

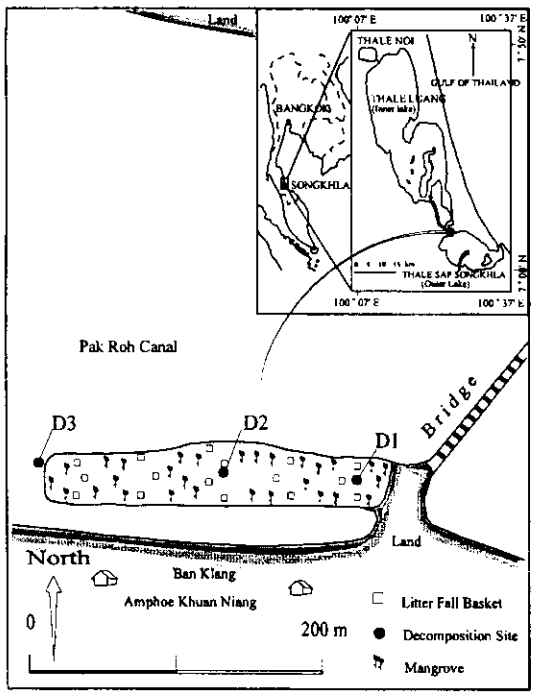


Fig. 1. Location of study site of mangrove litter fall and decomposition at Songkhla Lake

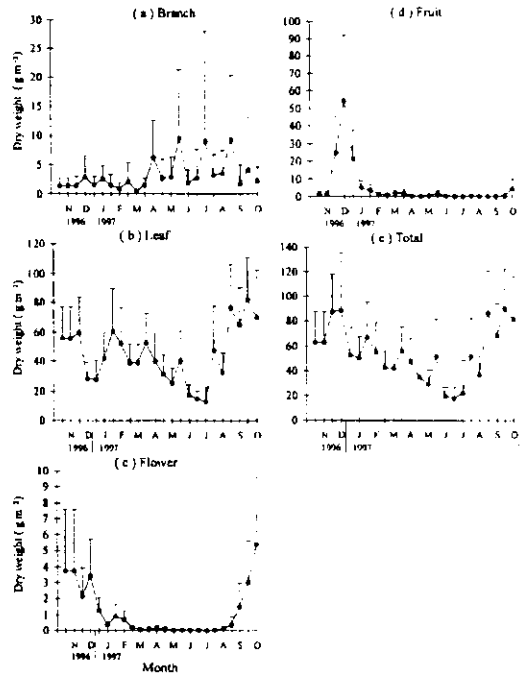


Fig. 2. Bi-weekly production of *Lumnitzera racemosa* litter in the mangrove stand, from November 1996 to October 1997 (Mean + SD)

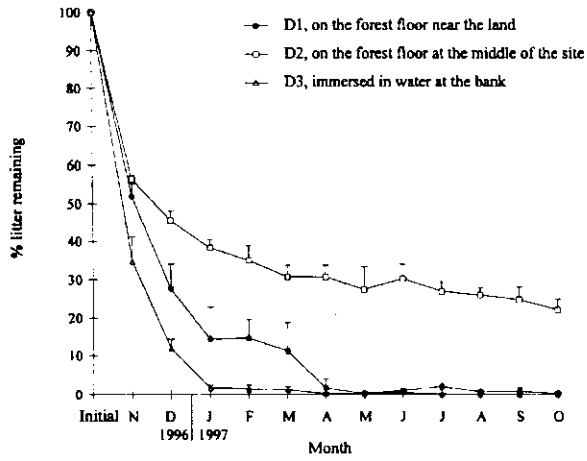


Fig. 3. Change in dry weight of *Lumnitzera racemosa* leaf litter from the 3 study sites in the mangrove stand from November 1996 to October 1997 (Mean + SD)

DISCUSSION

Litter Fall

Most mangrove trees at the study site were *L. racemosa* making this litter the important nutrient source in the area. Moreover, leaf litter production per unit area found here was rather high compared to studies in litter production values for other monospecific mangrove forests elsewhere (Goulter and Allaway, 1979; Woodroffe, 1982; Twilley *et al.*, 1986; Woodroffe, 1988; Lee, 1989; Saifullah *et al.*, 1989; Twilley *et al.*, 1997; Wafar *et al.*, 1997). The peak period of litter production for *L. racemosa* occurred during September and October, as was observed in some other mangrove species of varied regions, despite different latitudes (Table 3). Peak *Lumnitzera* litter fall in the inner Songkhla Lake occurred in the transition period of the SW to the NE monsoon (the beginning of the heavy rainy season) which was two months earlier (December) than in the Ranong mixed mangrove (Aksornkoae *et al.*, 1991); and three months earlier (January) than in the Phang-nga and Suratthani mixed mangroves (Angsupanich and Aksornkoae, 1994b; 1994c). However, the peak was during the rainy season which corresponded with other mangrove areas located between lat 22° N and 15°S.

Table 1. Litter fall production (g DW m^{-2} yr^{-1}) in a mangrove stand (Figures in parenthesis show the percentages of varied litter)

Litter	All species	*L. racemosa*	Other species
Total	1,543 (100)	1,299 (84)	244 (16)
Branch	115 (7)	77 (5)	38 (2)
Leaf	1,253 (81)	1,069 (69)	184 (12)
Flower	37 (3)	27 (2)	10 (1)
Fruit	138 (9)	126 (8)	12 (1)

Table 2. Element contents of senescent *L. racemosa* leaves and nutrient supply from *L. racemosa* leaf litter (1,069 g DW m^{-2} yr^{-1})

	C	Ca	K	Mg	N	P	S
Element (%)	42.37	2.54	0.90	0.72	0.54	0.04	0.23
Nutrient production (g m^{-2} yr^{-1})	452.94	27.15	9.62	7.70	5.77	0.43	2.46

Fruit production showed distinct seasonal variations between rainy and dry seasons, with a link to peak rainfall times (November-December). This coincides with other mangrove species (*Rhizophora apiculata*) in southern Thailand (Christensen and Wium-Andersen, 1977) and other regions as shown in Table 3. However, some studies on litter fall of various mangrove species in the same area found that there is significant correlation between litter fall and rainfall in some species while some species do not exhibit such correlation (Wium-Andersen and Christensen, 1978; Wafar *et al.*, 1997).

Although some leaf litter accumulated on the forest floor from mid-March to mid-September, most litter at D1 and D2 was washed out from November to February by strong freshwater flooding from the inner Songkhla Lake (Thale Luang). According to a functional classification of mangrove forest types derived by Lugo and Snedaker in 1974 (cited in Woodroffe, 1992), the study area is between overwash and riverine mangrove. However, the classification of mangrove types as mentioned may not be appropriate in this area. It seems to be rather restricted and may not be applicable to mangrove forests in other parts of the world (Chansang and Poovachiranon, 1990).

Leaf Decomposition

The rapid decay of *L. racemosa* leaves during the first 4 weeks of immersion was similar to other mangrove species (Boonruang, 1978; Robertson, 1988; Angsupanich *et al.*, 1989; Chansang and Poovachiranon, 1990; Angsupanich and Aksornkoae, 1994a; De Leon *et al.*, 1994; Wafar *et al.*, 1997). A fifty percent loss of mangrove leaves in the submersed litter bags generally occurred in this period. For the present study, decomposition rates were significantly different among sites (D3>D1>D2), with higher rates at the sites which were immersed into water longer (D3>D1>D2). The higher frequency of tidal flow or run of water inundation was coincidental with a more rapid decay of leaf litter, both in the initial period and throughout the experiment. The frequency of flushing by tidal waters or floods of litter bags was one of the important factors accelerating the rate of decay (Twilley *et al.*, 1986; Angsupanich *et al.*, 1989; Chansang and Poovachiranon, 1990; Angsupanich and Aksornkoae, 1994a).

The rapid leaf weight loss during the initial stage may be due to leaching of dissolved organic matter. Almost 100% of the mass and carbon loss during the first 10-14 days of decomposition of most mangrove litter is due to leaching organic matter (Rice and Tenore, 1981; Camilleri and Ribi, 1986; Twilley *et al.*, 1986; Roberson, 1988). The decomposition rate of *L. racemosa* that remained continuously immersed in water was similar to *A. marina* which has been recorded as decaying more easily than several other species (*Rhizophora*, *Sonneratia*, *Bruguiera*) (Angsupanich *et al.*, 1989).

The element contents (C, Ca, K, Mg, N and P) of various mangrove senescent leaves varied slightly (Table 4). However, most elements tested for *L. racemosa* senescent leaves showed no significant difference from other mangrove species.

Although the study area is too small to be an important nutrient source for Songkhla Lake, the presence of leaf litter fall with the rapid decomposition rate of this species will be useful for restoration of mangroves around the inner Songkhla Lake.

Table 3. Regional comparison of peak periods of leaf and fruit litter in each mangrove species

Mangrove species	Leaf litter		Fruit litter		Location	Latitude	References
	Peak period	Season	Peak period	Season			
Avicennia alba	Sep.-Oct.	rainy	Sep.	rainy	Kuala Selangor, Malay Peninsula	3° 15' N	Sasekumar and Loi, 1983
Avicennia marina	Apr.	rainy	Jan.	rainy	Darwin Harbour, Australia	12° 30' S	Woodroffe *et al.*, 1988
Avicennia offinalis	Oct.-Nov.	post monsoon	Jun.	monsoon	Mandovi-Zuari Estuaries, India	15° 10' N	Wafar *et al.*, 1997
Brugiera exaristata	Oct.	rainy	Jan.	rainy	Darwin Harbour, Australia	12° 30' S	Woodroffe *et al.*, 1988
Ceriops tagal	Oct. -Nov.	rainy	Dec.-Jan.	rainy	Darwin Harbour, Australia	12° 30' S	Woodroffe *et al.*, 1988
Kandelia candel	Aug.-Nov.	dry	Apr.	rainy	Mai Po Marshs, Hong Kong	22.2° N	Lee, 1989
Lumnitzera racemosa	Nov.-Jan.	rainy	no data	no data	Missionary Bay, Australia	8° 16' S	Williams *et al.*, 1981
Rhizophora apiculata	Jun.-Jul.	rainy	Jun.-Jul.	rainy	Phuket, Thailand	8° N	Christensen and Wium-Andersen, 1977
Rhizophora apiculata	Jan.	rainy	Jan.	rainy	Missionary Bay, Australia	8° 16' S	Williams *et al.*, 1981
Rhizophora stylosa	Mar.	rainy	Feb.	rainy	Darwin Harbour, Australia	12° 30' S	Woodroffe *et al.*, 1988
Sonneratia alba	Oct.-Nov.	rainy	Mar.	rainy	Kuala Selangor, Malay Peninsula	3° 15' N	Sasekumar and Loi, 1983
Lumnitzera racemosa	Sep.-Oct.	rainy	Nov.-Dec.	rainy	Songkhla Lake, Thailand	7° 15' N	This study

Table 4. Comparison of percentage element content of various mangrove senescent leaves (- =no data available)

Species	C	Ca	K	Mg	N	P	Location	References
Avicennia alba	-	1.84	0.96	0.81	0.42	0.05	West Java, Indonesia	Soeroyo and Atmadja, 1994
Avicennia marina	-	0.70	1.10	1.59	0.50	0.06	Darwin Harbour, Australia	Woodroffe *et al.*, 1988
Avicennia offcinalis	44.30	-	-	-	0.81	0.06	Mandovi-Zuari Estuaries, India	Wafar *et al.*, 1997
Bruguiera parviflora	-	1.30	0.60	0.69	0.30	0.05	Darwin Harbour, Australia	Woodroffe *et al.*, 1988
Ceriops tagal	-	1.60	0.50	1.33	0.30	0.04	Darwin Harbour, Australia	Woodroffe *et al.*, 1988
Ceriops tagal	-	-	-	-	0.49	0.05	Phang-nga Bay, Thailand	Angsupanich and Aksornkoae, 1994
Kandelia candel	-	3.68	1.12	0.94	0.41	0.05	West Java, Indonesia	Soeroyo and Atmadja, 1994
Lumnitzera littorea	-	4.32	0.87	0.61	0.39	0.03	West Java, Indonesia	Soeroyo and Atmadja, 1994
Rhizophora apiculata	45.79	-	-	-	0.48	-	Phuket, Thailand	Poovachiranon and Tantichodok, 1991
Rhizophora apiculata	-	3.32	1.05	0.84	0.58	0.04	West Java, Indonesia	Soeroyo and Atmadja, 1994
Rhizophora apiculata	44.00	-	-	-	0.68	0.06	Mandovi-Zuari Estuaries, India	Wafar *et al.*, 1997
Rhizophora mucronata	45.20	-	-	-	0.62	0.12	Mandovi-Zuari Estuaries, India	Wafar *et al.*, 1997
Sonneratia alba	-	2.37	1.19	0.84	0.64	0.06	West Java, Indonesia	Soeroyo and Atmadja, 1994
Sonneratia alba	43.70	-	-	-	0.73	0.06	Mandovi-Zuari Estuaries, India	Wafar *et al.*, 1997
Lumnitzera racemosa	42.37	2.54	0.90	0.72	0.54	0.04	Songkhla Lake, Thailand	This study

CONCLUSIONS

The total annual litter production was 1,543 g DW m^{-2} yr^{-1}. Leaf litter was the highest proportion of the litter sample, followed by fruit litter, branch litter and flower litter, respectively. The leaf litter fall peaked in October during NE monsoon season.

The most rapid decay of *Lumnitzera racemosa* leaf litter took place within the first 4 weeks of immersion in sea water and thereafter the rate gradually decreased.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 539039.

REFERENCES

AKSORNKOAE, S., W. ARIROB, K. G. BOTO, H. T. CHAN, P. F. CHONG, B. F. CLOUGH, W. K. GONG, S. HARDJOWIGENO, S. HAVANOND, V. JINTANA, C. KHEMNARK, J. KONGSANGCHAI, S. LIMPIYAPRAPANT, S. MUKSOMBUT, J. E. ONG, A. B. SAMARAKOON AND K. SUPAPPIBUL. 1991. Soils and forestry studies. In MACINTOSH, D. J., S AKSORNKOAE, M. VANNUCCI, C. D. FIELD, B. F. CLOUGH, B. KJERFVE, N. PAPHAVASIT AND G. WATTAYAKORN (eds.), Final report of the integrated multidisciplinary survey and research program of the Ranong mangrove ecosystem. pp. 35-81. Funny Publishing Limited Partnership, Bangkok.

ANGSUPANICH, S., H. MIYOSHI AND Y. HATA. 1989. Degradation of mangrove leaves immersed in the estuary of Nakama River, Okinawa. Nippon Suisan Gakkaishi 55: 147-151.

ANGSUPANICH, S. AND S. AKSORNKOAE. 1994a. Decomposition of mangrove leaf litter in Phang-nga Bay, southern Thailand. Tropics 4: 41-47.

ANGSUPANICH, S. AND S. AKSORNKOAE. 1994b. Mangrove litter production and decomposition at Phang-nga Bay and Ban Don Bay, Thailand In SUDARA, S., C. R. ILKINSON AND L. M. CHOU (eds.), Proceedings, 3rd ASEAN-Australia symposium on living coastal resources, vol. 2: research papers., pp. 405-412. Chulalongkorn University, Bangkok.

ANGSUPANICH, S. AND S. AKSORNKOAE. 1994c. Mangrove litter production in Phang-nga Bay, southern Thailand. Tropics 4: 35-40.

BOONRUANG, P. 1978. The degradation rates of mangrove leaves of *Rhizophora apiculata* (Bl.) and *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. at Phuket Island, Thailand. Phuket Mar. Biol. Cent. Res. Bull. 26: 1-7.

BREMNER, J. M. AND C. S. MULVANEY. 1982. Nitrogen-Total. In PAGE, A. L. (ed.), Methods of soil analysis, part 2: chemical and microbiological properties. 2nd ed. pp. 595-624. Madison Publisher, Wisconsin.

CAMILLERI, J. C. AND G. RIBI. 1986. Leaching of dissolved organic carbon (DOC) from dead leaves, formation of flakes from DOC and feeding on flakes by crustaceans in mangroves. Mar. Biol. 91: 337-344.

CHANSANG, S. AND S. POOVACHIRANON. 1990. The fate of mangrove litter in a mangrove forest on Ko Yao Yai, southern Thailand. Phuket mar. biol. Cent. Res. Bull. 54: 33-46.

CHRISTENSEN, B. AND S. WIUM-ANDERSEN. 1977. Seasonal growth of mangrove trees in southern Thailand. I. The phenology of *Rhizophora apiculata* BL. Aquat. Bot. 3: 281-286.

CLIMATOLOGY DIVISION. 1989. The climatology. Meteorological Department, Ministry of Transport and Communication, Bangkok. (in Thai).

DE LEON, R. O. D., J. A. U. NUIQUE AND R. J. RAYMUNDO. 1994. Leaf litter decomposition of *Rhizophora apiculata* Blume and *R. mucronata* Lamarck in Bais Bay, Negros Oriental, The Philippines. In SUDARA, S., C. R. WILKINSON AND L. M. CHOU (eds.), Proceedings, 3rd ASEAN-Australia symposium on living coastal resources, vol. 2: research papers., pp. 413-421. Chulalongkorn University, Bangkok.

GOULTER, P. F. E. AND W. G. ALLAWAY. 1979. Litter fall and decomposition in a mangrove stand, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh., in middle harbour, Sydney. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 30: 541-546.

LEACH, G. J. AND S. BURGIN. 1985. Litter production and seasonality of mangroves in Papua New Guinea. Aquat. Bot. 23: 215-224.

LEE, S. Y. 1989. Litter production and turnover of the mangrove *Kandelia candel* (L.) Druce in a Hong Kong tidal shrimp pond. Estuar. Coast. Shelf Sci. 29: 75-87.

MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY. 1987. Methods of soil nutrient analysis. pp. 127-135. Yorando, Tokyo, Japan. (in Japanese).

OLSEN, S. R. AND L. E. SOMMERS. 1982. Phosphorus. In PAGE, A. L. (ed.), Methods of soil analysis, part 2: chemical and microbiological properties. 2nd ed. pp. 403-430. Madison Publisher, Wisconsin.

POOVACHIRANON, S. AND P. TANTICHODOK. 1991. The role of sesarmid crabs in the mineralization of leaf litter of *Rhizophora apiculata* in a mangrove, southern Thailand. Phuket mar. biol. Cent. Res. Bull. 56: 63-74.

RICE, D. L. AND K. R. TENORE. 1981. Dynamics of carbon and nitrogen during the decomposition of detritus derived from estuarine macrophytes. Estuar. Coast. Shelf Sci. 13: 681-690.

ROBERTSON, A. I. 1988. Decomposition of mangrove leaf litter in tropical Australia. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 116: 235-247.

SAIFULLAH, S. M., A. K. KHAFAJI AND A. S. MANDURA. 1989. Litter production in a mangrove stand of the Saudi Arabian Red Sea Coast. Aquat. Bot. 36: 79-86.

SASEKUMAR, A. AND J. J. LOI. 1983. Litter production in three mangrove forest zones in the Malay Peninsula. Aquat. Bot. 17: 283-390.

SOEROYO AND W. S. ATMADJA. 1994. Studies on mangrove litter fall and nutrient content of litter in Handeueluem, West Java. In SUDARA, S., C. R. WILKINSON AND L. M. CHOU (eds.), Proceedings, 3rd ASEAN-Australia symposium on living coastal resources, vol. 2: research papers. pp. 399-403. Chulalongkorn University, Bangkok.

TABATABAI, M.A. 1982. Sulfur. In PAGE, A. L. (ed.), Methods of soil analysis, part 2: chemical and microbiological properties. 2nd ed. pp. 501-538. Madison Publisher, Wisconsin.

TWILLEY, R. R., A. E. LUGO AND C. PATTERSON-ZUCCA. 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forests in Southwest Florida. Ecology 67: 670-683.

TWILLEY, R. R., M. POZO, V. H. GARCIA, V. H. RIVERA-MONROY, R. ZAMBRANO AND A. BODERO. 1997. Litter dynamics in riverine mangrove forests in the Guayas River estuary, Ecuador. Oecologia 111: 109-122.

WAFAR, S., A. G. UNTAWALE AND M. WAFAR. 1997. Litter fall and energy flux in a mangrove ecosystem. Estuar. Coast. Shelf Sci. 44: 111-124.

WILLIAMS, W. T., J. S. BUNT AND N. C. DUKE. 1981. Mangrove litter fall in north-eastern Australia. II. Periodicity. Aust. J. Bot. 29: 555-563.

WIUM-ANDERSEN, S. AND B. CHRISTENSEN. 1978. Seasonal growth of mangrove trees in southern Thailand. II. Phenology of *Bruguiera Cylindrica, Ceriops Tagal, Lumnizera Littorea* and *Avicennia* marina. Aquat. Bot. 5: 383-390.

WOODROFFE, C. D. 1982. Litter production and decomposition in the New Zealand mangrove, Avicennia marina var. resinifera. N. Z. J. Mar. Freshwat. Res. 16: 179-188.

WOODROFFE, C. D., K. N. BARDSLEY, P. J. WARD AND J. R. HANLEY. 1988. Production of mangrove litter in a macrotidal embayment, Darwin Harbour, N. T., Australia. Estuar. Coast. Shelf Sci. 26: 581-598.

WOODROFFE, C. D. AND T. J. MOSS. 1984. Litter fall beneath *Rhizophora stylosa* Griff., Vaitupu, Tuvalu, South Pacific. Aquat. Bot. 18: 249-255.

WOODROFFE, C. D 1992. Mangrove sediments and geomorphology. In ROBERTSON, A. I. AND D. M. ALONGI (eds.), Tropical mangrove ecosystems. pp. 7-41. American Geophysical Union, Washington D.C.

ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพรรณพืชในป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา

ภมร แพ่งกุล[1] และ สายัณห์ สดุดี[2]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

DIVERSITY AND UTILIZATION OF PLANT SPECIES IN TO THEP AND KHUAN HIN LUB FOREST, SABAYOI DISTRICT, SONGKHLA PROVINCE

P. Panggul and S. Sdoodee

[1]Major Biology Science, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

Utilization of plant species by local people in To Thep and Khuan Hin Lub Forest, Sabayoi District, Songkhla Province was investigated in 1988-1999. With an interview of local people, utilization of plant species in the study area was recorded. The results showed that 32 families, 44 genera, 53 species were used (32 species for food plants, 13 species for medicinal plants and 8 species for other purposes). The major families of utilized plants were *Euphorbiaceae*, *Rubiaceae* and *Palmae*. Four plant species commonly collected by local people as cash crops were *Parkia javanica* Merr, *Parkia speciosa* Hassk., *Dialium platysepalum* Back and *Salacca rumphii* Wall.

Key words: plant utilization, food plants, medicinal plants

บทนำ

ประเทศไทยอยู่ในบริเวณเขตร้อน และมีแสงแดดจัดตลอดทั้งปี เหตุนี้จึงทำให้มีพืชพันธุ์ต่าง ๆ หลากหลายชนิด โดยเฉพาะภาคใต้ของประเทศไทยเป็นลักษณะของป่าดงดิบ (สมจิตรและสุภาพ, 2534) ประเทศไทยสูญเสียพื้นที่ป่าไปเป็นจำนวนมากในรอบศตวรรษที่ผ่านมา ก่อให้เกิดผลกระทบอย่างใหญ่หลวงต่อระบบนิเวศในทุกภาคของประเทศไทย (อรวรรณ, 2535) การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของประเทศ อันเนื่องมาจากการบุกรุกทำลายป่าบกและป่าชายเลนเพื่อขยายพื้นที่ทำการเกษตรกรรมและแหล่งท่องเที่ยวใหม่ ๆ ทำให้เกิดการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ตลอดจนปัญหามลพิษในแหล่งน้ำ ซึ่งมิอาจประเมินค่าของทรัพยากรชีวภาพที่สูญเสียไปได้ และที่น่าเสียดายยิ่งกว่านั้น คือ การสูญเสียทรัพยากรพันธุกรรม (วิสุทธิ์, 2538) บรรพบุรุษได้เรียนรู้ประโยชน์ของพืชบางชนิดที่นำมาใช้ในการรักษาโรคซึ่งได้ผลดีมาเป็นเวลานานนับพัน ๆ ปีแล้ว และถูกถ่ายทอดกันมาจากรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่งโดยผ่านการดำเนินชีวิต หรือเล่าขานเป็นนิทาน เพลงพื้นบ้าน หรือจารึกอยู่ในสมุดข่อย และใบลาน พืชที่มีประโยชน์นั้นมาจากระบบนิเวศต่าง ๆ ตั้งแต่ป่าสมบูรณ์จนถึงระบบนิเวศที่มนุษย์เป็นผู้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับคนชนบทนั้น ในบางครั้งมีความสัมพันธ์จนกลายไปเป็นความเชื่อและวัฒนธรรม (สมศักดิ์, 2539) แต่น่าเสียดายที่พืชสมุนไพรถูกละเลยและถูกมองข้ามไป (วิสุทธิ์, 2538) ปัจจุบันยาสมุนไพรกลับได้รับความสนใจอีกครั้งแต่พืชสมุนไพรตามธรรมชาติที่เป็นที่รู้จักดีหลายชนิดได้ลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีความต้องการมากขึ้นในปัจจุบัน

พื้นที่ศึกษา

ป่าสงวนแห่งชาติโต๊ะเทพและควนหินลับ ตั้งอยู่ที่ตำบลบาโหย อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา มีลักษณะเป็นภูเขาสูงทอดตัวในแนวทิศเหนือสู่ทิศใต้ ตั้งอยู่บนเทือกเขาสันกาลาคีรี ตำบลบาโหย อยู่ทางทิศใต้ของอำเภอสะบ้าย้อย ห่างจากที่ว่าการอำเภอประมาณ 26 กิโลเมตร ห่างจากจังหวัดสงขลา 130 กิโลเมตร อาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับ ตำบลทุ่งพอ ตำบลจะแหน และ ตำบลเขาแดง ทิศใต้ติดต่อกับประเทศมาเลเซียทิศตะวันออกติดต่อกับ อำเภอกาบัง จังหวัดยะลา ทิศตะวันตกติดต่อกับ ตำบลเขาแดง อำเภอสะบ้าย้อย และประเทศมาเลเซีย

วิธีการ

การวางแปลงวิจัย

วางแปลงตัวอย่างถาวร จำนวน 6 แปลง ที่ระดับความสูงประมาณ 100-200 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล แต่ละแปลงมีขนาด 50x50 ตารางเมตร จากนั้นแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 ตารางเมตร 150 แปลง

การเก็บข้อมูลพันธุ์ไม้

ไม้ยืนต้น: เก็บข้อมูลชนิดและจำนวนพันธุ์ไม้ในแปลงย่อยทุก ๆ แปลง วัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (dbh) หรือ 1.3 เมตร วัดความสูงของต้นไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป

ไม้พุ่มและไม้หนุ่ม: บันทึกชนิด และจำนวนของพันธุ์ไม้ที่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 10 เซนติเมตร จากแปลงตัวอย่างขนาด 4x4 ตารางเมตร ในทุก ๆ แปลงย่อยของ 10x10 ตารางเมตร ณ มุมล่างทางซ้ายมือ

พืชล้มลุกและลูกไม้: บันทึกชนิด และจำนวนของพันธุ์ไม้ที่มีความสูงต่ำกว่า 1.30 เมตร จากแปลงตัวอย่างขนาด 2x2 ตารางเมตร ในทุก ๆ แปลงย่อยของ 4x4 ตารางเมตร ณ มุมล่างทางซ้ายมือ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ความถี่ของพันธุ์พืช (species frequency)

$$\text{ความถี่ (\%)} = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่มีพืชชนิดนั้นปรากฏอยู่}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์ (\%)} \quad \frac{\text{ค่าความถี่ของพืชชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมของค่าความถี่ของพืชทุกชนิด}} \times 100$$

ความหนาแน่นของพรรณพืช (density)

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนต้นของพืชชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{พื้นที่แปลงตัวอย่างที่ศึกษา}}$$

$$\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นของพืชชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{จำนวนต้นของพืชทุกชนิดรวมกัน}} \times 100$$

พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ (basal area)

พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้คำนวณโดยใช้สูตร $\frac{\pi D^2}{4}$ (D = เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก)

$$\text{พื้นที่หน้าตัด (\%)} = \frac{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้}}{\text{พื้นที่แปลงตัวอย่าง}} \times 100$$

ความเด่นของพืช (species dominance)

$$\text{ความเด่นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชทุกชนิด}} \times 100$$

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity)

คำนวณโดยใช้วิธีการของ Shannon-Wiener index (H) (Shannon and Weaver, 1949, อ้างถึงโดยเจษฎา, 2538) โดยใช้ในรูปของ $\log_2$ ดังนี้

$$H(s) = \sum_{i=1}^{s} (P_i \log_2 P_i)$$

โดย P_i = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพันธุ์ไม้ (i) ต่อจำนวนต้นของพรรณไม้ทั้งหมด

s = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมด

บทวิจารณ์และสรุป

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ของพรรณพืชป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา โดยการสอบถามชนิดของพืช ส่วนที่ใช้และวิธีการใช้จากชาวบ้าน พบตัวอย่างพืช 32 วงศ์ 44 สกุล 53 ชนิด เป็นพืชอาหาร 32 ชนิด สมุนไพร 13 ชนิด และพืชประโยชน์อื่น ๆ 8 ชนิด พบวงศ์เด่น คือ วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae), วงศ์เข็ม (Rubiaceae), วงศ์ปาล์ม (Palmae), วงศ์เชียด (Lauraceae) และ วงศ์มะเกลือ (Ebennaceae) จันทรารักษ์ (2541) ศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวไทลื้อ ชาวมัง และชาวเย้าในบางพื้นที่ของจังหวัดน่าน พบพืชที่นำมาใช้ประโยชน์ 273 ชนิด 221 สกุล 98 วงศ์ แบ่งเป็น พืชอาหาร 98 ชนิด, สมุนไพร 162 ชนิด, พืชเศรษฐกิจ 11 ชนิด และพืชใช้ประโยชน์อื่น ๆ 31 ชนิด พืชที่น่าสนใจ ได้แก่ สมุทรโคดม ลำต้นมีรสหวานเหมือนอ้อย แต่กากหยาบกว่าอ้อย เมล็ดยังนำไปเลี้ยงสัตว์ ปิยวรรณ (2538, อ้างถึงโดยจันทรารักษ์, 2541) ศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวกะเหรี่ยงในเชียงใหม่ พืชที่นำมาใช้ประโยชน์ 291 ชนิด พืชที่น่าสนใจ คือ เจตมูลเพลิงแดง (*Plumbago indica* Linn.) ใช้ลำต้นนำมาต้มให้สตรีดื่มหลังคลอด ย่อสะพายควาย (*Hiptage bengalensis* Kurz) นำรากหรือลำต้นมาต้มน้ำ หรือดองเหล้าดื่มแก้ปวดเมื่อย สำหรับในพื้นที่บ้านไร่เหนือ มีพืชที่น่าสนใจเนื่องจากเป็นพืชที่ทำรายได้ให้กับชาวบ้านปีละหลายพันบาทต่อครัวเรือน ได้แก่เหรียง (*Parkia javanica* Merr), สะตอ (*Parkia speciosa* Hassk), หยีทองบิ้ง (*Dialium platysepalum* Back) และ ระกำ (*Salacca rumphii* Wall)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งจัดตั้งขึ้นโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540008

เอกสารอ้างอิง

จันทรารักษ์ โดวรานนท์. 2541. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวไทลื้อ ชาวมัง และชาวเย้าในบางพื้นที่ของจังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เจษฎา เหลืองแจ่ม. 2538. การจัดการป่าไม้. ในเอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ (Forest Biodiversity) วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2538 กรมป่าไม้, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2538. สภาพความหลากหลายทางชีวภาพ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

สมจิตร พงศ์พงัน และสุภาพ ภู่ประเสริฐ. 2534. พืชกินได้และพืชมีพิษในป่าเมืองไทย. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ. 9 หน้า.

สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2539. วนศาสตร์ชุมชนในรอบ 10 ปี. ในเอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง วนศาสตร์ชุมชน ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรวรรณ คุหเจริญ. 2535. ป่าเขตร้อน. โครงการหนังสือชุดสิ่งแวดล้อม โครงการจัดพิมพ์คบไฟ, กรุงเทพฯ. หน้า 165-171.

สวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

กรีก นฤทุม[1], บุญมา ป้านประดิษฐ์[2], จิตราภรณ์ ธวัชพันธุ์[3] และ ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา[4]

[1]สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[3]คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[4]คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

ABSTRACT

ARBORETUM FOR PLANT GENETIC RESOURCES CONSERVATION

K. Naritoom[1], B. Panpradist[2], J. Tawatpun[3] and Y. Paisooksantivatana[4]

[1]Office of the President, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhonpathom 73140
[2]Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhonpathom 73140
[3]Faculty of Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhonpathom 73140
[4]Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhonpathom 73140

The rates of change of natural resources are accelerating, due to the progressive disruption of ecosystems by natural disaster and human activities. We are faced with the elimination of the genetic resources needed by breeders to create better varieties. Several wild ancestral species may be endangered or extinct. It is therefore necessary to establish a plant genetic resources collection to provide the wide genetic base for breeders in crop improvement programs, and for natural products. Wild ancestral species, the land races and early species, will be collected and conserved in an arboretum. Studies of varietal characteristics of plant species will attempt to record various aspects. The site of the arboretum has been developed. Area is provided for construction, drainage and circulation. The area is approximately 64 ha. The major crops and crop groups being conserved are trees, fast growing trees, wild ancestral species, medicinal plants and spices, water plants, grasses, orchids, economic crops and other endangered and rare species. The arboretum area has been divided up following the classification system of flowering plants on a phylogenetic basis (Cronquist, 1988).

Key words: arboretum, plant genetic resources, plant conservation

บทนำ

พรรณพืชเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ มีคุณค่ามหาศาลต่อการดำรงชีวิตของมวลมนุษย์ ตลอดจนการคงอยู่ของความหลากหลายทางชีวภาพ นอกจากให้ปัจจัยที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตประจำวันแล้ว พืชยังทำหน้าที่รักษาสมดุลในระบบนิเวศ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถปลูกทดแทนขึ้นใหม่ให้ใช้ประโยชน์ได้ตลอดไป ในสภาพธรรมชาติพืชได้วิวัฒนาการมาเป็นเวลานานกระทั่งสามารถปรับตัวให้เจริญเติบโตอยู่ได้ภายใต้สภาวะวิกฤติต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้พืชพื้นเมืองรวมทั้งพืชป่าจึงมีฐานทางพันธุกรรมกว้าง มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย รวมทั้งมีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช (Hawkes, 1991) ดังนั้นพรรณพืชเหล่านี้จึงมีความเป็นเอกลักษณ์และมีศักยภาพสูงต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งนอกจากก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านการเกษตรแล้วยังเป็นแหล่งให้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อการพัฒนาทางอุตสาหกรรมเคมีและเภสัชกรรมอีกด้วย (จเร, 2532) แต่เนื่องจากสภาพแหล่งพันธุกรรมพืชในปัจจุบันกำลังถูกคุกคามโดยกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์และจากภัยธรรมชาติ จึงทำให้พรรณพืชหลายชนิดเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องช่วยกันร่วมปกป้องและบำรุงรักษาเชื้อพันธุกรรมพืชไว้ ทั้งนี้ก็โดยการอนุรักษ์ไว้ในสภาพป่าแหล่งกำเนิดดั้งเดิม หรือปลูกรวบรวมไว้ในสวนที่มีลักษณะเป็นธรรมชาติเหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด แหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืชหรือแหล่งรวบรวมพรรณพืชในประเทศไทยมีหน่วยราชการต่าง ๆ ได้เก็บรักษาพันธุ์พืชไว้เป็นจำนวนมาก เช่น แหล่งพันธุกรรมกล้วย จำนวน 323 accessions ซึ่งปลูกรักษาพันธุ์อยู่ที่สถานีวิจัยปากช่อง (เบญจมาศและฉลองชัย, 2527) พันธุ์ไม้สกุลมังคุดและลางสาดภาคใต้ได้ปลูกรวบรวมพันธุ์ไว้บริเวณคลองจำไหล อำเภอหาดใหญ่ (มงคลและคณะ, 2527) โครงการรวบรวมเผ่าพันธุ์ไม้ผลเมืองร้อนที่สถานีทดลองพืชสวนพลิ้ว จำนวน 97 สกุล (อำพล, 2532) ซึ่งโครงการดังกล่าวยังรวบรวมเผ่าพันธุ์ไม้ผลเขตร้อนไว้ที่เขาช่อง จังหวัดตรัง และสถานีทดลองพืชสวน อำเภอสิเกา อีกด้วย (ไพโรจน์และคณะ, 2539) ยิ่งไปกว่านั้นยังมีโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในโครงการส่วนพระองค์สวน

จิตรลดา โดยมีแผนงานอนุรักษ์พืชต่าง ๆ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ พันธุ์พืชเอกลักษณ์ และพืชป่า รวมทั้งการพัฒนาเครือข่ายแหล่งพันธุกรรมพืชของประเทศ (พรชัย, 2535) แหล่งรวบรวมพรรณพืชซึ่งมีการดำเนินงานในลักษณะสวนพฤกษศาสตร์ ได้แก่ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมพรรณไม้ประจำถิ่น ไม้หายาก และไม้ที่กำลังจะสูญพันธุ์ (วีระชัย, 2539) นอกจากนี้ยังมีแหล่งอนุรักษ์พรรณไม้ของกรมป่าไม้ซึ่งกระจายอยู่ทั่วประเทศตามอุทยานหรือสวนพฤกษศาสตร์หรือสวนป่า ด้วยตระหนักในคุณค่าและความสำคัญของพรรณพืชดังกล่าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงได้จัดสร้างสวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม เพื่อปลูกรวบรวมพรรณพืช ทั้งพืชป่าและพืชเศรษฐกิจ เพื่อให้เป็นแหล่งศึกษา ค้นคว้า วิจัยของนักเรียน นิสิต นักศึกษา และคณาจารย์ ตลอดจนเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของประชาชนทั่วไปอีกด้วย

สถานที่ตั้งและภูมิประเทศ

สวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ตั้งอยู่ในบริเวณทิศตะวันออกของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีตำแหน่งทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14° 01′ เหนือ และเส้นแวงที่ 99° 59′ ตะวันออก พื้นที่ประมาณ 400 ไร่ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 5 เมตร ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีลักษณะเป็นที่ราบถึงค่อนข้างราบ พื้นที่ส่วนใหญ่ลาดจากทิศเหนือสู่ทิศใต้ และจากทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออก สภาพพื้นที่ก่อนจะมีคนเข้าไปอยู่อาศัยและทำการเกษตรนั้น เคยมีสภาพเป็นป่าทึบผลัดใบ ประกอบด้วยไม้ยืนต้นหลายชนิด บางบริเวณเป็นหนองน้ำ จึงเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์ป่า โดยเฉพาะเป็นแหล่งที่มีนกชุกชุม ต่อมาเมื่อมีคนเข้าไปอยู่อาศัยจึงมีการหักร้างถางพง เพื่อใช้พื้นที่ในการเพาะปลูก พื้นที่ส่วนใหญ่จึงกลายเป็นที่ราบโล่งสลับป่าโปร่ง ซึ่งรวมทั้งบริเวณที่จะจัดสร้างสวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืชด้วย

ลักษณะภูมิอากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.6°C โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.1°C และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.2°C. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณ 72% ความชื้นต่ำสุดประมาณ 35-40% ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ปริมาณฝนเฉลี่ยประมาณ 1,000 มิลลิเมตร/ปี เดือนที่มีฝนตกชุก ได้แก่ เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม เฉลี่ย 200 มิลลิเมตร/เดือน น้ำระเหยเฉลี่ยประมาณ 1,980 มิลลิเมตร/ปี เดือนมีนาคม และเดือนเมษายนเป็นช่วงที่มีน้ำระเหยมากที่สุด ประมาณ 7-8 มิลลิเมตร/วัน ความนานของแสงแดด ในช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนเมษายน เฉลี่ยประมาณ 8.3 ชั่วโมง/วัน เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน เฉลี่ยประมาณ 7.3 ชั่วโมง/วัน

วิธีการ

วางแผนจัดสร้างสวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช บริเวณพื้นที่ประมาณ 400 ไร่ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยออกแบบให้มีแหล่งน้ำประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่ เพื่อเป็นแหล่งรองรับน้ำและเก็บกักน้ำฝนไว้ใช้ตลอดปี และยังเป็นแหล่งปลูกรวบรวมพรรณไม้น้ำอีกด้วย ภายในบริเวณสวนจัดแบ่งออกเป็นแปลงย่อยเพื่อปลูกพืชแยกวงศ์ตามหลักอนุกรมวิธานพืช โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

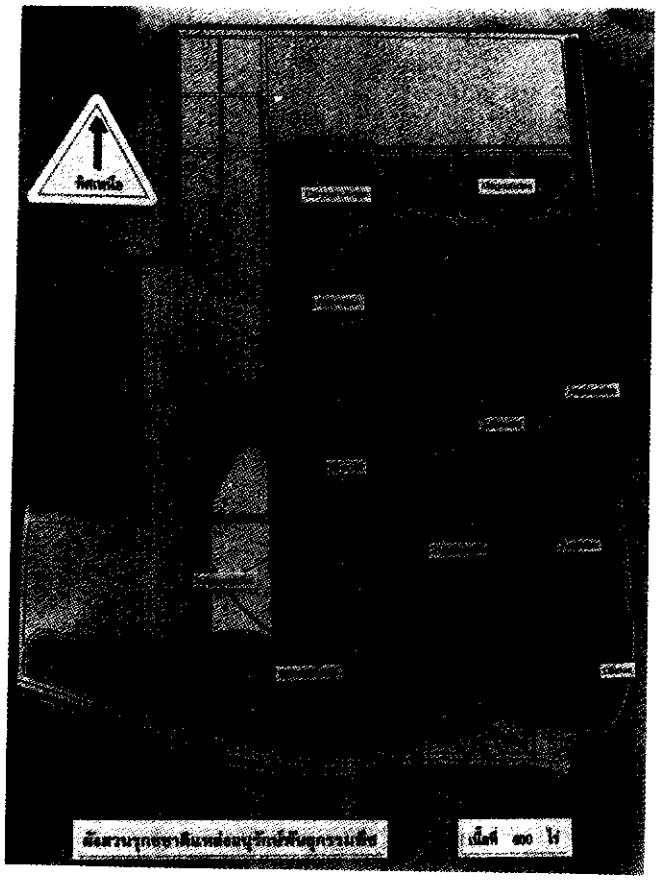
1. งานออกแบบสวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช
2. งานพัฒนาพื้นที่ โครงสร้างพื้นฐาน คือ ถนน ทางระบายน้ำ ระบบการให้น้ำพืช โดยใช้ระยะเวลา 1 ปี
3. งานสำรวจและรวบรวมพรรณพืช โดยรวบรวมทั้งพืชป่าและพืชเศรษฐกิจจากหน่วยงานราชการและจากเอกชน
4. งานปลูกบำรุงรักษา โดยจะจัดปลูกพืชต่าง ๆ ในปีที่ 2 ของโครงการ
5. งานขยายพันธุ์พืช ดำเนินการขยายพันธุ์พืชบางชนิดเพื่อการแลกเปลี่ยนและเผยแพร่พันธุ์
6. ศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธาน โดยศึกษาลักษณะพรรณพืชทางพฤกษศาสตร์ โดยจัดทำเป็นระบบอนุกรมวิธานพืช ในปีที่ 3 ของโครงการ

ผลการวิจัยและบทวิจารณ์

งานออกแบบสวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

พืชที่ปลูกรวบรวมไว้ในระยะแรกเน้นพืชดอก (angiosperms) ที่เป็นไม้ยืนต้นเป็นหลัก ต่อไปเมื่อไม้ยืนต้นเติบโตให้ร่มเงาและมีความชุ่มชื้นเพียงพอจึงปลูกพืชอื่น ๆ เพิ่มเติม

ในการออกแบบสวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืชได้จัดแบ่งพื้นที่สวน ออกเป็นบริเวณต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับหลักอนุกรมวิธานพืชของ Prof. Dr. Arthur Cronquist (1988) ซึ่งได้แบ่งพืชดอกออกเป็น 2 classes คือ Magnoliopsida (พืชใบเลี้ยงคู่) และ Liliopsida (พืชใบเลี้ยงเดี่ยว) ในแต่ละ class จัดแบ่งออกเป็น subclasses ทั้งนี้โดยอาศัยลักษณะที่มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชพรรณนั้น ๆ โดยใน class Magnoliopsida แบ่งออกเป็น 6 subclasses ดังนั้น ในบริเวณนี้จึงแบ่งพื้นที่ออกเป็น 6 ส่วนตาม subclass ใน class Liliopsida ก็ได้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 5 ส่วน ตามจำนวน subclasses เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 1) โดยพื้นที่ในแต่ละ subclass ได้แบ่งย่อยออกเป็น order และ family หรือวงศ์ในที่สุด



ภาพที่ 1. ผังสวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

การกำหนดพื้นที่ปลูกพืชแต่ละวงศ์ได้คำนึงถึงระบบนิเวศที่เหมาะสมกับพรรณพืชในวงศ์นั้น ๆ โดยเริ่มจากบริเวณรอบ ๆ บ่อรับน้ำฝนที่มีต้นตะโก และไม้ยืนต้นอื่น ๆ อยู่แล้วจะเป็นบริเวณปลูกพืชวงศ์กล้วยไม้ และบริเวณที่มีต้นโพศรีมหาโพขนาดใหญ่ขึ้นอยู่แล้ว 1 ต้น จัดเป็นแปลงปลูกพืชวงศ์ไม้ขนุน

งานพัฒนาพื้นที่

เนื่องจากสภาพพื้นที่เดิมมีบริเวณบ่อรับน้ำฝนอยู่แล้วประมาณ 80 ไร่ นอกนั้นเป็นพื้นที่ราบต่ำค่อนข้างลุ่มประมาณ 320 ไร่ มีไม้ยืนต้นขึ้นกระจัดกระจายทั่วไปรอบ ๆ บริเวณบ่อรับน้ำฝน ดังนั้น การพัฒนาพื้นที่จึงเน้นรักษาสภาพของบ่อและไม้ยืนต้นรอบ ๆ บ่อไว้ดังเดิม ส่วนในบริเวณพื้นที่ราบได้ขุดบ่อรับน้ำฝนเพิ่มเติม เพื่อนำดินไปถมยกระดับพื้นที่ราบให้สูงขึ้น โดยมีงานดินทั้งหมดประมาณ 100,000 ลูกบาศก์เมตร งานระบบโครงสร้างพื้นฐาน ได้จัดทำถนนดินลูกรัง รวมระยะทางประมาณ 5,000 เมตร โดยถนนสายหลักมีขนาดกว้าง 8 เมตร ถนนเชื่อมระหว่างสายหลักมีขนาดกว้าง 4 เมตร ระบบการให้น้ำพืชได้ติดตั้งเครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาดใหญ่ 400 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง head 100 เมตร เพื่อสูบน้ำจากบ่อรับน้ำฝนเข้าสู่แปลงปลูกพืช โดยใช้ทั้งระบบ furrow และ sprinkler ซึ่งจะพัฒนาให้สมบูรณ์แบบต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ยังได้วางระบบเครือข่ายการระบายน้ำประมาณ 2,800 เมตร เพื่อระบายน้ำสู่แหล่งภายนอกทั้งระบบตามธรรมชาติและระบบสูบน้ำ

งานสำรวจรวบรวมพรรณพืชและงานปลูกบำรุงรักษา

งานสำรวจรวบรวมพรรณพืช ได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งได้รวบรวมและขยายพันธุ์ไว้แล้ว อีกส่วนหนึ่งได้รวบรวมพรรณพืชต่าง ๆ จากเอกชนอีกด้วย พรรณพืชซึ่งได้รวบรวมไว้จากแหล่งต่าง ๆ นั้น ได้ปลูกบำรุงรักษาไว้ในเรือนเพาะชำและแปลงเพาะชำกลางแจ้ง เมื่อจัดเตรียมแปลงปลูกพร้อมแล้วจึงนำพืชที่เตรียมไว้ดังกล่าวไปปลูกในสวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืชต่อไป พรรณพืชทั้งหมดที่ได้รวบรวมไว้และบางชนิดที่ได้ปลูกในสวนรุกขชาติแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืชแล้ว มี จำนวน 98 วงศ์ 605 ชนิด โดยแยกเป็น class, subclass, order, family หรือวงศ์ตามหลักอนุกรมวิธานพืชของ Cronquist (1988) ซึ่งอาศัยลักษณะที่มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการเป็นหลักในการจำแนกพืช

ตัวอย่างพืชบางวงศ์ของแต่ละ subclass มีดังนี้

class MAGNOLIOPSIDA

subclass I. Magnoliidae

order Laurales

วงศ์ Lauraceae

เทพทาโร (*Cinnamomum porrectum* Kosterm.)

order Nymphaeales

วงศ์ Nymphaeaceae (Euryalaceae)

บัวขาว, โกมุท, เศวตอุบล (*Nymphaea lotus* Linn.) อยู่ในกลุ่มบัวสาย ปลูกเป็นไม้ประดับ สามารถนำก้านดอกหรือที่เรียกว่า สายบัว มารับประทานเป็นผักได้ (เสริมลาภ, 2539)

subclass II Hamamelidae

order Urticales

วงศ์ Moraceae

ม้ากระทืบโรง (*Ficus pubigera* Wall.) เป็นไม้พุ่มรอเลื้อย ยาพื้นบ้านใช้ลำต้นดองเหล้าดื่มบำรุงกำลัง แก้เลือดเสีย เลือดค้างซูบซีด (วงศ์สถิตย์และคณะ, 2538)

subclass II. Caryophyllidae

order Polygonales

วงศ์ Polygonaceae

ผักไผ่ (*Polygonum odoratum* Lour.)

subclass IV. Dilleniidae

order Theales

วงศ์ Dipterocarpaceae

ยางนา *(Dipterocarpus alatus* Roxb.) เป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ ไม่ผลัดใบ สูงถึง 40 เมตร ลำต้นตรง เนื้อไม้ใช้ในการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป น้ำมันและชันใช้ทาไม้ ทำได้ (วีระชัย, 2539)

เนื่องจากพรรณไม้ในวงศ์ Dipterocarpaceae มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยหลายชนิด ดังนั้น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับกรมป่าไม้จึงได้จัดเป็นโครงการเพื่อร่วมเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในวโรกาสปีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบ 5 ธันวาคม 2542 โดยจะรวบรวมพรรณไม้ในวงศ์ไม้ยางให้ได้จำนวน 16 ชนิด

order Malvales

วงศ์ Malvaceae

ฝ้ายปุยสีโกโก้ (*Gossypium barbadense* Linn.) เส้นใยใช้ทอเครื่องนุ่งห่มสีธรรมชาติโดยไม่ต้องย้อมสี

order Violales

วงศ์ Cucurbitaceae

ผักตำลึง (*Coccinia grandis* (L.) Voigt) ผักตำลึงพันธุ์ 3 รส ผลรับประทานได้ ไม่ขม ผลอ่อนรสคล้ายแตงกวา ผลแก่จัดมีอมเปรี้ยว เมื่อผลสุกมีรสหวาน ได้รับพันธุ์จาก ส.ค.ท. ณรงค์ คงตรีแก้ว (2541) ผักตำลึง 3 รส มีศักยภาพสูงในการพัฒนาเป็นพืชผักรับประทานผล เนื่องจากมีลักษณะต้านทานโรคและแมลง เช่น ผักตำลึงทั่วไปจึงไม่ต้องใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

subclass V. Rosidae

order Fabales

วงศ์ Mimosaceae

สะเหรี่ยง (*Parkia timoriana* Merr.)

วงศ์ Caesalpiniaceae

มะคะ (*Cynometra bijuga* Span.) ใบอ่อนรับประทานได้ เป็นพืชผักยืนต้นอาจใช้เป็นต้นตอในการขยายพันธุ์อัมพะวา (*C. cauliflora* Linn.) ซึ่งเป็นไม้ผลโตช้า ออกผลตามโคนต้น

order Sapindales

วงศ์ Sapindaceae

ลวน, พรวน, เงาะป่า (*Nephelium lappaceum* Linn.) ลักษณะผลภายนอกคล้ายเงาะพันธุ์โรงเรียนแต่เนื้อติดเมล็ด รสเปรี้ยว ต้านทานต่อแมลงผีเสื้อมวนหวาน เก็บตัวอย่างผลได้จากวัดสวนจันทร์ นครศรีธรรมราช (2541)

subclass VI. Asteridae

order Laminales

วงศ์ Verbenaceae

ข่อยดำ (*Clerodendrum* sp.) ใบแก้พิษสัตว์กัดต่อย มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นยาแพทย์แผนไทย สำหรับใช้ภายนอกบรรเทาอาการเจ็บปวดเมื่อได้รับอันตราย จากสัตว์มีพิษต่าง ๆ

class LILIOPSIDA

subclass I. Alismatidae

order Alismatales

วงศ์ Hydrocharitaceae (Haplophilaceae, Thalassiaceae)

สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata* Presl) วัชพืชในแหล่งน้ำอาจพัฒนาเป็นแหล่งโปรตีนเลี้ยงสัตว์

subclass II. Arecidae

order Arecales

วงศ์ Arecaceae (Palmae)

ตาล (*Borassus flabellifer* Linn.) แหล่งผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่สำคัญคือคาร์โบไฮเดรทที่มีรสหวานจากช่อดอก ซึ่งเป็นที่มาของคำว่า "น้ำตาล"

subclass III. Commelinidae

order Cyperales

วงศ์ Poaceae (Gramineae)

ไผ่เลี้ยง (*Bambusa nana* Roxb.)เป็นไผ่ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี เป็นไม้ประดับที่สวยงาม หรือปลูกเป็นรั้ว ทำเครื่องจักรสานใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง (สอาด, 2528)

subclass IV. Zingiberidae

order Zingiberales

วงศ์ Musaceae

กล้วยเทพรส เป็นกล้วยลูกผสมระหว่าง *Musa acuminata* Colla x *Musa balbisiana* Colla มีจีโนม ABBB เป็นพันธุ์หนึ่งในกล้วย 4X ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เข้าใจว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย เป็นกล้วยที่มีต้นสูง ใบใหญ่มีความต้านทานต่อโรคตายพรายและใบจุด มีเครือแน่น ลักษณะเนื้อไม่ค่อยแน่น (เบญจมาศ, 2534)

วงศ์ Cannaceae

พุทธรักษากินได้ (*Canna edulis* Ker-Gawl.) เหง้าหรือ rhizome เป็นแหล่งสะสมคาร์โบไฮเดรทประเภทแป้ง ซึ่งเม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ นอกจากเป็นอาหารมนุษย์แล้วยังใช้เลี้ยงสัตว์ได้อีกด้วย (สุพจน์และรัชดา, 2540)

subclass V. Liliidae

order Liliales

วงศ์ Taccaceae

เท้ายายม่อม (*Tacca leontopetaliodes* Ktze.) หัว (ต้นใต้ดิน) ใช้ทำเป็นแป้ง เรียกว่าแป้งเท้ายายม่อม (William's arrow root) ใช้เป็นอาหารสำหรับผู้เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย ใช้แป้งละลายน้ำดิบ น้ำตาลกรวดตั้งไฟกวนจนสุก ให้คนไข้รับประทาน ทำให้มีกำลังและหัวใจชุ่มชื่น (อุทัย, 2526)

order Orchidales

วงศ์ Orchidaceae

เอื้องเขาแกะ (*Rhynchostylis coelestis* Reichb. f.) เป็นกล้วยไม้ชนิดเดียวในสกุลช้างที่มีลักษณะช่อดอกตั้งขึ้นแบบทรงกระบอก แต่ละดอกมีขนาดประมาณ 2 เซนติเมตร มีแต้มสีม่วงครามที่ปลายกลีบบนพื้นสีขาว มีกลิ่นหอม จึงมีศักยภาพสูงในการปรับปรุงพันธุ์กล้วยไม้กลุ่มแวนดา

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ โครงการรหัส BRT 740001

เอกสารอ้างอิง

จเร สดากร. 2532. การสำรวจรวบรวมเชื้อพันธุ์พืช. รายงานการสัมมนาเรื่องการนำพืชและอนุรักษ์เชื้อพันธุ์พืช ครั้งที่ 1, 5 สิงหาคม 2531. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ณรงค์ คงครีแก้ว. 2541. ผักตำลึง 3 รส. ติดต่อส่วนตัว.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2534. กล้วย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บริษัทประชาชนจำกัด, กรุงเทพฯ.

เบญจมาศ ศิลาย้อย และฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2527. แหล่งพันธุกรรมกล้วยในประเทศไทย. ในการสัมมนาเรื่องแหล่งพันธุกรรมทางพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 2 เนื่องในโอกาสครบรอบ 10 ปี ของ IBPGR, 11-12 ตุลาคม. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

พรชัย จุฑามาศ. 2535. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา. ในเอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการพิทักษ์พันธุ์พืช : เกษตรกรจะได้อะไร, 19 มิถุนายน . กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์, ถวิล ข่ายสุวรรณ, เอกชัย ทิพชนวัฒนะ และเสน่ห์ น่านคงแนม. 2539. งานรวบรวมพันธุกรรมไม้ผลเมืองร้อนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. เคหการเกษตร 20(4): 77-86.

มงคล แซ่หลิม, ทศพร เหมพัฒน์ และวิจิตต์ วรรณชิต. 2527. รายงานผลงานโครงการรวบรวมพันธุ์ไม้สกุลมังคุดและลางสาดในภาคใต้. ในการสัมมนาเรื่องแหล่งพันธุกรรมทางพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 2 เนื่องในโอกาสครบรอบ 10 ปีของ IBPGR, 11-12 ตุลาคม. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วงศ์สถิตย์ ฉั่นกุล, รุ่งระวี เด็มศิริฤกษ์กุล, พร้อมจิต ศรลัมพ์ และวิชิต เปานิล. 2538. สยามไภษัชยพฤกษ์: ภูมิปัญญาของชาติ. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

วัดสวนจันทร์. 2541. ตำบลตลิ่งชัน อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช.

วีระชัย ณ นคร. 2539. สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เล่ม 1. องค์การสวนพฤกษศาสตร์, สำนักนายกรัฐมนตรี. โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

สอาด บุญเกิด. 2528. ไม้ไผ่บางชนิดในประเทศไทย. กองทุนจัดพิมพ์ตำราป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพจน์ เฟื่องฟูพงศ์ และรัชดา ทนวิทูวัตร. 2540. พุทธรักษากินได้. หน้า 41-51 ในวันต้นไม้ประจำปีแห่งชาติ 2540 กองสวนสาธารณะ สำนักสวัสดิการสังคม กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์บุญสินธิ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

เสริมลาภ วสุวัต. 2539. บัวไม้ดอกไม้ประดับ, สำนักพิมพ์บ้านและสวน. บริษัทอมรินทร์บุ๊กเซ็นเตอร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

อุทัย สินธุสาร. 2526. สารานุกรมไทยแห่งอาศรมศิลป์และศาสตร์ เล่ม 2. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สุมาลัย สังฆมณีและบุตร.

อำพล เสนาณรงค์. 2532. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการอนุรักษ์พันธุ์พืชในโครงการ CIMMYT. ในรายงานการสัมมนาเรื่องการนำพืชและการอนุรักษ์เชื้อพันธุ์พืช ครั้งที่ 1, 5 สิงหาคม 2531. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

CRONQUIST, A. 1988. The evolution and classification of flowering plant, 2nd ed. The New York Botanical Garden, N.Y.

HAWKES, J. G. 1991. The importance of genetic resources in plant breeding. Biological J. Linnean Society 43: 3-10.

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำในทะเลสาบคูขุด (สงขลา) ระหว่าง พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2539: ศึกษาโดยภาพถ่ายดาวเทียม

สุธีระ ทองขาว[1], เริงชัย ตันสกุล[2] และ สุระ พัฒนเกียรติ[3]

[1]คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[3]คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นครปฐม 73170

ABSTRACT

THE CHANGES IN PATTERN OF AQUATIC PLANTS IN KU KHUD LAKE (SONGKHLA) FROM 1988 TO 1996: A REMOTE SENSING STUDY

S. Thongkao[1], R. Tansakul[2] and S. Pattanakiat[3]

[1]Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[3]Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya Nakhonpathom 73170

The Ku Khud Lake is in the Songkhla Lake Basin's non-hunting area and has an area of 315 km^2. It is in the middle of Songkhla Lake, situated in Ku Khud Subdistrict, Sathingphra District, Songkhla Province. It is a 160 km^2 large brackish water area with an average depth of 1 m. Many species of aquatic plant in this area are primary producers and are especially important to this ecosystem. To study the area covered by aquatic plants of 107 km^2 of the lake, remote sensing and GIS techniques were applied.

The aquatic plants of 8 stations in a ground truthing area were studied by 1x1 m^2 quadrat sampling. Ten species within seven genera were found. They were composed of seven species of submerged plant and three species of emergent plant. The submerged plants were *Ceratophyllum demersum* L., *Cladophora* sp., *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle, *Najas graminea* Raffeneau-Delile, *Najas malesiana* de Wilde, *Najas marina* L., and *Potamogeton malaianus* Miq. And the emergent plants were *Eleocharis dulcis* (N.L. Burman) Trin. ex Henschel, *Scirpus litoralis* Scharder, and *Paspalum vaginatum* Swartz. All species were aggregated in distribution and the dominant species of the study area was *Cladophora* sp. as ascertained by both Morisita's Index and the Importance Index. Bands 2, 3 and 4 of LANDSAT TM-5 data in April 1996, April 1992 and May 1989 were combined with ground truthing data to classify the area of aquatic plants. The area change during that time was studie by a GIS overlay technique. Aquatic plants could be classified into three groups by supervised classification process and Maximum Likelihood algorithm. The signature of each group in the study area had signature separability and contingency of more than 1100 and 90% respectively, but the third group only had a contingency of 69.83%. The total area of all groups was 6.11 km^2 in 1996. The first group was composed of five species of submerged plant and three species of emergent plant. It's changed area was increased to 3.95 km^2 in the present. The second group and the third group were respectively composed of three species and six species of submerged plant. The changed area of the second and third groups decreased to 0.82 km^2 and 1.34 km^2 respectively in 1996.

Key words: GIS, Ku Khud, Songkhla Lake, aquatic plants, remote sensing

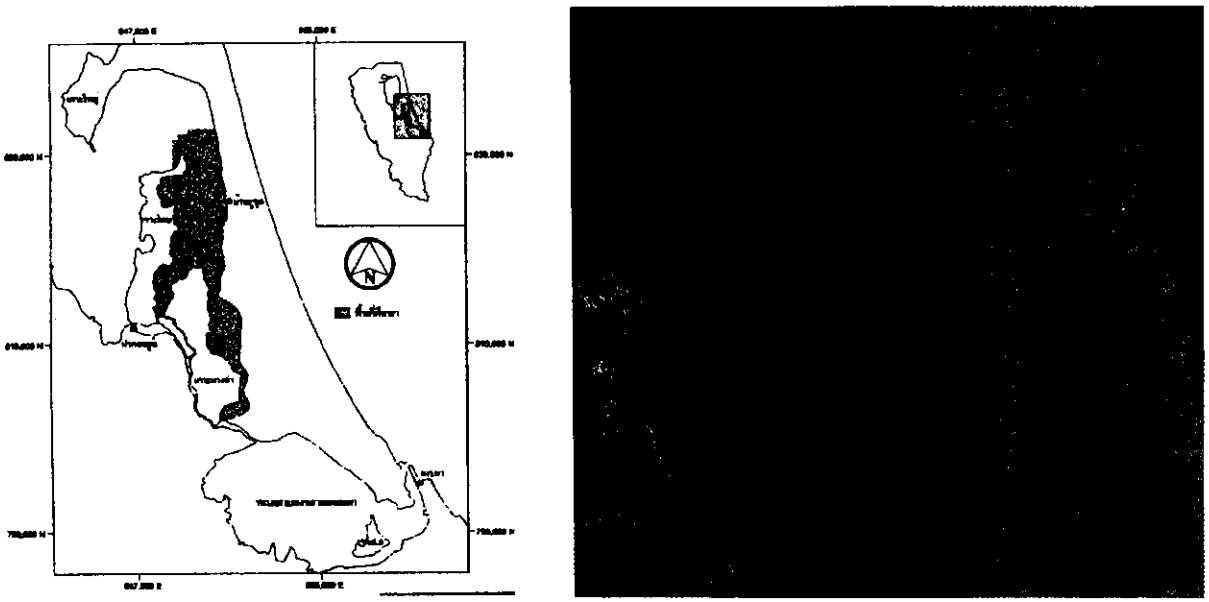
บทนำ

พืชน้ำ (aquatic plant, waterplants หรือ aquatic macrophytes) หมายถึง พืชที่เจริญเติบโตอาศัยอยู่ในน้ำ หรือเหนือน้ำ อาจพบขึ้นอยู่ตามริมน้ำ หรือในบริเวณที่มีน้ำขึ้นถึงตลอดช่วงชีวิต หรืออยู่ในน้ำเฉพาะช่วงใดช่วงหนึ่งของชีวิต และมีขนาดที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ช่อทิพย์, 2531) พืชน้ำอาจพบอยู่ในน้ำจืด (hydrophytes) หรือในน้ำเค็ม (halophytes) โดยทั่วไปสามารถแบ่งรูปแบบการเจริญเติบโตของพืชน้ำได้ 3 ลักษณะด้วยกัน (APHA, AWWA and WEF, 1992) คือ พวกที่ลอยน้ำ (floating) พวกที่จมน้ำ (submerged) และพวกที่อยู่เหนือน้ำ (emerged) พืชน้ำมีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางน้ำมีบทบาทเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น สามารถสร้างอาหารได้เองโดยการสังเคราะห์แสง การแพร่กระจายและความอุดมสมบูรณ์ของพืชน้ำจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ระยะเวลา และปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการปรากฏและความหนาแน่นของพืชน้ำ เช่น ลักษณะการตกตะกอนในแต่ละพื้นที่ ความขุ่นของน้ำ กระแสน้ำ ปริมาณอาหาร ความลึก การเปลี่ยนแปลงของลักษณะชายฝั่ง ปริมาณสัตว์กินพืช และกิจกรรมของมนุษย์รอบๆ พื้นที่ที่พืชน้ำอาศัยอยู่ (APHA, AWWA and WEF, 1992) ปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลมาช่วยในการศึกษา เช่น ภาพถ่ายทาง

อากาศ และข้อมูลจากดาวเทียม เป็นต้น (Star and Estes, 1990) เนื่องจากสามารถศึกษาขอบเขต พื้นที่ของพืชน้ำ และติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำทันต่อเหตุการณ์ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานในภาคสนามและช่วยในการวางแผนศึกษาลงลึกในรายละเอียดด้วย (APHA, AWWA and WEF, 1992)

พื้นที่ศึกษา

ทะเลสาบคูขุด เป็นส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลาตอนกลาง มีพื้นที่อยู่ในเขตตำบลคูขุด อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่บนเส้นละติจูดที่ 7° 05' 00" ถึง 7° 35' 00" เหนือ และเส้นลองติจูดที่ 100° 17' 00" ถึง 100° 25' 00" ตะวันออก มีพื้นที่ในการศึกษาประมาณ 107 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 1) สำหรับการศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 เดือนเมษายน 2539 เดือนเมษายน 2535 และเดือนพฤษภาคม 2532 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำ ควบคู่ไปกับการศึกษารูปแบบการแพร่กระจาย ชนิดพันธุ์และวงศ์ของพืชน้ำในภาคสนาม โดยเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ 2, 3, 4 และ 5 ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืช โดยช่วงคลื่นที่ 2 ตอบสนองต่อพืชสีเขียว ช่วงคลื่นที่ 3 ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างชนิดพืช ช่วงคลื่นที่ 4 ตอบสนองต่อมวลชีวภาพของพืช และช่วงคลื่นที่ 5 ตอบสนองต่อปริมาณน้ำในพืช (Smith and Brown, 1997)



ภาพที่ 1. พื้นที่ศึกษาและบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างในทะเลสาบคูขุด

วิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยการศึกษาในภาคสนาม การจำแนกประเภทข้อมูลจากข้อมูลภาพดาวเทียม และการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำ โดยวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ด้วยโปรแกรม ERDAS imagine บนระบบ Unix และจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ARC/INFO

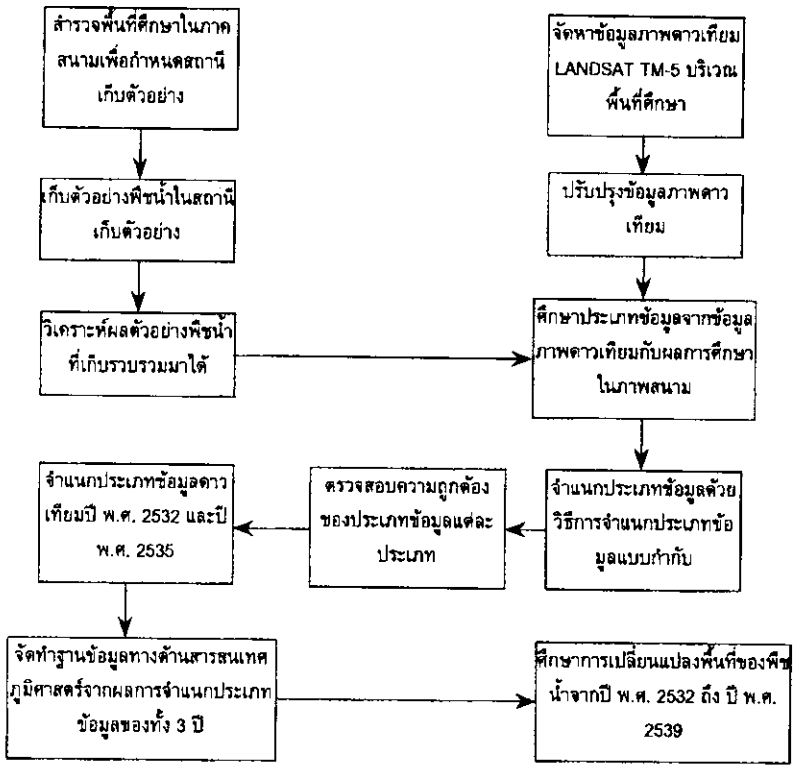
การศึกษาพืชน้ำในภาคสนาม

การศึกษาพืชน้ำในภาคสนามในสถานีเก็บตัวอย่าง (Ground Truthing Area) 8 สถานี ซึ่งกำหนดจากการสำรวจพื้นที่ร่วมกับแผนที่ของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50,000 และภาพดาวเทียม โดยทำสำรวจสภาพพื้นที่และเก็บตัวอย่างพืชน้ำในวันที่ดาวเทียม LANDSAT TM-5 ทำการบันทึกข้อมูลภาพดาวเทียม (thematic mapper) ในแต่ละสถานีด้วย quadrat ขนาด 1x1 ตารางเมตร เพื่อวิเคราะห์และศึกษา 1) ความแตกต่างระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานีด้วยค่า Jaccard (1908) dissimilarity coefficient และและจัดกลุ่มโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่ม (grouped average) (Bakus, 1990) โดยผลที่ได้จะนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม 2) รูปแบบการแพร่กระจายของพืชน้ำที่พบในพื้นที่ศึกษาด้วยค่า Morisita's Index (Bakus, 1990) 3) ความเด่นของพืชน้ำที่พบในพื้นที่ศึกษาด้วยค่าดัชนี

ความสำคัญ (Smith, 1986)

การจำแนกประเภทข้อมูลจากภาพดาวเทียม LANDSAT TM-5

การจำแนกประเภทข้อมูลจากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT TM-5 ในพื้นที่ศึกษาทำโดยเตรียมข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT TM-5 เดือนเมษายน 2536 เฉพาะพื้นที่ที่เป็นน้ำแล้วจำแนกประเภทข้อมูลด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine ด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ (Supervised Classification) โดยใช้ทฤษฎี Maximum Likelihood (Richards, 1994; Smith and Brown, 1997) และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่น (spectral signature) ของข้อมูลแต่ละประเภทที่จำแนกได้ด้วย signature separability และ contingency metrix (Smith and Brown, 1997) และสำรวจซ้ำในภาคสนาม จากนั้นนำข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียมของเดือนเมษายน 2535 และเดือนพฤษภาคม 2532 เฉพาะพื้นที่ที่เป็นน้ำด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ โดยใช้ทฤษฎี maximum likelihood และทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (geometric correction) ของข้อมูลภาพที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine โดยใช้แผนที่ทหารอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์เพื่อใช้คำนวณหาพื้นที่ของพื้นน้ำ และสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของพืชน้ำในพื้นที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรม ARC/INFO เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำ



ภาพที่ 2. แผนผังขั้นตอนในการทำงาน

ผลการวิจัย

จากการสำรวจและศึกษาพืชน้ำในพื้นที่ศึกษาในวันที่ดาวเทียม LANDSAT TM-5 บันทึกข้อมูลภาพดาวเทียม พบพืชน้ำจำนวน 10 ชนิดพันธุ์จาก 7 วงศ์ (ตารางที่ 1) ประกอบด้วยชนิดพันธุ์ที่มีส่วนรากอยู่ใต้น้ำแต่มีส่วนใบอยู่เหนือน้ำ (emergent) ซึ่งมี 3 ชนิดพันธุ์คือ หญ้าน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum* Swartz) จาด (*Scirpus litoralis* Scharder) และแห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) และชนิดพันธุ์ที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำ (submerged) ซึ่งมี 7 ชนิดพันธุ์คือ สาหร่ายพุงชะโด (*Ceratophyllum demersum* L.) สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle) ดีปลีน้ำ (*Potamogeton malaianus* Miq.) สาหร่ายเส้นด้าย (*Najas graminea* Raffeneau-Delile) สาหร่ายหางวัว (*Najas malesiana* de Wilde) สายหนาม (*Najas marina* L.) และสาหร่ายท่อ (*Cladophora* sp.) พืชน้ำแต่ละชนิดพันธุ์มีการแพร่กระจายแบบกลุ่ม และมีสาหร่ายท่อเป็นชนิดพันธุ์ที่มีความเด่นในสังคมมากที่สุด โดยมีค่า Morisita Index และค่าความสำคัญดังแสดงในตารางที่ 2 พืชน้ำที่พบสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มด้วยค่า Jaccard (1908) dissimilarity coefficient ซึ่งพิจารณาจากค่าที่ระดับ 0.50 ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสถานีที่ 1, 2, 3 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยสถานีที่ 4 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยสถานีที่ 6, 7, 8 และกลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยสถานีที่ 5

ตารางที่ 1. รายชื่อวิทยาศาสตร์และวงศ์ของพืชน้ำที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างวันที่ 15–17 เมษายน 2539

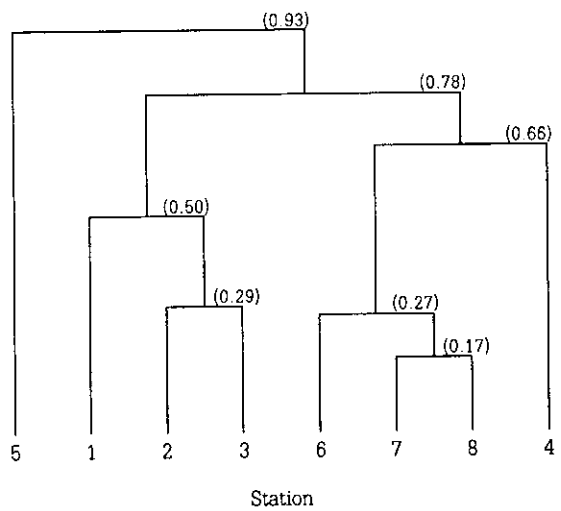
วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	สถานีเก็บตัวอย่าง							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Ceratophyllaceae	*Ceratophyllum demersum* L.	o	o	+	+	o	+	+	+
Cladophoraceae	*Cladophora* sp.	o	o	o	+	o	+	+	+
Cyperaceae	*Eleocharis dulcis* (N.L. Burman) Trin. Ex Henschel	+	o	o	o	o	o	o	o
	Scirpus litoralis Scharder	+	+	+	o	o	o	o	o
Gramineae	*Paspalum vaginatum* Swartz	+	+	+	o	+	o	o	o
Hydrocharitaceae	*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle	+	+	+	o	o	+	+	+
Najadaceae	*Najas graminea* Raffeneau-Delile	o	o	o	o	o	o	+	+
	Najas malesiana de Wilde	o	+	o	o	o	o	o	+
	Najas marina L.	o	o	+	+	o	o	+	+
Potamogetonaceae	*Potamogeton malaianus* Miq.	+	o	o	o	o	o	o	o

หมายเหตุ: + ปรากฏ, o ไม่ปรากฏ

ตารางที่ 2. ค่า Morisita's Index และค่าความสำคัญของพืชน้ำแต่ละชนิดพันธุ์ที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างวันที่ 15 – 17 เมษายน 2539

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	Morisita's Index	ค่าความสำคัญ
Ceratophyllaceae	*Ceratophyllum demersum* L.	6.8	28.42
Cladophoraceae	*Cladophora* sp.	6.0	182.75
Cyperaceae	*Eleocharis dulcis* (N.L. Burman) Trin. ex Henschel	24.0	6.73
	Scirpus litoralis Scharder	5.9	8.79
Gramineae	*Paspalum vaginatum* Swartz	7.3	28.14
Hydrocharitaceae	*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle	9.4	21.69
Najadaceae	*Najas graminea* Raffeneau-Delile	15.7	4.03
	Najas malesiana de Wilde	21.6	4.53
	Najas marina L.	7.3	13.01
Potamogetonaceae	*Potamogeton malaianus* Miq.	26.6	1.91

ในการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียม ผลที่ได้จากการเตรียมเฉพาะพื้นที่ที่ศึกษาเพื่อแยกข้อมูลส่วนที่รบกวนในการจำแนกประเภทออกไปโดยการตัดข้อมูลดาวเทียมเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำ ทำให้ตำแหน่งของสถานีที่ 5 ซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 4 หายไปเนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่เป็นพื้นดิน จึงเหลือกลุ่มพืชน้ำที่จะใช้ในการพิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเพียง 3 กลุ่ม และใช้ข้อมูลภาพ Vegetation Index ระหว่างแบนด์ 4 กับ 3 ตัดข้อมูลดาวเทียมบริเวณที่เป็นน้ำออกบางส่วน ด้วยชุดคำสั่งซึ่งสร้างโดยใช้โปรแกรม ERDAS Imagine ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3. แผนผังการจัดกลุ่มของสถานีเก็บตัวอย่าง
[( ): Jaccard (1908) dissimilarity coefficient]

จากการจำแนกประเภทข้อมูลดาวเทียมเฉพาะในพื้นที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมแบนด์ 2, 3 และ 4 ด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ โดยใช้ทฤษฎี maximum likelihood จำแนกประเภทข้อมูลออกเป็น 3 ประเภทตามผลการศึกษาในภาคสนามและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่ละประเภทด้วยค่าความห่างทางสถิติ (transformed divergence) ของข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นแต่ละคู่ร่วมกับจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของจุดภาพที่ถูกจัดตรงกับสภาพพื้นที่ในภาคสนาม ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ได้ผลการจำแนกดังแสดงในภาพที่ 5 จำนวนจุดภาพของแต่ละประเภทข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถนำไปคำนวณพื้นที่พืชน้ำได้เนื่องจากยังมีความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

จากการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine โดยใช้แผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50,000 เป็นพิกัดอ้างอิง ผลที่ได้นำไปจัดเตรียมฐานข้อมูลทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งสามารถศึกษาพื้นที่ของพืชน้ำได้ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 3. ค่า transformed divergence ระหว่างข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นแต่ละกลุ่ม

แบนด์	เฉลี่ย	1:2	1:3	1:4	2:3	2:4	3:4
2,3,4	1639	1986	1131	2000	1214	1706	1797

หมายเหตุ: 1: กลุ่มที่ 1 (สถานี 1, 2, 3), 2: กลุ่มที่ 2 (สถานี 4), 3: กลุ่มที่ 3 (สถานี 6, 7, 8), 4: Unclassified

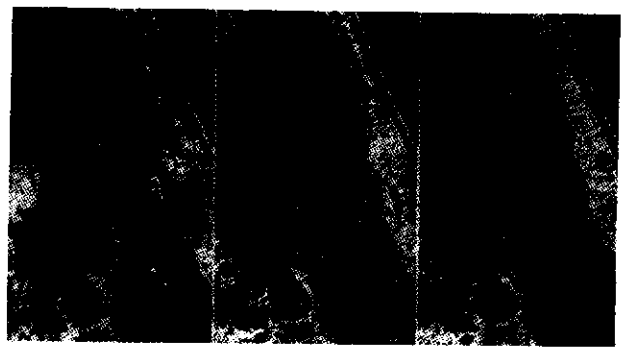
ตารางที่ 4. จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของจุดภาพของข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นแต่ละกลุ่ม

กลุ่มข้อมูล	ข้อมูลอ้างอิง			
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	Unclassified
กลุ่มที่ 1 (สถานี 1,2,3)	96.49%	0.00%	14.66%	0.15%
กลุ่มที่ 2 (สถานี 4)	0.20%	92.86%	9.48%	1.86%
กลุ่มที่ 3 (สถานี 6,7,8)	2.51%	3.57%	69.83%	3.56%
Unclassified	0.80%	3.57%	6.03%	94.43%
จำนวนจุดภาพรวมทั้งหมด	997	28	116	646

ตารางที่ 5. พื้นที่ของพืชน้ำ คำนวณจากโปรแกรม ARC/INFO

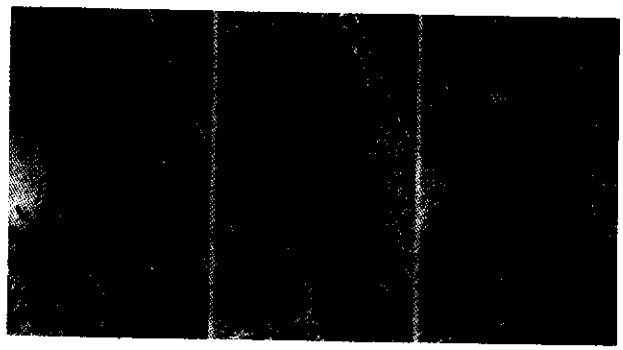
ปี พ.ศ.	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)			
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	รวม
2532	1.58	5.69	3.04	10.31
2535	11.11	4.16	4.64	19.91
2539	3.95	0.82	1.34	6.11

หมายเหตุ: กลุ่มที่ 1 (สถานี 1, 2, 3), กลุ่มที่ 2 (สถานี 4), กลุ่มที่ 3 (สถานี 6, 7, 8)



พฤษภาคม 2532 เมษายน 2535 เมษายน 2539

ภาพที่ 4. ภาพผสมเท็จแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 ของข้อมูลภาพดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาซึ่งใช้ในการวิเคราะห์และจำแนกประเภท



พฤษภาคม 2532 เมษายน 2535 เมษายน 2539

ภาพที่ 5. ภาพซึ่งได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSET TM-5 ในแต่ละปีด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ

บทวิจารณ์

จากการสำรวจและศึกษาชนิดพันธุ์ของพืชน้ำในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 10 ชนิดพันธุ์ จาก 7 วงศ์ โดยแต่ละชนิดพันธุ์มีการกระจายแบบกลุ่ม และมีสาหร่ายท่อเป็นชนิดพันธุ์ที่เด่นที่สุด และจากการจำแนกประเภทข้อมูลจากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT TM-5 ปี 2532, 2535 และ 2539 ด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ โดยใช้ทฤษฎี Maximum Likelihood ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์ที่ให้ความถูกต้องสูงในการจำแนก (Richards, 1994) สามารถแบ่งกลุ่มของพืชน้ำได้ 3 กลุ่ม มีพื้นที่รวมทั้งหมด 6.11 ตารางกิโลเมตร พืชน้ำกลุ่มแรกประกอบด้วยพืชน้ำที่อาศัยอยู่ใต้น้ำ และพืชน้ำที่มีใบและลำต้นอยู่เหนือน้ำ ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 ประกอบด้วยพืชที่อาศัยอยู่ใต้น้ำเพียงอย่างเดียว โดยพืชน้ำในกลุ่มที่ 1 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นเป็น 3.95 ตารางกิโลเมตร ในขณะที่กลุ่มที่ 2 และ 3 มีพื้นที่ 0.82 และ 1.34 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ระหว่างปี 2532 กับปี 2539 สำหรับพื้นที่พืชน้ำของกลุ่มที่ 1 และ 3 ซึ่งเพิ่มขึ้นในปี 2535 ควรมีการศึกษาปัจจัยและกระบวนการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเพิ่มเติม

ข้อมูลพืชน้ำที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียม นอกจากสามารถใช้แสดงขอบเขตการแพร่กระจายของพืชน้ำในเดือนเมษายน 2539 แล้ว ยังสามารถใช้ประกอบในการวางแผนและติดตามการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อมของพืชน้ำและสภาพพื้นที่ศึกษาในอนาคต นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ได้ตามวัตถุประสงค์ เช่น ทางด้านการจัดการข้อมูลและการวิเคราะห์ทางด้านระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวางแผนและพัฒนาการทดลองที่เกี่ยวข้องในด้านอื่นๆ เป็นต้น

สำหรับการวิเคราะห์ครั้งนี้มีความละเอียดในการศึกษาในระดับหนึ่งเนื่องจากความละเอียดของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ซึ่งมีความละเอียดเพียง 30x30 ตารางเมตรต่อ 1 จุดภาพ ควรมีการทดลองใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดทางด้านช่วงคลื่นและจุดภาพมากขึ้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่และช่วงคลื่น

บทสรุป

การประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลศึกษาพื้นที่ของพืชน้ำ สามารถจำแนกพืชน้ำได้ในระดับกลุ่มของพืชน้ำซึ่งอาศัยอยู่รวมกันในพื้นที่ได้ 3 กลุ่ม โดยพื้นที่รวมของพืชน้ำในปี 2539 ลดเหลือเพียง 6.11 ตารางกิโลเมตร

ชนิดพันธุ์ของพืชน้ำที่สำรวจพบมี 10 ชนิดพันธุ์ จาก 7 วงศ์ โดยแต่ละชนิดพันธุ์มีการกระจายแบบกลุ่ม และมีสาหร่ายท่อเป็นชนิดพันธุ์ที่เด่นที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และและศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539010 และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบคุณกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 และขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์รีโมทเซนซิ่งและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ภาคใต้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และโปรแกรม ERDAS Imagine ในการทำงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ช่อทิพย์ อาธารมาศ. 2531. พรรณไม้น้ำของไทย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา

APHA, AWWA AND WEF. 1992. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 18th ed. American Public Health Association, New York.

BAKUS, G. J. 1990. Quantitative Ecology and Marine Biology. Department of Biology Sciences, University of Southern California, Los Angeles, California.

RICHARDS, J. A. 1994. Remote Sensing Digital Image Analysis. 2nd ed. Springer Verlag, New York.

SMITH, C. AND N. BROWN 1997. Erdas Field Guide. 4th ed. In SCHRADER, S. AND R. POUNCEY (eds.), Erdas. Inc., Atlanta.

SMITH, R. L. 1986. Elements of Ecology. 2nd ed. Harper & Row Publishers Inc., New York.

STAR, J. AND J. ESTES. 1990. Geographic Information System. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชให้สีย้อมเส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย

ปิยชาติ ไตรสารศรี

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ABSTRACT

TAXONOMIC STUDY OF DYE PLANTS FOR NATURAL FIBER IN THAILAND

P. Trisarasri

Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

A taxonomic study of dye plants used for coloring natural fiber was undertaken in Thailand from June 1996 to January 1998. Basic information about dye plants and dyeing processes were compiled from the literature as well as from interviews with weaving groups in each region of the country. Fifty one groups from 28 provinces were selected for study. One hundred and forty-two plant species, one subspecies and three varieties of dye plants were recorded. They belonged to 109 genera and 47 families. There were 137 species, one subspecies and three varieties of dicotyledons and 5 species of monocotyledons. Dye plants were of various habits, but most of them were trees. In general, barks, leaves and fruits were used, of which brown, yellow and red were the main colour shades obtained. The taxa of the most highly used dye plants were Caesalpiniaceae, Mimosaceae and Fabaceae consisting of 13 species in 8 genera, 11 species and one subspecies in 8 genera and 11 species in 7 genera, respectively. There were 67 species and one subspecies of dye plants used in the Northeast, which is the highest number among the regions. Second was the North from which 55 species, one subspecies and one variety were recorded. Thirteen species were used in all regions. In the present study, full descriptions of all species and their basic uses, distributions, ecology, and flowering and fruiting periods were recorded and photographs were taken. Collected specimens were either dried or preserved in spirits, and are deposited at the Professor Kasin Suvatabhandhu Herbarium, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

Key words: taxonomic study, dye plants, natural fiber

บทนำ

คนไทยในอดีตรู้จักนำพืชหลายชนิดมาใช้เป็นสีย้อม เพื่อเพิ่มสีสันความสวยงามให้กับเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม จนกลายเป็นงานศิลปะที่มีเอกลักษณ์อย่างหนึ่งของคนไทย แต่ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันกำลังจะทำให้ความรู้และภูมิปัญญาชาวบ้านเกี่ยวกับนำพืชมาใช้เป็นสีย้อมถูกหลงลืมไป เนื่องจากมีการนำเอาสีสังเคราะห์มาใช้แทนสีธรรมชาติจากพืชโดยขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้สีสังเคราะห์ที่มีองค์ประกอบของโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (ลั่นทม, 2535) พืชหลายชนิดมีศักยภาพสูงในการนำมาใช้เป็นสีย้อม แต่ผู้ใช้ยังไม่รู้จักและมักจะใช้อยู่แต่เฉพาะชนิดพืชที่รู้จักไม่กี่ชนิด จึงไม่สามารถกระจายความรู้เหล่านี้ได้อย่างทั่วถึง ทำให้พืชให้สีบางชนิดที่ถูกใช้มากเสี่ยงต่อการถูกทำลายสูง การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชให้สีย้อมนอกจากจะช่วยให้รู้จักชนิดของพืชให้สีย้อมในทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังจะเป็นการเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับการนำมาใช้ประโยชน์ของพรรณพฤกษชาติในประเทศไทย ตลอดจนช่วยในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและภูมิปัญญาพื้นบ้านเกี่ยวกับสีย้อมอีกด้วย

พื้นที่ศึกษา

สำรวจข้อมูลพืชให้สีย้อมเส้นใยธรรมชาติจากกลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 20 กลุ่ม ในพื้นที่ 11 จังหวัด ภาคเหนือ 19 กลุ่ม 7 จังหวัด ภาคกลาง 7 กลุ่ม 5 จังหวัด และภาคใต้ 5 กลุ่ม 5 จังหวัด รวม 51 กลุ่ม ในพื้นที่ 28 จังหวัด

วิธีการ

1. ตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับการศึกษาอนุกรมวิธานของพืชให้สีย้อมเส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย, พรรณพฤกษชาติประเทศไทย, การนำพืชมาใช้เป็นสีย้อม, การย้อมสีผ้าไทย, แหล่งผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในครอบครัว และ

เอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับชนิดพืชที่นำมาใช้เป็นสีย้อม และแหล่งผู้ใช้ในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

2. เลือกกลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติในภาคต่าง ๆ ให้เป็นตัวแทนในการศึกษาจำนวน 51 กลุ่ม ในพื้นที่ 28 จังหวัด
3. สำรวจข้อมูลชนิดพืชให้สี โดยใช้แบบสอบถามและบันทึกข้อมูลการใช้สีย้อมจากพืช จากศูนย์ศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ องค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนที่เข้าไปส่งเสริมและฝึกอาชีพการทอผ้าย้อมสีธรรมชาติให้แก่กลุ่มทอผ้า และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ
4. เก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ในภาคสนามทำการบันทึกภาพตัวอย่างพืชเพื่อแสดงให้เห็นรูปร่างลักษณะของพืชแต่ละชนิดที่นำมาใช้เป็นสีย้อมบันทึกข้อมูลตัวอย่างพืชในพื้นที่โดยละเอียด เช่น ลักษณะวิสัย (Habit) ลักษณะทางนิเวศวิทยา รูปร่างลักษณะ ความสูง กลิ่น และสี เป็นต้น พร้อมติดหมายเลขตัวอย่าง จัดเตรียมและเก็บตัวอย่างตามแบบมาตรฐาน เพื่อนำมาศึกษาลักษณะและตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ
5. ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชเพื่อตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องโดยใช้เอกสารทางพฤกษอนุกรมวิธานของประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง เช่น อินเดีย พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย ไต้หวัน และศรีลังกา เป็นต้น เปรียบเทียบตัวอย่างที่เก็บได้กับตัวอย่างในพิพิธภัณฑ์พืช ตรวจสอบชื่อพื้นเมือง ชื่ออื่น ๆ และชื่อสามัญของพืชแต่ละชนิด จากหนังสือชื่อพรรณไม้เมืองไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง) โดย เต็ม (2535) และจากหนังสือพรรณพฤกษชาติประเทศไทย (Flora of Thailand)
6. ศึกษานิเวศวิทยา ระยะเวลาการออกดอกออกผล การกระจายพันธุ์ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด และจัดทำคำบรรยายลักษณะของพืชแต่ละชนิดอย่างละเอียด
7. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับส่วนที่นำมาใช้และสีที่ได้ของพืชแต่ละชนิด
8. นำตัวอย่างพรรณไม้ที่ได้จากการสำรวจและเก็บตัวอย่าง มาจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้งและตัวอย่างดองตามแบบมาตรฐาน เพื่อเก็บไว้ศึกษาและอ้างอิงทางวิชาการ

ผลการวิจัย

จากการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างพรรณไม้ดอกที่นำมาใช้เป็นสีย้อมเส้นใยธรรมชาติในประเทศไทย ระหว่างเดือนมิถุนายน 2539 ถึงเดือนมกราคม 2541 โดยการตรวจสอบชนิดพืชให้สีจากเอกสารและออกสำรวจข้อมูลในพื้นที่จากกลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติในภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศที่เลือกทำการศึกษาจำนวน 51 กลุ่ม ในพื้นที่ 28 จังหวัด พบพืชให้สีและเก็บตัวอย่างได้ทั้งสิ้น 142 ชนิด และ 4 ชนิดย่อย จัดอยู่ใน 109 สกุล 47 วงศ์ เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ 137 ชนิด และ 4 ชนิดย่อย พืชใบเลี้ยงเดี่ยว 5 ชนิด วงศ์ที่มีจำนวนชนิดที่นำมาใช้มากที่สุด คือ Caesalpiniaceae จำนวน 8 สกุล 13 ชนิด รองลงมาคือ Mimosaceae ซึ่งมี 8 สกุล 11 ชนิด และ 1 ชนิดย่อย อันดับสาม คือ วงศ์ Fabaceae มี 7 สกุล 11 ชนิด พืชให้สีที่สำรวจพบมีทุกลักษณะนิสัย ส่วนใหญ่เป็นไม้ต้น ส่วนที่ให้สีส่วนมากได้จากส่วนของเปลือก ใบ และผล ตามลำดับ สำหรับสีที่ได้ส่วนใหญ่เป็นพวกสีน้ำตาล สีเหลือง และสีแดง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการนำพืชให้สีมาใช้จำนวนชนิดมากที่สุด คือ 67 ชนิด และ 1 ชนิดย่อย รองลงมา ได้แก่ ภาคเหนือจำนวน 55 ชนิด และ 2 ชนิดย่อย เป็นพืชให้สีที่มีการนำมาใช้ทุกภาคจำนวน 13 ชนิด นอกจากนี้ยังพบว่าพืชให้สีหลายชนิดอยู่ในสกุลเดียวกัน เช่น *Terminalia* พบจำนวน 6 ชนิด *Morinda* พบจำนวน 5 ชนิด *Acacia*, *Cassia*, *Garcinia*, พบสกุลละ 4 ชนิด และ *Diospyros*, *Indigofera*, *Phyllanthus* พบสกุลละ 3 ชนิด

บทวิจารณ์

พืชให้สีที่สำรวจพบและเก็บตัวอย่างได้จำนวน 142 ชนิด 4 ชนิดย่อย ส่วนใหญ่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ มีเพียง 5 ชนิดที่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชให้สีที่พบมากที่สุดจัดอยู่ในวงศ์ Caesalpiniaceae Mimosaceae และ Fabaceae หรืออาจรวมอยู่ในวงศ์เดียวกัน คือ วงศ์ Leguminosae ซึ่งเป็นวงศ์ที่มีชนิดของพืชเป็นจำนวนมาก และพบเห็นขึ้นอยู่ทั่วไป เช่น ฝาง (*Caesalpinia sappan* L.) นนทรี (*Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex K. Heyne) อัญชัน

(*Clitoria ternatea* L.) ทองกวาว (*Butea monosperma* (Lam.) Taub.) คราม (*Indigofera tinctoria* L.) คราม (*Indigofera suffruticosa* Mill. ssp. *suffruticosa*) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus* Willd.) สีเสียดเหนือ (*Acacia catechu* (L. f) Willd.) กระถินเทศ (*Acacia farnesiana* (L.) Willd. กระถิน (*Leucaena leucocephala* (Lamk) De Wit) สำหรับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่พบเพียง 3 วงศ์ คือ วงศ์ Arecaceae (Palme) ได้แก่ หมาก (*Areca catechu* L.) มะพร้าว (*Cocos nucifera* L.) วงศ์ Bromeliaceae ได้แก่ สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) และวงศ์ Zingiberaceae ได้แก่ ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) และไพล (*Zingiber purpureum* Roscoe) พืชให้สีหลายชนิดอยู่ในสกุลเดียวกัน เช่น *Terminalia* พบจำนวน 6 ชนิด *Morinda* พบจำนวน 5 ชนิด *Acacia*, *Cassia*, *Garcinia* พบสกุลละ 4 ชนิด และ *Diospyros*, *Indigofera*, *Phyllanthus* พบสกุลละ 3 ชนิด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการให้สีของพืชชนิดอื่นๆ ในสกุลเดียวกันที่ยังมีอยู่อีกเป็นจำนวนมาก ที่จะสามารถนำมาใช้ทำเป็นสีย้อม

ลักษณะวิสัยของพืชให้สีที่สำรวจพบมีทุกลักษณะวิสัย แต่ส่วนใหญ่เป็นไม้ต้น เนื่องจากในการนำมาใช้ทำสีย้อมส่วนที่ให้สีจะได้จากส่วนของเปลือกต้น และเนื้อไม้เป็นส่วนใหญ่ นอกจากจะประกอบด้วยพืชหลายลักษณะวิสัยแล้ว ยังพบว่า พืชให้สีเป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าเกือบทุกประเภท ทั้งป่าเต็งรัง ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าชายเลน ป่าชายหาด บางชนิด พบขึ้นอยู่ทั่วไปในลักษณะของพืชปลูกประดับ ไม้ผลยืนต้นที่ปลูกตามบ้านเรือน และวัชพืช เช่น ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus* Willd.) นนทรี (*Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex K. Heyne) กระถินณรงค์ (*Acacia auriculaeformis* A. Cunn. ex Benth.) มะม่วง (*Mangifera indica* L.) ขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) สะเดา (*Azadirachta indica* Juss var. *siamensis* Valeton) ขี้เหล็ก (*Cassia siamea* Lam.) กะเม็ง (*Eclipta prostrata* (L.) L.) หญ้างวงช้าง (*Heliotropium indicum* L.) เป็นต้น พืชให้สีที่สำรวจพบบางชนิด นอกจากจะใช้เป็นสีย้อมเส้นใยธรรมชาติแล้ว ยังสามารถใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ได้อีกด้วย เช่น ใช้เป็นสีผสมอาหาร สีย้อมทางชีววิทยา พืชสมุนไพร พืชผักพื้นเมือง และบางชนิดเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญ

จากการศึกษาพบว่าส่วนต่าง ๆ ของพืชที่นำมาใช้ทำสีย้อม ได้แก่ ราก เปลือก เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล และส่วนอื่น ๆ เช่น เมล็ด น้ำยาง แต่การใช้ส่วนของเปลือกและเนื้อไม้ส่วนใหญ่จะได้จากเปลือกต้น ใบ ผล และเนื้อไม้ตามลำดับ เนื่องจากส่วนของเปลือกต้นให้สีได้ดี และเก็บหาได้ง่าย แต่อาจเป็นอันตรายต่อต้นพืช จึงจำเป็นต้องเก็บหาอย่างถูกวิธีเพื่อป้องกันมิให้ต้นพืชถูกทำลาย หรืออาจใช้ส่วนอื่นทดแทน เช่น ใบ ดอก และผล หรือส่งเสริมให้มีการปลูกเพื่อนำมาใช้ทำสีย้อมโดยตรง พืชให้สีบางชนิดสามารถนำมาใช้ทำสีย้อมได้จากหลายส่วน ซึ่งในแต่ละส่วนจะให้สีที่แตกต่างกัน

สีที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช ส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาล สีเหลือง และสีแดง ซึ่งกลุ่มสีดังกล่าวมีสีที่ใกล้เคียงกันมาก โดยเฉพาะสีน้ำตาลและสีแดง จึงถือได้ว่า เป็นสีหลักที่ได้จากพืช สำหับสีเหลืองและสีแดง เป็นแม่สีที่สำคัญที่จะใช้เป็นสีหลักในการผสมสีอื่น ๆ ที่จะช่วยให้มีสีให้เลือกใช้มากขึ้น นอกจากสีน้ำตาล สีเหลือง สีแดงแล้ว ยังมีสีอื่น ๆ เช่น สีดำ สีเขียว สีน้ำเงิน โดยเฉพาะสีน้ำเงิน เป็นสีที่สำคัญ ที่ทำให้สีจากพืชมีแม่สีครบทั้งสามสี สามารถผสมสีได้อีกเป็นจำนวนมาก นอกจากสีที่ได้จากพืชโดยตรงแล้ว ในกระบวนการย้อมเส้นใยธรรมชาติด้วยสีจากพืชยังสามารถเปลี่ยนสีที่ย้อมเส้นใยโดยใช้สารช่วยติดสีหรือที่เรียกว่า mordant ซึ่งเป็นสารละลายของเกลือโลหะ เช่น Alum (Potassium aluminium sulfate, KAl $(SO_4)_2$ 12 H_2O) Chrome (Potassium dichromate, $K_2Cr_2O_7$), Tin (Stannous chloride, $SnCl_2$), Copperas (Ferrous sulfate, Fe SO_4) และ Blue Viriol (Copper sulfate, $CuSO_4$) ซึ่งนอกจากจะเป็นสารที่ช่วยให้สีติดทน ไม่ตกสี และซีดง่ายแล้ว ยังช่วยเปลี่ยนสีที่ย้อมเส้นใยให้มีสีแตกต่างกัน ถ้าเราใช้สารติดสีที่ต่างชนิดกัน ถึงแม้ว่าสีที่ใช้จะเป็นชนิดเดียวกันก็ตาม เส้นใยที่ได้หลังจากการย้อมก็จะมีสีต่างกัน ผู้ย้อมสีธรรมชาติจึงค้นพบสีใหม่ ๆ อยู่เสมอ ซึ่งแตกต่างจากสีเคมีโดยสิ้นเชิง (เทียนศักดิ์, 2539) นอกจากสารที่ช่วยติดสีดังกล่าวแล้ว ยังสามารถนำพืชบางชนิดมาใช้เป็นสารช่วยติดสีได้ เช่น ใบพลองเหมือด (*Memecylon edule* Roxb.) ใบมะขาม (*Tamarindus indica* L.) ใบบุนนาค (*Mesua ferrea* Roxb.) ใบกะเม็ง (*Eclipta prostrata* (L.) L.) เป็นต้น

จากการศึกษาพืชให้สีทั้งจากเอกสารและการสำรวจข้อมูลในพื้นที่ พบพืชให้สีจำนวน 142 ชนิด 4 ชนิดย่อย เป็นพืชให้สีที่สำรวจพบจากเอกสารจำนวน 121 ชนิด 4 ชนิดย่อย และได้จากกลุ่มทอผ้าในท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 67 ชนิด 1 ชนิดย่อย ภาคเหนือ 55 ชนิด 2 ชนิดย่อย ภาคกลาง 28 ชนิด และภาคใต้ 22 ชนิด รวมชนิด

พืชที่สำรวจพบในพื้นที่ จำนวน 94 ชนิด 1 ชนิดย่อย ซึ่งพืชให้สีที่มีรายงานไว้ในเอกสารส่วนใหญ่พบว่ามีการนำมาใช้ในพื้นที่ของกลุ่มทอผ้าที่เลือกทำการศึกษา แต่มีบางส่วนที่ไม่พบในพื้นที่ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันการย้อมสีส่วนใหญ่มักนิยมใช้สีสังเคราะห์ที่มีสีให้เลือกมาก ใช้ได้สะดวก ประกอบกับพืชให้สีบางชนิดหายากและขาดการสืบทอดความรู้จากผู้ที่มีความรู้ในอดีต จึงทำให้พืชให้สีบางชนิดถูกลืมไปจากความรู้ของผู้ใช้ในปัจจุบัน ในขณะเดียวกันก็พบว่ามีพืชให้สีบางชนิดที่ไม่มีรายงานไว้ในเอกสารถึงจำนวน 20 ชนิด 1 ชนิดย่อย เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้ใช้สีธรรมชาติทดแทนการใช้สีสังเคราะห์โดยมีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนเข้าไปส่งเสริมและให้ความรู้แก่กลุ่มทอผ้าและได้มีการนำพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่สามารถหาได้ง่ายมาทดลองใช้ จึงทำให้มีพืชให้สีชนิดใหม่มากขึ้น จะเห็นได้ว่าในท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือมีจำนวนชนิดพืชให้สีมากกว่าภาคกลางและภาคใต้ เนื่องจากยังมีกลุ่มทอผ้าอยู่เป็นจำนวนมากและเป็นแหล่งผ้าพื้นเมืองที่สำคัญของไทย ประกอบกับพฤติกรรมความเป็นอยู่ส่วนใหญ่ยังเป็นสังคมชนบทมีขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรม ความเชื่อถือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผ้าอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันนอกจากจะผลิตเพื่อใช้ในครัวเรือนแล้วยังผลิตเพื่อจำหน่ายโดยมีตลาดทั้งในและต่างประเทศ สำหรับชนิดพืชให้สีในภาคกลางและภาคใต้ ซึ่งมีอยู่น้อยเนื่องจากสภาพสังคมเปลี่ยนแปลงมีความเป็นสังคมเมืองมากยิ่งขึ้นจึงต้องการความสะดวกรวดเร็ว การใช้ผ้าจึงเป็นการซื้อหาจากท้องตลาดเป็นส่วนใหญ่ ผ้าที่ใช้ในโอกาสพิเศษต่าง ๆ ก็จะซื้อจากแหล่งผลิตในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

บทสรุป

1. พืชให้สีมีความหลากหลายทั้งในด้านชนิด ลักษณะวิสัย และลักษณะทางนิเวศวิทยา ประกอบด้วยพืชทั้งใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ ทุกลักษณะวิสัยขึ้นอยู่ในป่าเกือบทุกประเภท บางชนิดเป็นพรรณไม้ที่เพบเห็นขึ้นอยู่ทั่วไปทั้งไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับ พืชผักสวนครัว รวมทั้งวัชพืช นอกจากจะใช้เป็นสีย้อมเส้นใยธรรมชาติแล้ว บางชนิดยังใช้เป็นสีผสมอาหาร สีย้อมทางชีววิทยา สมุนไพร พืชผักพื้นเมือง และไม้มีค่าทางเศรษฐกิจ
2. สีย้อมจากพืชได้จากเปลือกต้นและเนื้อไม้ ให้สีน้ำตาล สีเหลือง และสีแดง เป็นส่วนใหญ่
3. ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ มีชนิดพืชที่นำมาใช้ทำสีย้อมเป็นจำนวนมากและมีชนิดพืชใกล้เคียงกัน
4. ชนิดของพืชให้สีที่มีใช้อยู่ในแต่ละภาค ขึ้นอยู่กับความรู้ของผู้ใช้ที่มีสืบต่อกันมา จากการศึกษาอบรมและทดลองใช้พืชให้สีชนิดใหม่ การแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม และชนิดพืชที่มีขึ้นอยู่ในท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540003 ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูง ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์วิยดา เทพหัตถี ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ รวมทั้งผู้ให้ข้อมูลทุกท่านที่ได้กรุณาให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เต็ม สมิตินันท์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). ฟันนี่พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

เทียนศักดิ์ เมฆพรรณโอภาส. 2539. เคมีของสีธรรมชาติและการย้อม. วิทยาศาสตร์ 50: 155-161.

ลั่นทม จอนจวบทรง. 2535. สีย้อมธรรมชาติเพื่อการอนุรักษ์. วารสารเทคโนโลยีที่เหมาะสม 10: 45-51.

ตอนที่ 5
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
(Invertebrate)

- แมลง
- โปรโตซัว
- พยาธิตัวกลม
- พยาธิตัวแบน
- หอย
- ไส้เดือนทะเล
- แม่น้ำทะเล
- สัตว์น้ำหน้าดิน

BIODIVERSITY STUDY OF TRICHOPTERA IN THAILAND AND THE APPLICATION FOR THE ASSESSMENT OF WATER QUALITY

Porntip Chantaramongkol[1], Hans Malicky[2] and Prachuab Chaibu[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

[2]Austrian Academy of Science, 3293 Lunz am See, Austria

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำกลุ่มไทรคอปเทอราในประเทศไทย และการประยุกต์ใช้ในการตัดสินคุณภาพน้ำ

พรทิพย์ จันทรมงคล[1], H. Malicky[2] และ ประจวบ ฉายบุ[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

[2]Austrian Academy of Science, 3293 Lunz am See, Austria

โครงการวิจัยนี้เป็นการสำรวจต่อเนื่องของการศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำกลุ่มไทรคอปเทอราในประเทศไทย ซึ่งเริ่มตั้งแต่ปี 2530 พบว่าประเทศไทยมีความหลากหลายของแมลงน้ำกลุ่มไทรคอปเทอราที่แตกต่างจากที่อื่น จากจำนวนความหลากหลายทั้งหมด 491 ชนิด มีถึง 366 ชนิด หรือคิดเป็นร้อยละ 74 ที่เป็นชนิดใหม่ และได้ทำการตั้งชื่อโดยคณะผู้วิจัย จากพื้นที่ดำเนินการวิจัยเพิ่มทั่วประเทศ 43 จุดเก็บตัวอย่าง พบชนิดที่ยังไม่พบมาก่อน (new record) เพิ่มอีก 15 ชนิด และชนิดใหม่อีก 7 ชนิด รวมทั้งตัวอย่างที่ยังไม่สามารถจำแนกได้และมีแนวโน้มจะเป็นชนิดใหม่อีกมากกว่า 100 ตัวอย่าง ซึ่งขณะนี้กำลังอยู่ในขั้นตอนการแสดงสิทธิการค้นพบและตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตใหม่เพิ่มเติมตามกฎเกณฑ์สากลของ International Code of Zoological Nomenclature (ICZN) ในการประยุกต์ใช้ความหลากหลายของแมลงน้ำกลุ่มไทรคอปเทอราเชื่อมโยงกับคุณภาพน้ำในแม่น้ำปิง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปร (multivariate technique) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PATN สามารถหาชนิดของแมลงน้ำจำนวนอย่างน้อย 12 ชนิด ที่สามารถใช้เป็นดัชนีซึ่งมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ ทำให้สามารถจัดแบ่งกลุ่มจุดศึกษาตามความมากน้อยของผลกระทบอันเนื่องมาจากกิจกรรมจากแบบแผนการใช้พื้นที่

คำหลัก: ความหลากหลายทางชีวภาพ, การวัดคุณภาพน้ำ, แมลงน้ำ, Trichoptera

INTRODUCTION

Biodiversity studies of Trichoptera in Thailand have been carried out by the first 2 authors since 1987. Malicky and Chantaramongkol (1999) have given a preliminary list of 491 species identified, based on original material surveyed and published in one or other of 26 publications from 1987 to 1999 (see list of references). Since the country is large and the density of records is still low, the continuation of survey work on the diversity of Trichoptera in this project is essential to gain more knowledge for zoogeographic, taxonomic and applied studies.

The use of knowledge of Trichopteran Biodiversity in Thailand for the assessment of water quality is also proposed as an alternative method for environmental management. Management of the environmental values of river and other inland waters requires a range of actions to prevent or limit water pollution, and methods to monitor and audit the effectiveness of management strategies. Most effort in water quality monitoring in Thailand is directed to the measurement of physiochemical variables plus a few biological aspects such as biochemical oxygen demand (BOD) and microbial contamination. Recently, more methods and indicators of biological monitoring have been used to complement the physical and chemical aspects for assessment of stream and river quality (Sannarm, 1993; Thaweeburus, 1994; Inmoung, 1997), because the aquatic fauna is closely related to the quality of aquatic systems. Investigations of environmental impacts on aquatic insects rarely include the adult stage. Adult Trichoptera or caddisflies are well suited to be bioindicator organisms because the larvae of this order are wholly aquatic whilst the adults can be identified to species level.

Multivariate approaches are now among the most commonly used methods for river biological monitoring (Norris and Norris, 1995; Inmoung, 1997; Dohet, 1999; Sommerhauser *et al.*, 1999) and have been applied in this study to correlate the Trichopteran fauna with environmental variables.

STUDY AREA

Overall Survey

Different streams in National Parks throughout the country formed the majority of sampling sites; in addition, lowland rivers or reservoirs/lakes were sampled. In each site, the coordinates, altitude and a brief description of the habitat has been recorded.

Biomonitoring Test

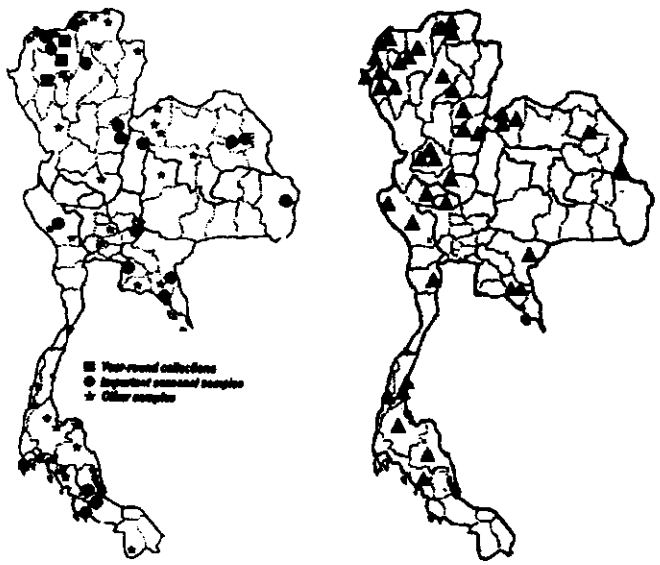


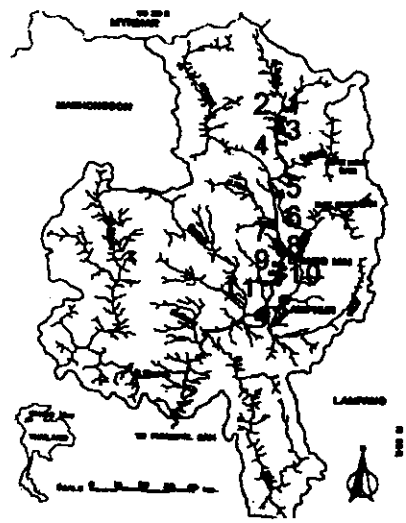
Fig. 1. Map of sampling sites distribution compared to the sites from previous studies. A. Sampling sites from previous studies, B. Sampling sites from this studies

The study was conducted along the upper part of the Ping river, the main river of the Chiang Mai basin in the northern region of Thailand. It originates from Pee Pan Nam Moutain. The watershed covers 33,989 km^2 between 15° 24' N to 19° 49' N and 98° 05' E to 100° 09' E. The upper parts of the watershed are moutainous, covered with mixed forest, with an elevation range between 300 to 2,564 m. The main river is heavily impacted by human activities such as agriculture, industry, urban communities (Chiang Dao, Mae Taeng, Mae Rim, San Sai, Chiang Mai, Hang Dong and Lamphun.

METHODOLOGY

Overall Survey

Portable light traps using 12 V. DC were placed at the riparian zone of the water bodies. Small bowls containing water and a few drops of liquid detergent were placed near by to collect the insects. The traps were operated overnight. Specimens caught were sieved off and preserved in 70% alcohol. To identify the specimens, the end of the abdomen was cut off and



Sampling sites	(altitude)
1. Ping Khong, Ching Doa	422 m
2. Sob Oo, Chiang Dao	385 m
3. Taeng Doa Elephant Camp	380 m
4. Royal Ping resort, Mae Taeng	375 m
5. Ton Kham, Mae Rim	360 m
6. San Sai, Mae Rim	355 m
7. Pa Tan, upper Chiang Mai Municipal	330 m
8. Meng Rai, Chiang Mai Municipal	315 m
9. Pa Dad, lower Chiang Mai Municipal	314 m
10. Wang Singh Kam, lower Mae kha canal	311 m
11. Nhong Tong, Hang Dong	305 m
12. Mae Ka, lower Lamphun	300 m

Fig. 2. Map of upper Ping river in northern part of Thailand and location of 12 sampling sites

macerated in 10% NaOH for 30 min., then washed in water with a few drops of liquid detergent. The diagnostic parts were observed under a stereo-microscope and identified using Malicky (1997). Unidentified specimens were drawn with the aid of drawing tube.

Biomonitoring Test

To collect caddisfly adults, 12 portable light traps (12 V. DC) were placed along the Ping river (Fig. 2), near to the waters' edge. The traps were operated overnight one night each month from September 1997 to August 1998. Caddisfly specimens were later separated into distinct groups by sight. Species identification by male genitalia was made under a stereo-microscope using Malicky (1997).

For each site, environmental variables (altitude, velocity, depth, width, air temperature, water temperature, pH, electrical conductivity, and total dissolved solid were measured directly in the field. Water samples for each site in each month were collected and analyzed in the Laboratory for Environmental Monitoring (Aquatic Insects Research Unit) of the Biology Department for the following variables: dissolved oxygen, alkalinity, nitrates, ammonia, orthophosphates, biochemical oxygen demand (BOD_5). The heavy metals: lead, cadmium, nickel, arsenic and zinc were analyzed for each site in each season by the laboratory of the Geology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University.

The caddisfly and water quality data sets were further analyzed by multivariate analysis techniques. The software used was PATN (Belbin, 1995) The caddisfly data set was ordinated by HMDS (semi-strong Hybrid Multi Dimensional Scaling) using the Bray-Curtis association metric. Associations between caddisfly ordination axes and water quality variables were examined using Pearson product moment correlation. Correlations between ordination axes and caddisfly species were sought using the principal axis correlation method (PCC option). The Monte Carlo test (MCAO option), using 100 randomisations, was used to test which species significantly correlated to the ordination axes.

RESULTS AND DISCUSSION

Overall Survey

Many records and descriptions of new genera and new species have been published elsewhere. As an example, we cite here the description and figures for *Chimarra chiangmaiensis* Malicky and Chantaramongkol, 1989. Further new species will be described elsewhere as required by The ICZN.

Chimarra chiangmaiensis Malicky and Chantaramongkol, 1989 Spur 1, 4, 4 ocelli + Mxp 5

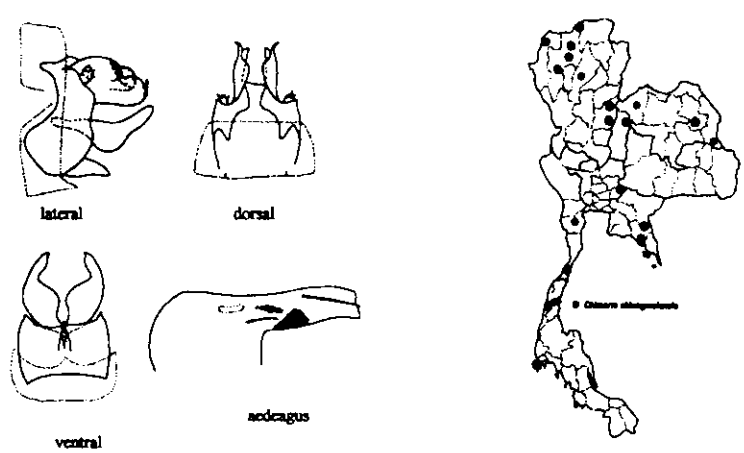


Fig. 3. Male genitalia and distribution of *Chimarra chiangmaiensis* Mal. and Chant., 1989 in Thailand

Description of Species

Length of anterior wing 4-5 mm. Body, wings and appendages pale brown. Segment 8 of medium length, with a large, pointed ventrocaudal tooth. Segment 9 dorsally broadly interrupted and membraneous (which is however not clearly visible); anterior edge with a small rounded subdorsal projection and a rounded subventral lobe. Ventrocaudal tooth large and long, with its dorsal edge bent down; caudal edge undulated. Segment 10 consist, except for the membranous middle part, of a pair of large, oval side plate with three dorsal lobes each; the most prominent of them bears an upwardly-directed spine. Inferior appendages as long as segment 10, continuously tapered from a broad base and bent at a right angle near the base. In ventral view they are semicircular, the inner edge broad and convex in its basal half, strongly narrowed in the distal half, and distally pointed. Aedeagus with two long, thin sclerites: the longer one straight, the shorter slightly curved; and with a large granulated area.

Altogether 491 species have now been recorded in Thailand. The compilation of all pictures and distributions to make a graphic key or Atlas for the identification of the adult Trichoptera of the region is planned for the future.

Biomonitoring Test

45 caddisfly species were collected from 12 sampling sites during September 1997 to August 1998, representing 11 families: Hydropsychidae, Leptoceridae, Psychomyiidae, Odontoceridae, Philopotamidae, Hyalopsychidae, Goeridae, Ecnomidae, Dipseudopsidae and Calamoceratidae, Polycentropodidae (Fig. 4).

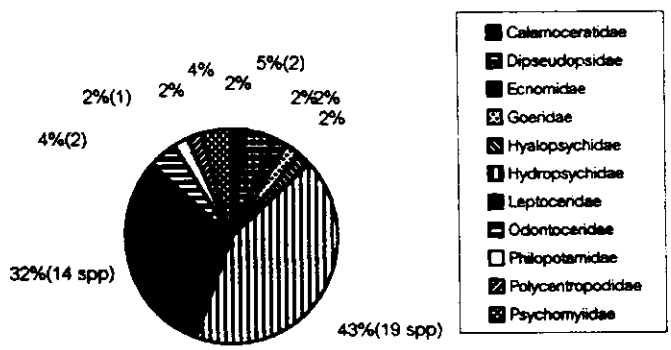


Fig. 4. Percentage of caddisfly species in each family (September 1997 to August 1998)

Different range values (min., max., median, 25–75%, extremes) of physicochemical variables measured are summarized in Fig. 5. Electrical conductivity, total dissolved solid and alkalinity indicate the moderately mineralized character whilst NO_3-nitrogen, NH_3-nitrogen, ortho-phosphorus and biochemical oxygen demand also show relatively moderate anthropogenic disturbance in the lower sites of the main river.

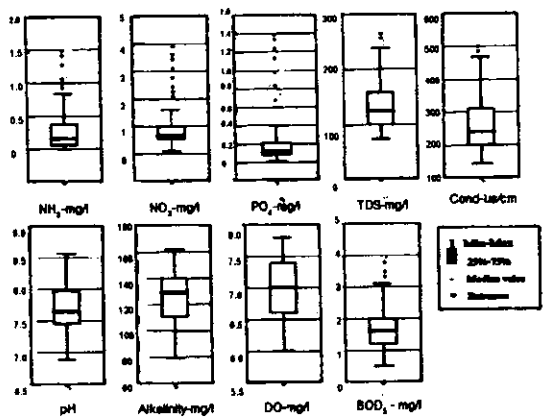


Fig. 5. Different range values (min-max, 25%-75%, extremes) of physicochemical variables of 12 sampling sites from September 1997 to August 1998

The results of the PCC ordination are sumarized in Fig. 6 and 7. The 12 indicator caddisfly species are significantly correlated with site ordination, based on binary data in Fig. 6. They are 7 Leptocerrids (*Leptocerrus dirghachuka, L. lampunensis, L. lanzenberi, Setodes argentiguttatus, S. fluvialis, Parasetodes barkeri, Oecetis tripunctata),* 4 Hydropsychids (*Aethaloptera sexpunctata, Amphipsyche gratiosa, Cheumatopsyche charites, C. globosa)* and 1 Odontocerrid (*Maliria sumatrana)* for binary data (stress=0.15, r>0.70). The 15 indicator caddisfly species shown in Fig. 7, are also significantly correlated based on

quantitative data (stress=0.18, r>0.70). They are 8 Hydropsychids (*Aethaloptera sexpunctata, Amphipsyche gratiosa, Cheumatopsyche globosa, C. cognita, Macrostemum floridum, M. midas, Hydropsyche no. 4, 9),* 6 Leptocerrids (*Leptocerrus dirghachuka, L. lanzenberi, Setodes argentiguttatus, S. fluvialis, Setodes* sp.2, *Oecetis* sp.2) and 1 Odontocerrid (*Maliria sumatrana).* The polygons in Fig. 6 and 7, from the UPGMA analysis, identified 3 groups of sampling sites based on monthly caddisfly species data.

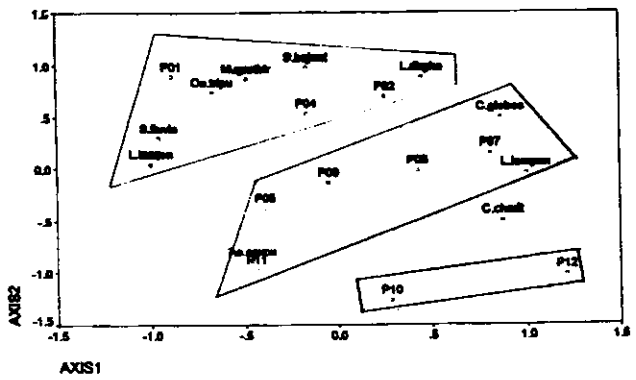


Fig. 6. Ping river sampling sites ordination by caddisfly species (binary data) during September 1997 to August 1998

The PCC results of physicochemical water quality and site ordination are significantly correlated (Fig. 8). The correlation coefficients for DO, velocity, alkalinity, NH_3–N, NO_3-N, TDS, conductivity and water temperature are 0.955, 0.928, 0.927, 0.925, 0.924, 0.907, 0.901 and 0.884 respectively. Biochemical oxygen demand and site ordination are not significantly correlated (r=0.589).

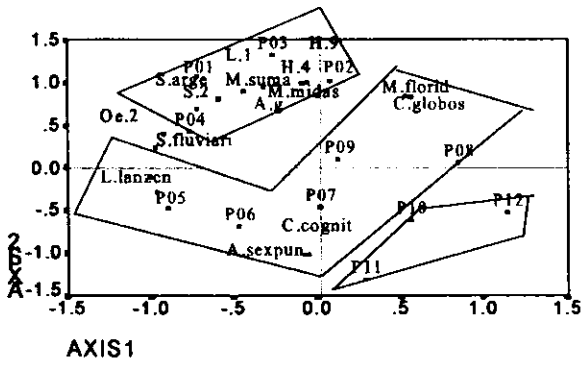


Fig. 7. Ping river sampling sites ordination by caddisfly species (Quantitative data) during September 1997 to August 1998

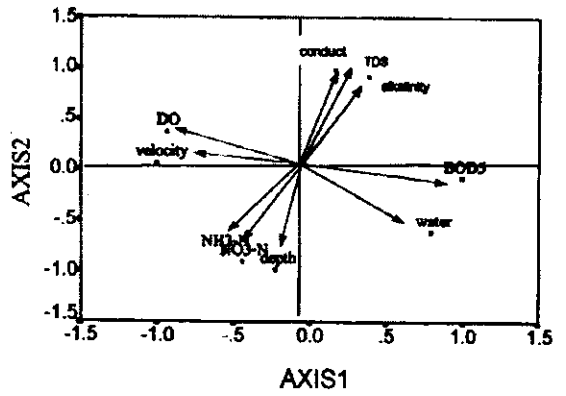


Fig. 8. Water quality variables vectors in the same ordination during September 1997 to August 1998

CONCLUSIONS

Trichoptera is the only order of aquatic insects that can be identified to species level in Thailand. The high percentage of new species found in the area indicated the lack of knowledge of the fauna of this part of the Oriental region. Biodiversity data obtained from the Ping river Basin can be meaningfully interpreted ecologically. To test the potential use of Trichoptera in water pollution biomonitoring, in this study, we found 45 caddisfly species represent in 11 families in low land of Ping river. The multivariate approach showed that 12 caddisfly species can be used as bioindicators, which are strong correlated with water quality variables: DO, velocity, alkalinity, NH_3–N, NO_3-N, TDS, conductivity, water temperature and BOD of anthropogenic impacts in Ping River.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140019. We thank Prof. Dr. Roger Beaver for English correction.

REFERENCES

BELBIN, L. 1995. PATN Pattern analysis package. Division of Wildlife and Ecology, CSIRO, Australia.

CHANTARAMONGKOL, P. AND H. MALICKY. 1989. Some *Chimarra* (Trichoptera: Philopotamidae) from Thailand. Studies on caddisflies from Thailand, Nr. 2. Aquat. Insects 11: 223-240.

CHANTARAMONGKOL, P. AND H. MALICKY. 1995. Einige neue Hydropsychidae (Trichoptera) aus Thailand. Arbeiten über thailandische, Nr. 15. Ent. Z. (Essen) 104: 92-95.

CHANTARAMONGKOL, P. AND H. MALICKY. 1995. Drei neue asiatische *Hydromanicus* (Trichoptera: Hydropsychidae). Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 17. Ent. Z. (Essen) 105: 92-99.

DOHET, A. 1999. Ordination and classification of Trichoptera assemblages of the rhithral part of some basins with little or no anthropogenic disturbance in the Oesling (G. D. of Luxembourg). Proc. 9th Int. Symp. Trich. 75-81.

HELLAWELL, J. M. 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsvier Applied Science Publishers, London.

INMUONG, Y. 1997. Distribution of benthic macroinvertebrate fauna in northeast Thailand: the variation of fauna assemblages due to environmental changes. Submitted in fullfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Department of Geography and Environmental Studies, University of Tasmania, Australia.

MALICKY, H. 1987. On some Rhyacophila from Doi Suthep Mountain, northern Thailand. Trichop. Newsletter 14: 27-29.

MALICKY, H. 1989. Odontoceridae aus Thailand (Trichoptera). Opusc. Zool. Flumin. 36: 1-16.

MALICKY, H. 1995. Weitere neue Köcherfliegen (Trichoptera) aus Asien. Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 18. Braueria 22: 11-26.

MALICKY, H. 1997. Eine neue Arctopsychide aus Thailand. Braueria 24: 17.

MALICKY, H. 1997. Ein Beitrag zur Kenntnis asiatischer Arten der Gattungen *Cheumatopsyche* Wallengren 1891 und *Potamyia* Banks 1900 (Trichoptera, Hydropsychidae). Linzer Biol. Beitr. 29: 1015-1055.

MALICKY, H. 1997. A preliminary picture atlas for the identification of Trichoptera of Thailand. Selected topic on Trichoptera literature paper, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand.

MALICKY, H. 1998. Ein Beitrag zur Kenntnis asiatischer *Amphipsyche* und Polymorphanisini (Trichoptera, Hydropsychidae). Stapfia 55: 399-408.

MALICKY, H. 1998. Beiträge zur Kenntnis asiatischer Macronematini (Trichoptera, Hydropsychidae). Linzer Biol. Beitr. 30: 767-793.

MALICKY, H. 1999. The net-spinning larvae of the Giant Microcaddisfly, *Ugandatrichia* spp. (Trichoptera, Hydroptilidae). Proc. 9th Int. Symp. Trich. 199-204.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1989. Einige Rhyacophilidae aus Thailand (Trichoptera). Studien über thailandische Köcherfliegen, Nr. 3. Ent. Z. (Essen) 99: 17-24.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1989. Beschreibung von neuen Köcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand und Burma. Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 6. Ent. Ber. Luzern 22: 117-126.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1990. Elf neue Köcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand und angrenzenden Ländern. Studien über thailandische Köcherfliegen, Nr. 7. Ent. Z. (Essen) 101: 80-89.

MALICKY, H. 1991. Some unusual caddisflies (Trichoptera) from southeastern Asia. Proc. 6th Int. Symp. Trich. Adam Mickiewicz Univ. Press, Poznan. 381-384.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1991. Einige Leptocerus Leach (Trichoptera:Leptoceridae) aus Thailand. Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 8. Braueria 18: 9-12.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1991. Beschreibung von *Trichomacronema paniae* n. sp. (Trichoptera: Hydropsychidae) aus Nord -Thailand und Beobachtungen über ihre Lebensweise. Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 9. Ent. Ber. Luzern 25: 113-122.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1992. Einige Goera (Trichoptera: Goeridae) aus Südasien. Studien über thailandische Köcherfliegen, Nr. 10. Ent. Ber. Luzern 27: 141-150.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1992. Neue Köcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand und angrenzenden Landern. Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 11. Braueria 19: 13-23.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1993. Neue Trichoptera aus Thailand, Teil I. Linzer biologische Beiträge 25: 433-487. Tei II. 25: 1137-1187.

MALICKY, H. 1994. Ein Beitrag zur Kenntnis asiatischer Calamoceratidae (Trichoptera). Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 13. Z. Arbgem. Öst. Ent. 46: 62-79.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1994. Neue Lepidostomatidae aus Asien (Trichoptera: Lepidostomatidae). Arbeiten über thailandische, Nr. 14. Ann. Naturhist. Mus. Wien 96B: 349-368.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1995. The altitudinal distribution of Trichoptera species in Mae Klang catchment on Doi Inthanon northern Thailand: stream zonation and cool-and warm adapted groups. Studies on caddisflies of Thailand, No. 16. Rev. Hydrobiol. Trop. 26(4): 279-291.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1996. Neue Köcherfliegen aus Thailand (Trichoptera). Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 19. Ent. Ber. Luzern 36: 119-128.

MALICKY, H. AND P. Chantaramongkol. 1997. Weitera neue Köcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand. Arbeit über thailandische Köcherfliegen, Nr. 20. Linzer Biol. Beitr. 29/1: 203-215.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1999. A preliminary survey of caddisflies (Trichoptera) of Thailand. Proc. 9th Int. Symp. Trich. 205-216.

NORRIS, R. H. AND K. R. NORRIS. 1995. The need for biological assessment of water quality: Australian perspective. Australian Journal of Ecology 20: 1-6.

SOMMERHAUSER, M., P. KOCH, B. ROBERT AND H. SCHUHMACHER. 1998. Caddisflies as indicators for the classification of riparian systems along lowland streams. Proc. 9th Int. Symp. Trich. 337-345.

SANNARM, G. 1993. Biological surveillance, using macroinvertebrates communities of the quality of the Mae Kwuang River, the northern region industrial estate. M.S. Thesis. Chiang Mai University. 109 p.

THAWEEBURUS, P. 1994. Biomonitoring techniques to assess water loss at the old Mae Ping Dam and water quality of the Mae Ping River. M.S. Thesis. Chiang Mai University. 134 p.

DIVERSITY AND LIFE HISTORY OF CADDISFLIES (*LIMNOCENTROPUS* SPP.) FROM TWO ALTITUDE STREAMS OF DOI INTHANON NATIONAL PARK

Somjit Sompong and Porntip Chantaramongkol

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ความหลากหลายและชีววิทยาแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *LIMNOCENTROPUS* SPP. จากลำธารที่ความสูงสองระดับ ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

สมจิตร์ สมพงษ์ และ พรทิพย์ จันทรมงคล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

การศึกษาชีววิทยาแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnocentropus* spp. ในช่วงเดือนมีนาคม 2540 ถึงเดือนสิงหาคม 2541 จากลำธารห้วยสบแอบที่ระดับความสูง 600 เมตร เปรียบเทียบกับลำธารห้วยทรายเหลืองที่ระดับความสูง 1,200 เมตร พบว่าความกว้างส่วนหัวซึ่งใช้ในการติดตามการพัฒนาระยะการเติบโตของตัวอ่อน มีความแตกต่างกันทั้งสองบริเวณ โดยที่ตัวอ่อนในบริเวณลำธารห้วยสบแอบ เป็นชนิด *L. hysbald* แบ่งได้ 5 ระยะ (instar) โดยการวัดขนาดของ Head capsule width (HCW) (มม) ดังนี้ I, 0.6-0.85 (n=10) II, 0.9-1.2 (n=42) III, 1.25-1.45 (n=49) IV, 1.5-1.8 (n=214) V,1.85-2.05 (n=57) ส่วนในลำธารห้วยทรายเหลือง พบตัวอ่อนชนิด *Limnocentropus* sp.1 แบ่ง HCW (มม) ได้ 5 ระยะ (instar) ดังนี้ I, 0.95-1.15 (n=4) II, 1.2-1.35 (n=18) III, 1.4-1.65 (n=61) IV, 1.7-1.95 (n=143) V, 2.0-2.2 (n=50) ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnocentropus* spp. เป็น predator วงชีวิตเป็นแบบ univoltine ส่วนความหลากหลายของตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดอื่น ในลำธารห้วยทรายเหลือง พบ 21 วงศ์ 109 ชนิด บริเวณลำธารห้วยสบแอบ พบ 15 วงศ์ 55 ชนิด ทั้งสองบริเวณพบ วงศ์ Hydropsychidae มากที่สุด คือ พบ 21 ชนิด คุณภาพน้ำทั้งสองบริเวณมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะค่าความสามารถนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิของน้ำและอากาศ ส่วนปริมาณโลหะหนักในน้ำ ได้แก่ Zn, Pb, Cd, As และ Ni พบว่ามีปริมาณไม่เกินระดับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำจืดในธรรมชาติ

คำหลัก: วงชีวิต, ดอยอินทนนท์, ประเทศไทย, *Limnocentropus*

INTRODUCTION

The caddisfly family Limnocentropodidae, with the genus *Limnocentropus* Ulmer 1907, is distributed with 13 species in Nepal, northern India, Myanmar, Thailand, Japan and Borneo (Wiggins, 1969; Huisman, 1993; Malicky, 1997; Malicky and Chantaramongkol, 1999). The larvae are carnivorous and live in fast-running mountain brooks. They fasten their cases by long strings on rocks and catch their prey from the drift by stretching their strong, spiny legs into the fast flowing water (Malicky, 1970; Wiggins, 1969).

Doi Inthanon is a mountain range with a remarkably high diversity of Trichoptera (Malicky and Chantaramongkol, 1993). Four species of the genus *Limnocentropus* are known from this range: *L. hysbald* Mal. & Chant. 1991, *L. inthanonensis* Mal. & Chant. 1989, *L. sammuanensis* Mal. & Chant. 1989 and *L. siribhumensis* Mal. & Chant. 1989.

The investigation studied the different biological adaptations of *Limnocentropus* spp. larvae in the same ecosystem area but of different altitudes and different temperatures. We studied larval instars, life history and food of *Limnocentropus* spp. and adult diversity of Trichoptera at Huai Sop Aep stream and Huai Sai Luang stream.

METHODOLOGY

Two sites in the Doi Inthanon range, viz. Huai Sop Aep stream at an elevation of 600 m. at 18° 32' N, 98° 36' E, and Huai Sai Luang stream at 1,200 m. and 18° 31'N, 98° 27'E, were visited monthly between March 1997 and August 1998 to study caddisflies by bottom sampling and light-trapping to find out details of the life cycle of *Limnocentropus* species.

Larvae and pupae were collected at monthly intervals from rocks in strong current part, and preserved in 70% ethanol. Head widths were measured with an ocular micrometer. Adults were collected by light traps.

Some physical parameters were measured in the field: water temperature and air temperature were measured by hand thermometer, velocity was measured by velocity meter. Conductivity and total dissolved solids (TDS) were measured by cond/TDS meter. In the laboratory, alkalinity was measured by titration using Phenolphthalein Methyl Orange Indicator; nitrate-nitrogen (NO_3-N), ammonia nitrogen (NH_3-N) and orthophosphate (PO_4-P) were analyzed by spectrophotometer model DR 2000. Nitrate-nitrogen (NO_3-N) was analyzed by the Cadmium Reduction Method, Ammonia nitrogen (NH_3-N) by Nessler's Method, and Orthophosphate (PO_4-P) by the Ascorbic Acid Method. Dissolved oxygen (DO) and Biochemical Oxygen Demand (BOD_5) were measured by the Azide Modification Method. The cluster analysis program and spearman rank correlation between the total number of Trichoptera families and water quality (physical and chemical factors) were analyzed by microcomputer.

RESULTS AND DISCUSSION

The larvae of *Limnocentropus hysbald* were found in Huai Sop Aep stream, from December 1997 to June 1998. Head capsule widths (mm) for the five instars were (Fig. 1) I, 0.95-1.15 (n=4) II, 0.9-1.2 (n=42) III, 1.25-1.45 (n=49) IV, 1.5-1.8 (n=214) V, 1.85-2.05 (n=57). The pupae of *L. hysbald* were found in Huai Sop Aep stream, from May to July. Emergence of adults was observed in the field from May to July. The larvae of *Limnocentropus* sp. 1, were found in Huai Sai Lueng stream from September 1997 to April 1998. Head capsule widths (mm) for the five instars were (Fig. 2) I, 0.95-1.15 (n=4) II, 1.2-1.35 (n=18) III, 1.4-1.65 (n=61) IV, 1.7-1.95 (n=143) V, 2.0-2.2 (n=50). The pupae of *Limnocentropus* sp. 1 were found in Huai Sai Lueng stream, from March to April. Emergence of adults was observed in the field from April to May. Both species developed in 6 to 7 months and were univoltine. Pieces of aquatic insect were found in the gut of *Limnocentropus* spp. larvae so they are predatory. The adults of *L. hysbald* was collected by light trap from Huai Sop Aep stream from May to July, and *L. sammuanensis* and *Limnocentropus* sp. 1 from Huai Sai Lueng stream from April to May.

Diversity studies on the adults of other Trichoptera indicated that 21 families and 109 species occurred in Huai Sai Lueng stream (Arctopsychidae, Brachycentridae, Calamoceratidae, Ecnomidae, Glossosomatidae, Goeridae, Helicopsychidae, Hyalopsychidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Lepidostomatidae, Leptoceridae, Limnocentropodidae, Molanidae, Odontoceridae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Psychomyidae, Rhyacophilidae, Sericostomatidae and Uenoidae), and 15 families and 55 species in Huai Sop Aep stream (Calamoceratidae, Dipseudopsidae, Ecnomidae, Glossosomatidae, Goeridae, Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Limnocentropodidae, Odontoceridae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Psychomyidae, Rhyacopphilidae and Stenopsychidae). The most diverse family was Hydropsychidae with 21 species at the two sites. The diel flight period of Trichoptera reached a peak between 07.00 p.m. to 09.00 p.m. but *Dinathrum brueckmanni* was found through the night. The cluster analysis results showed that diversity of Trichoptera peaked in April 1998 to June 1998, but the family Hydropsychidae was found through the year.

At Huai Sop Aep stream, none of the physical and chemical factors investigated (Table 2) was found to have a significant effect on the number of any of the families except that family Hydropsychidae showed a positive correlation with water temperature ($P<0.05$) and family Odontoceridae showed a positive correlation with air temperature ($P<0.05$).

In Huai Sai Lueng stream (Table 1) none of the physical and chemical factors investigated was found to have a significant effect on the number of individuals in any family, except that of families Brachycentridae, Hydropsychidae and Philopotamidae showed a positive correlation with conductivity and total dissolved solids ($P<0.05$), family Ecnomidae showed a positive correlation with air temparature ($P<0.05$), family Leptoceridae showed a positive correlation with conductivity ($P<0.05$), families Limnocentropodidae and Psychomyidae showed a positive correlation with conductivity, total dissolved solids and water temperature ($P<0.05$), and family Polycentropodidae showed a positive correlation with conductivity, total dissolved solids and air temparature ($P<0.05$).

Table 1. Spearman rank correlation between physical factors and numbers of Trichoptera at Huai Sai Luang stream

Family	Conductivity (*u*s/cm)	pH	TDS (mg/l)	Water temperature (°C)	Air temperature (°C)	Velocity (m/s)
Arctopsychidae	-0.015	-0.15	0.0001	0.27	0.26	0.23
Brachycentridae	0.51**	-0.06	0.50**	0.34	0.20	-0.21
Calamoceratidae	0.08	-0.45	0.37	0.20	0.27	0.06
Ecnomidae	0.36	-0.32	0.37	0.34	0.57**	-0.30
Glossosomatidae	0.06	-0.11	-0.26	-0.11	0.02	0.06
Goeridae	0.47	-0.26	0.30	0.36	0.36	-0.24
Helicopsychidae	0.30	-0.10	0.32	0.12	0.11	-0.15
Hyalopsychidae	0.30	-0.10	0.32	0.12	0.11	-0.15
Hydropsychidae	0.47**	-0.16	0.49**	0.31	0.29	-0.21
Hydroptilidae	0.27	-0.32	0.25	0.02	0.24	-0.25
Lepidostomatidae	0.17	-0.33	0.06	0.37	0.64	-0.11
Leptoceridae	0.53**	-0.24	0.32	0.30	0.30	-0.23
Limnocentropodidae	0.67**	-0.27	0.62**	0.52**	0.36	-0.29
Molannidae	0.54**	0.05	0.60**	0.34	0.09	-0.18
Odontoceridae	-0.13	-0.35	-0.28	-0.20	-0.01	0.11
Philopotamidae	0.53**	-0.22	0.54**	0.36	0.33	-0.24
Polycentropodidae	0.47**	-0.31	0.47**	0.39	0.47**	-0.29
Psychomyidae	0.69**	-0.18	0.57**	0.54**	0.41	-0.30
Rhyacophilidae	0.04	0.02	0.27	0.46	0.43	0.35
Sericostomatidae	0.01	-0.12	-0.31	-0.14	-0.09	0.11
Uenoidae	0.22	0.06	0.24	0.17	0.13	-0.01

Remark: **P< 0.05

Table 2. Spearman rank correlation between physical factors and numbers of Trichoptera at Huai Sop Aep stream

Family	Conductivity (*u*s/cm)	pH	TDS (mg/l)	Water temperature (°C)	Air temperature (°C)	Velocity (m/s)
Calamoceratidae	-0.10	-0.11	-0.15	-0.04	-0.20	0.25
Dipseudopsidae	0.36	0.10	0.36	0.21	0.18	-0.20
Ecnomidae	0.11	0.33	0.19	-0.02	0.31	-0.22
Glossosomatidae	-0.11	-0.11	-0.08	0.04	0.00	-0.34
Goeridae	-0.03	0.26	0.21	--0.39	0.03	-0.28
Hydropsychidae	0.46	-0.10	0.47	0.49**	0.40	-0.37
Hydroptilidae	-0.16	0.23	-0.21	-0.22	-0.26	0.09
Leptoceridae	0.25	-0.05	0.21	-0.12	-0.06	-0.20
Limnocentropodidae	-0.18	0.29	-0.26	0.24	-0.05	-0.01
Odontoceridae	0.34	0.12	-0.36	0.46	0.49**	-0.34
Philopotamidae	0.05	-0.17	-0.01	0.29	0.22	-0.31
Polycentropodidae	-0.15	0.00	-0.22	-0.08	0.06	-0.15
Psychomyidae	-0.10	0.20	-0.10	-0.34	-0.31	-0.23
Rhyacophilidae	-0.11	-0.48	0.02	-0.01	-0.13	0.04
Stenopsychidae	0.47	-0.07	0.43	0.36	0.18	-0.44

Remark: **P< 0.05

There were differences in water quality at the two sites particularly in conductivity, total dissolved solids, water and air temperature. Heavy metal (Zn, Pb, Cd, As and Ni) concentrations were not higher than the maximum allowable levels to meet natural water quality standards.

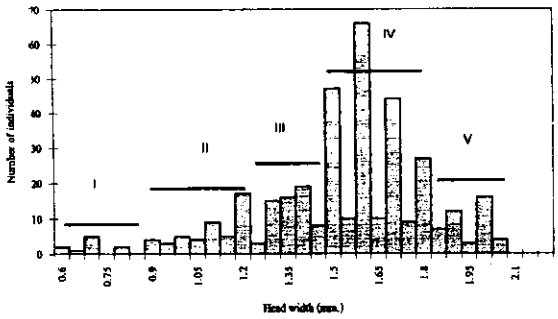


Fig.1. Instar size ranges and number of individuals for *Limnocentropus hysbald* from Huai Sop Aep stream

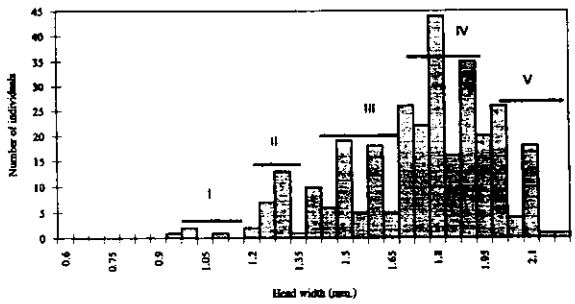


Fig. 2. Instar size ranges and number of individuals for *Limnocentropus* sp.1 from Huai Sai Luang stream

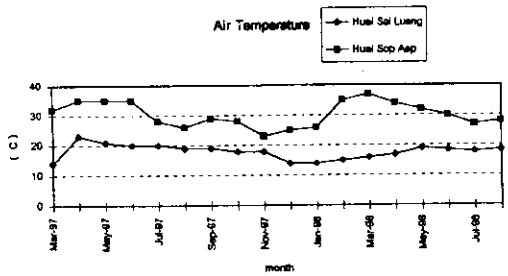


Fig. 3. Air temperature of Huai Sai Luang stream and Huai Sop Aep stream

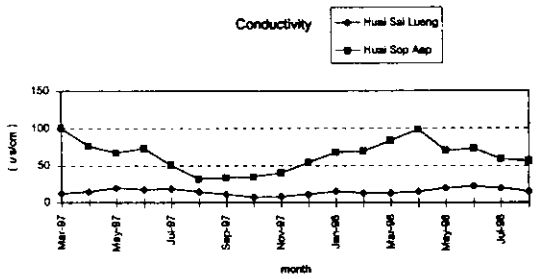


Fig. 4. Conductivity of Huai Sai Luang stream and Huai Sop Aep stream

CONCLUSIONS

1. The larvae of *Limnocentropus hybald* were found in Huai Sop Aep stream and *Limnocentropus* sp.1 were found in Huai Sai Luang stream. At both sites head capsule widths of larvae indicate five instars. They are predators. Life cycles were univoltine.
2. At Huai Sai Luang stream we found 21 families, 109 species of adult Trichoptera and at Huai Sop Aep stream we found 15 families and 55 species.
3. The cluster analysis results showed that diversity of Trichoptera peaked in April to June.
4. The Spearman rank correlation between Trichoptera family abundance and water quality (physical and chemical) has a significant effect on the number ($P<0.05$) of Trichoptera in families Hydropsychidae and Odontoceridae at Huai Sop Aep stream, and on the Trichoptera in families Brachycentridae, Hydropsychidae, Philopotamidae, Ecnomidae, Leptoceridae, Limnocentropodidae, Psychomyidae and Polycentropodidae in Huai Sai Lueng stream.
5. The water quality at Huai Sai Lueng stream is better than Huai Sop Aep stream.
6. Heavy metal (Zn, Pb, Cd, As and Ni) concentrations were lower than the maximum allowable levels of natural water quality standards.

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140019. We thank Prof. Dr. R. Beaver for English correction and Prof. Dr. H. Malicky for specimen identification.

REFERENCES

HUISMAN, J. 1993. The genus *Limnocentropus* on Borneo with a redescription of *L. grandis* Banks (Trichoptera: Limnocentropodidae). Proc. 7th Int. Symp.Trich. 129-132.

MALICKY, H. 1970. Die Präimaginalstadien von *Limnocentropus grandis* BANKS (Trichoptera: Limnocentropodidae). Ent. Ber. 30: 159-164.

MALICKY, H. 1997. Selected topic on Trichoptera literature paper, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1993. The altitudinal distribution of Trichoptera species in Mae Klang catchment on Doi Inthanon northern Thailand: stream zonation and cool-and warm-adapted groups. Rev. Hydrobiol. Trop. 26: 279-291.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL 1999. A preliminary survey of the caddisflies (Trichopera) of Thailand. Proc. 9th Int. Symp.Trich. 205-216.

WIGGINS, G. B. 1969. Contributions to biology of the Asian caddisfly family Limnocentropodidae (Trichoptera). Life Sci. Contr. Royal Ontario Mus. 74: 1-29.

LIFE HISTORY OF *UGANDATRICHIA MALIWAN* (TRICHOPTERA: HYDROPTILIDAE) AND WATER QUALITY FROM MAE KLANG STREAM ON DOI INTHANON NATIONAL PARK

Isara Thani and Porntip Chantaramongkol

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

การศึกษาวงชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *UGANDATRICHIA MALIWAN* และคุณภาพน้ำที่ลำธารน้ำแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

อิสระ ธานี และ พรทิพย์ จันทรมงคล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

การศึกษาวงชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) ชนิด *Ugandatrichia maliwan* จากลำธารน้ำแม่กลางบนดอยอินทนนท์ ที่ระดับความสูงเหนือน้ำทะเล 600 เมตร ระหว่างเดือนมีนาคม 2540 ถึงเดือนสิงหาคม 2541 พร้อมทั้งวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ พบว่า *U. maliwan* มีวงชีวิตเป็นแบบ non-seasonal ตัวอ่อนระยะที่ 1-5 ยังไม่สร้างปลอก จะเกาะติดอยู่กับ net ของปลอกระยะสุดท้าย (final instar) ตัวอ่อนระยะสุดท้ายจะมีการสร้างปลอกแบบ purse-shaped แล้วเจริญพัฒนาเข้าสู่ระยะดักแด้ ซึ่งจะพบทุกเดือนที่ทำการศึกษา ตัวอ่อนจะกิน detritus เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีสาหร่ายสีเขียวและ diatom รวมอยู่ด้วย ความหลากหลายชนิดของตัวเต็มวัยพบทั้งหมด 15 วงศ์ 55 ชนิด วงศ์ที่เด่นมีเปอร์เซนต์ชนิดสูง คือ วงศ์ Hydropsychidae รองลงมา คือ Philopotamidae, และ Psychomyiidae ตามลำดับวงศ์ Hydrosychidae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ และความเร็วกระแสน้ำ ($P<0.05$) วงศ์ Odontoceridae มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ ($P<0.05$) ส่วนค่า BOD_5 ค่า Nitrate-nitrogen พบว่ามีค่าสูงในฤดูฝน ส่วน Orthophosphate, Ammonia-nitrogen จะมีค่าต่ำในฤดูร้อนและฤดูหนาว ปริมาณโลหะหนัก Zn, Pb, Cd, As และ Ni พบว่ามีค่าไม่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำธรรมชาติ

คำหลัก: วงชีวิต, ดอยอินทนนท์, ประเทศไทย, *Ugandatrichia maliwan*

INTRODUCTION

Five species of *Ugandatrichia* are now known from Thailand (Malicky and Chantaramongkol, 1999). The larvae of *U. maliwan* Mal. & Chant. 1991 are common in the torrents of northern Thailand. They prefer sites where the water is fast running over bedrock with high velocity and were found at elevations of 400 to 1,300 m. Its biology is briefly described by Malicky (1999). Monthly samples of larvae and adults collected by hand picking and light trapping were taken in Mae Klang stream (Malicky and Chantaramongkol, 1993). The objective of this study was to investigate the life history of *Ugandatrichia maliwan.* The life history was studied in relation to larval biology, life stages, feeding, and case construction. The other objective was to assess changes in the water quality in relation to the species diversity and abundance of adults Trichoptera in the area. The results of this study, both autecology and diversity of Trichoptera will be valuable base information for monitoring of environmental changes in the area in the future, and for further study of biology of other species of Trichoptera.

STUDY AREA

The study site was selected at Mae Klang stream, near Ban Sop Aep village, Doi Inthanon National Park, northern Thailand (18°32′N 98°36′E). The elevation of the sampling site is 600 m. The stream bottom was composed of boulders, cobbles and sand. Water temperature of the stream varied between 18°C and 27°C. The site was surrounded by dry dipterocarp forests which are leafless in the dry season.

METHODOLOGY

Larvae and pupae were collected monthly between March and August 1997-1998, by the hand picking method. Adults were collected by light trapping (Black light 6 W.). The specimens were preserved in 70% ethanol and taken to the laboratory, then sorted under a stereo microscope, identified to family and probable species. Species identification by male genitalia was made under the stereo-microscope using Malicky (1997), Chantaramongkol and Malicky (1989, 1995), Malicky and Chantaramongkol (1989, 1991, 1992, 1992a, 1993, 1993a). Larval head capsules widths were measured with an ocular micrometer. Their food was determined by gut analysis, the gut was dissected out and the contents were smeared onto a microscope slide and examined at 100x and 400x magnifications. The relationships between stream physico-chemical factors and the number of individuals were analyzed by correlation analysis using SPSS programs.

Water samples were collected for physico-chemical analysis. Some physical parameters were measured in the field: water temperature and air temperature were measured using hand thermometer, pH was measured using pH-meter, velocity was measured using velocity meter. Chemical parameters, conductivity and total dissolved solids (TDS) were measured with a cond/TDS meter. In the laboratory, alkalinity was measured by titration using phenolphthalein as the indicator; nitrate-nitrogen (NO_3-N), ammonia nitrogen (NH_3-N) and orthophosphate (PO_4-P) were analyzed using a spectrophotometer, nitrate-nitrogen following the cadmium reduction method, ammonia nitrogen following the Nessler method, and orthophosphate following the ascorbic acid method. Dissolved oxygen (DO) and Biochemical Oxygen Demand (BOD_5) were measured by titration following the azide modification method. The heavy metals: Zn, Pb, Cd, As and Ni were assessed in the Geological Science laboratory of Chiang Mai University. They were measured by the Atomic Absorption Spectrometric method.

RESULTS

The size frequency of larval head capsule widths is shown in Fig. 1. The larval stages were distinguished by their head capsule width. The range (in mm) for each instar was: 1-0.11-0.14 (n=24), 2-0.15-0.18 (n=57), 3-0.20-0.27 (n=118), 4-0.29-0.37 (n=125), 5-0.38-0.49 (n=922). Fig. 1 shows clearly the presence of five size classes, i.e. larval instars. The distribution of the size classes during the year is shown in Fig. 3. Fifth instar larvae and pupae were found throughout the year, so the species is non-seasonal in this place. Adults were found in most months too. The gut of the larva is filled with fine particles of organic material which is collected in the net made by the larva.

Fifteen families and fifty five species of adult Trichoptera were collected at the site. The dominant families were Hydropsychidae, Philopotamidae and Psychomyiidae, in decreasing order of percentage contribution to the fauna. The relationships between stream physico-chemical factors and the number of individuals found in each family were studied. Hydropsychidae showed a positive correlation with water temperature and water velocity ($P<0.05$), Odontoceridae showed a positive correlation with air temperature ($P<0.05$), the other families were not found to show significant correlations with environmental variables.

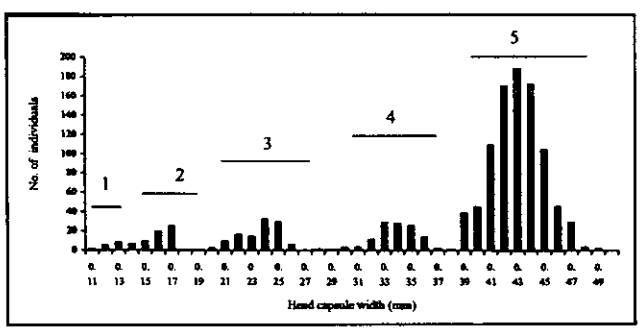


Fig. 1. Size distribution of head widths in larvae of *Ugandatrichia maliwan*

The results of water quality analysis, are shown in Table 1. Water temperature of the stream varied between 18°C and 27°C with a maximum in May and minimum in March (Fig. 2).

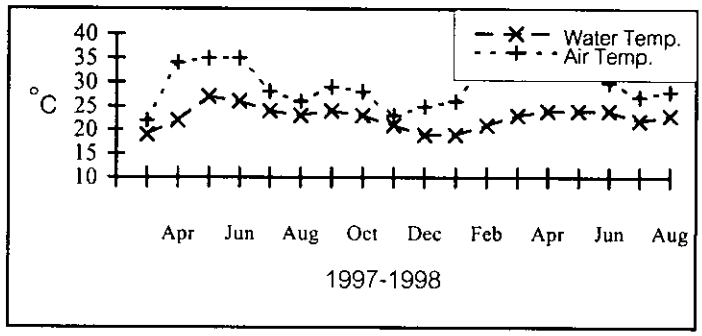


Fig. 2. Water and air temperature from March to August

Table 1. Physico-chemical water parameter

Parameter	Hot season (Mar, 97)	Rainy season (Aug, 97)	Cold season (Jan, 98)	Mean
Depth (cm)	21.5	54.3	40.2	38.6
Width (m)	8.4	11.5	9.5	9.8
Alkalinity (mg/l)	37	14	50	33.66
DO (mg/l)	8.2	8.4	6.8	7.8
BOD_5 (mg/l)	0.6	3.0	0.5	1.36
Orthophosphate (mg/l)	0.03	0.08	0.13	0.08
Ammonia Nitrogen (mg/l)	0.21	0.15	0.05	0.13
Nitrate Nitrogen (mg/l)	0.5	1.6	0.5	0.86
Zn (mg/l)	≤0.004	-	≤0.1	-
Pb (µg/l)	≤2.0	-	≤3.0	-
Cd (mg/l)	≤0.01	-	≤0.02	-
As (µg/l)	≤1.0	-	≤3.0	-
Ni (mg/l)	≤0.08	-	≤0.03	-

DISCUSSION

U. maliwan is non-seasonal. Fig. 1 shows clearly the presence of five instars. Earlier larval stages were found in low numbers only, probably because these small animals were often lost during sampling. The first four instar larvae are free living but show a possibly obligatory commensalism with the fifth instar larvae and are found in the nets of the latter. The fifth instar larva constructs a case, which is subcylindrical and slender (Malicky, 1999). The larvae feed on detritus including diatoms. Under the microscope a few diatom frustules may be seen, but most of the material cannot be identified specifically. Before pupation the larva constructs inside the larval case a closed oval-shaped pupal case. The net, which has almost disappeared by this stage, may be destroyed by the feeding of other larvae or swept away by the strong water flow (Malicky, 1999). Of the 15 families found, the families Hydropsychidae, Hydroptilidae and Leptoceridae have not yet been completely studied, and more new species are expected to be discovered (Malicky and Chantaramokol, 1999).

BOD_5 and nitrate nitrogen were relatively high in the rainy season due to the runoff of nutrients or fertilizer from the surrounding agricultural fields. Nevertheless orthophosphate and ammonia nitrogen were generally very low in the hot and cold season.

CONCLUSIONS

1. *U. maliwan* has a non-seasonal life cycle. The larval instars were distinguished by head capsule widths, showing clearly the presence of five instars. The first four instar larvae are free living. Larval cases are constructed at the beginning of the fifth instar. Pupae were found in all monthly samples. The larvae feed mainly on detritus and green algae including diatoms.
2. Fifteen families and fifty five species of Trichoptera were found. The dominant families were Hydropsychidae, Philopotamidae and Psychomyiidae respectively.
3. Hydropsychidae showed a positive correlation with water temperature and water velocity ($P<0.05$), Odontoceridae showed a positive correlation with air temperature ($P<0.05$), the other families were not found to have significant relationships.
4. The heavy metals: Zn, Pb, Cd, As and Ni were not higher than maximum allowable concentration level value for natural water quality standard.
5. The results of this study, both autecology and diversity of Trichoptera will be valuable base information for monitoring of environmental changes in the area in the future.

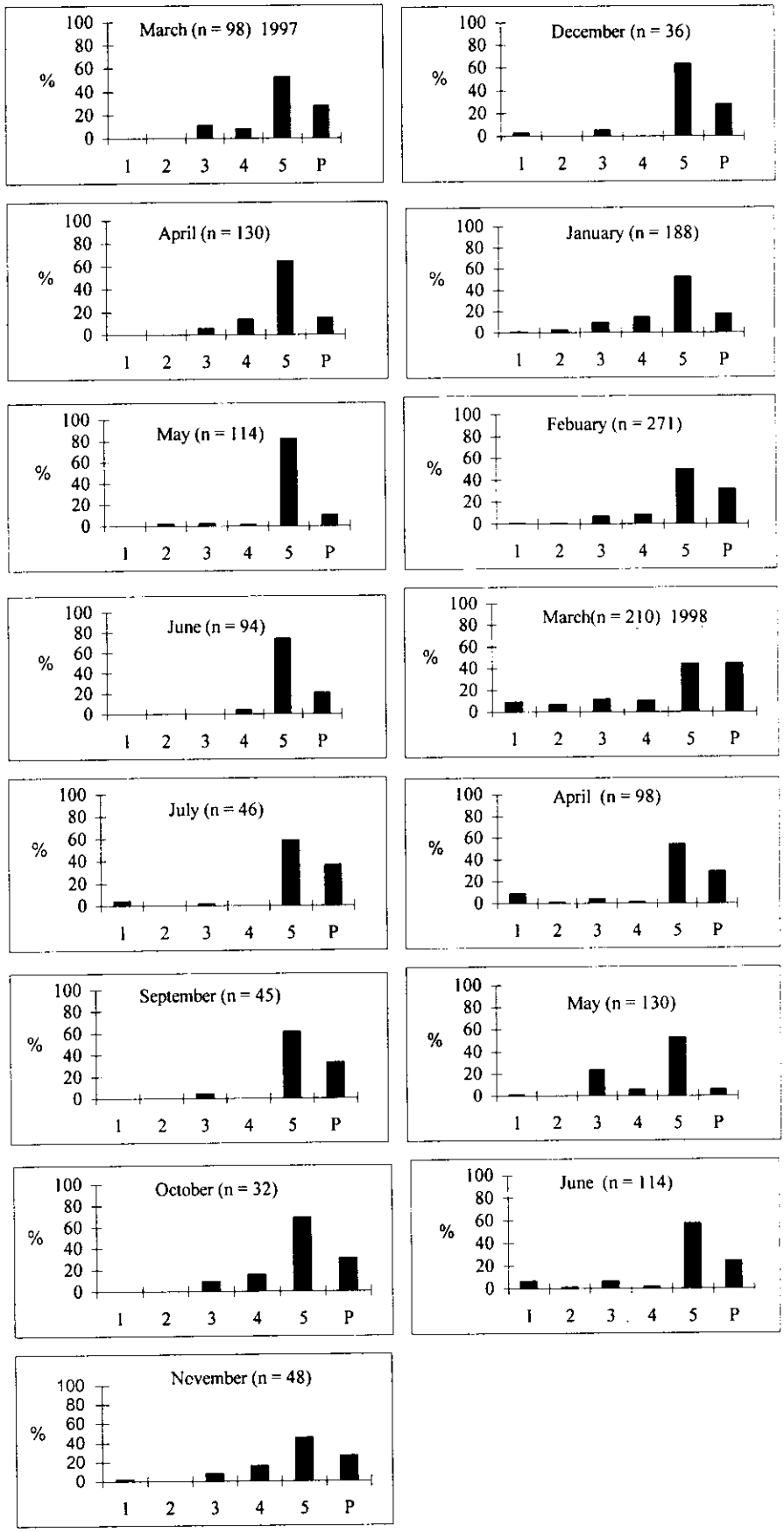


Fig. 3. Life stage distribution of *Ugandatrichia maliwan* in Mae Klang stream through the months (1-5 = first-fifth larval instar; P = pupa; n = number per sample)

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140019. We thank Prof. Dr. R. Beaver for English correction, and Prof. Dr. H. Malicky for specimen identification.

REFERENCES

CHANTARAMONGKOL, P. AND H. MALICKY. 1989. Some Chimarra (Trichioptera: Philopotamidae) from Thailand. Studies on caddisflies from Thailand, No. 2. Aquat. Insects 11: 223-240.

CHANTARAMONGKOL, P. AND H. MALICKY. 1995. Drei neue asiatische *Hydromanicus* (Trichoptera: Hydropsychidae). Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 17. Ent. Z. (Essen) 105: 92-99.

MALICKY, H. 1997. A preliminary picture atlas for the identification of Trichoptera of Thailand. Selected topic on Tricoptera literature paper, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand. 70 p.

MALICKY, H. 1999. The net-spinning larvae of the Giant Microcaddisfly, *Ugandatrichia* spp. (Trichoptera: Hydroptilidae). Study on caddisflies of Thailand, No. 24. Proc. 9th Int. Symp. Trich. 199-204.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1989. Einige Rhyacophilidae aus Thailand (Tricoptera). Studien über thailandische Köcherfliegen, Nr. 3. Ent. Z. (Essen) 99: 17-24.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1991. Elf neue Köcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand und angrenzenden Landern. Studien über thailandische Köcherfliegen, Nr. 7. Ent. Z. (Essen) 101: 80-89.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1992. Neuen Köcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand und angrenzenden Landern. Arbeiten über thailandische Köcherfliegen, Nr. 11. Braueria 19: 13-23.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1992a. Einige Goera (Trichoptera: Goeridae) aus Sudasien. Studien über thailandische Köcherfliegen, Nr. 10. Ent. Ber. Luzern 27: 141-150.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1993. The altitudinal distribution of Trichoptera species in Mae Klang catchment on Doi Inthanon, northern Thailand: stream zonation and cool-and warm-adapted groups. Rev. Hydrobiol. Trop. 26: 279-291.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1993a. Neue Trichoptera aus Thailand. Arbeiten über thailandische, Nr. 12. Linzer Biol. Beitr. 25: 433-487, 1137-1187.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1999. A preliminary survey of the caddisflies (Trichoptara) of Thailand. Study on caddisflies of Thailand, No. 25. Proc. 9th Int. Symp. Trich. 205-216.

DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF TRICHOPTERA ADULTS FROM DIFFERENT ALTITUDE STREAMS ON DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI PROVINCE

Tang-on Prommi and Porntip Chantaramongkol

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากลำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

แตงอ่อน พรหมมิ และ พรทิพย์ จันทรมงคล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

การศึกษาความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากลำธารห้วยแก้วความสูง 950, 800, 700, 650 เมตรจากระดับน้ำทะเล ลำธารผาลาดความสูง 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล และลำธารห้วยกู่ขาวความสูง 550 เมตรจากระดับน้ำทะเล บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนเมษายน 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2542 พบแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งสิ้น 18 วงศ์ 142 ชนิด วงศ์ที่พบหลากชนิดที่สุด คือ Philopotamidae รองลงมา ได้แก่ วงศ์ Hydropsychidae, Polycentropodidae, Lepidostomatidae และ Rhyacophilidae ตามลำดับ แต่จำนวนตัวของวงศ์ Hydropsychidae มีมากกว่าวงศ์ Philopotamidae ส่วนวงศ์ Leptoceridae ยังศึกษาไม่ครบสมบูรณ์ แมลงหนอนปลอกน้ำบางชนิดที่พบคาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ จะได้ทำการตั้งชื่อต่อไป คุณภาพน้ำจากลำธาร 3 สาย ไม่แตกต่างกันมากนัก ค่าความเป็นด่าง, ค่าการนำไฟฟ้า และของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ในลำธารห้วยผาลาดแตกต่างจากลำธารอื่น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปในอนาคต

คำหลัก: แมลงหนอนปลอกน้ำ, ความหลากหลาย, การแพร่กระจาย, อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

INTRODUCTION

Doi Suthep-Pui National Park is situated west of the city of Chiang Mai, northen Thailand, about 98° 47'- 98° 56'E, 18° 47'- 18° 55'N. The lower parts are at about 400 m and the highest summit (Doi Pui) is 1,686 m. The park is covered by relatively untouched native forests including deciduous dipterocarp forest, and mixed evergreen forest. In these forests many small streams are found.

Aquatic insects are one of the most important groups of stream fauna. They have been studied for centuries (Williams and Feltmate, 1992). Aquatic insects are related to man in many ways. For example, (i) they can be used to give a biological index for the water quality of stream and (ii) they are a food source of macroinvertebrates which are important in the food chain and food web in stream ecosystems (McCafferty and Provonsha, 1981).

The aims of this paper are to investigate the diversity and distribution of adult caddisflies (Trichoptera) from different altitude streams on Doi Suthep-Pui National Park.

Water quality, some physical and some chemical factors which affect the diversity and distribution of adult caddisflies were measured.

More than 10,000 species of caddisflies are found around the world (Wiggins, 1996; Williams and Feltmate, 1992). The caddisfly fauna of Thailand is reported to be 491 species (Malicky and Chantaramongkol, 1999).

STUDY AREA

The study was conducted at 3 streams: Huay Kaew Stream, located 950, 800, 700, 650 m.a.s.l., Huay Kookaow Stream, located 550 m.a.s.l. and Huay Palad Stream, located 700 m.a.s.l. All streams are in Doi Suthep-Pui National Park, northern Thailand.

METHODOLOGY

A light trap with a blacklight tube was operated monthly in the riparian vegetation at 6 sites near 3 streams. Identification of species was made with an unpublished key (Malicky, 1997). Analysis was made at the family level and species level based on male specimens which in general may be identified more easily than females. Males represented about one third of the individuals in the samples.

Some physical and chemical factors of the streams were measured in each season: wet season (August 1998), cold season (December 1998) and dry season (April 1999). Some physical parameters were measured in the field: pH was measured using pH-meter, velocity was measured using velocity meter, water temperature and air temperature were measured using hand thermometer. Chemical parameters, conductivity and total dissolved solids (TDS) were measured with a cond/TDS meter. In the laboratory, alkalinity was measured by titration using phenolphthalein as the indicator; nitrate-nitrogen (NO_3-N), ammonia nitrogen (NH_3-N), orthophosphate (PO_4-P) and sulfate were analyzed using a spectrophotometer, nitrate-nitrogen following the cadmium reduction method, ammonia-nitrogen following the Nessler method, orthophosphate following the ascorbic acid method and sulfate following the sulfaVer 4 method. Dissolved Oxygen (DO) and Biochemical Oxygen Demand (BOD_5) were measured by titration following the azide modification method.

Hierarchical cluster analysis between number of species in each family and different altitude streams were computed using SPSS programs.

RESULTS

Diversity and distribution of Trichoptera adults from different altitude streams: 142 species from 18 families were found (Table 1). Species richness in each month is shown in Fig. 1.

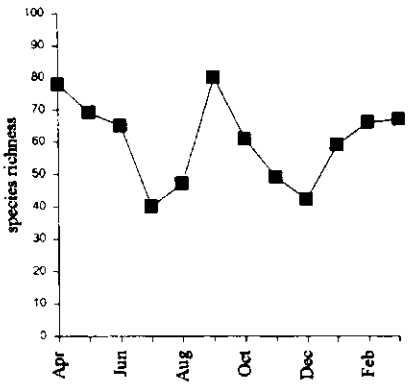


Fig. 1. Species richness occurrence in each month (April 1998 to March 1999)

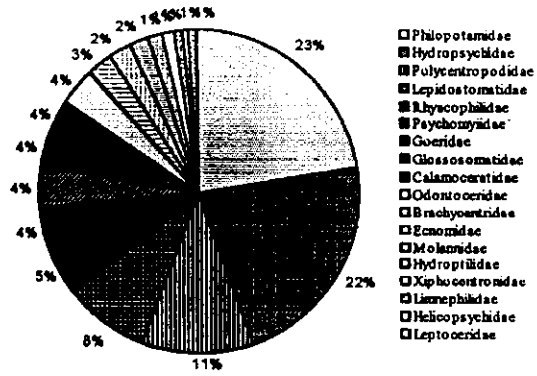


Fig. 2. Percentage of caddisflies species in each family (April 1998 to March 1999)

The maximum species richness was found in September and the minimum in July. The most species diverse families were Philopotamidae (23%), followed by Hydropsychidae (22%), Polycentropodidae (11%), Lepidostomatidae (8%) and Rhyacophilidae (5%) (Fig. 2). Hierarchical cluster analysis between number of species in each families and different altitude streams was computed (number of species in each families, less species than 5 species were not computed). The results are in Fig. 3.

Water quality was not different in different altitude streams but alkalinity, conductivity and total dissolved solids in Huay Palad Stream are different from other streams.

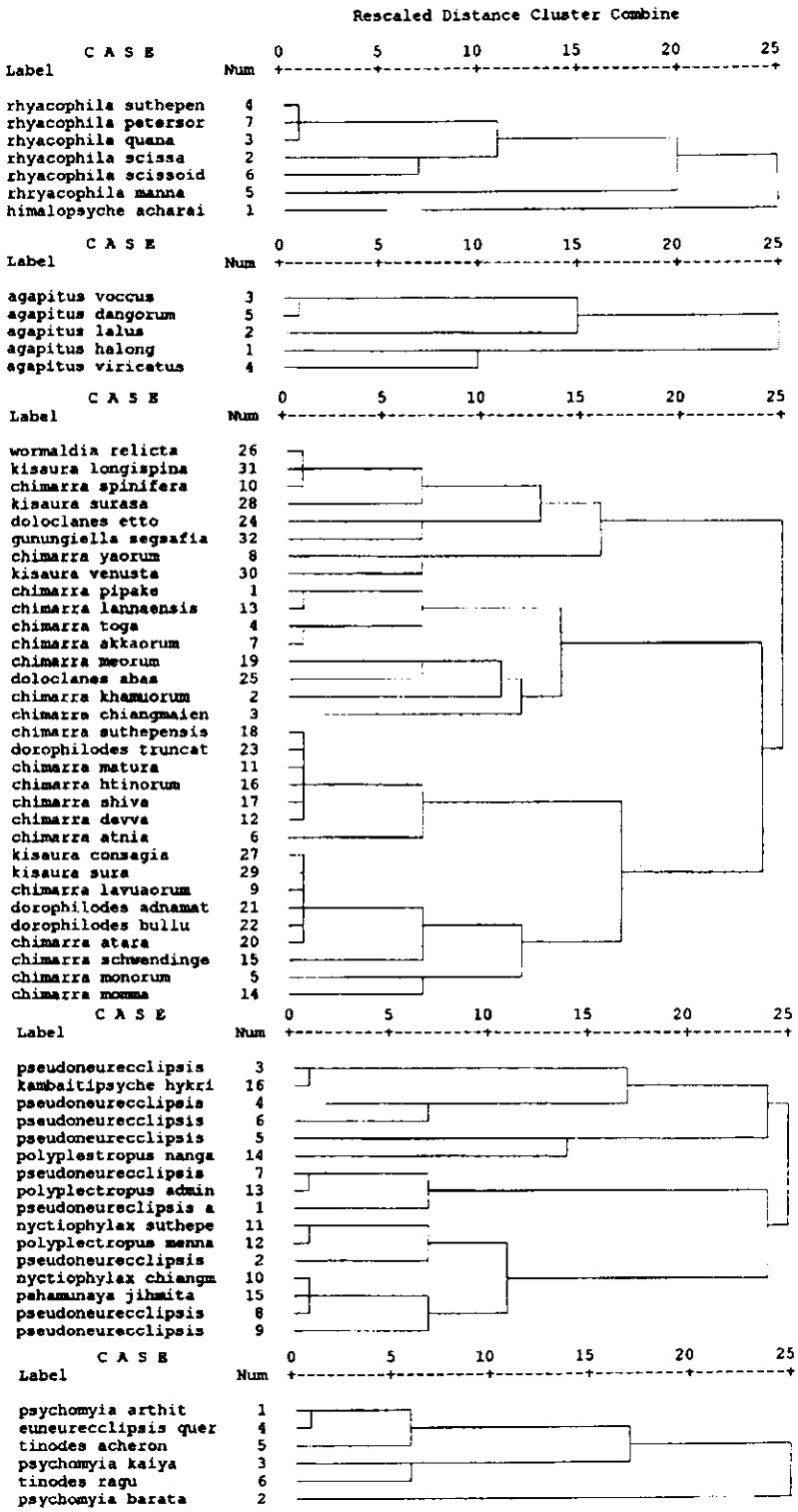


Fig. 3. Species in each families on different altitude streams were clustered.

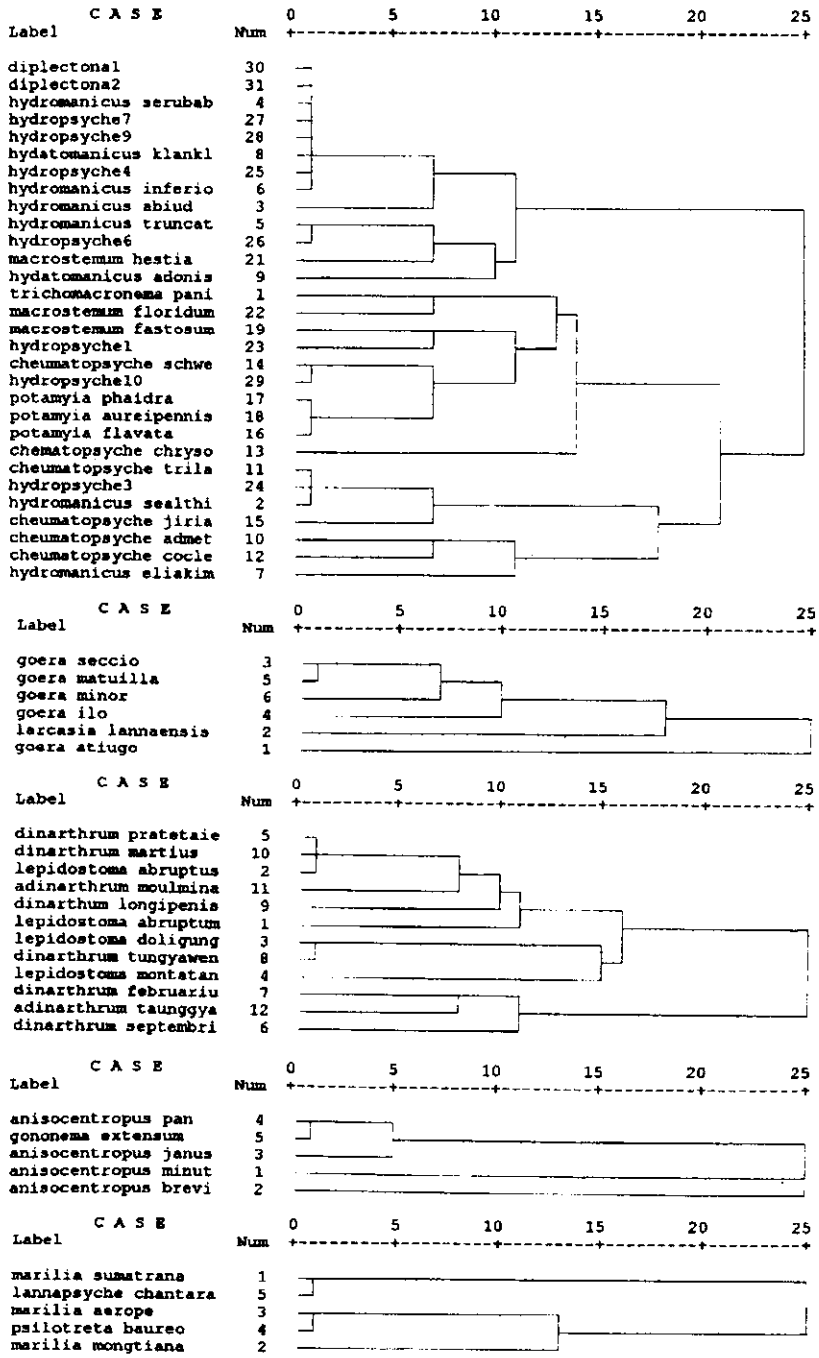


Fig. 3. (continued)

Table 1. Total occurrence (April 1998 to March 1999) of Trichoptera (males only) in the light trap at different altitude streams

Sites	H.K.				H.ko.	H.P.
(m.a.s.l.)	950	800	700	650	550	700
Rhyacophilidae						
Himalopsyche acharai	0	8	0	1	0	0
Rhyacophila scissa	13	18	15	2	0	2
R. manna	3	0	0	0	0	1
R. petersorum	5	6	24	4	3	11
R. quana	1	35	12	2	1	3
R. scissoides	2	1	1	1	0	0
R. suthepensis	6	20	21	1	8	30
Glossosomatidae						
Agapetus halong	0	0	1	0	11	1
A. lalus	11	8	0	2	1	0
A. dangorum	0	0	0	2	1	0
A. viricatus	0	0	1	0	0	0
A. voccus	0	0	0	1	0	0
Hydroptilidae						
Ugandatrichia hairanga	0	0	0	0	0	1
U. kerdmuang	0	0	0	0	0	1
Philopotamidae						
Chimarra akkaorum	0	0	2	4	7	0
C. atara	20	2	5	3	0	0
C. atnia	0	4	6	2	48	1
C. chiangmaiensis	0	0	0	0	2	0
C. devva	5	10	13	2	4	20
C. htinorum	2	34	69	2	1	1
C. khamuorum	0	0	0	2	7	12
C. lannaensis	0	0	4	4	7	5
C. lavuaorum	10	12	5	2	0	0
C. matura	1	1	12	7	4	62
C. meorum	0	0	0	2	1	0
C. momma	0	1	4	5	0	0
C. monorum	0	0	2	1	0	0
C. pipake	0	0	2	3	6	10
C. schwendingeri	19	25	18	8	0	2
C. shiva	7	4	19	4	14	27
C. spinifera	2	0	0	0	0	0
C. suthepensis	88	104	211	54	3	8
C. toga	0	0	3	7	25	0
C. yaorum	2	1	0	0	0	0
Doloclanes etto	1	0	1	0	0	0
D. abas	0	0	0	1	0	0
Dolophilodes adnamat	51	5	1	2	0	0
D. bullu	81	2	2	3	0	0
D. truncata	115	14	7	19	4	1
Gunungiella segsafiazga	1	0	1	1	0	5
Kisaura consagia	95	83	63	117	0	0
K. longispina	1	0	0	0	0	0
K. sura	72	45	23	8	0	0
K. surasa	8	0	0	15	0	0
K. venusta	0	2	0	0	0	0
Wormaldia relicta	2	0	0	0	0	0
Polycentropodidae						
Kambaitipsyche hykrion	1	0	0	0	0	0
Nyctiophylax chiangmaiensis	1	0	12	6	3	8
N. suthepensis	8	17	15	23	4	35
Pahamunaya jihmita	2	0	4	7	10	1
Polyplectropus admin	0	0	2	0	1	0
P. menna	5	10	11	15	5	13
P. nangajna	0	1	0	0	0	1
Pseudoneureclipsis achim	6	2	3	5	0	0
P. amon	0	0	0	0	2	0
P. bheri	3	8	8	3	5	0
P. josia	1	0	0	0	0	0
P. kainam	0	0	1	0	1	0
P. saccheda	2	0	3	2	2	2
P. uma	3	5	0	2	0	0
P. usia	0	0	23	90	11	2
P. vali	0	3	3	44	0	4
Psychomyiidae						
Euneureclipsis querquobad	2	0	0	0	0	0
Psychomyia arthit	1	0	0	0	0	0
P. barata	0	1	12	23	0	1
P. kaiya	0	0	0	1	0	0
Tinodes acheron	2	5	0	0	0	0
T. ragu	0	0	0	1	2	0
Xiphocentronidae						
Cnodocentron brogimarus	0	1	0	4	0	0
Drepanocentron curmisagius	1	0	1	0	1	11
Ecnomidae						
Ecnomus jojachin	0	0	2	0	0	0
E. suadrus	23	4	4	27	0	1
E. venimar	0	0	3	2	8	22

Sites	H.K.				H.ko.	H.P.
(m.a.s.l.)	950	800	700	650	550	700
Hydropsychidae						
Cheumatopsyche admetos	3	0	3	0	0	1
C. chrysothemis	0	0	0	1	0	0
C. cocles	180	175	213	308	0	29
C. jiriana	0	1	0	0	0	0
C. schwendingeri	0	0	1	0	0	0
C. trilari	2	2	0	0	0	0
Diplectrona 1	99	21	6	16	20	42
D. 2	57	23	17	30	26	41
Hydatomanicus klanklini	2	3	3	2	4	65
H. adonis	3	1	0	0	0	1
Hydromanicus abiud	0	11	1	7	2	14
H. eliakim	1	0	0	0	0	2
H. inferior	8	9	8	18	5	17
H. sealthiel	184	1	0	0	0	0
H. serubabel	11	33	50	107	14	312
H. truncatus	191	18	12	3	0	1
Hydropsyche 1	1	0	2	0	0	0
H. 3	2	1	0	0	0	0
H. 4	14	6	28	25	36	1
H. 6	46	108	51	6	0	8
H. 7	35	42	33	16	2	130
H. 9	1	2	17	6	5	1
H. 10	0	0	1	1	0	0
Macrostemum fastosum	5	0	10	1	0	0
M. floridum	0	0	1	0	0	4
M. hestia	4	1	1	4	0	0
M. midas	0	1	2	2	4	4
Potamyia aureipennis	0	0	1	0	0	0
P. flavata	0	0	2	0	0	0
P. phaidra	0	0	3	0	0	0
Trichomacronema paniae	0	0	10	2	0	1
Brachycentridae						
Micrasema asuro	0	0	0	1	0	0
M. fortiso	3	23	20	6	1	1
M. helveio	3	0	1	4	1	0
M. turbo	1	0	0	0	0	0
Molannidae						
Molanna oglamar	0	0	0	3	1	1
Molannodes hydron	1	0	0	0	0	0
M. tirr	8	23	29	28	2	1
Limnephilidae						
Moropsyche huaysailianga	13	5	1	2	0	14
Goeridae						
Goera atiugo	1	1	0	0	0	1
G. ilo	2	0	0	6	0	0
G. matuilla	0	0	0	1	0	0
G. minor	0	0	0	1	0	2
G. seccio	0	0	0	1	0	0
Larcasia lannaensis	0	0	3	0	0	0
Lepidostomatidae						
Adinarthrum moulmina	10	13	7	13	2	17
A. taunggya	0	0	2	0	0	0
Dinarthrum pratetaiensis	5	21	15	7	0	1
D. februarius	8	0	2	0	0	0
D. longipenis	15	2	4	0	0	1
D. martius	1	3	3	3	0	1
D. septembrius	0	1	1	0	0	0
D. tungyawensis	2	0	4	1	2	4
Lepidostoma abruptum	0	7	2	7	0	1
L. abruptus	5	61	31	124	0	1
L. doligung	1	0	1	9	21	2
L. montatan	1	1	1	3	1	0
Leptoceridae						
Leptocerus suthepensis	0	0	1	0	0	0
Calamoceratidae						
Anisocentropus brevipennis	0	0	0	2	1	1
A. janus	4	20	16	49	19	4
A. minutus	0	0	1	0	0	0
A. pan	2	5	3	5	5	0
Ganonema extensum	14	12	4	9	0	0
Helicopsychidae						
Helicopsyche rodschana	0	0	1	0	0	0
Odontoceridae						
Lannapsyche chantaramongkolae	1	0	2	5	4	9
Marilia aerope	0	0	0	0	0	2
M. mogtiana	0	11	5	24	8	0
M. sumatrana	4	5	24	18	13	14
Psilotreta baureo	0	1	0	1	0	0

H.K.=Huay Kaew Stream, H.P.= Huay Palad Stream, H.ko.=Kuay Kookaow Stream

DISCUSSION

Using the data on the monthly occurrence of Trichoptera species and families in the traps at different altitude streams, it is clear that less specimens and less families were recorded in July in the wet season, and in November in the cold dry season, than in the period of the hot dry season. The individuals of most caddisfly species were at a minimum for an extended period from the end of the wet season to the middle of the cold dry season. The activity then rapidly increased during the later part of the hot dry season and remained high until the middle of the wet season (see also Chantaramongkol *et al.*, 1999).

In the high elevation at Huay Kaew Stream, a greater diversity of species was found than in Huay Palad Stream and Huay Kookaow Stream. Huay Kaew Stream is a permanent habitat, with running water through year. In the lower elevation at Huay Kookaow Stream, a lower diversity of species was found because it was a temporary habitat. In Huay Palad Stream, a greater diversity of species was found than in Huay Kookaow Stream but less than Huay Kaew Stream, perhaps because the habitat had been cleared of forest and was very open.

A total of 142 caddisfly species was recognized in a sample of 7,208 male specimens taken over 12 months (Table 1). Species abundance were very uneven. 24 species were present over the whole year. *Ugandatrichia hairanga* and *U. kerdmuang* were restricted to 700 m.a.s.l., where the water was fast flowing. *Trichomacronema paniae* was found only from 650-700 m.a.s.l. (Malicky and Chantaramongkol, 1991). *Hydromanicus sealthiel* was found between 800 and 950 m.a.s.l. Eighteen species were not found at 550 m.a.s.l., probably because it was a temporary habitat. *Helicopsyche rodschana* was represented by a single specimen over the whole year. The Hydropsychid *Hydromanicus serubabel* was the most abundant species. Periods of flight activity also differed greatly between species. This suggests that a majority of species are univoltine in this highly seasonal environment, but a number of species also appear to be multivoltine and a few are possibly continuously breeding (Chantaramongkol *et al.*, 1999). Leptoceridae have not yet been completely studied.

CONCLUSIONS

1. 142 species from 18 families were found in different altitude streams.
2. The most species diverse family was Philopotamidae, but a greater total number of individuals were Hydropsychidae.
3. The Hydropsychid *Hydromanicus serubabel* was the most abundant species.
4. Some species were restricted to particular altitude ranges.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541082. We thank Prof. Dr. R. Beaver for English correction.

REFERENCES

CHANTARAMONGKOL, P. AND H. MALICKY. 1997. Trichoptera from Doi Suthep-Pui National Park, northern Thailand. Proc. 8th Int. Symp. Trich. 65-67.

CHANTARAMONGKOL, P., P. MCQUILLAN AND S. PROMKUTKAEW. 1999. Analysis of Trichoptera adult seasonality from Huay Koo Kaow stream, Chiang Mai Zoo, Doi Suthep, Thailand. Proc. 9th Int. Symp. Trich. 469-474.

MALICKY, H. 1997. A preliminary picture atlas for the identification of Trichoptera of Thailand. Selected topic on Trichoptera literature paper, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1991. Description of *Trichomacronema paniae*, n. sp. (Trichoptera, Hydropsychidae) from north Thailand and descriptions of its life history. Entomol. Ber. Luzern. 25: 113-122.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1999. A preliminary survey of the caddisflies (Trichoptera) of Thailand. Proc. 9th Int. Symp. Trich. 205-216.

MCCAFFERTY, W. P. AND A. V. PROVONSHA. 1981. Aquatic entomology. Jone and Bartlett Publishers Inc, Boston. 488 p.

WIGGINS, G. B. 1996. Larvae of the north America caddisfly genera (Trichoptera). 2nd ed. University of Toronto Press Inc., Canada. 457 p.

WILLIAM, D. D. AND B. W. FELTMATE. 1992. Aquatic insects. Redwood Press Ltd., U.K. 358 p.

การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA และ TRICHOPTERA (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

นฤมล แสงประดับ[1], ยรรยงค์ อินทร์ม่วง[2], ชุติมา หาญจวณิช[1], อาษา อาษาไชย[1] และ ประยุทธ์ อุดรพิมาย[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

[2]ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 6 กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข อ. เมือง ขอนแก่น 40000

ABSTRACT

DISTRIBUTION OF EPHEMEROPTERAN, PLECOPTERAN AND TRICHOPTERAN (EPT) LARVAE IN WATERSHED STREAMS, NORTHEAST THAILAND

N. Sangpradub[1], Y. Inmuong[2], C. Hanjavanit[1], A. Asachai[1] and P. Udonpimai[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

[2]Environmental Health Center, Region 6, Klang Muang, Muang District, Khon Kaen 40000

The distribution of ephemeropteran, plecopteran and trichopteran larvae were investigated in 21 head water streams of the Chi, Pa Sak and Mekong basins during November 1998 to April 1999. Larval stages of the EPT group were sampled monthly by using Surber sampler with 6 replications. Adults were collected by using ultraviolet light trap. A total of 10 families, 23 genera and 45 species of ephemeropteran adults occurred in the basins. Nineteen families, 39 genera and 88 species of trichopteran adults were found but only 4 families of plecoptera were collected. Association of larval stage and adults for larval identification is on going. A distribution map of each species will be drawn and related factors on their distribution will be analysed later.

Key words: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Chi basin, Pasak basin, Mekong basin, distribution, head water stream

บทนำ

แมลงชีปะขาว (Ephemeroptera) แมลงสโตนฟลาย (Plecoptera) และแมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) หรือที่นิยมเรียกย่อ ๆ ว่า แมลงกลุ่ม EPT เป็นกลุ่มแมลงน้ำที่มีความหลากชนิดมากและมีความสำคัญในการนำตัวอ่อนมาใช้ร่วมในการจัดการพื้นที่ การประเมินคุณภาพและผลกระทบสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำจืดของหลายประเทศทั่วโลก (Hellawell, 1986; Gems/Water, 1992; Rosenberg and Resh, 1993) เนื่องจากอาศัยหลักความจริงที่ว่าตัวอ่อนของแมลงเหล่านี้เคลื่อนที่ได้น้อยและหลายชนิดมีความไวมากต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ชนิดและจำนวนตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่มนี้ในแหล่งน้ำหนึ่ง ๆ จึงสามารถสะท้อนคุณภาพโดยรวมของปัจจัยทุกชนิดในแหล่งน้ำนั้นได้

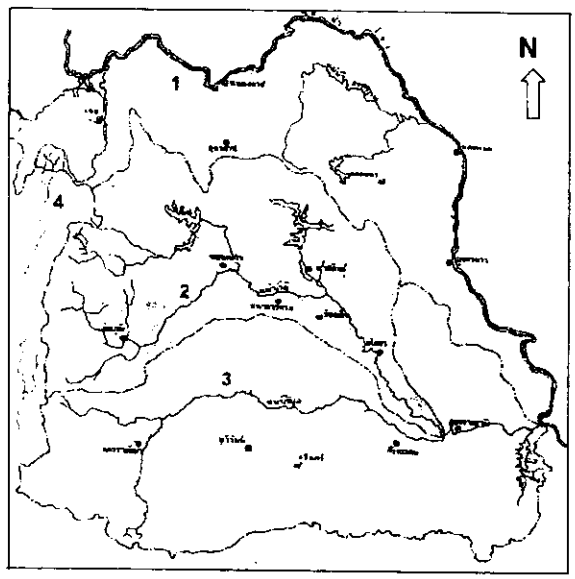
การศึกษาตัวอ่อนของแมลงกลุ่ม EPT ในภูมิภาคแถบเอเชียยังมีน้อยมาก (Rundle *et al.*, 1993; Dudgeon, 1994) เนื่องจากความสนใจส่วนใหญ่จำกัดอยู่ที่การศึกษาอนุกรมวิธานและการกระจายของระยะตัวเต็มวัย (Hynes, 1984) ต่างจากประเทศในทวีปยุโรปซึ่งสามารถระบุชนิดจากระยะตัวอ่อนได้ การศึกษานิเวศวิทยาของลำธารและชีววิทยาของแหล่งน้ำจืดในเอเชียจึงมักสามารถระบุชื่อตัวอ่อนแมลงน้ำได้เพียงระดับวงศ์หรือวงศ์ย่อยเท่านั้น (Dudgeon, 1999) การศึกษาระยะตัวอ่อนของแมลงน้ำในประเทศไทยสามารถระบุได้ถึงระดับวงศ์เป็นส่วนใหญ่เช่นกัน (ศุภฤกษ์, 2536; ยรรยงค์และคณะ, 2540; นฤมลและวิโรจน์, 2541; Watanasit, 1996) การศึกษาครั้งนี้มีความพยายามที่จะเชื่อมโยงระยะตัวอ่อนกับตัวเต็มวัยเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้สามารถระบุตัวอ่อนได้ถึงระดับสกุลหรือระดับชนิด ซึ่งจะทำให้สามารถนำตัวอ่อนแมลงกลุ่มนี้มาใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางมากขึ้น

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีป่าต้นน้ำที่สำคัญ 4 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำโขง, ลุ่มน้ำชี, ลุ่มน้ำมูล, และลุ่มน้ำป่าสัก ดังแสดงในภาพที่ 1 การศึกษาในครั้งนี้ทำในบริเวณลำธารต้นน้ำบางสายของลุ่มน้ำชี, ลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำโขง เพื่อดูการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม EPT ดังกล่าว

พื้นที่ศึกษา

ศึกษาในลำธารต้นน้ำของลุ่มน้ำชี, ลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำโขง จำนวน 21 ลำธาร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบเขาอยู่ในแนวเส้นรุ้ง 16 องศา 14 ลิปดา ถึง 17 องศา 18 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 101 องศา 5 ลิปดา ถึง 102 องศา 55 ลิปดาตะวันออก (ภาพที่ 2) ลำธารที่ศึกษามีดังนี้

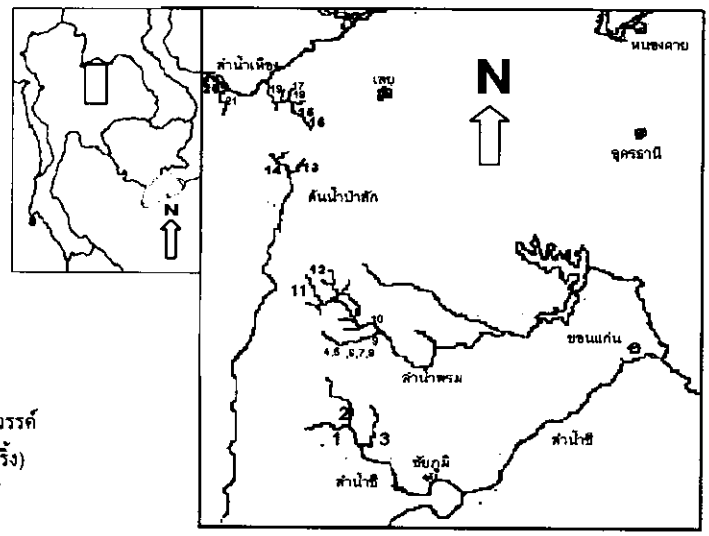
1. ลุ่มน้ำชี ได้แก่ ลำเพียว, ลำชี, ลำสะพุง, ห้วยหนองแตก, ห้วยโตงโต้, ห้วยตำยาน, ห้วยไม้ซอดน้อย, ห้วยโปร่งไฮ, ห้วยไม้ซอดใหญ่, ลำน้ำพรม, ห้วยหินลาด และห้วยพรมแล้ง ความสูงอยู่ระหว่าง 250-850 เมตรจากระดับน้ำทะเล
2. ลุ่มน้ำป่าสัก ได้แก่ ห้วยสักงา และห้วยแดง ความสูงอยู่ระหว่าง 600-880 เมตรจากระดับน้ำทะเล



ภาพที่ 1. แสดงลุ่มน้ำในป่าต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
1. ลุ่มน้ำโขง 2. ลุ่มน้ำชี 3. ลุ่มน้ำมูล 4. ลุ่มน้ำป่าสัก

3. ลุ่มน้ำโขง ได้แก่ ลำธารที่ไหลลงสู่ลำน้ำเหือง คือ น้ำตกปลาบ่า, น้ำตกสองคอน, ห้วยท่าวัด, ห้วยไผ่, น้ำตกแก่งสานสวรรค์, น้ำแพะ (น้ำตกครึ่ง) และน้ำตกธารสวรรค์ ความสูงอยู่ระหว่าง 450-600 เมตรจากระดับน้ำทะเล

1. ลำเพียว
2. ลำชี
3. ลำสะพุง
4. ห้วยหนองแตก
5. ห้วยโตงโต้
6. ห้วยตำยาน
7. ห้วยไม้ซอดน้อย
8. ห้วยโปร่งไฮ
9. ห้วยไม้ซอดใหญ่
10. ลำน้ำพรม
11. ห้วยหินลาด
12. ห้วยพรมแล้ง
13. ห้วยสักงา
14. ห้วยแดง
15. น้ำตกปลาบ่า
16. น้ำตกสองคอน
17. ห้วยท่าวัด
18. ห้วยไผ่
19. น้ำตกแก่งสานสวรรค์
20. น้ำแพะ (น้ำตกครึ่ง)
21. น้ำตกธารสวรรค์



ภาพที่ 2. แสดงลำธารที่ทำการศึกษา (16°14' ถึง 17°18' N, 101°05' ถึง 102°55' E)

วิธีการ

เก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงกลุ่ม EPT ในลำธารต่าง ๆ ด้วย surber sampler ลำธารละ 6 ซ้ำ ทุกเดือนระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2541 ถึงพฤษภาคม 2542 ซึ่งบางลำธารไม่สามารถศึกษาได้ในบางเดือนเนื่องจากน้ำแห้งขอด หรือมีน้ำหลาก ระดับน้ำสูง และน้ำไหลเชี่ยวมาก ในวันเดียวกับที่เก็บตัวอ่อน ได้ศึกษาคุณภาพน้ำในลำธารที่เก็บตัวอย่างด้วย โดยศึกษาพารามิเตอร์ต่อไปนี้ คือ ความเร็วของกระแสน้ำ, ความลึกและความกว้างของลำธาร, ค่าออกซิเจนละลายน้ำ, ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และเปอร์เซ็นต์ป่าไม้ปกคลุม ตัวอย่างสัตว์ที่ได้นำมาดองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 จากนั้นนำมาแยกเฉพาะตัวอ่อนของแมลงกลุ่ม EPT ดองในเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 เพื่อจัดจำแนกถึงระดับวงศ์หรือสกุลต่อไป

ตัวอย่างตัวเต็มวัยของแมลงกลุ่มนี้เก็บโดยใช้กับดักแสงอัลตราไวโอเลต แยกตัวอย่างออกมาดองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ทำการตรวจเอกลักษณ์ถึงระดับต่ำสุดเท่าที่สามารถทำได้ จากนั้นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวอ่อนกับตัวเต็มวัยเพื่อให้สามารถระบุชนิดของตัวอ่อนได้ถูกต้อง เมื่อสามารถระบุชนิดตัวอ่อนได้แล้ว จัดทำแผนที่แสดงการกระจายตัวของตัวอ่อน และวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายตัวของตัวอ่อน

ผลการวิจัย

เนื่องจากไม่สามารถระบุชนิดจากระยะตัวอ่อนได้โดยตรง จึงต้องอาศัยวิธีการทางอ้อม คือ จากตัวเต็มวัยที่สามารถระบุชนิดได้ นำมาหาความเชื่อมโยงระหว่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ซึ่งขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างการศึกษา ดังนั้นในบทความนี้จะเสนอเฉพาะผลการวิเคราะห์ความหลากชนิดและการกระจายของตัวเต็มวัยในแต่ละลุ่มน้ำ

ตัวเต็มวัยที่พบมากในทุกลุ่มน้ำ คือ ตัวเต็มวัยของ Ephemeroptera และ Trichoptera ดังแสดงจำนวนวงศ์, จำนวนสกุล และจำนวนชนิดที่พบในตารางที่ 1 ตัวเต็มวัยของ Plecoptera พบน้อยมาก ส่วนมากพบระยะตัวอ่อน วงศ์ที่พบมาก คือ Perlidae วงศ์ที่พบบ้างไม่มากนัก ได้แก่ Peltoperlidae, Nemouridae และ Leuctridae

ตัวเต็มวัยของ Ephemeroptera พบทั้งสิ้น 10 วงศ์ 25 สกุล 45 ชนิด ลุ่มน้ำชีพบ 8 วงศ์ 16 สกุล 28 ชนิด ลุ่มน้ำป่าสักพบ 7 วงศ์ 12 สกุล 20 ชนิด และลุ่มน้ำโขงพบ 4 วงศ์ 6 สกุล 10 ชนิด สามารถระบุได้ต่ำสุดถึงระดับสกุล วงศ์ที่พบมากในทุกลุ่มน้ำ คือ วงศ์ Baetidae, Heptageniidae และ Leptophlebiidae พบจำนวนรวม 14, 13 และ 7 ชนิด ตามลำดับ

ตัวเต็มวัยของ Trichoptera พบทั้งสิ้น 19 วงศ์ 39 สกุล 88 ชนิด ลุ่มน้ำชีพบ 12 วงศ์ 23 สกุล 47 ชนิด ลุ่มน้ำป่าสักพบ 11 วงศ์ 29 สกุล 44 ชนิด และลุ่มน้ำโขงพบ 5 วงศ์ 6 สกุล ส่วนหนึ่งสามารถระบุได้ถึงระดับชนิด วงศ์ที่พบมากในทุกลุ่มน้ำ คือ วงศ์ Hydropsychidae พบ 31 ชนิด และวงศ์ Leptoceridae พบ 20 ชนิด การกระจายของตัวเต็มวัยแต่ละชนิดในแต่ละลุ่มน้ำแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องนำข้อมูลตัวอ่อนมาประกอบการพิจารณาด้วย ดังนั้นจึงยังไม่รายงานในบทความนี้

ตารางที่ 1. จำนวนตัวเต็มวัยของ Ephemeroptera และ Trichoptera ในแต่ละลุ่มน้ำ

		ลุ่มน้ำชี	ลุ่มน้ำป่าสัก	ลุ่มน้ำโขง	รวม
Ephemeroptera	วงศ์	8	7	4	10
	สกุล	16	12	6	25
	ชนิด	28	20	10	45
Trichoptera	วงศ์	12	11	5	19
	สกุล	23	29	6	39
	ชนิด	47	44	6	88

บทวิจารณ์

ตัวเต็มวัยของ Ephemeroptera และ Trichoptera มีความหลากหลายมากกว่า Plecoptera มาก Zwick (1986) รายงานว่าความหลากชนิดของ Plecoptera ลดลงอย่างรวดเร็วจากเขตหนาวมายังเขตร้อน สำหรับเขตร้อนพบสมาชิกของวงศ์ Perlidae มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้และผลการศึกษาของ นฤมลและวิโรจน์ (2541) และ Watanasit (1996) การศึกษานี้สามารถระบุ Ephemeroptera ได้ถึงระดับสกุลเท่านั้น เนื่องจากการศึกษาแมลง Ephemeroptera และ Plecoptera ในภูมิภาคนี้มีน้อย (Ulmer, 1929; Banks, 1931; 1934; 1937; Allen, 1986) และอีกเหตุผลหนึ่ง คือ ตัวอย่างที่ได้ส่วนมากของ Ephemeroptera ยังเป็นระยะ subimago ซึ่งลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ยังไม่เด่นชัด ต้องรอให้ subimago ลอกคราบอีกครั้งกลายเป็นตัวเต็มวัยหรือ imago ที่มีลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์สมบูรณ์ อีกทั้งการนำตัวอ่อนมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยที่สมบูรณ์ยังไม่ได้ผล เนื่องจากไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิห้องเลี้ยงได้ สำหรับแมลงกลุ่ม Trichoptera ในประเทศไทยมีการศึกษาอนุกรมวิธานของตัวเต็มวัยอย่างต่อเนื่องมากว่า 10 ปี (เช่นใน Malicky, 1987; 1989; 1996; 1997; 1998) ปัจจุบันพบว่า Trichoptera ระยะตัวเต็มวัยที่ทราบชนิดแล้วในพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคเหนือมีไม่ต่ำกว่า 482 ชนิด (Malicky and Chantaramongkol, 1998) และคาดว่าจะพบจำนวนชนิดเพิ่มมากขึ้นจากการขยายพื้นที่สำรวจทั่วประเทศ การศึกษานี้สามารถระบุชนิดของ Trichoptera ได้ส่วนหนึ่ง การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของ Trichoptera สามารถทำได้ง่ายกว่าแมลง 2 กลุ่มแรก เนื่องจากส่วนมากยังมีคราบตัวอ่อนอยู่ในถุงหุ้มดักแด้

แมลงกลุ่ม EPT ในลุ่มน้ำชีมีความหลากหลายมากกว่าในลุ่มน้ำป่าสักและลุ่มน้ำโขง อาจเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างในลุ่มน้ำชีทำหลายลำห้วยกว่า ชนิดของตัวเต็มวัยที่พบในแต่ละลุ่มน้ำค่อนข้างแตกต่างกัน ซึ่งอาจสะท้อนถึงการกระจายที่แคบของแมลงเหล่านี้ นฤมลและวิโรจน์ (2541) พบว่าชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่อาศัยอยู่ในลำธารห้วยหญ้าเครือและลำธารห้วยพรมแล้งค่อนข้างแตกต่างกัน โดยพบชนิดของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในลำธารทั้งสองเพียงร้อยละ 41 ของชนิดสัตว์ที่พบทั้งหมด และจากผลการศึกษาลำธารเขตร้อนของอเมริกากลางพบว่า มีสัตว์ประจำถิ่นมาก ซึ่งแตกต่างจากลำธารเขตอบอุ่น (Covich, 1988) อย่างไรก็ตามยังต้องอาศัยข้อมูลการศึกษาจากหลาย ๆ พื้นที่อย่างกว้างขวางก่อนที่จะสรุปได้แน่นอน

บทสรุป

1. การศึกษาทำในลำธารต้นน้ำ 21 สาย ของลุ่มน้ำชี, ลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำโขง โดยศึกษาความหลากชนิดและการกระจายของระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงน้ำกลุ่ม Ephemeroptera Plecoptera และ Trichoptera
2. พบตัวเต็มวัยของ Ephemeroptera 10 วงศ์ 25 สกุล 45 ชนิด การระบุชื่อทำได้ถึงระดับสกุล
3. พบตัวเต็มวัยของ Trichoptera 19 วงศ์ 39 สกุล 88 ชนิด สามารถระบุได้ถึงชนิดจำนวนหนึ่ง
4. ตัวเต็มวัยของ Plecoptera พบน้อยมาก พบตัวอ่อน 4 วงศ์ ยังระบุชนิดไม่ได้
5. การระบุชนิดตัวอ่อนต้องอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ซึ่งกำลังดำเนินการอยู่ในขณะนี้ และจะได้ทำแผนที่การกระจายตัวของตัวอ่อน และวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของตัวอ่อนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 141006 และขอขอบคุณ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว, หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว, หัวหน้าหน่วยต้นน้ำป่าสัก ที่อนุญาตให้เข้าศึกษาในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

นฤมล แสงประดับ และวิโรจน์ หนักแน่น. 2541. การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วารสารวิจัย มข. 3: 1-15.

ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, นฤมล แสงประดับ และอุไรวรรณ อินทร์ม่วง. 2540. การตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำแบบใหม่โดยใช้ดัชนีร่วมทางฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา. วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม 20: 16-29.

ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธ์. 2536. การสำรวจแมลงบริเวณป่าพรุของจังหวัดภูเก็ต. ว. สงขลานครินทร์ 3: 299-311.

ALLEN, R. 1986. Mayflies of Vietnam: *Acerella* and *Drunella* (Ephemeroptera: Ephemerellidae). Pan-Pacific Entomologist 62: 301-302.

BANKS, N. 1931. Some neuropteroid insects from north Borneo, particularly from Mt. Kinabalu. Journal of the Federated Malay Museums XVI: 411-427.

BANKS, N. 1934. Supplementary neuropteroid insects from the Malay Peninsula, and from Mt. Kinabalu, Borneo. Journal of the Federated Malay Museums XVII: 567-578.

BANKS, N. 1937. Philippine neuropteroid insects. The Philippine Journal of Science 63: 125-174.

COVICH, A. P. 1988. Geographical and historical comparisons of neotropical streams: biotic diversity and detrital processing in highly variable habitats. Journal of the North American Benthological Society 7: 361-386.

DUDGEON, D. 1994. Research strategies for the conservation and management of tropical Asian streams and rivers. International Journal of Ecology and Environmental Sciences 20: 255-285.

DUDGEON, D. 1999. Tropical Asian streams. Zoobenthos, ecology and conservation. Hong Kong University Press, Hong Kong.

GEMS/WATER. 1992. Gems/water operational guide. UNEP, WHO, UNESCO, WMO, Ontario.

HELLAWELL, J. M. 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environment management. Elsevier Applied Science Publishers, London.

HYNES, H. B. N. 1984. Taxonomy and ecology. In RESH, V. H. AND D. M. ROSENBERG (eds.), The ecology of aquatic insects. Praeger Publishers, New York. pp. 2-23.

MALICKY, H. 1987. On some *Rhyacophila* from Doi Suthep mountain, northern Thailand. Trichoptera Newsletter 14: 27-29.

MALICKY, H. 1989. Odontoceridae aus Thailand. Opuscula Zoologica Fluminensia 36: 1-16.

MALICKY, H. 1996. Eine neue Arctopsychidae aus Thailand. Braueria 24: 17.

MALICKY, H. 1997. Ein Beitrag zur Kenntnis Asiatischer Arten der Guttungen *Cheumatopsyche* WALLENGREN 1891 und *Potamyia* BANKS 1900 (Trichoptera, Hydropsychidae). Linzer Biol. Beitr. 29: 1015-1055.

MALICKY, H. 1998. Ein Beitrag zur Kenntnis asiatischer Macronematini (Trichoptera, Hydropsychidae). Linzer Biol. Beitr. 30: 767-793.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONKOL. 1998. A preliminary survey of the Trichoptera of Thailand. In The 9th International Symposium on Trichoptera, Chiang Mai, Thailand, 5-10 January. p. 31.

ROSENBERG, D. M. AND V. H. RESH. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York.

RUNDLE, S. D., A. JENSKIN AND S. J. ORMEROD. 1993. Macroinvertebrate communities in stream in the Himalaya, Nepal. Freshwater Biology 30: 169-180.

ULMER, G. 1929. Uber einige hauptsachlich asiatische Epheropteren und Trichopteren aus der Sammlung R. Mc Lachlan.Deutsch. Ent. Zeitschr. 3: 161-195.

WATANASIT, S. 1996. Aquatic insects in streams in southern provinces of Thailand. Songklanakarin J. Sci. Technol. 18: 385-396.

ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ HYDROPSYCHIDAE บริเวณห้วยพรมแล้งและห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาตินำหนาว

ศุภลักษณ์ ระดมสุข[1], นฤมล แสงประดับ[1] และ ยรรยงค์ อินทร์ม่วง[2]
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002
ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 6 ถ. กลางเมือง อ. เมือง ขอนแก่น 40000

ABSTRACT

SPECIES DIVERSITY OF CADDIS FLIES (TRICHOPTERA: HYDROPSYCHIDAE) IN HUAY PHROMLAENG AND HUAY YAKRUEA, NAM NAO NATIONAL PARK

S. Radomsuk[1], N. Sangpradub[1] and Y. Inmuong[2]
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002
[2]Environmental Health Center Region 6, Klang Muang Road, Muang District, Khon Kaen 40000

Hydropsychid adults were collected monthly by black light traps in Phromlaeng and Yakruea streams within Nam Nao National Park from July 1996 to September 1997. Thirteen species of caddis adults were found in Phromlaeng stream and fourteen species were found in Yakruea stream. Nine species of hydropsychid larvae inhabited the Phromlaeng stream and seven species were found in Yakruea stream. *Pseudoleptonema supalak* was the dominant species in Phromlaeng whereas *Cheumatopsyche* larvae were the most abundant in Yakruea. Substrate types and water velocity were important factors in the distribution and abundance of hydropsychid larvae. Flooding was a factor that controlled populations of *Cheumatopsyche*, *Hydropsyche* and *Macrostemum*. Dryness was a factor that controlled populations of *P. supalak*. Life history studies of six species were conducted, based on extensive field sampling. *Diplectrona* sp. 1 and *Hydropsyche* (*Ceratopsyche)* sp. 2 were univoltine. *H. klanklini* had a tendency to be univoltine, but *M. fenestratum*, *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 1 and *P. supalak* had a non-seasonal pattern.

Key words: Hydropsychidae, Nam Nao National Park, species diversity, life history

บทนำ

แมลงหนอนปลอกน้ำเป็นแมลงกลุ่มใหญ่ที่สุดกลุ่มหนึ่งของแมลงน้ำ ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดแทบทุกแห่ง และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด รวมทั้งมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดพลังงานและแร่ธาตุในทุกลำดับขั้นของการบริโภค (Cummins, 1973) เนื่องจากตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำเป็นหนึ่งในกลุ่มสัตว์น้ำจืดที่มีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ปัจจุบันจึงได้มีการนำตัวอ่อนของสัตว์กลุ่มนี้ไปใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการประเมินผลกระทบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำในประเทศที่พัฒนาแล้วทั้งในทวีปยุโรป และอเมริกา (Persoone and De Pauw, 1979) แต่ในประเทศไทยยังมีการนำตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำและตัวอ่อนแมลงน้ำอื่น ๆ ไปใช้ประโยชน์น้อยมาก เนื่องจากยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับตัวอ่อนแมลงน้ำ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากชนิดของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae บริเวณห้วยพรมแล้ง และห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาตินำหนาว รวบรวมข้อมูลด้านชีววิทยาสัณฐานวิทยาของตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้ที่พบ และศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้ในลำธารทั้งสอง

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในลำธารสองสายของอุทยานแห่งชาตินำหนาว คือ ห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง โดยเลือกบริเวณที่มีน้ำไหลตลอดปี

ห้วยหญ้าเครือ

มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 840 เมตร เป็นลำธารต้นน้ำอันดับที่ 2 (second order stream) ซึ่งอยู่ห่างจากต้นกำเนิดของลำน้ำเชิญประมาณ 2,000 เมตร ได้ทำการศึกษาลำธารในบริเวณหลังศูนย์บริการนักท่องเที่ยว ความกว้างโดยเฉลี่ยของลำธารบริเวณที่ศึกษาประมาณ 1.5 เมตร ระยะทางยาวประมาณ 500 เมตร พื้นลำธารเป็น

ลานหิน (bedrock) และก้อนหินขนาดใหญ่กว่า 25 เซนติเมตร (boulder) ประมาณร้อยละ 30 ที่เหลือเป็นก้อนหินขนาดกลางมีขนาดอยู่ระหว่าง 5-25 เซนติเมตร (cobble) ก้อนหินขนาดเล็กมีขนาดเล็กกว่า 5 เซนติเมตร (pebble) และทราย ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน บริเวณริมฝั่งของลำธารมีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นปกคลุมประมาณร้อยละ 70

ลักษณะทั่วไปของลำธารเป็นบริเวณที่น้ำนิ่งและน้ำไหลสลับกัน เนื่องจากมีการสร้างฝายกั้นน้ำขนาดเล็กหลายบริเวณ ทำให้ลำธารบางบริเวณมีน้ำขังเปลี่ยนสภาพจากน้ำไหลเป็นน้ำนิ่ง

ห้วยพรมแล้ง

มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 720 เมตร เป็นลำธารต้นน้ำอันดับที่ 3 (third order stream) ไหลผ่านด้านหลังของหน่วยพิทักษ์พรมแล้ง ก่อนไปรวมกับลำน้ำพรมและไหลลงเขื่อนจุฬาภรณ์ในที่สุด บริเวณที่ศึกษามีความกว้างโดยเฉลี่ยของลำธารประมาณ 2 เมตร ความยาวของบริเวณที่ทำการศึกษาประมาณ 150 เมตร ลักษณะพื้นลำธารส่วนใหญ่เป็นลานหินประมาณร้อยละ 85 ของพื้นที่ มีก้อนหินขนาดใหญ่ร้อยละ 5 และก้อนหินขนาดกลาง ก้อนหินขนาดเล็ก กรวด และทราย รวมประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่ บริเวณริมฝั่งของลำธารด้านทิศเหนือมีต้นไม้ขนาดใหญ่ปกคลุมประมาณร้อยละ 10 ส่วนทางด้านทิศใต้เป็นลานหินกว้างทำให้ลำธารไม่ได้รับร่มเงาจากต้นไม้ ห้วยพรมแล้งนี้มีนักท่องเที่ยวเข้าไปเยือนน้อยกว่าห้วยหญ้าเครือมาก จากลักษณะลำธารที่มีบริเวณที่เป็นน้ำนิ่งและน้ำไหลสลับกันตลอดสายของลำธาร พบว่าบริเวณน้ำนิ่งซึ่งน้ำค่อนข้างลึกมากเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณอื่น มีการสะสมของตะกอน จากการสำรวจขั้นต้นไม่พบแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae แม้แต่ชนิดเดียว จึงมิได้ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณนี้ ดังนั้นจึงเก็บเฉพาะบริเวณน้ำไหล

วิธีการ

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพ

ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของน้ำในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง ด้วยอุปกรณ์ภาคสนาม โดยวัดค่าความลึก, ความกว้าง, ความยาวของลำธาร, อุณหภูมิอากาศ, อุณหภูมิน้ำ, ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ, ความเร็วของกระแสน้ำ, ค่าการนำไฟฟ้า, ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

การเก็บตัวอย่างสัตว์

ศึกษาข้อมูลด้านชีววิทยา ความหลากชนิด และสัณฐานวิทยาของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae โดยการเก็บตัวอย่างตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย มีขั้นตอนดังนี้

ก) เก็บตัวอย่างตัวอ่อน และดักแด้ในทั้งสองลำธารแบบเชิงคุณภาพ จำนวน 5 สถานี โดยใช้ปากคีบแกะรังที่มีตัวอ่อนอาศัยอยู่ภายใน และ/หรือปลอกดักแด้ ครอบคลุมทุกแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยของสัตว์ และใช้สวิงที่มีขนาดตาข่ายขนาด 500 ไมครอน รองด้านท้ายน้ำเพื่อดักจับตัวอ่อนและดักแด้ที่หลุดลอยไปกับกระแสน้ำ ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างแต่ละสถานีประมาณ 45 นาที นอกจากนี้ ศึกษาตำแหน่งที่สัตว์อาศัยอยู่ในแต่ละ substrate ด้วย ทำการเก็บตัวอย่างทุกเดือนเป็นระยะเวลา 14 เดือน (กรกฎาคม 2539 ถึง สิงหาคม 2540) จากสองลำห้วย

ข) เก็บตัวอย่างตัวเต็มวัย ในวันเดียวกับวันที่เก็บตัวอ่อนของแมลง ทุกเดือนเป็นเวลา 15 เดือน (กรกฎาคม 2539 ถึง กันยายน 2540) โดยใช้กับดักแสงไฟล่อ (light trap) เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง (ตั้งแต่เวลา 18.00-06.00 น.)

ตัวอย่างที่ได้นำมาดองด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 และนำตัวอย่างของตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำจากลำธารทั้งสอง เก็บไว้ที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยาน้ำจืด ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อการศึกษาต่อไป

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างทั้ง 3 ระยะ คือ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย เพื่อยืนยันว่าตัวอ่อนที่กำลังศึกษาเป็นตัวอ่อนของแมลงชนิดนั้น ๆ จริง ทั้งนี้อาศัยหลักความเป็นจริงว่าตัวเต็มวัยมี genitalia ที่เจริญเต็มที่แล้ว และลักษณะของ genitalia นี้เป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการตรวจเอกลักษณ์ถึงระดับชนิดได้ ส่วนดักแด้นั้นมีลักษณะเฉพาะที่ใช้เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างตัวเต็มวัยและตัวอ่อนได้ เนื่องจากดักแด้ที่เจริญเต็มที่แล้วมี genitalia จึงสามารถใช้เปรียบเทียบกับ

genitalia ของตัวเต็มวัยได้ เมื่อตัวอ่อนระยะสุดท้ายลอกคราบเป็นดักแด้ภายในถุงหุ้มดักแด้ คราบเดิมของตัวอ่อนระยะสุดท้ายจะยังคงอยู่ภายในถุงหุ้มดักแด้นั้น ทำให้สามารถนำคราบเดิมนี้มาเปรียบเทียบกับตัวอ่อนได้ว่าเป็นแมลงชนิดเดียวกันหรือไม่

วาดรูปสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัย ดักแด้ และตัวอ่อนระยะสุดท้ายด้วยท่อวาดภาพ (drawing tube ของ camera lucida) ที่ต่อกับกล้องสเตอริโอ เอกสารที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างของแมลงหนอนปลอกน้ำ มีดังนี้: Malicky (1997a, 1997b, 1998), Malicky and Chantaramongkol (1993) และ Chantaramongkol and Malicky (1995)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าตัวแปรปัจจัยทางกายภาพ แสดงด้วยสถิติพรรณา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 2 ลำห้วย และวิเคราะห์ความแปรปรวนเชิงเวลาด้วย One-Way ANOVA รวมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างตัวแปรทางเคมีและกายภาพกับจำนวนตัวของตัวอ่อนทุกชนิดที่พบ การวิเคราะห์ข้อมูลนี้ใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS for Windows

ผลการวิจัย

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2539 ถึงเดือนมิถุนายน 2540 พบว่าคุณภาพของน้ำในลำธารทั้งสองของเดือนเดียวกันมีความใกล้เคียงกัน โดยค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ($F_{1, 215}$=1.58, P>0.05) และอุณหภูมิน้ำ ($F_{1, 215}$=0.89, P>0.05) ของแหล่งน้ำทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนอุณหภูมิอากาศ ($F_{1, 59}$=10.66, P<0.05), ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ($F_{1, 214}$=15.25, P<0.05), ค่าการนำไฟฟ้า ($F_{1, 149}$=180.45, P<0.05) และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($F_{1, 149}$=181.45, P<0.05) ในเดือนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ในห้วยหญ้าเครือที่มีช่วงเดือนต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ($F_{10, 115}$=35.73, P<0.05), ค่าอุณหภูมิน้ำ ($F_{10, 116}$=60.08, P<0.05), อุณหภูมิอากาศ ($F_{10, 25}$=34.87, P<0.05), ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ($F_{10, 115}$=42.60, P<0.05), ค่าการนำไฟฟ้า ($F_{7, 72}$=400.51, P<0.05) และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($F_{7, 72}$=454.42, P<0.05) พบว่าค่าต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกับค่าต่าง ๆ ของห้วยพรมแล้ง พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ($F_{10, 80}$=218.33, P<0.05), ค่าอุณหภูมิน้ำ ($F_{10, 79}$=185.20, P<0.05), อุณหภูมิอากาศ ($F_{8, 16}$=7.96, P<0.05), ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ($F_{10, 79}$=6.02, P<0.05), ค่าการนำไฟฟ้า ($F_{7, 63}$=9,688.94, P<0.05) และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ($F_{7, 63}$=17,907.42, P<0.05) มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน

สรุปได้ว่าลำห้วยทั้งสองมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่แตกต่างกัน และมีค่าค่อนข้างสูง อยู่ในช่วง 4.9-8.6 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ห้วยหญ้าเครือมีปริมาณของแข็งละลายน้ำ และค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าห้วยพรมแล้ง คุณภาพน้ำของลำธารทั้งสองแตกต่างกันเชิงเวลา นอกจากนี้พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ, อุณหภูมิน้ำ, อุณหภูมิอากาศ, ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ, ค่าการนำไฟฟ้า และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของทั้งสองลำห้วยไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนตัวอ่อนทุกชนิดที่พบ (P>0.05)

ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae

ความหลากชนิดของตัวเต็มวัย

จากการสำรวจแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2539 ถึงเดือนกันยายน 2540 ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว พบตัวเต็มวัยรวมทั้งสิ้น 9 สกุล 16 ชนิด โดยในห้วยหญ้าเครือมีความหลากชนิดมากกว่าห้วยพรมแล้ง ที่ห้วยหญ้าเครือพบ 7 สกุล 14 ชนิด คือ *Cheumatopsyche charites, C. chrysothemis, C. copia, C. globosa, Diplectrona* sp. 1, *Hydromanicus serubabel, Hydatomanicus klanklini, Macrostemum dohrni, M. midas, M. floridum, M. fenestratum, Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 1, *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 2 และ *Pseudoleptonema supalak* สกุลที่มีความหลากชนิดมาก คือ สกุล

Cheumatopsyche และ *Macrostemum* มี 4 ชนิดเท่ากัน ห้วยพรมแล้งพบ 8 สกุล 13 ชนิด ได้แก่ *Amphisyche* sp. 1, *C. charites, C. chrysothemis, C. copia, C. globosa, Diplectrona* sp. 1, *H. chattrakan, H. serubabel, M. floridum, M. fenestratum, Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 1, *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 2 และ *P. supalak* สกุลที่มีความหลากชนิดมากที่สุด คือ สกุล *Cheumatopsyche* มี 4 ชนิด ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่พบในห้วยหญ้าเครือ

C. charites เป็นชนิดที่มีจำนวนมากที่สุดตลอดปีในห้วยหญ้าเครือ อันดับรองลงมา คือ *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 1 ส่วนในห้วยพรมแล้งอันดับรองลงมา คือ *C. copia* เดือนที่เก็บตัวเต็มวัยวงศ์นี้ได้มากที่สุด คือ เดือนมีนาคม 2540 และพบว่าห้วยพรมแล้งพบจำนวนตัวของแมลงวงศ์นี้มากกว่าที่ห้วยหญ้าเครือ

ความหลากชนิดของตัวอ่อน

การศึกษาครั้งนี้พบตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งหมด 7 สกุล 9 ชนิด คือ *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 1, *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 2, *Hydropsyche doctersi*, *Cheumatopsyche* spp., *Diplectrona* sp. 1, *H. klanklini, M. fenestratum, Oestropsyche* sp. 1 และ *P. supalak* ทุกชนิดพบทั้งสองลำห้วย ยกเว้น *H. doctersi* และ *Oestropsyche* sp. 1 พบบริเวณห้วยพรมแล้งเท่านั้น

ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำแต่ละชนิดอาศัยอยู่บริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) ลักษณะพื้นลำธารของห้วยหญ้าเครือมีหลายแบบ กระแสน้ำไหลช้ากว่าห้วยพรมแล้ง พบตัวอ่อนในสกุล *Hydropsyche*, *Diplectrona* และ *Cheumatopsyche* อาศัยอยู่เป็นจำนวนมากกว่าที่ห้วยพรมแล้ง ที่ห้วยหญ้าเครือพบตัวอ่อนของ *P. supalak* และตัวอ่อนในสกุล *Macrostemum* น้อยกว่าที่ห้วยพรมแล้ง ห้วยพรมแล้งมีพื้นลำธารส่วนใหญ่เป็นลานหิน กระแสน้ำไหลแรง พบตัวอ่อนของ *P. supalak* เป็นชนิดเด่น ตัวอ่อนของแมลงชนิดนี้สร้างรังที่ยึดติดแน่นกับพื้นลำธาร และมีความทนทานต่อกระแสน้ำได้สูง พบตัวอ่อนของ *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 1 บ้างในบริเวณริมฝั่งที่กระแสน้ำไหลช้า พื้นลำธารเป็นก้อนหินขนาดใหญ่ และก้อนหินขนาดกลาง ตัวอ่อนของ *M. fenestratum* มักอาศัยอยู่ใต้ก้อนหินขนาดต่าง ๆ ในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเอื่อย ส่วน *Cheumatopsyche* ที่พบตัวเต็มวัย 4 ชนิด เมื่อพิจารณาจากลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปของตัวอ่อนไม่สามารถแยกจากกันได้ สกุลที่มีความหลากชนิดมากทั้งสองลำห้วย คือ *Hydropsyche* ซึ่งพบ 2 ชนิดในห้วยหญ้าเครือ และ 3 ชนิดในห้วยพรมแล้ง

นิเวศวิทยา และ Life History ของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae

แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae ที่พบแต่ละชนิดมีรูปร่าง แหล่งที่อยู่ และมี life history ที่แตกต่างกัน จึงได้ศึกษาข้อมูลทางด้านนิเวศวิทยา และ life history ร่วมด้วยเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้พบระยะตัวอ่อน 9 ชนิด ระยะดักแด้ 7 ชนิด และระยะตัวเต็มวัย 16 ชนิด สามารถหาความเชื่อมโยงระยะตัวอ่อนถึงระยะตัวเต็มวัยได้ทั้งหมด 6 ชนิด

การศึกษา life history ของแมลงหนอนปลอกน้ำที่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวเต็มวัยและตัวอ่อนได้จำนวน 6 ชนิด พบว่า *Diplectrona* sp. 1, *H. klankini* และ *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 2 จัดเป็นพวก univoltine ส่วน *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 1, *M. fenestratum* และ *P. supalak* มีวงชีวิตเป็นแบบ non-seasonal เนื่องจากพบว่าในแต่ละเดือนมีตัวอ่อนหลายระยะ โดยพบตัวเต็มวัยซึ่งสามารถบินและวางไข่ได้ตลอดปี ทำให้มีตัวอ่อนหลายระยะในเดือนเดียวกัน

บทวิจารณ์

ลักษณะพื้นลำธารและความเร็วของกระแสน้ำ มีผลต่อการแพร่กระจายและความชุกชุมของตัวอ่อน ห้วยหญ้าเครือมีพื้นลำธารหลากหลายลักษณะ กระแสน้ำไหลช้ากว่าที่ห้วยพรมแล้ง ในขณะที่ห้วยพรมแล้งมีพื้นลำธารส่วนใหญ่เป็นลานหิน และมีกระแสน้ำไหลแรง ลักษณะรังของตัวอ่อนแต่ละชนิดแตกต่างกัน และสามารถทนต่อการรบกวนต่างกันด้วย เช่น *P. supalak* พบจำนวนมากในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรงในห้วยพรมแล้ง ตัวอ่อนใช้เส้นใยไหมสานเม็ดทรายละเอียดอัดกันแน่นเป็นรังที่มีความแข็งแรงมาก รังนี้ยึดติดกับพื้นลานหินในบริเวณที่มีน้ำไหลแรงไม่มีการสะสมของเศษวัสดุต่าง ๆ รังมีความทนทานมากต่อการรบกวนด้วยแรงกระทำ ห้วยพรมแล้งและห้วยหญ้าเครือ ประสบ

ภาวะน้ำหลากในช่วงฤดูฝนเกือบทุกปี ความเร็วของกระแสน้ำในห้วยพรมแล้งมักสูงกว่าห้วยหญ้าเครือมาก สัตว์ที่อาศัยอยู่ในลำห้วยนี้จึงต้องเผชิญกับปัญหาน้ำไหลเชี่ยวในบางเดือน สำหรับแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae พบว่าตัวอ่อนของ *P. supalak* มีความชุกชุมมากที่สุด รังของตัวอ่อนชนิดนี้มีความแข็งแรง และยึดติดแน่นกับพื้นลำธาร ทำให้รังของแมลงชนิดนี้ไม่หลุดไปกับกระแสน้ำเมื่อเกิดน้ำหลาก ตัวอ่อนสร้างรังบนลานหินทุกบริเวณที่มีน้ำท่วมถึง แต่เมื่อระดับน้ำลดลงอย่างรวดเร็วจำนวนตัวอ่อนแมลงชนิดนี้ได้รับผลกระทบค่อนข้างมาก ดังนั้นสำหรับแมลงชนิดนี้ภาวะน้ำแห้งเป็นปัจจัยที่ควบคุมประชากร ในทางตรงข้ามตัวอ่อนของ *Cheumatopsyche*, *Hydropsyche* และ *Macrostemum* ได้รับผลกระทบจากภาวะน้ำหลากมาก จนทำให้จำนวนตัวลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากน้ำหลากเนื่องจากตัวอ่อนมีรังที่ไม่แข็งแรงนัก แต่เมื่อน้ำลดระดับลง ตัวอ่อนแมลงทั้งสามสกุลนี้ได้รับผลกระทบน้อย เนื่องจากตัวอ่อนมีการกระจายอยู่เฉพาะที่ คือ ใต้ก้อนกรวดหรือใต้ก้อนหินซึ่งมีน้ำท่วมถึงตลอดปี ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีระยะตัวอ่อนทั้งหมด 5 ระยะ (Merrit and Cummins, 1996) การศึกษาครั้งนี้พบว่าในบางชนิดพบตัวอ่อนไม่ครบทุกระยะ สาเหตุน่าจะมาจากการเก็บตัวอย่างตัวอ่อนอาจจะเก็บไม่ครอบคลุมทุกแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยของตัวอ่อนระยะต้น และตัวอ่อนระยะที่ 1 อาจใช้เวลาน้อยกว่า หนึ่งเดือนในการเจริญเป็นตัวอ่อนระยะที่ 2 ดังนั้นระยะห่าง หนึ่งเดือน ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างของการศึกษาครั้งนี้อาจเป็นช่วงเวลาที่ห่างเกินไป ทำให้ไม่พบตัวอ่อนระยะต้น

ตารางที่ 1. การกระจายของตัวอ่อนและดักแด้ ใน substrate แบบต่าง ๆ คิดเป็นจำนวนครั้งของการพบ

ชนิด	site/substrate	Bedrock	boulder	cobble	pepple	gravel	litter	รวม
Cheumatopsyche spp.	หญ้าเครือ	10	11	43	1	6	9	80
	พรมแล้ง	21	3	25	0	2	5	56
Diplectrona sp. 1	หญ้าเครือ	7	0	3	0	0	5	15
	พรมแล้ง	1	0	0	0	0	2	3
Hydatomanicus klanklini	หญ้าเครือ	5	2	1	0	0	1	9
	พรมแล้ง	1	2	0	0	0	0	3
Hydropsyche doctersi	หญ้าเครือ	0	0	0	0	0	0	0
	พรมแล้ง	0	1	0	0	0	1	2
Hydropsyche (Hydropsyche) sp. 1	หญ้าเครือ	44	10	6	0	1	2	63
	พรมแล้ง	43	9	3	0	0	0	55
Hydropsyche (Ceratopsyche) sp. 2	หญ้าเครือ	25	7	9	0	0	5	46
	พรมแล้ง	18	4	11	0	0	3	36
M. fenestratum	หญ้าเครือ	0	3	11	1	3	2	20
	พรมแล้ง	0	8	18	0	1	1	28
P. supalak	หญ้าเครือ	13	6	3	0	0	2	24
	พรมแล้ง	63	19	9	0	0	0	91

การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับ นฤมลและวิโรจน์ (2541) และ ชิดชล (2538) ซึ่งพบว่าความแตกต่างของโครงสร้างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแต่ละลำห้วย เป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของพื้นที่อาศัย ฤดูกาลมีผลต่อความหนาแน่น และจำนวนชนิดสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน โดยสัตว์จะถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำไหลเร็วและแรงในช่วงฤดูฝน ทำให้ความหนาแน่นและจำนวนชนิดลดลง จำนวนชนิดและความหนาแน่นจะลดลงเล็กน้อยในฤดูแล้งเนื่องจากเป็นช่วงที่สัตว์หลายชนิดกลายเป็นตัวเต็มวัยบินไปจากลำธาร

ตารางที่ 2. ร้อยละของการกระจายของตัวอ่อนตามความเร็วของกระแสน้ำ และความลึกของระดับน้ำ (ข้อมูลรวมสองลำห้วย)

ชนิด	ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)			ความลึก
	แรง (0.97-3.48)	ปานกลาง (0.40-0.72)	ต่ำ (0.16-0.34)	(ซม.)
Cheumatopsyche spp.	11	11	78	0-3
Diplectrona sp. 1	-	70	30	1-5
Hydatomanicus klanklini	40	60	-	1-6
Hydropsyche doctersi	-	100	-	1-5
Hydropsyche (Ceratopsyche) sp. 1	40	60	-	1-6
Hydropsyche (Ceratopsyche) sp. 2	40	60	-	1-6
M. fenestratum	-	10	90	4-10
P. supalak	35	41	24	2-10

บทสรุป

1. จากการสำรวจแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2539 ถึงเดือนกันยายน 2540 พบตัวเต็มวัยแมลงวงศ์นี้รวมทั้งสิ้น 8 สกุล 16 ชนิด ห้วยหญ้าเครือพบ 7 สกุล 14 ชนิด ห้วยพรมแล้งพบ 7 สกุล 13 ชนิด
2. ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae พบจำนวนทั้งหมด 7 สกุล 9 ชนิด โดยทั้ง 9 ชนิด พบที่ห้วยพรมแล้ง ส่วนที่ห้วยหญ้าเครือพบ 7 ชนิด
3. ลักษณะของพื้นลำธาร และความเร็วกระแสน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการกระจายตัวและความชุกชุมของตัวอ่อน ภาวะน้ำหลากเป็นปัจจัยควบคุมปริมาณตัวอ่อนของ *Cheumatopsyche*, *Hydropsyche* และ *Macrostermum fenestratum* ในขณะที่ภาวะน้ำแห้งเป็นปัจจัยควบคุมปริมาณตัวอ่อนของ *Pseudoleptonema supalak*
4. สามารถเชื่อมโยงตัวอ่อน และตัวเต็มวัยได้ 6 ชนิด คือ *Diplectrona* sp. 1, *Hydropsyche* (*Ceratopsyche*) sp. 1, *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 2, *Hydatomanicus klanklini*, *M. fenestratum* และ *P. supalak*
5. ศึกษา life history ได้ 6 ชนิด คือ *Diplectrona* sp. 1 และ *Hydropsyche* (*Ceratopsyche*) sp. 2 เป็นแบบ univoltine ส่วน *H. klanklini* มีแนวโน้มเป็นแบบ univoltine สำหรับ *Hydropsyche (Ceratopsyche)* sp. 1, *M. fenestratum* และ *P. supalak* เป็นแบบ non-seasonal
6. ตัวอ่อนของ *P. supalak* เป็นชนิดเด่นของห้วยพรมแล้ง แมลงหนอนปลอกน้ำชนิดนี้ได้รับการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์โดย Prof. Dr. Hans Malicky และ ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล ในปี ค.ศ. 1998 โดยใช้ตัวอย่างตัวเต็มวัยที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็น holotype
7. ตัวอ่อนของ *Cheumatopsyche* เป็นสกุลเด่นของห้วยหญ้าเครือ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤมล แสงประดับ และ ดร. ยรรยงค์ อินทร์ม่วง ที่ให้คำแนะนำในการศึกษา อาจารย์ ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล และ Prof. Dr. Hans Malicky ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการตรวจเอกลักษณ์ตัวเต็มวัย คุณวิโรจน์ หนักแน่น หัวหน้าอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ที่กรุณาอนุญาตให้เข้าศึกษาในอุทยาน และขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539017 ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของโครงการทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการติดต่อกับโครงการ

เอกสารอ้างอิง

ชิตชล ผลารักษ์. 2538. การศึกษาเปรียบเทียบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทเบนธอสในห้วยช่างเคี่ยนและห้วยหนองหอย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นฤมล แสงประดับ และวิโรจน์ หนักแน่น. 2541. การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วารสารวิจัย มข. 3(1): 1-15.

CHANTARAMONGKOL, P. AND H. MALICKY. 1995. Drei neue asiatische *Hydromanicus* (Trichoptera: Hydropsychidae). Entomologische Zeitschrift Mit Insektenborse 105(5): 92-95.

CUMMINS, K. W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. Annual Review of Entomology 18: 183-206.

MALICKY, H. 1997a. A preliminary picture atlas for the identification of Trichoptera of Thailand. Selected topic on Trichoptera literature paper. Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand.

MALICKY, H. 1997b. Ein Beitrag zur Kenntnis asiatischer Arten der gattungen *Cheumatopsyche* Wallengren 1891 und *Potamyia* Banks 1900 (Trichoptera, Hydropsychidae). Linzer Biologische Beitraege 29(2): 1015-1055.

MALICKY, H. 1998. Ein Beitrag zur Kenntnis asiatischer Macronematini (Trichoptera, Hydropsychidae). Linzer Biologische Beitraege 30(2): 767-793.

MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1993. Neue Trichoptera aus Thailand, Teil I. Linzer Biologische Beitraege 25: 1137-1187.

MERRIT, R. W. AND K. W. CUMMINS. 1996. An introduction to the aquatic insects of north America. 3rd ed. Kandall/Hunt Publishing Company, Iowa.

PERSOONE, G. AND N. DE PAUW. 1979. System of biological indicators for water quality assess. Aspects of freshwater pollution. William Clowes Beccles Limited, Beccles and London. 39-76.

ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ LEPTOCERIDAE และ PHILOPOTAMIDAE ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ประสาท เนืองเฉลิม, วิไลลักษณ์ ไชยปะ, นฤมล แสงประดับ และ ชุติมา หาญจวณิช
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

SPECIES DIVERSITY OF LEPTOCERIDAE AND PHILOPOTAMIDAE IN PHROMLAENG AND YAKRUAE STREAMS AT NAM NAO NATIONAL PARK, THAILAND

P. Nuangchalerm, W. Chaiyapa, N. Sangpradub and C. Hanjavanit
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

This study aims to investigate species diversity and life histories of leptocerid and philopotamid caddisflies from Yakruae and Phromlaeng streams, Nam Nao National Park. Qualitative sampling has been conducted monthly from July 1998 (for Leptoceridae) and January 1999 (for Philoptamidae) to the present. *Adicella* sp. 1 and *Athripsodes* sp. 2 were found in Yakruae stream. Adults of the two previous caddisfly species as well as *Setodes* sp. 1, *Setodes* sp. 2, *Setodes* sp. 3, *Setodes* sp. 4, *Adicella* sp. 2, *Athripsodes* sp. 1 and *Triaenodes* sp. 1 were collected from Phromlaeng stream. Adults of only 4 species of the philopotamid genus, *Chimara*, were found from Yakruae stream. They were *Chimara bimbltoma, C. khamnarum, C. spinifera* and an unknown species. The caddisfly specimens were taken for at least a year. The association of larval, pupal and adult stages for identification of larvae and investigation of their life histories will be carried on.

Key words: Trichoptera, Leptoceridae, Philopotamidae, caddisflies, species diversity, life history

บทนำ

แมลงหนอนปลอกน้ำมีบทบาทและความสำคัญต่อระบบนิเวศน้ำ เช่น การเป็นอาหารของสัตว์น้ำชนิดอื่น (Fuller, 1996) การหมุนเวียนแร่ธาตุและพลังงานในแหล่งน้ำ (Morse *et al.*, 1994) ในปัจจุบันได้มีการนำแมลงน้ำกลุ่มนี้มาใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ (Rosenberg and Resh, 1993) การศึกษาเกี่ยวกับแมลงกลุ่มนี้มีอยู่อย่างจำกัด (ศุภฤกษ์, 2538; นฤมลและวิโรจน์, 2541; Sangpradub *et al.*, 1996) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดและ life history ของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae และ Philopotamidae ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว เนื่องจากอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญหลายสายและได้มีการศึกษาแมลงน้ำกลุ่มนี้บ้างแล้ว (อิสระ, 2537; ประสาท, 2540; วิไลลักษณ์, 2540; จันดา, 2541) ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลร่วมในการจัดการทรัพยากรต้นน้ำต่อไป

พื้นที่ศึกษา

ห้วยหญ้าเครือ เป็นลำธารลำดับที่สองของลำน้ำเชิญ มีต้นกำเนิดจากผืนป่าทางทิศเหนือของที่ทำการอุทยานฯ น้ำจะไหลมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปรวมกับห้วยมดและห้วยจาน ก่อนที่จะไหลไปรวมกันเป็นลำน้ำเชิญ บริเวณที่ทำการศึกษาตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 16° 44′ 19.7″ เหนือ และเส้นแวงที่ 101° 34′ 26.4″ ตะวันออก ระดับความสูง 840 เมตรจากระดับน้ำทะเล ระยะทางประมาณ 100 เมตร เริ่มจากทางแยกของลำห้วยถึงบริเวณที่กางเต็นท์ พื้นลำธารประกอบด้วยพื้นที่อาศัย (substrate) หลายลักษณะประกอบด้วย ดิน, กรวด, หิน, ลานหิน บางบริเวณมีการสะสมเศษซากใบไม้ พืชปกคลุมลำธารประมาณร้อยละ 70 แสงแดดสามารถส่องถึงลำธารได้ประมาณร้อยละ 30

ห้วยพรมแล้ง เป็นลำธารลำดับที่สามของลำน้ำพรม ตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ 16° 38′ 24.2″ เหนือ และเส้นแวงที่ 101° 34′ 52.9″ ตะวันออก ระดับความสูง 720 เมตรจากระดับน้ำทะเล พื้นลำธารประกอบด้วยพื้นที่อาศัยประกอบด้วย ดิน, กรวด, หิน, ลานหินกว้าง มีการสะสมเศษซากใบไม้น้อยกว่าห้วยหญ้าเครือ พืชปกคลุมลำธารประมาณร้อยละ 10 แสงแดดสามารถส่องถึงลำธารได้ประมาณร้อยละ 70

วิธีการ

เก็บตัวอย่างระยะตัวเต็มวัย โดยใช้แสงไฟล่อเดือนละครั้งเป็นระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2541 ถึงมิถุนายน 2542 ส่วนตัวอย่างระยะตัวอ่อนและระยะดักแด้เก็บในทุกแหล่งอาศัยเดือนละครั้ง ดองตัวอย่างแมลงที่เก็บได้ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 และทำการศึกษาปัจจัยทางฟิสิกส์และเคมีของลำธารทั้งสองแห่งทุกครั้งของการเก็บตัวอย่างด้วย นำตัวอย่างที่ได้มาศึกษาที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยาน้ำจืด ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตรวจเอกลักษณ์พร้อมทั้งวาดรูปทางด้านสัณฐานวิทยาและอธิบายลักษณะของแมลงแต่ละชนิด

ผลการวิจัย

พบระยะตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae ทั้งหมด 4 สกุล 9 ชนิด ที่ห้วยหญ้าเครือพบเพียง 2 ชนิด คือ *Adicella* sp. 1 และ *Athripsodes* sp. 2 ที่ห้วยพรมแล้งพบทั้งหมด 8 ชนิด คือ *Setodes* sp. 1, *Setodes* sp. 2, *Setodes* sp. 3, *Setodes* sp. 4, *Adicella* sp. 2, *Athripsodes* sp. 1, *Athripsodes* sp. 2, และ *Triaenodes* sp. 1 ส่วนระยะตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Philopotamidae พบ 1 สกุล 4 ชนิด คือ *Chimara bimbltoma*, *C. khamanurum C. spinifera* และยังไม่สามารถระบุชนิดได้อีกหนึ่งชนิด ที่ห้วยหญ้าเครือพบทั้งหมด 4 ชนิด ส่วนที่ห้วยพรมแล้งพบเพียง 2 ชนิดแรก

บทวิจารณ์

การเก็บตัวอย่างในระยะตัวอ่อนมีอุปสรรคเกี่ยวกับกระแสน้ำที่ไหลแรงมากเกินไปในช่วงฤดูน้ำหลาก ทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ และแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae เมื่อเข้าระยะดักแด้ส่วนใหญ่จะทิ้งคราบออกจากปลอกทำให้การเชื่อมโยงระหว่างตัวอ่อนกับดักแด้และดักแด้กับตัวเต็มวัยเป็นไปได้ยาก (Wiggins, 1996)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541071 และ BRT 541072 ขอขอบคุณ คุณวิโรจน์ หนักแน่น หัวหน้าอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวที่อนุญาตให้เข้าไปทำการศึกษาในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

เอกสารอ้างอิง

จันดา วงศ์สมบัติ. 2541. ผลกระทบจากการถางป่าริมฝั่งลำธารต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นฤมล แสงประดับ และวิโรจน์ หนักแน่น. 2541. การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วารสารวิจัย มข. 3(1): 1-15.

ประสาท เนืองเฉลิม. 2540. ความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Stenopsychidae ในบริเวณลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. โครงงานวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิไลลักษณ์ ไชยปะ. ความหลากวงศ์ของแมลงในอันดับ Coleoptera Ephemeroptera Plecoptera และ Trichoptera ในสองลำธารของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. โครงงานวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์. 2538. การสำรวจแมลงบริเวณป่าพรุของจังหวัดภูเก็ต. วารสารสงขลานครินทร์ 17(3): 299-311.

อิสระ ธานี. 2537. การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. ซีเนียร์โปรเจค ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

FULLER, T. 1996. Underwater flies for ttrout. Ragged Mountain Press, Maine. 179 p.

MORSE, J. C., Y. LIANFANG AND T. LIXIN. 1994. Aquatic insect of China useful for monitoring water quality. Hohai University Press, Nanjing.

ROSENBERG, D. M. AND V. H. RESH. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York. 488 p.

SANGPRADUB, N., Y. INMOUNG, C. HANJAVANIT AND U. INMOUNG. 1996. A correlation study between freshwater benthic macroinvertebrate fauna and environmental quality factors in Pong basin Thailand, Part I. Distribution and community structure of aquatic macroinvertebrate analyses. Khon Kaen University, Thailand.

WIGGINS, G. B. 1996. Larvae of the north America caddisfly genera (Trichoptera). 2nd ed. University of Toronto Press, Canada. 457 p.

ความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ LEPTOPHLEBIIDAE ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว

อลงกรณ์ ผาผง, นฤมล แสงประดับ และ ชุติมา หาญจวนิช
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

SPECIES DIVERSITY OF MAYFLIES (EPHEMEROPTERA: LEPTOPHLEBIIDAE) IN YAKRUEA AND PHROMLAENG STREAMS AT NAM NAO NATIONAL PARK

A. Phaphong, N. Sangpradub and C. Hanjavanit
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Qualitative sampling of Leptophlebiidae (Ephemeroptera) from two streams of Nam Nao National Park, Yakruea and Phromlaeng, was conducted monthly from July 1998 to April 1999. Two genera and 3 species of mayfly larvae inhabited the Yakruea stream, whereas in the Phromlaeng stream, 3 genera and 4 species were found. *Thraulus* sp. 1, *Thraulus* sp. 2 and *Choroterpes* (*Euthraulus*) larvae were found in both streams, but *Habrophlebiodes* was present only in the Phromlaeng stream. Adults of 2 genera and 4 species of mayflies were found in Yakruea stream, whereas 3 genera and 5 species were collected from the Phromlaeng stream. Adults of *Thraulus, Choroterpes* (*Euthraulus)* sp. 1, *Choroterpes* (*Euthraulus)* sp. 2 and *Choroterpes* (*Euthraulus)* sp. 3 were found in both streams, but *Habrophlebiodes* occurred only in the Phromlaeng stream. In both streams, *Thraulus* sp. 1 was the most abundant mayfly larva, but the most abundant adult was *Choroterpes* (*Euthraulus)* sp. 1. Research is still in progress.

Key words: Leptophlebiidae, Ephemeroptera, Nam Nao National Park, species diversity

บทนำ

แมลงชีปะขาวเป็นแมลงในอันดับ Ephemeroptera ซึ่งเป็นกลุ่มที่สำคัญของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ใช้ชีวิตส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อน อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ จากนั้นจะลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยมีปีกบินได้ ทำหน้าที่ผสมพันธุ์และวางไข่ จากนั้นตัวเต็มวัยก็ตายภายใน 24 ชั่วโมง หรือ 2-3 วันหลังจากวางไข่ (Brittain, 1982)

แมลงชีปะขาวมีกระจายอยู่ในแหล่งน้ำจืด ตัวอ่อนเป็นอาหารที่สำคัญของปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่กว่า ส่วนตัวมันเองกินสาหร่าย ตะไคร่น้ำ ซากพืชซากสัตว์เล็ก ๆ เป็นอาหาร ดังนั้น ถือว่าเป็นผู้ถ่ายทอดพลังงานที่สำคัญจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภคขั้นทุติยภูมิ (Filter and Manuel, 1986)

ตัวอ่อนมักพบอยู่ในบริเวณที่เป็นน้ำสะอาดมากมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่สูง (Brittain, 1982) เนื่องจากแมลงชีปะขาวมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ในหลาย ๆ ประเทศในทวีปยุโรป และอเมริกาเหนือจึงนิยมนำตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมาใช้เป็นดัชนีชีวภาพร่วมกับตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) และ ตัวอ่อนสโตนฟลาย (Plecoptera) สำหรับการติดตามคุณภาพน้ำ (Plafkin *et al.*, 1989)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทราบความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในลำธารห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาตินำ้หนาว

พื้นที่ศึกษา

ห้วยหญ้าเครือเป็นลำธารลำดับที่ 2 ของลำน้ำเชิญ บริเวณที่ศึกษาตั้งอยู่อยู่เส้นรุ้งที่ 16° 44' 19.7" เหนือ และเส้นแวงที่ 101° 34' 26.4" ตะวันออก อยู่สูง 840 เมตรจากระดับน้ำทะเล ระยะทางที่ศึกษา 500 เมตร พื้นลำธารประกอบด้วยกรวด (gravel) 55%, ลานหิน (bed rock) 20% ที่เหลือประกอบด้วย หินขนาดใหญ่กว่า 25 เซนติเมตร (boulder), หินขนาด 5-25 เซนติเมตร (cobble), หินขนาดเล็กกว่า 5 เซนติเมตร (pebble) และทรายคละกันไป บางบริเวณมีการสะสมของเศษซากใบไม้ มีพืชปกคลุมลำธารหลายชนิด ทั้งไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม รวมทั้งพวกเฟิร์น และหญ้าถอดปล้อง น้ำในลำธารปกติจะใส ยกเว้นบางบริเวณที่ได้รับการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ในกิจกรรมของมนุษย์ น้ำจะค่อนข้างขุ่นและมีฟอง บริเวณที่ศึกษามีน้ำตลอดปี

ห้วยพรมแล้งเป็นลำธารลำดับที่ 3 ของลำน้ำพรม บริเวณที่ศึกษาตั้งอยู่ เส้นรุ้งที่ 16° 38' 24.2" เหนือ และเส้นแวงที่ 101° 34' 52.9" ตะวันออก อยู่สูง 720 เมตรจากระดับน้ำทะเล ระยะทางที่ศึกษา 200 เมตร พื้นลำธารประกอบด้วยลานหินกว่า 80% ที่เหลือประกอบไปด้วยหินขนาดใหญ่, หินขนาดเล็ก, กรวด และทรายปะปนกันอยู่ บางบริเวณมีการสะสมของเศษซากใบไม้ บริเวณริมฝั่งลำธารมีพืชพวกไม้ยืนต้นปกคลุมหลายชนิด น้ำในลำธารใส และมีน้ำตลอดปี

วิธีการ

เก็บตัวอย่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจากห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้งเป็นเวลา 10 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนเมษายน 2542 และศึกษาปัจจัยทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำในลำธารที่ศึกษาด้วย การเก็บตัวอย่างตัวเต็มวัยใช้กับดักแสงไฟอัลตราไวโอเลตล่อในตอนกลางคืน นำตัวอย่างที่เก็บได้ดองด้วยเอทิลแอลกอฮอลล์ความเข้มข้น 70% จากนั้นนำมาศึกษาด้านอนุกรมวิธานในห้องปฏิบัติการ

ผลการวิจัย

ศึกษาความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวทุกเดือนระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนเมษายน 2542 พบตัวอ่อนที่ห้วยหญ้าเครือ 2 สกุล 3 ชนิด ห้วยพรมแล้ง 3 สกุล 4 ชนิด พบตัวเต็มวัยที่ห้วยหญ้าเครือ 2 สกุล 4 ชนิด ห้วยพรมแล้ง 3 สกุล 5 ชนิด โดยชนิดที่พบจะต่างกัน (ตารางที่ 1) ตัวอ่อนจะพบ *Thraulus* sp. 1 มากที่สุด ส่วนตัวเต็มวัยจะพบ *Choroterpes (Euthraulus)* sp. 1 มากที่สุด โดยตัวเต็มวัยจะพบน้อยในเดือนกรกฎาคม, สิงหาคม และกันยายน ซึ่งเป็นเดือนที่มีฝนตกมาก ส่วนตัวเต็มวัยพบจำนวนตัวมากที่สุดในเดือนกันยายน โดยพบว่าตัวอ่อนแมลงชีปะขาวกลุ่มนี้จะชอบอาศัยอยู่ใต้ก้อนหินขนาด 5-25 เซนติเมตรมากที่สุด และพบบ้างตามก้อนหินขนาดเล็ก และหินขนาดใหญ่กว่า 25 เซนติเมตร

ตารางที่ 1. ชนิดของตัวอ่อน และตัวเต็มวัยแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ที่พบในห้วยหญ้าเครือ และห้วยพรมแล้ง

ชนิดที่พบ	ห้วยหญ้าเครือ		ห้วยพรมแล้ง	
	ตัวอ่อน	ตัวเต็มวัย	ตัวอ่อน	ตัวเต็มวัย
Choroterpes (Euthraulus)	+	-	+	-
C. sp. 1	-	+	-	+
C. sp. 2	-	+	-	+
C. sp. 3	-	+	-	+
Habrophlebiodes	-	-	+	+
Thraulus	-	+	-	+
T. sp. 1	+	-	+	-
T. sp. 2	+	-	+	-

หมายเหตุ: + หมายถึง พบ, - หมายถึง ไม่พบ

เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางฟิสิกส์ และทางเคมีของน้ำ พบว่าค่า conductivity, TDS, pH, อุณหภูมิน้ำ และค่าความลึกที่วัดได้ของน้ำทั้งสองลำห้วยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ (DO) โดยพบว่าที่ห้วยพรมแล้งมีค่าสูงกว่าห้วยหญ้าเครืออย่างมีนัยสำคัญ ($F_{1,53}$=6.9603; $p<0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการพัฒนาความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541073 และขอขอบคุณ คุณวิโรจน์ หนักแน่น หัวหน้าอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ที่อนุญาตให้เข้าศึกษาในอุทยาน

เอกสารอ้างอิง

BRITTAIN, E. J. 1982. Biology of mayflies. Ann. Rev. Entomol. 27: 119-147.

FILTER, R. AND R. MANUEL. 1986. The freshwater life of Britain and North West Europe. Collins Grafton Street London 75: 1-34.

PLAFKIN, J. L., M. T. BARBOUR, K. D. PORTEO, S. K. GROSSOR AND R. M. HUNGHES. 1989. The concept of biomonitoring rapid bioassessment. Protocols for use in stream and river. Benthic Macroinvertebrates and Fish 2(1): 2-14.

ความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่ง และแหล่งน้ำไหล

ศิริพร แซ่เฮง, นฤมล แสงประดับ และ ชุติมา หาญจวณิช
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

SPECIES DIVERSITY OF FRESHWATER BUGS (O. HEMIPTERA: INSECTA) IN LENTIC AND LOTIC HABITATS

S. Saeheng, N. Sangpradub and C. Hanjavanit
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Lentic and lotic freshwater bugs (Hemiptera) were sampled each month from Sakonnakorn province from July 1998 to April 1999. A total of 10 families, 20 genera and 22 species of aquatic bug were found. Lentic bugs were more diverse than lotic bugs. Ten families, 15 genera and 15 species of freshwater bugs occurred in the lentic habitat, whereas 4 families, 7 genera and 9 species were found in the lotic habitat. Except for *Microvelia* sp. and *Cercotmetus* sp., which inhabited both habitats, the species composition of bugs was very different in the two habitats. *Rhyacobates imadatei* Andersen and Chen and *Chenevelia stridulans* Zettel were abundant in the lentic habitat, whereas *Limnometra matsudai* Chen and Zettel were abundant in the lotic habitat.

Key words: Hemiptera, lentic, lotic, freshwater bugs, species diversity

บทนำ

มวนน้ำจืดเป็นแมลงน้ำในอันดับ Hemiptera ซึ่งเป็นแมลงน้ำกลุ่มใหญ่กลุ่มหนึ่ง (Fitter and Manuel, 1986) พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำโดยเฉพาะบริเวณน้ำนิ่ง มีน้อยชนิดที่พบในบริเวณน้ำไหลแรง นอกจากนี้อาจพบในบ่อน้ำพุร้อน บ่อที่มีพืชขึ้นปกคลุม มีทั้งชนิดที่อยู่ในน้ำและบริเวณริมฝั่ง (McCafferty, 1981) โดยทั่วไปตัวอ่อน (nymph) และตัวเต็มวัย (adult) ของมวนน้ำจืดจะอาศัยและเคลื่อนที่อยู่บนผิวน้ำ (Fitter and Manuel, 1986) เนื่องจากมีน้ำหนักตัวเบาและน้ำมีแรงตึงผิว (Leyi *et al.*, 1984) ที่สำคัญคือขาของมวนน้ำจืดมีขนขนาดเล็กที่เรียกว่า pile อยู่ที่ tarsi และ tibia ซึ่งจะแผ่ไปบนผิวน้ำทำให้เกาะอยู่บนผิวน้ำได้ (Polhemus, 1988) มวนน้ำจืดเป็นตัวห้ำ (predator) ที่มีประโยชน์ในการควบคุมศัตรูธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ มีปากแบบเจาะดูดใช้ดูดกินของเหลวจากลำตัวของเหยื่อ บางชนิดใช้เป็นแหล่งอาหารของมนุษย์ เช่น แมลงดานา มวนตะพาบ เป็นต้น

การศึกษาการกระจายตัวและชนิดของมวนน้ำจืดแพร่หลายในทวีปอเมริกาและยุโรป ส่วนในทวีปเอเชียมีรายงานการศึกษาในประเทศมาเลเซีย (Cheng and Fernando, 1969) สิงค์โปร์ (Fernando and Cheng, 1963; Cheng, 1967) สาธารณรัฐประชาชนจีน (Leyi *et al.*, 1984) และอินเดีย (Tonapi, 1957; Tonapi and Karandikar, 1961 อ้างตาม Cheng, 1967) สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาโดยนักวิจัยต่างชาติจากประเทศต่าง ๆ ซึ่งมีแผนการจัดทำ monograph มวนน้ำของประเทศไทยในอนาคตแต่ยังไม่ปรากฏผลงานตีพิมพ์ของนักวิชาการไทย ทั้งนี้อาจเนื่องจากการขาดแคลนเอกสารประกอบการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน ปัจจุบันภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้เก็บรวบรวมตัวอย่างอ้างอิงของมวนน้ำจืดจำนวนหนึ่งแล้ว การศึกษาครั้งนี้นอกจากจะทำให้ทราบข้อมูลความหลากชนิดเพิ่มเติมแล้วยังจะให้ได้ตัวอย่างอ้างอิงเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าด้านมวนน้ำจืดของประเทศไทยในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

อ่างเก็บน้ำในเขตอำเภอพนานิคม กิ่งอำเภอภูพาน และอำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร จำนวน 13 แหล่ง และลำธารในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร อีก 3 ลำธาร

วิธีการ

การเก็บข้อมูล และ การตรวจเอกลักษณ์ของมวนน้ำจืด

เก็บตัวอย่างมวนน้ำจืดจากผิวน้ำ และในน้ำ ด้วยวิธีเชิงคุณภาพทุกเดือนเป็นเวลา 10 เดือน (เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนเมษายน 2542) จากแหล่งน้ำ 2 ประเภท คือ แหล่งน้ำไหลและแหล่งน้ำนิ่งในพื้นที่จังหวัดสกลนคร นำตัวอย่างที่ได้มาดองด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70% บันทึกปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ, ความลึกของน้ำ, อุณหภูมิของน้ำ, ปริมาณออกซิเจนละลาย, การนำไฟฟ้าของน้ำ, ความเป็นกรดด่าง ฯลฯ ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่าง พร้อมทั้งบันทึกสภาพแวดล้อมทั่วไปของแหล่งน้ำ เก็บรวบรวมตัวอย่างตัวเต็มวัยของมวนน้ำจืดจากแหล่งน้ำทั้งสองแบบไว้ที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อทำการตรวจเอกลักษณ์ เมื่อได้ชื่อวิทยาศาสตร์แล้วจะได้จัดส่งตัวอย่างมวนน้ำจืดที่ยังไม่มีตัวอย่างอ้างอิงใน collection ของภาควิชาฯ ไปยังพิพิธภัณฑ์ต่างประเทศเพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการตรวจเอกลักษณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่ออธิบายความผันแปรของจำนวนชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (correlation) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพของน้ำ ลักษณะแหล่งอาศัย และมวนที่พบ ใช้กระบวนการสถิติเชิงซ้อน (multivariate analysis) ในโปรแกรม PATN (Belbin, 1995) เพื่อวิเคราะห์แบบแผนการจัดกลุ่มและการจัดอันดับสถานีต่าง ๆ จากข้อมูลทางด้านปัจจัยกายภาพของน้ำและลักษณะแหล่งอาศัย

ผลการวิจัย

เปรียบเทียบความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลในพื้นที่ศึกษาทุกเดือน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนเมษายน 2542 พบมวนน้ำจืดทั้งหมด 10 วงศ์ 20 สกุล 22 ชนิด (ตารางที่ 1) ในแหล่งน้ำนิ่งพบ 10 วงศ์ 15 สกุล 15 ชนิด ส่วนแหล่งน้ำไหลพบ 4 วงศ์ 7 สกุล 9 ชนิด ทั้งสองแหล่งอาศัยพบชนิดของมวนน้ำจืดแตกต่างกัน ยกเว้น 2 ชนิดที่พบร่วมกันคือ *Microvelia* sp. และ *Cercotmetus* sp. ในแหล่งน้ำนิ่งพบ *Rhyacobates imadatei* Andersen and Chen และ *Chenevelia stridulans* Zettel มากที่สุด ส่วนแหล่งน้ำไหลพบ *Limnometra matsudai* Chen and Zettel มากที่สุด พบมวนน้ำจืดน้อยในเดือนมีนาคม และเดือนเมษายน เนื่องจากระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำของแหล่งน้ำนิ่งลดลง และพืชที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ ได้แก่ จอกมีการตายเกิดขึ้น และน้ำแห้งในพื้นแหล่งน้ำไหล

ตารางที่ 1. วงศ์และชนิดของมวนน้ำจืดที่พบในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล

แหล่งน้ำนิ่ง		แหล่งน้ำไหล	
วงศ์	ชนิด	วงศ์	ชนิด
Gerridae	*Rhyacobates imadatei* Andersen and Chen	Gerridae	*Limnometra matsudai* Chen and Zettel
	Onychotrechus sp.		*Cylindrostethus* sp.
	Ptilomera turberculatus Esaki		*Rhagadotarsus* sp.
	Metrocoris sp.		
Veliidae	*Chenevelia stridulans* Zettel	Veliidae	*Strongylovelia* sp. 1
	Microvelia sp.		*S.* sp. 2
			S. sp. 3
			Microvelia sp.
Nepidae	*Ranatra* sp.	Nepidae	*Cercotmetus* sp.
	Cercotmetus sp.		
Notonectidae	*Walambianisops* sp.	Notonectidae	*Nychia* sp.
Pleidae	*Paraplea* sp.		
Corixidae	*Micronectra* sp.		
Mesoveliidae	*Mesovelia* sp.		
Naucoridae	ยังไม่ทราบชนิด		
Helotrephidae	*Distotrephes Polhemus*		
Hydrometridae	*Hydrometra* sp.		

บทวิจารณ์

ความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลที่พบมีความแตกต่างกันมาก ทั้งในระดับวงศ์ ระดับสกุล และระดับชนิด ในแหล่งน้ำนิ่งพบ 10 วงศ์ 15 สกุล และ 15 ชนิด ในขณะที่แหล่งน้ำไหลพบ 4 วงศ์ 7 สกุล และ 9 ชนิด นอกจากนี้พบว่ามีมวนน้ำจืดเพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่เหมือนกันในทั้งสองแหล่งน้ำ คือ *Microvelia* sp. และ *Cercotmetus* sp. เมื่อเปรียบเทียบชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำไหลระหว่างลำธารในอุทยานแห่งชาติภูพานกับลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (ศิริพร, 2540) พบว่าลำธารในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวพบมวนน้ำจืด 5 วงศ์ 26 ชนิด ซึ่งมีความหลากชนิดสูงกว่าลำธารในอุทยานแห่งชาติภูพานซึ่งพบเพียง 4 วงศ์ 9 ชนิด มวนน้ำจืดที่พบในอุทยานแห่งชาติภูพานเหมือนกับที่พบในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวถึง 7 ชนิด ได้แก่ *Limnometra matsudai* Chen and Zettel, *Rhagadotarsus* sp., *Strongylovelia* sp. 1, *S.* sp. 2, *S.* sp. 3, *Microvelia* sp. และ *Nychia* sp. และมวนน้ำจืด 2 ชนิดที่ไม่พบในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวแต่พบในอุทยานแห่งชาติภูพาน คือ *Cylindrostethus* sp. และ *Cercotmetus* sp.

บทสรุป

เมื่อเปรียบเทียบความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร พบว่า แหล่งน้ำนิ่งมีความหลากชนิดของมวนน้ำจืดสูงกว่าในแหล่งน้ำไหล แหล่งน้ำนิ่งพบ 10 วงศ์ 15 สกุล 15 ชนิด ส่วนแหล่งน้ำไหลพบ 4 วงศ์ 7 สกุล 9 ชนิด และชนิดของมวนที่พบมีความแตกต่างกันด้วย ยกเว้นมวนชนิด *Microvelia* sp. และ *Cercotmetus* sp. ที่พบทั้งสองแหล่งน้ำ

ในแหล่งน้ำไหล พบว่ามวนน้ำจืดที่พบในลำห้วยพรมแล้งและลำห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวมีความหลากชนิดสูงกว่าในจังหวัดสกลนคร แต่มีชนิดของมวนที่พบเหมือนกันทั้งสองสถานที่ 7 ชนิด ยกเว้นเพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่พบเฉพาะลำธารในอุทยานแห่งชาติภูพาน และ 19 ชนิดพบเฉพาะลำธารในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541074

เอกสารอ้างอิง

ศิริพร แซ่เฮง. 2540. ความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. โครงงานวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

BELBIN, L. 1995. PATN pattern analysis package. Division of Wildlife and Ecology, Commonwealth Scientific and Research Organisation, Australia. 220 p.

CHENG, L. 1967. Studies on the biology of the Gerridae (Hemiptera, Heteroptera) II. The life history of *Metrocoris tenuicornis* Esaki. Entomologist's Monthly Magazine 102: 273-282.

CHENG, L. AND C. H. FERNANDO. 1969. A taxonomic study of the Malayan Gerridae (Hemiptera: Heteroptera) with notes on their biology and distribution. Oriental Insects 3(2): 97-160.

FERNANDO, C. H. AND L. CHENG. 1963. A guide to Malayan water bugs (Hemiptera-Heteroptera) with keys to the genera. Department of Zoology, University of Singapore. 34 p.

FITTER, R. AND R. MANUEL. 1986. Collins field guide to freshwater life of Britain and North West Europe. London. 380 p.

LEYI, Z., C. PINPING, L. GUOQUING AND R. SHUZHI. 1984. Aquatic and semiaquatic Hemiptera. In MORSE, J. C., Y. LIANFANG AND T. LIXIN (eds.), Aquatic insects of China useful for monitoring water quality. Hohrsity Press and Nanjing Agricultural University, Nanjing. 570 p.

MCCAFFERTY, W. P. 1981. Aquatic entomology. Jones and Bartlett Publishers, Boston. 448 p.

POLHEMUS, J. T. 1988. Aquatic and semiaquatic Hemiptera. In MERRITT, R. W. AND K. W. CUMMINS (eds.), An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt, Iowa. 722 p.

การศึกษาความหลากหลายทางชีววิทยาของประชากรหิ่งห้อยในบริเวณที่สูงและที่ราบ

อัญชนา ท่านเจริญ และ สังวรณ์ กิจทวี

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพ 10400

ABSTRACT

STUDY ON BIODIVERSITY OF FIREFLY POPULATIONS FROM HIGHLAND AND LOWLAND HABITATS

A. Thancharoen and S. Kitthawee

Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

A study of biodiversity and ecology was conducted on highland and lowland fireflies. The diversity of firefly species was recorded in each season from June 1998 through to April 1999. Highland fireflies found at Orchid Waterfall in Khao Yai National Park consisted of 10 species in 4 genera - *Luciola* (4 species), *Diaphanes* (3 species), *Pyrocoelia* (1 species), and *Lamprigera* (2 species). Three species in 2 genera were collected from lowland habitats. The three species of lowland fireflies-*Pteroptyx malaccae*, *P. valida* and *Luciola brahmina*-were found in brackish water habitats in Samutprakarn and Samutsongkram. Only one species, *L. brahmina,* was found in a freshwater habitat, at Nakornpathom. Most species of fireflies that were collected are habitat specific. They are associated with wetlands, tidal areas or highland forests. The highland habitat had the highest species diversity. Many species in the highlands live in the same habitat but they have different flash patterns, color of light, flight behavior, micro-habitat preferences and seasons. These differences may be related to mate recognition in these species. Different highland species appeared at different times of the year under different circumstances; therefore, several environmental factors-temperature, relative humidity, rainfall and salinity-were investigated for relationships with firefly populations. These relationships will be presented in the next report.

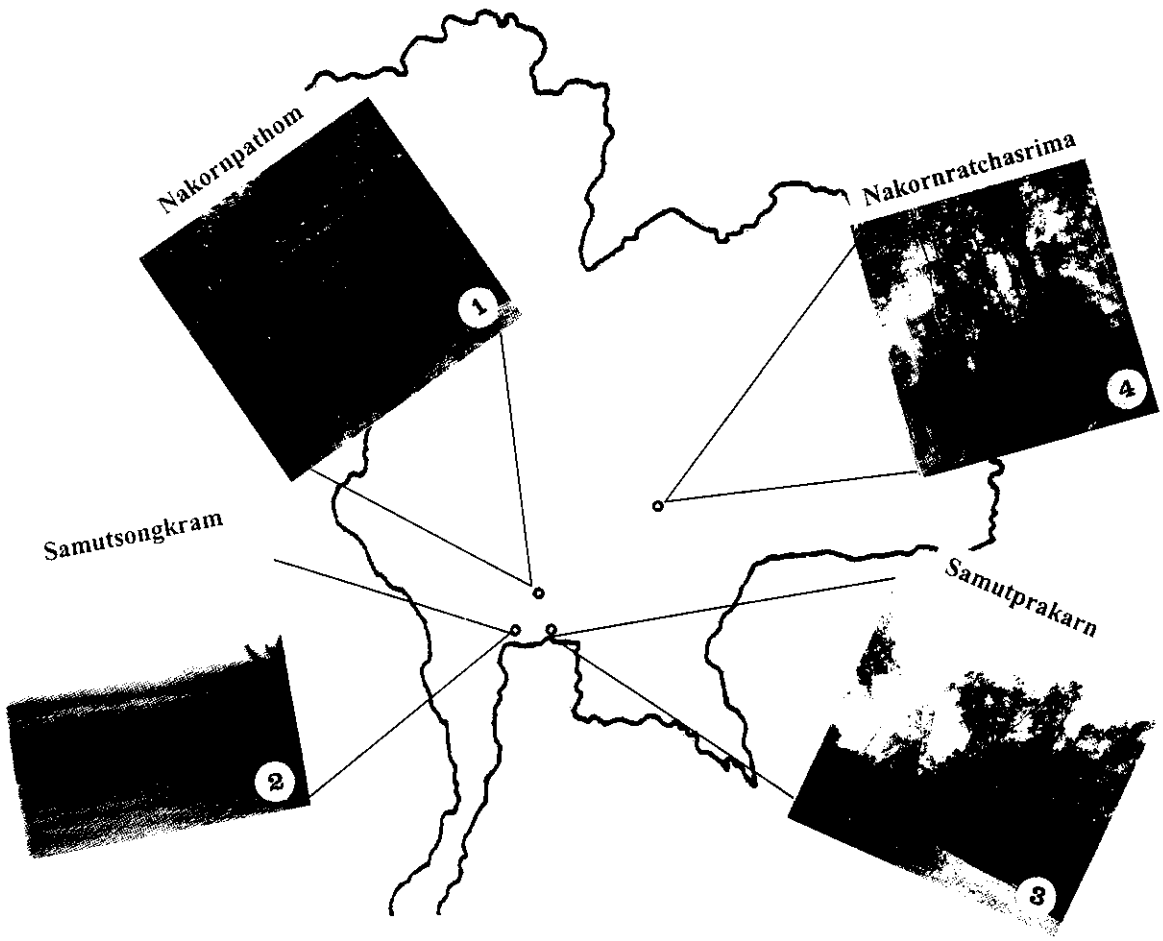
Key words: Lampyridae, firefly, ecology, diversity

บทนำ

หิ่งห้อยเป็นแมลงกลางคืนที่มีลักษณะเด่น คือ สามารถผลิตแสงได้จากด้านท้องของส่วนปลายลำตัว จัดอยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Lampyridae มีหิ่งห้อยมากกว่า 2,000 ชนิดกระจายในแต่ละภูมิภาคของโลก ซึ่งแต่ละชนิดมีนิเวศวิทยาและพฤติกรรมแตกต่างกันออกไป บางชนิดพบในแหล่งน้ำจืด เช่น *Pyractomena lucifera* (Buschman, 1984) และ *Luciola* sp. (สมหมายและอุ่น, 2539) บางชนิดพบในแหล่งน้ำกร่อย บริเวณริมแม่น้ำ หรือริมทะเล เช่น *Pteroptyx malaccae* และ *Pteroptyx valida* (Lloyd *et al.*, 1989) มีหิ่งห้อยหลายชนิดที่พบบริเวณที่สูง ตัวอ่อนอาศัยบนดิน เช่น *Pyractomena borelis* (Lloyd, 1997) หิ่งห้อยมีการปรับพฤติกรรมทั้งในระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัยให้เหมาะสมเพื่อสามารถดำรงชีวิตอยู่ในระบบนิเวศที่แตกต่างกันได้ ซึ่งแสดงให้เห็นชัดว่าระบบนิเวศที่แตกต่างกันจะก่อให้เกิดความแตกต่างกันของชนิดและพฤติกรรมหิ่งห้อย (Buschman, 1984; Lloyd, 1997; Ohba *et al.*, 1993) ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนที่มีความหลากหลายของระบบนิเวศสูง ดังนั้นน่าจะมีความหลากหลายของชนิดหิ่งห้อยสูงเช่นกัน แต่ข้อมูลหิ่งห้อยในประเทศไทยมีไม่มากนัก ในขณะที่หิ่งห้อยหลายชนิดกำลังลดจำนวนลงและหมดไปในหลายท้องถิ่น ดังนั้นการศึกษาเชิงนิเวศวิทยาของหิ่งห้อยจึงน่าจะเป็นแนวทางนำไปสู่การอนุรักษ์ และนำหิ่งห้อยมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ต่อไป

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาในพื้นที่สูงได้ทำที่บริเวณน้ำตกผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 680 เมตร มีระบบนิเวศที่สมบูรณ์ประกอบด้วยพื้นที่ป่า ลำธาร มีแหล่งอาหารที่สมบูรณ์สำหรับตัวอ่อนหิ่งห้อย ส่วนในพื้นที่ราบได้ทำการศึกษาในพื้นที่ 2 ลักษณะ คือ 1) บริเวณน้ำกร่อยริมแม่น้ำได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลหนุน พบต้นไม้ในป่าชายเลน เช่น ต้นจาก และต้นลำพู ซึ่งสามารถพบหิ่งห้อยรวมกลุ่มกันเป็นจำนวนมาก ได้ทำการศึกษาบริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยา จ. สมุทรปราการ และบริเวณริมแม่น้ำแม่กลอง จ. สมุทรสงคราม และ 2) บริเวณแหล่งน้ำจืดจากแหล่งน้ำนิ่งขนาดประมาณ 200X300 ตารางเมตร ในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา จ. นครปฐม



ภาพที่ 1. ลักษณะพื้นที่วิจัยทั้ง 4 บริเวณ คือ 1) แหล่งน้ำจืด จ. นครปฐม, 2) พื้นที่ริมแม่น้ำแม่กลอง จ. สมุทรสงคราม, 3) ริมแม่น้ำเจ้าพระยา จ. สมุทรปราการ และ 4) ป่าบริเวณที่สูง อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จ. นครราชสีมา

วิธีการ

ภาคสนาม

ออกสำรวจหิ่งห้อยในพื้นที่วิจัยทั้ง 4 แห่ง ทุกเดือน เดือนละ 2 คืน โดยเริ่มตั้งแต่พระอาทิตย์ตกดิน เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับพื้นที่วิจัย ใช้สวิงปากกว้างจับหิ่งห้อยแล้วถ่ายใส่ขวดพลาสติกใสเล็ก ๆ เพื่อบันทึกชนิด, วัย, เพศ, จำนวน, และลักษณะพื้นที่อาศัย เมื่อทำการวิจัยเสร็จแล้วจึงปล่อยหิ่งห้อยคืนสู่ธรรมชาติ เก็บตัวอย่างหิ่งห้อยจำนวนหนึ่งเพื่อจำแนกชนิดและเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

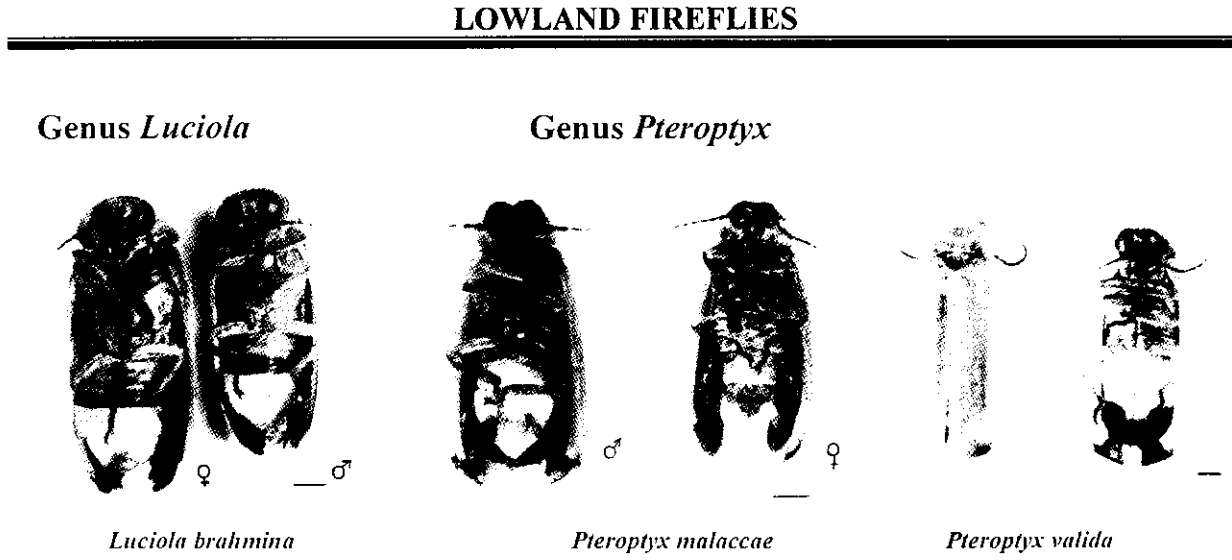
ห้องปฏิบัติการ

ศึกษาวัฏจักรชีวิตของหิ่งห้อยโดยนำตัวอย่างหิ่งห้อยทั้งระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยที่เก็บจากพื้นที่วิจัยมาเลี้ยงในกล่องพลาสติกใสที่มีช่องระบายอากาศ ให้สำลีชุบน้ำผึ้งเป็นอาหารสำหรับตัวเต็มวัย เตรียมสำลีชุบน้ำพอหมาดห่อด้วยกระดาษทิชชูอย่างหนาใส่ในกล่องเพื่อเป็นที่สำหรับตัวเมียวางไข่และที่อาศัยของตัวอ่อนเมื่อไข่ฟัก ให้ชิ้นเนื้อหอยทากเป็นอาหารสำหรับตัวอ่อน รักษาความชื้นและความสะอาดในกล่อง บันทึกระยะเวลาการพัฒนา, รูปร่าง, และ

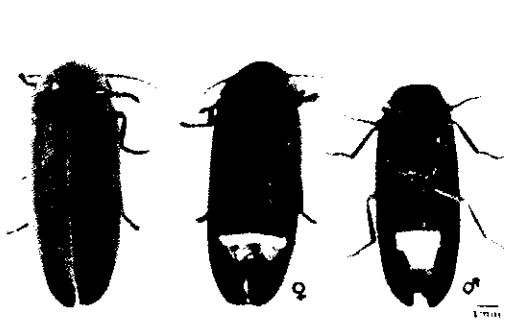
พฤติกรรมของหิ่งห้อยแต่ละระยะ นำข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ปริมาณน้ำฝน, และความเค็มมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการดำรงชีวิตของหิ่งห้อย ซึ่งอยู่ในระหว่างการรวบรวมข้อมูล

ผลการวิจัย

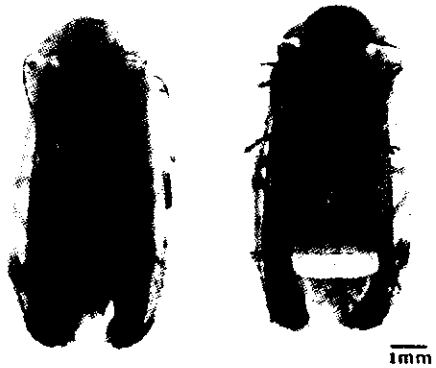
จากการสำรวจหิ่งห้อยระยะเวลา 11 เดือน พบหิ่งห้อยตัวเต็มวัยทั้งหมด 12 species จาก 5 genera คือ *Lamprigera, Luciola, Pyrocoelia, Diaphanes,* และ *Pteroptyx* (ภาพที่ 2 และ 3) พื้นที่ราบและพื้นที่สูงพบหิ่งห้อยต่างชนิดกัน บริเวณที่สูงมีความหลากหลายของชนิดสูงกว่าบริเวณที่ราบและแต่ละชนิดพบในฤดูกาลที่แตกต่างกัน หิ่งห้อย *Luciola chinensis* เป็นหิ่งห้อยที่สูงชนิดเด่นที่สามารถพบได้ง่ายและมีจำนวนมาก พบได้เกือบตลอดปี หิ่งห้อยในบริเวณที่ราบมีความหลากหลายของชนิดต่ำแต่สามารถพบได้ตลอดปี เช่น *Pteroptyx malaccae* และ *Luciola brahmina* และหิ่งห้อยทั้งสองชนิดก็มีการแยกพื้นที่อาศัยกันชัดเจนโดย *P. malaccae* พบในพื้นที่ริมน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-ลง และพบรวมกลุ่มเป็นจำนวนมากบริเวณต้นลำพู แต่ *L. brahmina* พบในพื้นที่ชุ่มน้ำ, บ่อ หรือท้องร่อง และไม่มีการรวมกลุ่มกันชัดเจน



ภาพที่ 2. รูปร่างของหิ่งห้อยแต่ละชนิดที่พบในบริเวณที่สูงและที่ราบ

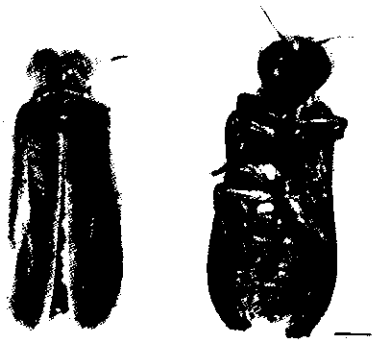


Luciola sp. A

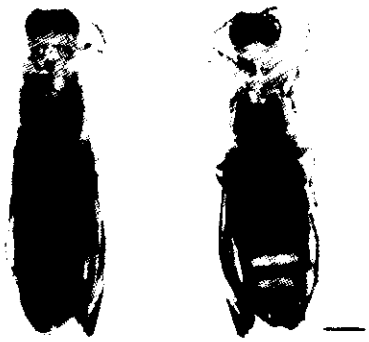


Luciola sp. B

Genus *Diaphanes*



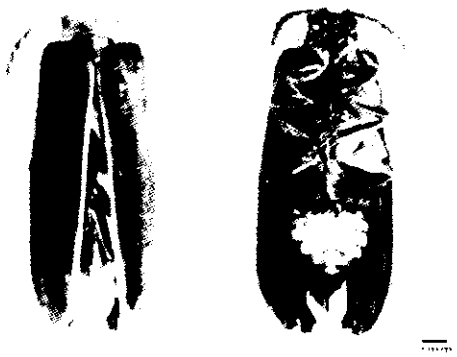
Diaphanes sp. A



Diaphanes sp. B

Diaphanes sp. C

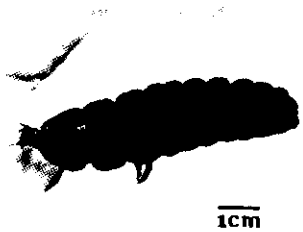
Genus *Pyrocoelia*



Pyrocoelia insidiosa

Genus *Lamprigera*

Lamprigera sp. A



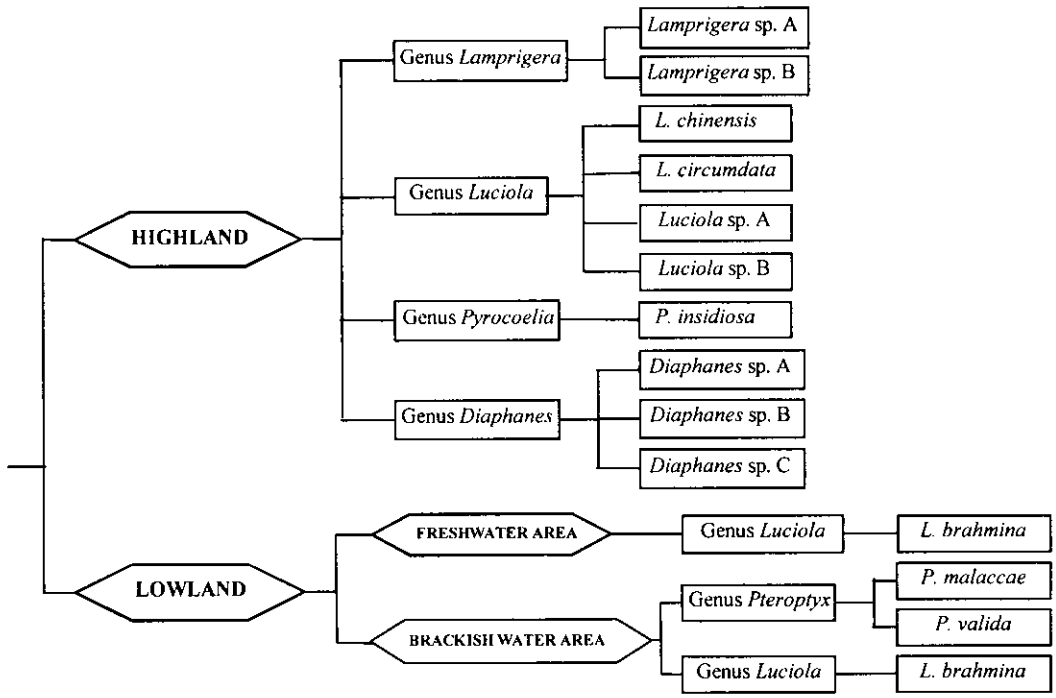
Lamprigera sp. B

ภาพที่ 2. (ต่อ)

บทวิจารณ์

ชนิดของหิ่งห้อยที่พบในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน หิ่งห้อยจากบริเวณที่สูงมีความหลากหลายของชนิดสูงมาก (10 ชนิด) อาจเป็นเพราะพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมากจะมีความแตกต่างกันของปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ ในแต่ละฤดูกาลชัดเจนกว่าพื้นที่ราบ สภาพปัจจัยแวดล้อมเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของหิ่งห้อยแต่ละชนิดแตกต่างกัน นอกจากนี้พื้นที่วิจัยอยู่ในเขตอนุรักษ์ที่มีระบบนิเวศสมบูรณ์จึงมีความหลากหลายของหิ่งห้อยสูง หิ่งห้อยหลายชนิดอาศัยอยู่ในพื้นที่เดียวกันได้อย่างสมดุลเนื่องจากหิ่งห้อยแต่ละชนิดมีการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยในฤดูกาลที่แตกต่างกัน ช่วยให้หิ่งห้อยสามารถหาคู่ผสมพันธุ์ได้ง่าย หิ่งห้อยบางชนิดที่มีฤดูกาลการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยตรงกันจะมีการปรับพฤติกรรมการบิน, การกระพริบแสง, สีของแสงกระพริบ

แตกต่างกันเพื่อความสำเร็จสูงสุดในการสืบพันธุ์ เนื่องจากหิ่งห้อยเป็นแมลงที่ค่อนข้างมีความจำเพาะเจาะจงต่อพื้นที่อาศัย เช่น หิ่งห้อย *Pteroptyx* มีความจำเพาะต่อพื้นที่อาศัยสูง มีการรวมกลุ่มและผสมพันธุ์ในพื้นที่บริเวณเดียวกัน มีพฤติกรรมการกระพริบแสงเป็นจังหวะพร้อมกัน ซึ่งแตกต่างไปจากหิ่งห้อยชนิดอื่น ๆ อย่างเด่นชัด ดังนั้นหากพื้นที่อาศัยของหิ่งห้อยถูกทำลายลงหรือมีสิ่งรบกวนแสงกระพริบของหิ่งห้อย เช่น แสงสว่างจากอาคารบ้านเรือน, ถนน, ตลอดจนการปนเปื้อนของสารเคมีบริเวณที่อาศัย อาจส่งผลให้ความหลากหลายของชนิดและจำนวนประชากรลดลงจนอาจสูญพันธุ์ได้ในที่สุด



ภาพที่ 3. ชนิดของหิ่งห้อยในแต่ละจีนัสที่พบในบริเวณที่สูงและที่ราบ

บทสรุป

หิ่งห้อยเป็นแมลงที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อลักษณะพื้นที่อาศัยมาก จากการศึกษาพบว่าชนิดของหิ่งห้อยมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในสภาพพื้นที่สูงและพื้นที่ราบ จากการสำรวจพบหิ่งห้อยทั้งหมด 13 species จาก 5 genera ซึ่งพบในพื้นที่สูงมากถึง 10 species จาก 4 genera และพบจากพื้นที่ราบทั้งหมด 3 species จาก 2 genera

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541053 ขอขอบคุณคุณสมหมาย ชื่นราม และคุณสุระ พิมพะสาลี กองกีฏวิทยา กรมวิชาการเกษตร สำหรับข้อมูลเพื่อจำแนกชนิดตัวอย่างและยืนยันชนิดของหิ่งห้อย

เอกสารอ้างอิง

สมหมาย ชื่นราม และองุ่น ลิ่ววานิช. 2539. พฤติกรรมและวงจรชีวิตของหิ่งห้อย (*Luciola* sp.) วารสารวิชาการเกษตร 14: 44-52.

BUSCHMAN, L. L. 1984. Biology of the firefly *Pyractomena lucifera* (Coleoptera: Lampyridae). Florida Ent. 67: 529-541.

LLOYD, J. E. 1997. On research and entomological education, and a different light in the lives of fireflies (Coleoptera: Lampyridae; *Pyractomena*). Florida Ent. 80: 120-131.

LLOYD, J. E., S. R. WING AND T. HONGTRAKUL. 1989. Ecology, flashes and behavior of congregating Thai fireflies. Biotropica 21: 373-376.

LLOYD, J. E. AND S. R. WING. 1989. Flash behavior and ecology of Thai *Luciola* fireflies (Coleoptera: Lampyridae). Florida Ent. 72: 80-95.

OHBA, N., T. SUMURAYA, K. HONDA, S. MURATA AND Y. OMORI. 1993. Ecological study of firefly, *Luciola lateralis*, of the Kushiro Shitsugen and Akkeshi, Hokkaido. Sci. Rept. Yokosuka City Mus. 0: 15-26.

THE SCARABAEINAE DUNG BEETLE FAUNA OF NORTHEAST THAILAND

Yupa Hanboonsong[1], Sommai Chunram[2], Sura Pimpasalee[2] and Rowan Emberson[3]

[1]Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

[2]Division of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Chatuchak, Bangkok 10900

[3]Entomology Research Museum, Lincoln University, New Zealand

บทคัดย่อ

การศึกษาอนุกรมวิธานของด้วงมูลสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ยุพา หาญบุญทรง[1], สมหมาย ชื่นราม[2], สุระ พิมพะสาลี[2] และ R. Emberson[3]

[1]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

[2]กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]Entomology Research Museum, Lincoln University, New Zealand

จากการสำรวจด้วงมูลสัตว์ในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม และเขตป่าไม้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบด้วงมูลสัตว์ 18 สกุล จำนวน 160 ชนิด ด้วงมูลสัตว์สกุล *Onthophagous* มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด โดยพบมากถึง 97 ชนิด โดยด้วงมูลสัตว์สกุล *Caccobius*, *Cassolus*, *Panelus*, *Phacosoma* และ *Sisyphus* พบมากในเขตพื้นที่ป่าไม้ ในขณะที่ด้วงมูลสัตว์สกุล *Onitis* และ *Oniticellus* พบทั่วไปในเขตพื้นที่เกษตรกรรม นอกจากนี้ได้ศึกษาถึงลักษณะทางนิเวศวิทยาของด้วงมูลสัตว์แต่ละชนิดด้วย

คำหลัก: ด้วงมูลสัตว์, ชนิดด้วงมูลสัตว์, นิเวศวิทยา

INTRODUCTION

The scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) are one of the most beneficial groups of insects known. With few exceptions, they feed as larvae and adults on the dung of vertebrates. Many species actively bury dung as food for their larvae, thus removing it from the ground surface and promoting hygenic disposal of human and animal waste. This burying of dung may aid in the rapid recycling of nutrients, the incorporation of organic matter into the soil, and in improvement of soil structure. The activities of adult dung beetles also lead to the fragmentation of dung masses, so the dung dries faster and is less suitable as a breeding medium for biting and disease-carrying flies. In addition the activities of dung beetles make dung pats less suitable for the free-living larval stages of many parasitic, intestinal round worms, leading to greatly reduced reinfection rates in the presence of a suitable dung beetle fauna (Fincher, 1973).

In spite of the important ecological and beneficial roles of dung beetles, very little is known about the dung beetles of Thailand compared to other regions. On a world basis the classification and distribution of Scarabaeinae, at the generic and tribal level, is generally better known than that of most other comparably sized groups of insects. Worldwide there are nearly 5,000 described species arranged in 234 genera and 10-12 tribes (Hanski and Cambefort, 1991). This well developed understanding of the group is no doubt due to their economic importance and the spectacular morphological modifications of many species. Of all the world's regional faunas that of South East Asia is probably the poorest known (Hanski and Krikken, 1991) and that of Thailand the most poorly known within the region. Because Thailand has always been independent from colonialism, Western scientists did not pay enough attention to the richness of Thai fauna. The dung beetles fauna of Thailand is still very poor known. Records of species occuring in Thailand have been included in the three classic regional faunas covering parts of South East Asia (Arrow, 1931; Paulian, 1945; Balthasar, 1963a; 1963b; 1964). More recently Masumoto (1987, 1988, 1989a, 1989b, 1990, 1991, 1992a, 1992b, 1995, 1996) has surveyed the fauna of coprophagous Scarabaeinae and

Aphodiinae in the Northwest of Thailand and Stebnicka (1992) has published a summary, including previous published records, of the Aphodiinae known from Thailand.

However, no work or publication of any dung beetles from the Northeast has been done before. The Northeast region of Thailand, is usually called Isan, covers approximately 170,000 square kilometers or about 1/3 of the country. Most of the area is high plateau with the height between 150-1,000 meters above sea level. The boundaries of Northeast are the north and the east connected with Laos' border, the south joint with Cambodia and the centre region, the west connected with lower region of the north Currently we have funding from the Biodiversity Research and Training Program to conduct a one year pilot study of the dung beetle fauna of the Northeast region of Thailand. We hope to be able to extend this to a full survey of the fauna of Thailand. We intend to produce illustrated keys and manuals to allow the rapid identification of dung beetles by interested field workers for biodiversity surveys and agricultural extension activities.

METHODOLOGY

Nineteen provinces in the Northeast region were scattered surveyed in both agricultural land, forested areas, Natural Parks and Wildlife Sanctuaries to sample the dung beetle fauna. Sampling was carried out throughout the year in several different ways such as hand searching directly on the dung pads, light trapping (only the dung beetles that are nocturnal and positively phototactic were caught) and pitfall traps baited with pig dung. Forest leaf litter was also collected and extracted with Berlese funnels to sample the small litter dwelling species.

Specimens have been sorted into morphological species, or recognisable taxonomic units, by eye or using binocular magnifiers. Identifications have then been made using reliably identified material in the Insect Museum at the Department of Agriculture in Bangkok and private collection of Professor K. Masutomo, or from the literature (Arrow, 1931; Balthasar, 1963; Paulian, 1945).

RESULTS

A total of 160 dung beetles species of Scarabaeinae, from 18 genera were found in the Northeast region (Table 1). Most of dung beetles species are coprophagous while a few species such as *Cassolus nudus, Onthophagus bonarae* and *O. tricornis* are necro-coprophagous which feed on rotting vegetable matters, animal carrion and dung pad. The abundance of dung beetle species of the Northeast is greater in the forested areas than in the lowland or agricultural areas. Among the 18 genera reported here the genus *Onthophagus,* mainly found in the forested areas, is the most diverse species group of which 37 species were identified and 60 species are still unknown. The study has also shown that some dung beetles genera are restricted to one kind of habitat such as genera *Catharsius, Onitis* and *Oniticellus* are dominant in the lowland or agricultural areas while other genera of *Caccobius*, *Cassolus, Panelus*, *Phacosoma* and *Sisyphus* are confined to the forested habitats. While the genera *Onitis* and *Oniticellus* occur very commonly in the domestic animals dung.

DISCUSSION

From over a year survey in the Northeast region a total of 160 dung beetles species of Scarabaeinae from 18 genera were found (Table 1). This compares with 137 species from 22 genera collected by Masumoto in Northwest Thailand (Masumoto, 1997, unpublished). Most of dung beetles species are coprophagous while a few species are necro-coprophagous. The dung beetle species richness of the Northeast is greater in the forested areas than in the lowland or agricultural areas. This is possibly due to an abundant supply of food from animal biomasses in the forested areas where the areas are well preserved and protected for fauna and flora habitats. In contrast with

the agricultural areas of the Northeast there is a progressive decrease of agricultural farmlands and the domestic animals like cows and buffalos are gradually reducing numbers and being replaced by machines.

Table 1. Dung beetle species and their ecological habitats

Species	Food sources	Habitats	Species	Food sources	Habitats
Caccobius bidentatus Bouco	barking deer, pig	F	*O. coracinus* Bouco	pig	F
C. simplex Bouco	monkey, pig	F	*O. dapcauensis* Bouco.	pig	F
C. unicornis F	monkey, bird, pig, cow	F	*O. doipuiensis* Masu.	pig	F
Cassolus nudus Sharp	gaur, mushroom	F	*O. doisuthapensis* Bouco	pig	F
Catharsius birmanensis Lansb.	buffalo, cow, elephant, pig	A	*O. falsivigilans* Masu.	monkey, dog	F
C. javanus Lansb.	buffalo, cow, gaur, pig, light trap	A	*O. gracilipes* Bouco	jackal, wild cat	F
C. molossus L.	buffalo, elephant	A & F	*O. hastifer* Lansb.	cow, buffalo, gaur, light trap, banteng	A
Copris angusticornis Arrow	elephant	F	*O. jaccobeus* Bouco.	cow, pig	A
C. cariniceps Felsche	elephant, pig	F	*O. jeanelianus* Paulian	pig	F
C. carinicus Gill.	gaur	F	*O. laevis* Harold	elephant, pig	F
C. corpulentus Gill.	elephant, gaur	F	*O. lindaae* Masu.	wild cat, monkey, silver pheasant	F
C. furciceps Felsche	elephant	F			
C. iris Sharp	buffalo, elephant	A & F	*O. luridipennis* Bohe.	cow, deer, porcupine, pig	F
C. laevigatus Gill.	cow, sambar deer, elephant, pig, light trap	A & F	*O. maniti* Masu.	pig	F
			O. manupurensis Arrow	pig	F
C. nevinsoni Waterhouse	buffalo, cow, pig, light trap	A	*O. naaroon* Masu.	pig	F
C. punctulatus Wied.	elephant, cow	A & F	*O. orientalis* Harold	cow, buffalo, monkey, pig, light trap	A
C. reflexus (F)	cow, buffalo, pig, gaur, elephant, light trap	A	*O. pacificus* Lansb.	pig	F
C. sinicus (Hope)	pig	A	*O. papulatus* Bouco	cow, buffalo, pig, light trap	A
C. vitalis (Gill.)	elephant, gaur, banteng	F	*O. proletarius* Harold	cow, buffalo, pig, light trap	A & F
C. spp. (2 unknown)	elephant	F	*O. phrutsaphakhomus* Masu	rotten banana, pig	F
Drepanocerus fulsus (Sharp)	elephant, pig	F	*O. recticornis* Leske.	cow, buffalo, pig, light trap	F
D. striatulus Paulian	cow	A	*O. rudis* Sharp	pig	F
Digitonthophagus anguliceps Bouco.	elephant, pig	F	*O. sagittarius* (F.)	cow, buffalo, banteng, gaur, light trap	A
D. avocetta Arrow	pig	F	*O. sarawakus* Harold	pig	F
D. bonasus (F.)	elephant, cow, buffalo, gaur, banteng	A	*O. seniculus* (F.)	cow, buffalo, elephant, banteng, pig, light trap	A
Garreta ruficornis Motsch.	cow, pig, light trap	A	*O. tragus* (F.)	buffalo, banteng, gaur, pig, light trap	A
Heliocopris bucephalus F.	cow, buffalo, gaur, banteng	A & F			
H. dominus Bate.	elephant	F	*O. taurinus* White	elephant, wild cat, pig	F
Liatongus affinis Arrow	elephant, gaur, deer	F	*O. tragiodes* Bouco.	cow, buffalo, pig, light trap	A
L. gagatinus (Hope)	elephant, gaur	F	*O. tricornis* Weid.	cow, pig, dead snake, light trap	A & F
L. phanaeoides (Westw.)	pig	F			
L. rhadamistus F.	cow, buffalo, pig	A	*O. trituber* Weid.	monkey, buffalo, pig	A
L. tridentatus (Bouco.)	elephant, gaur	F	*O. vaulongeri* Bouco.	sambar deer, green, peafowl, pig	F
L. venator (F.)	cow	F			
L. vertagus (F.)	gaur, pig	F	*O.* spp. (60 unknown)	pig, cow, buffalo, jackal, light trap	F
Onitis excavatus Arrow	elephant, gaur	F			
O. philemon (F.)	cow, buffalo, light trap	A	*Panelus tokinensis* Masu.	wild cat	F
O. subopacus Arrow	cow, buffalo, light trap	A	*Paragymnopleurus melanarius* Harold	cow, pig, light trap	A
O. virens Lans.	cow, buffalo, pig	A			
O. spp (3 unknown)	cow, buffalo. light trap	A	*P. rudis*	pig	A
Oniticellus cinctus (F.)	cow, buffalo, gaur	A	*P. ruficornis* Motsch.	cow, pig, light trap	A
O. tessellatus Harold	cow, buffalo	F	*P. sinuatus* Oliver	barking deer, pig	F
O. freyi Balthasar	cow, buffalo	A	*Proagoderus mouhoti* Harold	cow, buffalo	A
O. spp (2 unknown)	cow, buffalo	F	*Phacosoma fallacilaetum* Masu	wild cat, jackal	F
Onthophagus aeropictus Bouco.	pig	F	*Sisyphus longipes* (Oliver)	pig	F
			S. maniti Masu	pig	F
O. apilularius Bouco.	pig	F	*S. neglectus* Gory	pig	F
O. balthasari Vest.	elephant, wild cat, pig	F	*S.* spp. (2 unknown)	pig	F
O. bonorae Zunino	pig, rotten passion fruit	F	*Synapsis simplex* Sharp	pig	F
O. brutus Arrow	pig	F	*S.* spp. (2 unknown)	pig	F
O. crassicollis Bouco.	monkey	F			

Remark: F=forested areas, A=agricultural areas

The genus *Onthophagus* is the most diverse species group and mainly found in the forested areas. There are, almost certainly, a substantial number of additional *Onthophagus* species, in other forested habitats of Thailand. Therefore, further work should be carried out for this group. In addition to the Scarabaeinae, material of Aphodiinae and Geotrupidae are also being acculmulated, for future reference. We have material of about half of the 19 species of Aphodiinae currently known from the Northeast of Thailand (Stebnicka, 1992) and at least three species of Geotrupidae have been seen.

This study is the first report of dung beetles from the Northeast of Thailand and the data were accumulated only from one year study. However, we confidently expect the fauna

of the Northeast to be significantly larger than that documented here. With a comprehensive sampling program, using various baited pitfall traps and litter extraction, in different forested areas, the number of identified species will, we are sure, increase significantly.

One of the very real problems with all of the work to date is that it is not readily accessible in Thailand. It is based entirely on material held in various institutions in Europe and Japan. None of the material on which it is based has been deposited in Thailand, thus there is no accessible collection of reliably determined material in Thailand. The publications are often in relatively obscure, or hard to obtain, entomological journals, not available in Thailand. However, at Department of Entomology, Khon Kaen University we are now gradually building up dung beetles' collection in Thailand, of well curated, reliably determined, species for any future reference use.

CONCLUSIONS

From a year study in the Northeast region of Thailand we now have species of about 160 species of Scarabaeinae dung beetles, in 18 genera. Most of dung beetles species are coprophagous and a few species are neo-coprophagous. The dung beetles species richness of the Northeast is greater in the forested areas than in the lowland or agricultural areas.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140004. We also thank Dr. Angoon Lewvanich for arranging access to the collection of dung beetles, and to facilities, in the Insect Museum at the Department of Agriculture, Bangkok.

REFERENCES

ARROW, G. J. 1931. Coleoptera, Lamellicornia, Part III, Coprinae. Fauna of British India, Including Ceylon and Burma. Taylor and Francis, London. 428 p.

BALTHASAR, V. 1963a. Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der Palaearktischen und Orientalischen Region (Coleoptera; Lamellicornia). Vol. 1, Scarabaeidae. Verlag Tschechoslovakia Akademie Wissenschaft, Prague.

BALTHASAR, V. 1963b. Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der Palaearktischen und Orientalischen Region (Coleoptera; Lamellicornia). Vol. 2, Scarabaeidae. Verlag Tschechoslovakia Akademie Wissenschaft, Prague.

BALTHASAR, V. 1964. Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der Palaearktischen und Orientalischen Region (Coleoptera; Lamellicornia). Vol. 3, Scarabaeidae. Verlag Tschechoslovakia Akademie Wissenschaft, Prague.

FINCHER, G. T. 1973. Dung Beetles as Biological Control Agents for Gastrointestinal Parsites of Livestock. The Journal of Parasitology 59: 396-399.

HANSKI, I. AND J. KRIKKEN. 1991. Dung Beetles in Tropical Forests in South-East Asia. In HANSKI, I. AND Y. CAMBEFORT (eds.), Dung Beetle Ecology. Princeton University Press, New Jersey. 481 p.

HANSKI, I. AND Y. CAMBEFORT. 1991. Species Richness. In HANSKI, I. AND Y. CAMBEFORT (eds.), Dung Beetle Ecology. Princeton University Press, New Jersey. 481 p.

MASUMOTO, K. 1987. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (I). Entomology Review, Japan 42: 125-131.

MASUMOTO, K. 1988. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (II). Entomology Review, Japan 43: 135-142.

MASUMOTO, K. 1989a. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (III). Entomology Review, Japan 44: 31-43.

MASUMOTO, K. 1989b. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (IV). Entomology Review, Japan 44: 87-96.

MASUMOTO, K. 1990. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (V). Entomology Review, Japan 45: 43-51.

MASUMOTO, K. 1991. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (VI). Entomology Review, Japan 46: 27-37.

MASUMOTO, K. 1992a. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (VII). Entomology Review, Japan 47: 35-41.

MASUMOTO, K. 1992b. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (VIII). Entomology Review, Japan 47: 115-117.

MASUMOTO, K. 1995. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (IX). Entomology Review, Japan 50: 27-37.

MASUMOTO, K. 1996. Coprophagid-beetles from Northwest Thailand (X). Entomology Review, Japan 51: 87-94.

PAULIAN, R. 1945. Coleopteres Scarabeides de l'Indochine (Faune de l'Empire Francais 3). Larose, Paris.

STEBNICKA, Z. 1992. Aphodiinae from Thailand (Coleoptera; Scarabaeidae). Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde, Ser. A (Biologie) 481: 1-16.

ความหลากหลายชนิดของด้วงมูลสัตว์ในเขตการเกษตรและเขตป่าไม้

สุระ พิมพะสาลี[1], ยุพา หาญบุญทรง[1], มโนชัย กีรติกสิกร[1] และ สมหมาย ชื่นราม[2]

[1]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

[2]กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ABSTRACT

SYSTEMATIC AND ECOLOGICAL STUDIES OF DUNG BEETLES (COLEOPTERA: SCARABAEINAE) IN FARMED AND FORESTED AREAS

S. Pimpasalee[1], Y. Hanboonsong[1], M. Kreratikasikorn[1] and S. Chunram[2]

Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Division of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Chatuchak, Bangkok 10900

The species diversity of dung beetles in agricultural areas in Khon Kaen province and in forested areas n Phukeiow Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum, were studied. Twenty-three species from eleven genera were dentified from agricultural areas, and nineteen species from eleven genera were found in the natural forest in Chaiyaphum. The dung beetle genera, *Drepanocerus* and *Sisyphus,* were restricted to forested habitats. The genera, *Onitis, Garreta* and *Heliocopris,* were dominant in the lowland or agricultural areas.

Key words: dung beetle, species diversity, agricultural areas, forested areas

บทนำ

ด้วงมูลสัตว์ (dung beetle) เป็นแมลงที่อยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Scarabaeidae อยู่ในวงศ์ย่อย Scarabaeidae ประมาณว่าทั่วโลกมีด้วงมูลสัตว์จำนวน 7,000 ชนิด ในประเทศไทยมีการสำรวจรวบรวมด้วงมูลสัตว์พบว่ามี 13 ชนิด ชนิดที่พบมากที่สุด คือ *Onitis* sp. กระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ (นพพร, 2540) ด้วงมูลสัตว์มีกิจกรรมที่มีประโยชน์ต่อระบบนิเวศหลายด้าน โดยด้วงมูลสัตว์จะใช้มูลของสัตว์เป็นอาหารและใช้ในการทำรังวางไข่ขยายพันธุ์ เป็นการช่วยลดมลภาวะจากมูลของสัตว์ที่ถ่ายออกมา โดยนำเอามูลลงไปใต้ดินหรือปั้นเป็นก้อนกลิ้งออกไปจากกองมูลเพื่อทำรังวางไข่ (Hanski and Combefort, 1991) และยังเป็นการช่วยลดปริมาณประชากรของพยาธิต่าง ๆ ที่ปนออกมากับมูลของสัตว์ไม่ให้แพร่กระจายออกไปได้ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เป็นผลจากการคุ้ยเขี่ยกองมูลของด้วงมูลสัตว์ จึงทำให้สภาพความชื้นและอาหารไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพยาธิ (Dymock, 1993) โดยเฉพาะอย่างยิ่งยังช่วยลดการฟักตัวของพยาธิตัวกลมในกระเพาะลำไส้ของโค 4 ชนิด คือ *Bunostomum phlebotomum, Trichostrongylus* sp., *Cooperia pectinata* และ *Nematodirus* sp. ที่ฟักตัวจากมูล 100 กรัม ได้ 69 ถึง 95.9 เปอร์เซ็นต์ (นพพร, 2540) อีกทั้งยังช่วยลดการนำโรคของแมลงวันที่เป็นศัตรูปศุสัตว์ โดยแมลงวันเหล่านี้จะใช้กองมูลสัตว์เป็นแหล่งในการขยายพันธุ์ ซึ่งการที่กองมูลถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็วก็จะช่วยลดปริมาณประชากรของแมลงวันที่เป็นศัตรูปศุสัตว์ลง (Tyndale-Biscoe, 1996) นอกจากประโยชน์ที่กล่าวมาแล้วด้วงมูลสัตว์ยังสามารถนำมาบริโภคได้ โดยเฉพาะประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยพบว่าด้วงมูลสัตว์มีคุณค่าทางอาหารสูงมีส่วนประกอบโปรตีนถึง 17.2 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4.3 เปอร์เซ็นต์ (พงศ์ธรและประภาศรี, 2532; Dunkel, 1996) ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีส่วนประกอบของโปรตีนไม่ด้อยไปกว่าโปรตีนในเนื้อสัตว์

ด้วงมูลสัตว์มีทั้งลำตัวขนาดเล็กและใหญ่และพบแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก แต่ข้อมูลด้านต่าง ๆ ของด้วงมูลสัตว์ในประเทศไทยมีการศึกษากันน้อย ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อความหลากหลายของชนิดด้วงมูลสัตว์ในเขตการเกษตรและเขตป่าไม้ธรรมชาติ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์และเพื่อทราบสถานภาพของด้วงมูลสัตว์ซึ่งเป็นแมลงที่มีประโยชน์มากชนิดหนึ่ง

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาความหลากหลายชนิดของด้วงมูลสัตว์ทำการทดลองเปรียบเทียบกัน 2 เขต คือ เขตจังหวัดขอนแก่นทั้งหมด 20 อำเภอ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ใช้ในการเกษตร และในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ พื้นที่

ส่วนหนึ่งจะเป็นเทือกเขาเพชรบูรณ์บริเวณใกล้สันเขาเป็นผาสูงชันตลอดแนว บางส่วนเป็นเทือกเขาหินปูน สภาพป่าเป็นป่าผสมมีทั้งลักษณะที่เป็นป่าดิบเขา ป่าสนเขา ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ ป่าเต็งรัง และทุ่งหญ้า

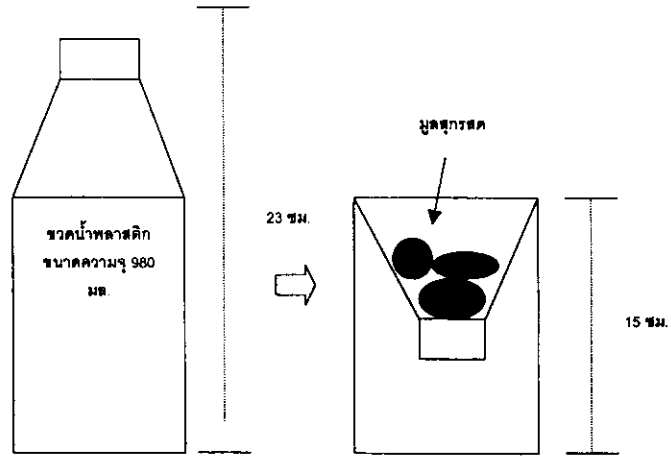
วิธีการ

การศึกษาในเขตการเกษตร

ออกสำรวจเก็บตัวอย่างด้วงมูลสัตว์ตามกองมูลสัตว์ต่าง ๆ ที่พบจากเขตการเกษตรทั้งหมด 20 อำเภอ ในเขตจังหวัดขอนแก่น ตามบริเวณทุ่งนา, คอกเลี้ยงสัตว์ และฝูงสัตว์เลี้ยงตามเส้นทางที่สำรวจ ในฤดูร้อนช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนพฤษภาคม, ฤดูฝนช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม และฤดูหนาวช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม เก็บด้วงมูลสัตว์โดยตรงจากกองมูลสถานที่ละ 3 กอง โดยใช้ปากคีบและมือคุ้ยเขี่ยหาด้วงมูลสัตว์ที่อยู่ในกองมูลแล้วเก็บใส่ในกล่องพลาสติก หลังจากนั้นนำตัวอย่างกลับมาที่ห้องปฏิบัติการแล้วทำการล้างด้วงมูลสัตว์ด้วยน้ำสะอาดเพื่อชำระมูลที่ติดอยู่บนตัวด้วงออก นำมาปักเข็มแมลงและอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-36 ชั่วโมง จนกระทั่งตัวอย่างด้วงมูลสัตว์แห้งสนิท นำเอาด้วงมูลสัตว์ที่ได้มาจำแนกชนิด

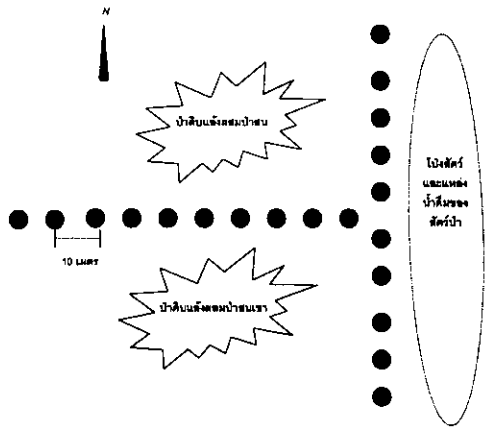
การศึกษาในเขตป่าไม้

ทำการสำรวจเก็บตัวอย่างในพื้นที่บริเวณป่าสนผสมกับป่าดิบแล้งและอยู่ใกล้กับบริเวณโป่งดินที่สัตว์ลงมากินน้ำในช่วงเวลากลางคืน ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ โดยใช้กับดักแบบหลุมตกมีเหยื่อล่อ (baited pitfall trap) เพื่อใช้ดักจับด้วงมูลสัตว์ โดยทำการสำรวจปีละ 3 ครั้งตามฤดูกาล คือ ฤดูร้อนในเดือนเมษายน ฤดูฝนในเดือนสิงหาคม และฤดูหนาวในเดือนธันวาคม กับดักแบบหลุมตกมีเหยื่อล่อทำโดยการใช้ขวดบรรจุน้ำพลาสติกที่ใช้แล้วขนาด 980 มิลลิลิตร ที่ใช้แล้วสีขาวขุ่น



ภาพที่ 1. รูปแบบของกับดักแบบหลุมตกมีเหยื่อล่อที่ใช้วางในเขตป่าไม้

มาตัดเอาส่วนคอขวดออกมาใช้ทำเป็นกรวยปิดปากขวดส่วนที่เหลือ (ภาพที่ 1) แล้วขุดดินลึกลงในดินประมาณ 15 เซนติเมตร จากนั้นนำเอาขวดที่ทำเสร็จแล้วฝังลงไปในหลุมและกลบดินให้เสมอกับขอบกับดักที่ทำจากนั้นนำเอามูลสุกรน้ำหนัก 70 กรัม วางใส่ลงไปในกรวยกับดัก ทำการวางกับดักทั้งหมด 20 กับดัก วางในแนวตามภาพที่ 2 แนวละ 10 กับดัก แต่ละกับดักวางระยะห่างกัน 10 เมตร การวางกับดักวางในช่วงเวลาตั้งแต่ 16.00 นาฬิกา ถึง 6.00 นาฬิกา หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างด้วงมูลสัตว์ที่ได้จากกับดักใส่ลงในกล่องพลาสติกและนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดแล้วปักเข็มแมลงนำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-36 ชั่วโมง จนกระทั่งตัวอย่างด้วงมูลสัตว์แห้งสนิท นำเอาด้วงมูลสัตว์ที่ได้มาจำแนกชนิด



ภาพที่ 2. แผนผังการวางกับดักแบบหลุมตกเหยื่อมูลสุกรในบริเวณป่าสนผสมป่าดิบแล้ง

การจัดจำแนกชนิด

การจัดจำแนกชนิดด้วงมูลสัตว์จะใช้ลักษณะภายนอกของด้วงมูลสัตว์เพศผู้วินิจฉัยตามแนวทางการวินิจฉัยของ Baltharsar (1963) และเทียบตัวอย่างด้วงมูลสัตว์ที่ได้รับการจำแนกชนิดแล้วจากพิพิธภัณฑ์แมลงของภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผลการวิจัย

จากการสำรวจความหลากหลายของชนิดด้วงมูลสัตว์ในเขตการเกษตร จังหวัดขอนแก่น จำนวน 20 อำเภอ และเขตป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ พบด้วงมูลสัตว์ในเขตการเกษตร 11 สกุล รวม 23 ชนิด ทราบชนิดแล้ว 21 ชนิด ไม่ทราบชนิด 2 ชนิด ส่วนในเขตป่าไม้พบด้วงมูลสัตว์ 10 สกุล รวม 19 ชนิด โดยมีรายชื่อชนิดของด้วงมูลสัตว์ที่พบในเขตการเกษตรและเขตป่าไม้ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 ด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onthophagus* พบว่ามีความหลากหลายของชนิดมากที่สุดทั้งในเขตการเกษตรและเขตป่าไม้ นอกจากนี้พบว่าในเขตการเกษตรจะไม่พบด้วงมูลสัตว์สกุล *Drepanocerus* และสกุล *Sisyphus* ส่วนในเขตป่าไม้ไม่พบด้วงมูลสัตว์สกุล *Onitis* สกุล *Garreta* และสกุล *Heliocopris* เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดด้วงมูลสัตว์ที่พบทั้งสองเขต พบว่าจำนวนชนิดของด้วงมูลสัตว์ส่วนใหญ่จะพบในเขตการเกษตร ซึ่งเป็นที่ราบหรือพื้นที่ต่ำมากกว่าในเขตป่าไม้ซึ่งเป็นที่สูงกว่า และจากการสำรวจความหลากหลายของชนิดด้วงมูลสัตว์ในเขตการเกษตรพบว่าด้วงมูลสัตว์ส่วนใหญ่จะพบในดินที่เป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายมากกว่าดินเหนียว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นทุ่งนาปลูกข้าว

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบชนิดของด้วงมูลสัตว์ที่พบในเขตการเกษตร จังหวัดขอนแก่น กับเขตป่าไม้ธรรมชาติ จังหวัดชัยภูมิ ในช่วงเดือนตุลาคม 2540 ถึงเดือนกันยายน 2541

ชนิดด้วงมูลสัตว์	เขตการเกษตร	เขตป่าไม้ธรรมชาติ	ชนิดด้วงมูลสัตว์	เขตการเกษตร	เขตป่าไม้ธรรมชาติ
Genus *Caccobius*			**Genus *Onitis***		
C. unicornis F.	+	+	*O. philemon* (F.)	+	-
Genus *Catharsius*			*O. subopacus* Arrow	+	-
C. birmenensis Lansberge	+	-	**Genus *Onthophagus***		
C. molossus (L.)	+	+	*O. brutus* Arrow	-	+
Genus *Copris*			*O. coracinus* Boucomont	-	+
C. laevigatus Gillet	-	+	*O. hastifer* Lansberge	+	-
C. nevinsoni Waterhouse	+	-	*O. orientalis* Harold	+	+
C. reflexus (F.)	+	-	*O. papulatus* Boucomont	+	-
Genus *Digitonthophagus*			*O. rudis* Sharp	-	+
D. bonasus (F.)	+	-	*O. sagittarius* (F.)	+	-
D. anguliceps Boucomont	-	+	*O. sarawakus* Harold	-	+
D. avocetta Arrow	-	+	*O. seniculus* (F.)	+	-
Genus *Drepanocerus*			*O. taurinus* White	-	+
D. falsus Sharp	-	+	*O. tragoides* (F.)	+	-
Genus *Garreta*			*O. tricornis* (Wiedemann)	+	+
G. ruficornis Most.	+	-	*O. trituber* Wiedemann	+	+
Genus *Heliocopris*			*O.* sp. 10	+	-
H. bucephalus Bates	+	-	*O.* sp. 11	+	-
Genus *Liatongus*			**Genus *Paragymnopleurus***		
L. affinis (Arrow)	-	+	*P. melanarius* Harold	+	-
L. gagatinus (Hope)	-	+	*P. sinuatus* (Olivier)	-	+
L. rhadamistus (F.)	+	-	**Genus *Sisyphus***		
Genus *Oniticellus*			*S. neglectus* Gory	-	+
O. cinctus (F.)	+	+			

หมายเหตุ: + = พบ และ - = ไม่พบ

บทวิจารณ์

จากการศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายชนิดของด้วงมูลสัตว์ทั้งในเขตพื้นที่การเกษตร และพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ พบว่าปริมาณความหลากหลายของชนิดที่พบในเขตการเกษตรมีมากกว่าในเขตป่าไม้ เนื่องจากด้วงมูลสัตว์ส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ราบมากกว่าพื้นที่สูง สอดคล้องกับผลการสำรวจที่ทางตอนเหนือของ Sulawesi, Sarawak, และ Borneo ซึ่งพบว่ามีปริมาณความหลากหลายชนิดของด้วงมูลสัตว์ในเขตป่าที่เป็นที่ราบมากกว่าในป่าที่อยู่ในพื้นที่สูง (Hanski, 1983; Hanski and Krikken, 1991) อาจเนื่องมาจากในเขตที่ราบหรือทุ่งหญ้าจะมีพวกสัตว์ขนาดใหญ่อาศัยอยู่มากกว่าในป่าพื้นที่สูง ซึ่งจะเป็นตัวที่ผลิตมูลออกมาเป็นแหล่งอาหารของด้วงมูลสัตว์มาก จึงทำให้พบด้วงมูลสัตว์ในเขต

พื้นที่ราบมาก นอกจากนี้ด้วงมูลสัตว์บางชนิดยังมีความเฉพาะเจาะจงต่อมูลของสัตว์บางชนิด เช่น ด้วงมูลสัตว์สกุล *Heliocopris* ส่วนใหญ่จะพบในมูลของช้างทั้งในเขตเอเชียและแอฟริกา ด้วงมูลสัตว์ *Heliocopris dominus* Bates ที่พบในทางตอนเหนือของอินเดีย พม่า ไทย อินโดนีเซีย จะใช้มูลช้างในการทำรังวางไข่จะไม่พบในมูลของสัตว์ชนิดอื่น (Balthasar, 1963) ซึ่งจากการสำรวจนี้ไม่พบด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้ในเขตป่าไม้เลย อาจเป็นผลมาจากมูลที่ใช้ในกับดักแบบหลุมตกเป็นมูลสุกร จึงทำให้ไม่สามารถดึงดูดด้วงมูลสัตว์ชนิดนี้ลงมาที่กับดักได้ ด้วงมูลสัตว์สกุล *Onitis* ที่พบเฉพาะในเขตการเกษตรนั้นส่วนใหญ่จะพบในมูลโคและกระบือ ซึ่งเป็นสัตว์กินพืชมากกว่ามูลสุกร ซึ่งจากการทดลองของ Hanski (1983) ได้สุ่มปริมาณประชากรด้วงมูลสัตว์โดยใช้กับดักแบบหลุมตกมีเหยื่อล่อโดยใช้มูลคน เนื้อนก หนู ปลาขนาดเล็ก ปลาขนาดใหญ่ และผลไม้ พบว่าไม่พบด้วงมูลสัตว์สกุล *Onitis* เช่นกัน อย่างไรก็ตามเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับด้วงมูลสัตว์ดียิ่งขึ้นนั้นการศึกษาความหลากหลายของชนิดด้วงมูลสัตว์ในลักษณะนิเวศวิทยาต่าง ๆ ควรขยายการศึกษาออกไปในพื้นที่อื่น ๆ อีกและควรศึกษาอย่างต่อเนื่อง

บทสรุป

การเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดด้วงมูลสัตว์จากการสำรวจในเขตพื้นที่ราบการเกษตรจำนวน 20 อำเภอของจังหวัดขอนแก่น และเขตพื้นที่สูงป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว พบว่าในพื้นที่ราบการเกษตรมีจำนวนชนิดและความหลากหลายของด้วงมูลสัตว์มากกว่าในเขตพื้นที่สูงป่าไม้ โดยในเขตการเกษตรพบด้วงมูลสัตว์ทั้งหมด 11 สกุล ทราบชนิดแล้ว 21 ชนิด ไม่ทราบชนิด 2 ชนิด รวม 23 ชนิด ในเขตป่าไม้พบด้วงมูลสัตว์ 11 สกุล รวม 19 ชนิด ในเขตการเกษตรจะไม่พบด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Drepanocerus* และ *Sisyphus* ส่วนในเขตป่าไม้จะไม่พบด้วงมูลสัตว์ในสกุล *Onitis*, *Garreta* และ *Heliocropris*

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540086 ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ยุพา หาญบุญทรง ที่ให้ความรู้และสนับสนุนในการวิจัยในด้านต่าง ๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ที่ให้การช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ Prof. Dr. Kimio Masumoto และ Prof. Dr. Rowan Emberson ที่ช่วยในการตรวจหาชื่อด้วงมูลสัตว์และสนับสนุนเอกสารประกอบการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

นพพร ศราธพันธ์. 2540. การใช้ด้วงขี้ควายเป็นตัวควบคุมพยาธิตัวกลมในกระเพาะลำไส้ของโคโดยชีววิธีในประเทศไทย. กลุ่มงานปรสิตวิทยา สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ เกษตรกลาง, กรุงเทพฯ.

พงษ์ธร สังข์เผือก และประภาศรี ภูวเสถียร. 2526. คุณค่าของแหล่งอาหารโปรตีนของชาวชนบท: แมลง. โภชนาการสาร ปีที่ 14(1): 52-54.

BALTHASAR, V. 1963. Monographie der Scarabaeidae und Aphodidae der Palaeaektischen und Orientalischen (Coleoptera: Lamellicornia). Vol. 1-3. Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenchaften, Prage.

DUNKEL, V. F. 1996. Nutritional Value of Various Insect Per 100 Grams. The Food Insects Newsletter 9(2).

DYMOCK, J. J. 1993. A Cases for Introduction of Addition Dung Burrying Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) into New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research 36: 163-171.

HALFFTER, G. AND E. G. MATTHEWS. 1966. The Natural History of Dung Beetle of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). Folia Entomologica Maxicana 12-14: 1-312.

HANSKI, I. 1983. Distributional Ecology and Abundance of Dung and Carrion-Feeding Beetle (Scarabaeidae) in Tropical Rain Forests in Sarawak, Boneo. Acta Zoologica Fennica 167: 1-45.

HANSKI, I. AND Y. CAMBEFORT. 1991. Dung Beetle Ecology. Princeton University Press. 479 p.

HANSKI, I. AND J. KRIKKEN. 1991. Dung Beetles in Tropical Forests in South-East Asia. In HANSKI, I. AND Y. CAMBEFORT (eds.), Dung Beetle Ecology. pp. 179-197. Princeton University Press.

MATTHEWS, E. G. 1972. A Revision of the Scarabaeinae Dungbeetles of Australia. I. Tribe Onthophagini. Australian Journal of Zoology, Supplementary Series 24: 1-211.

TYNDALE-BISCOE, M. 1996. Population Status of the Bush Fly, Musca vetustissima (Ditera: Muscidae) and Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in South-Eastern Australia in Relation to Estabishment of Exotic Dung Beetle. Bulletin of Entomology Research 82(2): 183-192.

ความหลากหลายของมดในป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

เดชา วิวัฒน์วิทยา[1] และ วาลุลี โรจนวงศ์[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

DIVERSITY OF FOREST ANTS AT KHAO YAI NATIONAL PARK

D. Wiwatwitaya[1] and V. Rojanavongse[2]

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Foresty, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

A study of forest ant species diversity at Khao Yai National Park was carried out in tropical rain forest, dry evergreen forest, hill evergreen forest, mixed deciduous forest, savanna and secondary forest during February 1998 to January 1999. Forest ants in the six areas were collected. Forest ant species, density, diversity index, evenness and similarity's index of forest ants were calculated for each area. There were a total of 8 subfamilies comprising 49 genera and 187 species. 72 species were found in Myrmicinae. 22 species were found in genus *Pheidole*. 81 species were mostly found in the tropical rain forest. As for the secondary forest, a density of 31.87 ants per 100 cm.^{2} was found. Many forest ants lived on and under the ground. The greatest diversity, abundance, and evenness of forest ants were mostly found in the mixed deciduous forest. Forest ant species were most similar in the tropical rain forest and the secondary forest whereas ants in the hill evergreen forest and in savanna were the least similar.

Key words: Khao Yai National Park, ants, biodiversity

บทนำ

มดจัดเป็นแมลงกลุ่มหนึ่งที่รู้จักกันทั่วไป พบอาศัยอยู่บนบกและกระจายทั่วโลก เป็นแมลงที่มีความเด่นในระบบนิเวศต่าง ๆ โดยเฉพาะป่าเขตร้อน (Wong, 1984; Stork, 1987; 1991) มีการคาดการณ์ว่าในโลกนี้มีมดอยู่ประมาณ 10,000 ชนิด แต่พบแล้วประมาณ 8,800 ชนิด (Holldobler and Wilson, 1990) มดเป็นแมลงที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับระบบนิเวศ โดยเฉพาะในสายใยอาหาร มีบทบาทเด่นชัดในการดำรงรักษาไว้ซึ่งความสมดุลตามธรรมชาติ (Wilson, 1971; Jeanne, 1979) มดเกือบทุกชนิดมีบทบาทเป็นผู้บริโภค (secondary consumer) หรือที่เรียกว่า ตัวห้ำ (predator) จึงสามารถนำมดมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมและลดประชากรของแมลงที่เป็นศัตรูพืชได้ ซึ่งจัดเป็นวิธีที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หาง่าย และประหยัดค่าใช้จ่าย นอกจากนี้มดยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินทางกายภาพซึ่งช่วยสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วย

ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณป่าเขตร้อน มีความหลากหลายทางระบบนิเวศสูง ทำให้มีแมลงหลากหลายชนิด โดยเฉพาะมด ซึ่งได้มีการคาดการณ์ว่าในประเทศไทยมีมดประมาณ 800-1,000 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมดอาศัยอยู่ในป่า (forest ants) การศึกษาความหลากหลายของมดในประเทศไทยมีน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนที่คาดการณ์เอาไว้ เนื่องจากขาดการศึกษาและสำรวจอย่างจริงจัง การศึกษาส่วนใหญ่จะกระทำกับมดที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์โดยตรง นั่นคือ มดที่อาศัยอยู่ตามบ้านเรือน สำหรับมดในป่าไม่ค่อยได้รับความสนใจหรือถูกมองข้ามตลอดเวลา เนื่องจากคิดว่ามีอยู่เป็นจำนวนมาก ขนาดเล็ก และไม่สำคัญ นอกจากนี้ยังขาดผู้เชี่ยวชาญอีกด้วย ปัจจุบันถิ่นอาศัยของมดถูกทำลายเป็นอย่างมาก ย่อมส่งผลกระทบต่อความหลากหลาย และความเป็นอยู่ของมดในป่าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมดในป่าชนิดที่มีความจำเพาะกับถิ่นอาศัย จากอดีตที่ผ่านมาไม่อาจรู้ได้เลยว่ามีมดในป่ากี่ชนิดที่สูญไปกับการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัย ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายของมดในป่าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเริ่มขึ้นอย่างจริงจังและเร่งด่วน ก่อนที่จะมีการสูญเสียมดในป่าไปมากกว่านี้ การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาความหลากชนิดมดในป่าที่อาศัยในลักษณะถิ่นอาศัยต่าง ๆ กัน

พื้นที่ศึกษา

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาพนมดงรัก บริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของที่ราบสูงโคราช

พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน มีระดับความสูงแตกต่างกันไป ลักษณะดินบริเวณที่เป็นป่า และทุ่งหญ้าประกอบด้วยดินทราย ดินร่วนปนทรายหรือปนกรวด และดินเหนียว ลักษณะภูมิอากาศอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม มีฝนตกหนักมากตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,600-2,500 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 23 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 86 เปอร์เซ็นต์ สังคมพืชสามารถจำแนกออกได้ 5 ประเภท ได้แก่ สังคมพืชป่าผสมผลัดใบ (mixed deciduous forest) ขึ้นอยู่ระหว่างระดับความสูง 400-600 เมตร จากระดับน้ำทะเล ส่วนใหญ่ปรากฏอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่หรือในเขตจังหวัดสระบุรี สังคมพืชป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) ขึ้นกระจายอยู่ในพื้นที่ค่อนข้างราบทางทิศตะวันออกของพื้นที่ ที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 100-400 เมตร สังคมพืชป่าดิบชื้น (tropical rain forest) มักพบกระจายทั่วไป ตั้งแต่ความสูง 400-1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล สังคมพืชป่าดิบเขา (hill evergreen forest) ขึ้นในพื้นที่ราบสูงหรือบนภูเขาสูงตั้งแต่ 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ยขึ้นไป และสังคมพืชป่าหญ้า ป่ารุ่น (savanna and secondary forest) เกิดจากการกระทำของมนุษย์ พื้นที่ที่ผ่านการทำไร่เลื่อนลอยในอดีต บริเวณป่าที่ถูกแผ้วถางเพื่อสร้างถนนในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (เต็ม, 2520)

วิธีการ

การเก็บข้อมูล

โดยดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างมดในป่าบริเวณสังคมพืชทั้งหมด 6 ประเภท ได้แก่ สังคมพืชป่าผสมผลัดใบ, สังคมพืชป่าดิบแล้ง, สังคมพืชป่าดิบชื้น, สังคมพืชป่าดิบเขา, สังคมพืชป่าทุ่งหญ้า และสังคมพืชขั้นทดแทน แต่ละสังคมพืชจะดำเนินการเหมือนกัน กล่าวคือ ทำการเก็บตัวอย่างมดในป่าที่อาศัยตามต้นไม้ ตามพื้นดิน และใต้ดิน โดยการใช้ตะแกรงร่อน เหยื่อล่อ และปากคีบเก็บโดยตรง ในเส้นทางที่ได้กำหนดขึ้นในแต่ละสังคมพืช ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2541 ถึงเดือนมกราคม 2542

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำตัวอย่างมดในป่าที่ได้แต่ละสังคมพืชมาจัดจำแนกกลุ่มและชนิด ลักษณะถิ่นอาศัย ระดับความมากมาย, ความหนาแน่น, ดัชนีความหลากหลาย, ความสม่ำเสมอ, ความคล้ายคลึงของชนิดมดในป่า และเปรียบเทียบมดในป่าแต่ละสังคมพืช

ผลการวิจัย

ความหลากหลายของมดในป่าบริเวณสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ, สังคมพืชป่าดิบชื้น, สังคมพืชป่าดิบแล้ง, สังคมพืชป่าดิบเขา, สังคมพืชป่าทุ่งหญ้า, และสังคมพืชป่าขั้นทดแทน สามารถจัดจำแนกกลุ่มมดในป่าได้ 8 วงศ์ย่อย แยกออกได้เป็น 49 สกุล และ 187 ชนิด (ตารางที่ 1)

สังคมพืชป่าดิบชื้นพบมดในป่ามีความหลากหลายทางด้านสกุลและชนิดมากที่สุด คิดเป็น 73.47 และ 43.32 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ รองลงไป ได้แก่ สังคมพืชป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ และป่าขั้นทดแทน คิดเป็น 67.35 และ 35.83, 55.10 และ 33.69, 53.06 และ 28.88 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ ส่วนสังคมพืชป่าทุ่งหญ้ามีความหลากหลายน้อยที่สุด คิดเป็น 24.49 และ 17.11 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ

ตารางที่ 1. ความหลากหลายของมดในป่าบริเวณสังคมพืชประเภทต่างๆ ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

สังคมพืช	จำนวนมดในป่า		
	วงศ์ย่อย	สกุล	ชนิด
ป่าดิบชื้น	6	36	81
ป่าดิบเขา	5	20	39
ป่าดิบแล้ง	8	33	67
ป่าผสมผลัดใบ	6	27	63
ป่าทุ่งหญ้า	5	12	32
ป่าขั้นทดแทน	6	26	54
รวม	8	49	187

วงศ์ย่อย Myrmicinae พบชนิดมดในป่ามากที่สุด จำนวน 72 ชนิด หรือคิดเป็น 38.50 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ รองลงไป ได้แก่ วงศ์ย่อย Formicinae, Ponerinae และ Dolichoderinae จำนวน 44, 44 และ 14 ชนิด ตามลำดับ หรือคิดเป็น 23.53, 23.53 และ 7.94 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ มดในป่าสกุล *Pheidole* พบมากถึง 22 ชนิด หรือคิดเป็น 11.76 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ รองลงไป ได้แก่

สกุล *Polyrhachis*, *Leptogenys*, *Camponotus* และ *Paratrechina* จำนวน 14, 13, 11 และ 11 ชนิด ตามลำดับ หรือคิดเป็น 7.49, 6.96, 5.88 และ 5.88 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่

ลักษณะถิ่นอาศัยของมดในป่า สามารถแยกออกได้ 6 ลักษณะ ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 มดในป่าส่วนใหญ่อาศัยตามพื้นดิน-ใต้ดิน คิดเป็น 54.01 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ พบมากบริเวณสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ ป่าขั้นทดแทน และป่าดิบชื้น ตามลำดับ รองลงไป คือ อาศัยตามต้นไม้-พื้นดิน คิดเป็น 28.88 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ พบมากบริเวณสังคมพืชป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา ตามลำดับ ส่วนมดในป่าที่อาศัยตามต้นไม้พบน้อยที่สุดเพียง 1 ชนิด คิดเป็น 0.53 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ พบบริเวณสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ สำหรับมดที่สามารถอาศัยได้ทั้งต้นไม้-พื้นดิน-ใต้ดิน พบ 19 ชนิด คิดเป็น 10.16 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ โดยมีการสร้างรังอยู่ใต้ดินเป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 2. ลักษณะถิ่นอาศัยของมดในป่าบริเวณสังคมพืชประเภทต่าง ๆ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

สังคมพืช	ลักษณะถิ่นอาศัย					
	ต้นไม้	พื้นดิน	ใต้ดิน	ต้นไม้-พื้นดิน	พื้นดิน-ใต้ดิน	ต้นไม้-พื้นดิน-ใต้ดิน
ป่าดิบชื้น	-	3	4	33	35	6
ป่าดิบเขา	-	-	1	13	24	1
ป่าดิบแล้ง	-	3	5	15	34	10
ป่าผสมผลัดใบ	1	-	3	6	40	13
ป่าขั้นทดแทน	-	-	2	7	37	8
ป่าทุ่งหญ้า	-	-	-	11	19	2
รวม	1	3	9	54	101	19

ระดับความมากมายของมดในป่านั้น ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่พบเห็นได้บ่อยหรือง่าย และมีการกระจายอยู่ทั่วไป โดยมากปรากฏอยู่ในสังคมพืชป่าดิบชื้น และป่าผสมผลัดใบ คิดเป็น 22.99 และ 20.32 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ ระดับที่พบเห็นได้ปานกลางหรือไม่ค่อยบ่อย ส่วนใหญ่ปรากฏอยู่ในสังคมพืชป่าดิบแล้ง และป่าขั้นทดแทน คิดเป็น 14.44 และ 12.30 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ ส่วนระดับที่พบเห็นได้ยากหรือพบน้อย ปรากฏพบในสังคมพืชป่าดิบชื้นและ ป่าดิบแล้งเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็น 9.63 และ 6.42 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม โดยรวมแล้ว สังคมพืชป่าดิบชื้นมีระดับความมากมายของมดในป่าของแต่ละระดับอยู่ในปริมาณที่สูง รองลงไปได้แก่ ป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3. ระดับความมากมายของมดในป่าบริเวณสังคมพืชประเภทต่าง ๆ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

สังคมพืช	ระดับความมากมาย		
	พบมาก	พบปานกลาง	พบน้อย
ป่าดิบชื้น	43	20	18
ป่าดิบเขา	15	16	8
ป่าดิบแล้ง	28	27	12
ป่าผสมผลัดใบ	38	17	8
ป่าขั้นทดแทน	25	23	6
ป่าทุ่งหญ้า	18	12	2

ความหนาแน่น ดัชนีความหลากหลาย และความสม่ำเสมอของมดในป่าที่อาศัยตามพื้นดินในแต่ละสังคมพืช ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 ความหนาแน่นของมดในป่าที่พบในแต่ละสังคมพืชค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน สังคมพืชป่าขั้นทดแทนมีความหนาแน่นสูงสุด รองลงไป ได้แก่ สังคมพืชป่าดิบแล้ง, ป่าทุ่งหญ้า และป่าดิบเขา ตามลำดับ ส่วนสังคมพืชป่าผสมผลัดใบมีความหนาแน่นต่ำสุด สังคมพืชที่มีความหลากหลายชนิดและความมากมายของมดในป่ามากที่สุด คือ ป่าผสมผลัดใบ สังคมพืชที่มีความหลากชนิดมดในป่า รองลงมา ได้แก่ ป่าขั้นทดแทน, ป่าดิบชื้น และป่าดิบเขา ตามลำดับ สังคมพืชที่มีความมากมายของชนิดมดในป่ารองลงมาได้แก่ ป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา และป่าทุ่งหญ้า ตามลำดับ ส่วนสังคมพืชป่าดิบแล้ง มีความหลากหลายและความมากมายของมดในป่าต่ำสุด สำหรับความสม่ำเสมอของชนิดมดในป่าหรือการแพร่กระจายนั้นพบว่า สังคมพืชป่าผสมผลัดใบมีมากที่สุด รองลงไป ได้แก่ ป่าดิบชื้น, ป่าดิบเขา และป่าทุ่ง

หญ้า ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางด้านความหลากชนิดของมดในป่าระหว่าง 2 สังคมพืชพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทุกสังคมพืช

ตารางที่ 4. ความหนาแน่น, ดัชนีความหลากหลาย และความสม่ำเสมอของมดในป่าที่อาศัยตามพื้นดิน บริเวณสังคมพืชประเภทต่าง ๆ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

สังคมพืช	ความหนาแน่น (ตัว/100 ตร.ชม.)	Shannon Wiener's Index	Species Richness's Index	Pielou's Index
ป่าดิบชื้น	17.87	1.86*	4.13	0.73
ป่าดิบแล้ง	27.84	1.23*	2.91	0.53
ป่าผสมผลัดใบ	17.02	2.37*	6.24	0.81
ป่าขั้นทดแทน	31.87	1.46*	4.75	0.53
ป่าดิบเขา	21.56	1.59*	3.35	0.66
ป่าทุ่งหญ้า	21.73	1.50*	3.34	0.63

หมายเหตุ: * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99.99 เปอร์เซ็นต์

ทางด้านความเหมือนกันของชนิดมดในป่าระหว่างสังคมพืช ปรากฏว่าแต่ละสังคมพืชมีชนิดมดในป่าเหมือนกันต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมีความแตกต่างกันค่อนข้างสูง สังคมพืชป่าขั้นทดแทนกับป่าดิบชื้นมีความเหมือนกันของชนิดมดในป่าสูงที่สุด รองลงไป เป็นสังคมพืชป่าดิบชื้นกับป่าดิบแล้ง ป่าขั้นทดแทนกับป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบกับป่าดิบชื้น ตามลำดับ ส่วนสังคมพืชที่มีความแตกต่างกันมากหรือเหมือนกันน้อย ได้แก่ สังคมพืชป่าทุ่งหญ้ากับป่าดิบเขา, ป่าดิบเขากับป่าดิบแล้ง และป่าขั้นทดแทนกับป่าทุ่งหญ้า ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5. ดัชนีความเหมือนกันของมดในป่าระหว่างสังคมพืชต่าง ๆ ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ชนิดสังคมพืช	ค่าดัชนีความเหมือนกัน
ป่าทุ่งหญ้า + ป่าดิบเขา	16.9
ป่าทุ่งหญ้า + ป่าขั้นทดแทน	20.93
ป่าทุ่งหญ้า + ป่าดิบชื้น	21.24
ป่าทุ่งหญ้า + ป่าดิบแล้ง	28.28
ป่าทุ่งหญ้า + ป่าผสมผลัดใบ	21.05
ป่าดิบเขา + ป่าขั้นทดแทน	23.66
ป่าดิบเขา + ป่าดิบชื้น	26.67
ป่าดิบเขา + ป่าดิบแล้ง	16.98
ป่าดิบเขา + ป่าผสมผลัดใบ	27.45
ป่าขั้นทดแทน + ป่าดิบชื้น	41.48
ป่าขั้นทดแทน + ป่าดิบแล้ง	33.06
ป่าขั้นทดแทน + ป่าผสมผลัดใบ	29.06
ป่าดิบชื้น + ป่าดิบแล้ง	39.19
ป่าดิบชื้น + ป่าผสมผลัดใบ	30.56
ป่าดิบแล้ง + ป่าผสมผลัดใบ	26.15

บทวิจารณ์

มดในป่าที่พบบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีความหลากหลายค่อนข้างสูง โดยเฉพาะสังคมพืชป่าดิบชื้น, ป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบ ตามลำดับ เนื่องจากสภาพป่าของทั้ง 3 สังคมพืชมีความอุดมสมบูรณ์ทางระบบนิเวศสูง และมีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร สังคมพืชป่าดิบเขาถึงแม้ว่ามีความอุดมสมบูรณ์ทางระบบนิเวศสูงเช่นกัน แต่มีความสูงมากกว่า 1,000 เมตรขึ้นไป สภาพพื้นที่ค่อนข้างมีความหนาวเย็น สังคมพืชป่าขั้นทดแทนซึ่งมีอายุมากกว่า 20 ปีขึ้นไป มีพรรณไม้เข้ามาทดแทนจำนวนมากและมีขนาดใหญ่ซึ่งพื้นที่เดิมเป็นป่าดิบชื้นมาก่อน ส่วนสังคมพืชป่าทุ่งหญ้าจะมีพรรณไม้เบิกนำขึ้นปะปนและพื้นที่ใกล้เคียงเป็นสังคมพืชป่าดิบชื้น อย่างไรก็ตาม ถ้ามีเวลาในการศึกษามากกว่านี้ คาดว่าจะได้ชนิดมดในป่ามากกว่านี้

มดในป่าเป็นแมลงที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่และสามารถพบเห็นได้ทั่วไปก็ตาม แต่ก็มีมดในป่าบางชนิดที่พบเห็นได้ยากหรือมีน้อย ทั้งนี้เนื่องจากมดในป่าเหล่านี้จะอาศัยเป็นกลุ่มเฉพาะที่เท่านั้นและไม่ค่อยแพร่กระจายในการออกหากินไกล นอกจากนี้ยังมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอีกด้วย อย่างไรก็ตาม มดในป่ากลุ่มนี้พบไม่มาก ส่วนกลุ่มที่พบเห็นได้ง่ายหรือบ่อยนั้นจะเป็นมดที่ค่อนข้างปรับตัวได้ดีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม มีการแพร่กระจายได้มากหรือออกหากินได้ไกล ๆ เป็นกลุ่มที่พบได้มาก นั่นแสดงว่า ระบบนิเวศของบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ค่อนข้างสมบูรณ์นั่นเอง

เนื่องจากมดในป่าเป็นแมลงสังคม อยู่กันเป็นกลุ่มใหญ่ ทำให้มีความหนาแน่นค่อนข้างสูงในแต่ละสังคมพืช แต่ที่สังคมพืชป่าขั้นทดแทนมีความหนาแน่นสูงที่สุด เพราะว่าชนิดมดที่อาศัยอยู่ในสังคมพืชชนิดนี้จะเป็นกลุ่มใหญ่ แม้จะมีจำนวนชนิดไม่มากก็ตาม และสังคมพืชป่าผสมผลัดใบมีดัชนีความหลากหลายสูงที่สุด เพราะมดในป่าที่พบในสังคมพืชชนิดนี้ ส่วนมากมีจำนวนชนิดค่อนข้างมากนั่นเอง กล่าวคือ จะพบเป็นกลุ่มมากกว่าเดี่ยว ๆ หรือกลุ่มเล็ก ๆ สำหรับดัชนีความเหมือนกันนั้น ปรากฏว่า สังคมพืชป่าขั้นทดแทน + ป่าดิบชื้น มีความเหมือนกันมากที่สุด เนื่องจากสภาพพื้นที่ทั้ง 2 คล้ายกันและอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน ป่าขั้นทดแทนมีสภาพเกือบจะกลับเข้าสู่สภาพเดิมนั่นคือ มีพรรณไม้ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นและมีขนาดใหญ่ ส่วนสังคมพืชป่าทุ่งหญ้า + ป่าดิบเขา มีความเหมือนกันน้อยที่สุด เพราะว่าทั้ง 2 พื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมากและอยู่กันคนระดับความสูงอีกด้วย นั่นคือ ป่าดิบเขาอยู่สูงกว่า 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล

บทสรุป

มดในป่าที่พบบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่พบทั้งหมด 8 วงศ์ย่อย แยกออกได้ 49 สกุล และ 187 ชนิด สังคมพืชป่าดิบชื้นมีชนิดมดในป่ามากที่สุด 81 ชนิด หรือคิดเป็น 43.32 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ วงศ์ย่อย Myrmicinae พบชนิดมดในป่ามากที่สุดจำนวน 72 ชนิด หรือคิดเป็น 38.50 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ และมดในป่าสกุล *Pheidole* พบมากที่สุด 22 ชนิด หรือคิดเป็น 11.76 เปอร์เซ็นต์ของมดในป่าทั้งหมดที่พบในพื้นที่ พบมีถิ่นอาศัยบริเวณพื้นดินและใต้ดินมากที่สุด ส่วนบนต้นไม้พบน้อยที่สุด ระดับความมากมายนั้นส่วนใหญ่จัดอยู่ในระดับพบมากทุกสังคมพืช และแต่ละสังคมพืชมีความหนาแน่นของมดในป่าค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน โดยสังคมพืชป่าขั้นทดแทนมีความหนาแน่นสูงสุด ส่วนสังคมพืชป่าผสมผลัดใบมีดัชนีความหลากหลายสูงสุด ความสม่ำเสมอของชนิดมดในป่าแต่ละสังคมพืชใกล้เคียงกัน สังคมพืชป่าผสมผลัดใบมีความสม่ำเสมอมากสุด และความเหมือนกันของชนิดมดในป่าระหว่างสังคมพืชอยู่ในระดับต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมีความแตกต่างกันของชนิดมดในป่ามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ สังคมพืชในป่าขั้นทดแทนกับป่าดิบชื้น มีความเหมือนกันทางด้านชนิดมากที่สุด ขณะที่สังคมพืชป่าทุ่งหญ้ากับป่าดิบเขามีความเหมือนกันต่ำสุดหรือแตกต่างกันมากสุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำวิจัยขอขอบคุณหัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่ได้กรุณาอำนวยความสะดวกให้งานวิจัยลุล่วงไปด้วยดี ในการศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 141003 จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

เต็ม สมิตินันทน์. 2520. พันธุ์ไม้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. นิวธรรมดาการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 73 หน้า.

HOLLDOBLER, B. AND E. O. WILSON. 1990. Ants. Springer Verlag, Berlin. 732 p.

JEANNE, R. L. 1979. A latitudinal gradient in rates of ant predation. Ecology 60(60): 1211-1124.

STOCK, N. E. 1987. Guild structure of arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. Ecol. Entomol. 12: 69-80.

STOCK, N. E. 1991. The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. J. Trop. Ecol. 7: 161-180.

WILSON, E. O. 1971. The insect societies. Beiknap Press, Harvard, Cambridge, Mars.

WONG, M. 1984. Understory foliage arthropods in the virgin and regenerating habitats of Pasoh Forest Reserve, West Malaysia Forester 47: 43-69.

ความหลากหลายของแมลงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง (เทือกเขาบรรทัด)

จุฑามาส ผลพันธิน[1], ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์[1] และ สุรไกร เพิ่มคำ[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

BIODIVERSITY OF INSECTS AT TON-NGA-CHANG WILDLIFE SANCTUARY (BANTAD MOUNTAIN RANGE)

C. Pholpunthin[1], S. Watanasit[1] and S. Permkam[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2]Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

Ton-Nga-Chang Wildlife Sanctuary is one of the most mature of Thailand's tropical rain forests situated in Bantad Mountain Range. It is comprised of a diverse range of plants and animals species. The purpose of this project is to study diversity and fluctuation of insects at Ton-Nga-Chang Wildlife Sanctuary. An area of the primary rain forest was selected and a permanent site of 100x100 m was established. The area has been divided into small quadrats of 10x10 m for long-term ecological study. Light traps were set up to collect insects for three consecutive nights. Insects were hand-picked from 6.00 p.m. until midnight. Malaise traps, flight intercept traps, pitfall traps and yellow pan traps were left for five days whereas litters samples were taken at one time. Insect monitoring during dry and wet seasons for a two year period at the permanent plot revealed a total of 113 families in 14 orders. Although the same five orders (Collembola, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera and Lepidoptera) comprised the majority of the insects caught (~90%) for both seasons, there were seasonal changes in their abundances. A detailed study was carried out on the dominant groups, which counted as insect indicators of the forest, i.e. the ants (Formicidae: Hymenoptera) and the loopers (Geometridae: Lepidoptera). A total of 59 species in 31 genera of 7 subfamilies are listed for ants. Seven species of geometrids in the genera *Achrosis, Biston, Ourapteryx* and *Xeropteryx* are confirmed to be new to science. The results from this study will form an important additional database to be used for purposes of rain forest conservation and management in the future.

Key words: Formicidae, Geometridae, tropical rain forest, insect biodiversity

บทนำ

ป่าดิบชื้นได้รับความสนใจในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพมาเป็นเวลานาน เนื่องจากเป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายในองค์ประกอบของพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ การศึกษาความหลากหลายของแมลงในป่าดิบชื้นแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้กระทำกันมากในประเทศอินโดนีเซีย และเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย ในปี 1990 Stork และ Brendell (อ้างตาม Kitching *et al.*, 1993) ได้ตีพิมพ์ความแตกต่างของแมลงในเขตป่าดิบชื้นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตามฤดูกาลและชนิดป่า นอกจากนี้ Kitching and Anthur (1993) ได้รายงานผลการศึกษาความหลากหลายของแมลงที่พบในป่าดิบชื้นตามระดับความสูงของเรือนยอดในประเทศออสเตรเลีย และต่อมาได้รายงานสรุปผลการศึกษาเปรียบเทียบแมลงที่พบในเรือนพุ่มของยอดไม้พร้อมทั้งวิธีการศึกษา (Kitching *et al.*, 1993)

ในประเทศไทย แม้จะมีหนังสือรวบรวมบัญชีรายชื่อของแมลงที่พบในป่า (Hutacharern and Tubtim, 1995) แต่ก็ยังไม่มีการศึกษากันอย่างเป็นระบบมาก่อน กอรปกับในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยได้ลดลงเป็นจำนวนมาก อันเป็นสาเหตุให้จำนวนและชนิดของพืชและสัตว์ในประเทศไทยลดลงอย่างเห็นได้ชัด บางชนิดสูญพันธุ์ไป หลายชนิดจัดอยู่ในสิ่งมีชีวิตที่เริ่มหายาก และเป็นอันตรายต่อการสูญพันธุ์ บางชนิดมีตัวบ่งชี้ว่าเริ่มสูญพันธุ์ แม้แต่แมลงซึ่งจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีมากที่สุดในโลกทั้งชนิดและจำนวน พบในทุกถิ่นที่อยู่ ก็มีรายงานเพียง 743 สปีชีส์ในประเทศไทย (Leng-ee, 1994) จึงทำให้ความสนใจศึกษาความหลากหลายของแมลงในประเทศเพิ่มมากขึ้น

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นส่วนหนึ่งของแนวเทือกเขาบรรทัดซึ่งเป็นแนวสันเขาสูงทอดขนานตามแนวเหนือ-ใต้ของภาคใต้ ตั้งแต่จังหวัดสตูลขึ้นไปถึงจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นจุดกำเนิดของแม่น้ำสำคัญหลายสายที่หล่อเลี้ยงเกษตรกรรมภาคใต้ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นป่าดิบชื้นที่ยังอยู่ในสภาพสมบูรณ์ อุดมด้วยพันธุ์พืช

และพันธุ์สัตว์ ปัจจุบันได้พัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของภาคใต้ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในบริเวณป่านั้นทั้งทางตรงและทางอ้อม

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลความหลากหลายของแมลง และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน และเป็นแนวทางการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมป่า เพื่อใช้ประกอบการอนุรักษ์และการจัดการพื้นที่ป่าในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

ป่าสมบูรณ์ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา บริเวณที่เลือกศึกษาเป็นป่าดิบชื้นในพื้นที่ต่ำ ที่ระดับความสูงประมาณ 250 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

วิธีการ

กำหนดพื้นที่ถาวรของป่าสมบูรณ์ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างขนาด 100x100 เมตร แบ่งพื้นที่ถาวรเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร สุ่มเก็บตัวอย่างแมลงในแปลงย่อยโดยใช้กับดักชนิดต่าง ๆ เก็บตัวอย่างฤดูกาลละ 2 ครั้งต่อปี

แมลงบนผิวดิน

1. Pitfall traps สุ่มตัวอย่างจาก 3 แปลงย่อย แปลงย่อยละ 25 จุด ตั้งกับดักทิ้งไว้ 5 วัน
2. Leaf litter samples เก็บตัวอย่างซากใบไม้จาก 9 แปลงย่อย
3. Flight intercepts สุ่มตัวอย่างจาก 2 แปลงย่อย ตั้งกับดักทิ้งไว้ 5 วัน

แมลงเหนือผิวดินและแมลงในอากาศ (ระดับเรือนพุ่มชั้นล่าง)

1. Light traps สุ่มตัวอย่างจาก 2 แปลงย่อย เก็บตัวอย่างแมลงกลางคืน เป็นเวลา 3 คืนต่อเนื่องกัน โดยเริ่มเก็บตั้งแต่ 18.00 น. ถึง 24.00 น.
2. Malaise traps สุ่มตัวอย่างจาก 2 แปลงย่อย ตั้งกับดักทิ้งไว้ 5 วัน
3. Yellow pan traps สุ่มตัวอย่างจาก 3 แปลงย่อย ตั้งกับดักทิ้งไว้ 5 วัน

ทำการเก็บตัวอย่าง 7 ครั้ง ในฤดูแล้ง 3 ครั้ง (พฤษภาคม 2540, มีนาคม 2541 และมิถุนายน 2541) ฤดูฝน 4 ครั้ง (กันยายน 2540, ธันวาคม 2540, กันยายน 2541 และธันวาคม 2541)

ผลการวิจัย

พบแมลงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างบริเวณแปลงถาวรทั้งหมด 14 อันดับ (orders) ในทั้งสองฤดูกาลของระยะเวลาศึกษา 2 ปี พบว่าแมลงที่เป็นองค์ประกอบหลักของป่าบริเวณศึกษา ได้แก่ แมลงในอันดับ Collembola, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera และ Lepidoptera ซึ่งพบรวมกันกว่า 90% ของแมลงทั้งหมด แมลงในอันดับอื่น ๆ เช่น Hemiptera, Homoptera, Orthoptera และอื่น ๆ พบในปริมาณต่ำ

ตารางที่ 1. จำนวนแมลงเฉลี่ย (%) ที่สำรวจได้ในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ (n=2)

Orders	Dry (1997)*	Wet (1997)	Dry (1998)	Wet (1998)
Collembola	16.73	2.33	15.44	15.00
Coleoptera	19.23	2.12	4.49	7.38
Diptera	12.89	2.66	4.48	2.96
Hymenoptera	21.29	89.08	64.57	61.78
Lepidoptera	22.32	2.12	7.46	9.41
Others	7.54	1.69	2.56	3.47

หมายเหตุ: * n=1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณเฉลี่ยของแมลงที่พบตลอดการศึกษา ในช่วงฤดูแล้งของปี 2540 และ 2541 พบว่า แมลงในอันดับ Collembola มีปริมาณคงเดิมและใกล้เคียงกับฤดูฝนของปี 2541 (~16%) แต่สูงกว่าฤดูฝนของปี 2540 แมลงในอันดับ Hymenoptera มีปริมาณสูงขึ้นในฤดูแล้งของปี 2541 (~64%) และไม่แตกต่างกับปริมาณที่พบในฤดูฝนของปีเดียวกัน (~62%) แต่ต่ำกว่าที่พบในฤดูฝนของปี 2540 ซึ่งพบในปริมาณสูงถึง 89% แมลงในอันดับ

Coleoptera, Diptera และ Lepidoptera ของฤดูฝนในปี 2540, 2541 และฤดูแล้ง 2541 มีปริมาณไม่แตกต่างกันมากนัก (~2-7%, ~2-4% และ ~2-9% ตามลำดับ) แต่ลดลงจากฤดูแล้ง 2540 อย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 1)

จากตารางที่ 1 พบว่าแมลงในอันดับ Hymenoptera เป็นแมลงที่เป็นองค์ประกอบหลักในป่าบริเวณศึกษา ซึ่งเกือบทั้งหมดของแมลงที่พบในอันดับนี้อยู่ในกลุ่มมด (วงศ์ Formicidae) ซึ่งพบมีความชุกชุมมากที่สุด (>90%)

จากการจำแนกชนิดของแมลงที่พบใน 5 อันดับเด่น พบว่ามีความหลากหลายของจำนวนวงศ์ (family) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. จำนวนวงศ์ของแมลงที่พบในแต่ละอันดับ

Orders	Families
Collembola	3
Coleoptera	50
Diptera	24
Hymenoptera	12
Lepidoptera	24 (moth)

จากการศึกษา ได้เลือกแมลงที่อยู่ในวงศ์เด่น 2 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Geometridae (Lepidoptera) และวงศ์ Formicidae (Hymenoptera) มาจำแนกลงในระดับสกุล (genus) และชนิด (species) จากการจำแนกแมลงในวงศ์ Geometridae โดยใช้คู่มือของ Hollaway (1993, 1996) และ Chey (1996) พบแมลงหนอนคืบรวม 32 สกุล 118 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นหนอนคืบชนิดใหม่ที่ได้รับการยืนยันแล้ว 7 ชนิด ได้แก่ *Achrosis* sp. 1, *Achrosis* sp. 2, *Achrosis* sp. 3, *Biston* sp. 1 (=Buzura), *Biston* sp. 2, *Ourapteryx* sp. และ *Xeropteryx* sp. และที่คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่อีก 3 ชนิด พบมดทั้งหมด 7 วงศ์ย่อย (subfamily) 31 สกุล 59 ชนิด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3. บัญชีรายชื่อแมลงในวงศ์ Formicidae ที่สำรวจพบบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง

Subfamily Formicinae
Camponotus sp. 1
Camponotus sp. 2
Camponotus sp. 3
Camponotus sp. 4
Camponotus sp. 5
Camponotus sp. 6
Calamyrmex sp.
Euprennolepis sp. 1
Euprennolepis sp. 2
Gesomyrmex sp.
Oecophylla sp.
Polyrhachis sp. 1
Polyrhachis sp. 2

Subfamily Dolichoderinae
Hypoclinea sp. 1
Hypoclinea sp. 2
Tapinoma sp. 1
Tapinoma sp. 2

Subfamily Dorylinae
Aenictus sp. 1
Aenictus sp. 2

Subfamily Ponerinae
Diacomma sp.
Discothyreal sp. 1
Discothyreal sp. 2
Hypoponera sp.
Myopopone sp.
Mystrium sp.
Odontomachus sp.
Odontoponera sp.
Pachycondyla sp. 1
Pachycondyla sp. 2
Pachycondyla sp. 3
Prionopelta sp.

Subfamily Myrmicinae
Crematogaster sp. 1
Crematogaster sp. 2
Kyidris sp.
Liomyrmex sp.
Lophomrymex sp.
Monomorium sp. 1
Monomorium sp. 2
Paedalgus sp.
Paratopula sp. 1

Subfamily Myrmicinae (Cont.)
Paratopula sp. 2
Paratopula sp. 3
Paratopula sp. 4
Pheidole sp. 1
Pheidole sp. 2
Pheidole sp. 3
Pheidole sp. 4
Pheidole sp. 5
Pheidole sp. 6
Pheidologeton sp. 1
Pheidologeton sp. 2
Pheidologeton sp. 3
Pheidologeton sp. 4
Pheidologeton sp. 5
Proatta sp.
Strumigenys sp.

Subfamily Pseudomyrmicinae
Tetraponera sp. 1
Tetraponera sp. 2

Subfamily Leptanillinae
Leptanilla sp.

บทวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าแมลงในบริเวณป่าดิบชื้นของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลาในเกือบทุกกลุ่มมีปริมาณค่อนข้างคงที่หรือเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้อยตลอดฤดูแล้งและฤดูฝนของปี 2541 ในขณะที่ความชุกชุมของแมลงที่พบทุกอันดับมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนของปี 2540 โดยที่ความชุกชุมของแมลงทุกกลุ่มมีปริมาณลดลงในช่วงฤดูฝน 2540 ยกเว้นแมลงในอันดับ Hymenoptera ซึ่งมีปริมาณสูงขึ้น (มากกว่า 90% อยู่ในกลุ่มมด) เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณของแมลงที่ลดลงในช่วงเวลาดังกล่าวตรงกับช่วงของการเกิดปรากฏการณ์ไฟไหม้ป่าในประเทศอินโดนีเซีย (สิงหาคม-ธันวาคม) ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบค่อนข้างรุนแรงต่อพื้นที่ในเขตจังหวัดสงขลา โดยมีผลให้พื้นที่ทั่วไปปกคลุมไปด้วยเขม่าและหมอกควัน อย่างไรก็ตามไม่สามารถยืนยันได้ว่าเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นสาเหตุให้ปริมาณของแมลงลดลง นอกจากนี้ปริมาณแมลงที่พบในช่วง

ฤดูแล้ง 2541 ยังมีปริมาณต่ำกว่าในฤดูแล้งของปี 2540 ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวจะได้นำไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อศึกษาความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนต่อไป

ตลอดระยะเวลาศึกษาพบแมลงที่เป็นชนิดใหม่ในวงศ์ Geometridae ที่ได้รับการยืนยันแล้วถึง 7 ชนิด และที่คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ซึ่งอยู่ระหว่างการตรวจสอบความถูกต้องอีกประมาณ 3 ชนิด ชี้ให้เห็นถึงความหลากหลายทางชีวภาพที่ยังคงต้องศึกษาอย่างต่อเนื่องต่อไป

บทสรุป

1. การศึกษาครั้งนี้มุ่งจำแนกชนิดของแมลงเพียงบางกลุ่มเท่านั้น ได้แก่ มด และหนอนคืบ พบหนอนคืบชนิดใหม่ 7 ชนิด และที่คาดว่าอาจจะเป็นชนิดใหม่อีก 3 ชนิด
2. การศึกษานี้ยังไม่ครอบคลุมบริเวณศึกษาทั้งหมด เนื่องจากวิธีการเก็บตัวอย่างเป็นการเก็บตัวอย่างของแมลงบริเวณเรือนพุ่มระดับล่างเท่านั้น
3. ควรจะมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงอย่างต่อเนื่องควบคู่กับข้อมูลด้านพฤกษศาสตร์ และควรมีการศึกษาถึงบทบาทของแมลงในป่า เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการอนุรักษ์และการจัดการต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ 139022

เอกสารอ้างอิง

CHEY, V. K. 1996. Forest Pest Insects in Sabah. Sabah Forest Record No. 15. Sabah Forest Department, Sandakan. 111 p.

HOLLAWAY, J. D. 1993. The Moths of Borneo. Part 11: Geometridae, Subfamily Ennominae. Malayan Nature Journal 46: 1-309.

HOLLAWAY, J. D. 1996. The Moths of Borneo. Part 9: Geometridae, Subfamilies Oenochrominae, Desmobathrinae and Geometrinae. Malayan Nature Journal 49: 147-326.

HUTACHARERN, C. AND N. TUBTIM. 1995. Checklist of Forest Insects in Thailand. Integrated Promotion Technology Co. Ltd. 392 p.

KITCHING, R. L. AND M. ARTHUR. 1993. The Biodiversity of Arthropods from Australian Rainforest Canopies: Summary of Project and the Impact of Drought. Selbyana 14: 29-35.

KITCHING, R. L., J. M. BERGELSON, M. D. LOWMAN, S. MCINTYRE AND G. CARRUTHERS. 1993. The Biodiversity of Arthropods from Australian Rainforest Canopies: General Introduction, Methods, Sites and Ordinal Results. Australian Journal of Ecology 18: 181-191.

LENG-EE, P. 1994. Overview of the Status of Forest Biodiversity in Thailand. Abstract in: "Measuring and Monitoring Biodiversity in Tropical and Temperate Forests". The Empress Hotel, Chiang Mai, Thailand.

DIVERSITY AND ABUNDANCE OF INSECT FLOWER VISITORS AND THE POLLINATION ECOLOGY OF TEAK (*TECTONA GRANDIS*)

Suwan Tangmitcharoen[1], Prasit Planhanuruk[2], Supachote Angvichanpanya[3], Angoon Lewvanich[4] and Sura Pimpasalee[4]

[1]Silviculture Research Division, Forest Research Office, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]Mae Ga Forest Tree Seed Production Station, Muang District, Payao 56000

[3]Forest Environment Research Division, Forest Research Office, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

[4]Taxonomy Group, Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของแมลงดอกสักและนิเวศวิทยาการผสมเกสรของไม้สัก

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ[1], ประสิทธิ เพียรอนุรักษ์[2], สุภโชติ อึ้งวิจารณ์ปัญญา[3], องุ่น ลิ่ววานิช[4] และ สุระ พิมพะสาลี[4]

[1]ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]สถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา อ. เมือง พะเยา 56000

[3]ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[4]งานอนุกรมวิธานแมลง กองกีฏวิทยา กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ศึกษาความหลากหลายของแมลงดอกสักและนิเวศวิทยาการผสมเกสรของไม้สักในบริเวณที่ป่าธรรมชาติและป่าปลูกไม้สัก สถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จ. พะเยา แมลงที่พบแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ แมลงศัตรูพืช แมลงที่เป็นประโยชน์ และแมลงผสมเกสร โดยพบว่ากลุ่มแมลงศัตรูพืชมีจำนวนมากที่สุด และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบป่าธรรมชาติและป่าปลูกโดยใช้ Fisher's alpha diversity index และ Kruskal-Wallis test ปรากฏว่า ป่าธรรมชาติมีความหลากหลายของชนิดและจำนวนแมลงมากกว่าป่าปลูกอย่างชัดเจน ชันณรงค์เป็นแมลงผสมเกสรที่สำคัญของทั้งสองสภาพป่า โดยพิจารณาจากจำนวนที่พบมากกว่าชนิดอื่น ปริมาณละอองเกสรที่อยู่บนตัวแมลง และพฤติกรรมในการถ่ายละอองเกสรลงบนยอดเกสรตัวเมีย แมลงผสมเกสรในป่าปลูกเมื่อตอมดอกสักแล้วจะเคลื่อนย้ายระหว่างช่อดอกมากกว่า ขณะที่แมลงในป่าธรรมชาติจะเคลื่อนย้ายภายในช่อดอกเดิม

คำหลัก: ความหลากหลายของชนิด, นิเวศวิทยา, แมลงผสมเกสร, ต้นสัก (*Tectona grandis*)

INTRODUCTION

Teak is one of the most sought-after species in the international timber trade. Native to India, Myanmar, Laos and Thailand, it is also widely planted in Indonesia and Malaysia. Teak plantation establishment has been expanding rapidly, resulting in an increased demand for high-quality seed. To meet this demand for high-quality seed in Thailand, the Royal Forest Department has begun an intensive tree improvement program based on the extensive seed orchards established in many regions of Thailand since 1965. Although approximately 2,016 ha of seed orchard exist, the demand for improved quality seed and planting stock far exceeds supply. Aside from increasing the planted area of seed orchards it is important to have an understanding of factors affecting teak seed set rates, and recent studies on the reproductive biology of teak have increased our understanding of the reproductive success (Kertadikara and Prat, 1995; Kjaer and Suangtho, 1995; Palupi and Owens, 1996; Tangmitcharoen and Owens, 1996). However, little attention has been paid to pollination ecology and the diversity of insect flower visitors and their important role in seed production of teak. The current study hopes to address some of these points.

This study have two components: i) Diversity and abundance of flower visitors, ii) Behavior and insect ecology of the main pollinating insects in relation to the reproductive system of teak. These subjects areas are closely related and their combination can provide vital information about the ecology of teak in natural and plantation forests.

STUDY AREA

The studies are conducted in natural and plantation forests near Mae Ga Forest Tree Seed Production station, Muang District, Payao, Thailand (19°10' N and 99°55'E) (Fig. 1). The elevation is 200-220 m and the average annual rainfall is 1,055 mm. In the natural forest, teak trees have a scattered distribution in the reserved forest area surrounded by hilltribe villages and farmland. Teak occurs naturally in the degraded-dry deciduous forest appearing as co-dominant with other species such as *Pterocarpus macrocarpus, Millettia leucantha and Bambusa* sp. The focal teak trees in this study were selected based on flowering performance, isolation, accessibility, and security and are mostly distributed along 2 km of forest trail with an estimated 20 hectare. The teak plantation is around 3.5 km from the natural forest. The 28 year-old-teak plantation is well-managed by regular weeding and fertiliser application. The sample trees are selected based on their flowering performance, isolation and accessibility covering and area of 10 hectar.

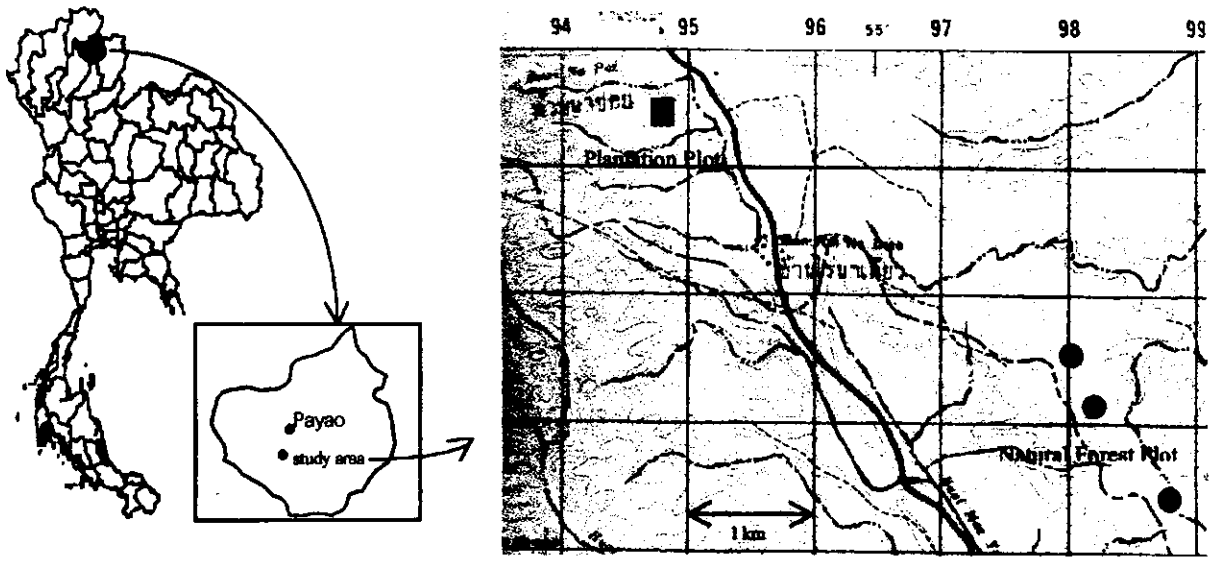


Fig. 1. Location of research area of teak natural forest and teak plantation, Mae Gar, Muang District, Payao

METHODOLOGY

Diversity and Abundance of Flower Visitors Study

Six trees, three in natural forest and three in plantation forest were used for canopy insect collection. Insect were collected with air-flight malaise traps, this method being chosen are selected since this trap is effective for Hymenoptera and Diptera (Kevan,1983). It is likely that most pollinating insects are classified in these groups (Tangmitcharoen and Owens, 1997). The air-flight can be raised and lowered into the canopy. Insects were collected with malaise traps every week during the flowering period (Aug.-Oct. 1998). In addition insect collection was supplemented by hand net. The hand net is swept rapidly back and forth through the canopy during 0800 h-1400 h.

The species-abundance-sample data were analyzed using EstimateS software (Version 5) (Colwell, 1996) and non-parametric statistical procedures widely available in many statistical software packages. Non-parametric procedures were used as data often did not meet assumptions of normality or homoscedasticity, even after appropriate transformations.

Behavior and Insect Ecology of Main Pollinating Insects Study

Six trees are used for intensive studies of insect behavior and pollen transfer. Scaffolding was erected into the branches of the tree (8-12 m) producing of flowers so that the behaviour of the insects could be closely observed.

Distinguishing between Pollinating Insects and Other Flower Visitors

To determine pollinator effectiveness (at least one measure), the rate of pollen transferred from insect to flower stigma was measured. This was done by covering unopened flowers with a cellophane bag. At the start of anthesis the bags are uncovered and exposed to visitors. After a single visit, the flower was collected for examination of pollen on the stigma using a dissecting microscope. Teak pollen was recognized and counted. Special care was taken to avoid contamination of the stigmatic surface by self–pollen from the anthers of the same flowers. To identify pollen on their bodies some insects of the important species carrying pollen were examined using Scanning Electron Microscope at 15 kv.

Foraging Behaviour of Pollinating Insects

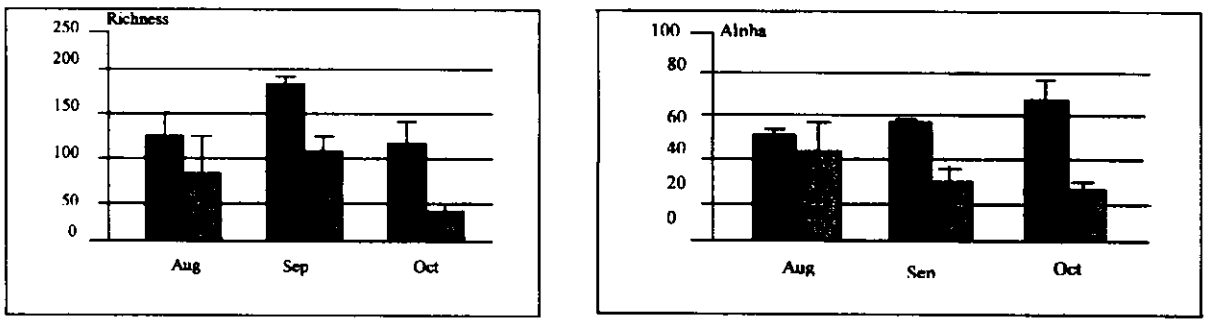
The foraging behavior of pollination insects was observed for short observation period (20 min. or less) every hour during the receptive period (0800 h–1500 h). The insects foraging on the teak flowers were observed and the following factors measure: time spent at flower, number of flowers visited, number of pollinators presented, foraging movement, and destination after foraging. Examination of pollen on the insect body was done using a dissecting microscope to assess their comparative efficiency for carrying teak pollen.

RESULTS

Diversity and Abundance of Flower Visitors Study

A large number of species have been recorded. In the natural forest 549 species have been recorded and EsimateS predicts (ACE technique) a total species richness of 902 species. In the plantation, 314 species have been recorded and EstimateS predicts a species richness of 530 species.

The species richness and Fisher's Alpha diversity index data for natural and plantation forest and in different sampling month is shown in Fig. 2 and 3. The results of Kruskal-Wallis test confirms that species richness of natural forest is higher than those in the plantation ($p=0.007$) whereas there is no significant difference of richness and abundance on the three months of collection.



Figs. 2-3. Comparison of species richness and abundance of the insects at the flowering crown of teak between natural forest ■ and plantation □ 2) Number of the species collected 3) Mean value analyzed by alpha diversity index Vertical bar represent standard deviation

Collected insects were classified into three three groups, pests, natural enemies, and pollinators, as shown in Table 1. It is obviously seen that pest posses the high portion on both areas, natural and plantation

Table 1. The insects found around the flower crown of teak in natural forest and plantation

Group	Order	Family
1. Pest	Coleoptera	Cerambycidae, Chrysomelidae, Meloidae
	Lepidoptera	Hyblaeidae (larvae)
	Hemiptera	Coreidae, Tingidae
	Homoptera	Cicadellidae, Delphacidae, Aphidae
2. Natural Enemy	Hymenoptera (Parasitoid)	Braconidae, Ichneumonidae, Vespidae
	Coleoptera	Coccinellidae
3. Pollinator	Hymenoptera	Apidae, Anthophoridae, Megachilidae, Vespidae, Scoliidae, Sphecidae, Formicidae
	Lepidoptera	Nymphalidae, Pieridae, Danaidae, Lycaenidae, Papilionidae, Sphingidae, Sesiidae, Hyblaeidae, Arctiidae, Euchromidae, Hesperiidae
	Diptera	Tachinidae, Sarcophagidae, Syrphidae, Calliphoridae, Asilidae, Muscidae, Psychodidae

Behavior and Insect Ecology of Main Pollinating Insects Study

Fifty-five insect species of Hymenoptera, Lepidoptera, and Diptera are found to visit teak flowers. However, only eleven species were commonly found based on the study of insect behavior and pollen transfer (Table 2).

Distinguishing between Pollinating Insects and Other Flower Visitors.

Among the 11 common flower visitors, stingless bees are considered as the main pollinator. They are the most common species found (n=80) to visit teak flowers. They are also important as they can carry pollen loads on their body and legs, particularly on the specialized hairs of the tibia and tarsus (Fig. 6). SEM studies show the cluster of teak pollen and long-hairs of the tibia (Fig. 7). Stingless bees also have no sticky substances on their bodies that may interfere with effective pollen transfer. The category "stingless bees" is actually composed of three species, *Ceratina* sp., and two species of *Trigona* sp. These species identification will be clearly determined later.

Figs. 4-5. SEM micrographs of pollen on the leg of stingless bee 4) Teak pollen carried by the specialized dense hairs 5) Close-up showing hydrated teak pollen among long-hairs without sticky substances

Foraging Behavior of Pollinating Insects

The results of foraging behavior can be divided into four parts: 1) pollen transfer, 2) visitation rate, 3) foraging movement, and 4) destination after foraging.

1) Pollen transfer

There is no significant difference (p=0.74) of number of teak pollen deposited on the stigma among the eleven important species. There is a highly significant difference (p=0.004) between the number of deposited pollen among habitats. Stigmas of flowers in the plantation have more pollen than those in plantations (Table 3).

Table 2. Eleven insect species commonly found to forage teak pollen and nectar

Species no.	Family	Scientific / Common name	Number of pollen on stigma	Std. Err
1	Anthophoridae /Apidae	Stingless bees	4.9	.67
2	Vespidae	*Allrohyncium* sp.	6.7	4.81
3	Scoliidae	*Scolia* sp.	.5	.5
4	Vespidae	*Vespa affinis* (L.)	2	0
5	Lycaenidae	*Anthene emulus emulus*	2	0
6	Lycaenidae	*Hypolycaena erytus himavantus* Fruhstorfer	2.6	1.78
7	Pieridae	*Catopsilia pomona pomona fabricus*	7	3.8
8	Apidae	*Apis florea*	0	0
9	Tachinidae	*Tachina* sp.	4.3	1.31
10	Sarcophagidae	-	3.6	13.3
11	Syrphidae	-	1	0

Table 3. Comparison of number of pollen deposited on the stigma of trees in plantation and natural forest

Habitat	Observation	Number of pollen depositing on the stigma	Std. Err.
Plantation	70	5.60	0.709
Natural Forest	46	2.96	0.738

2) Visitation rate

Flowers visited per minute showed a highly significant difference (p=0.0001) among the eleven species but there is no significant difference among the habitats. *Catopsilia pomona pomona Fabricius* (Lepidoptera) showed the highest visitation rate (0.35 flower/min with standard error, ±, of 0.06, n=31) whereas *Anthene emulusemulus* (Lepidoptera) had the lowest rate (0.02 flower/min ± 0.01, n=2). The main pollinator, stingless bees, had a moderate visitation rate of 0.13 flower/min (± 0.01, n=215).

3) Foraging movement

There is highly significant difference of foraging movement among the eleven species and habitat (p=0.001, p= 0.004 ,and n= 304 n =304 respectively). The insects of natural forest are found to forage teak pollen and nectar within inflorescence whereas the insects of plantation found to move among inflorescences. The results appear the same as individual study of the stingless bees. The stingless bees found in the plantation tend to forage food among inflorescence (p= 0.02) as shown in Table 4.

Table 4. Observations of the foraging movement of the stingless bees in the natural forest and plantation. Number in brackets represent the percentage

Habitat	Number of the stingless bees observed		Total
	Among inflo.	Within inflo.	
Natural	4 (4.65)	82 (95.35)	86 (100)
Plantation	18 (13.95)	111 (86.05)	129 (100)
Total	22 (10.23)	193 (89.77)	215 (100)

4) Destination after foraging

Apart from observation foraging behavior of the pollinating insect, their destination after foraging at an inflorescence was also investigated. There are three destination characteristics, within the same tree, moving to other tree, and unknown. Very few insects were found to move to other tree after foraging, most insects moving within the same tree after foraging (Table 5). There is highly significant difference of destination among the eleven (P=0.001) but there is no significant difference (p=0.79) of destination of the eleven insect species on the habitat.

Table 5. Observation of the destination of the stingless bees in the natural forest and plantation

Habitat	Number of the stingless bees observed			Total
	Within same tree	Other tree	Unknown	
Natural Forest	78	1	7	86
Plantation	114	1	14	129
Total	192	2	21	215

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

1. Stingless bees were found to be the main pollinator of teak flowers. It is likely that they are composed of three species, Anthophoridae (1) and Apidae (2). There were difficulties of observation of these three species since they look very alike making it impossible to distinguish them in the field. Therefore special intensive studies of these three species will be made as part of future work.
2. Regarding pollen transfer study, our finding show that there is significant difference of number of pollen depositing on the stigma between plantation (5.6) and natural forest (2.96). However the amount of pollen on the stigma may not play an important role in fruit set if *in vivo* pollen germination is high, perhaps one pollen grain is enough to fertilization.
3. As to visitation rate, flowers visited per minute could indicate insect activities. The high value imply that the insects are active and flying fast among the flowers which probably result in a higher chance of inbreeding. For teak, outcrossing species, the low value of flowers visited per minute is probably more useful because it reflects that the pollinating insect may move among trees.
4. It is interesting to learn the results on foraging behavior of the pollinating insects. Flowers and inflorescences of teak in the natural forest are less than those in the plantation in terms of number, distribution and density. We found that pollinating insects in the plantation mostly move among the inflorescences whereas the insects in the natural forest forage food within the inflorescence. One of the reasons of this occurrence is the insect is likely to move to the inflorescences nearby if the resources is limited. This information could lead into a new concept of seed orchard management of teak. For example, the fruit set may be increased if the spacing among trees is reduced to stimulate the insect visitation between inflorescences and trees.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140008. We would like to thank Robert Cunningham for editing the paper and analysis of species diversity and insect behavior. Special thanks are given to Mr. Wattanachai Tasane and Ms. Malaiporn Thakaew of their excellent assistance in field work. We also like to thank Dr. Chaweewan Hutacharoen for her support in insect pest information.

REFERENCES

COLWELL, R. K. 1996. Biota: the biodiversity database manager. Sirauer Associates, Sunderland, MA.

KERTADIKARA, A. W. S. AND D. PRAT. 1995. Genetic structure and mating system in teak *(Tectona grandis)* provenaces. Silvae Genetica 44: 104-110.

KEVAN, P. G. 1983. Floral colors through the insect eye: what they are and what they mean. pp. 3-30. In JONES, C. E. AND R. J. LITTLE (eds.), Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.

KJAER, E. D. AND V. SUANGTHO. 1995. Outcrossing rate of teak (*Tectona grandis* L.f.). Silvae Genetica 44: 175-177.

NAGARRAJAN, B., M. VARGHESE, A. NICODEMUS, K. P. SASHIDHARAN, S. S. R. BENNET AND C. S. KANNAN. 1996. Reproductive, biology of teak and its implications in tree improvement. In DIETERS, M. J., A. C. MATHESON, D. G. NIKLES, C. E. HARDWOOD AND S. M. WALKER (eds.), Tree improvement for sustainable tropical forestry. Proc. QFRI-IUFRO Conf., Caloundra, Australia, 27 Oct-1 Nov. 1996. 244-248.

PALUPI, E. AND J. N. OWENS. 1996. Reproductive biology of teak (*Tectona grandis* L.f.) in East Java, Indonesia. In DIETERS, M. J., A. C. MATHESON, D. G. NIKLES, C. E. HARWOOD AND S. W. WALKER (eds.), Tree improvement for sustainable tropical Forestry. Proc. QFRI-IUFRO Conf., Calendra, Australia, 27 Oct-1 Nov. 1996. 255-260.

TANGMITCHAROEN, S. AND J. N. OWENS. 1997. Floral biology, pollination, pistil receptivity and pollen-tube growth of teak. Annals of Botany 79: 227-241.

ความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

อรุ่น ลิ่ววานิช[1], สมหมาย ชื่นราม[1], นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์[2] และ ยุพา หาญบุญทรง[3]

[1]กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

[3]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

DIVERSITY OF EDIBLE INSECTS IN THE NORTH AND NORTH-EAST OF THAILAND

A. Lewvanich[1], S. Chunram[1], N. Chareontesprasit[2] and Y. Hanboonsong[3]

[1]Insect Taxonomy Group, Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]Department of Fishery, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

[3]Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

A survey and collection of edible insects has been conducted in 7 provinces in the north and 12 provinces in the northeast of Thailand. The collected insect specimens were classified into 8 orders, 20 families, 40 genera and 49 species. These include 11 species, which are recorded for the first time as edible insects. They are the metallic wood boring beetle-*Sternocera ruficornis* Saunders, the long-horn beetle-*Plocaederus obesus* Gahan, the leaf-eating beetle-*Microtrichia* sp., the small stink bug-*Pygopaltys* sp., the stink bug-*Tessaratoma papillosa* Drury, the cicada-*Dundubia mannifera* Linnaeus, the ground wasp-*Vespa basalis* Smith, the termite-*Coptotermes havilandi* Holmgren, the rice grasshopper-*Aiolopus tamulus* Fabricius, the grasshopper-*Choroedocus illustris* Walker, and the migratory locust-*Locusta migratoria* Linnaeus. The chemical components of 15 edible insect species were analyzed. The bombay locust-*Patanga succincta* Linnaeus contained the highest protein content at 25.88 gm/100 gm and the grasshopper-*Choroedocus illustris* was the highest energy source (237.26 Kcal/100 gm). The mineral elements, calcium and phosphorus, were obtained from the larvae of the dragonflies-*Crocothemis* sp. and the metallic wood boring beetles-*Sternocera aequisignata* at 0.1038 gm/100 gm and 0.2773 gm/100 gm respectively.

Key words: edible insects, chemical components

บทนำ

การนำแมลงมาประกอบเป็นอาหารได้กระทำกันมาตั้งแต่สมัยโบราณในหมู่ชนพื้นเมืองของประเทศต่าง ๆ ในทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย อาฟริกา และอเมริกา โดยมีประวัติการกินแมลงเขียนไว้ในหนังสือหลายเล่ม (Vane-Wright, 1991) การที่ทราบว่าแมลงชนิดใดรับประทานได้หรือไม่นั้นเป็นความรู้สืบทอดกันมา สำหรับในประเทศไทยนอกจากนำแมลงมารับประทานเป็นอาหารแล้วยังนำมาเล่นเป็นเกมกีฬา (อรุ่น, 2540) คนไทยทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมรับประทานแมลงมาก วรากรและคณะ (2518) รายงานพบแมลงกินได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 38 ชนิด Watanabe and Satrawaha (1984) พบแมลงกินได้วางขายตามท้องตลาดในจังหวัดขอนแก่น 15 ชนิด อรุ่น (2531) สำรวจแมลงกินได้ที่คนไทยนิยมนำมารับประทานเป็นอาหารได้ 28 ชนิด การศึกษาแมลงกินได้ในประเทศไทยที่ผ่านมาทำเฉพาะในตัวเมือง ไม่ได้มีการสำรวจโดยละเอียด โดยเฉพาะในท้องที่ชนบทที่อยู่ห่างไกล ในการศึกษานี้ได้ออกสำรวจรวบรวมเพื่อให้ทราบความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย รวมทั้งเพื่อทราบภูมิปัญญาชาวบ้านและวัฒนธรรมท้องถิ่นในการจับและนำแมลงมาปรุงเป็นอาหาร นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแมลงกินได้บางชนิด ซึ่งนอกจากทำให้ทราบคุณค่าทางอาหารของแมลงแล้ว ยังเป็นข้อมูลสำหรับพิจารณาส่งเสริมการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ชนิดแมลงที่ให้คุณค่าทางอาหารสูงในอนาคตอีกด้วย

พื้นที่ศึกษา

สำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงกินได้ในพื้นที่ชนบท ตามจังหวัดต่าง ๆ ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีการ

การรวบรวมตัวอย่าง และจำแนกชนิดแมลง

ออกสำรวจและเก็บรวบรวมแมลงกินได้ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยออกสำรวจในแต่ละภาค

2 เดือน/ครั้ง ครั้งละ 5 วัน สำรวจและรวบรวมตัวอย่างโดยใช้สวิงโฉบ และใช้กับดักแสงไฟรวมทั้งเก็บตัวอย่างแมลงที่วางขายตามท้องตลาด และตามหมู่บ้านที่ชาวบ้านจับแมลงมารับประทานเอง นอกจากนี้ยังได้ขอความร่วมมือจากหน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรที่อยู่ตามจังหวัดต่างๆ ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร, ศูนย์และสถาบันวิจัยของสถาบันวิจัยข้าว, สถาบันวิจัยพืชไร่, สถาบันวิจัยพืชสวน และสถาบันวิจัยหม่อนไหม ให้เก็บตัวอย่างแมลงกินได้ในท้องถิ่นส่งมาให้ บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของแมลง เช่น สถานที่และฤดูกาลที่พบ วิธีการจับ และ วิธีการนำมาปรุงเป็นอาหาร นำตัวอย่างแมลงที่เก็บรวบรวมได้มาปักเข็ม จัดรูปร่าง อบแห้งในห้องปฏิบัติการ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร และจำแนกชนิดโดยใช้เอกสารวิชาการทางอนุกรมวิธานแมลง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแมลง

ทำการวิเคราะห์จากตัวอย่างสดของแมลงแต่ละชนิดปริมาณ 100 กรัม โดยใช้วิธีของ AOAC (1975) วิเคราะห์หาความชื้นโดยวิธี Air-oven method วิเคราะห์หาโปรตีนโดยวิธี Micro-kjeldahl method วิเคราะห์หาไขมันโดยวิธี Soxhlet method วิเคราะห์หาแคลเซียมโดยวิธี Permanganate titration method วิเคราะห์หาฟอสฟอรัสโดยวิธี Tritration method และวิเคราะห์หาพลังงานโดยวิธี Chromic acid oxidation method

ผลการวิจัย

การรวบรวมตัวอย่าง และจำแนกชนิดแมลง

ในช่วงเดือนตุลาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2542 ทำการสำรวจรวบรวมตัวอย่างแมลงกินได้ในภาคเหนือ 7 จังหวัด คือ แม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่, ลำปาง, แพร่, น่าน, อุตรดิตถ์ และพิษณุโลก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 12 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา, ขอนแก่น, มหาสารคาม, กาฬสินธุ์, สกลนคร, ร้อยเอ็ด, ยโสธร, อุบลราชธานี, มุกดาหาร, นครพนม, อุดรธานี และหนองคาย จำแนกชนิดแมลงกินได้รวม 8 อันดับ 20 วงศ์ 40 สกุล 49 ชนิด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. แมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (สำรวจในช่วงเดือนตุลาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2542)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	จังหวัดที่พบ	เดือนที่พบ
Order Coleoptera			
Family Buprestidae			
Sternocera aequisignata Saunders	แมลงทับ, แมลงคับ	ขอนแก่น, สกลนคร	ต.ค.– พ.ย.
S. ruficornis Saunders*	แมลงทับ, แมลงคับ	แพร่, ขอนแก่น, สกลนคร, อุบลราชธานี	ต.ค.
Family Cerambycidae			
Plocaederus obesus Gahan*	ด้วงหนวดยาว, แมลงหุ่น	เชียงใหม่, สกลนคร	ม.ค.– มี.ค.
Family Dytiscidae			
Cybister limbatus Fabricius	ด้วงดิ่ง, แมลงดับเต่า	พบทั่วไป	ต.ค.–ก.พ.
C. rugosus Macl.	แมลงดับเต่าเล็ก	พบทั่วไป	ต.ค.–ก.พ.
Family Hydrophilidae			
Hydrophilus bilineatus Macl.	แมลงเหนี่ยง	พบทั่วไป	ต.ค.–ก.พ.
Family Scarabaeidae			
Anomala antiqua (Gyll.)	แมลงนูนเล็ก	ขอนแก่น, สกลนคร	ต.ค.–ก.พ.
A. cupripes (Hope)	แมลงนูนเขียว	แพร่, ขอนแก่น	ต.ค.–มี.ค.
Eupatorus gracilicornis Arrow	กว่างชาง, กว่างห้าเขา	เชียงใหม่	ต.ค.–พ.ย.
Heliocopris bucephalus Fabricius	ด้วงขี้ช้าง, กุดจี่เบ้า	เชียงใหม่, แพร่,ลำปาง	พ.ย.–มี.ค.
H. dominus Bates	ด้วงขี้ช้าง, กุดจี่เบ้า	เชียงใหม่	ม.ค.
Holotrichia sp.	แมลงกินูน	เชียงใหม่	ต.ค.
Microtrichia sp.*	แมลงกินูน	เชียงใหม่, สกลนคร	ธ.ค.–มี.ค.
Onitis subopacus Arrow	ด้วงขี้ควาย, กุดจี่	เชียงใหม่, แม่ฮ่องสอน	ธ.ค.–ก.พ.
Onthophagus mouhoti Har.	ด้วงขี้ควาย, กุดจี่	เชียงใหม่, อุตรดิตถ์	ต.ค.
O. seniculus Fabricius	ด้วงขี้ควาย, กุดจี่	เชียงใหม่, น่าน, แพร่, ลำปาง, นครราชสีมา, มหาสารคาม	ม.ค.–มี.ค.
Xylotrupes gideon Linnaeus	กว่างซน, แมลงคาบ	เชียงใหม่, น่าน, ขอนแก่น	ต.ค.–ธ.ค.
Order Hemiptera			
Family Belostomatidae			
Lethocerus indicus Lep.-Serv.	แมลงดานา	เชียงใหม่, แม่ฮ่องสอน	ต.ค.–ธ.ค
Family Nepidae			
Laccotrephes ruber Linnaeus	แมลงคันโช่, แมลงอีเนียว	เชียงใหม่	พ.ย.

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	จังหวัดที่พบ	เดือนที่พบ
Family Pentatomidae			
Pygopaltys sp.*	แมลงแคงเล็ก	ลำปาง, สกลนคร	ต.ค.
Tessaratoma javanica Thunberg	แมลงแคง	เชียงใหม่, สกลนคร	ม.ค.–มี.ค.
T. papillosa Drury*	แมลงแคง	เชียงใหม่, สกลนคร	ม.ค.–มี.ค.
Order Homoptera			
Family Cicadidae			
Dundubia mannifera Linnaeus*	จักจั่น	ลำปาง, ร้อยเอ็ด, สกลนคร	พ.ย.–มี.ค.
Order Hymenoptera			
Family Apidae			
Apis cerana Fabricius	ผึ้งโพรง	เชียงใหม่, น่าน, แพร่	ธ.ค.–มี.ค.
A. dorsata Fabricius	ผึ้งหลวง	ลำปาง, มุกดาหาร, ร้อยเอ็ด	
A. florea Fabricius	ผึ้งมิ้น	พบทั่วไป	
Family Formicidae			
Carebara castanea Smith	แมลงมัน	เชียงใหม่, พิจิตร, ลำปาง, สกลนคร	พ.ย.–มี.ค.
Oecophylla smaragdina Fabricius	ไข่มดแดง, แม่เป้ง	พบทั่วไป	ม.ค.– มี.ค.
Family Vespidae			
Vespa basalis Smith*	ต่อหลุม	เชียงใหม่, น่าน, ลำปาง, แม่ฮ่องสอน	พ.ย.–ก.พ.
V. tropica Fabricius	ต่อหัวเสือ	พบทั่วไป	พ.ย.–ก.พ.
Order Isoptera			
Family Termitidae			
Coptotermes havilandi Holmgren*	นางพญาปลวก	มุกดาหาร	ต.ค.
Order Lepidoptera			
Family Bombycidae			
Bombyx mori Linnaeus	ดักแด้ไหม	พบทั่วไป	ต.ค.–ธ.ค.
Family Pyralidae			
Omphisa fuscidentalis Hampson	หนอนไม้ไผ่, รถด่วน, ตัวแน้	เชียงใหม่, น่าน, ลำปาง, แม่ฮ่องสอน	ต.ค.–มี.ค.
Order Odonata			
Family Libellulidae			
Crocothemis sp.	ตัวอ่อนแมลงปอ, แมลงหน้าง้ำ, แมลงระงำ	เชียงใหม่	พ.ย.
Order Orthoptera			
Family Acrididae			
Aiolopus tamulus Fabricius*	ตั๊กแตนข้าวเล็ก	เชียงใหม่	พ.ย.
Acrida sp.	ตั๊กแตนหลาว	มหาสารคาม, ยโสธร, ร้อยเอ็ด	ต.ค.
Chondracris rosea (De geer)	ตั๊กแตนเขียวใหญ่	ขอนแก่น, มุกดาหาร, อุบลราชธานี	ต.ค.
Choroedocus illustris Walker*	ตั๊กแตนหญ้าคา	ขอนแก่น, อุดรธานี	ต.ค.
Cyrtacanthacris tatarica Linnaeus	ตั๊กแตนหวาย	ขอนแก่น, มุกดาหาร	ต.ค.
Hieroglyphus banian Fabricius	ตั๊กแตนอ้อย	มุกดาหาร, ยโสธร, อุบลราชธานี	ต.ค.
Locusta migratoria Linnaeus*	ตั๊กแตนโม	ขอนแก่น, ยโสธร, สกลนคร, อุบลราชธานี	ต.ค.
Oxya japonica Thunberg	ตั๊กแตนข้าว	พิษณุโลก, ขอนแก่น	ต.ค.
Patanga succincta Linnaeus	ตั๊กแตนปาทังก้า	ขอนแก่น, นครราชสีมา, ยโสธร,ร้อยเอ็ด	ต.ค.–พ.ย.
Family Gryllidae			
Acheta testacea Walker	จิ้งหรีดทองแดง, จี้หล่อ, กินาย	เชียงใหม่, ลำปาง, ขอนแก่น, หนองคาย, อุดรธานี	ต.ค.-พ.ย.
Brachytrypes portentosus Licht.	จิ้งโกร่ง, จิโปม, จี้กุง	พบทั่วไป	ต.ค.
Gryllus bimaculatus Degeer	จิ้งหรีดทองคำ, กิโหลน	เชียงใหม่, ลำปาง, ร้อยเอ็ด, หนองคาย, มหาสารคาม, ขอนแก่น	ต.ค.–พ.ย.
Family Gryllotalpidae			
Gryllotalpa africana Beauvois	แมลงกระชอน, แมลงจอน	เชียงใหม่, ลำปาง, ยโสธร, นครพนม, มหาสารคาม, ร้อยเอ็ด, อุดรธานี	ต.ค.–ธ.ค.
Family Tettigoniidae			
Euconocephalus incertus Karry	แมลงมัน	เชียงใหม่, แม่ฮ่องสอน, ลำปาง	ต.ค.–พ.ย.
Mecopoda elongata Linnaeus	ตั๊กแตนยงโย่, ตั๊กโต่ง	เชียงใหม่, พิจิตร, ลำปาง	พ.ย.–ธ.ค.

* ชนิดแมลงที่รายงานเป็นครั้งแรกว่าเป็นแมลงกินได้

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแมลง

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแมลง 15 ชนิด คือ จิ้งโกร่ง, ตั๊กแตนเขียวใหญ่, ตั๊กแตนหญ้าคา, ตั๊กแตนหวาย, ตั๊กแตนอ้อย, ตั๊กแตนโม, ตั๊กแตนปาทังก้า, แมลงดับเต่า, แมลงเหนี่ยง, แมลงทับ, หนอนไม้ไผ่, ไข่มดแดง, ต่อหลุม, แมลงแคงเล็ก, และตัวอ่อนแมลงปอ ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. องค์ประกอบทางเคมีของแมลงกินได้

แมลง	ความชื้น	พลังงาน	องค์ประกอบทางเคมี (% น้ำหนักสด)				
	%	Kcal/100g	โปรตีน	ไขมัน	NFE	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
1. จิ้งโกร่ง	64.66	155.60	20.72	6.660	0.88	0.0532	0.1646
2. ตั๊กแตนเขียวใหญ่	63.81	177.89	21.41	3.43	1.25	0.0554	0.1908
3. ตั๊กแตนหญ้าคา	59.56	237.26	25.32	7.35	-	0.0453	0.1649
4. ตั๊กแตนหวาย	64.92	146.66	21.15	1.67	3.20	0.0609	0.2046
5. ตั๊กแตนอ้อย	64.67	145.58	22.07	3.17	2.97	0.0749	0.1832
6. ตั๊กแตนโม	68.57	136.13	16.68	5.00	3.63	0.0618	0.1716
7. ตั๊กแตนปาทังก้า	58.69	186.79	25.88	5.66	0.60	0.0547	0.2398
8. แมลงดับเต่า	65.81	182.21	18.33	8.13	0.19	0.0766	0.2209
9. แมลงเหนี่ยง	69.36	161.09	15.85	6.30	2.71	0.0956	0.0662
10. แมลงทับ	60.20	183.16	18.97	4.55	0.84	0.1011	0.2773
11. หนอนไม้ไผ่	67.34	174.06	8.06	19.17	1.27	0.0552	0.1115
12. ไข่มดแดง	81.91	78.81	8.73	2.83	3.45	0.0220	0.0872
13. ต่อหลุม	71.26	148.70	14.06	6.36	5.26	0.0884	0.1359
14. แมลงแคงเล็ก	62.31	196.89	14.94	14.44	1.00	0.0385	0.1652
15. ตัวอ่อนแมลงปอ	83.25	79.81	9.87	1.10	3.27	0.1038	0.0751
แมลง (เฉลี่ย)	66.99	17.47	6.38	2.18	4.40	0.0660	0.1652

หมายเหตุ: NFE (Nitrogen free extract) = คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย

ตารางที่ 3. เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของแมลงกับสัตว์น้ำบางชนิด

สัตว์น้ำ	ความชื้น	พลังงาน	องค์ประกอบทางเคมี (% น้ำหนักสด)				
	%	Kcal/100g	โปรตีน	ไขมัน	NFE	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
1. กุ้ง	76.15	84.00	16.05	1.65	2.20	0.142	0.239
2. ปลานิล	78.90	91.00	19.05	0.95	-	0.068	0.173
3. หอยแมลงภู่	85.00	57.00	10.90	1.10	8.00	0.105	0.145
4. แมลง (เฉลี่ย)	66.99	159.04	17.77	6.38	2.18	0.066	0.165

หมายเหตุ: NFE (Nitrogen free extract) = คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย

บทวิจารณ์

ในการศึกษาความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ทำการสำรวจเก็บตัวอย่างแมลงเป็นเวลา 6 เดือน (เดือนตุลาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2542) ซึ่งเป็นระยะเวลาปลายฤดูฝนต่อกับฤดูแล้ง โดยสามารถจำแนกแมลงที่สำรวจและเก็บตัวอย่างได้ทั้ง 49 ชนิดด้วยกัน มีช่วงเวลาแตกต่างกันออกไป ในภาคเหนือแมลงที่พบมาก คือ หนอนไม้ไผ่ ต่อหลุม จิ้งโกร่ง และดักแด้ไหม หนอนไม้ไผ่นึ่งหรือทอดมีวางขายตามท้องตลาดทั่วไป และพบทุกครั้งที่ไปสำรวจ เนื่องจากเก็บแช่แข็งไว้นอกฤดู ซึ่งในสภาพธรรมชาติพบหนอนในปล้องไม้ไผ่ที่ตัวโตนำมารับประทานได้เฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมีนาคม ต่อหลุมพบวางขายทั่วไปเช่นเดียวกับจิ้งโกร่ง และดักแด้ไหม จิ้งโกร่งเป็นแมลงที่ขุดหาง่ายและรับประทานอร่อยโดยนำมาทอดหรือชุบแป้งทอด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแมลงกินได้ที่พบมากในช่วงเดือนตุลาคม ได้แก่ ตั๊กแตนชนิดต่าง ๆ ทั้งตั๊กแตนหนวดสั้นในวงศ์ Acrididae และตั๊กแตนหนวดยาวในวงศ์ Tettigoniidae ตั๊กแตนชนิดที่พบมากที่สุด คือ ตั๊กแตนโม (*Locusta migratoria*) ซึ่งส่วนใหญ่จับมาจากนาข้าวโดยใช้ตาข่ายล้อม นอกจากตั๊กแตนแล้วยังพบจิ้งโกร่งมากด้วย ไข่มดแดงเป็นชื่อที่ชาวบ้านเรียก โดยแท้จริงแล้วไม่ใช่ไข่ แต่เป็นตัวหนอนและดักแด้ของพวกมดงาน พบมากในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม สำหรับแมลงในอันดับ Hemiptera ซึ่งได้แก่ แมลงดานา และแมลงแคงนั้น เป็นแมลงที่มีกลิ่นฉุนจึงนิยมนำมาตำเป็นน้ำพริกรับประทาน ในการศึกษานี้พบแมลง 11 ชนิดที่ยังไม่เคยมีรายงานมาก่อนว่าเป็นแมลงกินได้

การศึกษาคุณค่าทางอาหารของแมลงโดยทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของแมลง 15 ชนิด พวกที่ให้โปรตีนสูงอยู่ในวงศ์ตั๊กแตน โดยตั๊กแตนปาทังก้าให้โปรตีนสูงสุด 25.88 กรัม/100 กรัม ตั๊กแตนหญ้าคา และตั๊กแตนอ้อยให้โปรตีนสูงรองลงมา คือ 25.32 กรัม/100 กรัม และ 22.07 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ตั๊กแตนหญ้าคานอกจากให้โปรตีนสูงแล้วยังให้พลังงานมากที่สุด คือ 237.26 กิโลแคลอรี่/100 กรัม ในขณะที่หนอนไม้ไผ่ และไข่มดแดงให้โปรตีน 8.06 กรัม/100 กรัม และ 8.73 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ตัวเลขนี้คิดจากเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด แต่ถ้าคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนในหนอนไม้ไผ่แห้ง เมื่อหักเอาความชื้นออกแล้วจะได้ 24.68 กรัม/100 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับโปรตีนของหนอนไม้ไผ่ทอดกรอบที่ Yhoung-aree *et al.* (1996) รายงานไว้ คือ 25.5 กรัม/100 กรัม เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของแมลงกับสัตว์น้ำ (ตารางที่ 3) โดยคิดเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของกุ้ง ปลานิล และหอยแมลงภู่ ซึ่งอำนวย (2524) ศึกษาไว้ พบว่าแมลงให้โปรตีนเฉลี่ย 17.77 กรัม/100 กรัม ใกล้เคียงกับกุ้ง และปลานิล 16.05 กรัม/100 กรัม และ 19.05 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ แต่ให้พลังงานสูงกว่ามาก เนื่องจากมีไขมันสูงกว่า แมลงมีแคลเซียมและฟอสฟอรัสใกล้เคียงกับปลานิล แสดงว่าแมลงมีคุณค่าทางอาหารทดแทนเนื้อสัตว์อื่นได้

บทสรุป

1. ในช่วงเดือนตุลาคม 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2542 ทำการสำรวจรวบรวมตัวอย่างแมลงกินได้ในภาคเหนือ 7 จังหวัด คือ แม่ฮ่องสอน, เชียงใหม่, ลำปาง, แพร่, น่าน, อุตรดิตถ์ และพิษณุโลก ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 12 จังหวัด คือ นครราชสีมา, ขอนแก่น, มหาสารคาม, กาฬสินธุ์, สกลนคร, ร้อยเอ็ด, ยโสธร, อุบลราชธานี, มุกดาหาร, นครพนม, อุดรธานี และหนองคาย
2. จำแนกชนิดแมลงกินได้รวม 8 อันดับ 20 วงศ์ 40 สกุล 49 ชนิด เป็นแมลงที่พบเป็นครั้งแรกว่าเป็นแมลงกินได้ 11 ชนิด คือ แมลงทับ (*Sternoccra ruficornis* Saunders), ด้วงหนวดยาว (*Plocaederus obesus* Gahan), แมลงกินูน (*Microtrichia* sp.), แมลงแคงเล็ก (*Pygopaltys* sp.), แมลงแคง (*Tessaratoma papillosa* Drury), จักจั่น (*Dundubia mannifera* Linnaeus), ต่อหลุม (*Vespa basalis* Smith.), ปลวก (*Coptotermes havilandi* Holmgren), ตั๊กแตนข้าวเล็ก (*Aiolopus tamulus* Fabricius), ตั๊กแตนหญ้าคา (*Choroedocus illustris* Walker) และตั๊กแตนโม (*Locusta migratoria* Linnaeus)
3. จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแมลงกินได้ 15 ชนิด พบว่า ตั๊กแตนปาทังก้าให้โปรตีนมากที่สุด (25.88 กรัม/100 กรัม) หนอนไม้ไผ่มีไขมันมากที่สุด (19.17 กรัม/100 กรัม) ตัวอ่อนแมลงปอมีแคลเซียมมากที่สุด (0.1011 กรัม/100 กรัม) แมลงทับมีฟอสฟอรัสมากที่สุด (0.1773 กรัม/100 กรัม) และตั๊กแตนเขียวใหญ่ให้พลังงานมากที่สุด 237.26 กิโลแคลอรี่/100 กรัม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 141005

เอกสารอ้างอิง

วรากร วราอัศวปติ, จำนง วิสุทธิแพทย์ และชูเกียรติ มณีธร. 2518. แมลงที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารงานวิจัย ฉบับที่ 7 มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, มหาสารคาม. 64 หน้า.

องุ่น ลิ่ววานิช. 2531. แมลงที่กินได้. กสิกร 61(6): 547-553.

องุ่น ลิ่ววานิช. 2540. แมลงกับวัฒนธรรมพื้นบ้าน. บทบรรณาธิการ. วารสารกีฏและสัตววิทยา 19(3): 1-2.

อำนวย โชติญาณวงษ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ. 210 หน้า.

AOAC. 1975. Official methods and analysis. Association of Official Analytical Chemist. 12th ed. Washington D.C.

VAN-WRIGHT, R. I. 1991. Why not eat insects? Bulletin of Entomological Research 81(1): 1-4.

WATANABE, H. AND R. SATRAWAHA. 1984. A list of edible insects sold at the public market in Khon Kaen, northeast Thailand. Southeast Asian Studies 22(3): 316-352.

YHOUNG-AREE, J. P., PUWASTIEN AND G. A. ATTIG. 1997. Edible insects in Thailand: an unconventional protein source? Ecology of Food and Nutrition. 36: 133-149.

ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ใช้เป็นอาหารในเขตจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย

สุภาพ ณ นคร[1], ทัศนีย์ แจ่มจรรยา[2], พินิจ หวังสมนึก[1], ไพรัช ทาบสีแพร[1] และ ญาดา พลแสน[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002

[2]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

DIVERSITY OF EDIBLE INVERTEBRATES FOUND IN KHON KAEN PROVINCE, NORTHEAST THAILAND

S. Na Nakorn[1], T. Jamjanya[2], P. Wangsomnuk[1], P. Tarbsripair[1] and Y. Polsan[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

[2]Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

A survey of edible invertebrates at fresh markets in Khon Kaen Province was conducted from January to May 1999. There were 11 sites: Muang, Namphong, Khoasuankuang, Sumsoong, Bhuviang, Chumpare, Nhongroua, Bhol, Chonnabot, Munjakiri and Kranuan District. We found nine mollusk, one shrimp, one crab and 22 insect species at these markets.

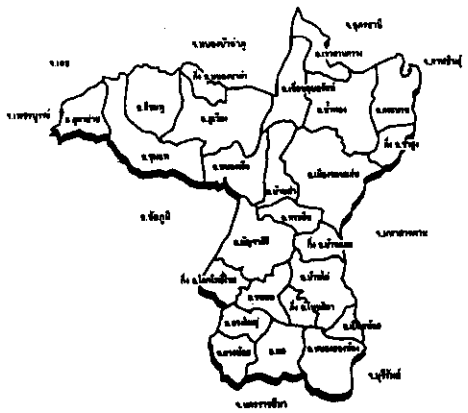
Key words: edible insects, freshwater mollusk, fresh water shrimp, rice field crab

บทนำ

อาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต มีความสัมพันธ์โดยตรงกับภาวะโภชนาการจึงมีผลอย่างมากต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน อาหารจากแหล่งธรรมชาติที่อยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติหรืออยู่ตามป่าจัดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของชาวชนบทอีสาน สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง อันได้แก่ กุ้ง, หอย, ปู และแมลง เป็นแหล่งอาหารตามธรรมชาติของชาวชนบทอีสาน เพราะนอกเหนือจากการนำมาปรุงรับประทานในครัวเรือนแล้ว ยังนำมาจำหน่ายในตลาดสด เพื่อทำรายได้ให้ครอบครัวด้วย การสำรวจความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ใช้เป็นอาหารในเขตจังหวัดขอนแก่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในครั้งนี้เป็นการสำรวจชนิดของสัตว์ที่นำมาขายในตลาดสดระดับอำเภอ และสำรวจสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยทางนิเวศวิทยาด้วย

พื้นที่ศึกษา

ศึกษาและเก็บข้อมูลจากแม่ค้าในตลาดสด อำเภอเมือง, อำเภอน้ำพอง, อำเภอเขาสวนกวาง, อำเภอภูเวียง, อำเภอซุมแพ, อำเภอหนองเรือ, อำเภอพล, อำเภอชนบท, อำเภอมัญจาคีรี, อำเภอกระนวน และศึกษาวิธีการหาสัตว์ที่ใช้เป็นอาหารจากบริเวณแหล่งน้ำจืด อำเภอซำสูง และอำเภอเมือง (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1. แผนที่จังหวัดขอนแก่น

วิธีการ

วิธีการศึกษาได้แบ่งเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

สำรวจความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีขายในตลาดสด โดยถ่ายภาพสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่มีขายในตลาดสด พร้อมทั้งเก็บข้อมูลโดยวิธีสัมภาษณ์ราคา แหล่งที่มา วิธีการที่ได้มา และวิธีปรุงอาหาร

ถ่ายทำวิดีโอวิธีการเก็บสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด เช่น วิธีช้อนกุ้ง, วิธีแหย่ไข่มดแดง, วิธีเก็บหอยขม และวิธีเก็บแมลงกุดจี่ เป็นต้น

ถ่ายทำวิดีโอวิธีการปรุงอาหารจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด โดยเฉพาะอาหารจานเดียวจาก กุ้ง, ปู, หอยขม และแมลง

ศึกษาถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่พบว่ามีขายในท้องตลาด ถ่ายภาพ และถ่ายวิดีโอ

ศึกษาวิถีชีวิตของชาวชนบทที่ยังชีพด้วยวิธีการหาสัตว์จากธรรมชาติ และนำมาขายในตลาดสด โดยวิธีสัมภาษณ์และเก็บภาพถ่าย

ผลการวิจัย

หอยน้ำจืด พบทั้งหมด 9 ชนิด และสามารถจัดจำแนก โดยอาศัยคำบรรยายของ Brandt (1974), Keawjam (1986), Chithamuong (1992), Kijviriya (1990) และ Tarbsripair (1998) ได้ดังนี้

1. พวกหอยฝาเดียว (gastropod) พบ กลุ่มของพวกหอยขม (viviparid snail) ได้แก่ *Filopaludina cambodjensis, F. martensi* และ *F.munensis* และ กลุ่มของพวกหอยโข่ง (apple snail) ได้แก่ *Pila pesmei* และ *P. polita* และหอยเชอรี่ *Pomacea* sp.

2. พวกหอยกาบหรือหอยฝาคู่ (bivalve) พบ หอยทราย หรือหอยเล็บม้า ได้แก่ *Corbicula* sp., หอยสบนก หรือหอยเปลือกบาง ได้แก่ *Scabies crispata* และ หอยกิบกี่ ได้แก่ *Pilsbryoconcha exilis*

กุ้งน้ำจืด พบเพียงชนิดเดียวคือ กุ้งฝอย (*Macrotarachium lanchesteri*)

ปูนา พบเพียงชนิดเดียวคือ *Esanthelphusa olugasti* (Rathlrun) (Bott, 1970 Naiyanetr, 1998)

แมลง พบชนิดต่าง ๆ ดังนี้ แมลงกระชอน, ตั๊กแตนลาย, จิ้งหรีดทองแดง, จิ้งหรีดทองคำ, ตัวอ่อนแมลงปอ, แมลงดานา, มวนแมงป่องน้ำ, จักจั่น แมลงเหนียง, แมลงดับเต่า, แมลงข้าวสาร, แมลงกินูน (5 ชนิด), แมลงกุดจี (3 ชุด), ตักแตนไหม, ไข่มดแดง และผึ้งมิ้ม

อาหารจานเดียวจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ชาวชนบทนำมาปรุง เพื่อรับประทานเอง หรือมีขายในท้องตลาด ได้แก่ ยำไข่มดแดง, แกงอ่อมหอยขม, แกงอ่อมปูนา, แมลงชนิดต่าง ๆ คั่วใส่เกลือปรุงด้วยตะไคร้ และใบมะกรูด, ตั๊กแตนทอด, ก้อยกุ้งฝอย และลาบหอยโข่ง เป็นต้น

ชาวชนบทที่ยากจนยังอาศัยวิธีเสาะแสวงหาอาหารจากแหล่งน้ำและจากป่าตามธรรมชาติ บางส่วนก็ใช้ปรุงอาหารรับประทานเอง และบางส่วนก็นำมาขายในตลาดสด เพื่อให้ได้เงินมาใช้ในการยังชีพ

บทวิจารณ์และสรุป

การสำรวจความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ใช้เป็นอาหารในเขตจังหวัดขอนแก่นในครั้งนี้เป็นเพียงการสำรวจระยะแรกข้อมูลที่ได้นั้นเป็นเพียงข้อมูลในช่วงเวลาเพียง 5 เดือน คือ เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนต่อกับฤดูฝน ดังนั้น ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ใช้เป็นอาหารที่พบจากการสำรวจในตลาดสดนั้นจึงคาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับฤดูกาลด้วย อนึ่ง เวลาในการออกสำรวจตลาดก็อาจจะมีผลต่อจำนวนชนิดของสัตว์ด้วย เช่น หากเวลาที่คณะนักวิจัยไปถึงตลาดสดสายเกินไป สัตว์ที่นำมาขายอาจจะขายหมดไปแล้ว ทำให้สำรวจไม่พบ จากการสำรวจความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ใช้เป็นอาหารในเขตตลาดสด จังหวัดขอนแก่น ในช่วงเวลา 5 เดือน พบหอยน้ำจืด 9 ชนิด กุ้งน้ำจืด 1 ชนิด, ปูนา 1 ชนิด และแมลง 22 ชนิด และพบว่าชาวบ้านนำมาใช้ปรุงอาหารได้หลายรูปแบบ เช่น ลาบหอย, แกงอ่อมหอยขม, ก้อยกุ้ง, แกงอ่อมปูนา, ปูนาปิ้ง, ก้อยไข่มดแดง, ตั๊กแตนทอด, และแมลงชนิดต่าง ๆ คั่วใส่เกลือปรุงด้วยตะไคร้และใบมะกรูด

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 341008 คณะผู้วิจัยใคร่ขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

BOTT, R. 1970. Die Susswasserkrabben von Europa, Asien, Australien and ihre Stammesgeschichte. Abh. Senckenb. Naturforsch Ges. 526., 338 p.

BRANDT, R. 1974. The non-marine aquatic mollusca of Thailand. Archiv für Molluskenkunde 105: 1-423.

CHITHAMVONG, Y. P. 1992. Bithyniidae (Gastropoda: Prosobranchia) of Thailand: comparative external morphology. Malacological Review 25:21-38.

KEAWJAM, R. 1986. The apple snail of Thailand: distribution, habitats and shell morphology. Malacological Review 19: 61-81.

KIJVIRIYA, V. 1990. The studies of the Asiatic clams (*Corbicula*, Muhlfeld, 1811) in Thailand: electrophoretic estimates of enzyme variation and the use of anatomy as a species indicator. Ph.D. Thesis. Mahidol University. 184 p.

NAIYANETR, P. 1998. Checklist of crustacean fauna in Thailand (Decapoda and Stomatopoda). Office of Environmental Policy and Planning (OEPP). Biodiversity series Vol. 5.

TARBSRIPAIR, P. 1998. The genus *Filopaludina* (Prosobranchia: Gastropod) of Thailand: morphology, anatomy, allozyme and systematic relationships. Ph.D. Thesis. Mahidol University. 118 p.

การสำรวจไรสี่ขาในประเทศไทย

อังศุมาลย์ จันทราปัตย์

ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

SURVEY OF THE FOUR-LEGGED MITES IN THAILAND

A. Chandrapatya

Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

The four-legged or eriophyoid mite is highly specific to host plants as compared to other phytophagous mites. These small creatures live by feeding exclusively on plant cell contents. A total of 492 mite samples were collected from 175 different plant species in 27 provinces representing the northern, north-eastern, central, eastern and southern parts of Thailand from November 1996 to October 1997. Seventy-six species and 15 genera of eriophyoid mites were described which include 58 new species, 9 species previously found in Thailand and 9 new records for Thailand. Approximately 125 species are not yet described.

Most species are considered as vagrant mites which do not cause any damage to the host plant. Various pest species such as *Cisaberoptes kenyae* Keifer, *Phyllocoptruta oleiivora* (Ashmead), *Aceria sandorici* (Nal) and *Visinus dimocarpi* Chandrapatya feed on mango, citrus, santol and longan, respectively.

Key words: Eriophyidae, four-legged mite, eriophoid mite, phytophagous mite, taxonomy

บทนำ

ไรสี่ขา (four-legged mite หรือ eriopyoid mite) เป็นไรศัตรูพืชที่มีขนาดเล็กที่สุด จึงยากที่จะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นเกษตรกรจึงมักไม่ให้ความสนใจกับศัตรูพืชชนิดนี้ ยกเว้นพืชที่แสดงอาการผิดปกติอย่างเด่นชัดเมื่อถูกไรลงทำลาย และส่งผลให้ผลผลิตของพืชลดน้อยลงหรือด้อยคุณภาพ เช่น การเกิดอาการสีสนิมบนผิวส้ม อาการปุ่มปมตามใบและกิ่งก้านของพืช อาการตาดอกเจริญผิดปกติ อาการคล้ายแผงขนกำมะหยี่ที่ปรากฏบนใบกระท้อน ลิ้นจี่ ลำไย และอาการช่อดอกแตกเป็นพุ่มแจ้คล้ายไม้กวาด เป็นต้น (Jeppson *et al.*, 1975)

ไรสี่ขาจัดอยู่ในวงศ์ใหญ่ Eriophyoidea ในปี ค.ศ. 1989 Boczek และคณะ จัดพิมพ์แนวทางวินิจฉัยไรสี่ขา โดยระบุว่าไรในกลุ่มนี้จำแนกออกได้เป็นวงศ์ต่าง ๆ 6 วงศ์ ต่อมา Lindquist and Amrine (1966) สรุปว่าไรในกลุ่มนี้มีเพียง 3 วงศ์เท่านั้น ได้แก่ วงศ์ Phytoptidae และวงศ์ Eriophyidae ซึ่งมีหลายชนิดเป็นศัตรูสำคัญทำให้พืชเกิดความเสียหาย หรืออาจนำเชื้อไวรัสมาสู่พืชได้ และวงศ์ Diptilomiopidae ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไรจรจัด ไม่ทำให้พืชเกิดอาการผิดปกติแต่อย่างใด

Amrine and Stasny (1994) รายงานว่าขณะนี้มีไรสี่ขาที่ได้รับการตั้งชื่อแล้วเพียง 2,884 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นไรในวงศ์ Eriophyidae ไรที่ได้รับการตั้งชื่อส่วนใหญ่เป็นไรในทวีปยุโรปและอเมริกา สำหรับเขตร้อนมีไรสี่ขาที่ได้รับการตั้งชื่อแล้วเพียง 768 ชนิด หรือ 26.6% ของไรที่ค้นพบในปัจจุบัน นอกจากนั้น Amrine and Satsny (1994) ได้ประเมินไว้ว่า ยังมีไรสี่ขาในเขตร้อนที่รอการตั้งชื่ออยู่อีกไม่ต่ำกว่า 18,000-19,000 ชนิด

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ชนิดของไรสี่ขาที่พบในประเทศไทย ทั้งชนิดที่เป็นไรศัตรูพืชโดยตรง และไรที่อาศัยอยู่โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับพืช เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการศึกษาด้านชีววิทยา การแพร่กระจาย และการป้องกันกำจัดต่อไป

พื้นที่ศึกษา

เก็บรวบรวมไรสี่ขาบนพืชชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ 27 จังหวัด ซึ่งเป็นตัวแทนของภาคเหนือ, ภาคกลาง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคตะวันออก และภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดกระบี่, กรุงเทพฯ, กำแพงเพชร, ชัยนาท, ชุมพร, เชียงใหม่, ตรัง, ตาก, นครปฐม, นครราชสีมา, นครศรีธรรมราช, นครสวรรค์, นนทบุรี, ปทุมธานี, ประจวบคีรีขันธ์, พระนครศรีอยุธยา, พังงา, พิจิตร, เพชรบุรี, แพร่, ระนอง, ระยอง, ลพบุรี, ลำปาง, สงขลา, สระบุรี, และสุราษฎร์ธานี

พื้นที่ที่ใช้ในการสำรวจส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม, สวนสมุนไพร, สวนพรรณไม้หอม, สวนป่า, พื้นที่อนุรักษ์, วิทยาลัยเกษตรกรรม และสถานีทดลองพืชไร่ พืชสวน ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการปลูกพืชหลากชนิด

วิธีการ

ทำการตรวจหาไรสี่ขาตามส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยใช้แว่นขยายขนาด 15-20 เท่า และเก็บชิ้นส่วนของพืชที่พบไรใส่ในถุงพลาสติกขนาด 8x10 นิ้ว มัดปากถุงให้ แน่นและใช้กรรไกรเจาะถุงเป็นรูเล็ก ๆ 2-3 แห่ง เพื่อระบายความชื้นภายในถุง ก่อนที่จะนำถุงเก็บตัวอย่างใส่ลงในถังโฟมบรรจุน้ำแข็งแห้งเพื่อรักษาความสดของตัวอย่างพืช จากนั้นนำตัวอย่างพืชมาตรวจหาไรในห้องปฏิบัติการภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า และใช้ขนตาติดปลายไม้เขี่ยไรลงภาชนะขนาดเล็กซึ่งบรรจุน้ำยาทำให้ลำตัวของไรใส (Keifer I) ก่อนที่จะนำมาจัดวางบนแผ่นสไลด์และผนึกด้วยน้ำยา Keifer III เพื่อศึกษาทางอนุกรมวิธานต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า ไรสี่ขาสามารถเจริญเติบโตได้ตลอดปีและพบอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ในช่วงที่มีอากาศหนาวจะพบเชื้อรา *Hirsutella thompsonii* Fisher ซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติของไรสี่ขา โดยแทงเส้นใยเข้าไปเจริญอยู่ภายในลำตัวและทำให้ไรตายได้

พืชอาศัยของไรสี่ขามีจำนวนรวมทั้งสิ้น 175 ชนิด ได้แก่ กรวยป่า, กระถิน, กระท้อน, กระท่อม, กระทุ่ม,กระพี้เครือ, กล้วยไข่, กล้วยน้ำว้า, กล้วยบัว, กล้วยป่า, กล้วยหอมแคระ, ก่อยาว, ก้างปลาแดง, กาฝาก, การะเวก, กำซำ, กุ่มน้ำ, ขนุน, ข่อย, ขันทองพยาบาท, ข่า, ข่าลิง, ขิงแดง, ขี้เหล็กบ้าน, แขมใบเล็ก, ไข่เน่า, คงคาเดือด, คล้ากั้นแหม่น, คัดเค้าทอง, เครือยอดแดง, แครทฟ้า, แคสัก, แคหางค่าง, เงาะ, จามจุรี, จำปา, จิกทะเล, จิกน้ำ, ชงโค, ชมพู่ทูลเกล้า, ชมพู่น้ำดอกไม้, ชมพู่น้ำตาลทราย, ชมพู่พลาสติกสีขาว, ชมพู่พลาสติกสีแดง, ชมพู่เพชร, ชมพู่มะเหมี่ยว, ชมพู่ลูกสีชมพู, ช้องนาง, ชะพลู, ชะอม, แชะ, ดอญญ่าควีนสิริกิติ์, ดาหลา, เดื่อหูกวาง, ตะโก, ตะขบป่า, ตะขบเม็ดดำ, ตะแบก, ตำลึง, ตีนเป็ดทะเล, ตีนเป็ดน้ำ, ตุ้มแต๋น, ถั่วลาย, เถาตดหมูตดหมา, ทองหลาง, ทับทิม, ทุ้งฟ้า, เทียนทอง, เทียนหยด, เทียนหยดด่าง, ไทรใบด่าง, ไทรใบหู่, ไทรใบปลายแหลม, ไทรใบลาย, ไทรใบอ้วนแหลม, ไทรยอดทอง, นมน้อย, นมแมว, บอระเพ็ด, บานบุรี, บุหงาส่าหรี, ใบนาก, ประดู่ส้ม, ปีป, เปล้า, ผักบุ้งไทย, ผักบุ้งรั้ว, ผักหวานใบเข้ม, ไผ่เกียบ, ไผ่ซาง, ไผ่ตง, ไผ่น้ำเต้า, ไผ่รวก, ไผ่เลี้ยง, ไผ่เลื้อย, ไผ่สีสุก, ไผ่เหลือง, พริกชี้ฟ้า, พลู, พิกุล, พืพ่าย, พุดซ้อน, พุทธชาด, พุทรา, มะกรูด, มะกอกเตี้ย, มะกอกบก, มะกอกฝรั่ง, มะกอกใหญ่, มะกา, มะเกลือกา, มะค่าแต้, มะตัน, มะเดื่อปล้อง, มะเดื่ออุทุมพร, มะนาว, มะนาวไม่มีเมล็ด, มะพลับ, มะพอก, มะเฟือง, มะไฟ, มะม่วงเขียวเสวย, มะม่วงทวายใหญ่, มะม่วงน้ำดอกไม้, มะม่วงเบา, มะม่วงเพชรบ้านราษฎร์, มะม่วงหิมพานต์, มะรุม, มะละกอ, มะลิ, มะลิพวง, มะลิลา, มะฮอกกานีใบใหญ่, มังคุด, มันปูยอดขาว, มันปูยอดแดง, โมก, ยอ, ยอป่า, ยางนา, ยี่เข่ง, ยูคาลิปตัส, รักทะเล, รางจืด, ราชพฤกษ์, ลำโพง, ลำไย, เล็บมือนาง, เลี่ยน, ส้มจี๊ด, ส้มโอ, สร้อยอินทนิล, สะแก, สะเดาช้าง, สะเดาไทย, สะเดาอินเดีย, สังเครียด, สาเก, สาคู, สารภี, เส้าขาว, หญ้ากระเมง, หมันคา, หมากผู้หมากเมีย, หมีเหม็น, หว้า, หางไหล, หูกวาง, เหมือดคน, อ้อย, อินทนิล, โอบ และพืชไม่มีชื่อไทยอีก 3 ชนิด (*Jasminum* sp., *Homalium* sp. และ *Ipomoea vitifolia*)

ผลการศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานของไรสี่ขา พบว่าไรสี่ขาที่พบในครั้งนี้ มีเพียง 2 วงศ์ด้วยกัน คือ วงศ์ Eriophyidae และวงศ์ Diptilomiopidae โดยไรส่วนใหญ่จะอยู่ในวงศ์ Diptilomiopidae ซึ่งไม่ทำอันตรายแก่พืช ยกเว้นกรณีที่ไรมีปริมาณมาก เช่น *Vilaia sandorici* C ซึ่งดูดกินอยู่บนใบกระท้อน จะทำให้ใบกระท้อนเกิดมีอาการคล้ายสีสนิมและร่วงหลุดไปในที่สุด ไรหลายชนิดในวงศ์ Eriophyidae จะทำให้พืชอาศัยได้รับความเสียหาย เช่น *Calepitrimerus piperus* C และ *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) ทำให้เกิดอาการคล้ายสีสนิมบนใบชะพลูและส้ม ไร *Aceria sandorici* (Nal) ทำให้ใบกระท้อนเป็นปุ่ม ปม และไร *Aceria mangiferae* Sayed ซึ่งทำให้ตายอดของมะม่วงไม่สามารถผลิใบหรือแตกช่อได้ตามปกติ เป็นต้น

ไรสี่ขาที่เก็บรวบรวมได้ สามารถนำมาวิเคราะห์ชื่อวิทยาศาสตร์ได้เพียง 76 ชนิดเท่านั้น ในจำนวนนี้ประกอบด้วยไรที่ได้รับการตั้งชื่อไว้แล้ว 18 ชนิดด้วยกัน แบ่งออกเป็นไรที่เคยมีผู้รายงานการค้นพบในประเทศไทยแล้ว 9 ชนิด (ตารางที่ 1) และไรที่เคยพบในประเทศอื่น ๆ แต่ยังไม่เคยมีการตรวจพบในประเทศไทยอีก 9 ชนิด (ตารางที่ 2) นอกนั้นเป็นไรสี่ขาที่พบเป็นครั้งแรกของโลก รวมทั้งสิ้น 15 สกุล 58 ชนิด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1. ไรสี่ขาที่มีผู้สำรวจพบในประเทศไทยแล้ว

ลำดับ	ไรสี่ขา	พืชอาศัย	เอกสารอ้างอิง
1	*Abacarus officinari* K	อ้อย	Keifer 1975b
2	*Aceria mangiferae* Sayed	มะม่วง	Sayed 1946
3	*A. sandorici* (Nal)	กระท้อน	Nalepa 1914
4	*Aculus moringae* Chan	มะรุม	Channabasavanna 1966
5	*Cecidophyes thailandica* K	ไทรย้อยใบแหลม, ไทรยอดทอง,ไทรใบด่าง	Keifer 1975a
6	*Cisaberoptus kenyae* K	มะม่วง	Keifer 1966a
7	*Phyllocoptruta oleivorus* (Ash)	ส้มโอ, มะนาว, มะกรูด, ส้มจี๊ด	Ashmead 1879
8	*Tegolophus artocarpi* K	ขนุน	Keifer 1977
9	*Thacra piperasia* K	ชะพลู	Keifer 1978

ตารางที่ 2. ไรสี่ขาที่ได้รับการตั้งชื่อแล้ว แต่ไม่มีรายงานการค้นพบในประเทศไทย

ลำดับ	ไรสี่ขา	พืชอาศัย	เอกสารอ้างอิง
1	*Abacarus sacchari* Chan.	อ้อย	Channabasavanna 1966
2	*Aceria ghanii* K	พุทรา	Keifer 1966b
3	*Calacarus capsica* Chan & Mon	พริกขี้หนู	Chakrabarti & Mondal 1979
4	*C. jasmini* Chak & M	มะลิ	Chakrabarti & Mondal 1978
5	*C. mussaendae* K	คอฌญ่าควีนสิริกิติ์	Keifer 1977
6	*Epitrimerus dimocarpi Huang*	ลำไย	Kuang & Hong 1989
7	*Phyllocoptruta malligai* Moh	ผักบุ้งไทย, ผักบุ้งรั้ว	Mohanasundaram 1980
8	*P. musae* K	กล้วยไข่, กล้วยน้ำว้า, กล้วยหอมแคระ	Keifer 1955
9	*Thamnacus euphorbiae* Chan.	ผักหวานใบด่าง	Channabasavanna 1966

ตารางที่ 3. ไรสี่ขาที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยและเป็นไรชนิดใหม่ของโลก

ลำดับ	ไรสี่ขา	พืชอาศัย	เอกสารอ้างอิง
1	*Acaphylla eugeniae* C	หว้า	Boczek & Chandrapatya 1996a
2	*Acarhis diospyrosis* C	ตะโก	Chandrapatya & Boczek 1991c
3	*Aculodes ventricosae* C	ไผ่น้ำเต้า	Boczek & Chandrapatya 1996c
4	*Areekulus eugenae* C	ชมพู่พลาสติก, ชมพู่น้ำดอกไม้, ชมพู่เพชร	Boczek & Chandrapatya 1998
5	*Calacarus allamandae* B & C	บานบุรี	Boczek & Chandrapatya 1989b
6	*C. mellingtoniae* B & C	ปีป	Boczek & Chandrapatya 1989b
7	*Calepitrimerus piperus* C	ชะพลู	Chandrapatya & Boczek 1991b
8	*Callyntrotus terminaliae* B & C	หูกวาง	Boczek & Chandrapatya 1989a
9	*Circaces citri* B	มะกรูด, มะนาว	Boczek & Chandrapatya 1996a
10	*Epitrimerus cannae B*	สาคู	Chandrapatya & Boczek 1998
11	*E. glutinosae* B	หมีเหม็น	Chandrapatya & Boczek 1996a
12	*E. zingiberi* B	ขิงแดง	Chandrapatya & Boczek 1991c
13	*Flechtmannia mangiferae* C	มะม่วงน้ำดอกไม้, มะม่วงทวายใหญ่,มะม่วงสามฤดู, มะม่วงเขียวเสวย	Chandrapatya & Boczek 1997a
14	*Jutarus benjaminae* B & C	ไทรใบแหลม	Boczek & Chandrapatya 1989a
15	*Kasetsarus cassiae* C	ราชพฤกษ์	Chandrapatya & Boczek 1997a
16	*Knorella bambusae* C	ไผ่น้ำเต้า, ไผ่เหลือง	Chandrapatya & Boczek 1993b
17	*Kolacarus bambusae* B	ไผ่เหลือง	Boczek & Chandrapatya 1996c
18	*Kropczynella mangiferae* B	มะม่วงน้ำดอกไม้, มะม่วงทะวายใหญ่, มะม่วงสามฤดู, มะม่วงเขียวเสวย	Chandrapatya & Boczek 1997a
19	*Liparus eugeniae* B	ชมพู่น้ำดอกไม้, ชมพู่น้ำตาลทราย,ชมพู่มะเหมี่ยว, ชมพู่พลาสติก, หว้า	Boczek & Chandrapatya 1996a
20	*Petanovicia cerberae* B	ตีนเป็ดทะเล	Boczek & Chandrapatya 1996b
21	*Phyllocoptes azadirachtae* C	สะเดาอินเดีย	Boczek & Chandrapatya 1992b
22	*Phytoptochetus bambusae* B	ไผ่, ไผ่เกียบ	Boczek & Chandrapatya 1996c

ตารางที่ 3. (ต่อ)

ลำดับ	ไรสี่ขา	พืชอาศัย	เอกสารอ้างอิง
23	*Pseudodiptacus caseariae* C	กรวยป่า	Boczek & Chandrapatya 1996c
24	*Rhombacus eucalypti* B	ยูคาลิปตัส	Chandrapatya & Boczek 1991c
25	*Rhynacus quisquali* C	เล็บมือนาง	Chandrapatya & Boczek 1997b
26	*Rhyncaphytoptus bambusae* B	ไผ่น้ำเต้า, ไผ่เลี้ยง, ไผ่เกียบ	Boczek & Chandrapatya 1996c
27	*Siamina cruminae* B	หว้า	Chandrapatya & Boczek 1993a
28	*Surapoda artabotrysi* B & C	การะเวก	Boczek & Chandrapatya 1989b
29	*Taspinus mangiferae* C	มะม่วงเขียวเสวย	Chandrapatya & Boczek 1991c
30	*Tegonotus strebusi* B	ข่อย	Chandrapatya & Boczek 1997a
31	*Tetra caseariae* B	กรวยป่า	Chandrapatya & Boczek 1997a
32	*T. diospyrosae* C	ตะโก	Chandrapatya & Boczek 1993a
33	*Thailandus diospyrosae* C	มะเกลือกา	Chandrapatya & Boczek 1997b
34	*Thiracarus bambusae* C	ไผ่สีสุก ไผ่เลี้ยง	Boczek & Chandrapatya 1996c
35	*Vasates caricis* B	มะละกอ	Boczek & Chandrapatya 1996b
36	*V. leucopyri* C	ก้างปลาแดง	Boczek & Chandrapatya 1992a
37	*V. morindai* C	ยอ	Boczek & Chandrapatya 1996b
38	*V. scaevolai* C	รักทะเล	Boczek & Chandrapatya 1996b
39	*V. spinosae* C	บุหงาส่าหรี	Boczek & Chandrapatya 1996b
40	*V. spondiasi* B & C	มะกอกบก, มะกอกฝรั่ง, มะกอกใหญ่, มะกอกเกี้ย	Boczek & Chandrapatya 1989a
41	*Vilaia artabotrysi* B	การะเวก	Chandrapatya & Boczek 1991b
42	*V. azadirachtae* B	สะเดาช้าง	Boczek & Chandrapatya 1992c
43	*V. barringtoniae* C	จิกน้ำ	Boczek & Chandrapatya 1992c
44	*V. cerberae* C	ตีนเป็ดทะเล, ตีนเป็ดน้ำ	Boczek & Chandrapatya 1998
45	*V. cythereae* C	มะกอกฝรั่ง	Chandrapatya & Boczek 1991a
46	*V. elaeocarpi* B	มะกอกน้ำ	Chandrapatya & Boczek 1991a
47	*V. languasi* B	ข่า	Chandrapatya & Boczek 1991b
48	*V. meliae* B	เลียน	Boczek & Chandrapatya 1998
49	*V. morindae* B	ยอ	Boczek & Chandrapatya 1998
50	*V. musae* C	กล้วยน้ำหว้า, กล้วยไข่	Chandrapatya & Boczek 1991c
51	*V. pamithus* (B & C)	มะม่วงน้ำดอกไม้, มะม่วงทะวาย, มะม่วงเพชรบ้านราษฎร์	Boczek & Chandrapatya 1989a
52	*V. sandorici* C	กระท้อน	Chandrapatya & Boczek 1991a
53	*V. strebli* B	ข่อย	Boczek & Chandrapatya 1992c
54	*V. swietentae* C	มะฮอกกานีใบใหญ่	Chandrapatya & Boczek 1998
55	*V. thaianae* B	ชมพู่พลาสติก, ชมพู่มะเหมี่ยว, ชมพู่ลูกสีชมพู, ชมพู่ทูลเกล้า, หว้า	Chandrapatya & Boczek 1991a
56	*Vimola eugeniae* B	ชมพู่มะเหมี่ยว, ชมพู่น้ำดอกไม้, ชมพู่เพชร, หว้า	Boczek & Chandrapatya 1992a
57	*Visinus dimocarpi* C	ลำไย	Chandrapatya & Boczek 1996b
58	*Wanleelagus cerberus* B	ตีนเป็ดทะเล	Chandrapatya & Boczek 1997b

บทวิจารณ์

นักอนุกรมวิธานของไรสี่ขาส่วนใหญ่จะอยู่ในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกา ส่วนในเขตร้อนยังมีนักวิชาการด้านนี้ไม่มากนัก ดังนั้นจำนวนไรในสี่ขาในเขตร้อนที่ได้รับการตั้งชื่อแล้วจึงมีเพียง 26% ของไรที่ได้รับการตั้งชื่อในปัจจุบัน (Amrine and Stasny, 1994) ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนและมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะกับการเจริญเติบโตของไรมาก นอกจากนั้นความหลากหลายของพันธุ์พืช และอุปนิสัยของไรสี่ขาซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดของพืช ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีโอกาสพบไรสี่ขาชนิดใหม่ ๆ ในประเทศไทยอีกด้วย ดังนั้นการสำรวจและวิเคราะห์ชนิดของไรสี่ขาในประเทศไทยจึงมีความสำคัญมาก เพราะนอกจากจะช่วยให้ทราบว่ามีไรชนิดใดอยู่ในธรรมชาติแล้ว ยังเป็นการสร้างองค์ความรู้พื้นฐานเพื่อรองรับการศึกษาไรศัตรูพืชในอนาคตได้เป็นอย่างดี

ผลการศึกษาครั้งนี้พบไรหลายชนิดที่เคยมีรายงานการแพร่ระบาดในประเทศเพื่อนบ้าน โดยเฉพาะประเทศอินเดียและไต้หวัน ซึ่งเป็นประเทศที่มีการศึกษาทางอนุกรมวิธานของไรสี่ขาค่อนข้างมาก (Channabasavanna, 1966; Chakrabarti and Mondal, 1978; 1979; Kuang and Hong 1989; Amrine and Stasny, 1994)

บทสรุป

ไรสี่ขาอาศัยอยู่บนพืชได้ทุกประเภท ทั้งไม้ดอกและไม้ประดับ, พืชสวนและพืชผัก, พืชไร่, ไม้ผล, ไม้ป่า, วัชพืช และพืชสมุนไพร พืชที่แสดงอาการผิดปกติส่วนใหญ่ เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ส้มโอ, มะม่วง, ลิ้นจี่, ลำไยและกระท้อน เป็นต้น ไรสี่ขาในประเทศไทยมี 2 วงศ์ คือ Eriophyidae และ Diptilomiopidae โดยไรทั้ง 2 วงศ์จะไม่มีการดัดแปลงรูปร่าง และอยู่ในรูปของ protogyne เพียงอย่างเดียว ไรส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Diptilomiopidae ส่วนไรสี่ขาที่มีบทบาทสำคัญต่อการเกษตรและจำเป็นต้องหาแนวทางป้องกันกำจัด จัดอยู่ในวงศ์ Eriophyidae เช่น *Phyllocoptruta oleivorus, Aceria sandorici, A. mangiferae* และ *A. litchii* เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 140020

เอกสารอ้างอิง

AMRINE, J. W. AND T. A. STASNY. 1994. Catalog of the Eriophyoidea (Acarina: Prostigmata) of the world. Indira Publishing House, West Bloomfield, Michigan, USA. 798 p.
ASHMEAD, W. H. 1879. Injurious and beneficial insects found on the orange trees in Florida. Can. Entomol. 11: 159-160.
BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1989a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). I. Bull. Polish. Acad. Sci. 37: 133-140.
BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1989b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). II. Bull. Polish. Acad. Sci. 37: 141-148.
BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1992a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). VI. Internat. J. Acarol. 18: 277-285.
BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1992b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). X. Bull. Polish. Acad. Sci. 40: 261-267.
BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1992c. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XI. Bull. Polish. Acad. Sci. 40: 269-277.
BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1996a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XVIII. Bull. Polish. Acad. Sci. 44: 61-70.
BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1996b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XX. Bull. Polish. Acad. Sci. 44: 83-92.
BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1996c. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXII. Internat. J. Acarol.
BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1998. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXV. Bull. Polish. Acad. Sci. 46: 31-38.
BOCZEK, J. H., V. G. SHEVTCHENKO AND R. DAVIS. 1989. Generic key to world fauna of eriophyid mites (Acarida: Eriophyoidea). Warsaw Agric. Univ. Press, Warsaw, Poland.
CHAKRABARTI, S. AND S. MONDAL. 1978. Description of two new species of eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea) from West Bengal, India. Indian J. Acarol. 3: 71-76.
CHAKRABARTI, S. AND S. MONDAL. 1979. Studies on the eriophyid mites (Acarina: Eriophyoidea) of India. III. Description of four new species of Calacarus from West Bangal with key to Indian species. Acarologia 21: 396-407.
CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1991a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). IV. Bull. Polish. Acad. Sci. 39: 427-433.
CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1991b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). V. Bull. Polish. Acad. Sci. 39: 435-443.
CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1991c. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). VIII. Bull. Polish. Acad. Sci. 39: 445-452.
CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1993a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). VI. Internat. J. Acarol. 19: 69-73.
CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1993b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XII. Bull. Polish. Acad. Sci. 41: 45-52.
CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1996. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XIX. Bull. Polish. Acad. Sci. 44: 71-81.
CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1997a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXI. Bull. Polish. Acad. Sci. 45: 11-21.
CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1997b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXIII. Bull. Polish. Acad. Sci. 45: 23-34.
CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1998. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXVI. Bull. Polish. Acad. Sci. 46: 39-46.
CHANNABASAVANNA, G. P. 1966. A contribution to the knowledge of Indian eriophyid mites (Eriophyoidea: Trombidiformes: Acarina). Univ. Agric. Sci., Bangalore, India.
DAVIS, R., C. H. W. FLECHTMANN, J. H. BOCZEK AND H. E. BARKE. 1982. Catalogue of eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). Warsaw Agric. Univ. Press, Warsaw, Poland.
JEPPSON, L. R., H. H. KEIFER AND E. W. BAKER. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press, Berkeley, California, USA.
KEIFER, H. H. 1955. Bull. Calif. Dept. Agr. Eriophyid Series XXIII. 44: 126-130.
KEIFER, H. H. 1966a. Calif. Dept. Agr. Eriophyid Series. B-18: 1-20.
KEIFER, H. H. 1966b. Calif. Dept. Agr. Eriophyid Series. B-19: 1-20.
KEIFER, H. H. 1975a. ARS-USDA Eriophyid Series. C-10: 1-24.
KEIFER, H. H. 1975b. ARS-USDA Eriophyid Series. C-11: 1-24.
KEIFER, H. H. 1977. ARS-USDA Eriophyid Series. C-14: 1-24.
KEIFER, H. H. 1978. ARS-USDA Eriophyid Series. C-15: 1-24.
KUANG, H. Y. AND X. Y. HONG. 1989. One new genus, seven new species, and a new record of the subfamily Phyllocoptinae (Acari: Eriophyidae) from the People's Republic of China. Internat. J. Acarol. 15(3): 135-143.
LINDQUIST, E. E. AND J. W. AMRINE. 1996. Systematics, diagnoses for major taxa, and keys to families and genera with species on plants of economic importance. In E. E. LINDQUIST, M. W. SABELIS AND J. BRUIN (eds.), Eriophyoid Mites -Their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam. The Netherlands.
MOHANASUNDARAM, M. 1979-80. Indian eriophyid studies II. Mysore J. Agric. Sci. 14: 515-528.
NALEPA, A. 1914. Eriophyiden aus Java (1. Beitrag). Marcellia 13(2-3): 51-87.
SAYED, M. T. 1946. Aceris mangiferae nov. psec. Bull. Soc. Fouad. Entomologique. 30: 7-10.

ความหลากหลายของโปรโตซัวในแหล่งน้ำปิดและธารน้ำไหลผ่านสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

อำนาจ โรจนไพบูลย์, ธนู มะระยงค์, อินทิรา ปรุงเกียรติ และ อรวรรณ อินทราทิตย์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

DIVERSITY OF THE PROTOZOA IN THE RESERVOIR AND STREAM IN QUEEN SIRIKIT BOTANIC GARDENS

A. Rojanapaibul, T. Marayong, I. Proongkiat and O. Intratip
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

The diversity of protozoa were investigated during August 1998–January 1998 from five stations, viz. (above, in, and below) of Queen Sirikit Botanic Gardens. Eighty-five species of protozoa were recorded in 3 classes. There were 43 species in class Ciliata, 24 species in class Mastigophora, and 18 species in class Sarcodina. It was found that protozoan species did not significantly different in distribution at the 5 stations (class Ciliata, class Mastigophora and class Sarcodina) for 6 months. Values were recorded for air-temperature (19.8-34.2 °C), water-temperature (18.1-29.4 °C), pH (5.06-7.9), conductivity (55-414 µS/cm), conductivity 20 ms/cm (0.05-0.41 ms/cm), DO (3.1-9.9 mg/l), Saturated of oxygen (42-120%) and BOD (0.2-4.2 mg/l). Water quality was level 2-3 of the Thai Water Pollution Standard.

Key words: Protozoa, Ciliata, Mastigophora, Sarcodina, diversity

บทนำ

โปรโตซัวเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว แบบ eukaryotic organism มีขนาดเล็ก ปรากฏอยู่ทั่วไปในสภาพธรรมชาติ ส่วนใหญ่ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษา อำไพ (2520) ศึกษาโปรโตซัวในน้ำเสียที่เนื่องมาจากสารอินทรีย์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบ ciliates ในน้ำที่มีกาซออกซิเจนละลายอยู่ในปริมาณต่ำแต่มีจำนวน species มาก พบ flagellates มีจำนวน species สูง ในน้ำที่มีกาซออกซิเจนละลายอยู่สูง โอภาส (2523) สำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 62 species ใน 3 class คือ (1) class Ciliata 28 species (2) class Mastigophora 18 species (3) class Sarcodina 16 species พบว่าโปรโตซัวส่วนหนึ่งมีขนาดไม่เท่ากับที่เคยมีรายงานมาก่อน เชิดพันธ์ (2526) สำรวจโปรโตซัวในคูเมืองเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 70 species ใน 4 class คือ (1) class Ciliata 40 species (2) class Mastigophora 15 species (3) class Sacodina 14 species (4) class Suctoria 1 species บพิธและนันทพร (2532) ศึกษาชนิดของโปรโตซัว เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำของบึงมักกะสัน พบโปรโตซัวกลุ่มต่าง ๆ คือ class Ciliata 46 สกุล class Flagellata (Mastigophora) 17 สกุล class Sarcodina 8 สกุล และ class Ciliata ที่ไม่สามารถจำแนกสกุลได้อีก 3 สกุล รวมทั้งสิ้น 74 สกุล พบว่ามีโปรโตซัวจำนวน 30 สกุล สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำของบึงได้ มุกดา (2536) ศึกษานิเวศวิทยาและการแพร่กระจายของโปรโตซัว ในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตพบโปรโตซัว ทั้งหมด 75 สกุล จัดอยู่ใน (1) class Ciliata 52 สกุล (2) class Mastigophora 13 สกุล (3) class Sarcodina 10 สกุล ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่าเป็นแหล่งน้ำแบบ mesosaprobic สมโชดก (2537) สำรวจพบโปรโตซัวในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดของโรงกำจัดน้ำเสีย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 17 ชนิด 4 class คือ (1) class Ciliata 6 species (2) class Flagellata (Mastigophora) 3 species, (3) class Sarcodina 6 species, (4) class Suctoria 2 species Rojanapaibul *et al.* (1994) สำรวจการกระจายของ *Amoeba* spp. จากบางท้องที่ของจังหวัดเชียงใหม่ พบ *Amoeba* spp.จำนวน 8 ชนิด เครือวัลย์ (2539) สำรวจโปรโตซัวในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยบูรพา พบโปรโตซัว 60 ชนิดใน 4 class คือ (1) class Ciliata 26 ชนิด (2) class Mastigophora 19 ชนิด (3) class Sarcodina 14 ชนิด (4) class Suctoria 1 ชนิด Marayong *et al.*(1996) สำรวจโปรโตซัว (Ciliata Protozoa) บริเวณน้ำตกห้วยแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัวใน Class Ciliata ทั้งหมด 9 ชนิด สุดาพรรณ์ (2539) ศึกษาชนิดและปริมาณของโปรโตซัวจากแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบโปรโตซัวประกอบด้วย subphylum Sarcomastigophora (class Mastigophora และ class Sarcodina) และ subphylum Ciliophora (class Ciliata และ class Suctoria) จำแนกได้ 28 family รวมทั้งสิ้น 73 ชนิด Rojanapaibul *et al.* (1996) สำรวจโปรโตซัวในบางท้องที่ของดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัว class Sarcodina ในบริเวณ

แอ่งน้ำนิ่งและน้ำไหลของน้ำตกผาลาด บนดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งหมด 8 ชนิด Marayong *et al.* (1997) สำรวจโปรโตซัวบางบริเวณของแม่น้ำปิง อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน พบโปรโตซัว 3 class รวมทั้งสิ้น 16 ชนิด โดยพบใน (1) class Ciliata 5 ชนิด (2) class Mastigophora 5 ชนิด (3) class Sarchodina 6 ชนิด Suwattanakupt *et al.* (1997) สำรวจโปรโตซัว บริเวณแม่น้ำลี้ อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน พบโปรโตซัว 3 class รวมทั้งสิ้น 22 ชนิด โดยพบใน (1) class Ciliata 9 ชนิด (2) class Mastigophora 7 ชนิด (3) class Sarcodina 6 ชนิด Proongkiat (1997) สำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำ สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 40 species ใน 4 class คือ (1) class Ciliata 20 species (2) class Mastigophora 5 species (3) class Sacodina 13 species (4) class Suctoria 2 species ในปีเดียวกัน Proongkiat *et al.* (1997) ตรวจสอบการกระจายตัวของโปรโตซัวในบางท้องที่ของแม่น้ำลี้ จากอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน พบโปรโตซัว 3 class 27 ชนิด โดยพบใน (1) class Ciliata 13 ชนิด (2) class Mastigophora 6 ชนิด (3) class Sarcodina 8 ชนิด Rojanapaibul *et al.* (1997) ตรวจสอบความหลากหลายของโปรโตซัวบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก พบโปรโตซัว 3 class 35 ชนิด โดยพบบริเวณใต้เขื่อน 35 ชนิด พบใน (1) class Ciliata 16 ชนิด (2) class Mastiogophora 10 ชนิด (3) class Sacrodina 9 ชนิด และพบบริเวณเหนือเขื่อน 19 ชนิด คือ (1) class Ciliata 7 ชนิด (2) class Mastigophora 5 ชนิด (3) class Sarcodina 7 ชนิด Marayong *et al.* (1998) สำรวจโปรโตซัวบริเวณน้ำตกแม่สา บนดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัวทั้งหมด 23 ชนิด พบใน (1) class Ciliata 11 ชนิด (2) class Mastigophora 7 ชนิด (3) class Sarcodina 5 ชนิด Suwattanakupt *et al.* (1998) สำรวจโปรโตซัวบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองฮ่อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 3 class 32 ชนิด คือ (1) class Ciliata 21 ชนิด (2) class Mastigophora 5 ชนิด (3) class Sarcodina 6 ชนิด Proongkiat *et al.* (1998) สำรวจการกระจายของโปรโตซัวบางท้องที่ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย พบโปรโตซัว 3 class 42 ชนิด คือ (1) class Ciliata 18 ชนิด (2) class Mastigophora 16 ชนิด (3) class Sarcodina 8 ชนิด Proongkiat (1999) สำรวจความหลากหลายของโปรโตซัวและคุณภาพน้ำในคลองแม่ข่าจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม 2540 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2541 โปรโตซัวที่พบเฉพาะในน้ำเสีย ที่จะใช้เป็น biomonitoring บ่งบอกคุณภาพน้ำเสียประเภทที่ 5 ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 มี 21 species ประกอบด้วย (1) class Ciliata 8 species คือ *Aspidisca lynceus, Chilodonella cucullulus, Cristigera phoenix, Cyclidium glaucoma, Euplotes adiculatus, Holostricha vernalis, Paramecium multimicronucleatum* และ *Prorodon griseus* (2) class Mastigophora 10 species คือ *Chlamydomonas* sp., *Euglena enrenbergi, E. spirogyra, E. tripteris, Gymnodinium aeruginosum, Heteronema acus, Pandorina morum, Phacus torta, Spondylomorum quaternarium* และ *Trachelomonas armata* (3) class Sarcodina 3 species คือ *Centropyxis aculeata, Difflugia corona* และ *D. oblonga* Rojanapaibul *et al.* (1998) สำรวจความหลากหลายของโปรโตซัว จากบริเวณอ่างเก็บน้ำห้วยหยวก พบโปรโตซัว 3 class 41 ชนิด คือ (1) class Ciliata 19 ชนิด (2) class Mastigophora 14 ชนิด (3) class Sarcodina 8 ชนิด

ในปัจจุบันนี้มีการพยายามศึกษาหาชนิดโปรโตซัวเพื่อใช้เป็น bioindicator ของแหล่งน้ำและบ่งชี้คุณภาพน้ำ รวมถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (eutrophication) หรือมลพิษ (pollution) การมีข้อมูลพื้นฐานในเรื่องความหลากหลายของโปรโตซัวในแหล่งน้ำ รวมถึงสภาวะทางด้านกายภาพ เคมี และฟิสิกส์ เพื่อจะหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันระหว่างโปรโตซัวและสิ่งแวดล้อมซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการจัดการระบบนิเวศของแหล่งน้ำได้ในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เป็นสถานที่รวบรวมพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งพืชสมุนไพรของประเทศไทยและยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวในเชิงวิชาการและอนุรักษ์ที่มีชื่อเสียงรู้จักกันทั่วโลก เป็นสถานที่ที่มีแหล่งน้ำปิดและแหล่งน้ำเปิดที่มีลำน้ำแม่สาไหลผ่าน เป็นลำน้ำสาขาต้นกำเนิดของแม่น้ำปิงอยู่เหนือสวนพฤกษศาสตร์ฯ ขึ้นไป ตามบริเวณสองฝั่งของลำน้ำ ชาวเขา ชาวพื้นเมืองและผู้คนอื่น ๆ จะตั้งบ้านเรือนอาศัยอยู่ ส่วนมากจะมีอาชีพ ทำไร่ ทำสวน ปลูกพืชผัก ผลไม้ ดอกไม้เศรษฐกิจ เลี้ยงสัตว์ และยังเป็นสถานที่ท่องเที่ยว ของเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเหล่านี้ เช่น มูลสัตว์, ปุ๋ย, ยาฆ่าแมลงและโลหะหนักที่ตกค้างจากการใช้ของเกษตรกร, เศษอาหาร และ ขยะที่ถูกทิ้งสู่แหล่งน้ำจะถูกปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ และลำน้ำแม่สาเหนือบริเวณ จึงสมควรศึกษาคุณภาพน้ำทางเคมีและฟิสิกส์ และใช้ความหลากหลายโปรโตซัวบริเวณสวนพฤกษศาสตร์ฯ จากแหล่งน้ำปิดและลำน้ำแม่สาที่บริเวณเหนือ, ใต้ และบริเวณที่ไหล

ผ่านบริเวณสวนพฤกษศาสตร์ฯ เป็นองค์ประกอบความรู้พื้นฐานในการดูแลระบบนิเวศของแหล่งน้ำ สัตว์เลี้ยงและผู้คนที่อาศัยอยู่สองฝั่งลำน้ำแม่สา และจะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเมื่อเกิดมีการปนเปื้อนในสภาวะเป็นพิษของแหล่งน้ำ เพื่อหาแนวทางหยุดการปนเปื้อนอันอาจก่อให้เกิดอันตรายลงได้ทันเวลาก่อนที่จะเป็นอันตรายอย่างร้ายแรงกับผู้อยู่อาศัยและสิ่งมีชีวิตในบริเวณดังกล่าว

วิธีการ

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำปิดในบริเวณสวนพฤกษศาสตร์ฯ รวม 5 จุด ได้แก่ ก่อนเข้าสวนพฤกษศาสตร์ฯ 1 จุด หน้าสวนพฤกษศาสตร์ฯ 1 จุด ในสวนพฤกษศาสตร์ฯ 2 จุด และออกจากบริเวณสวนพฤกษศาสตร์ฯ 1 จุด โดยเก็บเดือนละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 12 เดือน นำตัวอย่างน้ำที่เก็บใส่กระป๋องพลาสติกตามจุดที่กำหนดตามลำน้ำแม่สาและแหล่งน้ำปิดในสวนพฤกษศาสตร์ฯ นำกลับมาที่ห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษารายละเอียดทางเคมี ฟิสิกส์ และโปรตีน ตรวจชนิดของโปรโตซัวด้วยใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และทางด้านเคมี (อุณหภูมิน้ำ, อุณหภูมิอากาศ, pH, conductivity, dissolved oxygen (DO) และ BOD) การวิเคราะห์ข้อมูล นำชนิดของโปรโตซัวมาจัดกลุ่มและทำ key โปรโตซัวในน้ำจืดที่เป็นแหล่งน้ำไหลผลการวิจัย

ผลการวิจัย

ความหลากหลายของโปรโตซัว

การศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวในแหล่งน้ำปิดและธารน้ำไหลผ่าน สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2541 ถึงเดือนมกราคม 2542 รวมทั้งสิ้น 6 เดือน พบโปรโตซัว ทั้งสิ้น 3 class รวมทั้งหมด 85 species จัดอยู่ใน 3 class ได้แก่ (1) class Ciliata 43 species คือ *Amphileptus claparedei, Aspidisca lynceus, Campanella* sp., *Chilodonella cucullulus, C. uncinata, Coleps bicaspis, Coleps elongatus, C. hirtus, Colpidium campylum, Cristigera phoenix, Cyclidium glaucoma, Drepanomonas dentata, Dileptus anser, Euplotes eurystomus, E. patella, E. woodruffi, Gastrostyla muscorum, Halteria grandinella, Holophyrya simplex, Holophyrya* sp., *Holostricha* sp. , *Lacrymaria* sp., *Leptopharynx* sp., *Litonotus fasciola, Loxocephalus plagilus, Loxodes magnus, Onychodromopsis flexilis, Oxytricha fallex, Paramecium aurelia, P. caudatum, Prorodon* sp., *Spirostomum ambiguum, S. intermedium, Stentor coeruleus, S. polymorphus, Stylonychai mytilus, Trachelophyllum clavatum, Urocentrum turbo, Urosoma caudata,Vorticella campanulla, Vorticella convallaria* และ *Vorticella monilata* (2) class Mastigophora 24 species คือ *Anisonema acinus, Chlamydomonas angulosa,Chilomonas paramecium, Crytomonas* sp., *Entosiphon* sp., *E. deses, E. ehrenbergi, E. gracilis, E. oxyuris, E. proxima, Gonium pactorale, Gymnodinium aeruginosum, Heteronema acus, Hylobyyon* sp., *Noctosalenas, Paranema trichophorum, Patromonas* sp., *Peridinium tabulatum, Phacus acuminata, P. pleuronectes, Synura uvella, Trachelomonas* sp. 1 และ *Trachelomonas* sp. 2 (3) class Sarcodina 18 species คือ *Actinophrys sol, Amoeba dubia, A. gogonia, A. guttula, A. limicola, A. radiosa, A. spumosa, A. striata, A. verrucosa, A. vespertilio, Arcella discoides, A. vulgaris, Centropyxis* sp., *Difflugia corona, D. lobostoma, Heleopera pertricola* และ *Paulinella* sp.

คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี ระหว่างเดือนสิงหาคม 2541 ถึงเดือนมกราคม 2542 พบว่า อุณหภูมิของอากาศ มีค่าระหว่าง 19.8-34.2 C, อุณหภูมิของน้ำ มีค่าระหว่าง 18.1-29.4 C ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าระหว่าง 5.06-7.9, conductivity มีค่าระหว่าง 55-414 µS/cm และ 0.05-0.41 ms/cm, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าระหว่าง 3.1-9.9 mg/l, saturated of oxygen มีค่าระหว่าง 42-120 %, BOD มีค่าระหว่าง 0.2-4.2 mg/l คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำปิดและธารน้ำไหลผ่านสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จากการ

ศึกษาเป็นเวลา 6 เดือน ที่ผ่านมา พบว่าน้ำมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ คุณภาพน้ำจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ถึงแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท สามารถใช้เพื่อการอุปโภค–บริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรค และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยทั่วไปก่อน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2537)

บทวิจารณ์

การศึกษาจากบริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2541 ถึงเดือนมกราคม 2542 พบโปรโตซัวทั้งสิ้น 3 class คือ (1) class Ciliata 43 species (2) class Mastigophora 24 species (3) class Sarcodina 18 species รวมทั้งหมด 85 species เมื่อนำ species ที่พบในแหล่งน้ำปิดและธารน้ำไหลผ่าน สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เปรียบเทียบกับงานวิจัยในแหล่งน้ำดีของ โอภาส (2523) สำรวจโปรโตซัวที่อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว และ Proongkiat (1997) สำรวจโปรโตซัวที่อ่างเก็บน้ำสำนักงานกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งทั้งสองแหล่งดังกล่าวเป็นแหล่งน้ำแบบปิด และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยในแหล่งน้ำเสียของ อำไพ (2520) สำรวจโปรโตซัวที่บางบริเวณในอำเภอเมือง เชียงใหม่ เชิดพันธ์ (2526) สำรวจโปรโตซัวที่คูเมืองเชียงใหม่ และ Proongkiat (1999) ศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวและคุณภาพน้ำในคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ แต่การสำรวจครั้งนี้พบโปรโตซัวต่างจาก อำไพ (2520), โอภาส (2523), เชิดพันธ์ (2526), Proongkiat (1997,1999) อนึ่ง ขนาดของโปรโตซัวอาจมีขนาดเท่ากัน, เล็กกว่า, โตกว่า ที่เคยมีรายงานซึ่งอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการคือ สถานที่ในการสำรวจไม่ใช่ที่เดียวกัน ปีที่สำรวจแตกต่างกันและช่วงเวลาที่สำรวจต่างกัน เป็นไปได้ว่าแหล่งน้ำแต่ละแหล่งมีอาหารที่อาจไม่เหมือนกัน และ ลักษณะทางนิเวศวิทยาแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลกระทบมาจากสภาวะทางเคมี (เช่น pH, ค่า DO, ค่า BOD, อินทรีย์สาร, อนินทรีย์สาร) สภาวะทางฟิสิกส์ (เช่น ระดับอุณหภูมิ, ฤดูกาล, ปริมาณความเข้มของแสง - ช่วงเวลาของแสง, เส้นละติจูด, เส้นลองติจูด, ความสูงจากระดับน้ำทะเล และปริมาณน้ำฝน) สภาวะทางชีววิทยา (เช่น โครงสร้างประชากรของโปรโตซัว (population structure of protozoa) ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหาร, การแข่งขันระหว่างประชากร (interspecies competition) จากการศึกษาระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพของโปรโตซัว พบว่าชนิดของโปรโตซัวส่วนใหญ่อยู่ในน้ำประเภท mesosaprobic ถึง polysaprobic ดังรายงานของการศึกษาความสัมพันธ์ของโปรโตซัวกับคุณภาพน้ำตามที่ Farmer (1980) ได้กล่าวไว้ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำปิดและธารน้ำไหลผ่านสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จากการวิจัยที่ผ่านมา พบว่าน้ำมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ เมื่อจัดคุณภาพน้ำตามความมากน้อยของสารอาหาร จัดอยู่ในระดับปานกลาง (mesotrophic) คุณภาพน้ำจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ถึงแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท สามารถใช้เพื่อการอุปโภค–บริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยทั่วไปก่อน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

บทสรุป

การศึกษาติดตามตรวจสอบความหลากหลายทางชีวภาพของโปรโตซัว ในแหล่งน้ำปิดและธารน้ำไหลผ่านสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ที่ผ่านมา พบโปรโตซัว 85 ชนิด และกำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัย ซึ่งจะสิ้นสุดการออกงานภาคสนามในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 คณะผู้ดำเนินการวิจัยคาดว่าหลังจากการวิจัยสิ้นสุดลง ข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของโปรโตซัวกับคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี จะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพของโปรโตซัวกับคุณภาพน้ำ เพื่อเป็นแนวทางชี้นำการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของแหล่งน้ำไหลเพิ่มเติม ซึ่งมีการปนเปื้อนสารพิษจากการเกษตร เช่น ยาฆ่าเชื้อรา, ยาฆ่าแมลง, ปุ๋ย รวมทั้งอาจเป็นแนวทางในการหาทางป้องกันและแก้ไขการปนเปื้อนอันเป็นสาเหตุที่อาจทำให้ระบบนิเวศวิทยาแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไปได้ช้าๆ หรือฉับพลัน อันจะกระทบกับระบบนิเวศโดยตรงและเกิดความเสียหายกับพืช สัตว์เลี้ยง รวมถึงผู้คนที่อาศัยบริเวณลำน้ำแม่สา และในบริเวณสวนพฤกษศาสตร์ฯ ได้เป็นอย่างดีอีกวิธีการหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 141028 ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมล้อมแห่งชาติ 2537. กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 เล่ม 111 ตอนที่ 162 ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์.

เครือวัลย์ ภูใบบัว. 2539. การสำรวจโปรโตซัวในแหล่งน้ำ มหาวิทยาลัยบูรพา. ปัญหาทางชีววิทยา มหาวิทยาลัยบูรพา.

เชิดพันธ์ มูรธานันท. 2526. การสำรวจโปรโตซัวในคูเมืองเชียงใหม่. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2532. การศึกษาชนิดของโปรโตซัวเพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำ. รายงานผลการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มุกดา สุขสมาน. 2536. การศึกษานิเวศวิทยาและการแพร่กระจายของโปรโตซัวในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. สถาบันไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สมโชคก ชาครียรัตน์. 2537. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กและปัจจัยที่เกี่ยวข้องบางประการในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดของโรงกำจัดน้ำเสีย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2537. ปัญหาพิเศษ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุดาพรรณ์ สัตย์พานิช. 2539. การศึกษาชนิดและปริมาณของโปรโตซัวจากแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำไพ อาภรณ์ชยานนท์. 2520. โปรโตซัวในน้ำเสียเนื่องมาจากสารอินทรีย์. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โอภาส ศรีนวลละออง. 2523. การสำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

FARMER, J. N. 1980. The protozoa; introduction to protozoology. The C.V. Mosby Company, St. Louis, U.S.A.

MARAYONG, T., O. INTRATIP AND A. ROJANAPAIBUL. 1996. Survey of ciliated protozoa in Huay-Kaew waterfall of Chiang Mai. 22nd Con. Sci. Tech. Thailand. p. 791.

MARAYONG, T., A. ROJANAPAIBUL AND S. SUWATTANAKUPT. 1997. Survey protozoa in some areas of Mae-Ping River of Amphur Pa-Sang Lumphun. 23rd Con. Sci. Tech. Thailand. p. 1117.

MARAYONG, T., C. WONGSAWAD, I. PROONGKIAT AND A. ROJANAPAIBUL. 1998. Survey of protozoa in Mae-Sa waterfall from Doi Suthep-Pui of Chiang Mai. 24th Con. Sci. Tech. Thailand. pp. 814-815.

PROONGKIAT, I. 1997. Survey of protozoa in the reservoir of agriculture and cooperative Chiang Mai province. Independent Study for Graduate. Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University.

PROONGKIAT, I. 1999. Survey of protozoa in the reservoir of agriculture and cooperative Chiang Mai province. M.S. Thesis. Chiang Mai University. Chiang Mai, Thailand.

PROONGKIAT, I., A. ROJANAPAIBUL, T. MARAYONG AND S. SUWATTANAKUPT. 1998. Distribution of protozoa in some areas of northern Thailand. 24th Con. Sci. Tech. Thailand. pp. 812-813.

PROONGKIAT, I., T. MARAYONG, A. ROJANAPAIBUL AND S. SUWATTANAKUPT. 1997. Distribution of protozoa in some areas of Li river from Amphur Ban-Hong Lumphun. 23rd Con. Sci. Tech. Thailand. p. 1117.

ROJANAPAIBUL, A., C. WONGSAWAD AND T. MARAYONG. 1997. Biodiversity of protozoa in Phumipol resevoir. 23rd Con. Sci. Tech. Thailand. p. 1117.

ROJANAPAIBUL, A., S. SUWATTANAKUPT, C. WONGSAWAD AND T. MARAYONG. 1994. Distribution of *Amoeba* spp. in some areas of Chiang Mai. 20th Con. Sci. Tech. Thailand. p. 278.

ROJANAPAIBUL, A., S. SUWATTANAKUPT AND T. MARAYONG. 1996. Distribution of sarcodina protozoa in some areas of Doi-Suthep Chiang Mai. 22nd Con. Sci. Tech. Thailand. p. 791.

ROJANAPAIBUL, A., T. MARAYONG, S. SUWATTANAKUPT AND I. PROONGKIAT. 1998. Diversity of protozoa in Huay Youk resevoir Chiang Mai province. 24th Con. Sci. Tech. Thailand. pp. 808-809.

SUWATTANAKUPT, S., O. INTRATIP, A. ROJANAPAIBUL, T. MARAYONG AND I. PROONGKIAT. 1998. Survey of protozoa in Noug Hoa reservoir Chiang Mai province. 24th Con. Sci. Tech. Thailand. pp. 810-811.

SUWATTANAKUPT, S., T. MARAYONG, A. ROJANAPAIBUL AND P. TASANASRI. 1997. Survey of protozoa in some areas of Li river from Amphur Li Lumphun. 23rd Con. Sci. Tech. Thailand. p. 1117.

ความหลากหลายของโปรโตซัวในคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่

อินทิรา ปรุงเกียรติ, อำนาจ โรจนไพบูลย์ และ ธนู มะระยงค์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

DIVERSITY OF PROTOZOA IN MAE-KHA CANAL, CHIANG MAI PROVINCE

I. Proongkiat, A. Rojanapaibul and T. Marayong
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

From December 1997 to November 1998, the diversity of Protozoa in Mae-Kha Canal, Chiang Mai Province, was investigated. Because the depth of Mae-Kha Canal was less than 1 meter, the water samples were collected from the soil surface area, upper water level, aquatic-plant and dead animal parts at 3 fixed stations (above, in, and below the city). One hundred and four species of protozoa were recorded in 4 classes. There were 41 species in class Ciliata, 36 species in class Mastigophora, 24 species in class Sarcodina, and three species in class Suctoria. It was found that protozoan species (class Ciliata, class Mastigophora and class Sarcodina) did not differ in distribution at the 3 stations but class Suctoria was recovered from station 2 and station 3. Values were recorded for BOD (14-24.40 mg/l), DO (0.1-8.50 mg/l), pH (5.45-8.48), total Fe (0.09-3.52 mg/l), chloride (0.20-8.80 mg/l), and NH_3-N (0.2-1.53 mg/l). These values were not significantly different between the 3 collection stations over the 12 month period. The water was classified as water-pollution level 5 (Thai Water Pollution Standards). These results provide information on the taxonomy of Protozoa in fresh-water, especially of species in polluted water. Protozoa may be used as bioindicators in the future. Further investigations are needed to answer the question of whether or not these species of protozoa live in pollution level 5 fresh-water throughout Thailand.

Key words: Ciliata, Mastigophora, Sarcodina, Suctoria, protozoa diversity, water pollution

บทนำ

โปรโตซัวเป็นสิ่งมีชีวิตเซลเดียวแบบ eukaryotic organism มีขนาดเล็กปรากฏอยู่ทั่วไปในสภาพธรรมชาติ ส่วนใหญ่ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ศึกษา พบได้ทั่วๆ ไป หรืออาจพบได้เฉพาะท้องถิ่น ปัจจุบันมีการพยายามศึกษาหาชนิดของโปรโตซัวเพื่อใช้เป็น bioindicator ของแหล่งน้ำ เพื่อบ่งชี้คุณภาพน้ำรวมถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ หรือมลพิษ การมีข้อมูลพื้นฐานในเรื่องความหลากหลายของโปรโตซัวในแหล่งน้ำ รวมถึงสภาวะทางด้านกายภาพ, เคมี, ฟิสิกส์ อาจบอกความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันระหว่างโปรโตซัว และสิ่งแวดล้อมได้ Smirnov and Goodkov (1997) ได้ศึกษา amoeba พบ *Paradermamoeba valamo* sp. n. โดยดูจากลักษณะของ pseudopodia และ nucleus structure, Voss (1997) ทำการศึกษา morphology และ morphogenesis ของ ciliata พบ *Parentocirrus hortuatis* gen. n. sp. n. โดยดูจาก basal body, transverse cirri, undulating membrane อำไพ (2520) สำรวจชนิด การกระจายตัว และ dominant species ของโปรโตซัวในน้ำเสียที่เนื่องมาจากสารอินทรีย์ จากสภาพน้ำแบบต่าง ๆ 18 แหล่ง (26 ตัวอย่าง) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบ ciliate มีจำนวน species มาก ในน้ำที่มีกาซออกซิเจนละลายอยู่ในปริมาณที่ต่ำ พบ flagellates มีจำนวน species มากในน้ำที่มีกาซออกซิเจนละลายอยู่สูง โอภาส (2523) สำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 62 species ใน 3 class คือ (1) class Ciliata 28 species (2) class Mastigophora 18 species (3) class Sarcodina 16 species พบว่าโปรโตซัวส่วนหนึ่งมีขนาดไม่เท่ากับที่เคยมีรายงานมาก่อน เชิดพันธ์ (2526) สำรวจโปรโตซัวในคูเมืองเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 70 species ใน 4 class คือ (1) class Ciliata 40 species (2) class Mastigophora 15 species (3) class Sacodina 14 species (4) class Suctoria 1 species บพิธ และนันทพร (2532) ศึกษาชนิดของโปรโตซัวเพื่อใช้เป็นดัชนีบอกคุณภาพน้ำของบึงมักกะสัน พบโปรโตซัวกลุ่ม ต่าง ๆ คือ class ciliata 46 สกุล class Flagellata (Mastigophora) 17 สกุล class Sarcodina 8 สกุล และ class Ciliata ที่ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ อีก 3 สกุล รวมทั้งสิ้น 74 สกุล พบว่ามีโปรโตซัวจำนวน 30 สกุล สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำของบึงได้ มุกดา (2536) ศึกษานิเวศวิทยาและการแพร่กระจายของโปรโตซัว จากแหล่งน้ำแบบ mesosaprobic ในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พบโปรโตซัวทั้งหมด 75 สกุล สมโชดก (2537) สำรวจโปรโตซัวในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดของโรงกำจัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบโปรโตซัว

17 ชนิด 4 class คือ class Ciliata 6 species, class Flagellata (Mastigophora) 3 species, class Sarcodina 6 species, class Suctoria 2 species Rojanapaibul *et al.* (1994) สำรวจการกระจายของ *Amoeba* spp. จากบางท้องที่ของจังหวัดเชียงใหม่ พบ *Amoeba* spp. จำนวน 8 ชนิด เครือวัลย์ (2539) สำรวจโปรโตซัวในแหล่งน้ำมหาวิทยาลัยบูรพา พบโปรโตซัว 60 ชนิดใน 4 class คือ class Ciliata 26 ชนิด, class Mastigophora 19 ชนิด, class Sarcodina 14 ชนิด, class Suctoria 1 ชนิด Marayong *et al.* (1996) สำรวจ Ciliata Protozoa บริเวณน้ำตกห้วยแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัวใน Class Ciliata ทั้งหมด 9 ชนิด สุดาพรรณ์ (2539) ศึกษาชนิดและปริมาณของโปรโตซัวจากแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบโปรโตซัวประกอบด้วย Subphylum Sarcomastigophora (class Mastigophora และ class Sarcodina) และ Subphylum Ciliophora (class Ciliata และ class Suctoria) จำแนกได้ 28 Family รวมทั้งสิ้น 73 ชนิด Rojanapaibul *et al.* (1996) สำรวจโปรโตซัวในบางท้องที่ของดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัว class Sarcodina บริเวณแอ่งน้ำนิ่งและน้ำไหลของน้ำตกผาลาด บนดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งหมด 8 ชนิด Marayong *et al.* (1996) สำรวจโปรโตซัวบางบริเวณของแม่น้ำปิง อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน พบโปรโตซัว ใน class Ciliata 5 ชนิด, class Mastigophora 5 ชนิด, class Sarcodina 6 ชนิด Suwattanakupt *et al.* (1997) สำรวจโปรโตซัวบริเวณแม่น้ำลี้ อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน พบโปรโตซัว 22 ชนิด โดยพบใน class Ciliata 9 ชนิด, class Mastigophora 7 ชนิด, class Sarcodina 6 ชนิด Proongkiat (1997) สำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำ สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 40 species ใน class Ciliata 20 species, class Mastigophora 5 species, class Sacodina 13 species, class Suctoria 2 species Proongkiat *et al.* (1997) ตรวจสอบการกระจายตัวของโปรโตซัวในบางท้องที่ของแม่น้ำลี้ จากอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน พบโปรโตซัว 27 ชนิด โดยพบใน class Ciliata 13 ชนิด, class Mastigophora 6 ชนิด, class Sarcodina 8 ชนิด Rojanapaibul *et al.* (1997) ตรวจสอบความหลากหลายของโปรโตซัวบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก พบโปรโตซัว 35 ชนิด โดยพบบริเวณใต้เขื่อน 35 ชนิด พบใน class Ciliata 16 ชนิด, class Mastiogophora 10 ชนิด, class Sacrodina 9 ชนิด พบบริเวณเหนือเขื่อน 19 ชนิด คือ class Ciliata 7 ชนิด, class Mastigophora 5 ชนิด, class Sarcodina 7 ชนิด Marayong *et al.* (1998) สำรวจโปรโตซัวบริเวณน้ำตกแม่สาบนดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัวทั้งหมด 23 ชนิด คือ class Ciliata 11 ชนิด, class Mastigophora 7 ชนิด และ class Sarcodina 5 ชนิด, Suwattanakupt *et al.* (1998) สำรวจโปรโตซัวบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองฮ่อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบโปรโตซัว 32 ชนิด คือ class Ciliata 21 ชนิด, class Mastigophora 5 ชนิด, class Sarcodina 6 ชนิด Proongkiat *et al.* (1998) สำรวจการกระจายของโปรโตซัวบางท้องที่ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย พบโปรโตซัว 42 ชนิด คือ class Ciliata 18 ชนิด, class Mastigophora 16 ชนิด, class Sarcodina 8 ชนิด Rojanapaibul *et al.* (1998) สำรวจความหลากหลายของโปรโตซัว จากบริเวณอ่างเก็บน้ำห้วยหยวก พบโปรโตซัว 41 ชนิด คือ class Ciliata 19 ชนิด, class Mastigophora 14 ชนิด, class Sarcodina 8 ชนิด ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดโปรโตซัวในแหล่งน้ำจืดที่เป็นแหล่งน้ำดีและแหล่งน้ำเสียในประเทศไทย (ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537) งานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาความหลากหลายของชนิดโปรโตซัวในคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำเสียโดยในบางช่วงของคลองแม่ข่ามีสิ่งกีดขวางทำให้น้ำไหลช้าเกิดการตกตะกอนทับถมกันมาเป็นเวลานาน ส่งกลิ่นเหม็นของน้ำเสีย เกิดมลพิษทางน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดหมดไปจากคลองแม่ข่า ดังนั้นคุณภาพน้ำในคลองแม่ข่าจึงเหมาะสำหรับการศึกษาระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะโปรโตซัว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้ทราบชนิดของโปรโตซัวเบื้องต้นว่ามีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกับโปรโตซัวที่พบในแหล่งน้ำอื่น ๆ หรือไม่อย่างไร ผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานทางอนุกรมวิธานของโปรโตซัวในแหล่งน้ำจืด โดยเฉพาะชนิดที่มักพบอยู่ในแหล่งน้ำจืดที่จัดเป็นแหล่งน้ำเสียในคลองแม่ข่า และเป็นแนวทางที่จะวิจัยโดยใช้โปรโตซัวเป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำ และ/หรือ การบำบัดน้ำเสียต่อไปในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

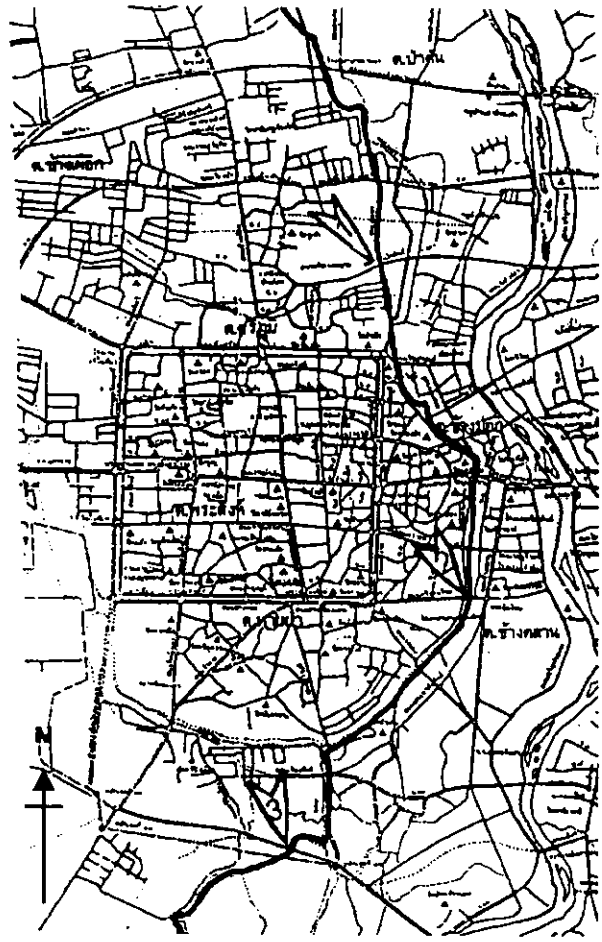
คลองแม่ข่าเป็นลำน้ำขนาดเล็กรับน้ำจากลำเหมืองหลายสาย คือ ลำเหมืองห้วยหยวก และลำเหมืองห้วยช่างเคี่ยน ลำเหมืองทั้งสองรับน้ำมาจากเทือกเขาดอยสุเทพและดอยปุย คลองแม่ข่า (ภาพที่ 1) มีความยาวประมาณ 19.3 กิโลเมตร อยู่ทางด้านทิศตะวันออกของตัวเมืองเชียงใหม่ ไหลผ่านใจกลางเมืองเชียงใหม่และไปบรรจบกับแม่น้ำปิงทาง

ด้านทิศใต้ของตัวเมืองเชียงใหม่ กำหนด สถานีที่ 1 ก่อนเข้าเมือง บริเวณหลังสนามกีฬาเทศบาลนครเชียงใหม่ (สะพานใกล้ถนนรัตนโกสินทร์) สถานีที่ 2 ในตัวเมือง บริเวณใกล้สะพานแม่ข่า (โรงภาพยนต์ดวงตะวัน) สถานีที่ 3 ออกจากเขตตัวเมือง บริเวณถนนมหิดล กม. ที่ 2 (ใต้สะพาน)

วิธีการ

การสำรวจคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ โดยแบ่งเป็น 3 สถานี (ภาพที่ 1) คือ สถานีที่ 1 หลังสนามกีฬา เทศบาลนครเชียงใหม่ (สะพานใกล้ถนนรัตนโกสินทร์) สถานีที่ 2 ใกล้สะพานแม่ข่า (โรงภาพยนต์ดวงตะวัน) และ สถานีที่ 3 ถนนมหิดล กม. ที่ 2 (ใต้สะพาน) เก็บน้ำตัวอย่างตาม สถานีที่กำหนด เดือนละ 1 ครั้ง โดยเก็บทุกวันอังคารแรกของแต่ละเดือน (เวลา 13.00 ถึง 15.00 น. เป็นเวลา 12 เดือน)

ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีโดยบันทึกสีและกลิ่นของน้ำ, วัดอุณหภูมิของน้ำ, อุณหภูมิอากาศ, pH, ค่าการนำไฟฟ้า, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ,ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี, ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N), ปริมาณคลอไรด์ และปริมาณเหล็ก



มาตราส่วนแผนที่เดิม 1 : 13000 (ย่อส่วน 1 :3.9)

ภาพที่ 1. แผนที่บริเวณเก็บตัวอย่างน้ำ คลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ (3 สถานี) 1) = สถานีตรวจน้ำก่อนเข้าเมือง 2) = สถานีในเมือง 3) = สถานีก่อนออกนอกเมือง

นำน้ำตัวอย่างที่เก็บมาตรวจหาโปรโตซัว เมื่อนำมาถึงห้องปฏิบัติการ วางทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที เพื่อให้กลับสู่สภาพปกติ จึงทำการตรวจโปรโตซัว วิธีการตรวจหาโปรโตซัวโดยดูดตัวอย่างน้ำที่ผิวขอบ กลางภาชนะ และก้นภาชนะด้วยหลอดดูดขนาดเล็กหยดลงบนสไลด์ ปิดด้วย cover glass นำไปตรวจหาโปรโตซัวด้วยกล้องจุลทรรศน์ โปรโตซัวส่วนหนึ่งใช้จำแนกหมวดหมู่ อีกส่วนหนึ่งถ่ายรูป วาดรูป และทำสไลด์ถาวร เวลาที่ดำเนินการวิจัย ระหว่างเดือนธันวาคม 2540 ถึงพฤศจิกายน 2541 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 1 ปี การทำสไลด์ถาวร โดยนำน้ำตัวอย่างที่มีโปรโตซัวมาคงสภาพ ด้วย Bouin's fixative ประมาณ 3-5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น และดึงน้ำออกด้วยแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นต่าง ๆ และผนึกกระจกปิดสไลด์ ด้วย permount

ผลการวิจัย

การศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัว

การศึกษาความหลากหลายโปรโตซัวในคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม 2540 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2541 พบโปรโตซัว 104 species อยู่ใน 4 class คือ (1) class Ciliata 41 species คือ *Amphileptus claparedei, Aspidisca lynceus, Chilodonella cucullulus, C. uncinata, Cinetochilum margaritacum, Coleps elongatus, C. hirtus, Colpidium campylum, Cristigera phoenix, Cyclidium glaucoma, Drepanomonas dentata, Euplotes adiculatus, E. eurystomus, E. patella, Euplotes* sp., *Gastrostyla muscorum, Halteria grandinella, Holostricha vernalis, Lacrymaria* sp., *Leptopharynx* sp., *Litonotus fasciola, Loxocephalus plagilus, Loxodes magnus, Onychodromopsis flexilis, Oxytricha fallex, Paramecium aurelia, P. caudatum, P. multimicronucleatum, Prorodon griseus, Prorodon* sp., *Spirostomum ambiguum, S. intermedium, S. minus, Stentor coeruleus,*

S. polymorphus, Stylonychai mytilus, Tetrahymena pyliformis, Trachelophyllum clavatum, Urocentrum turbo, Urosoma caudata และ *Vorticella convallaria* (2) class Mastigophora 36 species คือ *Anisonema acinus, Chilomonas paramecium, Chlamydomones* sp., *Entosiphon ovatum, Euglena acus, E. deses, E. enrenbergi, E. gracilis, E. klebsi, E. oxyuris, E. spirogyra, E. tripteris, Euglena* sp.1, *Euglena* sp. 2, *Euglena* sp. 3, *Euglena* sp. 4, *Gonium pactorale, Gymnodinium aeruginosum, Heteronema acus, Pandorina morum, Paranema trichophorum, Phacus acuminata, P. longicauda, P. pleuronectes, P. pyrum, P. torta, Phacus* sp., *Spondylomorum quaternarium, Synura uvella, Trachelomonas armata, T. hispida, Trachelomonas* sp. 1, *Trachelomonas* sp. 2, *Trachelomonas* sp. 3, *Trachelomonas* sp. 4 และ *Trachelomonas* sp. 5 (3) class Sarcodina 24 species คือ *Actinophrys sol, Actinosphaerium* sp., *Amoeba dubia, A. guttula, A. limicola, A. proteus, A. radiosa, A. spumosa, A. striata, A. verrucosa, A. vespertilio, Arcella dentata, A. discoides, A. vulgaris, Arcella* sp. 1, *Arcella* sp. 2, *Centropyxis aculeata, Centropyxis* sp., *Difflugia corona, D. oblonga, D. ucerolata, Heleopera pertricola, Paulinella* sp. และ *Pelomyxa* sp. (4) class Suctoria 3 species คือ *Acineta lacustris, Podophrya fixa* และ *Tokophrya cyclopum* ชนิดที่ไม่สามารถ Identification ถึงระดับ species ได้ มีดังนี้ (1) class Ciliata 4 species คือ *Euplotes* sp., *Lacrymaria* sp., *Leptopharynx* sp. และ *Prorodon* sp. (2) class Mastigophora 11 species คือ *Chlamydomones* sp., *Euglena* sp. 1, *Euglena* sp. 2, *Euglena* sp. 3, *Euglena* sp. 4, *Phacus* sp., *Trachelomonas* sp. 1, *Trachelomonas* sp. 2, *Trachelomonas* sp. 3, *Trachelomonas* sp. 4 และ *Trachelomonas* sp. 5 (3) class Sarcodina 6 species คือ *Actinosphaerium* sp., *Arcella* sp. 1, *Arcella* sp. 2, *Centropyxis* sp., *Paulinella* sp. และ *Pelomyxa* sp.

การศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี

การศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีบางประการในช่วงระยะเวลา 12 เดือน พบว่า อุณหภูมิของอากาศมีค่าระหว่าง 26.50-39.20°C, อุณหภูมิของน้ำมีค่าระหว่าง 24.90-33.10°C, ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าระหว่าง 5.45-8.48, ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) มีค่าระหว่าง 0.20-0.90 ms/cm และ 54-920 µs/cm, saturated of oxygen มีค่าระหว่าง 2.00-104.00%, ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) มีค่าระหว่าง 14-24.40 mg/l, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าระหว่าง 0.1-8.50 mg/l, ปริมาณเหล็กรวม (Fe total) มีค่าระหว่าง 0.09-3.52 mg/l, คลอไรด์ (Cl) มีค่าระหว่าง 0.20-8.80 mg/l และปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน (NH_3-N) มีค่าระหว่าง 0.2-1.53 mg/l คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 สถานี ตลอด 12 เดือน

บทวิจารณ์

จากการศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวและคุณภาพน้ำในคลองแม่ข่าจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2540 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2541 เป็นเวลา 12 เดือน พบโปรโตซัว 104 species ใน 4 class คือ (1) class Ciliata 41 species (2) class Mastigophora 36 species (3) class Sarcodina 24 species และ (4) class Suctoria 3 species การศึกษาครั้งนี้พบโปรโตซัวเหมือนที่เคยรายงานในประเทศไทย 78 species และโปรโตซัวที่ยังไม่เคยมีรายงานเลยมีจำนวน 26 species ได้แก่ (1) class Ciliata 7 species คือ *Drepenomonas dentata, Gastrostyla muscorum, Lacrymaria* sp., *Leptopharynx* sp., *Prorodon* sp. และ *Trachelophyllum clavatum* (2) class Mastigophora 13 species คือ *Anisonema acinus, Entosiphon ovatum, Euglena kiebsi, Euglena* sp. 1, *Euglena* sp. 2, *Euglena* sp. 3, *Euglena* sp. 4, *Phacus* sp., *Trachelomonas* sp. 1, *Trachelomonas* sp. 2, *Trachelomonas* sp. 3, *Trachelomonas* sp. 4 และ *Trachelomonas* sp. 5 (3) class Sarcodina 6 species คือ *Actinosphaerium* sp., *Arcella* sp. 1, *Arcella* sp. 2, *Centropyxis* sp., *Paulinella* sp. และ *Pelomyxa* sp.

การศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถทำการจำแนกถึงระดับ species ได้เนื่องจากลักษณะของ Organelles, กายวิภาค, สัณฐานวิทยา แตกต่างไปจาก key และ วารสารที่มีอยู่ทั้งหมด ดังนั้นการศึกษารายละเอียด และติดตาม Journals เพิ่มเติมจากทั่วโลกเพื่อจะนำมาจำแนกให้ได้ถึงระดับ species จำเป็นต้องดำเนินการต่อไป เพื่อให้ทราบว่าเป็น species ที่

เคยมีรายงานแล้วหรือยังไม่เคยมีรายงาน (new species) โปรโตซัวดังกล่าวประกอบด้วย Ciliata 4 ชนิด (*Euplotes* sp., *Lacrymaria* sp., *Leptopharynx* sp. และ *Prorodon* sp.) กลุ่ม Mastigophora 11 ชนิด (*Chlamydomonas* sp., *Euglena* sp. 1, *Euglena* sp. 2, *Euglena* sp. 3, *Euglena* sp. 4, *Phacus* sp., *Trachelomonas* sp. 1, *Trachelomonas* sp. 2, *Trachelomonas* sp. 3, *Trachelomonas* sp. 4 และ *Trachelomonas* sp. 5) กลุ่ม Sarcodina 6 ชนิด (*Actinosphaerium* sp., *Arcella* sp. 1, *Arcella* sp. 2, *Centropyxis* sp., *Paulinella* sp. และ *Pelomyxa* sp.)

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาความหลากหลายของโปรโตซัวในครั้งนี้กับงานของ โอภาส (2523) ซึ่งทำการสำรวจในช่วงฤดูหนาว-ฤดูร้อน (พฤศจิกายน 2522 ถึง มีนาคม 2523) ที่อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว, เชิดพันธ์ (2526) ซึ่งทำการสำรวจในช่วงฤดูร้อน-ฤดูฝน-ฤดูหนาว (เมษายน ถึง ธันวาคม 2525) ที่คูเมืองเชียงใหม่ และ Proongkiat (1997), ซึ่งทำการสำรวจในช่วงฤดูร้อน (มีนาคม ถึง พฤษภาคม 2540) ที่อ่างเก็บน้ำสหกรณ์การเกษตร ซึ่งเป็นแหล่ง น้ำดี 2 แห่ง (อ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว และอ่างเก็บน้ำสหกรณ์การเกษตร) น้ำค่อนข้างเสีย 1 แห่ง (คูเมืองเชียงใหม่) ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ปรากฏผลว่ามีโปรโตซัว 61 species พบเหมือนกันจากแหล่งน้ำทั้ง 3 แบบ (น้ำดีและน้ำค่อนข้างเสีย) และพบโปรโตซัวต่างจากโอภาส (2523) 52 species, ต่างจากเชิดพันธ์ (2526) 48 species, ต่างจาก Proongkiat (1997) 57 species, อนึ่ง ขนาดของโปรโตซัวอาจมีขนาดเท่ากัน, เล็กกว่า, โตกว่า ที่เคยมีรายงาน ซึ่งอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ คือ สถานที่ในการสำรวจไม่ใช่ที่เดียวกัน ปีที่สำรวจแตกต่างกัน และช่วงเวลาที่สำรวจต่างกัน เป็นไปได้ว่าแหล่งน้ำแต่ละแหล่งที่อาจมีอาหารไม่เหมือนกัน และลักษณะทางนิเวศวิทยาแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลกระทบจากสภาวะทางเคมี (เช่น pH, DO, BOD, อินทรีย์สาร, อนินทรีย์สาร), สภาวะทางฟิสิกส์ (เช่น ระดับอุณหภูมิ, ฤดูกาล, ปริมาณความเข้มของแสง-ช่วงเวลาของแสง, เส้นละติจูด, เส้นลองติจูด, ความสูงจากระดับน้ำทะเล และปริมาณน้ำฝน), สภาวะทางชีววิทยา (เช่น โครงสร้างประชากรของโปรโตซัว (population structure of protozoa), ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหาร, การแข่งขันระหว่างประชากร (interspecies competition) จากการศึกษาระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพของโปรโตซัว พบว่า ชนิดของโปรโตซัวส่วนใหญ่อยู่ในน้ำประเภท mesosaprobic ถึง polysaprobic ดังรายงานของการศึกษาความสัมพันธ์ของโปรโตซัวกับคุณภาพน้ำตามที่ Farmer (1980) ได้กล่าวไว้

ผลของการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านฟิสิกส์พบว่า อุณหภูมิของน้ำและอุณหภูมิของอากาศมีการผันแปรตามฤดูกาล โดยมีอุณหภูมิของน้ำต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 20.1°C และสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 34.3°C ในขณะที่ อำไพ (2520) พบการผันแปรของอุณหภูมิน้ำในคลองแม่ข่าตามฤดูกาลเช่นกันโดยพบอุณหภูมิน้ำต่ำสุด 26.0°C สูงสุด 30.5°C ส่วนผลของคุณภาพน้ำทางด้านเคมีแสดงลักษณะของแหล่งน้ำเสีย ประเภทที่ 5 (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ปี พ.ศ. 2537) แบบ mesosaprobic จนถึงระดับ polysaprobic ซึ่งเป็นแหล่งน้ำบริโภคไม่ได้

บทสรุป

พบโปรโตซัวจากคลองแม่ข่า จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 104 species ใน 4 class คือ (1) class Ciliata 41 species, (2) class Mastigophora 36 species, (3) class Sarcodina และ (4) class Suctoria 3 species โปรโตซัว class Ciliata, class Mastigophora และ class Sarcodina พบว่ามีการกระจายตัวคล้ายกันทั้ง 3 สถานี ทุกเดือน ในรอบ 12 เดือน แต่ class Suctoria พบกระจายเพียงสถานีที่ 2 และ สถานีที่ 3 เท่านั้น คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี พบว่า ค่า BOD (14-24.40 mg/l), ค่า DO (0.1-8.50 mg/l), ค่า pH (5.45-8.48), total Fe (0.09-3.52 mg/l), คลอไรด์ (0.20-8.80 mg/l) และ NH_3-N (0.2-1.53 mg/l) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 3 สถานี ตลอด 12 เดือน อย่างไรก็ตาม การศึกษาเพิ่มเติมทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้ทราบถึงความหลากหลายของโปรโตซัวและชนิดของโปรโตซัวเพื่อบ่งบอกคุณภาพน้ำได้อย่างชัดเจน

กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541068 ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เครือวัลย์ ภูใบบัว. 2539. การสำรวจโปรโตซัวในแหล่งน้ำ มหาวิทยาลัยบูรพา. ปัญหาทางชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

เชิดพันธ์ มูรชานันท. 2526. การสำรวจโปรโตซัวในดูเมืองเชียงใหม่. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2532. การศึกษาชนิดของโปรโตซัวเพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำ. รายงานผลการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2537). 2537. เรื่องกำเนิดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. เล่ม 111 ตอนที่ 16ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537.

มุกดา สุขสมาน. 2536. การศึกษานิเวศวิทยาและการแพร่กระจายของโปรโตซัวในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต. สถาบันไทยคดีศึกษา, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สมโชคก ชาครียรัตน์. 2537. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กและปัจจัยที่เกี่ยวข้องบางประการในน้ำเสียก่อนและหลังบำบัดของโรงกำจัดน้ำเสีย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2537. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุดาพรรณ์ สัตย์พานิช. 2539. การศึกษาชนิดและปริมาณของโปรโตซัวจากแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำไพ อาภรณ์ชยานนท์. 2520. โปรโตซัวในน้ำเสียเนื่องมาจากสารอินทรีย์. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โอภาส ศรีนวลละออง. 2523. การสำรวจโปรโตซัวในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

FARMER, J. N. 1980. The Protozoa; Introduction to Protozoology. The C.V. Mosby Company, St. Louis, U.S.A. 732 p.

JAHN, T. L., E. C. BOVEE AND F.F. JAHN. 1979. How to know the Protozoa. WM.C. Brown Company Publishers, U.S.A. 279 p.

KUDO, R. R. 1966. Protozoology. 5th ed. Charles C. Thomas, U.S.A. 1174 p.

LEVINE, N. D., J. D.CORLISS, F. E .G. COX, G. DERROUX, J. GRAIN, B. M. HONIGBERG, G. F. LEEDALE, A. R. Loeblich, III, J. LOM, D. LYNN, E. G. MERINFELD, F. C. PAGE, G. POLJANSKY, V. SPRAGUE, J. VAVRA AND F. G. WALLACE. 1980. A Newly Revised Classifcation of the Protozoa. J. Protozool. 27(1): 37-58.

MARAYOUNG,T., S. SUPASI, A. ROJANAPAIBUL and C. WONGSAWAD. 1994. Survey of Flagellate Protozoa in Huey-Kaew Arboretum Reservoir of Chiang Mai. 20th Con. of Sci. and Tech. of Thailand. p 308.

MARAYOUNG. T., O. INTRATIP AND A. ROJANAPAIBUL. 1996. Survey of Ciliated Protozoa in Huey-Kaew Waterfall of Chiang Mai. 22nd Con. of Sci. and Tech. of Thailand. p. 791.

MARAYOUNG, T., A. ROJANAPAIBUL AND S. SUWATTANAKUPT. 1997. Survey Protozoa in Some Areas of Mai-Ping River of Amphur Pa-Sang Lumphun. 23rd Con. of Sci. and Tech. of Thailand. p. 1117.

MARAYOUNG, T., C. WONGSAWAD, I. PROONGKIAT AND A. ROJANAPAIBUL. 1998. Survey of Protozoa in Mae-Sa Waterfall from Doi - Suthip-Pui of Chiang Mai. 24th Con. of Sci. and Tech. of Thailand. pp. 814-815.

PATTERSON, D. J. 1992. Free-Living Freshwater Protozoa. Wolfe Publishing Ltd, Aylesbury, England. 223 p.

PROONGKIAT, I. 1997. Survey of Protozoa in the Reservoir of Agriculture and Cooperative Chiang Mai Province. Independent Study for Graduate . Department of Biology, Faculty of Science, Chiangmai University.

PROONGKIAT, I., A. ROJANAPAIBUL, T. MARAYOUNG AND S. SUWATTANAKUPT. 1998. Distribution of Protozoa in Some Areas of Nouthern Thailand. 24th Con. of Sci. and Tech. of Thailand. pp. 812-813.

PROONGKIAT, I., T. MARAYOUNG, A. ROJANAPAIBUL AND S. SUWATTANAKUPT. 1997. Distribution of Protozoa in Some Areas of Li River from Amphur Ban-Hong Lumphun. 23rd Con. of Sci. and Tech. of Thailand. p. 1117.

ROJANAPAIBUL, A., C. WONGSAWAD AND T. MARAYOUNG. 1997. Biodiversity of Protozoa in Phumipol Reseroir. 23rd Con. of Sci. and Tech. of Thailand. p. 1117.

ROJANAPAIBUL, A., S. SUWATTANAKUPT, C. WONGSAWAD AND T. MARAYOUNG. 1994. Distribution of *Amoeba* spp. in Some Areas of Chiang Mai. 20th Con. of Sci. and Tech. of Thailand. p. 278.

ROJANAPAIBUL, A., S. SUWATTANAKUPT AND T. MARAYOUNG. 1996. Distribution of Sarcodina Protozoa in Some Areas of Doi-Suthep Chiang Mai. 22nd Con. of Sci. Tech. of Thailand. p. 791.

ROJANAPAIBUL, A., T. MARAYOUNG, S. SUWATTANAKUPT AND I. PROONGKIAT. 1998. Diversity of Protozoa in Huay Youk Reservioir Chiang Mai Province. 24th Con. of Sci. and Tech. of Thailand. pp. 808-809.

SMIRNOV. A. V. AND A. V. GOODKOV. 1997. Description of the Large Multinucleate Lobose Amoeba *Chaos glabrum* sp. n. (Lobosea, Amoebidae), with Notes on the Diagnosis of the Genus *Chaos*. Acta Prot. 36(3): 227-233.

SUWATTANAKUPT, S., O. INTRATIP, A. ROJANAPAIBUL, T. MARAYOUNG AND I. PROONGKIAT. 1998. Survey of Protozoa in Noug Hoa Reservoir Chiang Mai Province. 24th Con. of Sci. and Tech. of Thailand. pp. 810-811.

SUWATTANAKUPT, S., T. MARAYOUNG, A. ROJANAPAIBUL AND P. TASANASRI. 1997. Survey of Protozoa in Some Areas of Li River from Amphur Li Lumphun. 23rd Con. of Sci. and Tech. of Thailand. p. 1117.

VOSS, H. 1997. Morphology and Morphogenesis of *Parentocirrus horfualis* nov. gen., nov. spec: A New Genus within the Redefined Family Kahliellidae sensu Eigner. 1995. (Ciliophora, Hypotrichida) Eur. J. Protistol.: 33(1): 30-47.

การสำรวจและการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนศึกษาพื้นผิวพยาธิตัวกลม ในปลาน้ำจืดจากลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

กานดา คำชู และ ชโลบล วงศ์สวัสดิ์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

SURVEY OF NEMATODES AND SEM OF TEGUMENT IN FRESHWATER FISHES FROM MAESA STREAM, DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI PROVINCE

K. Kumchoo and C. Wongsawad

Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

An investigation of the nematodes in freshwater fish was conducted. Freshwater fish were collected from Maesa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province, from January to December 1998. A total of 1,332 fish representing 28 fish species were collected. Twelve species and 184 fish were infected. The prevalence of infection was 13.814% (184/1,332). Nematodes comprised 10 genera as follows: *Haplonema* sp.; *Rhabdochona* sp. I; *Rhabdochona* sp. II; *Camallanus* sp.; *Camallanus anabantis; Spinitectus* sp.; *Ascaridia* sp. and unknown 3 genera. Two species of nematodes were examine. The tegumental surface of two nematodes species was studied by Scanning Electron Microscope (SEM). *Rhabdochona* sp. I from *Mystacoleucus marginatus* had mouth parts with two pseudolabia composed of two lateral amphids, four cephalic papillae and possesed 14 teeth (3 dorsal, 3 ventral, lateral teeth arranged in couples with 2 pair on each side). The cuticular surface had transverse striations. *Camallanus anabantis* from *Anabas testudineus* had body cuticle with distinct transverse striations. The mouth parts were composed of a buccal capsule with two identical lateral valves, each of them being support by 9 beaded longitudinal ridges and one pair of boat-shaped sclerotized plates on each valve. Four cephalic papillae and two lateral amphids were present. Tridents were located on ventral and dorsal side. Deirids were spike-like and situated slightly below the buccal capsule. Tail was conical, ending in two lateral finger-shaped. Ultrastructural surface study by SEM was used to confirm the identification of the nematodes.

Key words: SEM, Maesa Stream, Chiang Mai Province, nematodes, freshwater fish

บทนำ

ลำน้ำแม่สาเป็นสาขาย่อยของแม่น้ำปิงซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดเชียงใหม่ มีความยาว 26 กิโลเมตร สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 300-1,200 เมตร ลำน้ำตลอดสายผ่านการใช้ประโยชน์จากประชาชนในด้านต่าง ๆ เช่น ใช้ภายในครัวเรือน ใช้เพื่อการเกษตร ใช้เป็นแหล่งอาหาร และบางตอนยังใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยว จากการใช้ประโยชน์ดังกล่าวจึงย่อมมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำ กล่าวคือต้องรองรับสิ่งปฏิกูลและสิ่งขับถ่ายต่าง ๆ อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการแพร่กระจาย และการระบาดของเชื้อโรคหรือหนอนพยาธิหลายชนิด พยาธิตัวกลมนับเป็นพยาธิที่มีปัญหาด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะที่พบในปลาบางชนิดอาจติดต่อถึงคนได้ เช่น พยาธิตัวจี๊ด หรือบางชนิดไม่ติดถึงคนแต่มีอันตรายต่อปลาก็เป็นผลให้เกิดการสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่นิยมบริโภคปลาน้ำจืด จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาพยาธิในปลา ในประเทศไทยมีการศึกษาพยาธิในปลาน้ำจืดเป็นครั้งแรกโดย Pearse (1933) พบพยาธิตัวกลม 8 ชนิด สุวนีย์ (2512) ศึกษาพยาธิในปลาน้ำจืดที่นิยมใช้เป็นอาหาร พบพยาธิตัวกลม 7 ชนิด Ratanasritong and Kliks (1972) สำรวจพยาธิในปลาน้ำจืดจากแม่น้ำปิง พบพยาธิตัวกลม 4 ชนิด ประไพสิริ (2538) พบว่าพยาธิตัวกลมในปลาจะไม่ทำให้ปลาตายทันที แต่จะทำลายสุขภาพของปลา และถ้าเป็นมาก ๆ อาจทำให้ปลาตายได้ ส่วนวิธีกำจัดยังไม่มีวิธีที่ได้ผลแน่นอน เนื่องจากเป็นปรสิตภายใน การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาชนิดและการกระจายของพยาธิตัวกลมจากจุดเก็บตัวอย่าง 4 จุดตลอดลำน้ำแม่สา โดยเปรียบเทียบเป็นค่า prevalence และ intensity และศึกษาพื้นผิวพยาธิตัวกลมโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน ข้อมูลที่ได้จะช่วยสร้างความเข้มแข็งทางวิชาการให้กับวงการชีววิทยาเขตร้อนของประเทศ และอาจนำไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันการแพร่ระบาดและการกำจัดหนอนพยาธิบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ได้ในอนาคต

พื้นที่ศึกษา

ลำน้ำแม่สาตั้งอยู่ที่ละติจูด 18°52' N และลองติจูด 98°47'-98°58' E มีต้นกำเนิดจากดอยขุนน้ำสา และดอยแดน บริเวณเขตติดต่ออำเภอแม่ริม อำเภอหางดง และอำเภอสะเมิง ไหลจากด้านทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออก ไปบรรจบกับแม่น้ำปิงที่บริเวณบ้านแม่สาหลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ มีความยาวตลอดลำน้ำทั้งสิ้น 26 กิโลเมตร มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 300-1,200 เมตร ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างปลาน้ำจืดตลอดลำน้ำ 4 จุด ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษาเดียวกันกับโครงการ "ความหลากหลายของหนอนพยาธิในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ (BRT139031)" คือ จุดที่ 2 สะพานทางทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ, จุดที่ 5 หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี, จุดที่ 9 สะพานประปาสุขาภิบาลแม่ริม, จุดที่ 10 สะพานชลประทาน

วิธีการ

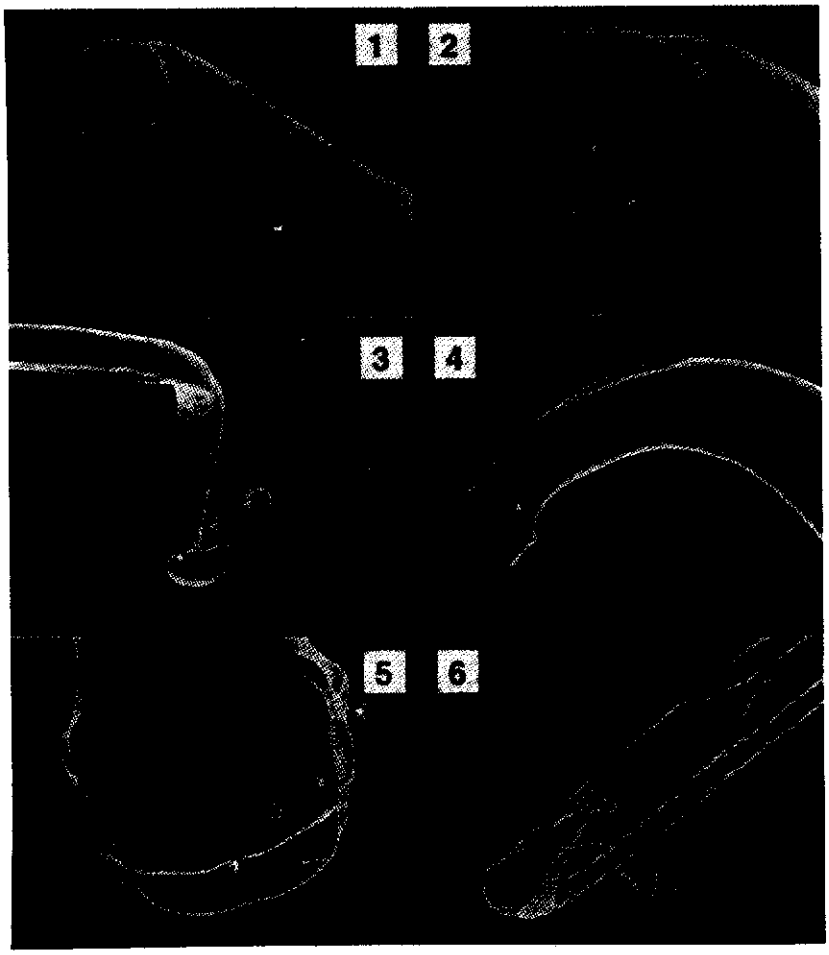
1. สุ่มเก็บตัวอย่างปลาจาก 4 จุด ในลำน้ำแม่สา โดยเลือกจาก 10 จุดที่ได้สำรวจในปี 2540 เป็นจุดที่ 2, 5, 9, และ 10 ทำการเก็บตัวอย่างปลาเดือนเว้นเดือน โดยการช็อตด้วยไฟฟ้ากำลัง 1,000 วัตต์
2. นำตัวอย่างปลามาพักในตู้เลี้ยงปลาในห้องปฏิบัติการให้ออกซิเจนตลอดเวลา และต้องรีบทำการตรวจสอบพยาธิในขณะที่ปลายังมีชีวิต โดยนำปลามาทำการวัดขนาดความยาวและชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปผ่าตัดแยกอวัยวะออกเป็นส่วน ๆ ทำการตรวจสอบหาพยาธิตัวกลมภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
3. นำพยาธิที่ได้มาตรวจสอบชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงแบบเลนส์ประกอบ แยกตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน เพื่อทำเป็นสไลด์กึ่งถาวรใช้ประกอบการจัดจำแนกภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยการ fixed ใน hot formalin 4% นำไปผ่าน grading alcohol ที่ความเข้มข้น 10%, 30%, 50%, และ 70% เพื่อไล่น้ำออก mounted ใน glycerine และ seal ด้วย cutex อีกส่วนหนึ่งแบ่งไปศึกษาพื้นผิวด้วยวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน โดยการนำมาล้างด้วย 0.85% NaCl นำไป fixed ด้วย 2.5% glutaraldehyde ที่ละลายใน 0.1 M phosphate buffer pH 7.4 แล้ว fixed อีกครั้งด้วย 1% osmium tetroxide ผ่านขั้นตอนการเอาน้ำออก โดยวิธีผ่าน grading alcohol จนกระทั่งพยาธิอยู่ใน absolute ethyl alcohol จึงนำไปแช่ใน acetone ก่อนที่จะนำตัวอย่างไปผ่านขั้นตอนการทำให้แห้ง โดย Critical Point Dryer (CPD) นำตัวอย่างติดบน stub แล้ว coat ด้วยทองคำผสมทองคำขาว หลังจากนั้นนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน
4. นำผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนมาเปรียบเทียบและจัดจำแนกโดยใช้หนังสือของ Yamaguti (1961), Yorke and Maplestone (1969) และ Moravec (1994)

ผลการวิจัย

ผลการสำรวจพยาธิตัวกลมในปลาน้ำจืดจากลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2541 ได้ทำการเก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง โดยทำการเก็บตัวอย่างเดือนเว้นเดือน จากจุดเก็บตัวอย่าง 4 จุด ตลอดลำน้ำพบปลา 28 ชนิด 1,332 ตัว มีปลา 12 ชนิด จำนวน 184 ตัว ที่พบว่ามีการ infected ของพยาธิตัวกลม ตรวจสอบพบพยาธิ 10 ชนิด จำนวน 607 ตัว คือ 1) *Haplonema* sp. จำนวน 175 ตัว 2) *Rhabdochona* sp. I จำนวน 375 ตัว 3) *Rhabdochona* sp. II จำนวน 15 ตัว 4) *Camallanus* sp. จำนวน 18 ตัว 5) *Camallanus anabantis* จำนวน 5 ตัว 6) *Spinitectus* sp. จำนวน 4 ตัว 7) *Ascaridia* sp. จำนวน 1 ตัว 8) Unknown I จำนวน 4 ตัว 9) Unknown II จำนวน 6 ตัว และ 10) Unknown III จำนวน 4 ตัว ซึ่งสำรวจพบในปลาชนิดต่าง ๆ และพบว่าปลาก้างมีการ infected ของพยาธิมากที่สุดถึง 5 ชนิด (ตารางที่ 1) การกระจายของพยาธิในแต่ละเดือนพบว่า ในเดือนมกราคมพบพยาธิ 8 ชนิด จำนวน 171 ตัว เดือนมีนาคมพบพยาธิ 2 ชนิด จำนวน 41 ตัว เดือนพฤษภาคมพบพยาธิ 2 ชนิด จำนวน 40 ตัว เดือนกรกฎาคมพบพยาธิ 2 ชนิด จำนวน 131 ตัว เดือนกันยายนพบพยาธิ 5 ชนิด จำนวน 41 ตัว และพฤศจิกายนพบพยาธิ 5 ชนิด จำนวน 183 ตัว (ตารางที่ 2) การกระจายของพยาธิในแต่ละ

จุดเก็บตัวอย่าง พบว่า จุดที่ 2 พบพยาธิ 4 ชนิด จำนวน 25 ตัว จุดที่ 5 พบพยาธิ 5 ชนิด จำนวน 205 ตัว จุดที่ 9 พบพยาธิ 5 ชนิด จำนวน 221 ตัว และจุดที่ 10 พบพยาธิ 4 ชนิด จำนวน 156 ตัว (ตารางที่ 2)

ผลการศึกษาพื้นผิวของพยาธิตัวกลมในบางชนิดได้ทำการศึกษา 2 ชนิดคือ *Rhabdochona* sp. I และ *Camallanus anabantis* พบลักษณะสำคัญ คือ *Rhabdochona* sp. I (ภาพที่ 1-3) ส่วนของ mouth part เป็นแบบ two pseudolabia ประกอบด้วย teeth จำนวน 14 อัน (ด้าน ventral และ dorsal ข้างละ 3 อัน, ด้าน lateral เรียงเป็นคู่ ข้างละ 2 คู่) amphids 2 อัน ทางด้าน lateral มี cephalic papillae 4 อัน deirids แบบ bifurcate ข้างละ 1 อัน ทางด้าน lateral พื้นผิวลำตัวเป็นแบบ transverse striations และ *Camallanus anabantis* (ภาพที่ 4-6) ส่วนของ mouth part ประกอบด้วย buccal capsule 2 ข้าง ทางด้าน lateral มี beaded longitdinal ridges ข้างละ 9 อัน มี sclerotized plates แบบ boat-shaped ข้างละ 1 คู่ amphids ข้างละ 1 อันทางด้าน lateral มี cephalic papillae ข้างละ 2 อัน มี tridents ทางด้าน dorsal และ ventral ข้างละ 1 อัน deirids แบบ spike-like ข้างละ 1 อัน ทางด้าน lateral อยู่ถัดจาก buccal capsule ลงมาเล็กน้อย พื้นผิวลำตัวเป็นแบบ transverse striations เห็นชัดเจน ส่วนหางเป็นแบบ conical ปลายสุดของหางประกอบด้วย finger-shaped ข้างละ 1 อัน ทางด้าน lateral



บทวิจารณ์

จากการเก็บตัวอย่างพบปลาน้ำจืดรวม 28 ชนิด จำนวน 1,332 ตัว พบมีพยาธิตัวกลมในปลา 12 ชนิด จำนวน 184 ตัว คิดเป็นค่า prevalence 13.814% (184/1,332) พบพยาธิตัวกลมทั้งหมด 10 ชนิด คือ *Haplonema* sp., *Rhabdochona* sp. I, *Rhabdochona* sp. II, *Camallanus* sp., *Camallanus anabantis*, *Spinitectus* sp., *Ascaridia* sp. และไม่ทราบชื่ออีก 3 สกุล ซึ่งในบางชนิดก็ได้ผู้สำรวจพบในเชียงใหม่มาก่อนหน้านี้ เช่น *Haplonema* sp. และ

ตารางที่ 1. แสดงชนิดพยาธิและชนิดของ host

ชนิดพยาธิตัวกลม	ตำแหน่งที่พบพยาธิ	ชนิดปลาที่ตรวจพบพยาธิ
Haplonema sp.	ลำไส้	ปลาค้อ I (*Noemacheilus bucculentus*)
	ลำไส้	ปลาค้อ II (*Noemacheilus sexcauda*)
	ลำไส้	ปลาค้อ III (*Noemacheilus poculi*)
	ลำไส้	ปลาก้าง (*Channa gachua*)
Rhabdochona sp. I	ลำไส้	ปลาค้อ I (*Noemacheilus bucculentus*)
	ลำไส้	ปลาค้อ II (*Noemacheilus sexcauda*)
	ลำไส้	ปลาค้อ III (*Noemacheilus poculi*)
	ลำไส้	ปลาตะเพียนทราย (*Mystacoleucus marginatus*)
	ลำไส้	ปลาซิวควาย (*Rasbora lateristriata*)
	ลำไส้	ปลาน้ำหมึก (*Barilius pusillus*)
	ลำไส้	ปลาแก้มช้ำ (*Puntius orphoides*)
	ลำไส้	ปลากระทิง (*Mastacembelus armatus*)
	ลำไส้	ปลาก้าง (*Channa gachua*)
Rhabdochona sp. II	ลำไส้	น้ำหมึก (*Barilius pusillus*)
	ลำไส้	ซิวควาย (*Rasbora lateristriata*)
Camallanus sp.	ลำไส้	ปลาก้าง (*Channa gachua*)
Camallanus anabantis	ลำไส้	ปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*)
Spinitectus sp.	ลำไส้	ปลาก้าง (*Channa gachua*)
Ascaridia sp.	ลำไส้	ปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*)
Unknown I	ม้าม	ปลากระทิง (*Mastacembelus armatus*)
Unknown II	ลำไส้	ปลาช่อน (*Channa striatus*)
Unknown III	ลำไส้	ปลาก้าง (*Channa gachua*)

Camallanus anabantis ซึ่งเคยมีรายงานพบในปลาหมอไทย (พรพิมล, 2522) *Ascaridia* sp. และในปลากดเหลือง (สุจินา, 2538) สำหรับพยาธิที่มีค่า intensity สูงสุด คือ *Rhabdochona* sp. I ในปลากระทิง มีค่า 13.00 ในเดือนพฤศจิกายน และค่า intensity ต่ำสุด คือ *Spinitectus* sp. ในปลาก้าง มีค่า 0.03 ในเดือนพฤศจิกายน เช่นเดียวกัน การกระจายของพยาธิในแต่ละครั้งที่ทำการตรวจสอบ ทั้ง 6 ครั้ง พบว่า ในครั้งที่ 6 ในเดือนพฤศจิกายน พบพยาธิมากที่สุด เป็นจำนวน 183 ตัว 5 ชนิด และในเดือนพฤษภาคม พบพยาธิน้อยที่สุด เป็น 40 ตัว 2 ชนิด และในเดือนมกราคม พบว่ามีจำนวนชนิดของพยาธิมากที่สุดถึง 8 ชนิด จำนวน 171 ตัว ส่วนการกระจายของพยาธิตัวกลมในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 พบพยาธิมากที่สุดเป็น 221 ตัว จำนวน 4 ชนิด และจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 พบพยาธิน้อยที่สุดจำนวน 25 ตัว 5 ชนิด ผลที่ได้สามารถสรุปได้ว่า พยาธิแพร่กระจายแตกต่างกันตามจุดเก็บตัวอย่าง และจำนวนพยาธิในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งในรอบปีมีค่าขึ้นลงไม่สม่ำเสมอ ขึ้นอยู่กับจำนวนและชนิดปลาที่จับได้ในแต่ละครั้งและการ infected ของพยาธิเป็นปัจจัยหลัก และเป็นที่น่ายินดีที่ไม่พบพยาธิชนิดที่ติดต่อถึงคนในครั้งนี้ แต่ก็ไม่ควรประมาทถ้าจะนำสัตว์น้ำไปบริโภคก็ควรทำให้สุกก่อนทุกครั้ง และที่สำคัญควรจะนำส่วนของระบบทางเดินอาหารและอวัยวะภายในทิ้งไป เนื่องจากพยาธิส่วนใหญ่จะพบอยู่ในอวัยวะเหล่านี้

การศึกษาพื้นผิวของพยาธิตัวกลมโดยวิธี Scanning Electron Microscope ในประเทศไทยมีรายงานการศึกษาน้อยมาก การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกศึกษาพื้นผิวของพยาธิ 2 ชนิด คือ *Rhabdochona* sp. I และ *Camallanus anabantis* ซึ่งเคยมีรายงานโดย Kumchoo and Wongsawad (1998) และในปีเดียวกันนี้ในต่างประเทศได้มีรายงานการศึกษาพื้นผิวถึงระดับ species คือ *Rhabdochona lichtenfelsi* โดย Sanchez-Alvarez *et al.* (1998) และ *Rhabdochona japonica* โดย Moravec (1998) ส่วน *Camallanus anabantis* เท่าที่ได้ตรวจเอกสารยังไม่มีรายงานทางด้านการศึกษาพื้นผิว แต่มีรายงานจากการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงจากหลายท่านทั้งในและต่างประเทศ (ประไพสิริ,2535; De and Ghosh, 1989; Moravec and Scholz, 1991) จึงเน้นการศึกษาพื้นผิวเพิ่มเติมเพื่อนำลักษณะต่าง ๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยเฉพาะส่วนของ mouth part และรายละเอียดอื่น ๆ ที่สำคัญสามารถนำไปประกอบการจัดจำแนกชนิดได้ดียิ่งขึ้น

บทสรุป

จากผลการสำรวจพยาธิตัวกลมในปลาน้ำจืดจากลำน้ำแม่สาในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างตลอดลำน้ำแบ่งเป็น 4 จุด เก็บตัวอย่างปลา 6 ครั้ง พบปลาทั้งหมด 28 ชนิด จำนวน 1,332 ตัว ปลาที่พบพยาธิตัวกลม 12 ชนิด จำนวน 184 ตัว คิดเป็นค่า prevalence 13.814% (184/1,332) พบพยาธิตัวกลมทั้งหมด 10 ชนิด จำนวน 607 ตัว คือ 1) *Haplonema* sp. 2) *Rhabdochona* sp. I 3) *Rhabdochona* sp. II 4) *Camallanus* sp. 5) *Camallanusan abantis* 6) *Spinitectus* sp. 7) *Ascaridia* sp. และยังไม่ทราบชื่ออีก 3 สกุล ซึ่งอยู่ในระหว่างการรวบรวมข้อมูล

สำหรับการศึกษาพื้นผิวของพยาธิตัวกลมโดยวิธี Scanning Electron Microscope ในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาจากตัวอย่างพยาธิ 2 ชนิด คือ *Rhabdochona* sp. I และ *Camallanus anabantis* ผลการศึกษาพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนสามารถเห็นรายละเอียดพื้นผิวพยาธิได้ชัดเจน จึงเป็นข้อมูลที่ช่วยยืนยันความถูกต้องในการจัดจำแนกได้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 2. แสดงการกระจายของพยาธิตัวกลมแต่ละชนิดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ใน 1 รอบปี (มกราคม ถึงธันวาคม 2541)

พยาธิตัวกลม	จำนวนและการกระจายของพยาธิตัวกลม (ตัว)																								รวม
	มกราคม				มีนาคม				พฤษภาคม				กรกฎาคม				กันยายน				พฤศจิกายน				
	2	5	9	10	2	5	9	10	2	5	9	10	2	5	9	10	2	5	9	10	2	5	9	10	
1. *Haplonema* sp.		10			7	21	1		1	23			1	35				15			2	59			175
2. *Rhabdochona* sp. I		1	96	31				12		10	2	4	6	15	43	30	2		12	2			44	65	375
3. *Rhabdochona* sp. II			12	3																		1		4	18
4. *Camallanus* sp.	3													1				7			2	1			4
5. *Camallanusanabantis*																								5	5
6. *Spinitectus* sp.	1																	2				1			4
7. *Ascaridia* sp.																			1						1
8. Unknown I			4																						4
9. Unknown II			6																						6
10.Unknown III		4																							4
รวม	4	15	118	34	7	21	1	12	1	33	2	4	7	51	43	30	2	24	13	2	4	61	44	74	607
	171				41				40				131				41				183				

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541021 และขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ประไพสิริ สิริกาญจน จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำและข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย

เอกสารอ้างอิง

ประไพสิริ สิริกาญจน. 2535. หนอนพยาธิบางชนิดในครอบครัวคามาลลานิดี้ (Family Camallanidae). ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประไพสิริ สิริกาญจน. 2538. ความรู้เรื่องปรสิตของสัตว์น้ำ. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พรพิมล แสงโพลง. 2522. การศึกษาพยาธิของปลาน้ำจืดในบางท้องที่ในจังหวัดเชียงใหม่. การวิจัยวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุจินา นุรักษ์. 2538. การสำรวจหนอนพยาธิในทางเดินอาหารของปลาบางชนิดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง เชียงใหม่. การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุวนีย์ คุณาไทย. 2512. พยาธิในปลาน้ำจืดที่นิยมใช้เป็นอาหาร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แผนกชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

DE, N. C. AND S. P. GHOSH. 1989. Larval and adult morphology of *Camallanus anabantis* Pearse, 1933 and *C. kulasiri* Yeh, 1960 (Nematoda: Camallanidae) from freshwater fishes, with notes on the validity of some related forms. Systematic Parasitology 14: 227-236.

KUMCHOO, K. AND C. WONGSAWAD. 1998. Light and scanning electron microscopy of *Rhabdochona* sp. (Nematoda: Rhabdochonidae). Journal of Electron Microscopy Society of Thailand 12(Suppl.): 68-69.

PEARSE, A. S. 1933. Parasite of Siamese fishes and crustacean. The Journal of Siam Society Natural History Supplement 9(2): 179-191.

RATANASRITONG, S. AND M. KLIKS. 1972. A survey of the helminths parasites of freshwater fishes in Chiang Mai. Bulletin of Chiang Mai Medical Technology 5(3): 185-196.

MORAVEC, F. AND T. SCHOLZ. 1991. Observations on some nematodes parasitic in freshwater fishes in Laos. Folia Parasitologica 38: 163-178.

MORAVEC, F. 1994. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, London.

MORAVEC, F. AND K. NAGASAWA. 1998. Helminth parasites of the rare endemic catfish, *Liobagrus reini*, in Japan. Folia Parasitologica 45: 283-294.

SANCHEZ-ALVAREZ, A., L. GARCIA-PRIETO AND G. PEREZ-PONCE DE LEON. 1998. A new species of *Rhabdochona* Railliet, 1916 (Nematoda: Rhabdochonidae) from endemic Goodeids (Cyprinodontiformaes) from to Mexican lakes. Journal Parasitology 84(4): 840-845.

YAMAGUTI, S. 1961. Systema helminthum. Vol. III. The nematodes of vertebrates. Inter Science Publishers Inc., New York.

YORKE, W. AND P. A. MAPLESTONE. 1969. The nematode parasites of vertebrates. Hafner Publishing Company, New York.

ความหลากหลายของหนอนพยาธิในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

ชโลบล วงศ์สวัสดิ์[1], อำนาจ โรจนไพบูลย์[1], ธนู มะระยงค์[1], สบชัย สุวัฒนคุปต์[1], จิราพร โรจน์ทินกร[2], พีระวุฒิ วงศ์สวัสดิ์[1], อดิเทพพรชัย ภาชนะวรรณ[1], กานดา คำชู[1], อรรถพร นิชพันธ์[1], นิพนธ์ หมาดอาหิน[1] และ ประลองยุทธ ศรีปาลวิทย์[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ. สันทราย เชียงใหม่ 50290

ABSTRACT

BIODIVERSITY OF HELMINTHS IN MAESA STREAM, DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK, CHIANG MAI

C. Wongsawad[1], A. Rojanapaibul[1], T. Marayong[1], S. Suwattanacoupt[1], J. Rojtinnakorn[2], P. Wongsawad[1], A. Pachanawan[1], K. Kamchoo[1], A. Nichapun[1], N. Mhad-arerhin[1] and P. Sripalvit[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

[2]Department of Fisheries Technology, Faculty of Agriculture Production, Maejo University, San Sai District, Chiang Mai 50290

The helminths of aquatic vertebrates were investigated from Maesa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province from 1997 to 1999. This project was divided into 2 parts; the first part (first year) was a biodiversity survey along the stream (12 sites, 3 seasons); the second part (the second year) was a dynamic study for one and a half years. Specimens were collected from 4 sites (4 from 12 sites of the first year) every 2 months. The highest prevalence of fish infection was 44.04% in the hot season of the first year (1997), and 66.67% and 100% of amphibians and reptiles respectively in the rainy season. The highest prevalence of fish infection of the second year was 39.89% in January and 66.67% of amphibians in March. The half-beak fish (*Dermogenus pusillus*) had the highest prevalence of infection, 7 from 11 collections. Six new species from this study were accepted for publication, *Senga chiangmaiensis* n. sp., *Ptychobothrium mystacoleucusi* n. sp., *P. rojanapaibuli* n. sp., *P. discusae* n. sp., *Circumonchobothrium baimaii* n. sp. and *Gorgoderina gracilis* n. sp. The infected stage of trematode larva of man and other animals appeared in 4 species. The highest intensity of helminth in each collection were shown, for example, as *Rhabdochona* sp. I, *Dactylogyrus* sp. I, sp. II, *Encylometra bungara.*

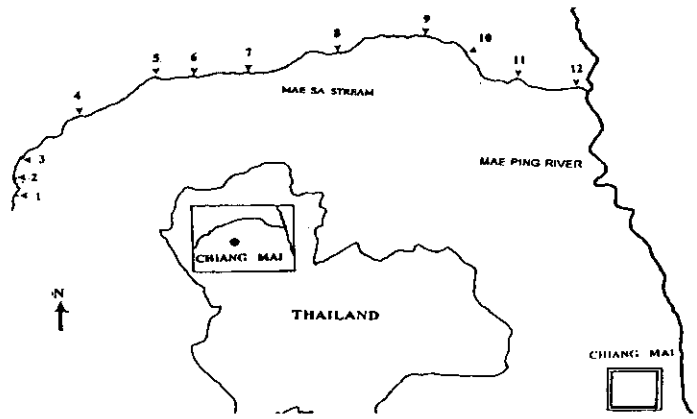
Key words: Maesa stream, Doi Suthep-Pui National Park, helminths, fish, amphibians, reptiles

บทนำ

การศึกษาหนอนพยาธิในสัตว์มีกระดูกสันหลังในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ นับเป็นการศึกษาหนอนพยาธิในแหล่งน้ำจืดที่เป็นต้นน้ำสายสำคัญในพื้นที่สูง น้ำในลำน้ำแม่สาไหลผ่านสถานที่สำคัญ อาทิเช่น ปางช้าง, สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์, น้ำตกแม่สา, หมู่บ้านชาวเขา และหมู่บ้านชาวไทย สู่แม่น้ำปิงและไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา การศึกษาความหลากหลายของหนอนพยาธิในลำน้ำแม่สาจึงนับว่ามีความสำคัญ ทำให้ทราบว่าพยาธิชนิดใดมีโอกาสแพร่กระจายผ่านแหล่งน้ำแห่งนี้ไปสู่คนและสัตว์ที่อยู่สองฝั่งของลำน้ำ นอกจากนี้ยังทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างโฮสต์กับหนอนพยาธิ, หนอนพยาธิในแต่ละฤดูกาล, การเปลี่ยนแปลงของปริมาณและชนิดพยาธิที่พบ และการแพร่กระจายในช่วงเวลารอบปีอีกด้วย อันจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมและป้องกันการแพร่ระบาดของพยาธิและการศึกษาในขั้นต่อไป เช่น วงจรชีวิต การติดตามหาระยะตัวอ่อน เป็นต้น การศึกษาวิจัยจะเริ่มจากหาความหลากหลายชนิดหนอนพยาธิใน 3 ฤดูกาล ในปีที่ 1 และศึกษาความเปลี่ยนแปลงของหนอนพยาธิ ในปีที่ 2 เพื่อทราบการแพร่กระจายหนอนพยาธิอันจะเป็นข้อมูลที่สำคัญของการศึกษา และเป็นข้อมูลที่สำคัญในการควบคุมการระบาดของโรคต่อไป การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพนั้น มีความสำคัญและมีคุณค่าที่ต้องกระทำด้วยความรีบด่วน หากเกิดปัญหาการระบาดของพยาธิบางชนิดแล้วค่อยมาศึกษาในขณะนั้นอาจเป็นการสายเกินไป การวิจัยที่ต่อเนื่องย่อมเป็นการป้องกันและเป็นข้อมูลที่สำคัญในการนำไปใช้เป็นประโยชน์ที่ดีที่สุด

พื้นที่ศึกษา

ลำน้ำแม่สาตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 18° 51' 40.0" N ลองติจูด 98°48' 60.7" E ถึง ละติจูด 18° 54' 27.6" N ลองติจูด 98° 56' 57.0" E มีความยาวตลอดแนวลำน้ำ 26 กิโลเมตร แบ่งจุดเก็บตัวอย่างตั้งแต่ต้นลำน้ำจนถึงก่อนไหลลงสู่แม่น้ำปิงจำนวน 12 จุด ที่ระดับความสูง 330-1,075 เมตรจากระดับน้ำทะเล (ภาพที่ 1) การเลือกจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 12 จุดพิจารณาร่วมกันจากระยะทาง, ระดับความสูง, การบรรจบกันของลำธารสายเล็ก ๆ และการไหลผ่านสถานที่สำคัญ ซึ่งได้พิจารณาร่วมกันกับโครงการอื่น ๆ ที่มีการวิจัยจากลำน้ำแม่สาแห่งนี้



จุดที่ 1 หมู่บ้านกองแหะ ต. โป่งแยง
จุดที่ 2 สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ
จุดที่ 3 ปางช้างโป่งแยง
จุดที่ 4 บ้านศรีม่วงคำ
จุดที่ 5 หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยดีหมี
จุดที่ 6 สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์
จุดที่ 7 ปางช้างแม่สา
จุดที่ 8 น้ำตกแม่สา
จุดที่ 9 สะพานประปาสุขาภิบาลแม่ริม
จุดที่ 10 สะพานชลประทาน
จุดที่ 11 สะพานบ้านป่าม่วง
จุดที่ 12 สะพานแม่สาหลวง

ภาพที่ 1. แผนที่จุดเก็บตัวอย่าง (1-12) จากลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

วิธีการ

การวิจัยแบ่งเป็นสองช่วง คือ ช่วงที่ 1 ศึกษาความหลากหลายของหนอนพยาธิจากสัตว์มีกระดูกสันหลังในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ จากจุดเก็บตัวอย่าง 12 จุด ตั้งแต่ต้นลำน้ำจนถึงปลายลำน้ำก่อนไหลลงสู่แม่น้ำปิง (ภาพที่ 1) โดยเก็บ 3 ฤดูกาล คือ ฤดูหนาว, ฤดูร้อน และฤดูฝน ด้วยการช็อตด้วยไฟฟ้าที่มีกำลังไฟต่ำไม่ให้สัตว์น้ำตาย เพียงแต่สลบ เพื่อตักขึ้นมาใส่ในถังที่มีน้ำ และนำไปใส่อากาศเพื่อรักษาสภาพตัวอย่างให้มีชีวิตมากที่สุด นำไปตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ ชั่ง วัดขนาด ตรวจสอบพยาธิจากเกล็ด เหงือก ครีบ ผิวหนัง ตา อวัยวะภายใน ลำไส้ นำหนอนพยาธิมาตรวจสอบรูปวิทยาเบื้องต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอและเลนส์ประกอบ จากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างแล้วทำเป็นสไลด์ถาวร กึ่งถาวรตามแต่ชนิดหนอนพยาธิ ถ่ายรูป และวาดรูป หลังจากตรวจสอบรูปวิชานเบื้องต้นของหนอนพยาธิจนเสร็จสิ้นแล้ว จึงตรวจสอบลปีซีส์โดยจัดจำแนกร่วมกับผู้เชี่ยวชาญชาวไทยและชาวต่างประเทศ ข้อมูลที่ได้นำมาสรุปเป็นจำนวนสัตว์น้ำที่มีพยาธิ (infected) ต่อจำนวนสัตว์น้ำที่จับได้ (collected) คิดเป็นค่า prevalence (%) มีทั้งค่า prevalence รวม และแต่ละชนิดของโฮสต์ ส่วนค่า intensity คิดจากจำนวนหนอนพยาธิแต่ละชนิดทั้งหมดต่อจำนวนสัตว์น้ำชนิดเดียวกันทั้งหมด ดังนั้นจึงไม่สามารถนำเสนอข้อมูลทั้งหมดในครั้งนี้ได้ จึงขอสรุปแต่เพียงค่า prevalence รวม (ตารางที่ 1), prevalence แต่ละชนิดของโฮสต์ (ตารางที่ 2), ชนิดหนอนพยาธิที่พบ (ตารางที่ 3) และค่า intensity ของพยาธิสูงสุดของแต่ละครั้งที่สำรวจ (ตารางที่ 4) ได้เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำบางประการ แต่จะไม่นำมากล่าวในครั้งนี้

ช่วงที่ 2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดและจำนวนหนอนพยาธิจากจุดเก็บตัวอย่าง 4 จุดที่เลือกจากการศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจากโฮสต์ หนอนพยาธิ และสถานที่ตั้งเป็นเกณฑ์ เก็บตัวอย่างเดือนเว้นเดือนเพื่อไม่ให้สัตว์น้ำสูญพันธุ์ ข้อมูลที่ได้นำมาสรุปเพื่อดูค่า prevalence และค่า intensity ของสัตว์น้ำและหนอนพยาธิ และนำข้อมูลไปวิเคราะห์จัดกลุ่ม (cluster analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโฮสต์กับพยาธิ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างและฤดูกาลด้วย Analysis of Variance (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows งานรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นส่วนที่ยังต้องทำต่อไปเมื่อได้สรุปผลข้อมูลทั้งหมดแล้ว

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาความหลากหลายหนอนพยาธิดังแสดงในตารางที่ 1 ในปีที่ 1 ค่า prevalence ของปลาที่จับได้ทั้ง 3 ฤดูมีค่าใกล้เคียงกัน สูงสุด 44.40% ในฤดูร้อน ต่ำสุด 38.39% ในฤดูฝน จุดเก็บตัวอย่างที่เลือกไว้ คือ จุดที่ 2, 5, 9 และ 10 โดยเลือกจากตัวแทนของต้นลำน้ำ, กลางลำน้ำ และปลายลำน้ำ โดยดูชนิดของโฮสต์และหนอนพยาธิประกอบด้วย ในปีที่ 2 มีการเก็บตัวอย่างต่างไปจากปีที่ 1 คือ เก็บตัวอย่างเดือนเว้นเดือน เพื่อป้องกันการสูญพันธุ์ ค่า prevalence มีค่าสูงสุด 39.89% ในเดือนมกราคม ปีที่ 2 และต่ำสุด 20% ในเดือนมกราคม ปีที่ 3 ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าในเดือนเดียวกันแต่ปีต่างกันค่า prevalence มีค่าต่างกันเป็นค่าสูงสุดและต่ำสุด สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำที่จับได้ในลำน้ำแม่สามีจำนวนไม่มาก พบสูงสุด 35 ตัวในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นระยะลูกอ๊อดเป็นส่วนใหญ่ มีค่า prevalence สูงสุด 66.67% ในฤดูฝนปีที่ 1 และในเดือนมีนาคมปีที่ 2 สัตว์เลื้อยคลานพบได้น้อยมากและมีค่า prevalence 100% ในฤดูฝน แต่เป็นตัวอย่างเพียงตัวเดียว

รายละเอียดค่า prevalence ของสัตว์น้ำแต่ละชนิดดังแสดงในตารางที่ 2 ปลาที่ไม่พบหนอนพยาธิมี 5 ชนิด คือ ปลาติดหิน, ปลาบู่ทราย, ปลาเลียหิน, ปลานิล และปลาดุกด้าน สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำพบพยาธิทุกชนิดแม้แต่ระยะลูกอ๊อด สัตว์เลื้อยคลานบางชนิดไม่พบพยาธิ ปลาหลายชนิดพบว่ามีค่า prevalence 100% คือ ปลาหมอไทย, ปลาตะเพียนทราย, ปลาแก้มช้ำ, ปลาน้ำหมึก, ปลาเข็ม, ปลาหลดจุด, ปลาก้าง, ปลากระดี่หม้อ, ปลากริม, ปลาช่อน, ปลากระทิง, ปลาไหลนา, ปลาไน, ปลากดเหลือง, ปลากดข้างลาย และปลากระทุงเหว แต่บางครั้งไม่พบปลาในการเก็บตัวอย่าง มีปลาบางชนิดที่จับได้ทุกครั้ง เช่น ปลาค้อ I, ปลาค้อ II, ปลาค้อ III, ปลาชิวควาย, ปลาก้าง, ปลาหางนกยูง, ปลาบางชนิดพบเพียงครั้งเดียวในรอบ 2 ปีครึ่ง คือ ปลาดุกด้าน และปลากระทุงเหว ปลาที่พบหนอนพยาธิทุกครั้งที่สำรวจ คือ ปลาค้อ II และปลาชิวควาย ปลาที่พบค่า prevalence 100% มากที่สุด คือ ปลาเข็ม พบ 7 ครั้งจากการสำรวจพบปลา 11 ครั้ง รองลงมาคือ ปลาหมอไทย พบ 3 ครั้งจากการสำรวจพบปลา 4 ครั้ง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำและสัตว์เลื้อยคลานเป็นที่น่าสังเกตว่าพบค่า prevalence 100% หลายชนิด แต่จำนวนที่จับได้ยังไม่มาก ซึ่งเป็นธรรมชาติที่พบได้น้อยในลำน้ำ

ตารางที่ 1. จำนวนสัตว์มีกระดูกสันหลังที่พบหนอนพยาธิในลำน้ำแม่สา และค่า prevalence รวม (%)(- = ไม่พบสัตว์น้ำ)

สัตว์มีกระดูกสันหลัง	2540 (ฤดู)			2541 (เดือน)						2542 (เดือน)		
	หนาว	ร้อน	ฝน	มค.	มีค.	พค.	กค.	กย.	พย.	มค.	มีค.	พค.
ปลา												
ที่จับได้	539	687	633	188	180	197	269	215	283	235	190	284
ที่พบหนอนพยาธิ	227	305	243	75	41	63	103	79	86	47	58	79
% prevalence	42.12	44.40	38.39	39.89	22.78	31.98	38.29	36.74	30.39	20.00	30.53	27.87
สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ												
ที่จับได้	13	13	3	6	6	2	4	16	35	7	28	15
ที่พบหนอนพยาธิ	1	7	2	3	4	1	0	2	10	3	15	3
% prevalence	7.70	53.85	66.67	50	66.67	50	0	12.50	28.57	42.86	53.57	20.00
สัตว์เลื้อยคลาน												
ที่จับได้	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
ที่พบหนอนพยาธิ	1	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-
% prevalence	50	-	100	-	-	-	-	-	0	-	-	-

การจำแนกชนิดหนอนพยาธิดังแสดงในตารางที่ 3 ได้ดำเนินอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ยังไม่สามารถจำแนกได้หมดในขณะนี้เพราะยังรอเอกสารบางส่วนและมีหลายตัวอย่างที่ไม่สามารถจำแนกได้ เช่น พยาธิตัวกลม มีตัวอย่างเฉพาะตัวเมีย ไม่เจอตัวผู้ แต่ผลการสำรวจจนถึงขณะนี้เป็นที่น่าพอใจว่าพบชนิดใหม่แล้ว 6 ชนิด คือ พยาธิตัวตืด *Senga chiangmaiensis* n. sp., *Ptychobotrium mystacoleucusi* n. sp., *P. rojanapaibuli* n. sp., *P. discusae* n. sp., *Circumonchobothrium, baimaii* n. sp. ได้รับการตอบรับการตีพิมพ์แล้วจากวารสาร Rivista di Parassitologia และพยาธิใบไม้ 1 ชนิด คือ *Gorgoderina gracilis* n. sp. พบเป็น new record ที่ได้จากปลา คือ *Urotrema* sp. (Yamaguti, 1958; Schell, 1970) พบชนิดที่สามารถติดต่อถึงคนได้ คือ *Stellantchasmus falcatus, Haplorchis* sp., *Centrocestus* sp.

(Person, 1964; Klicks and Tantachamrun, 1974; Tantachamrun and Klicks, 1978; Radomyos *et al.*, 1990) ชนิดที่สามารถติดต่อถึงสัตว์ได้ เช่น *Acanthostomum* sp. (Karyakarte,1967) เป็นต้น

ค่า intensity ของหนอนพยาธิแต่ละชนิดที่พบในแต่ละโฮสต์ไม่สามารถนำมาแสดงได้เพราะมีข้อมูลจำนวนมาก จึงสรุปเฉพาะค่า intensity สูงสุดของแต่ละครั้งที่สำรวจดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่าค่า intensity สูงสุด คือ พยาธิใบไม้ *Encyclometra bungara* ที่พบจากงูไซบีค่า 145 รองลงมา คือ พยาธิปลิงใส *Dactylogyrus* sp. II ที่พบจากปลากดเหลืองมีค่า 53.50 เป็นที่น่าสังเกตว่าพยาธิตัวกลม *Rhabdochona* sp. I มีค่า intensity สูงสุดถึง 3 ครั้ง (มีค่า 6.00, 13.00 และ 6.00) และพบจากโฮสต์เดิมถึง 2 ครั้ง ค่า intensity สูงสุดพบจากพยาธิตัวกลม 5 ชนิด, พยาธิใบไม้ 4 ชนิด, พยาธิปลิงใส 3 ชนิด

ตารางที่ 2. ค่า prevalence (%) ของการพบหนอนพยาธิในสัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิดในลำน้ำแม่สา (- = ไม่พบสัตว์น้ำ)

No. Host	2540 (ฤดู)			2541 (เดือน)						2542 (เดือน)		
	หนาว	ร้อน	ฝน	มค.	มีค.	พค.	กค.	กย.	พย.	มค.	มีค.	พค.
ปลา												
1. ปลาติดหิน	0	0	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-
2. หมอไทย	100	100	100	-	-	-	-	-	75	-	-	-
3. รากกล้วย I	0	0	3.12	0	47.83	0	-	20	0	0	-	3.85
4. รากกล้วย II	0	0	33.33	0	0	-	16.67	-	0	-	-	-
5. ค้อ I	39	37	36.10	0	36.40	62.50	43.59	50	55	43.48	41.18	66.67
6. ค้อ II	36.25	54.50	32	45.45	53.85	80	54.17	37.03	0	23.81	52.63	40.74
7. ค้อ III	7.81	17.11	10.52	0	6.45	0	21.05	20	12.50	3.13	0	6.45
8. ตะเพียนทราย	96.30	68.80	92.68	90.70	-	100	59.26	62.22	75.60	88.89	100	53.85
9. สร้อยขาว	50	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
10. แก้มช้ำ	66.60	100	-	22.22	33.33	-	0	50	5.30	100	25	100
11. ตะเพียนภูเขา	93.75	78.90	0	-	-	0	0	50	0	0	20	15.79
12. น้ำหมึก	50	58.62	0	75	0	100	-	-	66.67	0	-	-
13. ชิวควาย	20.30	34.69	41.67	15.22	3.03	29.41	51.85	22.22	9.75	2.08	52.38	17.74
14. เข็ม	100	100	100	100	72.73	90.91	87.50	87.50	-	100	100	100
15. หลดจุด	100	0	50	-	50	100	-	-	-	-	0	-
16. ก้าง	50	72.90	73.33	38.5	100	50	38.46	52.94	33.33	0	37.04	45
17. กระดี่หม้อ	66.70	100	0	100	25	0	-	0	0	0	-	-
18. กริม	100	-	-	0	-	-	100	-	-	-	-	-
19. หางนกยูง	0	2.90	2.94	0	10	5.10	0	0	0	0	4.35	10
20. ซ่อน	-	62.50	54.54	100	-	-	50	-	-	0	33.33	0
21. กระทิง	-	50	33.33	66.67	50	-	50	0	100	-	-	-
22. ไหลนา	-	20	-	100	-	0	-	33.33	100	0	0	66.67
23. ปู่ทราย	-	0	0	0	-	-	0	-	0	-	0	-
24. เลียหิน	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
25. ชิว	-	31.25	0	0	0	32	-	50	-	0	50	25
26. ขาว	-	0	25	-	-	-	-	-	-	-	0	-
27. ไน	-	75	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28. กดเหลือง	-	0	50	-	-	-	100	100	100	-	-	100
29. นิล	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-
30. กดข้างลาย	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31. ดุกด้าน	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
32. กระทุงเหว	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-
Prevalence รวม	42.12	44.40	38.39	39.89	29.78	31.98	38.29	36.74	30.39	20.00	30.53	27.87
สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ												
1. กบ I	0	100	100	66.67	-	50	5	50	100	0	-	-
2. กบ II	-	25	50	0	100	-	-	-	0	-	-	-
3. กบ III	-	-	-	100	100	-	-	-	-	0	-	0
4. กบ IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85.71	25
5. กบ V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-

ตารางที่ 2. (ต่อ)

No. Host	2540 (ฤดู)			2541 (เดือน)						2542 (เดือน)		
	หนาว	ร้อน	ฝน	มค.	มีค.	พค.	กค.	กย.	พย.	มค.	มีค.	พค.
6. กบ VI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	-
7. กบ VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
8. ลูกอ๊อด I	0	100	-	-	-	-	0	8.33	0	-	55.56	0
9. ลูกอ๊อด II	16.70	0	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
10. เขียดดิน I	-	80	-	-	50	-	-	0	0	0	-	0
11. เขียดดิน II	-	-	-	-	-	-	-	-	36.36	-	-	-
Prevalence รวม	7.70	53.85	66.67	50.00	66.67	50.50	0	12.50	28.57	42.86	53.57	20.00
สัตว์เลื้อยคลาน												
1. งู I	100	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. งู II	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. จิ้งเหลน	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Prevalence รวม	50.00	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 3. ชนิดหนอนพยาธิที่พบ

หนอนพยาธิ	ชนิดที่พบ
พยาธิหัวหนาม	1. Unknown I 2. *Pallisentis* sp. 3. *Acanthocephalus lucidus*
พยาธิตัวตืด	1. *Senga chiangmaiensis* n. sp. 2. *Ptychobotrium mystacoleucusi* n. sp. 3. *P. rojanapaibuli* n. sp. 4. *P. discusae* n. sp. 5. *Circumonchobothrium baimaii* n. sp. 6. Unknown I
พยาธิปลิงใส	1. *Dactylogyrus* sp. 2. *Trianchoratus* sp. 3. *Gyrodactylus* sp. 4. *Paradiplozoon* sp. 5. Unknown I
พยาธิตัวกลม	1. *Haplonema* sp. 2. *Rhabdochona* sp. I 3. *Camallanus* sp. 4. *Zanchophorus* sp. 5. *Spinitectus* sp. 6. Unknown I 7. Unknown II 8. Unknown III 9. *Rhabdochona* sp. II 10. Unknown IV 11. *Cosmocerca* sp. 12. *Ascaridia* sp. 13. *Camallanus anabantis*
พยาธิใบไม้	1,2. *Allocreadium* sp. I 3.*Haplorchoides* sp.(meta) 4. *Posthostomum* sp. 5. *Gauhatiana* sp. 6. *Plagiophorus* sp. 7. *Transversotrema platialensis* 8. *Euryhelmis* sp. 9. *Centrocestus* sp. (meta) 10. *Acanthostomum* sp. (meta) 11. *Genarchopsis goppo* 12. *Phyllodistomum* sp. I 13. Unknown I 14. *Gorgoderina gracilis* n. sp. 15. *Pleurogenoides sphaerecus*. 16. *Stellantchasmus falcatus* (meta) 17. *Allocreadium* sp. II 18. *Haplorchis* sp. 19. *Urotrema* sp. 20. *Haplorchoides* sp. 21. *Encylometra bungara* 22. *Plurogenes* sp. 23. Unknown II 24. Unknown III 25. Unknown IV 26. *Phyllodistomum* sp. II 27. *Acanthostomum* sp. 28. *Phyllodistomum* sp. III 29. *Ganeo tigrinus*.

ตารางที่ 4. ค่า intensity สูงสุดของหนอนพยาธิระยะตัวเต็มวัยที่พบ

ชนิดพยาธิ	Host	2540 (ฤดู)			2541 (เดือน)						2542 (เดือน)		
		หนาว	ร้อน	ฝน	มค.	มีค.	พค.	กค.	กย.	พย.	มค.	มีค.	พค.
1. Nematode unknown I	งูโซ	8.00											
2. Trematode unknown I	เขียดดิน I		6.20										
3. *Encyclometra bungara*	งูโซ			145.00									
4. *Pleurogenoides* sp.	กบ III				45.00								
5. *Rhabdochona* sp. I	ปลากระทิง					6.00							
6. *Allocreadium* sp. II	ปลาหลดจุด						8.00						
7. *Trianchoratus* sp.	ปลาช่อน							11.50					
8. *Dactylogyrus* sp. II	ปลากดเหลือง								53.50				
9. *Rhabdochona* sp. I	ปลากระทิง									13.00			
10. *Rhabdochona* sp. I	ปลาแก้มช้ำ										6.00		
11. *Cosmocerca* sp.	กบ VI											3.25	
12. *Dactylogyrus* sp. I	ปลาแก้มช้ำ												17.00

บทวิจารณ์

ค่า prevalence ของการพบพยาธิในปีที่ 1 มีค่าสูงสุดในฤดูร้อน 44.40% ค่า prevalence ในปีที่ 2 และ 3 ซึ่งเก็บตัวอย่างเดือนเว้นเดือนมีค่าไม่แน่นอน พบสูงสุดในเดือนมกราคม 2541 เท่ากับ 39.89% รองลงมาในเดือนกรกฎาคม 2541 เท่ากับ 38.29% แต่กลับพบว่าในเดือนมกราคม 2542 มีค่า prevalence ต่ำสุดเพียง 20% อาจมีปัจจัยจากชนิดและจำนวนของปลาที่จับได้แตกต่างกัน ในปีที่ 2 (2541) สัตว์บางชนิดมีขนาดเล็กลงซึ่งไม่ได้แสดงข้อมูลดิบในที่นี้ ขนาดที่เล็กลงนี้อาจเป็นผลจากการ infected ของพยาธิ พยาธิที่พบค่า intensity สูงสุดในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง คือ พยาธิปลิงใส *Dactylogyrus* sp. I, sp. II, จากปลา 2 ชนิด คือ ปลากดเหลือง และปลาแก้มช้ำ ตามลำดับ พยาธิ

ตัวกลม *Rhabdochona* sp. I จากปลา 2 ชนิด คือ ปลากระทิง และปลาแก้มช้ำ ซึ่งขณะนี้อยู่ในระหว่างการตรวจสอบ mouth part ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน พยาธิใบไม้ *Encyclometra bungara* จากงูไซ มีค่า intensity สูงสุดถึง 145 จากตัวอย่างเพียง 1 ตัว เพราะงูหายากมากในแหล่งน้ำและหนีได้ไว การพบค่า intensity สูงสุดในแต่ละครั้งที่แตกต่างกันหรือซ้ำกัน น่าจะมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น การเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งไม่สามารถกำหนดให้มีชนิดและจำนวนสัตว์น้ำเท่ากันได้ทุกครั้ง เพราะวงชีวิตของทั้งสัตว์น้ำและพยาธิแต่ละชนิดอาจแตกต่างกัน บางครั้งก็ไม่ได้ตัวอย่างเลย พยาธิบางชนิดอาศัยโฮสต์กึ่งกลางหลายตัว เช่น พยาธิใบไม้, พยาธิตัวตืด บางชนิดมีโฮสต์กึ่งกลางตัวเดียว เช่น พยาธิตัวกลม บางชนิดไม่มีโฮสต์กึ่งกลาง เช่น พยาธิปลิงใส ดังนั้นชนิดที่ต้องอาศัยโฮสต์กึ่งกลางต้องขึ้นกับสิ่งมีชีวิตอื่นในแหล่งน้ำ เช่น กุ้ง, หอย, ปู, แมลงน้ำ, แอนนิลิด และมีความเกี่ยวพันกับโฮสต์เฉพาะที่อยู่ในแหล่งน้ำหรือนอกแหล่งน้ำ เช่น สัตว์เลี้อยคลาน, สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ, สัตว์ปีก และคน เป็นต้น พยาธิบางชนิดเจริญไปพร้อม ๆ กับการเจริญของโฮสต์ (synchronized) เช่น เจริญในกระเพาะปัสสาวะของกบใช้ระยะเวลา 2 ปีจึงครบวงชีวิต ดังนั้น การศึกษาเพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงของพยาธิควรจะใช้เวลามากกว่า 2 ปีและเพิ่มความถี่ของการเก็บตัวอย่างมากขึ้น สาเหตุของการเก็บตัวอย่างที่เปลี่ยนมาเก็บตัวอย่างเดือนเว้นเดือนเพราะขนาดและชนิดของปลาลดลงจนเกรงว่าอาจถึงขั้นสูญพันธุ์ได้ นั่นเป็นสิ่งที่นักวิจัยไม่อยากให้เกิดขึ้นแน่นอน หลังจากที่เปลี่ยนมาเก็บตัวอย่างเดือนเว้นเดือนเป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าปริมาณและขนาดของปลาเพิ่มขึ้น และอีกประการหนึ่ง คือ การที่มีโครงการวิจัยที่ต้องเก็บตัวอย่างเหมือนกันในแหล่งเดียวกันในช่วงเวลาเดียวกันย่อมเป็นสาเหตุที่ต้องนำไปพิจารณาว่ามีส่วนทำให้ประชากรสัตว์น้ำลดลงหรือไม่ เพื่อจะได้เป็นเกณฑ์การพิจารณาให้ทุนในโอกาสต่อไป

บทสรุป

ผลการศึกษาหนอนพยาธิในลำน้ำแม่สา ในปีที่ 1 พบค่า prevalence สูงสุด 44.40% ในฤดูร้อน ในปีที่ 2 ค่า prevalence สูงสุด 39.89% ในเดือนมกราคม 2541 และค่า prevalence ต่ำสุด 20% ในเดือนมกราคม 2542 ปลาที่พบค่า prevalence 100% มากที่สุด คือ ปลาเข็มพบ 7 ครั้งจากการสำรวจพบปลา 11 ครั้ง รองลงมา คือ ปลาหมอไทย พบ 3 ครั้งจากการสำรวจพบปลา 4 ครั้ง พบหนอนพยาธิชนิดใหม่ 6 ชนิด คือ พยาธิตัวตืด *Senga chiangmaiensis* n. sp., *Ptychobotrium mystacoleucusi* n. sp., *P. rojanapaibuli* n. sp., *P. discusae* n. sp., *Circumonchobothrium baimaii* n. sp. และพยาธิใบไม้ 1 ชนิด คือ *Gorgoderina gracilis* n. sp. พบชนิดที่สามารถติดต่อถึงคนได้ คือ *Stellantchasmus falcatus*, *Haplorchis* sp., *Centrocestus* sp. ชนิดที่สามารถติดต่อถึงสัตว์ เช่น *Acanthostomum* sp. ค่า intensity สูงสุด คือ พยาธิใบไม้ *Encyclometra bungara* ที่พบจากงูไซมีค่า 145 รองลงมา คือ พยาธิปลิงใส *Dactylogyrus* sp. II ที่พบจากปลากดเหลืองมีค่า 53.50 พยาธิตัวกลม *Rhabdochona* sp. I พบมีค่า intensity สูงสุดถึง 2 ครั้ง

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139031

เอกสารอ้างอิง

KARYOKARTE, P. P. 1967. *Acanthostomum (Atrophecaecum) alii* sp.n. (Trematoda: Acanthostomidae) from the snake, *Elaphe helena,* in India. J. Parasitol. 53(3): 587-588.

KLICKS, M. AND T. TANTACHAMRUN. 1974. Heterophyid (Trematoda) parasites of cats in North Thailand, with notes on a human case found at necropsy. Southeast Asian J. Trop. Med. Pub. Hlth. 5: 547-555.

PERSON, J. C. 1964. A revision of the subfamily Haplorchinae Loose, 1899 (Trematoda: Heterophyidae). Parasitol. 54: 601- 676.

RADOMYOS, P., P. CHAROENLARP, B. RADOMYOS AND A. TANGTRONGCHITR. 1990. Two human cases of *Stellantchasmus falcatus* (Trmatoda: Heterophyidae) infection in Northeastern Thailand. Jpn. J. Parasitol. 39: 7-11.

SCHELL, S. C. 1970. How to know the trematodes. University of Idaho. WM. C Brown Company Publishers. 249 p.

TANTACHAMRUN, T. AND M. KLICKS. 1978. Heterophyid infection in human ileum: report of three cases. Southeast Asian J. Trop. Med. Pub. Hlth. 9: 228–332

YAMAGUTI, S. 1958. *Systema Helminthum.* II. The digenetic trematodes of vertebrates. Part I. & II. Interscience Publishers Inc., New York.

ความหลากหลายและการศึกษาพื้นผิวของพยาธิใบไม้จากปลาน้ำจืดในลำน้ำแม่สา

อดิเทพพรชัย ภาชนะวรรณ[1] และ ชโลบล วงศ์สวัสดิ์[2]

[1]คณะวิชาประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม อ. เมือง นครพนม 48000

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

DIVERSITY AND TEGUMENTAL SURFACE OF THE FLUKES FROM FRESHWATER FISH IN MAE-SA STREAM

A. Pachanawan[1] and C. Wongsawad[2]

[1]Faculty of Fisheries, Nakhonphanom Agricultural and Technology College, Muang District, Nakhonphanom 48000

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

From January to December 1997, an investigation of the flukes from freshwater fish in Mae-Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province was conducted. One thousand seven hundred and seventy two fishes of 30 species were collected from 12 sites in each season. Five hundred and fifty one fishes of 18 species were infected by flukes; prevalence was 31.09% (551/1,772). The adults and metacercarial stages were recovered from 9 species and 6 species, respectively. The adults were *Allocreadium* sp. I, *Allocreadium* sp. II, *Gauhatiana* sp., *Genarchopsis goppo, Haplorchoides* sp., *Phyllodistomum* sp., *Plagioporus* sp., *Transversotrema patialense* and *Urotrema* sp. The metacercarial stages were *Acanthostomum* sp., *Centrocestus caninus, Haplorchis taichui, Haplorchoides* sp., *Posthodiplostomum* sp., and *Stellantchasmus falcatus. Urotrema* sp. had the highest prevalence of adult flukes (100%, 2/2). *Plagioporus* sp. had the lowest prevalence (0.71%, 3/417). *Stellantchasmus falcatus* had the highest prevalence of metacercarial stages (100%, 30/30). *Posthodiplostomum* sp. had the lowest prevalence of metacercarial stages (0.57%, 1/173). The highest intensity of adult flukes (*T. patialense,* 33.33, 100/3) was found in *Systomus orphoides* and the lowest intensity (*Plagioporus* sp. 0.0082, 1/122) was found in *Rasbora paviei.* Five adult trematodes were studied by SEM (Scanning Electron Microscope). *Allocreadium* sp. I, *Genarchopsis goppo* and *Phyllodistomum* sp. had a transverse ridge but without spines. *Haplorchoides* sp. and *Urotrema* sp. were covered with scale-like spines. Five adult flukes had 4 papillae patterns, viz. dome-shaped papillae, dome-shaped papillae with hair-like processes, button-shaped papillae, and rosette-shaped papillae. They were distributed around suckers, the excretory pore, the genital pore, and between spines.

Key words: Scanning Electron Microscope, freshwater fish, flukes, diversity

บทนำ

การศึกษาความหลากหลายของพยาธิใบไม้ในปลาน้ำจืดในลำน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ เป็นการศึกษาถึงความหลากหลายของพยาธิใบไม้ในปลาที่พบในแหล่งน้ำจืดในที่สูง ซึ่งได้มีการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร, อุตสาหกรรม และใช้ในครัวเรือน เป็นผลให้มีการขับถ่ายของเสียลงสู่ลำน้ำแม่สาเกือบตลอดทั้งสาย ส่งผลไปสู่สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำโดยเฉพาะปลา ซึ่งถ้าปลาเหล่านั้นเป็นพาหะนำปรสิตก็จะทำให้มีการแพร่กระจายของปรสิตออกไปยังที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะลำน้ำแม่สานี้ เป็นลำน้ำสาขาย่อยของแม่น้ำปิง ปรสิตบางชนิดอาจจะติดต่อถึงคนได้โดยเฉพาะพยาธิใบไม้ ดังนั้น ถ้าหากได้มีการศึกษาถึงความหลากหลายของพยาธิใบไม้ในปลาน้ำจืด เพื่อให้ทราบถึงชนิดของพยาธิใบไม้ว่ามีชนิดใดบ้างที่สามารถติดต่อถึงคนได้ ก็อาจเป็นแนวทางให้ประชาชนได้ทราบและเพิ่มความระมัดระวังในการบริโภคให้มากขึ้น ตามทฤษฎีแล้วพยาธิใบไม้เป็นพยาธิที่สามารถดูดซึมอาหารได้ทั้งทางปากและทางผิวหนัง ดังนั้นจะเห็นว่าประสิทธิภาพในการแย่งอาหารจากโฮสต์มีได้หลายทาง ถ้าเรามีวิธีสกัดกั้นทางใดทางหนึ่งนั่นก็หมายถึงว่าปรสิตจะลดการแย่งอาหารจากโฮสต์ หรือถ้าขบวนการสกัดกั้นนั้นมีประสิทธิภาพสูงจะทำให้ปรสิตถึงตายได้ การศึกษาผิวหนังตัวเต็มวัยของพยาธิใบไม้ด้วยวิธีการจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนจะช่วยทำให้เห็นรายละเอียดของผิวหนัง โครงสร้างภายนอกของพยาธิได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อที่จะเป็นประโยชน์ในการหาวิธีการสกัดกั้นไม่ให้มีการเจริญต่อไป อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาทางด้านปรสิตวิทยาในระดับสูงให้มีความก้าวหน้ามากขึ้นด้วย วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อจำแนกชนิดของพยาธิใบไม้และศึกษาค่า prevalence และค่า intensity ของพยาธิใบไม้ในปลาน้ำจืดจากลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในระยะเวลา 1 ปี ทั้ง 3 ฤดูกาล และศึกษาโครงสร้างของพื้นผิวตัวเต็มวัยของพยาธิใบไม้บางชนิดในปลาน้ำจืด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเดียวกับโครงการ "ความหลากหลายของหนอนพยาธิในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ (BRT139031)" ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ดังนี้

1. หมู่บ้านกองแหะ ต. โป่งแยง มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,075 เมตร
2. สะพานทางเข้าหมู่บ้านกองแหะ มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร
3. ปางช้าง บ้านโป่งแยง มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 960 เมตร
4. สะพานทางเข้าบ้านผานกกก (โป่งแยงนอก-แม่ขนินเหนือ) มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 790 เมตร
5. หน่วยจัดการต้นน้ำแม่สา ศูนย์จัดการต้นน้ำที่ 6 มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร
6. สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 650 เมตร
7. บ้านแม่แมะ (ปางช้างแม่สา) ต. แม่แรม มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 550 เมตร
8. น้ำตกแม่สา มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 390 เมตร
9. สะพานประปาสุขาภิบาลแม่ริม (ห้วยโจ้) ต. แม่ริมใต้ มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 340 เมตร
10. สะพานชลประทาน มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 330 เมตร
11. สะพานบ้านป่าม่วงริมถนนไป อ. แม่ริม มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 330 เมตร
12. สะพานสถานพินิจ (ปากน้ำแม่สา) มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 340 เมตร

วิธีการ

1. สุ่มตัวอย่างเก็บปลาตามจุดที่กำหนด โดยช๊อตด้วยไฟฟ้า ฤดูกาลละ 1 ครั้ง พยายามรักษาสภาพตัวอย่างให้มีชีวิต ด้วยการเพิ่มออกซิเจนในภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง นำมาตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ ในแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่างนั้นจะวัดคุณภาพน้ำบางประการควบคู่ไปด้วย เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลและหาความสัมพันธ์

2. นำตัวอย่างปลามาพักไว้ในตู้เลี้ยงปลาที่มีเครื่องปั๊มอากาศ ณ ห้องปฏิบัติการปรสิตวิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จากนั้นศึกษาปลาครั้งละตัว โดยชั่งน้ำหนัก วัดความยาว การตรวจวัดตัวอย่างควรทำให้เสร็จอย่างช้าภายใน 1 สัปดาห์

3. ศึกษาลักษณะภายนอกของปลา ตรวจดูที่บริเวณ ตา ครีบ เกล็ด ซอกเกล็ด จากนั้นใช้แผ่นสไลด์ขูดเมือกตามบริเวณลำตัวมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ตัดครีบและเหงือกแช่ในน้ำ นำมาตรวจดูภายใต้กล้องกำลังขยายต่ำ ตรวจนับพยาธิที่พบ บันทึกข้อมูล

4. ศึกษาลักษณะภายในของปลา โดยนำกล้ามเนื้อ ตา ระบบทางเดินอาหาร หัวใจ ตับ ม้าม ไต ถุงน้ำดี แช่ในน้ำเกลือ ที่มีความเข้มข้น 0.85% ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ จากนั้น ตัดอวัยวะภายในเหล่านี้ไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงอีกครั้ง บันทึกข้อมูลชนิดและนับจำนวนพยาธิที่พบอย่างละเอียด

5. นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไปคำนวณหาค่า prevalence และค่า intensity

6. นำพยาธิใบไม้ที่ได้มาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยนำมาล้างด้วย 0.85% NaCl และ fixed ด้วย formalin 10% จากนั้น ล้างด้วยน้ำสะอาด และย้อมด้วยสี Haematoxylin แล้วล้างออกด้วยน้ำ นำไปผ่านเข้า grading alcohol เพื่อไล่น้ำออก ทำให้ใสด้วย butuyl และ xylol ทำการปิดสไลด์ ทำเป็นสไลด์ถาวร แล้วนำไปวาดภาพและถ่ายภาพไว้เปรียบเทียบและเก็บไว้เป็นหลักฐานต่อไป โดยใช้ key ของ Yamaguti (1958)

7. นำพยาธิใบไม้ตัวเต็มวัยที่ได้จากข้อ 4 มาทำการศึกษาด้วย SEM โดยนำมาล้างด้วย 0.85% NaCl แล้วนำไป fixed ด้วย 2.5% glutaraldehyde ที่ละลายใน 0.1 M phosphate buffer pH 7.4 แล้ว fixed อีกครั้งด้วย 1% osmium tetroxide ผ่านขั้นตอนการเอาน้ำออกโดยวิธีผ่านเข้า grading alcohol จากนั้นทำให้แห้งโดย Critical Point Dryer (CPD) แล้วนำไป coat ด้วยทองคำผสมทองคำขาวหลังจากนั้นนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดทันที

8. ศึกษา tegumental surface ภายใต้ SEM อย่างละเอียด โดยดูทางด้าน ventral เพื่อดู oral sucker, acetabulum, genital pore, tegumental surface, papillae, spine ทางด้าน dorsal ดู tegumental surface, papillae, spine และทางด้าน posterior เพื่อดู tegumental surface และ excretory pore เป็นต้น

ผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างปลาในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2540 พบปลาทั้งหมด 30 ชนิด นับรวมได้ 1,772 ตัว ตรวจพบพยาธิใบไม้ทั้งหมด 13 สกุล แบ่งเป็นพยาธิใบไม้ระยะตัวเต็มวัย 9 ชนิด ได้แก่ *Allocreadium* sp. I, *Allocreadium* sp. II, *Gauhatiana* sp, *Genarchopsis goppo*, *Haplorchoides* sp., *Phyllodistomum* sp., *Plagioporus* sp., *Transversotrema patialense*, *Urotrema* sp. และพบตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเมตาเซอคาเรีย 6 ชนิด คือ *Acanthostomum* sp., *Centrocestus caninus*, *Haplorchis taichui*, *Haplorchoides* sp., *Posthodiplostomum* sp. และ *Stellantchasmus falcatus*

ผลการศึกษาพยาธิใบไม้ในปลา 30 ชนิด จำนวน 1,772 ตัว พบการ infected ของพยาธิใบไม้ในปลา 18 ชนิด จำนวน 551 ตัว เป็นพยาธิใบไม้ตัวเต็มวัยทั้งหมด 1,308 ตัว คิดเป็นค่า prevalence 31.09% (551/1,772) %prevalence สูงสุดของปลาที่พบพยาธิใบไม้ คือ ปลาเข็ม มีค่าเท่ากับ 100% (30/30) และปลาแค้สามแถบ มีค่าเท่ากับ 100% (2/2) ปลาที่พยาธิใบไม้ระยะตัวเต็มวัย infected มากที่สุด คือ ปลาก้าง พบ *Transversotrema patialense* มีค่า prevalence เท่ากับ 39.30% (68/73) ต่ำสุดคือ *Plagioporus* sp. พบในปลาค้อ I มีค่า prevalence เท่ากับ 0.67% (2/295) และค่า Intensity สูงสุดของพยาธิใบไม้ตัวเต็มวัย คือ *T. patialense* พบในปลาแก้มช้ำ มีค่า 33.33 ต่ำสุดคือ *Plagioporus* sp. พบในปลาชิวควาย มีค่า 0.0082 สำหรับปลาที่พยาธิใบไม้ระยะเมตาเซอคาเรีย infected มากที่สุด คือ ปลาตะเพียนทราย พบ *Haphrchis faichui* รองลงมา คือ ปลาเข็ม พบ *Stellantchasmus falcatus* จำนวน 220 และ 30 ตัว คิดเป็นค่า prevalence เท่ากับ 75.08% (220/293) และ 100% (30/30) ตามลำดับ

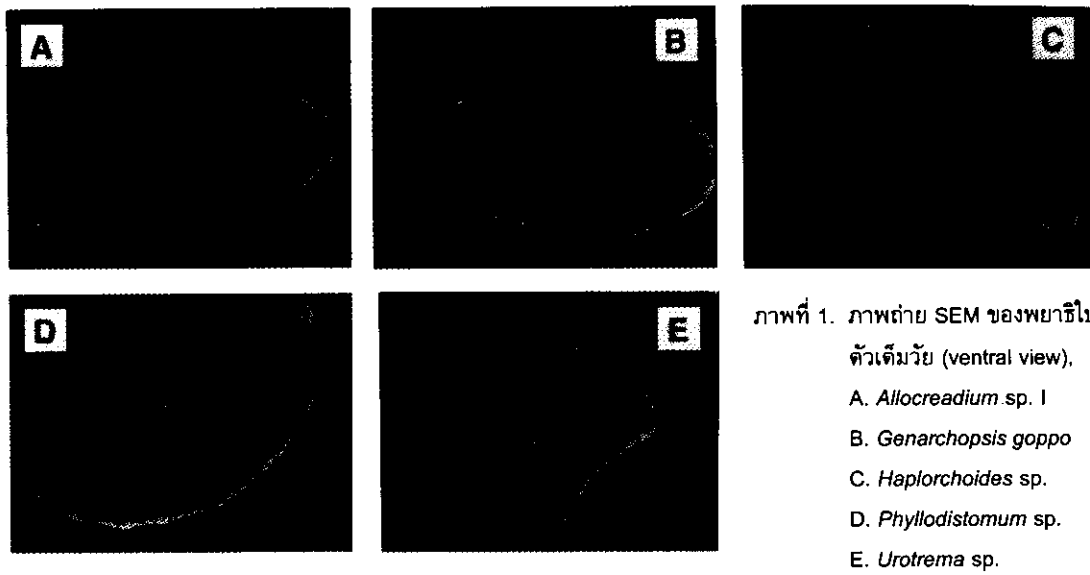
ผลการศึกษาการแพร่กระจายของพยาธิใบไม้ระยะตัวเต็มวัยในรอบปี ทั้ง 12 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่า ตัวเต็มวัยของพยาธิใบไม้ *Transversotrema patialense* มีการแพร่กระจายสูงที่สุดถึง 10 จุด ตั้งแต่จุดที่ 3 ถึงจุดที่ 12 โดยจุดที่ 7 พบพยาธิสูงสุดถึง 290 ตัว ส่วนจุดที่ 2 พบเพียง 3 ตัว เท่านั้น ส่วนพยาธิใบไม้ระยะตัวเต็มวัยที่พบว่ามีการแพร่กระจายสูงรองลงมา คือ *Allocreadium* sp. I มีการแพร่กระจายสูงถึง 8 จุด ตั้งแต่จุดที่ 2 จนถึงจุดที่ 9 จุดที่พบมากที่สุด คือ จุดที่ 3 พบ 113 ตัว และจุดที่พบน้อยที่สุด คือ จุดที่ 2 พบเพียง 1 ตัว ส่วนตัวเต็มวัยของพยาธิใบไม้ *Urotrema* sp. และ *Haplorchoides* sp. พบว่ามีการแพร่กระจายน้อยที่สุด พบเพียง 1 จุดเท่านั้น คือ จุดที่ 4 จำนวน 10 และ 34 ตัว ตามลำดับ ส่วนพยาธิใบไม้ระยะเมตาเซอคาเรียที่พบว่ามีการกระจายสูงที่สุด คือ *Centrocestus caninus* พบ 9 จุด ตั้งแต่จุดที่ 4 ถึงจุดที่ 12 รองลงมา คือ *Haplorchis taichui* พบแพร่กระจาย 8 จุด จากจุดที่ 5 ถึงจุดที่ 12 และ *Posthodiplostomum* sp. แพร่กระจายน้อยที่สุดเพียง 3 จุด คือ จุดที่ 5, 9 และจุดที่ 11 จุดเก็บตัวอย่างที่พบว่ามีความชุกชุมของพยาธิใบไม้ทั้งสองระยะมากที่สุด คือ จุดที่ 9 พบพยาธิใบไม้สูงถึง 10 ชนิด รองลงมา คือ จุดที่ 4, 8, 10 และจุดที่ 11 พบพยาธิใบไม้ 8 ชนิด และจุดที่พบพยาธิใบไม้น้อยที่สุด คือ จุดที่ 2, 3 และจุดที่ 7 พบเพียง 4 ชนิดเท่านั้น (ตารางที่ 1)

ความชุกชุมของพยาธิใบไม้ในแต่ละฤดูในรอบ 1 ปี พบว่า ฤดูฝนมีการกระจายชนิดของพยาธิใบไม้สูงที่สุด รองลงมา คือ ฤดูร้อนและฤดูหนาว ซึ่งพบ 13 และ 10 ชนิด ตามลำดับ พบตัวเต็มวัยของพยาธิใบไม้มากที่สุดในฤดูฝน รองลงมา คือ ฤดูร้อน และฤดูหนาว จำนวนของพยาธิใบไม้ระยะตัวเต็มวัยที่พบมาก คือ *Transversotrema patialense*, *Allocreadium* sp. I และ *Haplorchoides* sp. จำนวน 1,005 ตัว, 193 ตัว และ 34 ตัว ตามลำดับ ที่พบจำนวนน้อย คือ *Plagioporus* sp. เพียง 6 ตัวเท่านั้น ในขณะเดียวกันพยาธิใบไม้ระยะเมตาเซอคาเรีย ที่พบมากที่สุด คือ *Stellantchasmus falcatus* คิดเป็นค่า prevalence 100% รองลงมา คือ *Haplorchis taichui* คิดเป็น 0.27% และ *Posthodiphostomum* sp. พบน้อยที่สุด คิดเป็น 1.44% ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาทั้ง 3 ฤดู พบว่า pH อยู่ในช่วง 6.95-8.56 pH ในฤดูร้อนมีค่าต่ำสุด คือ 6.95 ที่จุดที่ 1 และ pH สูงสุด 8.56 ที่จุดที่ 8 อุณหภูมิในฤดูหนาวอยู่ในช่วง 21.7-30.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดที่จุดที่ 1 และสูงสุดที่จุด 11 เนื่องจากเป็นช่วงระยะเวลาที่ทำการออกเก็บตัวอย่างด้วย โดยเฉพาะจุดท้าย ๆ ของการเก็บตัวอย่าง จะอยู่ในช่วงเที่ยงถึงบ่ายโมง จึงทำให้อุณหภูมิที่ทำการวัดสูงไปด้วย ส่วนค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) อยู่ในช่วง 3.8-7.4 mg/l มีค่ามากสุดที่จุดที่ 8 ซึ่งเป็นน้ำตกแม่สา ถึง 7.4 mg/l ในฤดู

หนาว และ ต่ำสุด 3.8 mg/l ที่จุดที่ 4 บ้านศรีม่วงคำ ในฤดูร้อน ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ในฤดูร้อน พบว่า มีค่าสูงอยู่ในช่วง 196-520 µS/cm และฤดูหนาวค่าของการนำไฟฟ้าจะต่ำสุด อยู่ในช่วง 102.9-316.0 µS/cm

การศึกษาพื้นผิวของพยาธิใบไม้ด้วย SEM ได้เลือกพยาธิใบไม้ระยะตัวเต็มวัยบางชนิด โดยพิจารณาจากความชุกชุมและลักษณะพิเศษบางประการที่จะนำมาใช้ในการจำแนก ในการศึกษาได้เลือกพยาธิใบไม้ 5 ชนิด คือ *Allocreadium* sp. I, *Genarchopsis goppo*, *Haplorchoides* sp., *Phyllodistomum* sp. และ *Urotrema* sp. (ภาพที่ 1) ซึ่งมีรายละเอียดการศึกษาด้วย SEM ต่อไปนี้ตามลำดับ คือ



ภาพที่ 1. ภาพถ่าย SEM ของพยาธิใบไม้ตัวเต็มวัย (ventral view),
A. *Allocreadium* sp. I
B. *Genarchopsis goppo*
C. *Haplorchoides* sp.
D. *Phyllodistomum* sp.
E. *Urotrema* sp.

***Allocreadium* sp. I Looss, 1900**

ลำตัวมีรอยคอดบริเวณ ventral sucker พื้นผิวไม่ได้ปกคลุมด้วย spines มี ventral sucker ใหญ่กว่า oral sucker พื้นผิวของลำตัวมีลักษณะเป็นสันตามขวางตลอดลำตัว oral sucker ตั้งอยู่เกือบปลายสุดทางด้านหน้าของลำตัว มีลักษณะกลม มี dome-shaped papillae วางเรียงเป็นวง ด้านใน 1 วง นับได้ 12-14 อัน และวงด้านนอกวางเรียงไม่สม่ำเสมอ และยังพบที่ ventral sucker เรียงเป็นวง 2 วง ๆ ละ 6 อัน นอกจากนี้ยังพบกระจายทางด้านข้างของลำตัว ซึ่งเป็นแบบ button-shaped papillae ปกคลุม genital pore เปิดออกเหนือระดับ ventral sucker เล็กน้อย

***Genarchopsis goppo* Ozaki, 1925**

ลำตัวไม่ได้ปกคลุมด้วย spines แต่มีลักษณะเรียบ จะเห็นชัดเจนทางส่วนหน้าของลำตัว ทางด้าน dorsal พื้นผิวจะมีลักษณะเป็นผนังหนาในสภาวะที่มีการหดตัว บางบริเวณมีลักษณะเป็นสันตามขวาง พื้นผิวของ oral sucker มีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อหนา และหดตัวลง ทำให้เห็นมีลักษณะเป็นรอยย่น พบ dome-shaped papillae กระจายเป็นวงอยู่รอบนอก 6 อัน และกระจายอยู่ทางส่วนหน้าสุดของ oral sucker พบอย่างไม่สม่ำเสมอ ส่วนของ ventral sucker มีขนาดใหญ่กว่า oral sucker มาก genital pore เปิดอยู่ใกล้กับส่วนท้ายของ oral sucker excretory pore เปิดออกท้ายสุดของลำตัว มีลักษณะเป็นรอยย่นในแนวรัศมีและพื้นผิวโดยรอบจะมีลักษณะเรียบ

***Haplorchoides* sp. Chen, 1949**

ลำตัวเรียวยาว ปกคลุมด้วย scale-like spines ยกเว้น excretory pore ลักษณะทั่วไปของ spines มีลักษณะคล้ายซี่ฟัน (pectinate) ที่ตอนปลายของ spines แตกออกเป็นซี่ (teeth) ซึ่งจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ปรากฏบนลำตัว มีการจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ โดยพบว่า spines บริเวณรอบ oral sucker ส่วนปลายแตกออกเป็น 12-13 ซี่ บริเวณ ventregenital opening พบ 14-16 ซี่ และพบ 7-9 ซี่ บริเวณส่วนท้ายของลำตัว นอกจากนี้แล้วยังพบ ciliated papillae ซึ่งแต่ละอันประกอบด้วยฐานที่เป็นกระเปาะ (basal bulb) ที่มีลักษณะเป็นโพรง มี cilia คล้ายด้ายเส้นเดี่ยวโผล่ออกมา (single club-like cilium) จากโพรงเป็นหลุม พบบริเวณทางด้านหน้าประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของลำตัว และพบว่ามีการกระจายมากกว่าที่อื่นคือบริเวณ oral sucker

***Phyllodistomum* sp. Braun, 1899**

ลำตัวไม่ได้ปกคลุมด้วย spines แต่มีพื้นผิวลักษณะเป็นสันตามขวาง (transverse ridge) เวลาหดตัวมองเห็นเป็นสันคล้ายคลื่น และพบ papillae กระจายตลอดลำตัว นอกจากนี้ยังพบหลุมที่อยู่ทางด้านหน้า oral sucker เรียกว่า frontal pit ซึ่งพื้นผิวโดยรอบนี้ มีลักษณะเป็นปุยหรือขุยเล็ก ๆ และพบ rosett-shaped papillae กระจายทางด้านหน้าของ frontal pit 4 อัน oral sucker ตั้งอยู่ปลายสุดของลำตัว มีลักษณะกลม พบ rosett-shaped papillae ที่มีขนาดใหญ่ 10 อัน เรียงโดยรอบ oral sucker และพบ 6 อันเรียงเป็นวง อยู่บน ventral sucker และ button-shaped papillae มีขนาดเล็ก กระจายปะปนสลับกับ rosett-shaped papillae ที่บริเวณ suckers และตลอดลำตัว ส่วนของ excretory pore ตั้งอยู่ทาง posterior end genital pore เปิดออกที่กึ่งกลางระหว่าง suckers ทั้ง 2

***Urotrema* sp. Braun, 1900**

พื้นผิวของลำตัวปกคลุมด้วย scale-like spines ยกเว้นบริเวณ oral sucker, ventral sucker, genital pore และรอบ ๆ excretory pore ลักษณะ scale-like spines ที่มีขนาดใหญ่สุด และระยะห่างน้อยสุดบริเวณทางด้านหน้าของ ventral sucker และมีขนาดเล็ก ลงไปทางส่วนหน้าและส่วนท้ายของลำตัว การเรียงตัวของ spines เป็นแบบสลับอย่างมีระเบียบทางส่วนหน้า จนถึงบริเวณ ventral sucker ส่วน spines ทางส่วนท้ายของ ventral sucker มีการเรียงตัว สลับกันอย่างไม่เป็นระเบียบ oral sucker ตั้งอยู่เกือบปลายสุด ทางด้านหน้าของลำตัว ventral sucker ตั้งอยู่ประมาณ 1 ใน 5 ส่วนทางส่วนหน้าของลำตัว ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า oral sucker เล็กน้อย excretory pore เปิดออกทางส่วนท้ายสุดของลำตัว genital pore เปิดออกทางด้านข้างเกือบปลายสุดของลำตัว ทางด้านซ้ายใกล้กับ excretory pore นอกจากนี้พบ papillae 2 แบบคือ dome-shaped papillae พบบริเวณ suckers รอบ ๆ excretory pore และกระจายอยู่ระหว่าง spines โดยทั่วไปตลอดทั้งลำตัว และอีกแบบคือ dome-shaped papillae with hair-like มีขนาดเล็กกระจายอยู่ระหว่าง spines อย่างไม่เป็นระเบียบ

บทวิจารณ์

ผลการศึกษาความหลากหลายและการศึกษาพื้นผิวของพยาธิใบไม้ในปลาน้ำจืด จากลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2540 พบปลา 30 ชนิด จำนวน 1,772 ตัว ในจำนวนนี้ปลา 18 ชนิด จำนวน 551 ตัว ถูก infected ด้วยพยาธิใบไม้ คิดเป็น 60% (18/30) ของชนิดปลาทั้งหมด จำนวนปลาที่สุ่มจับได้ จากการวิจัยในครั้งนี้ (3 ฤดู) พบว่า ในฤดูร้อน สุ่มจับได้มากที่สุด รองลงมา คือ ในฤดูหนาว และในฤดูฝน จำนวน 697, 601 และ 474 ตัว ตามลำดับ พยาธิใบไม้ที่พบจากการศึกษา มีทั้งหมด 13 สกุล แบ่งเป็นพยาธิใบไม้ระยะตัวเต็มวัย 9 ชนิด ได้แก่ *Allocreadium* sp. I, *Allocreadium* sp. II, *Gauhatiana* sp., *Genarchopsis goppo*, *Haplorchoides* sp., *Phyllodistomum* sp., *Plagioporus* sp., *Transversotrema patialense* และ *Urotrema* sp. และพยาธิใบไม้ระยะเมตาเซอคาเรีย 6 ชนิด ได้แก่ *Acanthostomum* sp., *Centrocestus caninus, Haplorchis taichui, Haplorchoides* sp., *Posthodiplostomum* sp. และ *Stellantchasmus falcatus* ทั้งหมดพบในปลา 15 ชนิด คิดเป็น 50% (15/30) ของการ infected จากชนิดปลาทั้งหมด สามารถจัดจำแนกถึงระดับ species ได้ 5 ชนิด (ระยะตัวเต็มวัย 2 ชนิด และระยะเมตาเซอคาเรีย 3 ชนิด) ทั้งนี้เนื่องจากมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดของโฮสต์ ตำแหน่งที่อยู่อาศัยของพยาธิ สถานที่ และจำนวนที่พบ รวมถึงสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่อาศัยของโฮสต์ด้วย

ศึกษาพื้นผิวของพยาธิใบไม้ในปลาน้ำจืดในลำน้ำแม่สา ด้วยการนำพยาธิใบไม้ระยะตัวเต็มวัยมาศึกษาด้วย SEM 5 ชนิด ได้แก่ *Allocreadium* sp. I, *Genarchopsis goppo*, *Haplorchoides* sp., *Phyllodistomum* sp. และ *Urotrema* sp. พบรายละเอียดที่สำคัญจากพยาธิทั้ง 5 ชนิด ซึ่งได้แบ่งพยาธิออกเป็น 2 กลุ่มจากลักษณะของพื้นผิว ระหว่างพื้นผิวที่ถูกปกคลุมด้วย spines (*Haplorchoides* sp. และ *Urotrema* sp.) และพื้นผิวที่ไม่ได้ปกคลุมด้วย spines (*Allocreadium* sp. I, *Genarchopsis goppo* และ *Phyllodistomum* sp.) เพื่อง่ายและสะดวกในการอภิปรายผล มีดังนี้

Allocreadium sp. I เป็นพยาธิใบไม้ที่พบจากลำไส้ของปลาค้อทั้ง 3 ชนิด ปลาน้ำหมึก และปลาชิวควาย ซึ่งพื้นผิวจะมีลักษณะเป็นสันตามขวาง (transverse ridges) ตลอดลำตัวเหมือนพื้นผิวของพยาธิใบไม้ จำพวก Paramphistomes ที่พื้นผิวจะมีลักษณะเป็น folds และเกิด furrows และ ridges จำนวนมาก (Dunn *et al.*, 1987) และ

เหมือนกับพื้นผิวของ *Zygocotyle lunata* (Irwin *et al.*, 1991) เช่นเดียวกับ นพคุณ (2539) ศึกษาพื้นผิวของตัวเต็มวัย *Diplodiscus* sp. ที่พบในกบ *Genarchopsis goppo* ที่มีลักษณะพื้นผิวเรียบ จะเห็นชัดเจนทาง anterior ของ dorsal พื้นผิวจะมีผนังหนาเหมือนกับรายงานของ Irwin *et al.* (1991) พื้นผิวของ oral sucker จะมีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อหนา และหดตัวลงทำให้มีลักษณะรอยย่น พบ dome-shaped papillae กระจายอยู่รอบ suckers ลักษณะพื้นผิวเป็นสันตามขวาง เหมือน *G. kalriai* n. sp. ที่รายงานโดย Bilqees and Khan (1991) และยังพบว่าลักษณะ ventral sucker ใหญ่กว่า oral sucker ที่คล้ายกันกับ *G. goppo* ส่วนรายละเอียดของ papillae เขาไม่ได้รายงานถึง *Phyllodistomum* sp. มีลักษณะพื้นผิวที่เหมือนกับทั้งสองชนิดที่กล่าวมาแล้ว เวลาหดตัวจะมองเห็นเป็นสันคล้ายคลื่น (wave-like) พื้นผิวทาง posterior end บริเวณ excretory pore จะมีลักษณะเหมือนเม็ดทราย เรียงตัวเป็นสันตามยาว เหมือนพื้นผิวของ *P. umblae* แต่จะมีตำแหน่งที่ตั้งของ suckers ห่างกัน พบ rosette-shaped papillae กระจายรอบ suckers เหมือนกัน ซึ่งจะต่างกันในส่วนของจำนวนที่พบอยู่โดยรอบ sucker โดยพบกระจายรอบ ventral sucker 6 อัน และพบ dome-shaped papillae 4 อัน อยู่วงในด้วย (Bakke and Bailey, 1987) ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จะไม่พบใน *Phyllodistomum* sp. ที่ได้จากการศึกษานี้ พื้นผิวของ *Urotrema* sp. ปกคลุมไปด้วย scale-like spines ที่มีปลายแหลม และพบว่าขนาดใหญ่สุดทาง anterior และจะมีขนาดลดลงทางด้าน posterior ซึ่งลักษณะของ spines ที่แหลมนี้มีลักษณะเหมือนกับ *Postorchigenes gymnesicus* (Ferrer *et al.*, 1996) แต่ลักษณะพื้นผิวจะต่างจาก *Haplorchoides* sp. ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้นั้นจะมีพื้นผิวที่ปกคลุมไปด้วย scale-like spines ที่ปลาย spines จะแตกออกเป็นซี่ (teeth) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด และบริเวณที่มีการกระจายดังเช่นพื้นผิวของ *Stellantchasmus* sp. จะมี scale-like spines ที่มี spines เป็นแบบ pectinate มี 7-9 ซี่ scale ขนาดใหญ่ที่สุด จะพบบริเวณกลางลำตัว และลดขนาดไปทาง anterior และ posterior (Wongsawad *et al.*, 1995) นอกจากนี้ spines ของ *Haplorchodies* sp. จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันกับ *Haplorchis pumilio* (Srisawangwonk *et al.*, 1989) พบว่ามีการกระจายของ ciliated papillae ระหว่าง spines และพบ papillae กระจายโดยรอบ oral sucker

ตารางที่ 1. ความชุกชุมของพยาธิใบไม้ในแต่ละจุดของการเก็บตัวอย่างในรอบ 1 ปี (- = ไม่พบ + = พบ)

ชนิดพยาธิใบไม้	การกระจายในแต่ละจุด (site)												รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ระยะตัวเต็มวัย													
Allocreadium sp. I	-	1	123	9	21	10	18	10	11	-	-	-	203
Allocreadium sp. II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	7
Gauhatiana sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	6	5	2	7	20
Genarchopsis goppo	-	2	-	5	-	7	-	-	-	2	-	-	16
Haplorchoides sp.	-	-	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-	34
Phyllodistomum sp.	-	3	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	7
Plagioporus sp.	-	-	2	-	1	-	-	-	3	-	-	-	6
Transversotrema patialense	-	3	-	65	43	246	290	156	59	122	15	6	1,005
Urotrema sp.	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10
รวมจำนวนพยาธิ	-	9	125	126	65	263	308	166	79	130	24	13	1,308
รวมชนิดพยาธิ	-	4	2	6	3	3	2	2	4	4	3	2	
ระยะเมตาเซอคาเรีย													
Acanthostomum sp.	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
Centrocestus caninus	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Haplorchis taichui	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Haplorchoides sp.	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-
Posthodiplostomum sp.	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	2	-	5
Stellantchasmus falcatus	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
รวมชนิดพยาธิ	-	1	1	2	4	3	2	5	6	4	5	4	
รวมชนิดของพยาธิทั้ง 2 ระยะ	-	5	3	8	7	6	4	7	10	8	8	6	

การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงสัณฐานภายนอกของพยาธิใบไม้หลายชนิด และชัดเจนแน่นอนเมื่อศึกษาด้วย SEM นับว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะทำให้การศึกษาปรสิตวิทยาสูงขึ้นอีกระดับหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ช่วยให้มีข้อมูลเพื่อประกอบการจัดจำแนกชนิดและประเภทของพยาธิที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากออกจากกันได้ เช่น *Allocreadium* sp. I

และ II ถ้านำมาศึกษาด้วย SEM ก็อาจจะสามารถนำมาใช้จัดจำแนกได้ถึงระดับสปีชีส์ (แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาใน *Allocuadium* sp. II เพราะตัวอย่างมีไม่เพียงพอจะนำไปศึกษาด้วย SEM)

บทสรุป

การศึกษานี้ทำให้ทราบถึงชนิดของพยาธิใบไม้และชนิดของปลาน้ำจืดจากลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยของจังหวัดเชียงใหม่ และสัณฐานวิทยาระดับ tegumental surface ของพยาธิใบไม้ระยะตัวเต็มวัยบางชนิดที่ได้จากปลาน้ำจืดในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะใช้ในการศึกษาทางปรสิตวิทยาชั้นสูงต่อไป เช่น ใช้ในการจัดจำแนกหรือเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษายาฆ่าพยาธิต่อไป

ตารางที่ 2. ความชุกของพยาธิใบไม้ในแต่ละฤดูในรอบ 1 ปี (- = ไม่พบ + = พบ)

ชนิดพยาธิใบไม้	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	รวม
ระยะตัวเต็มวัย				
Allocreadium sp. I	28	30	145	203
Allocreadium sp. II	-	-	7	7
Gauhatiana sp.	9	4	7	20
Genarchopsis goppo	-	7	9	16
Haplorchoides sp.	-	-	34	34
Phyllodistomum sp.	-	3	4	7
Plagioporus sp.	6	-	-	6
Transversotrema patialense	5	577	423	1,005
Urotrema sp.	-	-	10	10
รวมจำนวนพยาธิ	48	621	639	1,308
รวมชนิดพยาธิ	4	5	8	
ระยะเมตาเซอคาเรีย				
Acanthostomum sp.	+	-	+	
Centrocestus caninus	+	+	+	
Haplorchis taichui	+	+	+	
Haplorchoides sp.	+	+	+	
Posthodiplostomum sp.	3	2	-	5
Stellantchasmus falcatus	+	+	+	
รวมชนิดพยาธิ	6	5	5	
รวมชนิดของพยาธิทั้ง 2 ระยะ	10	10	13	

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540084 ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ Prof. Dr. Otto Sey จากคูเวต Assoc. Prof. Dr. B. V. Jadhav จากอินเดีย และรองศาสตราจารย์ประไพสิริ สิริกาญจน จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นอย่างสูงที่ช่วยให้คำแนะนำ, ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องของตัวอย่างในครั้งนี้ ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการปรสิตวิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และหน่วยจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความกรุณาในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นพคุณ ภักดีณรงค์. 2539. โครงสร้างระดับจุลภาพของผิวของพยาธิตัวเต็มวัย *Diplodiscus* sp. Diesing, 1836 ในกบและตรวจหาตำแหน่งของแอซิดฟอสฟาเดสอัลคาไลน์ฟาเดส และเอสเตอเรส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 89 หน้า.

BAKKE, T. A. AND R. E. BAILEY. 1987. *Phyllodistomum umblae* (Fabricius) (Digenea, Gorgoderidae) from British Columbia Salmonids: A Description Based on Light and Scanning Electron Microscocopy. Canada Journal of Zoology 65: 1703-1712.

BILQEES, F. M. AND A. KHAN. 1991. Two Digenetic Trematodes from Freshwater Fishes of Kalri Lake, Sind, Pakistan. Pakistan Journal of Zoology 23(2): 105-113.

DUNN, T. S., R. E. B. HANNA AND W. A. NIZAMI. 1987. Ultrastructural and Cytochemical Observations on the Tegument of Three Species of Paramphistomes (Platyhelminthes: Digenea) from the Indian Water *Buffalo bubalis*. International Journal for Parasitology 17: 1153-1160.

FERRER, J. R., M. GRACENEA, M. TRULLOLS AND O. GONZALEZ-MORENO. 1996. Ultrastructural Observations of the Tegument of *Postorchigenes gymnesicus* (Digenea: Lecithodendriidae). Journal of Helminthology 70: 13-19.

IRWIN, S. W. B., T. J. J. MC CLOUGHLIN AND B. FRIED. 1991. Scanning and Transmission Electron Microscopical Observations on the Tegumental of Excysted Metacercariae and Adult of *Zygocotyle lunata*. Journal of Helminthology 65: 270-274.

SRISAWANGWONK, T., P. KANLA, S. TESNA AND C. ARUNYANART. 1989. Scanning Electron Microscopy of the Tegumental Surface of Adult *Haplochis pumilio* (Looss). Journal of Helminthology 63: 141-147.

WONGSAWAD, C., A. ROJANAPAIBUL AND P. VANITTANAKOM. 1995. Light and Scanning Electron Microscopy of *Stellantchasmus* sp. (Trematoda: Heterophyidae). Chiang Mai University. 2nd Seminar Food-Borne Parasitic Zoonoses: Current Problems, Epidemiology, Food Safety and Control, December 6-9, Kosa Hotel, Khon Kaen, Thailand.

YAMAGUTI, S. 1958. Systema Helminthum. Vol. I The Digenea Trematode of Vertebrates. Part I & II. Interscience Publishers Inc., New York. 1575 p.

ความชุกชุมและความหลากหลายของแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่าง และปัจจัยสิ่งแวดล้อม

มงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์[1], เสาวภา อังสุภานิช[2] และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร[3]

[1]คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาวารีชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[3]สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง อ. เมือง สงขลา 90112

ABSTRACT

ANNELID ABUNDANCE AND DIVERSITY IN THE LOWER THALE LUANG AND ITS ENVIRONMENTAL FACTORS

M. Charoenpornthip[1], S. Angsupanich[2] and Y. Predalumpaburt[3]

[1]Faculty of Environmental Management, Prince of Songkhla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2]Department of Aquatic Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkhla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[3]National Institute of Coastal Aquaculture, Muang District, Songkhla 90112

Polychaeta abundance and diversity in The Lower Thale Luang and its environmental factors were collected by bimonthly samplings from February 1998 to February 1999 (7 trips), at 9 stations (11 grabs/station).There were 4 trips analyzed (February, April, June and August). At least 54 polychaete taxa belonging to 19 genera were found. The lowest and highest abundance and species diversity were observed in February and August 1998, respectively. The predominant polychaetes were *Namalycastis* sp., *Nephtys* sp. and *Heteromastus* sp. *Nephtys* sp. was found at most stations in February and April. An increase of kind and quantity of polychaetes was observed in June and August. There were 40-42 genera belonging to 19 families. *Sigambra* sp., *Gyptis* sp., *Namalycastis* sp., *Paraleonnates* sp., *Nephtys* sp., *Minuspio* sp. and *Heteromastus* sp. were the predominant polychaetes. Seasonal variations of the diversity and abundance of polychaetes mostly depended on the salinity.

Key words: The Lower Thale Luang, Songkhla Lake, polychaete

บทนำ

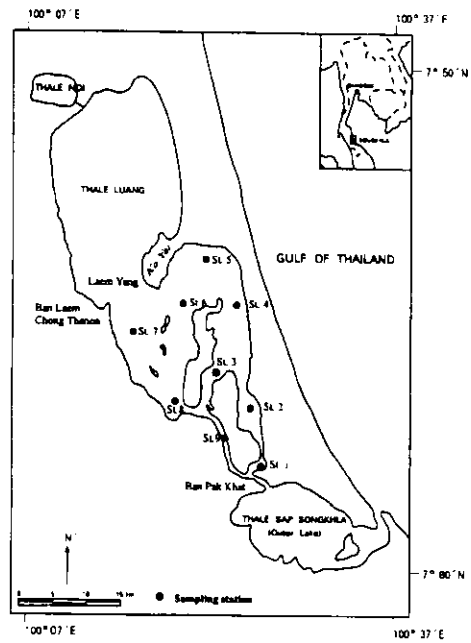
ทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำตื้นที่มีศักยภาพสูงในการหล่อเลี้ยงชีวิตของคนมาช้านาน โดยเป็นทั้งแหล่งอาหารและแหล่งอาชีพที่สำคัญ Angsupanich and Aruga (1994) พบว่าในอดีตทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีสัตว์น้ำชุกชุมแต่ปัจจุบันมีปริมาณลดลงอันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น การตื้นเขิน และการปล่อยของเสียสู่ทะเลสาบของโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน เป็นต้น โดยทั่วไปผลผลิตทุติยภูมิที่เป็นสัตว์หน้าดินมีความสำคัญมากในทะเลสาบน้ำตื้น (Lindegaard, 1994) โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินที่ฝังตัวอยู่ในดิน เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่สุดของปลาหน้าดิน ได้แก่ พวกโพลีชีต (polychaete)

สัตว์หน้าดินนอกจากจะเป็นตัวชี้ถึงแหล่งอาหารที่สำคัญแล้วยังเป็นเครื่องชี้บอกภาวะมลพิษจากสารอินทรีย์ Quijon and Jaramillo (1993) ศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำและดินตะกอน การปล่อยน้ำทิ้งประเภทอินทรีย์และอนินทรีย์สารลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดการสะสมลงในบริเวณพื้นดิน ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงเนื่องจากเกิดการย่อยสลาย สภาพพื้นดินเสื่อมลง และสัตว์หน้าดินก็สูญหายไปด้วย (Kikuchi, 1991) การศึกษาสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลาที่ผ่านมาเป็นการรายงานเฉพาะความอุดมสมบูรณ์แต่ไม่มีรายงานด้านความหลากหลายถึงระดับสกุลและสปีชีส์ อีกทั้งการศึกษาในลักษณะนี้ยังมีน้อยมากและไม่ต่อเนื่อง การศึกาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อมูลพื้นฐานทางนิเวศวิทยาของห่วงโซ่อาหารในลำดับต้น ๆ ที่มีอยู่ในทะเลสาบสงขลา โดยเฉพาะพวกโพลีชีตซึ่งขุดรูอยู่ในดินซึ่งมีบทบาททำให้ออกซิเจนแพร่ผ่านลงในตะกอนระดับลึกได้ (Diaz and Rosenberg, 1995) และโพลีชีตชนิดที่มีขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในท่อซึ่งบทบาทสำคัญต่อการแพร่กระจายของสารอาหารจากตะกอนไปสู่มวลน้ำ (Barhanti *et al.*, 1992) การขุดรูของโพลีชีตเป็นการเสริมให้มีการถ่ายเทตะกอน และทำให้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์อาจจะแพร่กระจายออกจากตะกอนได้ดีอีกด้วย (Trevor, 1976) นอกจากนี้ ลักษณะหลาย ๆ ประการของสัตว์หน้าดินมักใช้ในการประเมินถึงความเสียหายของสิ่งแวดล้อมต่อเอสทูรี่ (estuaries) อันเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Hawthorne and Dauer, 1983) หากเกิดผลกระทบต่อแหล่งสัตว์หน้าดินและคุณภาพน้ำในระยะยาวจะทำให้พื้นที่หาอาหารและอนุบาลของปลาและกุ้งที่สำคัญทางเศรษฐกิจลดลง และมูลค่าทางเศรษฐกิจก็ลดต่ำลงด้วย (Llanso, 1992)

พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาในพื้นที่ซึ่งอยู่ระหว่างเส้นพิกัดที่ 100° 07′ E ถึง 100° 37′ E และ 7° 50′ N ถึง 7° 80′ N

(ภาพที่ 1) หรือบริเวณทะเลหลวงตอนล่างโดยกำหนดอาณาเขตตั้งแต่ตำบลเกาะใหญ่ อำเภอกระแสสินธุ์ ลงมาทางใต้จนถึงตำบลปากรอ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา รวมพื้นที่ประมาณ 390 ตารางกิโลเมตร (รวมพื้นที่เกาะต่างๆ)



ภาพที่ 1. ทะเลสาบสงขลาและพื้นที่ศึกษา (ทะเลหลวงตอนล่าง) St. 1 บ้านแหลมจาก St. 2 บ้านเกาะนางคำ St. 3 บ้านนาคราช St. 4 บ้านเกาะโคบ St. 5 บ้านท่าคุระ St. 6 บ้านแหลมกรวด St. 7 บ้านหาดไข่เต่า St. 8 บ้านท่าวา St. 9 บ้านบางตาล

วิธีการ

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างและความถี่ในการเก็บ

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 9 สถานี โดยอาศัยสภาพทางภูมิศาสตร์เป็นเกณฑ์ แต่ละสถานีมีระยะห่างกันสม่ำเสมอ เก็บทุก 2 เดือนในหนึ่งรอบปีฤดูกาล (รวม 7 ครั้ง) ทั้งนี้ได้ยึดข้อมูลของ กองภูมิอากาศ (2532) ซึ่งระบุว่าฤดูร้อนอยู่ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนตกน้อย (มรสุมตะวันตกเฉียงใต้) อยู่ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม และฤดูฝนตกหนัก (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) อยู่ในช่วงกลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

การศึกษาสัตว์หน้าดิน

เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีโดยดัดแปลงวิธีการของ Ferraro *et al.*, (1994) และ McIntyre *et al.*, (1984) และข้อเสนอแนะของ McIntyre *et al.*, (1984) โดยใช้ Tamura's grab (พื้นที่ 0.06 ตารางเมตร) สถานีละ 11 grab แล้วร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดตา 5 มม., 1 มม. และ 0.5 มม. เก็บรักษาตัวอย่างสัตว์หน้าดินด้วยน้ำยา formalin 10% ผสม rose bengal ซึ่งมีพีเอชเป็นกลาง (Angsupanich and Kuwabara 1995) นำไปจำแนกออกเป็นไฟลัมและในไฟลัมแอนเนลิดาจำแนกจนถึงระดับสกุลและ/หรือสปีชีส์โดยเน้นในกลุ่มโพลีชีต 1 ตัวอย่าง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างของแต่ละแกรบ (grab) ส่วนแอนเนลิดกลุ่มอื่นอาจจะจำแนกถึงระดับวงศ์

วัดคุณภาพน้ำทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน 3 ซ้ำต่อสถานี เฉพาะที่ความลึกเหนือผิวดินไม่เกิน 50 ซม. (ยกเว้นการวัดความลึก) โดยวัดความลึก, อุณหภูมิ, ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ, ความเค็ม, pH และออกซิเจนละลายน้ำ

วัดคุณภาพตะกอนดินทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน 3 ซ้ำต่อสถานี โดยวัดขนาดอนุภาคเม็ดดิน (particle size), ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด และค่า pH ในตะกอนดิน

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Primer 3.1b (Plymouth Marine Laboratory, 1993)

ผลการวิจัยคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำ

ความลึกเฉลี่ยทั้งปี อยู่ในช่วง 0.97±0.05 (ส.ค.) ถึง 1.63±0.56 (ธ.ค.) สถานี 9 ตื้นที่สุดโดยมีความลึกอยู่ในช่วง 0.33–1.80 ม. และสถานี 8 ลึกที่สุดคืออยู่ในช่วง 1.05–2.73 ม.

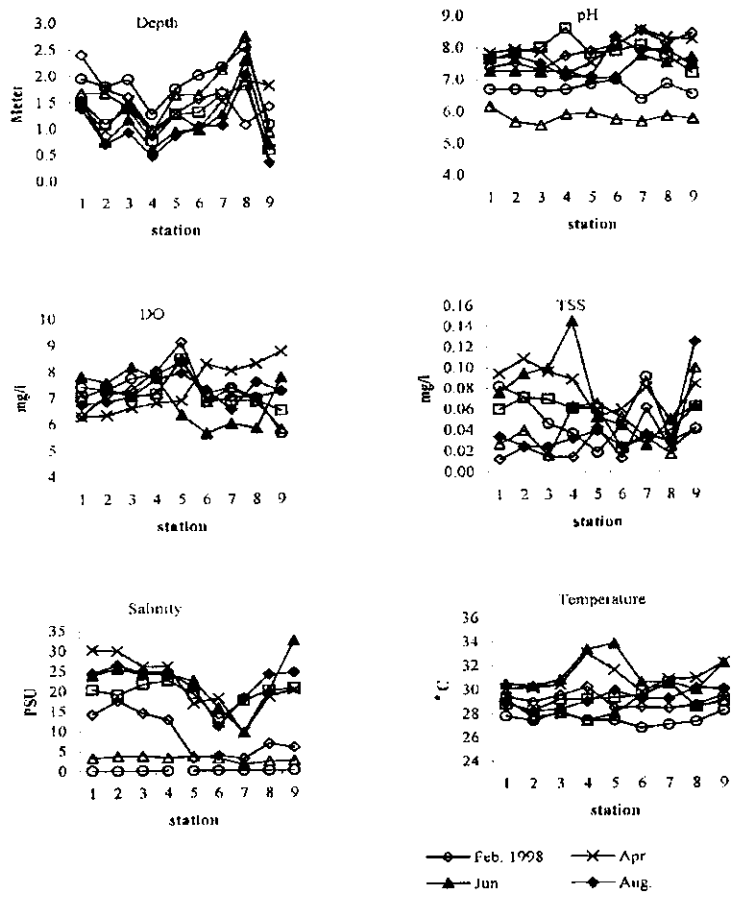
พีเอช มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.80±0.18 (ธ.ค.) ถึง 7.94±0.41 (เม.ย.) ซึ่งทุกสถานีในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่างมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ยกเว้นเดือนธันวาคม (เฉลี่ย 5.80) โดยเฉพาะสถานี 3 ต่ำที่สุด (5.56) และมีค่าสูงสุดที่สถานี 4 (8.59) ในเดือนตุลาคม (เฉลี่ย 7.86)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.97±1.00 (มิ.ย.) ถึง 7.35±0.95 (เม.ย.) สถานี 9 มีค่าต่ำสุด (5.80 mg/l) ในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 (เฉลี่ย 7.30 mg/l) และมีค่าสูงสุดที่สถานี 5 (9.10 mg/l) ในกุมภาพันธ์ (เฉลี่ย 7.31 mg/l)

ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.03±0.02 (ก.พ.) ถึง 0.08±0.02 (เม.ย.) พบว่ามีปริมาณต่ำสุดที่สถานี 1 (0.01 mg/l) ในเดือนกุมภาพันธ์ 2541 (เฉลี่ย 0.03 mg/l) และสูงสุดที่สถานี 4 (0.14 mg/l) ในเดือนมิถุนายน 2541 (เฉลี่ย 0.07 mg/l)

ความเค็ม เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.2±0.01 (ก.พ.) ถึง 22.10±4.76 (ส.ค.) มีค่าต่ำสุดที่สถานี 6 และ 7 (0 psu) ในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 (เฉลี่ย 0.20 psu) และสูงสุดที่สถานี 9 (32.27 psu)ในเดือนมิถุนายน 2541 (22.0 psu)

อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27.49±0.48 (ก.พ.) ถึง 31.30±1.41 (มิ.ย.) มีค่าต่ำสุดที่สถานี 6 (26.76°C) ในเดือนกุมภาพันธ์ 2542 (27.49°C) และสูงสุดที่สถานี 5 (33.83°C) ในเดือนมิถุนายน (เฉลี่ย 31.30°C) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2. คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี บริเวณทะเลหลวงตอนล่าง (กุมภาพันธ์ 2541-2542)

คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของตะกอนดิน

ขนาดอนุภาคตะกอนดิน (ก.พ.-ต.ค.) มีค่าของ Sand อยู่ในช่วง 0.24–96.81 เปอร์เซ็นต์ Silt อยู่ในช่วง 1.70–67.83 เปอร์เซ็นต์ และ Clay อยู่ในช่วง 1.49–68.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นประเภทดินอยู่ในช่วง Clay ถึง Silty clay ยกเว้นสถานี 6 จะมีสภาพพื้นดินเป็นกรวดขนาดเล็กและขนาดใหญ่

พีเอชของตะกอนดิน (ก.พ.-ต.ค.) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.89±0.33 (ก.พ.) ถึง 6.72±0.38 (ส.ค.) พบค่าต่ำสุดที่สถานี 7 (5.10) ในเดือนมิถุนายน (เฉลี่ย 6.45) และสูงสุดที่สถานี 6 (7.50) ในเดือนมิถุนายน (เฉลี่ย 6.46) และที่สถานี9 (7.50) ในเดือนตุลาคม (เฉลี่ย 6.68)

อินทรีย์คาร์บอน (ก.พ.-ต.ค.) มีค่าอยู่ในช่วง 0.37–3.69 เปอร์เซ็นต์ที่สถานี 8 (0.37 %) ในเดือนกุมภาพันธ์ 2541 (เฉลี่ย 0.56%) และสถานี 9 (3.69 %) ในเดือนตุลาคม (เฉลี่ย 1.07%)

อินทรีย์วัตถุ (ก.พ.-ต.ค.) มีค่าอยู่ในช่วง 0.63–6.35 เปอร์เซ็นต์ที่สถานี 8 (0.63%) ในเดือนกุมภาพันธ์ (เฉลี่ย 0.97 %) และสถานี 9 (6.35 %) ในเดือนตุลาคม (เฉลี่ย 1.04%) ไนโตรเจนรวมทั้งหมด (ก.พ.-ส.ค.) มีค่าอยู่ในช่วง 0.02–0.23 เปอร์เซ็นต์ ที่สถานี 8 (0.02%) ในเดือนสิงหาคม (เฉลี่ย 0.06%) และสถานี 6 (0.23%) ในเดือนมิถุนายน (เฉลี่ย 0.09%) (ภาพที่ 3)

ความชุกชุมและความหลากหลายของแอนเนลิด

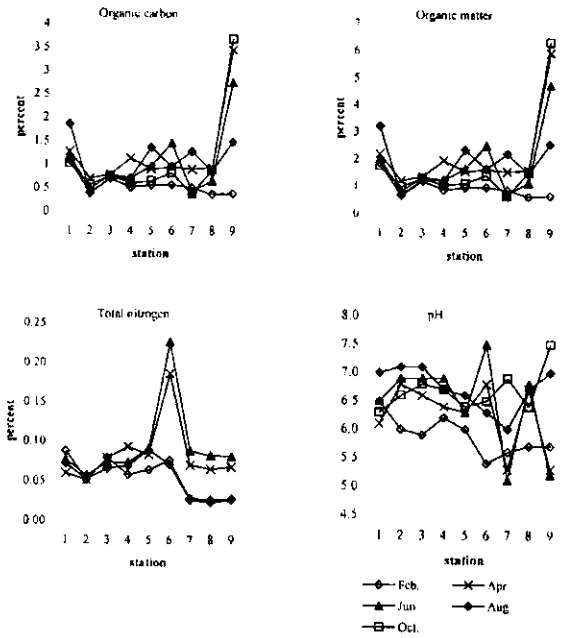
จากการวิเคราะห์ตัวอย่างสัตว์หน้าดินในไฟลัมแอนเนลิดาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงสิงหาคม 2541 พบว่ามีจำนวน 3 class ได้แก่ Polychaeta, Oligochaeta และ Hirudinea สำหรับกลุ่ม polychaete พบว่ามี 19 วงศ์ 44 สกุล 54 ชนิด (ตารางที่ 1)

บทวิจารณ์

ปัจจัยสภาพแวดล้อม

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมมีผลโดยตรงต่อคุณภาพน้ำและตะกอนดินในทะเลหลวงตอนล่าง ทะเลหลวงตอนล่างได้รับอิทธิพลของน้ำทะเล จากทะเลสาบสงขลาตอนนอกทางทิศใต้ มีผลให้ระดับความเค็มบริเวณสถานี 1, 2, 3, 4, 8 และ 9 กว่าสถานีอื่นๆ และมีการเปลี่ยนแปลงของระดับความเค็มตามกระแสน้ำและความเค็มของน้ำจากทะเลสาบสงขลาตอนนอก ส่วนสถานี 5, 6 และ 7 ส่วนใหญ่แล้วจะมีความเค็มต่ำกว่าสถานีอื่น ๆ เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำจืดที่ไหลจากทะเลหลวงตอนบนและทะเลน้อย อย่างไรก็ตาม ทะเลหลวงตอนล่างได้รับอิทธิพลของน้ำจืดอย่างมากในเดือนธันวาคม เนื่องจากมีฝนตกหนัก ทำให้ระดับความเค็มลดลงและมีค่าใกล้เคียงกันทุกสถานี (เฉลี่ย 3.01 psu.) และมีผลให้ระดับความลึกมีค่าสูงสุดด้วยที่สถานี 8 น้ำฝนที่ตกลงมาทั้งโดยตรงและตกลงบนพื้นดินแล้วชะมวลสารลงมามีผลให้ระดับ pH ของน้ำลดลงต่ำมากด้วยซึ่งแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในเดือนตุลาคม ซึ่งมีค่า pH สูงที่สุด นอกจากนี้อิทธิพล

ของน้ำฝนยังมีต่อเนื่องไปถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2542 มีผลให้ระดับความเค็มทุกสถานีลดลงต่ำกว่าเดือนอื่น ๆ ที่ผ่านมา โดยเฉพาะที่สถานี 7 และ 8 มีค่าความเค็มเท่ากับ 0 psu และอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในทุกสถานีและทุกเดือนมีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันมาก ยกเว้นสถานี 9 ในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งอยู่ใกล้กับบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลและยังเป็นบริเวณที่มีพืชป่าชายเลนและพืชน้ำอยู่หนาแน่น มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลทั่วไป ซึ่งไม่ควรต่ำกว่า 4 mg/l (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533) สำหรับปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำในเดือนเมษายน มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากช่วงที่เก็บตัวอย่างนี้เป็นช่วงที่มีฝนตกหนักผิดฤดูกาลและมีคลื่นลมค่อนข้างรุนแรงซึ่งมีความสัมพันธ์กันโดยตรง



ภาพที่ 3. คุณภาพดินทางกายภาพและเคมี บริเวณทะเลหลวงตอนล่าง (กุมภาพันธ์-ตุลาคม 2542)

ความชุกชุมและความหลากหลายของแอนเนลิด

ดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงสิงหาคม 2541 พบว่าในเดือนกุมภาพันธ์มีแอนเนลิดน้อยมากทั้งปริมาณและชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนเมษายนและจะยิ่งน้อยลงไปเมื่อเทียบกับเดือนมิถุนายนและสิงหาคม โดยความสัมพันธ์ของน้ำจืดที่ไหลจากพื้นดินและน้ำทะเล เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินในเอสทูรี (Merilaeinen, 1988) ปริมาณมีในอินทรีย์คาร์บอน อินทรียวัตถุและไนโตรเจนรวมในดินมีค่าต่ำในเดือนกุมภาพันธ์ แต่ก็ยังพบ *Namalycastis* sp., *Nephtys* sp. และ *Heteromastus* sp. เกือบทุกสถานี โดยเฉพาะ *Heteromastus* sp. ที่สถานี 8 มีปริมาณสูง และในเดือนมิถุนายนและสิงหาคมพบได้เกือบทุกสถานี ทั้งนี้เนื่องจาก *Heteromastus* sp. สามารถทนอยู่ได้ในเกือบทุกสภาวะแวดล้อม และมักจะพบชุกชุมบริเวณชายฝั่ง ที่มีภาวะมลพิษทางน้ำจากแหล่งน้ำทิ้งของชุมชน (Ferraro *et al.*, 1991) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า *Namalycastis* sp.และ *Nephtys* sp. ก็สามารถทนอยู่ได้เช่นกัน และเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายนและสิงหาคม *Paraleonnates* sp., *Sigambra* sp., *Minuspio* sp. และ *Gyptis* sp. พบได้เกือบทุกสถานี อาจเป็นเพราะว่าสัมพันธ์กับความเค็ม อย่างไรก็ตาม *Sigambra* sp. มักจะพบเสมอในบริเวณชายฝั่งที่ได้รับสารอินทรีย์จากชุมชน (Marques *et al.*, 1992 และ Llanso', 1992) และกลุ่ม Spionidae มักพบในบริเวณที่ปล่อยทิ้งของเสียจากโรงงาน (Aschan and Skullerud, 1990) ในเดือนเมษายน, มิถุนายน และสิงหาคม พบโพลีชีตมีปริมาณและชนิดเพิ่มขึ้นโดยมีรูปแบบการแพร่กระจายคล้ายกับการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินในเอสทูรีอื่น ๆ คือมีจำนวนสัตว์หน้าดินลดลงในฤดูฝน (Maurer *et al.*,1992) อย่างไรก็ตามการที่ปริมาณและความชุกชุมสูงหรือเพิ่มขึ้น อาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัย ปัจจัยทางชีวภาพ เคมี และฟิสิกส์ร่วมกันไม่ใช่ปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งโดยเฉพาะ (Nowell, 1970) เช่น กระแสน้ำ ความขุ่นใสของน้ำ ปริมาณออกซิเจน ลักษณะพื้น และพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์ที่อาศัยในบริเวณนั้น ๆ (ณิฏฐารัตน์ และนงนารถ, 2525; ยงยุทธ และคณิต, 2537; Sanders, 1958; Moore, 1972) ดังเห็นได้จากสถานี 8 และ 9 ซึ่งพบมากทั้งชนิดและปริมาณอาจเป็นไปได้ว่าสถานี 8 อยู่ใกล้แหล่งชุมชนปากพยูน ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ และที่สถานี 9 อยู่ใกล้บริเวณฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลและเป็นบริเวณที่มีพืชชายเลนและพืชน้ำหลายชนิด ทำให้ทั้งสองสถานีดูเหมือนว่าจะมีความอุดมสมบูรณ์มาก การเพิ่มขึ้นของโรงงานอุตสาหกรรมรอบทะเลสาบสงขลา อาจเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อรูปแบบการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดิน (Ansupanich and Kuwabara, 1995) ภาวะมลพิษรุนแรงขึ้นทำให้โพลีชีตมีจำนวนเพิ่มขึ้น ในขณะที่ ครัสตาเซียน (crustacean) ลดลง (Amio, 1979)

บทสรุป

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและเคมีในรอบปี พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ยกเว้นระดับความเค็มของน้ำซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลของปริมาณน้ำฝน อีกทั้งปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปสภาวะของคลื่นลมและกระแสน้ำในขณะเก็บตัวอย่าง ระดับ pH จะเปลี่ยนแปลงตามอิทธิพลของความเป็นกรดและด่างที่ได้รับจากน้ำฝนทั้งโดยตรงและที่ชะล้างลงมาจากบนบก

ตารางที่ 1. ความชุกชุมและความหลากหลายของแอนเนลิดในทะเลหลวงตอนล่าง ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงสิงหาคม 2541

Taxa	Max.density (ind m^{-2})	Distribution occurrence			
		February	April	June	August
Aphroditidae					
Unidentified sp.	69		6	1,2,3,7,8	6,7,9
Phyllodocidae					
Eteone sp.	38			5,7	4,5,6,7
Pilargiidae					
Sigambra sp.	119		8,9	1,2,4,7,8,9	1,3,4,6,8,9
Talehsapia sp.	41			1,2,3,4,8	1,2,3,4,5,8
Otopsis sp.	2		1		
Pilargiidae larvae	3			1,2	1,3
Hesionidae					
Ophiodromus sp.	52		2,8	1,2,3,9	1,3,5,6,8,9
Parahesione sp.	5				1,3
Gyptis sp.	43			2,3,6,8,9	1,2,3,4,6,7,8,9
Hesionidae larvae	31	2	9	3	6
Nereidae					
Dendronereis sp.	26		9	9	9
Namanereis sp.	70	2	1,7,9	3,6,8,9	3,7,9
Namalycastis sp.	410	2,4,5,6,8,9	2,3,5,6,7,8,9	3,4,5,6,7,8,9	4,5,6,7
Leonnates sp.	163	2	2,4,9	1,2,3,4,9	4,6,7,8
Leonnates sp.1	14		8	3,4,8,9	1,4,5,6,8
Leonnates sp.2	3		8	9	9
Leonnates sp.3	29			6,7,9	8,9
Paraleonnates sp.	531			1,2,3,4,5,6,7,8,9	1,2,3,4,5,6,7,8,9
Paraleonnates sp.1	2			6	5
Paraleonnates sp.2	6			6	3,7,8
Paraleonnates sp.3	6			6,8	
Nereis sp.	3	9	1		
Laeonereis sp.	5	1			
Ceratonereis sp.	19		2,3,8,9		
Websterinereis sp.	2		3		
Nectoneanthes sp.	6		3		
Neanthes sp.	96			6	6,8,9
Neanthes sp.1	8			6,7	6,9
Neanthes sp.2	8			6	9
Platynereis sp.	23		9		
Nereidae larvae	147		1,6	1,2,3,6,8,9	1,2,3,4,5,9
Nephtyidae					
Nephtys sp.	237	1,2,3,4,5,6,7,8,9	1,2,3,4,5,7,8,9	1,2,3,4,6,7,8,9	1,2,3,4,6,7
Aglaophamus sp.	3	2		3,4	
Nephtyidae larvae	37		7,8,9	8	7,8,9
Goniadidae					
Glycinde sp.	22				1,4,7,8,9
Goniada sp.	2		2		1
Goniadidae larvae	6				3,7
Eunicidae					
Marphysa sp.	2		1		9
Spionidae					
Polydorella sp.	58		3	6	1,3,9
Pseudopolydora sp.	161	1,2,3,4	4,5,6,8,9	5,6,7,8,9	1,2,3,5,6,7,9
Minuspio sp.	322	8	4,5,8,9	6,7,8,9	1,2,3,4,5,6,7,8,9
Minuspio sp.1	6			6,8	1,2,3,7,8
Minuspio sp.2	63			6,8	1,4,5,6,7,8,9
Minuspio sp.3	5				1,5,9
Prionospio sp.	14	2,4,8,9	1,2,6,7,8,9	8	1,6,8
Cirratulidae					
Aphelochaeta sp.	2	3	1,2,3,4,5,6,7,8,9		3
Poecilochaetidae					
Poecilochaetus sp.	52	2	2,3,8	1,3,8,9	7
Cossuridae					
Cossura sp.	3			3	3
Capitellidae					
Capitamastus sp.	2		2	2	
Mediomastus sp.	53			1,2,3,8	1,2,3,7,8
Parheteromastus sp.	13	2	2	1	1,3
Heteromastus sp.	47	2,4,5,6,7,8,9	1,2,3,5	2,4,7,8,9	1,2,3,4,5,6,7,8,9
Capitellides sp.	129		8	5,6,8,9	1,5,6,7
Capitellidae larvae	17	3,4	2,5,9	1,7	3
Pectinariidae					
Lagis sp.	38		6,7	7	6,7
Trichobranchidae					
Unidentified sp	520		6,7,9	1,6,7	6,7,8
Sabellidae					
Unidentified sp	3			6,7	
Serpulidae					
Ficopomatus *sp.1*	43			3,6,8,9	9
Ficopomatus sp.2	628			6,8,9	9
Dorvilleidae					
Unidentified sp	2		1		
Oligochaetes	66	2,3,5	6	1,3,6,8,9	2,3,4,5,6
Hirudinea	8	8	9	8	6,8

ข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ของการแพร่กระจาย (สถานี) ความหนาแน่นสูงสุดและเดือนที่พบแอนเนลิด อักษรที่บแสดงสถานีที่มีความหนาแน่นสูงสุด

ลักษณะทางกายภาพและเคมีของตะกอนดินนั้น พบว่า สถานี 9 มีอินทรีย์สารสูงที่สุด (6.348 %) อาจเนื่องมาจากอยู่ใกล้ ๆ กับบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลและยังเป็นบริเวณที่มีพืชป่าชายเลนและพืชน้ำหลายชนิด อย่างไรก็ตามแม้ว่าสถานี 6 ซึ่งมีลักษณะพื้นดินเป็นกรวด ซึ่งน่าจะมีอินทรีย์สารต่ำ แต่กลับมีสูงเนื่องจากว่ายังมีตะกอนดินที่มีอินทรีย์สารสูงแทรกอยู่

สัตว์หน้าดินไฟลัมแอนเนลิดที่พบมี 3 กลุ่ม ในกลุ่มโพลีชีต มี 19 วงศ์ 44 สกุล 54 ชนิด ซึ่งปริมาณและชนิดเพิ่มขึ้นตามระดับความเค็มของน้ำจากน้ำจืดไปสู่น้ำกร่อย และพบว่าในวงศ์ Nephtyidae, Nereidae, Spionidae และ Capitellidae สามารถทนอยู่ในสภาวะแวดล้อมได้ทุกช่วงของการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อปัจจัยต่างๆ ค่อนข้างคงที่และเป็นปกติ จะมีโพลีชีตมากทั้งปริมาณและชนิด โดยเฉพาะเดือนมิถุนายนและสิงหาคม จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อเทียบกับเดือนกุมภาพันธ์และเมษายน

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทยซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541044

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2533. มาตรฐานคุณภาพน้ำ. กองมาตรฐานคุณภาพน้ำ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. (สำเนา)

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และนงนารถ เชททีี. 2525. ประชากรสัตว์หน้าดินในบริเวณป่าไม้ชายเลนของอ่าวพังงา. ในรายงานการสัมมนาระบบนิเวศวิทยาป่าชายเลน ครั้งที่ 4 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, สุราษฎร์ธานี. หน้า 198-216.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และคณิต ไชยาคำ. 2537. การสำรวจพื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บริเวณคลองตากใบ จังหวัดนราธิวาส. เอกสารวิชาการฉบับที่ 22/2537 สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 22 หน้า.

อุตุนิยมวิทยา, กรม. กองภูมิอากาศ. 2532. ภูมิอากาศน่ารู้. กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

AMIO, M. 1979. Macrobenthos and aquatic animals In Report on the effect of waste water effluent from sewage disposal plant in Takamatsu City to fishing grounds pp. 2 , 59–86. Research organization on the effect of of wast water effluent from sewage disposal plant in Takamatsu city to fishing groups, Takamatsu (in Jpn.).

ANGSUPANICH, S. AND Y. ARUGA. 1994. Ecosystem dynamics of the outer Songkhla Lake, Southern Thailand. Nodai Center for International Programs, Tokyo University of Agriculture, Tokyo.

ANSUPANICH, S. AND R. KUWABARA. 1995. Macrobenthic fauna in Thale Sap Songkhla in Southern Thailand. Lake & Reservoirs: Research and Management 1: 115–125.

ASSCHAN, M. M. AND A. M. SKULLERUD. 1990. Effects of changes in sewage pollution on soft-bottom macrofauna communities in the inner Oslofjord, Norway. Sarsia 75: 169-190.

BARBANTI, A., V. U. CECHERELLI, F. FRASCARI, G. ROSSO AND G. REGGIANI. 1992. Nutrient release from sediments and the role of bioturbation in the Goro Lagoon (Italy), In VOLLENWEIDER, R. A., R. MARCHETTI AND R. VIVIANI (eds.), Marine coastal eutrophication, pp. 475-487. Elsevier, Amsterdam.

DIAZ, R.J. AND ROSENBERG, R. 1995. Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrifauna. Oceanographic Marine Biological Annual Review 33: 245-303.

FERRARO, S. P., R. C. SWARTZ, F. A .COLE AND D. W. SCHULTS. 1991. Temporal changes in the benthos along a pollution gradient :discriminating the effects of natural phenomena fron sewage-industrial waswater effects. Estuarine Coastal And Shelf Science 33: 383-407.

FERRARO, S. P., R. C. SWARTZ, F. A .COLE AND W. A. DEBEN. 1994. Optimum macrobenthic sampling protocol for detecting pollution impacts in the Southern California Bight. Journal of Environmental Monitoring Assessment 29: 127-153.

HAWTHORNE, S. D. AND D. M. DAUER. 1983. Macrobenthic communities of the Lower Chesapeake Bay.III. Southern branch of the Elizabeth River benthic studies of the Lower Chesapeake Bay 6. International Revue der gesamten Hydrobiologie. 68: 193-205.

KIKUCHI, T. 1991. Macrobenthic succession in the organically polluted waters and ecological characteristics of some pollution indicator species, In MAUCHLINE, J. AND T. EMOTE, (eds.), Marine biology and its accomplishment and future prospect, pp. 145-163. Hokusensha, Tokyo.

LINDEGAARD, C. 1994. The role of zoobenthos in energy flow in two shallow lakes. Hydrobiologia 275/276: 313-322.

LLANSO, R. J. 1992. Effects of hypoxia on estuarine benthos: The Lower Rappahannock River (Chesapeake Bay), a case study. Estuarine,Coastal and Shelf Science, 35: 491-515.

MARQUES, T. C., P. MARANHAO AND M. A. PARDAL. 1993. Human impact assessment on the subtidal macrobenthic community structure in the Mondego estuary (Western Potugal), Estuarine,coastal and shelf science 37: 403–419.

MAURER, D., S. HOWE AND W. LEATHEM. 1992. Secondary production of macrobenthic invertebrates from Delaware Bay and coastal waters. Int. Revue ges. Hydrobiol. 77: 187-201.

McINTYRE, A. D., J. M. ELLIOTT AND D. V .ELLISS. 1984. Introduction: design of sampling programes. In HOLM, N.A AND A.D. MCINTYRE (eds.), Mothods for the study of marine benthos, pp. 1-26. Blackwell Scientific Publications, London.

MERILAEINEN, J.J. 1988. Meiobenthos in relation to macrobenthic communities in low saline, partly acidified estuary, Bothnian Bay,Finland. Ann.Zool.Fenn. 25: 277-292.

MOORE, H. B. 1972. An estimate of carbonate production by macrobenthos in some tropical, solf-bottom' communities. Marine Biology 17: 145-148.

NOWELL, R. C. 1970. Biology of intertidal animals. Logo press Ltd. pp. 249-251.

PLYMOUTH MARINE LABORATORY. 1993. User's manual of version 3.1b of PRIMER. Document prepared for the workshop on biological effects of pollutants. November, 1993. Phuket Marine Biological Center, Phuket.

QUIJON, P. AND E. JARAMILLO. 1993. Temporal variability in the intertidal macroinfauna in the Queule River estuary, South-Central Chile. Estuarine, Coastal and Shelf Science 37: 655-667.

SANDERS, H. L. 1958. Benthic studies in Buzzards Bay. I. Animal sediments. relationships,.Limnology and Oceanography 256 p.

TREVOR, J. H. 1976. The borrowing activity of *Nephtys cirrosa* Ehlers (Annelida : Polychaete). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 24: 307-319.

SPECIES DIVERSITY OF MICROSNAILS IN THAILAND

Somsak Panha [1]***, John B. Burch*** [2] ***and Ronglarp Sukmasruang*** [3]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[2]Museum of Zoology and School of Natural Resources and Environment, University of Michigan, Ann Arbor, U.S.A.

[3]Wildlife Research Division, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

ความหลากชนิดของหอยทากจิ๋วในประเทศไทย

สมศักดิ์ ปัญหา[1]**, J. B. Burch** [2] **และ รองลาภ สุขมาสรวง** [3]

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2] Museum of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, U.S.A.

[3] ส่วนวิจัยสัตว์ป่า กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ความหลากชนิดของหอยทากจิ๋ว (หอยที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเปลือกน้อยกว่า 5 มม.) จากบริเวณแนวหินปูน 26 แห่งในประเทศไทย ศึกษาเปรียบเทียบกับข้อมูลความสูง ชนิดพันธุ์ไม้ ความยาวของถ้ำ ความชื้นของถ้ำ และหินงอกหินย้อย ในระหว่างเดือนมกราคม 2540 ถึงเดือนเมษายน 2542 ผลการศึกษาพบหอยทั้งสิ้น 119 สปีชีส์ ในจำนวนนี้ 61 สปีชีส์ (51%) เป็นสปีชีส์ที่มีการรายงานก่อนหน้านี้แล้ว 58 สปีชีส์ (49%) เป็นสปีชีส์ใหม่ที่ยังไม่มีการรายงานที่ใดมาก่อน จากจำนวนหอย 2,417 ตัว 61 สปีชีส์ เป็นหอยในวงศ์ Vertiginidae, 31 สปีชีส์ วงศ์ Diplommatinidae, 9 สปีชีส์ วงศ์ Streptaxidae, 7 สปีชีส์ วงศ์ Cyclophoridae, 4 สปีชีส์ วงศ์ Hydrocenidae, 2 สปีชีส์ วงศ์ Subulinidae, และ 1 สปีชีส์ วงศ์ Carychiidae พบว่ามีสหสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความหลากหลายของสปีชีส์กับความสูงของแนวหินปูน พันธุ์ไม้ หอยที่อาศัยในถ้ำพบทั้งในถ้ำที่มีความชื้นและถ้ำที่มีความยาวมาก ในบริเวณที่มีความชื้นค่อนข้างสูง บางสปีชีส์พบในถ้ำที่มีความยาวถึง 10 กิโลเมตร ที่ความชื้น 60% หอยในวงศ์ Vertiginidae พบอาศัยที่บริเวณหินย้อย ส่วนบริเวณหินงอกจะพบหอยในวงศ์ Cyclophoridae และ Subulinidae

คำหลัก: หอยทากจิ๋ว, เขาหินปูน, ความหลากหลายของชนิด

INTRODUCTION

The terrestrial snails of Thailand is very diverse. That this region is vegetatively very diverse and presents a wide variety of terrestrial habitats undoubtedly has influenced snail diversity. The microsnails are mostly living at limestone areas; limestone walls, rock crevices, on plant leaves, in leaf litter, in the caves. There are very few papers studying microsnails in Thailand (Moellendorff, 1891; 1894; Thompson and Lee, 1988; Panha, 1997a, 1997b, 1997c; Panha and Burch, 1995-1996; 1997). The only study of environmental factors associated with the distribution and diversity of microsnails in this region are that of Berry (1961, 1963), Purchon and Solari (1969). Those study indicated climatic variables such as temperature and humidity to be important factors. However, they did not measure habitat factors directly and conducted only limited sampling of snail abundance and distribution. Coney *et al.* (1982) studied factors influencing distribution of snails in the Hiwassee River Basin in Tennessee. However, their study included only low lands; the elevational gradient was 116 m (225-341 m).

The present study present the results of a more comprehensive study of microsnails distribution and diversity in Thailand. The data were obtained from January 1997 to April 1999 by the authors and 6 graduate and 4 undergraduate students as a part of systematic faunistic study of land pulmonate molluscs in Thailand. We sampled the microsnails from limestone mountain walls, rock crevices, leaf litter and caves.

Detailed data were obtained regarding those environmental factors with greatest potential influence on distribution and abundance of microsnails. Both herbaceous vegetation and leaf litter provide potential food sources (Mason, 1970); dead leaves support fungal growth, which is also a source of food for snails (Burch, 1955). Greater diversity of

herbaceous vegetation and leaf litter means more diverse potential food resources, and thus leads to the potential for greater diversity of species of snails. Since snails are sensitive to dessiccation, moisture conditions, presence of given types of surface cover, and variation in depth of the leaf litter have the potential to influence the presence and abundance of snails. Analysis of these data provides information regarding factors involved in the distribution and diversity of microsnails in Thailand.

STUDY AREA

Twenty six limestone areas all over Thailand, most of them are either national parks or wildlife sanctuaries (Fig. 1). They present a wide spectrum of environmental conditions ranging from dry to mesic moisture regimes, moderate to extreme temperature ranges (low to high elevations), and relative simple to diverse vegetation.

The following localities were studies: Khao Luang NP, Sukothai; Doi Intanon NP, Chiang Mai; Tam Pha Thai NP, Lampang; Khaopoo Khaoya NP, Pattalung; Kang Krajan NP, Pethchburi; Khaosok NP, Surat Thani; Saiyoke NP, Karnchanaburi; Phutoei NP, Suphanburi; Ang Tong Islands NP, Surat Thani; Tarutao Islands NP, Satul; Khao Chamao NP, Rayong; Pang Nga NP, Pang Nga; Phupaman NP, Loei; Khao Cha Ang, Cholburi; Pha Choa, Nongbualumpoo; Doi Chaing Dao WS, Chiang Mai; Phumipol Dam Reserve, Tak; Phu Kiew WS, Chaiyapume; Lod Cave, Maehongson; Umpang WS, Tak; Tam Phet, Nakornsawan; Khao Chong WS, Utai Thani.

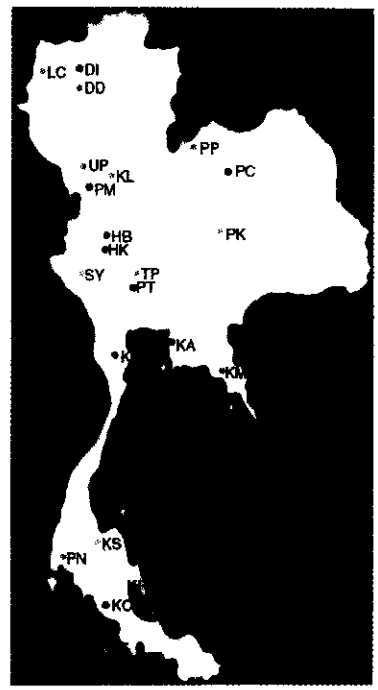


Fig. 1. Map showing the study sites (26 limestone areas) in Thailand ; KL, Khaoluang; DI Doi Intanon; TT, Tam Pha Thai; KP, Khaopoo Khaoya; KK, Kand Krajan; KS, Khaosok; SY, Saiyoke; PT, Phutoei; AT, Ang Tong; PC, Pha Choa; DD, Doi Chiang Dao ; PP, Phumipol Dam; PK, Phukiew; LC, Lod Cave; UP. Umpang; TP, Tam Phet; KC, Khao Chong

METHODOLOGY

Habitat Factors

Elevation of each site was recorded by an altimeter and a GPS (Global Positioning System), MAGELLAND, GPS NAV DLX-10. Degree of slope was estimated by eye, and the exposure was determined by a compass. Moisture content was measured in percentage by hygrometer.

Habitat factors at each study site were measured along a standardized transect array formed by a central 30 m rope with 10 perpendicular 5 m ropes, five on a side at 5-m intervals (beginning 5 m from each end) a long the central rope. The starting point for the transect was determined by tossing an object into the site; the central rope was stalked out in a straight line perpendicular to the trail near the mountain wall at each site. Eight persons team measured and recorded habitat factors at all study sited i.e. herbaceous vegetation along five perpen- dicular 5 m transects, three persons on each side. The number of species of herbaceous plants directly under or touching the transect rope was recorded. The average number of herbaceous plant species along the five transects was used as an estimate of the herbaceous vegetation diversity for each habitat. Cave length, cave moisture, stalactite and stalagmite types were also recorded while collecting snails.

Snails Sampling

We searched 2 hours for snails within 50 m of the transect site. It took almost a week for one locality collecting. Dead shells as well as live microsnails on the mountain walls and in the caves were collected and brought them back to Chulalongkorn University using SEM for identification; the first and second authors made all identifications. There was a total of 10 person-hours of snails collecting in each locality. Since each person collected in each site, search techniques, intensity and efficiency were similar for all sites. We found that by six hours of total collecting time, we had recorded at least 95% of the species present at the site. Thus, the 20 hours collecting effort was assumed to be adequate to record the species of snails present in a given locality. The rainy period was used for collecting, January to April the collecting was done in the south, others were done in May to December.

Data Analysis

The number of species (species richness, S), was used as an indicator of the diversity of snails in each habitat. Non-parametric Spearman rank correlation coefficients (r_s; Siegel, 1956) were used to test for correlations of snails and environmental factors.

RESULTS

A total 2,417 individuals representing 119 species 8 families were collected, of which 61 (51%) were described and 58 (49%) undescribed; 61 species were Vertiginidae, 31 were Diplommatinidae, 9 were Streptaxidae, 7 were Cyclophoridae, 4 were Helicarionidae, 4 were Hydrocenidae, 2 were Subulinidae and one was Carychiidae.

Species diversity was highest in Klongsang Wildlife Sanctury (Table 1) and essentially the same in Doi Chiang Dao WS. Species diversity was lowest in Tarutao National Park and Phumipol Dam Reserve. Species diversity varied over the moisture gradient (Fig. 2), risng to a peak in the more extreme moist habitats. Species diversity was positively correlated with herbaceous vegetation diversity ($r_s = 0.75$, $p = < 0.01$; Fig. 3). There was also positive significant correlation of species diversity with elevation ($r_s = 0.71$, $p = < 0.01$, Fig. 4). Cave dweller species prefer both short and long distance caves with high moisture content. Some species were collected at 10 km length at 60% moisture content. Vertiginids prefer stalactite habitats while subulinids and cyclophorids prefer stalagmite.

Table 1. Summary of microsnail data (S, number of species; N, total numbers and environmental factors; (moisture content; herbaceous vegetation diversity; elevation)

Locality	S	N	Moisture	Herbaceous diversity	Elevation (m)
Khao Luang NP	9	62	80	6.4	1,100
Doi Intanon NP	11	114	60	7.1	1,840
Tam Pha Thai NP	5	108	40	6.6	420
Khao Poo Khao Ya NP	7	117	40	9.2	460
Kang Krajan NP	16	84	60	12.6	320
Khaosok NP	22	92	60	11.6	270
Saiyoke NP	14	77	70	8.4	110
Phutoei NP	12	68	40	10.4	140
Ang Tong Isl. NP	6	97	40	4.4	160
Tarutao Isl. NP	4	91	40	5.6	70
Khao Chamao NP	8	86	70	9.2	90
Pang Nga NP	23	122	70	11.4	60
Phupaman NP	11	112	80	9.2	120
Khao Cha Ang	21	108	60	7.3	60
Pha Choa	10	66	50	8.4	210
Doi Chiang Dao WS	25	124	70	14.6	720
Phumipol Dam	4	91	40	7.4	610
Phu Kiew WS	14	84	70	11.4	930
Lod Cave	18	102	60	10.7	440
Umpang WS	8	101	70	6.7	1,010
Tam Phet	5	83	40	4.8	210
Khao Chong WS	15	94	60	12.4	180
Kong Sang WS	27	141	80	17.8	740
Huai Ka Kang WS	9	112	60	11.7	650

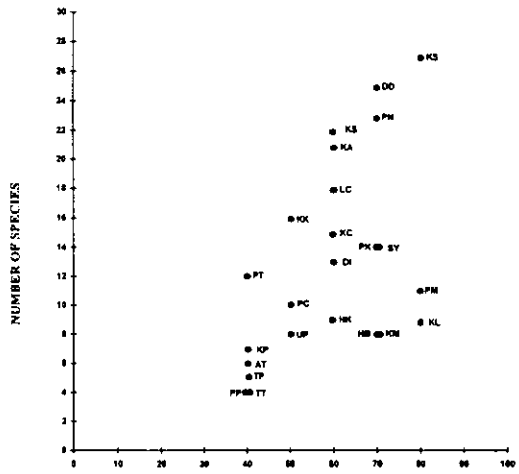


Fig. 2. Species richness (number of species, S) of snails along the moisture gradient

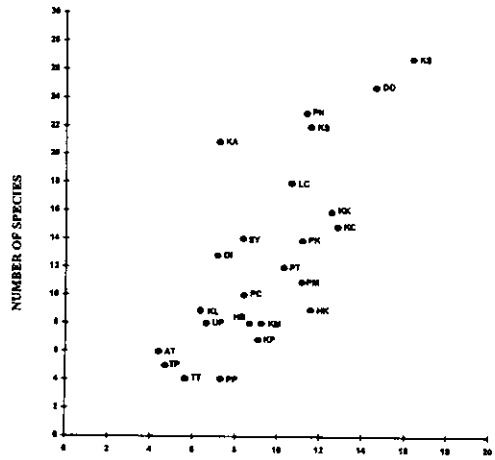


Fig. 3. Species richness (number of species, S) of snails in relation to herbaceous vegetation diversity

DISCUSSION

Species diversity of snails in specific habitats appeared to result from an interaction of several factors. In particular, there was potential interaction between herbaceous vegetation diversity, moisture and elevation can thus temperature stresses). Species diversity was greatest in the five localities in the middle of moisture gradient. The six driest localities had approximately the same low number of species.

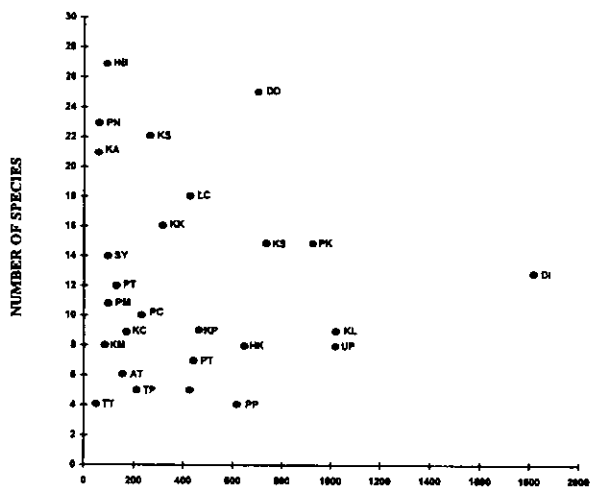


Fig. 4. Species richness (number of species, S) of snails in relation to elevation

The correlation between diversity and herbaceous vegetation diversity and elevation appears to result from the herbaceous vegetation diversity. We conclude, therefore, that low species diversity of snails at high elevations is related more to a less diverse food supply than to low temperature stresses. Coney *et al.* (1982) also concluded microhabitat conditions, especially leaf litter, was the most important factor influencing snail distributions within the Hiawassee River Basin of Tennessee. The limestone areas are the unique habitats, unique ecological condition, with many kind of microhabitats. The microsnail fauna of Thailand can be grouped into three major assemblages, mountain wall snails, leaf litter snails and cave snails. Only three families were found in the dark caves especially snail in the genus *Systenostoma* (Vertiginidae), always found on the stalactite habitats, the genus *Prosopeas* (Subulinidae) and *Alycaeus* (Cyclophoridae) were usually found on the stalagmite habitats. *Systenostoma tamlod* was collected at 10 km length at 60% moisture content. That means, we can find microsnails especially vertiginid snails at everywhere of limestone areas as suggested by Berry in 1961, although he surveyed only around the mountain walls and collected soil samples, without any searching in the caves. There are still have many species of microsnails living in the caves waiting to be discovered.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 139035. We thank the students in the Malacology Lab., Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, especially Surakit Polkoksung, Pongrat Dumrongrojwattana, Chirasak Sutcharit, Sakbovon Tumpeesuwan, Piyoros Tongerd, Wannasiri Wannarat, Teerapol Phetpipat, Chatnaree Meesukko.

REFERENCES

BERRY, A. J. 1961. The habitats of some minute cyclophorids, hydrocenids and vertiginids on a Malayan Limestone Hill. Bulletin of Natural Museum, Singapore 30: 101-105.

BERRY, A. J. 1963. Growth and variation of the shell in certain Malayan Limestone Hill snails. Proceedings of Malacological Society of London 35: 203-206.

BURCH, J. B. 1955. Some ecological factors of the soil affecting the distribution and abundance of land snails in eastern Virginia. The Nautilus 69: 62-69.

BURCH, J. B. 1965. Distribution of land snails in plant associations in eastern Virginia. The Nautilus 70: 60-64; 102-105.

CONEY, C. C., W. A. TARPLEY, J. C. WARDEN, AND J. W. NAGEL. 1982. Ecological studies of land snails in the Hiwassee River Basin of Tennessee, U.S.A. Malacological Review 15: 69-106.

MASON, C. F. 1970. Food, feeding rates and assimilation in woodland snails. Oecologia 4: 358-373.

MOELLENDORFF, O. F. 1891. On the land and freshwater shells of Perak. Proceedings of the Zoological Society of London. pp. 330-349.

MOELLENDORFF, O. F. 1894. On a collection of land shells from the Samui Islands, Gulf of Siam. Proceedings of the Zoological Society of London. pp. 146-156.

PANHA, S. 1997a. A new species of Opisthostoma from Thailand (Prosobranchia: Cyclophoroidea: Diplommatinidae). Malacological Review 29: 133-134.

PANHA, S. 1997b. Three new species of microsnails from southern Thailand (Pulmonata: Vertiginidae; Prosobranchia: Diplommatinidae). Malacological Review 30: 53-59.

PANHA, S. 1997c. Three new species of Hypselostoma from Thailand (Pulmonata: Vertiginidae) Malacological Review 30: 61-69.

PANHA, S. AND J. B. BURCH. 1995-1996. New species of Diplommatina from Thailand (Prosobranchia: Diplommatinidae). Walkerana 8 (19): 49-62.

PANHA, S. AND J. B. BURCH. 1997. A new cave dweller of the genus Alycaeus in Thailand (Prosobranchia: Cyclophoracea: Cyclophoridae). Malacological Review 30: 119-122.

PURCHON, R. D. AND M. E. SOLARI. 1969. Studies on the distribution of species of prosobranch and pulmonate snails on the limestone hills of Malaya. Symposium on Mollusca, Marine Biological Association of India, Pt. 1: 223-230.

THOMPSON, F. G. AND H. G. LEE. 1988. *Hypselostoma holimanae* New species, a pupillid land snail from Thailand. The Nautilus 102(2): 78-81.

การเพาะเลี้ยงหอยมุกน้ำจืด *HYRIOPSIS (LIMNOSCAPHA) DESOWITZI* ระยะโกลคิเดียในอาหารสังเคราะห์

อุทัยวรรณ โกวิทวที[1], นฤมล เดชะประเสริฐ[1] และ อรภา นาคจินดา[2]

[1]ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดกาญจนบุรี กรมประมง อ. เมือง กาญจนบุรี 71110

ABSTRACT

CULTURE OF GLOCHIDIA OF FRESHWATER PEARL MUSSEL *HYRIOPSIS (LIMNOSCAPHA) DESOWITZI* IN ARTIFICIAL MEDIA

U. Kovitvadhi[1], N. Dachaprasert[1] and A. Nagachinta[2]

[1]Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Kanchanaburi Inland Fisheries Development Center, Department of Fisheries, Muang District, Kanchanaburi 71110

Glochidia of the freshwater pearl mussel, *Hyriopsis (Limnoscapha) desowitzi* were cultured in two artificial media. Each medium contained a mixture of M199, a protein sources (either horse serum or fish, *Oreochromis niloticus,* plasma) and antibiotics (carbenicillin, gentamycin sulfate, rifampin and amphotericin B) in the ratio of 2:1:0.5. In addition, there was a control medium with no protein source. Glochidia were cultured in tissue culture dishes (60x15 mm). Each culture dish contained 3.5 ml of artificial media and 50–100 glochidia. All glochidia culture dishes were incubated at 23±2 °C under sterile conditions and 5% CO_2. Glochidia were reared until they became juveniles. The results showed that the transformation of glochidia to juveniles was possible in media, with either horse serum or fish plasma as protein sources, within 10-11 days. The percentages of glochidia transformation were 89.64 and 80.99% and the survival rates were 96.60 and 91.39% for horse serum and fish plasma, respectively. Percentages of transformation from glochidia to juvenile and survival rate for horse serum were higher than those of fish plasma and were highly significantly different ($p<0.01$). The transformation from glochidia to juveniles was not successful in the control medium.

Key words: *Hyriopsis desowitzi,* freshwater pearl, culture

บทนำ

หอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Limnoscapha) desowitzi* จัดเป็นหอยกาบน้ำจืดชนิดหนึ่ง เนื้อสามารถนำมาบริโภคได้ โดยมีโปรตีนสูงถึง 41% สามารถผลิตไข่มุกน้ำจืดได้ และเปลือกที่แวววาวใช้ทำเครื่องประดับ เฟอร์นิเจอร์ประดับมุก และยังมีการนำมาทำเป็นนิวเคลียสในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงไข่มุกทะเลซึ่งให้ผลผลิตไข่มุกทะเลดี นอกจากนี้ยังมีบทบาทที่สำคัญในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศอีกด้วย

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมทางน้ำได้เสื่อมสภาพลง ซึ่งมีผลกระทบต่อจำนวนปลาที่เป็นโฮสต์ของหอยกาบน้ำจืดในระยะโกลคิเดียลดลง จึงส่งผลให้จำนวนหอยกาบน้ำจืดลดลงด้วย ทำให้เกิดความพยายามที่จะหาวิธีการเพาะเลี้ยงหอยกาบน้ำจืดเพื่อการอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนให้มากขึ้น ส่วนใหญ่การเลี้ยงโกลคิเดียให้เป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์กระทำโดยใช้ปลาเป็นโฮสต์ซึ่งเปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกหอยระยะจูวีไนล์ค่อนข้างต่ำ เพราะมีการรบกวนจากแบคทีเรีย โปรโตซัว และเชื้อราที่ปนเปื้อน การควบคุมค่อนข้างลำบาก และมีความยุ่งยากในการเลี้ยงอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ Isom and Hudson (1982, 1984) และ Keller and Zam (1990) ได้มีการพัฒนาวิธีการเลี้ยงโกลคิเดียในอาหารสังเคราะห์พบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูง กรรมวิธีในการเลี้ยงสะดวก การศึกษาครั้งนี้ได้ดัดแปลงและพัฒนาวิธีการของ Isom and Hudson และ Keller and Zam เพื่อให้ได้จำนวนลูกหอยระยะจูวีไนล์มากขึ้นนั้น นับว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงหอยกาบน้ำจืดอย่างครบวงจร และจะได้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนางานส่งเสริมการเลี้ยงและการอนุรักษ์หอยกาบน้ำจืดของประเทศไทยในอนาคต

วิธีการ

นำโกลคิเดียของ *H. (Limnoscapha) desowitzi* จากศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ 2 สูตร ซึ่งมีการเติมแหล่งโปรตีนที่แตกต่างกันได้แก่ ซีรัมม้า, พลาสมาปลานิล และอาหาร

ควบคุมซึ่งไม่มีการเติมแหล่งโปรตีน ซึ่งวิธีการเลี้ยงได้ดัดแปลงและพัฒนามาจากวิธีของ Isom and Hudson (1982, 1984) และ Keller and Zam (1990) อาหารสังเคราะห์แต่ละสูตรมีส่วนประกอบดังตารางที่ 1

อาหารแต่ละสูตรจะมีการปรับ pH อยู่ในช่วง 7.3-7.6 ด้วย NaOH 1.25 M หรือ HCl 1 M ซึ่งเป็นช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของโกลคิเดียและยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียอีกด้วย (Keller and Zam, 1990)

การเตรียมอาหารเลี้ยงโกลคิเดีย

1. อาหาร M199 เป็นอาหารมาตราฐานที่นิยมใช้เลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อของสัตว์ M199 และซีรัมม้าหาซื้อได้ง่ายจากบริษัทขายวัสดุวิทยาศาสตร์ การเตรียมไม่ยุ่งยาก ราคาถูก สำหรับซีรัมม้าได้ผ่านการกำจัดสิ่งแปลกปลอมเรียบร้อยแล้วสามารถใช้ได้เลยซึ่งทำให้สะดวกมากในการปฏิบัติ อาหาร M199 จะมีวิธีเตรียมตามที่บริษัทแนะนำมา

ตารางที่ 1. ส่วนประกอบของอาหารสังเคราะห์แต่ละสูตร

Composition of media	Control medium (ml.)	Concentration of each artificial medium (ml.)	
		Horse serum	Fish plasma
M199	3.0	2.0	2.0
Horse serum	-	1.0	-
Fish plasma	-	-	1.0
Antibiotics and Antimycotic*	0.5	0.5	0.5

*รายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ส่วนประกอบของ Antibiotics and Antimycotic

Compound	Concentration (µg / ml)
Antibiotics	
Carbenicillin	100
Gentamycin sulfate	100
Rifampin	100
Antimycotic	
Amphotericin B	5

2. พลาสมาปลานิล มีวิธีการเตรียมดังนี้

2.1 ทำการเจาะเลือดปลาที่เส้นเลือด caudal vein บริเวณหาง โดยใช้เข็มฉีดยาเบอร์ 18 และหลอดฉีดยาที่เคลือบด้วย sodium heparin ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หลังจากนั้นนำเลือดที่ได้ไปปั่นที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียสด้วยความเร็ว 1,000 และ 3,000 rpm อย่างละ 10 นาที

2.2 นำน้ำเลือดที่ได้ จากข้อ 2.1 มาใส่หลอดใหม่ แล้วนำไปปั่นที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ด้วยความเร็ว 3,000 rpm อีก 10 นาที แยกเอาส่วนของพลาสมาซึ่งมีสีเหลืองใสมากรองด้วยกระดาษกรอง ขนาด 0.45 ไมครอน และ 0.20 ไมครอน ตามลำดับ

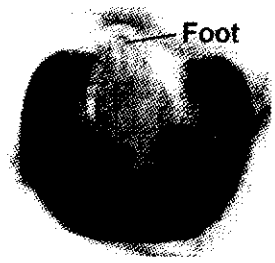
การเตรียมโกลคิเดีย

1. นำหอยมุกน้ำจืด *H. (Limnoscapha) desowitzi* เพศเมียที่มีโกลคิเดีย สังเกตได้โดยดูที่ส่วนของเหงือกจะเป็นสีน้ำตาลอมส้ม ใช้เข็มเบอร์ 18 เจาะเอาโกลคิเดียออกมาตรวจดูความแข็งแรง แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยโกลคิเดียที่แข็งแรงจะมีการขยับฝาเปิดปิด เป็นระยะ ๆ หลังจากนั้นทำการเปิดฝาหอยมุกน้ำจืดโดยใช้มีดตัดที่กล้ามเนื้อ anterior adductor และกล้ามเนื้อ posterior adductor ใช้กรรไกรตัดเอาส่วนของเหงือกออกมาแล้วนำไปทำความสะอาดโดยล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว

2. ใช้มีดตัดบริเวณขอบของเหงือกทุกด้าน ใช้คีมกดเบา ๆ บริเวณขอบเหงือกด้านใดด้านหนึ่ง แล้วค่อย ๆดันให้โกลคิเดียออกมาจากเหงือก นำโกลคิเดียที่ได้มาทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วหลาย ๆ ครั้ง โกลคิเดียที่แข็งแรง จะตกลงไปอยู่ที่พื้นบีกเกอร์ก่อน ในขณะที่เศษเนื้อเยื่อของเหงือก และเปลือกไข่ จะตกลงที่พื้นบีกเกอร์ทีหลัง ทำความสะอาดโกลคิเดียจนกระทั่งน้ำใสมากที่สุด จะได้โกลคิเดียที่สะอาดและแข็งแรงพร้อมที่จะนำมาทำการเลี้ยงต่อไป

การเลี้ยงโกลคิเดีย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) มีอาหารทดลอง 2 สูตร สูตรละ 33 ซ้ำ และอาหารควบคุม สุ่มโกลคิเดียใส่ในจานเลี้ยงโกลคิเดีย จานละ 50-100 ตัว ภายใต้ sterile hood นำจานเลี้ยงโกลคิเดียทั้งหมดใส่ในภาชนะพลาสติกที่ใช้เลี้ยงโกลคิเดียที่ทำด้วยพลาสติกซึ่งมีช่องสำหรับปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 5% เข้าไป แล้วนำภาชนะพลาสติกที่ใช้เลี้ยงโกลคิเดียพลาสติกนี้ไปไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 23±2 องศาเซลเซียส เลี้ยงจนกระทั่งโกลคิเดียเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้เอง สังเกตเห็นส่วนเท้า (foot) ยื่นออกมา



ภาพที่ 1. Juvenile of freshwater mussel, *Hyriopsis (Limnoscapha) desowitzi* one-day-old (shell length=200 µm)

จากเปลือก (ภาพที่ 1) แล้วจึงทำการนับจำนวนโกลคิเดียที่ตายและโกลคิเดียที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 40 เท่า นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ โดยวิธี ANOVA (analysis of variance)

ผลการวิจัย

จากการทดลองนำโกลคิเดียของ *H. (Limnoscapha) desowitzi* มาทำการเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ 2 สูตรและอาหารควบคุม ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 23±2 องศาเซลเซียสและมีการให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 5% ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การรอดตาย และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ ได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3. เปอร์เซ็นต์การรอดตายและเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของโกลคิเดียที่เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ 2 สูตร และอาหารควบคุม

Media	Percent survival			Percent transformation		
	range	mean	(SD)	range	mean	(SD)
M199+Horse serum	91.23-100	96.60	(2.84)	71.11-98.08	89.64	(6.58)
M199+Fish plasma	72.00 - 100	91.39	(7.63)	32.26-95.83	80.99	(12.84)
M199	0	0		0	0	

จากตารางที่ 3 พบว่าโกลคิเดียสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ได้ในอาหารที่มีแหล่งโปรตีนเป็นซีรัมม้าและพลาสมาปลานิล โดยใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลง 10-11 วัน และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ เท่ากับ 89.64% และ 80.99% ส่วนเปอร์เซ็นต์การรอดตาย เท่ากับ 96.60% และ 91.39% ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์และเปอร์เซ็นต์การรอดตายในซีรัมม้ามีค่าสูงกว่าพลาสมาปลานิล และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) และอาหารควบคุมซึ่งไม่มีการเติมแหล่งโปรตีน โกลคิเดียไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์แต่มีชีวิตอยู่ในอาหาร M199 ได้นานถึง 1 เดือน

บทวิจารณ์

การทดลองเลี้ยงโกลคิเดียของ *H. (Limnoscapha) desowitzi* ในอาหารสังเคราะห์ นับว่าประสบความสำเร็จระดับหนึ่ง ทำให้สะดวกต่อการเลี้ยง การควบคุมคุณภาพและปริมาณ พร้อมประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย ที่ว่าสะดวกต่อการเลี้ยงนั้น เนื่องจากการเลี้ยงโกลคิเดียส่วนใหญ่จะเลี้ยงเลียนแบบตามธรรมชาติ ซึ่งทำได้โดยนำปลาและหอยเพศเมียที่มีโกลคิเดียมาอยู่ในภาชนะเดียวกัน จากนั้นโกลคิเดียจะถูกปล่อยออกมาเกาะตามส่วนต่าง ๆ ของปลาเช่น บริเวณครีบและเหงือก พร้อมทั้งมีการพัฒนาไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ แล้วออกจากตัวปลาตกลงสู่พื้นด้านล่างของภาชนะที่ใช้เลี้ยง ซึ่งบริเวณดังกล่าวจะมีมูลปลา รวมทั้งพวกแบคทีเรีย และเชื้อราอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีผลต่อการรอดตายของลูกหอยระยะจูวีไนล์ต่ำและไม่แข็งแรงอีกด้วย การทดลองครั้งนี้พบว่าโกลคิเดียสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ได้ใน 10-11 วัน โดยการทดลองของ อรภาและคณะ (2537) พบว่าการเพาะเลี้ยงหอยมุกน้ำจืด *Chamberlainia hainesiana* โดยใช้ปลานิลเป็นโฮสต์ระยะเวลาที่โกลคิเดียเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ใช้เวลา 6-12 วัน ที่อุณหภูมิน้ำ 24.63±4.58 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในช่วงเวลาค่อนข้างกว้าง แต่การทดลองครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ทั้งหมดเพียงแค่ 2 วัน จะเห็นได้ว่าอายุของลูกหอยระยะจูวีไนล์ที่ได้จะใกล้เคียงกันมากกว่าการเลี้ยงแบบที่ใช้ปลาเป็นโฮสต์ ซึ่งทำให้สะดวกในการจัดการสำหรับการอนุบาลลูกหอยต่อไป Keller and Zam (1990) ได้กล่าวว่าลูกหอยระยะจูวีไนล์ค่อนข้างจะมีความไวต่อสารพิษ ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมนำไปทดสอบสารพิษ และมลภาวะต่างๆ ซึ่งสะดวกกว่าที่จะไปทดสอบในภาคสนาม ประกอบกับวิธีการเลี้ยงลูกหอยระยะจูวีไนล์ในอาหารสังเคราะห์จะมีอายุใกล้เคียงกันมากทำให้เหมาะแก่การนำไปทดลองอีกด้วย

สำหรับการทดลองของ Keller and Zam (1990) ได้ทดลองเปรียบเทียบแหล่งโปรตีนที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารของ Isom and Hudson (1982, 1984) โดยใช้เลี้ยงหอยกาบน้ำจืด *Anodonta imbecillis* ผลปรากฏว่าอาหารที่ใช้ซีรัมม้าจะให้ผลผลิตลูกหอยระยะจูวีไนล์สูงกว่าการใช้พลาสมาปลาเป็นแหล่งโปรตีนเท่ากับ 94.7±4 และ 81.8±7.5 ตัว นอกจากนี้ได้ทดลองเปลี่ยนเอาอาหารมาตรฐานที่ใช้เลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อของสัตว์มาเลี้ยงแทนอาหารของ Isom and Hudson ได้แก่ อาหาร M199 และ DME และใช้เซรัมม้าเป็นแหล่งโปรตีน ผลปรากฏว่าอาหาร DME จะให้ผลผลิตลูกหอยระยะจูวีไนล์สูงกว่าอาหาร M199 เล็กน้อยเท่ากับ 65.8±16.7 และ 65.4±16.7 ตัว ตามลำดับ ส่วนอาหาร Isom and Hudson เท่ากับ 51.2±11.6 ตัว การทดลองครั้งนี้ได้เลือกใช้อาหาร M199 ทั้งนี้เนื่องจากราคาถูกกว่า DME และจากผลการทดลองของ Keller and Zam ให้ผลใกล้เคียงกันมาก สำหรับแหล่งโปรตีนที่ใช้ก็ใช้ซีรัมม้า เพราะหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก และสะดวกในการปฏิบัติงานอีกด้วย ส่วนพลาสมาปลาใช้ปลานิลเพราะมีราคาถูกและโกลคิเดียสามารถเจริญในปลาชนิดนี้ได้ แต่กรรมวิธีในการเตรียมพลาสมาปลามีความยุ่งยาก แต่เมื่อคิดราคาเปรียบเทียบระหว่างซีรัมม้ากับพลาสมาปลานิลพบว่าราคาถูกกว่ามาก ผลการทดลองครั้งนี้พบว่าในซีรัมม้ามีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงสูงถึง 89.64±6.58 ส่วนพลาสมาปลานิลเท่ากับ 80.99±12.84 ซึ่งสูงกว่าการทดลองของ Keller and Zam ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเป็นหอยคนละชนิดกัน เริ่มแรกของการทดลองผู้ทำการทดลองคาดว่าโกลคิเดียน่าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ในพลาสมาปลานิลได้มากกว่าซีรัมม้า เนื่องจากในธรรมชาติโกลคิเดียอาศัยอยู่ในตัวปลา และใช้แหล่งโปรตีนจากตัวปลา แต่จากการทดลองครั้งนี้ได้ผลตรงกันข้าม สาเหตุอาจเกิดมาจากพลาสมาปลานิลที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่เหมาะสมกับการพัฒนาการของโกลคิเดีย *H. (Limnoscapha) desowitzi* ดังรายงานของ Yeager and Saylor (1995) กล่าวว่า หอยกาบน้ำจืดบางชนิดมีความจำเพาะเจาะจงต่อโฮสต์สูงมาก ถ้าโกลคิเดียเกาะโฮสต์ที่เหมาะสมจะทำให้ได้ผลผลิตลูกหอยระยะจูวีไนล์สูงขึ้น และระยะเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ก็เร็วขึ้นเช่นเดียวกัน

สำหรับลูกหอยระยะจูวีไนล์ที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณได้เนื่องจากเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ ดังนั้นการปนเปื้อนจากแบคทีเรียและเชื้อรานั้นไม่มี จึงทำให้มีความแข็งแรงและการรอดตายค่อนข้างสูง จากการทดลองจะเห็นว่าลูกหอยระยะจูวีไนล์มีความแข็งแรงมาก เพราะจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ส่วนปริมาณนั้นสามารถควบคุมได้ เพราะจากการทดลองแต่ละซ้ำทั้งหมด 33 ซ้ำ จากแม่หอยตัวเดียวกันพบว่า จำนวนโกลคิเดียที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ในแต่ละซ้ำใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะในสูตรอาหารที่ใช้ซีรัมม้าเป็นแหล่งโปรตีน แต่สิ่งที่สำคัญที่จะทำให้ได้ลูกหอยระยะจูวีไนล์จำนวนมากและมีการรอดตายสูง จะต้องมีการคัดเลือกโกลคิเดียที่สมบูรณ์และแข็งแรงก่อนที่จะนำมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำความสะอาดแม่หอย โดยเฉพาะเปลือกด้านนอกซึ่งจะมีดินหรือสาหร่ายติดอยู่ล้างออกให้หมด

2. ใช้คีมเปิดฝาแม่หอยเพียงเล็กน้อยเพื่อสังเกตดูสีของเหงือกจะต้องมีสีน้ำตาลอมส้ม ถ้ามีสีเหลืองอ่อน หรือเหลืองเข้ม แสดงว่าโกลคิเดียจะยังไม่สมบูรณ์ ถ้านำมาเลี้ยง โกลคิเดียจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ได้เลย และถ้าเหงือกมีสีน้ำตาลอมส้มมีอยู่เพียงบางส่วนบนแผ่นเหงือก แสดงว่าโกลคิเดียถูกปล่อยออกไปบ้างแล้ว ก็ไม่ควรนำมาเลี้ยงเพราะมักจะเป็นโกลคิเดียที่ไม่ค่อยแข็งแรงและมีพัฒนาการช้า

3. เมื่อได้แม่หอยที่ผ่านการตรวจสอบขั้นต้นในข้อ 2 แล้ว ให้นำมาทดสอบ activity ของโกลคิเดียต่อ ถ้ามีการขยับฝาเปิด ปิด อยู่เป็นระยะ ๆ แสดงว่าโกลคิเดียแข็งแรงสมบูรณ์ดี แต่ถ้าพบว่าโกลคิเดียยังอยู่ในเปลือกแสดงว่าโกลคิเดียยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ หรือถ้าโกลคิเดียปิดฝาสนิทและมีเศษเนื้อเยื่อปนอยู่มาก แสดงว่าโกลคิเดียไม่แข็งแรงและจะมีการตายสูง โกลคิเดียลักษณะแบบนี้จะใช้ไม่ได้ ในการตรวจสอบ activity ของโกลคิเดียในการทดลองครั้งแรกทำโดยตัดเหงือกของหอยออกมาแล้วทำการตรวจวิเคราะห์ซึ่งแม่หอยจะตาย ดังนั้นจึงได้พัฒนาวิธีการตรวจสอบโกลคิเดียโดยไม่ต้องฆ่าแม่หอย โดยการใช้เข็มฉีดยาเบอร์ 18 เจาะเข้าไปในเหงือกของแม่หอยดูดเอาโกลคิเดียออกมาเพียงเล็กน้อย แล้วส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ถ้าพบว่าโกลคิเดียที่ดูมีลักษณะดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงค่อยทำการตัดเหงือกออกมา ซึ่งวิธีการนี้จะเป็นการช่วยอนุรักษ์แม่พันธุ์หอยกาบน้ำจืดเอาไว้ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากการทดลองครั้งนี้จะต้องนำแม่หอย

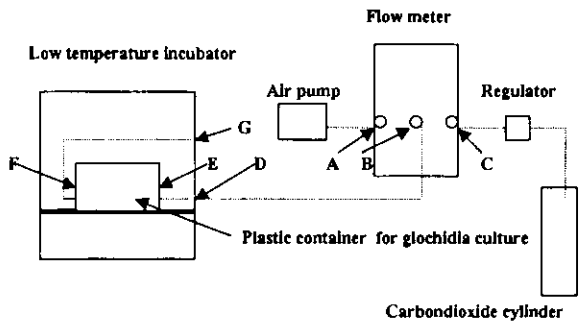
มาจากศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดกาญจนบุรี มาทำการทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงได้มีการพัฒนาวิธีการในการขนส่งโดยนำแม่หอยมาห่อด้วยผ้าที่ชุบน้ำให้ชุ่มใส่ไว้ในกล่องโฟมแล้วใส่น้ำแข็งหลอดประมาณ 10 ก้อนเอาไว้พอให้มีความเย็นเล็กน้อย แม่หอยจะสามารถมีชีวิตอยู่ได้เป็นเวลานานหลายวันโดยไม่มีการปล่อยโกลคิเดียออกมาในระหว่างนี้เลย แต่ถ้าจะให้โกลคิเดียอยู่ในสภาพที่แข็งแรงที่จะนำมาเลี้ยงได้ดีไม่ควรปล่อยให้แม่หอยอยู่ในความเย็นนานเกิน 5 ชั่วโมง

4. การทำความสะอาดโกลคิเดีย เนื่องจากโกลคิเดีย *H. (Limnoscapha) desowitzi* เมื่อถูกนำออกมาจากเหงือกจะมีเมือกปนอยู่มาก ทำให้โกลคิเดียเกาะกันเป็นกลุ่ม ต้องทำการล้างทำความสะอาด โดยการใช้หลอดหยดดูดน้ำแล้วพ่นให้น้ำในบีกเกอร์ที่มีโกลคิเดียบรรจุอยู่ฟุ้งกระจายเพื่อที่จะให้โกลคิเดียแยกออกจากกัน และต้องมีการเปลี่ยนน้ำหลาย ๆ ครั้งเพื่อกำจัดเศษเนื้อเยื่อของเหงือก เมือก และเปลือกของโกลคิเดียที่ปนมา ซึ่งต้องใช้เวลาในการทำความสะอาดอยู่นานพอสมควร ดังนั้นการทำความสะอาดจึงต้องทำอย่างระมัดระวัง เพราะถ้าทำการพ่นน้ำแรงมากเกินไปแรงดันน้ำที่เกิดขึ้นจะทำให้เปลือกของโกลคิเดียแตกและตายได้ ไม่ควรปล่อยให้โกลคิเดียอยู่ในน้ำนาน ๆ ควรรีบทำการสุ่มเลี้ยงต่อไปเลย เนื่องจากถ้ามีเมือกปนอยู่ในน้ำถึงแม้ว่าจะมีปริมาณเล็กน้อยแต่เมื่อวางบีกเกอร์ทิ้งไว้จะเกิดการตกตะกอนและเกิดการรวมตัวกันของโกลคิเดีย เมื่อทำการสุ่มจะทำให้โกลคิเดียไปเกาะอยู่กับกลุ่มเมือกนั้นได้ นอกจากนี้ส่วน thread ของโกลคิเดีย อาจจะพันกันได้อีกด้วย

ในการทดลองครั้งนี้ได้พัฒนาและดัดแปลงตู้สำหรับเลี้ยงโกลคิเดียโดยใช้ตู้บ่มอุณหภูมิต่ำ (low temperature incubator) แทนตู้บ่มอุณหภูมิต่ำภายใต้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ Isom and Hudson (1982, 1984) และ Keller and Zam (1990) ได้ใช้เลี้ยงโกลคิเดียซึ่งมีราคาแพงกว่าตู้บ่มอุณหภูมิต่ำถึง 4.5 เท่า แต่ให้เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์สูงเช่นกัน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (ภาพที่ 2)

1. ประกอบภาชนะพลาสติกที่ใช้เลี้ยงโกลคิเดียซึ่งทำด้วยพลาสติก และมีฝาปิด มีการเจาะรูที่ด้านข้างของภาชนะพลาสติกที่ใช้เลี้ยงโกลคิเดียทั้งสองด้าน ขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงตามขนาดของชั้นภายในตู้บ่มอุณหภูมิแบบธรรมดาที่มีอยู่ และสามารถใส่จานเลี้ยงโกลคิเดียได้

2. นำท่อลมด้านหนึ่งมาต่อกับ regulator ซึ่งติดกับถังแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับเครื่อง flow meter (C) ปรับปริมาตรแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ 5%



ภาพที่ 2. ผังการทำงานของตู้บ่มอุณหภูมิต่ำที่ใช้เลี้ยงโกลคิเดีย

3. นำท่อลมอีกเส้นหนึ่งมาต่อกับเครื่องปั๊มอากาศ ที่ใช้สำหรับเลี้ยงปลา แล้วปลายอีกด้านหนึ่งนำมาต่อเข้ากับเครื่อง flow meter (A) ปรับให้ปริมาตรอากาศอยู่ที่ 95% นำท่อลมอีกเส้นต่อเข้าที่ช่องสำหรับปล่อยอากาศออก (B) ซึ่งช่องนี้จะมีอากาศที่มีส่วนผสมของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ 5% นำปลายท่อลมอีกด้านหนึ่งผ่านเข้าไปในตู้บ่มอุณหภูมิต่ำแล้วเสียบท่อลมเข้าไปในรูที่เจาะเอาไว้ตรงด้านข้างของภาชนะพลาสติกที่ใช้เลี้ยงโกลคิเดีย (E) ส่วนรูอีกด้านหนึ่งนำท่อลมอีกเส้นมาต่อออก เพื่อนำอากาศออกจากภาชนะพลาสติกที่ใช้เลี้ยงโกลคิเดียส่วนปลายท่อลมเสียบออกมานอกตู้บ่มอุณหภูมิต่ำ (G) นำจานเลี้ยงโกลคิเดียไปวางไว้ในภาชนะพลาสติกที่ใช้เลี้ยงโกลคิเดียแล้วปิดฝากล่องให้สนิทด้วยกระดาษกาวอย่างหนาอีกครั้งหนึ่ง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้จะใช้เป็นข้อมูลในการเลี้ยงหอยกาบน้ำจืด และเพาะเลี้ยงไข่มุกน้ำจืดอย่างครบวงจรได้อย่างดียิ่งขึ้น แต่ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่น่าศึกษาหลายเรื่อง ได้แก่

1. แหล่งโปรตีน เช่นการศึกษาในเรื่องของพลาสมาปลาที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ ซึ่งจากการศึกษาชนิดของโฮสต์พบว่าถ้าโฮสต์มีความเหมาะสมต่อโกลคิเดียมากเท่าใด เปอร์เซ็นต์การรอดตาย และการเปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์จะสูงขึ้น นอกจากนั้นระยะเวลาที่ใช้ในการ

เปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์อาจจะใช้ระยะเวลาสั้นลง ดังนั้นถ้านำพลาสมาปลาที่เหมาะสมต่อโกลคิเดียมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนจะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตของลูกหอยระยะจูวีไนล์ได้มากขึ้น หรือจะเป็นแหล่งโปรตีนชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ทดแทนพลาสมาปลา ที่มีราคาถูก สะดวกแก่การใช้ และให้ผลผลิตสูง

2. อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ของหอยกาบน้ำจืด *H. (Limnoscapha) desowitzi*

3. ความหนาแน่นของโกลคิเดียที่จะเหมาะสมต่อปริมาณอาหาร เพื่อที่จะได้ใช้อาหารเลี้ยงโกลคิเดียให้ได้ประโยชน์มากที่สุด

บทสรุป

การทดลองเลี้ยงหอยมุกน้ำจืด *H. (Limnoscapha) desowitzi* ในอาหารสังเคราะห์ทดลอง 2 สูตรและอาหารควบคุม สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ คือ อาหารที่มีแหล่งโปรตีนเป็นซีรัมม้ามีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์สูงถึง 89.63% ในขณะที่พลาสมาปลานิลมีค่าเท่ากับ 79.91% เปอร์เซ็นต์การรอดตายในซีรัมม้ามีค่าสูงกว่าพลาสมาปลานิลเท่ากับ 96.60 และ 93.06% ตามลำดับ ระยะเวลาที่โกลคิเดียเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ ในอาหารทั้งสองสูตร เท่ากัน คือ 10-11 วัน ส่วนอาหารควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ นอกจากนี้สามารถประยุกต์ใช้ตู้บ่มอุณหภูมิต่ำแบบธรรมดาให้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานได้มากยิ่งขึ้น และสามารถเปลี่ยนโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์เหมือนกับที่ใช้ตู้บ่มอุณหภูมิต่ำแบบที่มีคาร์บอนไดออกไซด์

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539031 ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อนันต์ชัย เชื่อนธรรม อาจารย์ ดร. วิเชียร ยงมานิตชัย อาจารย์ปานเทพ รัตนากร อาจารย์วิน เชยชมศรี อาจารย์จินดาวรรณ สิรันทวิเนติ อาจารย์วิกรม รังสินธุ์ และอาจารย์สาธิต โกวิทวที ที่ช่วยกรุณาให้คำปรึกษาตลอดจนอนุเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง พร้อมนี้ขอขอบคุณศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดกาญจนบุรีที่เอื้อเฟื้อตัวอย่างหอยมุกน้ำจืดใช้ในการทดลอง และเจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดกาญจนบุรีทุกท่านที่ให้ความสะดวกในทุก ๆ ด้าน

เอกสารอ้างอิง

อรภา นาคจินดา, วชิระ กิตติมศักดิ์ และเสน่หา ขุนชัย. 2537. การเพาะพันธุ์หอยมุกน้ำจืด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4. กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ISOM, B. G. AND R. G. HUDSON. 1982. *In vitro* culture of parasitic freshwater mussel glochidia. The Nautilus 96(4): 147-151.

ISOM, B. G. AND R. G. HUDSON. 1984. Culture of freshwater mussel glochidia in an artificial habitat utilizing complex liquid growth media. U.S. Patent. 4,449,480. 18 p.

KELLER, A. E. AND S. G. ZAM. 1990. Simplification of *in vitro* culture techniques for freshwater mussels. Environ. Toxicol. and Chem. 9: 1291-1296.

YEAGER, B. AND C. F. SAYLOR. 1995. Fish hosts for four species of freshwater mussels (Pelecypoda: Unionidae) in the upper Tennessee River Drainage. Am. Mild. Nat. 133: 1-6.

BIOEROSION BY A SEA URCHIN, *DIADEMA SETOSUM*, IN A CORAL COMMUNITY AT KHANG KHAO ISLAND, INNER GULF OF THAILAND

Nisit Ruengsawang and Thamasak Yeemin

Marine Biodiversity Research Group, Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkapi, Bangkok 10240

บทคัดย่อ

การกร่อนทางชีวภาพโดยเม่นทะเลชนิด *DIADEMA SETOSUM* ในกลุ่มปะการังเกาะค้างคาว บริเวณอ่าวไทยตอนใน

นิสิต เรืองสว่าง และ ธรรมศักดิ์ ยีมิน

กลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

การกร่อนทางชีวภาพโดยสาเหตุจากเม่นทะเล เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการสร้างและพัฒนาของแนวปะการัง ได้มีการศึกษาผลกระทบของเม่นทะเลหลายชนิดที่มีต่อแนวปะการังในหลายบริเวณของโลก เม่นทะเล *Diadema setosum* เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่นที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในกลุ่มปะการัง บริเวณอ่าวไทยตอนใน แต่ยังไม่มีข้อมูลการศึกษาถึงผลกระทบของเม่นทะเลชนิดนี้ที่มีต่อกลุ่มปะการังในอ่าวไทย การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงเลือกกลุ่มปะการังบริเวณเกาะค้างคาวเป็นสถานที่ศึกษา โดยทำการเก็บตัวอย่างเม่นทะเลชนิด *D. setosum* ในเดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายน และพฤศจิกายน 2541 มาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อหาอัตราการกร่อนทางชีวภาพของกลุ่มปะการังในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่าอัตราการกร่อนทางชีวภาพในเดือนมิถุนายน มีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนพฤศจิกายน และกุมภาพันธ์ โดยมีค่าเป็น 6.327, 4.495 และ 2.826 G $CACO_3.m^{-2}.d^{-1}$ ตามลำดับ โดยมีความหนาแน่นของเม่นทะเลเป็นตัวแปรที่สำคัญ ความหนาแน่นของเม่นทะเล *D. setosum* จะมีค่ามากในบริเวณเขตที่ตื้นของทุกสถานีตลอดระยะเวลาที่ศึกษา นอกจากนี้ยังพบว่าปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงเป็นครั้งแรกในอ่าวไทยช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนพฤษภาคม 2541 ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของประชากรเม่นทะเลชนิด *D. setosum* และเป็นเหตุให้อัตราการกร่อนทางชีวภาพของปะการังในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าสูง

คำหลัก: การกร่อนทางชีวภาพ, กลุ่มปะการัง, ปะการังฟอกขาว, อ่าวไทย, *Diadema setosum*

INTRODUCTION

The persistence of coral reefs depends on a balance between reef construction and reef destruction (Hutchings, 1986; Bruggemann *et al.,* 1996; Reada-kudla *et al.,* 1996). The activities of the organisms live in coral reefs that cause coral and coralline algal erosion are collectively termed bioerosion (Neumann, 1966). Several workers clearly show that bioerosion is one of the important factors controlling reef growth (Hunter, 1977; Stearn and Scoffin, 1977; Glynn *et al.*, 1979; Scoffin *et al.,* 1980; Birkeland, 1988; Bak, 1994; Risk *et al.*, 1995; Mokady *et al.,* 1996). Bioeroders such as sea urchins, fishes, bivalves, polychaetes etc. always encounter in coral reef ecosystems.

Sea urchins are the important bioeroders in coral reefs that many authors concentrate on the effects to reef accretion. Reported rates of echinoid erosion depend on population density, species and intensity of grazing (Bak, 1990; Mokady *et al.,* 1996; Glynn, 1997).

In the Inner Gulf of Thailand, *Diadema setosum* is a conspicuous echinoid in coral communities. However, the bioerosion rates of this urchin have not been reported. This study aims to estimate population densities and bioerosion rates caused by *D. setosum* in coral communities at Khang Khao Island.

STUDY AREA

This study was carried out on coral communities of Khang Khao Island (13°09′N, 100°45′E) in the Inner Gulf of Thailand (Fig. 1). Three stations were selected for investigations, i.e. Station A, C and D. At station A and C, we divided the coral communities into three zones as the following: the shallowest zone, the coral zone and the deepest zone.

Whereas, station D was divided into two zones i.e., the shallowest zone and the deepest zone due to the narrow width of coral community.

METHODOLOGY

Population densities of a sea urchin, *D. setosum*, at three stations of the coral communities were determined by random quadrats (1x1m.) during February to November 1998. For estimation of bioerosion rates, *D. setosum* were collected by SCUBA divers in each zones and immediately placed into a plastic bag with 10% formalin (for catching fecal pellets) and then samples were transferred to the laboratory. Test without spine and Aristotle's lantern of the sea urchins were measured by venire calipers for determining the size frequency distribution. Samples were dissected to assess the quantity of $CaCO_3$ in gut contents and fecal pellets of urchins by the acidification method (adapted from Scoffin *et al.*, 1980).

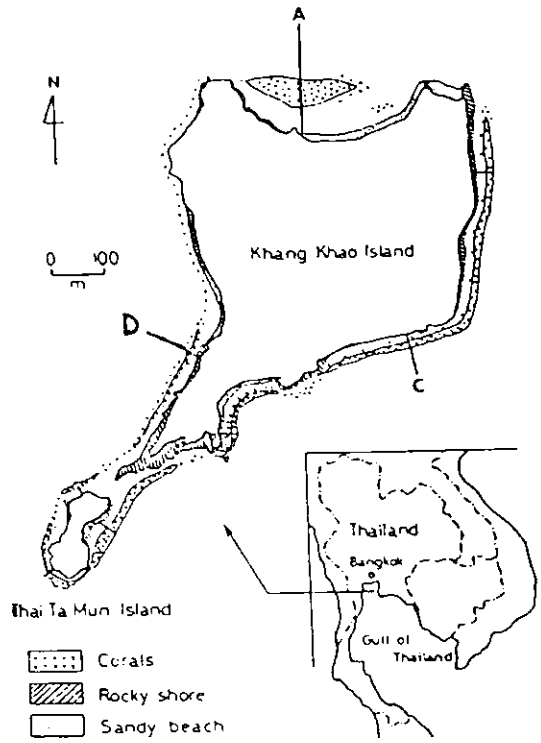


Fig. 1. Map of Khang Khao Island showing the study sites

RESULTS

At three stations, populations densities of *D. setosum* were different in each zone. The pattern seemed to be as the following: the shallowest zone > the coral zone > the deepest zone (Fig. 2). Population densities of *D. setosum* in June 1998 were higher than those in February and November. It may be the effect of coral bleaching phenomenon during April-May 1998 that enhance the food source, filamentous algae, of this urchin.

At each zone, we calculated bioerosion rates by multiplying the average of $CaCO_3$ per individual by the population density of sea urchin. Total bioerosion rates at the shallowest zone were higher than those of the other zones due to their high population densities (Fig. 3). Clearly, pattern of bioerosion in the coral community at Khang Khao Island decreased from nearshore to seaward. Bioerosion rates in June 1998 were higher than those in other periods (Fig. 4).

DISCUSSION

In each station, *D. setosum* is a dominant species in the coral community througout the present study and the previous study (Tsuchiya *et al.*, 1986; Ruengsawang and Yeemin, 1997). Density of *D. setosum* were higher in the shallowest zone, especially in June 1998, after coral bleaching phenomenon. Coral mortality and increasing of filamentous algae corresponded with increasing in population density of *D. setosum* (Glynn, 1988; Eakin, 1996).

Bioerosion rates by *D. setosum* in this study depend on population density, thus all the shallowest zones of the coral communities show the higher bioerosion rates than the other zones. The increasing of density of *D. setosum* after coral bleaching phenomenon also resulted in increasing the rates of bioerosion.

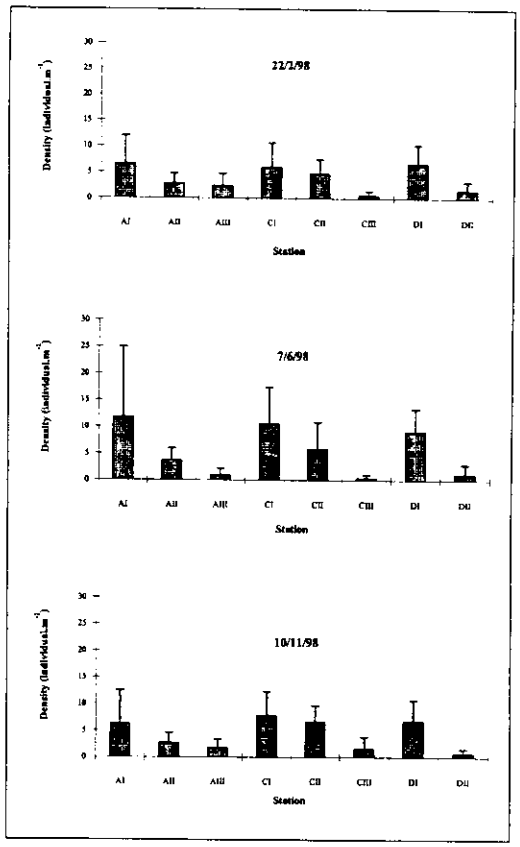


Fig. 2. Population densities of a sea urchin, *Diadema setosum*, in coral communities at Khang Khao Island during February to November 1998

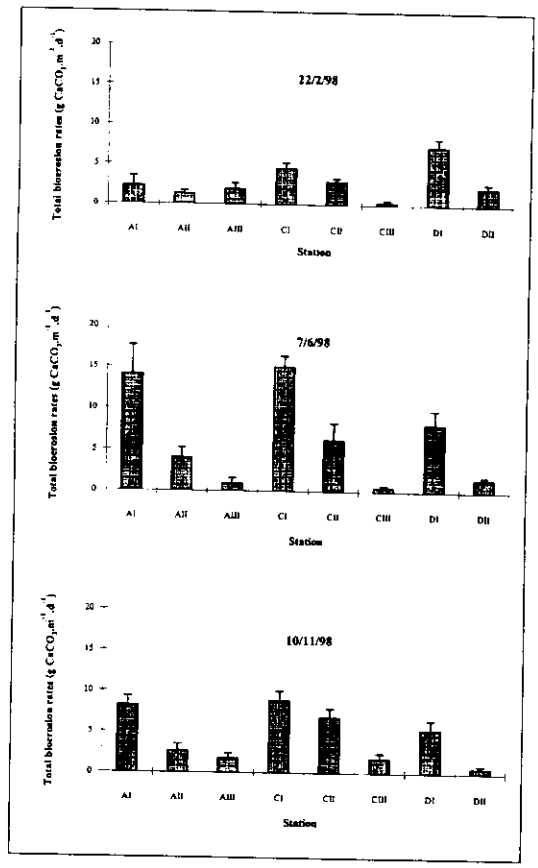


Fig. 3. Total bioerosion rates by *Diadema setosum* in coral communities at Khang Khao Island during February to November 1998

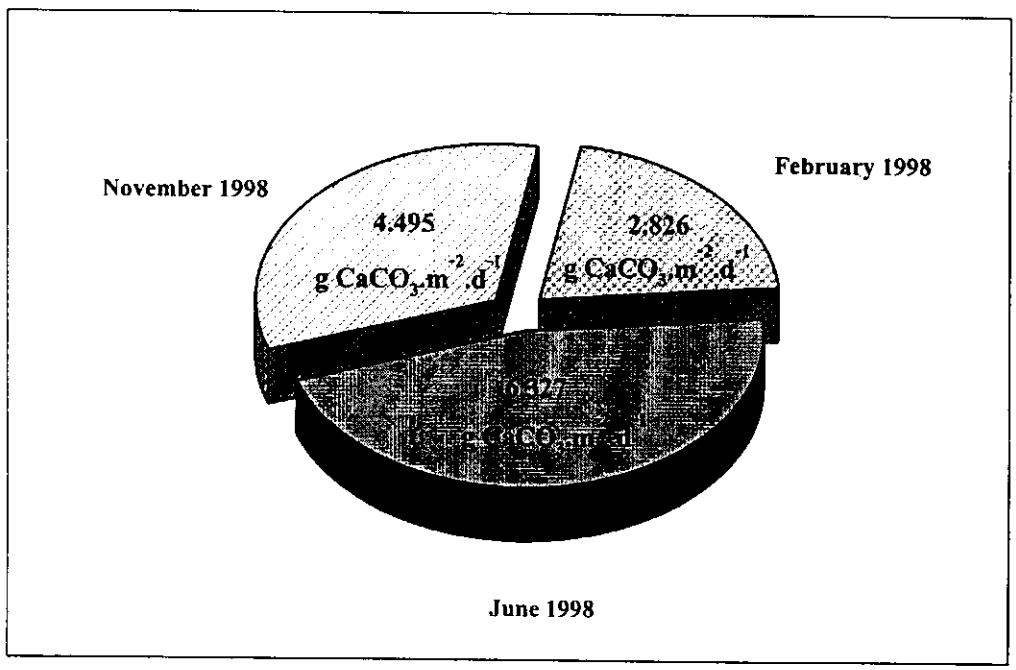


Fig. 4. Total bioerosion rates in different sampling periods of this study

CONCLUSIONS

1. Population density of the sea urchin, *Diadema setosum*, decreases from nearshore to seaward.
2. Bioerosion rates depend on density of *D. setosum*.
3. Coral bleaching can be resulted in increasing bioerosion rates.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541003. Ramkhamhaeng University supported all facilities of this research.

REFERENCES

BAK, R. P. M. 1990. Pattern of echinoid bioerosion in two Pacific coral reef lagoons. Mar. Ecol. Prog. Ser. 66: 267-272.

BAK, R. P. M. 1994. Sea urchin bioerosion on coral reef: place in the carbonate budget and relevant variables. Coral Reefs 13: 99-103.

BIRKELAND, C. 1988. The influence of echinoderm on coral-reef communities. In JANGOUX, M. AND J. M. LAWRENCE (eds.), Echinoderm studies, Vol. 3, pp. 1-79. AA. Balkema, Rotterdam.

BRUGGEMANN, J. H., A. M. VAN KESSEL, J. M. VAN ROOIJ AND A. M. BREEMAN. 1996. Bioerosion and sediment ingestion by the Caribbean parrotfish *Scarus vetula* and *Sparisoma viride*: implications of fish size, feeding mode and habitat use. Mar. Ecol. Prog. Ser. 134: 59-71.

EAKIN, C. M. 1996. Where have all the carbonates gone? A model comparison of calcium carbonate budgets before and after the 1982-1983 El Nino at Uva Island in the eastern Pacific. Coral Reefs 15: 109-119.

GLYNN, P. W., G. M. WELLINGTON AND C. BIRKELAND. 1979. Coral reef growth in the Galapagos: limitation by sea urchins. Science 203: 47-49.

GLYNN, P. W. 1988. El Nino warming, coral mortality and reef framework destruction by echinoid bioerosion in the eastern Pacific. Galaxea 7: 129-160.

GLYNN, P. W. 1997. Bioerosion and coral-reef growth: a dynamic balance. In BIRKELAND, C. (ed.), Life and death on coral reefs, pp. 68-95. Chapman & Hall, New York.

HUNTER, I. G. 1977. Sediment production of *Diadema antillarum* on a Barbados fringing reef. Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp. 2: 105-109.

HUTCHINGS, P. A. 1986. Biological destruction of coral reef: a review. Coral Reefs 4: 239-252.

MOKADY, O., B. LAZAR AND Y. LOYA. 1996. Echinoid bioerosion as a major structuring force of red sea coral reef. Biol. Bull. 190: 367-372.

NEUMANN, A. C. 1966. Observations on coastal bioerosion in Bermuda and measurements of the boring rate of the sponge *Cliona lampal Limnol.* Oceanog. 11: 92-108.

REAKA-KUDLA, M. L., J. S. FEINGOLD AND P. W. GLYNN. 1996. Experimental studies of rapid bioerosion of coral reefs in the Galapagos Islands. Coral Reefs 15: 101-107.

RISK, M. J., P. W. SAMMACRO AND E. N. EDINGER. 1995. Bioerosion in *Acropora* across the continental shelf of the Great Barrier Reef. Coral Reefs 14: 79-86.

RUENGSAWANG, N. AND T. YEEMIN. 1998. Long-term changes of distribution and abundance of a sea urchin, *Diadema setosum*, in coral communities of Khang Khao Island, Inner Gulf of Thailand. Proceedings of the 8th JSPS joint seminar on marine science: marine conservation and resource rehabilitation, Chiangrai, Thailand, pp. 215-220.

SCOFFIN, J. P., C. W. STEARN, D. BOUCHER, P. FRYDL, I. G. HAWKINS AND J. K. MACGEACHY. 1980. Calcium carbonate budget of a fringing reef on the west coast of Barbados part II: erosion, sediments and internal structure. Bull. Mar. Sci. 30: 475-508.

STEARN, C. W. AND T. P. SCOFFIN. 1977. Carbonate budget of a fringing reef, Barbados. Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp. 2: 471-476.

TSUCHIYA, M., Y. NAKASONE, R. MOORDEE AND V. MANTHACHITRA. 1986. Distribution of subtidal macrobenthic animals around the Sichang Islands, the Gulf of Thailand. Galaxea 5: 75-96.

DENSITIES OF MEIOBENTHIC FAUNA IN VARIOUS HABITATS OF PHUKET ISLAND

Supawadee Chullasorn

Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkapi, Bangkok 10240

บทคัดย่อ

ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแหล่งอาศัยที่แตกต่างกันของเกาะภูเก็ต

สุภาวดี จุลละศร

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

เก็บตัวอย่างดินในแหล่งอาศัยที่แตกต่างกัน 5 แห่งของเกาะภูเก็ต ได้แก่ หาดกะตะ (สถานี 1 ทรายละเอียด) หาดไนยาง (สถานี 2 ทรายหยาบ) แหลมพันวา (สถานี 3 ปะการัง) และบ้านป่าคลอก (สถานี 4 โกงกาง และ สถานี 5 หญ้าทะเล) เพื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ผลการศึกษาพบ nematodes มีความหนาแน่นมากที่สุด 55.89% และ 70.79% ของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กทั้งหมด ในเดือนตุลาคม และเดือนมกราคม ตามลำดับ copepods มากเป็นอันดับสอง โดยพบหนาแน่น 14.54% ในเดือนตุลาคม และ 7.21% ในเดือนมกราคม ส่วนสัตว์หน้าดินขนาดเล็กกลุ่มอื่น ๆ ที่พบทั้งในเดือนตุลาคมและมกราคม ได้แก่ polychaetes, oligochaetes, nemerteans, turbellarians, crustacean nauplii, ostracods, tardigrades, kinorhynchs, amphipods, isopods, tanaidaceans, cumaceans, sipunculans, halacarids, gastrotrichs, bivalves, rotifers and insects สำหรับ cladocerans และ sea stars เป็นสัตว์อีก 2 กลุ่มที่พบเฉพาะในเดือนมกราคม ได้คำนวณหาความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในแต่ละแหล่งอาศัย พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขนาดของดินตะกอน และความเค็มของน้ำทะเลมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ขณะที่ปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณอินทรียสารอาจไม่มีผลต่อความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก

คำหลัก : สัตว์หน้าดินขนาดเล็ก, เกาะภูเก็ต, nematodes

INTRODUCTION

Meiofauna is found in a wide diversity of habitats, both in vegetated and unvegetated areas, inhabiting in soft bottoms, such as sand, mud, and silt. Although there are several studies from many countries reporting on the meiofauna (Ganapati *et al.*, 1962; McIntyre, 1969; Martinez, 1975; Coull and Fleeger, 1977, Higgins and Fleeger, 1980; Ansari and Ingole, 1983; Aryuthaka, 1985; Phillips and Fleeger, 1985; Hicks, 1986; Coull, 1990; Iwasaki, 1993), few researches from Thai waters have been conducted (Nozawa *et al.*, 1983; Aryuthaka, 1991; Chullasorn, 1991; 1992; 1997; Angsupanich *et al.*, 1997). Dexter (1996) has studied sandy beach macrofauna communities of Phuket Island and suggested that tropical sandy beaches of Thailand have greater faunal diversity than most temperate beaches.

Natural resources along the west coast of Thailand, the Andaman Sea, are abundant and varied. Dominant coastal ecosystems are mangroves, coral reefs and seagrass beds; six species of seagrasses are found in Banpaklok, Phuket Island (Chansang and Poovachiranon, 1994). Dexter (1996) also reported that from the north to the south, there are 12 sandy beaches locate on Phuket Island. As there are no plublished data on either population density or seasonal abundance of meiofauna in different habitats, therefore, Phuket Island is one of the most suitable study sites for meiofaunal research.

The purpose of this study is to determine: 1) the density of meiobenthic fauna communities in various habitats of Phuket Island, 2) the vertical distribution of meiofauna in different habitats, 3) environmental factors in relation to the meiofauna community at the sampling sites.

STUDY AREA

The study area is located at Phuket Island of which situated in the Andaman Sea along the west coast of southern Thailand (8° N, 98° 20'E, Fig. 1). There are two dominant seasons: a rainy season predominated by southwest monsoon (May-October) and a dry season predominated by northeast monsoon (November-April). Along the west coast of Phuket Island, the shoreline comprises several sandy beaches. In contrast, along the east coast, large area are covered with muddy mangrove forests and the water is mixed with fresh water running off from many localities (Limpsaichol, 1981; Chansang and Poovachiranon, 1994).

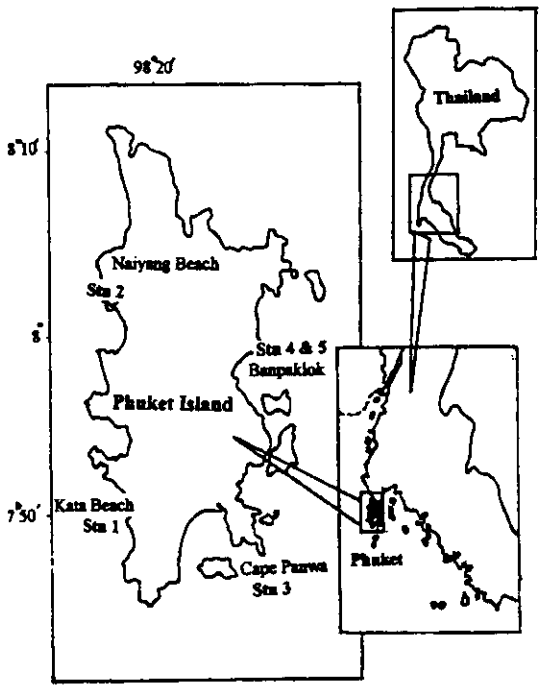


Fig. 1. Sampling site Phuket Island, Thailand

Five sampling sites (stations or habitats) are selected. Site I is fixed at Kata Beach (Stn 1, fine sand) and Site II at Naiyang Beach (Stn 2, coarse sand). Site III is located at Cape Panwa (Stn 3, coral area, *Acropora* sp. and *Pocillopora* sp.). Site IV is fixed at Banpaklok (Stn 4, mangrove area, *Rhizophora* sp. and *Avicennia* sp.) and Site V is also located at Banpaklok (Stn 5, seagrass area, *Enhalus acoroides*).

METHODOLOGY

In the Field

Sampling was done during low tide in October 1998 (rainy season) and in January 1999 (dry season). Sediment samples were taken by using a plastic hand corer which has an inner diameter of 3.5 cm and 10 cm in length, circumscribing an area of equivalent to 10 cm^2. The corer was inserted into the sediment up to a depth of 5 cm and removed vertically from the substrate. Within each station (habitat), four plots (locales) were marked with 25x25 cm area per plot, and four replicate core samples were used to randomly take the substrate (sixteen replicate cores per station). Ten additional cores were simultaneously collected in adjacent undisturbed sediment for particle-size analysis and measurement of organic content.

All cores were cut at 1 cm interval to a depth of 5 cm. Each individual core fraction was put into a plastic bag with 10% formalin containing 0.5% Rose Bengal stain. Salinity was obtained by refraction salinometer. Dissolved oxygen and temperature were measured by using Ysi Model 57 Oxygen meter and pH by pH meter.

In the Laboratory

Sediment samples were extracted by washing through a 63 μm sieve, only the stained animals were picked out by tiny loops, then the meiofauna taxa were counted and preserved in 6% formalin. As foraminiferans and gastropods were not stained by Rose Bengal sulution, therefore, data of these two groups were not included in the results. Sorting has to be done under the stereomicroscope with at least a maximum magnification of 40x (Westheide and Purschke, 1988). The specimens of meiofauna were selected for further study using photomicrography.

Particle-size analysis was done by sieving 20 gDW sediment sample through a series of sieves with mesh sizes of 2 mm, 1 mm, 500 μm, 250 μm, 125 μm, 63 μm, <63 μm. The weight of the sediment retained on each sieve was converted to a percentage of the total weight for comparison with Wentworth scale (Buchanan, 1971). The organic content in the sediment was determined by ignition method, organic content was expressed as percentage of ash free dry weight (Buchanan and Kain, 1971).

One-way analysis of variance (ANOVAs) were conducted to compare significant differences in the meiofauna density at each cm depth (from 1 to 5 cm) in each station, while two-way analysis of variance (ANOVAs) were used to compare significant differences among stations from Stn 1 to Stn 5, and between months (October and January).

RESULTS

Abundance of Meiofauna

The total number of individual meiofauna groups at all stations are shown in Table 1. The lowest and highest numbers of meiofauna were found at Stn 2 (coarse sand) at Naiyang Beach in October (rainy season) and Stn 5 (seagrass) at Banpaklok in January (dry season) ranged from 434 to 8,174 number per 10 cm^2 respectively. Twenty groups of meiofauna occurred in October and twenty-two groups in January. Members of foraminiferans and gastropods were not included in Table 1 (as mentioned in the methodology).

According to Table 1, Fig. 2 and Fig. 5-6, in October, nematodes were the most abundant group at almost all stations except Stn 1 (fine sand) at Kata Beach, comprising 55.89% of the total meiofauna. Copepods were the second most abundance comprising 14.54%, followed by crustacean nauplii 9.16%, oligochaetes 3.28%, polychaetes 2.63%, turbellarians 2.58%, nemerteans 0.44%, and other groups of meiofauna 11.49%, including tardigrades, gastrotrichs, ostracods, tanaidaceans, halacarids, kinorhynchs, cumaceans, amphipods, isopods, bivalves, insects, rotifers, sipunculans and unidentified animals.

Table 1. Mean total number per 10 cm^2 in various habitats in October 1998 and January 1999

Habitat	Kata Beach		Naiyang Beach		Cape Panwa		Banpaklok		Banpaklok	
Meiofaunal taxa	Stn 1 (Fine sand)		Stn 2 (Coarse sand)		Stn 3 (Coral)		Stn 4 (Mangrove)		Stn 5 (Seagrass)	
	Oct-98	Jan-99	Oct-98	Jan-99	Oct-98	Jan-99	Oct-98	Jan-99	Oct-98	Jan-99
Nematoda	544	1,802	184	2,554	4,782	3,990	2,124	3,975	2,317	6,828
Copepoda	862	33	28	309	797	594	573	344	328	672
Polychaeta	28	5	4	143	290	242	97	32	49	18
Oligochaeta	0	0	0	10	442	117	92	8	49	17
Nemertina	67	118	8	59	0	62	3	82	1	21
Turbellaria	304	1,155	127	972	9	422	13	145	6	49
Nauplii	730	14	14	79	395	533	344	208	148	381
Ostracoda	10	1	0	0	27	21	27	19	4	15
Tardigrada	1	26	2	9	19	20	1,445	120	5	103
Kinorhyncha	0	0	0	1	1	3	9	19	2	2
Amphipoda	0	0	0	3	6	19	1	2	1	0
Isopoda	6	1	1	5	0	3	0	0	0	0
Tanaidacea	0	0	0	0	13	4	2	4	0	3
Cumacea	0	0	0	1	0	0	7	1	2	2
Sipuncula	0	0	0	2	0	4	1	7	1	3
Halacaroidea	5	0	3	2	2	1	0	0	3	3
Gastrotricha	92	1	39	336	1	0	0	0	0	0
Bivalvia	0	9	0	16	3	11	0	23	0	17
Rotifera	0	0	4	0	0	3	0	4	2	0
Insecta	0	0	0	0	0	0	1	0	4	1
Cladocera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Asteroidea	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Others	123	16	20	58	34	52	46	40	43	52
Total	2,772	3,181	434	4,559	6,821	6,102	4,785	5,033	2,965	8,188

In January, nematodes were also the most dominant group of all stations, comprising 70.79% of total meiofauna. turbellarians were the second in abundance, comprising 10.14%, followed by copepods 7.21%, crustacean nauplii 4.49%, polychaetes 1.63%, nemerteans 1.26%, oligochaetes 0.56%, and other groups of meiofauna 3.90%, including gastrotrichs, tardigrades, bivalves, ostracods, kinorhynchs, amphipods, sipunculans, tanaidaceans, isopods, halacarids, rotifers, cumaceans, cladocerans, insects, sea stars and unidentified animals.

Statistical Analysis

The mean total numbers of meiofauna at Stns 1-5 in October and January were compared. Densities of meiofauna were at their peak in January at almost all stations, except Stn 3 (Fig. 3). Two-way ANOVA (Table 2) demonstrates significant variation in numbers of meiofauna between October and January (P=0.001) as well as among Stns 1-5 (P=0.000). There is a statistical significant differences between numbers of meiofauna at Stns 1-5 in October and January. (P=0.003).

Fig. 4 indicates the vertical distribution of meiofauna, the highest densities were found at 1 cm depth of sediment in Stns 3-5; while 2 cm depth of sediment were found in Stn 1 and 5 cm depth of sediment in Stn 2. This occurred in similar patterns in October and January.

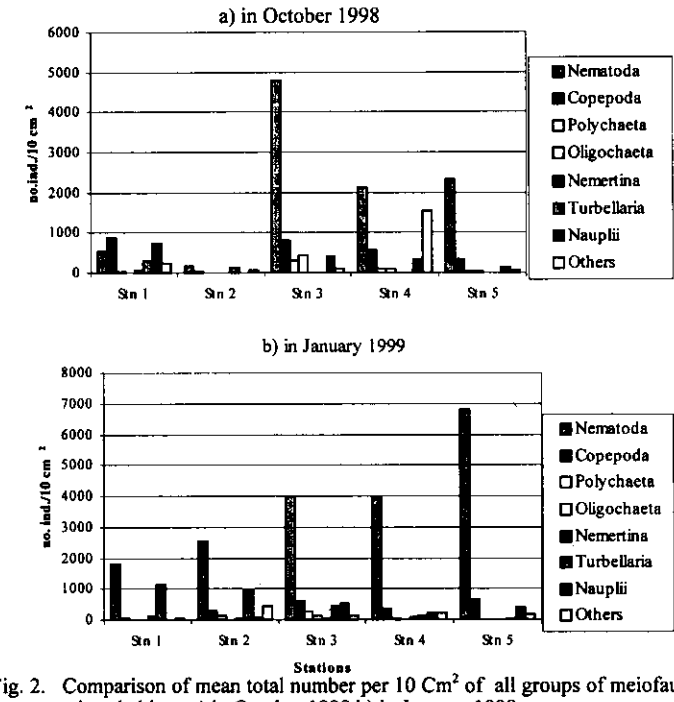


Fig. 2. Comparison of mean total number per 10 Cm^2 of all groups of meiofauna in various habitats a) in October 1998 b) in January 1999

Table 2. Two-way ANOVA comparing mean total numbers of meiofauna among stations and between months

Source of variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Month	2146469	1	2146469.900	12.607	0.001
Station	5742116	4	1435528.975	8.432	0.000
Month x Station	3466496	4	866623.900	5.090	0.003
Residual	5107661	30	170255.383		
Total	16462742	39			

ANOVAs (Table 3) were calculated based on data from mean total number of each cm depth of sediment combined from four replicate cores in each plot of each station. In October, Stns 3-5 showed densities significant differences of meiofauna densities between interval levels of sediment. In January, only Stn 1 showed no-significant difference between meiofauna density and depth of sediment.

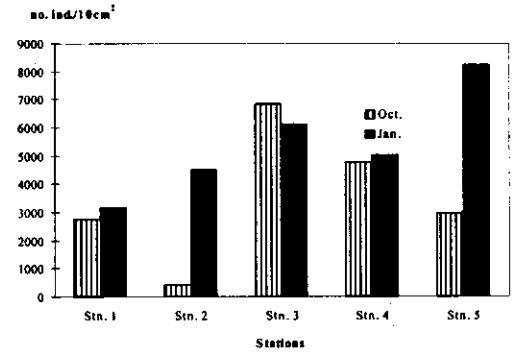


Fig. 3. Mean total number per 10 Cm^2 of meiofauna in each station in October 1998 and January 1999

Physico-Chemical Characteristics

A summary of the grain-size characteristics of the study sites is presented in Table 4. The sediment were extremely diverse. The distribution of sediment particle-size was different between October and January. According to Wentworth's size classification of sediment (Buchanan, 1971), Stn 1 at Kata Beach is characterized by fine sand, Stn 2 at Naiyang Beach is coarse sand, Stn 3 at Cape Panwa is gravel, fine sand and mud. Stn 4 and Stn 5 at Banpaklok are characterized by fine sand and mud.

Table 3. Summary of significant (P=0.05)* correlation between mean vertical density of meiofauna and various habitats in the study area in October 1998 and January 1999

October

Stn 1		Stn 2		Stn 3		Stn 4		Stn 5	
Mean	P	Mean	P	Mean	P	Mean	P	Mean	P
114.00	0.6353	18.25	0.6552	862.50	0.0000	893.50	0.0002	459.50	0.0000
233.00	n.s.	15.00	n.s.	378.00	*	158.50	*	168.50	*
117.00		12.00		238.25		62.50		46.75	
116.00		27.25		102.25		47.50		38.25	
112.25		35.25		124.50		22.00		28.25	

January

Stn 1		Stn 2		Stn 3		Stn 4		Stn 5	
Mean	P	Mean	P	Mean	P	Mean	P	Mean	P
165.25	0.7676	80.75	0.0046	671.75	0.0008	750.25	0.0001	904.75	0.0000
196.75	n.s.	157.00	n.s.	331.00	*	224.75	*	544.75	*
164.75		234.75		215.00		104.25		296.00	
130.50		316.75		156.25		84.50		177.50	
138.00		339.25		150.25		94.50		133.75	

* = significant n.s. = no significant

Table 4. Grain-size characteristics in various habitats of Phuket Island in October 1998 and January 1999

		2 mm	1 mm	500 µm	250 µm	125 µm	63 µm	< 63 µm
Kata Beach Stn 1	Oct-98	0	0.02	1.73	61.53	33.85	0.25	2.62
	Jan-99	0.32	0.08	0.5	10.22	48.76	36.77	3.35
Naiyang Beach Stn 2	Oct-98	0.06	2.56	34.77	49.01	11.85	0.18	1.57
	Jan-99	0.07	2.56	18.06	35.41	37.29	4.5	2.11
Cape Panwa Stn 3	Oct-98	13.79	10.62	6.65	8.4	45.64	9.26	5.64
	Jan-99	12.88	9.34	7.42	11.77	45.14	7.83	5.62
Banpaklok Stn 4	Oct-98	1.06	1.33	4.05	14.09	41.98	14.08	23.41
	Jan-99	1.31	2.76	9.65	19.62	29.01	10.96	26.69
Banpaklok Stn 5	Oct-98	0.28	1.71	7.19	22.48	38.95	10.21	19.18
	Jan-99	0.72	1.84	8.98	15.04	30.41	19.77	23.24

Table 5. Environmental factors in various habitats of Phuket Island in October 1998 and January 1999

		Salinity (‰)	Temp. (C)	D.O. (mg/l)	pH	Org. matter (%)
Stn 1	Oct-98	30	29.5	5	8.3	1.04
	Jan-99	35	31	9	8.2	2.45
Stn 2	Oct-98	25	29	7.5	8.2	2.14
	Jan-99	35	29	8.8	8.4	2.38
Stn 3	Oct-98	35	28	5	8.2	3.92
	Jan-99	35	28	8.7	8.5	3.41
Stn 4	Oct-98	30	29	5	7.6	3.32
	Jan-99	35	31.8	9.1	9.9	2.19
Stn 5	Oct-98	30	29	5.5	7.7	1.6
	Jan-99	35	29	8.5	8.6	30.41

Environmental data is given in Table 5. Salinity showed fluctuation between 25 and 30% for October, and higher at 35% in January at all stations. Temperature of seawater ranged from 28°C (October) to 31.8°C (January). Dissolved oxygen varied from 5 mg/l for October to 9.1 mg/l for January, pH ranged from 7.6 for October to 9.9 for January. Organic matter in the sediment was measured between 1.04%-3.92% for October and 1.58%-3.41% for January.

DISCUSSION

Information on meiofauna population density in Thailand is limited. This is the first report on the study of meiobenthic fauna from different habitats in Phuket Island . Densities of several meiofauna groups were compared and shown in Table 1 and Fig. 2. Hogue (1978) suggested that nematodes and harpacticoid copepods are the most dominant taxa in all sediments, although there are occasions when another taxon may take over first or second place. This was agreed by Tietjen (1969, 1977), Martinez (1975), Bell (1979), Nozawa *et al.* (1983), Aryuthaka (1985, 1991), Ingole *et al.* (1987), Chullasorn (1991, 1992), Angsupanich *et al.* (1997).

Correlations of the vertical distribution of meiofauna with depth of sediment showed significant differences among stations and between months, except at Stn 1 and Stn 2 in October, and at Stn 1 in January (Table 3, and Fig. 4). The present study agreed well with McIntyre (1969), Coull and Bell (1979), Aryuthaka (1985, 1991) and Angsupanich *et al.*(1997) that in the mud all fauna is concentrated on the upper 1 cm, whereas in the sand the fauna is distributed to a depth of

10-15 cm. The result was shown in Fig. 2 which indicated that the maximum number of meiofauna inhabits in fine sand at Kata Beach (Stn 1) in 2 cm depth, and the fauna inhabit deeper in coarse sand at Naiyang Beach (Stn 2), therefore, the meiofauna were found with maximum number at 5 cm depth. The meiofauna are restricted to the well-oxygenated sediment surface (Tietjen, 1969).

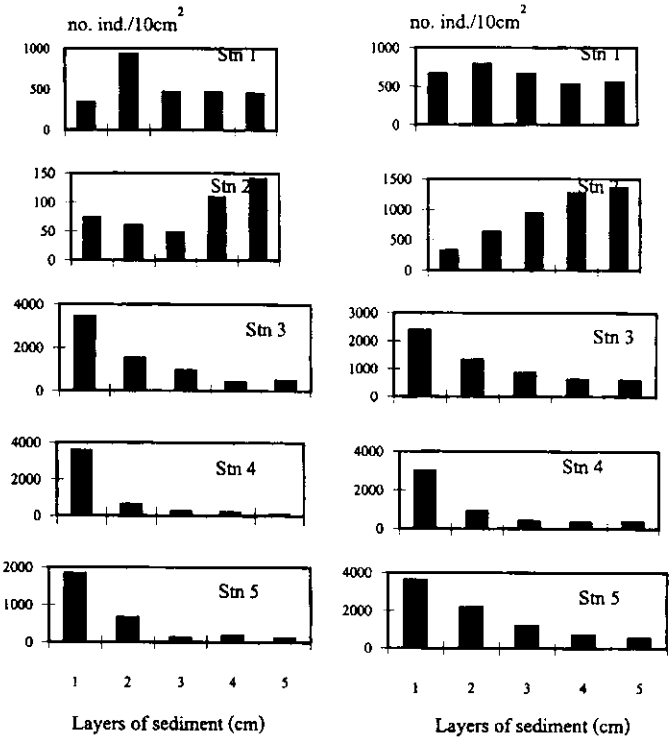


Fig. 4. Mean total number per 10 Cm^2 of meiofauna in each layer of sediment in October 1998 (left) and in January 1999 (right)

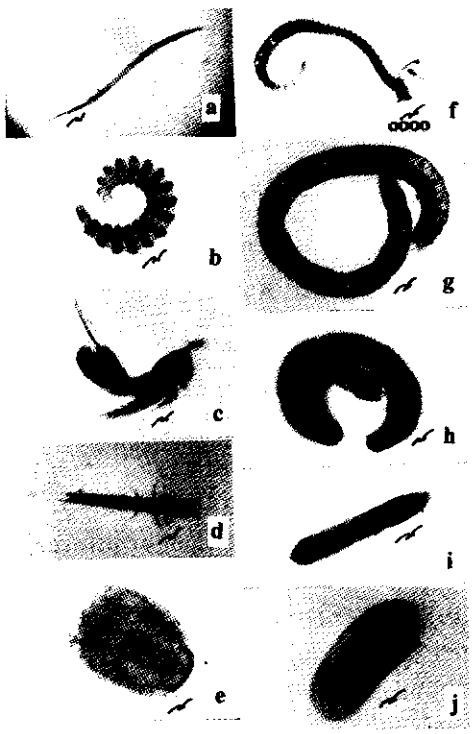


Fig. 5. Meiofauna a) Nematode b) Ringed Nematode c) Ovigerous Copepod d) Copepod e) Nauplius f) Polychaete g) Oligochaete h) Nemertean i) Turbellarian j) Ostracod

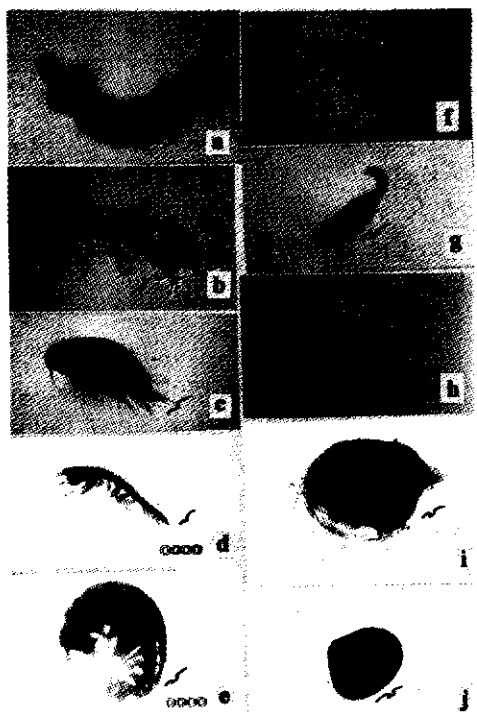


Fig. 6. Meiofauna a) Kinorhynch b) Tardigrade c) Isopod d) Tanaid e) Amphipod f) Gastrotrich g) Sipunculan h) Rotifer I) Cladoceran j) Bivalve

The mean total numbers of meiofauna were highest at Stn 5 in seagrass area in January. This was supported by Bell (1979) and Fleeger (1980) that meiofauna are abundant in vegetated, seagrass systems.

The present study showed that the densities of meiofauna were affected by types of sediment. According to Wieser (1959), many taxa are restricted to particular sediment types. Moreover, density of meiofauna at Naiyang Beach decreased at low salinity (25%) this is also agrees with McIntyre (1969) and Findley (1981). The organic matter and other environmental factors seemed not to affect the numbers of meiobenthic fauna, nevertheless, horizontal patchiness of meiofauna distribution were found in the present study. This result is also supported by the study of Harris (1972).

CONCLUSIONS

1. Meiofauna inhabit in upper surface of soft sediment, such as mud, sandy mud but inhabit deeper in fine sand and coarse sand respectively.
2. Density of meiofauna decreases with depth in natural sediment.
3. Many taxa are restricted to particular sediment types.
4. There are horizontal patchiness of meiofauna distribution in natural habitats.
5. Nematodes are the most abundant group and copepods rank second in almost all habitats.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 141039. I wish to express my sincere gratitude to Professor Dr. Robert P. Higgins of the National Museum of Natural History, Smithsonian Institution for his guidance. To Prof. Dr. Visut Baimai, Director of the BRT Program and Ms. Rungsima Kumhom, Secretary of BRT Program for their continuous encouragement. To Mr. Jate Pimolchinda, Director of Andaman Sea Fisheries Development Center, Marine Fisheries Division for the use of the facilities and equipments. Thanks also go to Mr. Pirochana Saikliang and Ms. Jintana Jindalikit, Fisheries Biologists of the Upper Gulf of Marine Fisheries Development Center, for statistical analysis; Mr. Chaiyasit Wattanawangjongsuk, Ms. Prangtip Silapavijit and Ms. Laksika Kuntungkul for their assistances in collecting and sorting the meiofauna samples. I would like to express my sincere thank to Ms. Pensri Boonruang, Senior Fisheries Officer for her suggestion and constructive criticism of this manuscript.

REFERENCES

ANGSUPANICH, S., I. PHROMTHONG AND K. SRICHUER. 1997. Meiofauna in Thale Sap Songkhla, ,agoonal lake in southern Thailand. Journal of Science Society of Thailand 23: 347-358.

ANNAPURNA, C. AND D. V. RANA SARMA. 1986. Distribution of living benthic ostracods in the Bimili backwaters (Gosthani estuary), east coast of India. Indian Journal of Marine Sciences 15: 174-176.

ARTHERSUCH, J. 1979. The ecology and distribution of the littoral ostracods of Cyprus. Journal of Natural History 13: 135-160.

ARYUTHAKA, C. 1985. Ecological studies on sediment meiofauna in a seagrass (Zostera marine) bed, with special reference to nematodes. Bulletin of Japanese Association Benthology 28: 42-62.

ARYUTHAKA, C. 1991. Meiofauna community in Khung Kraben bay, Chanthaburi, eastern Thailand. Thai Marine Fisheries Research Bulletin 2: 47-58.

BELL, S. S. 1979. Short and long-term variation in a high marsh meiofauna community. Estuarine and Coastal Marine Science 9: 331-350.

BELL, S. S., M. C. WATZIN AND B. C. COULL. 1978. Biogenic structure and its effect on the spatial heterogeneity of meiofauna in a salt marsh. Journal of Experimental Marine Biological Ecology 35: 99-107.

BUCHANAN, J. B. 1971. Measurement of the physical and chemical environment. Sediment analysis. In HOLME, N. A. AND A. D. MCINTYRE (eds.), Methods for the study of marine benthos. IBP Handbook. No. 16. Blackwell, Oxford. pp. 41-65.

BUCHANAN, J. B. AND J. M. KAIN. 1971. Measurement of the physical and chemical environment. In HOLME, N. A. AND A. D. MCINTYRE (eds.), Marine benthos. Blackwell, Oxford. xii+344 pp.

CHANSANG, H. AND S. POOVACHIRANON. 1994. The distribution and species composition of seagrass beds along the Andaman sea coast of Thailand. Phuket Marine Biological Center Research Bulletin 59: 43-52.

CHULLASORN, S. 1991. Preliminary study on meiofauna abundance at Rawon canal, eastern Thailand. Journal of Ramkamhaeng University 4(2): 8-14.

CHULLASORN, S. 1992. Distribution of meiofauna inside and outside seagrass patchus, Khung Kraben bay, eastern coast of Thailand. Proceedings of the 14th Biannual Conference of the Asian Association for Biology Education. pp. 197-214.

CHULLASORN, S. 1997. Distribution of harpacticoid copepods in seagrass area, Halodule pinifolia (Miki) den Hartog. Proceedings of the 8th Joint Seminar on Marine Science, NRCT/JSP. pp. 65-78.
COULL, B. C. 1970. Shallow water meiobenthos of the Bermuda platform. Olcologia (Berl.) 4: 325-357.
COULL, B. C. 1988. Ecology of the marine meiofauna. In HIGGINS, R. P. AND H. THIEL (eds.), Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. pp. 18-38.
COULL, B. C. 1990. Are numbers of the meiofauna food for higher trophic levels?. Transaction American Microscopical Society 109(3): 233-246.
COULL, B. C. AND S. S. BELL. 1979. Perspectives of marine meiofaunal ecology. Ecological Progress in Coastal and Marine Systems 276: 189-213.
DEXTER, D. M. 1996. Tropical sandy beach commonities of Phuket island, Thailand. Phuket Marine Biological Center Research Bulletin, 61: 1-28.
FINDLEY, S. E. G. 1981. Small-scale spatial distribution of meiofauna on a mud- and sand-flat. Estuarine, Coastal and Shelf Science 12: 471-484.
FLEEGER, J. W. 1980. Community structure of an estuarine meiobenthic copepod assemblage. Estuarine and Coastal Marine Science 10: 107-118.
FLEEGER, J. W., G. T. CHANDLER, G. R. FITZHUGH AND F. E. PHILLIPS. 1984. Effects of tial currents on meiofauna densities in vegetated salt marsh sediments. Marine Ecology-Progress Series 19: 49-53.
FLEEGER, J. W., T. ZHICAN AND R. P. HIGGINS. 1983. Preliminary study on the ecology of meiobenthic Copepoda and Kinorhyncha off the Changjiang estuary and adjacent waters. Proceedings of the International Symposium on Sedimentaltion on the Continental Shelf, with Special Reference to the East China Sea 2: 937-496.
GANAPATI, P. N. AND G. C. RAO. 1962. Ecology of the interstitial fauna inhabiting the sandy beaches of Waltair coast. Journal of Marine Biological Association of India 4: 44-57.
GERLACH, S. A. 1971. On the importance of marine meiofauna for benthos communities. Oecologia (Berl.) 6: 176-190.
GRAY, J. S. 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge University Press, London. 185 p.
HARRIS, R. P. 1972. The distribution and ecology of the interstitial meiofauna of a sandy beach at White Sand bay, east Cornwall. Journal of the Marine Biological Association, U.K. 52: 1-18.
HART, C. W. (JR.) AND D. G. HART. 1979. Ostracods (Arthropoda: Crustacea: Ostracoda). Pollution ecology of estuarine invertebrates. Academic Press, London. pp. 127-144.
HICKS, G. R. F. 1977. Observations on substrate preference of marine phytal harpacticoids (Copepoda). Hydrobiologia 56: 7-9.
HIGGINS, R. P. AND H. THIEL (eds.). 1988. Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Press, Washington D.C. 488 p.
HIGGINS, R. P. AND J. W. FLEEGER. 1980. Seasonal changes in the population structure of Echinoderes coulli (Kinorhyncha). Estuarine and Coastal Marine Sciences 10: 495-505.
HOUGE, E. W. 1978. Spatial and temporal dynamics of a subtidal estuarine gastrotrich assemblage. Marine Biology 49: 211-222.
INGOLE, B. S., Z. A. ANSANI AND A. H. PARULEKAR. 1987. Meiobenthos of Saphala salt marsh, west coast of India. Indian Journal of Marine Sciences 16: 110-113.
IWASAKI, N. 1993. Distribution of meiobenthic copepods from various habitats in Pauatahanui Inlet, New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 27: 399-405.
LIMSAICHOL, P. 1981. Environmental factors estimated at PMBC. Phuket Marine Biological Center Research Bulletin 28: 23-26.
MARLIZEZ, E. A. 1975. Marine meiofauna of a New York City beach, with particular reference to Tardigrada. Estuarine and Coastal Marine Science 3: 337-348.
MCINTYRE, A. D. 1969. Ecology of marine meiobenthos. Biological Reviews 44: 245-290.
McLACHLAN, A. 1978. A quantitative analysis of the meiofauna and the chemistry of the redox potential discontinuity zone in a sheltered sandy beach. Estuarine and Coastal Marine Science 7: 275-290.
NOZAWA, K., N. YOSHIKAWA AND S. SHOKITA. 1983. Mangrove meiofauna in Thailand. Bulletin prepared by grants from the Japanese Ministry of Education Sciences and Culture. pp. 64-72.
PHILLIPS, F. E. AND J. W. FLEEGER. 1985. Meiofauna meso-scale variability in two estuarine habitats. Coastal and Shelf Sciences 21: 745-756.
SANDERS, H. L. 1958. Benthic studies in Buzzard's bay. I. Animal-sediment relationships. Limnology and Oceanography 3: 245-258.
SMITH, L. D. AND B. C. COULL. 1987. Juvenile spot (pisces) and gross shrimp predation on meiobenthos in muddy and sandy substrata. Journal of Experimental Marine Biological Ecology 105: 123-136.
SWEDMARK, B. 1964. The interstitial fauna of marine sand. Biological Reviews 39: 1-42.
SWENNEN, C. AND J. I. J. WITTE. 1989. Meiofauna in two intertidal plants in southern Thailand. Wallaceana 55/56: 11-13.
TIETJEN, J. H. 1969. The ecology of shallow water meiofauna in two New England estuaries. Oecologia (Berl.) 2: 251-291.
TIETJEN, J. H. 1977. Population distribution and structure of the free-living nematodes of Long Island Sound. Marine Biology 43: 123-136.
WESTHEIDE, W. AND G. PURSCHKE. 1980. Organism processing. In HIGGINS, R. P. AND H. THIEL (eds.), Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. pp. 146-160.
WIESER, W. 1960. Benthic studies in Buzzard bay II. The meiofauna. Limnology and Oceanography 5: 121-137.

ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่และวิธีเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม ในทะเลหลวงตอนล่าง ทะเลสาบสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย

เสาวภา อังสุภานิช และ อำนาจ ศิริเพชร

ภาควิชาวารีชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

THE MACROZOOBENTHOS COMMUNITY AND AN OPTIMUM SAMPLING PROTOCOL FOR THE LOWER THALE LUANG, SONGKHLA LAGOON IN SOUTH THAILAND

S. Angsupanich and A. Siripech

[1]Department of Aquatic Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

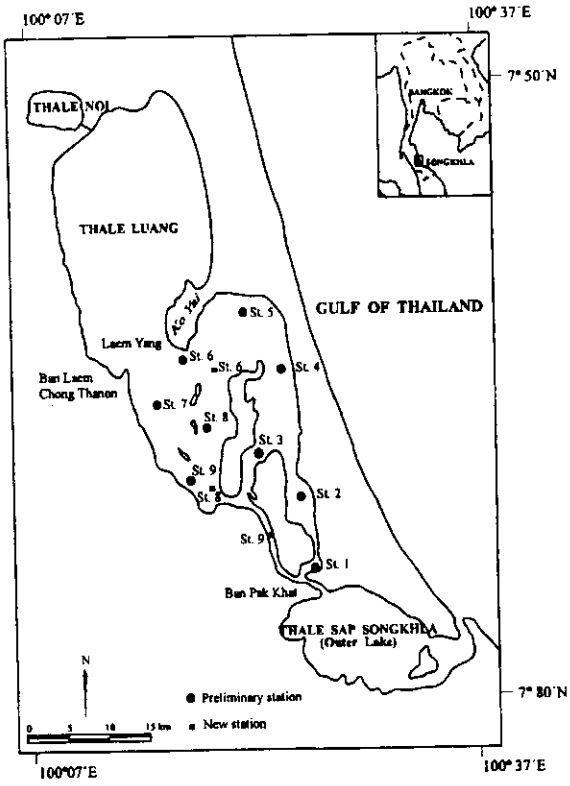
The macrobenthic fauna and sediment in the Lower Thale Luang were investigated in February and April, 1998, at nine stations with a Tamura's grab 0.06 m.^{2} Environmental parameters (depth, temperature, pH, DO, salinity, etc.) did not show wide variation. Sediments were mostly silty and silty clay loam (sandy loam at station 6). A total of 97 species: 30 Polychaeta, 16 Amphipoda, 13 Isopoda, 7 Gastropoda, 6 Chordata, 3 Tanaidacea and other were identified. The highest biomass (97.7 wet wt.g/grab) was found at station 6 in April. A sampling protocol for the assessment of community composition was developed using two sampling schemes: replication and sieving. Firstly, replicate macrobenthic samples were collected at 1, 3, 5, 7, 9 and 11 grabs. Secondly, samples were sieved to isolate two animal size fractions: ≥ 1.0 mm mesh and ≥ 0.5 mm mesh. Comparisons of macrobenthic fauna community compositions among replicates and mesh samples were made using Bray-Curtis Similarity. It was concluded that a minimum of 11 grabs are necessary for a representative sample, and community structure can be most accurately assessed using a 0.5 mm mesh size for sieving.

Key words: Songkhla Lake, macrobenthic fauna, brackish lake, macrobenthos

บทนำ

การศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีการกำหนดขนาดพื้นที่ของเครื่องมือ และจำนวนซ้ำที่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะเลือกใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างที่มีพื้นที่เท่ากันแต่จำนวนซ้ำแตกต่างกัน เช่น การเก็บตัวอย่างด้วย Smith–McIntyre grab ขนาดพื้นที่ 0.1 ม.^{2} กำหนดสถานีละ 5 ซ้ำ (Poore and Rainer, 1979), 6 ซ้ำ (Flint and Holland, 1980) และ 10 ซ้ำ (Ferraro *et al.*, 1991) การนำวิธีการใดมาศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณหนึ่งนั้น Gray (1981) (อ้างโดย Ferraro *et al.*, 1989) กล่าวว่าไม่มีแบบแผนการเก็บตัวอย่างแบบหนึ่งแบบใดที่เหมาะสมต่อทุกสถานที่ ทุกแหล่งที่อยู่ และทุกวัตถุประสงค์ การศึกษาสัตว์หน้าดินส่วนใหญ่ทำในเขตหนาวซึ่งมีโครงสร้างประชาคมสัตว์หน้าดินแตกต่างจากเขตร้อน สัตว์หน้าดินหลายชนิดในเขตร้อนมีขนาดตัวค่อนข้างเล็กและสัตว์วัยอ่อนก็มีขนาดเล็กด้วย การศึกษาความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในทะเลสาบสงขลา บริเวณทะเลหลวงตอนล่างจึงจำเป็นต้องศึกษาจำนวนซ้ำและขนาดตาตะแกรงที่เหมาะสม ช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลาด้วยวิธีการที่ต่างกัน ไพโรจน์และคณะ (2521) ศึกษาสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลาโดยใช้ van Veen grab (ไม่ได้ระบุขนาดพื้นที่) เก็บตัวอย่างจำนวน 5 ซ้ำ แยกตัวอย่างด้วยตะแกรงขนาดตา 1.0 มม. พบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่จำนวน 5 ไฟลัม คือ Annelida, Arthropoda, Mollusca, Nematoda และ Chordata. ในขณะที่ ยงยุทธและนิคม (2540) ศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณเดียวกันแต่ใช้ Ekman grab ขนาดพื้นที่ 0.04 ม.^{2}แยกตัวอย่างด้วยตะแกรงขนาดตา 1.0 มม.เก็บตัวอย่างจำนวน 2 ซ้ำพบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่จำนวน 5 ไฟลัม คือ Annelida, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata และ Nemertina

การวิจัยในครั้งนี้ต้องการรู้ข้อมูลพื้นฐานด้านสัตว์หน้าดินกลุ่มสำคัญในทะเลหลวงตอนล่าง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีสัตว์น้ำอุดมสมบูรณ์พร้อมทั้งค้นคว้าวิธีการที่เหมาะสมและประหยัดค่าใช้จ่ายในการศึกษาสัตว์หน้าดินในเชิงคุณภาพและปริมาณบริเวณชายฝั่งในเขตร้อนเพื่อลดปัญหาการขาดข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการใช้พื้นที่เพื่อการอุตสาหกรรมและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ในทะเลสาบสงขลา



ภาพที่ 1. ทะเลสาบสงขลาและสถานีศึกษา (ทะเลหลวงตอนล่าง)

● 1) บ้านแหลมจาก, 2) บ้านเกาะนางคำ,3) บ้านนาคราช, 4) บ้านเกาะโคบ, 5) บ้านท่าคุระ, 6) บ้านแหลมควายราบ, 7) บ้านหาดไข่เต่า, 8) บ้านเขาชัน, 9) บ้านบางม่วง

■ 6) บ้านแหลมกรวด, 8) บ้านทาวา, 9) บ้านบางตาล

พื้นที่ศึกษา

ทะเลสาบสงขลาตั้งอยู่ที่ 7° 08′-7° 50′ เหนือ และ 100° 07′-100° 37′ ตะวันออก ทะเลหลวงตอนล่างพื้นที่ประมาณ 390 ตร.กม. ชายฝั่งด้านตะวันตกอยู่ในเขตจังหวัดพัทลุงและชายฝั่งด้านตะวันออกอยู่ในเขตจังหวัดสงขลา กำหนดสถานีศึกษา 9 สถานี (ภาพที่ 1) ค้นหาพิกัดสถานีด้วยเครื่อง GPS (global positioning system)

วิธีการ

การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของสัตว์หน้าดิน โดยดัดแปลงวิธีการของ Mcintyre *et al.* (1984) และ Ferraro *et al.* (1994) และข้อเสนอแนะของ Green (1980) เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินด้วย Tamura's grab (พื้นที่ 0.06 ม.^{2}) จำนวน 9 สถานี สถานีละ 11 grab ทุกสองเดือนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2541 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2542 แล้วร่อนตัวอย่างสัตว์ด้วยตะแกรงร่อนที่มีขนาดตา 5 มม., 1 มม. และ 0.5 มม. เก็บรักษาตัวอย่างสัตว์หน้าดินด้วยน้ำยา rose bengal formalin เป็นกลาง 10% นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี (ความลึก, pH, DO, TSS, ความเค็มและอุณหภูมิ) สถานีละ 3 ซ้ำและศึกษาคุณภาพดินทางกายภาพ วัดขนาดอนุภาคเม็ดดินโดยวิธี Hydrometer method (Gee and Bauder, 1986) และศึกษาคุณภาพดินทางเคมีโดยวัดค่า pH ในดิน ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และไนโตรเจนอินทรีย์ (Nelson and Sommer, 1982) ส่วนการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการศึกษาสัตว์หน้าดินได้ใช้พารามิเตอร์ 2 ประการ คือ จำนวนซ้ำของการเก็บตัวอย่าง โดยกำหนดจำนวนซ้ำ 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 ซ้ำและขนาดตาของตะแกรงร่อนแยกตัวอย่างสัตว์โดยเปรียบเทียบชนิด และจำนวนสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่ได้จากการร่อนตัวอย่างสัตว์หน้าดินด้วยตะแกรงขนาดตา $\geq$ 1.0 มม. และ $\geq$ 0.5 มม. จากนั้นประเมินผลโดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม PRIMER (plymouth routines in multivariate ecological research) (Carr, 1997; Clarke and Warwick, 1994) วิเคราะห์ multivariate indices เพื่อแสดงถึงการจัดโครงสร้างของประชาคมสัตว์หน้าดิน วิเคราะห์ cluster และวัดความคล้ายคลึงกันแบบ Bray-Curtis (Bray-Curtis Similarities) ในการแสดงผลครั้งนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บในเดือนเมษายน 2541 เท่านั้น

ผลการวิจัย

การเก็บตัวอย่างในเดือนกุมภาพันธ์เป็นการศึกษาเบื้องต้น และได้กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างใหม่ในเดือนเมษายน จึงมีสถานีเก็บตัวอย่างแตกต่างกัน 3 สถานี คือ สถานี 6, 8 และ 9 ดังนั้น ข้อมูลต่าง ๆ อาจแตกต่างกันด้วยเหตุผลดังกล่าว ผลการศึกษา มีดังนี้

ความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างพบสัตว์หน้าดิน 8 ไฟลัม รวม 87 สปีชีส์ โดยพบในเดือนกุมภาพันธ์ 38 สปีชีส์ และเดือนเมษายน 80 สปีชีส์ (ตารางที่ 1) สัตว์ที่มีความหลากหลายสูง มี 4 ไฟลัม ตามลำดับ คือ Annelida, Crustacea, Mollusca และ Chordata

ตารางที่ 1. รายชื่อและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในทะเลหลวงตอนล่าง เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน 2541

Taxa	Distribution (Station)
Nemertina	
Unidentified sp.1	7
Platyhelminthes	
Unidentified sp.1	9
Annelida	
Polychaeta	
Aphroditidae	
Unidentified sp.1	6
Pilargidae	
Sigambra sp.	2,8,9
Talehsapia sp.	1,2
Otopsis sp.	3
Hesionidae	
Hesionides sp.	2,8,9
Nereidae	
Namalycastis sp.	All stations
Namanereis sp.	2,7,9
Nereis sp.	1,9
Leonnates sp.	2,4,8,9
Ceratonereis sp.	2,3,8,9
Nectoneanthes sp.	3
• *Laeonereis* sp.	1
Websterinereis sp.	3
Dendronereis sp.	9
Platynereis sp.	9
Unidentified sp.1	3,6
Nephtyidae	
Nephtys sp.1	All stations
Nephtys sp.2	1,2,4,7,8,9
Goniadidae	
Goniada sp.	2,5
Spionidae	
Prionospio sp.	1,2,4,7,8,9
Minuspio sp.	4,5,8
Pseudopolydora sp.	1,3,4,5,7,8,9
Cirratulidae	
Aphelochaeta sp.	3,9
Capitellidae	
Heteromastus sp.	2,3,4,5,6,7,8,9
Capitamastus sp.	2
Parheteromastus sp.	2
Pectinariidae	
Lagis sp.	6,7
Trichobranchidae	
Unidentified sp.1	6,7
Dorvilleidae	
Unidentified sp.1	1
Poecilochaetidae	
Poecilochaetus sp.	2,3,8
• Oligochaeta	5
Hirudinea	6
Mollusca	
Gastropoda	
Bulla sp.	8,9
Massyla sp.	7,8
Stenothyra sp.	8,9
Sulcoretusa sp.	1,2,3,4,6,8,9
• *Maginella* sp.	1,2,3,8
Gastropoda sp. 1	7,8
Pelecypoda	
Macoma sp.	2,3,4,5,7,8,9
Geukensia sp.	1,6,7,9
Pelecypoda sp.1	6,7
Arthropoda	
Insecta	
Isotomidae	
Unidentified sp. 1	5
Tendipedidae	
• *Tendipes* sp.	5

Taxa	Distribution (Station)
Crustacea	
Tanaidacea	
Apseudidae	
Apseudes sp.	All stations
Tanaidae	
Tanais sp.	6
Pseudotanaidae	
Pseudotanais sp.	6
Amphipoda	
Amphilochidae	
Amphilochus sp.	1,2,3,4,5,6,7
Isaeidae	
Photis sp.	1,2,5,6,7,9
Gammaropsis sp.	3,6,7,9
Corophiidae	
Unidentified sp. 1	3,7
Aoridae	
Grandidierella gilesi	All stations
Grandidierella sp. 2	6
Grandidierella sp. 3	6,7
Melitidae	
Victoriopisa sp.	2,3,4,5,6,7,8,9
Quadrivisio sp.	1,2,3,5,7,9
Melita sp. 1	1,2,3,4,5,6,8,9
Melita sp. 2	3,6
Melita sp. 4	6
Melita sp. 5	6
Oedicerotidae	
Perioculodes sp.	All stations
Hyalidae	
Hyale sp.	1,2,3,7,8
Isopoda	
Sphaeromatidae	
Unidentified sp. 1	2
Unidentified sp. 2	2,3
Cirolanidae	
Anopsilana sp. 1	6,7,9
Anopsilana sp. 2	3,6,7
Anopsilana sp. 3	1,2,3,4,6,7
Anopsilana sp. 4	1,2,3,6,7,9
Anopsilana sp. 5	6
Anopsilana sp. 6	3
Anopsilana sp. 7	3,4
Anopsilana sp. 8	3
Anthuridea	
Unidentified sp. 1	2,4,8
Anthuridae	
Cyathura sp. 1	1,2,3,4,5,6,7,8
Caridea	
Atyidae	
Caridina sp.	1,2,3,4,5,7,9
Alpheidae	
Alpheus sp. 1	4,6
A. malabaricus songkla	2,4,5,7,8,9
A. euphrosyne	4
Brachyura	
Hymenosomatidae	
Halicarinus sp. 1	5,6
Halicarinus sp. 2	6,7
Chaetognatha	
• *Sagitta* sp.1	9
• *Sagitta* sp.3	5,6,7,8
Chordata	
Blenniidae	
Unidentified sp. 1	6
Gerreidae	
Unidentified sp. 1	6,8,9
Periophinalmidae	
Unidentified sp. 1	7
Symbranchidae	
• *Macrotrema caligans*	1

* สปีชีส์ที่พบเฉพาะในเดือนกุมภาพันธ์

มวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

เดือนกุมภาพันธ์: สถานี 1 และ 2 มีปริมาณมวลชีวภาพสูงกว่าสถานีอื่น ๆ คือ มีปริมาณ 1.09-1.26 กรัม/grab น้ำหนักเปียกเป็นมวลชีวภาพที่ได้จากน้ำหนักของ amphipod ส่วนมวลชีวภาพในสถานีอื่น ๆ มีค่าน้อยกว่า 0.5 กรัม/grab

เดือนเมษายน: มวลชีวภาพเพิ่มขึ้นเกือบทุกสถานียกเว้นสถานี 1 และ 2 มีปริมาณลดลง สถานี 6 มีมวลชีวภาพสูงมาก (96.49 กรัม/grab) เนื่องจากเป็นประชากรของหอยสองฝาสกุล *Geukensia* ซึ่งทำการชั่งน้ำหนักทั้งเปลือก รองลงมาเป็นมวลชีวภาพในสถานี 9 (2.09 กรัม/grab) ซึ่งมวลชีวภาพที่ได้ส่วนใหญ่จากปริมาณ polychaete ส่วนสถานีอื่น ๆ มีมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 0.23-0.86 กรัม/grab

การศึกษาคุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำเฉลี่ยทั้งปีทั้ง 9สถานี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนธันวาคม 2541 ดังนี้

ความลึก: อยู่ในช่วง 0.97 $\pm$ 0.50 (สิงหาคม)-1.63 $\pm$ 0.56 ม. (ธันวาคม) สถานี 4 (0.46-0.97 ม.) และสถานี 9 (0.33-1.8 ม.) มีความลึกน้อยกว่าสถานีอื่น ๆ สถานี 8 มีความลึกมากที่สุด (1.05-2.73 ม.)

พีเอช: อยู่ในช่วง 5.80 $\pm$ 0.18 (ธันวาคม)-7.94 $\pm$ 0.41 (เมษายน) โดยทั่วไปแต่ละสถานีมีค่าพีเอชใกล้เคียงกัน (7.50-8.20)

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ: อยู่ในช่วง 6.97 $\pm$ 1.00 (มิถุนายน)-7.35 $\pm$ 0.95 มก./ล. (เมษายน) โดยพบว่ามีค่าต่ำสุดที่สถานี 6 ในเดือนมิถุนายน (5.80 มก./ล.) และสูงสุดที่สถานี 5 ในเดือนตุลาคม (8.47 มก./ล.)

ตะกอนแขวนลอยในน้ำ: อยู่ในช่วง 0.027 $\pm$ 0.02 (กุมภาพันธ์)-0.079 $\pm$ 0.02 มก./ล. (เมษายน) สถานี 8 มีตะกอนแขวนลอยในน้ำค่อนข้างน้อย (0.016-0.05 มก./ล.) อาจเนื่องจากน้ำมีความลึกกว่าสถานีอื่น ๆ ในขณะที่สถานี 4 และ 9 น้ำมีตะกอนแขวนลอยสูง เพราะน้ำค่อนข้างตื้น

ความเค็ม: พบอยู่ในช่วง 3.0 $\pm$ 0.74 (ธันวาคม)-22.1 $\pm$ 4.77 psu (สิงหาคม)

อุณหภูมิ: อยู่ในช่วง 28.6 $\pm$ 1.0 (ธันวาคม)-31.3 $\pm$ 1.4°C (มิถุนายน) อุณหภูมิของน้ำระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝนแตกต่างกันเพียง 3°C

คุณภาพดินตะกอน

ผลการศึกษาคุณภาพดินตะกอนระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนตุลาคม 2541 ดังนี้

อินทรีย์คาร์บอน: สถานี 9 มีแนวโน้มว่ามีค่าสูงสุด (0.389-3.691%) รองลงมาเป็นสถานี 1 (1.024-1.864%) ส่วนการแปรผันตามฤดูกาลนั้น พบว่า ในเดือนกุมภาพันธ์ มีแนวโน้มว่ามีค่าต่ำกว่าเดือนอื่น ๆ เกือบทุกสถานี

อินทรีย์วัตถุ: มีแนวโน้มเช่นเดียวกับอินทรีคาร์บอน คือ สถานี 9 มีค่าสูงสุด (0.663-6.348%) รองลงมาเป็นสถานี 1 (1.761-3.207%)

ไนโตรเจนทั้งหมด: ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มว่ามีค่าสูงในเดือนเมษายน (0.05-0.19%) และเดือนมิถุนายน (0.06-0.23%)

พีเอชในดิน: พีเอชในดินส่วนใหญ่มีค่าเป็นกรดเล็กน้อย อยู่ในช่วง 5.1-7.5 สถานีที่มีค่าพีเอชบางช่วงลดลงเหลือประมาณ 5 คือ สถานี 6, 7 และ 9 โดยเฉพาะสถานี 7 มีแนวโน้มว่ามีพีเอชโดยเฉลี่ยต่ำสุด

ขนาดอนุภาคดิน: ในแต่ละสถานีมีขนาดอนุภาคเม็ดดินใกล้เคียงกันส่วนใหญ่จัดเป็น silty clay-silty clay loam ยกเว้นที่สถานี 1 เป็น clay-silty clay สถานี 6 เป็น sand-sandy loam และสถานี 9 เป็น clay-silty clay

ผลการศึกษาจำนวนซ้ำของการเก็บตัวอย่าง

การศึกษาองค์ประกอบของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในเดือนเมษายน ซึ่งสุ่มเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องมือเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินจำนวนซ้ำ 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 ซ้ำมีค่าความคล้ายคลึงกัน ดังตารางที่ 2. การเก็บตัวอย่างด้วยจำนวนซ้ำ 1 และ 11 ซ้ำมีความคล้ายคลึงกันต่ำสุด 29.86% ในขณะที่จำนวนซ้ำ 9 และ 11 ซ้ำมีความคล้ายคลึงกันสูงสุด 46.57% เมื่อจำนวนซ้ำเพิ่มขึ้นจำนวนชนิดสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ก็เพิ่มขึ้นด้วย ดังตารางที่ 3. เมื่อเพิ่มจำนวนซ้ำเป็น 7 ซ้ำ พบสัตว์เพิ่มขึ้น 4 ชนิด คือ *Grandidierella* sp.2, *Nereis*, Isotomidae และ *Websterinereis* sp. เมื่อเพิ่มจำนวนซ้ำเป็น 9 ซ้ำพบ Polycheata เพิ่มขึ้น 3 ชนิด คือ *Dorvilleidae* sp.1, *Otopsis*, และ Aphroditidae sp.1 และเมื่อเพิ่มจำนวนซ้ำเป็น 11 ซ้ำ พบ Isopoda เพิ่มขึ้น 2 ชนิด คือ สกุล *Anopsilana* sp.6 และ *Anopsilana* sp.8

ผลการศึกษาการใช้ตะแกรงร่อนแยกตัวอย่างสัตว์

จากการใช้ค่า Bray-Curtis similarity วิเคราะห์ความคล้ายคลึงของสัตว์หน้าดินที่ร่อนด้วยตะแกรงขนาดตา 1.0 มม.เปรียบเทียบกับ 0.5 มม.พบว่ามีความคล้ายคลึงกัน 41.68% การใช้ตะแกรงขนาดตา 0.5 มม.ในการแยกตัวอย่างสัตว์ทำให้พบชนิดสัตว์หน้าดินเพิ่มขึ้นจำนวน 10 ชนิด คือ *Grandidierella* sp.2, Corophiidae, *Pseudotanais* sp., Isotomidae, *Melita* sp.5, Dorvilleidae, *Otopsis*, *Websterinereis* sp., Aphroditydae sp.1 และ Oligochaeta

ตารางที่ 2. เปอร์เซ็นต์ความคล้ายคลึง (Bray-Curtis similarity) ระหว่างจำนวนซ้ำระดับต่างๆ

จำนวนซ้ำ	1	3	5	7	9	11
1						
3	37.36					
5	33.53	42.21				
7	32.11	41.52	44.19			
9	30.79	40.53	43.68	44.38		
11	29.86	40.03	43.25	45.13	46.57	

ตารางที่ 3. จำนวนซ้ำและจำนวนชนิดสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

จำนวนซ้ำ	จำนวนชนิดที่พบ	จำนวนชนิดที่เพิ่มขึ้น
1	35	0
3	60	25
5	71	11
7	75	4
9	78	3
11	80	2

บทวิจารณ์

เป็นที่น่าสังเกตว่าในตัวอย่าง 2 Trip ที่ศึกษาไม่พบกุ้งก้ามกรามเลย ทั้ง ๆ ที่เป็นที่ทราบกันดีในกลุ่มชาวประมง FAO (1960) และอังสุนีย์ และคณะ (2539) ว่า กุ้งก้ามกรามพบมากในทะเลหลวงตอนล่าง นอกจากนี้ชนิดของสัตว์หน้าดินเท่าที่วิเคราะห์ได้ในขณะนี้ค่อนข้างแตกต่างจากที่รายงาน โดย Angsupanich and Kuwabara (1995) ซึ่งศึกษาในทะเลสาบตอนล่าง อย่างไรก็ตาม รายงานครั้งนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น ความชุกชุมของกุ้งก้ามกรามและสัตว์หน้าดินชนิดอื่น ๆ อาจพบได้ในฤดูกาลอื่น ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ต่อไป ส่วนสัตว์น้ำที่ไม่พบการรายงานมาก่อนว่าเก็บเกี่ยวผลผลิตจากในทะเลสาบ คือ *Geukensia* sp. ซึ่งเป็นหอยสองฝาชนิดที่มีปริมาณมากที่สุด (1472 ตัว/grab) และพบมากเฉพาะที่สถานี 6 แห่งเดียว ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากมีการประมงในบริเวณดังกล่าว ที่น่าเป็นห่วงมากก็คือ วิธีการประมงที่ใช้จะทำให้ที่อยู่ของหอยลดลงเรื่อย ๆ เพราะชาวประมงเก็บเกี่ยวโดยโกยกรวด (ซึ่งมีหอยเกาะอยู่) ใส่เต็มลำเรือ จากการศึกษาพบว่าสถานี 6 เป็น microhabitat ที่มีความหลากหลายสูงที่สุด ซึ่งเป็นสถานีเดียวที่มีพื้นท้องน้ำเป็นทรายหยาบและกรวด หากที่อยู่อาศัยลดลงจะส่งผลให้สัตว์หน้าดินชนิดอื่น ๆ ลดลงด้วย

คุณภาพดินตะกอนมีการเปลี่ยนแปลงในรอบปีอาจเกิดจากมีเครื่องมือประมง (ไซนั่ง) และมีการเปลี่ยนตำแหน่งการวางปักไซ ในบางครั้งทำให้กระแสน้ำเปลี่ยนทิศทางการไหล อาจส่งผลให้การทับถม การตกตะกอนและการขนถ่ายเปลี่ยนทิศไปด้วย

การหาจำนวนซ้ำที่เหมาะสมถึงแม้ว่าจำนวนซ้ำ 9 และ 11 ซ้ำมีเปอร์เซ็นต์ความคล้ายคลึงกันมากที่สุดแต่การเก็บตัวอย่าง 11 ซ้ำยังพบชนิดใหม่เพิ่มขึ้นอีก การเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งต้องการทราบโครงสร้างประชาคมสัตว์ที่แท้จริงจึงต้องเก็บตัวอย่างไม่น้อยกว่า 11 ซ้ำ (พื้นที่เก็บตัวอย่าง 0.06 ม.^{2} ขนาดตาตะแกรง 0.5 มม., เปรียบเทียบด้วย Bray-Curtis similarity) แตกต่างจากจำนวนซ้ำที่ใช้ศึกษาผลกระทบ ซึ่ง Ferraro and Cole (1992) รายงานว่าเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ซ้ำ (พื้นที่เก็บตัวอย่าง 0.06 ม.^{2} ขนาดตาตะแกรง 0.5 มม., เปรียบเทียบด้วย Shannon index) ก็เพียงพอต่อการศึกษาเพื่อให้เห็นความแตกต่างของโครงสร้างประชาคมสัตว์หน้าดินระหว่างบริเวณที่ได้รับและไม่ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม

ส่วนการเลือกใช้ขนาดตาตะแกรงแยกตัวอย่างสัตว์ควรใช้ขนาดตา 0.5 มม.ด้วยเพราะสามารถรวบรวมได้เพิ่มขึ้นถึง 10 ชนิดซึ่งมีขนาดเล็กทั้งหมด เป็นที่น่าสังเกตว่าชนิดของสัตว์ที่แยกได้จากตะแกรงขนาด 0.5 มม. ส่วนใหญ่เป็นชนิดเดียวกันกับชนิดสัตว์หายากที่รวบรวมได้จากจำนวนซ้ำที่ 7-11 ซ้ำ ด้วยเหตุนี้การศึกษาที่นิยมกำหนดจำนวนซ้ำ

3-5 ซ้ำหรือ ใช้เฉพาะตะแกรงขนาดตา 1.0 มม. น่าจะไม่เหมาะสมกับการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ นอกจากนี้การเลือกใช้ดัชนีความคล้ายคลึงเพื่อประเมินผลจะต้องระมัดระวัง เพราะการพิจารณาข้อมูลดิบเช่น การเปลี่ยนแปลงชนิดที่พบมีความสำคัญเช่นกัน อีกประการหนึ่งถ้าฤดูกาลเปลี่ยนไปทำให้โครงสร้างของประชาคมสัตว์หน้าดินเปลี่ยนแปลง และขนาดสัตว์อาจจะเปลี่ยนแปลงด้วยเนื่องจากบางชนิดอาจจะผลิตลูกที่มีขนาดเล็กกว่าตัวแม่ จำนวนซ้ำและขนาดตาตะแกรงที่เลือกใช้น่าจะมีผลต่อการแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ซึ่งต้องรอผลการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เหลือต่อไป อย่างไรก็ตามผลที่ได้ครั้งนี้เป็นข้อมูลเพียงฤดูกาลเดียวจึงไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนนัก

บทสรุป

การศึกษาในครั้งนี้ต้องอาศัยข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างประชาคมสัตว์หน้าดินตลอดทั้งปีจึงจะสามารถสรุปให้เห็นถึงโครงสร้างของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ และระดับการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม แต่พอจะกล่าวได้ว่าการศึกษาโครงสร้างประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในทะเลสาบสงขลาบริเวณทะเลหลวงตอนล่างในเดือนกุมภาพันธ์และเมษายนต้องใช้จำนวนซ้ำไม่ต่ำกว่า 11 ซ้ำร่วมกับการใช้ตะแกรงขนาดตา 0.5 มม. เมื่อใช้ Tamura's grab พื้นที่ 0.06 ม.^{2} และวิเคราะห์ด้วย Bray-Curtis similarity

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 140035

เอกสารอ้างอิง

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์, สุชาติ วิเชียรสรรค์ และสุจิตรา กระบวนรัตน์. 2521. การศึกษาชนิดและปริมาณเบนโทสในทะเลสาบสงขลา. รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปี 2521. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ กรมประมง, สงขลา.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละอองศิริวงศ์. 2540. การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพตะกอนดินกับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2540. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, สงขลา.

อังสุนีย์ ชุณหปราณ, จุฬาภรณ์ รัตนไชย และอาภรณ์ มีชูชันธ์. 2539. ประเมินผลการจับสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา ปี 2537-2538. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2539. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, สงขลา.

ANGSUPANICH, S. AND R. KUWABARA. 1995. Macrobenthic fauna in Thale Sap Songkhla, a brackish lake in Southern Thailand. Lake & Reservoirs: Research Management 1: 115-125.

CARR, M. R. 1997. Primer user manual (plymouth routines in multivariate eecological research). Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

CLARKE, K. R. AND R. M. WARWICK. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Bourne Press Limited, Bournemouth.

FAO. 1960. Manual of field methods in fiseries biology. FAO manuals in fisheries science No.1. FAO, Rome.

FERRARO, S. P. AND F. A. COLE. 1992. Taxonomic level sufficient for assessing a moderate impact on macrobenthic communities in Puget Sound. Washington, USA. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 1184-1188.

FERRARO, S. P., F. A. COLE, W. A. DEBEN AND R. C. SWARTZ. 1989. Power-cost efficiency of eight macrobenthic sampling schemes in Puget Sound. Washington, USA. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 2157-2165.

FERRARO, S. P.,R. C. SWARTZ, F. A. COLE AND D. W. SCHUL. 1991. Temporal changes in the benthos along a pollution gradient: discriminating the effects of natural phenomena from sewage industrial wastewater effects. Estuar. Coast. Shelf Sci. 33: 383–407.

FERRARO, S. P., R. C. SWARTZ., F. A. COLE. AND W. A. DEBEN. 1994. Optimum macrobenthic sampling protocol for detecting pollution impacts in the Southern California Bight. Environ. Monit. Assess. 29: 127-153.

FLINT, R. W. AND J. S. HOLLAND. 1980. Benthic infaunal variability on a transect in the Gulf of Mexico. Estuar. Coast. Mar. Sci. 10: 1–14.

GEE, G. W. AND J. W. BAUDER. 1986. Particle-size analysis. In KLUTE, A. (ed.), Methods of soil analysis part 1. 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America Publisher, Wisconsin.

GREEN, R. H. 1980. Comment on optimal survey design. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 296.

MCINTYRE, A. D., M. ELLIOTT. AND D. V. ELLIS. 1984. Introduction: design of sampling programmes. In HOLME, N. A. AND A. D. MCINTYRE (eds.), Methods for the study of marine benthos. Blackwell Scientific Publications, London.

NELSON, D. W. AND L. E. SOMMER. 1982. Organic matter. In PAGE, A. L., R. H. MILLER AND D. R. KEENEY (eds), Methods of soil analysis part 2: chemical and microbiological properties. 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America Publisher, Wisconsin.

POORE, G. C. B. AND S. RAINER. 1979. A three-year study of benthos of muddy environments in Port Phillip Bay, Victoria. Estuar. Coast. Mar. Sci. 9: 477-497.

ผลกระทบของการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

กานดา เรืองหนู[1], เสาวภา อังสุภานิช[2], ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร[3] และ สมศักดิ์ มณีพงศ์[4]

[1]คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[3]สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง อ. เมือง สงขลา 90000

[4] ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

EFFECTS OF SEA BASS (*LATES CALCARIFER*) FARMING ON THE MACROZOOBENTHOS DIVERSITY AT BAN LANG THA SAO, THE LOWER SONGKHLA LAKE

K. Ruangnu[1], S. Angsupanich[2], Y. Predalumpaburt[3] and S. Maneepong[4]

[1]Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[2]Department of Aquatic Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

[3]National Institute of Coastal Aquaculture, Muang District, Songkhla 90000

[4]Department of Earth Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

The objective of this research was to relate the impact of cages, used for sea bass farming, on macrozoobenthos diversity. Diversity was determined between cages of intense sea bass farming and within 5, 15, 25, 50 and 100 m of the cages at Ban Lang Tha Sao in the Lower Songkhla Lake. Samples were taken every 3 months from June 1998 to March 1999 along 3 transect lines and were collected at 18 points. Low levels of dissolved oxygen were observed in the area of intense sea bass farming. Low total nitrogen and organic matter in sediments were also found in this area. There were 7 phyla including Annelida, Mollusca, Platyhelminthes, Crustacea, Chordata, Priapulida and Cnidaria. Crustacea were most abundant. Abundance of Annelida was lower while that of Crustacea was higher in March 1999 (salinity 1.17-2.63 psu). Water quality, sediment quality and macrozoobenthos were not different between cages of intense sea bass farming and within 5, 15, 25, 50 and 100 m of the cages.

Key words: Songkhla Lake, macrozoobenthos, fish farming

บทนำ

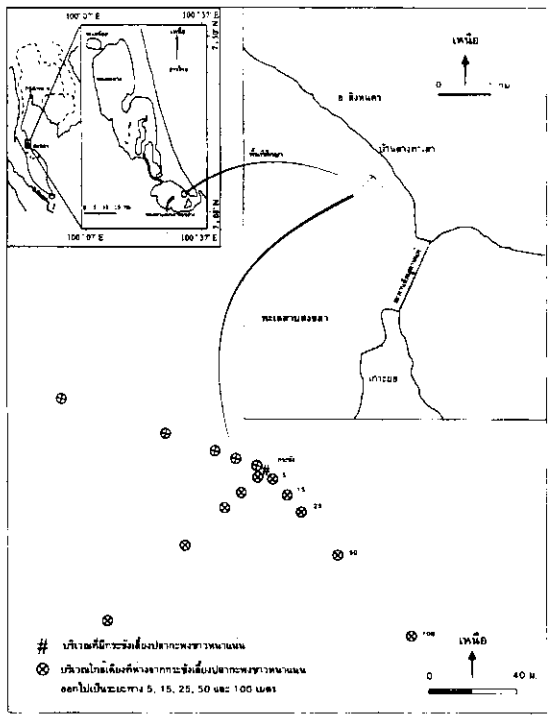
ทะเลสาบสงขลามีลักษณะเป็นลากูน คือ เป็นทะเลสาบที่มีทางเปิดติดต่อกับทะเลภายนอก (อ่าวไทย) มีพื้นที่ประมาณ 1,040 ตารางกิโลเมตร แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ทะเลน้อย, ทะเลสาบตอนบนหรือทะเลหลวง และทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ทะเลสาบทั้ง 3 ตอนเชื่อมต่อกันโดยตลอด (เริงชัยและคณะ, 2527) และอุดมสมบูรณ์ไปด้วยสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ (ยงยุทธและนิคม, 2540) ทะเลสาบสงขลาตอนล่างหรือทะเลสาบสงขลาตอนนอก เป็นตอนหนึ่งของทะเลสาบสงขลาที่อยู่บริเวณล่างสุด มีอาณาเขตตั้งแต่ช่วงปากทะเลสาบไปจนถึงช่องแคบปากรอ ก่อนไหลออกสู่อ่าวไทยบริเวณตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา แหล่งน้ำในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อย (เริงชัย, 2535) โดยมีสภาพเป็นน้ำจืดในช่วงฤดูฝน แต่จะคงอยู่ได้ไม่นานเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงจากอ่าวไทย ส่วนพื้นทะเลสาบตั้งแต่บริเวณเกาะยอจนถึงปากรอมีลักษณะเป็นโคลนเหลวและน้ำมีความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.9 เมตร (ไพโรจน์, 2533) แหล่งน้ำในบริเวณนี้พบว่ามีความสำคัญและมีคุณค่าอย่างยิ่ง ทั้งทางด้านการผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำและการประมงแห่งหนึ่งในทะเลสาบสงขลาโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งวางไข่และเลี้ยงตัวของสัตว์น้ำวัยอ่อน ดังเช่นบริเวณด้านหลังเกาะยอ (ณรงค์, 2525) ตลอดจนถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ไพโรจน์และคณะ, 2528) ในปัจจุบันทะเลสาบสงขลาตอนล่างโดยเฉพาะบริเวณบ้านล่างท่าเสาเป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังเป็นบริเวณกว้าง โดยพบว่ามีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวประมาณ 700 กระชัง จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและตะกอนดินในทางที่เลวลง และจากการศึกษาของ Mann (1982) รายงานว่า การเจริญเติบโตของทรัพยากรสัตว์น้ำบางชนิด เช่น ปลา มีความสัมพันธ์กับสัตว์หน้าดิน เนื่องจากสัตว์หน้าดินมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศโดยทำหน้าที่กินผู้ผลิตหรือผู้บริโภคขั้นแรกเป็นอาหาร และต่อมาก็จะถูกสัตว์น้ำที่

มีขนาดใหญ่กว่ากินเป็นอาหารอีกทอดหนึ่ง นอกจากนั้นสัตว์หน้าดินหลายชนิดสามารถนำมาใช้เป็นสัตว์ดัชนีในบริเวณที่เกิดการปนเปื้อนของของเสียอย่างรุนแรง ดังเช่นในบริเวณที่มีการปนเปื้อนเนื่องจากของเสียสูงจะมีปริมาณตัวอ่อนของแมลงจำพวก *Chironomus* sp. อยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งสัตว์ชนิดนี้สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้บอกภาวะมลพิษของแหล่งน้ำได้ (Urk *et al.*,1992)

ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ จะสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ และนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศของแหล่งน้ำที่เกิดขึ้น ตลอดจนใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการวางแผนและการจัดการการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ในแง่การจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังหนาแน่น (มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวอย่างน้อย 15 กระชังต่อพื้นที่ 1,600 ตารางเมตร) บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ตำบลสทิงหม้อ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ระยะทางประมาณ 1,600 เมตร (ภาพที่ 1, 7° 11′ N, 100° 32′ E)



ภาพที่ 1. ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน คุณภาพน้ำและตะกอนดิน บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

วิธีการ

กำหนดจุดในการเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอนดินและสัตว์หน้าดิน 18 จุด ได้แก่ บริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังหนาแน่น 3 จุด และบริเวณห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่นออกไปในทะเลสาบ 15 จุด โดยกำหนดเป็นแนวเก็บตัวอย่าง 3 แนวเส้นตรง แต่ละแนวเส้นมีจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด แต่ละจุดมีระยะห่างจากกระชัง (0) 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ (ดัดแปลงจาก Brown *et al.*, 1987; Lumb, 1989) เพื่อศึกษาพารามิเตอร์ต่อไปนี้

คุณภาพน้ำ วัดความลึกของน้ำ หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับเหนือผิวดินไม่เกิน 50 เซนติเมตร เพื่อวัดหา DO (Grasshoff, 1983), pH, ความเค็ม และอุณหภูมิ จุดละ 4 ซ้ำ

คุณภาพตะกอนดิน เก็บตัวอย่างโดยใช้ Tamura Grab ที่มีพื้นที่ 0.06 ตารางเมตร ดักตัวอย่างตะกอนดินในบริเวณเดียวกับที่เก็บตัวอย่างน้ำและสัตว์หน้าดิน จุดละ 5 ซ้ำ เพื่อวัดอุณหภูมิ, pH และศักย์ไฟฟ้ารีดอกซ์ (English *et al.*, 1994) ตลอดจนเก็บตัวอย่างตะกอนดินเพื่อนำมาวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคตะกอน (Gee and Bauder, 1986), อินทรีย์วัตถุ (Page *et al.*, 1982) และไนโตรเจนรวม (Bremner and Mulvaney, 1982)

สัตว์หน้าดิน เก็บตัวอย่างโดยใช้ Tamura Grab เช่นเดียวกับการเก็บตะกอนดินจุดละ 5 ซ้ำ (Marques *et al.*, 1993) นำตัวอย่างมาแยกออกจากตะกอนดินโดยการร่อนผ่านตะแกรง 3 ขนาด คือ ขนาดช่องตา 5, 1 และ 0.5 มิลลิเมตร ที่วางซ้อนกันตามลำดับ (ดัดแปลงจาก Ferraro and Cole, 1992) ใช้ปากคีมปลายแหลมเก็บตัวอย่างใส่ในขวดเก็บตัวอย่างแล้วนำมาดองในน้ำยาฟอร์มาลีนเป็นกลาง 10% หลังจากนั้นนำตัวอย่างสัตว์หน้าดินทั้งหมดมาศึกษาองค์ประกอบ โดยการจำแนกประเภทเป็นกลุ่มย่อยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และนำมาหาน้ำหนักเปียกของสัตว์หน้าดิน

ผลการวิจัย

จากการศึกษาตัวอย่างสัตว์หน้าดิน น้ำและตะกอนดินตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2542 เก็บตัวอย่างทุก 3 เดือน (4 ครั้ง) โดยกำหนดบริเวณในการศึกษาทั้งหมด 3 แนว ๆ ละ 6 จุด สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

คุณภาพน้ำ พบว่า ความลึก (0.87–1.52 เมตร), อุณหภูมิ (25.8–32.6 องศาเซลเซียส), ความเค็ม (1.17–26.5 psu) และ pH (6.97–7.86) ในแต่ละจุดของแต่ละแนวมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นความเค็มในเดือนมีนาคมมีค่าค่อนค้างต่ำเนื่องจากมีปริมาณฝนตกชุกในช่วงเวลาที่ผ่านมา ส่วนออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 2.25–7.27 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยที่จุดกระชังมีค่าออกซิเจนต่ำกว่าจุดอื่น ๆ (ภาพที่ 2)

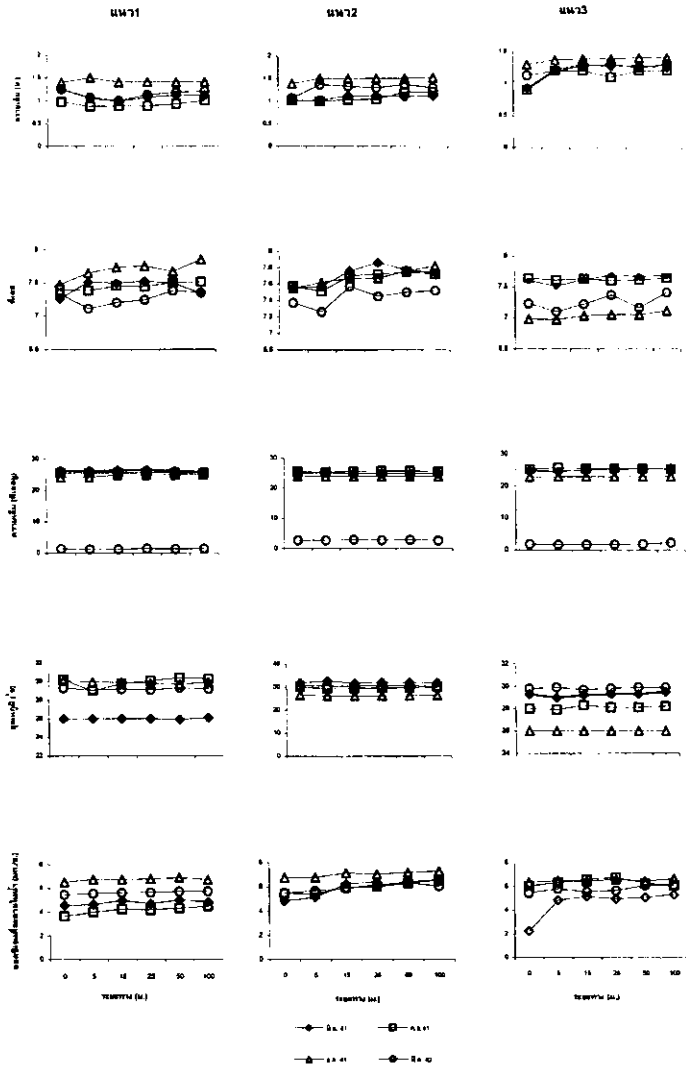
คุณภาพตะกอนดิน ที่ทำการวัดในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนมีนาคม (ภาพที่ 3) พบว่า อุณหภูมิ (26.0–31.0 องศาเซลเซียส) และ pH (6.92–7.91) ในแต่ละจุดของแต่ละแนวมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนค่าศักย์ไฟฟ้ารีดอกซ์ในแต่ละแนวไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันในแต่ละจุดของแต่ละแนว ((-129)–(+65) mV) โดยที่จุดกระชังของทุกแนวมีค่าต่ำกว่าจุดที่ห่างออกไป อย่างไรก็ตาม พบว่าในแนวที่ 1 มีค่าศักย์ไฟฟ้ารีดอกซ์เฉลี่ยต่ำกว่าแนวอื่น ๆ นอกจากนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (0.5456–1.8690%) และไนโตรเจนรวม (0.0246–0.1178%) ทุกแนว มีค่าค่อนข้างต่ำ และมีแนวโน้มลดลงเมื่อห่างจากจุดกระชัง ส่วนลักษณะดินในพื้นที่ศึกษาพบว่าเป็นดินเหนียวทุกจุด

สัตว์หน้าดิน พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 7 กลุ่ม ได้แก่ Annelida, Mollusca, Platyhelminthes, Crustacea, Chordata, Priapulida และ Cnidaria โดยพบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ชุกชุมในกลุ่ม Crustacea, Annelida และ Mollusca (ภาพที่ 4) โดยเฉพาะวงศ์ Apseudidae, Spionidae และ Stenothyridae ตามลำดับ สำหรับมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ จากการเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้ง พบว่าในเดือนมิถุนายน 2541 แนวที่ 1 พบมวลชีวภาพสูงสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 25 เมตร (30.150 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) แนวที่ 2 พบมวลชีวภาพสูงสุดที่จุดกระชัง (18.773 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ซึ่งแตกต่างจากแนวที่ 3 ซึ่งพบมวลชีวภาพสูงสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 15 เมตร (13.762 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ในเดือนกันยายน 2541 แนวที่ 1 พบมวลชีวภาพสูงสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 100 เมตร (107.690 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ในขณะที่แนว 2 และ 3 พบมวลชีวภาพสูงสุดที่จุดกระชัง (102.599 และ 207.350 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ตามลำดับ) ในเดือนธันวาคม 2541 แนวที่ 1 พบมวลชีวภาพสูงสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 50 เมตร (57.227 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ส่วนแนวที่ 2 พบมวลชีวภาพสูงสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 100 เมตร (75.075 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) แตกต่างจากแนวที่ 3 ซึ่งพบมวลชีวภาพสูงสุดที่จุดกระชัง (94.506 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) และในเดือนมีนาคม 2542 แนวที่ 1 พบว่ามวลชีวภาพสูงสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 15 เมตร (78.754 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ในขณะที่แนวที่ 2 พบมวลชีวภาพสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 เมตร (176.296 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) แนวที่ 3 พบมวลชีวภาพสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร (47.033 มิลลิกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) เป็นที่น่าสังเกตว่าในเดือนกันยายน 2541 พบมวลชีวภาพที่ค่อนข้างสูงในทุก ๆ จุด

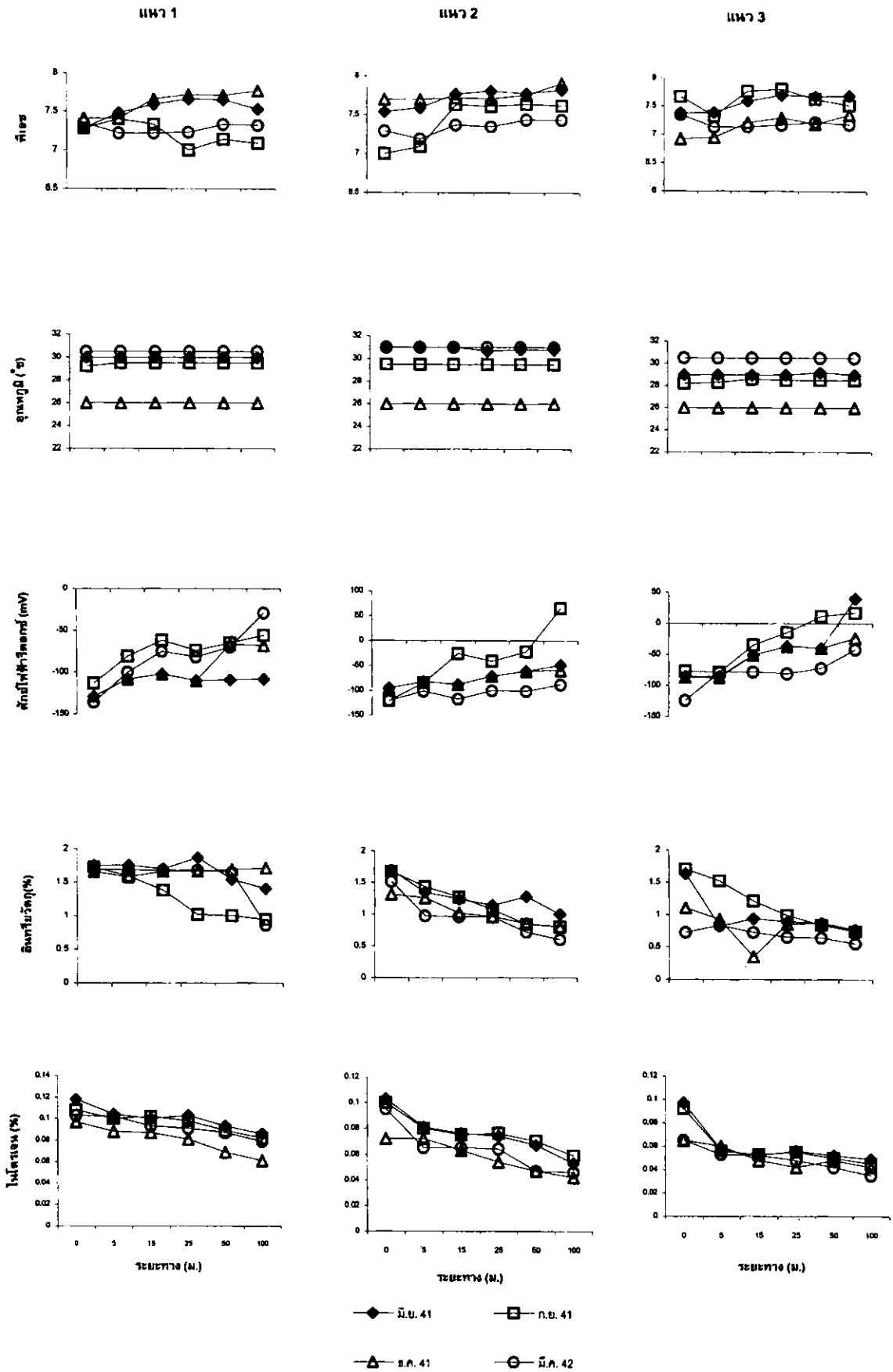
บทวิจารณ์

จากการวิเคราะห์สัตว์หน้าดินในภาพรวมพบว่า ในเดือนมิถุนายน 2541 พบสัตว์หน้าดินในไฟลัม Annelida ปริมาณมาก ซึ่งแตกต่างจากเดือนมีนาคม 2542 ที่พบ Annelida ปริมาณน้อย แต่พบ Crustacea ชุกชุมเพิ่มขึ้น อาจเป็นผลมาจากในช่วงดังกล่าวมีปริมาณฝนตกชุกทำให้ความเค็มของน้ำลดลง Merilaeinen (1988) รายงานว่าปริมาณน้ำทะเลและน้ำจืดในเอสทูรี่ (Bothnian Bay) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน นอกจากนี้ในช่วงฤดูฝนพบว่าสัตว์หน้าดินในเอสทูรี่ (Delaware Bay) มีปริมาณลดลง (Maurer *et al.*, 1992) แต่อย่างไรก็ตามการที่สัตว์หน้าดินมีปริมาณและความชุกชุมเพิ่มขึ้นหรือลดลงอาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายปัจจัยประกอบกัน ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง (Nowell, 1970) เป็นที่น่าสังเกตว่าความลึก, pH, อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ในขณะที่ความเค็มในเดือนมีนาคม 2542 มีระดับที่ต่ำมาก (1.17-2.63 psu) เนื่องจากในช่วงที่เก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนตกหนักผิดฤดูกาล ทำให้ระดับความเค็มน้ำลดลง สำหรับเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุและ

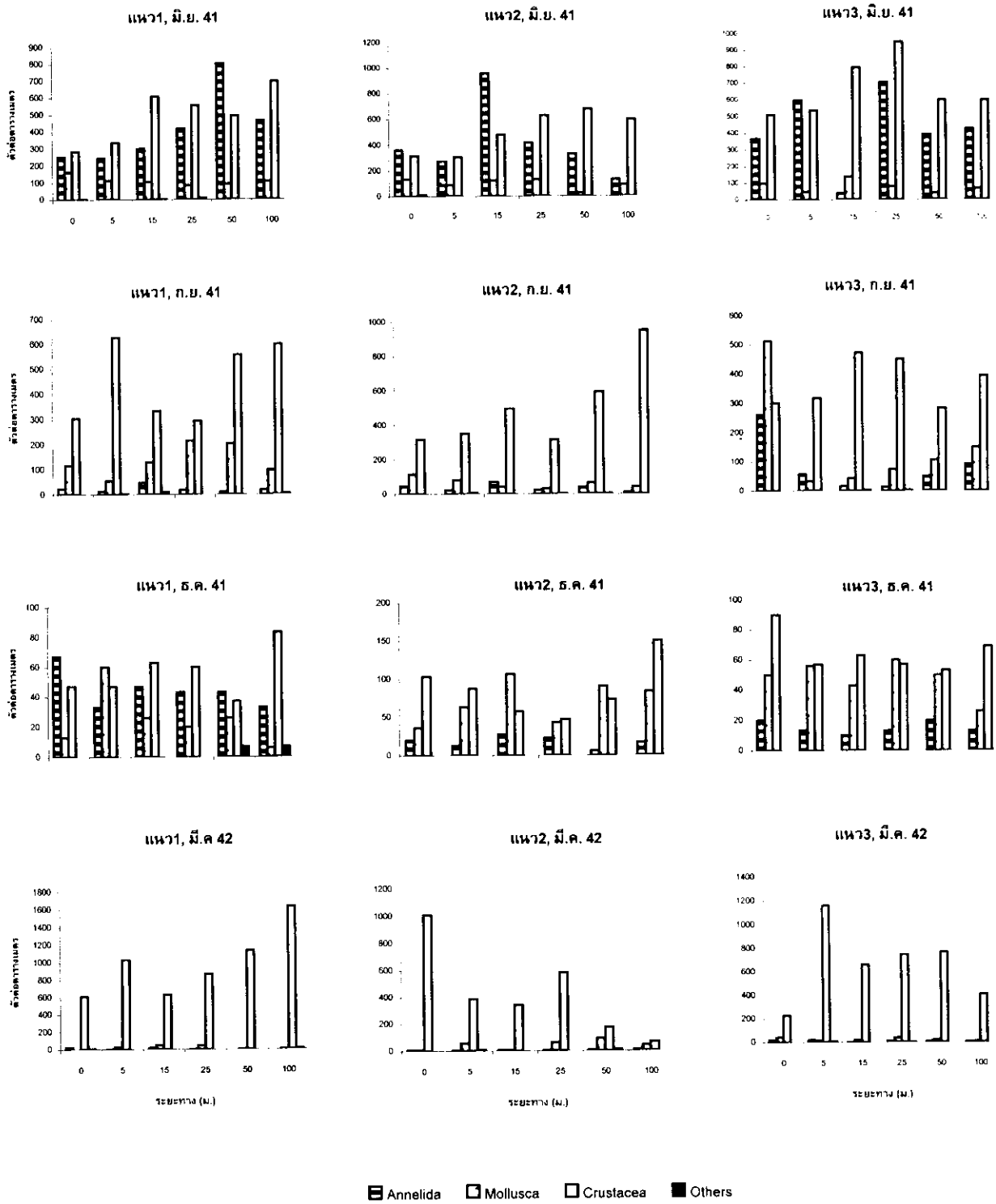
ไนโตรเจนรวมในตะกอนดิน มีค่าค่อนข้างต่ำทั้งที่จุดกระชังและพื้นที่ใกล้เคียง ส่วนค่าศักย์ไฟฟ้ารีดอกซ์ มีช่วงการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างกว้างโดยมีค่าต่ำที่จุดกระชังและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างออกไป ซึ่งพบว่าค่าทั้ง 3 มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณอาหารที่เลี้ยงปลามีปริมาณค่อนข้างน้อยและไม่แน่นอน (1-2 วันต่อครั้ง แล้วแต่โอกาสจะอำนวย) ประกอบกับลักษณะการวางกระชังที่ติดกับพื้นทะเลสาบทำให้เศษอาหารที่ตกค้างบริเวณก้นกระชังถูกกินเป็นอาหาร จึงไม่มีเศษอาหารเหลือให้สะสม นอกจากนี้กระแสน้ำขึ้นน้ำลงอาจมีส่วนช่วยลดการสะสมของของเสียเนื่องจากสิ่งขับถ่ายของปลาด้วย ด้วยปัจจัยดังกล่าวการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังจึงไม่แสดงความสัมพันธ์ใด ๆ กับปริมาณรวมของสัตว์หน้าดินตามระยะทางที่ห่างออกไป จึงแตกต่างจากการศึกษาของ ยงยุทธ และนิคม (2540) ที่รายงานว่าแหล่งที่มีการเลี้ยงปลาในกระชังที่มีการไหลเวียนของน้ำไม่ดี พบว่ามีปริมาณสารอาหารพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และไฮโดรเจนซัลไฟด์ค่อนข้างสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ นอกจากนี้การศึกษาของ เพิ่มศักดิ์ (2531) พบว่าพื้นก้นทะเลบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังมีสภาพที่ไม่เหมาะสมคือ มีสีดำมากและมีกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน ไม่สามารถทำได้อย่างชัดเจนเพราะไม่มีข้อมูลจำนวนกระชัง จำนวนสัตว์หน้าดินและวิธีการให้อาหารในเอกสารอ้างอิงที่กล่าวถึง ส่วนกรณีการศึกษาของ Brown *et al.* (1987) ที่รายงานว่าบริเวณที่มีการทำฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชังได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสัตว์หน้าดินโดยเฉพาะที่ระยะห่างจากกระชังออกไป 15 เมตรเท่านั้น การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้เป็นเพียงภาพรวม ส่วนการวิเคราะห์ในรายละเอียดจะดำเนินการเมื่อเสร็จสิ้นการวิเคราะห์ตัวอย่างถึงระดับสกุล



ภาพที่ 2. คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง บ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง



ภาพที่ 3. คุณภาพตะกอนดินทางกายภาพและเคมีบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง



ภาพที่ 4. จำนวนสัตว์หน้าดิน (ตัวต่อตารางเมตร) ในพื้นที่ศึกษา บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

บทสรุป

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยยกเว้นความเค็มน้ำในเดือนมีนาคม 2542 มีระดับต่ำมากในทุกแนว (1.17–2.63 psu) เนื่องจากมีปริมาณฝนตกชุกในช่วงที่ผ่านมา ส่วนคุณภาพตะกอนดินที่ทำการศึกษานั้นพบว่า pH และอุณหภูมิมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละจุด ในขณะที่ค่าศักย์ไฟฟ้ารีดอกซ์ มีค่าต่ำที่จุดกระชังและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อห่างจากจุดกระชัง ส่วนเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ และไนโตรเจนรวมในตะกอนมีค่าต่ำและมีแนวโน้มลดลงเมื่อห่างจากจุดกระชัง สำหรับสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่พบทั้งหมด 7 ไฟลัม ได้แก่ Annelida, Mollusca, Platyhelminthes, Crustacea, Chordata, Priapulida และ Cnidaria โดยสัตว์หน้าดินที่พบชุกชุมมากทุกจุด ได้แก่ Crustacea โดยเฉพาะ พวก Apseudidae ส่วนสัตว์หน้าดินในไฟลัม Mollusca พบกระจายทั่วไปในพื้นที่ศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541039

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. ปัญหาสภาวะแวดล้อมทะเลสาบสงขลา. วารสารสงขลานครินทร์ 3: 243–256.

เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก. 2531. สภาพตะกอนบริเวณแหล่งเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1–5.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์, ไภษัชย์ แซ่จู, สิริ ทุกข์วินาศ และเพิ่มศักดิ์ เพิงมาก. 2528. การสำรวจผลการเก็บเกี่ยวของสัตว์น้ำและคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 34. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 38–48.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์. 2533. พันธุ์ปลาในทะเลสาบสงขลา (เพิ่มเติม). ในรายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี กรมประมง. หน้า 386–453.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละอองศิริวงศ์. 2540. การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนดินกับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1–37.

เริงชัย ตันสกุล, นิธิ ฤทธิพรพันธ์, จารุณี จันทร์ประมุข, เสาวภา อังสุภานิช, วิมลรัตน์ เกษมทรัพย์, ชุดิมา ตันติกิตติ และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. 2527. การศึกษาพันธุ์ปลาในทะเลสาบสงขลา. คณะทรัพยากรธรรมชาติและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เริงชัย ตันสกุล. 2535. ทะเลสาบสงขลาและศักยภาพในการพัฒนา. วารสารทักษิณคดี 3: 39–51.

BREMNER, J. M. AND C. S. MULVANEY. 1982. Nitrogen-total. In PAGE, A. L. (ed.), Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Chemical and Microbiological Properties-Agronomy Monograph No. 9, pp. 595–624, Madison, Winconsin.

BROWN, J. R., R. J. GOWEN AND D. S. MCLUSKY. 1987. The effect of salmon farming on the benthos of a scottish sea Loch. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 109: 39–51.

ENGLISH, S., C. WILKINSON AND V. BAKER (eds.). 1994. Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science, Townville.

FERRARO, S. P. AND F. A. COLE. 1992. Taxonomic level sufficient for assessing a moderate impact on macrobenthic communities in Puget sound, Washington, USA. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 1184–1188.

GEE, G. W. AND J. W. BAUDER. 1986. Particle-size analysis, In KLUTE, A. (ed.), Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed. Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph No. 9, pp. 383–411, Madison, Winconsin.

GRASSHOFF, K. 1983. Determination of oxygen, In GRASSHOFF, K., M. EHRHARDT AND K. KREMLING (eds.), Methods seawater analysis, pp. 61–72, Federal Republic of Germany.

LUMB, C. M. 1989. Self-pollution by scottish salmon farm, Marine Pollution Bulletin 20: 375–379.

MANN, K. H. 1982. Ecology of coastal waters. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

MARQUES, J. C., P. MARANHAO AND M. A. PARDAL. 1993. Human impact assessment on the subtidal macrobenthic community structure in the Mondego estuary (Western Portugal). Estuarine Coastal and Shelf Science 37: 403–419.

MAURER, D., S. HOWE AND W. LEATHEM. 1992. Secondary production of macrobenthic invertebrates from Delaware Bay and coastal waters. Int. Revue ges. Hydrobiol. 77: 187–201.

MERILAEINEN, J. J. 1988. Meiobenthos in relation to macrobenthic communities in low saline, partly acidified estuary, Bothnian Bay, Finland. Ann. Zoo. Fenn. 25: 277–292.

NOWELL, R. C. 1970. Biology of intertidal animals. Logo Press Ltd. pp. 249–251.

PAGE, A. L., D. E. BAKER AND D. R. KEENEY. 1982. Methods of soil analysis. 2nd ed. American Society of Agronomy Soil Science Society of America. Madison Inc., Wisconsin.

URK, G. V., F. C. M. KERKUM AND H. SMIT. 1992. Life cycle patterns, density and frequency of deformities in chironomuslarvae (Diptera: Chironomidae) over a contaminated sediment gradient. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 2291–2299.

การศึกษาความหลากหลายทางสัตววิทยาในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา[1], อรุ่น ลิ่ววานิช[2], ละออศรี เสนาะเมือง[3], ชุติมา หาญจวณิช[3], นฤมล แสงประดับ[3], สุวคนธ์ พลกนิษฐ์[3], ปรียะวุฒิ วัชรานนท์[3], สมพงษ์ สิทธิพรหม[3] และ พรพิมล เจียระนัยปรีเปรม[3]

[1]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

[2]กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

ANIMAL DIVERSITY IN PHU PHAN NATIONAL PARK

T. Jamjanya[1], A. Lewanich[2], L. Sanoamuang[3], C. Hanjavanit[3], N. Sangpradub[3], S. Balakanich[3], P. Vatcharanon[3], S. Sithiprom[3] and P. Jieranaipreeprem[3]

[1]Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

[2]Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Chatuchak, Bangkok 10900

[3]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

A study on animal diversity with emphasis on zooplankton, terrestrial and aquatic insects, mollusks, fish, amphibians and reptiles in the Phu Phan National Park was conducted during the period, February 1997–January 1999. Among zooplankton, there were 115 species of rotifers, 25 species of Cladocera and 8 species of copepod. A new species of copepod, *Eodiaptomus phuphanensis*, was described and 8 species of rotifer were regarded as new records for Thailand. Two hundred and forty-five species of butterflies and 157 species of moths were listed. For aquatic insects, 10 orders, 63 families and 208 species from Gaeng Mod Daeng, and 9 orders, 55 families and 149 species from Huay Ma Ngaew identified. Thirty one species of snails as well as 42 common species of fish were found, mainly at reservoirs. In addition, 24 and 40 species of amphibians and reptiles were identified, respectively. According to the literature, most of the animals that were collected are common species.

Key words: Phu Phan National Park, animal diversity, zooplankton, rotifers, cladocera, copepod, butterflies, moths, aquatic insects, snails, fish, amphibians, reptiles

บทนำ

พืชและสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่สำคัญในระบบนิเวศ ไพบูลย์ (2536) กล่าวว่าสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมีมากถึง 96% ของสัตว์ทั้งหมด ในกลุ่มนี้จะเป็นพวกสัตว์ขาปล้องถึง 85% โดยแบ่งออกเป็นแมลง 74% ส่วนที่เหลือเป็นกุ้ง, ปู, ไรน้ำ, แมงดาทะเล, หอย, หนอนตัวแบน และอื่น ๆ ส่วนสัตว์มีกระดูกสันหลังรู้จักในโลก 41,600 ชนิด ในจำพวกนี้เป็นปลาถึง 48.1% ที่เหลือเป็นนก, สัตว์เลื้อยคลาน, สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ (ทศพร, 2532) สัตว์เหล่านี้นับวันจะสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพทางนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดไม้ทำลายป่า จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาชนิด และนิเวศวิทยาของสัตว์ต่าง ๆ เพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแนวทางการอนุรักษ์สัตว์เหล่านี้ต่อไป

อุทยานแห่งชาติภูพาน ตั้งอยู่ในพื้นที่ของเทือกเขาภูพาน ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีเนื้อที่ประมาณ 665 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 415,439 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ในสองจังหวัด คือ อำเภอเมือง, อำเภอพรรณานิคม, อำเภอกุดบาก และกิ่งอำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร และอำเภอสมเด็จ, อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ พื้นที่ของอุทยานฯ เคยเป็นพื้นที่อุดมสมบูรณ์ แต่เนื่องจากบริเวณนี้ เคยเป็นศูนย์กลางการปฏิบัติการแห่งหนึ่งของพรรคคอมมิวนิสต์แห่งประเทศไทย ทำให้มีการปฏิบัติการของทหารมากตามไปด้วย จึงมีการตัดถนนหลายสายผ่านพื้นที่นี้ โดยเฉพาะทางหลวงหมายเลข 213 เมื่อเหตุการณ์สงบลง ประชาชนอพยพเข้าไปตั้งถิ่นฐานและหาพื้นที่ทำกินในพื้นที่มากขึ้น (กรมป่าไม้, 2535) เพราะเขตอุทยานฯ ประกอบด้วยทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ ทั้งป่าไม้ และสัตว์ป่า ประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบยังคงมีการลักลอบตัดฟันแปรรูปไม้มีค่า การหาของป่า ล่าสัตว์ และบุกรุกพื้นที่ของอุทยานฯ

ปัจจุบันแม้อุทยานฯ จะมีปัญหาต่าง ๆ อีกมาก แต่ก็ยังเป็นเขตที่ยังคงมีความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะทรัพยากรป่าไม้ มีร้อยละ 81.23 ของพื้นที่อุทยานฯ ซึ่งประกอบด้วย ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง

ในอัตราร้อยละ 41.58 22.16 และ 17.49 ตามลำดับ (กรมป่าไม้, 2535) ส่วนผลการสำรวจทรัพยากรสัตว์ป่า พบสัตว์ป่า 162 ชนิด แยกออกเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 53 ชนิด (32.9%), สัตว์ปีก 42 ชนิด (26.1%), สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 17 ชนิด (10.5%), สัตว์เลื้อยคลาน 37 ชนิด (23.0%) และปลาน้ำจืด 13 ชนิด (7.5%)

การศึกษาชนิดและนิเวศวิทยาของสัตว์ในอุทยานฯ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาชีววิทยาในสาขาต่าง ๆ เช่น อนุกรมวิธาน, พันธุศาสตร์, นิเวศวิทยา, สรีรวิทยา การปลุกจิตสำนึกให้มนุษย์ตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของทรัพยากรชีวภาพเหล่านี้ ทำให้การจัดการทรัพยากรชีวภาพเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และการวางแนวทางในการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสม นอกจากนี้จะใช้โครงการนี้เป็นต้นแบบ สำหรับการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในอุทยานอื่น ๆ ด้วย

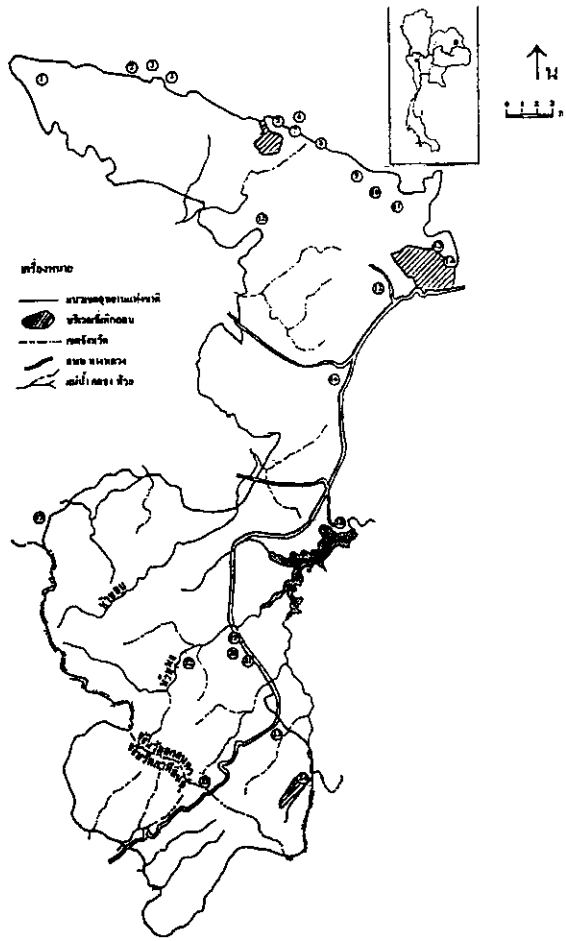
วิธีการ

ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างสัตว์ตามที่ต่าง ๆ เดือนละครั้งในเขตอุทยานฯ (ภาพที่ 1) ดังนี้

1. แพลงก์ตอนสัตว์ เก็บจากแหล่งน้ำ 16 แหล่ง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2540 ถึงเดือนธันวาคม 2541 เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนชนิดในเชิงคุณภาพของแพลงก์ตอนทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ โรติเฟอร์ (rotifers) คลาโดเซอรา (cladocera) และโคปิปอด (copepod) โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนที่มีขนาดตา 60 ไมโครเมตร เก็บตัวอย่างในฟอร์มาลิน 5% นอกจากนี้ ได้เก็บข้อมูลทางนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ เช่น pH, อุณหภูมิน้ำ, ความเค็ม และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการโดยนำตัวอย่างโรติเฟอร์มาตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายอย่างน้อย 1,000 เท่า ในการจำแนกโรติเฟอร์บางชนิดจำเป็นต้องตรวจสอบตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (scanning electron microscope) ซึ่งการเตรียมตัวอย่างดังกล่าวใช้วิธีการของ Sanoamuang and McKenzie (1993) และ Sanoamuang and Stout (1993)
2. แมลงบก ปีที่ 1 ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2540 ถึงเดือนมกราคม 2541 เก็บตัวอย่างผีเสื้อบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติแก้งมดแดง ต. สร้างค้อ อ. กุดบาก จ. สกลนคร และบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติภูมะแงว ต. โคกภู อ. กุดบาก จ. สกลนคร ปีที่ 2 ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2541 ถึงเดือนมกราคม 2542 เก็บตัวอย่างจาก 4 บริเวณ คือ ป่า ICS (ด้านหลังพระตำหนักฯ) ห้วยเวียนไพร ที่ทำการอุทยานฯ และทางเข้าลำห้วยอูนการเก็บตัวอย่างในเวลากลางวันใช้สวิงโฉบผีเสื้อกลางวัน กลางคืนตั้งกับดักแสงไฟ (การตั้งกับดักแสงไฟทำเฉพาะที่แก้งมดแดง และห้วยเวียนไพร ในปี 2540 และ 2541 ตามลำดับ) เก็บตัวอย่างระยะตัวเต็มวัย แล้วนำมาเซ็ท อบ และเก็บตัวอย่างแห้ง นอกจากนี้ได้ใช้สวิงโฉบตามอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ ของอุทยานฯ ตรวจสอบเอกลักษณ์ใช้เอกสารอ้างอิงและเปรียบเทียบจากตัวอย่างในพิพิธภัณฑ์สาขาอนุกรมวิธาน กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร
3. แมลงน้ำ เก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2540 ถึงเดือนมกราคม 2541 บริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติแก้งมดแดง และหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติภูมะแงว โดยใช้ pond net เก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงน้ำในทุกแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้เวลาในการเก็บ 3 นาที เพื่อวิเคราะห์จำนวนชนิดในเชิงคุณภาพ ตัวอย่างที่ได้ดองในเอธิลแอลกอฮอล์ 70% และเก็บตัวเต็มวัยด้วยกับดักแสงไฟ แยกตัวอย่างตัวอ่อนแมลงน้ำออกจาก substrate ใส่ในภาชนะที่บรรจุเอธิลแอลกอฮอล์ 70% ตัวอย่างตัวเต็มวัยเก็บรักษาในเอธิลแอลกอฮอล์ 70% เช่นกัน ตรวจเอกลักษณ์โดยใช้เอกสารอ้างอิง
4. หอยบกและหอยน้ำจืด เก็บตัวอย่างจากบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานฯ ป่า และแหล่งน้ำต่าง ๆ ในเขตอุทยานฯ รวม 25 แห่ง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2540 ถึงเดือนมกราคม 2542 โดยเดินสำรวจหาตัวอย่างหอยที่อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติและบริเวณใกล้เคียงทั้งในน้ำและบนบก เก็บตัวอย่างตามวิธีของ Malek (1962) โดยใช้ตะแกรงลวด (scoop) หรือสวิงตักตามหน้าดินโดยไม่เลือกขนาดและชนิดตัวอย่างหอย บันทึกข้อมูลเบื้องต้นและถ่ายรูปทั้งในสภาพธรรมชาติและในห้องปฏิบัติการ เก็บรักษาตัวอย่างในฟอร์มาลิน 10% การตรวจเอกลักษณ์ใช้เอกสารของ Brandt (1974), Kerney *et al.* (1979) และ Upatham *et al.* (1983)

5. ปลาน้ำจืด เก็บตัวอย่างปลาจากบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานฯ และแหล่งน้ำต่าง ๆ ในเขตอุทยานฯ รวม 17 แห่ง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2540 ถึงเดือนมกราคม 2542 โดยใช้สวิง แห ตาข่าย และทำให้สลบด้วยไฟฟ้า ดองตัวอย่างด้วยฟอร์มาลิน 10% และนำไปตรวจเอกลักษณ์

6. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน เก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำต่าง ๆ รวม 25 แห่ง เช่นเดียวกับหอยน้ำจืดและหอยบก ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2540 ถึงเดือนมกราคม 2542 โดยการจับด้วยมือ สวิง บ่วงคล้องคอ กับดัก ใช้เสียมขุดบริเวณที่อาศัย ทำให้สลบด้วยไฟฟ้า ถ่ายรูปทั้งในสภาพธรรมชาติ และในห้องปฏิบัติการ เก็บรักษาตัวอย่างในฟอร์มาลิน 10% ตรวจเอกลักษณ์โดยใช้เอกสารอ้างอิง



ภาพที่ 1. แผนที่อุทยานแห่งชาติภูพาน ○ 1. หน่วยฯ ภูผักหวาน 2. อ่างเก็บน้ำห้วยหินแตก 3. หน่วยฯ หินแตก 4. อ่างเก็บน้ำห้วยวังถ้ำ 5. อ่างเก็บน้ำวังเรือ 6. หน่วยฯ หนองดินดำ 7. อ่างเก็บน้ำภูเพ็ก 8. อ่างเก็บน้ำประชาสุขสันต์ 9. อ่างเก็บน้ำห้วยทราย 10. อ่างเก็บน้ำห้วยทราย3 11. อ่างเก็บน้ำห้วยทราย2 12. อ่างเก็บน้ำห้วยเวียนไพร 13. อ่างเก็บน้ำห้วยหอย 14. อ่างเก็บน้ำห้วยเดียก 15. หน่วยฯ เชิงดอย 16. ที่ทำการอุทยานฯ 17. หน่วยฯ ภูมะแงว 18. เขื่อนน้ำพุง 19. อ่างเก็บน้ำบ้านด้อนใหม่2 20. อ่างเก็บน้ำบ้านด้อนใหม่3 21. อ่างเก็บน้ำบ้านด้อนใหม่1 22. หน่วยฯ แก้งมดแดง 23. อ่างเก็บน้ำห้วยขี้หิน 24. อ่างเก็บน้ำห้วยแข้ 25. หน่วยฯ ต่อเขต

ผลการวิจัย

แพลงก์ตอนสัตว์

พบแพลงก์ตอนสัตว์จำนวน 148 ชนิด ดังนี้

1. โรติเฟอร์ พบทั้งหมด 115 ชนิด จาก 17 วงศ์ เป็นชนิดที่มีรายงานว่าพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย (new records) จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ *Colurella sinistra*, *C. sulcata*, *Lecane syngenes*, *L. thienemanni*, *Testudinella amphora*, *Trichocerca longiseat*, *T. simonei* และ *T. weberi*

ชนิดที่พบกระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำเกือบทุกแหล่ง คือ *Lecane bulla*, *Trichocerca similis*, *Hexarthra mira*, *Keratella cochlearis*, *Brachionus quadridentatus*, *Polyarthra vulgaris*, *Trichocerca capucina* และ *T. chattoni*

ชนิดท้องถิ่น (endemic species) ซึ่งพบอาศัยอยู่เฉพาะในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเอเชียใต้เท่านั้น ได้แก่ *Brachionus donneri*, *Keratella edmondsoni*, *Lecane blachei*, *L. shieli*, *L. superaculeata* และ *L. thailandensis* นอกจากนี้ยังสำรวจพบชนิดที่เคยมีรายงานว่าอาศัยอยู่เฉพาะในทวีปออสเตรเลียเท่านั้น ได้แก่ *Brachionus dichotomus*, *Lecane batillifer* และ *Testudinella walkeri*

2. คลาโดเซอรา พบจำนวน 29 ชนิด จาก 7 วงศ์ ส่วนมากเป็นชนิดที่พบแพร่หลายในเขตร้อน (circumtropical species) เช่นเดียวกับที่พบในมาเลเซีย (Idris, 1983), ออสเตรเลีย (Smirnov and Timms, 1983) และปาปัวนิวกินี (Smirnov and Meester, 1996) ชนิดที่พบแพร่หลายกระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำหลายแห่ง ได้แก่ *Ceriodaphnia comuta*, *Bosminopsis deitersi*, *Bosmina meridionalis* และ *Diaphanosoma excisum* สกุลที่มีสมาชิกมากที่สุด ได้แก่ *Alona* และ *Chydorus*

3. โคปีปอด พบ 8 ชนิด เป็นชนิดใหม่ของโลก 1 ชนิด คือ *Eodiaptomus phuphanensis* new sp. (ภาพที่ 2-4) ชนิดที่พบแพร่กระจายทั่วไป คือ *Heloidiaptomus elegans*

ภาพที่ 2-4. แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโคปีปอด (*Eodiaptomus phuphanensis* n. sp.) 2) เพศผู้ด้านข้าง, 3) หนวดคู่ที่ 1, 4) P5 (ขาคู่ที่5)

โคปีปอดชนิดใหม่ของโลก

(*Eodiaptomus phuphanensis* new species)

ตัวเต็มวัยยาว 1.0-1.5 มิลลิเมตร ส่วนหัวมีหนวด 2 คู่ ส่วนอกมีขาว่ายน้ำ 5 คู่ หนวดคู่ที่ 1 (ภาพที่ 3) และขาคู่ที่ 5 (ภาพที่ 4) ของตัวผู้เปลี่ยนแปลงไปใช้ในการจำแนกชนิด ลักษณะโดยทั่วไปคล้าย *Eodiaptomus sanoamuangae* แต่ของชนิดใหม่แตกต่างไปดังนี้

- ปล้องที่ 8 ของหนวดคู่ที่ 2 มีหนามขนาดใหญ่กว่าโดยมีขนาดเท่ากับหนามบนปล้องที่ 10

- ส่วน endopodite ของ P5 ข้างขวามีลักษณะแผ่แบน ประกอบด้วยหนาม จำนวน 2 หนาม พบที่อ่างเก็บน้ำห้วยทราย 1 และห้วยทราย 2 ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมิถุนายน และเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม จัดเป็นสัตว์ประจำถิ่นของประเทศไทย ปัจจุบันพบอาศัยอยู่ในอุทยานแห่งชาติภูพานเท่านั้น

ผีเสื้อกลางวัน

บริเวณแก้งมดแดง ภูมะแงว ในปี 2540 พบผีเสื้อกลางวัน 9 วงศ์ 166 ชนิด วงศ์ที่พบ คือ Callidulidae, Danaidae, Hesperiidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae, Riodinidae และ Satyridae

บริเวณป่า ICS (ด้านหลังพระตำหนักฯ) ห้วยเวียนไพร ที่ทำการอุทยานฯ และทางเข้าอูน ในปี 2541 พบผีเสื้อกลางวัน 9 วงศ์เช่นเดียวกัน จำนวน 245 ชนิด

ผีเสื้อกลางวันวงศ์ Nymphalidae มีความหลากชนิดมากที่สุด รองลงมาคือ วงศ์ Papilionidae, Pieridae และ Danaidae ผีเสื้อที่พบส่วนมากเป็นผีเสื้อที่พบตามอุทยานฯ ทั่วไป (เกรียงไกรและคณะ, 2539)

ผีเสื้อกลางคืน

ผีเสื้อกลางคืนที่ได้จากการใช้แสงไฟล่อในเวลากลางคืน บริเวณแก้งมดแดงในปี 2540 และห้วยเวียนไพรในปี 2541 พบรวมทั้งสิ้น 18 วงศ์ 112 สกุล 157 ชนิด วงศ์ Noctuidae (Phalaenidae) มีความหลากหลายมากที่สุด 33 สกุล 45 ชนิด รองลงมา ได้แก่ วงศ์ Sphingidae พบ 16 สกุล 30 ชนิด และวงศ์ Geometridae พบ 15 สกุล 24 ชนิด

แมลงน้ำ

ลำธารแก้งมดแดงมีความหลากชนิดของแมลงน้ำมากกว่าลำธารห้วยมะแงว คือพบ 10 อันดับ 63 วงศ์ 208 ชนิด ในขณะที่ห้วยมะแงวพบ 9 อันดับ 55 วงศ์ 149 ชนิด จำนวนชนิดที่พบมากทั้งสองลำธาร คือ แมลงปีกแข็งหรือด้วง (coleoptera) แมลงชีปะขาว (ephemeroptera) และมวน (hemiptera) นอกจากนี้ลำธารแก้งมดแดงพบ แมลงปอ (odonata) และแมลงหนอนปลอกน้ำ (trichoptera) มาก ส่วนในลำธารห้วยมะแงวพบแมลงสองปีก (diptera) มาก

แมลงปีกแข็งที่พบมาก คือ วงศ์ด้วงดิ่ง (Dytiscidae) พบ 11 ชนิด รองลงมา ได้แก่ วงศ์แมลงเหนี่ยง (Hydrophilidae) พบ 10 ชนิด

แมลงสองปีกที่มีความหลากหลายมาก คือ วงศ์แมลงวันแมงมุม (Tipulidae) พบ 6 ชนิด ส่วนที่พบทั้งสองลำธาร คือ พวกริ้น

แมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae มีความหลากหลายมากที่สุดพบ 19 ชนิด วงศ์อื่น ๆ พบเพียง 2-3 ชนิด

มวนน้ำวงศ์ Gerridae หรือจิงโจ้น้ำ มีมากถึง 16 ชนิด มวนน้ำพบทั่วไปในทั้งสองลำธาร

แมลงปอวงศ์ Gomphidae พบมาก 13 ชนิด รองลงมา คือ แมลงปอบ้าน (Libelluliidae) พบ 11 ชนิด แมลงปอพบทั่วไปทั้งสองลำธาร

แมลงหนอนปลอกน้ำรังไหม วงศ์ Hydropsychidae เป็นวงศ์ที่มีความหลากหลายมากที่สุดพบ 10 ชนิด ที่พบมากรองลงมา คือ แมลงหนอนปลอกน้ำเข็ม วงศ์ Leptoceridae พบ 6 ชนิด

แมลงน้ำที่พบในลำธารแก้งมดแดง และห้วยมะแงว มีความคล้ายคลึงกับแมลงน้ำที่พบในลำธารของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว คือ แมลงชีปะขาว และแมลงหนอนปลอกน้ำมักพบในลำธารต้นน้ำและมีความหลากหลายมาก ต่างกับแมลงสโตนฟลายที่มีน้อย (นฤมลและวิโรจน์, 2541) ในการศึกษาครั้งนี้พบแมลงสโตนฟลาย 1 วงศ์ คือ Perlidae ตัวอ่อนแมลงทั้งสามกลุ่มนี้พบมากในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี คือ มีค่า DO สูง และ BOD ต่ำ (Sangpradub *et al.*, 1998) แมลงปอและมวนน้ำพบได้ในแหล่งน้ำทั่ว ๆ ไป แมลงสองปีกพบที่ห้วยภูมะแงวมากกว่าเนื่องจากน้ำมีลักษณะเป็นน้ำขังมากกว่าห้วยแก้งมดแดง

หอยบกและหอยน้ำจืด

พบตัวอย่างหอยทั้งสิ้น 31 ชนิด เป็นหอยบก 3 ชนิด และหอยน้ำจืด 28 ชนิด

หอยบก 3 ชนิดคือ หอยเดื่อ *Hemiplecta distincta,* หอยทาก *Vitrea subrinatar* และหอยทาก หรือหอยหอม *Cylophours ausntiacus* ทั้งสามชนิดพบตามป่าทั่วไป

หอยน้ำจืด 28 ชนิด คือ

หอยฝาคู่ ได้แก่ หอยกาบ *Scabies crispata, Physunio modelli, Ensidens ingallisianus dugasti, Trapezoideus exolescens pallegoixi, Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana, Uniandra contradens tumidula,* หอยแม่น้ำ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus,* หอยทราย *Corbicula moreletiana* และ *Corbicula. iravadica*

หอยฝาเดียว ได้แก่ หอยขม *Trochotaia trochoides, Filopaludina martensi martensi, Filopaludina sumatrensis polygramma, Filopaludina martensi munensis, Filopaludina martensi cambodjensis, Idiopoma umbilicata,* หอยปัง *Pila polita,* หอยโข่ง *Pila ampullacea, Pila pesmei,* หอยเชอรี่ *Pomacea insularus,* หอยไซ *Bithynia (Digoniostoma) siamensis goniomphalos,* หอยเจดีย์ *Brotia costula costula, Semisulospira libertina, Melanoid tuberculata, Clea (Anentome) helina,* หอยคัน *Lymnaea (Radix) auricularis rubiginosa, Lymnaea (Radix) auricularis swinnoei, Indoplanorbis exustus* และ *Hippeutis (Hericorbis) umbilicalis*

การแพร่กระจายของชนิดและจำนวนตัวในแต่ละชนิดแตกต่างกันในแต่ละแหล่งน้ำ

ปลาน้ำจืด

พบปลาทั้งหมด 16 วงศ์ 42 ชนิด คือ วงศ์ Cyprinidae, Cobitidae, Clariidae, Bagridae, Siluridae, Anabantidae, Belontiidae, Cichidae, Eleotridae, Ambassidae, Nandidae, Channidae, Mastacembelidae, Flutidae, Tetraodontidae และ Notopteridae การสำรวจครั้งนี้ได้จำนวนชนิดของปลามากกว่าการสำรวจของกรมป่าไม้เมื่อปี พ.ศ. 2535 ที่รายงานว่าพบปลา 13 ชนิด (กรมป่าไม้, 2535)

วงศ์ที่มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) พบ 14 สกุล 22 ชนิด สกุล *Puntius* พบ 4 ชนิด ปลาที่มีการกระจายทั่วไปในแหล่งน้ำ คือ ปลาซิวหางขาว (*Rasbora agyrotaenia*), ปลากระสูบจุด (*Hampala dispar*), ปลานวลจันทร์น้ำจืด (*Cirrhinus microlepis*), ปลากระดี่หม้อ (*Trichogaster trichopterus*), ปลากัดไทย (*Betta splendens*), ปลานิล (*Oreochromis nilotica*), ปลากระจก (*Parabassis siamensis*), ปลากั้ง (*Channa gachua*), ปลาไหล (*Fluta alba*) และปลาที่พบในทุกแหล่งน้ำ คือ ปลาค้อ (*Channa striatus*)

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบจากการสำรวจครั้งนี้มี 23 ชนิด จาก 2 อันดับ 5 วงศ์ 10 สกุล และสัตว์เลื้อยคลาน 33 ชนิด จาก 2 อันดับ 15 วงศ์ 28 สกุล สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกวงศ์ที่มีความหลากชนิดมาก คือ วงศ์ Microhylidae มี 8 ชนิด สกุล *Microphyla* มีมากถึง 7 ชนิด วงศ์ (Ranidae) มี 9 ชนิด สกุลที่พบมาก คือ Rana มี 8 ชนิด วงศ์ Bufonidae, Gymnophiidae พบวงศ์ละ 1 ชนิด และ Rhacophoridae พบ 2 ชนิด สัตว์เลื้อยคลานวงศ์ที่มีความหลากชนิดที่สุด คือ วงศ์ Colubridae พบ 16 ชนิด กิ้งก่าสวนหัวแดง *Calotes versicolor* (วงศ์ Agamidae) พบกระจายทั่วไป

ผลการสำรวจครั้งนี้ พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมากกว่าที่กรมป่าไม้สำรวจได้เมื่อปี 2535 (กรมป่าไม้ 2535) จำนวน 5 ชนิด และไม่พบ 1 ชนิด สัตว์เลื้อยคลานพบมากกว่าการสำรวจของกรมป่าไม้ 13 ชนิด และไม่พบ 8 ชนิด ที่พบเพิ่มเติมจากการสำรวจของกรมป่าไม้ คือ งูดินสวน *Ichtyophis kohtaoensis*, อึ่งลายแต้ม *Microhyla butleri*, อึ่งหลังจุด *Microhyla inornata*, เขียดบัว *Rana erythraea*, กบหลังขีด *Rana macrodactyla*, กบลายเฉียง *Rana miopus*, เต่าเหลือง *Indotestudo elongata*, เต่านา *Malayemys subtrijuga*, กิ้งก่าสวนหัวสีน้ำเงิน *Calotes mystaceus*, งูดินใหญ่อินโดจีน *Typhlops diardi*, งูก้นขบ *Cylindrophis ruffus*, งูเขียวดง *Boiga cyanea*, งูพงอ้อท้องเหลือง *Calamaria pavimentata*, งูทางมะพร้าวเขียว *Elaphe prasina*, งูหมอก *Psammodynastes pulverulentus*, งูลายสอใหญ่ *Xenochrophis piscator* และงูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง *Trimeresurus albolabris* ดังนั้นเมื่อรวมกับผลการสำรวจของกรมป่าไม้ปี 2535 จะรวมพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 24 ชนิด และสัตว์เลื้อยคลาน 40 ชนิด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139008

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2535. แผนแม่บทอุทยานแห่งชาติภูพาน. เล่ม 2. รายงานฉบับสมบูรณ์.

เกรียงไกร สุวรรณภักดิ์, ธรรมรัตน์ สุขพินิจ และวรท เฉลิมเผ่า. 2539. ผีเสื้อ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. สำนักพิมพ์เงาไม้, กรุงเทพฯ.

ทศพร วงศ์รัตน์. 2532. ปลาไทยในความหลากหลายทางชีวภาพ. รายงานการสัมมนาชีววิทยา ครั้งที่ 7 เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย.

ไพบูลย์ นัยเนตร. 2536. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง. รายงานการสัมมนาชีววิทยา ครั้งที่ 7 เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย.

นฤมล แสงประดับ และวิโรจน์ หนักแน่น. 2541. การศึกษาเบื้องต้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารห้วยหญ้าเครือ และลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. วารสารวิจัย มข. 3(1): 1-15.

BRANDT, R. A. M. 1974. The Non-Marine Aquatic Mollusca of Thailand. Druck von W. Kramer & Co., Frankfurt.

IDRIS, B. A. G. 1983. Freshwater Zooplankton of Malaysia (Crustacea: Cladocera). Penerbit University Pertanian, Malaysia. 153 p.

KERNEY, M. P., R. D. CAMERON AND G. RILEY. 1979. A Field Guide to the Land Snails of Britain and North-West Europe. William Collins Sons and Co. Ltd., Glasgow. 288 p.

MALEK, E. A. 1962. Laboratory Guide and Notes for Medical Malacology. Burgess Publishing Company, Minneapolis. 154 p.

SANOAMUANG, L. AND J. C. MCKENZIE. 1993. A Simplified Method for Preparing Rotifer Trophi for Scanning Electron Microscopy. Hydrobiologia 250: 91-95.

SANOAMUANG, L. AND V. M. STOUT. 1993. New Records of Rotifers from the South Island Lakes, New Zealand. Hydrobiologia 255/256: 481-490.

SANGPRADUB, N., Y. INMUONG, C. HANJAVANIT AND U. INMUONG. 1998. A Correlation Study Between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand. A Research Report to the Thailand Research Fund.

SMIRNOV, N. N. AND L. DE MEESTER. 1996. Contributions to the Cladocera Fauna from Papua New Guinea. Hydrobiologia 317: 65-68.

SMIRNOV, N. N. AND B. V. TIMMS. 1983. A Revision of the Australian Cladocera (Crustacea). Rec. Aust. Mus. Suppl. 1: 1.132.

UPATHAM, E. S., S. SORNMANI, V. KITTIKOON, C. LOHACHIT AND J. B. BURCH. 1983. Identification Key for the Fresh and Brackish Water Snails of Thailand. Malacological Review 6: 107-132.

ตอนที่ 6
สัตว์มีกระดูกสันหลัง
(Vertebrate)

- นก
- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

อนุกรมวิธานของปลาไทยชนิดที่จัดไว้ในสกุล *PUNTIUS* HAMILTON, 1822

จรุงจิต สุนัยรัตนาภรณ์
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

TAXONOMY OF THAI-FISH ALLOCATED TO THE GENUS *PUNTIUS* HAMILTON, 1822 (PISCES: CYPRINIDAE)

J. Sunairatanaporn
Major Fishery Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

Thirty-six nominal species of Thai fish were reported under the genus *Puntius* Hamilton, 1822 by Smith (1945). Recent work of Rainboth (1996) recognized four related genera: *Puntius, Systomus, Barbodes* and *Hypsibarbus* for most of the species reported by Smith (1945). Comparative morphology and anatomy of fish specimens belonging to these four genera from field work and museum collections were studied in detail. There are twenty two recognized species: 3 *Puntius* spp., 9 *Systomus* spp., 3 *Barbodes* spp., and 7 *Hypsibarbus* spp. Ten of these species were formerly allocated to the genus *Puntius* by Smith (1945). Three new species were described: *Puntius* sp., *Systomus* sp., and *Hypsibarbus* sp. *Puntius burmanicus* Day, 1878 from Maesareing district, Salween basin, was a new record for Thailand.

Key words: *Puntius*, Thai fish, taxonomy

บทนำ

ปลาสกุล *Puntius* เป็นปลาน้ำจืดสกุลหนึ่งในวงศ์ Cyprinidae ซึ่ง Smith (1945) รายงานการพบในไทยทั้งสิ้น 36 ชนิด กระจายพันธุ์ตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ในทุกภาคของประเทศ ปลาสกุล *Puntius* นี้ Hamilton (1822) ได้จัดเป็นสกุลย่อย (subgenus) จากสกุล *Cyprinus* โดยใช้ *Cyprinus sophore* เป็นต้นแบบ (type species of *Puntius*) ต่อมา Bleeker (1863) ได้ศึกษาปลาในประเทศอินโดนีเซีย และได้แยกปลาสกุล *Barbus* ออกเป็น 3 สกุลย่อยตามจำนวนของหนวด กล่าวคือ สกุลย่อย *Puntius* ไม่มีหนวด สกุลย่อย *Barbodes* มีหนวด 1 คู่ และสกุลย่อย *Capoeta* มีหนวด 2 คู่ แต่พบว่า สกุลย่อย *Puntius* และ *Barbodes* เท่านั้นที่กระจายพันธุ์ในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนสกุลย่อย *Capoeta* กระจายพันธุ์ในบริเวณเอเชียตะวันตก ต่อมา Weber and De Beaufort (1916) ได้แยก *Puntius* เป็นระดับสกุลโดยไม่ใช้จำนวนหนวดเป็นหลักในการแยกกลุ่มตามที่ Bleeker (1863) ได้เสนอไว้ ส่งผลให้ปลาในกลุ่มปลาตะเพียนหลายชนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ส่วนใหญ่ใช้ชื่อสกุล *Puntius* Smith (1945) ได้ศึกษาปลาในประเทศไทย โดยใช้ชื่อสกุล *Puntius* ตามเอกสารของ Weber and De Beaufort (1916) ทำให้ปลากลุ่มปลาตะเพียนของไทยใช้สกุล *Puntius* ทั้งสิ้น Rainboth (1989) ได้ตั้งสกุล *Discherodontus* เป็นสกุลใหม่จากลักษณะของ pharyngeal teeth ซึ่งมีเพียง 2 แถว โดยอาศัยพื้นฐานจากปลาในสกุล *Puntius, Acrossocheilus* และ *Barbus* ต่อมา Rainboth (1996a) ได้ตั้งสกุล *Hypsibarbus* ขึ้นเป็นสกุลใหม่ โดยอาศัยลักษณะพื้นฐานบางประการจากสกุล *Puntius, Acrossocheilus* และ *Poropuntius* ที่บรรยายโดย Smith (1945) และใช้ *Acrossocheilus malcolmi* เป็นชนิดต้นแบบของสกุล Rainboth (1996b) ได้ศึกษาพันธุ์ปลาในประเทศกัมพูชาและได้แบ่งชนิดของปลาในสกุล *Puntius* ตามรายงานของ Smith (1945) ออกเป็น 4 สกุล ได้แก่ *Puntius, Systomus, Barbodes* และ *Hypsibarbus* โดยที่ไม่ได้ให้รายละเอียดที่ชัดเจนในการแยกสกุลต่าง ๆ เหล่านี้ จะเห็นได้ว่ามีการย้ายปลาในสกุล *Puntius* บางชนิดไปอยู่ในสกุลใหม่ และมีบางสกุลที่มีความใกล้เคียงกับสกุล *Puntius* โดยที่ไม่มีความชัดเจนในรายละเอียดที่ใช้จัดจำแนกทำให้เกิดการสับสนในขอบเขตของสกุล *Puntius* และสกุลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาตัวอย่างปลาในสกุล *Puntius* และสกุลที่เกี่ยวข้องทั้งจากที่มีผู้วิเคราะห์ชนิดไว้แล้วและที่ยังไม่ได้วิเคราะห์ชนิดจากพิพิธภัณฑ์และสถาบันต่าง ๆ และรวบรวมตัวอย่างจากลุ่มน้ำต่าง ๆ ของไทย โดยศึกษาทั้งลักษณะภายนอก และลักษณะทางกายวิภาคประกอบกัน เพื่อนำผลการศึกษามาจัดจำแนกสกุลและชนิดของปลาในกลุ่มนี้ให้ถูกต้อง

พื้นที่ศึกษา

เก็บรวบรวมตัวอย่างปลาจากลุ่มน้ำที่สำคัญทุกภาคของประเทศ 6 ลุ่มน้ำตามรายงานของ Kottelat (1984) และ Rainboth (1991) ศึกษาตัวอย่างปลาที่เก็บรวบรวมจากลุ่มน้ำ และตัวอย่างจากห้องพิพิธภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ห้องปฏิบัติการของกลุ่มอนุกรมวิธานปลาน้ำจืด สถาบันพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาสัตว์น้ำ กรมประมง และพิพิธภัณฑ์ทางธรรมชาติวิทยาหรือทางสัตววิทยาแห่งอื่น ๆ ภายในประเทศที่มีการเก็บรักษาตัวอย่างปลา

วิธีการ

การศึกษาภาคสนาม

เก็บตัวอย่างปลาโดยใช้เครื่องมือประมงของชาวบ้านในท้องที่หรือใช้กระแสไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อื่น ๆ และตัวอย่างปลาจากตลาดสดในบริเวณพื้นที่ศึกษา จดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เช่น ลักษณะทางนิเวศของแหล่งน้ำ, ชนิดและลักษณะของสัตว์น้ำที่พบ, การนำมาใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น, ราคา, ปริมาณ, ฤดูผสมพันธุ์ หรือ ฤดูที่พบชุกชุม, ชื่อท้องถิ่น ถ่ายรูปตัวอย่างที่มีความสมบูรณ์ เก็บรวบรวมตัวอย่างในน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 10% จากนั้นจดรายละเอียดต่าง ๆ เช่น แหล่งที่เก็บ วันที่เก็บ และข้อมูลกำกับตัวอย่างอื่น ๆ ให้ชัดเจน

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

จำแนกชนิดตัวอย่างปลาตามเอกสารที่มีผู้ทำการศึกษา จากนั้นแยกตัวอย่างออกจากกันตามชนิด แหล่งที่มา และวันที่เก็บ นำตัวอย่างเก็บรักษาไว้ในน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 10% ไม่น้อยกว่า 7 วัน เทน้ำยาเก่าออก และนำไปแช่ในน้ำ 7 วัน จากนั้นเปลี่ยนใส่ในน้ำยาอัลกอฮอล์เข้มข้น 50% แช่ทิ้งไว้ 7 วัน แล้วเปลี่ยนใส่น้ำยาอัลกอฮอล์เข้มข้น 75% วัดขนาดสัดส่วนต่าง ๆ และนับจำนวนของลักษณะบางลักษณะตาม Rainboth (1996) โดยบันทึกลงในตารางที่ได้จัดทำขึ้น ศึกษาระบบกระดูกโดยใช้วิธีของสุภาพ (2535) สำหรับปลาที่มีขนาดใหญ่ ส่วนปลาที่มีขนาดเล็กใช้วิธีเอ็กซ์เรย์ (radiograph) จากเครื่องมือที่คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในกรณีที่ต้องการศึกษาทั้งกระดูกและกระดูกอ่อนใช้วิธีการดองใสโดยวิธีของ อุทัยวรรณ (2536)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นการยืนยันลักษณะที่แตกต่างของสกุล *Puntius, Systomus, Barbodes* และ *Hypsibarbus* ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 จากการออกเก็บรวบรวมตัวอย่างในภาคสนามพบว่า ปลาในกลุ่มนี้มีการกระจายพันธุ์ในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2 จากการศึกษาตัวอย่างปลาชนิดต่าง ๆ ที่รวบรวมจากลุ่มน้ำต่าง ๆ กับตัวอย่างจากพิพิธภัณฑ์ พบ 4 สกุลรวม 22 ชนิด จัดอยู่ในสกุล *Puntius* 3 ชนิด ได้แก่ *P. brevis, P. burmanicus* และ *P.* n. sp. โดย *P. burmanicus* เป็นรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทยจากลุ่มน้ำสาละวินในเขตอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ส่วน *P.* n. sp. พบในลุ่มน้ำโขง สกุล *Systomus* 9 ชนิด ได้แก่ *Systomus orphoides, S. lateristiga, S. binotatus, S. johorensis, S. hexazona, S. partipentazona, S. aurotaeniatus, S. stoliczkae* และ *S.* n. sp. โดยพบ *S.* n. sp. จากลุ่มน้ำเจ้าพระยา และพบรายงานจากทะเลสาบเขมรโดย Rainboth (1996b) สกุล

ตารางที่ 1. ลักษณะที่ใช้แยกสกุล *Puntius, Hypsibarbus, Barbodes* และ *Systomus*

ลักษณะ	*Puntius*	*Hypsibarbus*	*Barbodes*	*Systomus*
1. ก้านครีบหลังอันสุดท้ายที่ไม่แตกแขนงมีขอบด้านท้ายเรียบ	x			
2. ก้านครีบหลังอันสุดท้ายที่ไม่แตกแขนงมีขอบด้านท้ายเป็นซี่จักร		x	x	x
3. ท่อบนเกล็ดในแนวเส้นข้างตัว (lateral line) แตกแขนง		x	x	
4. ความยาวฐานครีบก้นเทียบกับความยาว snout เป็น 80%			x	
5. ความยาวฐานครีบก้นเทียบกับความยาว snout เป็น 60%	x	x		x
6. ลายบนเกล็ดเป็นแนวรัศมี	x			x
7. ซี่กรองเหงือก (gill rakers) ยาว	x			

Barbodes 3 ชนิด ได้แก่ *Barbodes gonionotus, B. altus* และ *B. schwanefeldi* และสกุล*Hypsibarbus* 7 ชนิด ได้แก่ *Hypsibarbus wetmorei, H. malcomi, H. vernayi, H. suvatti, H. lagleri, H. salweenensis* และ *H.* n. sp. โดย *H.* n. sp. ได้จากแม่น้ำกระบุรี จังหวัดระนอง และจากแม่น้ำตะนาวศรี ประเทศพม่า ได้เปรียบเทียบปลาชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งชื่อพ้องกับปลาในสกุล *Puntius* ที่รายงานโดย Smith (1945) แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2. การแพร่กระจายของปลาสกุล *Systomus, Puntius, Barbodes* และ *Hypsibarbus*

ลุ่มน้ำ / ชนิด	เจ้าพระยา	แม่กลอง	โขง	สาละวิน	ตะนาวศรี	ตะวันออก	ใต้
Systomus orphoides (Cuv. & Val., 1842)	x	x	x	x	x	x	x
S. lateristriga (Cuv. & Val., 1842)							x
S. hexazona (Weber & De Beaufort, 1916)							x
S. johorensis (Duncher, 1904)							x
S. partipentazona (Fowler, 1934)	x	x	x			x	x
S. binotatus (Cuv. & Val., 1842)	x	x	x	x	x	x	x
S. aurotaeniatus (Tirant, 1885)			x			x	
S. stoliczkae (Day, 1869)	x		x	x			
S. n. sp.	x						
Puntius burmanicus Day, 1878				x			
P. brevis Bleeker, 1850	x	x	x			x	x
P. n. sp.			x				
Barbodes gonionotus (Bleeker, 1850)	x	x	x			x	x
B. altus (Gunther, 1868)	x	x	x				x
B. schwanefeldi	x	x	x				x
Hypsibarbus suvatti Rainboth, 1996		x	x				
H. malcolmi (Smith, 1945)	x	x	x				x
H. vernayi (Norman, 1925)	x	x	x				
H. wetmorei (Smith, 1931)	x	x	x				x
H. lagleri Rainboth, 1996			x				
H. salweenensis Rainboth, 1996				x			
H. n. sp.					x		

ตารางที่ 3. เปรียบเทียบปลาสกุลที่ศึกษากับปลาสกุล *Puntius* ของ Smith (1945)

ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา	ชื่อไทย	ชนิดของปลาไทยในสกุล *Puntius* ที่รายงานโดย Smith (1945)
Systomus orphoides (Cuv. & Val., 1842)	แก้มช้ำ	*Puntius orphoides* (Cuv. & Val., 1842)
		Puntius simus Smith, 1945
		Puntius sarana (Hamilton, 1822)
		Puntius pinnauratus (Day, 1865)
S. lateristriga (Cuv. & Val., 1842)	อีกอง	*Puntius lateristriga* (Cuv. & Val., 1842)
S. johorensis (Duncher, 1904)	ตะเพียนลาย	
S. partipentazona (Fowler, 1934)	เสือข้างลาย	*Puntius partipentazona* (Fowler, 1934)
S. binotatus (Cuv. & Val., 1842)	ตะเพียนน้ำตก	*Puntius binotatus* (Cuv. & Val., 1842)
S. aurotaeniatus (Tirant, 1885)	ตะเพียนทราย	*Puntius stigmatosomus* Smith, 1931
		Puntius sametensis Smith, 1945
		Puntius pessuliferus (Fowler, 1937)
S. hexazona (Weber & De Beaufort, 1916)	เสือลาย 6 แถบ	
S. stoliczkae (Day, 1869)	มุมหมาย	*Puntius stoliczkae* (Day, 1869)
S. n. sp.	ตะเพียนทราย	
Puntius burmanicus Day, 1878	ตะเพียนทราย	

ตารางที่ 3. (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา	ชื่อไทย	ชนิดของปลาไทยในสกุล *Puntius* ที่รายงานโดย Smith (1945)
P. brevis Bleeker, 1850	ตะเพียนทราย	*Puntius sophoroides* (Gunther, 1868)
		Puntius masyai Smith, 1945
		Puntius spilopterus (Fowler, 1934)
		Puntius leiacanthus (Bleeker, 1860)
P. n. sp.	ขาวน้อย	
Barbodes gonionotus (Bleeker, 1850)	ตะเพียนขาว	*Puntius gonionotus* (Bleeker, 1850)
		Puntius bramoides (Cuv. & Val., 1842)
		Puntius jolamarki Smith, 1934
		Puntius viehoveri Fowler, 1943
B. altus (Gunther, 1868)	ตะเพียนทอง	*Puntius altus* (Gunther, 1868)
		Puntius foxi (Fowler, 1937)
		Puntius bocourti Bleeker, 1865
B. schwanefeldi (Bleeker, 1853)	กะแห	*Puntius schwanenfeldii* (Bleeker, 1853)
		Puntius balleroides (Cuv. & Val., 1842)
Hypsibarbus wetmorei (Smith, 1931)	ตะพาก	*Puntius daruphani* Smith, 1934
		Puntius beasleyi (Fowler, 1937)
		Puntius wetmorei Smith, 1931
H. vernayi (Norman, 1925)	ใบไม้	*Puntius vernayi* (Norman, 1925)
		Puntius huguenini (Bleeker, 1853)
**H. malcolmi* (Smith, 1945)	ปากหนวด	*Acrossocheilus malcolmi* Smith, 1945
***H. suvatti* Rainboth, 1996	ตะเพียนหัวเสียบ	
***H. lagleri* Rainboth, 1996	ปากหนวด	
***H. salweenensis* Rainboth, 1996	สะป้าก	
***H.* n. sp.	พาก	
****Poropuntius faucis* (Smith, 1945)	จาด	*Puntius faucis* Smith, 1945
****Poropuntius laoensis* (Gunther, 1868)	จาด	*Puntius laoensis* (Gunther, 1868)
****Mystacoleucus siamensis* (Sauvage, 1883)	ขี้ยอก	*Puntius siamensis* Sauvage, 1883
****Neolissochilus paucisquamatus* (Smith, 1945)	แฮะ	*Puntius paucisquamatus* Smith, 1945
****Discherodontus halei*	ใบขนุน	*Puntius colemani* (Fowler, 1937)
****Discherodontus ashmeadi* (Fowler, 1937)	แดงน้อย	*Puntius ashmeadi* (Fowler, 1937)
****Puntioplites bulu* (Bleeker, 1851)	ตุ่ม	*Puntius bulu* (Bleeker, 1851)

หมายเหตุ: *รายงานโดย Smith (1945) แต่ไม่ได้อยู่ในสกุล *Puntius*, **ไม่ได้รายงานไว้โดย Smith (1945), ***ไม่ได้ทำการศึกษา

บทวิจารณ์

ปลาในสกุล *Puntius* ที่ Smith (1945) รายงานไว้ว่าพบในไทย 36 ชนิด จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า สามารถจัดจำแนกเป็นหลายสกุล เช่น *Neolissochilus, Poropuntius, Dischorodontus, Mystacoleucus, Systomus, Barbodes* และ *Hypsibarbus* โดยเหลือปลาที่ควรจัดอยู่ในสกุล *Puntius* เพียง 3 ชนิดเท่านั้น คือ *Puntius brevis* Bleeker, 1850, *P. burmanicus* Day, 1878 และ *P.* n. sp สำหรับลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนก ได้แก่ จำนวนและลักษณะของ pharyngeal teeth, ลายบนเกล็ด, ลักษณะของขอบด้านท้ายของก้านครีบหลังก้านสุดท้ายที่ไม่แตกแขนง, ลักษณะซี่กรองเหงือก รวมทั้งลักษณะของไข่ ในกรณีของสกุล *Hypsibarbus* ซึ่งเป็นสกุลใหม่ที่ตั้งโดย Rainboth (1996) นั้นรู้จักกันดีว่าเป็นกลุ่มของปลาตะพาก จากการศึกษาโดยเปรียบเทียบปลากลุ่มนี้จากลุ่มน้ำต่าง ๆ กับเอกสารอ้างอิงเกี่ยวกับปลากลุ่มนี้ของ Rainboth (1996a) ยืนยันได้ว่าปลาในกลุ่มนี้มีหลายชนิด ซึ่งหากไม่สังเกตอย่างถี่ถ้วนแล้วจะพบว่ามีลักษณะกว้าง ๆ คล้ายคลึงกันมาก ในประเทศไทยพบถึง 7 ชนิด ได้แก่ *Hypsibarbus wetmorei, H. suvatti, H. lagleri, H. malcomi, H. vernayi, H. salweenensis* และ *H.* n. sp. Smith (1945) ได้ใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ปลาตะพากที่พบชุกชุมในไทยว่า *Puntius daruphani* Smith, 1934 ทำให้ *P. daruphani* นั้นเป็นชื่อวิทยาศาสตร์ปลาตะพากที่รู้จักกันมากที่สุด

ต่อมาพบว่าชื่อวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมีสถานภาพเป็นชื่อพ้องของ *Hypsibarbus wetmorei* ชื่อปลาที่เรียกตะเพียนทรายนั้นพบว่าเป็นปลาบางชนิดในสกุล *Puntius* และบางชนิดในสกุล *Systomus* โดยตะเพียนทรายชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Puntius brevis* โดยปลาชนิดนี้มีลักษณะผันแปรที่สีของครีบท้องและครีบก้นและจุดลายบนครีบหลัง *Puntius brevis* มีชื่อพ้อง ได้แก่ *Puntius spilopterus* และ *P. masyai* ปลาตะเพียนทราย *Puntius burmanicus* Day, 1878 ที่พบในอำเภอแม่สะเรียง ปรากฏว่าเป็นการพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย และปลาตะเพียนทรายอีกชนิดหนึ่งในสกุล *Puntius* จากจังหวัดหนองคาย เป็นปลาชนิดใหม่ ปลาตะเพียนทรายอีกสกุล คือ *Systomus* นั้น ได้แก่ *Systomus aurotaeniatus* (Tirant, 1885) ซึ่งมีชื่อพ้อง คือ *Puntius stigmatosomus* และได้พบปลาตะเพียนทรายชนิดใหม่ในสกุล *Systomus* จากคลองวัดไลย์ จังหวัดลพบุรี สำหรับปลาชนิดใหม่ทั้ง 3 ชนิดนี้ จะได้รวบรวมข้อมูลเพื่อตีพิมพ์เป็นเอกสารเผยแพร่ต่อไป

บทสรุป

1. ปลาในสกุล *Puntius* เดิมที่รายงานโดย Smith (1945) ทั้งสิ้น 36 ชนิด ถูกจัดจำแนกออกเป็น 4 สกุล คือ *Systomus, Barbodes, Hypsibarbus* และ *Puntius* โดย 10 ชนิดใน 4 สกุลนี้เคยจัดอยู่ในสกุล *Puntius* ที่รายงานโดย Smith (1945) และอีก 26 ชนิดที่ Smith (1945) จัดไว้ในสกุล *Puntius* นั้น 7 ชนิดถูกจัดเป็นสกุลอื่น และ 19 ชนิดเป็นชื่อพ้อง
2. พบ *Puntius burmanicus* เป็นครั้งแรกของในประเทศไทย จากลุ่มน้ำสาละวิน เขตอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
3. พบปลาชนิดใหม่รวม 3 ชนิดในสกุล *Puntius* จากจังหวัดหนองคาย สกุล *Systomus* จากจังหวัดลพบุรี และสกุล *Hypsibarbus* จากแม่น้ำกระบุรี จังหวัดระนอง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540060

เอกสารอ้างอิง

สุภาพ มงคลประสิทธิ์. 2535. มีนวิทยา (ปฏิบัติการ). ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 119 หน้า.

อุทัยวรรณ โกวิทวที. 2536. เอกสารประกอบการสอนวิชาการเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์. ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 254 หน้า.

BLEEKER, P. 1863. Systema cyprinoideorum revisum. Nederl. Tij dschr Dierk. 1: 187-218.

HAMILTON, F. 1822. Account of the fishes found in the river Ganges and its branches. Archibald Constable and Company, Edinburgh. 405 p.

KOTTELAT, M. 1984. A review of the species of Indochinese fresh-water fishes described by H.-E. Sauvage. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris. 792-822.

RAINBOTH, W. J. 1989. Discherodontus, a new genus of Cyprinid fishes from southeastern Asia. Occasional papers of the museum of zoology, University of Michigan. 31 p.

RAINBOTH, W. J. 1991. Cyprinid fishes; systematics, biology and exploitation. Cyprinid of South East Asia. 156-210.

RAINBOTH, W. J. 1996a. The taxonomy, systematics, and zoogeography of *Hypsibarbus*, a new genus of large barbs (Pisces: Cyprinidae) from the river of southeastern Asia. University of California, London. 199 p.

RAINBOTH, W. J. 1996b. Fishes of the Cambodian Mekong. FAO species identification field guide for fishery purposes. Rome. 265 p.

RAINBOTH, W. J. 1989. The freshwater fishes of western Borneo (Klimantan Barat, Indonesia). Memoirs of the California Academy of Sciences 14: 1-210.

SMITH, H. M. 1945. The fresh-water fishes of Siam, or Thailand. United States Government Printing Office, Washington. 622 p.

WEBER, M. AND L. F. DE BEAUFORT. 1916. The fish of the Indo-Australian archipelago. III. Ostariophysi: II Cyprinoidea, Apodes, Synbranchi. Brill, Leiden, XV+455.

การศึกษาอนุกรมวิธานของปลาในแม่น้ำยม

ธงชัย จำปาศรี

ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACTS

SYSTEMATIC STUDIES ON FISHES OF THE YOM RIVER

T. Champasri

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

The objectives of this study were as follows: to study fish species diversity of the Yom river and its tributaries; to find out diagnostic characters used for the purposes of identification and classification; to determine the distribution and abundance of each species. The study was performed from June, 1997 to May, 1998 from specimens collected in the past and those newly collected by the author. There were 144 species in 28 families. They belong to the following families: Ambassidae, Amblycipitidae, Anabantidae, Bagridae, Belonidae, Channidae, Cichlidae, Clariidae, Clupeidae, Cobitidae, Cynoglossidae, Cyprinidae, Dasyatidae, Eleotridae, Gobiidae, Gyrinocheilidae, Hemirhamphidae, Homalopteridae, Mastacembelidae, Notopteridae, Pangasiidae, Pristolepidae, Schilbeidae, Siluridae, Sisoridae, Soleidae, Tetrodontidae and Toxotidae.

Key words: Yom River, systematics, fish, diversity

บทนำ

แม่น้ำยมเป็นแม่น้ำที่สำคัญสายหนึ่งของประเทศไทยซึ่งจัดเป็นแม่น้ำตอนบน (rhitron) ลำน้ำเริ่มจากตอนบนของภาคเหนือ โดยต้นน้ำมีกำเนิดจากเทือกเขาผีปันน้ำในเขตจังหวัดพะเยา เริ่มตั้งแต่อำเภอปง ไหลผ่านอำเภอเชียงม่วนเข้าเขตอำเภอสองเหนืออุทยานแห่งชาติแม่ยม จากนั้นไหลผ่านที่ราบของอำเภอสอง อำเภอเมือง อำเภอลอง และอำเภอวังชิ้นจนมาถึงอำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัยแล้วไหลผ่านที่ราบลุ่มจังหวัดพิษณุโลก พิจิตร มาบรรจบกับแม่น้ำน่านที่ตำบลเกยชัย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ มีความยาวทั้งหมด 555 กิโลเมตร จากนั้นไปมาบรรจบกับแม่น้ำอีกสองสายคือปิงและวังกลายเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาในที่สุด ลักษณะพื้นท้องน้ำของแม่น้ำยมมีความลาดชันมาก กระแสน้ำไหลแรงโดยเฉพาะในฤดูฝนและปริมาณน้ำจะมีมากจนท่วมล้นตลิ่งทั้งสองฝั่งและมีการพังทลายของชายฝั่งแม่น้ำซึ่งทวีความรุนแรงและครอบคลุมบริเวณกว้างขวางมากอันเป็นผลกระทบที่เกิดมาจากการตัดไม้ทำลายป่าอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมดังกล่าวอาจมีผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำและส่งผลกระทบโดยตรงต่อความหลากหลายของชนิดปลาหรือสปีชีส์ของปลาที่มักจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดและปริมาณตามฤดูกาล ระยะเวลาและโอกาสต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นการศึกษาอนุกรมวิธานของปลาในแม่น้ำยมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นมากเนื่องจากจะต้องนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญของการศึกษา การติดตามให้ล่วงรู้ถึงชนิดของปลาที่เป็นองค์ประกอบทางนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำและเป็นข้อมูลที่สำคัญมากสำหรับการเตรียมมาตรการวางแผนคุ้มครอง การอนุรักษ์หรือการใช้ประโยชน์อื่น ๆ ในระดับที่เหมาะสมโดยเฉพาะในกรณีที่มีการนำข้อมูลที่ได้นี้มาเปรียบเทียบกับผลของการเฝ้าสังเกตุการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก็จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาทางด้านชีววิทยาของปลาและด้านอื่น ๆ อีกต่อไป ด้วยเหตุนี้การศึกษาอนุกรมวิธานของปลาในแม่น้ำยมจึงนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

ความหลากหลายของปลาน้ำจืดไทยมีมากเนื่องจากอยู่ในเขตร้อน การสำรวจปลาน้ำจืดในประเทศไทยเกิดขึ้นครั้งแรกโดย Smith (1945) ได้เสนอผลงานในหนังสือชื่อ "The Fresh-Water Fishes of Siam or Thailand" หลังจากนั้นมีการศึกษาทางอนุกรมวิธานของปลาในระดับสกุลและวงศ์ต่าง ๆ ที่มีพื้นที่การแพร่กระจายทั้งในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง ได้แก่ ปลาในครอบครัว Mastacembelidae ศึกษาไว้โดย Sufi (1956), Roberts (1980) และ Roberts (1986b) พบว่ามีอยู่ทั้งหมด 2 สกุล 14 ชนิด Meinken (1958) ค้นพบปลาสกุล *Rasbora* ชนิดใหม่ คือ *R. somphongsi* ผลการศึกษาเกี่ยวกับการจัดระบบทางอนุกรมวิธานและแก้ไขชื่อในปลาหลายชนิดของประเทศไทยมีการตีพิมพ์ออกมาเป็นระยะ ๆ ดังตัวอย่างการศึกษาปลาในครอบครัว Notopteridae ของ Sontirat *et al.* (1971) และ Roberts (1992b) นอก

จากนี้ Sontirat (1976) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาสกุล *Cyclocheilichthys* ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และได้ตั้งชื่อปลาชนิดใหม่จำนวน 2 ชนิด Allen (1978) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาครอบครัว Toxotidae สกุล *Toxotes* ใหม่ พบว่ามีการแพร่กระจายในประเทศไทย 3 ชนิด Taki and Katsuyama (1979) ศึกษาปลาสกุล *Puntioplites* Sontirat (1981) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาซิวสกุล *Rasbora* จำนวน 2 ชนิดที่พบในประเทศไทย Roberts (1982) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาวงศ์ Tetrodontidae สกุล *Chonerhinus* ทรงพรรณและคณะ (2529) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาซิวสกุล *Rasbora* ในประเทศไทยพบทั้งหมด 15 ชนิด ส่วนการศึกษาอนุกรมวิธานของปลาสร้อยสกุล *Cirrhinus* ในประเทศไทยศึกษาไว้โดย พนมและคณะ (2531) พบทั้งหมด 9 ชนิด Roberts (1983) ศึกษาปลา catfish สกุล *Bagarius* Kottelat (1984) พบปลาซิวสกุล *Rasbora* ชนิดใหม่ 1 ชนิด คือ *R. hobelmani* Sontirat (1984a) ตรวจสอบทางอนุกรมวิธานของ *Leptobarbus hoevenii* Bleeker หรือ *Filirasbora rubripinna* Fowler, Sontirat (1984b) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาสกุล *Cirrhinus* และ *Henichorhynchus* Sontirat (1984c) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาสกุล *Cosmocheilus* และ *Papillocheilos* Sontirat (1984d) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาวงศ์ย่อย Garrinae (subfamily Garrinae) ของประเทศไทย Sontirat (1984e) ศึกษาอนุกรมวิธานของ *Bagrichthys hypsellopterus* หรือ *Bagroides macracanthus* Sontirat (1985) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาสกุล *Mystacoleucus* ในประเทศไทย Rainboth (1985) ศึกษาปลาสกุล *Neolissocheilus* Sontirat (1988a) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลา 3 ชนิด คือ *Cyclocheilichthys schwanefeldi*, *Puntius foxi* และ *P. schwanefeldi* Sontirat (1988b) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลา 3 ชนิด คือ *Puntius sametensis*, *P. pesuliferus* และ *P. stigmatosomus* Kottelat (1989) รายงานว่าพบปลาสกุล *Noemacheilus* จำนวน 2 ชนิด คือ *N. oedipus* และ *N. troglocataractus* Rainboth (1989) ศึกษาปลาสกุล *Discherodontus* Roberts (1986a) ได้ตั้งชื่อ *Danionella translucida* เป็นสกุลใหม่และชนิดใหม่ของกลุ่ม cyprinid fishes Sontirat (1989) พบปลาปักเป้าชนิดใหม่ 2 ชนิด คือ *Tetrodon baileyi* และ *T. suvattii* จากรายงานของ Kobayakawa (1989) พบปลาสกุล *Silurus* ในประเทศไทย คือ *Silurus torrentis* นอกจากปลาสกุลต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วยังมีรายงานการค้นพบปลาชนิดใหม่ของไทยโดยการศึกษาของ Vidthayanon and Kottelat (1990) และ ชวลิต (2536) พบปลาชนิดใหม่วงศ์ Cyprinidae จำนวน 2 สกุล 2 ชนิด คือ *Amblypharyngodon chulabhornae* และ *Abbottina rivularis* นอกจากนี้ยังมีรายงานการค้นพบปลากระเบนชนิดใหม่จากแม่น้ำเจ้าพระยาโดย Monkolprasit และ Roberts (1990) ชนิดที่พบ คือ *Himantura chaophraya* การศึกษาปลาในกลุ่ม Noemacheiline loaches ฉบับที่สมบูรณ์ที่สุดคือผลงานของ Kottelat (1990) ตีพิมพ์ในหนังสือชื่อ "Indochinese nemacheilines: A revision of nemacheiline loaches (Pisces: Cypriniformes) of Thailand, Burma, Laos, Cambodia and Southern Vietnam" การศึกษาอนุกรมวิธานของปลากลุ่ม catfish ครอบครัว Schilbeidae และ Pangasiidae ในประเทศไทยโดย Roberts and Vidthayanon (1991) และ ชวลิตและสมศักดิ์ (2536) พบว่าปลาในครอบครัว Schilbeidae มี 4 สกุล 5 ชนิด ครอบครัว Pangasiidae มี 4 สกุล 12 ชนิด Kottelat (1991) จัดทำระบบอนุกรมวิธานของปลาสกุล *Rasbora* ใหม่พบว่ามีอยู่ทั้งหมด 13 ชนิด ต่อมา Roberts (1991) ค้นพบปลาชนิดใหม่ คือ *Barbus speleops* Siebert (1991) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาในสกุล *Acanthopsoides* Roberts (1992a) ศึกษาปลาสกุล *Probarbus* ต่อมา Karnasuta (1993) ศึกษาปลาสกุล *Osteochilus* จากการศึกษาของ Roberts (1992c) พบว่าในประเทศไทยมีปลาแขยงข้างลาย 4 ชนิด คือ *Mystus rhegma*, *M. mysticetus*, *M. atrifasciatus* และ *M. multiradiatus* Roberts (1992d, 1994c) ศึกษาปลาสกุล *Osphronemus* Kottelat and Vidthayanon (1993) สำรวจพบปลาสกุลใหม่และชนิดใหม่ คือ *Boraras micros* Doi and Taki (1994b) พบปลาชนิดใหม่สกุล *Hampala* ให้ชื่อว่า *Hampala salweenensis* Roberts (1994a) ทำการศึกษาทางอนุกรมวิธานของปลาสกุล *Mystus* ในประเทศไทยและกัมพูชาเพิ่มเติมจากเดิม พบว่ามีทั้งหมด 12 ชนิด Roberts (1994b) ศึกษาอนุกรมวิธานของปลาครอบครัว Ambassidae น้ำจืดพบทั้งหมด 15 ชนิด Roberts and Kottelat (1994) สำรวจพบ *Coius undecimradiatus* Taki and Doi (1995) และ Roberts (1995) ศึกษาปลาสกุล *Botia* จากนั้นยังมีการศึกษาอนุกรมวิธานของปลาวงศ์ Nandidae ของ Ng *et al.* (1996) เป็นต้น

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่ของแม่น้ำยมจากบริเวณโครงการเขื่อนแก่งเสือเต้นซึ่งได้มีการศึกษาและรวบรวมตัวอย่างปลาไว้โดย คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมประมง (2538) นอกจากนี้ยังออกเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมและซื้อตัวอย่างจากชาวประมงที่จับปลาในแม่น้ำยม การรวบรวมตัวอย่างปลาในแม่น้ำยมในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 51 สถานี ผ่านจังหวัดต่าง ๆ คือ จังหวัดแพร่, สุโขทัย, พิษณุโลก, พิจิตร มาสิ้นสุดที่อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์

วิธีการ

ใช้ตัวอย่างปลาจากการเก็บรวบรวมคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมประมง (2538) ซึ่งเก็บรวบรวมมาจากบริเวณรอบโครงการที่จะมีการสร้างเขื่อนแก่งเสือเต้นและจากตัวอย่างปลาสำหรับศึกษาอ้างอิงที่เก็บจากแม่น้ำยมตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันและที่มีอยู่ในพิพิธภัณฑ์คณะประมง และการออกเก็บตัวอย่างปลาจากแม่น้ำยมเพิ่มเติมตลอดจนการซื้อตัวอย่างจากชาวประมงที่จับปลาจากแม่น้ำยมและลำธารต่าง ๆ ที่ไหลลงสู่แม่น้ำยมแล้วจึงดำเนินการตรวจสอบทางอนุกรมวิธานโดยอาศัยคู่มือวิเคราะห์พรรณปลา (key) หรือตำราและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อแยกปลาออกเป็นชนิดต่าง ๆ แล้วจดบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับตัวปลาทั้งหมด ศึกษาลักษณะความแตกต่างระหว่างสกุลและชนิดของปลาในแต่ละวงศ์เพื่อการบรรยายลักษณะอนุกรมวิธานที่สำคัญประจำวงศ์ (family) สกุล (genus) ชนิด (species) และศึกษาชื่อท้องถิ่น ชื่อสามัญภาษาอังกฤษ และชื่อวิทยาศาสตร์ จัดทำบัญชีรายชื่อปลาทั้งหมดที่พบในแม่น้ำยมตลอดสาย วาดภาพประกอบการบรรยายลักษณะทางอนุกรมวิธานที่ใช้ในการจัดจำแนก พร้อมกับสรุปความหลากหลายของชนิดความชุกชุม และการแพร่กระจายของปลาแม่น้ำยมในอดีตและปัจจุบัน

อนึ่งสำหรับตัวอย่างปลาที่เก็บรวบรวมได้ใหม่จะนำมาแยกชนิดโดยอาศัยคู่มือวิเคราะห์พรรณปลา ตำรา และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อแยกปลาออกเป็นชนิดต่าง ๆ ในการศึกษาตัวอย่างจะกระทำโดยการนับจำนวนและวัดสัดส่วนของโครงสร้างภายนอกต่าง ๆ ที่สำคัญแล้วแสดงสัดส่วนเป็น %SL และ %HL โดยการวัดด้วย vernia caliper

ผลการวิจัย

จากการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาในแม่น้ำยมตลอดทั้งลำน้ำพบปลาจำนวน 28 วงศ์ ได้แก่ Ambassidae, Amblycipitidae, Anabantidae, Bagridae, Belonidae, Channidae, Cichlidae, Clariidae, Clupeidae, Cobitidae, Cynoglossidae, Cyprinidae, Dasyatidae, Eleotridae, Gobiidae, Gyrinocheilidae, Hemirhamphidae, Homalopteridae, Mastacembelidae, Notopteridae, Pangasiidae, Pristolepidae, Schilbeidae, Siluridae, Sisoridae, Soleidae, Tetrodontidae และ Toxotidae รวมทั้งหมด 144 ชนิด ที่พบชนิดมากที่สุดได้แก่ วงศ์ Cyprinidae พบจำนวน 55 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์ Cobitidae และ Bagridae พบจำนวน 22 ชนิดและ 10 ชนิด ตามลำดับ ที่เหลือเป็นปลาจากวงศ์อื่น ๆ อีกรวมกัน 57 ชนิด

บทวิจารณ์

เนื่องจากปลาเป็นทรัพยากรสัตว์น้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนและชนิดเมื่อระยะเวลาเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอันเกิดจากการกระทำของมนุษย์หรือการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากธรรมชาติ จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สัตว์มีกระดูกสันหลังจำพวกปลามีความหลากหลายมากที่สุดทั้งทางด้านขนาด รูปร่าง ชีววิทยาและแหล่งที่อยู่อาศัย ตลอดจนการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนประชากร หากสภาวะแวดล้อมมีความเหมาะสมก็จะเกิดการแพร่กระจายพันธุ์อย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าเมื่อใดที่สภาวะแวดล้อมไม่มีความเหมาะสมก็จะส่งผลต่อประชากรปลาในแหล่งน้ำนั้น ๆ ประชากรชนิดหนึ่งอาจสูญหายไปจากแหล่งน้ำในระยะเวลาหนึ่งแล้วจะถูกแทนที่โดยประชากรอีกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้แล้วการจับปลามากกว่าที่ธรรมชาติจะผลิตได้ ก็จะเป็นผลทำให้ความหลากหลายของประชากรเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาจากผลการสำรวจชนิดของปลาในแม่น้ำยมจะเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนและชนิดอยู่ตลอดเวลา จากการสำรวจของ Smith (1945) รายงานการแพร่กระจายของปลาในแม่น้ำยม 3 ชนิด คือ *Luciosoma bleekeri, Acanthopsis choirorhynchos* และ *Strongylura strongylura* ต่อมา Suvatti (1950)

รายงานถึงปลาที่พบในแม่น้ำยมเพียง 3 ชนิด คือ *Acanthopsis choirorhynchos*, *Luciosoma bleekeri* และ *Mystus wyckii* หลวงมัศยจิตรการและโชติ (2502) รายงานการแพร่กระจายของปลาในแม่น้ำยม 1 ชนิด คือ *Acanthopsis choirorhynchos*

การศึกษาความหลากหลายของชนิดปลาในแม่น้ำยมเริ่มมีการศึกษามากขึ้นในปี 2524-2525 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2537) พบปลาทั้งหมด 10 วงศ์ รวม 25 ชนิด ในการศึกษาดังกล่าวมิใช่เป็นการศึกษาตลอดทั้งลำน้ำแต่เป็นการศึกษาเฉพาะในบริเวณที่จะมีการสร้างเขื่อนแก่งเสือเต้น ในจำนวนนี้พบว่าปลากลุ่ม cyprinids มีจำนวนมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ anabantids, silurids และปลาชนิดอื่น

การสำรวจทางชีววิทยาประมงในแม่น้ำยมบริเวณแก่งเสือเต้นของ เฉิดฉันและคณะ (2537) รายงานว่า พบปลาทั้งหมด 54 ชนิด จากปลาจำนวน 22 วงศ์ ซึ่งมีจำนวนใกล้เคียงกับ Center for Conservation Biology Faculty of Science, Mahidol University (1992) ที่สำรวจพบพรรณปลาในบริเวณแก่งเสือเต้นจำนวน 68 ชนิด จากปลา 21 วงศ์ และจากการศึกษาของ Faculty of Fisheries, Kasetsart University and Department of Fisheries, Ministry of Aagriculture and Cooperatives (1995) พบปลาจำนวน 92 ชนิดจากปลาจำนวน 21 วงศ์ ชนิดที่ไม่พบในการสำรวจปี 1992 ได้แก่ *Bagarius bagarius*, *Channa marulius*, *Cyclocheilichthys apogon*, *Cyprinus carpio*, *Lobocheilus melanotaenia*, *Mystacoleucus greenwayi*, *Mystus planiceps*, *Noemacheilus bucculentus*, *N. kohchangensis*, *N. obscurus*, *Oxygaster siamensis*, *Puntius spilopterus*, *Tetrodon palembangensis* และ *Trichopsis pumillus* ซึ่งอาจเป็นเพราะสถานีในการสำรวจไม่เท่ากันและไม่เหมือนกันก็ได้หรืออาจโดยเหตุผลอื่น ๆ

สำหรับการศึกษาอนุกรมวิธานของปลาในแม่น้ำยมครั้งนี้เป็นการสำรวจตลอดลำน้ำยมและได้สำรวจพบปลาเพิ่มเติมจากการสำรวจของ Center for Conservation Biology Faculty of Science, Mahidol University (1992) และ Faculty of Fisheries, Kasetsart University and Department of Fisheries, Ministry of Aagriculture and Cooperatives (1995) จากเดิม 106 ชนิด ซึ่งสำรวจเฉพาะโครงการเขื่อนแก่งเสือเต้นเพิ่มเป็น 144 ชนิด จากปลาทั้งหมดจำนวน 28 วงศ์ ชนิดที่พบเพิ่มเติมขึ้นมามีจำนวน 38 ชนิด ได้แก่ *Amblyrhynchichthys truncatus, Anabas testudineus, Barbicthys laevis, Botia modesta, B. morleti, Cirrhinus microlepis, Clarias macrocephalus, Cosmochilus harmandi, Cyclocheilichthys enoplos, Cynoglossus microlepis, Esomus longimanus, Heterobagrus bocourti, Himantura signifer, Kryptopterus bleekeri, K. cryptopterus, K. limpok, K. apogon, Labeo rohita, Laides hexanema, Luciosoma bleekeri, Macrognathus semiocellatus, Morulius chrysophekadion, Mystus albolineatus, M. mysticetus, M. singaringan, Notopterus ornatus, Osteochilus melanopleura, Pangasius lanaudi, P. conchophilus, Pangasius macronema, Paralaubuca riveroi, P. typus, Puntius schwanenfeldi, Synaptura panoides, Toxotes chatareus, Wallago dinema* และ *Wallagonia attu* ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาตลอดทั้งลำน้ำจำนวนชนิดของปลาจึงมากขึ้นตามสถานีสำรวจ และอาจเป็นไปได้ว่ายังมีปลาอีกหลายชนิดที่สำรวจไม่พบ

บทสรุป

จากการวิเคราะห์และจัดจำแนกชนิดของปลาในแม่น้ำยมพบว่ามีปลาอยู่ทั้งสิ้นจำนวน 28 วงศ์ ได้แก่ Ambassidae, Amblycipitidae, Anabantidae, Bagridae, Belonidae, Channidae, Cichlidae, Clariidae, Clupeidae, Cobitidae, Cynoglossidae, Cyprinidae, Dasyatidae, Eleotridae, Gobiidae, Gyrinocheilidae, Hemirhamphidae, Homalopteridae, Mastacembelidae Notopteridae, Pangasiidae, Pristolepidae, Schilbeidae, Siluridae, Sisoridae, Soleidae, Tetrodontidae และ Toxotidae รวมทั้งหมด 144 ชนิด ๆ ที่พบมากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Cyprinidae พบจำนวน 55 ชนิด รองลงมา ได้แก่ วงศ์ Cobitidae และ Bagridae พบจำนวน 22 ชนิดและ 10 ชนิด ตามลำดับ ที่เหลือเป็นปลาชนิดอื่น ๆ รวมกันอีก 57 ชนิด สามารถแยกตามวงศ์ ได้ดังนี้

1. วงศ์ปลากระเบน (Family Dasyatidae) พบ 1 ชนิด คือ *Himantura signifer*
2. วงศ์ปลาหลังเขียว (Family Clupeidae) พบ 1 ชนิด *Clupeichthys goniognathus*

3. วงศ์ปลาสลาดและปลากราย (Family Notopteridae) พบ 2 ชนิด ได้แก่ *Notopterus notopterus* และ *N. ornatus*
4. วงศ์ปลาตะเพียน (Family Cyprinidae) พบ 55 ชนิด จากจำนวน 4 วงศ์ย่อย ได้แก่
   4.1 Subfamily Abraminae พบจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Oxygaster oxygastroides, Oxygaster siamensis, Paralaubuca riveroi* และ *Paralaubuca typus*
   4.2 Subfamily Rasborinae พบจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ *Esomus metallicus, E. longimanus, Luciosoma bleekeri, Rasbora borapetensis, R. dusonensis, R. myersi, R. sumatrana, Barilius guttatus, B. koratensis* และ *Amblypharyngodon chulabhornae*
   4.3 Subfamily Cyprininae พบจำนวน 36 ชนิด ได้แก่ *Mystacoleucus greenwayi, M.marginatus, Cosmochilus harmandi, Hampala macrolepidota, Cyclocheilichthys apogon, C. armatus, C. enoplos, C. repasson, Cyprinus carpio, Cirrhinus jullieni, C. microlepis, Puntius altus, P. binotatus, P. daruphani, P. gonionotus, P. leiacanthus, P. orphoides, P. schwanenfeldi, P. spilopterus, P. stoliczkae, Puntioplites proctozysron, Acrossocheilus deauratus, Osteochilus hasselti, O. melanopleura, O. waandersi, Labiobarbus kuhli, L. spilopleura, Amblyrhynchichthys truncatus, Barbicthys laevis, Lobocheilus melanotaenia, L. nigrovittatus, L. quadrilineatus, L. rhabdoura, Morulius chrysophekadion, Labeo prosemion* และ *L. rohita*
   4.4 Subfamily Garrinae พบจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *Garra fuliginosa, G. taeniata, Discolabeo fisheri, Epalzeorhynchos frenatus* และ *Crossocheilus reticulatus*
5. Family Homalopteridae พบจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *Homaloptera lineata, H. sexmaculata, H. smithi, H. zollingeri* และ *Balitora brucei*
6. Family Gyrinocheilidae พบจำนวน 1 ชนิด คือ *Gyrinocheilus aymonieri*
7. Family Cobitidae พบจำนวน 22 ชนิด ได้แก่ *Botia helodes, B. modesta, B. morleti, Lepidocephalus berdmorei, Acanthopsis choirorhynchos, Acanthopsoides gracilentus, Acanthophthalmus javanicus, Cobitophis anguillaris, Noemacheilus atriceps, N. binotatus, N. breviceps, N. bucculentus, N. dubia, N. kohchangensis, N. masyai, N. nichosi, N. pallidus, N. reidi, N. schultzi, N, sexcauda, N. spilotus* และ *N. waltoni*
8. Family Siluridae พบจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ *Wallagonia attu, Wallago dinema, Ompok bimaculatus, Kryptopterus apogon, K. bleekeri, K. cryptopterus* และ *K. limpok*
9. Family Clariidae พบจำนวน 2 ชนิด คือ *Clarias macrocephalus* และ *C. batrachus*
10. Family Schilbeidae พบจำนวน 1 ชนิด คือ *Laides hexanema*
11. Family Pangasiidae พบจำนวน 3 ชนิด คือ *Pangasius conchophilus, P. lanaudi* และ *P. macronema*
12. Amblycipitidae พบจำนวน 1 ชนิด คือ *Amblyceps mangois*
13. Family Bagridae พบทั้งหมด 10 ชนิด ได้แก่ *Leiocassis siamensis, Mystus nemurus, M. planiceps, M. rhegma, M. mysticetus, M. wyckii, M. wyckioides, M. albolineatus, M. singaringan* และ *Heterobagrus bocourti*
14. Family Sisoridae พบทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Bagarius bagarius, Glyptothorax callopterus, G. fuscus, G. major* และ *G. platypogonoides*
15. Family Belonidae พบ 1 ชนิด คือ *Xenentodon cancila*
16. Family Hemirhamphidae พบ 1 ชนิด คือ *Dermogenys pusilla*
17. Family Soleidae พบ 2 ชนิด คือ *Archiroides leucorhynchos* และ *Synaptura panoides*

18. Family Cynoglossidae พบ 1 ชนิด คือ *Cynoglossus microlepis*

19. Family Anabantidae พบ 5 ชนิด คือ *Anabas testudineus, Trichopsis pumillus, T. vittatus, Trichogaster microlepis* และ *T. trichopterus*

20. Family Channidae พบ 3 ชนิด คือ *Channa gachua, C. marulius* และ *C. striata*

21. Family Ambassidae พบ 2 ชนิด คือ *Ambassis siamensis* และ *A. wolffi*

22. Pristolepidae พบ 1 ชนิด คือ *Pristolepis fasciata*

23. Family Toxotidae พบ 1 ชนิด คือ *Toxotes chatareus*

24. Family Eleotridae พบ 1 ชนิด คือ *Oxyeleotris marmorata*

25. Family Gobiidae พบ 1 ชนิด คือ *Ctenogobius cephalopardus* และ *Gobiopterus chuno*

26. Family Tetrodontidae พบ 2 ชนิด คือ *Tetrodon leiurus* และ *Tetrodon palembangensis*

27. Family Mastacembelidae พบ 5 ชนิด คือ *Macrognathus semiocellatus, M. siamensis, Mastacembelus armatus, M. favus* และ *M. maculatus*

28. Family Cichlidae พบ 1 ชนิด คือ *Oreochromis niloticus*

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ สืบสิน สนธิรัตน, Ph.D., อาจารย์ ประจิตร วงศ์รัตน์, Ph.D. และรองศาสตราจารย์ บพิธ จารุพันธุ์, M.S. ที่กรุณาให้คำปรึกษาในการวิจัย ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540057

เอกสารอ้างอิง

เฉิดฉัน อมาตยกุล, มาโนชญ์ เบญจกาญจน์, มานพ แจ้งกิจ, ไพบูลย์ รุ่งพิบูลย์โสภิษฐ์, ครรชิต วัฒนาดิลกกุล, นภาพร ศรีพุฒินิพนธ์, ประวิทย์ ละอออุดร, เรณู ศิริมงคลถาวร, เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเดียว, ศุภวัทฒ์ โกมลมาลย์, สมชัย ศุกลพันธ์ และกาญจนรี พงษ์ฉวี. 2537. การสำรวจชีววิทยาประมงในแม่น้ำยมจังหวัดแพร่. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชวลิต วิทยานนท์. 2536. รายงานปลาชนิดใหม่จากแม่น้ำโขง, น. 134-137. ในสัมมนาวิชาการปี 2536. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชวลิต วิทยานนท์ และสมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์. 2536. พรรณปลาสวายและสังกะวาด (วงศ์ Schilbeidae และ Pangasiidae) ของประเทศไทย. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พนม สอดศุข, ขำเสมอ คงศิริ, รังสรรค์ ไชยบุญทัน และอนุสิน อินทร์ควร. 2531. อนุกรมวิธานของปลาสร้อยสกุล *Cirrhinus* ในประเทศไทย. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ทรงพรรณ ล้ำเลิศเดชา, ขำเสมอ คงศิริ, รังสรรค์ ไชยบุญทัน และอนุสิน อินทร์ควร. 2529. อนุกรมวิธานของปลาซิวสกุล *Rasbora* ในประเทศไทย. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2536. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำยม. บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

หลวงมัศยจิตรการ และโชติ สุวัตถิ. 2502. ภาพปลา. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ALLEN, G. R. 1978. A review of the archerfishes (Family Toxotidae). Rec. West. Aust. Mus. 6(4): 355-378.

CENTER FOR CONSERVATION BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE, MAHIDOL UNIVERSITY. 1992. Rapid Assesment of Forest Wildlife/ River Ecology in Area Affected by Kaeng Sua Ten Dam. Mahidol University, Bangkok.

DOI, A. AND Y. TAKI. 1994. A new cyprinid fish, *Hampala salweenensis*, from the Mae Pai river system, Salween basin, Thailand. Japanese Journal of Ichthyology 40(4): 405-412.

FACULTY OF FISHERIES, KASETSART UNIVERSITY, DEPARTMENT OF FISHERIES, MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVE. 1995. Studies of fish species diversity and migration in areas affected by the kaeng Sua Ten water resources project. Report of the World Bank, Bangkok.

KARNASUTA, J. 1993. Systematic revision of southeastern asiatic cyprinid fish genus *Osteochilus* with description of two new species and a new subspecies. Kasersart University Fishery Research Bulletin 19: 1-105.

KOBAYAKAWA, M. 1989. Systematic revision of the catfish genus *Silurus*, with description of a new species from Thailand and Burma. Japanese Journal of Ichthyology 36(2): 155-186.

KOTTELAT, M.. 1984. A new *Rasbora* sp1. (Pisces: Cyprinidae) from Northern Thailand. Revue Suisse Zool. 3 (91): 717-723.

KOTTELAT, M 1989. Two new species of cavefishes from Northern Thailand in the genera *Nemacheilus* and *Homaloptera* (Osteichthys: Homalopteridae). National University of Singapore 40: 225-231.

KOTTELAT, M 1990. Indochinese Nemacheilines: A revision of nemacheiline loaches (Pisces: Cypriniformes) of Thailand, Burma, Laos, Cambodia and Southern Vietnam. Verlag Dr. Friedrich Pfeil. Munchen, Gemany.
KOTTELAT, M. 1991. Note on the taxonomy of some Sundaic and Indochinese species of *Rasbora*, with description of four new species (Pisces: Cyprinidae). Ichthyol. Explor. Frershwater. 2(2): 177-191.
KOTTELAT, M. AND C. VIDTHAYANON. 1993. *Boraras micros*, a new genus and species of minute freshwater fish from Thailand (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyol. Explor. Freshwater. 4(2): 161-176.
MEINKEN, V. H. 1958. *Rasbora somphongsi* nov. spec. eine neue *Rasbora* aus Siam. Opuscula Zoologica 19: 1-6.
MONKOLPRASIT, S. AND T. R. ROBERTS. 1990. *Himantura chaophraya*, a new giant freshwater stingray from Thailand. Japanese Journal of Ichthyology 37(3): 203-208.
NG, H. H., C. VIDTHAYANON AND K.L. NG. 1996. *Nandus oxyrhynchus*, a new species of a leaf fish (Teleostei: Nandidae) from the Mekong Basin. The Raffle Bulletin of Zoology 44(1): 11-19.
RAINBOTH, W. J. 1985. *Neolissocheilus*, a new genus of South Asian cyprinid fihses. Beaufortia: Institute of Taxonomic Zoology. University of Amsterdam 35(3): 25-35.
RAINBOTH, W. J. 1989. *Discherodontus*, a new genus of cyprinid fishes from Southeastern Asia. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan 718: 1-31.
ROBERTS, T. R. 1980. A revision of the Asian mastacembelid fish genus *Macrognathus*. Copeia. 3: 385-391.
ROBERTS, T. R. 1982. The Southeast Asian freshwater pufferfish genus *Chonerhinus* (Tetraodontidae), with description of new species. Proceedings of the California Academy of Sciences 43(1): 1-16.
ROBERTS, T. R. 1983. Revision of South and Southeast Asian sisorid catfishes genus *Bagarius*, with description of a new species from the Mekong. Copeia. 2: 435-445.
ROBERTS, T. R. 1986a. *Danionella translucida*, a new genus and species of cyprinid fish from Burma, one of the smallest living vertebrate. Environment Biology of Fishes 16(4): 231-241.
ROBERTS, T. R. 1986b. Systematic review of the Mastacembelidae or spiny eels of Burma and Thailand, with description of two new species of *Macrognathus*. Japanese Journal of Ichthyology 33(2): 95-109.
ROBERTS, T. R. 1991. *Barbus speleops* new species, a blind cavefish from Tham Phu Khieo, Mekong basin, Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 39: 103-109.
ROBERTS, T. R. 1992a. Revision of southeast Asian cyprinid fish genus *Probarbus*, with two new species threatened by proposed construction of dams on Mekong river. Ichthyol. Explor. Freshwater. 3(1): 37-48.
ROBERTS, T. R. 1992b. Systematic revision of the old world freshwater fish family Notopteridae. Ichthyol. Explor. Freshwater. 2(4): 361-383.
ROBERTS, T. R. 1992c. Revision of the striped catfish of Thailand misidentified an *Mystus vittatus*, with description of two new species (Pisces: Bagridae). Ichthyol. Explor. Freshwater. 3(1): 77-88.
ROBERTS, T. R. 1992d. Systematic revision of the southeast Asian anabantid fish genus *Osphronemus*, with descriptions of two species. Ichthyol. Explor. Freshwater 2(4): 351-360.
ROBERTS, T. R. 1994a. Systematic revision of Asian bagrid catfishes of the genus *Mystus* sensu stricto, with a new species from Thailand and Cambodia. Ichthyol. Explor. Freshwater. 5(3): 241-256.
ROBERTS, T. R. 1994b. Systematic revision of tropical Asian freshwater glassperches (Ambassidae), with description of three the Mekong. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 4: 263-290.
ROBERTS, T. R. 1994c. *Osphronemus exodon*, a new species of giant gouramy with extraordinary dentition from the Mekong. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 42: 67-77.
ROBERTS, T. R. 1995. *Botia splendida*, a new species of loach (Pisces: Cobitidae) from Mekong basin in Laos. The Faffles Bulletin of Zoology 43(2): 463-467.
ROBERTS, T. R. AND M. KOTTELAT. 1994. The Indo-Pacific tigerperches, with a new species from the Mekong basin (Pisces: Coiidae). Ichthyol. Explor. Freshwater. 5(3): 257-266.
SIEBERT, D. J. 1991. Revision of Acanthopsoides (Cypriniformes: Cobitidae), with the description of new species. Japanese Journal of Ichthyology 38(2): 97-114.
SMITH, H. M. 1945. The freshwater fishes of Siam, or Thailand. United States Government Printing Office, Washington.
SONTIRAT, S. 1971. Studies on pla chalat and pla krai found in Thailand. Fisheries Gazzete 24: 383-391.
SONTIRAT, S. 1976. Revision of the southeastern asiatic cyprinid fish genus *Cyclocheilichthys*. Ph.D. Dissertation. Univ. Michigan, Ann Arbor, Michigan.
SONTIRAT, S. 1981. Systematic studies on two species of fish of the genus *Rasbora* found in Thailand. Fisheries Gazette 34(5): 559-595.
SONTIRAT, S. 1984a. *Lebtobarbus hoeveni* (Bleeker) or *Filirasbora rubripinna* (Fowler). Proc. 22nd Conf. Fisheries Section, Faculty of Fisheries, Kasetsart University. 30 Jan.-1 Feb. 1984. 22: 22-26.
SONTIRAT, S. 1984b. A systematic study on three species of fish of genus *Cirrhinus* Oken and the genus *Henichorhynchus* Smith from Thailand. Proc. 22nd Conf. Fisheries Section, Kasetsart University. 30 Jan.-1 Feb. 1984. 22: 1-6.
SONTIRAT, S. 1984c. A systematic study on the fish of genera *Cosmocheilus* Sauvage and *Papillocheilos* Smith of Thailand. Proc 22nd. Conf. Fisheries Section, Kasetsart University. 30 Jan.-1 Feb. 1984. 22: 7-11.
SONTIRAT, S. 1984d. A systematic study on the fish of the subfamily Garrinae of Thailand. Proc. 22nd Conf. Fisheries Section, Kasetsart University. 30 Jan.-1 Feb. 1984. 22: 12-16.
SONTIRAT, S. 1984e. *Bagrichthys hypsellopterus* (Bleeker) or *Bagroides macracanthus* (Bleeker). Proc. 22nd Conf. Fisheries Section, Kasetsart University. 30 Jan.-1 Feb. 1984. 22: 27-32.
SONTIRAT, S. 1988a. *Cyclocheilichthys schwanefeldi*, *Puntius foxi* or *Puntius schwanefeldi*. Proc. 26thConf. Fisheries Section, Kasetsart University. 3-5 Feb. 1988. 26: 361-366.
SONTIRAT, S. 1988b. *Puntius sametensis*, *Puntius pesuliferus* or *Puntius stigmatosomus*. Proc. 26th Conf. Fisheries Section, Kasetsart University. 3-5 Feb. 1988. 26: 361-366.
SONTIRAT, S. 1985. A systematic study on the fish of the genus *Mystacoleucus* in Thailand. Proc., Fisheries Section, Kasetsart University. 5-7 Feb. 1985. 23: 41-46.
SONTIRAT, S. 1989. Four new species of freshwater fishes from Thailand. Kasetsart J. 23(1): 97-109.
SUFI, S. M. K. 1956. Revision of the oriental fishes of the family Mastacembelidae. Bulletin of the Raffles Museum 27: 93-146.
SUVATTI, C. 1950. Fauna of Thailand. Dept. of Fisheries, Bangkok.
TAKI, Y. AND A. DOI. 1995. Two new species of cobitid genus *Botia* from Lao Mekong basin. Japanese Journal of Ichthyology 42(2): 147-155.
TAKI, Y. AND A. KATSUYAMA. 1979. Differentiation and zoogeography of two species of the cyprinid genus *Puntioplites*. Japanese Journal of Ichthyology 26(3): 253-265.
VIDTHAYANON, C. AND M. KOTTELAT. 1990. *Amblypharyngodon chulabhornae* sp. nov., a new cyprinid fish from Thailand and Kampuchea. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 38: 45-57.

SPECIES COMPOSITION OF FISH IN MANGROVE CANALS AS REFLECTED FROM COASTAL LAND USE AT TRAT BAY

Nuanchan Singkran

Inter-Department of Environmental Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

บทคัดย่อ

องค์ประกอบชนิดของปลาในคลองที่ผ่านป่าชายเลนซึ่งเป็นผลจากการใช้ที่ดินชายฝั่งบริเวณอ่าวตราด

นวลจันทร์ สิงห์คราญ

สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์แวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

จากการศึกษาองค์ประกอบชนิดของปลาในคลองที่ผ่านป่าชายเลนทั้ง 3 คลองบริเวณอ่าวตราดในฤดูน้ำมาก (เดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม 2540) และฤดูน้ำน้อย (เดือนธันวาคม 2540-เดือนกุมภาพันธ์ 2541) พบปลาทั้งหมด 111 ชนิด จาก 47 ครอบครัว จากการเก็บตัวอย่างด้วยอวนรุนและอวนลอย และจากการประเมินพื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวตราดในปี 2530, 2535 และ 2540 พบว่าการใช้ที่ดินชายฝั่งที่แตกต่างกันบริเวณริมสองฝั่งคลองของทั้ง 3 คลอง ส่งผลให้สภาพแวดล้อมของทั้ง 3 คลองแตกต่างกัน และสะท้อนให้เห็นได้จากการพบองค์ประกอบชนิดของปลาที่แตกต่างกัน

พบปลาทั้งหมด 95 ชนิดจากคลองบางพระ ซึ่งไหลผ่านป่าชายเลนที่ถูกปล่อยให้ฟื้นฟูเองตามธรรมชาติ และไม่มีการทำนากุ้งบริเวณริมสองฝั่งคลอง ส่วนดัชนีความหลากชนิดของปลาที่พบมีค่า 2.54 ในฤดูน้ำมาก และ 3.10 ในฤดูน้ำน้อย ในขณะเดียวกัน พบปลาทั้งหมด 75 ชนิดจากคลองท่าพริก ซึ่งไหลผ่านป่าชายเลนที่ถูกทำลายและมีพื้นที่นากุ้งบริเวณริมสองฝั่งคลอง ดัชนีความหลากชนิดของปลาที่พบจากคลองท่าพริกมีค่า 2.41 ในฤดูน้ำมาก และ 3.02 ในฤดูน้ำน้อย ขณะที่พบปลาทั้งหมด 80 ชนิดจากคลองท่าเลื่อน ซึ่งพื้นที่ริมสองฝั่งคลองถูกปกคลุมด้วยป่าชายเลนธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ และไม่มีการทำนากุ้งบริเวณริมสองฝั่งคลอง อย่างไรก็ตาม ด้านในสุดของคลองท่าเลื่อนถูกกั้นด้วยประตูน้ำซึ่งจะเปิดระบายน้ำในฤดูน้ำมากและอาจส่งผลกระทบต่อการกระจายของปลา โดยพบปลาน้อยที่สุดเพียง 39 ชนิดในคลองนี้ในฤดูเดียวกัน ดัชนีความหลากชนิดของปลาที่พบในคลองท่าเลื่อนมีค่า 2.24 ในฤดูน้ำมาก และ 2.83 ในฤดูน้ำน้อย

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าน้ำหนักรวมของปลาที่เก็บด้วยอวนรุน ใน 2 ฤดูกาลของทั้ง 3 คลองไม่แตกต่างกัน แต่น้ำหนักรวมของปลาที่เก็บด้วยอวนลอยใน 2 ฤดูกาลของทั้ง 3 คลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) จากการวิเคราะห์ความถดถอยและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่าจำนวนชนิดของปลามีความสัมพันธ์กับความเค็มที่ผิวน้ำและพื้นท้องน้ำ, ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่พื้นท้องน้ำ, ความเป็นกรด-ด่างที่ผิวน้ำ, ความเข้มข้นของฟอสเฟตที่ผิวน้ำ และปริมาตรแพลงก์ตอนสัตว์

คำหลัก: องค์ประกอบชนิดของปลา, การใช้ที่ดินชายฝั่ง, ป่าชายเลน

INTRODUCTION

The important roles of mangrove on aquatic animals, especially mangrove fish, are widely accepted. The ability of mangrove to support fish species is facilitated by the availability of food through decomposition of mangrove flora by fauna and microbes (Robertson and Duke, 1987). The fertile mangrove will provide proper biological, physical and chemical factor for the growth of fish. Thus, the abundance of mangrove fish can be used as the biological quality indicator of water sources such as canals and waterways that run through the mangrove.

However, the effects of coastal economic development of Thailand in recent years, including the aquaculture, commercial and industry expansion, destroyed the functions of coastal ecosystem violently. Especially mangrove areas along the coastal zone of Thailand are now being threatened and destroyed by human activities by converting the mangroves into shrimp farms, urban and built up area. These activities caused the negative impact on coastal environment such as the changes in biological and physical condition of coastal zone, the coastal erosion due to the destruction of mangroves and etc.

Improper and careless use of land caused the changes in surrounding environment that in turn affected upon species composition of fish in mangrove canals. However these effects are

complicated and hardly received much interest. Therefore, the theme of this research is to compare the species composition of fish found from 3 mangrove canals at Trat Bay, which run through the different types of coastal land use. Presumably, the environmental condition of those canals is different. The first canal runs through the natural recovery mangrove after forbidding of woodcutting about 10 years ago. The second canal is encroached by shrimp farms on both sides. The third canal passes through natural fertile mangrove but its inner part is blocked by water gate. The results of this research can be used as the supporting data for sustainable recovery and conservative management plan on coastal fish resource of Thailand.

STUDY AREA

The selected sites are 3 mangrove canals located between latitude 12°11'42" to 12°15'N and longitude 102°31'30" to 102°39'30"E, Trat's Muang district, on the eastern coast of the Gulf of Thailand. The first, Bangphra Canal, 11 kilometres long, runs through 3 sub-districts of Wang Krajae, Nong Samed and Nong Khansong, and empties into Trat Bay. Along both sides of the canal was covered with natural recovery mangrove after forbidding of woodcutting about 10 years ago. The second, Thaprik Canal, 9 kilometres long, starts from Thaprik sub-district and passes through many parts of mangrove area, which were converted to be shrimp farms, before opens to Trat Bay. The third, Thaleuan Canal, 8 kilometres long, its inner part is blocked by the water gate prior to running through the natural mangrove area of Takang and Chamrak sub-district, and then opens to Trat Bay (Fig. 1).

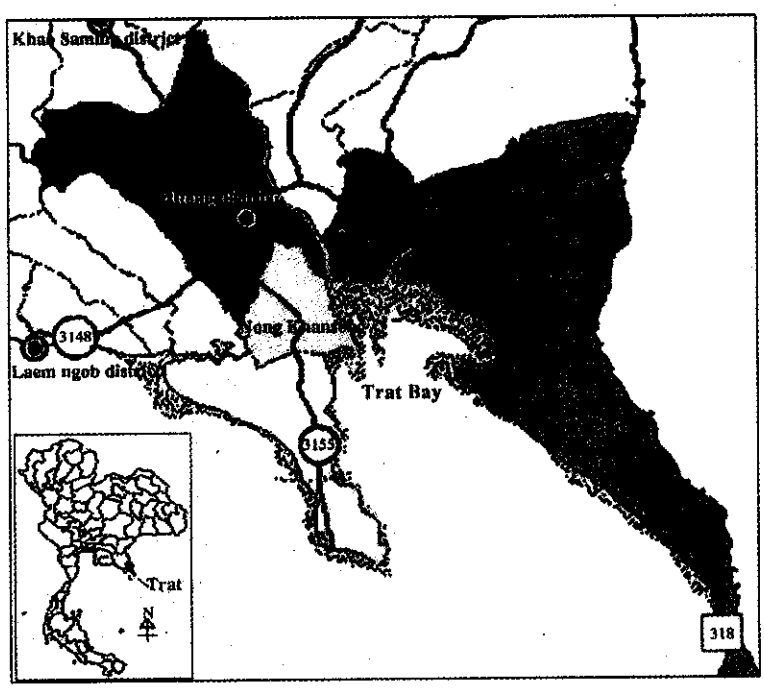


Fig. 1. Study sites at Trat Bay, Thailand

METHODOLOGY

Environmental Condition of Mangrove Canals

Coastal land use

The estimation on coastal land use in 7 sub-districts at Trat Bay was conducted by overlaying the boundary of 7 sub-districts on the image of LAND SAT-TM in 1987, 1992 and 1997. Seven sub-districts are Wang Krajae, Nong Samed, Nong Khansong, Thaprik, Takang, Chamrak and Laemklad. Meanwhile, the interview on 91 households (15%) from 599 households of local small-scale fisherfolks in those sub-districts was conducted.

Physical, chemical and biological parameter

The width, depth, transparency, pH, DO, temperature, NO_3^- and PO_4^{3-} in each station of 3 canals were studied once a month during spring tide in each season. The temperature, DO and concentration of NO_3^- and PO_4^{3-} were measured at 2 levels, 0.5 metres from the surface and 0.5 metres from the bottom of water while surface pH was measured only at 0.5 metres from the surface of water. Zooplankton was horizontally sampled and hauled for 5 minutes/station in each canal once a month during spring tide in each season by using plankton net of 330 microns of mesh size, with 30 centimetres of mouth diameter. Volume of zooplankton sample in each station was preserved by 5% neutral formalin and then measured prior to identifying to various taxa. Meanwhile, the determination of chlorophyll a in each station of 3 canals was carried out once a month during spring tide in each season at 0.5 metres from the surface of water in each station by following the methods of Strickland and Parsons (1972). ANOVA at 95% confidential level and Duncan's Multiple Range Test were used for comparing of those environmental parameters of 3 canals.

Species Composition of Fish

Fish collecting by push net was operated within the distance of 1 kilometre from each station, which was marked in each canal, station 1 (the mouth), station 2 (midstream) and station 3 (upstream) (Fig. 1). Push net used was 4 metres wide at the mouth, 4.5 metres long at the beam, 3 and 2.5 centimetres nylon mesh sizes of the mouth and the neck, respectively. The polyfilament drift gill net, with mesh size of 3.5 centimetres, 1.5 metres deep and 45 metres long, was used for collecting on pelagic fish about half an hour per station. The sampling of fish in wet season was done in August-October 1997 while in dry season it was done in December 1997-February 1998. The sampling by using both fishing gears was carried out twice a month, the one was during spring tide and the other was during neap tide. One day and one night of sampling by using each fishing gear was conducted in each tide. All fresh specimens of fish after catching were classified into groups, took photographs, measured the total length, weighted and counted the number of individual. Then they were preserved by 10% neutral formalin before identifying into species level. Species diversity of fish found from each canal was estimated by using the diversity index. Total weight of fish collected by each fishing gear of 3 canals were compared by Paired-Samples T-Test at 95% confidential level. The relationship between species number of fish and the environmental condition was analysed by using Regression and Correlation Coefficient Test.

RESULTS

Environmental Condition of Mangrove Canals

Coastal land use

Coastal area, covering 395.2 km^2 in 7 sub-districts at Trat Bay, could by classified into 10 classes. They were paddy field, rubber plantation, perennial crop, forest land, mangrove, deforested area, bush fallow, shrimp farm, urban and built up land and water body.

Focus on coastal land use along both sides of Bangphra Canal, the mangrove was the densest at station 1 and declined at station 2. About 30 households of local fisherfolks of Dankao village located on the right side at station 1 while coconut plantation and local households were adjacent to mangrove on the right side at station 2. The lowest density of mangrove was found at station 3 while major area was residences and paddy field. Besides, the inner part of station 3 linked with the Bang Rakam Reservoir. At Thaprik Canal, almost all of area throughout the both sides was encroached by shrimp farming. The adjacent area was paddy field and the residences of Thaprik village. The estimation of the image of LAND SAT-TM in 1997 showed that all 4.8 km^2 of shrimp farm area in Thaprik sub-district were

converted from 4.2 km^2 of paddy field and 0.6 km^2 of mangrove area along both sides of Thaprik Canal.

The most fertile mangrove was found at Thaleuan Canal. The highest density of mangrove was at station 1 and declined at station 2 and 3, respectively. Most areas were paddy field and the residences of Thaleuan village at station 3. Meanwhile, the inner part of station 3 was blocked by water gate of Thaleuan irrigation project. The water gate will be closed in dry season to block the estuarine water from mixing with freshwater in upper reservoir and it will be opened in wet season to discharge the freshwater from that reservoir into the canal.

Physical, chemical and biological parameter

The mouth of each canal was the widest, 38.0-60.0 metres while the station 3 was the narrowest, 29.0-41.0 metres. The depth of 3 canal was 2.1-6.4 metres. In wet season, surface and bottom temperature of 3 canals was 28.7-30.3°C. In dry season, surface and bottom temperature of 3 canal was 27.7-29.7°C. Turbidity of water of 3 canals was different only in dry season and the highest turbidity was found at Thaprik Canal. Surface and bottom salinity of water of 3 canals was not different in wet season with the range of 0.0-5.3 ppt. In dry season, the highest salinity was 33.0 ppt at Thaleuan Canal while the lowest salinity was 17.0 ppt at Bangphra Canal. Surface pH of 3 canals was 6.56-7.09 in wet season and 7.41-7.80 in dry season. In wet season, surface and bottom DO of 3 canals was 5.3-6.5 mg/l. In dry season, surface and bottom DO of 3 canal was 4.0-6.9 mg/l. The highest concentration of surface NO_3^- was found at Thaprik Canal. It was 123.3 µg- NO_3^-/l in wet season and 140.7 µg- NO_3^-/l in dry season. However, the bottom NO_3^- of 3 canals was not different.

In wet season, surface PO_4^{3-} of 3 canals was not different but bottom PO_4^{3-} of 3 canals was different and the highest was 12.7 µg/l at Tharprik Canal. However, bottom PO_4^{3-} of 3 canals was not different in dry season. Surface chlorophyll a of 3 canals was not different and it was 1.24-4.79 mg/m^3 in wet season and 2.08-6.32 mg/m^3 in dry season. As well as the volume of zooplankton of 3 canals was not different and it was 1.4-2.2 ml/m^3 of water in wet season and 2.2-3.4 ml/m^3 of water in dry season.

Twenty-two groups from 8 phyla of zooplankton were found throughout the study period and the groups of zooplankton found from 3 canals were similar. Calanoid and cyclopoid copepod, brachyuran, caridean and bivalve larvae, five groups, were found in both seasons. Two major groups, cladoceran and gastropod, were found more in wet season than in dry season. Four major groups, lucifer, cirripede nauplii, fish larvae and medusae, were found more in dry season than in wet season. Two groups, harpacticoid copepod and polychaete, were found only in wet season and 4 groups, chaetognath, siphonophore, ctenophore and brittle star larvae, were found only in dry season.

Species Composition of Fish

Total 111 species from 47 families were found throughout the study period. All 62 species were found in wet season while 80 species were found in dry season. Fish found from Bangphra Canal were 95 species, of which 52 species were found in wet season and 65 species were found in dry season. Seventy-five species were found from Thaprik Canal, consisting of 41 species in wet season and 58 species in dry season. Eighty species were found from Thaleuan Canal, comprising 39 species in wet season and 64 species in dry season. The regression and correlation coefficient analysis showed that number of species of fish had relationship with the environment of the canals including surface and bottom salinity, bottom DO, surface pH, concentration of surface PO_4^{3-} and zooplankton volume.

Total weight of fish collected by push net of 3 canals in both seasons was not different and the fish caught was 16.37 kg from Bangphra Canal, 14.74 kg from Thaprik Canal and 15.21 kg from Thaleuan Canal. However, total weight of fish collected by drift gill net of 3

canals in both seasons was significantly different ($P<0.05$) and the fish caught was 13.48 kg from Bangphra, 9.47 kg from Thaprik and 6.75 kg from Thaleuan. The highest value of species diversity index of fish found was 2.54 in wet season and 3.10 in dry season from Bangphra Canal. The next was from Thaprik Canal of which the value of species diversity index was 2.41 in wet season and 3.02 in dry season. The lowest value of species diversity index of fish found was 2.24 in wet season and 2.83 in dry season from Thaleuan Canal.

Coastal Fisherfolks

From the interview, showed that main types of fishing gear used in 7 sub-districts of coastal fisherfolks at Trat Bay comprising 29.7% of bottom gill net, 28.6% of push net, 23.1% of fish and crab trap and 14.3% of trawl. At the same time, trawl and push net could catch the highest species composition of aquatic animals. Trawl could catch more than 30 kg of fish, 6-15 kg of shrimp and 1-15 of crabmeat (after taken out of the shell) per day while the catch by push net comprised 6-30 kg of shrimp, 1-5 kg of crabmeat and 1-30 kg of fish per day. From fishing, 40.6% of local fisherfolks earned 1,000-5,000 baht per month while 27.5% earned more than 10, 000 baht, respectively.

DISCUSSION

From the results, it showed that the abundance of fish species found from 3 canals had relationship with the environment of the canals that resulting from the difference of coastal land use. Bangphra Canal, which was covered with the medium density of mangrove, without shrimp farming on both sides and its structure was in natural condition, had the most proper characteristic when comparing with Thaprik and Thaleuan Canal in terms of species composition and species diversity of fish found.

At Thaprik Canal, almost all area on both sides was covered with shrimp farm, which was converted from mangrove and its structure was in natural condition, had lower species number and species diversity than Bangphra Canals. However, the number of species of fish found from Thaprik was as nearly as from Thaleuan while the species diversity of fish found from Thaprik was higher than from Thaleuan. Although most area on both sides of Thaleuan Canal was covered with the abundant mangrove and without the shrimp farming but its structure was not in natural condition, installing with the water gate at the inner part of the canal.

The opening in wet season of water gate at inner part of Thaleuan Canal might affect to the distribution of many fish species and brought about the lowest species number found, 39 species, in wet season at Thaleuan Canal. According to the number of species of fish found, it showed that *Chelon subviridis*, *Gerres filamentosus* and *Gerres poieti* were found throughout Bangphra and Thaprik Canal in wet and dry season. At the same time, these 3 species were also found throughout Thaleuan Canal in dry season. However, they were found only at the mouth and midstream but not found at inner part of Thaleuan Canal in wet season. This might due to these 3 species affected from the opening of the water gate at inner part of the canal in the same season.

Species of fish found, such as *Oxygaster anomalura* and *Toxotes chatareus*, also depended on the environment of mangrove canals. Rainboth (1996) reported that *Oxygaster anomalura* prefers to live at surface of river with fertile forest canopy. In this study, *Oxygaster anomalura* was found in wet season at the mouth of Bangphra and at midstream of Thaleuan Canal that were covered with high density of mangrove but it was not found from Thaprik where had lowest area of mangrove on both sides. *Toxotes chatareus* which prefers to live in shaded flowing and standing water with overhanging of vegetation (Rainboth, 1996), was found throughout Bangphra Canal and at midstream and upstream of Thaleuan Canal but was not found from Thaprik Canal where had lowest shadow due to the mangrove destruction on both sides. At the same time, the occurrence of *Toxotes chatareus* at inner part of Thaleuan

Canal in wet season showed this fish species did not affected from the opening of water gate at inner part of the canal in the same season.

From the correlation coefficient and regression analysis, it showed that species number of fish had relationship with surface and bottom salinity, surface pH, bottom DO, the concentration of surface PO_4^{3-} and zooplankton volume. In wet season, the water throughout 3 canals became freshwater, resulting that all 62 species found in this season were freshwater and estuarine fish. In dry season, the water throughout 3 canals became saltier and all 80 species found were estuarine and brackish fish while freshwater fish were not found. Meanwhile, surface pH and bottom DO of 3 canals were in normal condition. Surface pH range was 6.56-7.09 in wet season and 7.41-7.80 in dry season. The bottom DO range was 4.97-6.00 mg/l in wet season and 4.00-4.97 mg/l in dry season. Referring to the description of Jobling (1995) and Smithsonian Institution (1998), the suitable pH range for aquatic lives was 5.0-9.0. Chapman (1986) and Howell and Simpson (1994) indicated that the critical DO concentration for metabolism of most fish species were below 2-3 mg/l. Meanwhile, the concentration of surface PO_4^{3-} and the volume of zooplankton of 3 canals were not different.

Coastal Fisherfolks

According to the attitude of coastal fisherfolks, 96% of them pointed out that the quantity of catch at Trat Bay had been decreased from the past. The 18.7% of local fisherfolks thought that the increase of fisherfolks was the main cause of decline of the catch, while 15.4% believed that it was due to the operation of trawl and push net. Besides, 12.1% indicated that it was the result from the increase of fisherfolks, the trawl and push net and wastewater discharge from coastal shrimp farms. Meanwhile, 93% of fisherfolks indicated that mangrove at Trat Bay was the important fishery source and its condition was poorer than the past. They, 59%, thought that the main cause of mangrove deterioration was shrimp farming and 20% believed that it was from shrimp farming and woodcutting.

CONCLUSIONS

1. The difference of coastal land use on both sides of 3 mangrove canals at Trat Bay caused the different environmental condition of those canals.
2. The different condition of 3 mangrove canals reflected in different species composition of fish found in terms of species number and species diversity.
3. The abundance of fish at Trat Bay depended on the coastal land use, the environmental condition of the habitat of fish, types of fishing gear used in local area and the fertility of mangrove nearby.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 540036.

REFERENCES

CHAPMAN, G. 1986. Ambient water quality criteria for dissolved oxygen. United States Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C. EPA 440/5-86-003.

HOWELL, P. AND D. SIMPSON. 1994. Abundance of marine resources on relation to dissolved oxygen in Long Island Sound. Estuaries No.2 17: 394-402.

JOBLING, M. 1995. Environmental biology of fishes. Chapman & Hall, London.

RAINBOTH, W. J. 1996. FAO identification field guide for fishery purposes: Fishes of the Cambodian Mekong. FAO, Rome.

ROBERTSON, A. I. AND N. C. DUKE. 1987. Mangroves as nursery sites: Comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. Marine Biology 96:193-205.

SMITHSONIAN, INSTITUTION. 1998. Biodiversity measuring and monitoring international course: aquatic invertebrates, fish and aquatic biodiversity Vol. 6. 417 p.

STRICKLAND, J. D. H. AND T. R. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada Bulletin Vol. 167. 311 p.

การจำแนกชนิดและการกระจายของปลาวัยอ่อนในบริเวณป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย[1], ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์[2] และ อภิชาติ เดิมวิชชากร[3]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล อ. สิเกา ตรัง 92150

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[3]กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ABSTRACT

IDENTIFICATION AND DISTRIBUTION OF FISH LARVAE IN MANGROVE FOREST AT SIKAO DISTRICT, TRANG PROVINCE

P. Tongnunui[1], N. Paphavasit[2] and A. Termvidchakorn[3]

[1]Department of Marine Science, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangkala Institute of Technology, Sikao District, Trang 92150
[2]Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330
[3]Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Chatuchak, Bangkok 10900

Fish larvae were identified and their distributions were determined in a mangrove forest in Sikao District, Trang Province, from May 1996 to May 1997. Sampling periods were scheduled every two months at six stations from coastal waters to inner mangrove forests. Fish larval tows were conducted twice each sampling period during the in-coming tide and the highest high tide. Salinity, temperature, pH, transparency and dissolved oxygen were recorded.

Most fish collected were marine. Of the total 20 families of fish larvae recorded, the family Gobiidae was the dominant group in terms of abundance and distribution. Fish larvae in the families, Clupeidae and Blenniidae, were next in terms of abundance. The Sikao mangrove forest serves as a nursing ground, and provides food and shelter for various fish. Marine fish that were classified as true mangrove dependent species were permanent resident species in the 9 families: Gobiidae, Clupeidae, Engraulidae, Gerreidae, Leiognathidae, Hemilamphidae, Apogonidae, Sillaginidae and Tetraodontidae. Fish that came into the forest during their spawning period and occasionally came in to feed in the mangroves when mature were Blenniidae, Atherinidae, Mullidae, Syngnathidae, Terapontidae, Exocoetidae, Cynoglossidae, Monacanthidae, Soleidae, and Synodonthidae. Fish eggs were recorded throughout the sampling period with the highest density in May.

Fish larval abundance reflected seasonal variations with the highest density during the Southwest Monsoon in the month of June, while the lowest density was recorded in March during the Northeast Monsoon period. Most marine fish showed different distribution patterns according to the time of the tides. They were found concentrated in the coastal area where environmental change were small. Gobiidae larvae were widely distributed and concentrated in the inner mangrove forest fringes. The wide range of environmental changes occurred in the inner mangrove forest area. Clupeidae larval distribution showed significant correlation with salinity, temperature and pH.

Key words: Trang, fish larvae, mangrove forest

บทนำ

บริเวณป่าชายเลนมีความสำคัญต่อชาวประมงเพราะเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยสัตว์น้ำนานาชนิด และที่สำคัญ คือ เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนทั้งกุ้ง หอย ปู ปลา การที่บริเวณป่าชายเลนเป็นแหล่งอนุบาลนั้น มีข้อสมมติฐานอยู่หลายข้อ เช่น ความขุ่นใสของน้ำ (Turbidity) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ช่วยในการพรางตัวของสัตว์น้ำวัยอ่อน Cyrus and Blaber (1987) พบว่าปริมาณปลาขนาดเล็กมีความสัมพันธ์กับความขุ่นของน้ำที่เพิ่มขึ้น และพบปลาขนาดใหญ่ที่กินปลาด้วยกันเองเป็นอาหารในบริเวณที่มีความขุ่นของน้ำต่ำ แต่ Robertson and Duke (1987) ได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณปลาในบริเวณป่าชายเลนของประเทศออสเตรเลีย พบว่าบริเวณชายฝั่งที่ไม่มีป่าชายเลนมีความชุกชุมของปลาน้อยกว่าบริเวณป่าชายเลน โดยทั้งสองแหล่งมีความขุ่นใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงว่ามีปัจจัยสภาวะแวดล้อมอื่นนอกเหนือจากความขุ่นที่มีอิทธิพลต่อความชุกชุมของปลา Chong *et al.* (1990) พบว่าบริเวณป่าชายเลนเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของปลา ถึงแม้บางรายงานสรุปว่าปริมาณอาหารในบริเวณป่าชายเลนไม่มีความแตกต่างจากระบบนิเวศแหล่งอื่นๆ มากนัก Robertson (1988) พบว่าช่วงที่พบแพลงก์ตอนสัตว์ชุกชุมในบริเวณป่าชายเลนเป็นช่วงเดียวกับที่มีการทดแทนที่

ของปลาวัยอ่อนขั้นหลังสู่ปลาระยะวัยรุ่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สงา (2522ก, 2522ข) และ Paphavasit *et al.* (1997) ที่พบว่าช่วงเวลาที่พบปริมาณปลาวัยอ่อนสูงนั้น เป็นช่วงเวลาเดียวกับที่มีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ชุกชุม เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้เป็นอาหารที่สำคัญของปลาวัยอ่อน นอกจากนี้สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่บริเวณป่าชายเลน ได้อาศัยอาหาร คือ อินทรีย์สารที่ย่อยสลายจากซากพืชสัตว์ หรือ เศษใบไม้ที่ร่วงหล่น ซึ่งจัดเป็นอาหารขั้นปฐมภูมิ ซากพืชซากสัตว์เหล่านี้จะเป็นแหล่งอาหารสำหรับหอย ปู และไส้เดือนทะเล โดยมีผู้บริโภคลำดับต่อมา ได้แก่ ปลาวัยอ่อนและสัตว์น้ำวัยอ่อนชนิดอื่น ๆ ความหลากหลายของแหล่งที่อยู่อาศัย เช่น ความแตกต่างของลักษณะพื้นดิน จะเป็นปัจจัยที่ควบคุมพฤติกรรมปลาวัยอ่อนในแต่ละวงศ์ (Morton, 1990) จากการศึกษาชีวประวัติของปลาที่มีการวางไข่บริเวณทะเลแล้วอพยพเข้าอนุบาลในบริเวณป่าชายเลน หรือปลาบางชนิดที่วางไข่ในบริเวณป่าชายเลนโดยตรง แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของป่าชายเลนต่อทรัพยากรประมง หากป่าชายเลนมีความอุดมสมบูรณ์หมายความว่าบริเวณนั้นจะมีความชุกชุมและการกระจายของปลาวัยอ่อนสูงตามไปด้วย

ปัจจุบันการเสื่อมสภาพของป่าชายเลนทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำมีแนวโน้มลดลง พื้นที่ป่าชายเลนคลองสิเกาก็เช่นเดียวกันกับป่าชายเลนบริเวณอื่น ๆ ในประเทศไทยที่มีการใช้ประโยชน์ในด้านการตัดไม้และการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง ดังนั้น การศึกษาความหลากหลายของปลาวัยอ่อนในบริเวณป่าชายเลนคลองสิเกา สามารถใช้เป็นเครื่องชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนบริเวณนั้นได้ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการประมงเพื่ออนุรักษ์ป่าชายเลนและศึกษาผลกระทบกิจกรรมต่าง ๆ ที่อาจมีผลต่อระบบนิเวศป่าชายเลน

วิธีการ

เก็บตัวอย่างปลาวัยอ่อนบริเวณป่าชายเลนคลองสิเกา อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 6 จุด ตามความห่างไกลจากปากคลองจนถึงป่าชายเลนตอนใน เก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม 2540 เก็บตัวอย่างปลาวัยอ่อนโดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดตา 103 ไมครอนพร้อมติดตั้งเครื่องวัดปริมาตรน้ำ ในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 2 ช่วง คือ ขณะน้ำกำลังขึ้นและขณะน้ำขึ้นสูงสุด หลังจากได้ตัวอย่างแล้วเก็บรักษาในน้ำยาฟอร์มาลิน 5% นำตัวอย่างมาแยกเอาเฉพาะปลาวัยอ่อนและจำแนกชนิด การจำแนกชนิดกระทำแค่ระดับวงศ์หรือหากมีเอกสารยืนยันชัดเจนก็จำแนกถึงระดับสกุลพร้อมทั้งวาดรูปด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการวาดภาพ (camera lucida) นับจำนวนปลาวัยอ่อนในแต่ละชนิดแล้วนำผลที่ได้ไปคำนวณเป็นจำนวนตัวต่อปริมาตรน้ำทะเล 1, 000 ลบ.ม. โดยใช้สูตร

$$T=\frac{1000X}{v}$$

T=จำนวนตัวต่อปริมาตรน้ำ 1, 000 ลูกบาศก์เมตร

t=จำนวนตัวที่ได้จากตัวอย่าง

v=ปริมาตรน้ำทั้งหมดที่ผ่านถุงลากเป็นลูกบาศก์เมตร

$v=nXN1Xa$ หรือ $\frac{aXn}{N}$

n=จำนวนรอบของเครื่องวัดปริมาตร

a=พื้นที่หน้าตัดของถุงแพลงก์ตอนเป็นตารางเมตร

N=ค่าคงที่ของจำนวนรอบของเครื่องวัดปริมาตรน้ำในระยะทาง 1 เมตร

N1=ค่าคงที่มีระยะทางเป็นเมตร เมื่อเครื่องวัดประมาณน้ำหมุน 1 รอบ

หมายเหตุ: N และ N1 ได้จากการนำ calibration factor ของเครื่องวัดปริมาตรน้ำ

นำตัวอย่างที่ผ่านการจำแนกชนิดและการกระจายไปเก็บรักษาไว้ในน้ำยาฟอร์มาลินความเข้มข้น 4%

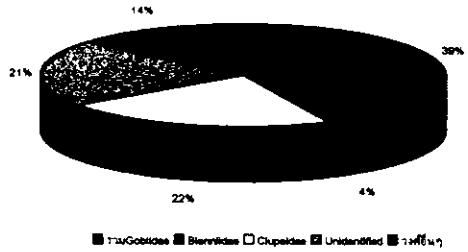
ผลการวิจัย

ชนิดของปลาวัยอ่อน

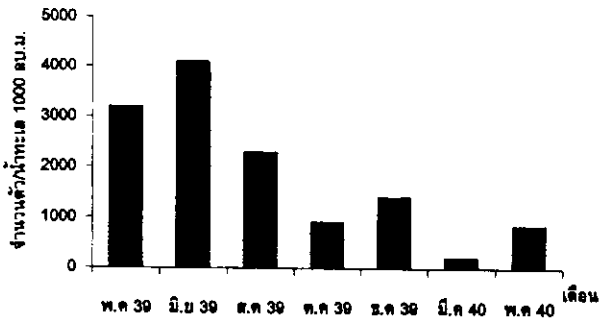
รวบรวมปลาวัยอ่อนได้ทั้งหมด 2, 268 ตัว สามารถจำแนกชนิดได้ 20 วงศ์ ปลาวัยอ่อนที่พบได้สูงสุด คือ วงศ์ Gobiidae 39% รองลงมาได้แก่ วงศ์ Gobiidae Clypeidae 22% และวงศ์ Bleniidae 4% ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ปลาวัยอ่อนวงศ์อื่นที่พบได้แก่วงศ์ Engraulidae, Synodontidae, Hemiramphidae, Exocoetidae, Syngnathidae, Atherinidae, Ambassidae, Terapontidae, Sillaginidae, Leiognathidae, Gerreidae, Mullidae, Soleidae, Cynoglossidae, Apogonidae, Monacanthidae และ Tetraodontidae

การกระจายของปลาวัยอ่อน

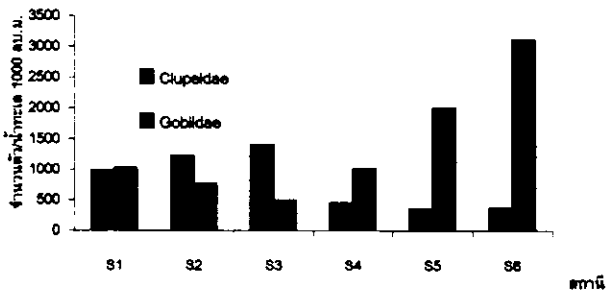
ปลาวัยอ่อนทุกวงศ์มีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละสถานี และมีรูปแบบการกระจายต่างกันในขณะน้ำกำลังขึ้นกับน้ำขึ้นสูงสุด ตลอดจนมีรูปแบบการกระจายแตกต่างกันในแต่ละวงศ์ เช่น ปลาวัยอ่อนวงศ์ Gobiidae จะพบกระจายอย่างกว้างขวางแต่จะหนาแน่นบริเวณสถานี S5 และ S6 ส่วนปลาวัยอ่อนวงศ์ Clupeidae มีการกระจายหนาแน่นบริเวณ S1 และ S2 (ภาพที่ 2) นอกจากนี้ปริมาณปลาวัยอ่อนที่พบยังมีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล โดยพบปลาวัยอ่อนรวมทุกวงศ์มีความหนาแน่นเฉลี่ยรวมสูงสุดในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมิถุนายน) และมีความหนาแน่นต่ำสุดช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนมีนาคม) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 1. โครงสร้างปลาวัยอ่อนที่พบบริเวณป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง



ภาพที่ 2. ค่าเฉลี่ยปริมาณปลาวัยอ่อนวงศ์ Clupeidae และ Gobiidae ในแต่ละสถานีที่เก็บตัวอย่าง



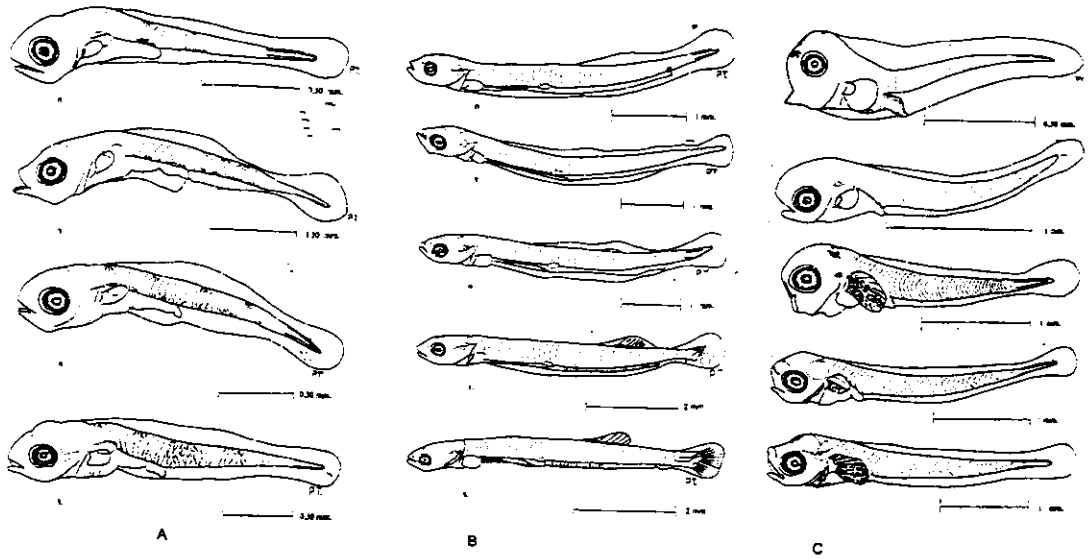
ภาพที่ 3. ค่าเฉลี่ยปริมาณปลาวัยอ่อนรวมทุกวงศ์ที่พบบริเวณป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

บทสรุปและวิจารณ์

จากการเปรียบเทียบผลการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาของ Ikejima and Tongnunui (in press) และ กฤษฎาและโกสินทร์ (2540) ซึ่งศึกษาในบริเวณเดียวกันและบริเวณใกล้เคียง สามารถสรุปการใช้ป่าชายเลนเป็นที่อยู่อาศัยของปลาตามระยะการเติบโตต่าง ๆ โดยสามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่อาศัยอยู่ในบริเวณป่าชายเลนถาวร (mangrove dependent resident) เป็นกลุ่มปลาที่อาศัยป่าชายเลนเป็นแหล่งอนุบาล แหล่งอาหาร และหลบภัย โดยพบได้ตั้งแต่ระยะวัยอ่อนจนถึงระยะเต็มวัย ได้แก่ ปลาวัยอ่อนในวงศ์ Clupeidae, Engraulidae, Hemiramphidae, Apogonidae, Gerreidae, Sillaginidae, Leiognathidae, Tetraodontidae และ

Gobiidae ส่วนกลุ่มที่สองคือ กลุ่มที่อาศัยบริเวณป่าชายเลนเป็นแหล่งอนุบาลเพียงระยะหนึ่ง ๆ เท่านั้น (Shortterm resident) โดยจะพบได้แค่ระยะวัยอ่อนหรืออาจพบว่าเข้ามาหาอาหารในระยะเต็มวัยในบางวงศ์ ซึ่งได้แก่ ปลาวัยอ่อนวงศ์ Monacanthidae, Soleidae, Mullidae, Ambassidae, Blenniidae, Terapontidae, Exocoetidae, Syngathidae, Cynoglossidae และ Synodontidae การแบ่งกลุ่มของปลาในบริเวณป่าชายเลนได้อาศัยหลักในการแบ่งแตกต่างกันไป Monkolprasit (1994) ได้แบ่งตามความสมบูรณ์ของวงจรชีวิตในระบบนิเวศที่อาศัยอยู่ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นสี่กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีวงจรชีวิตทั้งหมดในบริเวณป่าชายเลน กลุ่มที่พบว่าเข้ามาหาอาหารในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง กลุ่มที่พบว่าเข้ามาอาศัยในบริเวณป่าชายเลนเพียงฤดูกาลหรือช่วงใดช่วงหนึ่งของวงศ์ชีวิต และกลุ่มที่พบได้อย่างบังเอิญ การแบ่งกลุ่มของปลาสามารถที่จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามเหตุผลและตามข้อมูลที่มีมากขึ้น สำหรับการศึกษาเพื่อการจัดกลุ่มปลาในบริเวณชายฝั่งนั้นก็ยากแก่การสรุปเนื่องจากบริเวณชายฝั่ง มีระบบนิเวศหญ้าทะเลหรือแหล่งปะการังซึ่งมีการอพยพไปมาระหว่างระบบนิเวศด้วยกัน โดย Satapoomin and Poovachiranon (1997) พบปลาที่มีการอพยพไปมาระหว่างแหล่งหญ้าทะเลและบริเวณป่าชายเลนถึง 24 เปอร์เซ็นต์ และจากการเปรียบเทียบกับการศึกษาปลาวัยอ่อนในบริเวณแหล่งหญ้าทะเลหาดเจ้าไหมพบว่าปลาวัยอ่อนมีปริมาณแตกต่างกัน โดยในบริเวณแหล่งหญ้าทะเลจะมีปลาวัยอ่อนวงศ์ Carangidae และวงศ์ Nemipteridae รองลงมาจากวงศ์ Gobiidae (ธีระพงศ์, 2538) แตกต่างกับบริเวณป่าชายเลนที่ศึกษา ซึ่งพบปลาวัยอ่อนวงศ์ Clupeide และวงศ์ Blenniidae เป็นวงศ์ที่รองลงมาจากวงศ์ Gobiidae

แม้ว่าผลการศึกษาปลาวัยอ่อนบริเวณป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง จะคล้ายคลึงกับการรายงานของ Paphavasit *et al.* (1992) และ Janekarn and Boonruang (1986) ที่ศึกษาปลาวัยอ่อนบริเวณป่าชายเลนฝั่งอันดามัน แต่ก็มีบางวงศ์ที่ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้ คือ วงศ์ Megalopidae, Elopidae, Belonidae, Polynemidae, Carangidae, Lobotidae, Sciaenidae, Cllionymidae, Diodontidae และ Triacanthidae ซึ่งเนื่องมาจากความแตกต่างของสถานที่และวิธีการศึกษา



ภาพที่ 4. ตัวอย่างปลาวัยอ่อนบางวงศ์ที่พบได้บริเวณป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง A. วงศ์ Gobiidae B. วงศ์ Clupeidae และ C. วงศ์ Blenniidae

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540045

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา พราหมณ์ชูเอม และโกสินทร์ พัฒนมณี. 2540. การศึกษาชนิด ปริมาณ และการจับสัตว์น้ำเศรษฐกิจในบริเวณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง จังหวัดตรัง. รายงานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ธีระพงศ์ ด้วงดี. 2538. การจำแนกชนิดและการแพร่กระจายปลาวัยอ่อนในแนวหญ้าทะเล บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะประมง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สง่า วัฒนชัย. 2522ก. ชนิดและความชุกชุมของไข่ปลาและลูกปลาวัยอ่อนบริเวณแหลมผักเบี้ยจังหวัดเพรชบุรี. รายงานวิชาการ สถานีประมงจังหวัดสมุทรสาคร กรมประมง, สมุทรสาคร. หน้า 31-74.

สง่า วัฒนชัย. 2522ข. ชนิดและความชุกชุมของไข่ปลาและลูกปลาวัยอ่อนบริเวณปากน้ำท่าจีนจังหวัดสมุทรสาคร. รายงานวิชาการ สถานีประมงจังหวัดสมุทรสาคร กรมประมง, สมุทรสาคร. หน้า 75-102.

CHONG, V. C., A. SARUMAR, M. U. C. LEH AND R. DCRAZ. 1990. The fishes and prawn communities of a Malasian coastal mangrove system, with comparisions to adjacent mud flats and in shore waters. Estuaries Coastal and Shelf Science 31: 703-722.

CYRUS, D. P. AND S. J. M. BLABER. 1987. The influence of turbidity on juvenile marine fishes in estuaries part 1. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 109: 53-70, Australian mangrove area, Marine Biology 105: 385-394.

IKEJIMA, K. AND P. TONGNUNUI. . Structure of pre-juvenile fishes in mangrove forest at Sikao District, Trang Province. (in press).

MONKOLPRASIT, S. 1994. Fish composition and food habitats in mangrove forest at Phang-nga Bay and Ban Don Bay, Thailand. In SUDARA, S. (ed.), Proceedings of the 3rd ASEAN-Australia Symposium on Living Coastal Resources. Vol. 2. pp. 479-489.

MORTON, R. M. 1990. Community structure density and standing crop of fishes in subtropical Australia mangrove area, Marine Biology 105: 385-394.

PAPHAVASIT, N., A. TEMVICHAKORN, M. J. P. JEYASEELAND AND C. CHEEWASEDTHAM. 1992. Importance of Ranong mangrove forest as fish nursery ground. In MENASAVETA, P. (ed.), Proceedings of 3rd Conference on Living Aquatic Resources. Chulalongkon Univ. Press. pp. 66-76.

PAPHAVASIT, N., N. AIEMSOMBOON, A. PUIMSOMBOON AND P. TONGNUNUI. 1997. Importance of Samutsongkhram mangrove swamp as fish nursery ground. In NISHIHIRA, M. (ed.), Benthic communities and biodiversity in Thai mangrove swamps. Biological Institute, Tohoku Univ. pp. 191-204.

ROBERTSON, A. I. 1988. Abundance, diet and predators of juvenile banana prawns *Penaeus meruensis* in a tropical mangrove estuary. Australian Journal of Marine and Fresh Water Research 39: 467-478.

ROBERTSON, A. I. AND N. C. DUKE. 1987. Mangrove as nursery site comparision of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangrove and near shore habitats in tropical Australia. Marine Biology 96: 193-205.

SATAPOOMIN, U. AND S. POOVACHIRANON. 1997. Fish fauna of mangroves and seagrass beds in the west coast of Thailand, the Andaman Sea. Phuket Marine Biological Center 2(63).

ความชุกชุม และความหลากหลายของชนิดพรรณปลา บริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอม และคลองตุ๊ค จังหวัดสงขลา

นิตติศักดิ์ ทองหวาน[1], เริงชัย ตันสกุล[1] และ สมหมาย เชี่ยววารสัจจะ[2]

[1]สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

FISH ABUNDANCE AND SPECIES DIVERSITY IN LUNG NOM COMMUNITY FOREST STREAM AND KHLONG TUK, SONGKHLA PROVINCE

N. Thongwan[1], R. Tansakul[1] and S. Chiayvareesajja[2]

[1]Graduate Student of Environmental Management, Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkla 90112

[2]Deparment of Aquatic Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkla 90112

The Thepha River flows through Nathavee and Thepha Districts in Songkhla Province and Khabang District in Yala Province for approximately 120 km before entering the Gulf of Thailand at the Thepha Estuary. Beginning in 1996, two stations, Khlong Tuk and Lung Nom Community Forest Stream, on the upper Thepha River were established to study abundance, biomass and diversity of fish and fauna. The fish were caught by trawling, with dip nets, gill nets and traps.

At Khlong Tuk, 1,212 fish from 7 orders, 11 families and 22 species, with a total weight of 18,519.1 g were caught. Biomass was 309.2 g/m^2 (average biomass per day was 25.8 g/m^2). The highest similarity of species, when comparing months of the dry and rainy seasons, was found between April and November, 1997 with a 0.95 correspondence; the lowest similarity was found between March and July 1997, with a 0.68 correspondence. The Margalef diversity index was 3.0-3.9. Sixteen fish species (72.7% of the total) occurred throughout the year. These fish were primarily *Systomus partipentazona* and species in the subfamily Danioninae.

For 300 metres, the Thepha River flows past the Lung Nom Community Forest. This once-natural forest was partially deforested and replanted with rubber and fruit trees. In this study area, the number of fish caught was 1,213, from 7 orders, 13 families and 28 species; total weight was 15,150.0 g; biomass was 161.3 g/m^2 (average biomass per day was 13.4 g/m^2) and the Margelef diversity index was 3.5-4.7 with 20 fish species (71.4 % of the total) found in both seasons. The most abundant species were *Systomus partipentazona* and species in the subfamily Danioninae. The most common species in this study area were *Acanthopsis choirorhynchos*, *Noemacheilus masyae* and *Anabas testudineus*. The highest abundance of fish was found at 20.00 and 02.00 in the rainy season. The highest similarity of fish at both stations (0.71) was found in the transition period (March 1997) with 20 species, and the lowest similarity (0.63) was found in the transition period (July 1997) with 17 species. Water quality at Khlong Tuk and Lung Nom Community Forest stream are: water temperature 24.6-27.0 °C and dissolved oxygen 7.6-8.5 mg/l. Water depth is 30-100 cm at Khlong Tuk and 50-200 cm at Lung Nom Community Forest.

Key words: Khlong Tuk, Songkhla, Lung-Nom community forest stream, abundance, fish species diversity

บทนำ

พื้นที่ป่าต้นแม่น้ำเทพาบริเวณบ้านไร่เหนือ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 6 องศา 15 ลิบดาเหนือถึง 6 องศา 50 ลิบดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 45 ลิบดาถึง 101 องศา 08 ลิบดาตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 1,960 ตร.กม. (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2535) ได้ตั้งเป็นชุมชน 175 ครอบครัว มีประชากร 344 คน ใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรประมาณ 10,000 ไร่ ประมาณ 70% เป็นสวนยางพาราอีก 20% เป็นสวนผลไม้ (ทุเรียน ลองกอง) มีการประมาณการว่ายังมีพื้นที่เป็นป่าดงดิบชื้น 150,000 ไร่ (Lynn, 1994)

วัตถุประสงค์ของการศึกษาชนิดพรรณปลา และความชุกชุมของปลาในคลองบริเวณป่าชุมชนลุงนอม และคลองตุ๊คซึ่งทั้งสองแห่งเป็นคลองต้นแม่น้ำเทพา เพื่อชี้ให้เห็นถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ และความหลากหลายทางชีวภาพของปลาและสัตว์น้ำจะเป็นประโยชน์ต่อแนวทางในการจัดการใช้ทรัพยากรให้เหมาะสมกับสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม

วิธีการ

การเก็บตัวอย่างปลา

สถานีเก็บตัวอย่าง มีจำนวน 2 สถานี บริเวณคลองตุ๊ค และห่างจากปากคลองเทพาประมาณ 300 ม. ตั้งอยู่บริเวณเส้นรุ้งที่ 6 องศา 23 ลิบดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 53 ลิบดาตะวันออก และคลองป่าชุมชนลุงนอม ซึ่งมีความยาวประมาณ 300 ม. ตั้งอยู่บริเวณเส้นรุ้งที่ 6 องศา 22 ลิบดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 55 ลิบดาตะวันออก

การแบ่งเวลาเก็บตัวอย่างปลาอาศัยการเปลี่ยนแปลงของทิศทางลมมรสุมที่พัดผ่านพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างในช่วงเดือนต่าง ๆ (กองอุทกวิทยา, 2535) ดังนี้ (1) ช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค.) (2) ฤดูร้อน (เม.ย.) (3) ช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค.) และ (4) ฤดูฝน (พ.ย.) วิธีการจับปลาใช้วิธีของ สิริและคณะ (2529) และปรึกษาคุณไพโรจน์ (การติดต่อส่วนบุคคล, 19 พ.ย. 2539) โดยใช้เครื่องมือประมง ได้แก่ ก) ลอบจับปลาขนาดช่องตาอวน 0.5 ซ.ม. ความยาว 70 ซ.ม. และเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 30 ซ.ม. ใช้ลอบดักจับปลา จำนวน 5 ชุด/สถานี/วัน จำนวน 3 วัน ในแต่ละวันดักจับปลาตลอด 24 ซ.ม. และกู้ลอบทุก 6 ซ.ม. โดยวางลอบตามความเหมาะสมของความเร็วกระแสน้ำที่ไหลไม่เชี่ยวเกินไป หรือน้ำไหลเฉื่อย ๆ ให้แต่ละจุดห่างกันไม่ต่ำกว่า 50 ม. ข) อวนทับตลิ่งขนาดช่องตาอวน 0.5 ซ.ม. ความยาว 30 ม. และความลึก 2 ม. ลากอวนจับปลา จำนวน 3 วัน ๆ ละ 1 ครั้ง/สถานี โดยลากอวนเฉพาะกลางวันตามแนวขอบตลิ่งของลำคลอง ค) อวนลอย ขนาดช่องตาอวน 1 ซ.ม. ความยาว 10 ม. และความลึก 1 ม. ใช้อวนจับปลา จำนวน 3 วัน ๆ ละ 1 ครั้ง/สถานี วางอวนจับปลาเฉพาะกลางวันโดยวางอวนตามความยาวของขอบตลิ่ง ง) สวิง ขนาดช่องตาอวน 0.5 ซ.ม. และพื้นที่ของปากสวิง 1 ตร.ม. โดยช้อนตักทวนกระแสน้ำนาน 30 นาที/สถานี/วัน จำนวน 3 วัน และดำเนินการจับปลาเฉพาะกลางวัน

มวลชีวภาพของปลาใช้น้ำหนักเปียกของปลา/หน่วยพื้นที่ของอวนทับตลิ่ง

การจำแนกพรรณปลา เก็บตัวอย่างปลาแช่ฟอร์มาลินความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์มาแยกชนิดในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้หนังสือวิเคราะห์พรรณปลาของคณะประมง (2533) และ Rainboth (1996)

คุณภาพน้ำ

คุณสมบัติของน้ำ ณ ตำแหน่งวางลอบ วัดอุณหภูมิ, pH, การนำไฟฟ้า, ออกซิเจนละลายน้ำ และความลึกของระดับน้ำ ณ สถานีต่าง ๆ จำนวน 3 วัน ๆ ละ 1 ครั้ง/สถานี และเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อหาสารแขวนลอย (Suspended Solids; SS) ใช้กระดาษกรองใยแก้ว ("Whatman" GF/C) นำตัวอย่างน้ำจากการกรองไปหาสารละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids; TDS) โดยใช้เครื่องอังน้ำ (Water bath) และนำไปอบแห้งตามวิธีของ APHA-AWWA-WEF (1992) จากตัวอย่างน้ำที่เก็บจำนวน 3 วัน ๆ ละ 4 ตัวอย่าง/สถานี

การวิเคราะห์ข้อมูล

ดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index; D) ชนิดปลาที่จับได้ทุกวิธีหาค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพโดยใช้ Margalef Index (APHA-AWWA-WEF, 1992) ดังสมการ

$$D=(S-1)/\ln(n)$$

D=ดัชนีความหลากหลาย, S=จำนวน Species ที่พบ และ n=จำนวนทั้งหมดของทุก species ที่พบ

ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index; J') โดยใช้สมการ

$$J' = \ln (N_1)/\ln (N_0)$$

N_1=Total number of species and N_0=Total number of individuals in the sample

ความคล้ายคลึงของชุมชน (Community Similarity) ใช้ Jaccard index (JI) (Goodall, 1973 อ้างถึงใน Ludwig and Reynolds, 1988)

$$JI=a/(a+b+c)$$

a=the number of sample units where both species occur, and b= the number of sample units where species A occur, but not B, and c= the number of sample units where species B occur, but not A

ผลการวิจัย

ความชุกชุม

ความชุกชุมของปลา คลองตุ้ดยังไม่ถูกคุกคามจากการใช้ประโยชน์จากชาวบ้าน วัดระดับน้ำช่วงศึกษาปี 2540 ความลึกอยู่ระหว่าง 30-100 ซ.ม. จับปลาได้ทั้งหมด 1, 212 ตัว ในฤดูฝน (พ.ย. 2540) จับปลาได้มากที่สุด (45.5%) และน้อยที่สุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค. 2540) (17.0%) ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมประชาชนได้ใช้ประโยชน์ในช่วงเช้าเวลาประมาณ 08.00-11.00 น. และช่วงบ่ายเวลา 13.00-18.00 น. เพื่ออาบน้ำ ซักเสื้อผ้า และทำการประมง เมื่อวัดความลึกของระดับน้ำอยู่ระหว่าง 50-200 ซ.ม. ในฤดูแล้งระดับน้ำลดต่ำลงสามารถเดิน หรือใช้ยวดยานข้ามผ่านลำคลองไปมาระหว่างฟากได้สะดวก แตกต่างกับฤดูฝนระดับน้ำลึกไม่ต่ำกว่า 200 ซ.ม. และน้ำไหลเชี่ยวแรงมากครั้งนี้จับปลาได้ทั้งหมด 1,213 ตัว พบมากที่สุดในฤดูฝน (38.5%) และต่ำสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค. 2540) (16.4%) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. จำนวนปลาทั้งหมดที่จับได้โดยสวิง อวนลอย อวนทับตลิ่ง และลอบ บริเวณคลองตุ้ด และคลองป่าชุมชนลุงนอม ในช่วงเดือนมีนาคม-พฤศจิกายน 2540 เดือนละ 3 วัน

เดือน	คลองตุ้ด				คลองป่าชุมชนลุงนอม			
	จำนวนปลา (ตัว)	อันดับ	ครอบครัว	ชนิด	จำนวนปลา (ตัว)	อันดับ	ครอบครัว	ชนิด
มีนาคม	220 (18.2 %)	6	9	22	252 (20.8 %)	6	13	27
เมษายน	234 (19.3 %)	7	10	22	295 (24.3 %)	6	10	21
กรกฎาคม	206 (17.3 %)	6	8	20	199 (16.4 %)	7	12	24
พฤศจิกายน	552 (45.5 %)	7	9	20	467 (38.5 %)	7	13	28
รวม	1, 212				1, 213			
MEAN±SE (ตัว / วัน)	101.0±16.0				101.1±11.7			

ความชุกชุมของปลาที่จับได้โดยใช้ลอบดักจับปลาในรอบวัน (ตารางที่ 2) พบว่าบริเวณคลองตุ้ด เวลา 20.00-02.00 น. จับปลาได้มากที่สุดเท่ากับ 118 ตัว และน้อยที่สุด เวลา 08.00-14.00 น. เท่ากับ 95 ตัว ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมเวลา 02.00-08.00 น. จับปลาได้มากที่สุดเท่ากับ 97 ตัวและน้อยที่สุดเวลา 08.00-14.00 น. จับปลาได้ 63 ตัว

ตารางที่ 2. การเปลี่ยนแปลงจำนวนปลาในรอบวันจับได้โดยลอบ บริเวณคลองตุ้ด (S. 1) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (S. 2) ในช่วงเดือนมีนาคม-พฤศจิกายน 2540 เดือนละ 3 วัน

เดือน	02:00-08:00 น.		08:00-14:00 น		14:00-20:00 น		20:00-02:00 น.		รวมทั้งหมด(ตัว)	
	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2
มีนาคม	17	31	19	17	21	21	21	15	78	84
เมษายน	29	21	15	5	20	7	20	6	84	39
กรกฎาคม	30	25	22	8	27	14	30	8	109	55
พฤศจิกายน	32	20	39	33	43	34	47	43	161	130
รวม	108	97	95	63	111	76	118	72	432	308
MEAN (ตัว)	9.0	8.1	7.9	5.3	9.3	6.3	9.8	6.0	36.0	25.7

พรรณปลา

จำนวนพรรณปลาที่จับได้ทั้งสองแห่งมี 29 ชนิด พบปลาชนิดเดียวกันทั้งสองแห่ง 20 ชนิด และพบทุกฤดู 12 ชนิด โดยบริเวณคลองตุ้ดพบ 7 อันดับ 11 ครอบครัว 22 ชนิด มีปลาที่ใช้ทำอาหาร 16 ชนิด (72.7%) และปลาที่จับได้ทุกฤดู 16 ชนิด ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมมี 7 อันดับ 13 ครอบครัว 28 ชนิด เป็นปลาใช้ทำอาหาร 18 ชนิด (64.3%) ยังพบปลาที่จับได้ทุกฤดู 20 ชนิด (71.4%) (ตารางที่ 1 และ 3)

พรรณปลาที่จับได้ด้วยลอบจำนวน 5 ชุด/สถานี โดยเริ่มตั้งแต่เวลา 8.00 น. (ตารางที่ 4) บริเวณคลองตุ้ดมีพรรณปลาในฤดูฝน (พ.ย. 2540) เวลา 20.00 น. มากที่สุด 15 ชนิด ต่ำสุดในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) เวลา 14.00 น. พบเพียง 4 ชนิด ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมพรรณปลาในช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. 2540) เวลา 20.00 น. พบพรรณปลามากที่สุด 15 ชนิด และต่ำสุดในฤดูแล้ง เวลา 14.00 น. จับปลาได้เพียง 2 ชนิด

น้ำหนักและมวลชีวภาพ

การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก (ตารางที่ 5) บริเวณคลองตุ้ดจับปลาได้น้ำหนักรวม 18,519.1 ก. ในฤดูฝน (พ.ย. 2540) มีน้ำหนักรวมมากที่สุดเท่ากับ 8,854.0 ก. (47.8%) และในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) น้ำหนักรวมน้อยที่สุด 2,648.0 ก. เฉลี่ยน้ำหนักรวมของปลาที่จับได้ในแต่ละวัน 1,543.3 ก. ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมจับปลาได้น้ำหนัก

รวม 15,150.0 ก. ในฤดูฝน (พ.ย. 2540) มีน้ำหนักรวมมากที่สุดเท่ากับ 6,407.0 ก. (42.3%) เฉลี่ยน้ำหนักรวมของปลาที่จับได้ในแต่ละวัน 1,262.5 ก.

มวลชีวภาพของปลาบริเวณคลองตุ๊คอยู่ระหว่าง 13.6-205.0 ก./ตร.ม. ในช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค. 2540) น้อยที่สุดและในฤดูฝน (พ.ย. 2540) มีมวลชีวภาพมากที่สุด โดยเฉลี่ยมวลชีวภาพของปลาที่จับได้ในแต่ละวันเท่ากับ 25.8 ก./ตร.ม. ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมอยู่ระหว่าง 26.2-72.2 ก./ตร.ม. พบน้อยที่สุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. 2540) มากที่สุดในฤดูฝน (พ.ย. 2540) เฉลี่ยมวลชีวภาพของปลาในแต่ละวันเท่ากับ 13.4 ก./ตร.ม.

ตารางที่ 3. พรรณปลาที่พบบริเวณคลองตุ๊ค (S.1) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (S.2) ที่จับได้ด้วยลอบ สวิง อวนลอย และอวนทับตลิ่งในช่วงเดือนมีนาคม-พฤศจิกายน 2540
(+ = สามารถจับปลาได้, - = จับปลาไม่ได้)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ปลาที่จับได้							
	มี.ค.		เม.ย.		ก.ค.		พ.ย.	
	S.1	S.2	S.1	S.2	S.1	S.2	S.1	S.2
Acanthopsis choirorhynchos (Bleeker)	-	+	-	+	-	+	-	+
Anabas testudineus (Bloch)	-	+	-	+	-	+	-	+
Batasio tengana (Smith)	+	+	+	-	-	+	+	+
Channa lucius (Cuv. & Val.)	+	+	+	+	+	+	+	+
Channa striatus (Bloch)	-	+	+	+	+	+	+	+
Crossocheilus siamensis (Smith)	-	+	-	+	+	+	-	+
Danio regina (Fowler)	+	+	+	+	+	+	+	+
Garra taeniata (Smith)	+	+	+	+	+	-	+	+
Hampala macrolepidota (Hasselt)	+	+	+	+	+	+	+	+
Homaloptera smithi (Hora)	+	+	-	+	-	+	-	+
Leptobarbus hoeveni (Bleeker)	+	-	-	-	+	-	+	-
Lobocheilus cheveyi (Smith)	+	+	+	+	+	+	+	+
Macrognathus aculeatus (Bloch)	+	+	+	+	+	+	+	+
Mastacembelus erythrotaenia (Bleeker)	+	+	+	+	+	+	+	+
Monopterus alba (Zuiew)	+	+	+	-	+	-	+	+
Mystus filamentosus (Fang & Chaux)	+	+	+	-	+	+	+	+
Nemacheilus masyae (Smith)	-	-	-	-	-	+	-	+
Notopterus notopterus (Pallas)	-	+	+	+	+	+	+	+
Ompok bimaculatus (Bloch)	+	+	+	-	+	+	+	+
Osteochilus vittatus (Cuv. & Val.)	+	+	+	+	+	+	+	+
Parachela maculicauda (Smith)	+	-	-	-	-	+	-	+
Pristolepis fasciatus (Bleeker)	-	+	+	+	-	+	-	+
Rasbora lateristriata (Bleeker)	+	+	+	+	+	+	+	+
Rasbora sumatrana (Bleeker)	+	+	+	+	+	+	+	+
Systomus lateristriga (Cuv. & Val.)	+	+	+	+	+	+	+	+
Systomus orphoides (Cuv. & Val.)	+	+	+	-	-	-	-	+
Systomus partipentazona (Fowler)	+	+	+	+	+	+	+	+
Tetraodon leiurus (Bleeker)	+	+	+	+	+	+	+	+
Xenentodon cancila (Hamilton)	+	+	+	+	-	+	+	+

ตารางที่ 4. การเปลี่ยนแปลงพรรณปลาในรอบวันซึ่งสามารถจับได้โดยลอบ บริเวณคลองตุ๊ค (S. 1) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (S. 2) ในช่วงเดือนมีนาคม-พฤศจิกายน 2540 เดือนละ 3 วัน

เดือน	08:00 น.		14:00 น.		20:00 น.		02:00 น.		S.1		S. 2	
	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2	ชนิด	ร้อยละ	ชนิด	ร้อยละ
มีนาคม	6	9	7	7	13	15	12	9	16	72.7	21	75.0
เมษายน	5	4	4	2	8	4	8	3	10	45.5	7	25.0
กรกฎาคม	6	5	7	4	14	8	14	3	17	77.3	9	32.1
พฤศจิกายน	7	6	9	8	15	10	12	11	17	77.3	13	46.4

ตารางที่ 5. น้ำหนักของปลา (ก.) ที่จับได้โดยอวนลอย สวิง ลอบ และมวลชีวภาพของปลา (ก./ตร.ม.) ที่จับได้โดยอวนทับตลิ่ง บริเวณคลองตุ๊ค (S.1) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (S. 2) ในช่วงเดือนมีนาคม-พฤศจิกายน 2540 เดือนละ 3 วัน

เดือน	น้ำหนัก (ก.)				มวลชีวภาพ (ก./ตร.ม.)			
	S. 1	ร้อยละ	S.2	ร้อยละ	S. 1	ร้อยละ	S.2	ร้อยละ
มีนาคม	3, 717.1	20.1	3, 819.6	25.2	55.5	17.9	26.2	16.2
เมษายน	2, 648.0	14.3	2, 472.2	16.3	35.1	11.4	33.5	20.8
กรกฎาคม	3, 300.0	17.8	2, 451.2	16.2	13.6	4.4	29.4	18.2
พฤศจิกายน	8, 854.0	47.8	6, 407.0	42.3	205.0	66.3	72.2	44.8
รวม	18, 519.1	100.0	15, 150.0	100.0	309.2	100.0	161.3	100.0
MEAN (หน่วย/วัน)	1, 543.3	-	1, 262.5	-	25.8	-	13.4	-

ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ

ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity Index) ของพรรณปลาในฤดูต่าง ๆ โดย Margalef Index (Diversity index; D) (ตารางที่ 6) บริเวณคลองตุ๊คอยู่ระหว่าง 3.0-3.9 พบในฤดูฝน (พ.ย. 2540) และช่วงเปลี่ยนฤดู

(มี.ค. 2540) และฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) ตามลำดับ ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมอยู่ระหว่าง 3.5-4.7 โดยในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) พบต่ำสุดและช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. 2540) สูงที่สุด

การเปลี่ยนแปลงของดัชนีความหลากหลายของพรรณปลาในรอบวันที่จับได้โดยใช้ลอบดักจับในเวลาต่าง ๆ ของแต่ละฤดู (ตารางที่ 7) บริเวณคลองตุ๊ค (S. 1) ค่าดัชนีความหลากหลายในรอบวันอยู่ระหว่าง 1.1-4.0 ช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. และ ก.ค. 2540) เวลา 20.00 น. มากที่สุดเท่ากับ 4.0 รองลงมา 3.9 ตามลำดับ และต่ำสุดเวลา 14.00 น. ในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอม (S. 2) ในรอบวันอยู่ระหว่าง 0.6-4.6 มากที่สุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. 2540) เวลา 20.00 น. และต่ำสุดในฤดูแล้งเวลา 14.00 น.

ตารางที่ 6. ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของปลาที่จับได้โดยสวิง อวนลอย อวนทับตลิ่ง และลอบ บริเวณคลองตุ๊ค และคลองป่าชุมชนลุงนอม ในช่วงเดือน มี.ค.-พ.ย. 2540

เดือน	ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ	
	คลองตุ๊ค	คลองป่าชุมชนลุงนอม
มีนาคม	3.9	4.7
เมษายน	3.9	3.5
กรกฎาคม	3.6	4.4
พฤศจิกายน	3.0	4.3

ดัชนีความสม่ำเสมอ

การหาค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index; J') โดยใช้ Natural Logarithm ของจำนวนพรรณปลาต่อจำนวนตัวปลาที่จับได้ในแต่ละฤดู บริเวณคลองตุ๊คในฤดูฝน (พ.ย. 2540) มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอต่ำที่สุดเท่ากับ 0.48 และในช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค. 2540) สูงสุด 0.58 ส่วนของบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) ค่าดัชนีความสม่ำเสมอต่ำสุดเท่ากับ 0.53 และสูงสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. 2540) เท่ากับ 0.60 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7. การเปลี่ยนแปลงของดัชนีความหลากหลายของพรรณปลาในรอบวันจับได้โดยลอบ บริเวณคลองตุ๊ค (S. 1) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (S. 2) ในช่วงเดือนมีนาคม-พฤศจิกายน 2540 เดือนละ 3 วัน

เดือน	08:00 น.		14:00 น.		20:00 น.		02:00 น.		รวมในรอบวัน	
	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2	S. 1	S. 2
มีนาคม	1.8	2.3	2.0	2.1	4.0	4.6	3.6	3.0	3.4	4.5
เมษายน	1.2	1.0	1.1	0.6	2.3	1.5	2.3	1.1	2.0	1.6
กรกฎาคม	1.5	1.3	1.9	1.4	3.9	2.7	3.8	1.0	3.4	2.0
พฤศจิกายน	1.7	1.7	2.2	2.0	3.7	2.6	2.9	2.7	3.2	2.5

ตารางที่ 8. ดัชนีความสม่ำเสมอของปลาบริเวณคลองตุ๊ค (S. 1) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (S. 2) ในช่วงเดือนมีนาคม-พฤศจิกายน 2540

เดือน	จำนวนตัวปลา		จำนวนชนิดพรรณปลา		ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ	
	S.1	S.2	S.1	S.2	S.1	S.2
มีนาคม	220	252	22	27	0.57	0.60
เมษายน	234	295	22	21	0.56	0.53
กรกฎาคม	206	199	20	24	0.58	0.57
พฤศจิกายน	552	467	20	28	0.48	0.54

ความคล้ายคลึงของพรรณปลา

ทั้งสองแห่งมีครอบครัวย่อยปลาซิว (Subfamily Danioninae) และปลาเสือข้างลาย (*Systomus partipentazona*) เป็นพรรณปลาที่พบมากที่สุด (ตารางที่ 3) โดยค่าความคล้ายคลึงน้อยที่สุดเท่ากับ 0.63 อยู่ในช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค. 2540) และมากที่สุดเท่ากับ 0.71 อยู่ในช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. 2540) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9. จำนวนชนิดพรรณปลาชนิดเดียวกันที่พบบริเวณคลองตุ๊คและคลองป่าชุมชนลุงนอม ในช่วงเดือนมีนาคม-พฤศจิกายน 2540

เดือน	จำนวนชนิดพรรณปลาชนิดเดียวกันที่พบทั้งสองสถานี	รวมชนิดพรรณปลาที่พบทั้งสองสถานี	ความคล้ายคลึง
มีนาคม	20	28	0.71
เมษายน	17	26	0.65
กรกฎาคม	17	27	0.63
พฤศจิกายน	19	29	0.66

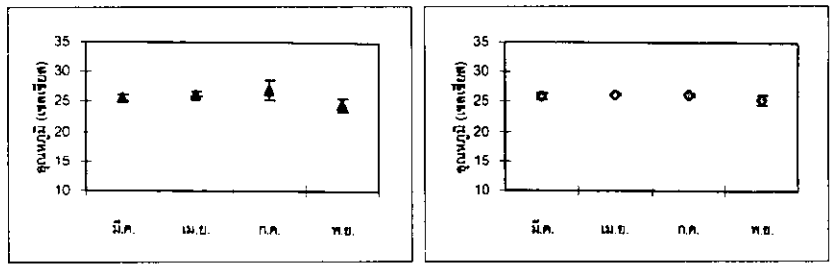
คุณภาพน้ำ

ปริมาณน้ำในลำคลองสาขาต่าง ๆ ของต้นแม่น้ำเทพาหลังฝนตกหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วคุณสมบัติบางประการของน้ำบริเวณคลองตุ๊คอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 25.9°C, ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำในรอบวันอยู่ระหว่าง 7.1-8.3 ม.ก./ล., ค่า pH เฉลี่ย 7.4, ความลึกอยู่ระหว่าง 30-100 ซ.ม. เฉลี่ย 65.5 ซ.ม, ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 66.1 μmhos/cm, ค่าเฉลี่ยของสารแขวนลอยในรอบวันอยู่ระหว่าง 2.3-2.6 ม.ก./ล. และค่าเฉลี่ยของสารละลายทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.5-0.6 ม.ก./ล. สำหรับบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 26.0°C, ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำในรอบวันอยู่ระหว่าง 7.6-8.5 ม.ก./ล., ค่า pH เฉลี่ย 7.4, ความลึกอยู่ระหว่าง 50-200 ซ.ม. เฉลี่ย 119.4 ซ.ม., ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 74.1 μmhos/cm, ค่าเฉลี่ยของสารแขวนลอยในรอบวันอยู่ระหว่าง 2.0-3.2 ม.ก./ล. และค่าเฉลี่ยของสารละลายทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.5-0.6 ม.ก./ล. ทั้งนี้อุณหภูมิ (ภาพที่ 1) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (ภาพที่ 2) ค่า pH (ภาพที่ 3) ค่าสารแขวนลอยในน้ำ (ภาพที่ 4) และค่าสารละลายทั้งหมด (ภาพที่ 5) ของน้ำบริเวณคลองทั้งสองแห่งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน และในฤดูต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกัน ยกเว้นระดับความลึกของน้ำ (ภาพที่ 6) มีความแตกต่างกันและการนำไฟฟ้า (ภาพที่ 7) ในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) มีความแตกต่างกันโดยบริเวณคลองตุ๊คมีสารละลายน้ำที่มีคุณสมบัติในการนำกระแสไฟฟ้าต่ำกว่าบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอม

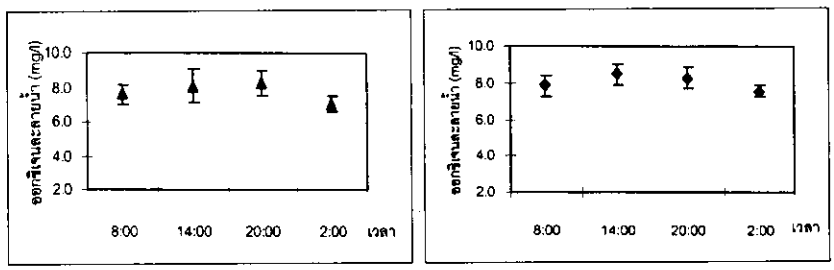
บทสรุปและวิจารณ์

ความชุกชุมของปลา

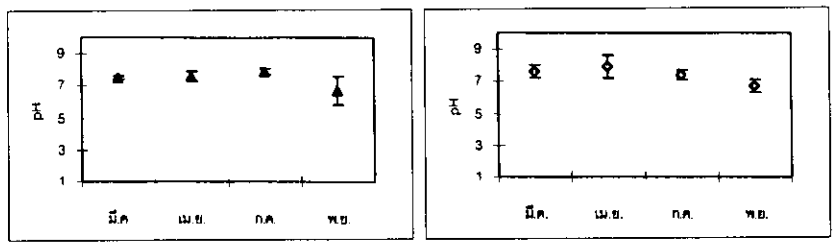
ความชุกชุมของปลาบริเวณคลองตุ๊คมีความลึกของน้ำอยู่ระหว่าง 30-100 ซ.ม. ในฤดูฝน (พ.ย. 2540) จับปลาได้มากที่สุด (45.5%) และน้อยที่สุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค. 2540) (17.0%) ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมวัดความลึกระหว่าง 50-200 ซ.ม. ในฤดูแล้งความลึกของระดับน้ำจะลดต่ำสามารถเดินหรือใช้ยวดยานข้ามผ่านลำคลองไปมาระหว่างฟากได้สะดวก แตกต่างกับฤดูฝนน้ำจะลึกไม่ต่ำกว่า 200 ซ.ม. และไหลเชี่ยวแรงมากจับปลาได้มากที่สุดในฤดูฝน (38.5%) และต่ำสุดในช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค. 2540) (16.4%) ทั้งนี้ความชุกชุมของปลาทั้งสองแห่งในรอบวันพบในช่วงเวลา 20.00-02.00 น. มากที่สุด



ภาพที่ 1. อุณหภูมิของน้ำบริเวณคลองตุ๊ค (Δ) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (◊) มี.ค.-พ.ย. 2540



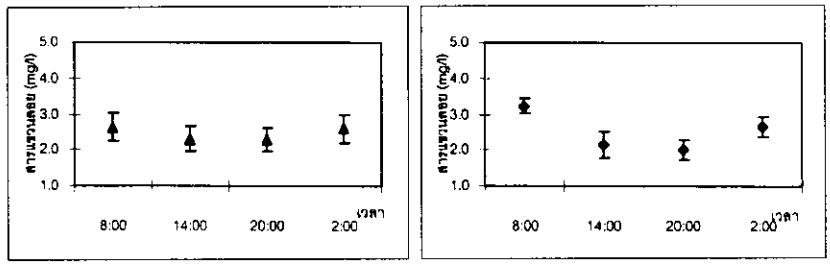
ภาพที่ 2. ค่าออกซิเจนละลายน้ำบริเวณคลองตุ๊ค (Δ) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (◊) มี.ค.-พ.ย. 2540



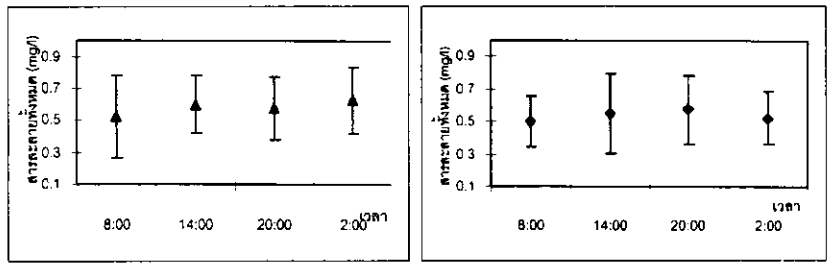
ภาพที่ 3. ค่า pH ของน้ำบริเวณคลองตุ๊ค (Δ) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (◊) มี.ค.-พ.ย. 2540

พรรณปลา

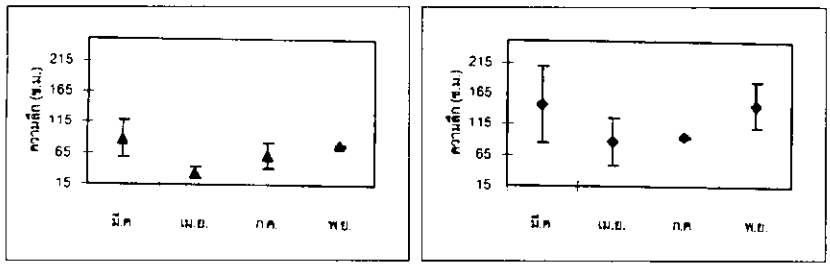
การเปลี่ยนแปลงของพรรณปลาในรอบวันของฤดูฝน (พ.ย. 2540) เวลา 20.00 น. มากที่สุด ต่ำสุดในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) เวลา 14.00 น. ซึ่งทั้งสองบริเวณจำนวนชนิดพรรณปลาที่พบไม่มีความแตกต่าง ทั้งนี้พรรณปลาขึ้นอยู่กันสภาพ



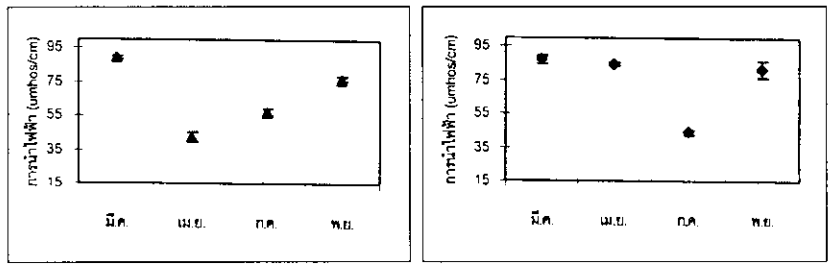
ภาพที่ 4. ค่าสารแขวนลอยในน้ำบริเวณคลองตุ๊ค (Δ) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (◊) มี.ค.-พ.ย. 2540



ภาพที่ 5. ค่าสารละลายทั้งหมดในน้ำบริเวณคลองตุ๊ค (Δ) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (◊) มี.ค.-พ.ย. 2540



ภาพที่ 6. ความลึกของน้ำบริเวณคลองตุ๊ค (Δ) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (◊) มี.ค.-พ.ย. 2540



ภาพที่ 7. ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบริเวณคลองตุ๊ค (Δ) และคลองป่าชุมชนลุงนอม (◊) มี.ค.-พ.ย. 2540

ลำคลอง แหล่งอาหาร การคุกคามของชาวประมงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพรรณปลา และความลึกของระดับน้ำ กระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวแรงแตกต่างกันโดยเฉพาะความชุกของน้ำฝนที่ตกในแต่ละฤดูทำให้น้ำทั้งสองแห่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว พรรณปลาจะกระจายไปตามลำคลองสาขาต่าง ๆ มากกว่า 20 สาขา ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้พบในฤดูน้ำหลากมีปลาแซลมอน (*Salmo salar*) จะอพยพไปตามลำน้ำสายต่าง ๆ เพื่อไปวางไข่ (Stasko, 1975) ส่วน Perry *et al.* (1994) พบว่าพรรณปลาแต่ละชนิดจะอยู่ตามระดับความลึกของน้ำที่แตกต่างกัน และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ยังมีผลทำให้จำนวนพรรณปลามีความแตกต่างกัน Matuszek and Beggs (1998), Minns (1989) อ้างถึงใน Nurnberg (1995) พบว่าความอุดมสมบูรณ์ของพรรณปลาสัมพันธ์ทางบวกกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ซึ่งมีพรรณปลาบางชนิดจะพบเฉพาะบางบริเวณมีปลาดุกลำพัน (*Clarias nieuhofii*) ที่ชาวบ้านจับได้และอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ (Sontirat, 1996) พบมากบริเวณลำคลองที่มีต้นโสกน้ำ (*Saraca pirreana* Craib) ขึ้นปกคลุมซึ่งอยู่ในเขตป่าต้นน้ำที่ยังไม่ถูกทำลาย น้ำลึกและใสมาก เช่นเดียวกับปลาตองลาย (*Chitala blanci*) ที่พบบริเวณคุ้งน้ำ ที่มีพรรณพืช หรือกิ่งไม้ บริเวณแม่น้ำโขง และแม่น้ำสาขา พบตั้งแต่บริเวณเมืองหลวงพระบาง ประเทศลาว ลงมาถึงทะเลสาบเขมร และเป็นปลาที่อยู่ในสถานภาพหายาก (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540 อ้างถึงใน ชวลิต, 2541; Blaber *et al.*, 1994 อ้างถึงใน Pinto and Punchihewa, 1996) พบปลาบริเวณป่าชายเลนชายฝั่งทางตะวันตกเฉียงเหนือของออสเตรเลียมีปลาประมาณ 30% ของพรรณปลาเป็นปลาวัยอ่อน ปลาขนาดเล็ก ขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสน้ำ ความขุ่น และลักษณะบางประการของที่อยู่อาศัย

มวลชีวภาพของปลา

การใช้ลอบ เบ็ดตก ฉมวก และอวนลอยจับปลาบริเวณบ้านไร่เหนือใช้เวลา 2-3 ช.ม./ครั้ง จับปลาได้เฉลี่ย 0.5-1.5 ก.ก. (ก.ย. 2533) มวลชีวภาพของปลาอยู่ระหว่าง 1.1-1.5 ก.ก./ไร่ และ 1.45 ก.ก./ไร่ (ธ.ค. 2533) (Electricity Generating Authority of Thailand, 1990) ปี 2540 ใช้อวนทับตลิ่งขนาดตาอวน 0.5 ช.ม. จับปลาบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมพบมวลชีวภาพของปลาในแต่ละวันเฉลี่ย 160.6 ก.ก./ไร่ (พ.ย. 2540) (42.3%) และบริเวณคลองตุ๊คเฉลี่ย 154.6 ก.ก./ไร่ (พ.ย. 2540) (47.8%) การเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพของปลาทั้งสองแห่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ชนิดของเครื่องมือ ความเร็วของกระแสน้ำ และความตื้นเขินของลำคลองในแต่ละฤดู

ความคล้ายคลึงของพรรณปลา

สำหรับค่าความคล้ายคลึงของพรรณปลาที่พบทั้งสองแห่ง และพบได้ทุกฤดูจำนวน 12 ชนิด โดยมีครอบครัวย่อยปลาซิว (Subfamily Danioninae) และปลาเสือข้างลาย (*Systomus partipentazona*) เป็นพรรณปลาที่พบมากที่สุดทั้งสองแห่ง โดยค่าความคล้ายคลึงน้อยที่สุดเท่ากับ 0.63 อยู่ในช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค. 2540) และมากที่สุดเท่ากับ 0.71 อยู่ในช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. 2540)

เมื่อพิจารณาพรรณปลาที่พบเฉพาะบริเวณคลองตุ๊คทุกฤดูมี 16 ชนิดซึ่งน้อยกว่าบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมที่พบถึง 20 ชนิด สำหรับการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของพรรณปลาบริเวณคลองตุ๊คอยู่ในช่วงเปลี่ยนฤดู (ก.ค. 2540) น้อยที่สุดเท่ากับ 0.48 และในฤดูฝน (พ.ย. 2540) มากที่สุดเท่ากับ 0.58 ส่วนบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมอยู่ในช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. 2540) น้อยที่สุดเท่ากับ 0.53 และในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) มากที่สุดเท่ากับ 0.60 จะเห็นได้ว่าความแตกต่างของค่าดัชนีดังกล่าวข้างต้นสืบเนื่องมาจากปริมาณน้ำในลำคลองโดยเฉพาะบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมในช่วงเปลี่ยนฤดู (มี.ค. 2540) วัดความลึกได้ 147.3±62.1 ช.ม. และในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) ระดับความลึกของน้ำวัดได้ 88.4±1.0 ช.ม. มากกว่าบริเวณคลองตุ๊คที่วัดระดับความลึกได้ 88.1±29.0 และ 34.0±8.6 ช.ม. ตามลำดับ

คุณภาพน้ำ

บริเวณคลองตุ๊คมีป่าไม้ธรรมชาติยังคงอยู่ในสภาพที่ไม่ถูกคุกคามจากการใช้ของประชาชน แตกต่างกับบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอมริมลำคลองป่าธรรมชาติถูกประชาชนแผ้วถางเพื่อใช้เป็นที่อยู่ เส้นทางคมนาคม ปลูกสวนผลไม้ สวนยางพารา ในส่วนของคุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำ pH สารแขวนลอย และสารละลายน้ำทั้งหมดยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเลประเภทที่ 1 (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2534) ยกเว้นในฤดูแล้ง (เม.ย. 2540) ค่าการนำไฟฟ้าบริเวณคลองตุ๊คต่ำกว่าบริเวณคลองป่าชุมชนลุงนอม

การจัดการทรัพยากรประมง

การทำประมงของประชาชนบริเวณลำคลองป่าต้นน้ำเทพามีประชาชนจำนวนหนึ่งได้ทำการประมง หาปลาสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ เพื่อให้การใช้ทรัพยากรอย่างมีคุณค่า Simonds (1986) ได้เสนอให้ประชาชนใช้ทรัพยากรประมงอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนจะทำให้ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ และประวัติศาสตร์ ยังเป็นการป้องกันการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่จะขยายวงกว้างไปสู่ระบบนิเวศระดับรอง และกระทบต่อสังคมที่ใหญ่ขึ้น เพราะคลองต้นน้ำแม่น้ำเทพาเป็นแหล่งทรัพยากรแหล่งน้ำที่สำคัญเป็นที่อยู่อาศัย ที่วางไข่ และแหล่งอาหารของปลา

มนุษย์ได้เริ่มใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยสำหรับการจับสัตว์น้ำ และได้กำหนดกฎระเบียบการใช้ทรัพยากรประมงมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะในประเทศแคนาดามีการทดลองวิธีการจับสัตว์น้ำที่ทันสมัย เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมประมงร่วมกับการอนุรักษ์ทรัพยากรเหล่านั้นไปด้วยกัน (Parsons, 1993) มีการกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์บริเวณต้นน้ำและพื้นที่ป่าสำหรับใช้ประโยชน์ของชุมชนในประเทศแคนาดา โดยแยกส่วนกันเพื่อใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน (Brand and LeClaire, 1994) และในภาคเหนือของประเทศนอร์เว ชุมชนได้ออกกฎระเบียบการใช้ทรัพยากรประมง (Jentoft and Kristoffersen, 1989) โดยมีรูปแบบการจัดการทรัพยากรประมงในแต่ละท้องถิ่นให้สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน (Pearse and Walters, 1992; Hilborn *et al.*, 1993)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540071 และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ขอขอบคุณ คุณโกเศศ รัตนะ นักศึกษาปริญญาโท คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และชาวบ้านไร่เหนือที่ให้ที่พักอาศัยในแต่ละครั้งด้วยดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2534. มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

กองอุทกวิทยา. 2535. รายงานปริมาณน้ำฝนประจำปี 2535. กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2535. รายงานสรุปการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการจัดหาแหล่งน้ำสำหรับโรงไฟฟ้าสะบ้าย้อย. เล่ม 1. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

คณะประมง . 2533. คู่มือวิเคราะห์พรรณปลา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิริ ทุกข์วินาศ, โภษัชย์ แซ่จู, จูอะดี พงศ์มณีรัตน์, ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์, เพราพรรณ แสงสกุล และเพิ่มศักดิ์ เพิงมาก. 2529. สภาวะนิเวศวิทยาการประมงบริเวณแม่น้ำบางนรา จังหวัดนราธิวาส ก่อนการสร้างเขื่อน. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา.

APHA-AWWA-WEF. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. American Public Health Association, American Water Works Association and World Environment Federation. New York.

BRAND, D. G. AND A. M. LECLAIRE. 1994. Model Forest Program: Sustainable Management for International Cooperation. Unasylva 45: 51-58.

ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND. 1990. Final Report: Site Screening Report for Environmental Impact Assessment of Water Supply Project for Saba Yoi Power Plant. Vol. IV. Prince of Songkhla University.

HILBORN, R. AND C. J. WALTERS. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman & Hall, New York.

HILBORN, R., E. K. PIKITCH AND R. C. FRANCIES. 1993. Current Trends in Including Risk and Uncertainty in Stock Assessment and Harvest Decisions. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 50: 874-880.

JENTOFT, S. AND T. KRISTOFFERSEN. 1989. Fishermen's Co-Management: The Case of the Lofoten Fishery. Human Organization 48: 355-365.

LUDWIG, J. A. AND J. F. REYNOLDS. 1988. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. John Wiley & Sons, Singapore.

LYNN, B. 1994. Songkhla Environmental Youth Group Community Forest Survey Project Report Sabayoy District, Songkhla Province, April 21-25. CUSO Cooperant.

NURNBERG, G. K. 1995. The Anoxic Factor, A Quantitative Measure of Anoxia and Fish Species Richness in Central Ontario Lakes. Transaction of the American Fisheries Society 124: 677-686.

PARSONS, L. S. 1993. Management of Marine Fisheries in Canada. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 225: 45-52.

PEARSE, P. H. AND C. J. WALTERS. 1992. Harvesting Regulation under Quota Management System for Ocean fisheries: Decision Making in the Face of Natural Variability, Weak Information, Risk and Conflicting Incentives. Marine Policy 16: 167-182.

PERRY, R. I. AND S. J. SMITH. 1994. Identifying Habitat Association of Marine Fishes Using Survey data: an Application to the Northwest Atlantic. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 5: 589-602.

PINTO, L. AND N. N. PUNCHIHEWA. 1996. Utilisation of Mangroves and Seagrasses by Fishes in the Negombo Estuary, Sri Lanka. Marine Biology 126: 333-345.

RAINBOTH, W. J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. Food and Agiculture Organization of the United Nation, Rome.

SIMONDS, J. O. 1986. Earthscape. A Manual of Environmental Planning. McGraw-Hill, New York.

STASKO, A. B. 1975. Progress of Migrating Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Along Estuary Observed by Ultrasonic Tracking. Journal of Fish Biology 7: 329-338

ความหลากชนิด, สถานภาพของพรรณปลาในลุ่มแม่น้ำสงครามตอนล่าง และความสำคัญต่อเศรษฐกิจสังคมพื้นบ้าน

ชวลิต วิทยานนท์[1], อภิชาติ เติมวิชชากร[1], รังสันต์ ไชยบุญทัน[2] และ พรพนา ก๊วยเจริญ[3]

[1]สถาบันพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]สำนักงานประมงจังหวัดนครพนม กรมประมง เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]โครงการฟื้นฟูชีวิตและธรรมชาติ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10320

ABSTRACT

DIVERSITY, STATUS AND SOCIO-ECONOMIC IMPORTANCE OF FISH FAUNA OF THE LOWER SONGKRAM RIVER (MEKONG BASIN)

C. Vidthayanon[1], A. Termvichakorn[1], R. Chaiboonthan[2] and P. Guaycharoean[3]

[1]Museum and Aquarium Division, Department of Fisheries, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]Fisheries Office Nakonpanom Province, Department of Fisheries, Chatuchak, Bangkok 10900

[3]Project for Ecological Recovery, Huay Kwang, Bangkok 10320

A survey was conducted to assess the socio-economic importance of fish diversity to the surrounding fishing communities of the lower Songkram River, covering Sakolnakon, Nakonpanom and Nongkhai Provinces. The preliminary survey found considerably high fish diversity, at least 182 species of 39 families including 13 threatened and 19 Mekong basin endemic species. Cyprinid fish formed the main component; 78 species occurred. The area has three types of aquatic habitat: riverine, oxbow lake and floodplain. Five villages have long been involved in fishing. Relict culture includes three of these villages at which were found extensive archeological sites of fermented fish production, aged around 300 years. At least 35 types of fishing gear and methods are applied, from small scale through to industrial scale fishing. In recent years there have been relatively low fishing yields, due to long term drought and irregular low water levels in the Mekong River. A participatory workshop on sustainable fisheries was held, including the assessment of species composition, fishing yields and simple conservation media preparation. This research has resulted in the description of 2 new species and the discovery of possibly 4 new species.

Key words: Songkram River, fish, diversity, fisheries

บทนำ

โครงการวิจัยเพื่อสำรวจความหลากชนิดของปลาและความสำคัญต่อเศรษฐกิจสังคมในบริเวณลุ่มแม่น้ำสงครามตอนล่างนี้ ได้ดำเนินการมาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2541 ได้ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างแล้ว 4 ครั้ง ในพื้นที่เป้าหมาย 7 หมู่บ้าน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ สกลนคร, นครพนม และหนองคาย โดยใช้เครื่องมือประมงพื้นบ้าน, สำรวจจากแหล่งขึ้นปลา, ตลาด และสอบถามรายละเอียดการใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจสังคม และชีวิตประจำวัน ได้สำรวจความหลากชนิดของปลาที่พบในพื้นที่จากเครื่องมือประมงประเภทต่าง ๆ 13 วิธี และสำรวจจากตลาดและแหล่งขึ้นปลา รวมถึงการเก็บรวบรวมปลาวัยอ่อนและปลาขนาดเล็กด้วยสวิง พบปลาอย่างน้อย 182 ชนิด จาก 39 วงศ์ อย่างไรก็ตาม ภายในรอบปีของฤดูแล้งและฤดูน้ำหลากนั้น ชาวประมงในหมู่บ้านต่าง ๆ ของลุ่มน้ำสงคราม ได้ประดิษฐ์และปรับปรุงเครื่องมือประมงไว้ใช้จับปลาในถิ่นอาศัยต่าง ๆ และปลาชนิดต่าง ๆ ถึง 37 วิธี และชนิดเครื่องมือในทั้งหมดนี้มีอยู่ 3 ชนิดที่ขัดต่อ พระราชบัญญัติการประมง คือ อวนกวาด, อวนรุน (ช้อน) ติดเรือเครื่อง และโต่ง (โพงพาง)

ปลาเศรษฐกิจที่พบในตลาดอย่างน้อย 82 ชนิด ที่นำมาขายเป็นปลาสดและทำเป็นปลาร้า, ปลาแดก, ปลารมควัน และปลาแห้ง วงศ์ที่พบมากชนิดในตลาด ได้แก่ วงศ์ปลาตะเพียน สร้อย (Cyprinidae), วงศ์ปลากด (Bagridae), วงศ์ปลาเนื้ออ่อน (Siluridae), วงศ์ปลาสวาย (Pangasiidae) และวงศ์ปลาอื่น ๆ อีกรวม 15 วงศ์ นอกจากนี้ยังมีปลาที่มาจากการเลี้ยงในบ่อและกระชัง อีก 12 ชนิด ในทั้งหมดนี้มี 7 ชนิดเป็นปลาต่างถิ่นที่นำมาเพาะเลี้ยงอยู่เป็นเวลานานแล้ว

ถิ่นอาศัยของแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำรวจพบมี 3 แบบใหญ่ ๆ ได้แก่ บริเวณที่เป็นแม่น้ำและสาขา (riverine), กุดหนอง (oxbow lake) และที่ราบน้ำท่วมถึง หรือทาม (floodplain) ถิ่นอาศัยที่พบว่ามีความหลากชนิดที่สุด คือ บริเวณ

แม่น้ำและสาขา ซึ่งพบปลาเศรษฐกิจและอื่น ๆ อย่างน้อย 158 ชนิด ในบริเวณกุดหนองพบอย่างน้อย 76 ชนิด เช่นเดียวกันกับบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งจะมีน้ำในฤดูน้ำหลากเท่านั้น

การสำรวจในหมู่บ้าน 7 แห่ง คือ บ้านปากยาม, บ้านดงสาร, บ้านยางงอย, บ้านอ้วน, บ้านท่าพันโฮง, บ้านท่าแร่ และบ้านหนองสามขา โดยการใช้แบบสัมภาษณ์ 2 รายการ คือ การประกอบอาชีพประมงและพื้นฐานของรายได้ครอบครัว และชนิดจำนวนของปลาที่จับได้ในแต่ละเครื่องมือ และฤดูกาล รวมถึงปริมาณการบริโภคและขายปลาที่จับได้

นอกจากการสำรวจแล้ว มีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อรวบรวมองค์ความรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากชาวประมงพื้นบ้านของ 7 หมู่บ้าน 2 ครั้ง ระหว่างวันที่ 7-9 พฤษภาคม และวันที่ 23 พฤศจิกายน 2541 ที่จังหวัดสกลนคร โดยความร่วมมือกับสถาบันราชภัฏสกลนคร และโครงการฟื้นฟูชีวิตและธรรมชาติ ทำให้ได้ทราบถึงปัญหาในการใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำและแนวทางในการแก้ไข และแนวทางในการให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สัตว์น้ำในต่อไป

ผลการวิจัย

สภาพทั่วไปของพื้นที่

แม่น้ำสงคราม เริ่มต้นขึ้นจากเทือกเขาภูพาน, บริเวณภูผาหัก, ภูเพลิน, ภูผาเหล็ก ในเขตอำเภอส่องดาว จังหวัดสกลนคร กับอำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ลำน้ำไหลขึ้นไปทางเหนือ ผ่านอำเภอหนองหาน และอำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี กับอำเภอสว่างแดนดิน และอำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนคร แล้ววกไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ในเขตระหว่างอำเภอคำตากล้า และอำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร กับอำเภอพรเจริญ และอำเภอเซกา จังหวัดหนองคาย แล้ววกเข้าเขตอำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม ผ่านตำบลสามผง บ้านท่าบ่อ อำเภอศรีสงคราม นาเดื่อ แล้วเข้าเขตอำเภออุเทน ไปลงแม่น้ำโขงที่ตำบลไชยบุรี อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม รวมความยาวทั้งสิ้น 420 กิโลเมตร และเป็นหนึ่งในลำน้ำสาขาของแม่น้ำโขง แม่น้ำสงครามมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 12,700 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งของแอ่งสกลนคร ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 25 อำเภอ 3 กิ่งอำเภอ ใน 4 จังหวัด คือ อุดรธานี หนองคาย สกลนคร และนครพนม

จากลักษณะทางธรณีวิทยาของภาคอีสาน โดยเฉพาะในแอ่งสกลนคร พบหมวดหินโคกกรวด ในบริเวณแม่น้ำโขงกับแม่น้ำสงคราม ทางตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม ต่อขึ้นมาก็เป็นหมวดหินมหาสารคาม ซึ่งเป็นหมวดหินที่มีชั้นเกลือแทรกอยู่ด้วย โดยเฉพาะเกลือชั้นล่างในหมวดหินมหาสารคาม เป็นชั้นเกลือที่มีความหนาและมีอิทธิพลมากที่สุด มีลักษณะการไหลในแนวดิ่งและแนวดิ่ง แผ่กระจายทั่วไป ก่อให้เกิดสภาวะดินเค็ม การเคลื่อนตัวของเปลือกโลกทำให้ชั้นเกลือหินก่อตัวเป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน เป็นรูปโดมเกลือที่ใกล้กับผิวดินได้ เป็นขั้น ๆ หรือมีลักษณะคดโค้งชั้นบน คือ หมวดหินภูทอก เป็นภูเขาหรือเนินขาเล็ก ๆ ส่วนใหญ่เป็นหินทรายแป้ง ซึ่งมีเกลือเป็นองค์ประกอบ และอยู่ไม่ห่างจากผิวดิน ในฤดูฝนจะถูกชะล้างโดยน้ำฝน และกลายเป็นคราบเกลือบนผิวดินในฤดูแล้ง ชั้นเกลือหินในแอ่งสกลนครโดยทั่วไปจะอยู่ลึกไม่เกินกว่า 1,000 เมตรจากระดับผิวดิน (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538)

ด้วยปริมาณฝนที่สูงถึง 1,800 มิลลิเมตรต่อปีในช่วงกลางเดือนเมษายน ถึงสิ้นเดือนกันยายน ทำให้มีน้ำไหลหลากเป็นปริมาณมาก และการที่ลำห้วยและแม่น้ำมีความกว้างและลึกไม่มากนัก ขณะเดียวกันก็ได้รับน้ำที่ไหลย้อนจากแม่น้ำโขงเข้ามาในลำน้ำสงคราม เมื่อประกอบกับระบบภูมิสัณฐานของลุ่มน้ำที่มีค่าความลาดเทต่ำ จากช่วงปากน้ำขึ้นมาถึงบริเวณตอนกลาง ซึ่งมีระยะทางยาว 210 กิโลเมตร มีค่าความลาดชันเพียง 1 เมตรต่อ 25 กิโลเมตร เท่านั้น ทำให้เป็นพื้นที่ราบลุ่มน้ำขังกว้างใหญ่ กลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของปลาที่ย้ายถิ่นเข้ามาจากแม่น้ำโขงเพื่อวางไข่ในลุ่มแม่น้ำสงคราม

ระบบนิเวศของลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง

ในบริเวณลุ่มน้ำสงครามตอนล่างพบระบบนิเวศหรือถิ่นอาศัย 3 แบบ คือ ระบบนิเวศแบบแม่น้ำ, แหล่งน้ำนิ่งแบบกุด หรือหนอง และบริเวณที่ราบน้ำท่วม

ถิ่นอาศัยแบบแม่น้ำ ในตอนล่างของลุ่มน้ำสงครามอยู่ในพื้นที่ของจังหวัดสกลนคร หนองคาย และนครพนม มีความยาวประมาณ 210 กิโลเมตร มีสภาพเป็นแม่น้ำที่มีตลิ่งสูง และไม่มีคันดินธรรมชาติ มีความคดโค้งสูงเนื่องจากการ

กัดเซาะบริเวณที่รองรับด้วยโครงสร้างทางธรณีแบบชั้นหินเกลือของหมวดหินมหาสารคาม (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538) พื้นท้องน้ำมีความลึกเฉลี่ย 2 เมตร ในฤดูแล้ง และมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำได้ถึง 10 เมตรในฤดูน้ำหลาก สภาพท้องแม่น้ำเป็นทรายปนโคลน ในบางช่วงเป็นหินกรวด บริเวณตอนกลาง (ช่วงอำเภอโซ่พิสัย) มีแก่งหินทรายขนาดใหญ่กั้นลำน้ำ ทำให้เกินความต่างของระดับน้ำประมาณ 3-5 เมตรในฤดูแล้ง ระบบแม่น้ำนี้มีความสำคัญต่อการอพยพของปลามาก เพราะเป็นเส้นทางที่ปลาจะอพยพเข้าและออกตามการไหลหลากของน้ำเพื่อเข้ามาหากินและเลี้ยงตัว และออกไปในช่วงน้ำลดกลับไปยังแม่น้ำโขง

ถิ่นอาศัยแบบแหล่งน้ำนิ่ง และกุดหนอง มีอยู่รอบสองฝั่งของแม่น้ำสงครามตอนล่าง เป็นจำนวนเกือบ 100 แหล่งน้ำ แต่มีหนองน้ำและกุดที่มีน้ำตลอดปีอยู่รวม 51 แหล่งน้ำ ซึ่งเกิดจากการยุบตัวของชั้นดินหินที่ปิดทับหินเกลือเนื่องจากการละลายของน้ำใต้ดิน ประกอบกับการกัดเซาะของเส้นทางน้ำที่เปลี่ยนทางไป ในสภาพถิ่นอาศัยแบบนี้เป็นแหล่งของพรรณพืชน้ำชนิดต่าง ๆ และสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลาที่อาศัยในบริเวณแหล่งน้ำนิ่งตลอดปี ที่ไม่มีการอพยพย้ายถิ่นในแม่น้ำ ในบริเวณหนองน้ำบางแห่งก็มีพื้นที่ป่าดิบแล้งราบต่ำเป็นหย่อมเล็ก ๆ จากเดิมที่เคยครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งลุ่มน้ำตอนล่าง และยังมีป่าบุ่งทามที่เสื่อมสภาพแล้ว กลายเป็นป่าไผ่กะสะอยู่กระจายทั่วไป

ถิ่นอาศัยแบบที่ราบน้ำท่วมถึง เป็นที่ราบที่เคยเป็นป่าบุ่งทาม และที่เป็นทุ่งหญ้าธรรมชาติอยู่รอบ ๆ สองข้างแม่น้ำ ในฤดูแล้งจึงมีการใช้ประโยชน์จากบริเวณนี้ในการเลี้ยงสัตว์และทำนา เมื่อถึงฤดูน้ำหลากก็มีการท่วมทันของน้ำทำให้แหล่งน้ำนิ่งต่าง ๆ ที่กระจายอยู่มีการเชื่อมต่อกัน และในบางปี (ปี 2538) มีการท่วมทันตลอดทั้งลุ่มน้ำตอนล่าง จนกลายเป็นแอ่งน้ำขนาดใหญ่ถึง 600,000 ไร่ นานกว่า 2 เดือน ซึ่งเป็นถิ่นอาศัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการเลี้ยงตัวอ่อนและหากินของปลาที่มีการอพยพเข้ามาจากแม่น้ำโขงหลายชนิด รวมถึงเป็นแหล่งวางไข่และผลิตลูกพันธุ์นับร้อยล้านตัว

การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศและทรัพยากรชีวภาพ

พื้นที่ป่าไม้ เดิมในบริเวณลุ่มน้ำสงครามตอนล่างนี้ ปกคลุมด้วยพื้นที่ป่าไม้แบบต่าง ๆ กัน ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้งราบต่ำ มีพรรณไม้ที่ทนต่อการท่วมหลากของน้ำได้ในบางส่วน จึงถูกเรียกอีกชื่อว่า ป่าบุ่ง ป่าทาม แต่จากการตั้งรกรากของชุมชนมาเป็นเวลานาน และได้มีการตัดไม้เพื่อใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น ทำฝืน, เผาถ่าน และทำเชื้อเพลิงต้มเกลือสินเธาว์และบ่มใบยาสูบ ฯลฯ ตลอดจนการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ เช่น มันสำปะหลัง, อ้อย, ทำนาข้าว และปัจจุบันคือ ปลูกไม้ยูคาลิบตัส จึงทำให้พื้นที่ป่าดั้งเดิมเหลืออยู่เป็นจำนวนน้อยลงมาก เป็นเพียงหย่อมเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่าดอนปู่ตา หรือบริเวณป่าช้า พื้นที่ป่าดิบราบต่ำที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ บริเวณหนองหมากแซว ซึ่งเหลืออยู่ประมาณ 200 ไร่ ส่วนพื้นที่ป่าบุ่งทามรอบ ๆ ลุ่มแม่น้ำสงครามตอนล่างในปัจจุบันนี้ก็เปลี่ยนแปลงเป็นป่าไผ่กะสะ และป่าละเมาะที่มีไม้พุ่มเป็นส่วนมาก เช่น บริเวณทามทุ่งพันขัน ประมาณ 4,000 ไร่ ทามหนองแอกประมาณ 100 ไร่

แหล่งน้ำ หนองน้ำและกุดกว่า 100 แห่ง ในลุ่มน้ำสงครามตอนล่างนี้ เป็นแหล่งน้ำที่สำคัญต่อชุมชนรอบข้างมานาน ทั้งด้านการเกษตร และบริโภค ในบางแห่งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพ โดยการกั้นฝายหรือตัดถนนผ่าน และมีการใช้เป็นพื้นที่ทำนาหรือเพาะปลูกในช่วงฤดูน้ำลด ในระยะ 2 ปีที่ผ่านมา เกิดภาวะแล้งจึงทำให้หนองน้ำบางแห่งแห้งขอดลงและถูกบุกรุกเป็นพื้นที่เพาะปลูกอย่างถาวร

ทรัพยากรปลา จากการสัมภาษณ์ชาวประมงดั้งเดิมใน 4 หมู่บ้าน พบว่า เดิมในแม่น้ำสงครามนี้มีการจับปลาขนาดใหญ่ เช่น ปลายี่สก ปลากระโห้ จนถึงปลาบึก เมื่อปี 2510 ถึง 2530 แต่ในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา ทรัพยากรปลาได้ลดลงไปมาก และมีการจับปลาขนาดเล็กลงมา รวมถึงเครื่องมือประมงบางอย่างก็ได้เลิกใช้ไป เพราะพรรณปลาเป้าหมายมีจำนวนน้อยลงจนไม่คุ้มการลงแรง และในบางชนิดของเครื่องมือไม่สามารถใช้ได้อีก เพราะสภาพพื้นที่ป่าได้หายไป รวมถึงความต้องการน้ำใช้ในการทำนา จึงต้องมีการกั้นกักเก็บน้ำไว้ และงดการจับปลาในบางแหล่งน้ำ

ความหลากหลายทางชีวภาพของปลา

จากการสำรวจโดยวิธีต่าง ๆ กัน เช่น เก็บรวบรวมจากเครื่องมือประมงวิธีต่าง ๆ 13 ประเภท จากตลาดและแหล่งขึ้นปลาใน 7 หมู่บ้าน และการจับรวบรวมลูกปลาวัยอ่อนด้วยสวิงตาถี่ พบปลาอย่างน้อย 182 ชนิด ใน 39 วงศ์

(ตารางที่ 1) จากระยะเวลาสำรวจ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2541 ซึ่งนับว่าเป็นพื้นที่ที่มีความหลากชนิดสูงเมื่อเทียบกับจำนวนชนิดปลาที่พบในระบบแม่น้ำโขงของประเทศไทยทั้งหมด พบแล้วอย่างน้อย 290 ชนิด (ชวลิตและคณะ, 2540) หรือจากประมาณ 1,200 ชนิด ตลอดระบบแม่น้ำโขง (Rainboth, 1996)

วงศ์ที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ปลาตะเพียนสร้อย Cyprinidae พบ 78 ชนิด วงศ์ปลาหมู Cobitidae พบ 15 ชนิด และวงศ์ปลาเนื้ออ่อน 11 ชนิด ในทั้งหมดนี้มี 66 ชนิดที่มีถิ่นอาศัยเฉพาะในแม่น้ำ เช่น ปลากระเบน *Dasyatis laoensis*, ปลากระโห้ *Catlocarpio siamensis* และปลาสวายต่าง ๆ *Pangasius* spp. เป็นต้น ซึ่งไม่พบในแหล่งน้ำนิ่ง หรือพื้นที่น้ำหลาก และมี 16 ชนิด เป็นปลาที่อาศัยเฉพาะในพื้นที่แหล่งน้ำนิ่ง เช่น ปลาซิวแคระ *Boraras micros*, ปลาจิ้มฟันจระเข้แคระ *Indostomus paradoxus*, ปลาบู่กุดทิง *Odontobutis aurarmus* ชนิดปลาเศรษฐกิจที่พบในท้องตลาดและนำขึ้นบริโภคเป็นจำนวนมากมีอย่างน้อย 82 ชนิดที่พบบ่อย นอกนั้นเป็นชนิดที่มีจำนวนน้อยและพบปะปนไปกับปลาที่ทำปลาร้า ส่วนมากเป็นปลาในวงศ์ปลาตะเพียน, วงศ์ปลากดแขยง, วงศ์ปลาเนื้ออ่อน และวงศ์ปลาซ่อน ปลาต่างถิ่นที่พบนำเข้ามาเพาะเลี้ยงมากที่สุด คือ ปลานิล *Oreochromis niloticus*, ปลาดุกเทศ *Clarias gariepinus*, ปลานวลจันทร์เทศ *Cirrhina mrigala* และอื่น ๆ อีก 5 ชนิด ซึ่งพบอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติด้วย

สถานภาพของปลาที่พบในกลุ่มแม่น้ำสงครามตอนล่าง พบปลาเฉพาะถิ่นของระบบแม่น้ำโขง 19 ชนิด เช่น ปลาบึก *Pangasionodon gigas*, ปลาตองลาย *Chitala blanci* และปลาเสือตอลายเล็ก *Coius undecimradiatus* เป็นต้น ซึ่งส่วนมากก็เป็นปลาที่ตกอยู่ในสถานภาพถูกคุมคามถึงใกล้สูญพันธุ์ รวมกัน 13 ชนิด (ตารางที่ 1)

การวิจัยครั้งนี้ได้พบปลาที่เป็นชนิดใหม่ 2 ชนิด อยู่ในวงศ์ปลาบู่ สกุล *Brachygobius* 1 ชนิด (Larson and Vidthayanon, 1999) และวงศ์ปลาเสือดำ 1 ชนิด คือ *Nandus oxyrhynchus* (Ng *et al*., 1996) และชนิดที่อาจเป็นชนิดใหม่ 4 ชนิดอยู่ในวงศ์ปลาตะเพียน สร้อย 2 ชนิด ในสกุล *Rasbora* และ *Mystacoleucus* อย่างละชนิดและวงศ์ปลาหมูอีก 2 ชนิด ในสกุล *Acanthopsis*

การอพยพย้ายถิ่นของปลาในแม่น้ำสงคราม

ระดับน้ำในลุ่มแม่น้ำสงครามขึ้นกับปริมาณน้ำฝนและระดับของแม่น้ำโขง โดยมีวัฏจักรของการท่วมทันและลดลงแห้งในรอบปี โดยเริ่มจากช่วงเดือนพฤษภาคมจะเป็นช่วงต้นน้ำหลากที่ระดับน้ำในแม่น้ำสงครามเริ่มสูงขึ้นตามระดับของแม่น้ำโขง และเมื่อถึงฤดูฝนหรือมรสุมในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ก็จะเป็นช่วงที่ระดับน้ำท่วมสูงสุด และบางปีก็เอ่อท่วมในที่ราบรอบ ๆ แม่น้ำ เป็นเนื้อที่กว้างสุด 600,000 ไร่ ในปี 2509 และ 2538 และจะเริ่มลดลงในปลายเดือนกันยายนจนแห้งขอดสุดในช่วงเดือนเมษายน

ในช่วงต้นของการเพิ่มระดับน้ำ เป็นระยะที่ปลามีการย้ายถิ่นเข้ามาจากแม่น้ำโขงมากที่สุด โดยบางชนิดก็เข้ามาวางไข่ในแม่น้ำสงคราม เช่น ปลาหมากผาง *Tenualosa thibaudeaui*, ปลาสร้อย *Henicorhynchus* spp. และบางชนิดก็เป็นลูกปลาที่เกิดจากการวางไข่ในแม่น้ำโขง และย้ายถิ่นเข้ามาหากินในพื้นที่น้ำท่วมของแม่น้ำสงคราม เช่น ปลาสวายและปลาสังกะวาด *Pangasius* spp. ปลาหมู *Botia* spp. เมื่อเริ่มถึงฤดูที่น้ำลดไหลลงสู่แม่น้ำโขง ปลาส่วนมากก็มีการย้ายถิ่นกลับตามน้ำเช่นกัน แต่ก็ยังมีหลายชนิดที่ยังอาศัยอยู่ในแม่น้ำสงคราม และบริเวณแหล่งน้ำนิ่งที่อยู่รอบ ๆ

จากการสำรวจครั้งนี้พบปลาวัยอ่อนอย่างน้อย 17 ชนิด ในแม่น้ำสงครามและบริเวณแหล่งน้ำนิ่งรอบข้างในแม่น้ำ พบลูกปลาหมากผางและปลาซิวแก้วมากที่สุด รองลงมา พบลูกปลากะมัง และตะโกก ในแหล่งน้ำนิ่ง พบลูกปลาในสกุลปลาแปบและลูกปลากริมมากที่สุด

ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการทำการประมง

การจับปลาของชาวประมงได้ประยุกต์ใช้จากการศึกษาการเคลื่อนย้ายและอุปนิสัยการหากิน ถิ่นอาศัยของปลาชนิดต่าง ๆ จนมีวิธีการจับและการสร้างเครื่องมือถึง 36 ชนิด โดยมีการพัฒนาการใช้เครื่องมือประมงอยู่ 3 ช่วง (สุรัตน์, 2538) คือ ช่วงแรก ก่อน ปี 2506 ใช้เครื่องมือที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ป่าน ไม้ไผ่ ในการทำแห เผือก ตุ้ม โทง กร่ำ เป็นต้น ช่วงที่สอง ปี 2506-2517 ได้มีการนำเครื่องยนต์เรือและวัสดุใยสังเคราะห์เข้ามาทำให้ชาวประมงมีการสร้างเครื่องมือจากวัสดุดังกล่าวแทนการสานทอ และในเครื่องมือขนาดใหญ่ก็มีการใช้เครื่องยนต์เรือประกอบการจับปลาทำให้

มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ช่วงที่สาม ตั้งแต่ปี 2517 ขึ้นมา ได้มีการนำวิธีการใช้โต่งหรือโพงพางซึ่งประกอบด้วยการสร้างรั้วไม้ไผ่เป็นปีกประกอบกับอวนถุงขนาดใหญ่ ซึ่งมีต้นทุนสูงและใช้จับปลาได้เป็นปริมาณมากในทุก ๆ ขนาด

การใช้เครื่องมือประมงชนิดต่าง ๆ กันนั้นขึ้นกับฤดูกาลและระดับน้ำ จำแนกได้เป็น 3 ช่วงฤดู คือ ช่วงน้ำขึ้นหรือน้ำหลาก (ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน) เป็นช่วงที่ชาวประมงใช้เบ็ดต่าง ๆ ตุ้ม มอง (อวนลอยติด) และลอบ ช่วงน้ำลงหรือน้ำไหล (ช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม) เป็นช่วงที่ใช้เครื่องมือขนาดใหญ่ เช่น โต่ง, สะดุ้ง และโทงปลาซิว ช่วงน้ำแห้ง (ช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนเมษายน) กิจกรรมการประมงที่ทำมากที่สุด คือ การใช้เฝือกกั้นจับปลาหรือการวิดหนองจนแห้งและจับปลาที่ตกค้างจนหมดโดยมีการประมูลเป็นรายแหล่งน้ำไป และการใช้เครื่องมือขนาดเล็ก ๆ เช่น ไซ, ขา, กร่ำล้อม (หุ้ม), และสวิง อย่างไรก็ตามเครื่องมือที่มักใช้อยู่ 3 ชนิดนั้น ยังเป็นวิธีการที่ขัดต่อ พ.ร.บ. การประมงปี 2535 ได้แก่ อวนหรือมองกวาดหรืออวนทับตลิ่ง, อวนรุน (ซ้อน) ติดเครื่องมือ และโต่งหรือโพงพาง

ตารางที่ 1. พรรณปลาที่พบในลุ่มน้ำลงครามตอนล่าง (E= threatened species; en= endemic to Mekong River)

วงศ์ปลากระเบน Family Dasyatidae
กระเบนแม่น้ำโขง *Dasyatis laoensis* ***E, en***
วงศ์ปลากราย Family Notopteridae
สลาด *Notopterus notopterus*
กราย *Chitala ornata*
ตองลาย *C. blanci* ***E, en***
วงศ์ปลาไหลนา Family Anguillidae
ไหลยักษ์ *Anguilla marmorata*
วงศ์ปลาหลังเขียว Family Clupeidae
ชิวแก้ว *Clupeichthys aesarnensis* ***en***
หมากผาง *Tenualosa thibaudeaui* ***E, en***
วงศ์ปลากะตัก Family Engraulididae
แมวหูดำ *Setipinna melanochir*
วงศ์ปลาถั่วงอก Family Sundasalangidae
ถั่วงอก *Sundasalanx praecox*
วงศ์ปลาตะเพียนสร้อย Family Cyprinidae
แปบหางดอก *Parachela maculicauda*
แปบ *Parachela* 2 spp.
แปบ *P. oxygastoides*
แปบ *P. williamainae* ***E***
แปบ *P. siamensis*
แปบ *Paralaubuca riveroi*
แปบ *P. barroni*
แปบควาย *P. typus*
แปบ *P. harmandi*
น้ำหมึก *Opsarius korattensis*
ชิวเจ้าฟ้าจุฬาภรณ์ *Amblypharyngodon chulabhornae*
ชิวหนวดยาว *Esomus metallicus*
ชิวหนวดยาว *Esomus longimanus*
ชิวแดระ *Boraras micros* ***en***
ชิวครีบแดง *Rasbora* sp.
ชิวหางแดง *R. borapetensis*
ชิวควาย *R. daniconius*
ชิวควาย *R. myersi*
ชิวแถบดำ *R. paviei*
ชิวหางกรรไกร *R. triliniata*
ชิวหางกรรไกรเล็ก *R. spilocerca* ***en***
ชิวควาย *R. argyrotaenia*
ชิวอ้าว *Luciosoma bleekeri*
อ้าว *Raiamas guttatus*
กระโห้ *Catlocarprio siamensis* ***E***
ยี่สก *Probarbus jullieni* ***E***
เอินฝ้าย *P. labeaminor* ***E, en***
โจกไหม *Cyclocheilichthys furcatus* ***en***
ตะโกก *C. enoplos*
ไส้ตันตาแดง *C. apogon*
ไส้ตันตาขาว *C. armatus*
ไส้ตันตาขาว *C. repasson*
ไส้ตันตาขาว *C. lagleri*
ไส้ตันตาขาว *C. mekongensis*
หนามหลังขาว *Mystacoleucus* sp. ***en***
หนามหลังครีบดำ *M. atridorsalis*
หนามหลัง *M. marginatus*
ตาไส *M. greenwayi*
ตะกาก *Cosmocheilus harmandi*
เกล็ดถี่ *Thynnichthys thynnoides*
ตะเพียนครีบจุด *Puntius spilopterus*
ตะเพียนทราย *P. brevis*
เสือข้างลาย *Systomus partipentasona*
แก้มช้ำ *S. orphoides*
ตะเพียนทราย *S. aurotaenia*
ตะเพียนทอง *Barbodes altus*
กระแห *B. schwanenfeldi*
ตะเพียนขาว *B. gonionotus*
ตะเพียนปากหนวด *Hypsibarbus vernayi*
ตะเพียนปากดำ *H. lagleri* ***en***
ตะเพียนปากหนวด *H. malcolmi*
ตะพาก *H. wetmorei*
กะมัง *Puntioplites proctozysron*
วี *P. fulcifer* ***en***
หมากมั่ง *Sikukia gudgeri*
หางบ่าง *Barbichthys nitidus*
สร้อยขาว *Henicorhynchus siamensis*
สร้อยขาว *H. lobatus*
สร้อยขาว *H. caudimaculatus*
สร้อยขาวปีกแดง *H. ornatipinnis*
กระสูบขีด *Hampala macrolepidota*
กระสูบจุด *H. dispar*
กา *Morulius chrysophekadion*
กา *M. barbaturus*
นวลจันทร์น้ำจืด *Cirrhina microlepis* ***E***
แกง *C. molitorella*
สร้อยลูกกล้วย *Labiobarbus siamensis*
สร้อยลูกกล้วย *L. leptocheilus*
สร้อยนกเขา *Osteochilus hasselti*
สร้อยนกเขาหน้าหมอง *O. lini*
พรม *O. melanopleura*
ร่องไม้ตับ *O. microcephalus*
สร้อยเล็บมือนาง *Epalzeorhynchos siamensis*
กาแม่น้ำมูล *E. munensis* ***en***
กาแดง *E. frenatus*
สร้อยดอกยาง *E. coatesi*
จิ้งจอก *Crossocheilus reticulatus*
วงศ์ปลาสร้อยน้ำผึ้ง Family Gyrinocheilidae
สร้อยน้ำผึ้ง *Gyrinocheilus aymonieri*
สร้อยน้ำผึ้ง *G. pennocki* ***en***
วงศ์ปลาค้อ Family Balitoridae
ค้อ *Nemacheilus pallidus*
วงศ์ปลาหมู Family Cobitidae
อีด *Lepidocephalichthys hasselti*
อีด *Lepidocephalichthys* sp.
สายทอง *Pungio anguillaris*
สายทอง *P. muraeniformis*
รากกล้วย *Acanthopsis* spp. 3 spp.
รากกล้วยแดระ *Acanthopsoides molobriom*

ตารางที่ 1. (ต่อ)

รากกล้วยแคระ *A. delphex*
รากกล้วยแคระ *A. hapalius*
หมูข้างลาย *Botia helodes*
หมูสัก *B. lecontei*
หมูขาว *B. modesta*
หมูคอก *B. morleti*
หมูครีบแดง *B. eos*
วงศ์ปลาดุกมูน Family Bagriichthidae
ดุกมูน *Bagriichthys macroptrus*
ดุกมูนครีบสูง *B. macracanthus*
วงศ์ปลากด, แขยง Family Bagridae
แขยงหิน *Leiocassis siamensis*
แขยงข้างลาย *Mystus mysticaetus*
แขยงข้างลาย *M. multiradiatus*
แขยงข้างลาย*M. atrifasciatus*
แขยงใบข้าว *M. singaringan*
แขยงใบข้าวแถบขาว *M. albolineatus*
แขยงธง *Heterobagrus bocourti*
กดเหลือง *Hemibagrus nemurus*
กดดัง *H. filamentus*
กดแก้ว *H. wickioides*
วงศ์ปลาเนื้ออ่อน Family Siluridae
ดังแดง *Hemisilurus mekongensis* ***en***
ขบ, คางเบือน *Belodontichthys dinema*
ชะโอน *Ompok krattensis*
เค้าขาว *Wallago attu*
คูน, เค้าดำ *W. leerii E*
แดง *Microema bleekeri*
น้ำเงิน *M. apogon*
นางสะงั้ว *M. micronema*
ปึกไก่ *Kryptopterus cryptopterus*
ปึกไก่ *K. cheveyi*
เพียว *K. palembangensis*
วงศ์ปลาสังกะวาด Family Schilbeidae
ยอนโล่ *Laides hexanema*
ยอนทอง *Clupisoma sinensis* ***en***
วงศ์ปลาสวาย Family Pangasiidae
สวายหนู *Helicophagus waandersii*
บึก *Pangasianodon gigas* ***E, en***
สวาย *P. hypophthalmus*
เผาะ *Pangasius conchophilus*
ยาง *P. bocourti*
เทโพ *P. larnaudii*
เทพา *P. sanitwongsei* ***E***
สังกะวาดเหลือง *P. macronema*
ยอนปึก *Pteropangasius pleurotaenia*
วงศ์ปลาคุก Family Clariidae
ดุกด้าน *Clarias batrachus E*
ดุกอุย *C. macrocephalus E*
วงศ์ปลาขยุย Family Akysidae
ขยุย *Akysis varius* ***en***
วงศ์ปลาแค้ Family Sisoridae
แค้ *Bargarius bargarius*
แค้ดวาย *Bargarius yarrelli*
วงศ์ปลาเข็ม Family Hemiramphidae
เข็ม *Dermogenys siamensis*
วงศ์ปลากะทุงเหว **Family Belonidae**
กะทุงเหว *Xenantodon cancilla*
วงศ์ปลาข้าวสาร Family Oryziidae
ข้าวสาร *Oryzius mekongensis* ***en***
ข้าวสาร *O. minutilus*
วงศ์ปลาจิ้มฟันจระเข้แคระ Family Indostomidae
จิ้มฟันจระเข้แคระ *Indostomus paradoxus* ***E***
วงศ์ม้าน้ำ Family Syngnathidae
จิ้มฟันจระเข้ *Doreichthys martensi*
วงศ์ปลาแป้นแก้ว **Family Ambassidae**
แป้นแก้ว *Parambassis siamensis*
วงศ์ปลาเสือดำ Family Nandidae
ดุมขี *Nandus oxyrhynchus*
หมอช้างเหยียบ *Pristolepis fasciatus*
วงศ์ปลาบู่ Family Gobiidae
บู่แคระ *Brachygobius* sp. ***en***
บู่ใส *Gobiopterus chuno*
วงศ์ปลาบู่ทราย Family Eleotrididae
บู่ทราย *Oxyeleotris marmoratus*
วงศ์ปลาเขตหนาว Family Odontobutidae
บู่ทุดทิง *Odontobutis aurarmus* ***en***
วงศ์ปลาเสือตอ Family Coiidae
เสือตอลายเล็ก *Coius undecimrasiatus* ***E, en***
วงศ์ปลาเสือพ่นน้ำ Family Toxotidae
เสือพ่นน้ำ *Toxotes chatareus*
วงศ์ปลาหมอ Family Anabantidae
หมอ *Anabas testudineus*
วงศ์ปลาแรด **Family Osphronemidae**
แรด *Osphronemus exodon*
วงศ์ปลากัด, กริ่ม **Family Belontiidae**
สลิด *Trichogaster pectoralis*
กระดี่หม้อ *T. trichopterus*
กริม *Trichopsis vittatus*
กริมอีสาน *T. schalleri*
กัดเขียว *Betta smaragdina*
Family Channidae
กั้ง *Channa limbata*
ช่อน *C. striatus*
กระสง *C. lucius*
ชะโด *C. micropeltes*
วงศ์กะทิง **Family Mastacembelidae**
หลด *Macrognathus siamensis*
หลดหลังจุด *Macrognathus semiocellatus*
กระทิง *Mastacembelus armatus*
กระทิงลาย *Mastacembelus favus*
วงศ์ปลาไหล Family Synbranchidae
ไหล *Monopterus albus*
วงศ์ปลาหลดแคระ **Family Chaudhuriidae**
หลดแคระ *Chaudhuria caudata*
วงศ์ปลาใบไม้ **Family Soleidae**
ใบไม้ *Euryglossa harmandi*
วงศ์ปลาปักเป้า Family Tetraodontidae
ปักเป้าดำ *Tetraodon leiurus*
ปักเป้าสุวัตถิ *T. suvattii* ***en***
ปักเป้าหน้ายาว *T. cochinchinensis*
ปักเป้า *T. fangi*
ปักเป้าปากดำ *T. barbata* ***en***

ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของปลาต่อชุมชน

ชุมชนในลุ่มแม่น้ำสงครามได้มีความผูกผันกับปลามาเป็นเวลานานกว่า 300 ปี แล้วจากหลักฐานทางโบราณคดีที่พบใน 3 หมู่บ้าน คือ บ้านท่าแร่, บ้านยางงอย และบ้านท่าพันโฮง นั้น มีร่องรอยของการทำเตาเผาในแหล่งโพนเกลือและไหปลาร้า ในบริเวณแหล่งโบราณคดีเมืองเก่า (ศรีศักร, 2539 และวลัยลักษณ์, 2539) จนในปัจจุบันประชาชนในบริเวณดังกล่าวก็ยังมีอาชีพการประมงเป็นหลัก และมีอุตสาหกรรมการแปรรูปสัตว์น้ำ คือ ปลาร้า, น้ำปลา และอื่น ๆ จากการสำรวจใน 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านดงสาร, บ้านหนองสามขา, บ้านปากยาม และบ้านท่อแร่ ในจังหวัดสกลนคร พบว่ามีการใช้ประโยชน์จากการขายปลาสดอยู่ในช่วง 59-87% ของปริมาณปลาที่จับได้ และทำเป็นปลาร้า 3.7-24% นอกนั้นมีการ

บริโภค 9.3-41% โดยที่ผลผลิตรวมของลุ่มแม่น้ำสงคราม ในปี 2541 นั้นได้สูงถึง 10,333.38 ตัน ซึ่งเป็นปลาจากแหล่งธรรมชาติ 6,333.36 ตันหรือ 61.29% (ศันสนีย์, 2541; Choowaew *et al.*, 1994) ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาที่จับได้ต่อครัวเรือนใน 4 หมู่บ้านดังกล่าวอยู่ในช่วง 8.2-35 กิโลกรัมต่อครัวเรือนต่อวัน โดยที่องค์ประกอบของอาหารในมื้อสำหรับที่บริโภคประจำวันนั้นจะเป็นปลาถึง 90-100% ในฤดูที่มีกิจกรรมประมงมากและ 40-60% ในฤดูแล้งหรือช่วงที่มีกิจกรรมประมงน้อย

บทสรุป

1. ในปีที่ทำการสำรวจนี้ (2541) เป็นปีที่บริเวณภาคอีสานตอนบนเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน และระดับน้ำในแม่น้ำโขงยังไม่ขึ้นสูงเหมือนทุกปีที่ผ่านมา จึงทำให้กิจกรรมประมงในฤดูน้ำหลากน้อยลงมาก การเก็บข้อมูลองค์ประกอบชนิดของปลา จึงยังทำไม่ได้สมบูรณ์
2. จากการจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการแก่ชุมชนประมงที่ผ่านมานั้น พบว่าในระหว่างชุมชนประมงยังมีความขัดแย้งกันระหว่างเครื่องมือขนาดใหญ่โดยเฉพาะโต่งกับเครื่องมือขนาดเล็ก เนื่องจากเครื่องมือดังกล่าว ยังขัดต่อพระราชบัญญัติการประมงและสามารถจับปลาได้เป็นจำนวนมากและไม่คัดเลือกขนาด และความขัดแย้งกันระหว่างชุมชนประมงกับเจ้าหน้าที่ของทางราชการ โดยเฉพาะหน่วยตรวจประมง
3. กิจกรรมที่จะทำต่อไปคือการเก็บข้อมูลองค์ประกอบชนิดและปริมาณปลาที่จับได้ในฤดูน้ำหลากในปี 2542 และการจัดทำสื่อที่เข้าใจง่ายเกี่ยวกับการอนุรักษ์พรรณปลา และความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์น้ำ
4. ได้มีการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อรวบรวมองค์ความรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากชาวประมงพื้นบ้านของ 7 หมู่บ้าน 2 ครั้ง ระหว่างวันที่ 7-9 พฤษภาคม 2541 โดยความร่วมมือกับสถาบันราชภัฏสกลนคร และโครงการฟื้นฟูชีวิตและธรรมชาติ เพื่อทราบถึงปัญหาในการใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำและแนวทางในการแก้ไข และแนวทางในการให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สัตว์น้ำในต่อไป และนำเสนอผลการวิจัย 1 ครั้ง ในการจัดสัมมนาเรื่อง "วัฒนธรรมปลาแดก" ของโครงการรักเมืองไทยกับยางสยาม ระหว่างวันที่ 6-9 ตุลาคม 2541
5. ผลงานวิจัยบางส่วนได้รับการตีพิมพ์แล้ว 1 เรื่อง (Ng *et al.*, 1996) และกำลังตีพิมพ์อีก 1 เรื่อง เกี่ยวกับการค้นพบปลาชนิดใหม่รวม 2 ชนิด (Larson and Vidthayanon, 1999)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 141024

เอกสารอ้างอิง

ชวลิต วิทยานนท์, จรัลธาดา กรรณสูต และจารุจินต์ นภีตะภัฏ. 2540. ความหลากชนิดของปลาน้ำจืดในประเทศไทย. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 102 หน้า.

วลัยลักษณ์ ทรงศิริ. 2539. แหล่งผลิตเกลือสมัยโบราณ ลุ่มน้ำสงคราม. เมืองโบราณ 22(4): 39-52.

ศรีศักร วัลลิโภดม. 2539. จากภูพานถึงไชยบุรี: รายงานประวัติศาสตร์และโบราณคดีลุ่มน้ำสงคราม. เมืองโบราณ 22(4): 11-38.

ศันสนีย์ ชูแวว. 2541. ความสำคัญของทรัพยากรประมงต่อเศรษฐกิจสังคมพื้นบ้านในลุ่มแม่น้ำสงคราม. เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง "วิธีชาวประมง การอนุรักษ์และจัดการในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง" 23 พฤศจิกายน จังหวัดสกลนคร. โครงการฟื้นฟูชีวิตและธรรมชาติ, โครงการฟื้นฟูนิเวศวิทยาในภูมิภาคอินโดจีนและพม่า และเครือข่ายทรัพยากรภาคอีสาน. 8 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2538. ธรณีสัณฐานประเทศไทยจากห้วงอวกาศ. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2540. รายงานการประชุมเพื่อจัดสถานภาพทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 52 หน้า.

สุรัตน์ วรางค์รัตน. 2538. วัฒนธรรมการประกอบอาชีพประมงลำน้ำสงครามของกลุ่มไทโซ่บ้านปากอูน ไทลาว บ้านปากยาม อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม. เอกสารรายงานการวิจัยโครงการชนกลุ่มน้อยในประเทศไทย สำนักงานสถาบันราชภัฏ. 128 หน้า.

CHOOWAEW, S., W. CHANDRACHAI AND R. C. PETERSON. 1994. The Socioeconomic Conditions in the Vicinity of Huai Nam Un Wetland, Songkram River, Lower Mekong Basin, Thailand. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 24: 41-46.

LARSON, K. H. AND C. VIDTHAYANON. 1999. A New Species of Bumble-bee goby Genus *Brachygobius* (Teleostei: Gobiidae) From the Mekong River System. Ichthyol. Explor. Freshwaters. (in press).

NG, H. H., C. VIDTHAYANON AND P. K. L NG. 1996. *Nandus oxyrynchus* A New Species of Leaf Fish (Teleostei: Nandidae) From the Mekong Basin. Raffles Bulletin of Zoology 44(1): 11-19.

RAINBOTH, W. J. 1996. Fishes of Cambodian Mekong. FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purpose. Mekong River Commission, FAO and DANIDA. 265 pp. XXVII pls.

กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบและการย้อนบรรยายลักษณะของปลาในวงศ์ปลาเนื้ออ่อนที่พบในไทย

ชัยวุฒิ กรุดพันธ์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

COMPARATIVE ANATOMY AND REDESCRIPTION OF THAI SILURID CATFISH (PISCES: FAMILY SILURIDAE)

C. Krudpun

Major Fishery Science, Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

Thirty nominal species of silurid catfish were reported in Thailand. Comparative morphology and anatomy of silurid fish specimens from field work and museum collections were studied. Nine genera and twenty five species were recognized. Comparison of different characters were made between the following species: *Kryptopterus bicirrhis* (Val. in Cuv. & Val., 1839) and *K. palembangensis* (Bleeker, 1852); *Ompok bimaculatus* (Bloch, 1797) and *O. miostoma* (Vaillant, 1902) The following species were reported for the first time from rivers in Thailand: *Kryptopterus schilbeides* (Bleeker, 1858) from the Chao Phraya river; *Ompok eugeneiatus* (Vaillant, 1893) and *Kryptopterus limpok* (Bleeker, 1852) from the Kolok river; and *Micronema micronema* (Bleeker, 1846) from the Meklong river. Two new species of the genus *Ompok* were described: The first species was from the Chao Phraya and Meklong rivers, and also from Tonle Sap river; and the second one was from the Chao Phraya and Tonle Sap rivers.

Key words: Thai fish, Siluridae, taxonomy

บทนำ

ปลาในวงศ์ปลาเนื้ออ่อน (Family Siluridae) เป็นที่นิยมนำมาบริโภคอย่างกว้างขวาง มีการกระจายพันธุ์ในทวีปเอเชียและยุโรป มีความหลากหลายทั้งในระดับสกุลและชนิดในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Sontirat (1980) กล่าวว่าในเขตนี้จะพบชนิดที่เป็นตัวแทนของปลาในทุกสกุล Bornbusch (1991), Howes and Fumihito (1991) พบว่าปลาในวงศ์นี้ทั่วโลกมีทั้งสิ้น 12 สกุล ประมาณ 100 ชนิด ส่วนในประเทศไทยจากการสำรวจของ Smith (1945), Fowler (1939), ลัดดา (2510), มะลิ และ สิทธิ (2514) พบว่ามีประมาณ 8 สกุล 19 ชนิด จากการศึกษาของ Haig (1950), Roberts (1982, 1989), Bornbusch (1989), Kobayakawa (1989) และ Rainboth (1996) พบว่าการใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ของปลาวงศ์ปลาเนื้ออ่อนที่พบในไทยมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมทั้งในระดับสกุลและชนิด การศึกษารวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางกายวิภาคจากตัวอย่างปลาที่เก็บรวบรวมไว้ในพิพิธภัณฑ์และที่เก็บรวบรวมขึ้นใหม่จากลุ่มน้ำต่าง ๆ ของประเทศไทยสามารถจัดจำแนกปลาในวงศ์นี้ที่พบในไทยได้ 9 สกุล 25 ชนิด โดยพบปลาในสกุล *Ompok* ชนิดใหม่ 2 ชนิด

พื้นที่ศึกษา

เก็บรวบรวมตัวอย่างปลาในวงศ์ปลาเนื้ออ่อนจากลุ่มน้ำต่าง ๆ 6 ลุ่มน้ำ ตามการจัดของ Kottelat (1984) และ Rainbolt (1991) รวมทั้งลุ่มน้ำอื่น ๆ ที่ยังมิได้มีการสำรวจ และพิพิธภัณฑ์ทางสัตววิทยาที่มีการรวบรวมเก็บรักษาตัวอย่าง

ศึกษาตัวอย่างปลาในวงศ์ปลาเนื้ออ่อน ในสถานที่ต่อไปนี้ 1) พิพิธภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2) ห้องปฏิบัติการของกลุ่มอนุกรมวิธานปลาน้ำจืด พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาประมง กรมประมง และ 3) Likas Museum Sabah Malaysia

วิธีการ

การศึกษาภาคสนาม

เก็บตัวอย่างทั้งจากการรวบรวมด้วยเครื่องมือประมงของชาวบ้านในท้องที่หรือรวบรวมด้วยวิธีใช้กระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อื่น ๆ และเก็บตัวอย่างจากตลาดสดในพื้นที่ศึกษา จดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เช่น ลักษณะทางนิเวศของแหล่งน้ำ ชนิด

ของสัตว์น้ำที่พบรวมทั้งสีของตัวอย่างในขณะสดหรือขณะที่ยังมีชีวิตในสภาพธรรมชาติ การนำมาใช้ประโยชน์ของคนในท้องถิ่น, ราคา, ปริมาณ, ฤดูผสมพันธุ์ หรือ ฤดูที่พบชุกชุม และ ชื่อท้องถิ่น เลือกตัวอย่างที่มีความสมบูรณ์มาจัดลักษณะในการถ่ายรูปโดยใช้เข็มขนาดเล็กในการจัดครีบต่าง ๆ ชัดเจน แล้วคงสภาพด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน จากนั้นนำมาถ่ายรูปในอ่างพลาสติกที่มีฉากรอง และใส่น้ำเตรียมไว้แล้ว นำตัวอย่างเก็บรวบรวมในน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 10%

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างมาจำแนกชนิดตามรายละเอียดในเอกสารที่มีผู้ทำการศึกษาปลาในวงศ์นี้ จากนั้นแยกตัวอย่างออกจากกันตาม ชนิด แหล่งที่มา และวันที่เก็บ ตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 10% ไม่น้อยกว่า 7 วัน เทน้ำยาเก่าออก และนำไปแช่ในน้ำ 7 วัน จากนั้นเปลี่ยนใส่ในน้ำยาแอลกอฮอล์เข้มข้น 50% แช่ทิ้งไว้ 7 วัน แล้วเปลี่ยนใส่น้ำยาแอลกอฮอล์เข้มข้น 70% ต่อไป นำตัวอย่างชนิดต่าง ๆ มาศึกษาทางสัณฐานวิทยาโดยใช้การวัดขนาดสัดส่วนตามที่เสนอโดย Vidthayanon (1993) ส่วนลักษณะที่เป็นจำนวนนับทำการจดบันทึกลงในตารางการศึกษา

การศึกษาระบบกระดูกในปลาที่มีขนาดใหญ่ใช้วิธีของ สุภาพ (2535) ส่วนปลาที่มีขนาดเล็กใช้วิธีการเอ็กซ์เรย์ (radiograph) จากเครื่องมือที่คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในกรณีที่ต้องการศึกษาทั้งกระดูกและกระดูกอ่อนใช้วิธีการดองใสของ อุทัยวรรณ (2536) การศึกษากระเพาะลมใช้วิธีการผ่าช่องท้องดูรายละเอียดต่าง ๆ

ผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบของลักษณะภายนอกและลักษณะทางกายวิภาคตัวอย่างปลาจากลุ่มน้ำต่าง ๆ รวมถึงตัวอย่างที่มีการเก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์ พบปลาในวงศ์ปลาเนื้ออ่อนทั้งสิ้น 9 สกุล 25 ชนิด ดังตารางที่ 1 การกระจายพันธุ์ในลุ่มน้ำต่าง ๆ ในตารางที่ 2 การศึกษาครั้งนี้ได้ผลยืนยันสถานภาพของสกุล *Micronema* Bleeker, 1846 นอกจากนี้พบปลาที่มีการรายงานครั้งแรกจากลุ่มน้ำต่าง ๆ ดังนี้ *Kryptopterus shilbeides* (Bleeker, 1858) จากแม่น้ำเจ้าพระยา *K. limpok* (Bleeker, 1852) และ *Ompok eugeneiatus* (Vaillant, 1893) จากแม่น้ำโกลก และ *Micronema micronema* (Bleeker, 1846) จากแม่น้ำแม่กลอง และพบปลาในวงศ์ปลาเนื้ออ่อนสกุล *Ompok* ชนิดใหม่ 2 ชนิด

บทวิจารณ์

สกุล *Micronema* Bleeker, 1846 และ *Kryptopterus* Bleeker, 1858 มีลักษณะที่แตกต่างกันมากเกี่ยวกับรูปร่างและลักษณะของกระเพาะลม ขนาดของตาเมื่อเทียบกับส่วนหัว จำนวนก้านครีบ ลักษณะและจำนวนของซี่กรองเหงือก รวมทั้งลักษณะของรูปร่างกระดูกอ่อนฐานหนวดที่คาง (mental barbel)

จากการศึกษาตัวอย่างปลาก้างพระร่วง *Kryptopterus bicirrhis* (Val. in Cuv. & Val., 1839) ที่มีการอ้างที่มาจากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำโขงนั้น พบว่าเป็นชนิด *Kryptopterus palembangensis* (Bleeker, 1852) ซึ่งเป็นปลาที่มีลักษณะคล้ายกับ *K. bicirrhis* มาก สำหรับ *K bicirrhis* พบเฉพาะในภาคใต้ และภาคตะวันออกเท่านั้น โดยในภาคใต้จะพบทั้ง *K. bicirrhis* และ *K. palembangensis* อยู่ร่วมกัน

ปลาซะโอนหิน *Pterocryptis cochinchinensis* (Val. in Cuv. & Val., 1839) พบว่ามีอยู่ในทุกลุ่มน้ำ ยกเว้นลุ่มน้ำเจ้าพระยา (ตารางที่ 2) เป็นชนิดที่มีชื่อพ้องมาก ได้แก่ *Penesilurus bokorensis* Pellegrin & Chevey, 1937, *Silurus torrentis* Kobayakawa, 1989, *Pterocryptis buccata* Ng & Kottelat, 1998 ปลาชนิดนี้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างมากในช่วงวัย เพศ โดยเฉพาะความแตกต่างของจำนวนหนวดที่คาง (mental barbel) สัดส่วนหัวเมื่อเทียบกับความยาวตัว ติ่งเนื้อบนหัวและตอนบนของลำตัว

จากการศึกษาตัวอย่างทั้งที่ได้เก็บรวบรวมและที่เก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์ แม้ว่าจะมีการใช้ชื่อกำกับตัวอย่างว่าเป็น *Kryptopterus hexapterus* (Bleeker, 1851) แต่เป็นการจัดจำแนกผิดพลาด และยังพบว่า *Kryptopterus moorei* Smith, 1945 เป็นชื่อพ้องของ *K. cheveyi* Durand, 1940

ปลาซะโอนที่ได้จากลุ่มน้ำสาละวิน อินเดีย และปากีสถาน ซึ่งเป็นชนิดที่ใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *O. bimaculatus* พบว่าเป็นปลาต่างชนิด แต่ปลาชนิดนี้สามารถเทียบลักษณะได้กับ *Wallago miostoma* Vaillant, 1902 ซึ่ง Smith (1945) ได้อ้าง

เป็นชื่อวิทยาศาสตร์ของปลาเค้าดำ และได้มีการใช้ชื่อตามในเอกสารหลายฉบับ แต่จากการศึกษาของ Roberts (1989) พบว่าปลาเค้าดำควรใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Wallago leeri* Bleeker, 1852 ส่วน *Wallago miostoma* นั้นอยู่ในสกุล *Ompok* ฉะนั้นปลาซะโอนที่พบในลุ่มน้ำต่าง ๆ ของไทยจึงเป็น *Ompok miostoma* (Vaillant, 1902)

ปลาในสกุล *Ompok* ชนิดใหม่ที่พบทั้ง 2 ชนิดนั้น ชนิดแรกมีลักษณะทั่วไปคล้ายคลึงกับ *O. eugeneiatus* (Vaillant, 1893) มาก แต่สัดส่วนความยาวของหัวและลำตัว ความยาวครีบหลัง และกระดูกฐานครีบหลัง แตกต่างอย่างชัดเจน นอกจากนี้ การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์ยังแตกต่างกันอีกด้วย โดยชนิดใหม่จะพบเฉพาะในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและทะเลสาบเขมร เท่านั้น ส่วน *O. eugeneiatus* จะพบในคาบสมุทรมาเลย์ บอร์เนียว และสุมาตรา ส่วนอีกชนิดหนึ่งมีความคล้ายคลึงกับ *O. hypophthalmus* (Bleeker, 1846) มาก แต่แตกต่างกันอย่างชัดเจนในเรื่องของจำนวนก้านครีบก้น ซึ่งชนิดใหม่อยู่ในช่วง 57-73 ก้าน ส่วน *O. hypophthalmus* อยู่ในช่วง 74-83 ก้าน ประกอบกับการแพร่กระจายทางภูมิศาสตร์ก็แตกต่างกัน โดยชนิดใหม่พบจากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่กลอง และทะเลสาบเขมร ส่วน *O. hypophthalmus* พบกระจายพันธุ์ในภาคใต้ของไทย รวมทั้งคาบสมุทรมาเลย์ บอร์เนียว สุมาตรา และชวา

ตารางที่ 1. รายชื่อวิทยาศาสตร์ของปลาในวงศ์ปลาเนื้ออ่อนที่พบในไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์ในเอกสารต่าง ๆ (Nominal species)	ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ใช้ (Present indentification)
Silurus cryptopterus Bleeker, 1851	
Cryptopterus cryptopterus Hora, 1923	*Kryptopterus cryptopterus* (Bleeker, 1851)
Silurus limpok Bleeker, 1852	*Kryptopterus limpok* (Bleeker, 1852)
Kryptopterichthys macrocephalus Bleeker, 1858	*Kryptopterus macrocephalus* (Bleeker, 1858)
Silurus bicirrhis Val in Cuv. & Val., 1839	*Kryptopterus bicirrhis* (Val. in Cuv. & Val., 1839)
Kryptopterus cheveyi Durand, 1940	
Micronema hexapterus Sauvage, 1881	
Kryptopterus deignani Fowler, 1937	
Kryptopterus hexapterus Fowler, 1934, 1939, Smith, 1945, Suvatti, 1950, ลัดดา, 2510, Sontirat, 1980, สุภาพและคณะ, 2533, Rainboth, 1996	
Kryptopterus moorei Smith, 1945	
Kryptopterus moorei ทศพร, 2508, ลัดดา, 2510, Sontirat, 1980, สุภาพและคณะ, 2533, Rainboth, 1996	*Kryptopterus cheveyi* Durand, 1940
Silurus palembangensis Bleeker, 1852	
Kryptopterus bicirrhis Smith, 1945, ลัดดา, 2510, Taki, 1974, 1978, Rainboth, 1996	*Kryptopterus palembangensis* (Bleeker, 1852)
Hemisilurus schilbeides Bleeker, 1858	
Kryptopterus bicirrhis ลัดดา, 2510	
Kryptopteru cf. *schilbeides* Taki, 1974	*Kryptopterus schilbeides* (Bleeker, 1858)
Cryptopterus bleekeri Gunther, 1864	
Micronema bleekeri Bocourt, Sauvage, 1881	
Cryptopterus bleekeri Hora, 1923	*Micronema bleekeri* (Gunther, 1864)
***Silurus micronema* Bleeker, 1846**	
Micronema typus Sauvage, 1881	*Micronema micronema* (Bleeker, 1846)
Silurus apogon Bleeker, 1851	*Micronema apogon* (Bleeker, 1851)
Wallago dinema Bleeker, 1851	
Belodontichthys macrochir Sauvage, 1881	
Wallago dinema Smith, สมเดช, 2507, ลัดดา, 2510, กรมประมง, 2513, Taki, 1974, Davidson, 1975, Taki, 1978, สุภาพและคณะ, 2533	*Belodontichthys dinema* (Bleeker, 1851)
Hemisilurus scleronema Bleeker, 1862	*Ceratoglanis scleronema* (Bleeker, 1862)
Hemisilurus heterorhynchos	
Taki, 1974, Sontirat, 1980, สุภาพและคณะ, 2533	
Ceratoglanis scleronema กรมประมง, 2513	*Hemisilurus mekongensis* Bombusch & Lundberg, 1989
Silurus attu Bloch & Schneider, 1801	
Wallagonia attu Smith, 1945, สมเดช, 2507, ลัดดา, 2510, กรมประมง, 2513, Taki, 1974, Davidson, 1975, สุภาพและคณะ, 2533	*Wallago attu* (Bloch & Schneider, 1801)
Wallago leerii Bleeker, 1851	
Wallagonia miostoma	
Smith, 1945, Suvatti, 1950, ลัดดา, 2510, กรมประมง, 2513, Taki, 1974, สุภาพและคณะ, 2533	
Wallago miostoma Sontirat, 1980	*Wallago leerii* (Bleeker, 1851)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ในเอกสารต่าง ๆ (Nominal species)	ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ใช้ (Present indentification)
Silurus bimaculatus Bloch, 1797	*Ompok bimaculatus* Bloch, 1797
Wallago miostoma Vaillant, 1905	
Wallago kratensis Fowler, 1934	
Callichrous bimaculatus Hora, 1923	
Ompok bimaculatus Smith, 1945, สมเดช, 2507, ทศพร(2508), ลัดดา, 2510, กรมประมง, 2513, Taki, 1978, Davidson, 1975, Sontirat, 1980, สุภาพและคณะ, 2533, สันทนาและทศพล, 2537, Robert & Warren, 1994, Rainboth, 1996	*Ompok miostoma* (Vaillant, 1905)
Silurus hypophthalmus Bleeker, 1846	
Siluroides hypophthalmus Smith, 1945, ลัดดา, 2510, Sontirat, 1980, สุภาพและคณะ, 2533	*Ompok hypophthalmus* (Bleeker, 1846)
Siluroides hypophthalmus Smith, 1945, ลัดดา, 2510, Taki, 1978, Sontirat, 1980, สุภาพและคณะ, 2533	*Ompok* n. sp. 1
Callichrous eugeneiatus Vaillant, 1893	*Ompok eugeneiatus* (Vaillant, 1893)
Siluroides eugeiatus ลัดดา, 2510, Sontirat, 1980, สุภาพและคณะ, 2533	
Ompok eugeneiatus (Rainboth, 1996)	*Ompok* n. sp. 2
Ompok leiacanthus วิทย์และคณะ, 2533	*Ompok fumidus* Tan, 1996
Silurus pabo Hamilton, 1822	*Ompok pabo* (Hamilton, 1822)
Silurus cochinchinensis Cuv & Val , 1839	
Penesilurus bokorensis Pellegrin & Chevey, 1937	
Pterocryptis buccata Ng & Kottelat, 1998	
Silurus cochinchinensis Sauvage, 1881, Sontirat, 1980, สุภาพและคณะ, 2533, Kobayakawa, 1989	
Parasilurus cochinchinensis Smith, 1945, ลัดดา, 2510, Taki, 1978	
Silurichthys leucopodud ลัดดา, 2510, สิทธิ, 2514, Sontirat, 1980, สุภาพและคณะ, 2533	
Penesilurus bokorensis Taki, 1978	
Silurus torrentis Kobayakawa, 1989, สันทนาและทศพล, 2537, Rainboth, 1996	
Sirulus bokorensis Rainboth, 1996	*Pterocryptis cochinchinensis* (Cuv & Val, 1839)
Silurichthys schneideri Volz, 1904	
Silurichthys phaiosoma Smith, 1945, ลัดดา, 2510, สิทธิ, 2514, Sontirat, 1980, Rainboth, 1996	
Silurichthys hasselti สิทธิ, 2514, Sontirat, 1980, Rainboth, 1996, สันทนาและทศพล, 2537	
Silurichthys schneideri Sontirat, 1980	*Silurichthys schneideri* Volz, 1904
***Silurichthys indragiriensis* Volz, 1904**	
Silurichthys phaiosoma วิทย์และคณะ, 2533	*Silurichthys indragiriensis* Volz, 1904

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่พิมพ์ตัวหนาแสดงถึงชื่อวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในเอกสารต้นแบบ และ ตัวอักษรที่พิมพ์ตัวบางแสดงถึงชื่อวิทยาศาสตร์ที่มีผู้รายงานในไทย

บทสรุป

1. พบปลาในวงศ์ปลาเนื้ออ่อนในไทยพบทั้งสิ้น 9 สกุล 25 ชนิด
2. สกุล *Micronema* แยกจาก *Kryptopterus* โดยลักษณะที่เห็นเด่นชัด คือ กระเพาะลม
3. รายงานการพบเป็นครั้งแรกของ *Kryptopterus limpok* และ *Ompok eugeneiatus* จากแม่น้ำโกลก *Kryptopterus shilbeides* จากแม่น้ำเจ้าพระยา และ *Micronema micronema* จากแม่น้ำแม่กลอง
4. *Ompok bimaculatus* พบเฉพาะลุ่มน้ำสาละวิน ส่วนลุ่มน้ำอื่น ๆ ของไทยเป็น *O. miostoma*
5. ไม่พบ *Kryptopterus hexapterus* ในไทยและ *K. moorei* เป็นชื่อพ้องของ *K. cheveyi*
6. *Penesilurus bokorensis*, *Silurus torrentis* และ*Pterocryptis buccata* เป็นชื่อพ้องของ *P. cochinchinensis*
7. *Kryptopterus bicirrhis* ต่างชนิดกับ *K. palembangensis* โดยชนิดแรกมีการกระจายพันธุ์เฉพาะภาคใต้ และภาคตะวันออกเท่านั้น ส่วนชนิดหลังพบทั้งในแม่น้ำโขง เจ้าพระยา และภาคใต้
8. *Ompok* n. sp. 1 เป็นปลาชนิดใหม่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับ *O. eugeneiatus* ที่พบจากแม่น้ำเจ้าพระยา และทะเลสาบเขมร และ *O.* n. sp. 2 ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับ *O. hypophthalmus* พบจากแม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำเจ้าพระยา และทะเลสาบเขมร

ตารางที่ 2. การกระจายพันธุ์ของปลาในวงศ์ปลาเนื้ออ่อนของไทย

ชนิด	ลุ่มน้ำ						
	เจ้าพระยา	แม่กลอง	โขง	สาละวิน	ตะนาวศรี	ตะวันออก	ใต้
Belodontichthys dinema (Bleeker, 1851)	X	X	X				X
Ceratoglanis scleronema (Bleeker, 1862)	X						
Hemisilurus mekongensis Bornbusch & Lundberg, 1989			X				
Kryptopterus cryptopterus (Bleeker, 1851)	X	X	X				X
K. cheveyi Durand, 1940	X	X	X				X
K. bicirrhis (Val. In Cuv. & Val., 1839)						X	X
K. palembangensis (Bleeker, 1852)	X		X				X
K. macrocephalus (Bleeker, 1858)							X
K. limpok (Bleeker, 1852)	X	X	X				X
K. shilbeides (Bleeker, 1858)	X		X				
Micronema bleekeri (Gunther, 1864)	X	X	X				X
M. apogon (Bleeker, 1851)	X	X	X				
M. micronema (Bleeker, 1846)		X	X				
Ompok bimaculatus Bloch, 1797				X	X		
O. miostoma (Vaillant, 1905)	X	X	X		X	X	X
O. hypophthalmus (Bleeker, 1846)							X
O. n. sp. 1	X	X	X				
O. eugeneiatus (Vaillant, 1893)							X
O. n. sp. 2	X		X				
O. fumidus Tan, 1996							X
Pterocryptis cochinchinensis (Cuv & Val, 1839)		X	X	X	X	X	X
Silurichthys indragiriensis Volz, 1904							X
S. schneideri Volz, 1904						X	X
Wallago attu (Bloch & Schneider, 1801)	X	X	X	X	X		X
Wallago leerii (Bleeker, 1851)	X	X	X				X

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540059

เอกสารอ้างอิง

ลัดดา โลห์สวัสดิ์กุล. 2510. การศึกษาปลาในครอบครัวปลาเนื้ออ่อนที่พบในไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มะลิ ศรีรุ่งโรจน์ และ สิทธิ บุณยรัตผลิน. 2514. "ปลาซะโอนหิน, Taxonomic on Pla Cha-on Hin genus *Silurichthys* Bleeker." ใน รายงานประจำปี 2514. หน่วยงานอนุกรมวิธานสัตว์น้ำจืด กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง, กรุงเทพฯ. หน้า 9-22.

สุภาพ มงคลประสิทธิ์. 2535. มีนวิทยา (ปฏิบัติการ). ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 119 หน้า.

อุทัยวรรณ โกวิทวที. 2536. เอกสารประกอบการสอนวิชาการเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์. ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 254 หน้า.

BORNBUSCH, A. H. 1991. Redescription and reclassification of the silurid catfish *Apodoglanis furnessi* Fowler (Siluriformes: Siluridae), with diagnoses of three intrafamilial silurid subgroups. Copeia 4: 1070-1084.

BORNBUSCH, A. H. AND J. G. LUNDBERG. 1989. A new species of *Hemisilurus* (Siluriformes, Siluridae) from Mekong River, with comments on its relationships and historical biogeography. Copeia 2: 434-444.

FOWLER, H. W. 1939. Zoological results the third de Schauensee Siamese expedition. Part 9. Additional fishes obtained in 1936. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 91: 39-76.

HAIG, J. 1950. Studies on the classification of the catfishes of the oriental palaearctic family Siluridae. Records of the Indian Museum. 48: 59-116.

HOWES, G. J. AND A. FUMIHITO. 1991. Cranial anatomy and phylogeny of the South East Asian catfish genus *Belodontichthys*. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. Zool. 57(2): 133-160.

KOBAYAKAWA, M. 1989. Systematic revision of the catfish genus *Silurus*, with description of a new species from Thailand and Burma. Jap. J. Ichthyol. 36(2): 155-186.

KOTTELAT, M. 1984. Revision of the Indonesian and Malaysian noemacheiline loaches. Jap. J. Ichthyol. 31(3): 225-260.

RAINBOTH, W. J. 1991. Cyprinid of South East Asia. 156-210. In WINFIELD, I. J. AND J. S. NELSON. (eds.), Cyprinid fishes: systematics, biology and exploitation.

RAINBOTH, W. J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. FAO. species identification field guide for fishery purpose. FAO, Rome. 265 p.

ROBERTS, T. R. 1982. Systematic and geographical distribution of the Asian silurid catfish genus *Wallago*, with a key to the species. Copeia 4: 890-894.

ROBERTS, T. R. 1989. The freshwater fishes of Western Borneo (Klimantan Barat, Indonesia). Memoirs Cal. Acad. Sci. 14: 210 p.

SMITH, H. M. 1945. The freshwater fishes of Siam or Thailand. United States Government Printing Office, Washington. 622 p.

SONTIRAT, S. 1980. Relationships of silurid fishes of Thailand. Thai Fisheries Gazette. 33(3): 277-287.

VIDTHAYANON, C. 1993. Taxonomie revision of the catfish family Pangasiidae. Thesis. Fisheries Science, Tokyo University.

กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบและการย้อนบรรยายลักษณะของปลาในวงศ์ BAGRIDAE ที่พบในประเทศไทย

ภาสกร แสนจันแดง

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

COMPARATIVE ANATOMY AND REDESCRIPTION OF BAGRID CATFISH (PISCES: BAGRIDAE) FROM THAILAND

P. Saenjundaeng

Major Fishery Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

The results of study on bagrid catfish (Pisces: Bagridae) from seven river basins in Thailand revealed 6 genera and 25 species. The six genera were *Aorichthys* (1 species), *Bagrichthy* (2 species), *Batasio* (1 species), *Hemibagrus* (6 species), *Leiocassis* (4 species) and *Mystus* (11 species). Some species of bagrid catfishes were endemic species of the river basins of Thailand. *Leiocassis micropogon* and *L. poecilopterus* were only found in the Southern basin at Narathivat Province, *Aorichthys aor* in the Salween basin and the Tennasserim basin, and *Mystus cavasius* in the Salween basin.

Key words: Thai fish, Bagridae, taxonomy

บทนำ

ปลากด แขยง จัดเป็นกลุ่มปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจค่อนข้างสูง เนื่องจากเนื้อมีรสชาติดีเป็นที่นิยมบริโภค ปลากลุ่มนี้จะอาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำจืดทั่วไป แต่มีบางชนิดที่สามารถอาศัยอยู่ในบริเวณน้ำกร่อยได้ จึงสามารถพบเห็นปลาในกลุ่มนี้มีวางขายในตลาดที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำได้โดยไม่ยากนักแต่จำนวนชนิดอาจจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขอบเขตการกระจายพันธุ์ของปลาแต่ละชนิดในกลุ่ม ปลาจำนวนหลายชนิดมีศักยภาพทางด้านการเพาะเลี้ยงทั้งเพื่อใช้บริโภคและส่งขายเป็นปลาสวยงาม นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อระบบนิเวศของแต่ละแหล่งน้ำอีกด้วย การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของปลากลุ่มนี้ในประเทศไทยมีรายงานครั้งแรกโดย Bleeker (1864) ว่าพบปลาแขยงธงจากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นปลาชนิดใหม่ของโลก และตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Heterobagrus bocourti* จากนั้นได้มีนักวิทยาศาสตร์อีกหลายท่านทำการศึกษาเกี่ยวกับปลาในวงศ์นี้ของไทยในช่วงเวลาต่อ ๆ มา นักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านรายงานว่าพบปลาในวงศ์นี้เพียงไม่กี่ชนิด โดยใช้ชื่อวิทยาศาสตร์และลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจัดจำแนกแตกต่างกันออกไป ทำให้เป็นการยากในการยึดถือเป็นหลักในการจำแนกชนิดและระบุจำนวนชนิดของปลาในวงศ์นี้ทั้งหมดที่พบให้แน่นอนได้ เพราะทั้งชื่อสกุลและชนิดในอดีตมีชื่อพ้องปะปนอยู่มาก ดังนั้นจึงสมควรมีการศึกษาเพื่อหาจำนวนชนิดที่แน่นอน รวมทั้งทำการศึกษาเพื่อระบุชื่อพ้อง และหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเรียกชื่อและการจัดจำแนกชนิด ปลากด แขยง ที่พบในประเทศไทย

พื้นที่ศึกษา

จากวิธีการจัดแบ่งเขตพื้นที่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ของ Rainboth (1991) สามารถนำมาใช้ประยุกต์ในการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างปลาในวงศ์ ปลากด แขยง ที่พบในประเทศไทยได้ 7 ลุ่มน้ำดังนี้ ลุ่มน้ำสาละวิน (SW), ลุ่มน้ำเจ้าพระยา รวมทั้งลุ่มน้ำบางปะกง (CP), ลุ่มน้ำแม่โขง รวมทั้งลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำชี (MK), ลุ่มน้ำแม่กลอง รวมทั้งลุ่มน้ำเพชรบุรี (MKL), ลุ่มน้ำทางภาคตะวันออก (E), ลุ่มน้ำตะนาวศรี ในเขตจังหวัดราชบุรี (TN), ลุ่มน้ำทางภาคใต้ (ST)

วิธีการ

การศึกษาภาคสนาม

ทำการจดบันทึกวัน เวลา และ สถานที่ รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ ที่สำคัญในขณะออกเก็บตัวอย่างปลาในภาคสนาม หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาตัวอย่างด้วยน้ำยาฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้น 10%

การศึกษาอนุกรมวิธาน

การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายนอก

ถ่ายภาพปลาขณะที่ยังมีชีวิตหรือสดอยู่ พร้อมกับจดบันทึกลักษณะของสีสันที่ปรากฏ เมื่อทำการเก็บรักษาตัวอย่างปลาในน้ำยาฟอร์มาลินเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำตัวอย่างปลาที่เก็บรักษาไว้มาวิเคราะห์สกุลและชนิดของปลาโดยใช้หนังสือของ Hamilton (1822), Jhingran และ Talwar (1991), Smith (1945), Roberts (1989, 1992, 1994), Rainboth (1996) และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ประกอบ หลังจากนั้นนำตัวอย่างปลาแต่ละชนิดมาศึกษาลักษณะต่าง ๆ ที่นับวัดได้ (Meristric และ Morphometric characters) และศึกษาลักษณะภายนอกพร้อมกับจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้ลงในตารางบันทึกข้อมูล

วาดรูปปลาทุกชนิดที่อยู่ในวงศ์พร้อมกับเปรียบเทียบลักษณะรูปร่างภายนอกตามวิธีที่นำเสนอโดย Vidthayanon (1993)

การศึกษาทางกายวิภาค

นำปลาแต่ละสกุลมาจำนวน 1 ชนิด โดยเฉพาะชนิดที่เป็นต้นแบบของสกุล (type species of the genus) เพื่อดองไสและศึกษาระบบโครงสร้างภายในตามวิธีการของ Mo (1991) หลังจากนั้นพิจารณาลักษณะโครงสร้างภายในที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกกลุ่มของปลาในวงศ์ได้อย่างชัดเจน

เมื่อทราบถึงลักษณะโครงสร้างภายในที่สำคัญแล้ว ให้ศึกษาลักษณะดังกล่าวกับปลาทุกชนิดในวงศ์ สำหรับการเรียกชื่อชิ้นกระดูกจะเรียกตามวิธีการของ Mo (1991) เป็นหลัก

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างภายนอกและลักษณะทางกายวิภาคมาจัดทำเป็นคู่มือวิเคราะห์สกุลและชนิด พร้อมกับแสดงภาพและกราฟที่สำคัญประกอบ

ผลการวิจัย

จากการเดินทางออกเก็บตัวอย่างปลาใน 7 ลุ่มน้ำทั่วประเทศไทย และจากการตรวจสอบตัวอย่างปลาจากพิพิธภัณฑ์ พบว่ามีปลาในวงศ์ Bagridae ทั้งหมดจำนวน 6 สกุล 25 ชนิด โดยแบ่งเป็นสกุล *Aorichthys* 1 ชนิด, *Bagrichthys* 2 ชนิด, *Batasio* 1 ชนิด, *Hemibagrus* 6 ชนิด, *Leiocassis* 4 ชนิด และ *Mystus* 11 ชนิด ผลจากการศึกษาเอกสาร, รูปร่างภายนอก และโครงสร้างภายใน สามารถสรุปชื่อวิทยาศาสตร์ที่เคยมีรายงานไว้ และชื่อวิทยาศาสตร์ที่สมควรนำมาใช้ได้ตามตารางที่ 1 สำหรับการกระจายพันธุ์ของปลาแต่ละชนิดได้แสดงไว้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1. แสดงจำนวนชนิดของปลาในวงศ์ Bagridae ที่มีรายงานว่าพบในประเทศไทยและการจัดจำแนกในปัจจุบัน

ชื่อวิทยาศาสตร์ของปลาที่มีรายงานพบในประเทศไทย (recorded species)	การจัดจำแนกในปัจจุบัน (present identification)
Aorichthys seenghala จาก (สมโภชน์, 2525)	*Aorichthys aor* (Hamilton, 1822)
Bagriodes macracanthus จาก (Smith, 1945; Suvatti, 1950)	*Bagrichthys macracanthus* (Bleeker, 1854)
Bagriodes melapterus จาก (Smith, 1945)	*Bagrichthys macropterus* (Bleeker, 1853)
Bagriodes macropterus จาก (Smith, 1945)	
Bagriodes(Pseudobagrichthys) macropterus จาก (Suvatti, 1950)	
Batasio tengana จาก (สันทนาและทัศพล, 2537)	*Batasio blythii* (Day, 1777)
Mystus havmolleri จาก (Smith, 1945)	
Mystus stigmaturus จาก (Fowler, 1934)	
Mystus nemurus จาก (สันทนาและทัศพล, 2537)	*Hemibagrus filamentus* (Chaux and Fang, 1949)
Mystus wyckioides จาก (สันทนาและทัศพล, 2537)	*Hemibagrus microphthalmus* (Day, 1877)
Mystus nemurus จาก (Fowler, 1934; Smith, 1945)	*Hemibagrus nemurus* (Val. In Cuv. & Val., 1839)
Mystus wyckii จาก (Fowler, 1935; Smith, 1945)	*Hemibagrus wyckii* (Bleeker, 1858)

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ของปลาที่มีรายงานพบในประเทศไทย (recorded species)	การจัดจำแนกในปัจจุบัน (present identification)
Leiocassis poecilopterus จาก (Smith, 1945; Suvatti, 1950)	*Leiocassis poecilopterus* (Val. in Cuv. & Val., 1839)
Leiocassis siamensis จาก (Suvatti, 1950; Smith, 1945)	*Leiocassis siamensis* Ragan, 1913
Leiocassis albicallaris จาก (Fowler, 1934)	
Leiocassis bicolor จาก (Fowler, 1935)	
Leiocassis stenomus จาก (Smith, 1945)	*Leiocassis stenomus* (Val. in Cuv. & Val., 1839)
Mystus cavasius จาก (Smith, 1945)	*Mystus albolineatus* Roberts, 1994
Mystus nigriceps จาก (Fowler, 1934; 1937)	
Mystus albolineatus จาก (Roberts, 1994)	
Mystus atrifasciatus จาก (Fowler, 1937)	*Mystus atrifasciatus* Fowler, 1937
Heterobagrus bocourti จาก (Smith, 1945)	*Mystus bocourti* (Bleeker, 1864)
Prajahipokia rex จาก (Fowler, 1934)	
Mystus bocourti จาก (Roberts, 1994)	
Mystus cavasius จาก (Roberts, 1994)	*Mystus cavasius* (Hamilton, 1822)
Mystus gulio จาก (Fowler, 1934; Smith, 1945)	*Mystus gulio* (Hamilton, 1822)
Mystus multiradiatus จาก (Roberts, 1992)	*Mystus multiradiatus* Roberts, 1992
Mystus micracanthus จาก (Fowler, 1934; Smith, 1945)	*Mystus micracanthus* (Bleeker, 1846)
Mystus pulcher จาก (สันทนาและทัศพล, 2537)	
Mystus vittatus จาก (Fowler, 1935)	*Mystus mysticetus* Roberts, 1992
Mystus mysticetus จาก (Roberts, 1992)	
Mystus nigriceps จาก (Fowler, 1935)	*Mystus singaringan* (Bleeker, 1846)
Mystus singaringan จาก (Roberts, 1994)	
Mystus rhegma จาก (Fowler, 1935; Roberts, 1992)	*Mystus rhegma* Fowler, 1935
Mystus vittatus จาก (Smith, 1945)	*Mystus multiradiatus* Roberts, 1992 and *Mystus mysticetus* Roberts, 1992
Mystus wolffii จาก (Fowler, 1934; Smith, 1945)	*Mystus wolffii* (Bleeker, 1851)
Mystus planiceps จาก (Fowler, 1935)	

ตารางที่ 2. แสดงจำนวนชนิดและการกระจายพันธุ์ของปลาในวงศ์ Bagridae ที่พบในประเทศไทย

รายชื่อปลา (species list)	ระบบลุ่มแม่น้ำและการกระจายพันธุ์(X)						
	SW	CP	MK	MKL	E	TN	S
1. *Aorichthys aor* (Hamilton, 1822) กดหัวเสียม	X					X	
2. *Bagrichthys macracanthus* (Bleeker, 1854) ดุกมูลครีบสูง		X	X				
3. *Bagrichthys macropterus* (Bleeker, 1853) ดุกมูล		X	X				
4. *Batasio blythii* (Day, 1777) แขยงเขา				X			X
5. *Hemibagrus filamentus* (Chaux and Fang, 1949) กดเหลือง		X	X	X	X		X
6. *Hemibagrus microphthalmus* (Day, 1877) กดคัง	X	X	X	X			X
7. *Hemibagrus nemurus* (Val. in Cuv. & Val., 1839) กดขี้ลิง		X	X	X			X
8. *Hemibagrus wyckii* (Bleeker, 1858) กดดำ		X	X	X			
9. *Hemibagrus* sp. กดขาว (new species)			X				
10. *Hemibagrus* sp. (new species)	X					X	
11. *Leiocassis micropogon* (Bleeker, 1852) แขยงหิน							X
12. *Leiocassis poecilopterus* (Val. in Cuv. & Val., 1839) แขยงขี้ไก่							X

ตารางที่ 2. (ต่อ)

รายชื่อปลา (species list)	ระบบลุ่มแม่น้ำและการกระจายพันธุ์(X)						
	SW	CP	MK	MKL	E	TN	S
13. *Leiocassis siamensis* Ragan, 1913 แขยงหิน		X	X	X	X		X
14. *Leiocassis stenomus* (Val. in Cuv. & Val., 1839) แขยงขีด				X	X		X
15. *Mystus albolineatus* Roberts, 1992 แขยงใบข้าว		X		X			
16. *Mystus atrifasciatus* Fowler, 1937 แขยงข้างลาย		X	X	X			
17. *Mystus bocourti* (Bleeker, 1864) แขยงธง		X	X				
18. *Mystus cavasius* (Hamilton, 1822) แขยงใบข้าวสาละวิน	X						
19. *Mystus gulio* (Hamilton, 1882) อีกง		X		X			X
20. *Mystus multiradiatus* Roberts, 1992 แขยงข้างลาย		X		X			
21. *Mystus micracanthus* (Bleeker, 1846) แขยงหางจุด			X		X		X
22. *Mystus mysticetus* Roberts, 1992 แขยงข้างลาย		X	X	X			
23. *Mystus singaringan* (Bleeker, 1846) แขยงใบข้าว		X	X	X			X
24. *Mystus rhegma* Fowler, 1935 แขยงทราย		X		X			
25. *Mystus wolffii* (Bleeker, 1851) แขยงนวล		X					

บทวิจารณ์

จากการศึกษากลุ่มปลากด แขยง วงศ์ Bagridae ของประเทศไทยในครั้งนี้ พบว่า ปลาแขยงหิน *Leiocassis micropogon* (Bleeker, 1852) ที่มีรายงานโดย Roberts (1989) ว่ามีการกระจายพันธุ์อยู่เฉพาะในเขตเกาะบอร์เนียว, เกาะสุมาตรา และประเทศมาเลเซีย สามารถพบได้ในบริเวณต้นน้ำสายบุรี ซึ่งจัดอยู่ในเขตจังหวัดนราธิวาส

ผลการศึกษารูปร่างภายนอกและโครงสร้างภายใน พบว่า ปลาที่จัดอยู่ในสกุล *Hemibagrus* Bleeker, 1862 มีลักษณะหัวแบนลง (depressed) ค่อนข้างมาก แถบฟันบริเวณกระดูก vomer และ premaxillary จะมีขนาดใหญ่และกว้าง ลักษณะสำคัญที่แตกต่างจากปลาในสกุล *Mystus* Scopli, 1777 คือ ปลาในสกุลนี้จะมีกระดูก metapterygoid ลักษณะเป็นแผ่นแบนและยึดติดค่อนข้างแน่นกับกระดูก quadrate ส่วนปลาในสกุล *Mystus* จะมีแถบฟันบริเวณกระดูก vomer และ premaxillary ที่มีขนาดเล็กและแคบกว่าปลาในสกุล *Hemibagrus* มาก กระดูก metapterygiod ไม่เป็นแผ่นแบนและยึดติดอยู่กับกระดูก quadrate อย่างหลวม ๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mo (1991) สำหรับปลาในสกุล *Aorichthys* Wu, 1939 มีลักษณะของกระดูก frontal ค่อนข้างยาวกว่าปลาในสกุลอื่น ๆ ปลาในสกุล *Bagrichthys* Bleeker, 1858 มีแถบฟันขนาดเล็กและลักษณะรูปร่างของแถบฟันจะมีลักษณะเด่นเฉพาะตัว ปลาในสกุล *Batasio* Blyth, 1860 มีแถบฟันค่อนข้างเล็กคล้ายกับปลาในสกุล *Bagrichthys* แต่จะมีลักษณะของกระดูก subopercle ที่เป็นแผ่นแบนกลม มีขนาดใหญ่เกือบเท่ากระดูก opercle ปลาในสกุล *Leiocassis* Bleeker, 1858 สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามลักษณะรูปร่างของร่องกึ่งกลางหัว (frontal fontanel) โดยกลุ่มแรกจะมีร่องกึ่งกลางหัวทั้งส่วนหน้า (anterior fontanel) และส่วนหลัง (posterior fontanel) เชื่อมติดต่อกันเป็นแนวยาว ได้แก่ *Leiocassis siamensis* และ *L. micropogon* ส่วนกลุ่มที่สองจะมีร่องกึ่งกลางหัวส่วนหน้าและส่วนหลังแยกออกจากกันโดยร่องส่วนหน้าจะมีลักษณะเป็นร่องค่อนข้างยาว ร่องส่วนหลังจะมีลักษณะเป็นร่องเล็ก ๆ คล้ายรูปวงรีตั้งอยู่บริเวณระหว่างรอยเชื่อมตอนกลางของกระดูก supraoccipital ได้แก่ ชนิด *L. poecilopterus* และ *L. stenomus* ปลาในสกุล *Bagrichthys* มีอยู่ 2 ชนิด คือ *Bagrichthys macropterus* และ *B. macracanthus* การจำแนกชนิดของปลาในสกุลนี้จะใช้ความยาวก้านครีบแข็งของครีบหลัง (dorsal spine) เป็นหลักในการจำแนกโดย *B. macracanthus* จะมีความยาวก้านครีบแข็งของครีบหลังมากกว่าของ *B. macropterus* เกือบเป็นสองเท่า ผลจากการศึกษาโครงสร้างของกระดูกในปลาแขยงธง *Heterobagrus bocourti* Bleeker, 1864 พบว่ามีลักษณะโครงสร้างโดยรวมเหมือนกับของปลาในสกุล *Mystus* ดังนั้นจึงสมควรจัดปลา

แขยงธงให้อยู่ในสกุลนี้โดยใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Mystus bocourti* (Bleeker, 1864) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Roberts (1994)

ปลาสกุล *Aorichthys* มีการกระจายพันธุ์อยู่ในระบบลุ่มน้ำสาละวิน และลุ่มน้ำตะนาวศรี ในประเทศไทยพบเพียงชนิดเดียว คือ *Aorichthys aor* (Hamilton, 1822) สมโภชน์ (2525) ได้รายงานว่าพบปลาชนิดนี้ในบริเวณแม่น้ำยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aorichthys seenghala* (Sykes, 1841) แต่จากการตรวจสอบเอกสารต้นแบบของชนิดของ *A. aor* ที่แสดงไว้โดย Hamilton (1822) พบว่า *A. aor* มีลักษณะต่าง ๆ เหมือนกับปลากดหัวเสียมที่พบในประเทศไทย ดังนั้นปลากดหัวเสียมควรใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *A. aor* ปลาสกุล *Batasio* ในประเทศไทยพบอยู่เพียงชนิดเดียว คือ *Batasio blythii* (Day, 1877), สันทนาและทัศพล (2537) และ ชวลิตและคณะ (2540) ได้รายงานการพบปลาชนิดนี้ในบริเวณลุ่มน้ำทางภาคใต้ และลุ่มน้ำแม่กลองโดยใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Batasio tengana* (Hamilton, 1822) แต่จากการตรวจสอบเอกสารต้นแบบของชนิดที่แสดงไว้โดย Hamilton (1822) พบว่าลักษณะรูปร่างของปลาในเอกสารต้นแบบมีความแตกต่างจากปลาสกุล *Batasio* แต่มีลักษณะคล้ายกับปลาในสกุล *Chandramara* จากการตรวจสอบเอกสารเพิ่มเติมพบว่าชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและควรนำมาใช้คือ *B. blythii* จากการตรวจสอบตัวอย่างปลากดขนาดใหญ่ที่ชาวบ้านในเขตอำเภอแม่สะเรียงเรียกว่า ปลากัง *Hemibagrus microphthalmus* (Day, 1777) เป็นตัวอย่างได้จากลุ่มน้ำสาละวินซึ่งจัดเป็นระบบลุ่มน้ำที่มีเขตพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในประเทศพม่า พบว่ามีลักษณะต่าง ๆ เหมือนกับปลากดคัง กดแก้วหรือปลาเคิง *H. wyckioides* (Fang & Chaux, 1949) ที่นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้เคยรายงานว่าพบในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำโขง และลุ่มน้ำตาปี ดังนั้นปลากัง กดคัง กดแก้วหรือปลาเคิง ควรใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *H. microphthalmus* การศึกษาปลากดเหลืองพบ 2 ชนิด คือ ปลากดเหลืองที่มีขนาดใหญ่ *Hemibagrus filamentus* (Fang & Chaux, 1949) ปลาชนิดนี้เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีความยาวมาตรฐาน (standard length) เกือบถึง 50 เซนติเมตร และปลากดเหลืองที่มีขนาดค่อนข้างเล็กหรือปลากดขี้ลิง *Hemibagrus nemurus* (Val. in Cuv. & Val, 1839) ซึ่งเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีความยาวมาตรฐานไม่เกิน 30 เซนติเมตร สามารถแยกปลาทั้งสองชนิดออกจากกันด้วยวิธีการง่าย ๆ โดยอาศัยลักษณะของการพับครีบหลังให้ชี้ไปทางครีบไขมัน โดยถ้าเป็น *H. filamentus* ปลายของครีบหลังจะยาวถึงโคนครีบไขมันแต่ถ้าเป็น *H. nemurus* ปลายของครีบหลังจะยาวไม่ถึงโคนครีบไขมัน

บทสรุป

1. ปลากด แขยง ที่พบในประเทศไทยมีทั้งหมดจำนวน 6 สกุล 25 ชนิด โดยแบ่งเป็นสกุล *Aorichthys* 1 ชนิด, *Bagrichthys* 2 ชนิด, *Batasio* 1 ชนิด, *Hemibagrus* 6 ชนิด, *Leiocassis* 4 ชนิด และ *Mystus* 11 ชนิด
2. *Leiocassis micropogon* (Bleeker, 1852) จัดเป็นปลาที่มีรายงานการพบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก
3. ควรนำสกุล Hemibagrus Bleeker, 1862 มาใช้ในกลุ่มปลากดที่มีขนาดตัวค่อนข้างใหญ่โดยอาศัยลักษณะเด่น คือ มีกระดูก metapterygiod ที่เป็นแผ่นแบนกว้าง และมีรูปทรงของหัวที่แบนลงค่อนข้างมาก
4. ปลาแขยงธงเดิมจัดไว้ในสกุล *Heterobagrus* ควรเปลี่ยนมาใช้สกุล *Mystus* โดยใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Mystus bocourti* (Bleeker, 1864) เนื่องจากมีลักษณะของกระดูกและลักษณะทั่วไปอื่น ๆ ไม่แตกต่างไปจากปลาในสกุล *Mystus*
5. จากการตรวจสอบเอกสารและการศึกษาตัวอย่างพบว่าปลากดหัวเสียมและปลาแขยงเขาแต่เดิมใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aorichthys seenghala* (Sykes, 1841) และ *Batasio tengana* (Hamilton, 1822) ควรเปลี่ยนมาใช้ชื่อ *Aorichthys aor* (Hamilton, 1822) และ *Batasio blythii* (Day, 1877) ตามลำดับ
6. ปลากัง กดคัง กดแก้วหรือปลาเคิง ควรใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hemibagrus microphthalmus* (Day, 1877)
7. ปลากดเหลืองมี 2 ชนิด คือ กดเหลืองที่มีขนาดใหญ่ *Hemibagrus filamentus* (Fang & Chaux, 1949) และกดเหลือง กดขี้ลิงที่มีขนาดค่อนข้างเล็ก *H. nemurus* (Val. in Cuv. & Val., 1839)
8. จากการศึกษาครั้งนี้พบปลาในสกุล *Hemibagrus* ชนิดใหม่สองชนิด โดยชนิดแรกพบในบริเวณลุ่มน้ำสาละวิน และแม่น้ำตะนาวศรี ส่วนชนิดที่สองจะพบในบริเวณลุ่มน้ำโขง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540063 ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชวลิต วิทยานนท์, จรัสชาดา กรรณสูต และจารุจินต์ นภีตะภัฏ. 2540. ความหลากชนิดของปลาน้ำจืดในประเทศไทย. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สมโภชน์ อัคคะทวีวัฒน์. 2525. ตามรอยหมอสมิธไปจับปลาที่สาละวิน. รายงานการเดินทางฉบับพิเศษ. งานอนุกรมวิธานปลาน้ำจืด. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สันทนา ดวงสวัสดิ์ และทัศพล กระจ่างตารา. 2537. ความหลากหลายของชนิดและชีววิทยาของปลาในเขื่อนเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 162. สถาบันประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.

BLEEKER, P. K. 1864. Notice sur la faune ichthyologique de Siam. Versl. Akad. Amst. 16: 352-358.

FOWLER, H. W. 1934. Zooolgical result of the third di Schauensee Siamese expandition, part I: Fishes. Proc. Acad. Nat. Sci., Philadephia. 86: 87-163

FOWLER, H. W. 1935. Zoological result of the third di Schauensee Siamese expandition, part VI: Fish obtain in 1934 . Proc. Acad. Nat. Sci., Philadephia. 87: 89-163

FOWLER. 1937. Zoological result of the third di Schauensee Siamese expandition, part VII: Fish obtain in 1963. Proc. Acad. Nat. Sci., Philadephia. 89: 125-264

HAMILTON, F. 1822. An account of the fishes fauna in the Ganges and its branches. Archibald Constable & Co., Edingbergh.

JHINGRAN, A. G. AND P. K. TALWAR. 1991. Inland fishes of India and adjacent countries, Oxford & IBH Pub. Co., New Delhi.

MO, T. 1991. Anatomy relationship and systematic of the Bagridae (Teleostomi: Siluridei) with a hypothesis of siluriod phylogeny. Thesis. Zoologicea. Koennigstein Koeltz Scientific Books.

RAINBOTH, W. J. 1991. Cyprinids of Southeast Asia. In WINFIED, I. J. AND J. S. NELSO (eds.), Cyprinid fishes: sytematics, biology and exploitation. Chapman & Hall, London.

RAINBOTH. 1996. Fish of Combodian Mekong. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.

ROBERTS, T. R. 1989. The freshwater fishes of western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia). Mem. Calif. Acad. Sci. U.S.A.

ROBERTS. 1992. Revision of the striped catfishes of Thailand misidentified as *Mystus vittatus,* with description of two new species (Pisces: Bagridae). Ichthyol. Expolr. Freshwater 3(1): 77-88.

ROBERTS. 1994. Systematic revision of Asian bagrid catfishes of the genus *Mystus sensu* stricto with a new species (Pisces: Bagridae). Ichthyol. Expolr. Freshwater 5(13): 241-256.

SMITH, H. M. 1945. The freshwater fish of Siam, or Thailand. Bull. U.S. Nat. Mus. 188: 1- 622.

SUVATTI, C. 1950. Fauna of Thailand. Department of Fisheries, Kasetsart University. Bangkok.

VIDTHAYANON, C. 1993. Taxonomic rivision of the catfish family Pangasiidae. Thesis. Fisheries Science, Tokyo University.

การศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในบริเวณแหล่งวางไข่และสัณฐานวิทยาของเปลือกไข่เต่าหญ้า *LEPIDOCHELYS OLIVACEA* จากธรรมชาติและจากบ่อเลี้ยง

ศันสรียา วังกุลางกูร[1], กำธร ธีรคุปต์[2] และ สุพจน์ จันทราภรณ์ศิลป์[3]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[3]สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล จังหวัดภูเก็ต อ. เมือง ภูเก็ต 83000

ABSTRACT

A COMPARATIVE STUDY ON ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING NESTING SITES AND EGGSHELL MORPHOLOGY OF WILD AND CAPTIVE OLIVE RIDLEY TURTLES, *LEPIDOCHELYS OLIVACEA*

S. Wangkulangkul[1], K. Thirakhupt[2] and S. Chantrapornsyl[3]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Muang District, Songkhla 90112

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[3]Phuket Marine Biological Center, Muang District, Phuket 83000

This study examined environmental characteristics of beaches, which might affect nesting site selection by the Olive Ridley Turtle, *Lepidochelys olivaceae*, at Phuket island. The beaches were assigned to four categories: group 1 comprised open sea beaches on which wild turtles still nest, group 2 were beaches used by sea turtles 5 years or longer ago, group 3 contained beaches with no record of sea turtles ever nesting, and group 4 is an artificial nesting beach in an enclosure for captive Olive Ridley turtles at The Phuket Marine Biological Center. It was found that the average width, slope, water and salt content of the beach sand, and the median size of sand grains of the beaches in group 1 were significantly different ($p<0.05$) from those of beaches which turtles had never used, i.e., group 3 beaches. However, beach lengths were not different statistically. The water and salt content of sand and median size of sand grains of the beaches in group 1 were not significantly different from those in the enclosure

A comparative study on eggshell morphology of wild and captive Olive Ridley Turtles showed that average valves for wild egg were significantly less than those of captive ones in diameter, total weight, weight of eggshell, wet weight of yolk and calorific content of yolk. Examination of the thickness of calcareous and fibrous layers of eggshell by stereo zoom microscope found no significant differences between eggs laid by wild and captive turtles.

Key words: Olive Ridley Turtle, *Lepidochelys olivacea*, sea turtle, eggshell morphology

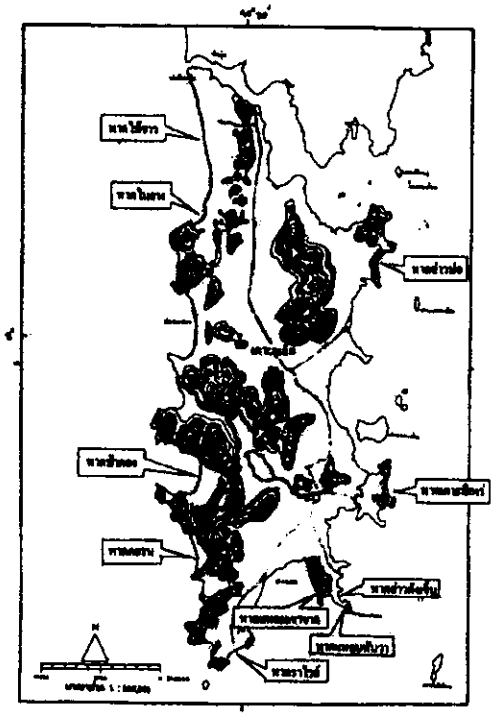
บทนำ

ประเทศไทยมีรายงานการพบเต่าทะเลทั้งสิ้น 5 ชนิด ได้แก่ เต่าตนุ (*Chelonia mydas*) เต่ากระ (*Eretmochelys imbricata*) เต่าหญ้า (*Lepidochelys olivacea*) เต่าหัวฆ้อน (*Caretta caretta*) และเต่ามะเฟือง (*Dermochelys coriecea*) เต่าทะเลเหล่านี้มีแหล่งวางไข่กระจายอยู่ทั่วไปตามชายฝั่งและเกาะต่าง ๆ ทั้งทางด้านฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ยกเว้นเต่าหัวฆ้อนไม่มีรายงานการวางไข่ในน่านน้ำไทย เต่าหญ้ามีการขึ้นวางไข่ตามหาดต่าง ๆ บริเวณชายฝั่งของประเทศไทยโดยเฉพาะทางฝั่งทะเลอันดามัน ในปัจจุบันคงเหลือหาดที่เป็นแหล่งวางไข่ของเต่าหญ้าเพียงไม่กี่หาด ได้แก่ หาดท้ายเหมือง และหมู่เกาะพระทอง จังหวัดพังงา (บุญเลิศ, 2535ก) รวมทั้งบนเกาะภูเก็ต โดยเฉพาะหาดทางด้านฝั่งตะวันตกจนถึงด้านใต้ของเกาะ (Chantrapornsyl, 1996) การบุกรุกแหล่งวางไข่จากการพัฒนาหาดให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว จึงเป็นสาเหตุให้เต่าหญ้ามีจำนวนลดลง จากการสำรวจปริมาณการขึ้นวางไข่ของเต่าหญ้าในระหว่างปี 2522 ถึง 2536 หมู่เกาะพระทอง หาดท้ายเหมือง จังหวัดพังงา และหาดไนยาง จังหวัดภูเก็ต มีปริมาณการขึ้นวางไข่ของเต่าหญ้าลดลงมากกว่า 70% (Chantrapornsyl, 1992) และบางหาดซึ่งเป็นแหล่งวางไข่ของเต่าหญ้าได้ถูกพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งชุมชนทำให้มีการรบกวนแหล่งวางไข่มากขึ้น แต่ยังคงมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่แม้จะมีจำนวนไม่มากเช่นในอดีต

การศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของหาด 4 ประเภทบนเกาะภูเก็ต ในฤดูวางไข่ของเต่าหญ้า และศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไข่และโครงสร้างของเปลือกไข่ของเต่าหญ้าที่ได้จากธรรมชาติและ

ไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยง สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบแนวทางในการปรับปรุงและประเมินศักยภาพในการเลี้ยงเต่าหญ้าเพื่อการขยายพันธุ์ และการอนุรักษ์เต่าหญ้าและเต่าทะเลชนิดอื่นของประเทศไทย

พื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 1. แสดงตำแหน่งของตัวแทนหาดแต่ละประเภทที่ทำการศึกษาบนเกาะภูเก็ต

ทำการศึกษาบนเกาะภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต (ภาพที่ 1) โดยเลือกสถานที่ศึกษาดังนี้

หาดประเภทที่ 1 คือ หาดธรรมชาติที่มีเต่าทะเลขึ้นวางไข่ในปัจจุบัน หมายถึง หาดธรรมชาติที่มีรายงานการขึ้นวางไข่ของเต่าทะเลตั้งแต่ก่อนปี 2535 จนถึงปัจจุบัน ได้แก่ หาดไม้ขาว หาดในยาง หาดป่าตอง และหาดกะรน

หาดประเภทที่ 2 คือ หาดธรรมชาติที่เคยมีเต่าทะเลขึ้นวางไข่ หมายถึง หาดธรรมชาติที่เคยมีรายงานการวางไข่ของเต่าทะเลในช่วงก่อนปี 2535 และระหว่างปี 2535 ถึงปัจจุบันไม่ปรากฏว่ามีรายงานการขึ้นวางไข่ ได้แก่ หาดแหลมพันวา หาดอ่าวตังเข็น และหาดแหลมเขาขาด

หาดประเภทที่ 3 คือ หาดธรรมชาติที่ไม่เคยมีเต่าทะเลขึ้นวางไข่ หมายถึง หาดธรรมชาติที่ไม่เคยมีรายงานการวางไข่ของเต่าทะเลตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ได้แก่ หาดราไวย์ หาดเกาะสิเหร่ และหาดอ่าวปอ

หาดประเภทที่ 4 คือ หาดทรายเทียมในบ่อเลี้ยงเต่าหญ้า สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล จังหวัดภูเก็ต

วิธีการ

การศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม

การวัดความกว้างและความยาวของหาดทราย ดำเนินการในช่วงฤดูวางไข่ของเต่าหญ้า (เดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์) โดยเลือกวัดในวันที่มีน้ำขึ้นสูงสุด การวัดความกว้างวัดจากบริเวณรอยต่อของหาดทรายกับพื้นดินจนถึงระดับที่น้ำขึ้นสูงสุด โดยตำแหน่งที่วัดความกว้างห่างกัน 100 เมตร ความยาวของหาดวัดจากปลายด้านหนึ่งไปจนสุดปลายหาดอีกด้านหนึ่ง

การวัดความลาดชัน จะวัดทุก ๆ ระยะ 300 เมตรตามความยาวของหาด โดยอ่านค่าจากความแตกต่างของระดับน้ำในสายยางที่ปลายแต่ละข้างผูกติดอยู่กับไม้ที่ระดับความสูง 2 เมตร เลือกวัดในช่วงฤดูวางไข่ (เดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์) และในช่วงฤดูมรสุม (เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน)

การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพของทราย

เก็บตัวอย่างทรายทุก ๆ ระยะ 300 เมตร ตามความยาวของหาด โดยเก็บที่กึ่งกลางของความกว้างของหาดในช่วงเวลาที่น้ำขึ้นสูงสุด ใช้คอลัมน์เก็บทรายจากพื้นผิวหน้าทรายจนถึงที่ความลึก 50 เซนติเมตร

การหาปริมาณน้ำในทราย จะกระทำทันทีภายหลังเก็บตัวอย่างทราย โดยนำตัวอย่างทรายไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง หาน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป

วัดความเป็นกรดด่างและปริมาณเกลือในทราย โดยนำตัวอย่างทรายเติมน้ำกลั่นเขย่านานประมาณ 1-2 นาที วางทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ทดสอบความเป็นกรดด่างด้วยกระดาษวัดความเป็นกรดด่าง และวัดความเค็มของน้ำด้วย Salinometer แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณเกลือในทราย 1 กรัม

การวิเคราะห์ขนาดของเม็ดทราย นำตัวอย่างทรายประมาณ 100 กรัมร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดตาตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรถึง 0.063 มิลลิเมตร ตามลำดับ

วัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในเวลา 24 ชั่วโมง โดยฝังหัวอ่านของเทอร์โมมิเตอร์ที่ระดับความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ที่ระดับกึ่งกลางของความกว้างของหาดที่อยู่เหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด จดบันทึกอุณหภูมิทุก 6 ชั่วโมงภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไข่

ทันทีที่แม่เต่าหญ้าวางไข่เสร็จ นำไข่ที่ได้มาวัดขนาด ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปเพาะฟักในกล่องโฟม ภายในระยะเวลาประมาณ 10 วัน แยกไข่ใบที่ไม่มีการพัฒนาออกมา ตัดเปลือกไข่เพื่อแยกไข่ขาวและไข่แดงออกจากกัน นำเปลือกไข่ที่ได้มาชั่งน้ำหนัก และรักษาสภาพด้วย Ethyl alcohol 70%

วัดความหนาของเปลือกไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด stereo Zoom ที่มี micrometer

การศึกษา Ultrastructure ของเปลือกไข่ สุ่มเลือกเปลือกไข่ 10 ใบต่อหลุม นำมาศึกษาโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด (SEM) ตามวิธีการของ วิเชฏฐ์ (2536)

ชั่งน้ำหนักไข่แดงที่แยกก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง แล้วสุ่มเลือกไข่แดงจากแต่ละหลุมไข่ หลุมละ 5 ใบ บดรวมกัน แล้วนำไปหาพลังงานความร้อนด้วยวิธีการ Combustion Bomb Calorimetry

ผลการวิจัย

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของแหล่งวางไข่

จากการศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพของชายหาดระหว่างหาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบัน หาดที่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในอดีต และหาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ พบว่ามีลักษณะทางกายภาพหลายประการที่มีความแตกต่างกันในหาดแต่ละประเภท (ตารางที่ 1) เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA; $p<0.05$) พบว่าความยาวของหาดในธรรมชาติทั้ง 3 ประเภทไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความกว้างของหาดที่อยู่เหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างหาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบัน กับหาดที่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในอดีตและหาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ และเนื่องจากหาดทรายเทียมในบ่อเลี้ยงนั้นมีเพียงตัวอย่างเดียวจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับหาดประเภทอื่นได้

ความชันของหาดในธรรมชาติแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันในระหว่างช่วงฤดูวางไข่และฤดูมรสุม โดยเฉพาะในฤดูวางไข่หาดจะมีความชันน้อยกว่าในฤดูมรสุม แต่หาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ความชันไม่เปลี่ยนแปลงตลอดทั้ง 2 ฤดู และเมื่อนำค่าความชันในฤดูวางไข่และฤดูมรสุมมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) พบว่า ความชันของหาดในฤดูวางไข่บนหาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบัน และหาดที่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้ง 2 ประเภทจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับหาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ ส่วนความชันของหาดในธรรมชาติทั้ง 3 ประเภทในฤดูมรสุมนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ปริมาณน้ำในทรายของหาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับหาดที่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่และหาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ แต่ไม่มีความแตกต่างกับปริมาณน้ำในทรายของหาดทรายเทียมในบ่อเลี้ยง

ปริมาณเกลือในทรายของหาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบันนั้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับหาดทรายเทียมในบ่อเลี้ยง และหาดที่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในอดีตไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับหาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่เช่นกัน แต่หาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบันและหาดทรายเทียมในบ่อเลี้ยงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับหาดที่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในอดีตและหาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ และค่าความเป็นกรดด่างของหาดแต่ละประเภทจะอยู่ในช่วง 5.0–6.5

ค่ากลางของขนาดเม็ดทรายหาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับหาดที่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในอดีต และหาดทรายเทียมในบ่อเลี้ยง แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับหาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่

อุณหภูมิของหาดทั้ง 4 ประเภท ภายใต้พื้นทรายระดับความลึกประมาณ 50 เซ็นติเมตรนั้นจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงประมาณ 29-30 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนพื้นทราย

ตารางที่ 1. แสดงผลการศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของหาด 4 ประเภทบนเกาะภูเก็ต ในช่วงฤดูวางไข่ของเต่าหญ้า (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

	หาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบัน	หาดที่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในอดีต	หาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่	หาดทรายเทียมในบ่อเลี้ยง
ความยาว (เมตร)	1481.0 $\pm$ 3449	763.3 $\pm$ 427.1	1383.0 $\pm$ 583	10.0
ความกว้าง (เมตร)	$21.0^{a} \pm 8.9$	$9.9^{b} \pm 4.4$	$9.9^{b} \pm 4.4$	6.0
ความชันในฤดูวางไข่	$0.07^{a} \pm 0.03$	$0.09^{ab} \pm 0.02$	$0.12^{b} \pm 0.01$	0.00
ความชันในฤดูมรสุม	0.14 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.04	0.00
ปริมาณน้ำในทราย (%)	$4.37^{a} \pm 0.91$	$7.44^{b} \pm 0.05$	$7.02^{b} \pm 1.52$	$3.15^{c} \pm 0.00$
ปริมาณเกลือในทราย 1 กรัม	$< 6 \times 10^{-5\,a}$	$8 \times 10^{-5\,b} + 0.00$	$9.6 \times 10^{-5b} \pm 5.4 \times 10^{-5}$	$< 6 \times 10^{-5\,a}$
ความเป็นกรดด่าง	5.6 $\pm$ 0.3	6.1 $\pm$ 0.4	6.1 $\pm$ 0.2	5.5 $\pm$ 0.0
ค่ากลางขนาดเม็ดทราย	0.49 $\pm$ 0.22	0.52 $\pm$ 0.26	0.88 $\pm$ 0.07	0.40 $\pm$ 0.00

หมายเหตุ: 1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแต่บรรทัด หมายความว่า ไม่มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

2. ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่บรรทัด หมายความว่า มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

3. ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีมากกว่า 1 ตัวในแต่บรรทัด เช่น ab หมายความว่า ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างจาก a และ b อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

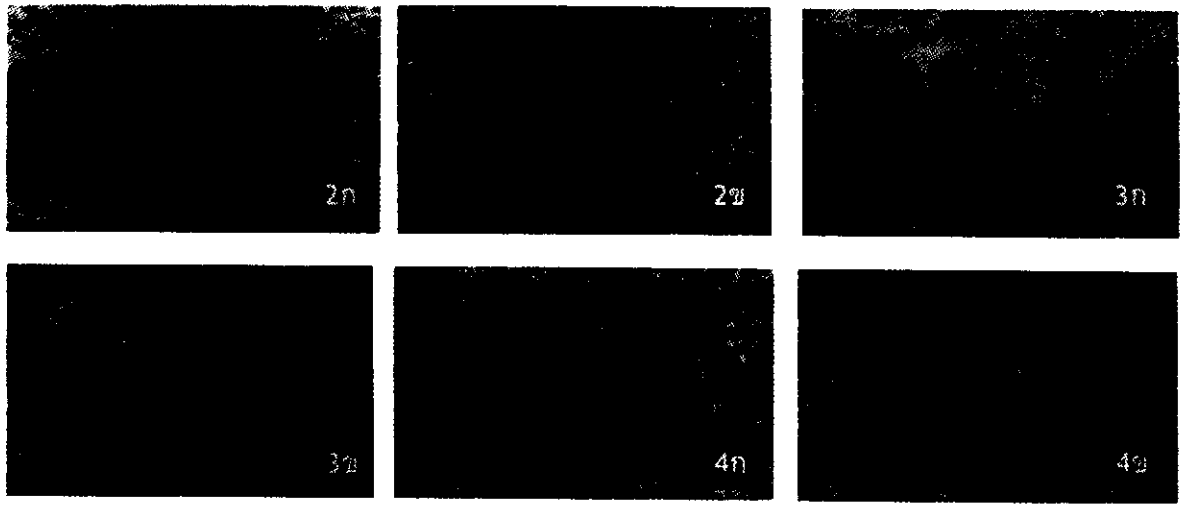
ลักษณะสัณฐานวิทยาของไข่และเปลือกไข่

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ ความหนาชั้น Calcareous และชั้นเนื้อเยื่อ (fibrous) ของเปลือกไข่ น้ำหนักไข่แดง และพลังงานความร้อนในไข่แดงจากบ่อเลี้ยงและจากธรรมชาติ ซึ่งไข่ที่ได้จากธรรมชาติมีเพียงหลุมเดียวจำนวน 106 ใบ และไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยง 3 หลุมจำนวน 118 ใบ 24 ใบ และ 127 ใบตามลำดับ ดังในตารางที่ 2

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไข่ พบว่าน้ำหนักและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่จากธรรมชาติมีค่าน้อยกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยง และรูปร่างของไข่จากธรรมชาติจะมีลักษณะกลมขณะที่ไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงมีรูปร่างรี และเนื่องจากไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงหลุมที่ 2 มีเพียง 1 ใบที่ไม่มีการพัฒนา จึงไม่ได้นำมาใช้ในการพิจารณาลักษณะของเปลือกไข่และโครงสร้างของเปลือกไข่ และน้ำหนักของเปลือกไข่ที่ได้จากธรรมชาติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยง แต่ความหนาของชั้น calcareous และชั้นเนื้อเยื่อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

น้ำหนักและพลังงานในไข่แดง พบว่าไข่แดงที่ได้จากไข่จากบ่อเลี้ยงมีน้ำหนักและค่าพลังงานความร้อนสูงกว่าซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับไข่แดงที่ได้จากไข่จากธรรมชาติ ($p<0.05$)

โครงสร้างของเปลือกไข่ที่ระดับ ultrastructure เมื่อมองจากผิวระนาบไข่ที่ได้จากธรรมชาติเห็นขอบเขตของ shell unit มีลักษณะคล้ายโดมได้ชัดเจน ขณะที่โครงสร้างของเปลือกไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงจะไม่เห็นรูปร่างของ shell unit (ภาพที่ 2) เมื่อพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างด้านหน้าตัดของ shell unit ไข่ที่ได้จากธรรมชาติมีลักษณะคล้ายพัดจีน (ภาพที่ 3ก) แต่ไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงจะเห็นส่วนปลายของแท่งผลึก aragonite หักเป็นท่อนสั้น ๆ (ภาพที่ 3ข) แต่เมื่อพิจารณาที่ส่วนฐานของ shell unit (ภาพที่ 4) เห็นว่าไม่มีความแตกต่างกันของลักษณะโครงสร้างของไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงและไข่ที่ได้จากธรรมชาติ



ภาพที่ 2-4. 2) แสดงลักษณะของผิวด้านระนาบของเปลือกไข่จากธรรมชาติ (2ก) กำลังขยาย 800 เท่า ซึ่งเห็นขอบเขตของ shell unit ชัดเจน และจากบ่อเลี้ยง (2ข) กำลังขยาย 800 เท่า 3) แสดงลักษณะหน้าตัดด้านข้างของ shell unit ของเปลือกไข่จากธรรมชาติ (3ก) กำลังขยาย 1,000 เท่า ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปพัด และจากบ่อเลี้ยง (3ข) กำลังขยาย 1,500 เท่า สังเกตเห็นส่วนปลายของแท่งผลึกหักเป็นท่อน 4) แสดงลักษณะของส่วนฐานของ shell unit ของเปลือกไข่จากธรรมชาติ (4ก) กำลังขยาย 500 เท่า และจากบ่อเลี้ยง (4ข) กำลังขยาย 800 เท่า ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับโครงสร้าง

ตารางที่ 2. แสดงค่าเฉลี่ย (± SD) ของน้ำหนักและขนาดของไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ ความหนาของชั้น calcareous และชั้นเนื้อเยื่อ น้ำหนักไข่แดง และพลังงานในไข่แดง ของไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงและจากธรรมชาติ

	จากธรรมชาติ	จากบ่อเลี้ยง (หลุมที่ 1)	จากบ่อเลี้ยง (หลุมที่ 2)	จากบ่อเลี้ยง (หลุมที่ 3)
น้ำหนักไข่ (กรัม)	$23.67^{a} \pm 0.88$ (n=106)	$27.49^{a} \pm 0.83$ (n=118)	$28.83^{b} \pm 1.76$ (n=24)	$29.25^{b} \pm 1.75$ (n=127)
ขนาดไข่ (มิลลิเมตร)	$34.63^{a} \pm 0.77$ (n=106)	$37.42^{b} \pm 0.80$ (n=118)	$37.57^{b} \pm 1.02$ (n=24)	$37.41^{b} \pm 0.92$ (n=127)
น้ำหนักเปลือกไข่ (กรัม)	$1.42^{a} \pm 0.07$ (n=17)	$1.31^{a} \pm 0.30$ (n=18)	-	$1.67^{b} \pm 0.31$ (n=126)
ความหนาของชั้น calcareous (มิลลิเมตร)	$0.08^{a} \pm 0.02$ (n=17)	$0.08^{a} \pm 0.02$ (n=18)	-	$0.07^{a} \pm 0.02$ (n=126)
ความหนาของชั้นเนื้อเยื่อ (มิลลิเมตร)	$0.11^{a} \pm 0.02$ (n=17)	$0.13^{a} \pm 0.03$ (n=18)	-	$0.12^{a} \pm 0.02$ (n=126)
น้ำหนักไข่แดง (กรัม)	$10.65^{a} \pm 1.52$ (n=17)	$13.10^{b} \pm 1.21$ (n=18)	-	$13.60^{b} \pm 2.89$ (n=126)
พลังงานในไข่แดง (แคลลอรีต่อกรัม)	$6299.95^{a} \pm 0.49$ (n=5)	$6464.40^{b} \pm 16.97$ (n=5)	-	$6332.00^{c} \pm 0.00$ (n=5)

บทวิจารณ์และสรุป

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของแหล่งวางไข่

จากการศึกษาอาจกล่าวได้ว่าความยาวของหาดไม่ได้มีส่วนในการตัดสินใจเพื่อขึ้นวางไข่ของแม่เต่าหญ้าในธรรมชาติบนเกาะภูเก็ต เช่นเดียวกับ ในการศึกษาจำนวนของการขึ้นวางไข่ของแม่เต่าตนุ *Chelonia mydas* บนเกาะแอสเซนชั่น (Ascension) ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับความยาวของหาด (Stancyk and Ross, 1978) แต่ความกว้างของหาดจะมีส่วนในการตัดสินใจเพื่อขึ้นวางไข่ของแม่เต่าหญ้าในธรรมชาติบนเกาะภูเก็ต ขัดแย้งกับการศึกษาการขึ้นวางไข่ของเต่าหัวฆ้อน (*Caretta caretta*) ในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งการเลือกหาดไม่มีความสัมพันธ์กับความกว้างของพื้นหาด (Salmon *et al.*, 1995) และจากการวัดความชันของหาดแต่ละประเภทในฤดูวางไข่เมื่อเปรียบเทียบ

กับความชันของหาดบนเกาะคราม จังหวัดชลบุรี ซึ่งแม่เต่าตนุใช้ในการขึ้นวางไข่ระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนพฤษภาคม มีความชันอยู่ระหว่าง 0.15-0.28 (สหัสและคณะ, 2532) อาจเป็นได้ว่าแม่เต่าหญ้าบนเกาะภูเก็ตมีการเลือกใช้หาดสำหรับวางไข่ที่มีค่าความชันต่ำกว่าแม่เต่าตนุ จากตำแหน่งที่ตั้งของหาด (ภาพที่ 1) หาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบันนั้นตั้งอยู่ทางด้านตะวันตกของเกาะภูเก็ต ทำให้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดเข้ามาในช่วงฤดูมรสุม (เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน หาดในฤดูมรสุมจึงมีความชันมากเมื่อเปรียบเทียบในฤดูวางไข่ (เดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ บนหาดเดียวกันนี้

ความชื้นในทรายของหาดที่แม่เต่าตนุบนเกาะคราม จังหวัดชลบุรี ขึ้นวางไข่ในระหว่างเดือนเมษายน ถึงเดือนพฤษภาคม อยู่ในช่วง 15.41-30.83% (สหัสและคณะ, 2532) มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในทรายบนหาดในการศึกษาครั้งนี้ทั้ง 4 ประเภท ซึ่งสังเกตเห็นว่าปริมาณของน้ำในทรายจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความกว้างของหาดและปริมาณเกลือในทราย ยกเว้นหาดทรายเทียมในบ่อเลี้ยงซึ่งเกิดจากการควบคุมความชื้นโดยมนุษย์ หากในทรายมีน้ำทะเลแทรกซึมอยู่มากนอกจากจะทำให้มีความชื้นสูงแล้วยังทำให้มีปริมาณเกลือระหว่างเม็ดทรายมากขึ้นด้วย ส่วนค่าความเป็นกรดด่างบนหาดทุกประเภทนั้นอยู่ระหว่าง 5.0-6.5 ใกล้เคียงกับการศึกษาของสหัสและคณะ (2532) บนหาดที่แม่เต่าตนุใช้วางไข่บนเกาะคราม จังหวัดชลบุรี มีค่าความเป็นกรดด่าง 6.3-7.3

การศึกษาขนาดของเม็ดทรายกับการขึ้นวางไข่ของเต่าตนุบนเกาะแอสเซนชั่น (Ascension) โดย Stancyk and Ross (1978) เต่าทะเลในวงศ์ Cheloniidae สามารถวางไข่ได้บนหาดทรายที่มีค่าขนาดเม็ดทรายในช่วงกว้าง และไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ของขนาดเม็ดทรายกับการเลือกขึ้นวางไข่ของแม่เต่า แต่ Mortimer (1979) กล่าวว่า ขนาดของเม็ดทรายมีความสำคัญต่อการพัฒนาของตัวอ่อนภายในไข่ ถ้าทรายนั้นหยาบเกินไปหรือละเอียดจนเกินไปจะทำให้การฟักล้มเหลว แต่ทว่าจากการศึกษาในครั้งนี้หาดทั้ง 4 ประเภทมีช่วงของค่ากลางขนาดเม็ดทรายที่ใกล้เคียงกัน อาจกล่าวได้ว่าขนาดของเม็ดทรายจะมีผลต่อการเลือกหาดน้อยกว่าความชันของหาดและความกว้างของพื้นหาดที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด

อุณหภูมิของหาดทุกประเภทอยู่ในช่วง 29-30 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิค่อนข้างน้อย ซึ่งอุณหภูมิที่ประมาณ 30 องศาเซลเซียสนั้นเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นตัวของลูกเต่าหญ้า และจะทำให้ได้อัตราส่วนของเพศของลูกเต่าหญ้าระหว่างเพศผู้และเพศเมียเป็น 1:1 (Marquez, 1990) และอุณหภูมิยังมีผลต่อระยะเวลาในการฟักตัวของลูกเต่าอีกด้วย บุญเลิศ (2535ข) กล่าวว่า ถ้าอุณหภูมิลดลง 1 องศาเซลเซียสจะทำให้ลูกเต่าตนุ (*Chelonia mydas*) ใช้เวลาในการฟักตัวนานขึ้น 4 วัน ซึ่งเต่าทะเลที่ต่างชนิดกันจะมีช่วงของความเหมาะสมของอุณหภูมิที่ใช้ในการฟักที่แตกต่างกัน

จากการเปรียบเทียบตำแหน่งที่ตั้งของหาดบนเกาะภูเก็ต หาดที่มีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ในปัจจุบันนั้นตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของเกาะ ซึ่งเป็นชายฝั่งเปิดที่ติดต่อกับทะเลอันดามันไม่มีสิ่งกีดขวางที่เป็นอุปสรรคต่อการขึ้นวางไข่ บริเวณหน้าหาด หาดที่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่ตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของเกาะ มีแนวปะการังบริเวณหน้าหาด และหาดที่ไม่เคยมีเต่าหญ้าขึ้นวางไข่นั้นตั้งอยู่ทางด้านฝั่งตะวันออกของเกาะภูเก็ตมีเกาะเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป และมีแนวปะการังบริเวณหน้าหาด ซึ่งสิ่งที่ตั้งอยู่บริเวณหน้าหาด เช่น เกาะหรือแนวปะการัง จึงอาจเป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งที่กีดกันการขึ้นวางไข่ของแม่เต่าหญ้าได้ (สหัสและคณะ, 2532) Mortimer (1979) กล่าวว่า หาดที่เหมาะสมสำหรับแม่เต่าทะเลใช้ในการขึ้นวางไข่นั้น จะต้องไม่มีสิ่งที่เป็นอุปสรรคกีดขวางบริเวณหน้าหาด เช่น ไม่มีแนวหิน แนวปะการัง เป็นต้น นอกจากนี้ Salmon *et al.* (1995) ได้กล่าวถึงการขึ้นวางไข่บนหาดของเต่าหัวฆ้อน (*Caretta caretta*) ว่ามีความสัมพันธ์กับสิ่งที่มีความสูง เช่น ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ อาคารสูงที่ไม่มีแสงไฟฟ้ามากนัก และสันทรายที่ตั้งอยู่ระหว่างตัวเมืองกับชายหาด คาดว่าสิ่งที่มีความสูงเหล่านี้จะช่วยบดบังแสงไฟฟ้าจากตัวเมือง และจำนวนหลุมไข่ของเต่าหัวฆ้อนมีความสัมพันธ์ไปในทางบวกกับพื้นที่ที่อยู่ใต้เงาของสิ่งที่มีความสูงนี้ จากจำนวนเต่าหญ้าที่ขึ้นวางไข่บนเกาะภูเก็ตในแต่ละปีส่วนมากมักจะขึ้นวางไข่บนหาดไม้ขาวและหาดไนยางที่เงียบและมีแสงไฟฟ้าน้อยกว่า หาดกะรนและหาดป่าตองมีเพียง 1-2 รังต่อปี ทั้งที่เดิมหาดทั้ง 4 แห่งเคยเปิดให้มีสัมปทานเก็บไข่เต่าทะเล และได้ยกเลิกการให้สัมปทานเมื่อปี 2526

(สุพจน์ จันทราภรณ์ศิลป์ ติดต่อส่วนตัว) จึงเห็นได้ว่าแสงไฟฟ้าจากแหล่งชุมชนบริเวณหาดกะรนและหาดป่าตองอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีผลในทางลบต่อปริมาณการขึ้นวางไข่ของเต่าทะเล

ลักษณะสัณฐานวิทยาของไข่และเปลือกไข่

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบไข่จากบ่อเลี้ยงเดียวกันแต่ต่างแม่กันพบว่ามีความแตกต่างกัน อาจกล่าวได้ว่าเป็นความแตกต่างที่มีอยู่ในแม่เต่าแต่ละตัว เนื่องจากแม่เต่าหญ้าซึ่งอยู่ในบ่อเลี้ยงเดียวกัน ได้รับอาหารชนิดเดียวกัน แต่ผลผลิตหรือไข่ที่ได้นั้นมีความแตกต่างกัน จึงอาจสืบเนื่องมาจากสุขภาพของแม่เต่าแต่ละตัวและการแก่งแย่งอาหาร หรือการติดเชื้อภายในร่างกายทำให้มีสุขภาพอ่อนแอ จึงทำให้ผลผลิตที่ได้มีความผิดปกติ และเมื่อมาเปรียบเทียบกับไข่ของแม่เต่าในธรรมชาติมีความแตกต่างกัน ทั้งขนาด น้ำหนัก และพลังงาน โดยเฉพาะรูปทรงของไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงมีลักษณะเป็นฟองรี ขณะที่ไข่ที่ได้จากธรรมชาติเป็นรูปทรงกลม แต่น้ำหนักและพลังงานของไข่แดงของไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงมีค่ามากกว่าไข่ที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งแม่เต่าในบ่อเลี้ยงจะได้รับอาหารอุดมสมบูรณ์กว่าแม่เต่าในธรรมชาติ แต่มีความหลากหลายของชนิดอาหารที่น้อยกว่า หรืออาจเกิดขึ้นจากการใช้พลังงานของแม่เต่าในบ่อเลี้ยงมีน้อยกว่า จึงสามารถสะสมพลังงานในไข่แดงได้มากกว่า ความหนาเปลือกไข่ของทั้ง 2 กลุ่มประชากรไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าไม่มีความผิดปกติที่ระดับโครงสร้างของเปลือกไข่ แต่เนื่องจากจำนวนไข่ที่นำมาศึกษายังมีจำนวนน้อย และความแตกต่างที่ได้จากการตรวจสอบลักษณะของไข่จากทั้ง 2 กลุ่มประชากรดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้ อาจเกิดขึ้นจากปัจจัยอื่นที่มีเฉพาะตัวของแม่เต่า และความแตกต่างของอายุของแม่เต่าที่ไม่สามารถระบุอายุที่แน่นอนได้โดยเฉพาะแม่เต่าหญ้าในธรรมชาติ เนื่องจากขนาดและความสมบูรณ์ของไข่มีความสัมพันธ์กับขนาดและอาจรวมถึงอายุของแม่เต่าด้วย (Pinckney, 1990) ดังนั้นผลการศึกษาในครั้งนี้ยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าไข่ที่ได้จากแม่เต่าในบ่อเลี้ยงจะมีความแตกต่างจากไข่ที่ได้จากแม่เต่าในธรรมชาติ

โครงสร้างของเปลือกไข่ของเต่าทะเลแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือชั้น calcareous และ ชั้นเนื้อเยื่อ (fiber membrane) เช่นเดียวกับเปลือกไข่ของสัตว์เลื้อยคลานชนิดอื่น (Packard and Hirsh, 1986) เปลือกไข่ของเต่าหญ้าทั้งไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงและจากธรรมชาติจะประกอบด้วยชั้น calcareous มีโครงสร้างที่เด่นชัดของผลึก arragonite ที่จัดเรียงตัวเป็น shell unit ปกคลุมอยู่บนชั้นเนื้อเยื่อ คล้ายกับผลการศึกษาเปลือกไข่เต่าทะเลของวิเชฏฐ์ (2536) เปลือกไข่ของเต่าหญ้านี้จะแตกต่างจากเต่าทะเลชนิดอื่นที่มีเฉพาะแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ในรูปของ aragonite เท่านั้น (Sahoo *et al.*, 1996) เมื่อพิจารณาลักษณะของแท่ง aragonite บนเปลือกไข่ที่ได้จากบ่อเลี้ยงบริเวณผิวด้านนอกของเปลือกไข่เห็นส่วนที่แตกหักอยู่เป็นจำนวนมาก อาจเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณแคลเซียมและสารอาหารที่แม่เต่าได้รับซึ่งในอัตราส่วนปกติจะมีสัดส่วนที่เพียงพอในการใช้สร้างเปลือกที่มีความเหมาะสม แต่ถ้าได้รับในปริมาณที่มากจนเกินไปจะไปลดประสิทธิภาพการนำไปใช้ประโยชน์ และอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเปลือกไข่ได้ (Romanoff and Romanoff, 1949; Packard and Packard, 1988) แต่เมื่อพิจารณาถึงจุดเริ่มต้นของ arragonite พบว่าทั้งไข่จากบ่อเลี้ยงและไข่จากธรรมชาติมีจุดกำเนิดของ arragonite ที่คล้ายคลึงกัน เกิดจากการตกผลึกของแคลเซียมคาร์บอเนตบนผิวของชั้นเนื้อเยื่อ แล้วกลายเป็นแท่งยาวแผ่ออกโดยรอบจุดศูนย์กลาง (Solomon and Baird, 1976; Baird and Solomon, 1979) เปลือกไข่เต่าหญ้าที่ฟักออกเป็นตัวแล้ว โครงสร้างชั้น calcareous หายไปอาจเป็นผลตอบสนองต่อความต้องการปริมาณออกซิเจนที่มากขึ้น (Prange and Ackerman, 1974) และสอดคล้องกับความต้องการแคลเซียมจำนวนมากเพื่อใช้ในการเติบโตและเสริมสร้างโครงสร้างของร่างกาย จากกระบวนการ metabolism ของตัวอ่อนที่อยู่ภายในไข่ ไข่แดงจึงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ ประกอบไปด้วยโปรตีนเป็นส่วนมาก และไขมัน (lipid) ซึ่งจะถูกใช้ในกระบวนการ metabolism อีกทั้งยังมีส่วนประกอบของแคลเซียมสำหรับตัวอ่อนใช้ในการสร้างกระดูก (Packard and Packard, 1988)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กำธร ธีรคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษา คุณสุพจน์ จันทราภรณ์ศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540014

ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย โครงการผลิตและพัฒนาอาจารย์มหาวิทยาลัย (UDC) ให้ทุนการศึกษา ดร. หรรษา จรรย์แสง, ดร. สุวรรณา ภาณุตระกูล, คุณสมบัติ ภู่วชิรานนท์, คุณกาญจนา อดุลยานุโกศล, คุณบุญยงค์ จันทร์เพ็ง, คุณธำรงค์ อินทรสุวรรณ, คุณมนตรี ศรีจันทร์, คุณวรรณษา เรืองแก้ว และเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล จังหวัดภูเก็ตทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกระหว่างการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

บุญเลิศ ผาสุก. 2535ก. ชีววิทยาของเต่าทะเลและชีววิทยาของการแพร่ขยายพันธุ์ของเต่าตนุในประเทศไทย. วารสารการประมง 45(2): 717-741.

บุญเลิศ ผาสุก. 2535ข. การอนุรักษ์เต่าทะเลในประเทศไทย. วารสารการประมง 45(2): 807-820.

วิเชฎฐ์ คนซื่อ. 2536. การศึกษาโครงสร้างเปลือกไข่เต่าที่พบในประเทศไทยบางชนิดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สหัส ปาณะศรี, สมชาย มั่นอนันต์ทรัพย์, ถวัลย์ศักดิ์ ชื่นชวัญ และสายัณห์ รองเมืองศาสตร์. 2532. สภาพของหาดกับการขึ้นวางไข่ของเต่าทะเลบริเวณ เกาะคราม จังหวัดชลบุรี. ในรายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2532 18-20 กันยายน. หน้า 209-215. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

BAIRD, T. AND S. E. SOLOMON. 1979. Calcite and aragonite in the egg shell of *Chelonia mydas* L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 36: 295-303.

CHANTRAPORNSYL, S. 1992. Biology and conservation of olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*, Eschscholz) in the Andaman sea, Southern Thailand. Phuket Mar. Biol.Cent. Res. Bull. 57: 51-66.

CHANTRAPORNSYL, S. 1996. Status of marine turtle in Thailand. Proceedings of the 1st SEAFDEC workshop on marine turtle research and conservation, Jan. 15-18, Malaysia. pp. 77-92.

MARQUEZ, M. R. 1990. Sea turtle of the world. FAO species catalogue. 11: 43-48.

MORTIMER, J. A. 1979. Feeding ecology of sea turtles. In K. A. BJORNDAL (ed.), Proceedings of the world conference on sea turtle conservation, Nov. 26-30. Washington D.C. Smithsonian Institution Press. pp. 103-109.

PACKARD, M. J. AND K. F. HIRSCH, 1986. Scaning electron microscopy of contemporary reptiles. Scaning Electron Microscopy 1581-1590.

PACKARD, G. C. AND M. J. PACKARD, 1988. The physiological ecology of reptilian eggs and embryos. In GANS, C. AND R. B. HUEY (eds.), Biology of reptila 16. Alan R. Liss Inc., New York.

PINCKNEY, J. 1990. Correlation analysis of adult female, egg and hatchling size in Loggerhead turtle, *Caretta caretta* (L.) nesting at Kiawah Island, South Carolina, USA. Bulletin of Marine Science 47(3): 670-679.

PRANGE, H. D. AND R. A. ACKERMAN, 1974. Oxygen consumption and mechanisms of gas exchange of green turtle (*Chelonia mydas*) eggs and hathlings. Copeia 3: 758-763

ROMANOFF, A. L. AND A. J. ROMANOFF. 1949. The avian egg. John Wiley & Sons Inc, New York.

SAHOO, G., B. K. MOHAPATA, R. K. SAHOO, AND P. MOHANTI-HEJMADI, 1996. Contrasting ultrastructures in the eggshells of olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Gahirmatha, Orissa. Current Science 70(3): 246-248.

SALMON, M., R. REINERS, C. LAVIN, AND J. WYNEKEN. 1995. Behavior of Loggerhead sea turtle on an urban beach. I. Correlates of nest placement. Journal of Herpetology 29(4): 560-567.

SOLOMON, S. E. AND T. BAIRD. 1976. Studies on the egg shell (oviducal and oviposited) of *Chelonia mydas* L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 22: 15-160.

STANCYK, S. E. AND J. P. ROSS. 1978. An analysis of sand from green turtle nesting beaches on ascension island. Copeia 1: 93-99.

ผลของความชื้นต่ออัตราการฟักและผลของชนิดอาหารต่ออัตราการเติบโตของลูกตะพาบน้ำ *AMYDA CARTILAGINEA*

วชิระ กิติมศักดิ์ และ กำธร ธีรคุปต์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ABSTRACT

EFFECT OF HUMIDITY ON HATCHING RATE AND EFFECT OF FOOD TYPE ON GROWTH RATE OF ASIATIC SOFTSHELL TURTLE *AMYDA CARTILAGINEA* HATCHLINGS

W. Kitimasak and K. Thirakhupt

Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

A study on the effect of humidity on hatching rate of Asiatic softshell turtle, *Amyda cartilaginea,* eggs was conducted using hatching materials with 7 different humidity levels (5-50%) in closed plastic boxes. It was found that hatching rate was highest (35.15%) at 30% humidity. The hatching period ranged from 74 to 95 days and was not significantly different among all humidity levels. There were correlations among body length, width, height and weight of their mothers, but all these characteristics did not correlate with the number, size and weight of eggs. The only correlation found between eggs and hatchlings was their body weights ($r=0.65$, $p\leq0.05$).

During a 13 week study on the effects of food types on *Amyda cartilaginea* hatchlings, it was found that turtle growth (body width, length and weight) was not significantly different when fed with softshell turtle food than when fed with food for carnivorous fish. Turtles fed more at 8.00 a.m. than at 4.00 p.m. and the amount consumed during a 7-day period of both food types was not significantly different. However, the Fc. ratio (weight of food eaten: increase in body weight) in the group fed with softshell turtle food was lower. Survival rate after the 13-week study was 100% for both diet treatments.

Key words: *Amyda cartilaginea,* softshell turtle, hatching rate, humidity, diet

บทนำ

ตะพาบน้ำ *Amyda cartilaginea* เป็นสัตว์เลื้อยคลาน ปัจจุบัน IUCN (1996) จัดให้อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มสูญพันธุ์ (vulnerable) เนื่องจากถูกจับมาบริโภคเป็นจำนวนมาก จนทำให้ประชากรลดลงอย่างรวดเร็ว การศึกษาเพื่อหาแนวทางในการเพาะพันธุ์และการอนุบาลตัวอ่อน จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อการอนุรักษ์พันธุ์ตะพาบน้ำให้คงอยู่ต่อไป รวมถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีการ

อัตราการฟักและระยะเวลาในการฟัก

เก็บไข่ตะพาบน้ำหลังการวางไข่ใหม่ ๆ จากบ่อเลี้ยงวัดประยุรวงศาวาส จำนวน 29 รัง รวม 300 ฟอง นำไข่แต่ละรังไปแยกฟักในกล่องพลาสติกที่ใช้ทรายผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 1:1 ที่มีความชื้นแตกต่างกันคือ 5, 10, 15, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยวางไข่ให้อยู่ในลักษณะเดิมที่พบภายในรัง ปิดฝากล่องพลาสติกทุกใบ เพื่อควบคุมความชื้นและเปิดฝากล่องเพื่อระบายอากาศทุกวัน เวลา 9.00 และ 15.00 น. ครั้งละ 5 นาที บันทึกอุณหภูมิภายนอกและภายในกล่องฟักในรอบวันด้วยเทอร์โมมิเตอร์ที่อ่านค่าสูงสุดและต่ำสุด และอุณหภูมิของวัสดุฟัก

ศึกษาอัตราการฟัก และระยะเวลาในการฟัก ในแต่ละชุดการทดลองเป็นเวลา 150 วัน ด้วย ANOVA

ความสัมพันธ์ระหว่างไข่ ลูกตะพาบน้ำ และแม่ตะพาบน้ำ

เก็บไข่ตะพาบน้ำหลังการวางไข่ใหม่ ๆ จำนวน 12 รัง รวม 116 ฟอง ชั่งน้ำหนักและวัดเส้นผ่าศูนย์กลางไข่ พร้อมทั้งวัดความกว้าง ความยาว และชั่งน้ำหนักแม่ตะพาบน้ำ เพื่อนำมาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไข่ ขนาดไข่ และขนาดแม่ตะพาบน้ำด้วย regression analysis

ศึกษาอัตราการเติบโตและอัตราการอยู่รอดของลูกตะพาบน้ำ

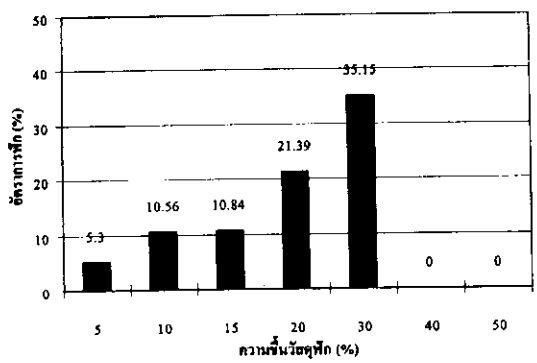
นำลูกตะพาบน้ำฟักใหม่ ๆ ไปอนุบาลในกล่องพลาสติกขนาด 20X30X14 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่บรรจุทรายปริมาตร 1 ลิตร และมีระดับน้ำ 5 เซนติเมตรจากพื้นกล่อง บรรจุกล่องละ 1 ตัว แยกเป็น 2 กลุ่ม อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จ 2 ชนิด โดยกลุ่มที่ 1 ให้อาหารปลากินเนื้อ และกลุ่มที่ 2 ให้อาหารตะพาบ โดยให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน เวลา 8.00 น. และ 16.00 น. ในปริมาณที่เกินพอ และบันทึกปริมาณอาหารที่ตะพาบกินในแต่ละเวลา

วัดขนาด ชั่งน้ำหนัก และถ่ายน้ำทุก 1 สัปดาห์เป็นเวลา 3 เดือนเพื่อศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเติบโตโดยใช้ t-test และ regression analysis อัตราการอยู่รอด และอัตราการแลกเนื้อ (Fc. ratio)

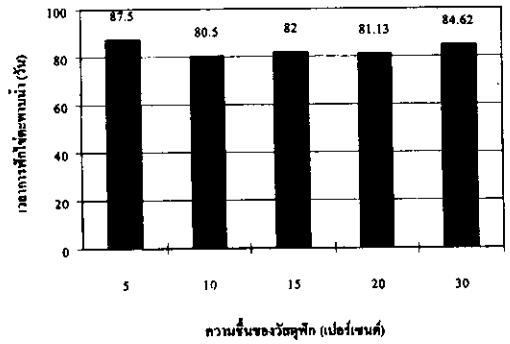
ผลการวิจัยและบทวิจารณ์

ผลของความชื้นที่มีต่ออัตราการฟักไข่ตะพาบน้ำ

พบว่าวัสดุฟักที่มีความชื้นต่างกันทำให้อัตราการฟักไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) โดยวัสดุฟักที่มีความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตราการฟักสูงสุด คือ 35.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือที่ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตราการฟัก 21.39 เปอร์เซ็นต์ และที่ความชื้น 15, 10 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการฟัก 10.84, 10.56 และ 5.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ไข่ที่ฟักในระดับความชื้น 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไข่ไม่ฟักเป็นตัว และเมื่อทดสอบค่าสถิติของอัตราการฟักทุกความชื้นด้วย Duncan's multiple rang test พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ความชื้น 5, 10, 15 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 2 ความชื้น 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 3 ความชื้น 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 1. เปรียบเทียบอัตราการฟักของไข่ตะพาบน้ำในวัสดุฟักที่มีความชื้นแตกต่างกัน



ภาพที่ 2. เปรียบเทียบผลของความชื้นของวัสดุฟักต่อเวลาในการฟักไข่ตะพาบน้ำ

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ตะพาบน้ำ *A. cartilaginea* ที่ฟักภายในกล่องพลาสติกมีระดับความชื้นของวัสดุฟักช่วง 5-30 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการฟักอยู่ในช่วง 74-95 วัน โดยมีอุณหภูมิอากาศอยู่ในช่วง 27.5-31.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของวัสดุฟักอยู่ในช่วง 28.4-31.6 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจากเวลาในการฟักภายใต้ภาวะกึ่งธรรมชาติ คือ นำไข่มาฝังทรายและพรมน้ำให้ความชื้นภายในโรงเพาะฟัก โดย Suraniranat *et al.* (1979) ใช้เวลาในการฟักไข่ 85-115 วัน ขณะที่ Panichkul *et al.* (1989) ใช้เวลาในการฟักไข่ 90-130 วัน

เวลาที่ใช้ในการฟักไข่ตะพาบน้ำในวัสดุฟักที่มีความชื้นแตกต่างกัน

พบว่าที่ระดับความชื้นของวัสดุฟัก 5 เปอร์เซ็นต์ ไข่ตะพาบใช้เวลาในการฟักสูงสุด โดยใช้เวลาเฉลี่ย 87.50±6.36 วัน ในขณะที่วัสดุฟักที่มีความชื้น 10, 15, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการฟักเฉลี่ย 80.50±3.32, 82.00±2.45, 81.13±6.03 และ 84.62±4.93 วัน ตามลำดับ เมื่อนำเวลาที่ใช้ในการฟักไข่มาศึกษาค่าทางสถิติด้วย ANOVA พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาในการฟักไข่เฉลี่ย 83.03±5.06 วัน และเมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการฟักไข่ในทุกระดับความชื้น พบว่ามีค่าต่ำสุดเท่ากับ 74 วัน และสูงสุดเท่ากับ 95 วัน (ภาพที่ 2)

ความสัมพันธ์ระหว่างไข่ ลูกตะพาบน้ำ และแม่ตะพาบน้ำ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์การถดถอย ระหว่างน้ำหนัก, ความกว้าง, ความยาวและความสูงแม่ตะพาบน้ำกับน้ำหนักไข่, จำนวนไข่ในรัง (clutch size), เส้นผ่าศูนย์กลางไข่ พบว่าทุกค่าไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ความยาว ความกว้าง ความสูง และน้ำหนักแม่ตะพาบน้ำ พบว่ามีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่าง จำนวนไข่ น้ำหนักไข่ และเส้นผ่าศูนย์กลางไข่ด้วยการวิเคราะห์การถดถอย พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ความสัมพันธ์ระหว่างแม่ตะพาบน้ำและไข่

	ความกว้าง	ความสูง	น้ำหนัก	จำนวนไข่	น้ำหนักไข่	เส้นผ่าศูนย์กลาง
ความยาว	r = 0.8900	r = 0.6224	r = 0.9729	r = 0.2859	r = 0.3883	r = 0.4824
ความกว้าง		r = 0.6015	r = 0.8936	r = 0.0871	r = 0.1949	r = 0.3511
ความสูง			r = 0.7477	r = 0.4265	r = 0.2909	r = 0.4552
น้ำหนัก				r = 0.3731	r = 0.3399	r = 0.4825
จำนวนไข่					r = 0.0943	r = 0.0675
น้ำหนักไข่						r = 0.9497

การเปรียบเทียบการเติบโตของลูกตะพาบน้ำเมื่ออนุบาลด้วยอาหารตะพาบและอาหารปลากินเนื้อ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำหนักไข่ตะพาบน้ำกับน้ำหนักลูกตะพาบน้ำด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น พบว่ามีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำน้ำหนักไข่ตะพาบน้ำไปพยากรณ์น้ำหนักลูกตะพาบน้ำได้ ดังสมการ

$$Y = 0.701X - 0.6029,\ r = 0.6479$$

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความชื้นมีผลต่ออัตราการฟักไข่ตะพาบน้ำ *A. cartilaginea* โดยวัสดุฟักที่มีความชื้น 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตราการฟักสูงสุด คือ 35.15 และ 21.39 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ Packard and Packard (1984) อ้างตาม Packard and Packard (1988b) ซึ่งพบว่าในการฟักไข่เต่า *Chelydra serpentina* ที่ระดับความชื้นสูงจะให้อัตราการรอดของตัวอ่อนสูงกว่าฟักที่ระดับความชื้นต่ำ และ Ewert (1979) รายงานว่าความชื้นที่เหมาะสมในการฟักไข่สัตว์กลุ่มเต่าจะแตกต่างในแต่ละสปีชีส์

ลูกตะพาบน้ำที่นำมาอนุบาลด้วยอาหารตะพาบมีน้ำหนักเฉลี่ย 15.48 กรัม ความกว้างเฉลี่ย 39.28 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 44.63 มิลลิเมตร และลูกตะพาบน้ำที่นำมาอนุบาลด้วยอาหารปลากินเนื้อ มีน้ำหนักเฉลี่ย 16.32 กรัม ความกว้างเฉลี่ย 39.66 มิลลิเมตร และความยาวเฉลี่ย 45.52 มิลลิเมตร เมื่อนำน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของตะพาบน้ำมาศึกษาค่าสถิติด้วย t-test พบว่าทั้งน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของตะพาบน้ำก่อนการอนุบาลด้วยอาหารทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

เมื่ออนุบาลลูกตะพาบน้ำครบ 13 สัปดาห์ พบว่าลูกตะพาบน้ำที่อนุบาลด้วยอาหารตะพาบมีน้ำหนักเฉลี่ย 44.40 กรัม ความกว้างเฉลี่ย 60.07 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 67.12 มิลลิเมตร และลูกตะพาบน้ำที่นำมาอนุบาลด้วยอาหารปลากินเนื้อ มีน้ำหนักเฉลี่ย 45.12 กรัม ความกว้างเฉลี่ย 59.01 มิลลิเมตร และความยาวเฉลี่ย 66.26 มิลลิเมตร และเมื่อนำน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของตะพาบน้ำที่อนุบาลด้วยอาหารทั้ง 2 ชนิดในแต่ละสัปดาห์มาศึกษาทางสถิติด้วย t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) โดยมีอัตราการอยู่รอด 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งที่อนุบาลด้วยอาหารตะพาบและอาหารปลากินเนื้อ

เมื่อพิจารณาอัตราการเติบโตของลูกตะพาบน้ำต่อสัปดาห์ พบว่าตะพาบน้ำที่อนุบาลด้วยอาหารตะพาบมีอัตราการเติบโตเท่ากับ 2.193 กรัมต่อสัปดาห์ และตะพาบน้ำที่อนุบาลด้วยอาหารปลากินเนื้อมีอัตราการเติบโตเท่ากับ 2.215 กรัมต่อสัปดาห์

ตารางที่ 2. ผลของชนิดอาหารที่มีต่อความกว้าง ความยาว และน้ำหนักเฉลี่ยของตะพาบน้ำตั้งแต่เริ่มออกจากไข่จนถึงสัปดาห์ที่ 13 (แต่ละคู่ของการทดลองในแต่ละสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี t-test)

สัปดาห์	อาหารตะพาบ (n=13)				อาหารปลากินเนื้อ (n=14)			
	น้ำหนักอาหาร (กรัม)	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักอาหาร (กรัม)	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
0	0.00	39.28	44.63	15.48	0.00	39.66	45.52	16.32
1	0.13	42.59	48.71	16.84	0.10	42.72	48.99	17.83
2	0.64	43.95	49.69	18.15	0.61	44.59	50.41	19.41
3	1.52	45.65	51.41	20.32	1.70	46.50	52.20	21.91
4	2.78	47.49	53.21	22.88	3.20	48.12	54.02	24.39
5	4.42	49.12	54.76	25.88	5.23	49.80	55.80	27.42
6	6.44	50.85	57.98	28.69	7.53	51.35	57.38	30.18
7	8.37	52.45	58.94	30.88	9.66	52.86	59.04	32.01
8	10.31	54.74	60.58	32.91	11.92	53.56	60.50	34.81
9	13.38	55.26	62.26	35.58	14.13	55.48	61.87	36.01
10	14.45	56.51	63.37	37.85	16.13	56.60	63.04	38.47
11	16.77	57.63	64.57	40.30	18.29	57.99	64.15	40.63
12	18.93	58.84	65.48	42.66	20.28	58.73	65.01	43.07
13	21.13	60.07	67.12	44.40	22.27	59.01	66.26	45.12

เมื่อนำน้ำหนักอาหารตะพาบและน้ำหนักอาหารปลากินเนื้อที่ตะพาบน้ำกินในแต่ละสัปดาห์มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าน้ำหนักอาหารทั้ง 2 ชนิดที่ตะพาบน้ำกินในแต่ละสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าน้ำหนักตะพาบน้ำที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักรวมของอาหารตะพาบและอาหารปลากินเนื้อที่ตะพาบน้ำกินเข้าไป

นำน้ำหนักอาหารตะพาบและน้ำหนักอาหารปลากินเนื้อที่ตะพาบน้ำกินในแต่ละวันมาวิเคราะห์การถดถอย หาความสัมพันธ์กับน้ำหนักตะพาบน้ำ พบว่าสามารถนำน้ำหนักตะพาบน้ำมาพยากรณ์น้ำหนักอาหารตะพาบและน้ำหนักอาหารปลากินเนื้อที่ตะพาบน้ำกินในแต่ละวันได้ ดังสมการ

SF=0.0136SW - 0.1767, r =0.8311

FF=0.0106SW - 0.0605, r =0.6777

SF=น้ำหนักอาหารตะพาบ, FF=น้ำหนักอาหารปลากินเนื้อ, SW=น้ำหนักตะพาบน้ำ

เมื่อทดสอบความชัน (slope) ของสมการทั้งสอง ตามวิธีของ Zar (1984) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับน้ำหนักลูกตะพาบน้ำที่อนุบาลด้วยอาหารตะพาบและอาหารปลากินเนื้อด้วยการวิเคราะห์การถดถอย พบว่าสามารถนำเวลามาพยากรณ์น้ำหนักตะพาบน้ำที่อนุบาลด้วยอาหารตะพาบและอาหารปลากินเนื้อได้ ดังสมการ

Y1=2.3491X + 14.218, r=0.9983

Y2=2.288X + 15.669, r=0.9986

Y1=น้ำหนักตะพาบน้ำที่บาลด้วยอาหารตะพาบเมื่อเวลา x

Y2=น้ำหนักตะพาบน้ำที่อนุบาลด้วยอาหารปลากินเนื้อเมื่อเวลา x

เมื่อพิจารณาน้ำหนักอาหารตะพาบและน้ำหนักอาหารปลากินเนื้อทั้งหมดที่ใช้ในการอนุบาลตะพาบน้ำพบว่าใช้อาหารตะพาบทั้งหมด 272.83 กรัม โดยมีน้ำหนักตะพาบน้ำเพิ่มขึ้น 376.01 กรัม และใช้อาหารปลากินเนื้อทั้งหมด 313.23 กรัมโดยมีน้ำหนักตะพาบน้ำเพิ่มขึ้น 403.20 กรัม นำข้อมูลไปคำนวณค่าอัตราการแลกเนื้อ (Fc. ratio) จากสูตร

Fc. ratio=น้ำหนักอาหารที่กินเข้าไป/น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

Fc. ratio (อาหารตะพาบ)=272.83 / 376.01=0.73

Fc. ratio (อาหารปลากินเนื้อ)=313.23 / 403.20=0.78

ในการอนุบาลตะพาบน้ำเป็นเวลา 13 สัปดาห์ พบว่าตะพาบน้ำที่อนุบาลด้วยอาหารตะพาบใช้อาหารน้อยกว่าอาหารปลากินเนื้อในการเพิ่มน้ำหนักของตะพาบน้ำที่เท่ากัน เมื่อพิจารณาการกินอาหารในเวลา 8.00 น. และ 16.00 น. ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการปฏิบัติของเกษตรกรในการให้อาหารตะพาบน้ำในช่วงเวลา 3 เดือนแรกหลังฟักออกจากไข่ โดยไม่ควรให้อาหารมากกว่า 2 มื้อ และควรให้อาหารมื้อเช้ามากกว่ามื้อเย็น และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตะพาบน้ำและน้ำหนักอาหารทั้ง 2 ชนิด ทำให้สามารถพยากรณ์จำนวนอาหารที่ให้ต่อวันเพื่อช่วยในการจัดการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และเพื่อป้องกันการสูญเสียอาหารและอาจทำให้อาหารที่เหลือเกิดการเน่าเสีย ต้องทำการถ่ายน้ำบ่อยครั้ง เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตและอาจทำให้เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อโรคได้

จากการศึกษาอัตราการเติบโตของตะพาบน้ำ พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตต่อสัปดาห์สูงเมื่อเทียบกับการอนุบาลตะพาบน้ำหลังจากฟักออกจากไข่ของ Nukwan *et al.* (1995) ซึ่งอนุบาลด้วยเนื้อปลาสดสับละเอียด มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 1.612 กรัมต่อสัปดาห์ ในช่วงเดือนแรก โดยมีการถ่ายน้ำทุกวันซึ่งอาจเป็นการรบกวนตะพาบน้ำมากเกินไป เพราะตะพาบน้ำตื่นตกใจได้ง่ายทำให้ไม่กินอาหาร ซึ่งการใช้อาหารสำเร็จ นอกจากง่ายต่อการจัดการและไม่ให้เกิดน้ำเสีย ไม่ต้องถ่ายน้ำบ่อย จึงไม่รบกวนตะพาบน้ำมากเกินไปยังผลให้มีอัตราการเติบโตที่ดี

บทสรุป

อัตราการฟักของลูกตะพาบน้ำ จากวัสดุฟักที่มีความชื้น 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตราการฟักสูงสุด โดยมีอุณหภูมิของวัสดุฟัก 28.5-31.6 องศาเซลเซียส และใช้เวลาเวลาในการฟักไม่แตกต่างกันในแต่ละความชื้นอยู่ในช่วงระหว่าง 74-95 วัน

น้ำหนัก ความกว้าง ความยาว และความสูง ของแม่ตะพาบน้ำไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนไข่ ขนาดของไข่ และน้ำหนักไข่แต่น้ำหนักไข่ตะพาบน้ำมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักลูกตะพาบ

ตะพาบน้ำมีการกินอาหารในช่วงเช้า (8.00 น.) มากกว่าช่วงเย็น (16.00 น.) โดยกินอาหารตะพาบ และอาหารปลากินเนื้อในปริมาณรวมที่ไม่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

การเติบโตของลูกตะพาบน้ำทั้งความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก ที่อนุบาลด้วยอาหารตะพาบและอาหารปลากินเนื้อไม่มีความแตกต่างกัน โดยตะพาบน้ำที่อนุบาลด้วยอาหารตะพาบจะใช้ปริมาณอาหารน้อยกว่าในการผลิตเนื้อตะพาบปริมาณเท่ากัน แต่อย่างไรก็ตามต้นทุนการผลิตยังสูงกว่าการใช้อาหารปลากินเนื้อ เนื่องจากอาหารตะพาบมีราคาสูงกว่า

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540013

เอกสารอ้างอิง

EWERT, M. A. 1979. The embryo and its egg: development and natural history. In HARLESS, M. AND A. C. HIGHFIELD (eds.), Keeping and breeding tortoises in captivity. The Longdunn Press, Bristol.

IUCN. 1996. IUCN red list of threatened animals. IUCN, Gland, Switzerland.

NUKWAN, S., P. TAVARATMANEEKU AND A. INKUAN. 1995. Breeding and nursing on Thai softshell turtles. National Inland Fisheries Institute. Technical Paper. No. 167. (in Thai).

PACKARD, G. C. AND M. J. PACKARD. 1988. Water relations of embryonic snapping turtles (*Chelydra serpentina*) exposed to wet or dry environments at different times in incubation. Physiol. Zool. 61(2): 95-106.

PANICHKUL, S., K. UDOMKANANAT AND A. SEEHIRUNVONG. 1989. Breeding and nursing of common Siamese softshell turtle, *Trionyx cartilageneus*. Thai Fisheries Gazette 42: 133-139

SURANIRANAT, P., W. TARNCHALANUKIT AND P. TABTHIPWON. 1979. Reproduction of softshell turtle. Thai Fisheries Gazette 4: 333-340. (in Thai).

ZAR, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Pretice-Hall, New Jersey.

ความต้องการทางนิเวศวิทยาของนกปรอดบางชนิด (FAMILY: PYCNONOTIDAE) ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

กฤษณา ชายกวด

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

ECOLOGICAL NICHES OF SOME BULBULS (FAMILY: PYCNONOTIDAE) IN KHAO YAI NATIONAL PARK

K. Chaikuad

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

A study of the ecological niches of some bulbuls in Khao Yai National Park was carried out from July 1997 to June 1998 in 4 habitat types: grassland, secondary forest, ecotone and evergreen forest. There were 6 bulbul species found in this study, i.e., Red-whiskered (*Pycnonotus jocosus*), Black-crested (*P. melanicterus*), Stripe-throated (*P. finlaysoni*), Black-headed (*P. atriceps*), Puff-throated (*Criniger pallidus*) and Grey-eyed Bulbuls (*Hypsipetes propinquus*). The Red-whiskered Bulbul preferred grassland with 59.3% (N=388) found in this habitat and 65.1% (N=229) were found to feed on insects. The Black-crested Bulbul preferred the ecotone with 63.0% (N=111) found in this habitat and 60.4% (N=48) were found to feed on insects. The Puff-throated Bulbul preferred evergreen forest with 61.48% (N=135) found in this habitat and 62.7% (N=67) were found to feed on insects. The Stripe-throated Bulbul was found in both secondary forest (55.52%, N=18) and ecotone (44.44%, N=18). The Grey-eyed Bulbul was found in both ecotone (38.46%, N=26) and evergreen forest (61.53%, N=26) and fed on insects in these two habitats (40% and 60%, N=20, respectively). There were 5 identified plant species (*Polyalthia montleyana, Gironniera nervosa, Mallotus paniculatus, Melastoma normale, Macaranga denticulata*) and 5 unidentified species, which were found to be food of bulbuls.

Key words: ecological niche, habitat preference, bulbuls, food

บทนำ

นกต่างกลุ่มกันที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เดียวกัน มีการดำรงชีวิตต่างกัน ย่อมมีความต้องการทางนิเวศวิทยาต่างกัน จึงทำให้โอกาสแข่งขันระหว่างนกต่างกลุ่มนี้เกิดขึ้นน้อยกว่านกที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือนกที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน โดยปกติแล้วนกจะหลีกเลี่ยงการแข่งขันระหว่างชนิดโดยการปรับหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตัวเองให้เหมาะสมที่จะอยู่ในพื้นที่นั้นได้ เช่น มีตำแหน่งหากินต่างกันบนต้นไม้ต้นเดียวกัน (Perrin and Birkhead, 1983) นกปรอดเป็นนกกลุ่มหนึ่งที่มักจะพบว่า มีหลายชนิดอาศัยอยู่ในพื้นที่เดียวกัน และบางครั้งพบกินผลไม้หรือแมลงอยู่บนต้นไม้ต้นเดียวกัน นกปรอดจึงเป็นนกชนิดหนึ่งซึ่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศของป่าในแง่การกระจายพันธุ์ไม้ และกำจัดแมลง จึงควรศึกษาถึงความต้องการทางนิเวศวิทยาของนกปรอดเหล่านี้ในเรื่อง ความชอบพื้นที่อยู่อาศัย และการกิน เพื่อเป็นแนวทางที่ทำให้ทราบว่านกเหล่านี้อยู่รวมกันในพื้นที่ได้อย่างไร

พื้นที่ศึกษา

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ตั้งอยู่ที่เส้นรุ้งที่ 14°05′ ถึง 14°15′ เหนือ และเส้นแวงที่ 101°05′ ถึง 101°50′ ตะวันออก มีเนื้อที่ 2,168 ตารางกิโลเมตร (Kutintara and Pongumphai, 1982) โดยศึกษาในพื้นที่ 4 แบบ คือ ทุ่งหญ้า (grassland) บริเวณหนองผักชี, ป่ารุ่น (secondary forest) บริเวณมอสิงโต, ชายป่า (ecotone): แนวเชื่อมต่อระหว่างทุ่งหญ้ากับป่าดิบชื้น บริเวณโป่งชมรมเพื่อน และป่าดิบชื้น (evergreen forest) บริเวณดงกระทิงและดงเสือผ่าน

วิธีการ

วางแปลงขนาด 100x100 เมตร ในบริเวณทุ่งหญ้า ป่ารุ่น ชายป่า และป่าดิบชื้น บริเวณละ 2 แปลง ในแต่ละแปลงทำเส้นทางเดินสำรวจทั้งหมด 6 แนว แต่ละแนวห่างกัน 20 เมตร และทำเครื่องหมายบอกตำแหน่งไว้ทุกระยะ 20 เมตร เดินสำรวจตามเส้นทางเดินสำรวจทุกแปลง ๆ ละ 2 ครั้งต่อเดือน ในระหว่างเวลา 7.00 น. ถึง 9.00 น. บันทึกชนิดนกปรอดที่พบ จำนวนที่พบ จำนวนครั้งที่พบ ตำแหน่งที่หากินบนต้นไม้ ชนิดพืชอาหาร และพฤติกรรมเปรียบเทียบ

ความชอบพื้นที่อาศัยทั้ง 4 แบบ และเปรียบเทียบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินอาหารของนกปรอดในพื้นที่อยู่อาศัยทั้ง 4 แบบ โดยใช้ chi-square test และจำแนกชนิดพืชอาหาร

ผลการวิจัย

จากการสำรวจพบนกปรอดทั้งหมด 6 ชนิด คือ นกปรอดหัวโขนเคราแดง (*Pycnonotus jocosus*), นกปรอดเหลืองหัวจุก (*P. melanicterus*), นกปรอดคอลาย (*P. finlaysoni*), นกปรอดทอง (*P. atriceps*), นกปรอดโอ่งเมืองเหนือ (*Criniger pallidus*) และนกปรอดเล็กตาขาว (*Hypsipetes propinquus*)

ความชอบพื้นที่อาศัย

นกปรอดหัวโขนเคราแดงพบในทุ่งหญ้า ป่ารุ่น และชายป่า มีความชอบพื้นที่อาศัยทั้ง 3 แบบนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2=157.8, df=2, P<0.05) โดยพบบ่อยที่สุดในทุ่งหญ้า 59.3% นกปรอดเหลืองหัวจุกพบในทุ่งหญ้า ป่ารุ่น ชายป่า และป่าดิบชื้น และมีความชอบพื้นที่อาศัยทั้ง 4 แบบนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (χ^2=94.3, df=3, P<0.05) โดยพบบ่อยที่สุดที่ชายป่า 63.00% นกปรอดคอลายพบในป่ารุ่น และชายป่า และมีความชอบพื้นที่อาศัยทั้ง 2 แบบนี้เท่ากัน (χ^2=0.2, df=1, P>0.05) โดยพบในป่ารุ่น 55.52% และในชายป่า 44.44% นกปรอดโอ่งเมืองเหนือพบในชายป่า และป่าดิบชื้น และมีความชอบพื้นที่อาศัยทั้ง 2 แบบนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2=7.2, df=1, P<0.05) โดยพบในป่าดิบชื้น 61.48% และในชายป่า 38.51% ส่วนนกปรอดเล็กตาขาวพบในชายป่า และป่าดิบชื้น มีความชอบพื้นที่อาศัยทั้ง 2 แบบนี้เท่ากัน (χ^2=1.4, df=1, P>0.05) โดยพบในชายป่า 38.46% และป่าดิบชื้น 61.53% (ค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่ที่พบในพื้นที่อาศัยทั้ง 4 แบบ และค่า chi-square แสดงไว้ในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่ที่พบนกปรอดในแต่ละพื้นที่ และค่า chi-square ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ชนิดนกปรอด	จำนวนครั้งที่พบทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์ความถี่ที่พบ (%)				χ^2	df
		พื้นที่อาศัย					
		ทุ่งหญ้า	ป่ารุ่น	ชายป่า	ป่าดิบชื้น		
นกปรอดหัวโขนเคราแดง	388	59.28	29.12	11.60	0	157.8*	2
นกปรอดเหลืองหัวจุก	111	4.50	23.42	63.06	9.00	94.3*	1
นกปรอดคอลาย	18	0	55.52	44.44	0	0.2_{ns}	1
นกปรอดทอง**	1	0	100	0	0	-	-
นกปรอดโอ่งเมืองเหนือ	135	0	0	38.51	61.48	7.2*	1
นกปรอดเล็กตาขาว	26	0	0	38.46	61.53	1.4_{ns}	1

หมายเหตุ: * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%,
** จำนวนครั้งที่พบน้อยมากไม่สามารถทดสอบค่าทางสถิติได้

การกินอาหาร

จากการศึกษาพบว่านกปรอดกินทั้งผลไม้ และแมลงเป็นอาหาร และพบว่านกปรอดทุกชนิดมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงสูงกว่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินผลไม้ (ตารางที่ 2) จึงไม่สามารถเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของการกินผลไม้ในแต่ละพื้นที่ได้ ส่วนการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในแต่ละพื้นที่ของนกปรอดแต่ละชนิดนั้นได้ผลดังตารางที่ 3 นกปรอดหัวโขนเคราแดงมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในทุ่งหญ้า ชายป่า และป่ารุ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2=116.3, df=2, P<0.05) โดยกินแมลงบ่อยที่สุดในทุ่งหญ้า 65.1% นกปรอดเหลืองหัวจุกมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในทุ่งหญ้า ป่ารุ่น ชายป่า และป่าดิบชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2=39.76, df=3, P<0.05) โดยกินแมลงบ่อยที่สุดในชายป่า 60.4% นกปรอดโอ่งเมืองเหนือมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในชายป่า และป่าดิบชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2=4.3, df=1, P<0.05) โดยกินแมลงบ่อยที่สุดในดิบชื้น 62.7% และนกปรอดเล็กตาขาวมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในชายป่า และป่าดิบชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2=0.8, df=1, P>0.05) โดยกินแมลงในชายป่า 40% และป่าดิบชื้น 60% ส่วนนกปรอดคอลายนั้นพบจำนวนครั้งที่กินแมลงน้อยมากไม่สามารถบอกความแตกต่างทางสถิติได้

ตารางที่ 2. ความถี่และเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินอาหารประเภทต่าง ๆ ของนกปรอดในพื้นที่อาศัย 4 แบบ

พื้นที่อาศัยและชนิดนกปรอด	จำนวนครั้งที่พบทั้งหมด	ความถี่และเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินอาหาร (%)		
		ประเภทอาหาร		
		ผลไม้	แมลง	ไม่พบการกิน
1. ทุ่งหญ้า				
นกปรอดหัวโขนเคราแดง	230	0	149 (64.8)	81 (35.20)
นกปรอดเหลืองหัวจุก	5	0	1 (20)	4 (80)
2. ป่ารุ่น				
นกปรอดหัวโขนเคราแดง	113	0	62 (54.9)	51 (45.13)
นกปรอดเหลืองหัวจุก	26	0	14 (53.85)	12 (46.15)
นกปรอดคอลาย	10	0	1 (10)	9 (90)
3. ชายป่า				
นกปรอดหัวโขนเคราแดง	45	2 (4.45)	18 (40)	25 (55.55)
นกปรอดเหลืองหัวจุก	70	9 (12.9)	29 (41.4)	32 (45.70)
นกปรอดคอลาย	8	1 (12.5)	2 (25)	5 (62.5)
นกปรอดโอ่งเมืองเหนือ	52	5 (9.6)	25 48.1)	22 (42.30)
นกปรอดเล็กตาขาว	10	2 (20)	8 (80)	0
4. ป่าดิบชื้น				
นกปรอดเหลืองหัวจุก	10	1 (10)	4 (40)	5 (50)
นกปรอดโอ่งเมืองเหนือ	83	3 (3.6)	45 (50.6)	38 (45.80)
นกปรอดเล็กตาขาว	16	0	12 (45)	4 (25)

ตารางที่ 3. ความถี่และเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในพื้นที่อาศัยแบบต่าง ๆ ของนกปรอด และค่า chi-square ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ชนิดนกปรอด	จำนวนครั้งที่พบกินแมลงทั้งหมด	ความถี่และเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลง				χ^2	df
		พื้นที่อาศัย					
		ทุ่งหญ้า	ป่ารุ่น	ชายป่า	ป่าดิบชื้น		
นกปรอดหัวโขนเคราแดง	229	149 (65.1)	62 (27.1)	18 (7.8)	0	116.3*	2
นกปรอดเหลืองหัวจุก	48	1 (2.1)	14 (29.2)	29 (60.4)	4 (8.3)	39.8*	3
นกปรอดคอลาย**	3	0	1 (33.3)	22 (66.7)	0	-	-
นกปรอดโอ่งเมืองเหนือ	67	0	0	25 (37.3)	42 (62.7)	4.3*	1
นกปรอดเล็กตาขาว	20	0	0	8 (40)	12 (60)	0.8_{ns}	1

หมายเหตุ: * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%,
** จำนวนครั้งที่พบน้อยมากไม่สามารถทดสอบค่าทางสถิติได้

ชนิดพืชอาหาร

ชนิดพืชอาหารที่พบจากการสำรวจในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม 2540 พบทั้งหมด 10 ชนิด และได้จำแนกชนิดแล้ว 5 ชนิด คือ *Polyalthia montleyana*, หนอนขี้ควาย (*Gironniera nervosa*), สอยดาว (*Mallotus paniculatus*), อ้าหลวง (*Melastoma normale*), ตองตีบ (*Macaranga denticulata*) (Smitinand, 1980)

บทวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่านกปรอดชอบพื้นที่อาศัยแต่ละแบบแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าบางครั้งพบนกปรอดต่างชนิดอาศัยในพื้นที่แบบเดียวกันก็ตาม แต่นกปรอดแต่ละชนิดนั้นก็มีความชอบพื้นที่อาศัยเฉพาะของตนเองซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจของ McClure (1974) ที่รายงานไว้ว่า นกปรอดหัวโขนเคราแดงจะพบมากบริเวณทุ่งหญ้า นกปรอดเหลืองหัวจุกพบตั้งแต่ป่าข้างถนน เข้าไปถึงป่าริมลำธาร นกปรอดคอลายชอบอยู่เฉพาะบริเวณชายป่า นกปรอดโอ่งเมืองเหนือและนกปรอดเล็กตาขาวมักจะพบร่วมกันในชายป่าถึงป่าลึก ส่วนนกปรอดทองนั้นมักจะพบร่วมกับนกปรอดเหลืองหัวจุก

แต่มีจำนวนน้อย ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบนกปรอดชนิดนี้เพียง 1 ครั้งเท่านั้น ส่วนเรื่องการกินอาหารพบว่า นกปรอดทุกชนิดมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงสูงในพื้นที่ที่ชอบ แสดงว่านกปรอดเหล่านี้ใช้พื้นที่นั้น ๆ ในการหากินด้วย

บทสรุป

นกปรอดหัวโขนเคราแดงชอบทุ่งหญ้า และมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในพื้นที่อาศัยนี้มากที่สุด นกปรอดเหลืองหัวจุกชอบชายป่า และมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในพื้นที่อาศัยนี้มากที่สุด นกปรอดคอลายชอบป่ารุ่น และชายป่าเท่ากัน นกปรอดโอ่งเมืองเหนือชอบป่าดิบชื้น และมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในพื้นที่อาศัยนี้มากที่สุด นกปรอดเล็กดาขาวชอบชายป่า และป่าดิบชื้นเท่ากัน และมีเปอร์เซ็นต์ความถี่การกินแมลงในสองพื้นที่อาศัยนี้ไม่แตกต่างกันด้วย ส่วนชนิดพืชอาหารที่จำแนกแล้ว คือ *Polyalthia montleyana*, หนอนขี้ควาย, สอยดาว, อ้าหลวง และ ตองตีบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ. ดร. พิไล พูลสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขการเขียนบทความฉบับนี้ และขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541026 ซึ่งให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

KUTINTARA, U. AND S. PONGUMPHAI. 1982. Wildlife. Vol. IV. Khao Yai Ecosystem Project. Final Report of Forestry, Kasetsart Univ., Bangkok. 140 p.

MCCLURE, H. E. 1974. Some Bionomics of the Birds of Khao Yai National Park, Thailand Nat. Hist. Bull. Siam. Soc. 25(3-4): 133-136.

PERRINS, C. M. AND T. R. BIRKHEAD. 1983. Avain Ecology. Blackie and Son Ltd., New York. 221 p.

SMITINAND, T. 1980. Thai Plant Names (Botanical Names Vernacular Names). Royal Forest Dept., Bangkok. 379 p.

การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ศิริวรรณ นาคขุนทด
ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

A STUDY OF VOCALIZATION PATTERNS OF GREAT HORNBILLS (*BUCEROS BICORNIS*) AT KHAO YAI NATIONAL PARK

S. Nakkuntod
Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

A study of the vocalization patterns of Great Hornbills (*Buceros bicornis*) was conducted in Khao Yai National Park, Nakornratchasima Province from June 1997 to December 1998. Vocal recording and behavioral observation were used to study four pairs of hornbills at their nests. The characteristics of vocalization were analysed. Preliminary results showed that there were only "calls" recognized in the Great Hornbill vocal communication. The calls were characterized by 3 patterns: gok, gahang and gawa. These calls were classified into 4 different types, i.e. normal, before flying, duetting and aggressive calls. The study was done in 4 phases, i.e. pre-imprisonment, female imprisonment, female emergence and chick fledging. The Great Hornbills called most often during pre-imprisonment. The normal "gok" call was heard more often than other calls. The parameters used in the analysis were: frequency of the call, lowest and highest fundamental frequencies, number of harmonics, syllable duration and interval time between syllables. The frequencies of the calls, i.e. for "gok", ranged from 102.7-2,840.0 Hz and for "gahang" from 111.6-4,384.6 Hz. The lowest fundamental frequencies of "gok" ranged from 148.2-180.6 Hz and the highest from 280.3-319.5 Hz. The lowest fundamental frequencies of "gahang" ranged from 141.0-189.2 Hz and the highest from 295.1-363.1 Hz. The number of harmonics for "gok" and "gahang" was similar and varied from 8-9. The duration of each syllable of "gok" ranged from 0.094-0.146 sec and of each syllable of "gahang" from 0.270-0.778 sec. The interval time between each syllable of "gok" ranged from 1.997-2.829 sec and for "gahang" from 0.406-2.296 sec.

Key words: Great Hornbill, vocalization pattern, fundamental frequency, duration, time interval

บทนำ

นกเป็นสัตว์ที่ใช้เสียงร้องเป็นหลักในการติดต่อสื่อสารนอกเหนือจากการสื่อสารด้วยการมองเห็น ซึ่งเสียงร้องที่นกใช้จะได้เปรียบกว่าการแสดงด้วยท่าทาง การใช้กลิ่น หรือรูปแบบอื่น ๆ ของการติดต่อสื่อสารมาก เพราะเสียงสามารถเดินทางไปได้ไกล และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ในที่มืด ทำให้การติดต่อสื่อสารเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว นกมีเสียงร้องที่มีความแตกต่างของความถี่ค่อนข้างมากทั้งระดับเสียงสูง และเสียงต่ำ เสียงร้องของนกจะมีความแตกต่างกันเฉพาะตัวเพื่อใช้จดจำกันในชนิดเดียวกัน และเสียงร้องของนก ยังมีความผันแปรกันในแต่ละตัวอีกด้วย ในการติดต่อสื่อสารของนกโดยใช้เสียงร้องนี้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ผู้ส่งเสียง (souce of vocalization) ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อผู้รับ (receiver) หรือผู้ที่ได้ยินเสียง อิทธิพลดังกล่าวนี้เป็นการสื่อความหมายของเสียงและอาจถ่ายทอดควบคู่ไปกับการแสดงท่าทาง

การจดจำเสียงร้องของนกแต่ละตัวเป็นประโยชน์ต่อตัวนกเองอย่างมาก ทั้งในลักษณะโครงสร้าง หน้าที่ และความหมายซึ่งจะมีความแตกต่างกันระหว่างผู้ส่ง (sender) และผู้รับ การใช้เสียงติดต่อสื่อสารมี 3 องค์ประกอบหลัก คือ 1) คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเสียง ที่แสดงออกมาในรูปของคลื่นเสียง 2) ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการติดต่อสื่อสารจะได้ผลดีหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเช่นกัน 3) วิวัฒนาการกลไกต่าง ๆ ในตัวนกที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร โดยจะมีหลายรูปแบบแต่ถูกจำกัดโดยสายวิวัฒนาการของนกแต่ละชนิด การใช้เสียงสื่อสารจะใช้ในกลุ่มนกชนิดเดียวกันมากกว่าการใช้สื่อสารระหว่างชนิด (Van Zyl and Kemp, 1998) ซึ่งจะเป็นกลไกทางธรรมชาติที่สำคัญในการป้องกันการผสมพันธุ์ข้ามชนิดของสัตว์ ทั้งนี้เพื่อให้ชนิดพันธุ์นั้นยังคงสภาพอยู่ได้ (Marler and Hamilton, 1966)

เสียงร้องติดต่อ (call) ของนกเงือกเอเชีย สามารถใช้ในการจำแนกชนิดได้ โดยจะเห็นได้ว่านกเงือกจะส่งเสียงร้องดังซึ่งสามารถได้ยินเสียงง่าย และไกล บางชนิดร้องอยู่ใต้เรือนยอดต้นไม้ บางชนิดร้องอยู่เหนือเรือนยอด ซึ่งมีความสำคัญมากที่นกจะพัฒนาเสียงที่ส่งไปเพื่อใช้ติดต่อกันเป็นระยะทางไกล ๆ (Kemp, 1995) เพื่อใช้ในการประกาศอาณา

เขต หรือใช้ในการติดต่อสื่อสารกับคู่ของนกเอง (Haimhoff, 1986) การศึกษาที่ผ่านมามีการบันทึกเสียงร้องของนกเงือกแต่ละชนิด แล้วนำไปวิเคราะห์ในรูปแบบของกราฟ sonagram เพื่อจำแนกนกเงือกแต่ละชนิด (Kemp and Crowe, 1985; Kemp, 1988) และใช้เป็นส่วนหนึ่งในการจำแนกอนุกรมวิธานของนกเงือก ซึ่งสามารถจะนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์กับการจัดลำดับกับนกชนิดอื่น ๆ ได้ในอนาคต (Payne, 1983) ดังนั้นในการศึกษานี้จะนำไปสู่ความรู้ที่เป็นรูปแบบเสียงร้องต่าง ๆ ของนกกกแต่ละตัว ซึ่งจะเป็นความรู้ที่เกี่ยวโยงไปถึงการศึกษาทางด้านชีววิทยา นิเวศวิทยา และความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ของนก และเป็นพื้นฐานของการศึกษาในขั้นสูงต่อไป

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา ดำเนินงานภายในพื้นที่ศึกษาของโครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก ที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ขนาด 70 ตารางกิโลเมตร อยู่ที่เส้นรุ้งที่ 14° 15′-30′ เหนือ และเส้นแวงที่ 101° 20′-24′ ตะวันออก ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 400-1,060 เมตร (Poonswad, 1993) พื้นที่ในการวิจัย คือ บริเวณต้นโพรงรังของนกกก ซึ่งอยู่ในพื้นที่ป่าดิบชื้น

วิธีการ

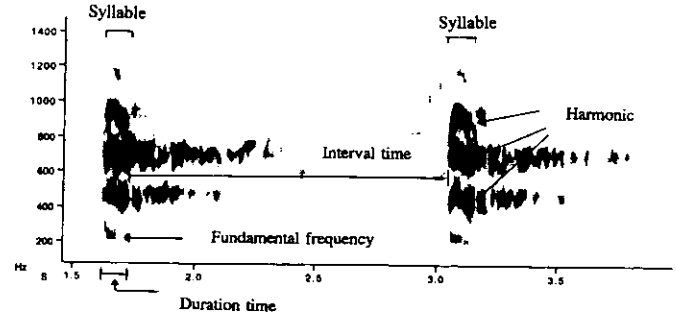
เลือกพื้นที่ที่สามารถจะพบเห็นนกกกได้ง่าย คือ ในบริเวณต้นโพรงรังของนก สร้างซุ้ม (blind) เพื่อพรางตัวเองจากการมองเห็นของนก บันทึกเสียงร้องของนกด้วยเครื่องบันทึกเสียงรุ่น WM-D6C walkman professional พร้อมม้วนเทป sony ขนาด 20 นาที และไมโครโฟนจำนวน 2 อัน โดยแต่ละอันติดตั้งอยู่ในจานพาราโบลา (parabolic reflector) ที่เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยรวมเสียง เพื่อให้เสียงที่เข้าไปในไมโครโฟนคมชัดมากขึ้น ไมโครโฟนจะถูกติดอยู่บนขาตั้งแบบ monopot ผูกติดไว้กับต้นไม้ หรือถือไว้ในมือ ให้อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับตัวนกมากที่สุด แหงนจานพาราโบลาเอียงด้านหน้าให้ตรงกับตัวนกที่กำลังส่งเสียงร้อง และไมโครโฟนต่ออยู่กับเครื่องบันทึกเสียงที่พร้อมจะบันทึกเสียงตลอดเวลา การบันทึกเสียงแต่ละครั้งจะเริ่มต้นตั้งแต่นกเริ่มร้อง จนกระทั่งนกหยุดร้อง จดบันทึกพฤติกรรมของนกที่สามารถมองเห็นได้ในขณะที่นกร้อง ระหว่างเวลา 06.00 ถึง 18.00 น. โดยแบ่งช่วงเวลาในการศึกษาดังนี้ 1) ช่วงก่อนตัวเมียปิดขังตัวเองศึกษาการเกี้ยวพาราสี การเตรียมรัง ควบคู่ไปกับการบันทึกเสียง 2) ช่วงตัวเมียปิดขังตัวเองอยู่ในโพรงรัง การศึกษาช่วงนี้รวมไปถึงระยะที่นกตัวเมียกกไข่ ลูกนกฟักออกเป็นตัว และเลี้ยงดูลูกอ่อน 3) ช่วงที่แม่นกออกจากโพรงรัง และ 4) ช่วงที่ลูกนกออกมาจากโพรงรัง ในการศึกษาทั้ง 4 ช่วงได้บันทึกเสียงร้องของนกตัวผู้ และนกตัวเมีย ขณะที่ส่งเสียงร้องพร้อมทั้งบันทึกพฤติกรรมควบคู่ไปด้วย

นำเสียงร้องของนกกกแต่ละตัวที่บันทึกได้ มาวิเคราะห์ในคอมพิวเตอร์ แมคอินทอชรุ่น performa 6200 โดยใช้โปรแกรม canary version 1.2 ในเบื้องต้นจะนำเสนอการวิเคราะห์เสียงในรูป spectrogram และใช้ parameter ในการวิเคราะห์ดังนี้ range of frequency, lowest and highest fundamental frequency (Hz), จำนวน hamonic, duration time (sec) และ interval time (sec) (ภาพที่ 1)

ผลการวิจัย

จากการเฝ้าสังเกตพฤติกรรม และบันทึกเสียงร้องของนกกก พบว่า นกกกเกาะร้องอยู่ที่ระดับเรือนยอดสูงจากพื้นดิน 30-40 เมตร และเกาะร้องอยู่นาน 1-3 นาที ซึ่งรูปแบบของเสียงร้องที่ได้ยินในธรรมชาติมี 3 แบบอย่างหลัก ๆ ได้แก่ กก..กก.., กาฮัง กาฮัง และ กาวะ กาวะ ซึ่งจำแนกได้ 4 ประเภท คือ

1. เสียงร้องปกติ (normal call) แบบอย่างของเสียงคือ กก..กก..กก (ภาพที่ 2a)



ภาพที่ 1. รูปแบบของ spectrogram ของเสียงร้องของนกกก

2. เสียงร้องก่อนที่นกจะบิน (before flying call) แบบอย่างของเสียงคือ กก..กก.....กาฮัง กาฮัง (ภาพที่ 2b)

3. เสียงร้องประสานกัน (duetting call) จะคล้ายกับเสียงร้องก่อนบิน แต่นกตัวผู้และตัวเมียจะร้องสลับกันและจบลงพร้อมกัน ส่วนมากนกตัวผู้จะร้องก่อน ฟังดูคล้ายเสียงเดียวกัน

4. เสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) เป็นเสียงร้องที่ดังมาก ร้องรัว และจะแสดงท่าทางประกอบด้วย แบบอย่างของเสียงคือ กาฮัง..กาฮัง และ กาวะ..กาวะ (ภาพที่ 2c)

การศึกษาวิจัยได้ศึกษาเสียงร้องของนกใน 4 ช่วงเวลาดังนี้

ช่วงก่อนตัวเมียปิดขังตัวเอง

เป็นช่วงก่อนที่นกตัวเมียจะเข้าโพรงเพื่อวางไข่ ระหว่างเดือนธันวาคม ถึงเดือนมกราคม โดยนกตัวผู้จะบินนำนกตัวเมียมาเกาะใกล้ ๆ บริเวณต้นโพรงรัง และนกตัวผู้จะบินไปรอบต้นโพรงรัง และบินเข้าออกที่โพรงรังบ่อย ๆ และจะบินไปเกาะร้อง เมื่อตัวเมียร้องตอบ ตัวผู้ก็จะบินเข้าไปสำรวจในโพรงรัง และจะบินออกมาเกาะที่กิ่งไม้ใกล้บริเวณรัง ตัวผู้จะป้อนอาหารตัวเมีย และจะเกาะนิ่ง พร้อมทั้งส่งเสียงร้อง และตัวเมียก็จะส่งเสียงร้องประสานกันด้วย และบินออกไปจากบริเวณรังพร้อมกับร้องรัวทั้ง 2 ตัว โดยในช่วงนี้ทั้งตัวผู้และตัวเมียจะใช้เสียงติดต่อกันมากที่สุด และจากการวิเคราะห์เบื้องต้น พบว่าเสียงร้องของตัวผู้มี 8-9 ฮาร์โมนิกทุกช่วงเวลา เสียง "กก" มีความถี่อยู่ในช่วง 102.7-2,840.0 Hz เสียง "กาฮัง" อยู่ในช่วง 112.9-3,953.6 Hz (ตารางที่ 1) ความถี่แรกของเสียง (fundamental frequency) ค่าต่ำสุดและสูงสุด ของเสียง "กก" อยู่ในช่วง 150.2-305.4 Hz เสียง "กาฮัง" อยู่ในช่วง 141.0-330.8 Hz ระยะเวลาของแต่ละคำ (duration time) ของเสียง "กก" ใช้เวลา 0.094-0.115 วินาที เสียง "กาฮัง" ใช้เวลา 0.270-0.5 วินาที และระยะเวลาห่างของแต่ละคำ (interval time) ของเสียง "กก" ใช้เวลา 2.0-2.378 วินาที เสียง "กาฮัง" ใช้เวลา 0.639-1.042 วินาที (ตารางที่ 2-3)

ช่วงตัวเมียปิดขังตัวเองอยู่ในโพรงรัง

เป็นช่วงที่ตัวเมียออกไข่ กกไข่ และเลี้ยงดูลูกอ่อน ซึ่งอยู่ในช่วง 4 มกราคม ถึง 8 เมษายน โดยช่วงนี้นกตัวผู้จะส่งเสียงร้องเพียงตัวเดียว โดยนกตัวผู้จะนำอาหารมาป้อนตัวเมีย และลูก แล้วจะบินออกไปเกาะอยู่ห่างรังประมาณ 10 เมตร และความถี่ของการส่งเสียงร้องจะน้อยลงจากช่วงแรก พบว่า เสียง "กก" มีความถี่อยู่ในช่วง 106.1-1,907.3 Hz เสียง "กาฮัง" อยู่ในช่วง 138.2-3,171.4 Hz (ตารางที่ 1) ความถี่แรกมีค่าต่ำสุดและสูงสุดของเสียง "กก" อยู่ในช่วง 148.2-313.4 Hz เสียง "กาฮัง" อยู่ในช่วง 150.7-322.0 Hz ระยะเวลาของแต่ละคำของเสียง "กก" ใช้เวลา 0.097-0.117 วินาที เสียง "กาฮัง" ใช้เวลา 0.653-0.778 วินาที และระยะเวลาห่างของแต่ละคำของเสียง "กก" ใช้เวลา 1.977-2.381 วินาที เสียง "กาฮัง" ใช้เวลา 0.406-0.468 วินาที (ตารางที่ 2-3)

ช่วงตัวเมียออกจากโพรงรัง

เป็นช่วงที่นกตัวเมียออกจากโพรงรังมาช่วยนกตัวผู้หาอาหารมาป้อนลูกนกที่ยังอยู่ในรัง อยู่ในช่วง 9 เมษายน ถึง 17 พฤษภาคม โดยที่ตัวผู้กับตัวเมียจะไปหาอาหารพร้อมกัน และกลับมาบริเวณรังพร้อมกัน เมื่อป้อนอาหารเสร็จแล้วนกจะบินออกมาเกาะอยู่ใกล้ ๆ กันและส่งเสียงร้อง ตัวผู้จะส่งเสียงร้องก่อน ตัวเมียก็จะร้องประสานและจบลงพร้อมกัน พบว่า เสียง "กก" มีความถี่อยู่ในช่วง 107.5-233.8 Hz เสียง "กาฮัง" อยู่ในช่วง 111.6-4,384.6 Hz (ตารางที่ 1) ความถี่แรกมีค่าต่ำสุดและสูงสุดของเสียง "กก" อยู่ในช่วง 172.1-313.4 Hz เสียง "กาฮัง" อยู่ในช่วง 172.1-354.3 Hz ระยะเวลาของแต่ละคำของเสียง "กก" ใช้เวลา 0.117-0.131 วินาที เสียง "กาฮัง" ใช้เวลา 0.320-0.641 วินาที และระยะเวลาห่างของแต่ละคำของเสียง "กก" ใช้เวลา 2.042-2.829 วินาที เสียง "กาฮัง" ใช้เวลา 0.560-2.197 วินาที (ตารางที่ 2-3)

ช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง

หลังวันที่ 18 พฤษภาคม เมื่อลูกนกออกจากโพรงแล้ว จะเกาะอยู่ใกล้ ๆ บริเวณรัง และใกล้กับพ่อแม่นก ซึ่งในช่วงนี้ นกทั้งตัวผู้และตัวเมียจะส่งเสียงร้อง กาฮัง..กาฮัง หรือ กาวะ..กาวะ เมื่อมองเห็นสิ่งผิดปกติปรากฏใกล้ตัว และจะแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวใช้เสียงร้องประกอบท่า เวลานกบินออกไปหาอาหารจะไปด้วยกัน และจะกลับมาอยู่ในบริเวณรังจนกระทั่งถึงฤดูผสมพันธุ์ในปีต่อไป ลูกนกก็จะแยกไปหาอาหารเอง พบว่า เสียง "กก" มีความถี่อยู่ในช่วง 149.5-

1,773.1 Hz เสียง "กาฮัง" อยู่ในช่วง 141.9-4,049.1 Hz (ตารางที่ 1) ความถี่แรกมีค่าต่ำสุดและสูงสุดของเสียง "กก" อยู่ในช่วง 178.7-296.6 Hz เสียง "กาฮัง" อยู่ในช่วง 158.7-363.1 Hz ระยะเวลาของแต่ละคำของเสียง "กก" ใช้เวลา 0.148 วินาที เสียง "กาฮัง" ใช้เวลา 0.587-0.604 วินาที และระยะเวลาห่างของแต่ละคำของเสียง "กก" ใช้เวลา 2.124 วินาที เสียง "กาฮัง" ใช้เวลา 0.874-2.296 วินาที (ตารางที่ 2-3)

ตารางที่ 1. ช่วงความถี่ต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคทั้งหมดของเสียงร้องของนกกกตัวผู้ แบบอย่างเสียง "กก" และ "กาฮัง" A = ช่วงก่อนตัวเมียปิดขังตัวเอง, B = ช่วงตัวเมียปิดขังตัวเอง, C = ช่วงที่ตัวเมียออกจากโพรงรัง และ D = ช่วงลูกนกออกจากรัง

Nest #	No. of harmonic	Range of frequency (Hz)			
		A	B	C	D
แบบอย่างเสียง "กก"					
GH 8	8	125.6-1,811.0	106.1-1,499.6	120.2-1,275.8	ND
GH 12	8	152.2-2,840.0	115.6-1,907.3	107.5-1,919.0	ND
GH 33	9	102.7-1,224.5	127.1-1,234.0	133.9-2,338.0	149.5-1,773.1
GH 36	9	ND	148.9-1,836.7	ND	ND
แบบอย่างเสียง "กาฮัง"					
GH 8	9	151.8-2,851.3	138.2-1,834.2	111.6-1,353.1	151.2-3,729.1
GH 12	8	162.6-3,953.6	151.7-3,171.4	149.0-1,900.7	ND
GH 33	9	112.9-1,526.0	ND	ND	141.9-2,140.1
GH 36	9	ND	ND	149.9-4,384.6	160.7-4,049.1

ตารางที่ 2. การวิเคราะห์ความถี่แรกต่ำสุดและสูงสุดของเสียงร้องของนกกกตัวผู้ แบบอย่างเสียง "กก" และ "กาฮัง" A = ช่วงก่อนตัวเมียปิดขังตัวเอง, B = ช่วงตัวเมียปิดขังตัวเอง, C = ช่วงตัวเมียออกจากโพรงรัง และ D = ช่วงลูกนกออกจากรัง

Nest #	Lowest fundamental frequency (Hz)				Highest fundamental frequency (Hz)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
แบบอย่างเสียง "กก"								
GH 8	159.1±18.5	150.7 ± 12.7	178.8±18.0	ND	280.3±18.5	292.8±7.7	304.9±20.8	ND
n	35	86	75		35	86	75	
GH 12	184.5±11.3	148.2 ± 14.5	172.1±34.8	ND	305.4±70.1	313.4±49.0	313.4±49.0	ND
n	39	43	72		39	43	72	
GH 33	150.2±12.4	155.0±7.9	180.6±13.3	178.7±11.8	298.1±6.8	299.3±9.2	308.4±22.2	296.6±12.1
n	55	29	59	48	55	29	59	48
GH 36	ND	173.4±14.3	ND	ND	ND	299.2±13.1	ND	ND
n		52				52		
แบบอย่างเสียง "กาฮัง"								
GH 8	179.3±21.3	150.7±19.4	173.6±36.8	189.2±14.9	295.8±8.1	322.0±49.5	313.8±25.8	318.9±33.9
n	8	7	6	49	8	7	6	49
GH 12	183.7±14.8	183.8±20.8	180.5±23.4	ND	330.8±30.6	314.2±34.4	354.3±24.6	-
n	16	7	15		16	7	15	
GH 33	141.0±17.8	-	-	158.7±18.4	307.6±9.01	-	-	295.1±11.4
n	14			9	14			9
GH 36	-	-	172.1±8.8	187.0±11.2	-	-	336.2±21.4	363.1±23.8
n			44	43			44	43

ตารางที่ 3. การวิเคราะห์ระยะเวลาในแต่ละคำ และระยะเวลาห่างของแต่ละคำของเสียงร้องของนกกกตัวผู้ แบบอย่างเสียง "กก" และ "กาฮัง" A = ช่วงก่อนตัวเมียปิดขังตัวเอง, B = ช่วงตัวเมียปิดขังตัวเอง, C = ช่วงตัวเมียออกจากโพรงรัง และ D = ช่วงลูกนกออกจากรัง

Nest #	Duration time (sec)				Interval time (sec)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
แบบอย่างเสียง "กก"								
GH 8	0.096±0.02	0.109±0.01	0.117±0.02	ND	2.043±0.5	2.381±0.6	2.042±0.8	ND
n	37	88	80		37	87	80	
GH 12	0.115±0.02	0.117±0.01	0.125±0.01	ND	2.0±0.4	2.038±0.3	2.116±1.0	ND
n	39	43	73		39	43	72	
GH 33	0.094±0.01	0.097±0.01	0.131±0.01	0.146±0.1	2.378±1.01	1.977±0.3	2.829±3.2	2.124±1.5
n	56	28	96	48	56	28	96	48
GH 36	ND	0.099±0.01	ND	ND	ND	2.127±0.4	ND	ND
n		52				51		
แบบอย่างเสียง "กาฮัง"								
GH 8	0.396±0.1	0.653±0.2	0.496±0.2	ND	1.034±0.3	0.468±0.3	0.579±0.1	ND
n	8	8	6		7	7	5	
GH 12	0.5±0.3	0.778±0.1	0.320±0.2	ND	1.042±0.6	0.406±0.1	0.560±0.6	ND
n	8	8	17		7	7	16	
GH 33	0.270±0.213	ND	ND	0.604±0.2	0.639±1.6	ND	ND	0.874±0.5
n	31			9	28			8
GH 36	0.293±0.2	ND	0.641±0.06	0.587±0.1	0.894±0.3	ND	2.197± 0.8	2.296±1.1
n	12		42	44	11		41	43

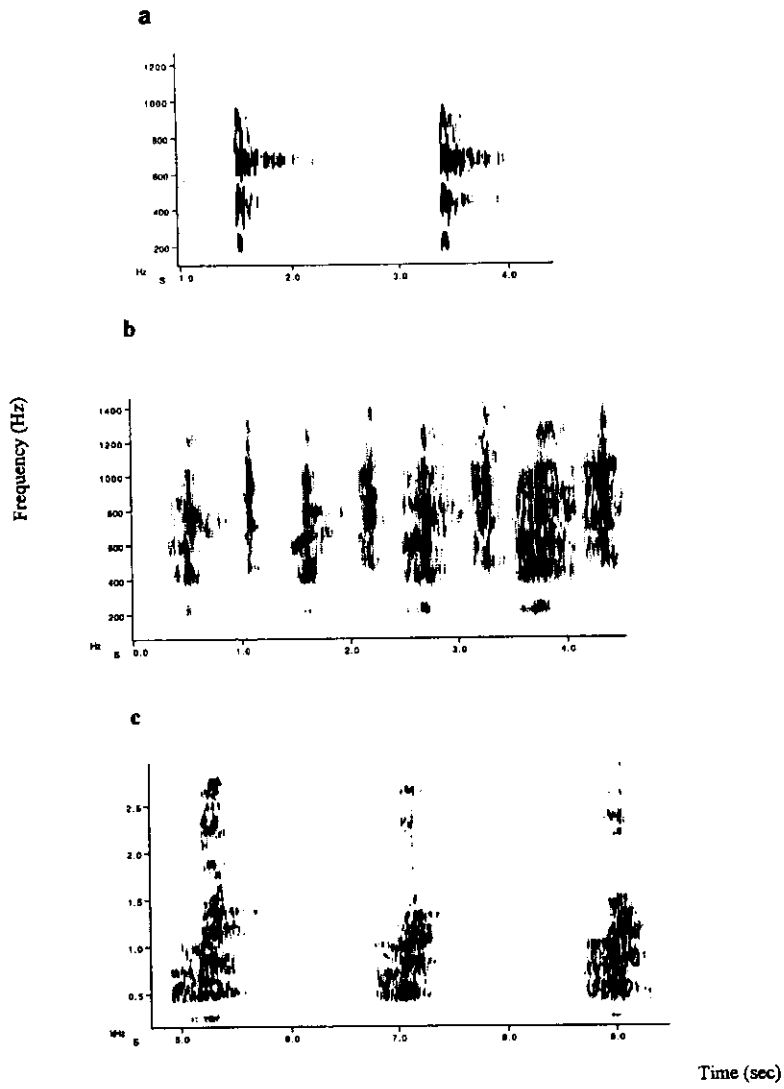
บทวิจารณ์

ผลจากการศึกษาด้านพฤติกรรมการทำรังในช่วงฤดูสืบพันธุ์ของนกกก พบว่า ทั้งตัวผู้ และตัวเมียมีพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกับที่ Poonswad (1993) ศึกษาไว้คือนกตัวผู้ บินนำนกตัวเมียมาที่รัง จนตัวเมียเข้าโพรงรังปิดขังตัวเองออกไข่ เลี้ยงดูลูกอ่อน และตัวเมียออกจากรังเพื่อช่วยตัวผู้หาอาหาร จนกระทั่งลูกนกออกจากรัง

จากการศึกษาเสียงร้องของนกกก พบว่า ความถี่แรก (fundamental frequency) ของเสียง "กก" ของนกกตัวผู้ในช่วงฤดูสืบพันธุ์ มีการวิเคราะห์ได้ค่าต่ำสุดเท่ากับ 148.2 Hz นั้นมีค่าต่ำกว่าที่ Van Zyl and Kemp (1998) วิเคราะห์ไว้คือ 261 Hz ทั้งนี้เสียงที่นำมาวิเคราะห์นั้น เป็นเสียงนกที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เหมือนกัน แต่ Van Zyl and Kemp (1998) ไม่ได้ระบุเพศ และช่วงเวลาในการบันทึกเสียง

จากการศึกษา พบว่าขณะที่นกกกส่งเสียงร้อง ชอบเกาะอยู่ที่ระดับเรือนยอด และตำแหน่งที่เกาะสูงจากพื้นดินประมาณ 30-40 เมตร แบบอย่างของเสียงร้องคือ กก..กก และเกาะร้องอยู่นาน 1-3 นาที ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Van Zyl and Kemp (1998) ที่พบว่า นกเงือกที่อาศัยอยู่ในป่าดงดิบชื้น ชอบเกาะอยู่ในระดับเรือนยอดของป่า และส่งเสียงร้องเป็นช่วงระยะเวลาที่นาน

จากการศึกษาของ สุรกานต์ และนริทธิ์ (2539) พบว่านกปรอดหัวโขนมีเสียงร้อง 2 ประเภท คือเสียงร้องติดต่อ (calls) และเสียงร้องเพลง (subsongs) เสียงร้องจะแตกต่างกันในแต่ละพฤติกรรม ซึ่งมีทั้งหมด 355 รูปแบบ และนกจะส่งเสียงร้องมากในตอนเช้ามืดถึงช่วง 9.00 น. แต่ในการศึกษานกกก พบว่านกกกมีเฉพาะเสียงร้องติดต่อเท่านั้น และนกกกจะส่งเสียงร้องมากในช่วงก่อนตัวเมียปิดขังตัวเอง เป็นแบบเสียง กก..กก..กก.. หรือ กก..กก..กก.....กาฮัง กาฮัง และเสียงร้องจะน้อยลงในช่วงตัวเมียปิดขังตัวเอง และช่วงลูกออกจากรังจะเป็นแบบเสียง กาฮัง กาฮัง หรือ กาวะ กาวะ



ภาพที่ 2. a) spectrogram ของเสียงร้องนกกกที่เป็นเสียง กก..กก.. b) spectrogram ของเสียงร้องนกกกตัวผู้และตัวเมียร้องประสานกันที่เป็นเสียง กก..กก.... กาฮัง กาฮัง c) spectrogram ของเสียงร้องนกกกที่เป็นเสียง กาฮัง กาฮัง (spectrogram ที่ได้จะ set ค่า filter bandwidth ที่ 176.47 Hz, grid resolution time 11.5 ms, grid resolution frequency 43.47 Hz และ frame lenght 512 points)

บทสรุป

เสียงร้องของนกกกแบ่งตามการได้ยินในธรรมชาติได้เป็น 3 แบบอย่างคือ กก..กก กาฮัง กาฮัง และ กาวะ กาวะ และจำแนกควบคู่ไปกับการแสดงพฤติกรรมได้ 4 ประเภท คือ เสียงร้องปกติ เสียงร้องก่อนที่จะบิน เสียงร้อง

ประสานกัน และเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว ในแต่ละช่วงเวลาคือ ในช่วงก่อนนกตัวเมียปิดขังตัวเอง จะพบเสียงร้องทั้ง 3 ประเภทแรก ซึ่งนกจะร้องบ่อยครั้งมาก ช่วงตัวเมียปิดขังตัวเอง จะพบเสียงร้อง 2 ประเภทแรกเป็นเสียงของตัวผู้ตัวเดียว ในช่วงตัวเมียอยู่นอกโพรงรัง จะพบเสียงร้องเหมือนกับช่วงก่อนนกตัวเมียปิดขังตัวเอง แต่ร้องไม่บ่อย และช่วงลูกนกออกจากรัง จะพบเสียงร้องทั้ง 4 ประเภท และเสียงประเภทที่ 4 ในช่วงนี้นกจะร้องบ่อยครั้งมากกว่าทุก ๆ แบบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พิไล พูลสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และ อาจารย์วิจักขณ์ ฉิมโฉม ที่ให้ความรู้ และคำแนะนำในการทำวิจัย และขอขอบคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541025 ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สุรกานต์ ยัคฆบุตร และนริทธิ์ สีตะสุวรรณ. 2539. การสื่อสารด้วยเสียงของนกปรอด, หน้า 81-87. ในสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทยปีที่ 5. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

HAIMOFF, E. H. 1986. A spectrographic analysis of the loud calls of Helmeted hornbills (*Rhinoplax vigil*). IBIS 129: 319-326.

KEMP, A. C. 1988. The systematics and zoogeography of oriental and Australasian hornbills (Aves: Bucerotidae). Bonner Zoologische Beitr. 39: 315-345.

KEMP, A. C. 1995. The hornbills. Oxford University Press, Oxford. UK. 302 p.

KEMP, A. C. AND T. M. CROWE. 1985. The systematics and zoogeography of afrotropical hornbills (Aves: Bucerotidae). pp. 279-324. In SCHUCHMANN, K. L. (ed.), Proceedings of the International Symposium on African Vertebrates. Zoologische Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn.

MARLER, P. AND W. J. HAMILTON. 1966. Mechanisms of animal behaviour. Toppan Co. Ltd., Tokyo, Japan. 771 p.

PAYNE, R. B. 1983. Bird songs and avian systematics. pp. 87-126. In JOHNSTONE, R. F. (ed.), Current Ornithology. Vol. 3. Plenum Press, New York.

POONSWAD, P. 1993. Comparative ecology of sympatric hornbills (Bucerotidae) in Thailand. Ph.D. Thesis. Osaka City Univ., Osaka, Japan. 316 p.

VAN ZYL, A. J. AND A. C. KEMP. 1998. A comparative study of the loud calls of some Asian hornbills. pp. 171-180. In POONSWAD (ed.), The Asian hornbills: ecology and conservation. The Thai Studies in Biodiversity No. 2: 1-336.

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเลือกกินอาหารของนกเงือก 3 ชนิด ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี

กนิษฐา อุ่ยถาวร

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

A COMPARATIVE STUDY ON FOOD SELECTION OF SYMPATRIC HORNBILL SPECIES (AVES: BUCEROTIDAE) DURING THEIR BREEDING SEASON IN HUAI KHA KHAENG WILDLIFE SANCTUARY, UTHAI THANI PROVINCE

K. Ouithavorn

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

A comparative study of food selection of three sympatric hornbill species (the Great Hornbill, *Buceros bicornis*, the Brown Hornbill, *Ptilolaemus tickelli,* and the Rufous-necked Hornbill, *Aceros nipalensis*) during their breeding season in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Uthai Thani Province was undertaken from November 1998 to October 1999. The main objectives were to study the diversity of food types, to compare food selection between hornbill species and to study fruit food tree phenology. Observations in blinds at nest trees were carried out at 4 day intervals throughout the breeding season. Food types brought to the broods by males were observed by telescope and recorded with emphasis on identity and the total number of items. Food samples were collected and weight, size, color, and sugar level were recorded for analysis of total food quantity consumption and the relation between food selection and these characteristics. A 3 km trail in the study area was established for fruit food tree tagging. These trees were monitored weekly for phenology and this which was related to food selection of hornbills. This research provides information for hornbill food resource management, which is an essential base for effective hornbill conservation.

Key words: Bucerotidae, food selection, phenology, conservation, hornbills

บทนำ

นกเงือกเอเชียจัดเป็นนกในอันดับ Bucerotiformes วงศ์ Bucerotidae มีจำนวนทั้งสิ้น 31 ชนิด นกเงือกเอเชียทุกชนิด มีถิ่นอาศัยอยู่ในป่าเขตร้อน ปรับตัวอยู่อาศัยบนต้นไม้ พบแพร่กระจายอยู่ในป่าดงดิบในแถบที่ราบลุ่ม ไปจนถึงยอดเขาสูง โดยทั่วไปจะเป็นนกกินผลไม้ แต่จะปรับตัวเป็นนกที่กินผลไม้และสัตว์มากขึ้นในช่วงฤดูผสมพันธุ์ นกเงือกเอเชียมีลักษณะเฉพาะในการทำรัง กล่าวคือ เมื่อถึงช่วงฤดูผสมพันธุ์ จะเลือกทำรังอยู่ในโพรงไม้บนต้นไม้ขนาดใหญ่ โดยตัวเมียจะเข้าไปอยู่ในโพรงไม้เพื่อวางไข่ แล้วปิดปากโพรงด้วยมูลของมัน ผสมกับเศษดินภายในโพรง และอาหารที่สำรอกออกมา เหลือเพียงช่องแคบเล็ก ๆ เป็นทางผ่านให้ตัวผู้หาอาหารมาป้อนตัวเมีย และลูกนก จนกระทั่งลูกนกเจริญเติบโต จนพร้อมจะออกจากรัง จากลักษณะดังกล่าว จึงจัดว่านกเงือกยังคงความเป็นนกที่มีชีววิทยาการสืบพันธุ์แบบโบราณ ซึ่งจำเป็นต้องอยู่อาศัยในป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ และมีต้นไม้ขนาดใหญ่ แต่จากสถานการณ์ปัจจุบัน พื้นที่ป่าไม้ในป่าเขตร้อนของโลก โดยเฉพาะในทวีปเอเชีย ได้ถูกบุกรุกทำลายจนลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว จึงทำให้นกเงือกเอเชียทุกชนิดล้วนตกอยู่ในสถานภาพที่เสี่ยงต่อภาวะใกล้สูญพันธุ์ และถูกคุมคามทั้งสิ้น และเนื่องจากนกเงือกมีลักษณะทางนิเวศวิทยา และชีววิทยาที่ต้องดำรงชีวิตขึ้นกับต้นไม้ขนาดใหญ่ จึงส่งผลกระทบอย่างรุนแรง การศึกษาเกี่ยวกับนกเงือกจึงมีความจำเป็น โดยเฉพาะการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างนกเงือกกับถิ่นที่อยู่ แหล่งอาหาร และชนิดอาหาร ซึ่งจะสามารถนำมาใช้ในการจัดการ และอนุรักษ์นกเงือกให้ดำรงชีวิตอยู่ในป่าธรรมชาติได้

การวิจัยครั้งนี้ จะทำการศึกษาเปรียบเทียบการเลือกกินอาหารของนกเงือก 3 ชนิด ซึ่งเป็น sympatric species ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง คือ นกกก (*Buceros bicornis*), นกเงือกสีน้ำตาล (*Ptilolaemus tickelli*) และนกเงือกคอแดง (*Aceros nipalensis*) โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2541 ถึงเดือนตุลาคม 2542 นกเงือกสองชนิดแรก จัดเป็นนกที่อยู่ในสถานภาพเสี่ยงต่อสภาวะใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable species) ส่วนนกเงือกคอแดง จัดเป็นชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์ (endangered species) ซึ่งในประเทศไทยมีขอบเขตการแพร่กระจายแคบ และเหลือจำนวนอยู่น้อยมาก แต่ก็ยังคงพบได้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

พื้นที่ศึกษา

การเก็บข้อมูลภาคสนาม ดำเนินการบริเวณป่าดงดิบแล้ง และป่าดงดิบเขาบริเวณเขาเขียว ระหว่างเส้นรุ้ง ที่ 15°27´ ถึง 15°29´ เหนือ และเส้นแวง ที่ 99°19´ ถึง 99°21´ ตะวันออก ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง อำเภอบ้านไร่ และอำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ดังภาพที่ 1 จากสถิติทางอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ ตั้งแต่ปี 2525-2535 พบว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมตลอดปี 1,481.33 มิลลิเมตร และมีอุณหภูมิเฉลี่ยรอบปี 24.88 °C (สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ, 2536) พื้นที่ศึกษามีระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 700-1,200 เมตร และมีสภาพพืชพรรณเป็นป่าดงดิบแล้ง และป่าดงดิบเขา

วิธีการ

การศึกษาการกินอาหาร

การเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปนิสัยการกินอาหารของนกเงือก โดยการเฝ้าสังเกตในซุ้มบังไพรใกล้บริเวณรังนกเงือกทั้ง 3 ชนิด ตลอดช่วงฤดูผสมพันธุ์ ตั้งแต่นกตัวเมียเริ่มปิดปากโพรงจนถึงเวลาที่ลูกนกออกจากรัง หรือประมาณช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนกรกฎาคม ตั้งแต่เวลา 7.00-17.00 น. ในทุก ๆ รอบ 4-7 วัน บันทึกชนิด ลักษณะ และจำนวนอาหารที่ตัวผู้นำมาป้อน เพื่อการศึกษาความหลากหลายของชนิดอาหาร และการเลือกกินอาหารของนกเงือกทั้ง 3 ชนิด โดยการบันทึกชนิดและจำนวนซึ่งสามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนด้วย telescope หากไม่สามารถจำแนกได้ จะเก็บตัวอย่างที่ใกล้เคียง โดยใช้แผงอัดพรรณไม้ เพื่อนำไปจำแนกชนิดอาหารต่อไป รวมทั้งเก็บตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดนำมาวัดขนาด, น้ำหนัก, วัดปริมาณน้ำตาล และบันทึกสี เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างของอาหารแต่ละชนิดกับการเลือกกินของนกเงือกต่อไป

การศึกษาสังคมพืชและชีพลักษณ์ของพืชอาหาร

การศึกษาสังคมพืชอาหาร บริเวณ 2 ข้างทางเดินเท้าภายในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะทาง 3 กิโลเมตร โดยกำหนดขอบเขตแปลงขนาด 10x10 ตารางเมตร จำนวน 100 แปลง (คิดเป็นพื้นที่รวม 1 เฮคแตร์) และสุ่มตัวอย่างแปลงแบบสม่ำเสมอ (systematic sampling) ตามวิธีของสถิตย์ (2525) ติดหมายเลขต้นไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกขนาด 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปทุกต้น จำแนก และบันทึกชนิด วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูง รวมทั้งศึกษาชีพลักษณ์ของพืชอาหาร เพื่อหาช่วงเวลาออกผลของพืชอาหารแต่ละชนิด ในระยะ 10 เมตร ทั้ง 2 ข้างทางเดินเท้า ติดหมายเลขพืชอาหารที่พบทุกชนิด บันทึกชนิด วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก และความสูง สังเกตและบันทึกช่วงเวลาออกดอก ผลดิบ ผลสุก และผลหล่นจากต้น ในทุกรอบ 1 อาทิตย์ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสำคัญ และการออกผล กับการเลือกกินผลไม้ระหว่างนกเงือกทั้ง 3 ชนิดต่อไป

การตรวจเอกสาร

อุปนิสัยและการปรับตัวในการกินอาหาร

นกเงือกเอเชียเป็นนกที่มีถิ่นอาศัยในป่าเขตร้อนซึ่งมีพืชพรรณอุดมสมบูรณ์ มีสภาพภูมิอากาศค่อนข้างคงที่ และมีปริมาณน้ำฝนสูง ป่าประเภทนี้จึงมีลักษณะเด่น คือ มีผลไม้ ซึ่งเป็นพืชอาหารของนก และสัตว์อื่น ๆ สลับกันออกผลตลอดปี (Dorst, 1974) นกเงือกเอเชียมีอุปนิสัยในการกินอาหาร คือ จะกินผลไม้เป็นอาหารหลัก แต่ก็สามารถกินสัตว์ได้ด้วย และจะเพิ่มปริมาณการกินอาหารประเภทสัตว์มากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงฤดูผสมพันธุ์ (Poonswad *et al.*, 1986)

เนื่องจากนกเงือกเอเชียมีการปรับตัวในการดำรงชีวิต และการอยู่อาศัยบนเรือนยอดไม้ และกินผลไม้เป็นอาหารหลัก ดังนั้นจึงมีการปรับตัวในการกินอาหาร โดยการมีจงอยปากยาว ใหญ่ และแข็งแรง เพื่อให้สามารถยื่นถึงผลไม้ที่อยู่ตามกิ่งอ่อนบนพุ่มเรือนยอด ซึ่งไม่สามารถจะทานต่อน้ำหนักตัวของมันได้ (Mall, 1971) ขณะหาอาหาร นกเงือกจะกระโดดไปตามกิ่งไม้ จากกิ่งหนึ่งไปยังอีกกิ่งหนึ่ง หรือกระพือปีกบินใกล้ ๆ เพื่อปลิดขั้วผลไม้กินอย่างเชื่องช้า บางครั้งก็โยนผลไม้ขึ้นไปในอากาศ ก่อนที่จะกลืนลงไป สำหรับอาหารประเภทสัตว์ต่าง ๆ นกเงือกจะใช้จงอยปากฟาดเหยื่อ

กับกิ่งไม้ให้ตายก่อนที่จะกิน นกเงือกจะกลืนอาหารเข้าไปทั้งหมด และจะสำรอกส่วนที่ย่อยไม่ได้ออกมา เช่น เมล็ดผลไม้ เปลือกแข็งหุ้มตัวสัตว์ หรือกระดูกสัตว์ เป็นต้น (Austin, 1961)

Poonswad (1993a) ได้ศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก 4 ชนิด ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ คือ นกกก, นกเงือกกรามช้าง, นกเงือกสีน้ำตาล และนกแก๊ก (ตารางที่ 1) พบว่านกเงือกมีวิธีหลักในการหาอาหาร 5 วิธี คือ 1) cracking tree bark คือการใช้จงอยปากกะเทาะเปลือกไม้ เพื่อค้นหาแมลง หรือสัตว์อื่นที่อาศัยอยู่ตามเปลือกไม้ 2) probing คือการใช้จงอยปากแทงเข้าไปในโพรงไม้เพื่อค้นหาเหยื่อ 3) hawking คือการล่าเหยื่อกลางอากาศ โดยร่อนโฉบแบบเหยี่ยว 4) plucking คือการใช้จงอยปากปลิดขั้วผลไม้ตามเรือนยอดไม้ 5) snatching คือการบินโฉบอาหารทุกประเภทด้วยความเร็ว

ตารางที่ 1. วิธีการกินอาหารของนกเงือก 4 ชนิด ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (Poonswad, 1993a) (GH=นกกก, WH=นกเงือกกรามช้าง, PH=นกแก๊ก และ BH=นกเงือกสีน้ำตาล)

วิธีการกินอาหาร	อัตราส่วนที่นกเงือกใช้วิธีการกินอาหาร (%)				
	GH	WH	PH	BH	รวม
cracking tree bark	11.8	1.8	4.4	0	4.4
probing	3.6	0	1.5	0	1.2
hawking	0	0	6.0	13.6	4.0
plucking	84.6	98.2	84.6	78.7	88.1
snatching	0	0	3.5	7.7	2.3
รวม	100	100	100	100	100

วิธีการกินอาหารดังกล่าวสามารถบอกได้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างประเภท และแหล่งที่มาของอาหารได้ เช่นอาหารประเภทผลไม้ จะใช้วิธีการปลิดขั้วผลไม้ที่อยู่ตามเรือนยอดไม้ หรืออาหารประเภทปู และปลาจะใช้วิธีบินโฉบด้วยความเร็ว นอกจากนี้ยังทำให้ทราบถึงขอบเขตการหากิน และแหล่งอาหารของนกเงือกแต่ละชนิดที่สัมพันธ์กับนิเวศวิทยาของพืช และสัตว์ที่เป็นอาหารของนกเงือกด้วย

องค์ประกอบของอาหาร และการเลือกกิน

อาหารของนกเงือกประกอบด้วยอาหาร 2 ประเภทใหญ่ คือ 1) ผลไม้ และ 2) สัตว์ โดยอาหารประเภทผลไม้แบ่งได้ 2 ประเภทย่อย คือ ลูกไทร (Figs-*Ficus* spp.) และผลไม้ทั่วไป (non-fig fruits) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลไม้ในสกุล *Cinnamomum, Polyalthia, Knema, Horsfieldia, Aglaia, Syzygium* และ *Strombosia* เป็นต้น (Poonswad, 1993b) ส่วนอาหารประเภทสัตว์ จะมีความหลากหลายมาก และสามารถจำแนกได้ 9 กลุ่มใหญ่ คือ 1) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เช่น ค้างคาว, หนู, กระรอก และกระรอกบิน 2) นก ได้แก่ นกชนิดต่าง ๆ ลูกนก และไข่นก 3) สัตว์เลื้อยคลาน ได้แก่ งู, จิ้งเหลน, กิ้งก่า, กิ้งก่าบิน, ตุ๊กแก 4) สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เช่น กบ เขียด 5) ปลา 6) กลุ่ม mollusc เช่น หอย และหอยทาก 7) แมลง เช่น จักจั่น, แมลงทับ, ด้วง, ผีเสื้อ, แมลงสาบป่า และตักแต้ 8) กลุ่ม arthropods อื่น ๆ เช่น ปู, ตะขาบ, กิ้งกือ 9) อื่น ๆ เช่น ไส้เดือนดิน, รังต่อ เป็นต้น (Poonswad, 1993a)

จากการศึกษาเปรียบเทียบนิเวศวิทยาของนกเงือก 4 ชนิด ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ คือ นกกก, นกเงือกกรามช้าง, นกเงือกสีน้ำตาล และนกแก๊ก พบว่ามีผลไม้ที่เป็นอาหารของนกเงือก ไม่ต่ำกว่า 50 ชนิด และได้ศึกษาความชอบในการกินอาหารของนกเงือก โดยพิจารณาจากจำนวน น้ำหนัก และความบ่อยครั้งในการนำอาหารมาป้อน พบว่าผลไม้ทั่วไป (non-fig fruits) 10 อันดับแรก ที่นกเงือกชอบกินมากที่สุด ได้แก่ ยางโอน (*Polyalthia viridis*), พิพวนป่า (*Strombosia* sp.), มะพร้าวนกกก (*Horsfieldia glabra*), ตาเสือ (*Dysoxylum* sp.), ตาเสือ (*Aphanamixis cucullata*), หว้า (*Syzygium* sp.), ค้อ (*Livistona speciosa*), มะอ้า (*Chisocheton macrophyllus*), สุรามะริด (*Cinnamomum subavenium*) และหันช้าง (*Knema laurina*) ตามลำดับ ส่วนอาหารประเภทสัตว์ที่นกเงือกชอบกินมากที่สุด คือ ตะขาบ, จักจั่น, กิ้งก่า, ไข่นก, กิ้งกือ, แมลงปีกแข็ง, ตั๊กแตน, ตักแต้, หอย และหอยทาก, ลูกนก, ปู, ไส้เดือนดิน, หนู, งู, จิ้งหรีด และรังต่อ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการกินอาหารแต่ละประเภท คือ ลูกไทร, ผลไม้ทั่วไป และสัตว์ พบว่าลูกไทรเป็นอาหารหลักของนกเงือก โดยนกเงือกกรามช้างกินผลไม้มากที่สุด คือ บริโภคผลไม้ 92.5% รองลงไปคือ นกกก, นกแก๊ก และนกเงือกสีน้ำตาล ซึ่งมีสัดส่วนการบริโภคผลไม้ 87.2%, 80% และ 58.5% ตามลำดับ โดยนกกกมีสัด

ส่วนในการบริโภคลูกไทรมากที่สุด คือ 53.7% รองลงไปคือ นกเงือกกรามช้าง, นกแก๊ก และนกเงือกสีน้ำตาล มีสัดส่วนการบริโภคลูกไทร 47.9%, 32.7% และ 24.5% ตามลำดับ โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ Poonswad *et al.* (1987) ที่พบว่านกกกบริโภคลูกไทรในช่วงฤดูผสมพันธุ์เป็นปริมาณสูงถึง 57% ในขณะที่บริโภคผลไม้อื่นเพียง 29% และบริโภคสัตว์เพียง 14% ส่วนนกเงือกสีน้ำตาลมีความเป็นสัตว์ผู้ล่ามากที่สุด คือ บริโภคสัตว์ 41.5% นอกจากนี้ อัตราการกินอาหารประเภทผลไม้ยังผันแปรตามขนาดของนก คือ นกกก และนกเงือกกรามช้าง มีอัตราการกินผลไม้สูงกว่าชนิดที่เล็กกว่าอีก 2 ชนิด ส่วนอัตราการกินอาหารประเภทสัตว์ไม่ได้ผันแปรตามขนาดของนกแต่อย่างใด (Poonswad, 1993a)

Chimchome (1996) ได้ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกเงือกคอแดง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และได้ศึกษาการบริโภคอาหารของนกเงือกชนิดนี้ โดยใช้วิธีการเดียวกับ Poonswad (1993a) พบว่า นกเงือกคอแดงกินอาหารที่เป็นผลไม้ ไม่น้อยกว่า 28 ชนิด และประเภทสัตว์ ไม่น้อยกว่า 20 ชนิด โดยผลไม้ที่นกชอบกินมากที่สุด ที่สามารถจำแนกได้ 13 ชนิด มีสัดส่วน คือ หมากขี้อ้าย (*Cryptocarya pallens*) 18.29%, ลูกไทร (*Ficus* sp.) 17.86%, หมากนกมูม (*Beilscmiedia gammicana*) 12.22%, ตาเสือ (*Dysoxylum acutangulum*) 7.34%, หว้า (*Syzygium cumini*) 5.91%, *Buchanania glabra* 4.81%, กรวยป่า (*Casearia grewiaefolia*) 4.60%, เลือดควาย (*Knema erratica*) 3.94%, ยางโอน (*Polyalthia viridis*) 2.95%, มะพร้าวนกกก (*Horsfieldia glabra*) 2.13%, ตาเสือ (*Aphanamixis polystachya*) 1.41%, เลือด (*Knema* sp.) 0.58% และมะเกิ้ม (*Canarium kerrii*) 0.45% ตามลำดับ ส่วนอาหารประเภทสัตว์ที่นกชนิดนี้ชอบกิน มีสัดส่วนเรียงตามลำดับ คือ ปู 8.29%, แมลงทับ 4.19%, จักจั่น 3.40%, ตะขาบ 0.61%, แมลงปีกแข็ง 0.28%, กิ้งก่า 0.16%, กิ้งกือ 0.11%, ไส้เดือนดิน 0.09%, จิ้งหรีด 0.08%, ตั๊กแตน 0.07%, ไข่ 0.06%, ตุ๊กแก 0.06%, นก 0.04%, กบ 0.02%, ผีเสื้อ 0.02%, ตักแต้ 0.01%, ปลา 0.01%, กิ้งก่าบิน 0.01%, แมลงป่อง 0.01% และจิ้งเหลน 0.01% นอกจากนี้ พบว่านกเงือกคอแดงกินผลไม้ในวงศ์ Lauraceae ซึ่งมีไขมันในปริมาณสูง คือ หมากขี้อ้าย และหมากนกมูม มากถึง 30.5% ในขณะที่กินลูกไทรเพียง 17.8% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอุปนิสัยการกินอาหารของนกเงือกสกุล *Aceros* ในเกาะบอร์เนียว โดย Leighton (1986)

โดยปกตินกจะเลือกกินอาหารที่มีคุณค่า แต่ถ้าหากโอกาสในการเลือกอาหารมีไม่มากนัก การคัดเลือกโดยธรรมชาติจะบังคับให้นกกินอาหารเท่าที่มีเท่านั้น (วีรยุทธ์, 2528) ดังเช่น Mudappa (1996) ได้ทำการศึกษานกเงือก Malabar Grey ในเทือกเขาคาดส์ ประเทศอินเดีย พบว่า นกเงือกชนิดนี้จะเลือกกินผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มากกว่าผลไม้ที่มีจำนวนมาก โดยจะเลือกกินผลไม้ที่มีไขมันสูง เช่น ผลไม้ในวงศ์ Lauraceae และ Annonaceae แต่ในบางกรณี หากอาหารในธรรมชาติมีเป็นจำนวนมากที่นกสามารถกินได้ นกจะเลือกกินโดยไม่คำนึงถึงคุณค่าทางอาหารเช่นกัน (Sorenson, 1981; Foster, 1990) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาโดย Poonswad (1993a) ที่พบว่านกเงือกจะไม่เลือกกินอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงเสมอไป แต่จะเลือกบริโภคในชนิดที่มีเป็นจำนวนมาก และหาได้ง่าย รวมทั้งชนิดที่มีสีสันดึงดูดมากด้วย

อาหารและการป้อนอาหารลูกนก

ชนิดของอาหารที่นกนำมาเลี้ยงลูกนกจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิด แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว อาหารที่นำมาเลี้ยงลูกนก มักเป็นอาหารที่อุดมด้วยโปรตีน เนื่องจากโปรตีนจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลูกนก เพราะฉะนั้นอาหารที่นกนำมาป้อนให้กับลูกนกในระยะแรก จึงเป็นอาหารประเภทสัตว์ ซึ่งมีโปรตีนสูงกว่าพืช (วีรยุทธ์, 2528)

จากการศึกษาโดย Poonswad (1993a) พบว่า อาหารที่พ่อนกนำมาป้อนให้กับแม่นกในขณะที่กำลังฟักไข่ส่วนมากจะเป็นผลไม้ และเมื่อลูกนกฟักออกจากไข่ อาหารที่พ่อนกนำมาป้อนจะมีความหลากหลายมากขึ้นโดยมีอาหารประเภทสัตว์เพิ่มขึ้นอย่างมาก เช่น แมลง, งู, กิ้งก่า, ปู, กบ, ตะขาบ, กิ้งกือ, ลูกนก, ไข่นก และหนู ฯลฯ อาหารประเภทสัตว์จะมีโปรตีนสูง ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลูกนก เมื่อถึงช่วงเวลาที่ลูกนกใกล้จะออกจากรัง พ่อนกจะนำอาหารมาป้อนน้อยลง ทั้งปริมาณอาหาร และจำนวนครั้งที่มาป้อน ซึ่งอาจจะเป็นการกระตุ้นให้ลูกนกออกจากรัง เพื่อไปหาอาหารกินเองได้ (วีรยุทธ์, 2528)

ธรรมชาติของผลไม้ที่เป็นพืชอาหาร

Poonswad (1993a) ได้แบ่งลักษณะผลไม้ที่เป็นอาหารของนกเงือก ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1) ผลไม้ที่มีเนื้อนุ่ม และมีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก ได้แก่ ลูกไทรชนิดต่าง ๆ (*Ficus* spp.) ลูกไทรที่เป็นอาหารนกเงือก เมื่อสุกจะมีน้ำไม่มาก ส่วนใหญ่มักเป็นลูกไทรที่ไม่มีก้านติดขั้ว และเป็นไทรพัน เมื่อกินเข้าไป เมล็ดของลูกไทรจะถูกถ่ายเป็นมูลออกมา

2) ผลไม้ที่มีเมล็ดแข็ง ได้แก่ ผลไม้ทั่วไปที่ไม่ใช่ไทร เมื่อกินเข้าไป นกเงือกจะสำรอกเฉพาะเมล็ดแข็งออกมา แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

2.1 ผลไม้ที่เมื่อสุก เปลือกหุ้มผลจะแตกออก เนื้อของผลจะมีสีสด เป็นเงามัน และมีผิวบาง ได้แก่ ผลไม้ในวงศ์ Meliaceae, Myristicaceae และ Connaraceae

2.2 ผลไม้ที่มีเนื้อแห้งหุ้มเมล็ดเพียงเมล็ดเดียว ได้แก่ ผลไม้ในวงศ์ Burseraceae, Annonaceae, Olacaceae, Elaeocarpaceae และ Symplocaceae

2.3 ผลไม้ที่มีเนื้อนุ่ม และมีน้ำมากหุ้มเมล็ดเพียงเมล็ดเดียว เป็นผลไม้ที่มีเนื้อแยกได้ง่ายจากเมล็ด ได้แก่ ผลไม้ในวงศ์ Myrtaceae, Podocarpaceae, Urticaceae, Elaegnaceae และ Lauraceae

นอกจากนี้ยังพบว่าผลไม้ที่นกเงือกไม่เลือกกิน คือ ผลไม้ที่มี pericarps หนา ซึ่งมีเนื้อที่แยกออกได้ยากจากเมล็ด เช่น ผลไม้สกุล *Nephilium* แม้ว่าจะพบมากในบริเวณถิ่นอาศัยของนกเงือกก็ตาม

ผลไม้ที่เป็นอาหารของนกเงือก มักเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง และส่วนใหญ่จะมีลักษณะผลแบบ drupe ที่มีขนาดความยาวผลมากกว่า 10 มิลลิเมตร โดยมีเนื้อหุ้มเมล็ดที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมัน, ไฟเบอร์ และน้ำ มีรสชาติดีและมีสีสันสวยงาม เป็นที่ดึงดูดให้นกเข้ามากินได้ ซึ่งเป็นลักษณะการปรับตัวของเมล็ดไม้ที่อาศัยการแพร่กระจายพันธุ์โดยสัตว์ และเป็นการปรับตัวที่มีวิวัฒนาการในขั้นสูง (Howe, 1988)

สำหรับช่วงเวลาในการออกผลของผลไม้ Poonswad (1993a) พบว่า ลูกไทรมีการออกผลตลอดช่วงฤดูผสมพันธุ์ ส่วนผลไม้ทั่วไปที่ไม่ใช่ไทร จะออกผลมากในช่วงท้ายฤดูผสมพันธุ์ หรือประมาณเดือนเมษายน ถึงเดือนพฤษภาคม สำหรับผลไม้ที่ไม่ใช่ไทรที่ออกผลในช่วงเวลานานมากกว่า 3 เดือนขึ้นไป ได้แก่ ตาเสือ (*Aphanamixis cucullata*), ตาเสือ (*Dysoxylum* sp.), มะอ้า (*Chisocheton macrophyllus*), หว้า (*Syzgium* spp.), มะพร้าวนกกก (*Horsfieldia glabra*), หันช้าง (*Knema laurina*), ยางโอน (*Polyalthia viridis*) และพิพวนป่า (*Strombosia* sp.) ซึ่งนกเงือกจะเลือกบริโภคตลอดช่วงฤดูผสมพันธุ์ แต่ผลไม้บางชนิด เช่น หว้า (*Syzygium* spp.), สุรามะริด (*Cinnamomum subavenium*) และตาเสือ (*Aphanamixis cucullata*) ฯลฯ จะออกผลเป็นเพียงบางปีเท่านั้น

บทวิจารณ์

การศึกษาเปรียบเทียบการกินอาหารของนกเงือก ทำให้ทราบถึงความหลากหลายของชนิดอาหาร นิเวศวิทยาของพืช และสัตว์ที่เป็นอาหาร ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการ และอนุรักษ์แหล่งอาหาร ตลอดจนชนิดอาหารทั้งประเภทพืช และสัตว์ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานสำคัญในการอนุรักษ์นกเงือกที่มีประสิทธิภาพ เช่น การอนุรักษ์แหล่งอาหารของนกเงือกในป่าธรรมชาติ หรือการปลูกผลไม้ ที่เป็นพืชอาหารนกเงือกเพิ่มเติมในป่าธรรมชาติ เพื่อป้องกันอาหารขาดแคลน และเป็นการเสริมอาหารให้นกเงือกบริโภคได้ตลอดปี ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยอาจมีความผิดพลาดในเรื่องการจำแนกชนิดอาหาร เนื่องจากอาหารบางชนิดมีลักษณะ ขนาด และสีสันคล้ายคลึงกัน และบางครั้งไม่สามารถจำแนกได้ ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่สมบูรณ์ แต่ก็สามารถที่จะลดความผิดพลาดได้ โดยใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพ เช่น telescope ที่มีกำลังขยายสูงเท่าที่เป็นไปได้ รวมทั้งศึกษาการจำแนกชนิดอาหารทั้งผลไม้ และสัตว์ประเภทต่าง ๆ ล่วงหน้าจนเชี่ยวชาญ ตลอดจนการเพิ่มประสบการณ์ในภาคสนาม ก็จะช่วยให้จำแนกชนิดอาหารได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น

การศึกษาด้านนิเวศวิทยาการกินอาหารของนกเงือกยังมีน้อยมาก และบางชนิดยังไม่เคยมีการศึกษาวิจัยเลย โดยเฉพาะนกเงือกเอเชียทุกชนิด ซึ่งอยู่อาศัยในป่าเขตร้อนที่ถูกบุกรุกทำลายลงอย่างรวดเร็ว จึงอยู่ในสภาวะที่เสี่ยงต่อ

การสูญพันธุ์อย่างมาก ดังนั้นในทุกประเทศจึงควรมีการตื่นตัวในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศวิทยาของนกเงือกเอเชียเพิ่มมากขึ้นเท่าที่จะเป็นไปได้

บทสรุป

1. อาหารของนกเงือกมี 2 ประเภท คือ 1) ผลไม้ ได้แก่ ลูกไทร และผลไม้ชนิดอื่น ซึ่งสลับกันออกผลตลอดปีในป่าดงดิบเขตร้อน และ 2) สัตว์ ที่สามารถจำแนกได้ 9 กลุ่ม คือ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม, นก, สัตว์เลื้อยคลาน, สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก, ปลา, mollusca, แมลง, arthropods ที่ไม่ใช่แมลง และอื่น ๆ ซึ่งมีความหลากชนิดมากในป่าดงดิบเขตร้อน ป่าประเภทนี้จึงเป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ของนกเงือก
2. โดยปกตินกเงือกเป็นนกกินผลไม้ แต่จะปรับตัวเป็นนกที่กินผลไม้และสัตว์ มากขึ้นในช่วงฤดูผสมพันธุ์ โดยเฉพาะอาหารที่พ่อนกนำมาป้อนให้กับลูกนก จะมีอัตราส่วนของอาหารประเภทสัตว์มากขึ้น เนื่องจากอาหารประเภทสัตว์มีโปรตีนสูง ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของลูกนก
3. ผลไม้ที่นกเงือกเลือกกิน มักเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง แต่ในบางกรณี ก็จะเลือกกินผลไม้ที่ออกผลจำนวนมากและหาได้ง่าย ผลไม้ที่เป็นอาหารของนกเงือก ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบบ drupe โดยมีเนื้อหุ้มเมล็ดที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน และไขมัน นอกจากนั้นยังมีสีสันสวยงามเป็นที่ดึงดูดให้นกเข้ามากินได้ ซึ่งเป็นลักษณะการปรับตัวของผลไม้ที่อาศัยการแพร่กระจายพันธุ์โดยสัตว์

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 542002

เอกสารอ้างอิง

วีรยุทธ์ เลาหะจินดา. 2528. ปักษีวิทยา เล่มที่ 1. บูรพาสาส์น, กรุงเทพฯ. 374 หน้า.

สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ. 2536. รวมบทคัดย่องานวิจัยที่ศึกษาภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งจังหวัดอุทัยธานี. สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง, อุทัยธานี. 52 หน้า.

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2525. การสำรวจทรัพยากรป่าไม้. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 172 หน้า.

AUSTIN, O. L. 1961. Hornbills, pp. 182-184. In ZIM, H. S. (ed.), Birds of the world: a survey of the twenty-seven orders and hundred and fifty-five families. Paul Hamlyn Ltd., London.

CHIMCHOME, V. 1996. The breeding biology of the Rufous-necked Hornbill *Aceros nipalensis* in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. M.S. Thesis. University of Aberdeen, Aberdeen.

DORST, J. 1974. The life of bird. Vol. 2. George Weidenfeld and Nicolson Ltd., London. 717 p.

FOSTER, M. S. 1990. Factor influencing bird foraging preferences among conspecific trees. Condor 92: 844-854.

HOWE, H. F. AND L. WESTLY. 1988. Ecological relationships of plants and animal. Oxford University Press, Oxford. 273 p.

LEIGHTON, M. 1986. Hornbill social dispersion: variations on a monogamous theme, pp. 108-131 In RUBINSTEIN, D. I. AND R. W. WRANGHAM (eds.), Ecological aspects of social evolution: birds and mammals. Princeton University Press, Princeton.

MALL, R. H. 1971. The living world of animals. Griffin Press, Adelaide. 428 p.

MUDAPPA, D. 1998. Nesting habitat characteristics, breeding biology and conservation of the Malabar Grey Hornbill in Anamalai, southern western Ghats, India, pp. 99-109. In POONSWAD, P. (ed.), The Asian hornbills: ecology and conservation. Thai Studies in Biodiversity No. 2.

POONSWAD, P., A. TSUJI AND C. NGAMPONGSAI. 1986. A comparative ecological study of four sympatric hornbill (Family Bucerotidae) in Thailand. Acta XIX Congr. Int. Ornithol. 2: 2781-2791.

POONSWAD, P., A. TSUJI AND C. NGAMPONGSAI. 1987. A comparative study on breeding biology of sympatric hornbill species (Bucerotidae) in Thailand with implications for breeding in captivity. In Breeding Birds in Captivity, Proceedings Delacour/ International Foundation for the Conservation of Birds Symposium, Feb. 11-15, North Hollywood. 250-315.

POONSWAD, P. 1993a. Comparative ecology of sympatric hornbills (Bucerotidae) in Thailand. Ph.D. Thesis. Osaka City University, Osaka.

POONSWAD, P. 1993b. Aspects of the biology and ecology of some Asian hornbills, pp. 76-97. In POONSWAD, P. AND A. C. KEMP (eds.), Manual to conservation of Asian hornbill. Hornbill Project Thailand, Bangkok.

SORENSEN, A. E. 1981. Interaction between birds and fruits in a temperate woodland. Oecologia S: 242-249.

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์นกบริเวณป่าชุมชนต้นแม่น้ำเทพา จังหวัดยะลา และสงขลา

โกเศศ รัตนะ[1] และ กำพล มีสวัสดิ์[2]

[1]สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

SPECIES DIVERSITY OF BIRDS IN THEPHA UPSTREAM COMMUNITY FOREST, YALA AND SONGKHLA PROVINCES

K. Rattana and K. Meesawat

[1]Major of Environmental Management, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkla 90112

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

A study of bird diversity was carried out in two community forests in Ban Rai Nua area: Lung-Norm forest at Tambon Bala, Amphoe Kabang, Yala province and Khlongsongkae forest at Tambon Bahoi, Amphoe Sabayoi, Songkhla Province. During June 1997 and May 1998, the study found 128 species of birds from 12 orders and 37 families. There were 116 species in Lung-Norm forest and 126 species in Khlongsongkae forest, with the percent similarity between the two forests equal to 95.86.

In Lung-Norm and Khlongsongkae forests respectively, the indices of tree species diversity (TSD) were 3.9 and 3.2, foliage height diversity (FHD) were 0.46 and 0.45, bird species diversity (BSD) were 4.54 and 4.65. The study found an association between tree species diversity, foliage height diversity and bird diversity. The coefficient of correlation between TSD and BSD in Khlongsongkae forest was higher (99.98%) than that of Lung-Norm forest (90.11%). The coefficient of correlation between FHD and BSD in Khlongsongkae forest (98.59%) was higher than that of Lung-Norm forest (82.99%). Probable factors affecting the diversity of bird communities in the two forests were diversity of trees, complexity of under-storey foliage and human disturbances. This study suggested that Lung-Norm and Khlongsongkae community forests were very similar to natural tropical rainforests.

Key words: Lung-Norm Forest, Khlongsongkae Forest, bird diversity

บทนำ

ป่าต้นน้ำเทพาบริเวณบ้านไร่เหนือ ตำบลบาโหย อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา เป็นป่าดิบชื้น ในอดีตยังคงสภาพป่าธรรมชาติดั้งเดิม ปัจจุบันมีการบุกรุกทำลายป่า เหมือนกับป่าบริเวณอื่น ๆ ของประเทศไทย มีการตัดโค่นไม้เพื่อสร้างที่อยู่อาศัย เปิดพื้นที่ทำการเกษตร สร้างเส้นทางคมนาคม กิจกรรมเหล่านี้เป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อที่อยู่อาศัยของสัตว์ และพรรณพืชบริเวณป่าต้นน้ำ หากสภาพดั้งเดิมถูกเปลี่ยนแปลงอาจส่งผลให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดบริเวณนี้สูญพันธุ์

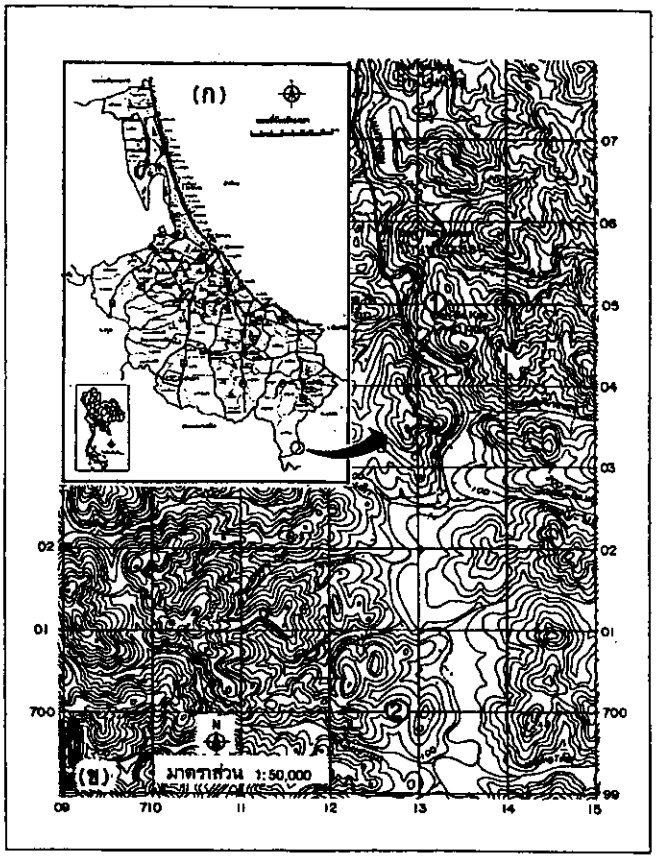
การบุกรุกทำลายหรือยึดครอบครองพื้นที่ป่าไม้เพื่อใช้ที่ดิน สร้างที่อยู่อาศัย และทำการเกษตร ทำให้เกิดการสูญเสียสภาพป่าธรรมชาติกลายเป็นพื้นที่เสื่อมโทรม ส่งผลให้สัตว์ป่าไม่มีที่อยู่อาศัย ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและสัตว์ในระบบนิเวศลดน้อยลง (สมศักดิ์, 2537; อู่แก้ว, 2532)

นกเป็นสัตว์ที่มีความสัมพันธ์กับมนุษย์มาตั้งแต่โบราณ มนุษย์ได้รับประโยชน์จากนกหลายประการ เช่น เป็นอาหาร, เครื่องแต่งกาย, เป็นสินค้า, ให้คุณค่าด้านจิตใจ, เป็นเกมกีฬา ทั้งยังมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ เช่น ช่วยขยายพันธุ์ของพืช, ควบคุมวัชพืช, ผสมเกสรดอกไม้, ช่วยกำจัดแมลงศัตรูพืช แต่ความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมจะทำให้จำนวน ชนิด และปริมาณของนกลดลง

การศึกษาสภาพปัจจุบันของป่าต้นน้ำ และทรัพยากรสัตว์ป่าประเภทนกในป่าต้นน้ำเทพา บริเวณป่าชุมชนลุงนอมและป่าชุมชนคลองสงแก ซึ่งเป็นป่าชุมชนที่ชุมชนบ้านไร่เหนือ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา มีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์และดูแลรักษา จะสามารถนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิจารณาการใช้ประโยชน์และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติบริเวณป่าต้นน้ำเทพาต่อไป

พื้นที่ศึกษา

ป่าชุมชนลุงนอมตั้งอยู่ด้านทิศตะวันออกของคลองเทพา ในเขตตำบลบาละ อำเภอกาบัง จังหวัดยะลา ป่าชุมชนคลองสงแก ตั้งอยู่คนละฝั่งของคลองเทพาไปทางด้านทิศเหนือของป่าชุมชนลุงนอม ในเขตพื้นที่บ้านไร่เหนือ ตำบลบาโหย อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา



ภาพที่ 1. แสดงพื้นที่ศึกษา: (1) ที่ตั้งป่าชุมชนลุงนอม, (2) ที่ตั้งป่าชุมชนคลองสงแก

วิธีการ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของชนิดนก (Bird species diversity) พรรณไม้ (Tree species diversity) และความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ตามระดับความสูง (Foliage height diversity) โดยการศึกษาพรรณไม้ใช้วิธีการสำรวจตามแนวเส้น 3 แนวเส้น แต่ละแนวยาว 300 เมตร กว้าง 5 เมตร สำรวจต้นไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก ตั้งแต่ 5 เซนติเมตร ส่วนการความหลากหลายของชั้นพุ่มไม้ตามระดับความสูงนั้น ใช้การสำรวจตามแนวเส้น โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Johnsingh and Joshua (1994) ในแต่ละแนวเส้นกำหนดจุดวัดทั้งหมด 4 สถานี แต่ละสถานีมีระยะห่างกัน 100 เมตร สถานีแรกมีตำแหน่ง ณ จุดเริ่มต้นของกลางแนวเส้น ทุกสถานีลากเส้นตรงยาว 15 เมตร ออกไป 4 ด้าน ตั้งฉากกัน พร้อมกับเครื่องหมายทุกระยะ 5 เมตร รวมทั้งหมด 12 ตำแหน่ง ทุกตำแหน่งจากระดับพื้นดินทุกระดับความสูง 1 เมตร ถึงตำแหน่งสูงสุดของพุ่มไม้ ในรัศมี 15 เซนติเมตร จากเส้นแนวดิ่งของอุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้น วัดความชุกชุมของใบไม้ ตามเกณฑ์ระดับความชุกชุม ดังนี้ 0 = ไม่มี, 1 = น้อย, 2 = ปานกลาง, 3 = มาก และ 4 = มากที่สุด ทำการศึกษาในฤดูฝน และฤดูแล้ง และการสำรวจความหลากชนิดของนก จะใช้วิธีสำรวจตามแนวเส้นที่ศึกษาพรรณไม้ แต่ละแนวให้เพิ่มความกว้างเป็น 40 เมตร เริ่มเก็บ ข้อมูลทุกเดือนตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541 เดือนละ 5 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความหลากหลาย ใช้ Shannon index (H') (Magurran,1988) จากสมการ

$$H' = - \sum_{i=1}^{s} (p_i \ln p_i)$$

การวิเคราะห์ความสม่ำเสมอของชนิด ใช้ดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index; V') ของ Pielou (1977) จากสมการ

$$V' = H' / \log_e S$$

เปรียบเทียบความคล้ายคลึงของชุมชน (Community Similarity; C_s) ตามวิธีการของ Sorenson's quantitative Index (Magurran, 1988) ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของความคล้ายคลึง} = \frac{2 \times \text{จำนวนชนิดที่เหมือนกัน} \times 100}{\text{จำนวนชนิดรวมทั้งสองบริเวณ}}$$

ผลการวิจัย

พรรณไม้

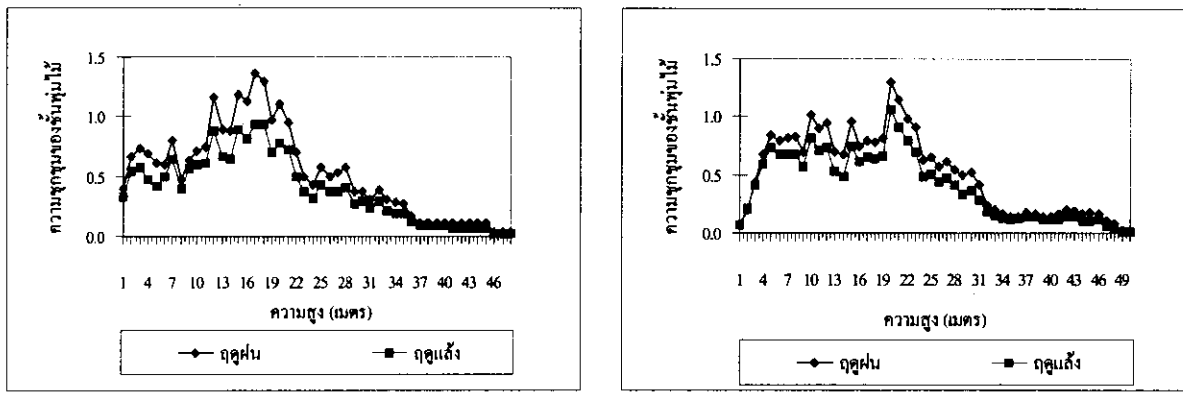
ป่าชุมชนลุงนอมทั้งสามแนวเส้นมีต้นไม้ทั้งหมด 309 ต้น 83 ชนิด พรรณไม้ที่พบมาก 5 ลำดับแรก ได้แก่ ช่องลิง (*Lepisanthes* sp.), จิก (*Barringtonia acutangula* (L.) Gaertn.), เอาะ (*Artocarpus elasticus* Reinw.ex Bl.), ตะแบก (*Lagerstroemia* sp.) และขรัน (*Paranephelium macrophyllum* King.) ชนิดอื่น ๆ มีอย่างละ 1-11 ต้น พรรณไม้ที่มีจำนวนเพียงต้นเดียวมีทั้งหมด 37 ชนิด การกระจายของพรรณไม้แต่ละชนิดมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 3-14 ต้น ต้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 5-10 เซนติเมตร และความสูงช่วง 5-10 เมตร มีมากกว่าช่วงอื่น ๆ โดยมีความสูงเฉลี่ย 14.3±10.5 เมตร ดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ และดัชนีความสม่ำเสมอเฉลี่ยทุกแนวเส้น เท่ากับ 3.9 และ 0.9 ตามลำดับ

ส่วนบริเวณป่าชุมชนคลองสงแกมีต้นไม้ทั้งหมด 417 ต้น 60 ชนิด พรรณไม้ที่พบมาก 5 ลำดับแรก ได้แก่ เปรียงหนู (*Mallotus oblongifolius* Muell. Arg.), ช่องลิง (*Lepisanthes sp.)*, เกียบ (*Xerospermum noronhianum* Bl.), กรายดำ (*Hopea oblongifolia* Dyerfver. *grandis* Fisch.), และจิก (*Barringtonia acutangula* (L.) Gaertn.) ชนิดอื่น ๆ มีอย่างละ 1-11 ต้น พรรณไม้ที่มีจำนวนต้นเพียงต้นเดียวมีทั้งหมด 18 ชนิด การกระจายของพรรณไม้แต่ละชนิดมีจำนวนต้นอยู่ในช่วง 4-30 ต้น ต้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 5-10 เซนติเมตร และความสูงช่วง 5-10 เมตร มีมากกว่าช่วงอื่น ๆ โดยมีความสูงเฉลี่ย 11.7±7.5 เมตร ดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ และค่าดัชนีความสม่ำเสมอเฉลี่ยทุกแนวเส้นเท่ากับ 3.2 และ 0.8 ตามลำดับ ความคล้ายคลึงของพรรณไม้ บริเวณป่าชุมชนทั้งสองแห่ง มีเปอร์เซ็นต์ของความคล้ายคลึงเท่ากับ 51.75%

ความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ตามระดับความสูง

ทุกแนวเส้นของป่าชุมชนลุงนอม (ภาพที่ 2) มีค่าความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้เปลี่ยนแปลงตามระดับความสูง เช่น ระดับ 1-3 เมตร, 8-10 เมตร และตั้งแต่ 28 เมตรขึ้นไปจนถึง 37 เมตร โดยมีค่าค่อนข้างคงที่ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ระดับความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้มีค่าสูงสุดและเปลี่ยนแปลงมากที่สุดที่ระดับความสูง 19 เมตร โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-1.4

ส่วนบริเวณป่าชุมชนคลองสงแก (ภาพที่ 2) ที่ความสูงต่ำกว่า 4 เมตร และความสูงมากกว่า 33 เมตรขึ้นไป ค่าความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ทั้งสองฤดูไม่แตกต่างกัน ยกเว้นที่ระดับความสูงตั้งแต่ 5-32 เมตร ระดับความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.3-1.4 โดยความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดอยู่ในช่วงความสูง 10-16 เมตร และ 19-24 เมตร ความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้มีค่ามากที่สุดที่ความสูง 20 เมตรอยู่ระหว่าง 1.1-1.4



a. b.

ภาพที่ 2. แสดงค่าเฉลี่ยความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ตามระดับความสูง ในแนวเส้น 3 แนวบริเวณ a) ป่าชุมชนคลองสงแก, b) ป่าชุมชนลุงนอม ระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง

สังคมนก

ในบริเวณป่าชุมชนทั้งสองแห่ง พบนกทั้งหมด 128 ชนิด จาก 12 อันดับ 37 วงศ์ โดยบริเวณป่าชุมชนลุงนอม พบนกทั้งหมด 116 ชนิด จาก 12 อันดับ 34 วงศ์ ในขณะที่ป่าชุมชนคลองสงแกพบนกทั้งหมด 126 ชนิด จาก 11 อันดับ 36 วงศ์ เปอร์เซ็นต์ความคล้ายคลึงของนกในป่าทั้งสองแห่งเท่ากับ 95.86% นกที่พบเฉพาะบริเวณป่าชุมชน ลุงนอม มี 2 ชนิดคือ นกกวัก (*Amaurornis phoenicurus*) และนกกางเขนบ้าน (*Copsychus saularis*) ชนิดที่พบเฉพาะบริเวณป่าชุมชนคลองสงแก มี 12 ชนิดคือ นกหว้า (*Argusianus argus*), นกทึดทือพันธุ์มลายู (*Ketupa ketupu*), นกตะขาบดง (*Eurystomus orientalis*), นกเงือกหัวหงอก (*Berenicornis comatus*), นกเงือกกรามช้าง (*Rhyticeros undulatus*), นกเงือกกรามช้างปากเรียบ (*Rhyticeros subruficollis*), นกกก หรือนกกาฮัง (*Buceros bicornis*), นกชนหิน (*Rhinoplax vigil*), นกเขียวก้านตองเล็ก (*Chloropsis cyanopogon*), นกปรอดสีขี้เถ้า (*Hypsipetes flavala*), นกกางเขนน้ำหลังแดง (*Enicurus ruficapillus*) และนกเดินดงหัวสีส้ม (*Zoothera citrina*) ในจำนวนนี้มีนกเงือกกรามช้าง, นกเงือกกรามช้างปากเรียบ, นกเงือกหัวหงอก, นกชนหิน และนกหว้า จัดเป็นชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540)

ความสัมพันธ์ระหว่างพรรณไม้ ความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้กับชนิดนก

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของพรรณไม้ (TSD) กับชนิดนก (BSD) ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ในบริเวณป่าชุมชนคลองสงแก (99.98%) สูงกว่าป่าชุมชนลุงนอม (90.11%) สำหรับผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของชั้นพุ่มไม้ (FHD) กับชนิดนก (BSD) ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ในบริเวณป่าชุมชนคลองสงแก (98.59%) สูงกว่าป่าชุมชนลุงนอม (82.99%)

บทวิจารณ์

ผลการศึกษาพรรณไม้ในป่าชุมชนลุงนอม พบว่า มีพรรณไม้ 18.4 ชนิดต่อ 0.1 เฮคแตร์ ขณะที่พบพรรณไม้ในป่าชุมชนคลองสงแกเท่ากับ 13.3 ชนิดต่อ 0.1 เฮคแตร์ ซึ่งต่ำกว่าบริเวณป่าดิบชื้นในบริเวณอื่น ๆ ของประเทศ เช่น บริเวณป่าดิบชื้นเขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานี (22-43 ชนิด ต่อ 0.1 เฮคแตร์) (Neal, 1967) บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง (31.50-38.66 ชนิด ต่อ 0.1 เฮคแตร์) (ประกาศ, 2541) และป่าบาลา บริเวณเขาลีแป จังหวัดนราธิวาส (23-88 ชนิด ต่อ 0.1 เฮคแตร์) (สำนักงานป่าไม้เขตปัตตานี, 2540) และเมื่อเปรียบเทียบกับป่าที่ราบริมน้ำ และป่าดิบแล้งในทางตอนใต้ของประเทศอินเดีย พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน โดยพบพรรณไม้ในบริเวณป่าที่ราบริมน้ำ และป่าดิบแล้ง 18.8 และ 14.8 ชนิด ต่อ 0.1 เฮคแตร์ ตามลำดับ (Johnsingh and Joshua, 1994)

ความหนาแน่นของพรรณไม้ (Tree density) ในป่าชุมชนลุงนอม มีค่าเท่ากับ 68.7 ต้นต่อ 0.1 เฮคแตร์ ในป่าชุมชนคลองสงแก มีค่าเท่ากับ 92.7 ต้นต่อ 0.1 เฮคแตร์ ซึ่งใกล้เคียงกับบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างที่พบพรรณไม้ 60-83 ต้นต่อ 0.1 เฮคแตร์ (ประกาศ, 2541) และในป่าบาลา บริเวณเขาลีแป จังหวัดนราธิวาส ซึ่งมีค่าความหนาแน่นของพรรณไม้ 64.68 ต้น ต่อ 0.1 เฮคแตร์ (สำนักงานป่าไม้เขตปัตตานี, 2540) แต่มีค่าสูงกว่าป่าที่ราบริมน้ำ และป่าดิบแล้ง และป่าชั้นสองที่ถูกทำลาย ในทางตอนใต้ของประเทศอินเดีย ซึ่งมีค่าความหนาแน่นของพรรณไม้เท่ากับ 65.0, 26.48 และ 23.72 ต้น ต่อ 0.1 เฮคแตร์ ตามลำดับ (Johnsingh and Joshua, 1994)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ในบริเวณป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีต้นไม้ขนาด 5-10 เซนติเมตรมากที่สุด โดยในป่าชุมชนลุงนอมและป่าชุมชนคลองสงแกพบในปริมาณ 51.5% และ 58.5% ตามลำดับ ขนาดของต้นไม้มีรูปแบบการกระจายเป็นรูปตัวแอล (L-distribution) ทั้งสองแห่ง แสดงให้เห็นว่า ป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีลักษณะโครงสร้างของป่าที่ดี คือ มีองค์ประกอบของต้นไม้ตามขนาดต่าง ๆ อยู่ในภาวะสมดุล (stationary stage) ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นการทดแทนที่ดี (Ogawa *et al.* อ้างถึงโดย ปรีชา, 2530) เนื่องจากจำนวนต้นไม้ขนาดใหญ่จะมีแนวโน้มลดลง เพราะต้องการพื้นที่เพิ่มขึ้น ขนาดของพื้นที่จึงเป็นการจำกัดจำนวนของต้นไม้ในแต่ละขนาด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ได้ในป่าบริเวณ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา (ประกาศ, 2541) และป่าบาลา บริเวณเขาลีแป จังหวัดนราธิวาส (สำนักงานป่าไม้เขตปัตตานี, 2540)

การวัดความสูงของต้นไม้ พิจารณาตามหลักเกณฑ์การจำแนกชั้นเรือนยอดต่อไปนี้คือ ชั้นล่าง ความสูงตั้งแต่ 5-10 เมตร เป็นไม้ขนาดเล็ก ชั้นกลาง ความสูง 10-15 เมตร เป็นไม้ที่มีเรือนยอดเริ่มสัมผัสกันมากขึ้น และชั้นความสูงตั้งแต่ 25 เมตรขึ้นไป เรือนยอดมักไม่ติดต่อกัน (สมศักดิ์, 2520 อ้างถึงโดย สมพงษ์, 2523) แสดงว่าป่าชุมชนลุงนอมมีจำนวนไม้เรือนยอดชั้นบนสูงกว่าป่าชุมชนคลองสงแก

ค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ในบริเวณป่าชุมชนลุงนอม (3.9) สูงกว่าบริเวณป่าชุมชนคลองสงแก (3.2) และความสม่ำเสมอของพรรณไม้ในบริเวณป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีค่าใกล้เคียงกัน (ป่าชุมชนลุงนอม = 0.9 ป่าชุมชนคลองสงแก = 0.8) แสดงว่าความหลากหลายของพรรณไม้ในป่าชุมชนลุงนอมมากกว่าป่าชุมชนคลองสงแก และการกระจายของพรรณไม้ในป่าชุมชนลุงนอมมีความสม่ำเสมอมากกว่าในป่าชุมชนคลองสงแก มีพรรณไม้เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่มีมากในป่าชุมชนทั้งสองแห่ง พรรณไม้ที่มีจำนวนมากในห้าอันดับแรกของป่าชุมชนลุงนอมมี 82 ต้น ป่าชุมชนคลองสงแกมี 218 ต้น ส่วนชนิดอื่น ๆ พบในสัดส่วนที่ต่ำและใกล้เคียงกัน ค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้บริเวณป่าชุมชนลุงนอมและป่าชุมชนคลองสงแกพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับป่าดิบชื้นธรรมชาติในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา (2.99-3.45) (ประกาศ, 2541) และป่าบาลา บริเวณเขาลีแป จังหวัดนราธิวาส (3.10-5.52) (สำนักงานป่าไม้เขตปัตตานี, 2540) แต่สูงกว่าป่าดิบพื้นราบริมน้ำ (2.92) ป่าดิบแล้ง (2.84) และป่าชั้นสอง (1.38) ทางภาคใต้ของอินเดีย (Johnsingh and Joshua, 1994) ค่าดังกล่าวเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงความสลับซับซ้อนของลักษณะโครงสร้างป่าได้ โดยป่าที่มีค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้สูงกว่าจะมีความสลับซับซ้อนของลักษณะโครงสร้างของสังคมมากกว่า (ปรีชา, 2530) แสดงว่าป่าชุมชนทั้งสองแห่งยังมีลักษณะความซับซ้อนและโครงสร้างของป่าใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ

ความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ตามระดับความสูง

ป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีค่าความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ค่อนข้างคงที่ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง เนื่องจากป่าชุมชนทั้งสองเป็นลักษณะของป่าประเภทไม่ผลัดใบ ฤดูแล้งพืชมีการผลัดใบไม่พร้อมกัน ทำให้ปริมาณของใบในป่าทั้งสองใกล้เคียงกันตลอดปี ค่าความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ในแต่ละฤดูบริเวณป่าชุมชนทั้งสองแห่งแตกต่างกันไม่มาก

สังคมนก

พบนกในป่าชุมชนทั้งสองแห่งทั้งหมด 128 ชนิด จาก 12 อันดับ 37 วงศ์ โดยในบริเวณป่าชุมชนลุงนอมพบนกทั้งหมด 116 ชนิด จาก 12 อันดับ 34 วงศ์ ในป่าชุมชนคลองสงแกพบนกทั้งหมด 126 ชนิด จาก 11 อันดับ 36 วงศ์

จำนวนชนิด ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด และความสม่ำเสมอของนกในป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในบริเวณป่าชุมชนคลองสงแกมีนก 126 ชนิด ขณะที่ป่าชุมชนลุงนอมมีนก 116 ชนิด สำหรับค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดนก บริเวณป่าชุมชุนคลองสงแก (4.65) สูงกว่าบริเวณป่าชุมชนลุงนอม (4.54) สำหรับค่าดัชนีความสม่ำเสมอในการกระจายของชนิดนกในป่าชุมชนทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในบริเวณป่าชุมชนคลองสงแก (0.76) มีค่าสูงกว่าในป่าชุมชนลุงนอม (0.70) แสดงว่าความหลากหลายของชนิดนกและความสม่ำเสมอในการกระจายของนกในป่าชุมชนคลองสงแกมีมากกว่าในป่าชุมชนลุงนอม

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหลากหลายของพรรณไม้ (TSD) ความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ (FHD) กับความหลากหลายชนิดนก (BSD)

ความหลากหลายของพรรณไม้ ความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ และความหลากหลายของชนิดนก ในบริเวณป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีค่าแตกต่างกัน โดยในบริเวณป่าชุมชนลุงนอมมีค่าของความหลากหลายของพรรณไม้เท่ากับ 3.9 ความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้เท่ากับ 0.46 และความหลากหลายของชนิดนกเท่ากับ 4.54 ในขณะที่ป่าชุมชนคลองสงแกมี

ค่าความหลากหลายของพรรณไม้เท่ากับ 3.2 ความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้เท่ากับ 0.45 และความหลากหลายของชนิดนกเท่ากับ 4.65

เนื่องจากพื้นที่ที่มีความหลากหลายของชนิดพรรณไม้สูง ย่อมมีความหลากหลายของชั้นพุ่มไม้และความหลากหลายของชนิดนกสูงกว่าบริเวณที่มีความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ต่ำกว่า ผลการศึกษาที่ได้ พบว่าสอดคล้องกับการศึกษาของ Johnsingh and Joshua (1994) ซึ่งพบว่าในพื้นที่บริเวณป่าที่ราบริมน้ำทางตอนใต้ของประเทศอินเดีย มีค่าความหลากหลายของชนิดพืช และความหลากหลายของชนิดนกเท่ากับ 2.92 และ 3.00 ตามลำดับ สูงกว่าบริเวณป่าชั้นสองที่ถูกทำลาย ซึ่งมีค่าความหลากหลายของชนิดพืชและความหลากหลายของชนิดนก เท่ากับ 1.38 และ 2.83 ตามลำดับ

จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของพรรณไม้กับชนิดนกพบว่า มีความสัมพันธ์กันมาก โดยในบริเวณป่าชุมชนคลองสงแกมีความสัมพันธ์สูงกว่าในบริเวณป่าชุมชนลุงนอม ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากตำแหน่งที่ตั้งของป่าชุมชนลุงนอมอยู่ใกล้กับชุมชน การเข้าใช้ประโยชน์ในป่าชุมชนลุงนอมมีมาก เช่น การเข้าตัดฟันไม้เพื่อใช้สอย การตัดฟันและการนำไม้ยางพาราพันธุ์พื้นเมืองออกจากพื้นที่โดยรอบของป่าชุมชน หรือการตัดโค่นไม้ใหญ่เพื่อการตัดถนนตามโครงการพัฒนาสามเหลี่ยมเศรษฐกิจทำให้พื้นที่ของป่าชุมชุมลุงนอมถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยตามต้นไม้ เนื่องจากป่าซึ่งเป็นเครื่องกีดขวางหรือเครื่องปิดล้อม (Hedge grows) ตามธรรมชาติถูกทำลาย จึงทำให้จำนวนและความหลากหลายของนกลดลงอย่างมาก (Moore *et al.*, 1967 อ้างถึงโดย ทรงกรด, 2532) ประกอบกับพื้นที่ส่วนใหญ่โดยรอบของป่าชุมชนลุงนอมเป็นสวนยางพาราซึ่งเป็นลักษณะของเกษตรกรรมแบบเชิงเดี่ยว (mono culture) ทำให้ความหลากหลายของชนิดพรรณพืชมีน้อยกว่าในบริเวณของป่าชุมชนคลองสงแกที่มีพื้นที่โดยรอบยังคงสภาพป่าธรรมชาติดั้งเดิม จึงน่าจะเป็นสาเหตุให้ปริมาณชนิดและปริมาณอาหารของนกในบริเวณป่าชุมชนลุงนอมน้อยกว่าในบริเวณป่าชุมชนคลองสงแก

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของชั้นพุ่มไม้กับชนิดนก ในบริเวณป่าชุมชนทั้งสองบริเวณพบว่า มีความสัมพันธ์กันมาก โดยในบริเวณป่าชุมชนคลองสงแกมีความสัมพันธ์สูงกว่าบริเวณป่าชุมชนลุงนอม เนื่องจากสภาพของป่าชุมชนทั้งสองและสภาพป่าโดยรอบแต่ละบริเวณเป็นลักษณะป่าไม่ผลัดใบ การทิ้งใบของพืชภายในป่าไม่พร้อมกันทำให้ช่วงของการแตกใบอ่อน การออกผล ไม่พร้อมกันด้วย ส่งผลให้บริเวณดังกล่าวมีอาหารสำหรับนก ทำให้นกปรากฏในป่าชุมชนทั้งสองจำนวนมาก เนื่องจากการปรากฏของนกมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารในพื้นที่นั้น ๆ

ความหลากหลายของพรรณไม้ เป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงความสลับซับซ้อนและลักษณะของโครงสร้างป่า (ปรีชา, 2530) ความซับซ้อนและโครงสร้างของป่ายังเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดความชุกชุมและจำนวนชนิดของนก (Prakobvitayakit Beaver and Sritasuwan, 1985) การที่ป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีความหลากหลายของพรรณไม้ ความซับซ้อนและโครงสร้างของป่าใกล้เคียงกับป่าดิบธรรมชาติ ทำให้นกในบริเวณป่าชุมชนทั้งสองแห่งจึงมีจำนวนใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ เช่น ในเขตพื้นที่ป่าบาลา บริเวณเขาลีแป จังหวัดนราธิวาส พบนก 154 ชนิด ใน 13 อันดับ 37 วงศ์ (สำนักงานป่าไม้เขตปัตตานี, 2540)

นอกจากนี้การปรากฏของนกเงือกกรามช้างปากเรียบ (*Rhyticeros subruficollis*), นกชนหิน (*Rhinoplax vigil*), นกเงือกหัวหงอก (*Berenicornis comatus*), นกเงือกปากดำ (*Anorrhinus galeritus*), นกเงือกกรามช้าง (*Rhyticeros undulatus*) และนกกก หรือนกกาฮัง (*Buceros bicornis*) เป็นจำนวน 6 ใน 12 ชนิดของนกในวงศ์นกเงือกที่พบในประเทศไทย (Lekagul and Round, 1991: 198) และนกในวงศ์ไก่ฟ้า 1 ชนิด คือ นกหว้า (*Argusianus argus*) ในบริเวณป่าชุมชนคลองสงแก โดยเฉพาะอย่างยิ่งนกหว้า ได้ใช้พื้นที่บริเวณของป่าชุมชนในการทำลานสำหรับการเกี้ยวเพื่อเลือกคู่และผสมพันธุ์ แสดงว่าบริเวณป่าชุมชนคลองสงแกมีพื้นที่ที่ยังคงสภาพธรรมชาติดั้งเดิมมากกว่าป่าชุมชนลุงนอม

บทสรุป

ในบริเวณป่าชุมชนลุงนอมทั้งสามแนวเส้น มีต้นไม้ทั้งหมด 309 ต้น 83 ชนิด ส่วนในบริเวณป่าชุมชนคลองสงแกมีต้นไม้ทั้งหมด 417 ต้น 60 ชนิด ป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีค่าความชุกชุมของชั้นพุ่มไม้ค่อนข้างคงที่ทั้งในฤดูฝนและ

ฤดูแล้ง ค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณไม้ และความสม่ำเสมอของพรรณไม้ของป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยป่าชุมชนทั้งสองแห่งยังมีลักษณะความซับซ้อนและโครงสร้างของป่าใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ ทำให้นกบริเวณป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีจำนวนมากและใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างพรรณไม้ ความซุกชุมของชั้นพุ่มไม้ กับชนิดของนก ในบริเวณป่าชุมชนทั้งสองแห่งมีความสัมพันธ์ในระดับสูงทั้งสองบริเวณ นอกจากนี้ยังพบนกเงือกกรามช้างปากเรียบ (*Rhyticeros subruficollis*), นกชนหิน (*Rhinoplax vigil*), นกเงือกหัวหงอก (*Berenicornis comatus*), นกเงือกปากดำ (*Anorrhinus galeritus*), นกเงือกกรามช้าง (*Rhyticeros undulatus*, และนกกก หรือนกกาฮัง (*Buceros bicornis*) และนกในวงศ์ไก่ฟ้า 1 ชนิด คือ นกหว้า (*Argusianus argus*) บริเวณป่าชุมชนคลองสงแก ซึ่งนกดังกล่าวเป็นสัตว์ที่ต้องอาศัยอยู่ในพื้นที่ตามธรรมชาติดังเดิม (Climax or Wilddernese species) โดยเฉพาะนกหว้า ได้ใช้พื้นที่บริเวณของป่าชุมชนในการทำลานสำหรับการเกี้ยวเพื่อเลือกคู่และผสมพันธุ์ แสดงว่าบริเวณป่าชุมชนเป็นพื้นที่สมบูรณ์เหมือนป่าธรรมชาติ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือจากชุมชนบ้านไร่เหนือ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา และได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540077 ผู้ศึกษาขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร. 2530. แผนที่บ้านบาโหย. ระวาง 5121 I ลำดับชุด L7017. พิมพ์ครั้งที่ 3. กองบัญชาการทหารสูงสุด, กรุงเทพฯ.

ทรงกรด ประพิตรภา. 2532. มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม. ดี. ดี. บุ๊คสโตร์, กรุงเทพฯ.

นริทธิ์ สีตะสุวรรณ และอู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์. 2525. การกระจายของนกชนิดต่าง ๆ ในบางท้องที่ของจังหวัดเชียงใหม่, วิทยาศาสตร์ 1: 924-931.

ประกาศ สว่างโชติ. 2541. ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในป่าดิบชื้นเขตร้อนระดับต่ำบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิเวศวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปรีชา ธรรมานนท์. 2530. โครงสร้างป่าดิบเขา. วารสารวนศาสตร์ 6: 57-88.

สมพงษ์ ภาคฐูป. 2523. ลักษณะโครงสร้างของพรรณไม้ในป่าดิบชื้นเขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานี วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวัฒนวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2537. การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ ในความหลากหลายทางชีวภาพกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. หน้า 51-73. วิวัฒน์ คติธรรมนิตย์ บรรณาธิการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2540. รายงานการประชุมเพื่อจัดสถานภาพทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานป่าไม้เขตปัตตานี. 2540. รายงานประจำปีโครงการอนุรักษ์ธรรมชาติและสัตว์ป่า ส่วนป่าพระนามาภิไธยภาคใต้ พื้นที่ส่วนที่ 2. โรงพิมพ์มิตรภาพปัตตานี, ปัตตานี.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2538. แผนที่แสดงเขตอำเภอ ตำบล เทศบาล และข้อมูลพื้นฐานของจังหวัด พ.ศ. 2538. สำนักงานสถิติแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์. 2532. ความหลากหลายของนกในประเทศไทย ในการสัมมนาชีววิทยาครั้งที่ 7 เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. 205-220.

JOHNSINGH, A. J. T. AND J. JOSHUA. 1994. Avifauna in tree vegetation type on Mundanthurai Plateau, South India. Journal of Tropical Ecology 10: 323-335.

LEKAGUL, B AND P. D. ROUND. 1991. A guide to the bird of Thailand. Darnsutha Press, Bangkok.

LUDWIG, J. A. AND J. F. REYNOLDS. 1988. Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons, Singapore.

MACARTURE, R. H AND J. W. MACARTURE. 1961. On bird species diversity. Ecology 42 (3): 594-598.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Chapman and Hall. London.

NEAL, D. G. 1967. Statistical description of the forest of Thailand. Military Research and Development Center, Bangkok.

PIELOU, E. C. 1977. Mathematic ecology. John Wiley & Sons, New York.

PRAKOBVITAYAKIT BEAVER, O. AND N, SRITASUWAN. 1985. Classification of some bird communities in Chiang Mai Province, Northern Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 33(1): 121-138.

ความหลากหลายชนิดพันธุ์นกในป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา

นิกร สุวรรณการณ์, เริงชัย ตันสกุล และ กำพล มีสวัสดิ์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ สงขลา 90112

ABSTRACT

AVIFAUNA IN TO THEPA AND KHUAN HIN LUB FOREST, SABAYOI DISTRICT, SONGKHLA PROVINCE

N. Suwannakarn, R. Tansakul and K. Meesawat
Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112

The Thepa Upstream Forest, Sabayoi District, Songkhla Province was surveyed for birds from September 1997 to September 1998. Direct census and indirect census were selected for field recording. Small insect-eating birds were found along the stream and bigger birds such as Hornbills and the Great Argus were found on the higher mountain areas. Indirect census was done every month by interviewing nearby villagers and by observing animal remains. The surveys found endangered and important bird species such as the Great Argus *(Argusianus argus)*, the white-crowned Hornbill *(Berenicornis comatus,)* the Black Hornbill *(Anthracoceros malayanun),* the Great Hornbill *(Buceros bicornis),* the Helmeted Hornbill *Rhinoplax vigil* and wreathed Hornbill *(Rhyticeros undulatus).* At least 157 species of birds from 98 families and 42 orders were found during the surveys. Most of them are protected species.

Key words: diversity, birds

บทนำ

ป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ หรือป่าต้นน้ำเทพาเป็นป่าสงวนแห่งชาติ ที่ตั้งอยู่ในแนวรอยต่อของประเทศไทย-มาเลเซีย ประมาณหลักเขตที่ 39 ในอดีตเป็นพื้นที่อยู่ในอิทธิพลของขบวนการก่อการร้ายคอมมิวนิสต์ การบุกรุกทำลายป่าจึงมีน้อยมาก ต่อมาในปี 2531 การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (Electricity Generating Authority of Thailand, 1992) ได้วางแผนที่จะสร้างโรงงานไฟฟ้าพลังงานความร้อนจากลิกไนต์และสร้างอ่างเก็บน้ำ ทำให้ประชาชนในพื้นที่เกิดการตื่นตัวและตระหนักถึงคุณค่าของผืนป่าแห่งนี้ ทั้งในแง่ของการเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร แหล่งสมุนไพร และแหล่งรายได้ทดแทนในยามไม่ได้กรีดยาง ชาวบ้านมีมติร่วมกันที่จะรักษาป่าผืนนี้ไว้ จึงรวบรวมองค์ความรู้ท้องถิ่น (สุขสันต์และนิคม, 2538) ในแง่ของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในป่าดังกล่าว สัตว์ป่าที่ได้จากการรวบรวมรายชื่อนั้นหลายชนิดอยู่ในสถานภาพใกล้จะสูญพันธุ์ เช่น นกเงือกหัวแรด นกชนหิน ล่าสุดได้มีโครงการถนนสามเหลี่ยมเศรษฐกิจ ไทย-มาเลเซีย-อินโดนีเซีย อันมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจของภูมิภาคแถบนี้ อาจมีผลกระทบถึงอนาคตของป่าผืนนี้ด้วย การศึกษาครั้งนี้คาดหวังที่จะสำรวจชนิดนกต่าง ๆ ในป่าโต๊ะเทพ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการจัดการพื้นที่ดังกล่าวต่อการพัฒนาในอนาคต (สุขสันต์และนิคม, 2538; สาระและคณะ, 2540)

พื้นที่ศึกษา

ป่าสงวนแห่งชาติโต๊ะเทพและควนหินลับ ตั้งอยู่ที่ตำบลบาโหย อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา พื้นที่ของตำบลบาโหยซึ่งเป็นเส้นทางศึกษา มีลักษณะเป็นป่าภูเขาสูง ทอดแนวจากทิศเหนือสู่ทิศใต้ ในบริเวณเทือกเขาสันกาลาคีรี เทือกเขาโต๊ะเทพ และเทือกเขาป่าควนหินลับ ตำบลบาโหยเป็นตำบลหนึ่งของอำเภอสะบ้าย้อย อยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอประมาณ 26 กิโลเมตร ห่างจากจังหวัดสงขลา 130 กิโลเมตร มีอาณาเขตทางทิศเหนือติดต่อกับตำบลทุ่งพอ ตำบลจะแหน ตำบลเขาแดง (ถนนยุทธศาสตร์ทางทหาร) ทิศใต้ติดต่อกับประเทศมาเลเซีย ทิศตะวันออกติดต่อกับอำเภอกาบัง จังหวัดยะลา (แม่น้ำเทพา) ทิศตะวันตกติดต่อกับ ตำบลเขาแดง อำเภอสะบ้าย้อย และประเทศมาเลเซีย สถานภาพของพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติโต๊ะเทพและควนหินลับ แบ่งตามชนิดพืชและสัตว์ที่มีการสำรวจพบ มีดังนี้

1. ลักษณะสังคมพืช เป็นแบบป่าดงดิบชื้น (Moist Evergreen Forest) โครงสร้างทางด้านตั้งเป็น 2 ชั้นเรือนยอด คือ เรือนยอดชั้นบนสูงตั้งแต่ 25 เมตรขึ้นไป ประกอบด้วยไม้ในวงศ์ยางที่ไม่ผลัดใบในฤดูแล้ง เช่น ยางเสียน ยาง

ยูง ไข่เขียว กะบากทอง หลุมพอ สมพง เอาะ ปออีเก้ง และเรือนยอดชั้นรองมีความสูง 15-25 เมตร ได้แก่ สังเครียด โศกเหลือง ขมิ้น โศกแดง จิกเขา ทุเรียนป่า ส้มแขก สังทำ ไม้หอม ส่วนพื้นล่างของป่าประกอบด้วยลูกไม้หนาแน่น ไม้พุ่มพวกเข็ม พันธุ์ไม้ในวงศ์กระดังเช่น จำปูน สังหยู ไม้ในวงศ์ปาล์มที่พบทั่วไป เช่น หวายงวย หวายกำพวน ไม้ในวงศ์ขิง Zingiberaceae เช่น ปุดใหญ่ กาหลา และในบริเวณริมห้วย และลำธาร มักพบไม้ไผ่โดยเฉพาะไม้ไผ่โป๊ะ

2. สังคมสัตว์ พบสัตว์ป่ากระจายอยู่ทั่วไป นกบางชนิดมักพบในบริเวณรอยต่อระหว่างป่าสมบูรณ์กับป่าที่ถูกคุกคาม และตามแหล่งอาหารสัตว์ เช่น ต้นไทร (สาระและคณะ, 2540)

วิธีการ

1. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับชนิดนก ปริมาณ และการกระจายตามฤดูกาล โดยการสอบถามชาวบ้านผู้ชำนาญพื้นที่ หรือเอกสารที่มีผู้ทำรายงานไว้แล้ว เก็บข้อมูลสภาพพื้นที่ทั่วไปของถิ่นที่อยู่อาศัยเช่น พืชพรรณ ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน
2. แบ่งการสำรวจนกเป็น 2 วิธี คือ
   2.1 สำรวจทางตรง (direct census) เป็นการสำรวจเพื่อให้เห็นตัวนกจริง
      ก. สำรวจทั่วไป โดยสุ่มสำรวจเพื่อให้ได้จำนวนชนิดนกและครอบคลุมพื้นให้มากที่สุด ทำการสำรวจเช่นนี้ทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง
      ข. สำรวจตามแหล่งอาหาร แหล่งน้ำ บริเวณโป่ง (saltlick) ซึ่งมีความจำเป็นต่อนก
      ค. สำรวจตามเส้นแนว โดยพยายามเลือกเส้นแนวที่ผ่านทุกสภาพที่อยู่อาศัย จากเชิงเขาถึงยอดเขาโดยตรวจนับชนิดและจำนวนนกในระยะที่เห็นทั้ง 2 ข้างทาง ตลอดเส้นทางการศึกษาทั้ง 3 เส้น ทำการสำรวจทุก ๆ 3 เดือนรวมทั้งหมด 6 ครั้ง แนวเส้นทางทั้งสามเส้น มีดังนี้

เส้นแนวที่ 1 เริ่มต้นจากคลองสงแกขึ้นไปทางทิศเหนือผ่านลำธารเล็กมีน้ำเฉพาะช่วงฤดูฝน มีระยะทาง 187 เมตร (เดิมมีมากกว่านี้ เนื่องจากถูกบุกรุกทำที่เกษตรกรรม) สูงประมาณ 210 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง
เส้นแนวที่ 2 เริ่มต้นจากคลองสงแกไปทางทิศใต้ผ่านลำธารเล็ก ๆ มีน้ำเฉพาะช่วงฤดูฝน มีระยะทาง 300 เมตร สูงประมาณ 210 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ป่าค่อนข้างสมบูรณ์กว่าเส้นที่ 1
เส้นแนวที่ 3 อยู่ทางทิศใต้แต่ต้องเดินทางอ้อมภูเขาไปทางทิศตะวันออกที่ลำธารสุสน เริ่มจากเชิงเขา ระยะทางถึงสันเขาประมาณ 250 เมตร ระดับความสูงประมาณ 210 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

      ง. สำรวจโดยการดักตาข่าย (mist net) ขนาด 36 มิลลิเมตร (ตาข่ายขนาดดักนกขนาดเล็ก) ติดตั้งตาข่ายบริเวณที่คาดว่ามีนกบินผ่าน (โดยสำรวจเช่นเดียวกับข้อ 2.1) เช่น พื้นที่เป็นห้วย หรือสายน้ำเล็ก ๆ ที่นกสามารถกินน้ำหรือเล่นน้ำได้ เมื่อนกติดตาข่ายพยายามไม่ให้นกได้รับอันตรายหรือได้รับอันตรายน้อยที่สุด การนำนกออกจากตาข่ายจะต้องสังเกตทิศทางที่นกบินเข้าตาข่าย การแกะนกออกจากตาข่ายจะเริ่มจากด้านที่นกบินเข้าโดยใช้มือคลี่ตาข่ายให้เห็นช่องระหว่างตัวนกกับตาข่าย สอดมือเข้าไปจับตัวนกทางด้านหลังให้ลำตัวอยู่ในอุ้งมือ ส่วนหัวและคออยู่ระหว่างนิ้วชี้ และนิ้วกลาง ใช้มืออีกด้านแกะตาข่ายออกจากบริเวณนิ้วเท้า ขา ลำตัว ปีก และหัว เมื่อตาข่ายหลุดออกจากตัวนกแล้วนำใส่ถุงผ้า (กรมป่าไม้, 2538; Elliott, 1988) นกที่จัดได้นำมาแยกชนิด โดยใช้คู่มือ A guide to the bird of Thailand (Lekagul and Round, 1991) พร้อมบันทึกข้อมูลที่ได้ จากนั้นปล่อยนกกลับคืนสู่แหล่งธรรมชาติ การดักตาข่ายแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงในเวลาเช้า และเย็นอีกครั้ง และเฝ้าดูตาข่ายตลอดเวลาทำการจนแล้วเสร็จ

   2.2 สำรวจทางอ้อม (indirect census)

   วิธีนี้อาศัยเครื่องหมายที่สัตว์ได้ทำสัญลักษณ์ เช่น การทิ้งขน ร่องรอยการหาอาหาร ลานเกี้ยวพาราสีของนกหว้า เสียงร้อง ซาก และจากการสอบถามชาวบ้านที่มีความชำนาญ

3. การจำแนกชนิดนก โดยอาศัยหนังสือ A guide to the bird of Thailand
4. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ
   4.1 ดัชนีความหลากหลายโดยใช้วิธีการของ Margalef Index (APHA-AWWA-WEF,1992)

$$D=\frac{(S-1)}{\ln(n)}$$

D = ดัชนีความหลากหลาย

n = จำนวนทั้งหมดของทุก species ที่พบ

S = จำนวน species ที่พบ

4.2 ความคล้ายคลึงของชุมชน (community similarity) หาเปอร์เซ็นต์ความคล้ายคลึง (percentage of similarity) ตามวิธีการของ Sorenson's quantitative (Johnsingh and Joshua, 1994)

$$\text{similarity index} = \frac{2 \text{ number of species in common}}{\text{total number of species}} \times 100$$

ผลการวิจัย

ความหลากหลายของชนิดนก

จากการสำรวจพื้นที่ป่าต้นน้ำเทพาหรือป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนกันยายน 2540 ถึงเดือนสิงหาคม 2541 พบชนิดนกทั้งสิ้น 42 วงศ์ 98 สกุล 157 ชนิด ชนิดที่พบมากที่สุด คือ นกในวงศ์นกปรอด ประชากรของนกที่พบมากที่สุดตามลำดับ คือ นกกระจิบอกเทา นกกางเขนดง และนกขุนทอง

สภาพพื้นป่าที่จากการสุ่มสำรวจทั่วไป มีหลายรูปแบบดังนี้

1. สภาพพื้นที่ป่าเป็นลักษณะป่าไผ่ (bamboo forest) พบชนิดนก เช่น นกในวงศ์หัวขวาน (Woodpeckers), ไก่ป่า (*Gallus gallus*), นกเขาเขียว (*Chalcophaps indica*), นกไผ่ (*Erythrura prasina*) เป็นต้น

2. สภาพพื้นที่ป่าเป็นลำคลอง เช่น คลองช้างชนกัน คลองเปียน คลองเทพา คลองสงแก คลองตุ๊ค คลองปง คลองหลอด คลองหวายหิน คลองเวียน และคลองหินไฟ พบนกที่สำคัญ เช่น นกกวัก (*Amaurornis phoenicurus*), นกทึดทือมลายู (*Ketupa ketupo*), นกกระเต็นสร้อยคอสีน้ำตาล (*Actenoides concretus*)

3. ป่าดิบชื้นระดับต่ำและป่าพรุ สภาพพื้นที่จะมีต้นไม้หนาแน่น มีความชื้นสูง และน้ำขังตลอดปี พรรณไม้ที่พบมาก เช่น ระกำ หลุมพี ไม้ยืนต้น เช่น อโศกน้ำ นกที่พบ เช่น นกกางเขนดง และนกในวงศ์นกปรอด

4. สภาพพื้นที่ขอบป่าและพื้นที่เกษตรกรรม นกที่พบ เช่น นกในวงศ์นกปรอด นกกางเขนบ้าน นกอีเสือสีน้ำตาล

5. สภาพป่าดิบชื้นและสันเขา สภาพป่าส่วนใหญ่มีความสมบูรณ์มาก ไม้สำคัญที่พบ เช่น ไม้ในวงศ์ยาง ไม้หลุมพอ เป็นต้น พบนกที่สำคัญ เช่น นกหว้า เหยี่ยวรุ้ง และนกเงือกต่าง ๆ

สถานภาพของนกในป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา จัดตามสถานภาพทรัพยากรชีวภาพ ดังนี้

1. The International Union for Conservation of Nature and Resources 1994 (IUCN) สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539)

ในป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ มีนกตาม IUCN 13 วงศ์ 24 สกุล 27 ชนิด เช่น นกที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ 1 ชนิด คือ เหยี่ยวหงอนสีน้ำตาลท้องขาว (*Spizaetus nanus*) นกที่กำลังถูกคุกคาม 2 ชนิด คือ นกเงือกดำ (*Anthracoceros malayanus*) นกเงือกชนหิน (*Buceros vigil*)

2. The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) Appendix I, II, III มีนกตาม CITES 8 วงศ์ 14 สกุล 16 ชนิด จัดลำดับความสำคัญ ดังนี้ Appendix I เช่น นกกาฮัง (*Buceros biconis*) Appendix II เช่น นกทึดทือมลายู (*Ketupa ketupu*) Appendix III เช่น นกขุนทอง (*Gracula religiosa*)

3. พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535

นกทั้งหมดจัดเป็นสัตว์คุ้มครอง ส่วนในพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า นกถือเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองทั้งสิ้น (เขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาท่าเพชร จ. สุราษฎร์ธานี, 2539)

ผลการสำรวจนกตามเส้นแนวทั้ง 3 เส้น จะพบนกที่อาศัยอยู่ในระดับความสูงคล้ายกัน เช่น ที่ราบตีนเขาจะพบนกขนาดเล็ก เช่น นกกระจิบกระหม่อมแดง นกจับแมลงต่างๆ นกกินแมลงโลกเก่าที่หากินอยู่ตามชาร เช่น นกกางเขนน้ำหลังแดง บริเวณเชิงเขาจะพบนกวงศ์ปรอด นกกางเขนดง นกขุนแผนอกสีส้ม ส่วนบนสันเขาจะพบนกค่อนข้างขนาดใหญ่ เช่น นกเหยี่ยวรุ้ง นกบั้งรอกตลอดจนนกเงือก อาจจะพบไก่ป่า การเดินสำรวจโดยทั่วไปตามลักษณะของภูเขาพบว่า นกกางเขนดงอาศัยอยู่ต่ำจากระดับความสูงตั้งแต่ 300 เมตรลงมา

อิทธิพลของฤดูกาลและระดับความสูงต่อความหลากหลายของชนิดนก

ฤดูกาล ในป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา มี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝนและฤดูร้อน ฤดูฝนจะค่อนข้างยาว ในฤดูฝนการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่สะดวกเพราะมีความชื้นสูง ตลอดจนการเดินทางเข้าสำรวจในพื้นที่ป่ามีความลื่นของดินภูเขาและเต็มไปด้วยทาก ในฤดูฝนจึงค่อนข้างจะเห็นตัวนกได้ยาก ตลอดฤดูฝนพบนกได้ 80 กว่าชนิด ช่วงฤดูร้อน การปฏิบัติงานมีความพร้อมมากขึ้นและสภาพป่าก็เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลทำให้เห็นนกมากขึ้น นกหาแหล่งน้ำเพื่อกินและอาบ ทำให้พบนกเพิ่มมากขึ้น ตลอดฤดูร้อนพบชนิดมากถึง 120 ชนิด

ระดับความสูง ความสูงของภูเขาที่เดินสำรวจ สูง 424 เมตร พบนกที่มีขนาดใหญ่อาศัยอยู่ เช่น นกหว้า และนกเงือกต่าง ๆ พบนกกินแมลงและจับแมลงด้วย แต่พบไม่มากนัก จากการสำรวจพบว่าที่ระดับความสูง 301-350 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง พบจำนวนชนิดนกน้อยมาก ในขณะที่ระดับความสูงที่ 80-150 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง พบจำนวนชนิดนกมากที่สุด

บทวิจารณ์

ป่าโต๊ะเทพและควนหินลับเป็นพื้นที่ป่าที่มีความสมบูรณ์ เป็นป่าขนาดใหญ่ซึ่งติดกับชายแดนประเทศมาเลเซีย และมีความสำคัญทั้งในด้านที่เป็นตัวแทนของสังคมพืชป่าและสัตว์ป่า มีความหลากหลายของระบบนิเวศทั้งพรุธรรมชาติโป่ง ถ้ำ พื้นที่ราบหลายรูปแบบ เช่น ป่าไผ่ผสมป่าดิบชื้น ป่าดิบชื้นพื้นราบ ป่าดิบชื้นเชิงเขา และเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารหลายสายขนาดใหญ่ เป็นเหตุให้มีสัตว์ป่าที่หาได้ยากหลายชนิด ซึ่งไม่ค่อยมีรายงานการพบในพื้นที่อื่นมาก่อน เช่น ช้างแคระหรือช้างหัวแดง (สุขสันต์และนิคม, 2538) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่พบในป่าแห่งนี้ เช่น ช้างป่า ควายป่า ลิงเสน ลิงหางยาง ชะนี ค่างหัวหงอก ค่างดำ พญากระรอก หมีขอ บ่าง เม่น กระจง ลิ่น หมูป่า ชะมด อีเห็น เป็นต้น ชนิดของนกที่หายากและจัดลำดับใกล้จะสูญพันธุ์ เช่น นกเงือกหัวแรด นกเงือกชนหิน นกเงือกปากดำ นกเงือกดำ ไก่จุก นกหว้า ไก่ฟ้าหน้าเขียว (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539) ค่อนข้างชุกชุมตามแนวชายแดน หากมีการศึกษาต่อเนื่อง อาจพบจำนวนชนิดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะด้านทิศใต้ของพื้นที่ป่ามีความสมบูรณ์สูง การศึกษานิเวศวิทยาของนกที่อาศัยอยู่ในพรุบริเวณชายแดนทำได้ค่อนข้างยากเพราะพื้นที่มีขนาดใหญ่ ป่าที่ค่อนข้างรกทึบเป็นอุปสรรคในการติดตามเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นข้อมูลบางส่วนจึงได้จากการสอบถามชาวบ้านที่มีอาชีพเก็บของป่าซึ่งจะเข้าป่าเป็นประจำโดยเฉพาะพรานป่าจะได้ข้อมูลเป็นอย่างดี แต่ที่น่าเป็นห่วง คือ ชาวบ้านหรือพรานไม่รู้ถึงความสำคัญของนกหรือสัตว์ป่าเหล่านั้น บางชนิดอาจจะหายากมากหรือสูญพันธุ์แล้ว แต่พบในป่าแห่งนี้ เช่น ไก่ฟ้าหน้าเขียว เป็นต้น

มีการล่าสัตว์ป่าค่อนข้างมากเนื่องจากสัตว์ป่ามีความชุกชุม ทั้งจากคนในพื้นที่ และอำเภอใกล้เคียง บางครั้งยังมีนักล่าสัตว์จากในเมืองเข้าร่วมด้วย ตัวอย่างสัตว์ป่าที่ถูกล่า ได้แก่ หมูป่า กระจง กวาง หมี ชะนี ค่างดำ ค่างแว่น สัตว์จำพวกนก เช่น นกหว้า ไก่จุก ไก่ฟ้าหน้าเขียว และนกเงือกหลายชนิด ปัจจุบันพื้นที่รอยต่อระหว่างเขตเกษตรกรรมกับป่าดั้งเดิมเริ่มถูกบุกรุกอย่างหนักอาจเป็นเพราะหน่วยย่อยของอุทยานสันกาลาคีรีถอนกลับที่ตั้งเดิมจึงไม่มีการดูแลป่า ชาวบ้านและนายทุนเริ่มบุกรุกพื้นที่ป่าหนักขึ้น

บทสรุป

จากการดำเนินโครงการความหลากหลายชนิดพันธุ์นกในป่าโต๊ะเทพและควนหินลับ อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนกันยายน 2540 ถึงเดือนสิงหาคม 2541 โดยกำหนดวิธีการสำรวจทางตรงและทางอ้อม ทางตรงโดยการสำรวจทั่วไปด้วยตาข่ายขนาดเล็ก และสำรวจตามเส้นแนว 3 เส้น จากตีนเขาถึงสันเขา ความสูง 210 เมตร

เหนือระดับน้ำทะเล และการสำรวจทางอ้อมโดยดูจากร่องรอย ซาก และสอบถามชาวบ้านที่หาของป่า พบนกทั้งสิ้น 42 วงศ์ 98 สกุล 157 ชนิด พบนกที่ใกล้สูญพันธุ์หรือมีแนวโน้มหรือถูกคุกคามตาม IUCN 13 วงศ์ 23 สกุล 27 ชนิด ตาม CITES 8 วงศ์ 14 สกุล 16 ชนิด และสรุปได้ว่า ฤดูกาล และความสูงมีอิทธิพลต่อจำนวนชนิดของนกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540006 ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัย รศ. ดร. เริงชัย ตันสกุล ที่ให้โอกาสอันใหญ่หลวงในการศึกษาต่อและทำวิจัย รศ. ดร. กำพล มีสวัสดิ์ ช่วยตอบปัญหาข้อสงสัย นายประสิทธิ์ (ลุงพร) ชนะสิทธ์ และครอบครัว ที่ให้ที่พักหลับนอน นายเล็ก เพ็ชรทอง ช่วยนำทางเข้าป่า และทีมงานสำรวจผู้ที่มีส่วนร่วมงานทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2538. Bird Banding: นกนางแอ่นบ้าน นกอพยพย้ายถิ่น. กรมป่าไม้ เทเลคอมเอเชีย, กรุงเทพฯ (สำเนา).

เขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาท่าเพชร จังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2539. บัญชีสัตว์ป่าคุ้มครองท้ายกฎกระทรวงฉบับที่ 4/2537 ออกตามความในพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535. กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สาระ บำรุงศรี, เริงชัย ตันสกุล และกำพล มีสวัสดิ์. 2540. การศึกษาเบื้องต้นความหลากหลายของสัตว์ป่าและสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าบริเวณป่าต้นน้ำคลองเทพาจังหวัดสงขลา. คณะวิทยาศาสตร์และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 23 หน้า.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2539. รายงานการประชุมเพื่อจัดสถานภาพทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 58 หน้า.

สุขสันต์ กำเนิดผล และนิคม ภู่สกุล. 2538. รายงานการติดตามศึกษาช้างหัวแดงป่าต้นน้ำเทพาเบื้องต้น. ศูนย์ส่งเสริมเยาวชนสมิหลา, สงขลา. 33 หน้า.

APHA-AWWA-WEF. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. American Public Health Association, American Water Works Association and World Environment Federation, New York.

ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND. 1992. Foresty and Wildlife In Environmental Impact Assessment of Water Supply Project for Saba Yoi Power Plant. Prince of Songkla University and Team Consulant Co.

ELLIOTT, M. 1988. Bird Banding. The Boxwood Press, USA. 341 p.

JOHSINGH, A. J. T. AND J. JOSHUA. 1994. Avifaunna in the Vegetation Types on Mundanthurai Plateau, South India. Jounal of Tropical Ecology 10(3): 328.

LEKAGUL. B AND D. R. PHILIP. 1991. A Guide to the Birds of Thailand. Saha Karn Bhaet Co. Ltd., Bangkok, Thailand.

การศึกษาชีววิทยาประชากรของนกขุนทองในประเทศไทย

พรชัย วงศ์วาสนา

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

ABSTRACT

A STUDY OF POPULATION BIOLOGY OF HILL MYNAHS IN THAILAND

P. Wongwasana

Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkapi, Bangkok 10240

From the morphological characteristics, body weight, size of body, bill, head, tail, tarsus and yellow connection line, and shape of wattle, we found 5 groups of hill mynahs in Thailand. They were called the; northern group, modified northern group, intermediate group, modified southern group and southern group. A study of the proportion of each hill mynah group in the wild can estimate the variation within hill mynah natural populations. The studies showed that in Mae Hong Son, there were only northern birds (100%). In Petchaboon, there was also only the northern group (100%). Chumporn had four different hill mynah groups, which were northern group (10%), modified northern group (16%), intermediate group (63%) and southern group (11%). In Satoon we found two different groups, modified southern group (42%) and southern groups (58%). In Narathiwart, there was only southern birds (100%). The results of observing reproductive behavior in the field revealed that mating pairs occurred between different hill mynah groups in Chumporn and Satoon provinces.

Key words: hill mynah, morphology, population

บทนำ

นกขุนทอง *Gracula religiosa* เป็นนกประจำถิ่นของภาคพื้นเอเชีย มี 10 ชนิดย่อย (Peters, 1962) ในประเทศไทยพบ 2 ชนิดย่อย คือ นกขุนทองเหนือ (*Gracula religiosa intermedia*) และนกขุนทองใต้ (*G.r. religiosa*) (Lekagul and Round, 1991) นกขุนทองเหนือมีถิ่นอาศัยอยู่ทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย นกขุนทองใต้พบอยู่ทางภาคใต้ของประเทศ จากการดำเนินการศึกษาความแตกต่างของสัณฐานวิทยาของนกขุนทองที่มีแหล่งอาศัยกระจายทั่วประเทศไทย (Archawaranon and Wongwasana, 1998a; 1998b; Archawaranon and Techatraisak, 1999) พบนกขุนทองกลุ่มใหม่ในประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะภายนอก 5 กลุ่มด้วยกัน ตามลักษณะภายนอกทั้งหมดที่วัดได้คือ น้ำหนักตัว, ขนาดของศีรษะ, จะงอยปาก, ลำตัว, ความยาวลำตัว, หาง, ขา, แผ่นหนังสีเหลือง และลักษณะรูปร่างของแผ่นหนังสีเหลือง คือ กลุ่มที่ 1 นกขุนทองเหนือแท้ (northern group=N), กลุ่มที่ 2 นกขุนทองเหนือกลาย (modified northern group=MN), กลุ่มที่ 3 นกขุนทองกลุ่มผสม (intermediate group=I), กลุ่มที่ 4 นกขุนทองใต้กลาย (modified southern group=MS) และ กลุ่มที่ 5 นกขุนทองใต้แท้ (southern group=S) ซึ่งการเกิดการผันแปรของรูปร่างลักษณะภายนอกของนกขุนทองกลุ่มใหม่ทั้ง 3 กลุ่มในประเทศไทย อาจเกิดจากการผสมข้ามกลุ่มระหว่างนกขุนทองเหนือแท้และนกขุนทองใต้แท้ หรืออาจเกิดจากการผันแปรของพันธุกรรมภายในกลุ่มประชากร เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การนับสัดส่วนประชากรของนกขุนทองกลุ่มใหม่ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติต่อจำนวนประชากรของนกขุนทองเหนือและนกขุนทองใต้ที่มีอยู่เดิมจะทำให้ทราบว่าการผันแปรของกลุ่มประชากรนกขุนทองในประเทศไทยเกิดขึ้นมากน้อยเท่าใด

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาสัดส่วนของจำนวนประชากรนกขุนทองทั้ง 5 กลุ่มในประเทศไทย ดำเนินการศึกษาใน 5 จังหวัด คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ($19^{\circ}40'$ N และ $98^{\circ}22'$ E), เพชรบูรณ์ ($16^{\circ}36'$ N และ $101^{\circ}10'$ E), ชุมพร ($10^{\circ}45'$ N และ $99^{\circ}5'$ E), สตูล ($6^{\circ}54'$ N และ $100^{\circ}5'$ E) และนราธิวาส ($5^{\circ}52'$ N และ $101^{\circ}48'$ E)

วิธีการ

แผนการดำเนินงานวิจัยกำหนดให้มีการนับสัดส่วนจำนวนประชากรของนกขุนทองทั้ง 5 กลุ่มในแต่ละพื้นที่ตัวอย่าง 10 จังหวัดด้วยกัน ดังนี้ (แต่การดำเนินการวิจัยยังไม่เสร็จสมบูรณ์)

1. นับสัดส่วนประชากรของนกขุนทองแต่ละกลุ่มลักษณะในแต่ละพื้นที่ตัวอย่าง 5 จังหวัด กระจายทั่วประเทศไทย ดังนี้ ภาคเหนือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดเพชรบูรณ์ และภาคใต้ จังหวัดชุมพร, สตูล, และนราธิวาส โดยนับในช่วงเดือนสิงหาคม-ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงนอกฤดูสืบพันธุ์ของนกขุนทอง สำรวจบริเวณที่มีนกอยู่รวมกันเป็นฝูงนับในช่วงประมาณเวลา 11.00-15.00 น. นกขุนทองทั้งฝูงเกาะคอนพักผ่อนบนต้นไม้ใหญ่ นับสัดส่วนของนกแต่ละกลุ่มลักษณะ (Crosby, 1994) ว่าใน 1 ฝูงมีนกลักษณะแผ่นหนังสีเหลืองแบบใดกี่ตัว โดยส่องดูด้วยกล้องส่องทางไกล แต่ละจุดนับซ้ำกัน 10 ครั้ง ใน 10 วัน แต่ละครั้งนับด้วยคน 2 คน หาค่าเฉลี่ยสัดส่วนนกแต่ละลักษณะในแต่ละจังหวัด

2. ศึกษาพฤติกรรมการจับคู่ของนกขุนทองในแต่ละพื้นที่ตัวอย่าง โดยสังเกตการจับคู่ของนกขุนทองในช่วงเดือนมกราคม–กรกฎาคม ตั้งแต่เวลา 6.00–17.00 น. ว่านกกลุ่มใดจับคู่กับกลุ่มใดบ้าง สัดส่วนเท่าใดในแต่ละพื้นที่ตัวอย่าง 5 จังหวัด โดยบันทึกพฤติกรรมการจับคู่ การทำรัง การฟักไข่ การป้อนอาหารลูกนก และการสอนลูกนกบิน

ผลการวิจัย

การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของนกขุนทองในประเทศไทย

จากการศึกษาพบว่านกขุนทองที่อาศัยอยู่ทางภาคเหนือของประเทศที่ละติจูด 19°30′ N มีรูปร่างลักษณะเล็กกว่า น้ำหนักตัวน้อยกว่านกที่มีถิ่นอาศัยอยู่ทางภาคใต้ของประเทศที่ละติจูด 5°55′ N โดยรูปร่างและน้ำหนักตัวจะค่อยๆ ใหญ่และมากขึ้นเมื่อละติจูดลดลง ส่วนนกขุนทองเหนือกลาย นกขุนทองกลุ่มผสม และนกขุนทองใต้กลาย ซึ่งเป็นนกกลุ่มที่ค้นพบใหม่มีถิ่นอาศัยอยู่ช่วงตอนกลางของประเทศไทย

การสำรวจจำนวนประชากรนกขุนทองในธรรมชาติที่มีลักษณะภายนอกแตกต่างกันทั้ง 5 กลุ่ม ในประเทศไทยแบบสุ่มตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ ที่ศึกษาในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เพชรบูรณ์ ชุมพร สตูล และนราธิวาส ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงสัดส่วนจำนวนประชากรของนกขุนทองแต่ละกลุ่มในจังหวัดที่ดำเนินการวิจัย (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)

จังหวัด	จำนวน (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)				
	N	MN	I	MS	S
แม่ฮ่องสอน	100	-	-	-	-
เพชรบูรณ์	100	-	-	-	-
ชุมพร	10	16	63	11	-
สตูล	-	-	-	42	58
นราธิวาส	-	-	-	-	100

หมายเหตุ: N=นกขุนทองเหนือ, MN=นกขุนทองเหนือกลาย, I=นกขุนทองกลุ่มผสม, MS=นกขุนทองใต้กลาย, S=นกขุนทองใต้แท้

พฤติกรรมการจับคู่ของนกขุนทองในป่าธรรมชาติของประเทศไทย

จากการศึกษาพฤติกรรมการจับคู่ของนกขุนทองในป่าธรรมชาติ ในช่วงฤดูสืบพันธุ์ ใน 5 จังหวัด คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เพชรบูรณ์ ชุมพร สตูล และนราธิวาส ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. แสดงสัดส่วนการจับคู่ของนกขุนทองแต่ละกลุ่มในจังหวัดที่ดำเนินการวิจัย (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)

	NxN	NxMN	NxI	NxMS	NxS	MNxMN	MNxI	MNxMS	MNxS	IxI	IxMS	IxS	MSxMS	MSxS	SxS
แม่ฮ่องสอน	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เพชรบูรณ์	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ชุมพร	9.09	9.09	9.09	9.09	-	-	18.18	13.64	-	22.73	9.09	-	-	-	-
สตูล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.15	19.23	34.62
นราธิวาส	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100

หมายเหตุ: N=นกขุนทองเหนือ, MN=นกขุนทองเหนือกลาย, I=นกขุนทองกลุ่มผสม, MS=นกขุนทองใต้กลาย, S=นกขุนทองใต้แท้

บทวิจารณ์

จากการวางแผนงานวิจัย กำหนดการนับนกขุนทองทั้ง 5 กลุ่มใน 10 จังหวัด กระจายทั่วประเทศไทย แต่การดำเนินการวิจัยทั้งการนับสัดส่วนจำนวนประชากรของนกขุนทองกลุ่มต่าง ๆ และศึกษาพฤติกรรมการจับคู่สามารถดำเนินการได้ 5 จังหวัด จึงยังไม่สามารถสรุปผลการศึกษาอย่างสมบูรณ์แบบได้ในขณะนี้ จากผลการสำรวจพบว่าบริเวณจังหวัดชุมพร มีนกขุนทองกลุ่มต่าง ๆ หลากหลายมากที่สุดถึง 4 กลุ่ม และมีการจับคู่ที่ต่างกลุ่มกันมากที่สุด ซึ่งไม่เป็นที่น่าแปลกใจ เพราะจังหวัดชุมพรเป็นจังหวัดที่มีนกขุนทองต่างกลุ่มอาศัยอยู่ร่วมกันถึง 4 กลุ่ม เปอร์เซ็นต์ที่นกต่างกลุ่มจับคู่กันเกิดขึ้นได้ แต่จะเกิดขึ้นมากน้อยยังขึ้นกับจำนวนนกขุนทองในแต่ละกลุ่มที่พบในพื้นที่ป่าด้วย จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ของนกขุนทองกลุ่มผสมจับคู่กับนกขุนทองกลุ่มผสมมีมากที่สุด เพราะที่จังหวัดชุมพรพบนกขุนทองกลุ่มผสมถึง 63% ของนกขุนทองทั้งหมดที่ทำการศึกษา รองลงมาเป็นนกขุนทองเหนือกลายจับคู่กับนกขุนทองกลุ่มผสม ซึ่งสัดส่วนของนกขุนทองเหนือกลายที่พบในจังหวัดชุมพรมีประมาณ 16% รองลงมาจากนกขุนทองกลุ่มผสม

บทสรุป

1. จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบเฉพาะนกขุนทองเหนือ
2. จังหวัดเพชรบูรณ์ พบเฉพาะนกขุนทองเหนือ
3. จังหวัดชุมพร พบการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรนกขุนทองมากกว่าที่จังหวัดสตูล โดยไม่พบนกขุนทองใต้แท้ แต่พบนกขุนทองกลุ่มอื่น ๆ อีก 4 กลุ่ม คือ นกขุนทองใต้กลาย, นกขุนทองกลุ่มผสม, นกขุนทองเหนือกลาย และนกขุนทองเหนือแท้ และพบว่ามีนกขุนทองกลุ่มต่าง ๆ จับคู่กันดังนี้ คือ นกขุนทองเหนือ x นกขุนทองเหนือ, นกขุนทองเหนือ x นกขุนทองเหนือกลาย, นกขุนทองเหนือ x นกขุนทองกลุ่มผสม, นกขุนทองเหนือ x นกขุนทองใต้กลาย, นกขุนทองเหนือกลาย x นกขุนทองกลุ่มผสม, นกขุนทองเหนือกลาย x นกขุนทองใต้กลาย, นกขุนทองกลุ่มผสม x นกขุนทองกลุ่มผสม และ นกขุนทองกลุ่มผสม x นกขุนทองใต้กลาย
4. จังหวัดสตูล พบการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรนกขุนทองโดย พบนกขุนทองใต้แท้อยู่ร่วมกับนกขุนทองใต้กลาย และพบว่ามีนกขุนทองต่างกลุ่มจับคู่กันดังนี้ คือ นกขุนทองใต้กลาย x นกขุนทองใต้กลาย, นกขุนทองใต้กลาย x นกขุนทองใต้ และ นกขุนทองใต้ x นกขุนทองใต้
5. จังหวัดนราธิวาส พบเฉพาะนกขุนทองใต้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541049

เอกสารอ้างอิง

ARCHAWARANON, M. AND P. WONGWASANA. 1998a. Morphological variation of hill mynahs in Thailand. 22nd International Ornithological Congress. Durban, South Africa. 16-22 August.

ARCHAWARANON, M. AND P. WONGWASANA. 1998b. Morphological variation of hill mynahs in Thailand. Ostrich. Journal of African Ornithology 69: 395.

ARCHAWARANON, M. AND B. TECHATRAISAK. 1999. Latitudinal variation in morphology of hill mynahs in Thailand. (submitted).

CROSBY, M. J. 1994. Mapping the distributions of restricted-range birds to identify global conservation priorities. In MILLER, R. I. (ed.), Mapping the diversity of nature, pp. 145-154. Chapman and Hall, London.

LEKAGUL, B. AND P. D. ROUND. 1991. A guide to birds of the Thailand. Saha Karn Bhaet, Bangkok.

PETERS, J. L. 1962. Check-list of birds of the world. Vol. 15. In MAYR, E. AND J. C. GREENWAY, JR. (eds.), pp. 118-120. Cambridge (Mass), Museum of Comparative Zoology.

THE DIVERSITY AND EVOLUTION OF SMALL MAMMALS IN THAILAND

Yaowalak Chaimanee

Paleontology Section, Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Rajdhevee, Bangkok 10400

บทคัดย่อ

ความหลากหลาย และวิวัฒนาการของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กในประเทศไทย

เยาวลักษณ์ ชัยมณี

ฝ่ายโบราณชีววิทยา กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กสามารถเป็นตัวบ่งชี้สภาพแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศในอดีตได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง และมีความหลากหลายสูง การศึกษาตัวอย่างฟอสซิลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่สะสมตามถ้ำและตามรอยแตกของหินปูน เป็นวิธีที่ทำให้ทราบถึงความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศในอดีต กล่าวคือ ถ้ำและรอยแตกของหินปูนเป็นแหล่งสะสมตัวที่เหมาะสำหรับฟอสซิลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สัตว์กัดแทะ สัตว์กินแมลง และค้างคาว ฟอสซิลเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดจากการสะสมตัวจากการสำรอกของนกเค้าแมว หรือจากสัตว์กินเนื้อขนาดเล็กที่มักล่าเหยื่อที่มีขนาดเล็ก และซากสัตว์เหล่านี้จะสะสมตามถ้ำและรอยแตกของหินปูนซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์นักล่าเหล่านี้ ฟอสซิลเหล่านี้ช่วยสร้างตารางเวลาบรรพชีวิน ในยุคไพลโอไพลสโตซีนของประเทศไทยและของภูมิภาคนี้ ทั้งนี้โดยประกอบกับการหาอายุโดยวิธีทางกัมมันตภาพรังสี และอื่นๆ นอกจากนี้ยังทำให้ทราบถึงวิวัฒนาการของสัตว์เหล่านี้ในช่วงเวลาต่าง ๆ จนถึงปัจจุบันได้เป็นอย่างดี

คำหลัก: สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม, วิวัฒนาการ, ฟอสซิล

INTRODUCTION

Small mammals (those less than~1 kg in body weight) comprise at least half of the mammalian biodiversity of terrestrial ecosystems. In Thailand, 72% of mammalian species are small mammal which including rodents, chiropteres and insectivores. Rodents represents about 27% of the mammalian species including 30 genera and 67 species (Lekagul and McNeely, 1977; Corbet and Hill, 1992; Musser and Carleton, 1993). There are three families of living rodents, consisting of Muridae, Sciuridae and Hystricidae. Of these; 39 species (58%) are Muridae which consists of 35 species of Murinae (rats and mice), 1 species of Arvicolinae (vole) and 3 species of Rhizomyinae (bamboo rats), 26 species (39%) are Sciuridae which consists of 16 species of Sciurinae (squirrel) and 10 species of Petauristinae (flying squirrel) and 2 species (3%) of Hystricidae (porcupines) (Fig. 1).

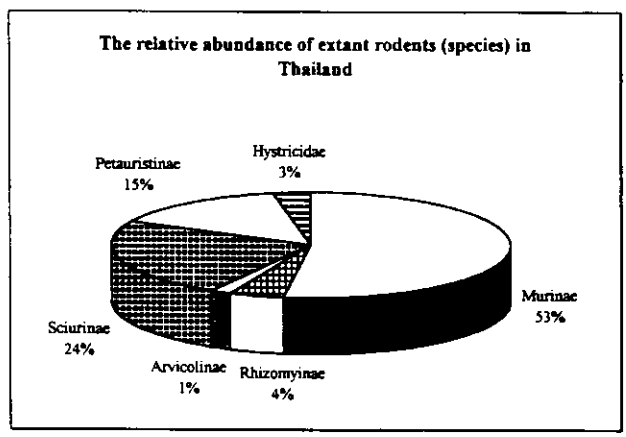


Fig. 1. The relative abundance of extant rodent (species) in Thailand

This work to study the taxonomic composition of small mammal fossil assemblages from fissure filling and cave deposits in West Thailand. The goals of the study are to evaluate taxonomic composition of small mammal assemblages, to create the history and evolution of small mammals in Thailand and to reconstruct the paleoenvironmental change, paleoclimatology and biostratigraphy by using these fossils.

METHODOLOGY

This study was conducted in karstic area in West Thailand. Washing and screening method was used to collect these fossils. This method was summarized by Hibbard (1994) and McKenna (1965). The large amount of sediments were collected from caves and fissure filling deposits. These sediments will be dissolved by formic or acetic acid (less than 10%). After that, clay was separated from fossil concentrate by using screen of 0.7 mm under running water. Many teeth and bones will be pick out from these fossil concentration and study under binocular. The C^{14} and U/Th dating methods were used to date the calcite which associate with the fossils. Also the paleomagnetic method was used to date the sediments from the fossil deposits.

RESULTS

Three localities of rich fossil deposit were recovered in Kanchanaburi Province; KK Marble, Khao Khan Hok and Crystal Cave (Tham Khaew - in Thai) (Fig. 2). Many large and small mammals were discovered as presented in Table 1. Small mammals are rather high diversity with many discoveries of new taxa. The new species of flying squirrel (*Belomys*) which is 15% larger than extant *Belomys pearsonii* was discovered from Crystal Cave locality. The new record of Hume's rat (*Hadromys humei*) also discovered here. This rat is endemic of Northeast India and South China which rather dry and cool area (Musser, 1987). The result of paleomagnetic dating confirm the age of KK Marble sediment that will be older than 780,000 years from their reversal magnetic pole (Fig. 3). It is the first site of fissure filling deposits in Thailand which older than 780,000 years (Chaimanee, 1998). Unfortunately, very few deposit of sediment was available at this site and provide very scarce rodent fossils here.

Table 1. The preliminary result of rodents from 3 localities in Kanchanaburi Province

Taxa\Localities	KK Marble	Tham Khaew	Khao Khan Hok
Order Rodentia			
Family Sciuridae			
Callosciurus finlaysonii	x		
Menetes berdmorei			x
Belomys pearsonii			x
Belomys n. sp.		x	
Hylopetes phayrei		x	x
Hylopetes spadiceus		x	x
Petinomys sp.		x	
Family Muridae			
Chiropodomys gliroides	x	x	
Hapalomys longicaudatus		x	x
Maxomys surifer		x	
Leopoldamys sp.1		x	x
Leopoldamys sp. 2		x	
Niviventer sp.	x	x	
Rattus sp.1		x	
Rattus sp. 2		x	
Rattus sp. 3		x	
Mus shortridgei		x	x
Mus sp.		x	x
Hadromys humei		x	
Ratchaburimys n. sp.			x
Rhizomys sp.			x

CONCLUSIONS AND DISCUSSION

The occurrence of *Hadromys humei* which endemic species of Northeast India and South China in Kanchanaburi Province indicates its largely distribution during the Middle Pleistocene. The age of this locality was estimated from their fossil assemblage when compared to other fissure fillings (Chaimanee, 1998). It suggests a different climate and vegetation cover during the Middle Pleistocene, allowing *Hadromys humei* to extend its distribution Southwards. The analysis of the fossil rodent communities (Chaimanee, 1998) indicate for the Middle Pleistocene of Thailand a predominance of evergreen forests with patches of grasslands but with significatively lower temperature and humidity than today. Grassland was even more developed during the Late Pliocene to Early Pleistocene when an ancestor of *Hadromys* occurred together with other grazing Murinae in Central Thailand (Chaimanee, o.c.). The extension of evergreen

forest following the last glacial maximum (20,000 years) may have been the cause of the extinction of *H. humei* in Thailand and of its reduced extant distribution.

In conclusion, rodents can contribute to the understanding of the Plio-Pleistocene history, biochronology and paleoenvironments but more fossil localities and more studies are necessary overall the country.

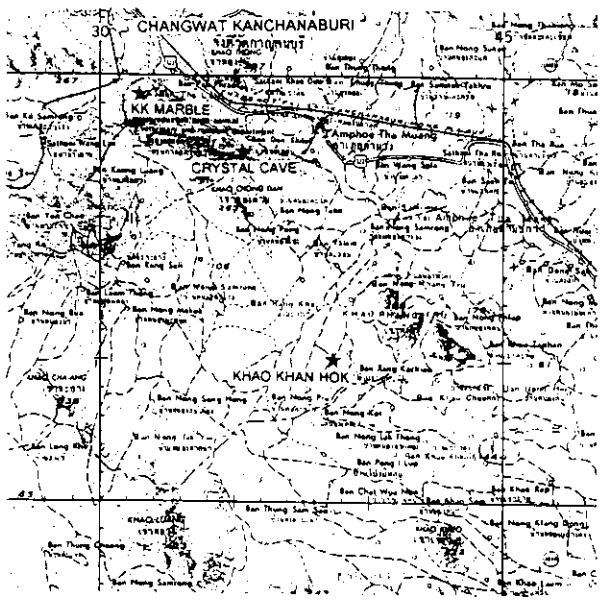


Fig. 2. The fossil localities in Kanchanaburi Province

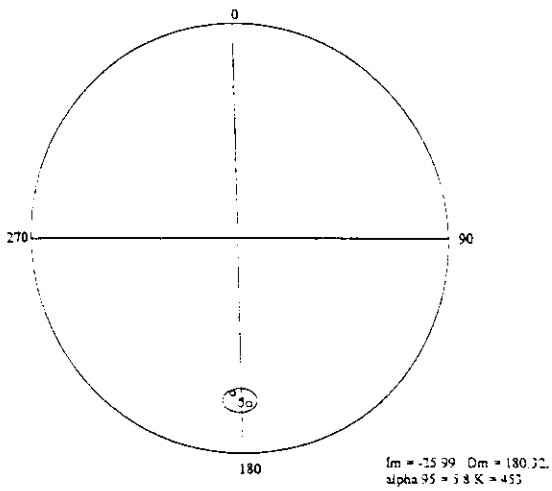


Fig. 3. Reverse paleomagnetic pole of sediment from KK Marble quarry, Kanchanaburi indicate the age of this locality is more than 780,000 years

Fig. 4. Fossil *Hadromys humei*, an endemic rat of Assam and South China which discovered from Crystal Cave locality, Kanchanaburi Province

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for the Biodiversity Research and Training grant BRT 140033 and the Department of Mineral Resources, Bangkok.

REFERENCES

CHAIMANEE, Y. 1998. Plio-pleistocene rodents of Thailand, Thai Studies in Biodiversity No. 3, 303 p.

CORBET, G. B AND J. E. HILL. 1992. The mammals of the Indomalayan region: a systematic review. Natural History Museum Publications, Oxford University Press, Oxford. 488 p.

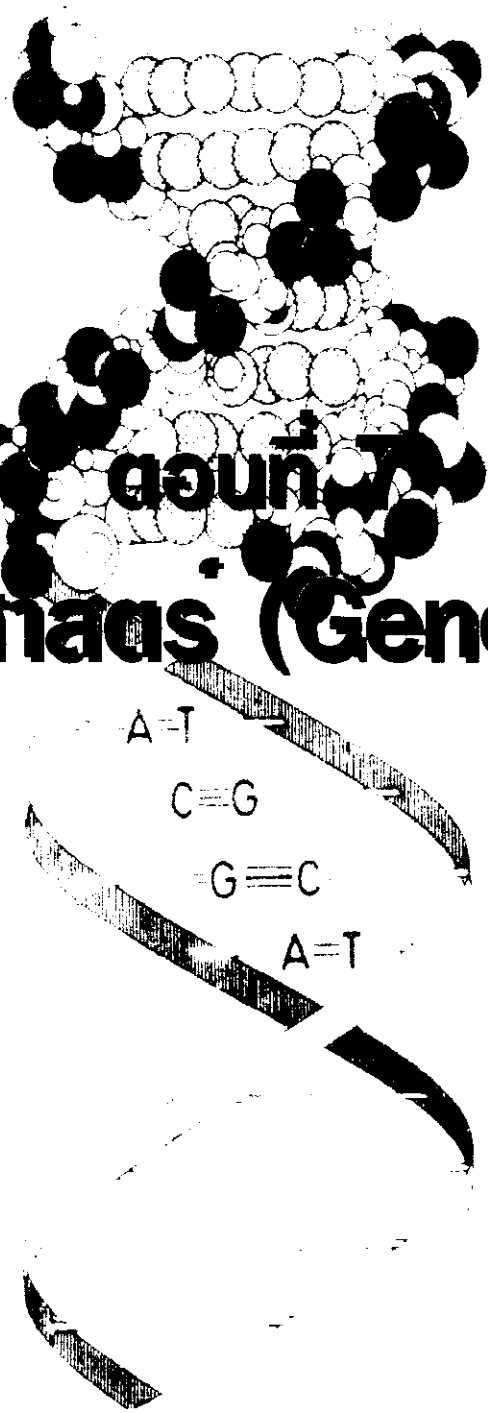
HIBBARD, C. W. 1949. Techniques of collecting microvertebrate fossils. Contrib. Mus. Paleont. Univ. Mich. 8: 7-19.

LEKAGUL, B. AND J. A. MCNEELY. 1977. Mammals of Thailand. Association for the Conservation of Wildlife, Kurusapa Press, Bangkok. 758 p.

MCKENNA, M. C. 1965. Collecting microvertebrate fossils by washing and screening. In KUMMEL, B. AND D. RAUP (eds.), Handbook of Paleontological Techniques. W. H. Freeman and Company, San Francisco and London. pp. 193-203.

MUSSER, G. G. 1987. The occurrence of *Hadromys* (Rodentia: Muridae) in early Pleistocene Siwalik Strata in northern Pakistan and its bearing on biogeographic affinities between Indian and northeastern African Murine faunas. Amer. Mus. Novit. 2883: 1-36.

MUSSER, G. G. AND M. D. CARLETON. 1993. Family Muridae. In WILSON, D. E. AND D. M. REEDER (eds.), Mammal 875species of the world: a taxonomic and geographic references. Smithsonian Institution Press, Washington. pp. 501-755.



ตอนที่ 7
พันธุศาสตร์ (Genetics)

การศึกษาความหลากหลายของแตนเบียนศัตรูแมลงวันผลไม้ โดยการตรวจสอบโครโมโซม

สิริพงศ์ สิงหพงษ์ และ สังวรณ์ กิจทวี

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

ABSTRACT

STUDY ON DIVERSITY OF FRUITFLY'S PARASITOIDS BY MITOTIC CHROMOSOME TECHNIQUE

S. Singhapong and S. Kitthawee

Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

Three braconid species (Hymenoptera: Braconidae) were studied cytologically. The first, *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), is a solitary endoparasitoid of *Bactrocera correcta* (Bezzi) and *B. dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). The other two, *Psytallia incisi* (Silvestri) and *P. fletcheri* (Silvestri), are solitary endoparasitoids of *B. dorsalis* and *B. cucurbitae* (Coquillett). Using an air-drying technique, mitotic chromosomes were prepared from the cerebral ganglia of prepupae. *Diachasmimorpha longicaudata* possesses a 2n=40 karyotype, females are diploid and males are haploid (n=20). The morphology of the haploid mitotic karyotype is 5 metacentric, 13 submetacentric, and 2 subtelocentric chromosomes. *Psytallia incisi* and *P. fletcheri* both have chromosome numbers 2n=34, females are diploid and males are haploid (n=17). The haploid mitotic karyotype of *P. incisi* comprises 3 metacentric, 12 submetacentric, and 2 subtelocentric chromosomes and that of *P. fletcheri* comprises 7 metacentric, 9 submetacentric, and 1 subtelocentric chromosomes.

Key words: Braconidae, cytogenetics, karyotype, mitotic chromosomes

บทนำ

แตนเบียนในวงศ์ Braconidae เป็นแตนเบียนที่ใช้ในการควบคุมแมลงวันผลไม้ (Clausen *et al.*, 1965) โดยที่ *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) เป็นแตนเบียนที่วางไข่ในตัวหนอนระยะที่สาม (Greany *et al.*, 1965) และเป็นแตนเบียนที่ใช้ควบคุมแมลงวันผลไม้สปีชีส์ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Wong and Ramadan, 1987) ซึ่งในธรรมชาติ *Diachasmimorpha longicaudata* อาศัย *Bactrocera dorsalis* และ *Bactrocera correcta* เป็นแมลงเจ้าบ้าน (host) แตนเบียนชนิด *Psytallia incisi* (Silvestri) และ *Psytallia fletcheri* (Silvestri) เป็นแตนเบียนที่วางไข่ในตัวหนอนของแมลงวันผลไม้เช่นกัน ในธรรมชาติ *Psytallia incisi* เป็นแตนเบียนของแมลงวันผลไม้สปีชีส์ *Bactrocera dorsalis* (Wong *et al.*, 1984) ส่วน *Psytallia fletcheri* เป็นแตนเบียนสปีชีส์เดียวที่ใช้ *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) เป็นแมลงเจ้าบ้าน (Wong *et al.*, 1991) *Bactrocera cucurbitae* เป็นแมลงที่ทำลายพืชตระกูลแตง (Newell *et al.*, 1952; Harris *et al.*, 1986)

Diachasmimorpha longicaudata และ *Psytallia incisi* เป็นแตนเบียนที่มีประสิทธิภาพสูงในการวางไข่ โดยที่ตัวเมียจะวางไข่หนึ่งฟองต่อตัวหนอนแมลงวันผลไม้หนึ่งตัว ไข่จะเจริญไปเป็นตัวหนอนและพัฒนาอย่างสมบูรณ์ และใช้ดราบของแมลงวันผลไม้เป็นดราบของมันเองจนกระทั่งพัฒนาเป็นตัวแก่ (Haramoto, 1957; Wong and Ramadan, 1987) แตนเบียนยังมีคุณสมบัติเป็น arrhenotokous parthenogenesis ซึ่งไข่ที่ไม่ได้รับการปฏิสนธิสามารถพัฒนาเป็นแตนเบียนเพศผู้ ส่วนไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะพัฒนาเป็นเพศเมีย ลักษณะดังกล่าวคล้ายกับ *Bracon hebetor* ซึ่งเป็นแตนเบียนในวงศ์เดียวกัน (Seicher and Speicher, 1938)

เซลล์พันธุศาสตร์ของแตนเบียนวงศ์ Braconidae นี้มีการศึกษาน้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะขนาดของโครโมโซมมีขนาดเล็กมาก และตัวอย่างแตนเบียนหาได้ยาก แต่เมื่อไม่นานนี้มีการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของแตนเบียนชนิด *Diachasmimorpha longicaudata* พบว่ามีจำนวนโครโมโซมเป็น (2n)=40 และเพศผู้มีโครโมโซม (n)=20 (Kitthawee *et al.*, 1999) ซึ่งการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์นี้นอกจากจะทำให้ทราบถึงจำนวนและรูปแบบของโครโมโซมแล้ว ยังสามารถใช้ในการจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตที่มีความคล้ายคลึงกันทางสัณฐานวิทยา โดยอาศัยความแตกต่างของ

รูปแบบการกระจายของ constitutive heterochromatin ที่ต่างกันทำให้เห็นถึงความแตกต่างกันในและสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิต (Baimai *et al.*, 1995)

วิธีการ

ตัวอย่างของ *Diachasmimorpha longicaudata* เป็นตัวอย่างที่ได้จากจังหวัดนครปฐม นำมาเลี้ยงได้ในห้องเพาะเลี้ยงแมลงของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล *Psytallia incisi* ได้จากการเก็บตัวอย่างจากจังหวัดขอนแก่น ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2541 และ *Psytallia fletcheri* ได้จากการเก็บตัวอย่างจากจังหวัดกาญจนบุรีในช่วงเดียวกัน ตัวอย่างถูกนำกลับมาห้องปฏิบัติการเพื่อทำการดูแลจนตัวหนอนของแตนเบียนพัฒนาเป็นตัวหนอนระยะที่สาม จึงนำมาทำการเตรียมโครโมโซม แตนเบียนจำนวนหนึ่งถูกปล่อยให้พัฒนาเป็นตัวเต็มวัย (adult) เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดต่อไป

ตัวเต็มวัยของแตนเบียนได้รับการจำแนกสปีชีส์ โดยอนุกรมวิธานของ Wharton *et al.* (1983) แมลงวันผลไม้จำแนกโดยอนุกรมวิธานของ White *et al.* (1992) ส่วนพืชอาศัยของแมลงวันผลไม้ (host plant) จำแนกตามหนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทยของ เต็ม (2523) การจำแนกรูปแบบของโครโมโซมอ้างอิงตาม Levan *et al.* (1964)

ไมโตติกโครโมโซมเตรียมด้วยวิธี air-drying (Kitthawee *et al.*, 1999) โดยการนำตัวหนอนแตนเบียนระยะที่สามแช่ในสารละลาย 2% colchicine ที่อุณหภูมิห้องนาน 10-20 นาที จากนั้นนำตัวหนอนมาผ่าตัดเอา cerebral ganglia ในสารละลาย 0.7% NaCl จากนั้นย้าย cerebral ganglian ไปที่สารละลาย 1% sodium citrate 10 นาที จึงย้ายไปที่ fixative (acetic acid:ethanol, 3:5) นาน 5 นาที ย้ายไปที่ 70% acetic acid นาน 2-3 นาที ใช้เข็มเขี่ยบดเซลล์สมองให้เป็นเนื้อเดียวกันกับสารละลาย จากนั้นใช้ pasteur pipette เป่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้งแล้วจึงดูดสารละลายที่ได้ไปหยดลงบนสไลด์ ที่อุณหภูมิ 45°C

สไลด์โครโมโซมที่เตรียมได้ นำมาย้อมสีโครโมโซม 2 วิธี คือวิธีที่ 1 ย้อมสี hoechst 33258 ตามวิธีของ Latt and Wohlleb (1975) จากนั้นนำไปถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ fluorescence ที่กำลังขยาย 670 เท่า นำสไลด์ที่ถ่ายภาพแล้วมาล้างน้ำเพื่อล้างสี hoechst ออก จึงนำมาย้อมสีวิธีที่ 2 โดยย้อมด้วยสี giemsa ใช้สี giemsa ความเข้มข้น 8% เตรียมจาก 8 ml giemsa solution ผสมกับ 92 ml phosphate buffer solution (PBS) Bonaccorsi *et al.* (1980) pH 7.0 ย้อมนาน 40 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำแล้วทิ้งไว้ให้แห้งจึงปิดด้วย coverslip แล้วนำไปถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 670 เท่า

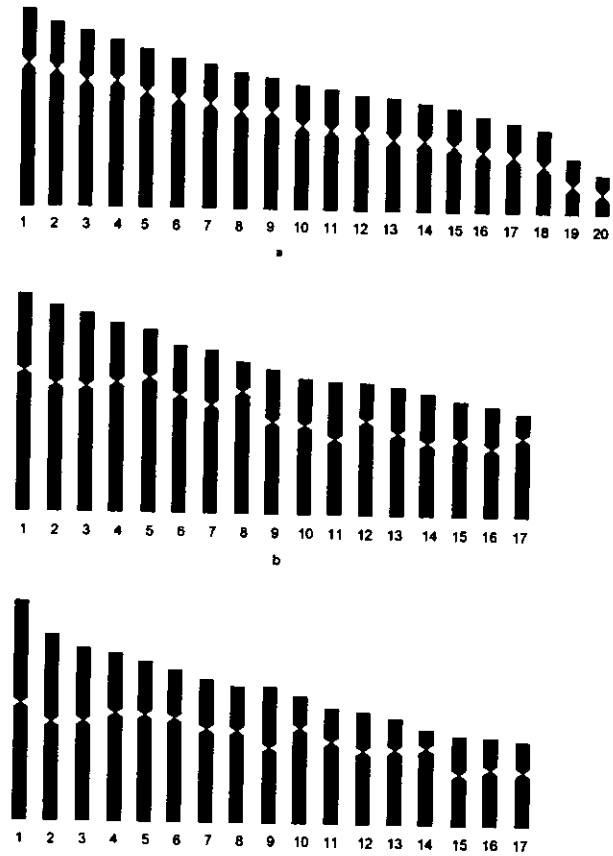
ผลการวิจัย

ผลการเตรียมโครโมโซมจากเซลล์สมอง (cerebral ganglia) ของแตนเบียนสปีชีส์ *Diachasmimorpha longicaudata* มีจำนวนโครโมโซม (2n)=40 ส่วน *Psytallia incisi* และ *Psytallia fletcheri* มีจำนวนโครโมโซม (2n)=34 รูปแบบโครโมโซมของแตนเบียนทั้งสามสปีชีส์แสดงดังตารางที่ 1 *Diachasmimorpha longicaudata* มีรูปแบบของโครโมโซมดังนี้ โครโมโซมแท่งที่ 16, 17, 18, 19, และ 20 มีรูปแบบเป็น metacentric โครโมโซมแท่งที่ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, และ 15 มีรูปแบบเป็น submetacentric ส่วนโครโมโซมแท่งที่ 4 และ 9 มีรูปแบบเป็น subtelocentric (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1) *Psytallia incisi* มีรูปแบบของโครโมโซมดังนี้ โครโมโซมแท่งที่ 1, 2, 3, 9, 11, 15, และ 16 มีรูปแบบเป็น metacentric โครโมโซมแท่งที่ 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, และ 17 มีรูปแบบเป็น submetacentric โครโมโซมแท่งที่ 14 มีรูปแบบเป็น subtelocentric และโครโมโซมของ *Psytallia fletcheri* โครโมโซมแท่งที่ 2, 11, 15, และ 16 เป็น metacentric โครโมโซมแท่งที่ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, และ 14 มีรูปแบบเป็น submetacentric โครโมโซมแท่งที่ 8 และ 17 มีรูปแบบเป็น subtelocentric (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1. แสดงจำนวนโครโมโซมและรูปแบบของโครโมโซมของแตนเบียน *Diachasmimorpha longicaudata, Psytallia nicisi* และ *Psytallia fletcheri*

Species	Chromosome number (n)	Metacentric	Submetacentric	Subtelocentric
D. longicaudata	20	16,17,18,19,20	1,2,3,5,6,7,8,10,11,12,13,14,15	4,9
P. incisi	17	1,2,3,9,11,15,16	4,5,6,7,8,10,12,13,17	14
P. fletcheri	17	2,11,15,16	1,3,4,5,6,7,9,10,12,13,14	8,17

โครโมโซมที่ย้อมสีด้วยเทคนิค G-banding และ H-banding แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างกันของการกระจายของ constitutive heterochromatin ที่แตกต่างกันบนโครโมโซมแต่ละแท่งและความแตกต่างกันของการกระจายของ heterochromatin บนโครโมโซมของแดนเบียนแต่ละสปีชีส์ (ภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3)



ภาพที่ 1. แสดง idiogram ของแดนเบียนทั้งสามสปีชีส์ a) *Diachasmimorpha longicaudata* b) *Psytallia incisi* c) *Psytallia fletcheri*

บทวิจารณ์และสรุป

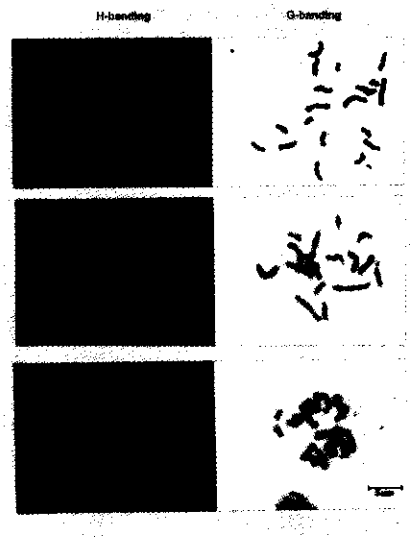
ผลการตรวจสอบเซลล์พันธุศาสตร์ของแดนเบียน *Diachasmimorpha longicaudata* ซึ่งเป็นแดนเบียนของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera correcta* พบว่ามีจำนวนโครโมโซม (2n)=40 โดยที่เพศผู้มีจำนวนโครโมโซม (n)=20 ส่วนเพศเมียมีจำนวนโครโมโซม (2n)=40 ไม่พบว่ามีโครโมโซมเพศ รูปแบบของโครโมโซม (n) ประกอบด้วย 5 metacentric, 13 submetacentric, และ 2 subtelocentric เช่นเดียวกับ Kitthawee *et al.* (1999) *Psytallia incisi* และ *Psytallia fletcheri* เป็นแดนเบียนที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกันมาก ซึ่งการจำแนกแดนเบียนทั้ง 2 สปีชีส์ นั้นอาศัยความต่างกันของเส้นปีกและสปีชีส์ของแมลงอาศัยที่ต่างสปีชีส์กัน (Beardsley, 1961) ผลการตรวจสอบเซลล์พันธุศาสตร์ของ *Psytallia incisi* และ *Psytallia fletcheri* พบว่ามีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ (2n)=34 โดยเพศผู้มีจำนวนโครโมโซม (n)=17 *Psytallia incisi* พบว่ามีรูปแบบของโครโมโซม (n) ประกอบด้วย 3 metacentric, 12 submetacentric, และ 2 subtelocentric ส่วน *Psytallia fletcheri* โครโมโซม (n) ประกอบด้วย 7 metacentric, 9 submetacentric, และ 1 subtelocentric จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ารูปแบบของโครโมโซมมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

รูปแบบการกระจายตัวของ constitutive heterochromatin ของแดนเบียนทั้งสามสปีชีส์ สังเกตเห็นได้ไม่ชัดเจนนัก ทั้งนี้เนื่องจากขนาดของโครโมโซมมีขนาดเล็ก และการหดตัวของโครโมโซมในระยะ Metaphase แน่นมากทำให้เห็นแถบสีได้ไม่เด่นชัดในโครโมโซมแท่งเล็ก แต่ในโครโมโซมแท่งที่มีขนาดใหญ่สามารถเห็นการกระจายตัวของ constitutive heterochromatin ได้ชัดเจน ทำให้แยกความแตกต่างของสปีชีส์ได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และการศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งจัดตั้งขึ้นโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ 540050

ภาพที่ 2. แสดง G-banding ของแคนเบียนทั้งสามสปีชีส์ a) *Diachasmimorpha longicaudata* เพศเมีย (2n)=40 b) *Diachasmimorpha ongicaudata* เพศผู้ (n)=20 c) *Psytallia incisi* เพศเมีย (2n)=34 d) *Psytallia incisi* เพศผู้ (n)=17 e) *Psytallia fletcheri* เพศเมีย (2n)=34 f) Psytallia fletcheri



ภาพที่ 3. แสดงการเปรียบเทียบ H-banding (ซ้าย) และ G-banding (ขวา) ของ haploid โครโมโซมจากแคนเบียนทั้งสามสปีชีส์ a) *Diachasmimorpha longicaudata* b) *Psytallia incisi* c) *Psytallia fletcheri*

เอกสารอ้างอิง

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นบ้าน). หอพรรณไม้ บางเขน, กรุงเทพฯ.

BAIMAI, V., W. TRINACHARTVANIT, S. TIGVATTANANONT, P. J. GROTE, R. PORAMARCOM AND U. KIJCHALAO. 1995. Metaphase karyotypes of fruit flies of Thailand. I. Five sibling species of the *Bactrocera dorsalis* complex. Genome 38: 1015-1022.

BEARDSLEY, J. W. 1961. A review of the Hawaiian Braconidae. Proc. Hawaii. Entomol. Soc. 17: 333-366.

BONACCORSI, S., G. SANTINI, M. GATTI, S. PIMPINELLI AND M. COLUZZI 1980. Intraspecific polymorphism of sex chromosome heterochromatin in two species of *Anopheles gambiae* complex. Chromosoma 76: 57-64.

CLAUSEN, C. P., D. W. CLANCY AND Q. C. CHOCK. 1965. Biological control of the oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel) and other fruit flies in Hawaii. U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 1322: 1-102.

GREANY, P. D., T. R. ASHLEY, R. M. BARANOWSKI AND D. L. CHAMBERS. 1976. Rearing and life history studies on *Biosteres longicaudatus* (Hym: Braconidae). Entomophaga 21: 207-215.

HARRIS, E. J., J. M. TAKARA AND T. NISHIDA. 1986. Distribution of the menlon fly, *Dacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae), and host plants on Kauai, Hawaii Islands. Environ. Entomol. 15: 488-493.

HARAMOTO, F. H. 1957. Observations on the biology of *Opius oophilus* Fullaway (Braconidae: Hymenoptera). In Proceedings, 8th Pacific Science Congress of the Pacific Science Association, vol. IIIA, Oceanography and Zoology. National Research Council of the Philippines, University of the Philippines, Quezon City, Philippines.

KITTHAWEE, S., S. SINGHAPONG AND V. BAIMAI. 1999. Metaphase chromosomes of parasitic wasp, *Diachasmimorpha ongicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in Thailand. Cytologia 64: 111-115.

LATT, S. A. AND J. C. WOHLLEB. 1975. Optical studies of the interaction of 33258 Hoechst with DNA, chromatin and metaphase hromosomes. Chromosoma 52: 297-316.

LEVAN, A., K. FREDGA AND A. A. SANDBERG. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas 52: 201-220.

NEWELL, I. M., W. C. MITCHELL AND F. L. RATHBURN. 1952. Infestation norms for *Dacus cucurbitae* in *Momordica balsamina*. and seasonal difference in activity of the parasite *Opuis fletcheri*. Proc. Hawaii. Entomol. Soc. 14: 497-508.

SEICHER, K. G. AND B. R. SPEICHER. 1938. Diploids from unfertilized eggs in *Habrobracon*. Biol. Bull. 74: 247-252.

WHARTON, R. A. AND F. E. GILSTRAP. 1983. Key to and status of opiine braconid (Hymenoptera) parasitoids used in biological control of *Ceratitis* and *Dacus s. l.* (Diptera:Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 76: 721-742.

WHITE, I. M AND M. M. ELSON-HARRIS. 1992. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. Centre for Agricuture and Biosciences International, Wallingford Oxon, UK.

WONG, T. T .Y., N. MOCHIZUKI AND J. I. NISHIMOTO. 1984. Seasonal abundance of parasitoids of the Mediterranean and oriental fruit lies (Diptera:Tephritidae) in the Kula area of Maui, Hawaii. Environ. Entomol. 13: 140-145.

WONG, T. T .Y. AND M. M. RAMADAN. 1987 . Parasitization of the Mediterranean and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Kula area of Maui, Hawaii. J. Econ. Entomol. 80: 77-80.

WONG, T. T .Y., M. M. RAMADAN, D. O. MCINNIS, N. MOCHIZUKI., J. I. NISHMOTO AND J. C. HERR. 1991. Augmentative releases of *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae) to suppress the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population in Kula, Maui, Hawaii. Biol. Conntrol 1: 2-7.

การศึกษาคาริโอไทป์เพื่อจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้กลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน *BACTROCERA DORSALIS* COMPLEX ในประเทศไทย

เฉลา สำราญดี และ วิสุทธิ์ ใบไม้

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

ABSTRACT

STUDY ON MITOTIC KARYOTYPE FOR IDENTIFICATION OF SPECIES WITHIN THE *BACTROCERA DORSALIS* COMPLEX IN THAILAND

C. Sumrandee and V. Baimai

Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

Bactrocera dorsalis forms a complex of cryptic species in Thailand. In this study, fruit flies collected from *Polyalthia longifolia* and *Drypetes roxburghii* at Ranong and Kanchanaburi and from *Strychnos* sp. at Ranong province were examined cytologically using the two stains, Giemsa and Hoechst 33258. They exhibited chromosomal variation based on differences in the amount and distribution of constitutive heterochromatin in the centromeric region of both autosomes and sex chromosomes. The Karyotype of fruit flies from *P. longifolia* and *D. roxburghii* can be characterized by a prominent heterochromatic region in the metacentric X chromosome and major blocks of centromeric heterochromatin in all autosomes, and is designated *B.dorsalis* species Q. Fruit flies from *Strychros* sp. differ from species Q in having a small X chromosome and low amounts of centromeric heterochromatin in all chromosomes and their Karyotype is designated species R. The chromosomal variations couple with differences in external morphology and host plant specific preferences and provide further support for the existence of these two species in the *B. dorsalis* complex.

Key words: *Bactrocera dorsalis* complex, mitotic chromosomes, heterochromatin, karyotypic evolution

บทนำ

แมลงวันผลไม้ (fruit flies) จัดอยู่ในอันดับ Diptera วงศ์ Tephritidae เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศเกษตรกรรมทั่วโลกเพราะสามารถเจาะทำลายทำให้พืชผลทางการเกษตรเสียหาย มีประมาณ 4,000 ชนิดกระจายไปทั่วโลกรวมทั้งในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิค ซึ่งคาดว่ามีไม่น้อยกว่า 1,000 สปีชีส์ (Hardy and Adachi, 1954; Hardy, 1973; Drew, 1989; White and Harris, 1992; Drew and Hancock, 1994) สำหรับในประเทศไทยมีแมลงวันผลไม้หลากหลายชนิดไม่น้อยกว่า 200 สปีชีส์ แต่ที่ศึกษาทางอนุกรมวิธานแล้วมีประมาณ 67 ชนิด (วิสุทธิ์, 2542) การศึกษาเกี่ยวกับแมลงวันผลไม้ที่ผ่านมาประสบกับปัญหา คือ แมลงวันผลไม้หลายชนิดโดยเฉพาะแมลงวันผลไม้ในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน (species complex) ซึ่งมีลักษณะสัณฐานภายนอกที่ใกล้เคียงกันมากทำให้ยากต่อการจำแนกสปีชีส์ และทำให้ยากต่อการตัดสินใจว่าจะเป็นความแตกต่างภายในสปีชีส์เดียวกัน (intraspecific variation) หรือเป็นความแตกต่างระหว่างสปีชีส์ (interspecific variation) (Hardy, 1973) ปัญหาทางด้านอนุกรมวิธานของแมลงวันผลไม้กลุ่มสปีชีส์ซับซ้อนได้รับความสนใจจากนักอนุกรมวิธานด้านแมลงวันผลไม้ Drew (1989) และ Drew and Hancock (1994) ได้ศึกษาชีววิทยาของแมลงวันผลไม้ในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ ออสเตรเลีย และ แปซิฟิค พบแมลงวันผลไม้สปีชีส์ใหม่ถึง 109 สปีชีส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน *Bactrocera dorsalis* complex ซึ่งเป็นสปีชีส์ที่มีลักษณะทางสัณฐานคล้ายคลึงกัน Drew and Hancock (1994) พบ 52 สปีชีส์ ในจำนวนนี้มี 8 สปีชีส์ที่มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคนี้ Drew (1989); Drew and Hancock (1994) พบสปีชีส์ซับซ้อน *Bactrocera dorsalis* complex จำนวน 60 สปีชีส์

การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ในระดับโครโมโซมโดยการวิเคราะห์ไมโททิกโครโมโซมโดยอาศัยความแตกต่างในปริมาณและการกระจายของคอนสทิทิวทีพเฮเทโรโครมาทิน (constitutive heterochromatin) ในโครโมโซมมีประโยชน์อย่างยิ่งในการจำแนกกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อนของแมลงวันผลไม้โดยเฉพาะกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน *Bactrocera dorsalis* complex ในประเทศไทย (Baimai *et al.*, 1999; Baimai *et al.*,1995; Hunwattanakul and Baimai, 1994; วิสุทธิ์และคณะ, 2538) โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยาควบคู่กับการศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์มีส่วน

ช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจว่าความแตกต่างของรูปร่างลักษณะภายนอกและความแตกต่างในระดับโครโมโซมนั้นเป็นความแตกต่างที่เกิดขึ้นภายในสปีชีส์เดียวกันหรือเป็นความแตกต่างระหว่างสปีชีส์

วิธีการ

ตัวอย่างหนอนของแมลงวันผลไม้ที่เก็บได้จากผลไม้สุกที่ติดบนต้นหรือที่หล่นลงตามพื้นจะถูกเก็บไว้ในกล่องพลาสติกที่มีขี้เลื่อยรองอยู่ก้นกล่องแล้วนำมาดำเนินการในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างหนอนบางส่วนที่อยู่ในระยะที่สาม (third instar larva) จะถูกนำมาเตรียมไมโททิกโครโมโซม ส่วนตัวอย่างของหนอนที่เหลืออยู่อีกส่วนหนึ่งจะปล่อยให้เจริญเติบโตในผลไม้สุกนั้นจนออกมาเป็นตัวเต็มวัยเพื่อจำแนกสปีชีส์ตามหลักอนุกรมวิธานของ Drew and Hancock (1994) ไมโททิกโครโมโซมเตรียมได้จากเซลล์สมองของตัวหนอนระยะที่สามตามวิธีการของ Baimai (1977) โดยนำตัวอย่างหนอนในระยะดังกล่าวมาแช่ในสารละลาย 0.2% colchicine ที่อุณหภูมิห้องนาน 2-3 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวหนอนมาผ่าตัดเอา nerve ganglion ในสารละลาย 1% sodium citrate และแช่ nerve ganglion ในสารละลายดังกล่าวนาน 10 นาที จึงย้ายไปลงในสารละลาย fixative (absolute ethanol: 60% acetic acid, 1:1) นาน 1 นาที หลังจากนั้นย้าย nerve ganglion ไปยัง 60% acetic acid นาน 1 นาที จึงใช้ pasteur pipette เป่าให้ nerve ganlion แตกและทำให้เป็นสารละลายเนื้อเดียวกันแล้วจึงดูดสารละลายนั้นไปหยดลงบนสไลด์ที่วางบน slide warmer อุณหภูมิ 40°C ตัวอย่างหนอนหนึ่งตัวจะสามารถเตรียมสไลด์ไมโททิกโครโมโซมได้สองแผ่นสไลด์ สไลด์ที่เตรียมได้ที่มีคุณภาพโครโมโซมดีเพียงพอจะถูกนำมาย้อมสี Giemsa และสี Hoechst 33258 ตามลำดับ (Hunwattanakul and Baimai, 1994) นำสไลด์ที่ย้อมสีแล้วมาถ่ายรูปโครโมโซมที่กำลังขยาย 670 เท่า นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์หาขนาด และรูปร่างของโครโมโซมตลอดจนปริมาณและการกระจายของส่วนที่เป็นเฮเทโรโครมาทิน

ผลการวิจัย

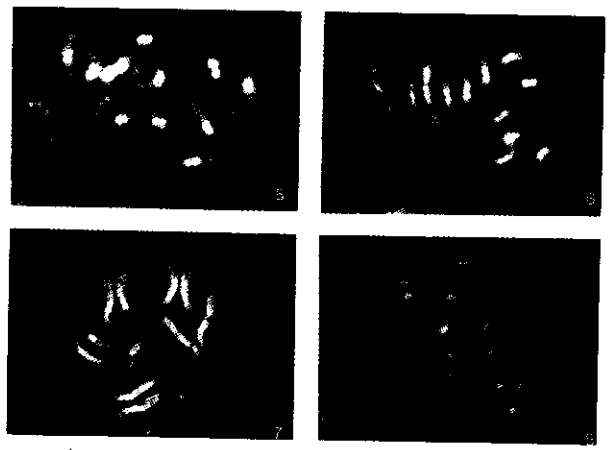
ผลการวิเคราะห์ไมโททิกโครโมโซมของแมลงวันผลไม้กลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน *Bactrocera dorsalis* complex ทั้งสองชนิดที่พบใหม่ให้ชื่อไม่เป็นทางการว่าสปีชีส์ Q และ R โดยสปีชีส์ Q ถูกเก็บมาจากจังหวัดระนองและกาญจนบุรี และมีพืชอาศัยเป็นโศกอินเดีย (*Polyalthia longifolia*) และมะคำไก่ (*Drypetes roxburghii*) ตามลำดับ ส่วนสปีชีส์ R เก็บมาจากจังหวัดระนอง และมีพืชอาศัยเป็นสตริกนินเถา (*Strychnos* sp.) พบว่ามีจำนวนโครโมโซม (2n=12) ประกอบด้วยออโทโซม (autosome) 5 คู่ และ 1 คู่ที่เป็นโครโมโซมเพศ (sex chromosome) เพศผู้เป็น XY และ เพศเมียเป็น XX โครโมโซม จากภาพที่ 1 และ 2 จะเห็นได้ชัดเจนว่าคาริโอไทป์หลังจากผ่านการย้อมสี Giemsa และ Hoechst 33258 มีความแตกต่างกันในรูปร่าง ขนาดปริมาณ และการกระจายของเฮเทโรโครมาทินในโครโมโซมเพศโดยเฉพาะอย่างยิ่งโครโมโซม X สปีชีส์ Q มีลักษณะเด่น คือ โครโมโซม X เป็นแบบ metacentric ขนาดใหญ่มีเฮเทโรโครมาทินมากกว่ายูโครมาทินหลายเท่า และมียูโครมาทินที่ปลายแขนของทั้งสองด้าน ออโทโซมทุกคู่มีเฮเทโรโครมาทินปริมาณมากในบริเวณรอบเซนโทรเมียร์ ส่วนสปีชีส์ R โครโมโซม X มีขนาดเล็ก และมีรูปร่างเป็นแบบ telocentric โดยแขนสั้นเป็นเฮเทโรโครมาทินและแขนยาวเป็นยูโครมาทินเกือบทั้งหมดยกเว้นบริเวณรอบเซนโทรเมียร์ ส่วนออโทโซมทุกคู่มีปริมาณของเฮเทโรโครมาทินบริเวณเซนโทรเมียร์ในปริมาณที่น้อยกว่าสปีชีส์แรก

บทสรุปและวิจารณ์

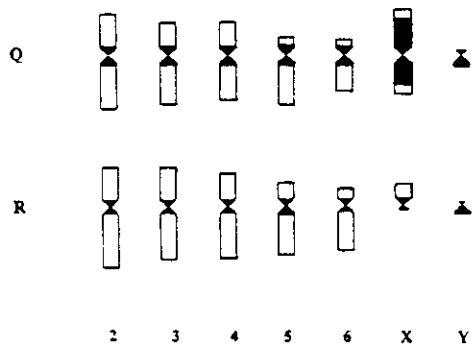
การเตรียมไมโททิกโครโมโซมจากเซลล์สมองของแมลงวันผลไม้ในกลุ่ม *Bactrocera dorsalis* complex ใช้วิธีการเดียวกับที่มีการศึกษาก่อนหน้านี้ (Baimai *et al.*, 1995, 1999; Hunwattanakul and Baimai, 1994) ได้ผลชัดเจนว่าลักษณะรูปร่าง ขนาด ปริมาณ และการกระจายของเฮเทโรโครมาทินที่ปรากฏในไมโททิกโครโมโซมสามารถจำแนกสปีชีส์ของกลุ่มซับซ้อนนี้ได้เป็นสองสปีชีส์ คือ สปีชีส์ Q และ R ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้บ่งชี้ถึงความแตกต่างระหว่างสปีชีส์ในเชิงปริมาณและการกระจายของคอนสทิทิวทีพเฮเทโรโครมาทิน (constitutive heterochromatin) ในบริเวณเซนโทรเมียร์ของออโทโซมและในโครโมโซมเพศในแมลงวันผลไม้สปีชีส์ซับซ้อน *Bactrocera dorsalis* complex (ภาพที่ 3) สะท้อนให้เห็นบทบาทของ constitutive heterochromatin ในวิวัฒนาการของโครโมโซมและอาจเป็นกลไก

สำคัญในกระบวนการวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันของแมลงวันผลไม้ดังกล่าวในสภาพทางนิเวศวิทยาที่ต่างกัน สามารถนำมาใช้ในการควบคุมและกำจัดแมลงเหล่านี้ในอนาคตโดยใช้เทคนิคทางพันธุศาสตร์

ภาพที่ 1. ภาพถ่ายไมโททิกคาริโอไทป์ที่ย้อมด้วยสี Giemsa ของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* complex: 1 และ 2 เป็นเพศผู้และเพศเมียของสปีชีส์ Q, 3 และ 4 เป็นเพศผู้และเพศเมียของสปีชีส์ R



ภาพที่ 2. ภาพถ่ายไมโททิกคาริโอไทป์ที่ย้อมด้วยสี Hoechst 33258 ของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* complex: 5 และ 6 เป็นเพศผู้และเพศเมียของสปีชีส์ Q, 7 และ 8 เป็นเพศผู้และเพศเมียของสปีชีส์ R



ภาพที่ 3. แผนภาพ idiogram ของคาริโอไทป์ของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* complex สปีชีส์ Q และ R

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมกันจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 542008

เอกสารอ้างอิง

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2542. ในรายงานการวิจัยเรื่อง "การศึกษาชีววิทยาเชิงประกรของแมลงวันผลไม้และยุงก้นปล่อง" สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ์ ใบไม้, แสน ติกวัฒนานนท์, รัตนา ปรมาคม และ PUAL J. GROTE. 2538. ในรายงานการวิจัยเรื่อง "การศึกษาพันธุศาสตร์เชิงประชากรและพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของแมลงวันผลไม้เพื่อการควบคุมประชากร" รายงานฉบับสมบูรณ์, ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

BAIMAI, V. 1977. Chromosomal polymorphisms of constitutive heterochromatin and inversion in *Drosophila*. Genetics 85: 85-93.

BAIMAI, V., J. PHINCHONGSAKULDIT AND W. TRINACHARTVANIT. 1999. Metaphase karyotypes of fruit flies of Thailand (III): Six members of the *Bactrocera dorsalis* complex. Zoological studies 38(1): 110-118.

BAIMAI, V., W. TRINACHARTVANIT, S. TIGVATTANANONT, P. J. GROTE, R. PORAMARCOM AND U. KIJCHALAO. 1995. Metaphase karyotypes of fruit flies of Thailand. I. Five sibling species of the *Bactrocera dorsalis* complex. Genome 38: 1015-1022.

DREW, R. A. I. 1989.The tropical fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) of the Australasian and Oceanian regions. Mem. Queensl. Mus. 26: 1-521.

DREW, R. A. I. AND D. L. HANCOCK. 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex of the fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Asia. bull. Entomol. Res. (Suppl. Ser. Suppl. 2). 1-68.

HARDY, D. E. 1973. The fruit flies (Tephritidae-Diptera) of Thailand and bordering countries. Pac. Insects Monogr. 31: 1-353.

HARDY, D. E. AND M. S. ADACHI. 1954. Studies in the fruit flies of the Philippine Islands, Indonesia and Malaya. Part I. Dacini (Tephritidae-Diptera). Pac Sci. 8: 147-204.

HUNWATTANAKUL, N. AND V. BAIMAI. 1995. Mitotic karyotype of four species of fruit flies *(Bactrocera)* in Thailand. Kasetsart J. 28: 142-148.

WHITE, I. M. AND M. M. ELSON-HARRIS. 1992. Fruit flies of economic significance; their identification and bionomics. Centre for Agriculture and Biosciences International, Wallingford,U.K. 601 p.

ความหลากหลายของสปีชีส์ของริ้นดำในประเทศไทย

เฉลียว กุวังคะดิลก[1], ชัยณรงค์ บุญเข็มทอง[2] และ สุวรรณี พยุหเสนา[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

ABSTRACT

POPULATION GENETICS OF *SIMULIUM* SPECIES IN THAILAND

C. Kuvangkadilok[1], C. Boonkemtong[2] and S. Phayuhasana[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

[2]National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency, Rajdhevee, Bangkok 10400

A total of thirty-two *Simulium* species consisting of twenty-two known species, five unnamed species and five new species were found in various localities in northern, eastern, northeastern, western, southern and central Thailand. Seventeen *Simulium* species were distributed in different habitats from 400 to 2,460 meters above sea level at Doi Inthanon National Park, Chiang Mai Province, northern Thailand. Since different *Simulium* species were found at different altitudes with various habitats, so the distribution and abundance of these species seemed to correlate with altitudes as well as micro-habitat factors such as water temperature and water velocity. Cytological study of the six *Simulium* species, *S. caudisclerum, S. feuerborni, S. fenestratum, S. nakhonense, S. rufibasis* and *S.* species G, found that all have three pairs of chromosomes (2N=6) and their arrangements are species-specific. These species did not show high chromosomal polymorphism. Only six paracentric inversions distributed in five chromosome arms have been detected in natural populations of *S. feuerborni.*

Key words: *Simulium,* altitude, distribution, micro-habitat, paracentric inversions

บทนำ

ริ้นดำเป็นแมลงที่จัดอยู่ใน order Diptera, family Simuliidae, genus *Simulium* มีประมาณ 1,571 ชนิด จัดจำแนกอยู่ใน 24 สกุล แต่มีเพียง 4 สกุล เท่านั้นที่มีความสำคัญทางด้านการแพทย์และด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ สกุล *Simulium, Austrosimulium, Prosimulium* และ *Cnephia* อย่างไรก็ตามสกุล *Simulium* เป็นสกุลที่ใหญ่ที่สุดและมีความสำคัญมากที่สุดเพราะประกอบด้วยริ้นดำประมาณ 1,203 สปีชีส์ ที่จัดจำแนกอยู่ใน 46 สกุลย่อย (subgenus) (Crosskey, 1993) แมลงริ้นดำในสกุล *Simulium* จะแพร่กระจายในเขตต่าง ๆ ของโลกและมีประมาณ 110 ชนิดเท่านั้นที่พบในภูมิภาคเอเชีย (Kettle, 1990) ได้มีผู้ศึกษาแยกชนิดของริ้นดำในประเทศต่าง ๆ โดยอาศัยหลักการศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยา (morphotaxonomy) ของตัวอ่อน, ตัวดักแด้ และตัวเต็มวัย (เช่น Crosskey, 1960; Takaoka and Adler, 1997) ในประเทศไทยได้มีรายงานการพบริ้นดำจำนวน 24 สปีชีส์ (Takaoka and Saito, 1996)

ริ้นดำเป็นแมลงที่ทำให้เกิดปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขและเศรษฐกิจในหลายประเทศในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก แมลงกลุ่มนี้เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์มากที่สุดชนิดหนึ่ง ริ้นดำมีความสำคัญทางการแพทย์เพราะตัวเมียเป็นพาหะสำคัญของพยาธิตัวกลม *Onchocerca volvulus* Leuckart ซึ่งเป็นพยาธิที่ทำให้เกิดโรค Onchocerciasis (river blindness) ของคนในทวีปแอฟริกา, อเมริกากลาง, อเมริกาใต้ทางตอนบน และในประเทศเยเมน ในแต่ละปีมีประชากรประมาณ 20-30 ล้านคนเป็นโรคนี้และมีผลทำให้คนป่วยตาบอดเนื่องจากตัวอ่อนของพยาธิทำลายเนื้อเยื่อและประสาทตา ตัวอ่อนของพยาธิยังมีผลต่อผิวหนังทำให้ต่อมน้ำเหลืองบวม อักเสบ อุดตัน และอาจกลายเป็นโรคเท้าช้างประเภทหนึ่งได้ บางทีอาจลามไปถึงปอดและตับทำให้คนไข้ตายได้ นอกจากนี้คนที่ถูกริ้นดำกัดอาจเกิดอาการแพ้ ผิวหนังอักเสบ บวม และคัน และถ้าโดนกัดมาก ๆ อาจทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า "ไข้ริ้นดำ" (black fly fever) ซึ่งมีอาการปวดหัว เป็นไข้ คลื่นไส้ ผิวหนังอักเสบ และมีอาการหอบหืด (Harwood and James, 1969) นอกจากนั้นริ้นดำบางชนิดยังสามารถเป็นพาหะสำหรับถ่ายทอดโปรโตซัวชนิดต่าง ๆ ในสกุล *Trypanosoma* และสกุล *Leucocytozoon* และริ้นดำยังเป็นพาหะของไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคทางเลือดของพวกนกที่สามารถถ่ายทอดไปยังสัตว์อื่น ๆ ได้ด้วย (Peterson, 1984) ฝูงริ้นดำจะโจมตีสัตว์เลี้ยงทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจในหลายประเทศ โดยจะดูดเลือดและไชบาดแผลของ

สัตว์ พิษในน้ำลายของริ้นดำจะมีผลทำให้ของเหลวจากระบบหมุนเวียนของเลือดไหลซึมเข้าสู่ร่างกายและเนื้อเยื่อ สัตว์เลี้ยงจะตายอย่างรวดเร็วเมื่อถูกฝูงริ้นดำโจมตีซึ่งมีผลทำให้ผลผลิตของเนื้อ นม และไข่ลดลง

การแยกชนิดของริ้นดำโดยการใช้หลักอนุกรมวิธานทางด้านสัณฐานวิทยายังมีปัญหาอยู่ เนื่องจากริ้นดำมีรูปร่างลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกันมาก (Crosskey, 1981) โดยเฉพาะสมาชิกในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน (Procunier and Muro, 1994) แต่สปีชีส์ในกลุ่มซับซ้อนสามารถแยกออกจากกันได้โดยใช้ข้อมูลจากโพลีทีนโครโมโซมซึ่งมีจำนวน 3 คู่ (2n=6) โพลีทีนโครโมโซมที่มาจากต่อมน้ำลายของตัวอ่อนหรือจาก malpighian tubules ของตัวดักแด้และตัวเต็มวัยมีขนาดใหญ่และย้อมติดสีสวยซึ่งสามารถเห็นรายละเอียดและแบบแผนของแบนด์ได้ชัดเจน ดังนั้นจึงมีผู้นิยมแยกชนิดของริ้นดำโดยการศึกษาความแตกต่างของการเรียงตัวของแบนด์บนโพลีทีนโครโมโซมเป็นจำนวนมาก นอกจากโพลีทีนโครโมโซมจะมีประโยชน์ในการศึกษาด้าน cytotaxonomy แล้ว (Vajime and Dunbar, 1975; Boakye, 1993; Maegga and Cupp, 1993) ยังมีประโยชน์ในการศึกษาโพลีมอร์ฟิซึมของโครโมโซม (Carlsson, 1966; Bedo, 1979) รวมทั้งการศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการระหว่างริ้นดำสปีชีส์ต่าง ๆ (Bedo, 1977; Rothfels, 1979) นอกจากนี้ลักษณะที่จำเพาะของอินเวอร์ชันและโครโมโซมในริ้นดำแต่ละสปีชีส์จะเป็นตัวบ่งชี้การเป็นซับลิงสปีชีส์ของริ้นดำ

ในประเทศไทยยังไม่มีรายงานการศึกษาความหลากหลายของชนิดและความหลากหลายทางพันธุกรรม รวมทั้งการแพร่กระจายและความสำคัญทางการแพทย์ ดังนั้นจึงสมควรที่จะศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและการแพร่กระจายของริ้นดำในแถบภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย รวมทั้งบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้มีรายงานว่าฝูงริ้นดำก่อความรำคาญและรบกวนสัตว์เลี้ยงและคนที่อาศัยบนดอยเป็นอย่างมาก

พื้นที่ศึกษา

ศึกษาความหลากหลายของชนิดและการแพร่กระจายริ้นดำในแหล่งน้ำไหลธรรมชาติบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ และแหล่งน้ำไหลอื่น ๆ ในเขตภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันตก, ภาคกลาง และภาคใต้ของประเทศไทย

วิธีการ

การจับริ้นดำ

จับตัวอ่อนโดยใช้ปากคีบเล็กคีบตัวอ่อนที่เกาะตามก้อนหิน เศษวัตถุต่าง ๆ ต้นหญ้าและใบพืชที่ลอยในน้ำไหล ทำการแบ่งตัวอ่อนริ้นดำที่จับได้ออกเป็น 2 ส่วน โดยดองตัวอ่อนส่วนที่หนึ่งใน Carnoy's fixative (3 ส่วน absolute ethanol: 1 ส่วน glacial acetic acid) สำหรับศึกษาโพลีทีนโครโมโซม ตัวอ่อนส่วนที่สองดองใน 80% ethanol เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยา สำหรับตัวดักแด้จะแยกแต่ละตัวใส่ในหลอดแก้วที่ก้นหลอดบุด้วยสำลีชุบน้ำให้ชื้มและปิดด้วยผ้าโปร่งบาง เพื่อให้ตัวดักแด้ฟักออกเป็นตัวเต็มวัยสำหรับการศึกษาสัณฐานวิทยา ตัวเต็มวัยจะจับโดยใช้คนเป็นเหยื่อล่อ ตัวเต็มวัยกลุ่มหนึ่งจะเก็บไว้ใน 80% ethanol ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งจะเก็บไว้เป็นตัวอย่างแห้งสำหรับการศึกษาสัณฐานวิทยาเช่นกัน

การศึกษาลักษณะรูปร่างของตัวอ่อน

ก่อนจะทำการศึกษาโพลีทีนโครโมโซม ควรจะได้ศึกษาลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนเพื่อแยกชนิดก่อน ซึ่งการศึกษาอนุกรมวิธานทางสัณฐานวิทยาของตัวอ่อน ตัวดักแด้และตัวเต็มวัยริ้นดำ ผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำจากศาสตราจารย์ Hiroyuki Takaoka ภาควิชาควบคุมโรคติดต่อ คณะแพทยศาสตร์ Oita Medical University ประเทศญี่ปุ่น

วิธีการเตรียมโพลีทีนโครโมโซมเพื่อศึกษาแบบแผนการเรียงตัวของแบนด์

เตรียมโพลีทีนโครโมโซมของริ้นดำได้จากต่อมน้ำลายของตัวอ่อนที่อยู่ในช่วงสุดท้ายของการเจริญเติบโต (สังเกตจาก gill spot สีดำ ตรงบริเวณด้านข้างของปล้องอก) เขี่ยต่อมน้ำลาย (silk gland) ของตัวอ่อนที่ดองในน้ำยา fixative ภายใต้กล้องผ่าตัด หลังจากนั้นย้อมสีโพลีทีนโครโมโซมด้วยสี orcein ตามวิธีของ Porter and Martin (1977)

ศึกษาแบบแผนการเรียงตัวของแบนด์บนโพลีทีนโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งถ่ายรูปโครโมโซม ถ้ามีอินเวอร์ชันได้ศึกษาจุดแยกของอินเวอร์ชันด้วย

วิธีการเตรียมโพลีทีนโครโมโซมและวิธีย้อมแถบสีซี

เตรียมโพลีทีนโครโมโซมของริ้นดำได้จากต่อมน้ำลายของตัวอ่อน เขี่ยต่อมน้ำลายจากตัวอ่อนที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโตขั้นสุดท้าย (penultimate instar larvae) ในน้ำยา fixative แล้วนำไปแช่ใน 60% acetic acid เป็นเวลา 1 นาที ใช้หัวแม่มือกดแผ่น cover glass (ซึ่งได้เคลือบด้วยน้ำยาซิลิโคนมาแล้ว) ที่วางทับต่อมน้ำลายบนสไลด์เพื่อให้เซลล์แตกและโครโมโซมแบนเรียบ ยาขอบ cover glass ด้วยน้ำยาทาเล็บแล้วเก็บสไลด์ไว้ที่อุณหภูมิ 4°C หลังจากนั้นนำมาย้อมแถบสีซี ซึ่งโครโมโซมที่นำมาย้อมไม่ควรเกิน 3 วันนับจากวันที่เตรียม

วิธีย้อมแถบสีซีมีดังนี้ นำสไลด์ที่เตรียมไว้มาแช่ไนโตรเจนเหลวหรือวางทับบนน้ำแข็งแห้งเพื่อให้ cover glass หลุดออกจากสไลด์ รอจนสไลด์แห้งแล้วแช่สไลด์ที่มีโครโมโซมติดอยู่ใน 0.2 N HCl ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 45 นาทีและล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วแช่สไลด์ในสารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นล้างสไลด์ด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้ตะกอนของแบเรียมหลุดจากสไลด์ แล้วแช่ใน 2XSSC (1XSSC ประกอบด้วย 0.15M โซเดียมคลอไรด์ และ 0.015M โซเดียมซิเตรต) ที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง แล้วล้างสไลด์ด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง รอจนสไลด์แห้งแล้วจึงย้อมด้วย 4% สีกิมซา ที่ละลายในฟอสเฟสบัฟเฟอร์ (pH 6.8) เป็นเวลา 10-30 นาที แล้วล้างสไลด์ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง รอจนสไลด์แห้ง แล้วจึงแช่น้ำยา xylene 1 นาที แล้วปิดสไลด์ด้วย cover glass ภายใต้ Euparal หรือ DPX ทำการตรวจเช็คผลแถบสีซีซึ่งติดสีม่วงเข้มด้วยกล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งถ่ายรูป

วิธีการแยกเพศริ้นดำ

หลังจากเขี่ยต่อมน้ำลายออกจากตัวอ่อนแล้ว นำตัวอ่อนนั้นมาแยกเพศ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง sex-linked inversions กับเพศ เนื่องจากอวัยวะเพศของตัวอ่อนริ้นดำอยู่ภายในไขมัน จึงเป็นการยากที่จะวินิจฉัยเพศของตัวอ่อนที่ไม่ได้ย้อมสี วิธีการแยกเพศของตัวอ่อนจะทำตามวิธีของ Bedo (1977) โดยการนำตัวอ่อนมาทำ hydrolysis ใน 5M HCl เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และย้อมตัวอ่อนใน feulgen เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วแช่ตัวอ่อนในน้ำกลั่น 5 นาที หลังจากนั้นตรวจลักษณะรูปร่างอวัยวะเพศซึ่งอยู่ทางด้านบนของปล้องท้องที่ 6 ภายใต้กล้องผ่าตัด อวัยวะเพศจะฝังอยู่ในไขมันโดยอัณฑะของตัวผู้จะมีลักษณะกลมเล็ก และรังไข่ของตัวเมียมีลักษณะยาวรี

การทำแผนภาพโครโมโซม

นำภาพโพลีทีนโครโมโซมที่เห็นแบนด์ชัดมาตัดต่อเพื่อทำแผนภาพโครโมโซมของริ้นดำ วิธีการทำแผนภาพและการจัดเรียงโครโมโซมจะทำตามวิธีของ Bedo (1977) ดังนี้ จัดเรียงโครโมโซมตามลำดับความยาวจากแท่งยาวไปหาแท่งสั้น และเรียกเป็นโครโมโซม I, II และ III ตามลำดับ สำหรับโครโมโซมแขนยาวจะใช้ลักษณะสัญลักษณ์เป็น L และ S สำหรับโครโมโซมแขนสั้น ตัวอย่างเช่น IS หรือ IIIL ความยาวทั้งหมดของโครโมโซมจะแยกออกเป็น 100 ส่วน โดยแต่ละส่วนจะเรียงจากปลายแขนสั้นของโครโมโซมแท่งที่ 1 (IS) เรียงผ่านเซนโทรเมียร์ไปยังโครโมโซมแขนยาว และเรียงต่อไปยังโครโมโซมแท่งที่ 2 และ 3 จนถึงปลายแขนยาวของโครโมโซมแท่งที่ 3 (IIIL) จากนั้นแบ่งโครโมโซมแต่ละส่วนออกเป็น 2 ส่วนย่อย (A และ B) หรือ 3 ส่วนย่อย (A, B และ C) แบนด์ของโครโมโซมภายในส่วนย่อย A, B และ C สามารถจะแบ่งได้โดยเขียนเบอร์ของโครโมโซมส่วนใหญ่พร้อมทั้งอักษรของส่วนย่อยและตำแหน่งของแบนด์ภายในส่วนย่อย ตัวอย่างเช่น 45B3 หมายถึงแบนด์ที่ 3 จากจุดเริ่มต้นของส่วนย่อย B ในโครโมโซมส่วนที่ 45

ผลการวิจัย

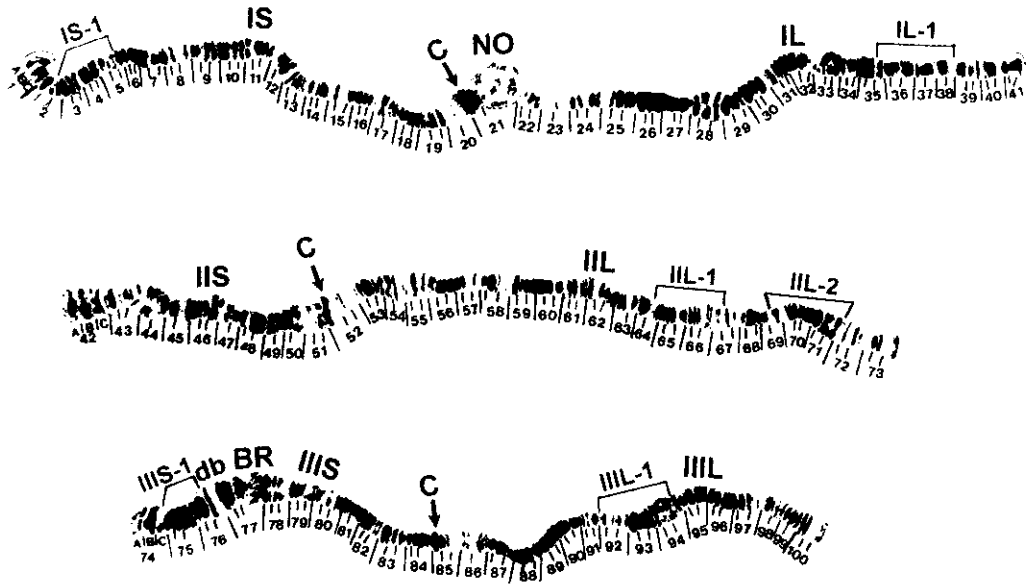
ชนิดและการแพร่กระจายของตัวอ่อนริ้นดำ

การศึกษานี้พบริ้นดำอย่างน้อยที่สุดจำนวน 32 ชนิดที่แพร่กระจายอยู่ในแหล่งน้ำไหลธรรมชาติในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศ ในจำนวน 32 ชนิดนี้เป็นชนิดที่ทราบชื่อแล้ว 22 ชนิด ชนิดนี้ยังไม่ได้ตั้งชื่อ 5 ชนิดและเป็นชนิดใหม่ 5 ชนิด ริ้นดำที่พบในแต่ละภาคส่วนใหญ่จะเป็นสปีชีส์ที่เหมือนกัน แต่มีบางชนิดที่พบเฉพาะในภาคใดภาคหนึ่งเท่านั้น

เช่น ริ้นดำ *S.* species c และ G ซึ่งเป็นริ้นดำชนิดใหม่ที่ไม่มีรายงานมาก่อนพบเฉพาะในภาคเหนือ ริ้นดำ *S.* species a และ d ซึ่งเป็นชนิดใหม่เช่นกันพบเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนริ้นดำชนิด *S. angulistylum* และ *S. sheilai* พบเฉพาะในภาคตะวันออก จากการเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดและการแพร่กระจายของริ้นดำในภูมิภาคต่าง ๆ พบว่าในเขตภาคเหนือมีความหลากหลายของชนิดของริ้นดำและมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางมากกว่าในภูมิภาคอื่น ๆ ดังจะเห็นได้จากการศึกษารูปร่างลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนและตัวดักแด้และการแพร่กระจายของตัวอ่อนริ้นดำในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการเก็บตัวอย่างตัวอ่อนริ้นดำจากแหล่งน้ำไหลต่าง ๆ จำนวน 12 แห่ง ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 400-2,460 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล การศึกษานี้สามารถแยกตัวอ่อนริ้นดำได้ 17 สปีชีส์ เป็นสปีชีส์ที่ได้ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์แล้วจำนวน 13 สปีชีส์ ที่ยังไม่ได้ตั้งชื่อจำนวน 3 สปีชีส์ และเป็นสปีชีส์ใหม่ 1 สปีชีส์ ตัวอ่อนริ้นดำเหล่านี้ได้ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ใน 6 ซับจีนัสของจีนัส *Simulium* Latreille s.l. ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่กระจายของตัวอ่อนริ้นดำกับระดับความสูงของดอย เนื่องจากพบริ้นดำต่างสปีชีส์ในแหล่งน้ำไหลที่มีระดับความสูงแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ริ้นดำสปีชีส์ *S. caudisclerum*, *S.* species G และ *S.* species H มีแหล่งที่อยู่อาศัยเฉพาะบริเวณที่มีความสูงประมาณ 2,460 เมตร ในทางตรงกันข้ามจะพบริ้นดำสปีชีส์ *S. nakhonense* และ *S. sudnicki* เฉพาะบริเวณที่มีความสูงประมาณ 400-700 เมตร เท่านั้น

เซลล์พันธุศาสตร์

ในการศึกษาแบบแผนการเรียงตัวของแบนด์ของโพลีทีนโครโมโซมที่มาจากต่อมน้ำลายของตัวอ่อนริ้นดำจำนวน 6 สปีชีส์ คือ *S. caudisclerum, S. feuerborni, S. fenestratum, S. nakhonense, S. rufifbasis* และ *S.* species G พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 3 คู่ (2N=6) และมีการเรียงตัวของแบนด์ที่จำเพาะในแต่ละสปีชีส์ นอกจากนี้ยังพบ paracentric inversions 5 แห่ง (IS-1, IL-1, IIL-2, IIIS-1, IIIL-1) บนโครโมโซม 5 แขนในประชากรริ้นดำสปีชีส์ *S. feuerborni*



ภาพที่ 1. แผนที่มาตรฐานแสดงแบบแผนของแบนด์ของโพลีทีนโครโมโซมของริ้นดำสปีชีส์ *Simulium feuerborni* พร้อมทั้งแสดงตำแหน่งและจุดแยกของอินเวอร์ชันบนโครโมโซม 5 แขน C=centromere; NO=nucleolar organizer; BR=Ring of Balbiani; db=double bubble

จากการทดสอบทางสถิติพบว่าอินเวอร์ชัน IIIL-1 ของประชากรริ้นดำสปีชีส์ *S. feuerborni* ที่เก็บมาจากน้ำตกห้วยทรายเหลืองไม่อยู่ในสภาวะสมดุลภายใต้กฎฮาร์ดีไวน์เบิร์ก (Hardy-Weinberg equilibrium) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีสองยีนพลูในประชากรกลุ่มนี้ (ตารางที่ 1) จากการศึกษายังพบว่าอินเวอร์ชัน

เหล่านี้ไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ ดังนั้นจึงไม่ทราบว่าโครโมโซมแท่งใดเป็นโครโมโซมเพศ (X หรือ Y) ในประชากรริ้นดำสปีชีส์นี้

ตารางที่ 1. การทดสอบสภาวะสมดุลภายใต้กฎฮาร์ดีไวน์เบิร์กของอินเวอร์ชัน IIIL-1 ในประชากรของริ้นดำสปีชีส์ *Simulium feuerborni* โดยวิธี Chi-square

Populations		IIIL-st/st	IIIL-st/1	IIIL-1/1	x_2^2	P
Royal Project						
Collection A	obs.	59	1	0	0.04	>0.95
	exp.	58.80	1.19	0.01		
Collection B	obs.	12	1	1	5.23	>0.05
	exp.	11.09	2.74	0.17		
Collection C	obs.	66	16	3	2.28	>0.20
	exp.	64.34	19.23	1.44		
Hui Sai Luaeng	obs.	59	3	17	64.78	<0.001
Waterfall	exp.	46.84	27.98	4.18		
Siriphum waterfall	obs	11	1	1	4.73	>0.05
	exp.	10.07	2.75	0.19		

แถบสีซี

ในการศึกษาแถบสีซีบนโครโมโซมของริ้นดำ 6 สปีชีส์ข้างต้นโดยวิธีย้อม C-banding พบว่ามีความแตกต่างของปริมาณและการกระจายของคอนสทิทิวทีฟเฮเทโรโครมาทิน (constitutive heterochromatin) ระหว่างสปีชีส์และภายในสปีชีส์เดียวกัน ตัวอ่อนริ้นดำสปีชีส์ *S. rufibasis* ที่เก็บจากสถานที่ต่างกันแสดงแบบแผนของแถบสีซีสองแบบ แถบสีซีแบบที่สองมีปริมาณเฮเทโรโครมาทินบริเวณเซนโทรเมียร์และบนแขนโครโมโซมบางแห่งมากกว่าแบบที่หนึ่ง จากการเปรียบเทียบแบบแผนแถบสีซีของริ้นดำชนิดต่าง ๆ กับชนิด *S. caudisclerum* ซึ่งคาดว่าเป็นสปีชีส์ที่ใกล้เคียงกับบรรพบุรุษมากที่สุด สามารถแบ่งกลุ่มริ้นดำออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีปริมาณเฮเทโรโครมาทินบริเวณเซนโทรเมียร์ และบางแห่งบนโครโมโซมต่างกัน เฮเทโรโครมาทินประกอบด้วยแซเทลไลด์ดีเอนเอที่มีการเพิ่มและ/หรือลดปริมาณระหว่างการวิวัฒนาการของโครโมโซม นอกจากนี้การย้อมถบสีซียังแสดงให้เห็นว่าแบนด์ 84B2 ซึ่งอยู่บนโครโมโซมแขน IIIL ของริ้นดำสปีชีส์ *S. nakhonense* แสดงลักษณะเป็นเฮเทโรโครมาทินที่มีความสัมพันธ์กับเพศ (sex-linked heterochromatin) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการดิฟเฟเรนทิเอชันของส่วนของโครโมโซม X และ Y และเป็นไปได้ว่ากลไกการตัดสินเพศในริ้นดำสปีชีส์ *S. nakhonense* มีลักษณะเป็น heterogametic sex (XY) ในเพศเมีย และ homogametic sex (XX) ในเพศผู้

บทวิจารณ์

ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายและความหนาแน่นของตัวอ่อนริ้นดำมีหลายประการ เช่น คุณภาพของอาหาร (Carlsson *et al.*, 1977) ชนิดของซับสเตรท อัตราความเร็วของน้ำและความลึกของน้ำ (Lewis and Bennett, 1975) ในการศึกษานี้ความแตกต่างของการแพร่กระจายและความหนาแน่นของประชากรริ้นดำอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของชนิดของซับสเตรตซึ่งเป็นที่ยึดเกาะอาศัยของตัวอ่อนและตัวดักแด้ ทั้งนี้เนื่องจากพบชนิดของตัวอ่อนและตัวดักแด้ริ้นดำในแหล่งน้ำที่มีลักษณะ ขนาด และชนิดของซับสเตรทต่างกัน ตัวอย่างเช่น พบริ้นดำชนิด *S. caudisclerum*, *S.* species G และ *S.* species H เฉพาะบนไม้ไม้ร่วงในร่องน้ำไหลภายใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่และกว้างประมาณ 0.5-1.0 เมตร ซึ่งตรงข้ามกับริ้นดำชนิด *S. feuerborni* ที่ชอบอาศัยบนใบและลำต้นพืชน้ำในร่องน้ำที่ตื้นและแคบขนาด 0.3 เมตร และอยู่ในที่โล่งแจ้ง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นอีก คือ อัตราความเร็วของน้ำและอุณหภูมิของน้ำ อัตราความเร็วของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญทางนิเวศวิทยาที่มีผลต่อการกระจายและความหนาแน่นของตัวอ่อนและตัวดักแด้ เพราะกระแสน้ำจะช่วยนำอาหารและออกซิเจนมาให้ตัวอ่อนและตัวดักแด้ และช่วยให้ตัวอ่อนเคลื่อนย้ายไปยังแหล่งที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต (Maittand and Penney, 1967; Wallace and Merritt, 1980) สำหรับอุณหภูมิของน้ำไม่ได้มีผลเฉพาะต่อช่วงเวลาการฟักตัวและอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนเท่านั้น ยังมีผลต่อการกระจายของริ้นดำชนิดต่าง ๆ ด้วย (Ross and Merritt, 1978) ในการศึกษานี้พบตัวอ่อนและตัวดักแด้เป็นจำนวนมากในแหล่งน้ำที่มีอัตราการไหลของ

น้ำค่อนข้างแรง นอกจากนี้ยังพบชนิดและจำนวนของริ้นดำบริเวณกลางดอยและเชิงดอยที่มีอุณหภูมิประมาณ 17-26°C มากกว่าบริเวณยอดดอยที่มีอุณหภูมิค่อนข้างหนาว (5-15°C)

ริ้นดำทั้ง 6 สปีชีส์ที่ศึกษามีจำนวนโพลีทีนโครโมโซม 3 คู่ เช่นเดียวกับริ้นดำสปีชีส์อื่น ๆ (Bedo, 1977; Boakye, 1993; Hadi *et al.*, 1996a; 1996b; 1996c) อย่างไรก็ตามลักษณะอื่น ๆ ของโครโมโซม เช่น ตำแหน่งและลักษณะของเซนโทรเมียร์ ตำแหน่งของนิวคลีโอลาร์ออร์แกไนเซอร์พัฟป์ (วงแหวนบัลบิอะนิ) จะแตกต่างกันไปในแต่ละสปีชีส์ เช่น นิวคลีโอลาร์ออร์แกไนเซอร์ของริ้นดำส่วนใหญ่อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 1 ยกเว้น *S. rufibasis* ที่อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 2 นอกจากนี้เซนโทรเมียร์บนโพลีทีนโครโมโซมของ *S. caudisclerum, S. fenestralum, S. feuerborni* และ *S.* sp. G มีลักษณะเป็นเส้นดำและบริเวณเซนโทรเมียร์ไม่พองออกซึ่งเหมือนกับ *S. yaeyamaense* (Hadi *et al.*, 1995) แต่จะแตกต่างจาก *S. nakhonense* และ *S. rufibasis* ที่บริเวณเซนโทรเมียร์พองโป่งออกมาเห็นชัดเจน ซึ่งเหมือนกับ *S. bidentatum, S. aokii* and *S. arakawae* (Hadi *et al.*, 1996a) ความแตกต่างของตำแหน่งและลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้เป็นลักษณะจำเพาะของแต่ละสปีชีส์ไม่ใช่ลักษณะจำเพาะของแต่ละสกุลย่อย (subgenus) ถึงแม้ว่าประชากรธรรมชาติของ *S. feuerborni* มีเพียง 6 อินเวอร์ชัน แต่อินเวอร์ชัน IIIL-1 ของประชากรที่เก็บมากจากน้ำตกห้วยทรายเหลืองไม่อยู่ในสภาวะสมดุลภายใต้กฎของฮาร์ดีไวน์เบริกอย่างเป็นนัยสำคัญ เนื่องจากมีกลุ่มประชากรที่มียีโนไทป์แบบเฮเทโรไซโกต (IIIL-st/1) น้อยกว่าปกติ จึงเป็นไปได้ว่าประชากรที่อาศัยในบริเวณน้ำตกห้วยทรายเหลืองประกอบด้วยประชากรกลุ่มย่อย 2 กลุ่มที่มียีนพูลต่างกัน

โดยวิธีย้อมแถบสีซีสามารถแสดงปริมาณเฮเทโรโครมาทินบริเวณเซนโทรเมียร์ ทีโลเมียร์ และบริเวณอื่นบางแห่งบนโครโมโซม การวิวัฒนาการของโครโมโซมในพวกยูคาริโอตมีแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มปริมาณเฮเทโรโครมาทิน (Baimai, 1988) ริ้นดำชนิด *S. caudisclerum* ซึ่งอยู่ในสกุลย่อย *Nevermannia* ถือว่าเป็นสปีชีส์ดั้งเดิมที่มีปริมาณเฮเทโรโครมาทินน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับริ้นดำสปีชีส์ *S. rufibasis* และ *S. nakhonense* ซึ่งอยู่ในสกุลย่อย *Simulium* และเป็นสปีชีส์สมัยใหม่ที่มีปริมาณเฮเทโรโครมาทินมากกว่าริ้นดำชนิด *S. caudisclerum* ดังนั้นจึงคาดว่ามีการเพิ่มปริมาณเฮเทโรโครมาทินในระหว่างวิวัฒนาการของโครโมโซมของริ้นดำ อย่างไรก็ตาม เป็นไปได้ว่ามีการลดปริมาณเฮเทโรโครมาทินในระหว่างวิวัฒนาการของโครโมโซมของริ้นดำเช่นกัน เนื่องจากแบบแผนของแถบสีซีของริ้นดำชนิด *S. fenestratum* ที่อยู่ในสกุลย่อย *Simuluim* มีลักษณะคล้ายคลึงกับริ้นดำชนิด *S. caudisclerum* ดังนั้นการเพิ่มหรือลดปริมาณเฮเทโรโครมาทินอาจมีบทบาทสำคัญในการวิวัฒนาการของโครโมโซมของริ้นดำสปีชีส์ต่าง ๆ เช่นเดียวกับในแมลงหนอนแดงชนิด *Chironomus oppositus* (Kuvangkadilok, 1982)

บทสรุป

1. งานวิจัยนี้พบริ้นดำจำนวน 32 สปีชีส์ แพร่กระจายอยู่ในแหล่งน้ำไหลธรรมชาติในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ
2. ความหลากหลายของสปีชีส์ของริ้นดำพบในเขตภาคเหนือมากกว่าในภาคอื่น ๆ
3. การแพร่กระจายและความหนาแน่นของตัวอ่อนริ้นดำขึ้นอยู่กับปัจจัยทางนิเวศวิทยาหลายประการ เช่น อัตราความเร็วและอุณหภูมิของน้ำ
4. การศึกษาความหลากหลายของสปีชีส์ริ้นดำ ควรจะได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนควบคู่กับการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ เพื่อให้การวินิจฉัยของสปีชีส์ของริ้นดำถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139007

เอกสารอ้างอิง

BAIMAI, V. 1988. Constitutive heterochromatin differentiation and evolutionary divergence of karyotype of Oriental *Anopheles (Cellia)*. Pacific Science 42: 13-27.

BEDO, D. G. 1977. Cytogenetics and evolution of *Simulium ornatipes* Skuse (Diptera: Simuliidae). I. Sibling speciation. Chromosoma 64: 37-65.

BEDO, D. G. 1979. Cytogenetics and evolution of *Simulium ornatipes* Skuse (Diptera: Simuliidae). II. Temporal variation in chromosome polymorphisms and homosequential species. Evolution 33: 296-308.

BOAKYE, D. A. 1993. A pictorial guide to the chromosomal identification of members of the *Simulium damnosum* Theobald complex in west Africa with particular reference to the Onchocerciasis Control Programme Area. Trop. Med. Parasitol. 44: 223-244.

CARLSSON, G. 1966. Cytology of the black fly *Prosimulium frohnei* Sommer-man. Hereditas 55: 73-78.

CARLSSON, M., L. M. NILSSON, B. SVENSSON, S. ULFSTRAND AND R. S. WOTTON. 1977. Lacustrine seston and other factors influencing the blackflies (Diptera: Simuliidae) inhabiting lake outlets Swedish Lapland. Oikos 29: 229-238.

CROSSKEY, R. W. 1960. A taxonomic study of the larvae of west African Simuliidae (Diptera: Simuliidae) with comments on the morphology of the larval black-fly head. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.). 10: 1-74.

COSSKEY, R. W. 1981. Simuliid taxonomy In LAIRD, M. (ed.), Blackflies: the future for biology methods in integrated control. Academic Press, London.

CROSSKEY, R. W. 1993. Blackflies (Simuliidae). In LANE, R. P. AND R. W. CROSSKEY (eds.), Medical insects and Arachnids. Chapman and Hall, New York.

HADI, U. K., H. TAKAOKA AND C. AOKI. 1995. Larval salivary gland chromosomes of the blackfly, *Simulium (Gomphostilbia) yaeyamense* (Diptera: Simuliidae) from Ryukyu Islands, Japan. Jpn. J. Sanit. Zool. 46: 235-239.

HADI, U. K., H. TAKAOKA AND C. AOKI. 1996a. Larval polytene chromosome of three Japanese blackfly species (Diptera: Simuliidae). Med. Entomol. Zool. 47: 47-54.

HADI, U. K., H. TAKAOKA, K. KONDO AND H. HIRAI. 1996b. Larval salivary gland chromosomes of *Simulium (Simulium) eximium* (Diptera: Simuliidae) from Java and Sumatra, Indonesia, with implication of sibling speciation. Med. Entomol. Zool. 47: 139-144.

HADI, U. K., H. TAKAOKA, K. KONDO AND H. HIRAI. 1996c. Larval salivary gland chromosomes of the blackfly, *Simulium (Gomphostibia) sundaicum* (Diptera: Simuliidae) from Java, Indonesia. Med. Entomol. Zool. 47: 55-61.

HARWOOD, R. F. AND M. T. JAMES. 1969. Gnats, black flies, and related forms. In Harwood, R. F. AND M. T. JAMES (eds.), Entomology in human and animal health. Macmillan Publishing Co., Inc.

KETTLE, D. S. 1990. Medical and veterinary entomology. CAB International UK. 658 p.

KUVANGKADILOK, C. 1982. Genetic variability in the population of *Chironomus oppositus*. Ph.D. Thesis. University of Melbourne, Melbourne, Australia.

LEWIS, D. J. AND G. F. BENNETT. 1975. The blackflies (Diptera: Simuliidae) of insular Newfounland. III. Fartors affecting the distribution and migration of larval simuliids in small streams on the Avalon Peninsular. Can. J. Zool. 53: 114-123.

MAEGGA, B. T. A. AND E. W. CUPP. 1993. Chromosomal diagnostic criteria for some members of *Simulium damnosum* complex in east Africa. Trop. Med. Parasitol. 44: 165-171.

MAITLAND, P. S. AND M. M. PENNEY. 1967. The ecology of the Simuliidae in a Scottish river. J. Anim. Ecol. 36: 179-206.

PETERSON, B. V. 1984. Simuliidae. In MERRITT, R. W. AND K. W. CUMMINS (eds.), An introduction to the aquatic insects of north America. Kenda/Hunt Publishers, Dubuque, Iowa.

PORTER, D. L. AND J. MARTIN. 1997. The cytology of *Polypedilum nubifer* (Diptera: Chironomidae). Caryologia 30: 41-62.

PROCUNIER, W. S. AND A. I. MURO. 1994. Cytoxonomy of the *Simulium damnosum* complex from central and northeastern Tanzania. Genome 36: 112-130.

ROSS, D. H. AND R.W. MERRITT. 1978. The larval instars and population dynamics of five species of black flies (Diptera: Simuliidae) and their response to selected environmental factors. Can. J. Zool. 56: 1633-1642.

ROTHFELS, K. H. 1979. The cytotaxonomy of black flies (Simuliidae). Ann. Rev. Entomol. 24 : 507-539.

TAKAKA, H. AND P. H. ADLER. 1997. A new subgenus, *Simulium (Daviesellum)*, and a new species *S. (D.) courtneyi*, (Diptera: Simuliidae) from Thailand and Peninsular Malaysia. Jpn. J. Trop. Med. Hyg. 25: 17-27.

TAKAOKA, H. AND K. SAITO. 1996. A new species and new records of blackflies (Diptera: Simuliidae) from Thailand. Jpn. J. Trop. Med. Hyg. 24: 163-169.

VAJIME, C. G. AND R. W. DUNBAR. 1975. Chromosomal identification of eight species of the subgenus *Edwardsellum* near and including *Simulium (Edwardsellum) damnosum* Theobald (Diptera: Simuliidae). Tropenmed. Parasit. 26: 111-138.

WALLACE, J. B. AND R. W. MERRITT. 1980. Filter-feeding ecology of aquatic insect. Ann. Rev. Entomol. 25: 103-132.

การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของสัตว์บางชนิดในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน

อำพา เหลืองภิรมย์[1], สุมนทิพย์ บุนนาค[1], อรอนงค์ กฤชเพชรรัตน์[2] และ ชวลิต กฤชเพชรรัตน์[3]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

[2]ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

[3]ภาควิชาจุลทรรศน์คลีนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

CYTOGENETIC STUDIES OF SOME ANIMALS IN PHU-PHAN NATIONAL PARK

A. Luanpirom[1], S. Bunnag[1], O. Kritpetcharat[2] and C. Kritpetcharat[3]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

[2]Phatology Department, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

[3]Clinical Microscopic Department, Faculty of Associated Medical Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Cytogenetic studies of amphibians, reptiles and orthopteran insects collected from Phu-Phan National Park during Febuary 1997 and April 1999 were conducted. Study areas were Hui Pla Duk, Pha Nang Men, area around Hui Vein Pai basin, area around Hui Vein Pai basin, area around basin behind Phu-Phan National Park office and area around camp. Collections were made once a month and animals were identified. Cells from the bone marrow of amphibians and reptiles and from the hepatic caeca of insects were used for cytogenetic studies. Twenty species and 5 families of amphibian, twenty-seven species and 8 families of reptiles and thirty-eight species and 6 families of insects were found. Karyotypes of amphibians were investigated in 14 species from the families Bufonidae (2n=22), Microhylidae (2n=24-28), Ranidae (2n=26) and Rhacophoridae (2n=26). Diploid chromosome numbers of reptiles were determined in 12 species consisting of the families Gekkonidae (2n=32-48), Agamidae (2n=34), Scincidae (2n=28-30) and Colubridae (2n=30-32). Twenty one species of insects with studied karyotypes comprised the families Acrididae (2n=20-24), Tettigonidae (2n=22-36), Pyrgomorphidae (2n=22-24) and Gryllidae (2n=11).

Key words: karyotype, amphibians, reptiles, orthoptera

บทนำ

อุทยานแห่งชาติภูพานตั้งอยู่ในเทือกเขาภูพาน มีเนื้อที่ประมาณ 665 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่สองจังหวัด คือ จังหวัดสกลนคร และจังหวัดกาฬสินธุ์ ในอดีตอุทยานแห่งชาติภูพานเป็นพื้นที่สีชมพู ธรรมชาติของป่าและสัตว์ถูกรบกวนน้อย ปัจจุบันอุทยานแห่งชาติภูพานได้มีการแบ่งเขตสำหรับทัศนศึกษา และเขตป่าธรรมชาติ ทำให้เขตป่าธรรมชาติเป็นพื้นที่ที่ยังมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง มีทรัพยากรป่าไม้ถึงร้อยละ 81.23 ของพื้นที่อุทยาน มีสัตว์ป่าอาศัยถึง 162 ชนิด เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมร้อยละ 32.9 สัตว์ปีกร้อยละ 26.1 สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกร้อยละ 10.5 สัตว์เลื้อยคลานร้อยละ 23 และปลาน้ำจืดร้อยละ 7.5 (ข้อมูลพื้นฐานจากแผนแม่บทอุทยานแห่งชาติภูพาน, กรมป่าไม้, 2535) อุทยานแห่งชาติภูพานจึงเป็นพื้นที่ที่คณะวิจัยเลือก เพื่อศึกษาความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลื้อยคลาน และแมลงในอันออร์ธอปเธอรา ตลอดจนศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของกลุ่มสัตว์ดังกล่าว ประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมจับสัตว์กลุ่มดังกล่าวมารับประทาน โอกาสที่สัตว์เหล่านี้จะสูญพันธุ์จึงมีสูง นอกจากนี้แมลงในอันดับออร์ธอปเธอรา โดยเฉพาะพวกตั๊กแตน มักจะพบทั่วทุกภาคของประเทศไทยและทั่วโลก ตั๊กแตนบางชนิดก่อความเสียหายทางเกษตรกรรมคิดเป็นมูลค่าเสียหายปีละเกือบพันล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร, 2538) การจำแนกชนิดของตั๊กแตน โดยใช้สัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียวอาจทำให้ผิดพลาดได้ เนื่องจากตั๊กแตนมีความซับซ้อน และมีความแปรผันทางพันธุกรรมสูง จึงต้องอาศัยความรู้ทางพันธุศาสตร์และข้อมูลทางนิเวศวิทยาร่วมด้วย

พื้นที่ศึกษา

อุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร และจังหวัดกาฬสินธุ์ ตั้งอยู่ในเทือกเขาภูพานสูงจากระดับน้ำทะเล 200 ถึง 400 ฟุต ภูมิอากาศแบ่งเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว

วิธีการ

การเก็บและจำแนกตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลื้อยคลาน และแมลงในอันดับออร์ธอปเธอรา เดือนละครั้ง นำตัวอย่างมาถ่ายรูปเพื่อดูลักษณะภายนอก ตัวอย่างของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานนำมาดองด้วยเอธิลอัลกอฮอล์ 95 เปอร์เซนต์ ตัวอย่างของแมลงนำมาอบแห้ง ส่งกรมวิทยาศาสตร์และกรมวิชาการเกษตรตามลำดับ เพื่อจำแนกทางอนุกรมวิธานต่อไป

การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์

นำตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานที่ยังมีชีวิตอยู่ ฉีดด้วยสารละลาย Phytohemagglutinin (PHA) (Difco) เข้าทางช่องท้อง 0.1 มล. ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ฉีดตามด้วยสารละลาย colchicine (Sigma, 0.3%) เข้าทางช่องท้อง 0.1 มล./100 กรัมน้ำหนักตัว ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ฆ่าสัตว์ให้ตายทันที เลาะกระดูกแขน-ขา ตัดปลายกระดูกทั้งสองข้างออก ใช้สารละลายโปตัสเซียมคลอไรด์ (BDH, 0.075 M) ฉีดพ่นโพรงกระดูกเพื่อไล่เซลล์ไขกระดูกลงหลอดทดลอง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณภูมิห้อง 15 นาที ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที นำเซลล์ที่ได้มาเติมด้วยสารละลาย fixative (acetic acid:methanol=1:3) ที่เย็นจัดทีละน้อยพร้อมกับเขย่าไปด้วยจนได้ปริมาตร 5 มล. จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยง เก็บเซลล์และเติมสารละลาย fixative ทำ 2 ซ้ำ และครั้งสุดท้ายเติมสารละลาย fixative เพียงเล็กน้อยขึ้นกับปริมาณเซลล์ที่ได้ นำสารละลายเซลล์ไปแช่ให้เย็นจัดและหยดบนสไลด์ นำสไลด์บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำสไลด์ไปย้อมสีกิมซ่า

นำแมลงอันดับออร์ธอปเธอราที่จับได้และยังมีชีวิตอยู่ ฉีดด้วยสารละลาย Phytohemagglutinin เข้าทางช่องท้อง ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ฉีดตามด้วยสารละลาย colchicine (0.2%) เข้าทางช่องท้อง ทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมง ฆ่าและผ่าตัดเอาส่วน hepatic caeca แช่ในสารละลายโซเดียมซิเตรท (Carlo, 0.9%) และตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ทิ้งไว้ 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำเซลล์ที่ได้มาเติมด้วยสารละลายกรดอะซิติก (BDH, 60%) 2-3 หยด ทิ้งไว้ 2 นาที เติมสารละลาย fixative 5 มล.ไปเปตขึ้นลงเบา ๆ และนำไปปั่นเหวี่ยง เซลล์ที่ได้นำมาเติมสารละลาย fixative 5 มล. ทิ้งไว้ 10 นาที และปั่นเหวี่ยง ทำ 2 ซ้ำ เซลล์ที่ได้ในครั้งสุดท้ายเติมสารละลาย fixative เพียงเล็กน้อยขึ้นกับปริมาณเซลล์ที่ได้ นำสารละลายเซลล์ที่ได้แช่ให้เย็นจัด และหยดบนสไลด์ บ่มสไลด์ที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำสไลด์ไปย้อมสีกิมซ่า.

นำสไลด์ที่ย้อมสีกิมซ่าแล้วมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ตรวจสอบหาเซลล์ที่อยู่ในระยะเมตาเฟส นับจำนวนโครโมโซมที่ได้อย่างน้อย 10 เซลล์ เลือกเซลล์ที่มีการกระจายของโครโมโซมดี นำมาถ่ายรูปด้วยกล้องจุลทรรศน์ ด้วยกำลังขยายของเลนส์วัตถุ 100 เท่า ทำการล้าง อัด-ขยายภาพตามขนาดที่ต้องการ วัดความยาวของส่วนแขนยาวและส่วนแขนสั้นของโครโมโซมแต่ละแท่ง หาค่า Centromeric Index (length of short arm/ total length of chromosome) จับคู่โครโมโซมที่มีค่า Centromeric Index และความยาวของแท่งโครโมโซมทั้งหมดที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด และจำแนกชนิดของโครโมโซมตามวิธีของ Green and Sessions 1991

ผลการวิจัย

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

เก็บรวบรวมสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกได้ 5 วงศ์ 21 ชนิด ศึกษาคาริโอไทป์แล้ว 14 ชนิด ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1 และ 2 แสดงคาริโอไทป์ของคางคกและปาดบ้าน ตามลำดับ

สัตว์เลื้อยคลาน

เก็บรวบรวมสัตว์เลื้อยคลานได้ 8 วงศ์ 27 ชนิด ศึกษาคาริโอไทป์แล้ว 12 ชนิด ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 3 และ 4 แสดงคาริโอไทป์ของจิ้งเหลนบ้านและกิ้งก่าสวนหัวเงิน ตามลำดับ

ตารางที่ 1. แสดงอันดับ วงศ์ ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ และจำนวนโครโมโซมของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

อันดับ (Order) วงศ์ (Family) ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวนโครโมโซม (2n)	ลักษณะโครโมโซม: คู่ที่
1.Anura			
1.1 Bufonidae			
1. คางคกบ้าน	*Bufo melanostictus* Schneider,1799	22	M:5,8,10; Sm:1,2,3,4,6,9; T:7,11
1.2 Microhylidae			
1.อึ่งลาย	*Calluella guttulata* (Blyth), 1855	26	M:1,11; Sm:2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13; Secondary constriction in 6th
2.อึ่งอ่างก้นขีด	*Kaloula mediolineata* (Smith), 1917	28	M:1,4,13,14; Sm:2,3,5,6,7,8,10,11,12; T:9; Heterochromatin heteromorphism in 6q
3. อึ่งแม่หนาว	*Microhyla berdmerei* (Blyth), 1858	24	M:1,4,5; Sm:2,3,6,7,8,9,10; T:11,12; Heterochromatin heteromorphism in 12th
4. อึ่งขาดำ, อึ่งจิ๋วหน้าจั๋ว	*M. pulchra* (Hallowell),1861	24	M:1,5,6,11,12; Sm:2,3,4,7,8,9,10
1.3 Ranidae			
1. เขียดจะนา, เขียดทราย	*Occidozyga lima* (Gravenhorst), 1829	26	Sm:1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,13; T:9
2 เขียดหลังปุ่ม	*Phrynoglossus martensi* Peters, 1867	26	M:1,12; Sm:2,3,4,5,6,7,8,10,11,13; T:9
3. เขียดบัว,เขียดจิก	*Rana erythraea* (Schlegel), 1837	26	M:1,6,8; Sm:2,3,4,5,7,11,12; T:9,10,13
4. กบหนอง, เขียดอีโม่	*R. limnocharis* Gravenhorst, 1829	26	M:1,11; Sm:2,3,4,5,6,7,10,12; T:8,9,13
5. กบหลังขีด, เขียดจิกปากแหลม	*R. macrodactyla* (Gunther), 1859	26	M:1,3,5,7,9; Sm:2,4,6,8,10,11,12,13
6. เขียดตาโอด, กบอ่อง	*R. nigrovittata* (Blyth), 1855	26	M:6; Sm:1,2,3,4,5,7,8,11,12,13; T:9,10
7. กบหงอน, กบจุก	*R. pileata* Boulenger, 1916	26	M:1,10; Sm:2,3,4,5,6,7,8,11,12; T:9,13; Secondary constriction in 8q
8. กบนา	*R. rugulosa* (Wiegmann), 1835	26	M:5,11; Sm:1,2,3,4,6,7,8,9,12,13; St:10; Secondary constriction in 7q
1.4 Rhacophoridae			
1. ปาดบ้าน, เขียดตะปาด	*Polypedates leucomystax*(Gravenhorst), 1829	26	M:1,5,6,7,9,10,12; Sm:2,3,4,8,11; T:13

ตารางที่ 2. แสดงอันดับ วงศ์ ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ และจำนวนโครโมโซมของสัตว์เลื้อยคลาน

อันดับ (Order) วงศ์ (Family) ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวนโครโมโซม (2n)	ลักษณะโครโมโซม: คู่ที่
1. Squamata **Suborder Sauria**			
1.1 Gekkonidae			
1. ตุ๊กแกบ้าน	*Gekko gecko* (Linnaeus), 1758	38	Macrochromosome:1-7; Sm:1,2,3; T:4-17; microchromosome:18,19
2. จิ้งจกหางแบน	*Cosymbotus platyurus* (Schneider), 1792	44	T:1-22
3. จิ้งจกหางหนาม	*Hemidactylus frenatus* (Dumeril & Bibron), 1836	32	M:13,15,16; Sm:1,2,3; T:4,5,6,7,8,9,10,11,12; St:14
1.2 Agamidae			
1. กิ้งก่าแก้ว	*Calotes emma* Gray,1845	34	Macrochromosome:1-6; M:1,3,4; Sm:2,5,6; microchromosome:7-17
2. กิ้งก่าสวนหัวเงิน	*Calotes mystaccus* (Dumeril & Bibron), 1837	34	Macrochromosome:1-6; M:1,3,4; Sm:2,5,6; microchromosome:7-17
3. กิ้งก่าสวนหัวแดง	*Calotes versicolor* (Dandin), 1802	34	Macrochromosome:1-6; M:1,3,4; Sm:2,5,6; microchromosome:7-17
4. กิ้งก่าบินปีกส้ม	*Draco maculatus* (Gray), 1845	34	Macrochromosome:1-6; M:3,4; Sm:1,2,5,6; microchromosome:7-17

ตารางที่ 2. (ต่อ)

อันดับ (Order) วงศ์ (Family) ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวนโครโมโซม (2n)	ลักษณะโครโมโซม: คู่ที่
1.3 Scincidae			
1. จิ้งเหลนบ้าน	*Mabuya multifasciata* (Kuhl), 1820	28	M:3,4,5,6,7; Sm:1,2,9; T:8; microchromosome:10-14
2. จิ้งเหลนภูเขาเกล็ดเรียบ	*Sphenomorphus maculatus* (Blyth), 1853	30	M:3,4,5; Sm:1,2,6; microchromosome:7-15
3. จิ้งจกหินลีจาง	*Gyhyra mutilata* (Wiegmann), 1835	38	Sm:(sex,femal):19; T:1-18
1.4 Colubridae			
1. งูเหลือมอ้อ, งูหัวกระโหลก	*Homalopis buccata* (Linnaeus), 1758	32	macrochromosome:1-7, 16; M:1,3,7; Sm:2,4; T:5,6; microchromosome:8-15
2. งูลายสอใหญ่, งูดางแห	*Xenochrophis piscator* (Schneider), 1799	30	macrochromosome:1-5; M:1,2,4; Sm:3 , T:5; microchromosome:6-15

แมลงในอันดับออร์ธอปเธอรา

เก็บรวบรวมได้ 6 วงศ์ 44 ชนิด และศึกษาคาริโอไทป์แล้ว 21 ชนิด ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 5และ 6 แสดงคาริโอไทป์ของตั๊กแตนหนวดสั้นและตั๊กแตนหนวดยาว ตามลำดับ

ตารางที่ 3. แสดงวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์ และจำนวนโครโมโซมของแมลงในอันดับออร์ธอปเธอรา

วงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวนโครโมโซม(2n)	ลักษณะโครโมโซม: คู่ที่
1. Acrididae ตั๊กแตนหนวดสั้น	1. *Catantops pingius* Stall	24	T : 1-12; secondary constriction in 1
	2. *Oedaleus* sp.	20	T : 1-10; Heterochromatin hetermorphism:5,7,8
	3. *Oxya hyla intricata* Stall.	24	T : 1-12; secondary constriction in 8,10; setellite : 11
	4. *Oxya japonica japonica* Thunberg	22	T : 1-11
	5. *Pachyacris* sp.	22	
	6. *Pachyacris vinosa* Walker.	24	T : 1-12
	7. *Stenocatantops splendens* (Thunberg)	24	T : 1-12
	8. *Tylotropidius varicornis* Walker.	24	T : 1-12
	9. ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.9	22	
	10. ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.19	22	T:1-11
	11. ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.71	24	
	12. ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.73	24	
2.Tettigoniidae ตั๊กแตนหนวดยาว	1. *Euconocephalus* sp.	22	
	2. *Mecopoda elongata* Linnaeus.	24	M : 1,7; Sm : 2,3; T: 4,5,6,8,9,10,11,12; Secondary constriction in 5
	3. *Phyllominus* sp.	36	T : 1-18
	4.ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.12	34	T : 1-17
	5.ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.34	22	M:1,4; Sm:2,3,5; T : 6,7,8,9,10,11
	6.ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.35	28	M:1,7; Sm:6,8,9,10,11,extra; T:2,3,4,5,12,13,extra
	7.ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.35 (ตัวผู้)	27	
3.Pyromorphidae	1. *Atractomorpha* sp.	22	T : 1-11
	2.ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.64	24	
4.Gryllidae จิ้งหรีด	1.ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ No.85	11	

หมายเหตุ : M = Metacentric , Sm = Submetacentric, T = Telocentric, St = Subtelocentric

2n=22

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะคางคกบ้าน (*Bufo melanostictus* (Schneider), 1799) และคาริโอไทป์

2n=26

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะปาดบ้าน (*Polypedates leukomystax* (Gravenhorst), 1829)) และคาริโอไทป์

2n=28

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะจิ้งเหลนบ้าน (*Mabuya multifasciata* (Kuhl), 1820)) และคาริโอไทป์

2n=34

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะกิ้งก่าสวนหัวเงิน (*Calotes mystaccus* (Dumeril & Bibron), 1820)) และคาริโอไทป์

2n=20

ภาพที่ 5 แสดงลักษณะ ตั๊กแตนหนวดสั้น (*Oedaleus* sp.) และคาริโอไทป์

2n=24

ภาพที่ 6 แสดงลักษณะ ตั๊กแตนหนวดยาว (*Mecopoda elongata*, Linnaeus.) และคาริโอไทป์

บทวิจารณ์

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

การศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก อันดับ Anura วงศ์ Bufonidae ตัวอย่างที่ศึกษา คือ *Bufo melanostictus* มีจำนวนโครโมโซม 2n=22 Matsui *et al.*(1985) รายงานว่า *Bufo bufo* complex 6 ชนิด ได้แก่ *Bufo japonicus japonicus*, *Bufo japonicus formosis*, *Bufo terrenticola*, *Bufo gargarizans myakonis* (ตัวอย่างจากประเทศญี่ปุ่น), *Bufo bufo* และ *Bufo bufo verrucosissimus* (ตัวอย่างจากประเทศรัสเซีย) ต่างมีจำนวนโครโมโซม 2n=22 แต่มีความแตกต่างที่ C-banding pattern บนแขนโครโมโซม Parida *et al.*(1988) ศึกษา *Bufo stomaticus* ตัวอย่างจากประเทศอินเดีย พบว่า จำนวน 2n=22 เช่นกัน

วงศ์ Microhylidae ที่ทำการศึกษาคาริโอไทป์มี 4 ชนิด พบว่า สกุล *Microhyla* 2 ชนิด ได้แก่ *M. ornata* และ *M. pulchra* มีจำนวนโครโมโซม 2n=24 , สกุล *Kaloula* 1 ชนิด ได้แก่ *K. mediolineata* มีจำนวน 2n=28, สกุล *Calluella* 1 ชนิด ได้แก่ *C. guttulata* มีจำนวน 2n=26 การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Parida and Mohanty-Hezmadi (1988) ซึ่งศึกษาใน *Microhyla ornata* ตัวอย่างจากประเทศอินเดีย พบว่ามีจำนวน 2n=24

วงศ์ Ranidae ที่ทำการศึกษาคาริโอไทป์มี 8 ชนิด ประกอบด้วย สกุล *Rana* 6 ชนิด ได้แก่ *R. erythraea*, *R. limnocharis*, *R. macrodactyla*, *R. nigrovitata*, *R. pileata* และ *R. rugulosa* สกุล *Phyryoglossus* 1 ชนิด ได้แก่ *P. martensi* และ สกุล *Occidozyga* 1 ชนิด ได้แก่ *O. lima* สัตว์ทั้ง 8 ชนิดมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2n=26 แต่มีชนิดของโครโมโซมต่างกัน (ตารางที่ 1) Kuramoto (1989) รายงานว่า *Rana temporaria* และ *R. everetti* ทั้งสองชนิดมีจำนวน 2n=26 แต่มีความแตกต่างกันที่จำนวน supernumerary chromosome ซึ่งมีจำนวน 4 และ 1 ตามลำดับ นอกจากนี้การศึกษาใน *Rana exilispinosa* และ *R. livada* พบว่ามีจำนวน 2n=26 (Matsui *et al.*, 1995) การศึกษาในสกุล *Amolops* ได้แก่ *A. hongkongenesis* มีจำนวน 2n=26 (Matsui *et al.*, 1995) สกุล *Staurois* ได้แก่ *S. latopalmatus* มีจำนวน 2n=26 (Matsui and Seto, 1985) การศึกษาครั้งนี้ยังได้ศึกษาในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกวงศ์ Racophoridae 1 ชนิด สกุล *Polypedates* ได้แก่ *P. leucomystax* มีจำนวน 2n=26 เหมือนสัตว์ในวงศ์ Ranidae Kuramoto (1990) ได้รวบรวมและทำรายการสรุปจำนวนโครโมโซมของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอันดับ Anura และวงศ์ต่าง ๆ ไว้ดังนี้ วงศ์ Leiopelmatidae มีจำนวน 2n=18, 22 และ 46 วงศ์ Discoglossidae มี 2n=24, 28 และ 38 วงศ์ Pipidae มี 2n=20-24 วงศ์ Pelobatidae มี 2n=24, 26 วงศ์ Myobatrachidae มี 2n=22, 24 วงศ์ Leptodactylidae มี 2n=18-36 วงศ์ Bufonidae มี 2n=20, 22 วงศ์ Hylidae มี 2n=18-30 วงศ์ Dendrobatidae มี 2n=18-24 วงศ์ Ranidae มี 2n=14-30 วงศ์ Hyperoliidae มี 2n=22, 24 และ 30 และวงศ์ Microhylidae มี 2n=22-28

สัตว์เลื้อยคลาน

ผลการศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์เลื้อยคลาน อันดับ Squamata วงศ์ Gekkonidae (จิ้งจก, ตุ๊กแก) 4 สกุล 4 ชนิด พบว่าสกุล *Gekko* ได้แก่ *G. gecko* มีจำนวนโครโมโซม 2n=38 สอดคล้องกับการศึกษาของ Wu and Zhao (1984) รายงานว่า *G. gecko* ตัวอย่างจากประเทศจีน มีจำนวน 2n=38 สกุล *Hemidactylus* ที่ศึกษา ได้แก่ *H. frenatus* มีจำนวน 2n= 32 ผลนี้แย้งกับรายงานของ Ota *et al.* (1996) ที่ว่าสัตว์เลื้อยคลานวงศ์ Gekkonidae สกุล *Hemidactylus* และเป็นกลุ่ม *H. garnotii vietnamensis* complex มีจำนวน 2n=38 สกุล *Cosymbotus* ที่ศึกษาแล้ว ได้แก่ *C. playtyurus* มี 2n=44 และสกุล *Gyhyra* ได้แก่ *G. mutilata* มี 2n=38 Ota (1989) รายงานว่าสัตว์เลื้อยคลานในวงศ์ Gekkonidae สกุล *Gekko* 5 ชนิด ได้แก่ *G. tawaenesis* และ *G. yaknesis* ตัวอย่างจากประเทศญี่ปุ่น *G. pelricolus* ตัวอย่างจากประเทศไทย มี 2n=38 ส่วน *G. kikuchi* ตัวอย่างจากประเทศไต้หวัน มี 2n=44 และ *G. smithii* ตัวอย่างจากประเทศไทยมีจำนวน 2n=42 นอกจากนี้การศึกษาในสกุล *Cyrtodactylus* 2 ชนิด ได้แก่ *C. consobrinus* มี 2n=48 และ *C. pulisulcus* มี 2n=42 (Ota *et al.*,1992) แสดงว่าสัตว์เลื้อยคลานในวงศ์ Gekkonidae มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน แม้อยู่ในสกุลเดียวกัน

วงศ์ Agamidae (กิ้งก่า) ที่ได้ศึกษาคาริโอไทป์แล้ว 2 สกุล 4 ชนิด ได้แก่ สกุล *Calotes* 3 ชนิด คือ *C. emma*, *C. mystaceus* และ *C. versicolor* มีจำนวน 2n=34 สกุล *Draco* 1 ชนิด คือ *D. belliana* มีจำนวน 2n=34 ลักษณะของ

โครโมโซมของสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ที่กล่าวมานี้ แบ่งเป็น macrochromosome 6 คู่ และ microchromosome 11 คู่ Dey *et al.* (1988) ได้ศึกษาในสกุล *Japalura* ได้แก่ *J. variegata* ตัวอย่างจากประเทศอินเดีย มี 2n=34 ประกอบด้วย macrochromosome 6 คู่ และ microchromosome 11 คู่ เช่นกัน ส่วนในสกุล *Genocephalus* 2 ชนิด เป็นตัวอย่างจากประเทศบอร์เนียวและประเทศออสเตรเลีย ได้แก่ *G. grandis* และ *G. miotympanum* มี 2n=42 เท่ากัน ประกอบด้วย macrochromosome 11 คู่ และ microchromosome 10 คู่ (Ota *et al.*, 1992) แสดงว่าลักษณะเด่นของโครโมโซมของวงศ์ Agamidae ประกอบด้วย macrochromosome และ michromosome

วงศ์ Scincidae (จิ้งเหลน) ได้ศึกษาคาริโอไทป์แล้ว 2 ชนิด ได้แก่ สกุล *Mabuya* 1 ชนิด คือ *M. multifasciata* มีจำนวน 2n=28 และสกุล *Sphenomorphus* 1 ชนิด ได้แก่ *S. maculatus* มีจำนวน 2n=30 ผลจากการศึกษาครั้งนี้ใน *M. multifasciata* แย้งกับการศึกษาของ Makino and Asona (1950) รายงานว่าตัวอย่างจากประเทศอินเดีย สกุล *Mabuya* หลายชนิด ได้แก่ *M. multifasciata*, *M. rugifera* และ *M. macularia* มี 2n=32, *M. macularia quadri fasciata* มี 2n=38 และ *M. longicandata* มี 2n=30 (King, 1973) *Sphenomorphus indieus* และ *S. bonlengeri* ตัวอย่างจากประเทศไต้หวัน มี 2n=30 (Ota and Lue, 1994) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ คือ *S. maculata* ตัวอย่างจากอุทยานแห่งชาติภูพาน ประเทศไทย มีจำนวน 2n=30 ส่วนตัวอย่างในสกุลอื่น ๆ มีการศึกษาของ Ota *et al.*, (1991) ได้ศึกษาตัวอย่างจากประเทศบอร์เนียว ในสกุล *Tropidophorus* 2 ชนิด ได้แก่ *T. brookei* และ *T. beccarii* พบว่ามีจำนวน 2n=28 และ 30 ตามลำดับ

วงศ์ Colubridae ที่ได้ศึกษาคาริโอไทป์แล้ว 2 ชนิด ได้แก่ สกุล *Homalopsin* 1 ชนิด คือ *H. buccata* (งูปลิง) มีจำนวน 2n=32 และสกุล *Xenochrophis* 1 ชนิด คือ *X. piscator* (งูลายสอใหญ่) มีจำนวน 2n=30 การศึกษาเกี่ยวกับคาริโอไทป์ของสัตว์ในวงศ์นี้ยังมีน้อยมาก

แมลงในอันดับออร์ธอปเธอรา

การศึกษาคาริโอไทป์ของแมลงในอันดับออร์ธอปเธอรา ได้ศึกษาในวงศ์ Acrididae (ตั๊กแตนหนวดสั้น) 11 ชนิด มีจำนวนโครโซม 2n=20-24 ประกอบด้วยจำนวน 2n=20 (1 ชนิด), 2n=22 (2 ชนิด) และ 2n=24 (8 ชนิด) มีการศึกษาตัวอย่างจากประเทศสเปน แต่เป็นสกุลและชนิดที่ต่างจากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Clorthippus jacobsi* พบว่า มีจำนวน 2n=17 (เพศผู้) และ 18 (เพศเมีย) (LÓpez-LeÓn *et al.*, 1992) และ *Poekilocerus bufonius* ตัวอย่างจากประเทศซาอุดิอาระเบีย มีจำนวน 2n=19 (เพศผู้) และ 20 (เพศเมีย) (A-Saleh *et al.*, 1985) ตั๊กแตนหนวดสั้นที่ทำลายผลผลิตทางการเกษตร เช่น ข้าวโพดและข้าวในประเทศไทยเกือบทุกปี ได้แก่ *Locusta migratoria* พบว่ามีจำนวน 2n=23 (เพศผู้) และ 24 (เพศเมีย) (Kayano, 1971) แสดงว่าแมลงในอันดับออร์ธอปเธอรา วงศ์ Acrinidae มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันในแต่ละสกุล

วงศ์ Tettigonidae (ตั๊กแตนหนวดยาว) ที่ศึกษาคาริโอไทป์แล้ว 7 ชนิด มีจำนวน 2n=22-36 ประกอบด้วยจำนวน 2n=22 (2 ชนิด), 2n=24 (1 ชนิด), 2n=28 (2 ชนิด), 2n=34 (1 ชนิด) และ 2n=36 (1 ชนิด) มีการศึกษาในแมลงสกุลที่ต่างจากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Amblycorpha oblongifolia* และ *Scudderia curricauda* มี 2n=31 (เพศผู้) และ 32 (เพศเมีย) (Beaudry, 1973)

วงศ์ Pyrimorphidae ที่ศึกษาคาริโอไทป์แล้ว 2 ชนิด มีจำนวน 2n=22 (1 ชนิด) และ 2n=24 (1 ชนิด) และวงศ์ Gryllidae (จิ้งหรีด) ที่ศึกษาคาริโอไทป์แล้ว 1 ชนิด พบว่า มีจำนวน 2n=11 (เพศผู้) ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Handa *et al.* (1985) รายงานว่าจำนวนโครโมโซมของแมลงในวงศ์ Gryllidae จากประเทศอินเดีย มีจำนวนโครโมโซมหลากหลายในช่วงระหว่าง 2n=11-29 ได้แก่ *Loxoblemmus deteems* 2n=11 (xo, ♂), *L. amino* 2n=15 (xo, ♂), *Gryllus melanocephalus* 2n=21 (xo, ♂), *G. confirmatus* 2n=19 (xo, ♂), *G. bimaculatus* 2n=29 (xo, ♂), *Grylodes sigillatus* 2n=21 (xo, ♂), *Turanogryllus jammuensis* 2n=19 (xo, ♂), *Stephoblemmus humbertiellus* 2n=21 (xo, ♂) และ *Pteronemobius fascipes* 2n=17 (xo, ♂)

บทสรุป

1. คาริโอไทป์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก อันดับ Anura จำนวน 4 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Bufonidae (คางคก) มีจำนวนโครโมโซม 2n=22, วงศ์ Microhylidae (อึ่งอ่าง) มีจำนวน 2n=24-26, วงศ์ Ranidae (กบ-เขียด) มีจำนวน 2n=26 และวงศ์ Rhacophoridae มีจำนวน 2n=26
2. คาริโอไทป์ของสัตว์เลื้อยคลาน อันดับ Squamata จำนวน 4 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Gekkonidae (ตุ๊กแก) มีจำนวนโครโมโซม 2n=32-44, วงศ์ Agamidae (กิ้งก่า) มีจำนวน 2n=34, วงศ์ Scincidae (จิ้งเหลน) มีจำนวน 2n=28-38 และ วงศ์ Columbridae (งูเขียว,งูเหลือม) มีจำนวน 2n=30-32
3. คาริโอไทป์แมลงอันดับออร์ธอปเธอรา จำนวน 4 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Acrididae (ตั๊กแตนหนวดสั้น) มีจำนวนโครโมโซม 2n=20-24, วงศ์ Tettigonidae (ตั๊กแตนหนวดยาว) มีจำนวน 2n=22-36, วงศ์ Pyromorphidae มีจำนวน 2n=22-24 และ วงศ์ Gryllidae (จิ้งหรีด) มีจำนวน 2n=11

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139010 จึงใคร่ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 2538. ประมวลประวัติการระบาดของแมลงและสัตว์ศัตรูพืชที่สำคัญ. กสิกร 28(2): 162-192.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2535. แผนแม่บทอุทยานแห่งชาติภูพาน เล่มที่ 2. ข้อมูลพื้นฐานรายงานฉบับสมบูรณ์.

AL-SALEH, A., A. JAMEELA AND M. A. KHAN. 1985. First description of the karyotype of the grasshopper *Poekilocerus bufonius* from Saudi Arabia. Cytologia 50: 361-365.

BEAUDRY, J. R. 1973. Use analysedes complements chromosomiques de certains Orthopteras du Quebec et sa signification taxonomique et evolutionaire. Can. J. Genet. Cytol. 15: 155-170.

DEY, S. K., W. HENRY AND A. RAI. 1988. Chromosome of the agamid lizard *Japalura variegata* Gray. (Retilia Agamidae). CIS 45: 8-10.

GREEN, D. M. AND S. K. SESSIONS. 1991. Amphibian cytogenetics and evolution. Academic Press Inc. Harcourt Brace Javonavich Publishers, New York. pp. 431-432.

HANDA, S. M., D. P. MITTAL AND S. SEHGEL. 1985. Cytology of ten species of crickets from Chandigarh (India). Cytologia 50: 711-724.

KAYANO, H. 1971. Accumulation of B-chromosome in the Germ-line of *Locusta migratoria*. Heredity 27: 119-123.

KING, M. 1973. Karyotype studies of some Australian scincidae (Reptilia). Aust. J. Zool. 21: 21-32.

KURAMOTO, M. 1989. Karyological studies on some Phillipine frogs. In MATSUI, M., T. HIKIDA AND R. C. GORIES. (eds.), Current herpetology in East Asia Herpetogical Society of Japan, Kyoto. pp 115-121.

KURAMOTO, M. 1990. A list of chromosome numbers of anura amphibians. Bull Fukuoka Univ. Educ. 39: 83-127.

LóPEZ-LEóN, M. D., J. CABRERO AND J. P. M. CAMACHO. 1992. Male and female segregation distortion for heterochromatic supernumerary segment on the S_8 chromosome of the grasshopper *Chorthippus jacobsi*. Chromosoma 101: 511-516.

MAKINO, S. AND J. J. ASANA. 1950. A karyotypic study in some Indian species of Lacertilia. Integrative Res. Genet. 1: 75-78. (in Japanese with English summary).

MATSUI, M. AND T. SETO. 1985. Karyotype of an asian radid frog, *Stanrois latopalmatus*. Japanese. J. Herpetology 11(1): 1-4.

MATSUI, M., T. SETO, Y. KOHSAKA AND L. J. BORKIN. 1985. Bearing of chromosome C-banding patterns on the classification of Eurasian toads of the *Bufo bufo* complex. Amphibia-Reptilia 6: 23-33.

MATSUI, M., H. OTA, M. W. LAU AND A. BOGADEK. 1995. Cytotaxonomic studies of three ranid species (Amphibia: Anura) from Hong Kong. Japanese J. Herpetology 16(1): 12-18.

OTA, H. 1989. Karyotype of five species of *Gekko* (Gekkonidae: Lacertilia) from east and southeast asia. Herpetologia 45(4): 438-443.

OTA, H., T. HIKIDA, M. MATSUI AND A. MORI. 1991. Karyotype of two water shinks of the genus *Tropidophorus*. (Reptilia: Squamata) from Borneo. J. Herpetology 25(4): 488-490.

OTA, H. AND K. Y. LUE. 1994. Karyotypes of two Lygosomines shinks of Genus *Sphenomorphus* from Taiwan. J. Herpetology 28(2): 253-255.

OTA, H., J. T. LIN, A. BOGADEK AND M. W. LAU. 1997. Karyotype of the Lygosomine Genus *Ateuchosaurus* from East Asia. J. Herpetology 31(4): 604-607.

OTA, H., T. HIKIDA, M. MATSUI AND A.MORI. 1992. Karyotypes of two species of the genus *Cyrtodactylus* (Squamata: Gekkonidae) from Savawak, Malaysia. Caryologia 45(1): 43-49.

OTA, H., T. HIKIDA, M. MATSUI, T. CHAU-ARD AND J. NABHITABHATA. 1996. Discovery of a diploid population of the *Hemidactylus garnotii*-vietnamensis complex (Reptilia: Gekkonidae). Genetica 97: 81-85.

OTA, H., T. HIKIDA, M. MATSUI, M. HASEGAWA, D. LABANG AND J. NABHITABHATA. 1996. Chromosomal variation in the scincid genus *Mabuya* and its arboreal relatives (Reptilia: Squamata). Genetica 98: 87-94.

PARIDA, S. AND P. MOHANTY-HEZMADI. 1988. Preliminary report on the somatic chromosome of the ornate frog, *Microhyla ornata*. (Dumeril and Bibron) Anura: Microhylidae from Bhubaneswar, India. CIS 44: 19-21.

PARIDA, S., S. K. DUTTA AND P. MOHANTY-HEJMADI. 1988. Study of somatic chromosomes of the toad, *Bufo stomaticus* LÜtkan (Anura: Bufonidae) from Orissa, India. CIS. 44: 16-19.

WU. G. AND E. ZHAO. 1984. Studies on karyotypes of *Gekko gecko* and *Gekkon supalmatus*. Acta Herpetologia Sinica 3: 61-64 (in Chinese with English abstract).

การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพรรณไม้บางชนิด ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนครและจังหวัดกาฬสินธุ์

สุมนทิพย์ บุนนาค, อำพา เหลืองภิรมย์, ปราณี กุลพัฒน์ และ นภดล ชนวีรยุทธ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

ABSTRACT

CYTOGENETIC STUDIES OF SOME PLANTS IN PHU-PHAN NATIONAL PARK, SAKON-NAKORN AND KALASIN PROVINCES

S. Bunnag, A. Luanpirom, P. Kul-laphat and N. Chonverayoott
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

Cytogenetic studies of plants in the families Orchidaceae and Zingiberaceae and ferns in Phu-Phan National Park, Sakon-Nakorn and Kalasin Provinces were conducted. Aceto-orcein squash and Feulgen stain techniques were used for obtaining mitotic chromosomes. Chromosome counts were determined using root tip tissues of family Orchidaceae and Zingiberaceae plants and using fronds of ferns. Thirty three species of Orchidaceae were studied; twenty four species had chromosome numbers 2n=38; four species had chromosome munbers 2n=40; two species had chromosome numbers 2n=42 and the other three species had chromosome numbers 2n=26, 70 and 76. Chromosome numbers of Zingiberaceae plants were determined in thirty species. The chromosome numbers of these species ranged from 2n=20 to 2n=84. There was a large variation in chromosome numbers of ferns, which varied from 2n=62 to 2n=106.

Key words: Orchidaceae, Zingiberaceae, fern, chromosome numbers, cytogenetic studies

บทนำ

อุทยานแห่งชาติภูพานมีทรัพยากรป่าไม้ร้อยละ 81.23 ของพื้นที่อุทยาน ประกอบด้วยป่าเต็งรัง 41.58%, ป่าเบญจพรรณ 22.16% และป่าดิบแล้ง 17.49% (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2535) ในอุทยานแห่งชาติภูพานเป็นแหล่งที่มีกล้วยไม้ป่าเป็นจำนวนมากแห่งหนึ่ง กล้วยไม้ป่าจัดเป็นไม้ดอกมีจำนวนมากกว่า 35,000 ชนิด และเป็นกล้วยไม้ลูกผสมหลายชนิด เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (Kramer, 1989) ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก ส่วนพืชวงศ์ขิงมีกระจายอยู่ทั่วไปทั้งในเขตร้อน กึ่งร้อนและเขตอบอุ่น บางชนิดนำมาใช้ทำยา จึงมีความสำคัญทางเศรษฐกิจเช่นกัน สำหรับเฟินมีอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากข้อมูลทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชวงศ์ดังกล่าวมีอยู่น้อย ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาโครโมโซมในพืช 3 วงศ์นี้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิวัฒนาการ สาเหตุที่เลือกอุทยานแห่งชาติภูพานเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากอุทยานแห่งชาติภูพานมีความหลากหลายของพรรณไม้ในวงศ์ทั้งสามนี้ ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นการศึกษาคาดว่าจะได้ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเหล่านั้น และจะได้นำพืชในวงศ์นั้นมาใช้ประโยชน์ต่อไป

วิธีการ

เก็บตัวอย่างพืชในวงศ์กล้วยไม้, วงศ์ขิง และเฟิน จากอุทยานแห่งชาติภูพานมาปลูกในเรือนเพาะชำ และนำมาตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ แล้วเก็บตัวอย่างแห้งไว้ที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หลังจากนั้นนำตัวอย่างพืชที่ได้มาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อนำตัวอย่างรากและใบอ่อนมาศึกษาโครโมโซม ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างที่เก็บมามักไม่เพียงพอในการศึกษา

ศึกษาจำนวนโครโมโซมโดยใช้ปลายรากของพืชวงศ์กล้วยไม้และวงศ์ขิง ส่วนเฟินใช้ใบอ่อน วิธีการศึกษาใช้วิธี Aceto-orcein squash และ Feulgen techniques โดยนำปลายรากของพืชวงศ์กล้วยไม้ วงศ์ขิง และใบอ่อนของเฟิน มาแช่ใน 0.2% colchicine เพื่อกระตุ้นให้เซลล์อยู่ในระยะ metaphase (Shaw, 1973) แล้ว fix ตัวอย่างใน acetic alcohol ความเข้มข้น 90% หลังจากนั้นเก็บชิ้นตัวอย่างไว้ใน alcohol 70% แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 40°C เมื่อจะศึกษาหาจำนวนโครโมโซม นำตัวอย่างที่แช่ไว้ใน alcohol 70% มาล้างด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง จนแน่ใจว่า alcohol ออกหมดแล้ว hydrolyse ด้วย 1 N HCl ที่ 60°C นาน 5-10 นาที แล้วย้อมด้วยสี Aceto-orcein ความเข้มข้น 45% นาน 10-15 นาที ใช้เข็มเขี่ย

ตัวอย่างให้กระจาย ลนไฟเล็กน้อย แล้ว seal กระจกปิด ด้วยยาทาเล็บ ตรวจหาเซลล์ที่มีโครโมโซมอยู่ในระยะ metaphase นับจำนวนโครโมโซม ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า ถ่ายรูปเพื่อวิเคราะห์ผลการศึกษา

ผลการวิจัย

พืชวงศ์กล้วยไม้ (Orchidaceae)

เก็บรวบรวมพืชวงศ์กล้วยไม้ได้ 46 ชนิด และศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์แล้ว 33 ชนิด ดังตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1-4

ตารางที่ 1. แสดงชื่อสกุล ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ และจำนวนโครโมโซมของพืชวงศ์กล้วยไม้

สกุล	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวนโครโมโซม(2n)
Aerides	1.กุหลาบแดง	*Aerides crassifolia*	38
	2.เอื้องพวงมาลัย หรือกุหลาบมาลัยแดง	*A. multiflora*	38
	3 กุหลาบกระเป๋าปิด	*A. odorata* Lour	38
	4.กุหลาบกระเป๋าเปิด	*A. falcata*	38
Bulbophylum	1.เอื้องสิงโต	*Bulbophylum propinquum* Krzl.	38
Cleisostoma	1.เขาแพะ	*Cleisostoma arietinum*	38
	2.สาคริก	*C. tenuifolium*	38
	3.ไม่มีชื่อไทย	*Cleisostoma* sp.	38
	4.ลำเทียน	*C. fuerstenbergianum*	38
Dendrobium	1.เอื้องข้าวเหนียวลิง	*Dendrobium delacourii* Guill	38
	2.เอื้องเงิน	*D. draconis* Rchb.f.	38
	3.เอื้องช้างน้าว	*D. pulchellum*	40
	4.เอื้องแปรงสีฟัน	*D. secundum*	40
Vanda	1.สามปอยนก	*Vanda liouvillei*	38
	2.เข็มขาว	*V. lilacina* Teijsm.& Binnend.	38
Cirrhopetalum	1.เอื้องสิงโต	*Cirrhopetalum putidum*	76
Coelogyne	1.เอื้องหมาก	*Coelogyne trinervis* Lindl.	38
Cymbidium	1.กาเรการ่อน	*Cymbidium simulans* Rolfe	40
Doritis	1.ม้าวิ่ง	*Doritis pulcherrima*	38
Eulophia	1.หมูกลิ้ง	*Eulophia andamanesis* Rchb.f.	42
Geodorum	1.ว่านจูงนาง	*Geodorum citrinum*	40
Habenaria	1.นางอั้วน้อย	*Habenaria dentata* (Sw.) Schltr.	38
	2.นางอั้ว	*H. rostrata* Wall.ex Lindl.	42
	3.ลิ้นมังกร(ดอกเหลือง)	*H. rhodocheila* Var.*aureoflora*	38
	4.ลิ้นมังกร(ดอกชมพู)	*H. militaris* Var.*roseachiela*	38
Paphiopedilum	1.รองเท้านารีเหลืองอุตร	*Paphiopedilum concolor* Var.*hennisianum*	26
Phalaenopsis	1.เขากวางอ่อน	*Phalaenopsis cornu-cervi*	38
Pholidota	1.เอื้องค่อ	*Pholidota imbricata* W. J. Hook.	70
Spathoglottis	1.กล้วยไม้ดินใบหมาก	*Spathoglottis plicata*	38
Trichogolttis	1.ช้างดำ หรือ เสือโคร่ง	*Trichogolttis orchidea* (Koern) Garay	38
Vandopsis	1.ลิ้นกระบือ	*Vandopsis parishii* (Veitch.& Rchb.f.) Schltr.	38
	2.เอื้องเขาพระวิหาร	*V. lisschiloides*	38
Vanilla	1.เถางูเขียว	*Vanilla aphylla* Bl.	38

พืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae)

พืชวงศ์ขิงเก็บรวบรวมได้ 39 ชนิด ดังตารางที่ 2 และศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์แล้วจำนวน 30 ชนิด ดังภาพที่ 5-8

ตารางที่ 2. แสดงชื่อสกุล ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ และจำนวนโครโมโซมของพืชวงศ์ขิง

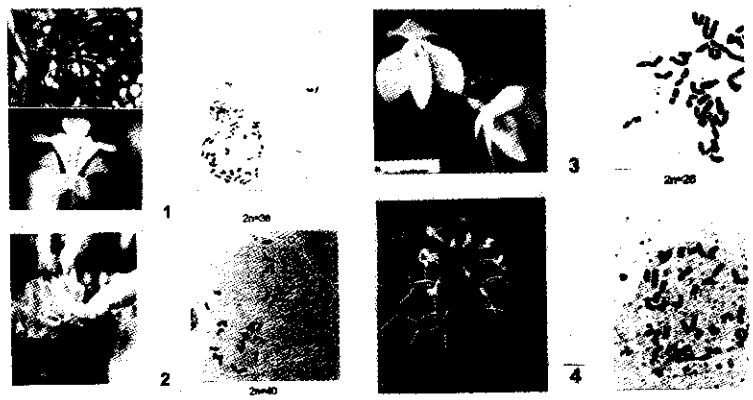
สกุล	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวนโครโมโซม (2n)
Alpinia	1. ข่าคม	*Alpinia speciosum* Holtt	44
	2. ข่าป่า 1	*A. nigra* (Gaertn.) Burtt.	48
	3. ข่าป่า 2	*A. nigra* (Gaertn.) Burtt.	48
Amomum	1. แหน่ง 1	*Amomum hastilabium* Ridl.	48
	2. แหน่ง 2	*Amomum* sp.	48
	3. แหน่ง 3	*Amomum* sp.	44
	4. กะทือ	*A. uliginosum* Kaenig	48
Boesenbergia	1. กระชาย 3	*B. xiphostachy* Loes	20
Curcuma	1. กระเจียวแดง	*Curcuma aeruginosa* Roxb.	84
	2. กระเจียวขาว	*Curcuma* sp.	40
	3. กระเจียวโคก	*C. parviflora* Wall.	30
	4. ปทุมมา	*C. alismatifolia* Gagnep.	32
	5. บัวขาว หรือเทพรำลึก	*C. thorelii* Gagnep.	34
	6. Curcuma 1	*C. gracillima* Gagnep.	24
Elettariopsis	-	*Elettariopsis* sp.	50
Globba	1. ขิงแดง	*Globba* sp.	58
	2. กะทือ 1	*G. anamensis* Gagnep.	32
	3. กะทือ 5	*G. panicoides* Miq.	32
	4. กะทือ 6	*G. panicoides* Miq.	32
	5. กะทือ 7	*G. winitii* C.H. Wright	32
	6. กะทือ 8	*G. barthei* Gagnep.	32
	7. กะทือ 9	*G. laeta* K.Larsen	32
Kaempferia	1. เปราะ 1	*Kaempferia rotunda* Linn.	22
	2. เปราะ 2	*K. marginata* Roscoe	24
	3. เปราะ 3	*K. marginata* Roscoe	24
	4. เปราะ 5	*K. siamensis* Sirirugsa (ใบเขียวแก่ มี 1 ใบ)	40
	5. เปราะ 6	*K. siamensis* Sirirugsa (ใบเขียวอ่อน มี 1 ใบ)	22
	6. เปราะ 8	*K. laotica* Gagnep	22
	7. เปราะ 9	*K. filifolia* Larsen	22
Stahlianthus	1. จอกแดง	*Stahlianthus thorelii* Gagnep.	58

เฟิน (Fern)

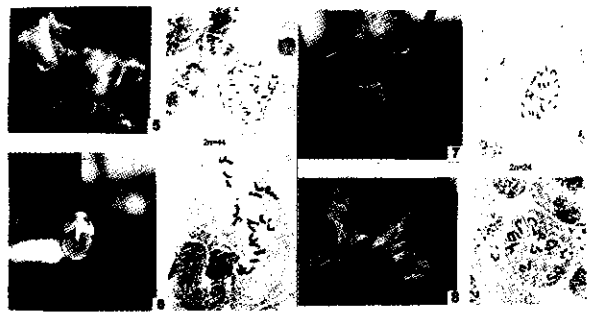
พืชกลุ่มเฟินที่เก็บรวบรวมได้ และศึกษาพันธุศาสตร์แล้ว 6 ชนิด ดังตารางที่ 3 และ ภาพที่ 9-12

ตารางที่ 3. แสดงชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ และจำนวนโครโมโซมของเฟิน

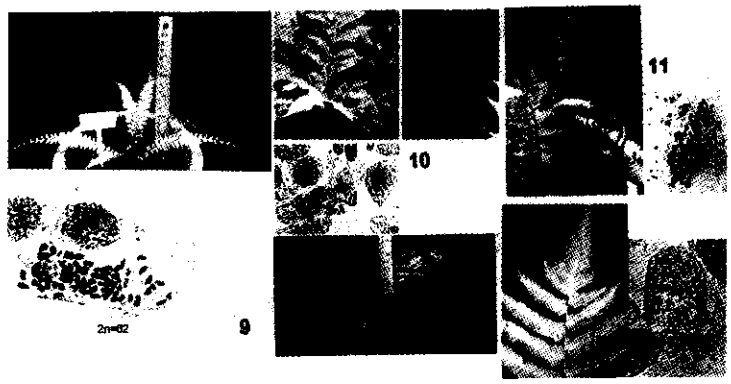
สกุล	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	จำนวนโครโมโซม (2n)
Adiantum	1 เฟินก้านดำธรรมดา	*Adiantum caudatum*	62
	2 เฟินก้านดำฟิลิปปินส์	*A. philippense*	68-70
Asplenium	-	*Asplenium crinicaule* Hauce	84
Pteris	-	*Pteridrys symatica* (Wild) C.Chr. & Ching	106
Microlepia	1 ภูดกิน	*Microlepia speluncae* (Linn.) Moore	82
	1 unknown	ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์	70



ภาพที่ 1-4. 1) กระเป๋าเปิด (*Aerides falcata.*) และโครโมโซม 2) เอื้องแปรงสีฟัน (*Dendrobium secundum)* และโครโมโซม 3) รองเท้านารีเหลืองอุดร (*Paphiopedilum concolor* var. *hennisianum*) และโครโมโซม 4) นางอั้ว (*Habenaria rostrata* Wall.ex Lindl.) และโครโมโซม



ภาพที่ 5-8. 5) กะทือ (*Amomum* sp.) และโครโมโซม 6) กระชาย (*Boesenbergia xiphostachy* Loes) และโครโมโซม 7) Curcuma 1 (*Curcuma gracillima* Gagnep.) และโครโมโซม 8) เปราะ (*Kaempferia laotica* Gagnep.) และโครโมโซม



ภาพที่ 9-12. 9) เฟินก้านดำธรรมดา (*Adiantum caudatum* Linn.) และโครโมโซม 10) เฟิน *Asplenium crinicaule* Hance และโครโมโซม 11) เฟินกูดกิน (*Diplazium crenaserratum* (Bl.) Moore) และโครโมโซม 12) เฟิน *Pteridrys syrmatica* (Willd) C.Chr.& Ching และโครโมโซม

บทวิจารณ์

จากการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของกล้วยไม้ 33 ชนิด ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร และกาฬสินธุ์ พบว่าจำนวนโครโมโซม อยู่ในช่วง 2n=26-76 ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้เหมือนกับ Sau and Sharma (1983) ที่ทำการศึกษาโครโมโซมของกล้วยไม้ในอินเดีย จากการศึกษาครั้งนี้สามารถแบ่งกล้วยไม้ออกเป็นสกุลใหญ่ 5 สกุล คือ *Aerides, Bulbophylum, Cleisostoma, Dendrobium* และ *Vanda* ซึ่งแสดงผลใน ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1 กล้วยไม้สกุล *Aerides, Bulbophylum, Cleisostoma, Dendrobium* และ *Vanda* บางชนิดมีจำนวนโครโมโซม เท่ากับ 2n=38 ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับ Sau and Sharma (1983) จำนวนโครโมโซมของ *Dendrobium delacourii* Guill และ

D. draconis Rchb.f. คือ 2n=38 ส่วนจำนวนโครโมโซมของ *D. pulchellum* และ *D. secundum* คือ 2n=40 (ภาพที่ 2) ซึ่งจำนวนโครโมโซมของ *Dendrobium* sp. (2n=38-40) สอดคล้องกับการศึกษาของ Sau and Sharma (1983) สำหรับ *Paphiopedilum concolor* Var. *hennissianum* มีจำนวนโครโมโซม 2n=26 (ภาพที่ 3) *Eulophia andamanesis* Rchb.f. และ *Habenaria rostrata* Wall.ex Lindl. มีจำนวนโครโมโซม 2n=42 (ภาพที่ 4) ส่วน *Cirrhopetalum putidum* มีจำนวนโครโมโซม 2n=76 ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ได้ตรวจสอบกับ Chromosome atlas of flowering plants (Darlington and Wylie, 1955) ได้ผลเช่นเดียวกัน สำหรับพืชวงศ์ขิงพบว่าจำนวนโครโมโซมอยู่ระหว่าง 2n=20-84 (ภาพที่ 5-8) สอดคล้องกับการทดลองของ Omanakumari and Mathew (1985) สำหรับจำนวนโครโมโซมของเฟิน (ภาพที่ 9-12) ได้ตรวจสอบจาก Chromosome atlas of flowering plants (Darlington and Wylie, 1955) พบว่าได้ผลการทดลองเช่นเดียวกัน

บทสรุป

จากการศึกษาจำนวนโครโมโซมของพืชวงศ์กล้วยไม้, วงศ์ขิง และเฟินบางชนิด ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร และกาฬสินธุ์ สามารถสรุปได้ว่า พืชวงศ์กล้วยไม้ 33 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมอยู่ในช่วง 2n=26-76 พืชวงศ์ขิงจำนวน 30 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมอยู่ระหว่าง 2n=20-84 และเฟิน 6 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมอยู่ระหว่าง 2n=62-106

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139010 จึงใคร่ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2535. แผนแม่บทอุทยานแห่งชาติภูพาน เล่มที่ 2. ข้อมูลพื้นฐานรายงานฉบับสมบูรณ์.

DARLINGTON, C. D. AND A. P. WYLIE. 1955. Chromosome atlas of flowering plants. Georg Allen and Uvion, London.

KRAMER, J. 1989. The conservation international book of orchids. Abbeville Press Publisher, New York. 275 p.

MURASHIGE, T. AND F. SKOOG. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Plant Physiol. 15: 473-497.

OMANAKUMARI, N. AND P. M. MATHEW. 1985. Karyomorphological studies on four species of *Zingiber* Adns. Cytologia 50: 445-451.

SHAW, W. G. 1973. Chromosome studies. Heinemann Education Book Ltd., London. 86 p.

SAU, H. AND A. K. SHARMA. 1983. Chromosome evolution and affinity of certain genera of Orchidaceae. Cytologia 48: 368-372.

CYTOGENETIC STUDY OF EUPHORBIACEAE IN THAILAND

Puangpaka Soontornchainacksaeng[1], *Taya Jenjittikul*[1], *Chadaporn Senakun*[2] *and Winai Thongpubal*[2]

[1]Department of Plant Science, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

บทคัดย่อ

การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพันธุ์ไม้วงศ์เปล้าในประเทศไทย

พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง[1], **ทยา เจนจิตติกุล**[1], **ชฎาพร เสนาคุณ**[2] **และ วินัย ทองภูบาล**[2]

[1]ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

เก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้วงศ์เปล้าจากแหล่งที่พืชเจริญเติบโตตามธรรมชาติในทุกภาคของประเทศไทย ศึกษาจำนวนและลักษณะของโครโมโซมจากเนื้อเยื่อเจริญตามส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยใช้เทคนิคฟอยเจนสคอช หรือสเมียร์ จัดเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้งของพืชทุกชนิดที่นำมาศึกษาไว้ที่ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ และสวนหลวง ร. 9 กรุงเทพฯ ผลการศึกษาถูกบันทึกเป็นฐานข้อมูล ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดจำแนก หาสายสัมพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และคาดคะเนการเจริญพันธุ์ของพืช เพื่อการวางแผนอนุรักษ์พันธุ์พืชหายากที่ใกล้จะสูญพันธุ์ได้ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซมแอทลาส เพื่อการค้นคว้าและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิจัยในด้านต่าง ๆ ปัจจุบันได้ศึกษาโครโมโซมของพืชในวงศ์เปล้าจำนวน 80 ชนิด พบว่ามีโครโมโซมขนาดเล็ก 1.0 ถึง 3.33 ไมครอน มีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายตั้งแต่ 16 ถึง 104 และพบว่ามีความหลากหลายของโครโมโซมและพบโพลิพลอยด์ทั้งในพืชปลูกและพืชที่เกิดเองตามธรรมชาติ พบบี-โครโมโซมในว่านธรณีสารเพียงชนิดเดียว และมีพืชที่นำมาศึกษาทางเซลล์พันธุศาสตร์เป็นครั้งแรกจำนวนมากกว่า 40 ชนิด

คำหลัก: พันธุ์ไม้วงศ์เปล้า, จำนวนโครโมโซม, เซลล์พันธุศาสตร์

INTRODUCTION

The Euphorbiaceae is recognized as one of a large family among the dicot plants. It is belonging to 8,000 species of 300 genera (Perry, 1978). Its members grow in varied habitats from tropical to temperate world and exhibit considerable diversity in growth types. The family is characterized as follows: trees or shrubs, more rarely herbs, a few twinning and frequently laticiferous; leaves simple and usually entire margin and generally alternate; flowers hypogynous, actinomorphic, mostly unisexual; androecium 1-∞; ovary of 3 carpels, trilocular, with 1 or 2 suspended ovules in each cell; micropyle directed upwards and outwards and covered with a fleshy outgrowth (caruncle); fruit almost invariably a schizocarp-capsule, splitting into carpels, often elastically (Perry, 1978; Ridley, 1924). More than 400 species of 80 genera were found in Thailand. Many of them are important as medicinal plants and other economic uses. But the taxonomic data of these plants have not been made systematically.

The further interest of Euphorbiaceae is due to the great diversity of chromosome numbers (2n=12 to 224) and chromosome sizes both between and within natural groups or cultivated plants. Very few chromosome numbers have been previously recorded. The results will not only provide in fundamental data for further researches, especially it will be of value instrument to give substantial support to plant systematic research and phylogenetics but are also useful for plant improvement and fertility prediction. Those will give an important suggestions for plant conservation strategies. This genetic diversity study will be important database and a part of Chromosome Atlas of Plants in Thailand.

STUDY AREA

The Euphorbiaceae are sampling from natural populations in all parts of Thailand especially from remarked National Park on Fig. A and on the road sites.

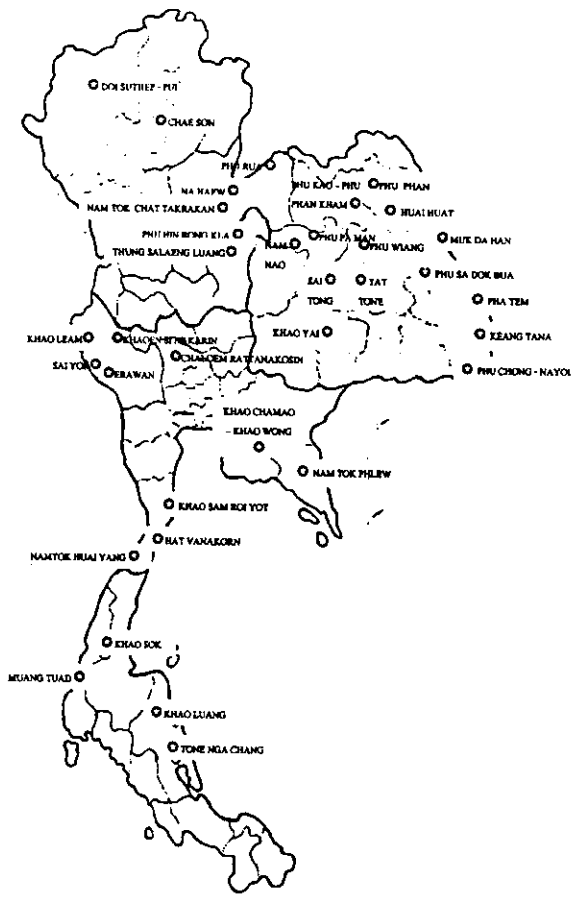


Fig. A. Profile diagram of the collection sites of Euphorbiaceae

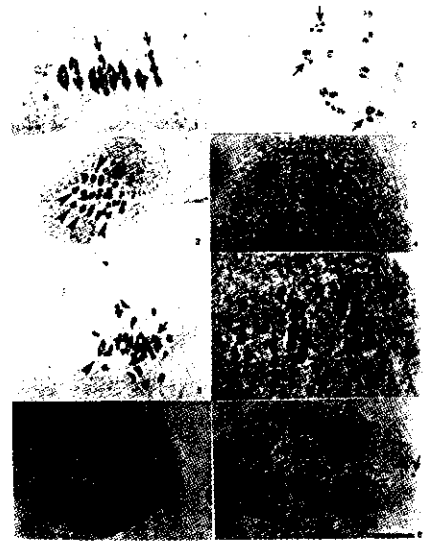
METHODOLOGY

Flower buds of Euphorbiaceae from natural populations in several sites of Thailand (Fig. A) were harvested and fixed in Carnoy's solution. Some species were obtained from various sources as small plants. Root tips were pretreated in saturated solution of alpha-bromonaphthalene, fixed in 90% acetic acid. Slides were prepared by using a modification of propionocarmine smear and Feulgen squash techniques (Darlington and La Cour, 1966; Sharma and Sharma, 1980). Cytogenetic study was made from well spread of chromosomes in various meiotic stages of pollen mother cells and mitotic metaphase of root meristems. Chromosome numbers were determined approximately from twenty five cells under the light microscope of Olympus model BHA. The best cells were photographed at 100X oil emersion objective. Voucher specimens were made for all samples and lodged in the department of plant science herbarium at Mahidol University, BKF herbarium in Bangkok Thailand and Suan Luang Rama IX Botanical Garden Bangkok.

RESULTS

Cytogenetic investigations are made according to the collected samples. Plant identification was followed the main taxonomic literatures of Shaw (1972) and Smitinand (1980). A part of the results show in Figs. 1–8 (Soontornchainaksaeng and Chaiyasut, 1999). The results revealed that chromosomes of Euphorbiaceae studied are relatively very small size ranging from 1.0 to 3.33 μm. *Strophioblachia fimbricalyx* Boerl. distinctly consists of the largest bivalents about 5.33-8.67 μm (Fig. 1). *Croton* spp. *and Jatropha* spp. showed the uniform chromosomes of 2n=20 and 2n=22. The genus *Euphorbia* studied is extremely variable in chromosome number between species ranging from 2n=16 to 2n=60. It was found that plants with morphological similarity have the same chromosome numbers and some are different in sizes. *E. heterophylla* L., *E. leucocephala* Lotsy. and *E. pulcherrima Willd.* (Fig. 2) are found 1-3 quadrivalents at diakinesis and first meiotic metaphase. On the other hand, it was found the chain of six chromosomes at first meiotic metaphase in *E. cotinifolia* L. (Fig. 3). These chromosomes are smaller than the rest which form normal bivalents. *Excoecaria cochinchinensis* Lour. showed 5 rod II+1 ring II+1 ring IV+1 ring VI of 2n=22 (Fig. 4). Moreover, the irregular meiosis was found in *E. milii* Desmoul. and *Hura crepitans* L. which are both cultivated as ornamental plants. The earlier has 2n=40 and showed the highest multivalent chain of 24 chromosomes with 1 quadrivalents, 2 bivalents and 8 univalents at the first meiotic metaphase (Fig. 5). Its chromosomes divide in some of 20:20

and 19:21. On the other hand, *Hura crepitans* L. has 2n=44. Meiotic chromosomes form bivalents and some irregular multivalents of 4 and 8 chromosomes (Fig. 6). *Sauropus androgynos* (L.) Merr. has chromosome number 2n=52 which is different from another species studied. It showed some bivalents and multivalents of 4 and 12 chromosomes at the first meiotic metaphase (Fig. 7). *Phyllanthus pulcher* Wall. ex Muell. Arg. is a distinct species which found 6 to 10 B chromosomes (Fig. 8).



Figs. 1-8. 1) First meiotic metaphase chromosomes of *Strophioblachia fimbricalyx* Boerl. (n=9; 7ringII+2rodII indicated by arrows). They are the largest chromosomes in this study. 2) Diakinesis chromosomes of *Euphorbia pulcherrima* Willd. (2n=14; 8II+3IV). Quadrivalents are indicated by arrows and n=nucleolus. 3) First meiotic metaphase chromosomes of *Euphorbia cotinifolia* L. (n=14; 1VI+6II+10 divided chromosomes). Arrows and arrow head indicate a chain of six and divided chromosomes. 4) First meiotic metaphase chromosomes of *Excoecaria cochinchinensis* Lour. (n=11; 1VI+1IV+6II). A ring of six chromosomes, a ring of four and a ring bivalent chromosomes are indicated by arrow, long arrow head and short arrow head, respectively. 5) First meiotic metaphase chromosomes of *Euphorbia milii* Desmoul. (n=20; 1XXIV+1IV+2II+8I). A chain of 24 chromosomes, a quadrivalent, and a bivalent are indicated by arrow, long arrow head and short arrow head, respectively. 6) First meiotic metaphase chromosomes of *Hura crepitans* L. (n=22; 1VIII+4IV+10II). A chain of 8 chromosomes and a quadrivalent are indicated by arrow and arrow heads. 7) First meiotic metaphase chromosomes of *Sauropus androgynos* (L.) Merr. (n=26; 1XII+2IV+16II). A chain of 12 chromosomes and a quadrivalent are indicated by arrow and arrow heads. 8) First meiotic metaphase chromosomes of *Phyllanthus emblica* L. (n=25+7B; 25II+7B). B chromosomes are indicated by arrows. Bar represents 10 μm.

DISCUSSION

Cytogenetic investigation of more than 40 species are made for the first time (Darlington and Wylie, 1955; Golbatt, 1988; Moore, 1973; 1974; Perry, 1943; Somboonsarn, 1983). The diploid and polyploid plants were found in both natural groups and cultivated plants. However some of them are intraspecific or interspecific hybrids which are found as translocation heterozygotes, but sometimes their chromosomes divide regulary during meiosis. Thus makes them fertile and stable. Some genera such as *Jatropha*, *Croton*, etc., have no any observable cytological differences between species. This indicates that many of the taxonomic or morphological differences may be due to gene or molecular differences (addition, deletion, ...) rather than to change in the whole chromosome complement. Perry (1943) suggested basic number of *Euphorbia* in two systems. The primary system is x=8 and the secondary system are x=6, 7, 9 and 10. This study agrees with Perry (1943) in a comparison of chromosome number in *Euphorbia* with life duration. A higher percentage of perennials were found among the species with secondary basic number of x=6, 7, 9 and 10 than for those belonging to the primary basic system of x=8. It is the first time to report that B chromosomes were found in an important medicinal plant (*Phyllanthus pulcher* Wall. ex Muell. Arg., 2n=50+6-10B). Their sizes are very small. B chromosomes are generally found

very small or about half as large as A chromosomes (Horiuchi *et al.*, 1995; Moore, 1976). Very few of them can synapse with A chromosomes. Thus makes them move randomly during meiosis and sometime interfere of chiasmata frequency and plant fertility. It indicates that *P. pulcher* Wall. ex Muell. Arg. may have a further change in cytological and morphological characters. Furthermore, the results point out a cytological analysis relating to plant improvement such as *Croton* which is very important in medicinal uses. They have a few chromosomes in a complement of 2n=20 with x=10. Most of them showed regulary meiosis. It has the possibility to double chromosome and /or to construct interspecific hybrid to improve medicinal yeilds. Chromosomes of Euphorbia was found highly variable. In the case of chromosome numbers, chromosome sizes and certain morphological differences, may suggest that the *Euphorbia* could be broken up into several genera. However this chromosomal analysis was still too little for the suggestion of neither basic number for some genera nor certain phylogenetic relationships and evolution in the family.

CONCLUSIONS

Cytogenetic investigation was made for 80 species of Euphorbiaceae. Results can be concluded as followings;

1. Most species studied contain very small chromosomes about 1.0 –3.33 μm.
2. Polyploidy was found in both natural and cultivated plants.
3. They showed the great diversity of chromosome numbers between and within the genera from 2n=16 to 104.
4. Chromosome of *Croton* spp. and *Jatropha* spp. are quite uniform.
5. Chromosomes of Euphorbia are very highly variable in number and morphology.
6. B-chromosomes are found uniquely in *Phyllanthus pulcher* Wall. ex Muell.
7. Chromosomes numbers, chromosome sizes and certain morphlogical differences may suggest that the *Euphorbia* could be broken up into several genera.
8. New chromosome numbers were found for more than 40 species.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140002.

REFERENCES

DARLINGTON, C. D. AND L. P. LA COUR. 1966. The Handling of Chromosomes. Georg Allen and Unvin, London.

DARLINGTON, C. D. AND A. P. WYLIE. 1955. Chromosome Atlas of Flowering Plants. Georg Allen and Unvin, London.

GOLDBLATT, P. 1988. Index to Plant Chromosome Numbers 1984-1985. The Missouri Botanical Garden, U.S.A..

HORIUCHI, G., K. NIWA AND Y. HIRAI. 1995. Meiotic Configuration of a Cultivated Ryle Collected from China. Cytologia 60: 243-247.

MOORE, D. M. 1976. Plant Cytogenetics. Jones Willey and Sons Inc., New York.

MOORE, R. J. 1973. Index to Plant Chromosome Numbers for 1967-1971. Oosthoek's Uitgeversmaatschappij B.V., Domstraat 5-13, Utrecht, Netherlands.

MOORE, R. J. 1974. Index to Plant Chromosome Numbers for 1972. Oosthoek, Scheltema & Holkema, Emmalaan 27, Utrecht, Netherlands.

PERRY, B. A. 1943. Chromosome Number and Phylogenetic Relationships in the Euphorbiaceae. Amer. J. of Bot. 30: 527-543.

PERRY, L. M. 1978. Medicinal Plants of East and Southeast Asia: Attributed Properties and Uses. The MIT Press, England.

RIDLEY, H. N. 1924. The Flora of The Malay Peninsula (Vol. III). L. Reeve & Co. Ltd., London, U.K.

SHARMA, A. K. AND A. SHARMA. 1980. Chromosomes Techniques (Theory and Practice). 3rd ed. Butterworts Press, London.

SHAW, H. K. AIRY. 1972. The Euphorbiaceae of Siam. Kew Bulletin. 26: 191-363.

SMITINAND, T. 1980. Thai Plant Names (Botanical Names–Vernacular Names). Funny Publishing Ltd. Partnership, Bangkok, Thailand.

SOMBOONSARN, N. 1983. Morphological, Anatomical and Cytological Investigation of Some Hydrocarbon Plants. M.S. Thesis. Graduate School, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

SOONTORNCHAINAKSAENG, P. AND K. CHAIYASUT. 1999. Cytogenetic Investigation of Some Euphorbiaceae in Thailand. Cytologia 64: 6. (in press).

ELECTROPHORETIC STUDY IN NATURAL POPULATIONS OF *BACTROCERA TAU* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN THAILAND

Anchalee Saelee and Visut Baimai

Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

บทคัดย่อ

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของแมลงวันผลไม้สปีชีส์ *BACTROCERA TAU* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) ในประเทศไทย

อัญชลี แซ่หลี และ วิสุทธิ์ ใบไม้

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

การศึกษาความแปรผันทางพันธุกรรมของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera tau* ในประเทศไทย จำนวนทั้งหมด 28 ประชากร โดยใช้เทคนิคโพลิอะคริลาไมด์เจล อิเล็กโทรฟอริซิสในแนวราบ ของเอนไซม์ 9 ระบบ ซึ่งประกอบด้วย 12 โลไซ วิเคราะห์ข้อมูลโดยรวบรวมความถี่จีโนไทป์ของทุกประชากร แล้วดำเนินการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ POPGENE เวอร์ชัน 1.1 พบว่า ค่าเฉลี่ยโลไซที่เป็นโพลิมอร์ฟิค เท่ากับ 45.54% ค่าเฉลี่ยจำนวนอัลลีลต่อโลกัส เท่ากับ 4.42 และค่าเฉลี่ยของเฮเทโรไซโกซิตี มีค่าต่ำมาก (0.038) นอกจากนี้ยังพบว่า แมลงวันผลไม้ *B. tau* ในประเทศไทย มีความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรน้อยมาก โดยแสดงค่าเฉลี่ยความเหมือนกันทางพันธุกรรม (genetic similar average) เท่ากับ 0.996 (โดยมีพิสัย 0.973-1.000) ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับชนิดของพืชอาศัยและภูมิศาสตร์

คำหลัก: ความแปรผันทางพันธุกรรม, ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ, อิเล็กโทรฟอริซิส, *Bactrocera tau*

INTRODUCTION

The true fruit flies (Tephritidae: Diptera) are one of the most economically important agricultural pests throughout the world (White and Elson-Harris, 1992). The female oviposites her eggs via a long extendible ovipositor into fleshy tissues of fruits and/or the flower heads (White and Elson-Harris, 1992). The larvae hatch from the eggs and feed on the fruits or flowers, thereby resulting in the production of low quality fruits (Baimai *et al.*, 1999). Detailed investigation of ecology, biology and control of pest species are hampered by the inability to distinguish species.

The methods commonly used to measure genetic variation, and hence differentiation between populations, include comparative studies of different banding patterns of polytene chromosomes, laboratory hybridization, enzyme electrophoresis, mitrochondrial and ribosomal DNA restriction fragment length polymorphisms (mtDNA RFLP and rDNA RFLP), and methodologies using polymerase chain reaction (PCR) with a variety of different DNA markers. The use of random amplified DNA polymorphisms generated by random amplified polymorphic DNA (RAPD)-PCR in taxonomic studies (Narang *et al.*, 1993).

Among various approaches to the study of the genetic structure of living organisms, enzyme electrophoresis was the most useful procedure yet devised for revealing genetic variation, that came into widespread use in the late 1960s. Extensive allozyme variation has been virtually found in all natural populations studied by electrophoresis, including the bacterium, plants, insects, mouse and human (Hartl and Clark, 1988). One advantage of allozymes is that they are codominant characters, so that heterozygous individuals can be distinguished from homozygotes. Other advantages are that they are relatively inexpensive and easy to assay (Murphy *et al.*, 1990).

Enzyme electrophoresis has been used to quantify the amount of genetic variation within and between populations in numerous studies. For examples, the extensive genetic

investigations of host-associated variation, evolutionary and geographic origin between sympatric host races of apple maggot fly, *Rhagolatis pomonella* in United State and Canada (McPheron *et al.*, 1988; Feder *et al.*, 1988; Feder *et al.*, 1990a; 1990b). In Malaysia, Yong (1984, 1986, 1987) continuously utilized electrophoresis of different enzyme systems in studying variations among *B. dorsalis* populations. Ooi (1990) another Malaysian scientist, tried to differentiate species in the two sympatric *B. dirsalis* taxa, based on different mobilities of several enzyme systems.

The emphasis is placed on (*i*) the investigation of genetic variation in natural populations of *B. tau*. and (*ii*) the investigation of possible phylogenetic relationships in different populations of the *B. tau* complex.

STUDY AREA

Twenty-eight populations of *B. tau* were obtained from 15 provinces throughout Thailand during February, 1996 to December, 1997 (Table 1).

Table 1. Collection localities, population codes, date of collection, population size and host plant species of wild samples of the *Bactrocera tau*

Populations	Population code	Host plant species	Population size	Date of collection
1	CM(X)2	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	20	Dec. 96
2	CM(X)9	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	29	Dec. 96
3	CM(X)19	*Cucurbita moschata*[1]	60	Dec. 96
4	CM(W)2	*Trichosanthes cucumerina*[1]	50	Dec. 96
5	CM(Y)1	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	60	Dec. 96
6	CR(T)1	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	40	Dec. 96
7	NA(D)7	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	111	Dec. 96
8	NA(D)8	*Luffa cylindrica*[1]	20	Dec. 96
9	NA(D)10	*Trichosanthes cucumerina*[1]	60	Dec. 96
10	NA(F)3	*Trichosanthes cucumerina*[1]	60	Dec. 96
11	PY(F)1	*Lagenaria siceraria*[1]	60	Dec. 96
12	UD(D)1	*Luffa cylindrica*[1]	60	Dec. 96
13	UD(E)1	*Luffa cylindrica*[1]	69	Dec. 96
14	NK(B)2	*Luffa cylindrica*[1]	40	Oct. 97
15	NM(C)1	*Luffa cylindrica*[1]	38	Oct. 97
16	MH(D)2	*Luffa cylindrica*[1]	40	Oct. 97
17	MH(E)1	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	40	Oct. 97
18	PH(B)3	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	63	Feb. 98
19	RB(B)4	*Momordica cochinchinensis*[1]	33	Jan. 98
20	RN(M/2)139	*Trichosanthes cordata*[1]	21	Feb. 96
21	RN(M/2)503	*Dioscorea membranacea*[2]	21	Feb. 97
22	RN(A)20	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	23	Feb. 97
23	YL(C)5	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	84	Nov. 97
24	PL(C)1	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	38	Nov. 97
25	PN(B)1	*Trichosanthes cordata*[1]	29	Nov. 97
26	PN(B)2	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	85	Nov. 97
27	SO(D)2	*Trichosanthes tricuspidata*[1]	50	Nov. 97
28	SO(D)4	*Trichosanthes cordata*[1]	90	Nov. 97

[1]Family Cucurbitaceae, [2]Family Dioscoreaceae
North: Chiang Mai (CM), Chiang Rai (CR), Nan (NA), Phayao (PY), Uttaradit (UD); Northeast: Nong Khai (NK), Nakhon Phanom (NM), Mukda Han (MH); Central: Phetchaburi (PH), Ratchaburi (RB); South: Ranong (RN), Yala (YL), Phatthalung (PL), Pattani (PN), Songkhla (SO)

METHODOLOGY

Sample Collection

After collecting, larval samples of to the *B. tau* were brought back to Mahidol University for further systematic studies. Some third instar larvae were randomly sampled for the cytological study. Most of the larvae obtained were kept for rearing to pupae and adults in the laboratory. Newly emerged adults were fed with water, sugar, and yeast hydrolyzate. All living adults from each collection were identified morphologically. The adults were stored in

liquid nitrogen (-70^{0}C) for electrophoretic study. Some voucher pin specimens were kept for formal taxonomic studies to be reported elsewhere.

Enzyme Electrophoresis

Sample preparation and polyacrylamide horizontal slab gel electrophoresis followed the methods described by Green *et al.* (1990). Staining methods used for each enzyme were modified from Harris and Hopkinson (1976) and Berlocher (1980).

The following enzymes were examined using two kinds of gel and buffer systems: (*i*) aspartate aminotransferase (AAT), alcohol dehydrogenase (ADH) and superoxide dismutase (SOD) (6.0% acrylamide matrix with TEB buffer system), and (*ii*) glucose phosphate isomerase (GPI), glyceral-3-phosphate dehydrogenase (G3PDH), isocitate dehydrogenase (IDH), malate dehydrogenase (MDH), malic enzyme (ME), and phosphogluconate dehydrogenase (PGD) (5.5% acrylamide matrix with TC buffer system).

Electromorphs were identified by using several reference standards on each gel: *B. dorsalis* and *B. tau* (from laboratory colonies with known monomorphic electromorphs), bromophenol blue, and whole human blood. The most common allele in *B. dorsalis* was taken as the "100" reference allele, and the mobility of all alleles were calculated in relation to this standard allele (Green *et al.*, 1990).

Data Analysis

Data analysis was facilitated by the software POPGENE Version 1.1 (Yeh and Boyle, 1996). Genotype patterns of each enzyme locus in all populations of the *B. tau* complex were used as input data for the analysis. Genetic variation statistics, namely percent polymorphism (P), mean number of alleles per locus (A), observed heterozygosity (H_o), expected heterozygosity (H_e), fixation index (F) and the Hardy-Weinberg equilibrium test were calculated for each population. Genetic differentiation between populations was analyzed using Wright's F-statistic; the total genetic variability (F_{IT}) was partitioned into within (F_{IS}) and between (F_{ST}) population variation (Nei, 1986). Gene flow (N_m) was estimated from F_{ST}. Genetic distances were calculated to estimate phylogenetic relationships (Nei, 1978).

RESULTS

The distribution of genetic variability in 28 populations of *B. tau* were evaluated and examined for nine gene-enzyme systems which yielded twelve loci. The levels of genetic variability measure for determining the intra-specific genetic properties.

The percentage of polymorphic loci of each population ranging from 8.33 to 83.33. Population 7 and 10 from Nan province showed the highest value, while population 7 also showed the highest mean number of alleles per locus (A = 3.08). Population 20 from Ranong province showed the lowest P and A values (A = 1.17).

The values of H_o and H_e calculated in each population, ranges from 0.007 (population 18) to 0.082 (population 19) and 0.011 (population 25) to 0.092 (population 12), respectively. The average observed and expected heterozygosity of all individuals of *B. tau* are 0.038 and 0.051, respectively.

A negative value of fixation index signified heterozygote excess for that population or enzyme locus. Most populations showed a deficiency of heterozygote, with positive fixation index greater from 0.05 (population 1-3, 7, 10, 12-13, 16 and 20-28). The remaining populations showed both positive and negative fixation index which close to zero, indicating that these populations were nearly under the Hardy-Weinberg equilibrium.

Two of the twelve loci were polymorphic based on the criterion that the frequency of the most abundant allele is less than 0.95 (*Adh-3* and *Sod*). Additionally, many interesting alleles which present greater than 0.01 frequency were observed at *Aat*, *Idh*, *Mdh*, *Pgd-1* and

Pgd-2. Thus, statistical analysis of Hardy-Weinberg test at 28 populations in *B. tau* were based on the data of these seven loci.

The homogeneity of observed genotype frequency has been computed for the deviation from Hardy-Weinberg equilibrium using Chi-square goodness-of-fit at the 0.05, 0.01 and 0.001 significance level. The *Aat*, *Idh* and *Mdh* loci were homogeneous under Hardy-Weinberg equilibrium across all populations. Nine populations (population 4, 6, 8, 9, 11, 14, 15, 17 and 19) were in equilibrium at all seven loci. Significant Hardy-Weinberg disequilibium was observed at *Adh-3* and *Sod* in many populations, but there was no apparent pattern (*i*) neither *Adh-3* nor *Sod* was in disequilibium across all populations, (*ii*) seventeen populations were in disequilibium at least one of seven loci.

Fixation index (*F*) also showed significant heterozygote deficiency in many cases. The results of the two tests are mostly parallel; when fixation index was proved to be significantly positive at a given locus and the populations were generally not at Hardy-Weinberg equilibrium.

In this study, the results of the *F*-statistics and indirect estimate of gene flow (N_m) at 28 populations at *B. tau* were calculated to quantify the degree of inter-host. The overall F_{IT} value showed a relatively moderate level of genetic variability ($F_{IT} = 0.090$). The mean value of F_{IS} and F_{ST} obtained for all *B. tau* populations are 0.060 and 0.043, respectively. Based on the average value at F_{ST}, we calculated an indirect gene flow ($N_m = 8.44$). Partitioning each population by host plant species also reduces F_{ST} to a mean of 0.029. Thus, the high value of average N_m observed between population in the same host plant species ($N_m = 18.37$) is not surprising.

Nei's (1978) unbiased genetic identity (*I*) and genetic distance (*D*) were used to quantify the amount of genetic differentiation among populations. *I* may range from zero (no alleles in common at any locus) to one (the same alleles in identical frequencies at all locus). *D* may range from zero to infinity (Marinkovic *et al.*, 1978). A further step to demonstrate the genetic differentiation among populations was a performance of cluster analysis. The unweighted pair-group method with arithmetic averaging (UPGMA) was selected to calculation based on the parameter, Nei's (1978) unbiased genetic distance. Figure 1 is phylogram constructed from the calculation of the genetic distance for each twenty-eight populations of *B. tau*.

On the basic of twelve loci, *I* values for twenty-eight populations of *B. tau* range from 0.973 to 1.000 (*D* = 0.000-0.027). The highest genetic identity with *I* = 1.000 was found between populations 3 and 22, 6 and 11, 10 and 16, 22 and 26. The lowest genetic identity found ($I = 0.973$) was between populations 6 and 20.

The average genetic distance (*D*) between twenty-eight populations of *B. tau* overall each species of host plant, the genetic distances in *B. tau* populations within and among host plant species remain small, with the mean values of *D* ranging between 0.001 and 0.017. The highest average values of *D* (lowest-highest) show in the comparisons between *B. tau* populations in *Trichosanthes cordata* and the populations in each of other seven host plant species is 0.008-0.010. The most significant result is that the average *D* value between three populations that infest *T. cordata* is the highest value (0.017), indicating that the populations that infest *T. cordata* present the strongest genetic differentiation within and among host plant species. The average genetic distances within host plant species were similar or even higher than those average between host plant species, indicating that the differentiation of the populations between host plant was not stronger than that of populations within the same host plant. The phylogram constructed on the basis of genetic distance showed a similar pattern (Fig. 1). Thus, populations from the same host plant were not clustered into a single branch.

Table 2. Mean Nei's (1978) unbiased genetic distances (*D*) based on 12 loci between *Bactrocera tau* populations in each species of host plant (standard error in parentheses)

Host-plant	No. of pops.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I. *Cucurbita moschata*	1	-							
II. *Luffa cylindrica*	6	.003	.004						
		(.002)	(.005)						
III. *Lagenaria siceraria*	1	.001	.003	-					
		(-)	(.004)						
IV. *Dioscorea membranacea*	1	.001	.003	.004	-				
		(-)	(.001)	(-)					
V. *Momordica cochinchinesis*	1	.005	.006	.006	.004	-			
		(-)	(.001)	(-)	(-)				
VI. *Trichosanthes cordata*	3	.009	.010	.009	.008	.009	.017		
		(.013)	(.011)	(.015)	(.009)	(.007)	(.015)		
VII. *T. cucumerina*	3	.002	.002	.001	.003	.006	.009	.001	
		(.001)	(.004)	(.001)	(.001)	(.001)	(.012)	(.000)	
VIII. *T. tricuspidata*	12	.001	.003	.002	.003	.005	.009	.002	.002
		(.001)	(.003)	(.001)	(.001)	(.001)	(.011)	(.001)	(.001)

DISCUSSION

Populations of *B. tau* from different regions in Thailand show a wide variation of the percentage of polymorphic loci ranging from 8.33 to 83.33% which result from variation in allelic frequencies at many loci. A preliminary attempt to correlate the polymorphic status of each population to their fruit hosts or geographical regions was unsuccessful. Therefore, the explanation for this variation may be obtained if the detailed ecological situations of each population were investigated.

Mitton (1978) reported that greater phenotypic diversity of side-blotch lizard and macaques is associated with a greater number of genotypes. In addition, a diversity observation suggested that higher levels of heterozygosity resulting in lower levels of phenotypic variance; that is within *B. tau* population, the high level of phenotypic variation will exist in the low level of heterozygosity (0.038). This phenomenon is in good agreement with the high variation of abdomen patterns of *B. tau* in preliminary morphological observation.

Over all twenty-five loci in twenty-eight populations of *B. tau* showed deviation from Hardy-Weinberg expectation (12.76%), due to the deficiencies in number of heterozygotes observed, especially in loci *Adh-3* and *Sod*. It may be discussed that the presence of rare alleles in the homozygous state was the cause of this deviation or it could be due to the morphologically misidentification at some flies.

The other analyses on genetic structure of the investigated *B. tau* populations (*F*-statistics, genetic distances, phylogenetic tree) generated similar results. Populations showed rather small genetically differentiation, but not according to geographical variation i.e., populations in different regions do not differ to a greater extent than populations in the same region. In theory, the lack of geographic pattern in genetic variation can be the consequence of three different evolutionary forces: (*i*) intensive migration between regions, (*ii*) similar effects of selection in all regions and (*iii*) genetic drift (Meglecz *et al.*, 1997). Both intensive migration between regions and selection should result in homogeneous allele frequencies across populations. On the other hand, genetic drift would lead to heterogeneity in frequencies. The homogeneous allele frequencies of seven loci and the significant differences in allele frequencies at five loci of *B. tau* populations, suggested that all three evolutionary forces acting on allozyme variation in these populations.

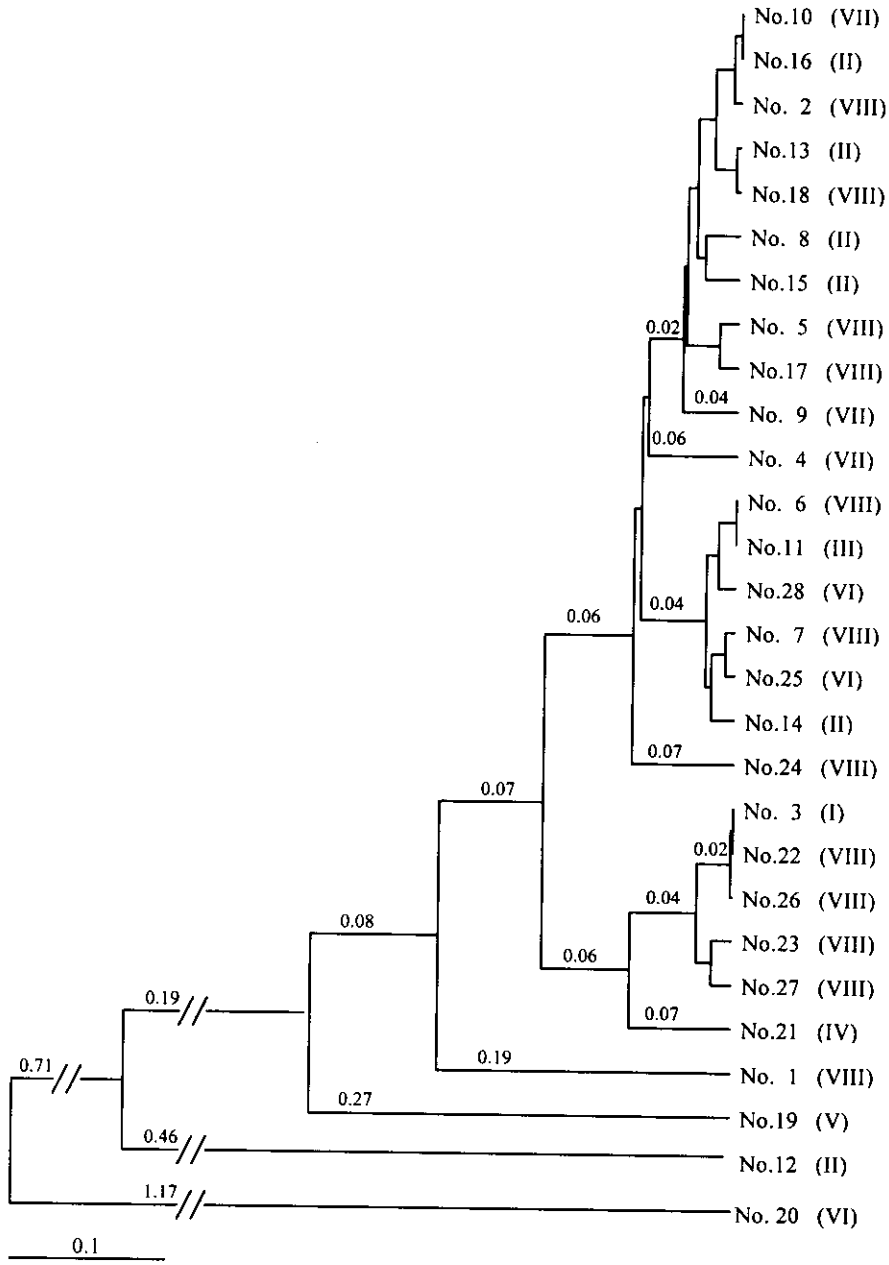


Fig. 1. A phylogram of 28 *Bactrocera tau* populations with its host plants (in parentheses: the Roman numbers were referred to host plant species according to Table 2). The numbers above horizontal branches indicate distance by the UPGMA clustering analysis method as implemented and modified by NEIGHBOR of PHYLIP version 3.5

CONCLUSIONS

1. Twenty-eight populations of *B. tau* were analyzed for nine enzyme systems which comprised of twelve loci by means of horizontal polyacrylamide gel electrophoresis.
2. *Bactrocera tau* was characterized by low genetic variability, as measured by low heterozygosity and high genetic identity values.
3. No relationship between genetic differentiation with its host plant species and geographic variation.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 542009.

REFERENCES

BAIMAI, V., J. PHINCHONGSAKULDIT AND W. TRINACHARTVANIT. 1999. Metaphase karyotpyes of fruit flies of Thailand. III. Six members of the *Bactrocera dorsalis* complex. Zool. Stud. 39 (in press).

BERLOCHER, S. H. 1980. An electrophoretic key for distinguishing species of the genus *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) as larvae, pupae, or adults. Ann. Entomol. Soc. Am. 73: 131-137.

FEDER, J. L., C. A. CHILCOTE AND G. L. BUSH. 1988. Genetic differentiation between sympatric host races of the apple maggot fly *Rhagoletis pomonella*. Nature 336: 61-66.

FEDER, J. L., C. A. CHILCOTE AND G. L. BUSH. 1990. The geographic pattern of genetic differentiation between host associated populations of *Rhagoletis pomonella* (Diptera:Tephritidae) in the Eastern United States and Canada. Evolution 44(3): 570-594.

FEDER, J. L., C. A. CHILCOTE AND G. L. BUSH. 1990. Regional, local and microgeographic allele frequency variation between apple and hawthorn populations of *Rhagoletis pomonella* in Western Michigan. Evolution 44(3): 595-608.

GREEN, C. A., F. G. RETO, E. M. LEONARD AND V. BAIMAI. 1990. Population genetic evidence for two species in *Anopheles minimus* in Thailand. Med. Vet. Entomol. 4: 25-34.

HARRIS, H AND D. A. HOPKINSON. 1976. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics. Elsevier/North-Holland, Inc., Amsterdam, Netherlands.

HARTL, D. AND A. G. CLARK. 1988. Principles of population genetics. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts, U.S.A.

MARINKOVIC, D., F. J. AYALA AND M. ANDJELKOVIC. 1978. Genetic polymorphism and phylogeny of *Drosophila subobscura*. Evolution 32: 164-173.

MCPHERON, B. A., D.C. SMITH AND S. H. BERLOCHER. 1988. Genetic differences between host races of *Rhagoletis pomonella*. Nature 336: 64-66.

MEGLECZ, E., K. PECSENYE, L. PEREGOVITS AND Z. VARGA. 1997. Allozyme variation in *Parnassius mnemosyne* (L.) (Lephidoptera) populations in North-East Hungary: variation within a subspecies group. Genetica 101: 59-66.

MITTON, J. B. 1978. Relationship between heterozygosity for enzyme loci and variation of morphological characters in natural populations. Nature 273: 661-662.

MURPHY, R. W., J. W. STTES, JR., D. G. BUTH AND C. H. HAUFLER. 1990. Proteins I: isozyme electrophoresis. In HILLIS, D.M. AND C. MORITZ (eds.), Molecular systematics. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts, U.S.A.

NARANG, S. K., W. J. TABACHNICK AND R. M. FAUST. 1993. Complexities of population genetic structure and implications for biological control programs. In NARANG, S. K., A. C. BARTLETT, AND R. M. FAUST (eds.), Applications of genetics to arthropods of biological control significances. CRC Press, USA.

NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics 89: 583-590.

NEI, M. 1986. Definition and estimation of fixation indices. Evolution 40 (3): 643-645.

OOI, C. S. 1988. Genetic variation in populations of two sympatric taxa in the *Dacus dorsalis* complex and their relative infestation levels in various fruit hosts. 1 st Int. Symp., Fruit Flies in Tropics. K. Lumpur, Malaysia.

WHITE, I. M. AND M. M. ELSON-HARRIS. 1992. Fruit flies of economic significance: their identification and binomics. Centre for Agriculture and Biosciences International, Wallingford, Oxon, U.K.

YEH, F. C. AND T. BOYLE. 1996. POPGENE, microsoft window-based software for population genetic analysis. Release 1.1. A joint project development by Francis C. Yeh, University of Alberta and Tim Booyle, Centre for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.

YONG, H. S. 1984. Isocitrate dehydrogenase and phosphogluconate dehydrogenase polymorphism in the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* (Insecta, Tephritidae), from Peninsular Malaysia. Comp Biochem. Physiol. 79B(4): 555-558.

YONG, H. S. 1986. Allozyme variation in a dimeric esterase of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* (Insecta:Tephritidae), from Peninsular Malaysia. Comp. Biochem. Physiol. 83B(4): 783-785.

YONG, H. S. 1987. Variability of malate dehydrogenase isozymes in the oriental fruit fly *Dacus dorsalis* (Insecta:Tephritidae) from Peninsular Malaysia. Comp. Biochem. Physiol. 86B(4): 797-800.

POPULATION GENETIC STUDY OF THE BROWN PLANTHOPPER, *NILAPARVATA LUGENS* (STÅL) (HOMOPTERA: DELPHACIDAE) IN THAILAND

Monpop Tripop[1], Rojana S. Keawjam[1], Pattamaporn Kittayapong[1] and Chalerm Sindhusake[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

[2]Division of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การศึกษาพันธุศาสตร์ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, *NILAPARVATA LUGENS* (STåL) (HOMOPTERA: DELPHACIDAE) ในประเทศไทย

มณภพ ไตรภพ[1], รจนา แก้วแจ่ม[1], ปัทมาภรณ์ กฤตยพงษ์[1] และ เฉลิม สินธุเสก[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

การศึกษาแอลโลไซม์ของประชากร 10 กลุ่ม ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae) โดยใช้วิธีการอิเล็กโทรฟอริซิส เก็บตัวอย่างของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากพื้นที่ปลูกข้าวเป็นจำนวน 10 จังหวัดใน เขตภาคกลาง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือของประเทศไทย 9 ใน 13 โลไซแสดงสภาวะการณ์ โพลิมอร์ฟิซึม ส่วน อีก 4 โลไซ เป็นโมโนมอร์ฟิซึม ประชากรทุก ๆ กลุ่มมีจำนวนแอลลีลเฉลี่ยต่อโลกัสเท่ากับ 1.615 ค่าเฉลี่ยเฮตเทอโรไซโกซิตีต่อ โลกัสจะอยู่ในช่วงระหว่าง 0.105 ถึง 0.174 อัตราของยีนในสภาวะหลากรูปแบบ (polymorphic loci) จะเท่ากับ 69.23% ในทุก กลุ่มประชากร ค่าเจเนติกไอเดนติตี (genetic identity, I) ในระหว่างกลุ่มประชากร อยู่ในช่วงระหว่าง 0.9950 ถึง 0.9997 ส่วน ระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance, D) จะอยู่ระหว่าง 0.0003 ถึง 0.005 ความแปรผันทางพันธุกรรมระหว่างประชากร ต่ำ, ค่าเจเนติกไอเดนติตีสูง และระยะห่างทางพันธุกรรมต่ำเป็นเงื่อนไขที่บ่งบอกว่าไม่มีการดำรงอยู่ของ Biotype ของเพลี้ย กระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทย

คำหลัก: แอลโลไซม์, พันธุศาสตร์ประชากร, เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, Delphacidae, *Nilaparvata lugens*, biotype

INTRODUCTION

The brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål), is a major insect pest of rice in Tropical Asia (Dyck, 1977; Khush, 1979). The direct damage caused by *N. lugens* known as "hopperburn" is characterized by wilting and drying of rice plants (Dyck and Thomas, 1979). This species also transmits "grassy stunt" and "ragged stunt" viruses (Ou, 1972; Ling, 1967; 1972; 1977). Yield losses of rice caused by the brown planthopper (BPH) were reported in the 1970s at several south and southeast Asian countries (Dyck and Thomas, 1979). During the 1990 dry season, *N. lugens* and the ragged stunt virus (RSV) caused damage to about 150,000 ha of rice in Thailand resulting in yield reduction by an estimated 1 million tons (Sindhusake, 1990).

In nature, insect populations are characterized by a wide range of genetic variability which maximizes their fitness on genetically diverse host plants in heterogeneous habitats (Saxena and Barrion, 1987). Biological species of sexually reproducing organisms are reproductively isolated from one another and, therefore, have the possibility of maintaining distinct biological characteristics because of the lack of hybridization between them (Claridge, 1989). The biological concept of species emphasizes reproductive isolation, so that biological and, therefore, genetically distinct species may exist that show no, or very little, morphological separation (Claridge, 1988). Such sibling, or cryptic species are difficult to identify, but their identification is important for effective pest control, especially in relation to host plant resistance and biological control methods (Claridge and den Hollander, 1983; Diehl and Bush, 1984). Many populations, or even individuals within populations, often differ distinctively in properties such as host or food preferences, behavior, pheromone differences

and disease vector capabilities (Eastop, 1973; Russel, 1978). Variants of this kind are usually referred to as biotypes (Claridge and den Hollander, 1983; Saxena and Barrion, 1987).

Biotypes of *N. lugens* have been designated based on variation in feeding damage among different varieties of rice (Claridge, 1984; Claridge and den Hollander, 1980; 1983; Saxena and Barrion, 1985). Biotypes have obvious implications for pest management and biological control, as the failure to recognize distinct populations can have costly and frustrating consequences (Bush and Hoy, 1983; Gonzales *et al.*, 1979; Rosen, 1978). Biotype identification requires in-depth investigations into the insect pest's genetics employing sophisticated techniques. Advances in molecular genetics provide powerful new tools for uncovering such genetic variation (Bush and Kitto, 1978).The necessity for accurate and precise techniques such as protein gel electrophoresis has often been emphasized to understand the complexity of genetic variation in insect pest populations (Claridge, 1989). These methods elucidate genetic differences that would otherwise be difficult to detect. Additionally, these techniques may be used to identify markers within populations of species for studies of population genetic structure, dynamics and migration (den Hollander, 1989). Genetic differences and variability among populations can be assessed precisely through electrophoretic data (Sogawa, 1978; Saxena and Mujer, 1984; Saxena and Barrion, 1985; Saxena *et al.*, 1991; Demayo *et al.*, 1994).

We used polyacrylamide gel electrophoresis to study the genetic variation of *N. lugens* populations in different geographical regions of Thailand in order to assess whether or not biotypes exist within this species taxon.

STUDY AREA

Nilaparvata lugens was collected from rice of eight varieties in ten provinces and three regions of Thailand (Table 1). The collections were carried out from June to September 1997 (Table 1). The insects were caught by using an aspirator and kept alive in temporary cages while being transported to Mahidol University, where they were identified taxonomically and sexed while still alive, then frozen and kept in liquid nitrogen until used for electrophoresis.

METHODOLOGY

We followed the sample preparation, gel preparation and electrophoretic techniques of Loxdale *et al.* (1983) and Rajendram (1991). Only females were used in this study. Immediately prior to electrophoresis, each female was homogenized in 15 µl of cold, freshly prepared homogenization solution (1% Triton X-100 and 0.1% Bromophenol Blue) and the fluid imbibed onto small rectangular pieces (1 x 3 mm) of Whatman No.1 filter paper. The gel was subjected to a constant electric current (450 V) for 4h at 4°C / gel slab. The polyacrylamide gel was prepared using acrylamide and N,N'-Methylene bis acrylamide (Sigma, St. Louis, Missouri). Enzyme names, enzyme commission and buffer systems are presented in Table 2. After electrophoresis, the gels were stained, following the procedures of enzyme staining listed in Table 2. During destaining, the gel was fixed for 30 min in 7% acetic acid.

To obtain a permanent record, they were either immediately photographed (gels stained with PMS) or destained for 1 h in fresh 7% acetic acid and then photographed. At least three samples of a *N. lugens* standard (a population from Nakhon Ratchasima province) were present in each gel as controls. The most common allele in this control population for all loci was called allele 100. All other alleles were named according to their band mobilities anodally away from the allele 100 band.

The POPGENE computer package of Yeh and Boyle (1997) was used to calculate allelic frequencies, proportion of polymorphic loci (*P*) based on the 0.95 criterion, and mean

heterozygosities ($\overline{H}$). Genetic variation among populations was quantified by calculating genetic identity (I) and genetic distance (D) measures (Nei, 1978). A dendrogram based on genetic distance was drawn using the unweighted-pair-group-method with arithmetic averaging (UPGMA) using the PHYLIP 3.5c NEIGHBOR Program (Felsenstein, 1993).

Table 1. The region, place of collection, population name (abbreviation), varieties of rice and date of sampling of *Nilaparvata lugens*

Region	Place of Collection			Population Name (Abbreviation)	Varieties of Rice	Date of Sampling
	Subdistrict	District	Province			
Central	-	Muang	Suphan Buri	Suphan Buri Population (SPR)	Suphan Buri 60	7/08/1997
	-	Khlong Luang	Pathum Thani	Pathum Thani Population (PTN)	Kao Dawk Mali	15/08/1997
Northern	-	Muang	Phrae	Phrae Population (PRE)	RD10	3/07/1997
	-	Muang	Nan	Nan Population (NAN)	Khao Rai	4/07/1997
	-	Wang Thong	Phitsanulok	Phitsanulok Population (PLK)	RD7	5/07/1997
Northeastern	Chua Plerng	Prasart	Surin	Surin Population (SRN)	Kao Dawk Mali	13/09/1997
	Samrong	Uthumporn	Sri Sa Ket	Sri Sa Ket Population (SSK)	Horm Mali	14/09/1997
	Koo Toong	Muang	Yasothon	Yasothon Population (YST)	Chainart 1	15/09/1997
	Nai Muang	Muang	Khon Kaen	Khon Kaen Population (KKN)	TN1	16/09/1997
	Ban Lao	Jaturat	Chaiyaphum	Chaiyaphum Population (CPM)	Kao Dawk Mali	16/09/1997

Table 2. Enzyme names, enzyme commission (E.C.) numbers, their abbreviations, buffer systems used for their analysis and references for enzyme staining

Enzyme Names	E.C. No.	Abbreviation	Buffer System* & pH	Reference for Enzymes Staining
1. Aspartate aminotransferase	2.6.1.2	AAT	TEB pH 8.5	Steiner and Joslyn, 1979
2. Esterase	3.1.1	EST	TEB pH 8.5	Shaw and Prasad, 1970
3. Glucose-6-phosphate dehydrogenase	1.1.1.49	G-6PDH	TC pH 7.1	Harris and Hopkinson, 1976
4. Glucose phosphate isomerase	1.3.1.9	GPI	TC pH 7.1	Mustermann, 1979
5. Isocitrate dehydrogenase	1.1.1.42	IDH	TC pH 7.1	Mustermann, 1979
6. Malate dehydrogenase	1.1.1.37	MDH	TC pH 7.1	Mustermann, 1979
7. Malic enzyme	1.1.1.4	ME	TC pH 7.1	Mustermann, 1979
8. Mannose phosphate isomerase	5.3.1.8	MPI	TC pH 7.1	Harris and Hopkinson, 1976
9. Phosphogluconate dehydrogenase	1.1.1.44	PGD	TC pH7.1	Harris and Hopkinson, 1976
10.Phosphoglucomutase	2.7.5.1	PGM	TEB pH 8.5	Mustermann, 1979

*TEB: Tris-EDTA-Borate; TC: Tris-Citrate

RESULTS

Allelic frequency data of female adults of ten populations of *N. lugens* are presented in Table 3. Thirteen loci could be reliably typed, namely, *Aat, Est-1, Est-2, G6pdh, Gpi-1, Gpi-2, Idh, Mdh, Me, Mpi, Pgd, Pgm-1,* and *Pgm-2*. All enzymes migrated anodally.

For seven enzymes (AAT, G-6PDH, IDH, MDH, ME, MPI, and PGD) enzyme expression occurred at one locus only. For the remaining three enzymes (EST, GPI, and PGM) expression occurred at two loci for each enzyme.Nine loci (*Aat, Est-1, Gpi-2, Idh, Mdh, Mpi, Pgd, Pgm-1,* and *Pgm-2*) were polymorphic and four (*Est-2, G-6pdh, Gpi-1*, and *Me*) were monomorphic.Loci could be categorized into one of four groups based on the allelic frequency of allele 100 from Table 3. (1) no variability in loci, *Est-2*, *G-6pdh*, *Gpi-1*, and *Me* (allele 100 frequency = 1.00 for all populations) (2) little variability in loci, *Gpi-2*, *Idh*, and

Pgd (allele 100 frequency ranged from 0.83-0.96 for all populations) (3) greatest variability in loci, *Aat*, *Mpi*,and *Pgm-1* (allele 100 frequency ranged from 0.46-0.82 for all populations) (4) intermediate between categories (2) and (3), *Est-1*, *Mdh* and *Pgm-2* (some populations in category (2), the remaining populations in category (3).Genetic variability measures are given in Table 4. The mean number of alleles per locus was 1.615. The observed mean heterozygosity per locus ($\overline{H}_o$) ranged from 0.102 to 0.180 and expected mean heterozygosity per locus ($\overline{H}$) from 0.106 to 0.180. Using the 0.95 criterion for polymorphism, all populations had the same percentage (69.23%) of polymorphic loci. Unbiased mean heterozygosities per locus ranged from 0.105 (SD = 0.025) to 0.174 (SD = 0.043). Generally, the observed heterozygosities were higher in the Northeast and North region populations than in the Central region populations.

Table 3. Allelic frequencies for thirteen loci in ten populations of *Nilaparvata lugen* (N = the number of planthoppers sampled from each population)

Locus and Alleles		Central Region		Northern Region			Northeastern Region				
		SPR	PTN	NAN	PRE	PLK	KKN	SRN	YST	SSK	CPM
	N	50	50	50	48	39	49	49	48	50	35
Aat	100	0.82	0.78	0.70	0.69	0.77	0.65	0.63	0.60	0.70	0.46
	105	0.14	0.20	0.26	0.21	0.20	0.31	0.31	0.32	0.26	0.43
	95	0.04	0.02	0.04	0.10	0.03	0.04	0.06	0.08	0.04	0.11
Est-1	100	0.84	0.82	0.76	0.81	0.82	0.84	0.80	0.81	0.80	0.74
	115	0.16	0.18	0.24	0.19	0.18	0.16	0.20	0.19	0.20	0.26
Est-2	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G6pdh	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Gpi-1	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Gpi-2	100	0.94	0.94	0.92	0.94	0.92	0.95	0.92	0.90	0.92	0.88
	115	0.06	0.06	0.08	0.06	0.08	0.05	0.08	0.10	0.08	0.12
Idh	100	0.94	0.94	0.96	0.88	0.86	0.88	0.90	0.90	0.94	0.93
	105	0.06	0.06	0.04	0.12	0.14	0.12	0.10	0.10	0.06	0.07
Mdh	100	0.94	0.90	0.92	0.77	0.72	0.80	0.80	0.79	0.86	0.85
	105	0.06	0.10	0.08	0.23	0.28	0.20	0.20	0.21	0.14	0.15
Me	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mpi	100	0.80	0.82	0.76	0.77	0.77	0.82	0.67	0.69	0.72	0.60
	110	0.18	0.18	0.24	0.21	0.20	0.14	0.29	0.25	0.26	0.37
	85	0.02	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.04	0.06	0.02	0.03
Pgd	100	0.96	0.96	0.94	0.87	0.83	0.89	0.89	0.88	0.92	0.91
	110	0.04	0.04	0.06	0.13	0.17	0.11	0.11	0.11	0.08	0.09
Pgm-1	100	0.78	0.78	0.68	0.68	0.67	0.80	0.65	0.63	0.66	0.63
	105	0.20	0.16	0.26	0.30	0.28	0.20	0.29	0.35	0.30	0.34
	90	0.02	0.06	0.06	0.02	0.05	0.02	0.06	0.02	0.04	0.03
Pgm-2	100	0.86	0.86	0.74	0.75	0.87	0.88	0.88	0.85	0.88	0.83
	90	0.14	0.14	0.26	0.25	0.13	0.12	0.12	0.15	0.12	0.17

Table 4. Genetic variability at thirteen loci in ten population groups of *Nilaparvata lugens* (Numbers in brackets refer to standard deviation)

Variability Measures	Central Region		Northern Region			Northeastern Region				
	SPR	PTN	NAN	PRE	PLK	KKN	SRN	YST	SSK	CPM
Mean number of alleles per locus	1.615	1.615	1.615	1.615	1.615	1.615	1.615	1.615	1.615	1.615
Observed mean heterozygosity per locus ($\overline{Ho}$)	0.102	0.111	0.140	0.157	0.157	0.144	0.159	0.168	0.135	0.180
Expected mean heterozygosity per locus ($\overline{He}$)	0.106	0.115	0.140	0.157	0.157	0.138	0.163	0.166	0.135	0.180
Percentage of polymorphic loci (0.95 criterion)	69.23	69.23	69.23	69.23	69.23	69.23	69.23	69.23	69.23	69.23
Mean heterozygosity per locus (biased)	0.105 (±0.025)	0.114 (±0.028)	0.138 (±0.036)	0.156 (±0.034)	0.155 (±0.034)	0.137 (±0.031)	0.161 (±0.037)	0.164 (±0.037)	0.134 (±0.034)	0.174 (±0.043)
Mean heterozygosity per locus (unbiased)	0.105 (±0.025)	0.114 (±0.028)	0.138 (±0.036)	0.156 (±0.034)	0.155 (±0.034)	0.137 (±0.031)	0.161 (±0.037)	0.164 (±0.037)	0.134 (±0.034)	0.174 (±0.043)

Based on the allelic frequencies presented in Table 3, Nei's (1978) genetic identities and distances were calculated. They are presented in Table 5. The genetic identities, *I*, of the

ten populations ranged from 0.9950 to 0.9997 while genetic distances, *D*, ranged from 0.0003 to 0.005 indicating a very high degree of genetic similarity. A dendrogram showing genetic relatedness of *N. lugens* populations and based upon Nei's genetic distance is presented in Fig. 1. Populations belonging to the same region generally cluster together except the Phitsanulok (PLK) and Chaiyaphum populations (CPM). The range of genetic distances that we observed between *N. lugens* populations is similar to that observed between local populations of other insect species ($D < 0.01$) (Nei, 1987).

Table 5. Nei's genetic identity (above diagonal) and genetic distance (below diagonal) for ten populations of *Nilaparvata lugens* from three regions of Thailand

Population	SPR	PTN	NAN	PRE	PLK	KKN	SRN	YST	SSK	CPM
SPR		0.9997	0.9982	0.9971	0.9974	0.9982	0.9971	0.9965	0.9987	0.9950
PTN	0.0003		0.9990	0.9998	0.9978	0.9987	0.9978	0.9974	0.9992	0.9963
NAN	0.0018	0.0010		0.9982	0.9970	0.9973	0.9979	0.9979	0.9991	0.9976
PRE	0.0029	0.0020	0.0018		0.9985	0.9993	0.9986	0.9989	0.9987	0.9985
PLK	0.0026	0.0022	0.0030	0.0015		0.9987	0.9984	0.9981	0.9986	0.9958
KKN	0.0018	0.0013	0.0027	0.0007	0.0013		0.9984	0.9983	0.9986	0.9972
SRN	0.0029	0.0022	0.0021	0.0014	0.0016	0.0016		0.9997	0.9993	0.9987
YST	0.0035	0.0026	0.0021	0.0011	0.0019	0.0017	0.0003		0.9992	0.9993
SSK	0.0013	0.0008	0.0009	0.0013	0.0014	0.0014	0.0007	0.0008		0.9981
CPM	0.0050	0.0037	0.0024	0.0015	0.0043	0.0028	0.0013	0.0007	0.0019	

DISCUSSION

The identification of pest biotypes is an extremely important aspect of pest management. Biotypes differ in the damage they cause to economically important crops and in their susceptibility to different pest management practices (Saxena and Barrion, 1987). Although biotypes are suspected to exist in *N. lugens*, our electrophoretic results and those of others (Saxena *et al.*, 1991) were unable to detect them in this pest species.

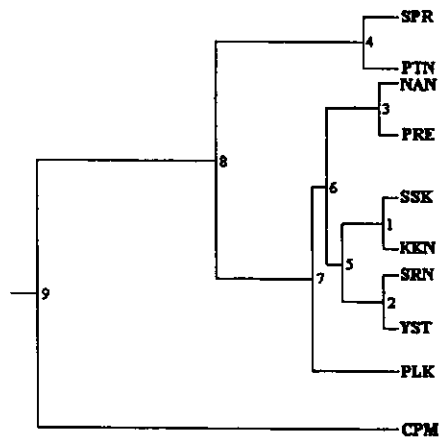


Fig. 1. Dendrogram of genetic relationships among ten populations of *Nilaparvata lugens* based on Nei's (1978) genetic distance. Nodes at which two groups diverged are numbered from 1 to 9.

Nei (1987) estimated that because of codon degeneracy approximately 29% of the mutation occurring at the nucleotide level are not reflected by amino acid changes. An additional 70-75% of amino acid substitutions cannot be detected by ordinary protein electrophoresis because of the maintenance of net protein charge. As a result, the detected genetic variation via allozyme electrophoresis is expected to be at least 5- or 6-fold lower than at the DNA level. Allozyme analyses, therefore, may underestimate genetic diversity (Clegg, 1989). Hence, populations or biotypes of *N. lugens* that appear to be similar genetically using allozyme analysis as in the present study may be distinctive at the DNA level.

As part of ongoing research, we will use RAPD-PCR analysis for measuring genetic variation of *N. lugens* populations as well as for populations of the leafhopper species, *Nephotettix virescens* (Distant) collected from throughout Thailand. Such detailed molecular genetics studies of *N. lugens* populations may result in the detection of biotypes. Once a method for detecting *N. lugens* biotypes has been found, methods appropriate for each biotype can be developed for controlling this major pest of Thai rice.

CONCLUSIONS

1. The lack of genetic variation among populations, the high values of genetic identity and the low genetic distances provide no evidence for the existence of *N. lugens* biotypes in Thailand.
2. Population genetic study of *N. lugens* at the DNA level (RAPD-PCR) may result in the identification of biotypes.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 540067.

REFERENCES

BUSH, G. L. AND M. A. HOY. 1983. Evolutionary processes in insects. In HUFFAKER, C. B. AND R. L. RABB (eds.), Ecological entomology. Wiley-Intersci, New York, U.S.A.

BUSH, G. L. AND G. B. KITTO. 1978. Application of genetics to insect systematics and analysis of species differences. In ROMBERGER, J.A. (ed.), 2nd Beltsville symposia in agricultural research. Wiley-Intersci, New York, U.S.A.

CLARIDGE, M. F. 1984. Variation in populations of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål) biotypes and species. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 57(4): 413-417.

CLARIDGE, M. F. 1988. Species concepts and speciation in parasites. In HAWSWORTH, D. L. (ed.) Prospects in systematics. Clarendon Press, Oxford, U.K.

CLARIDGE, M. F. 1989. Electrophoresis in agricultural pest research a technique of evolutionary biology. In LOXDALE, H. D. AND J. HOLLANDER (eds.), Electrophoretic studies on agricultural pests. Systematics Association Special Volume No. 39. Clarendon Press, Oxford, U.K.

CLARIDGE, M. F. AND J. DEN HOLLANDER. 1980. The "biotypes" of the rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål). Entomol. Exp. Appli. 27: 23-30.

CLARIDGE, M. F. AND J. DEN HOLLANDER. 1983. The biotype concept and its application to insect pests of agriculture. Crop Prot. 2: 85-95.

CLEGG, M. T. 1989. Molecular diversity in plant populations. In BROWN, H. D., M. T. CLEGG, A. L. KAHLER AND B. S. W. SINAVER (eds.), Plant population genetics breeding and genetic resources. Suderland, Massachusetts, U.S.A.

DEMAYO, C. G., A. A. BARRION, R. C. SAXENA AND I. T. DOMINGO. 1994. Genetic differentiation in local populations of the rice green leafhopper, *Nephotettix virescens* (Distant). Phillipp. Entomol. 9(3): 313-323.

DEN HOLLANDER, J. 1989. Electrophoretic studies on planthopper and leafhopper of agricultural importance. In LOXDALE, H. D. AND J. HOLLANDER (eds.), Electrophoretic studies on agricultural pests. Systematics Association Special Volume No. 39. Clarendon Press, Oxford, U.K.

DIEHL, S. R. AND G. L. BUSH. 1984. An evolutionary and applied perspective of insect biotypes. Annu. Rev. Entomol. 29: 471-504.

DYCK, V. A. 1977. Paper presented at the brown planthopper symposium. April 18-22, 1977. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines. (mimeographed).

DYCK, V. A. AND B. THOMAS. 1979. The brown planthopper problem. In Brown planthopper: threat to rice production in Asia. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.

EASTOP V. F. 1973. Biotypes of aphids. Bull. Entomol. Soc. 2: 40-57.

FELSENSTEIN, J. 1993. PHYLIP (Phylogeny Inference Package), version 3.5c edition. University of Washington, Seattle, Washington, U.S.A.

GONZALES, D., G. GORDH, S. THOMPSON AND J. ADLER. 1979. Biotype discrimination and its importance to biological control. In HOY, M.A. AND J. J. MCKELVEY JR. (eds.), Genetics in relation to insect management. Rockefeller Found., New York, U.S.A.

HARRIS, H. AND D. A. HOPKINSON. 1977. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetic. Elsevier/North-Holland, Inc., Amsterdam, Netherland.

KHUSH, G. S. 1979. Genetics of breeding for resistance to the brown planthopper. In Brown planthopper: threat to rice production in Asia. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines.

LING, K. C. 1967. Transmission of rice viruses in southeast Asia. In The virus disease of the rice plant. John Hopkin University Press, Baltimore, U.S.A.

LING, K. C. 1972. Rice virus disease. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.

LING, K. C. 1977. Rice ragged stunt diseases. Int. Rice Res. Newslett. 2(5): 6.

LOXDALE, H. D., P. CASTENERA AND C. P. BROOKES. 1983. Electrophoretic study of enzymes from cereal aphid populations. I. Electrophoretic techniques and staining systems for characterizing isoenzymes from six species of cereal aphids (Homoptera: Aphididae). Bull. Entomol. Res. 73: 645-658.

MUSTERMANN, L. E. 1979. Isoenzymes of *Aedes aegypti*: phenotype, linkage and use in analysis of sympatric subspecies populations in East Asia. Ph.D. Dissertation. Notre Dame University, Indiana, U.S.A.

NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genet. 89: 583-590.

NEI, M. 1987. Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press, New York, U.S.A.

OU, S. H. 1972. Rice diseases. Commonweath Mycological Institute, Association of Applied Biologists, Kew, Surrey, UK.

RAJENDRAM, G. F. 1991. Electrophoretic study of enzymes from a *Sogatella furcifera* Horvath population from Sri Lanka. Insect Sci. Appli. 12: 275-278.

ROSEN, D. 1978. The importance of cryptic species and specific identifications as related to biological control. In ROMBERGER, J. A. (ed.), 2nd Beltsville symposia in agricultural research. Wiley-Intersci, New York, U.S.A.

RUSSEL, G. E. 1978. Plant breeding for pest and disease resistance. Butterworths, Inc., New York, U.S.A.

SAXENA, R. C. AND A. A. BARRION. 1985. Biotypes of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål), and strategies in development of host plant resistance. Ins. Sci. Appli. 6: 271-289.

SAXENA, R. C. AND A. A. BARRION. 1987. Biotypes of insect pests of agricultural crops. Ins. Sci. Appli. 8: 453-458.

SAXENA, R. C. AND C. V. MUJER. 1984. Detection of enzyme polymorphism among populations of brown planthopper (BPH) biotypes. Int. Rice Res. Newsl. 9: 18-19.

SAXENA, R. C., C. G. DEMAYO AND A. A. BARRION. 1991. Allozyme variation in among biotypes of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, in the Philippines. Biochem. Genet. 29: 115-123.

SHAW, C. R. AND R. PRASAD. 1970. Starch gel electrophoresis of enzymes a compilation of recipes. Biochem. Genet. 4: 297-320.

SINDHUSAKE, C. 1990. Outbreak of brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål) in the central plain of Thailand. FAO. Newsletter 33 (3): 18-19.

SOGAWA, K. 1978. Electrophoretic variation in esterase among the biotypes of the brown planthopper. Int. Rice Res. Newsl. 3: 8-9.

STEINER, W. W. M. AND D. J. JOSLYN. 1979. Electrophoretic techniques for the genetic study of mosquitoes. Mosq. News 39: 35-54.

YEH, F. C. AND T. BOYLE. 1997. POPGENE, microsoft window-based software for population genetic analysis. Release 1.2. A joint project development by Francis C. Yeh, University Alberta and Tim Boyle, Center for International Foorestry Research, Bogor, Indonesia.

การศึกษาความหลากหลายของ ISOZYMES ภายในชนิดของปลาดุกอุย, *CLARIAS MACROCEPHALUS*

อุทัยรัตน์ ณ นคร[1], ธวัชชัย งามสิริ[1], วงศ์ปฐม กมลรัตน์[2], สมศรี งามวงศ์ชน[2] และ พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล[1]

[1]ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ABSTRACT

ISOZYME VARIATION IN LOCAL POPULATIONS OF PLA DUK UI, *CLARIAS MACROCEPHALUS*, IN THAILAND

U. Na-Nakorn[1], T. Ngamsiri[1], W. Kamonrat[2], S. Ngamwonchon[2] and P. Pichitkul[1]

[1]Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Ornamental Fish Research Institute and Aquarium, Department of Fisheries, Chatuchak, Bangkok 10900

A study of the genetic diversity of *Clarias macrocephalus* was conducted based on 18 isozyme/protein loci in 25 natural populations and one hatchery population. Eight polymorphic loci were resolved. The average number of alleles per locus, percentage of polymorphic loci and observed heterozygosity ranged between 1.2-1.7, 0-27.8% and 0.006-0.075 respectively. Genetic variation within a population was very high (H_o=0.061-0.075) in populations from lower northern provinces and very low in populations from the south (H_o=0.006-0.035). An F_{st} value of 0.1628 indicated population structuring within *C. macrocephalus*. A phylogenetic dendrogram showed 2 distinct population groups; a group of southern populations and a group of Chaophraya river basin populations-mixed populations. The mixed group comprised populations from various geographic locations which might indicate genetic contamination of these populations.

Key words: *Clarias macrocephalus*, isozyme, genetic variation

บทนำ

ความหลากหลายทางพันธุกรรมเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความหลากหลายทางชีวภาพ (Norse *et al.*, 1986) แต่มักจะถูกละเลยซึ่งอาจมีสาเหตุจากข้อจำกัดของเทคนิคการศึกษา

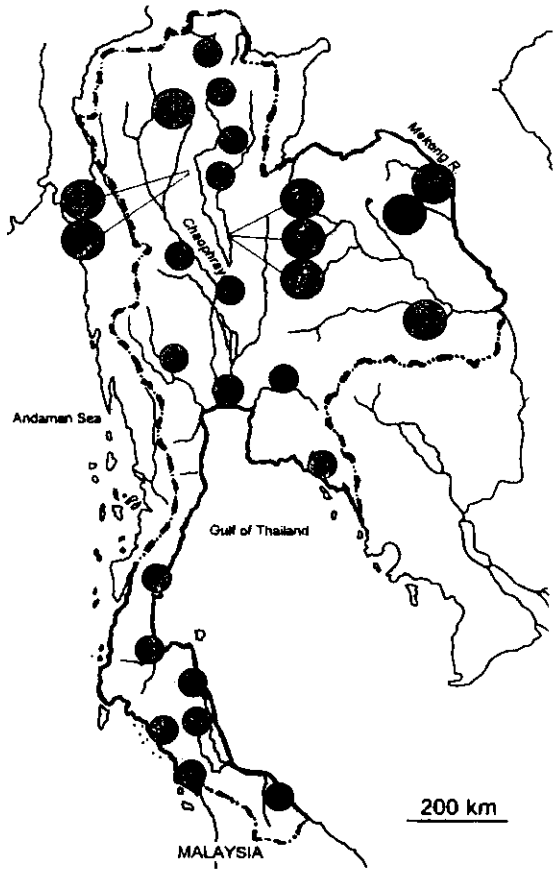
ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรปลา เกิดจากการที่ปลาเริ่มจำกัดการผสมพันธุ์ระหว่างกลุ่ม หรืออาจไม่ผสมข้ามเลย ซึ่งมักเกิดจากการเกิดสิ่งกีดขวางทางภูมิศาสตร์ ระดับความแตกต่างจะขึ้นกับ genetic drift และการปรับตัว เพื่อให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ตลอดจนโอกาสในการผสมข้ามระหว่างประชากร (Hedrick, 1985) ความหลากหลายดังกล่าวนี้เป็นพื้นฐานการเกิดชนิด (speciation) นอกจากนี้ในแง่การใช้ประโยชน์ ประชากรที่แตกต่างกันเหล่านั้นเป็นทรัพยากรมีค่ายิ่งที่การปรับปรุงพันธุ์จะนำมาใช้ประโยชน์ (Falconer, 1981) นอกจากนั้น ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากรยังเป็นดัชนีชี้ขนาดของประชากรได้ (Van Treuren *et al.*, 1991)

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลาสกุล *Clarias* ได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์ไม่น้อย เพื่อใช้ข้อมูลเหล่านั้นเป็นพื้นฐานในการวางแผนการอนุรักษ์ ทั้งนี้เนื่องจากปลาสกุลนี้มีการเพาะเลี้ยงกันแพร่หลาย จึงทำให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับการสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมจากการผสมกับปลาต่างถิ่น และการผสมกับประชากรจากโรงเพาะฟัก ซึ่งมักมีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ นอกจากนั้นก็ยังเล็งเห็นประโยชน์ในการนำทรัพยากรความหลากหลายทางพันธุกรรมไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์

ในปลาดุกอุยซึ่งเป็นปลาพื้นเมืองของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นั้น Daud *et al.* (1989) ได้ศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของปลากลุ่มไม่มีเกล็ด (catfish) โดยการศึกษาความหลากหลายของ isozyme และรายงานค่า heterozygosity ของปลาดุกอุยจากโรงเพาะฟักว่ามีค่าเท่ากับ .000 เช่นเดียวกับรายงานของ Lawonyawut (1995) ในการศึกษาเดียวกันนั้น Daud *et al.* (1989) รายงานว่าปลาดุกด้าน (*C. batrachus*) มีค่า heterozygosity .008 และมีจำนวนอัลลิลต่อโลกัสเฉลี่ย 1.13 Na-Nakorn *et al.* (1998) ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลาดุกอุย 4 ประชากรในประเทศไทย พบว่าระดับความหลากหลายภายในประชากรของปลาดุกอุยในธรรมชาติอยู่ในระดับเดียวกับค่าเฉลี่ยของปลากระดูกแข็งทั่วไป โดยมีค่า heterozygosity, จำนวนอัลลิลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง และเปอร์เซ็นต์ยีนที่อยู่ใน

สภาวะหลากรูปแบบระหว่าง .038-.08, 1.2-1.4 และ 10.5-26.3% ตามลำดับ ค่า genetic distance ระหว่างประชากรมีค่าระหว่าง .000-.019

การศึกษาครั้งนี้ทำเพื่อทราบระดับความหลากหลายภายใน และระหว่างประชากรปลาดุกอุย จากทั่วทุกภาคในประเทศไทย โดยวิธีการวิเคราะห์ isozyme ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการอนุรักษ์ และ/หรือการปรับปรุงพันธุ์ปลาชนิดนี้ต่อไป



ภาพที่ 1. Sampling sites for *Clarias macrocephalus* populations in Thailand

วิธีการ

ตัวอย่างและชนิดของเนื้อเยื่อ

เก็บตัวอย่างปลาดุกอุยที่เป็นปลาจากธรรมชาติโดยรวบรวมจากแหล่งน้ำและตลาดจำนวนทั้งสิ้น 25 ประชากร และประชากรจากการเพาะเลี้ยง 1 ประชากร โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 ประชากรละ 9-65 ตัว ลำเลียงปลาขณะยังมีชีวิตมายังภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จากนั้นเก็บกล้ามเนื้อ, ตับ และตาของปลาแต่ละตัว แช่ในตู้แช่อุณหภูมิ –40°C จนกว่าจะเริ่มการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ไอโซไซม์

นำชิ้นเนื้อเยื่อมาบดในบัฟเฟอร์ จากนั้นใช้กระดาษซับแผ่นเล็ก ๆ ซับส่วนน้ำใสแล้วนำไปบรรจุในแผ่นเจล นำไปแยกด้วยกระแสไฟฟ้าคงที่ ที่ระดับ 40 mA ใช้เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง

จากนั้นนำแผ่นเจลมาตัดเป็นแผ่นบาง ๆ ตามแนวนอน แล้วนำไปย้อมในปฏิกริยาจำเพาะตามวิธีการของ Morizot and Schmidt (1990) การกำหนดชื่อยีนทำตามวิธีของ Shaklee *et al.* (1989)

ทำการศึกษาเอนไซม์/โปรตีน 13 ชนิด เป็นยีนควบคุมรวมทั้งสิ้น 18 โลไซ โดยมีรายละเอียดชื่อเอนไซม์/โปรตีน E.C. number ชนิดของเนื้อเยื่อและบัฟเฟอร์ที่ใช้ และยีนที่ควบคุม แสดงไว้ในตารางที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลจีโนไทพ์ของปลาแต่ละตัวจากทุกประชากรมาคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้ คือ ความถี่ของอัลลิล, เปอร์เซ็นต์ polymorphic loci, จำนวนอัลลิลเฉลี่ยต่อโลกัส, ค่าเฮตเทอร์โรไซโกซิตีจากการสังเกต (H_o) และค่าทางทฤษฎี (H_e) คำนวณค่า F_{is} ตามสูตร

$$F_{is} = \frac{H_e - H_o}{H_e}$$ (Nei, 1973; Nei, 1977)

ทดสอบความเบี่ยงเบนจาก Hardy-Weinberg Equilibrium ของแต่ละประชากรด้วยวิธี Markov chain method โดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป Genepop (Raymond and Rousett, 1995)

คำนวณค่า F_{st} ของยีนแต่ละโลกัสในทุกประชากร แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (F_{st} exact test) ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่า F_{st} รวมด้วย Fisher's method โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Genepop (Raymond and Rousett, 1995)

วิเคราะห์ความแตกต่างของความถี่ของยีนระหว่างประชากร ด้วยวิธี Markov chain method (dememorization=1000; batch no.= 50; iteration per batch= 1000) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเดียวกัน

ค่า genetic distance คำนวณโดยใช้ข้อมูลจากประชากรที่มีจำนวนตัวอย่างเกิน 20 ตัวต่อประชากร เป็นจำนวน 22 ประชากร สร้างผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประชากรด้วยวิธี unweighted-pair-group method (UPGMA) การคำนวณทั้งหมดใช้โปรแกรม BIOSYS Release 1.7 (Sworfford and Selander, 1989)

ตารางที่ 1. List of populations of *Clarias macrocephalus*, abbreviation, sample size and sampling sites (A population was named according to the province where it was collected.)

Population	Abrev.	Sample size	Sampling site
1. Chiangrai	N1	55	Nong Luang Swamp, Ampur Wiang Chai
2. Phayao	N2	11	Natural pond, Ampur Muang
3. Chiangmai	N3	50	Fish market, Ampur Muang
4. Prae	N4	15	Fish market, Ampur Muang
5. Utharadit	N5	32	Fish market, Ampur Muang
6. Sukothai	N6/1	23	Fish market, Ampur Muang
7. Sukothai-Kirimas	N6/2	40	fish market, Ampur Kirimas
8. Pisanulok-Prompiram	N7/1	40	fish market, Ampur Prompiram
9. Pisanulok-Bangrakam	N7/2	34	fish market, Ampur Bangrakam
10. Pisanulok-Watboad	N7/3	50	fish market, Ampur Watboad
11. Kampangpet	N8	35	fish market, Ampur Muang
12. Nakornsawan	C1	40	fish market, Ampur Muang
13. Uthaithani	C2	38	fish market, Ampur Huaycod
14. Nakornnayok	C3	66	natural pond, Ampur Muang
15. Nakornpanom	NE1	16	natural pond, Ampur Muang
16. Sakolnakorn	NE2	41	fish market, Ampur Pangkoan
17. Srisaket	NE3	52	natural pond, Ampur Muang
18. Chantaburi	E1	39	natural pond, Ampur Muang
19. Choomporn	S1	51	fish market, Ampur Muang
20. Surattani	S2	41	fish market, Ampur Bannaderm
21. Nakornsrithammarat	S3	54	natural pond, Ampur Cha-uad
22. Trang	S4	9	natural pond, Ampur Muang
23. Pattalung	S5	58	natural pond, Ampur Pak-Payoon
24. Satoon	S6	61	natural pond, Ampur Muang
25. Narathiwas	S7	61	natural pond, Ampur Ruso
26. Dept. of Aquaculture	AQ	41	hatchery, Bangkok

ตารางที่ 2. Names of enzyme/protein systems included in this study. The E.C. number, tissues and buffer used and resolving loci are shown. (M=muscle, L=liver)

Enzyme/protein	E.C. number	Tissues	Buffer	Loci
Aspartate aminotransferase	E.C.2.6.1.1	L	CAPM pH6.0	*sAAT**
Alcohol dehydrogenase	E.C.1.1.1.1	L	CAPM pH6.0	*ADH**
Glucose-6-phosphate isomerase	E.C.5.3.1.9	E	TC pH8.0	*GPI-1**
				*GPI-2**
α-glycerophosphate dehydrogenase	E.C.1.1.1.8	M	TC pH8.0	*GPD**
Isocitrate dehydrogenase	E.C.1.1.1.42	E	TC pH8.0	*IDHP-1**
				*IDHP-2**
Lactate dehydrogenase	E.C.1.1.1.27	E	TC pH8.0	*LDH-1**
				*LDH-2**
Malic enzyme	E.C.1.1.1.40	M	TC pH8.0	*MEP**
Malate dehydrogenase	E.C.1.1.1.37	M	TC pH8.0	*sMDH-1**
				*sMDH-2**
Mannose-6-phosphate isomerase	E.C.5.3.1.8	L	TC pH8.0	*MPI**
6-phosphogluconate dehydrogenase	E.C.1.1.1.44	M	TC pH8.0	*PGDH**
Phosphoglucomutase	E.C.5.4.2.2	L	TC pH8.0	*PGM**
Sorbitol dehydrogenase	E.C.1.1.1.14	L	CAPM pH6.0	*IDDH-1**
General protein	-	M	CAPM pH6.0	*PROT-1**
				*PROT-2**

ผลการวิจัย

จำนวนตัวอย่างของปลาแต่ละประชากรต่อ 1 เอนไซม์ มีค่าตั้งแต่ 9 ตัว (ในประชากรจาก จ.ตรัง) จนถึง 64.1±0.9 ตัว ในประชากรจาก จ. นครนายก

จากจำนวนยีนที่ศึกษาทั้งสิ้น 18 ตำแหน่ง พบ polymorphic loci (P_{95}) 8 ตำแหน่งได้แก่ *ADH**, *GPD**, *GPI-1**, *MEP**, *sMDH-1**, *MPI**, *PGDH** และ *PGM** และพบยีนที่มี variant allele (มีจำนวน allele มากกว่า 1 allele แต่มีความถี่ของยีนเกิน 0.95) 4 ตำแหน่ง คือ *sAAT**, *GPI-2**, *sMDH-2** และ *LDH-1** ส่วนอีก 6 ตำแหน่ง เป็นยีนที่ไม่มี

ความหลากหลาย (monomorphic loci) ได้แก่ *IDHP-1*, 2*, LDH-2* ,IDDH-1** และ *PROT-1*, 2** ความถี่ของยีน (ยกเว้น monomorphic loci) แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3. Allele frequency of 8 polymorphic loci and 4 loci with variant alleles in 26 poplations of *Clarias macrocephalus* in Thailand

Locus	Population																									
	N1	N2	N3	N4	N5	N6/1	N6/2	N7/1	N7/2	N7/3	N8	C1	C2	C3	NE1	NE2	NE3	E1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	AQ
*sAAT**																										
(N)	55	11	50	15	32	23	40	40	33	49	35	66	38	40	16	40	49	37	51	41	53	9	57	61	61	41
-100	1.000	1.000	.980	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.985	1.000	1.000	1.000	.987	1.000	.938	1.000	1.000	.986	1.000	1.000	.981	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
-80	.000	.000	.020	.000	.000	.000	.000	.000	.015	.000	.000	.000	.013	.000	.063	.000	.000	.014	.000	.000	.019	.000	.000	.000	.000	.000
*ADH**																										
(N)	55	11	50	15	32	23	40	40	34	49	35	66	37	40	16	40	49	37	51	41	53	9	57	61	61	41
-100	1.000	1.000	.980	1.000	1.000	1.000	.988	.975	1.000	.969	1.000	.985	.919	1.000	.969	1.000	1.000	.959	1.000	.915	.849	.778	.842	.943	.967	1.000
-15	.000	.000	.020	.000	.000	.000	.013	.025	.000	.031	.000	.015	.081	.000	.031	.000	.000	.041	.000	.085	.151	.222	.158	.057	.033	.000
*GPD**																										
(N)	55	11	40	15	31	21	40	40	34	49	35	60	38	38	16	40	49	29	51	41	52	9	57	56	57	40
100	.700	.682	.837	.933	.839	.881	.962	.675	.735	.673	.571	.950	.908	.671	.906	.950	.980	1.000	.990	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.950
40	.300	.318	.162	.067	.161	.119	.038	.325	.265	.327	.429	.050	.092	.329	.094	.050	.020	.000	.010	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.050
*GPI-1**																										
(N)	55	11	50	15	32	22	40	40	34	49	35	66	38	40	16	40	49	37	51	41	53	9	57	61	61	41
140	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.015	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.012
100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.988	.985	1.000	1.000	.970	.895	1.000	1.000	1.000	1.000	.973	1.000	.976	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.841
60	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.015	.000	.000	.008	.026	.000	.000	.000	.000	.027	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.012
-27	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.013	.000	.000	.000	.008	.079	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.024	.000	.000	.000	.000	.000	.134
*GPI-2**																										
(N)	55	11	50	15	32	23	40	40	34	49	35	65	38	40	16	40	49	37	51	41	53	9	57	61	61	41
115	.000	.000	.000	.000	.016	.000	.025	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.049
100	1.000	1.000	.980	1.000	.984	1.000	.975	.988	.985	1.000	.986	.969	.987	.950	1.000	.988	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.991	.984	1.000	.927
80	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.015	.000	.013	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.016	.000	.012
60	.000	.000	.020	.000	.000	.000	.000	.013	.015	.000	.014	.000	.013	.038	.000	.000	.013	.000	.000	.000	.000	.000	.009	.000	.000	.012
*LDH-1**																										
(N)	55	11	50	15	32	23	40	40	34	49	35	66	38	40	16	40	49	37	51	41	53	9	57	61	61	41
100	1.000	1.000	1.000	.967	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.986	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.988
30	.000	.000	.000	.033	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.014	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.012
*MEP**																										
(N)	41	11	50	13	28	23	40	33	34	49	25	56	38	40	16	37	49	37	51	41	53	9	46	61	61	24
110	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.225	.015	.000	.000	.000	.000	.158	.000	.000	.000	.000	.027	.000	.012	.000	.000	.000	.025	.000	.000
100	.988	1.000	1.000	1.000	.982	1.000	.712	.924	.985	1.000	1.000	.982	.763	1.000	.719	1.000	1.000	.973	1.000	.988	1.000	1.000	1.000	.975	1.000	1.000
80	.012	.000	.000	.000	.018	.000	.063	.061	.015	.000	.000	.018	.079	.000	.281	.000	.000	000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
*sMDH-1**																										
(N)	55	11	50	15	32	23	40	40	34	49	35	66	38	40	16	40	49	37	51	41	53	9	57	61	58	41
100	.809	.500	.360	.867	.453	.413	.412	.463	.426	.265	.529	.591	.671	.363	.813	.475	.429	.878	.559	.768	.943	.944	.982	.877	1.000	.720
50	.191	.500	.640	.133	.547	.587	.587	.538	.574	.735	.471	.409	.329	.637	.188	.525	.571	.122	.441	.232	.057	.056	.018	.123	.000	.280
*sMDH-2**																										
(N)	55	11	50	15	32	23	40	40	34	49	35	66	38	40	16	40	49	37	51	41	53	9	57	61	58	41
110	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.957	.988	.988	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
100	.000	.000	.000	.000	.000	.043	.013	.013	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
*MPI**																										
(N)	55	11	49	15	32	23	40	40	34	49	35	66	38	40	16	40	48	37	51	41	53	9	57	61	61	41
135	.000	.000	.020	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.021	.027	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
110	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.015	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.297	.000	.000	.000	.000	.000	.025	.000	.000
100	.982	1.000	.980	1.000	1.000	1.000	988	1.000	.985	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.979	.676	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.975	1.000	1.000
88	.018	.000	.000	.000	.000	.000	.013	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
*PGDH**																										
(N)	55	11	47	12	24	17	30	25	20	49	19	59	36	31	16	26	49	34	51	41	48	9	57	51	44	27
110	.000	.000	.000	.083	.000	.000	.017	.360	.050	.000	.132	.000	.000	.065	.000	.115	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
100	1.000	.955	.989	.917	.875	1.000	.983	.600	.900	1.000	.868	1.000	1.000	.887	1.000	.885	.959	1.000	.941	.854	.938	1.000	.965	.941	.966	.944
88	.000	.045	.011	.000	.125	.000	.000	.040	.050	.000	.000	.000	.000	.048	.000	.000	.041	.000	.059	.146	.063	.000	.035	.059	.034	.056
*PGM**																										
(N)	55	11	50	15	32	23	38	40	34	39	35	55	38	40	16	40	49	37	51	41	43	9	40	61	61	41
100	1.000	.909	.860	.367	.875	.652	.763	.850	.853	.782	.829	.955	.895	.950	1.000	.975	1.000	.986	1.000	.890	1.000	.889	1.000	1.000	1.000	.951
70	.000	.091	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.037	.000	.111	.000	.000	.000	.000
50	.000	.000	.140	.633	.125	.348	.237	.150	.147	.218	.171	.045	.105	.050	.000	.025	.000	.014	.000	.073	.000	.000	.000	.000	.000	.049

Note: Name of a population is shown in Table 1

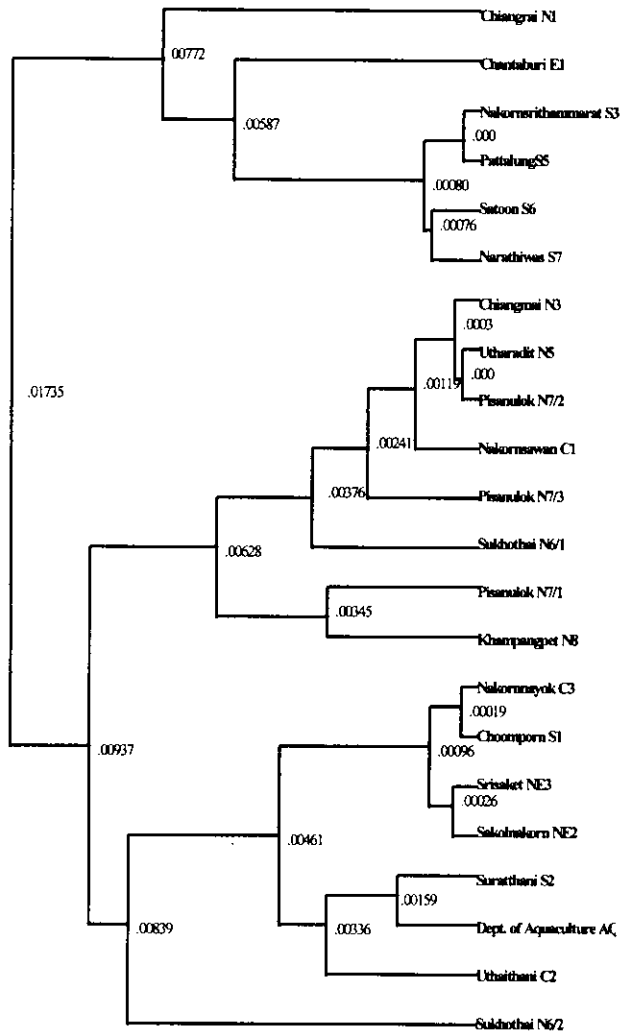
ความหลากหลายภายในประชากร

ค่าแสดงความหลากหลายภายในประชากร ได้แก่ จำนวนอัลลิลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง (average number of alleles per locus), เปอร์เซ็นต์ polymorphic loci, ค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีจากการแจงนับ (observed heterozygosity) และค่าทางทฤษฎี (expected heterozygosity) แสดงไว้ในตารางที่ 4

จำนวนอัลลิลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง มีค่าตั้งแต่ 1.2-1.7 โดยมีค่าไม่แตกต่างอย่างชัดเจนในแต่ละภาค แต่มีแนวโน้มจะมีค่าสูง ในประชากรจากภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน และมีค่าต่ำในประชากรจากภาคใต้

เปอร์เซ็นต์ polymorphic loci มีค่าระหว่าง 0-27.8% โดยมีแนวโน้มเช่นเดียวกับจำนวนอัลลิลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง ค่า observed heterozygosity มีค่าระหว่าง .006 (±.004) ถึง .075 (±.028) โดยมีแนวโน้มมีค่าสูงมากใน

ประชากรจากจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง (อุตรดิตถ์, กำแพงเพชร, สุโขทัย และพิษณุโลก) โดยมีค่าระหว่าง .061-.075 ประชากรจากภาคเหนือตอนบนยกเว้นเชียงรายและแพร่ และภาคกลางตอนบน (นครสวรรค์, อุทัยธานี และนครนายก) มีค่า heterozygosity ในระดับปานกลาง (.041-.056) heterozygosity มีค่าต่ำในประชากรจากภาคอีสาน ภาคใต้ และภาคตะวันออก (.025-.045; 006-.035 และ .018 ตามลำดับ โดยไม่รวมประชากรจาก จ. ตรัง ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างเพียง 9 ตัว) ประชากรจากโรงเพาะฟัก ซึ่งในที่นี้คือ AQ มีค่า heterozygosity สูงอย่างน่าประหลาดใจ (.06)



ภาพที่ 2. A UPGMA dendrogram derived from Nei's genetic distance for 22 populations of Clarias macrocephalus, based on 18 isozyme loci (Abbreviations as in Table 1)

ค่า expected heterozygosity ของประชากรส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่า observed ทำให้แสดงค่า F_{is} เป็นค่าบวก จาก exact test แสดงว่าประชากรส่วนใหญ่ไม่อยู่ในสมดุลย์ของ Hardy-Weinberg โดยเบี่ยงเบนไปในทิศทางที่มี homozygote มากกว่าค่าทางทฤษฎี (homozygote excess) (ตารางที่ 4) มีเพียง 9 ประชากรเท่านั้นที่อยู่ในสมดุลย์ ได้แก่ สุโขทัย (N6/1), กำแพงเพชร (N8), นครพนม (NE1), ชุมพร (S1), นครศรีธรรมราช (S3), ตรัง (S4), พัทลุง (S5), นราธิวาส (S7) และประชากรภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (AQ)

ความหลากหลายระหว่างประชากร

การทดสอบความแตกต่างของยีนระหว่างประชากร แสดงว่าประชากรทุกคู่แตกต่างกันที่ยีนอย่างน้อย 1 ตำแหน่ง ยกเว้น ประชากรนครศรีธรรมราช (S3) และพัทลุง (S5) ไม่มียีนตำแหน่งใดแตกต่างกัน เช่นเดียวกับประชากรจากอุตรดิตถ์ (N5) และพิษณุโลก-บางระกำ (N7/2)

genetic distance (ตารางที่ 5) มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0 ซึ่งเป็นค่าระหว่างประชากรจากนครศรีธรรมราช (S3) และพัทลุง (S5) และระหว่างประชากรจากอุตรดิตถ์ (N5) และพิษณุโลก-บางระกำ (N7/2) genetic distance มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ .04 ซึ่งเป็นค่าระหว่างประชากรจากพิษณุโลก-พรหมพิราม (N7/1) และพัทลุง (S5)

จาก UPGMA dendrogram (ภาพที่ 2) แสดงว่าประชากรปลาดุกอุยที่ทำการศึกษาแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ซึ่งแตกต่างกันด้วยค่า genetic distance .01735 กลุ่มแรก ประกอบด้วยประชากรจากภาคใต้ส่วนใหญ่ ได้แก่ นครศรีธรรมราช (S3), พัทลุง (S5), สตูล (S6) และนราธิวาส (S7) ซึ่งประชากรเหล่านี้มีความสัมพันธ์ระหว่างกันค่อนข้างใกล้ชิด โดยนครศรีธรรมราชใกล้ชิดกับพัทลุงมาก (D=.000) ส่วนสตูลใกล้ชิดกับนราธิวาส (D=.00076) ทั้ง 2 คู่ของประชากรนี้แตกต่างกันด้วย ค่า genetic distance .0008 นอกจากนั้นแล้วในกลุ่มนี้ยังรวมประชากรจาก จันทบุรี ซึ่งแยก

จากกลุ่มของ 4 ประชากรแรก ด้วยค่า genetic distance .00587 ประชากรสุดท้ายในกลุ่มนี้ คือ ประชากรจาก จ. เชียงราย ซึ่งแยกจากประชากรอื่นด้วย genetic distance .00772

ตารางที่ 4. Measures of genetic variability (no. allele per locus, percentage of loci polymorphic, mean heterozygosity-observed and expected), fixation index(F_{is}), Hardy-Weinberg exact test P value* and mean sample size per locus (S.E. in parentheses) at 18 loci in 25 populations of *Clarias macrocephalus* in Thailand

Population	mean sample size per locus	mean no. allele per locus	percentage of loci polymorphic	mean heterozygosity		F_{is}	P
				observed	expected		
1. Chiangrai(N1)	54.2(.8)	1.2(.1)	11.1	.036(.024)	.044(.028)	.182	.001
2. Phayao(N2)	11.0(.0)	1.2(.1)	16.7	.056(.030)	.069(.038)	.188	.003
3. Chiangmai(N3)	49.1(.6)	1.4(.1)	16.7	.050(.028)	.065(.030)	.230	.000
4. Prae(N4)	14.6(.2)	1.3(.1)	22.2	.030(.026)	.060(.030)	.500	.000
5. Utharadit(N5)	29.7(1.1)	1.3(.1)	22.2	.051(.027)	.072(.033)	.292	.001
6. Sukhothai (N6/1)	21.2(.9)	1.2(.1)	16.7	.063(.035)	.070(.037)	.100	.048
7. Sukothai-Kirimas (N6/2)	39.3(.6)	1.6(.1)	16.7	.061(.032)	.085(.038)	.282	.000
8. Pisanulok-Prompiram(N7/1)	38.8(.9)	1.6(.2)	27.8	.075(.028)	.111(.044)	.324	.000
9.Pisanulok-Bangrakam (N7/2)	31.9(1.1)	1.6(.1)	22.2	.072(.035)	.082(.035)	.122	.004
10.Pisanulok-Watboad (N7/3)	48.4(.6)	1.2(.1)	16.7	.060(.032)	.069(.036)	.130	.000
11. Khampangpet (N8)	32.3(1.2)	1.3(.1)	22.2	.068(.037)	.088(.041)	.227	.018
12. Nakornsawan(C1)	38.3(.8)	1.4(.2)	27.8	.053(.030)	.073(.035)	.274	.000
13. Uthaithani(C2)	37.8(.1)	1.6(.2)	33.3	.047(.021)	.089(.033)	.472	.000
14. Nakoinnayok (C3)	64.1(.9)	1.6(.2)	11.1	.041(.025)	.048(.027)	.145	.000
15. Nakornphanom (NE1)	16.0(.0)	1.3(.1)	22.2	.045(.023)	.061(.029)	.262	.112
16. Sakolnakorn (NE2)	39.1(.8)	1.3(.1)	16.7	.029(.025)	.049(.030)	.408	.000
17. Srisaket (NE3)	48.9(.1)	1.2(.1)	5.6	.025(.020)	.036(.027)	.305	.000
18. Chantaburi (E1)	36.4(.5)	1.4(.1)	11.1	.018(.011)	.051(.027)	.647	.000
19. Choomporn (S1)	51.0(.0)	1.2(.1)	11.1	.035(.029)	.035(.028)	.000	.100
20. Suratthani (S2)	41.0(.0)	1.4(.1)	22.2	.035(.015)	.058(.026)	.396	.002
21. Nakornsrithammarat (S3)	51.4(.8)	1.2(.1)	16.7	.030(.017)	.029(.016)	.034	.510
22. Trang (S4)	9.0(.0)	1.2(.1)	16.7	.043(.027)	.038(.023)	.131	1
23. Pattalung (S5)	54.4(1.1)	1.2(.1)	5.6	.022(.016)	.022(.015)	.000	.800
24. Satoon (S6)	60.2(.6)	1.3(.1)	16.7	.030(.016)	.032(.014)	.062	.001
25. Narathiwas (S7)	59.2(1.0)	1.1(.1)	0.0	.006(.004)	.007(.005)	.143	.047
26. Dept. of Aquaculture (AQ)	37.2(1.7)	1.7(.2)	27.8	.060(.026)	.065(.027)	.077	.020
	$\bar{X}$**	1.288	17.120	.046	.0577	.233	

*Markov chain method (dememorization = 100, batches=26, iterations per batch=1000)
**population 26 is not included.

ตารางที่ 5. Matrix of genetic distance coefficients (Nei, 1978) of 22 populations of *Clarias macrocephalus* in Thailand

population	N1	N3	C3	N7/1	E1	NE3	S1	S2	S3	S5	S6	S7	N5	N7/2	N7/3	N8	NE1	N6/1	N6/2	C2	NE2	AQ
Chiangrai N1	****																					
Chiangmai N3	.012	****																				
Nakornnayok C3	.002	.004	****																			
Pisanulok-Prompiram N7/1	.018	.002	.009	****																		
Chantaburi E1	.004	.017	.006	.029	****																	
Srisaket NE3	.010	.003	.003	.010	.011	****																
Choomporn S1	.007	.004	.002	.012	.007	.002	****															
surattani S2	.006	.008	.003	.017	.003	.005	.002	****														
Nakornsrithammarat S3	.005	.012	.005	.024	.002	.008	.004	.001	****													
Pattalung S5	.009	.026	.012	.039	.003	.018	.011	.007	.003	****												
Satoon S6	.005	.016	.006	.028	.001	.011	.006	.002	.001	.002	****											
Narathiwas S7	.006	.022	.009	.035	.000	.015	.010	.005	.003	.003	.001	****										
Utharadit N5	.006	.000	.001	.002	.013	.003	.003	.006	.010	.021	.013	.018	****									
Pisanulok-Bangrakam N7/2	.010	.001	.004	.001	.019	.007	.006	.010	.014	.026	.017	.024	.001	****								
Pisanulok-Watboad N7/3	.031	.014	.022	.014	.036	.026	.022	.022	.028	.043	.029	.040	.017	.012	****							
Kampangpet N8	.006	.004	.003	.004	.017	.010	.008	.010	.014	.023	.016	.020	.001	.001	.016	****						
Nakornpanom NE1	.016	.002	.008	.004	.023	.008	.007	.012	.017	.030	.019	.028	.004	.002	.008	.005	****					
Sukothai N6/1	.018	.003	.009	.005	.021	.009	.007	.011	.016	.027	.018	.026	.005	.003	.015	.008	.006	****				
Sukothai-Kirimas N6/2	.022	.004	.012	.006	.024	.012	.011	.012	.019	.032	.021	.029	.007	.005	.007	.010	.005	.001	****			
Uthaithani C2	.009	.009	.006	.015	.009	.011	.006	.005	.008	.014	.007	.011	.008	.008	.014	.008	.008	.010	.008	****		
Sakolnakorn NE2	.010	.001	.003	.007	.013	.003	.001	.005	.008	.018	.010	.016	.002	.003	.012	.006	.001	.005	.006	.005	****	
Dept. of Aquaculture AQ	.004	.009	.002	.018	.002	.004	.002	.001	.002	.006	.003	.004	.006	.011	.030	.010	.014	.012	.016	.006	.008	****

ประชากรกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย 2 ประชากรย่อย กลุ่มย่อยที่ 1 ประกอบด้วย ประชากรจากภาคเหนือ และภาคกลางตอนบน โดยประชากรที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมต่ำที่สุด คือ ประชากรจาก อุตรดิตถ์ (N5) และพิษณุโลก-บางระกำ (N7/2) โดยมีค่า genetic distance .000 ถัดมา คือ ประชากรจากเชียงใหม่ (C2) ซึ่งแตกต่างทางพันธุกรรมจากประชากรคู่แรก ด้วย genetic distance .0003 ประชากรจากนครสวรรค์ (C1) ต่างจาก 3 ประชากรแรก ด้วย genetic distance .00119 ประชากรจากพิษณุโลก-วัดโบสถ์ (N7/3) แยกจาก 4 ประชากรแรก ด้วย genetic distance .00241 ถัดมา ได้แก่ ประชากรจาก จ. สุโขทัย (N 6/1) ต่างจาก 5 ประชากรแรก ด้วย genetic distance

.00376 ส่วนประชากรจากพิษณุโลก-พรหมพิราม (N7/1) มีความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมกับประชากรจากกำแพงเพชร (N8) มากกว่าประชากรอื่น ๆ โดยมี genetic distance .00345 และประชากรคู่นี้ต่างจากกลุ่ม 6 ประชากรแรก ด้วย genetic distance .00628

ประชากรกลุ่มย่อยที่ 2 ประกอบด้วย ประชากรหลายภูมิภาครวมกัน โดยในกลุ่มนี้ประชากรจาก จ. นครนายก มีความแตกต่างทางพันธุกรรมกับประชากรจาก จ.ชุมพร น้อยที่สุด (D=.00019) ประชากรจาก จ. ศรีสะเกษ คล้ายคลึงกับ จ. สกลนคร (D=.00026) ประชากรทั้ง 2 คู่นี้แตกต่างกันด้วยค่า genetic distance .00096 ประชากรจาก จ. สุราษฎร์ธานี (S2) มีความคล้ายคลึงกับประชากรจากภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (AQ) มากที่สุด (D=.00159) และประชากรจาก จ. อุทัยธานี ต่างจากกลุ่มประชากร S2 และ AQ ด้วย genetic distance .00336 กลุ่มของประชากรทั้งสามนี้ แตกต่างจากกลุ่มของสี่ประชากรแรก ด้วยค่า genetic distance 0.00461 ในกลุ่มย่อยที่ 2 นี้ ประชากรที่มีความแตกต่างจากประชากรอื่น ๆ มากที่สุด คือ ประชากรจาก จ.สุโขทัย-ศรีรมาศ (N6/2) (D=.00839) ประชากรกลุ่มย่อยที่ 1 และ 2 แตกต่างกันที่ค่า genetic distance .00937

F-statistics

ค่า F_{is} เฉลี่ยทุก loci มีค่า .233 F_{it} เฉลี่ยมีค่า .355

ค่า F_{st} ของยีนแต่ละ locus ในทุกประชากรแสดงไว้ในตารางที่ 6 ยีนทุกตำแหน่ง (ยกเว้นตำแหน่งที่อยู่ในสภาพ monomorphic) มีค่า F_{st} ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ายีนเหล่านั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างประชากร F_{st} รวมมีค่า 0.1628 และมีความสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าประชากรปลาดุกอุยในประเทศไทย แบ่งออกเป็นประชากรย่อยที่มีความแตกต่างอย่างชัดเจน

ตารางที่ 6. F_{st} value of polymorphic loci and loci with variant alleles in 22 populations of C. *macrocephalus* in Thailand (P-values of F_{st} exact test are included.)

Locus	F_{st}	F_{st} exact test	S.E.
*sAAT**	+0.00326	0.12964	0.00860
*ADH**	+0.05954	0.00000	0.00000
*GPD**	+0.17664	0.00000	0.00000
*GPI-1**	+0.06722	0.00000	0.00000
*GPI-2**	+0.00800	0.00650	0.00289
*LDH-1**	+0.00179	0.16118	0.01037
*MEP**	+0.13146	0.00000	0.00000
*MDH-1**	+0.22699	0.00000	0.00000
*MDH-2**	+0.01653	0.00546	0.00202
*MPI**	+0.19203	0.00000	0.00000
*PGDH**	+0.09518	0.00000	0.00000
*PGM**	+0.10118	0.00000	0.00000
All	+0.16280		

Tests combination (Fisher's method): CHI2: infinity, Df: 24, Prob.: Highly signif

บทวิจารณ์

ค่าความหลากหลายภายในประชากรของประชากรปลาดุกอุยที่ศึกษาครั้งนี้ มีค่าจำนวนอัลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่งและค่าเปอร์เซ็นต์ polymorphic loci ใกล้เคียงกับที่เคยรายงานไว้โดย Na-Nakorn *et al.* (1998) ซึ่งมีค่า 1.27 และ 18.42% ตามลำดับ แต่ค่า observed heterozygosity เฉลี่ย (.046) ค่อนข้างต่ำกว่ารายงานของ Na-Nakorn *et al.* (1998) ดังกล่าว (H_o= .061) โดยอาจมีสาเหตุจากการที่ไม่ได้ศึกษาเอนไซม์ที่มีระดับความหลากหลายสูง คือ EST (Esterase) และ SOD (Sorbitol dehydrogenase) ประกอบกับการศึกษาครั้งนี้ทำในประชากรจำนวนมากถึง 25 ประชากร ค่าที่ได้จึงควรจะถูกต้องมากกว่า ค่าเฉลี่ยนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย heterozygosity ของปลากระดูกแข็งทั่วไป ซึ่งมีค่า .05 (Nevo, 1978; Powell, 1975; Fujio and Kato, 1979; Avise and Aquadro, 1982) ค่า heterozygosity มีแนวโน้มแตกต่างกันตามท้องที่ แสดงถึง effective population size ที่แตกต่างกัน ประชากรจากภาคเหนือตอนล่าง มีค่า heterozygosity สูงสุด แสดงว่ามีขนาดประชากรใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่ว่าจังหวัดเหล่านี้มีแหล่งน้ำธรรมชาติมากมาย ซึ่งยังอยู่ในสภาพสมบูรณ์มีน้ำตลอดปี ส่วนประชากรภาคเหนือตอนบนเฉพาะที่อยู่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา รวมทั้งภาคกลางตอนบน มีขนาดประชากรที่จัดว่าค่อนข้างใหญ่

ประชากรลุ่มน้ำโขงและประชากรจากภาคใต้ทั้งหมด มีค่า heterozygosity ต่ำ ซึ่งโดยทางทฤษฎีแล้ว อาจเกิดจากการที่มีประชากรขนาดเล็ก และ/หรือการเกิดสภาพคอขวด (bottle neck) ทางพันธุกรรม (Hartl and Clark, 1989) หรืออาจเกิดจากมีการปนเปื้อนจากประชากรโรงเพาะฟัก จากสภาพความเป็นจริงที่ว่า ปลาดุกอุยจะขึ้นมาแพร่พันธุ์วางไข่ตามทุ่งนาในฤดูฝน เมื่อถึงฤดูแล้งก็จะลงไปรวมอยู่ในหนองน้ำ ดังนั้น หากหนองน้ำแห้งตามธรรมชาติ หรือถูกวิดจับโดยมนุษย์ จำนวนพ่อแม่ที่จะแพร่พันธุ์ในฤดูต่อไปก็จะเหลือน้อย มีผลให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำลง แม้จำนวนพ่อแม่พันธุ์จะเพิ่มในภายหลัง ค่า heterozygosity ก็จะไม่เพิ่ม สาเหตุนี้จึงน่าจะเป็นสาเหตุหลัก

ส่วนสาเหตุการปนเปื้อนจากประชากรโรงเพาะฟักนั้น มีความเป็นไปได้น้อย เพราะแม้ว่ามีผู้เพาะฟักปลาดุกอุยอยู่บ้าง แต่การเลี้ยงปลาโตมีอยู่ในวงจำกัด การหลุดรอดลงสู่แหล่งน้ำทั่วไปจึงยังมีน้อยจึงไม่น่าส่งผลกระทบกว้างขวางจนทำให้ภาพรวมเปลี่ยนแปลง

สำหรับภาคใต้นั้น เนื่องจากสภาพเป็นคาบสมุทร ที่ยื่นยาวออกไป ประกอบกับพื้นที่เป็นภูเขามากมาย (กองปกครองท้องที่, 2535) ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดการแพร่กระจายของประชากร มีผลลดขนาดของ effective population size (Hartl and Clark,1989) เมื่อประกอบกับสาเหตุอื่น ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วจึงทำให้ค่า heterozygosity ต่ำ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Na-Nakorn *et al.* (1998) ในปลาดุกอุยและ Takata *et al.* (1993) ซึ่งพบแนวโน้มเช่นเดียวกันใน ปลาข้าวสาร (*Oryzias minutillus*)

ประชากรโรงเพาะฟักทั่ว ๆ ไปนั้นมี heterozygosity ต่ำมาก ในปลาดุกอุยมีการศึกษาประชากรจากโรงเพาะฟักแห่งหนึ่งในมาเลเซียและประเทศไทยพบว่า มีค่า heterozygosity เท่ากับ 0 (Daud *et al.*, 1989; Lawonyawut, 1995) ซึ่งเป็นผลมาจากประชากรเริ่มต้นมีจำนวนน้อย (founder effect) และ/หรือใช้พ่อแม่พันธุ์ที่ได้มาจากการจับคู่ผสมพันธุ์จำนวนน้อย (small effective population size) (Hedrick, 1985; Vander Bank *et al.*, 1992; review by Stickney, 1994) ประชากรจากภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้น แม้จะถูกนำมาเพาะพันธุ์ต่อเนื่องกันประมาณ 7 ชั่วอายุแล้ว แต่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง เนื่องจากเป็นประชากรที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างประชากรต่าง ๆ ถึง 6 ประชากร นอกจากนั้นยังมีการจัดการพ่อแม่พันธุ์ที่ดี ลักษณะเช่นเดียวกันนี้มีรายงานในประชากรปลาดุกยักษ์จากโรงเพาะฟักแห่งหนึ่งมีค่า heterozygosity สูงถึง .076 (Teugels *et al.*, 1992)

การที่ประชากรส่วนใหญ่ไม่อยู่ในสมดุลย์ของ Hardy-Weinberg โดยเบี่ยงเบนไปในทิศทางที่มี homozygote มากกว่าค่าทางทฤษฎีมีสาเหตุที่เป็นไปได้หลายประการ เช่น จำนวนตัวอย่างมีน้อย, การรวมกันของประชากรมากกว่า 1 ประชากร, การผสมเลือดชิด ฯลฯ (Hedrick, 1985) ซึ่งในที่นี้คาดว่า สาเหตุใหญ่น่าจะเป็นผลจากจำนวนตัวอย่างน้อย โดยปกติจำนวนตัวอย่างที่ใช้ควรมีไม่ต่ำกว่า 50 ตัว (Shaklee *et al.*, 1990) แต่ในปัจจุบันปลาดุกอุยมีความชุกชุมต่ำลงมาก การจับแต่ละครั้งมักได้ปลาจำนวนน้อย ซึ่งแม้ว่าปลาส่วนมากจะซื้อจากตลาด แต่จะเลือกเฉพาะที่ชาวประมงรายย่อยเป็นผู้จับซึ่งเป็นปลาจากหนองน้ำ หรือท้องนาจากแหล่งเดียวเท่านั้น จึงได้จำนวนตัวอย่างน้อย

จากค่า F_{st} แสดงว่าประชากรปลาดุกอุยในประเทศไทยมีพันธุกรรมแตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นคุณสมบัติของปลาน้ำจืดทั่วไป เนื่องจากอาศัยในแหล่งน้ำที่แยกจากกันด้วยสิ่งกีดขวางทางภูมิศาสตร์ Gyllensten (1985) ได้สรุปจากข้อมูลที่ศึกษาในปลาหลายชนิดว่า ความหลากหลายของยีนในปลาน้ำจืดมีสาเหตุจากความแตกต่างระหว่างประชากร (29.4%) สูงกว่าปลาที่มีการอพยพแบบ anadromous (3.7%) และปลาทะเล (1.6%) ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแสดงโดย UPGMA dendrogram มีความสอดคล้องกับถิ่นที่อยู่ทางภูมิศาสตร์ (geographic location) ในประชากรเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมดที่ทำการศึกษา

จาก UPGMA dendrogram จะเห็นว่าประชากรปลาดุกอุยในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ในระดับ local race (d>.01) (Nei, 1988) โดยกลุ่มแรกประกอบด้วยประชากรภาคใต้ส่วนใหญ่ ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรม สอดคล้องกับถิ่นที่อยู่อาศัยทางสภาพภูมิศาสตร์ ปลาประชากรจาก จ. จันทบุรี ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้เช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าแปลกใจ ส่วนประชากรจากเชียงรายนั้น ไม่น่าจะอยู่ในกลุ่มเดียวกับประชากรจากภาคใต้ โดยสภาพทางภูมิศาสตร์ เชียงรายจัดเป็นพื้นที่ในลุ่มน้ำโขง แต่จากการศึกษาพันธุศาสตร์ประชากรในปลาข้าวสาร (Takata *et al.*, 1993) ปลาดุกอุย (Na-Nakorn *et al.*, 1998) และปลาช่อน (Hara *et al.*, 1998) ได้ผลสอดคล้องกันว่า ประชากรปลา

จาก จ.เชียงราย ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับปลาจากลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งแตกต่างจากประชากรภาคใต้ชัดเจน โดยเฉพาะปลาดุกอุยนั้น ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาของ Na-Nakorn *et al.* (1998) ก็นำมาจากแหล่งเดียวกันกับประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้ คือ นำมาจากหนองหลวง จึงมีความเป็นไปได้ว่าประชากรนี้ อาจเกิดสภาพคอขวดทางพันธุกรรมซึ่งส่งผลให้เกิด genetic drift ข้อสันนิษฐานนี้สอดคล้องกับค่า heterozygosity ซึ่งลดลงค่อนข้างมาก

ในกลุ่มประชากรที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มประชากรย่อย ในระดับเกือบเป็น local race (D=.00937) โดยในกลุ่มแรกมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในภาพรวมสอดคล้องเป็นอย่างดีกับถิ่นที่อยู่ทางภูมิศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดก็พบว่ามีข้อน่าสังเกต คือ ประชากรจากอุตรดิตถ์ ซึ่งมีแม่น้ำน่านไหลผ่าน น่าจะมีความคล้ายคลึงกับประชากรจากแม่น้ำน่านด้วยกัน (พิษณุโลก-วัดโบสถ์ และพิษณุโลก-พรหมพิราม) มากกว่าประชากรจากแม่น้ำยม (พิษณุโลก-บางระกำ) ประชากรจากเชียงใหม่น่าจะมีความแตกต่างทางพันธุกรรมกับประชากรอื่น ๆ มากกว่าที่ปรากฏในผังความสัมพันธ์ ปรากฏการณ์ที่ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมไม่สอดคล้องกับระยะทางทางภูมิศาสตร์ระหว่างประชากรจะพบในประชากรที่ได้รับผลของ genetic drift และมี gene flow ระหว่างประชากรน้อย (Van Treuren, 1991)

ประชากรกลุ่มสุดท้ายประกอบด้วยประชากรจากหลาย ๆ ท้องที่ 8 ประชากร ซึ่งความสัมพันธ์นี้ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยปรากฏการณ์ที่เกิดตามธรรมชาตินอกจากการขนย้ายประชากรปลาข้ามถิ่นโดยมนุษย์ แม้จะไม่มีหลักฐานทางวิชาการแต่จากการสอบถามโรงเพาะฟักที่ผลิตปลาดุกลูกผสมระหว่างปลาดุกอุยกับปลาดุกยักษ์เป็นการค้าพบว่า มีการขนย้ายพ่อแม่พันธุ์ปลาจากจังหวัดทางภาคใต้มาใช้ทางภาคกลาง นอกจากนั้นแล้ว โรงเพาะฟักในภาคอิสานก็ใช้แม่พันธุ์ปลาดุกอุยจากภาคกลางเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการกระทำดังกล่าวส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนทางพันธุกรรมได้ (Hedrick, 1985)

ปลาจากภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีประวัติชัดเจนว่าเกิดจากการผสมประชากรจาก จ. สระบุรี, จ. ศรีสะเกษ, จ. พังงา, จ. ประจวบคีรีขันธ์, จ. สงขลา และ จ. นราธิวาส มีการเพาะพันธุ์ต่อเนื่องมาประมาณ 7 ปี แล้ว จึงเกิดเป็นโครงสร้างประชากรใหม่ ซึ่งอาจไปคล้ายคลึงกับปลาจาก จ. สุราษฎร์ธานี โดยบังเอิญ

บทสรุป

1. ประชากรปลาดุกอุยมีพันธุกรรมแตกต่างกันชัดเจน โดยสามารถแบ่งความแตกต่างถึงระดับ local race ระหว่างปลาจากลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และปลาจากภาคใต้
2. ประชากรปลาดุกอุยในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่ยังคงมีระดับความหลากหลายภายในประชากรสูง แสดงว่ายังมีประชากรขนาดใหญ่กว่าประชากรลุ่มแม่น้ำโขงและภาคใต้ ซึ่งมีความหลากหลายภายในประชากรต่ำ
3. การที่ปลาบางประชากรมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมไม่สอดคล้องกับถิ่นที่อยู่โดยสิ้นเชิง อาจเป็นผลมาจากการขนย้ายประชากรปลาข้ามถิ่น ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนทางพันธุกรรม ดังนั้น จึงควรจะมีการจำกัดการกระทำดังกล่าว โดยการให้ความรู้แก่เกษตรกร
4. ควรวางแผนการอนุรักษ์โดยการอนุรักษ์ในพื้นที่ และดำเนินการพร้อม ๆ กันไปใน 2 local race ใหญ่ ๆ คือ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และภาคใต้
5. งดการปล่อยปลาจากโรงเพาะฟักลงในแหล่งน้ำเปิด โดยเฉพาะในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา และภาคใต้ เพราะประชากรสองกลุ่มนี้ยังมีพันธุกรรมที่มีลักษณะเฉพาะ การปล่อยปลาจากโรงเพาะฟัก หากวางแผนไม่ถูกต้องอาจมีผลให้สูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมได้ ทั้งนี้ หากมีความจำเป็นต้องปล่อยปลาในโรงเพาะฟักลงในแหล่งน้ำดังกล่าวต้องใช้พ่อแม่ปลาธรรมชาติจากท้องถิ่นนั้น ๆ และใช้พ่อแม่พันธุ์จำนวนมาก

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของปลาสกุล *Clarias* และ *Prophagorus* ในประเทศไทย โดยใช้เทคนิค Protein Electrophoresis และ RAPD-PCR ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139030

ขอขอบคุณนักวิชาการจากกรมประมงหลายท่านที่ไม่อาจกล่าวนามได้หมดในความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง ขอขอบคุณ คุณอัธยา อรรถอินทรีย์ ซึ่งช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม และจัดทำตารางภาพประกอบ

เอกสารอ้างอิง

กองปกครองท้องที่. 2535. สารบบแหล่งน้ำธรรมชาติภาคใต้ เล่ม 1. กองปกครองท้องที่ กรมการปกครอง, กรุงเทพฯ. 332 หน้า.

AVISE, J. C. AND C. F. AQUADRO. 1982. A comparative summary of genetic distances in the vertebrate pattern and correlation. Evol. Biol. 15: 151-185.

DAUD, D. K., I. PATIMAH AND A. KIJIMA. 1989. Genetic variability and relationships among four species of freshwater catfish. Malaysian Applied Biology 18: 23-31.

FALCONER, D. S. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. 2nd ed. Longman, london. 340 p.

FUJIO, Y. AND Y. KATO. 1979. Genetic variation in fish populations. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 45: 1169-1178.

GYLLENSTEN, U. 1985. The genetic structure of fish: differences in the intraspecfic distribution of biochemical genetic variation between marine, anadromous and feshwater species. J.Fish Biol. 26: 691-699.

HARA, M., M. SEKINO AND U. NA-NAKORN. 1998. Genetic differentiation of natural populations of the snake-head fish, *Channa striatus* in Thailand. Fisheries Science 64(6): 882-885.

HARTL, D. L. AND A. G. CLARK. 1989. Principles of population genetics. 2nd ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland. pp.22-42.

HEDRICK, P. W. 1985. Genetics of Populations. Jones and Bartlett Publishers, Inc., Boston. pp. 4-10.

LAWONYAWUT, L. 1995. Hybridization and genetic manipulation in *Clarias* catfish. Ph.D. Thesis. University of Stirling, Scotland.

MORIZOT, D.C. AND M.E. SCHMIDT. 1990. Starch gel electrophoresis and histochemical visualization of proteins. pp. 23-80. In WHITMORE, D. H. (ed.), Electrophoretic and isoelectric focusing techniques in fisheries management. CRC Press, Boston.

NA-NAKORN, U., M. HARA, N. TANIGUCHI AND S. SEKI. 1998. Isozyme variation of *Clarias macrocephalus* from four locations in Thailand. Fisheried Science 64: 526-530.

NEI, M. 1973. Analaysis of gene diversity in subdivided populations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 70: 3321-3323.

NEI, M. 1977. F-statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations. Ann. Human Genet. 41: 225-233.

NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics 23: 341-369.

NEI, M. 1988. Genetic distance and molecular phylogeny. pp. 193-224. In RYMAN, N. AND F. UTTER (eds.), Population genetics and fishery management. Washington Sea Grant Program, Seattle.

NEVO, E. 1978. Genetic variation in natural populations: patterns and theory. Theoret. Pop. Biol. 13: 121-171.

NORSE, E. A., K. L. ROSENBAUM, D. S. WILCOVE, B. A. WILCOX, W. H. ROMME, D. W. JOHNSTON AND M. L. STOUT. 1986. Conserving biological diversity in our national forests. Wilderness Society, Washington, DC.

POWELL, J. R. 1975. Isozymes and non Darwinian evolution: a re-evolution. pp.9-12. In Isozymes VI. genetics and evolution. Academic Press, New York.

RAYMOND, M. AND F. ROUSSET. 1995. GENEPOP (ver, 1.2): a population genetics software for exact test and ecumenicism. J. Heredity 86: 246-249.

SHAKLEE, J. B., F. W. ALLENDORF, D. C. MORIZOT AND G. S. WHITT. 1989. Genetic nomenclature for protein coding loci in fish: proposed guidelines. Trans. Am, Fish. Soc. 118: 218-227.

SHAKLEE,J. B., S. R. PHELPS AND J. SALINI. 1990. Analysis of fish stock structure and mixed-stock fisheries by the electrophoretic characterization of allelic isozymes. pp. 173-196. In WHITMORE, D. H. (ed.), Electrophoretic and isoelectric focusing techniques in fishery management. Arlington, Texas.

STICKNEY, R. R. 1994. Use of hatchery fish in enhancement programs. Fisheries 19(5): 6-13.

SWORFFORD, D. I. AND R. B. SELANDER. 1989. BIOSIS-1: a computer program for the analysis of allelic variation in population genetics and biochemical systematics. release 1.7. Illinois Natural History Survey, Illinois. 43 p.

TAKATA, L., M. HOSHINO, W. MAGTOON, N. NADEE AND H. UWA. 1993. Genetic differentiation *of Oryzias minutillus* in Thailand. Japan J. Ichthyol. 39: 319-328.

TEUGELS, G. G., R. GUYOMARD AND M. LEGENDRE. 1992. Enzymatic variation in African Clariid catfishes. J. Fish Biol. 40: 87-96.

VAN DER BANK, F. H., J. P. GROBLER AND H. H. DU PREEZ. 1992. A comparative biochemical genetic study of three populations of domesticated and wild African catfish (*Clarias gariepinus*). Comp. Biochem. Physiol. 101B: 387-390.

VAN TREUREN, R., R. BIJLSMA, W. VAN DELDEN AND N. J. OUBORG. 1991. The significance of genetic erosion in the process of extinction. I. Genetic differentiation in *Salvia pratensis* and *Scabiosa columbaria* in relation to population size. Heredity 66: 181-189.

การศึกษาความแตกต่างระหว่างชนิดของปลาสกุล *CLARIAS* ด้วยวิธีการวิเคราะห์ ISOZYMES

อุทัยรัตน์ ณ นคร[1], พนม สอดศุข[2], ประจิตร วงศ์รัตน์[3] และ สมหมาย เจนกิจการ[3]

[1]ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ อ. คลองหลวง ปทุมธานี 12120

[3]ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

GENETIC DIFFERENTIATION BETWEEN FIVE SPECIES OF CATFISH: ISOZYME VARIATION

U. Na-Nakorn[1], P. Sodsuk[2], P. Wongrat[3] and S. Janekichkan[2]

[1]Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]National Aquaculture Genetics Research Institute, Department of Fisheries, Khlong Luang District, Pathum Thani 12120

[3]Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

A study was conducted on genetic differentiation of 7 populations/species of *Clarias* (*C. batrachus*-Cba, *C. macrocephalus*-Cma, *C. meladerma*-Cme, *C. gariepinus*-Cga and *Clarias* sp-Csp). Isozyme variation of 10 isozymes/protein with 13 resolved loci revealed that genetic variability within species of Cba, Cma and Csp was very low (H_o=0.000, 0.009 and 0.006 respectively) while that of Cme and Cga was high (H_o=0.065 and 0.055 respectively). Sympatric species (Cma and Cba) had an average of 15.38% of loci fixed at different alleles. Allopatric species showed at least 30.76% diagnostic loci (Cma and Cga). Genetic distances between species ranged between 0.346 and 1.181. A UPGMA dendrogram showed that Cba and Cma were the most similar species followed by Cme and Cga respectively. Csp was the most distant species

Key words: *Clarias*, genetic differentiation, catfish, isozyme

บทนำ

ปลาในสกุล *Clarias* กระจายอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ของทวีปเอเชีย และอาฟริกา (Teugels, 1996) หลายชนิดได้ถูกนำมาเลี้ยงจนกลายเป็นปลาสำคัญทางเศรษฐกิจ อาทิ ปลาดุกด้าน ปลาดุกอุย (Na-Nakorn, 1999) และปลาดุกยักษ์ (Proteau *et al.*, 1996)

ในประเทศไทยนั้นมีรายงานว่ามีปลาสกุล *Clarias* อยู่ 5 ชนิด ปลาดุกด้าน, *C. batrachus* Linn.,1758 เป็นชนิดที่เคยพบมากที่สุดมีในทุกภาคของประเทศ ปลาดุกอุย, *C. macrocephalus* Gthr.,1864 เคยพบมาก รองลงมาจากปลาดุกด้าน พบในทุกภาคของประเทศ ปัจจุบันมีการเลี้ยงเพื่อเป็นแม่พันธุ์ในการผลิตบิ๊กอุย ซึ่งเป็นปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงเป็นการค้า ปลาดุกหรือดัก, *C. meladerma* Blkr.,1846 มีรายงานว่าพบที่หนอง บึง ในจังหวัดนครสวรรค์ และพิจิตร และพบในภาคใต้ รวมทั้งในพรุโต๊ะแดง จ.นราธิวาส ปลามด, *C. tyesmanni* Blkr.,1857 Smith (1945) และ Suvatti (1950) รายงานว่า พบที่คลองพง จ. นครศรีธรรมราช ส่วนชนิด *C. leiacanthus* Blkr.,1851 พบในแม่น้ำเจ้าพระยา (Smith, 1945) โดยไม่ระบุว่าเป็นจังหวัดใด

สถานภาพของปลาเหล่านี้นับว่าน่าเป็นห่วง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาดุกด้าน ซึ่งมีจำนวนน้อยลงมากในธรรมชาติ จัดว่าเป็นชนิดที่อยู่ในภาวะถูกคุกคาม (threatened) โดยจัดเป็นพวกมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable) (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540) ในปัจจุบันสถานการณ์ยิ่งเลวร้ายขึ้นเมื่อมีการนำปลาดุกยักษ์ (*C. gariepinus* Burchell, 1822) ซึ่งเป็นปลาพื้นเมืองของทวีปอาฟริกาเข้ามาเลี้ยง และผสมกับปลาดุกอุย ลูกผสมที่ได้ไม่เป็นหมัน และมีการเลี้ยงกันแพร่หลายทั่วประเทศไทย ทำให้เกิดความเป็นห่วงว่าปลาเหล่านี้ซึ่งเล็ดลอดลงไปแพร่พันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติ อาจมีผลให้ปลาดุกพื้นเมืองลดจำนวนลงหรืออาจสูญพันธุ์ในที่สุด นอกจากนั้นมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของพันธุกรรมขึ้นได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างชนิดของปลาดุก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความผันแปรของ isozymes ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่จะช่วยให้สามารถแยกชนิดปลาสกุล *Clarias* ตลอดจน

ตรวจสอบการปนเปื้อนทางพันธุกรรมได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าการใช้ลักษณะภายนอกเพียงอย่างเดียวไม่อาจใช้แยกชนิดปลาในสกุล *Clarias* ได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากลักษณะค่อนข้างคาบเกี่ยวกัน (Garcia-Franco, 1993)

การศึกษาความผันแปรของ isozyme ระหว่างชนิดของปลาสกุล *Clarias* มีรายงานอยู่บ้างในปลาดุกด้าน และปลาดุกอุย ซึ่งค่า genetic distance ระหว่างชนิดเท่ากับ .758 (Daud *et al.*,1989) และในปลาดุกอาฟริกัน 3 ชนิด ได้แก่ *C. anguillaris* Linn., 1758 , *C. ebriensis* Pellegrin, 1920 และ *C. gariepinus* (Teugels *et al.*,1992) ค่า genetic distance ระหว่างปลา 3 ชนิดนี้ มีค่าระหว่าง .30-.75 ซึ่งพบว่าข้อมูลที่ได้สอดคล้องเป็นอย่างดีกับข้อมูล karyotype และลักษณะภายนอก

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของปลาดุกพื้นเมืองของประเทศไทย 4 ชนิด และปลาดุกยักษ์ด้วยวิธีวิเคราะห์ isozyme และสร้างผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างชนิด

วิธีการ

ตัวอย่างและแหล่งที่มา

เก็บตัวอย่างปลาสกุล *Clarias* ชนิดต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ชนิด	จำนวน	แหล่งที่เก็บ	อักษรย่อ
1. ปลาดุกด้าน (*C. batrachus*)	50	จ. นราธิวาส	Cba-N
2. ปลาดุกด้าน	50	จ. เชียงราย	Cba-C
3. ปลาดุกอุย *(C. macrocephalus)*	50	จ. นราธิวาส	Cma-N
4. ปลาดุกอุย	50	จ. เชียงราย	Cma-C
5. ปลาดัก *(C. meladerma)*	30	จ. สระแก้ว	Cme
6. ปลาดุกยักษ์ *(C. gariepinus)*	22	โรงเพาะฟัก จ. ฉะเชิงเทรา	Cga
7. ปลาดุก *(Clarias* sp.*)*	24	จ. นครพนม	Csp

ปลาดุกด้าน, ปลาดุกอุย, ปลาดัก และปลาดุกเก็บจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วนปลาดุกยักษ์เป็นปลาจากโรงเพาะฟัก ลำเลียงปลาขณะมีชีวิต แล้วนำมาแยกชนิดตามแนวทางของ Smith (1945) สำหรับปลาประชากรที่ 7 ยังไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นชนิดใด จากนั้นนำมาเก็บในตู้แช่อุณหภูมิ -40°C ณ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จนกว่าจะทำการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ isozyme

นำเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ, ตับ และตา มาใช้ในการแยกเอนไซม์ ด้วยวิธี electrophoresis โดยใช้กระแสไฟคงที่ 40 mA นาน 4-5 ชั่วโมง จากนั้นนำแผ่นเจลมาตัดตามแนวนอนเป็นชิ้นบาง ๆ นำไปย้อมในปฏิกริยาจำเพาะตามวิธีของ Morizot and Schmidt (1990) โดยทำการศึกษาทั้งสิ้น 9 เอนไซม์ 1 โปรตีน เป็นยีนที่ควบคุม 13 ตำแหน่ง

รายละเอียดของเอนไซม์ที่ศึกษา E.C. number เนื้อเยื่อ และบัฟเฟอร์ที่ใช้ ตลอดจนยีนที่ควบคุม แสดงไว้ในตารางที่ 1 จากนั้นกำหนดพรีซูมยีโนไทพ์ (presumed genotype) ของยีนที่ควบคุมตามลักษณะของแถบที่ปรากฏตามวิธีของ Shaklee *et al.*(1989) นำข้อมูลยีโนไทพ์ของปลาแต่ละตัวไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้ ได้แก่ ความถี่ของยีน (gene frequency), จำนวนอัลลีลเฉลี่ยต่อ locus (mean number of alleles per locus), เปอร์เซ็นต์ยีนในสภาพที่มีความหลากหลาย (percentage of loci polymorphic), ค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีจากการสังเกต (observed heterozygosity) และค่าทางทฤษฎี (expected heterozygosity) ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) (Nei, 1973; Nei, 1978) และสร้างผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ค่าต่าง ๆ เหล่านี้ คำนวณโดยใช้โปรแกรม BIOSYS-1 Release 1.7 (Swofford and Selander, 1989) คำนวณค่า F_{is} ของแต่ละประชากร

โดยใช้สูตร $F_{is}=(H_e-H_o)/H_e$ (Nei, 1973; Nei, 1978) คำนวณค่า F-statistics และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่า F_{st} ด้วยวิธี Fisher's method โดยใช้โปรแกรม Genepop (Raymond and Rousset, 1995)

ตารางที่ 1. Name of enzyme/protein systems included in this study. The E.C. number, tissues and buffer used and resolving loci are shown. (M=muscle, L=liver)

Enzyme/protein	E.C. number	Tissues	Buffer	Loci
Aspartate aminotransferase	E.C.2.6.1.1	L	CAPM pH6.0	*sAAT**
Alcohol dehydrogenase	E.C.1.1.1.1	L	CAPM pH6.0	*ADH**
Glucose-6-phosphate isomerase	E.C.5.3.1.9	L	TC pH8.0	*GPI**
α-glycerophosphate dehydrogenase	E.C.1.1.1.8	M	TC pH8.0	*GPD**
Isocitrate dehydrogenase	E.C.1.1.1.42	E	TC pH8.0	*IDHP-1**
Lactate dehydregenase	E.C.1.1.1.27	E	TC pH8.0	*LDH-1**
				*LDH-2**
Malate dehydrogenase	E.C.1.1.1.37	M	TC pH8.0	*sMDH-1**
				*sMDH-2**
Mannose-6-phosphate isomerase	E.C.5.3.1.8	L	TC pH8.0	*MPI**
Phosphoglucomutase	E.C.5.4.2.2	E	TC pH8.0	*PGM**
General protein		M	CAPM pH6.0	*PROT-1**
				*PROT-2**

ผลการวิจัย

จากเอนไซม์/โปรตีนที่ศึกษารวม 10 ชนิด เป็นจำนวนยีนที่ควบคุมทั้งสิ้น 13 ตำแหน่ง และเป็นยีนในสภาวะหลากรูปแบบ (P_{95}) 4 ตำแหน่ง ความถี่ของยีนตำแหน่งต่าง ๆ ของแต่ละประชากร แสดงในตารางที่ 2

ยีนที่แสดงความแตกต่างระหว่างชนิด

จากตารางความถี่ของยีนจะเห็นว่า Csp เป็นชนิดที่แตกต่างจากปลาชนิดอื่น ๆ มาก โดยมียีนที่แสดงความแตกต่างกับปลาชนิดอื่น ๆ (discriminating loci) ถึง 7 loci ได้แก่ *MPI**, *LDH-1**, *LDH-2**, *ADH**, *sMDH-2**, *PROT-2** และ *GPI-2** โดยทุก loci เป็น diagnostic loci คือ fix ที่อัลลีลที่แตกต่างจากปลาชนิดอื่น

เมื่อเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ จะพบว่า Csp และปลาดุกด้าน เป็นชนิดที่มีความแตกต่างกันมากที่สุด คือ มีโลไซที่ fix ที่อัลลีลต่างกันถึง 8 โลไซ คือ *ADH**, *MPI**, *GPD**, *LDH-1**, *2**, *sMDH-1**, *2** และ *PROT-2** นอกจากนี้ยังมีอีก 1 โลไซ ที่มีอัลลีลแตกต่างกันแต่อยู่ในสภาวะหลากรูปแบบคือ *GPI-2**

ปลาดุกอุย และปลาดุกด้าน มียีนที่ fix ที่อัลลีลต่างกันเพียงหนึ่งตำแหน่ง คือ *sMDH-2** ส่วนยีน *GPI-2** และ *GPD** ของปลาทั้งสองชนิดแม้ไม่มีอัลลีลใดเหมือนกันแต่ก็พบว่ายีน *GPI-2** อยู่ในสภาวะหลากรูปแบบในปลาดุกด้านประชากรจังหวัดเชียงราย และยีน *GPD** อยู่ในสภาวะหลากรูปแบบในปลาดุกอุยจากจังหวัดเชียงราย หากเปรียบเทียบระหว่างประชากรปลาดุกอุยกับปลาดุกด้านที่เก็บจากท้องที่เดียวกัน (sympatry) พบว่าปลาจากจังหวัดนราธิวาส มียีนที่ fix ที่อัลลีลต่างกันถึง 3 ตำแหน่ง (23.08% ของยีนที่ศึกษา) ส่วนปลาจากจังหวัดเชียงราย มียีนซึ่ง fix ที่อัลลีลต่างกันเพียง 1 ตำแหน่ง (7.69%ของยีนที่ศึกษา)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดที่มีแหล่งอาศัยต่างกัน Cma และ Cga นั้นมียีนที่ fix ที่อัลลีลต่างกันจำนวนน้อยที่สุดเพียง 4 ตำแหน่งคือ *LDH-1**,*sMDH-1**, *PROT-1** และ *PROT-2** นอกจากนั้นยังมียีน 2 loci ที่แสดงความแตกต่างระหว่างปลา 2 ชนิดนี้แต่มีอัลลีลมากกว่า 1 แบบในปลาชนิดใดชนิดหนึ่งได้แก่ *sMDH-2** และ *GPI-2**

ค่า F-statistics แสดงไว้ในตารางที่ 3 จากค่า F_{st} แสดงว่าปลาทุกชนิดที่ศึกษา มีความแตกต่างของอัลลีลต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้น ยีน *IDHP** และ *sAAT** ค่า F_{st} รวมมีค่า+0.948 และมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงถึงความแตกต่างทางพันธุกรรมที่เด่นชัดระหว่างประชากร/ชนิดที่ศึกษา

ความหลากหลายภายในประชากร

ค่าต่าง ๆ ที่แสดงถึงความหลากหลายภายในประชากร ได้แก่ ค่าเฉลี่ยจำนวนอัลลีลต่อโลกัส, เปอร์เซ็นต์โลไซที่มีความหลากหลาย, ค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีจากการแจงนับ และค่าทางทฤษฎี แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 2. Allele frequency of 13 isozyme loci of 7 populations/species of *Clarias* catfish: Cba = *Clarias batrachus*, Cma = *C. macrocephalus*, Cga = *C. gariepinus*, Cme = *C. meladerma*, Csp = *Clarias* sp.

Allele	CbaN	CbaC	Cme	CmaN	CmaC	Cga	Csp
*MPI**	50	49	28	50	50	21	24
115	.000	000	.000	.000	.000	.000	1.000
110	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	.000
100	1.000	1.000	.000	1.000	1.000	1.000	.000
*sAAT**	50	49	28	50	50	20	24
100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
*IDHP**	50	49	28	50	50	21	24
110	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.021
100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.979
*LDH-1**	50	49	28	50	50	21	24
120[1/]	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.000
100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.000	.000
10	.000	.000	.000	.000	.000	1.000	.000
*LDH-2**	50	49	28	50	50	21	24
110	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.000
100	1.000	1.000	.000	1.000	1.000	1.000	.000
80[2/]	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	.000
*sMDH-1**	50	49	28	50	50	21	24
100	1.000	1.000	.000	1.000	1.000	.000	.000
12	.000	.000	1.000	.000	.000	1.000	1.000
*sMDH-2**	50	49	28	50	50	21	24
130	1.000	1.000	.000	.000	.000	.000	.000
115	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.000
110	.000	.000	.000	.000	.000	.881	.000
100	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	1.000
86	.000	.000	.000	1.000	1.000	.000	.000
30	.000	.000	.000	.000	.000	.119	.000
*PGM**	50	49	28	50	50	21	24
100	1.000	1.000	.607	1.000	1.000	1.000	1.000
35	.000	.000	.393	.000	.000	.000	.000
*ADH**	50	49	26	50	50	21	24
-30	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.000
-45	1.000	1.000	.442	.020	.000	.000	.000
-100[3/]	.000	.000	.558	.980	1.000	1.000	.000
*GPD**	50	49	25	50	50	21	24
166	1.000	1.000	.000.	000	.000	.000	.000
100	.000	.000	1.000	1.000	.720	1.000	1.000
93	.000	.000	.000	.000	.280	.000	.000
*GPI-2**	50	49	28	50	50	21	24
120	.000	.000	.000	1.000	1.000	.000	.000
100	1.000	.918	1.000	.000	.000	.000	.000
85	.000	.082	.000	.000	.000	.286	.000
78	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.000
60	.000	.000	.000	.000	.000	.714	.000
*PROT-1**	50	49	27	50	50	18	24
100	1.000	1.000	.000	1.000	1.000	.000	1.000
90	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	.000
68[4/]	.000	.000	.000	.000	.000	1.000	.000
*PROT-2**	50	49	28	49	49	19	24
100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.000	.000
60	.000	.000	.000	.000	.000	1.000	.000
50	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.000

[1/ 2/ 4/] These alleles were found in populations of Cma not included in this study.

[3/] This allele was found in populations of Cba not included in this study.

ตารางที่ 3. Summary of F-statistics at all loci

locus	F(IS)	F(IT)	F(ST)	Fst exact test(S.E)
*MPI**	-	1.000	1.000	0.00000(0.00000)
*IDPH**	-.021	-.003	.018	0.17232(0.00578)
*LDH-1**	-	1.000	1.000	0.00000(0.00000)
*LDH-2**	-	1.000	1.000	0.00000(0.00000)
*MDH-1**	-	1.000	1.000	0.00000(0.00000)
*MDH-2**	-.135	.956	.962	0.00000(0.00000)
*PGM**	.102	.422	.357	0.00000(0.00000)
*ADH**	.350	.918	.873	0.00000(0.00000)
*GPD**	.405	.926	.875	0.00000(0.00000)
*GPI**	.135	.896	.880	0.00000(0.00000)
*PROT-1**	-	1.000	1.000	0.00000(0.00000)
*PROT-2**	-	1.000	1.000	0.00000(0.00000)
Mean	.199	.952	.940	All = 0.94939

ตารางที่ 4. Genetic variability at 13 loci in 7 populations of 5 species of *Clarias* (standard errors in parentheses)

Population	mean sample size per locus	mean no. of alleles per locus	percentage of loci polymorphic*	mean heterozygosity		F_{is}
				observed	expected**	
1. CbaN	50.0(.0)	1.0(.1)	0	.000(.000)	.000(.000)	0
2. CbaC	49.0(.0)	1.1(.1)	7.7	.000(.000)	.012(.012)	1
3. Cme	27.5(.3)	1.2(.1)	15.4	.060(.041)	.076(.051)	.21
4. CmaN	49.9(.1)	1.1(.1)	0	.000(.000)	.003(.003)	1
5. CmaC	49.9(.1)	1.1(.1)	7.7	.018(.018)	.031(.031)	.42
6. Cga	20.5(.3)	1.2(.1)	15.4	.055(.040)	.049(.035)	-.12
7. Csp	24.0(.0)	1.2(.1)	0	.006(.004)	.006(.004)	0

* A locus is considered polymorphic if the frequency of the most common allele does not exceed .95
** Unbiased estimate (see Nei, 1978)

จำนวนอัลลีลเฉลี่ยต่อโลกัสของทุกประชากร มีค่าระหว่าง 1.0-1.2 ซึ่งจัดว่าค่อนข้างต่ำ เปอร์เซ็นต์โลไซที่มีความหลากหลายมีค่าต่ำสุด ในประชากร CbaN และ CmaN ซึ่งเป็นปลาดุกด้าน และปลาดุกอุยจากจังหวัดนราธิวาส ตามลำดับ เช่นเดียวกับประชากร Csp ซึ่งเป็นปลาดุกที่ยังไม่ทราบชนิด

เปอร์เซ็นต์โลไซที่มีความหลากหลายมีค่าสูงสุด ในปลาดัก (Cme) และปลาดุกยักษ์ (Cga) โดยมีค่าเท่ากันคือ 15.4% รองลงมา คือ ปลาดุกด้าน และปลาดุกอุยจากเชียงราย (CbaC และ CmaC) โดยมีค่าเท่ากันคือ 7.7% ส่วนปลาดุกด้าน และปลาดุกอุยจากนราธิวาส (CbaN, CmaN) มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 0% เช่นเดียวกับปลาดุก (Csp)

ค่า heterozygosity จากการแจงนับของปลาดุกด้านทั้งสองประชากร (CbaC, CbaN) มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งแสดงว่าประชากรทั้งสองไม่มีความหลากหลาย F_{is} มีค่า 0 และ –1 ในประชากร CbaN และ CbaC ตามลำดับ

ในประชากรของปลาดุกอุยทั้ง 2 ประชากร ก็มีค่า heterozygosity (H_o) ต่ำเช่นกัน โดยมีค่า .000 และ .018 ในประชากร CmaN และ CmaC ตามลำดับ ค่า F_{is} มีค่า 1 และ .42 ตามลำดับ ปลาดัก (Cme) มีค่า heterozygosity ค่อนข้างสูง (.060) เมื่อเทียบกับปลาชนิดอื่น ๆ และค่า F_{is} เท่ากับ .21 ปลาอีกชนิดหนึ่งที่มีค่า heterozygosity ค่อนข้างสูง คือปลาดุกยักษ์ ซึ่งมีค่า .055 และมีค่า F_{is} เท่ากับ .12

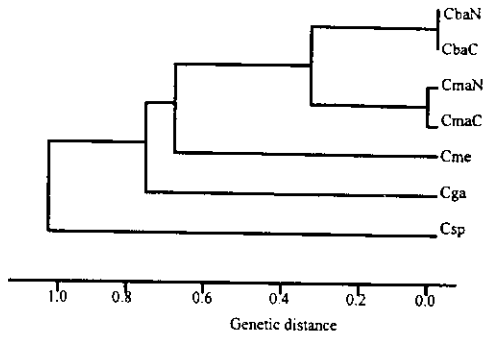
ปลา Csp มีค่า heterozygosity ต่ำมาก (H_o= .006) และค่า F_{is} เท่ากับ 0

ความหลากหลายระหว่างประชากร และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

ค่า genetic distance (Nei, 1978) ระหว่างปลาทั้ง 7 ประชากร/ชนิด แสดงไว้ในตารางที่ 5 ค่า genetic distance ระหว่างประชากรภายในชนิดเดียวกันมีค่าต่ำที่สุด โดยระหว่าง CbaN และ CbaC มีค่า .000 และระหว่าง CmaN และ CmaC มีค่า .006 ส่วนความแตกต่างระหว่างปลาต่างชนิด มีค่าระหว่าง .346-1.181 โดยปลาดุกอุย และปลาดุกด้านมีความแตกต่างทางพันธุกรรมน้อยที่สุด (D=.346-.364) ค่า genetic distance ระหว่างปลาดุกอุย และปลาดุกด้านมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปลาในจังหวัดเดียวกัน (CmaC *vs* CbaC; CmaN *vs* CbaC) หรือระหว่างปลาคนละจังหวัด (CmaC *vs* CbaN, CmaN *vs* CbaC) ค่า genetic distance มีค่าสูงที่สุด ระหว่างปลาดุกด้าน และปลาดุกซึ่งยังไม่ทราบชนิด (D=1.178) ส่วนปลาดุกยักษ์ซึ่งเป็นปลานำเข้ามีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับปลาดุกอุยมากที่สุด (D=.607)

ตารางที่ 5. Matrix of genetic distance coefficients (Nei, 1978) of 7 populations/species of *Clarias* fish in Thailand

Population	CbaN	CbaC	Cme	CmaN	CmaC	Cga	Csp
CbaN	****						
CbaC	.000	****					
Cme	.725	.733	****				
CmaN	.364	.358	.705	****			
CmaC	.352	.346	.737	.006	****		
Cga	.931	.920	.853	.595	.619	****	
Csp	1.181	1.175	.999	.955	.998	.932	****



ภาพที่ 1. UPGMA dendrogram of Nei's unbiased genetic distance in 7 populations/species of *Clarias* fish in Thailand

ผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างปลา 7 ประชากร/ชนิด แสดงไว้ในภาพที่ 1 ผลการศึกษาแสดงว่าปลาต่างประชากรภายในชนิดเดียวกันมีความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพบว่าปลาดุกอุยมีพันธุกรรมคล้ายคลึงกับปลาดุกด้านมากที่สุด ปลาดักมีความแตกต่างทางพันธุกรรมกับกลุ่มปลาดุกอุย-ปลาดุกด้านมาก (D=.725) ปลาดุกยักษ์มีพันธุกรรมที่มีความแตกต่างมากขึ้นเป็นลำดับถัดมา (D=.785) ส่วนปลาดุกซึ่งยังไม่ทราบชนิดแตกต่างจากปลาชนิดอื่น ๆ มากโดยมีค่า D สูงถึง 1.040

บทวิจารณ์

ในการศึกษาครั้งนี้มีปลาเพียง 2 ชนิด ที่เก็บตัวอย่างได้จากแหล่งอาศัยเดียวกัน คือ ปลาดุกอุย และปลาดุกด้าน ซึ่งพบว่ามี diagnostic loci คิดเป็น 23.08% ของจำนวนยีนที่ศึกษาในปลาจากจังหวัดนราธิวาส และ 7.69% ในปลาจากจังหวัดเชียงราย คิดเป็นค่าเฉลี่ย 15.38% ซึ่งมากเพียงพอที่จะแสดงว่าปลาทั้ง 2 ชนิดนี้ต่างกันในระดับชนิดจริง ๆ (Richardson *et al.*, 1986) ปลาทั้ง 2 ชนิดนี้ มีความแตกต่างอย่างชัดเจนทั้งในด้านลักษณะภายนอก (Smith, 1945) และคารีโอไทพ์ โดยปลาดุกอุยมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 54 (24 metacentrics+14 submetacentrics+6 subtelocentrics+10 acrocentrics) ปลาดุกด้านมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 100 (4 metacentrics+8 submetacentrics+ 88 subtelocentrics) (Garcia-Franco, 1993)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดที่รวบรวมจากแหล่งต่างกัน (allopatry) ประชากรที่จะสามารถจัดว่าเป็นปลาต่างชนิดต้องมี diagnostic loci ไม่น้อยกว่า 20% ของจำนวนยีนที่ศึกษา (Richardson *et al.*, 1986) จากเกณฑ์ดังกล่าวแสดงว่า ปลาทุกชนิดที่ศึกษาเป็นปลาต่างชนิดจริง โดยชนิดที่มีจำนวน diagnostic loci น้อยที่สุด คือ ปลาดุกอุย และปลาดุกยักษ์ (30.76%) ปลาดักกับปลาดุกอุย มีเปอร์เซ็นต์ diagnostic loci 46.15%

ผลการศึกษาครั้งนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อการแยกชนิดแล้ว จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการตรวจสอบการผสมข้ามในธรรมชาติ นอกจากนั้นแล้วจะสามารถใช้ประโยชน์ในการติดตามการเกิด introgressive hybridization ซึ่งเป็นประเด็นปัญหาที่อาจเกิดระหว่างปลาดุกยักษ์ และปลาดุกอุย จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ายีนที่ fix ที่อัลลีลต่างกันในปลาดุกอุย และปลาดุกด้านมี 4 loci คือ *LDH-1**, *sMDH-1**, *PROT-1** และ *PROT-2** อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ในประชากรปลาดุกอุยอื่น ๆ พบว่ายีน *sMDH-1** อยู่ในสภาพหลากรูปแบบ Lawonyawut (1995) รายงานว่ายีน *LDH-1** และ *sMDH-2** และยีน *GPI-2** จัดเป็น diagnostic loci ระหว่างปลา 2 ชนิดนี้ แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ในปลาดุกยักษ์พบ *sMDH-2** ในสภาวะหลากรูปแบบเช่นเดียวกับ *GPI-2** อย่างไรก็ตาม ปลาทั้งสองชนิดไม่มีอัลลีลใดของยีนทั้งสองตำแหน่งนี้เหมือนกัน

ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในชนิดมีค่าต่ำมากในปลาดุกอุย (CmaC,CmaN), ปลาดุกด้าน (CbaC, CbaN) และปลาดุก (Csp) เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในปลากระดูกแข็ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ polymorphic loci เท่ากับ 15.2% และค่าเฉลี่ย heterozygosity 0.051 (Nevo, 1978) การสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมอาจมีสาเหตุ

มาจากการที่จำนวนประชากรในวัยเจริญพันธุ์มีน้อย หรืออาจโดยผ่านสภาพคอขวด (bottle neck) ซึ่งหมายถึงการที่จำนวนประชากรลดน้อยลงมากในช่วงอายุใดอายุหนึ่ง จนทำให้สูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมไป (Hartl and Clark, 1989) สภาพคอขวดมีโอกาสเกิดในปลาดุกอุย และปลาดุกด้านได้ง่ายมาก เนื่องจากปลาทั้งสองชนิดนี้อาศัยอยู่ในหนองน้ำ ซึ่งถ้าปีใดมีน้ำน้อย หนองน้ำขนาดเล็กจะถูกวิดจนแห้ง และปลาก็จะถูกจับไปจนเกือบหมด คงเหลือประชากรเป็นส่วนน้อยที่จะสามารถแพร่พันธุ์ได้ต่อไป อย่างไรก็ตาม ในกรณีของปลาดุกอุยนั้น การที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ อาจเป็นลักษณะเฉพาะของประชากร จากรายงานของ Na-Nakorn *et al.*, (1998) ซึ่งศึกษาในปลาดุกอุย 4 ประชากร ปลาดุกอุยมีค่าเปอร์เซ็นต์ polymophic loci ระหว่าง 10.5-26.3% และค่า heterozygosity ระหว่าง .038-.080 โดยรวมข้อมูลจากเอนไซม์บางตัวที่มีระดับความหลากหลายสูง คือ Esterase ไว้ด้วย ส่วนปลาดุกด้าน (Cba) นั้นมีค่า heterozygosity ต่ำกว่าที่ Daud *et al.*(1989) ได้เคยรายงานไว้ในประชากรจากประเทศมาเลเซีย (H_o= .008) ค่า heterozygosity ซึ่งต่ำมากนี้มีสาเหตุมาจากการที่มีจำนวนประชากรเหลือน้อย จนในปัจจุบันถูกจัดให้เป็น threatened species โดยเป็นพวกมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable) (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540)

สำหรับปลาดุก (Csp) พบว่า มีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำมาก ประกอบกับยังไม่มีรายงานการพบปลาชนิดนี้มาก่อน แสดงว่าปลาชนิดนี้มีจำนวนน้อยในธรรมชาติ ข้อมูลที่ได้นี้อาจเป็นข้อบ่งชี้ว่าปลาดุก (Csp) มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ เพราะนอกจากจำนวนที่ลดน้อยลงแล้วการสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมจะเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญพันธุ์ได้ (Van Treuren *et al.*, 1991) จึงจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์โดยเร่งด่วน ปลาดัก (Cme) ซึ่งมีรายงานการพบไม่บ่อยนัก มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง แสดงว่ายังคงมีประชากรขนาดใหญ่ ส่วนปลาดุกยักษ์ (Cga) เป็นประชากรจากโรงเพาะฟักน่าจะมีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ กลับพบว่ามีความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับสูง ซึ่งน่าจะมีสาเหตุจากการผสมข้ามระหว่างปลาต่างประชากร (Teugels *et al.*, 1992) ทั้งนี้ปลาดุกยักษ์ในประเทศไทยนั้น มีการนำเข้ามาหลายครั้งนอกจากจะผ่านทางประเทศลาว (มาจากรัสเซีย และเวียดนาม) แล้วยังมีการนำมาจากประเทศอื่นอีกด้วย ซึ่งปลาเหล่านี้อาจมาจากประชากรดั้งเดิมต่างกัน

อย่างไรก็ตามความหลากหลายภายในประชากรที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อาจมีค่าต่ำกว่าปกติเนื่องจากทำการศึกษาจากยีนเพียง 13 ตำแหน่ง ในประชากร CmaN และ CmaC เมื่อคำนวณค่าความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากรเดียวกันนี้โดยใช้ข้อมูลจากยีนทั้งสิ้น 18 โลไซ ค่า heterozygosity เพิ่มขึ้นเป็น 0.036 สำหรับ CmaC และ .006 ใน CmaN ตามลำดับ (อุทัยรัตน์, การติดต่อส่วนตัว)

ค่า genetic distance ระหว่างชนิดของ *Clarias* จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูง (เฉลี่ย 0.735, พิสัยเท่ากับ .346-1.181) เมื่อเทียบกับรายงานในปลาชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 6)

จากแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแสดงว่า ปลาดุกอุยและปลาดุกด้าน มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมากที่สุดในกลุ่มปลาที่ทำการศึกษา ค่า genetic distance ที่ได้มีค่าต่ำเมื่อเทียบกับที่ Daud *et al.*,(1989) ได้รายงานไว้ (D=.758) โดยศึกษาจำนวนโลไซใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ปลาทั้งสองชนิดนี้มีจำนวนโครโมโซมต่างกันมาก (Garcia-Franco, 1993) นอกจากนั้น แม้ปลาทั้งสองชนิดนี้จะสามารถผสมพันธุ์กันได้แต่อัตราฟักของลูกปลาต่ำมาก (เมฆและคณะ, 2519) แสดงถึงความแตกต่างทางชีววิทยาระหว่างชนิด

เมื่อพิจารณาความใกล้ชิดทางพันธุกรรมระหว่างปลาดุกอุยกับปลาดุกยักษ์ซึ่งถูกจัดอยู่ในคนละกลุ่ม แต่ปลา 2 ชนิดนี้ มีคาริโอไทพ์คล้ายคลึงกัน โดยปลาดุกยักษ์มีจำนวนโครโมโซม 2n=56 และจำนวนแขนของโครโมโซมเท่ากับ 92 (Garcia-Franco, 1993) ปลาทั้งสองชนิดนี้ผสมพันธุ์กันได้ลูกผสมมีอัตรารอดไม่แตกต่างจากการผสมภายในชนิดเดียวกัน และลูกผสมไม่เป็นหมัน (Nukwan *et al.*,1990) การศึกษาอย่างละเอียดในเรื่องนี้อาจทำให้เข้าใจกระบวนการพื้นฐานของวิวัฒนาการของปลาสกุลนี้ดียิ่งขึ้น

อนึ่ง ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของปลาทั้ง 3 ชนิดสอดคล้องกับความสัมพันธ์ที่ศึกษาโดยลักษณะ meristic และ morphometrics ซึ่ง Garcia-Franco (1993) ได้รายงานไว้

การค้นพบปลาดุก (Csp) เป็นสิ่งที่น่าสนใจมาก แม้ในขณะนี้จะยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นปลาชนิดใหม่หรือไม่ นอกจากนั้นยังพบว่าเป็นชนิดเดียวที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมกับชนิดอื่น ๆ ชัดเจน จำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ไว้

ก่อนที่จะสูญพันธุ์ไป นอกจากนั้นควรนำมาศึกษาทางชีววิทยาและคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างละเอียดต่อไป เพื่อประโยชน์ทั้งทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานและทางการเพาะเลี้ยง

ตารางที่ 6. Summary of genetic distances within genera (modified from Taniguchi *et al.* (1986))

Genus	Number of species	Average	Reference
Salmonidae			
Oncorhynchus	7	0.392	Numachi(1982)
Salmo	2	0.458	Numachi(1982)
Salvelinus	5	0.496-1.169	Numachi(1982)
Cyprinidae			
Notropis	7	0.251(0.105-0.495)	Buth(1979)
Campostoma	3	0.229(0.153-0.290)	Buth and Burr(1978)
Catostomidae			
Hypertelium	3	0.243(0.090-0.323)	Buth(1980)
Sphyraenidae			
Sphyraena	4	0.478(0.187-0.779)	Graves and Somero(1982)
Carangidae			
Ttrachurus	6	0.445(0.00-0.89)	Kijima *et al.*(1986)
Decapterus	7	1.413(0.41-00)	Kijima *et al.*(1986)
Scombridae			
Scomber	2	0.414	Kijima *et al.*(M.S. Thesis)
Sparidae			
Dentex	2	0.064	Taniguchi *et al.*(1986)
Pagrus	2	0.013	Taniguchi *et al.*(1986)
Acanthopagrus	3	0.166(0.066-0.249)	Taniguchi *et al.*(1986)
Gobiidae			
Pomatoschistus	7	0.710(0.140-1.149)	Willis and Beadmore(1984)
Pleuronectidae			
Platichthys	2	0.62	Ward and Galleguillos (1983)

บทสรุป

1. สามารถแยกชนิดของปลาสกุล *Clarias* ได้ชัดเจนโดยใช้ความแตกต่างของ isozyme ซึ่งส่วนใหญ่ fix ที่ allele ต่างกัน
2. ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในชนิดมีค่าสูงในปลาดัก และปลาดุกยักษ์ และมีค่าต่ำมากในปลาดุกอุย ปลาดุกด้าน และปลาดุกไม่ทราบชนิด
3. genetic distance ระหว่างประชากรภายในปลาชนิดเดียวกันมีค่าระหว่าง .000-.006 genetic distance ระหว่างชนิดมีค่าระหว่าง .346-1.180
4. ในระหว่างปลาดุกพื้นเมืองปลาดุกอุยมีความใกล้ชิดกับปลาดุกด้านมากที่สุด รองลงมา คือ ปลาดัก ปลาดุกไม่ทราบชนิด มีความแตกต่างจากชนิดอื่น ๆ มากที่สุด ส่วนปลาดุกยักษ์ ซึ่งเป็นปลานำเข้าจากอาฟริกา มีความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมกับปลาดุกอุยมากที่สุด
5. ปลาดุก Csp มีความแตกต่างทางพันธุกรรมจากปลาดุกชนิดอื่น ๆ มาก และมีความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในชนิดต่ำมาก

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของปลาสกุล *Clarias* และ *Prophagorus* ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิค Protein Electrophoresis และ RAPD-PCR ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139030 ขอขอบคุณ คุณอัชยา อรรถอินทรีย์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมและจัดทำตารางภาพประกอบ

เอกสารอ้างอิง

เมฆ บุญพราหมณ์ วิทย์ ธารชลานุกิจ และ ประวิทย์ สุรนีรนาถ. 2519. การทดลองผสมข้ามพันธุ์ปลาดุก. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 20 หน้า.

สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2540. รายงานการประชุมเพื่อจัดสถานภาพทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 52 หน้า.

BUTH, D. G. 1979. Biochemical systematics of the cyprinid genus *Notropis* I. The subgenus *Luxilus*. Biochem. Syst. Ecol. 7: 69-79.

BUTH, D. G. 1980. Evolutionary genetics and systematic relationships in the catostomid genus *Hypentelium*. Copeia 2: 280-290.

BUTH, D. G. AND B. M. BURR. 1978. Isozyme variability in the cyprinid genus *Campostoma*. Copeia 2: 298-311.
DAUD, D. K., I. PATIMAH AND A. KIJIMA. 1989. Genetic variability and relationships among four species of freshwater catfish. Malaysian Applied Biology 18: 23-31.
GARCIA-FRANCO, M. 1993. Intra-and interspecific relationships of the Clariid catfish *Clarias batrachus*. Ph.D. Thesis. Tokyo University of Fisheries, Tokyo.
GRAVES, J. E. AND G. N. SOMERO. 1982. Electrophoretic and functional enzymic evolution in four species of Eastern Pacific barracudas from different thermal environments. Evolution 36(1): 97-106.
HARTL, D. L. AND A. G. CLARK. 1989. Principles of population genetics. 2nd ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland. pp.22-42.
KIJIMA, A., N. TANIGUCHI AND A. OCHIAI. 1986. Genetic relationships in the family Carangidae. pp. 84.-848 In UYENO, T., R. ARAI, T. TANIGUCHI AND K. MATSUURA (eds.), Indo-Pacific fish biology: proceedings of the second international conference on Indo-Pacific fishes. Ichthyological Society of Japan, Tokyo.
KIJIMA, A., N. TANIGUCHI AND A. OCHIAI. M. S. Thesis. Genetic divergence between spotted and non-spotted mackerel.
LAWONYAWUT, L. 1995. Hybridization and genetic manipulation in *Clarias* catfish. Ph.D. Thesis. University of Stirling, Scotland.
MORIZOT, D. C. AND M. E. SCHMIDT. 1990. Starch gel electrophoresis and histochemical visualization of proteins. pp. 23-80. In WHITMORE, D. H. (ed.), Electrophoretic and isoelectric focusing techniques in fisheries management. CRC Press, Boston.
NA-NAKORN, U. 1999. Genetic factors in fish production: acase study of the catfish *Clarias*. pp. 175-187. In MUSTAFA, S. (ed.), Genetics in sustainable fisheries management. Fishing News Books, London.
NA-NAKORN, U., M. HARA, N. TANIGUCHI AND S. SEKI. 1998. Isozyme variation of *Clarias macrocephalus* from four locations in Thailand. Fisheried Science 64: 526-530.
NEI, M. 1973. Analaysis of gene diversity in subdivided populations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 70:3321-3323.
NEI, M. 1978. Estimation of averrage heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics 23: 341-369.
NEVO, E. 1978. Genetic variation in natural populations: patterns and theory. Theoret. Pop. Biol. 13: 121-171.
NUMACHI, K. 1982. Fish population genetics by isozyme markers. Freshwater Fish (8): 41-57. (In Japanese)
NUKWAN, S., M. TANGTRONGPIROS, K. LAWANYAWUT AND P. V. VEERASIDTH. 1990. Cross-breeding between *Clarias gariepinus* and *C. macrocephalus*. Proceedings of the 28th Kasetsart University Conference, Bangkok, pp. 553-567.
PROTEAU, J. P., HILGE, V. AND O. LINHART. (1996). Etat actuel et perspectives de la production aquacole des poissons-chats (Siluroidei) en Europe. pp.229-235. In LEGENDRE, M. AND J. P. PROTEAU (eds.), The biology and culture of catfihes. Aquatic Living Resources 9, Hors Serie.
RAYMOND, M. AND F. ROUSSET. 1995. GENEPOP (ver.1.2): a population genetics software for exact test and ecumenicism. J. Heredity 86: 248-249.
RICHARDSON, B. J., P. R. BAVERSTOCK AND M. ADAMS. 1986. Allozyme electrophoresis. Academic Press, London. 410 p.
SHAKLEE, J. B., F. W. ALLENDORF, D. C. MORIZOT AND G. S. WHITT. 1989. Genetic nomenclature for protein-coding loci in fish: proposed guidelines. Trans. Am, Fish. Soc. 118: 218-227.
SMITH, H. M. 1945. The fresh-water fishes of Siam or Thailand. U.S. Goverment Printing office, Washington. 622 p.
SUVATTI, C. 1950. Fauna of Thailand. Department of Fisheries, 1100 p.
SWORFFORD, D. I. AND R. B. SELANDER. 1989. BIOSIS-1: A computer program for the analysis of allelic variationin population genetics and biochemical systematics. Release 1.7. Illinois Natural History Survey, Illinois. 43 p.
TANIGUCHI N, M. FUHITA. AND M. AKAZAKI. 1986. Genetic divergence and systematics in Sparid fish from Japan. pp. 849-858. In UYENO, T., R. ARAI, T. TANIGUCHI AND K. MATSUURA (eds.), Indo-Pacific fish biology: proceedings of the second international conference on Indo-Pacific fishes. Ichthyological Society of Japan, Tokyo
TEUGELS, G. G. 1996. Taxomomy, phylogeny and biogeopraphy of catfishes (*Ostariophysi, Siluroidei*): an overview. pp. 9-34. In LEGENDRE, M. AND J. P. PROTEAU (eds.), The biology and culture of catfihes. Aquatic Living Resources 9, Hors Serie.
TEUGELS, G. G., R. GUYOMARD AND M. LEGENDRE. 1992. Enzymatic variation in African Clariid catfishes. J. Fish Biol. 40: 87-96.
VAN TREUREN, R., R. BIJLSMA, W. VAN DELDEN AND N. J. OUBORG. 1991. The significance of genetic erosion in the process of extinction. I. Genetic differentiation in *Salvia pratensis* and *Scabiosa columbaria* in relation to population size. Heredity 66: 181-189.
WARD, O. D. AND R. A. GALLEGUILLOS. 1983. Biochemical systematics and genetic variation in flatfish of the Family Pleuronectidae. pp. 165-178. In OXFORD, C. S. AND D. ROLLINSON (eds.), Protein polymorphism. Academic Press, London.
WILLIS, G. P. AND J. A. BEARDMORE. 1984. An electrophoretic study of the systematic relationships of some closely related goby species (Pisces, Gobiidae). Biol. J. Linn. Soc. 22(2): 107-123.

DETECTION OF GENETIC VARIATION IN POPULATIONS OF BLACK TIGER PRAWN *PENAEUS MONODON* BY DNA FINGERPRINTING

***Siripom Pongsomboon*[1], *Padermsak Jarayabhand*[2], *Sirawut Klinbunga*[3], *Vichai Boonsaeng*[4] *and Anchalee Tassanakajon*[1]**

[1]Department of Biochemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[2]Aquatic Resources Research Institute, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[3]Marine Biotechnology Research Unit, BIOTEC, National Science and Technology Development Agency, Rajdhevee, Bangkok 10400

[4]Department of Biochemistry, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

บทคัดย่อ

การตรวจความแปรผันทางพันธุกรรมในประชากรกุ้งกุลาดำ *PENAEUS MONODON*

สิริพร พงษ์สมบูรณ์[1], เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์[2], สิรวุฒิ กลิ่นบุหงา[3], วิชัย บุญแสง[4] และ อัญชลี ทัศนาขจร[1]

[1]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]สถาบันทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[3]หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[4]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

การตรวจความแปรผันทางพันธุกรรมของกลุ่มตัวอย่างกุ้งกุลาดำในแหล่งน้ำธรรมชาติด้วยลายพิมพ์ดีเอ็นเอ โดยเก็บตัวอย่างกุ้งกุลาดำจากทะเลอันดามัน ที่จังหวัดสตูล-ตรัง (17 ตัว) จากเมดาน ประเทศอินโดนีเซีย (15 ตัว) จากอ่าวไทยที่ ต. อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี (15 ตัว) และจังหวัดตราด (28 ตัว) จากการคัดเลือกไพรเมอร์ซึ่งมีขนาด 10 นิวคลีโอไทด์ จำนวน 300 ไพรเมอร์ ได้ไพรเมอร์ 7 ตัว นำไปใช้ในการตรวจสอบความแตกต่างแปรผันของดีเอ็นเอ พบว่ามีจำนวนแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 80 แถบ เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ความหลากหลายแถบดีเอ็นเอของกุ้งจากสตูล-ตรัง, ตราด, อ่างศิลา และเมดาน พบว่าเป็น 57.7%, 52.2%, 45.6% และ 53.4% ตามลำดับ จากค่า similarity index ภายในกลุ่มประชากร และเปอร์เซ็นต์ความหลากหลายของแถบดีเอ็นเอ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างจากอ่างศิลามีความแปรผันทางพันธุกรรมน้อยสุด ค่า similarity index ระหว่างกลุ่มประชากร และ dendrogram แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างกุ้งกุลาดำจากเมดาน มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างจากตัวอย่างกุ้งจากประเทศไทย นอกจากนี้ยังพบว่าไพรเมอร์ 428 ให้แถบดีเอ็นเอที่มีขนาดประมาณ 950 คู่เบสที่พบเฉพาะในกุ้งที่มาจากทะเลอันดามันซึ่งแถบดีเอ็นเอนี้น่าจะเป็น marker สำหรับจำแนกกลุ่มประชากรจากฝั่งทะเลอันดามัน ลายพิมพ์ดีเอ็นเอจากตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีทั้งสิ้น 214 แบบ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ไคสแคว์ และทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่างจากเมดานกับกลุ่มตัวอย่างของประเทศไทย และระหว่างกลุ่มตัวอย่างของประเทศไทยด้วยกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

คำหลัก: ความแปรผันทางพันธุกรรม, กุ้งกุลาดำ

INTRODUCTION

In Thailand, the most economically important cultured shrimp is the black tiger prawn (*Penaeus monodon*, Fabricius). However, the culture of this species depends on wild caught spawners. Reliance on wild seeds and/or broodstocks can limit availability of postlarvae either seasonally or geographically in area without abundant indigenous stocks. Demand for seed has also encouraged transfer of live shrimps between geographically distinct areas resulting in the spreading of certain pathogens (Browdy, 1996). The rapid expansion of cultured shrimp has created several problems including environmental pollution, diseases and lacking of broodstocks and seeds. Therefore, genetic management in *P. monodon* is needed to maintain high productivity and to make the shrimp farming industry sustainable. Genetic management of *P. monodon* requires a knowledge on genetic variation and population structure of the species.

Traditionally, the identification of the genetic diversity in Penaeid shrimp is through the examination of allozyme variability indicates relatively few allozyme polymorphisms (Lester, 1978; Hedgecock *et al.*, 1982). Although a significant difference in allozyme

frequency among Australian populations of *P. monodon* has been found (Benzie *et al.*, 1992), more genetic variation has been detected using mitochondrial DNA (mtDNA) restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis (Benzie *et al.*, 1993) and mtDNA sequence analysis (Palumbi and Benzie, 1991).

The PCR-based technique of random amplified polymorphic DNA analysis (RAPD), which employs a single, 10 base-long primer of arbitrary sequences to amplify random fragments of genomic DNA has recently been employed to study genetic diversity in Penaeid shrimps (Garcia *et al.*, 1994; Tassanakajon *et al.*, 1997). The results suggested the potential usefullness of the RAPD technique in studying genetic diversity in Penaeid shrimps. In this study, the RAPD analysis was used to examine genetic variation of 4 geographically separated wild populations of *P. monodon* and statistical method was employed to determine the relatedness among the samples of *P. monodon*.

STUDY AREA

The wild populations of *Penaeus monodon* were obtained from the Andaman Sea and the Gulf of Thailand during March 1995 to August 1996. The shrimps of the Andaman Sea were collected from Satun, Trang provinces (Thailand) and Medan (Indonesia) and the shrimps of the Gulf of Thailand were collected from Chonburi (Angsila district), and Trad provinces.

METHODOLOGY

DNA Extraction

A pleopod of individual specimen was homogenized with a micropestel in a microcentrifuge tube, containing 500 µl of extraction buffer (100 mM Tris-HCl, pH 9.0, 100 mM NaCl, 200 mM sucrose 50 mM Na_2EDTA, pH 8.0 and 1%SDS). The sample was incubated at 65°C for 1 hour. Subsequently proteinase-K (500 µg/ml) and RNase solution (100 µg/ml) were added and further incubated at 37°C for 1 hours. Thereafter added 5 M potassium acetate to the final concentration of 1 M, chilled on ice for 30 min. DNA was purified by successive extraction with phenol:chloroform:isoamyl alcohol (25:24:1) and chloroform:isoamyl alcohol (24:1), respectively. DNA was precipitated with absolute ethanol and dissolved in TE buffer. DNA concentration was determined by spectrophotometric method using DU 650 Spectrophotometer (Beckman Instrument Inc.).

PCR Amplifications and Product Analysis

DNA amplifications were performed in a Perkin-Elmer Cetus DNA Thermal Cycler (model 2400). Amplification reactions were carried out in a 25 µl reaction volume containing 10 mM Tris-HCl pH 8.3, 50 mM KCl, 2 mM $MgCl_2$, 100 µM each dNTP, 0.2 µM primer, 50 ng genomic DNA and 1 unit of *Taq* DNA polymerase (William *et al.*, 1990). Primers were obtained from Biotechnology Laboratory, University of British Columbia. Amplification was performed for 35 cycles of 5 s at 94°C, 45 s at 36°C and 1.5 min at 72°C. Amplification products were analyzed by electrophoresis in 1.6% agarose gels and detected by ethidium bromide staining (Sambrook *et al.*, 1989).

Data Analysis

Each RAPD fragment was assigned a molecular length and recorded in a binary matrix for each individual as present (1) or absent (0) of a given band. The index of similarity between individuals was calculated using the formula: $S_{xy}=2n_{xy}/n_x+n_y$, where n_{xy} is the number of fragments shared by individuals x and y, and n_x and n_y are the number of fragments scored for each individual. Within population similarity (S) is calculated as the average of S_{xy} across all possible comparisons between individuals within a population. Between population similarity is: $S_{ij} = 1+S'_{ij}-0.5\ (S_i+S_j)$, where S_i and S_j are the values of S for population i and j,

respectively, and S'_{ij} is the average similarity between randomly paired individuals from populations i and j (Lynch, 1990). A standard Nei's genetic distance (D_{ij}) was converted from a measure of between population similarity corrected by within-population values using the equation: $D_{ij} = -\ln[S'_{ij} / \sqrt{(S_i S_j)}]$, (Nei, 1972). The distance values were subjected to cluster analysis using the UPGMA method of Phylip version 3.57 c. A model of RAPD pattern is referred to a genotype. Chi-square analysis (χ^2) test, a Monte Carlo simulation, was also performed on genotypes to ascertain the difference between the 6 geographic samples for the number and size of RAPD fragments.

RESULTS

Optimization of RAPD-PCR

Inconsistent amplification was minimized by including three quantities of template DNA (25, 50 and 100 ng) in the program evaluation and selecting optimal program parameters based upon consistent amplification at all DNA quantities. The optimal program parameters identified for the RAPD analysis of *P. monodon* were 35 cycles of 5 sec at 94°C, 45 sec at 36°C and 90 sec at 72°C.

RAPD Analysis

A total of 300 ten-base primers were screened for their ability to prime PCR amplifications of the black tiger prawn DNA. Only 138 RAPD primers (46%) yielded amplification products while the rest of the primers did not amplified the DNA template or resulted in smear patterns. In this study, 7 positive primers 101, 174, 268, 428, 456, 457 and 459 were selected for the detection of genetic variation in wild populations of *P. monodon*.

A total of 80 scorable bands were produced from RAPD analysis of 4 geographically different samples of *P. monodon* (Table 1). Eighteen of these bands (22.5%) were monomorphic (present in at least 95% of all investigated individuals) and 62 bands (77.5%) were polymorphic (present in less than above value). The percentages of polymorphic bands and number of amplified bands from individual shrimps of the 4 samples showed in Table 2. The results suggested that the shrimps collected from Satun-Trang were the highest polymorphic, while the shrimps collected from Angsila were the least polymorphic among the 4 geographic samples.

Primer 428 appeared to identify a more variable region among the samples of Thai *P. monodon*. A 950-bp band (indicated by arrow) was present in 93 and 100% of Satun-Trang and Medan respectively, but absent in samples from Trad and Angsila. This band can be used as a region-specific marker (Fig.1). When comparing RAPD patterns among wild populations of *P. monodon* from Indonesia (Medan) and Thailand, all of the 7 primers gave different RAPD patterns.

Data Analysis

The average similarity within populations (S) across all the primers, the Satun-Trang, Trad, Angsila and Medan samples were 0.8655, 0.8646, 0.9047 and 0.8626, respectively. Samples from Angsila showed the highest similarity index (0.9047). The average of similarity between populations across all the primers indicated that the 3 geographic samples of Thai *P. monodon* were similar (Table 3). When compared between Thai and Indonesian *P. monodon*, the similarity index indicated significant difference between the 2 populations. The dendrogram across all the primers presented clusters that the 4 samples clearly divided into 2 distinct groups (Fig. 2). Group 1 contained the 3 samples of Satun-Trang, Trad and Angsila. Group 2 contained the 1 sample of Medan.

RAPD pattern is referred to as a genotype. In this study, 214 genotypes were observed from the 4 geographic samples. For every primers, highly significant differences were observed between Thai and Indonesian *P. monodon* ($P<0.0001$). Heterogeneity for all Thai

samples was not significantly different when primer 174 and 456 were employed (P=0.1582 and P=0.5600, respectively). When comparing between Thai *P. monodon* from the Gulf of Thailand and the Andaman Sea, significant differences were observed for primers 101, 268, 428, 457 and 459 (P=0.0049, <0.0001, <0.0001, 0.0014 and 0.0156, respectively).

Table 1. Nucleotide sequences of 7 selected primers, number of amplified bands and range of sizes of amplified fragments (bp) showed in *P. monodon*

Primer No.	Sequences	Size-range	No. of amplified bands	No. of polymorphic bands
101	GCGCCTGGAG	1800-420	13	11 (84.6%)
174	AACGGGCAGG	1500-450	10	7 (70.0%)
268	AGGCCGCTTA	1300-400	9	8 (88.9%)
428	GGCTGCGGTA	1800-200	9	9 (100.0%)
456	GCGGAGGTCC	2200-260	15	10 (66.7%)
457	CGACGCCCTG	2000-350	13	9 (69.2%)
459	GCGTCGAGGG	1550-430	11	8 (72.7%)
	Total		80	62 (77.5%)

DISCUSSION

Table 2. Total number of bands, percentages of polymorphic bands found in the 4 geographic samples of *P. monodon*

Sample	Total no. of bands present	No. of monomorphic/ polymorphic bands	Percentage of polymorphic bands
Satun-Trang	71	30/41	57.7
Trad	69	33/36	52.2
Angsila	68	37/31	45.6
Medan	73	34/39	53.4

Table 3. Estimated similarity (S_{ij}) across primers between the 4 geographic samples of *P. monodon*

	S-T /T*	S-T/A*	S-T/M*	T/A*	T/M*	A/M*
S_{ij}	0.9478	0.9578	0.7882	0.9463	0.7548	0.7563

*S-T = Satun-Trang, T = Trad, A = Angsila and M = Medan

Genetic variation has the potential to play an important role in shrimp selective breeding programs. So far, how ever, only allozyme vari- ability has been exten-sively used in Penaeid shrimp (Hedge cock *et al.*, 1982) and the few DNA studies that have been performed have shown that more genetic variation was detected using the DNA techniques (Garcia *et al.*, 1994).

In this study, 7 RAPD primers produced strongly reproducible amplification products and resolvable DNA patterns. The percentages of polymorphic bands in *P. monodon* varied from 45.6-57.7%. Similar levels of genetic diversity, ranging from 39-77%, have been detected in *P. vannamei* by RAPD analysis (Garcia *et al.*, 1994). The percentages of polymorphic bands of the Satun-Trang, Trad, and Medan samples suggested similar level of polymorphisms among these 3 geographic samples. The Angsila sample was the least polymorphic. There was no *P. monodon* found in Angsila until recently when farming of the species is common in such an area and a few were caught by fishermen (Menasveta, personal communication) suggesting that they might be the escapees from the farm. Various RAPD primers used in this study make the possibility to distinguish between samples of Thai and Indonesian *P. monodon*. The presence of bands produced by primers 101, 428, 457 and 459 appears to be a characteristic of the Medan sample. Although Thai *P. monodon* from Trad and Angsila are geographically separated from Satun-Trang, only primer 428 gave a specific band which was found in Satun-Trang. This band was also found in all individuals from Medan suggesting that this band should be specific for the populations of the Andaman Sea.

For data analysis, samples from Angsila showed the highest S value, indicated that these individuals were more similar among themselves than those in other populations. This value corresponded to the lower percentage of polymorphic bands observed in this sample. In this presentation, dendrograms implied that the Thai *P. monodon* shared an ancestral relationship. More importantly, the dendrograms illustrate a clear "genetic brake" between the Thai and Indonesian *P. monodon* at the Strait of Malacca.

A chi-square (χ^2) analysis, enables discrimination with highly significant among Thai and Indonesian *P. monodon* as dendrograms. Moreover, using a chi-square analysis, several primers can discriminate among groups of Thai *P. monodon*, the separation of Satun-Trang samples from those of the Gulf of Thailand. These results suggested the existence of differentiation between 2 geographically separated population of Thai *P. monodon*.

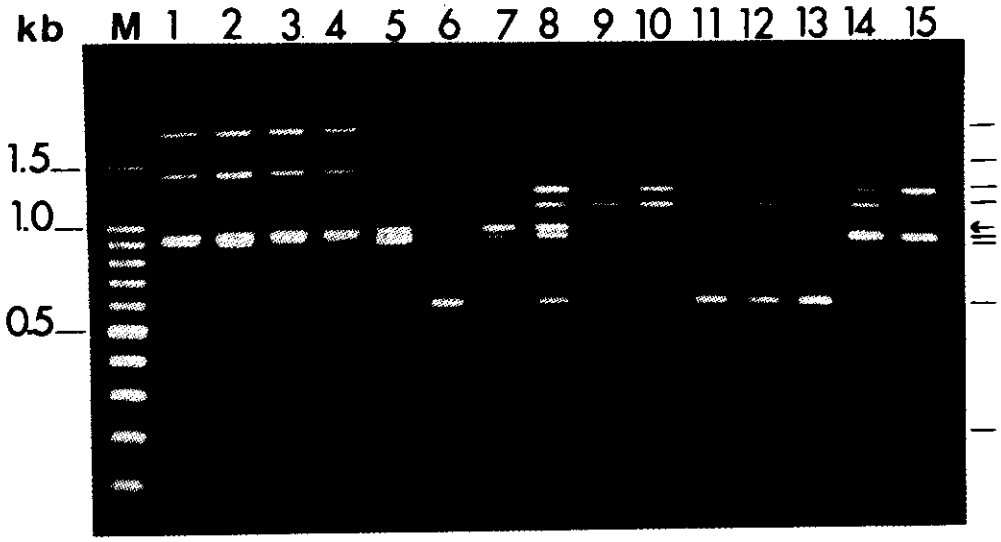


Fig. 1. RAPD patterns using primer 428 of wild *P. monodon*. Lane M: 100 bp DNA ladder; lanes 1-4, individuals collected from Medan; lanes 5-8, individuals collected from Satun-Trang; lanes 9-12, individuals collected from Trad; lanes 13-15, individuals collected from Angsila. Lines indicate bands that were scored; an arrow indicates the specific band that was found only in the Andaman Sea

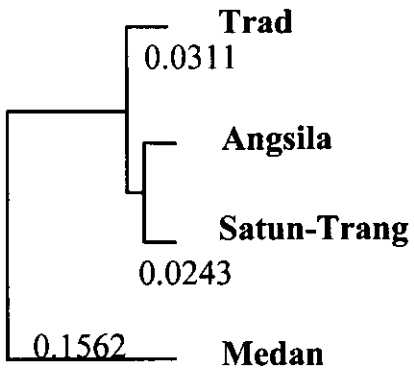


Fig. 2. Dendrogram showing the relationships among the 4 geographic samples of *P.monodon* generated according to UPGMA method of cluster analysis based on distance matrix

CONCLUSIONS

1. A Randomly Amplified Polymorphic DNA analysis (RAPD) can be used to assess the genetic variation among populations of *P. monodon*.
2. Optimized PCR temperature profile for amplification of *P. monodon* DNA is 35 cycles; 95°C, 5 sec; 36°C, 45 sec and 72°C, 90 sec.
3. The percentages of polymorphic bands and the values of similarity index within population showed thatsamples from Angsila were more similar among themselves than samples from Satun-Trang, Trad and Medan, respectively.
4. The values of similarity index between population and genetic distances indicated a high genetic similarity between samples of Thai *P. monodon*, but indicated a lower genetic similarity between Thai and Indonesian *P. monodon*.
5. The UPGMA dendrograms could divide samples of *P. monodon* into two clearly distinct gene pools which were composed of Satun-Trang, Trad, and Angsila as group 1, and Medan as group 2.
6. A Monte Carlo simulation could divide samples of *P. monodon* into three distinct groups which were composed of Satun-Trang as group 1, Trad and Angsila as group 2, and Medan as group 3.
7. Amplification by primer 428 gave region-specific marker for samples from the Andaman Sea.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Dr. Boonsirm Withyachumnarnkul for providing the shrimp samples from Medan. This work was supported by a grant from the Thailand Research Fund and Chulalongkorn University. Partial support was from the National Science and Technology Development Agency, grant No. BT-39-06-ATI-06-05. Additional support for a student was from the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 539023.

REFERENCES

BENZIE, J. A .H., E. BALLMENT AND S. FRUSHER. 1993. Genetic structure of *Penaeus monodon* in Australia: concordant results from mtDNA and allozyme. Aquaculture 111: 89-93.

BENZIE, J. A. H., S. FRUSHER AND E. BALLMENT. 1992. Geographical variation in allozyme frequencies of populations of *Penaeus monodon* (Crustacea: Decapod) in Australia. Australian Journal of Marine Fresh Water Research 43: 715-725.

BROWDY, C. L. 1996. Development of captive breeding programs for Penaeid shrimp. Asian Shrimp News volume 25, pp. 2-3. Asian Shrimp Culture Council, Bangkok.

GARCIA, D. K., M. A FAGGART, L. RHOADES AND A. A. ALCIVAR-WARREN. 1994. Genetic diversity of cultured *Penaeus vannamei* shrimps using three molecular genetic techniques. Molecular Marine Biology and Biotechnology 3: 270-280.

HEDGECOCK, D., M. L. TRACEY AND K. NELSON. 1982. Genetics. In ABELE, L. G. (ed)., Embryology, morphology and genetics, pp. 283-355. Academic Press, New York.

LESTER, L. J. 1978. Population genetic of Penaeid shrimp from the Gulf of Mexico. Journal of Heredity 70: 175-180.

LYNCH, M. 1990. The similarity index and DNA fingerprinting. Molecular Biology and Evolution 7: 478-484.

NEI, M. 1972. Genetic distance between populations. American Naturalis 106: 283-292.

PALUMBI, S. R. AND J. A. H. BENZIE. 1991. Large mitochondrial DNA differences between morphologically similar Penaeid shrimp. Molecular Marine Biology and Biotechnology 1: 27-34.

SAMBROOK, J., E. F. FRITSCH AND T. MANIATIS. 1989. Molecular cloning: a laboratory manual, 2nd ed. Cold Spring Habor Laboratory Press, New York.

TASSANAKAJON, A., S. PONGSOMBOON, V. RIMPHANITCHAYAKIT, P. JARAYABHAND AND V. BOONSAENG. 1997. Randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers for determination of genetic variation in wild populations of the black tiger prawn *(Penaeus monodon)* in Thailand. Molecular Marine Biology and Biotechnology 6(2): 110-115.

WILLIAM, G. K., A. R. KUBELIK, K. L. LIVAK, J. A. RAFALSKI AND S. V. TINGEY. 1990. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acid Research 18: 6531-6535.

GENETIC VARIATION AND POPULATION STRUCTURE OF THE BLACK TIGER PRAWN *PENAEUS MONODON* IN THAILAND DETERMINED BY MICROSATELLITE MARKERS

Premruethai Supungul[1], Wongpathom Amonrat[2], Sirawut Klinbunga[3], Padermsak Jarayabhand[4] and Anchalee Tassanakajon[1]

[1]Department of Biochemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[2]Museum and Aquarium Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperation, Chatuchak, Bangkok 10903

[3]Marine Biotechnology Research Unit, BIOTEC, National Science and Technology Development Agency, Rajdhevee, Bangkok 10400

[4]Aquatic Resources Research Institute, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

บทคัดย่อ

ความผันแปรทางพันธุกรรมและโครงสร้างประชากรกุ้งกุลาดำ, *PENAEUS MONODON* ในประเทศไทย โดยตัวตรวจสอบชนิดไมโครแซทเทลไลต์

เปรมฤทัย สุพรรณกูล[1], วงศ์ปฐม กมลรัตน์[2], ศิราวุธ กลิ่นบุหรา[3], เผดิมศักดิ์ จาระพันธุ์[4] และ อัญชลี ทัศนาขจร[1]

[1]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[3]หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[4]สถาบันทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ศึกษาความแปรผันทางพันธุกรรมของประชากรกุ้งกุลาดำจากธรรมชาติ 5 แหล่งของประเทศไทย โดยเก็บตัวอย่างกุ้งจากทะเลอันดามัน 3 แหล่ง คือ จังหวัดสตูล ตรัง และพังงา และจากอ่าวไทย 2 แหล่ง คือ จังหวัดชุมพร และ ตราด โดยทำการตรวจสอบไมโครแซทเทลไลต์ดีเอ็นเอ (microsatellite DNA) ซึ่งอาศัยขบวนการลูกโซ่โพลีเมอร์เรส (Polymerase chain reaction) พบว่า ทุกตำแหน่งของไมโครแซทเทลไลต์ (CUPmo18, Di25, และ Di27) มีความหลากหลายสูงและให้ค่าจำนวนอัลลีล (allele) ต่อตำแหน่ง คือ 37, 34 และ 32 อัลลีล ตามลำดับ เมื่อศึกษาประชากร 5 กลุ่ม โดยใช้ไมโครแซทเทลไลต์ 3 ตำแหน่งนี้ให้ค่าเฮเทอโรไซโกซิตี้ (heterozygosity) ในช่วง 0.66 ถึง 0.80 และให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนอัลลีลในแต่ละตำแหน่งอยู่ในช่วง 22.23-26.33 ค่า effective number of alleles ชี้ให้เห็นว่า กลุ่มประชากรจากจังหวัดชุมพร (17.57) มีความแปรผันทางพันธุกรรมสูงกว่า ตรัง (16.97), ตราด (15.15), สตูล (14.3) และพังงา (14.18) ตามลำดับ ความถี่ของอัลลีลของกลุ่มประชากรไม่เป็นไปตามกฎของ Hardy-Weinberg เนื่องจากในทุกกลุ่มประชากรมีจำนวนของโฮโมไซโกต (homozygote) มาก อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษา geographic heterogeneity และนำมาแสดงความสัมพันธ์ในเชิงแผนภูมิ โดยใช้วิธีของ Neighbor-joining สามารถแบ่งกลุ่มกุ้งกุลาดำของไทยออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 สตูล, ตรัง และ พังงา กลุ่มที่ 2 ชุมพร และกลุ่มสุดท้าย คือ ตราด

คำหลัก: กุ้งกุลาดำ, ไมโครแซทเทลไลต์, โครงสร้างประชากร, ตัวตรวจสอบพันธุกรรม

INTRODUCTION

Farming of the black tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricus, is one of the common aquacultural industries in many tropical countries, particularly in the South East Asian region. In 1996 the world's shrimp production was increased, for approximatly 10% compared with that in 1995 (Asian shrimp culture council; 1st quarter,1996). In Thailand, the world's leading producer of *P. monodon*, the productions of shrimp culture and the areas of shrimp culture have expanded tremendously (Lin and Nash,1996; Asian shrimp culture council; 3rd quarter). However, the rapid increase of shrimp culture has established two main problems. The first is about the maintenence of population structure such as the decreasing of wild population by the demand of broodstock and the mixing of population by the transformation of broodstock to other places, the later problem is about the environmental pollution such as pond waste and

destruction of mangrove forest (Menasvesta, 1996; Browdy,1996). To solve these problems and to maintain genetic variation, the good genetic managements are required.

Genetic markers especially those inherited in the Mendelian fashion are important for various population genetic studies. Based on the neutral theory, the polymorphisms observed are assumed to be primarily generated by mutation, migration, gene flow, and genetic drift. Therefore, analysis of population genetic problems involved with these factors can be answered using molecular markers.

Microsatellite DNA is one of the useful molecular markers. Microsatellites are short (usually 2-6 nucleotides) tandemly repeated DNA, abundantly dispersed along eukaryotic genome (O'Reilly and Wright, 1995). The level of microsatellite polymorphisms varies greatly among loci but usually higher than those from allozymes and mtDNA (Wright and Bentzen, 1994). The ranges of polymorphism allow versatility to select suitable loci for a particular application. For example, highly polymorphic loci exhibiting large numbers of alleles are ideal for gene mapping and pedigree analysis whereas lower polymorphic loci may be used for analysis of population differentiation (O'Connell *et al.*, 1998). The use of microsatellites to analyse genetic variation and population differentiation of aquatic organisms has been increasingly reported in the last few years (McConnell *et al.*, 1995) but it has not been published in wild *P. monodon* of Thailand and elsewhere. Therefore, in this experiment, we use the property of microsatellite DNA to study genetic variation and population structure of *P. monodon* in Thailand.

STUDY AREA

In this study, the black shrimp broodstock (*P. monodon*) was wild-caught alive from Satun (N=36), Trang (N=35) and Phang-nga (N=30) located in the Andaman Sea and from Chumphon (N=49) and Trad (N=48) located in the Gulf of Thailand during December 1997-February 1998. Pleoplods were dissected out from each individual and stored in a -80°C freezer until required.

METHODOLOGY

DNA Extraction

Genomic DNA was extracted from a frozen pleopod of *P. monodon* using a phenol/chloroform-proteinase K method according to Tassanakajon *et al.* (1997). The concentration of extracted DNA was spectrophometrically estimated using a DU 650 spectrophotometer (Beckman Instrument Inc.).

PCR Analysis

Three primers were used in this study, two of them (Di25 and Di27) were developed by Dr. F. Bonhomme, University de Montpellier, France and the other (CUPmo18) was developed by Tassanakajon *et al.* (1998b). The PCR was conducted in a 5 µl reaction volume containing 15 ng/µl DNA, 0.5 µM forward primer, 0.575 µM reverse primer, 0.025 µM labeled reverse primer, 1X PCR buffer, 200 µM each of dNTPs and 0.3 U of Taq polymerase. Only locus CUPmo18, 1% Tween 20 was added in the condition. The PCR temperature profiles were shown in Table 1. PCR products were electrophoretically analysed in 8% denaturing polyacrylamide gels. The sizes of alleles were estimated by reference to a M13 sequence ladder.

Data Analysis

Direct-count heterozygosity, H_{obs}, calculated by dividing number of heterozygosity samples with total samples. Expected heterozygosity, H_{exp}, calculated by Nei equation ($H_{exp}=1-\Sigma p_i^2$) (Nei, 1978). Allele frequencies at each locus of all geographic samples were calculated and analysed against Hardy-Weinberg equilibrium using Fisher's exact test

implemented in GENEPOP (Raymond and Rousset, 1995). Geographic heterogeneity in distribution of allele frequencies among compared samples or sites were carried out with the Markov chain approach using χ^2 probability values (Gua and Thompson, 1992). Genetic distance between geographic samples calculated using Carvalli-Sforza and Edwards Chord distance (1967). The results of genetic distance were illustrated relationship among geographic samples using Neighbor-joining tree (Saitou and Nei, 1987).

Table 1. PCR temperature profiles

Locus	Denature		Annealing		Extension		Cycle
	°C	sec	°C	sec	°C	sec	
CUPmo18	94	60	55	30	72	60	7
	90	30	55	30	72	6	38
Di25, Di27	94	60	Ta**	60	72	60	3
	94	60	Ta-2	60	72	60	3
	94	60	Ta-4	60	72	60	3
	94	60	Ta-6	60	72	30	4
	94	30	Ta-7	30	72	30	20

*Prewarmed at 94°C for 4 min

**Ta = Annealing temp; for Di25 = 54°C, Di27 = 65°C

RESULTS

Genetic Diversity within Samples and Hardy-Weinberg Equilibrium

All three investigated loci were highly polymorphic. A total of 37, 34 and 32 alleles was observed at CUPmo18, Di25 and Di27 with the allele size range from 104-172 bp, 136-208 bp and 114-178 bp, respectively (Table 2). The frequency distribution of alleles was statistically significant deviated from Hardy-Weinberg expectation for the Di27 locus in Trad (Table 2).

The effective number of alleles based on 3 loci, indicated that Chumphon has highest genetic variation followed by Trang, Trad, Satun and Phang-nga, respectively, and further supported by the mean number of alleles per locus and the mean heterozygosity (Table 3).

Table 2. Number of alleles, size range of alleles and *P*-val at three microsatellite loci for each sample

Locus	Sample				
	Satun	Trang	Phangnga	Chumphon	Trad
CUPmo18					
N*	32	35	30	42	39
No. of allele	23	24	21	28	20
Size range	106-162	104-172	106-160	104-168	106-144
n_e	15.06	18.53	14.18	18.31	15.01
P-val	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.0004
DI25					
N*	36	35	28	37	48
No. of allele	24	23	19	23	20
Size range	140-208	140-208	136-208	142-202	140-188
n_e	14.93	15.30	13.29	14.05	11.10
P-val	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
DI27					
N*	32	38	25	49	40
No. of allele	20	25	20	28	28
Size range	114-174	122-176	122-178	118-172	124-178
n_e	12.91	17.08	15.06	20.36	19.34
P-val	0.0002	<0.0001	0.0031	<0.0001	0.4748

N* = Number of samples, n_e = Effective number of alleles

Genetic Distances and Phylogenetic Relationships

Low level of genetic distance based on Cavalli-Sforza and Edwards' chord distance among each pairwise comparison of samples was observed. The lowest genetic distance was found between Chumphon and Satun (0.0229) whereas the highest was observed between Trad and Satun (0.0373). The neighbor-joining tree allocated all investigated samples to three different groups consisting of Satun, Trang and Phang-nga (group A), Chumphon (group B) and Trad (C) (Fig. 1).

Table 3. The number of allele per locus, effective number of alleles and heterozygosity averaged over all loci

Samples	Mean no. of alleles per locus	Effective no. of alleles (n_e)	Mean heterozygosity	
			observed (H_{obs} ±SD)	expected (H_{exp} ±SD)
Satun	22.33 ± 2.08	14.30	0.7 ± 0.097	0.94 ± 0.005
Trang	24.00 ± 1.00	16.97	0.66 ± 0.120	0.95 ± 0.000
Phang-nga	20.00 ± 1.00	14.18	0.73 ± 0.083	0.95 ± 0.006
Chumphon	26.33 ± 2.87	17.57	0.79 ± 0.064	0.95 ± 0.008
Trad	22.67 ± 4.62	15.15	0.80 ± 0.109	0.93 ± 0.018

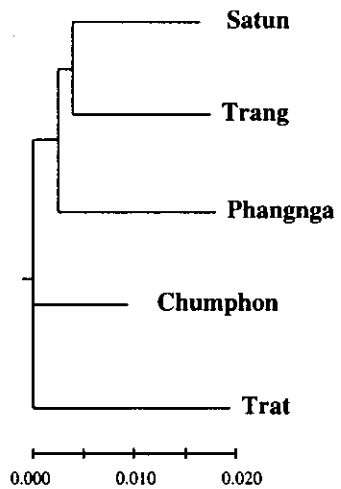


Fig. 1. A neighbor-joining tree illustrating relationships among 5 geographic samples of *P. monodon* in Thailand based on Cavalli-Sforza and Edwards Chord distance

Geographic Heterogeneity and Population Differentiation

Heterogeneity analysis of allele frequencies among samples was shown in Table 4. Although, significant difference in genotype distribution frequencies was found for overall populations ($p<0.001$). The potential to illustrate heterogeneity among pairwise comparisons was not observed at the Di27 locus (all p-value>0.05). Geographic heterogeneity at the CUPmo18 and Di25 loci was observed from 6 out of 10 possible pairwise comparisons of each locus. Interestingly, the Satun *P. monodon* was not different from all other samples except Trad at these two loci (Table 4). On the other hand, the allele distribution frequencies of *P. monodon* from Trad differed from did other samples. Surprisingly, geographic homogeneity between Satun and Chumphon was observed for all loci ($p=0.0143$, $p=0.180$ and $p=0.212$ for CUPmo18, Di25 and Di27, respectively). Nonetheless, the CUPmo18 loci could dissociate Chumphon from Trang ($p=0.003$) whereas both Trang and Phang-nga was genetically different from Chumphon when Di25 was employed. Within the Andaman samples, the heterogeneity was observed between a pairwise comparison of Trang and Phang-nga at the CUPmo18 ($p=0.004$) loci. More importantly, high significant difference in allele frequencies was observed between Trad and Chumphon located in the same coast ($p<0.001$ for CUPmo18 and $p<0.001$ for Di25).

Besides this, the degree of population differentiation indicated low levels of population subdivision (θ=0.009).

Table 4. Geographic hetrogeneity analysis of five conspecific samples of *P. monodon* using three microsatellite loci (CUPmo18, Di25, Di27)

Population	P-value[a]		
	CUPmo18	Di25	Di27
Satun - Trang	0.060^{ns}	0.200^{ns}	0.030^{ns}
Satun - Phang-nga	0.248^{ns}	0.037^{ns}	0.034^{ns}
Satun - Chumphon	0.143^{ns}	0.180^{ns}	0.212^{ns}
Satun - Trad	<0.001	<0.001	0.031^{ns}
Trang - Phang-nga	0.004	0.169^{ns}	0.368^{ns}
Trang - Chumphon	0.003	0.015	0.407^{ns}
Trang - Trad	<0.001	0.001	0.154^{ns}
Phang-nga - Chumphon	0.084^{ns}	0.004	0.186^{ns}
Phang-nga - Trad	<0.001	0.008	0.573^{ns}
Chumphon - Trad	<0.001	0.001	0.249^{ns}
Andaman - Chumphon	0.042^{ns}	0.021	0.040^{ns}
Andaman - Trad	<0.001	<0.001	0.054^{ns}

DISCUSSION

This thesis emphasized the use of three homologous microsatellite loci constituting of CUPmo18, Di25 and Di27 for extensive investigation on levels of genetic variability and differentiation of *P. monodon* in the Thai waters. Highly polymorphic levels (indicating by high observed heterozygosity) were found in all investigated *P. monodon* samples eliminating the suspected possibility on the occurrence of bottleneck effects in this taxon. The within sample diversity found in this study was slightly lower than that previously reported by mtDNA-RFLP of three geographical samples in Thailand; 0.851±0.031 in Satun, 0.862±0.037 in Surat and 0.879±0.027 in Trad (Klinbunga *et al.*, 1999). The effective number of alleles (averaged for three loci) was relatively high in all sample. However, The Gulf of Thailand *P. monodon* possessed higher n_e (16.36) than did the Andaman Sea (15.15). This circumstance was supported by the overall heterozygosity averaged for all investigated loci (0.79 and 0.80 in Chumphon and Trad and 0.66, 0.70 and 0.73 in Satun, Trang and Phang-nga). Significant deviation from Hardy-Weinberg expectations found in the present study may reveal the mixture of genetically different population in a local samples, through an observed homozygote excess (Wahlun, 1928; cited in Hedrick, 1985). On the other hand, it may indicate the influence of selection on a particular locus.

Generally, several microsatellite alleles found in the Andaman samples were not available in Trad. However, some of which did exist in Chumphon. The basic distribution data from the two loci (CUPmo18 and Di25) and an inability to detect any significant difference in allele frequency distribution between Chumphon and Satun by all three microsatellite implied that the status of Chumphon *P. monodon* might be a result of mixing between different gene pools as it related to geographic samples from either side of the peninsula. This result was supported by the result of geographic heterogeneity (Table 4). The geographic heterogeneity indicated *P. monodon* from Chumphon were more similar to those from the Andaman Sea, than Trad. This may cause by broodstock transfer from Andaman to the shrimp farms in Chumphon's area.

Nevertheless, the analysis of geographic heterogeneity and phylogenetic reconstruction using the Neighbor-joining approach divided 5 geographic *P. monodon*

samples to three different gene pools constituting of Satun, Trang and Phang-nga (A), Chumphon (B) and Trad (C).

CONCLUSIONS

1. Three microsatellite loci, CUPmo18, Di25 and Di27, were shown to be highly polymorphic with number of alleles at each locus of 37, 34 and 32 alleles respectively. Population analyses based on 3 loci revealed heterozygosities between 0.66-0.80 and average alleles per locus were ranged from 22.23-26.33.
2. The effective number of alleles and mean heterozygosity for overall loci indicated that the level of genetic polymorphisms of *P. monodon* originating from the Gulf of Thailand was slightly greater than that of the Andaman samples.
3. For determination of intraspecific population structure, CUPmo18 and Di25 were equally effective. Although Di27 did not provide an ability to detect geographic heterogeneity among Thai *P. monodon* samples, all microsatellite loci used in this study are useful for breeding programs of this economically important species.
4. Analysis of geographic heterogeneity and phylogenetic reconstruction using the Neighbor-joining approach divided 5 geographic *P. monodon* samples to three different gene pools (stocks) constituting of Satun, Trang and Phang-nga (A), Chumphon (B) and Trad (C).

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Thailand Research Fund to A. Tassanakajon. Student supported to P. Supungul was from the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Traning grant BRT 540049.

REFERENCES

ASIAN SHRIMP CULTURE COUNCIL. 1996. Asian Shrimp News 1st quarter.

BROWDY, C. L. 1996. Development of captive breeding programs for Penaeid shrimp. Asian Shrimp News 1st Quarter.

CAVALLI-SFORZA, L. EDWARDS AND A. W. F. 1967. Phylogenetic analysis: model and estimation procedures. Am. J. Hum. Genet. 19: 233-257.

GUA, S. W. AND E. A. THOMPSON. 1992. Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportion of multiple alleles. Biometrics 48: 361-372.

HEDRICK, P. W. 1985. Genetics of populations. USA: Science Books International.

KLINBUNGA, S., D. J. PENMAN, B. J. McANDREW AND A. TASSANAKAJON. 1999. Mitochondrial DNA diversity in three populations of the giant tiger shrimp *Penaeus monodon*. Mar. Biotechnol. 1: in press.

LIN, C. K. AND G. L. NASH. 1996. Asian Shrimp News, collected volume, 1989-1995. Asian Shrimp Council, Bangkok, 280-281.

MENASVETA, P. 1996. Mangrove forest conversion and shrimp culture system. Shrimp Culture Newsletter (September): 3.

McCONNELL, S. K., P. O'REILLY, L. HAMILTON, J. WRIGHT AND P. BENTZEN. 1995. Polymorphic microsatellite loci from Atlantic salmon (*Salmo solar*): genetic differentiation of north American and European populations. Can. J. Fish Aquat. Sci. 52: 1863-1872.

NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics 23: 341-369.

O'CONNELL, M., M. C. DILLON, J. M. WRIGHT, P. BENTZEN, S. MERKOURIS AND J. SEEB. 1998. Genetic structuring among Alaskan Pacific herring populations identified using microsatellite variation. J. Fish Biol. 53: 150-163.

O'REILLY, P. AND J. M. WRIGHT. 1995. The evolving technology DNA fingerprinting and its application to fisheries and aquaculture. J. Fish Biol. 47 (suppl A): 29-55.

RAYMOND, M. AND F. ROUSSET. 1995. Genepop: population genetic software for exact test and ecumenism. J. Hered. 86: 248-250.

SAITOU, N. AND M. NEI. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Mol. Biol. Evol. 4: 406-425.

TASSANAKAJON, A., S. PONGSOMBOON, V. RIMPHANITCHAYAKIT, P. JARAYABHAND AND V. BOONSAENG. 1997. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers for determination of genetic variation in wild populations of the black tiger prawn *(Penaeus monodon)* in Thailand. Mol. Mari. Biol. Biotechnol. 6: 110-115.

TASSANAKAJON, A., A. TIPAVONGNUKUL, P. SUPRUNGUL, V. RIMPANICHAYAKIT, D. COOK, J. JARAYABHAND. S. KLINBUNGA AND V. BOOSAENG. 1998b. Isolation and characterization of microsatellite markers in the black tiger prawn *Penaeus monodon*. Mol. Mar. Biol. Biotechnol. 7: 55-61.

WRIGHT, J. M. AND P. BENTZEN. (1994). Microsatellites: genetic markers for the fututre. Rev. Fish Biol. Fisheries. 4: 384-388.

INVESTIGATION OF GENETIC VARIATION AMONG THAI HONEYBEE *APIS CERANA* USING MITOCHONDRIAL DNA CONTROL REGION

Suratep Pootong, Kanoktip Packdibamrung and Siriporn Sittipraneed
Department of Biochemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

บทคัดย่อ

การตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของผึ้งโพรงไทย *APIS CERANA* โดยใช้บริเวณควบคุมของไมโทคอนเดียลดีเอ็นเอ

สุรเทพ ภู่ทอง, กนกทิพย์ ภักดีบำรุง และ ศิริพร สิทธิประณีต
ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ได้ทำการตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรม และโครงสร้างของกลุ่มประชากรผึ้งโพรงไทย *Apis cerana* โดยใช้ PCR-RFLP ของบริเวณควบคุมในไมโทคอนเดรียลดีเอ็นเอ เมื่อเพิ่มชิ้นดีเอ็นเอในบริเวณดังกล่าวด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ไพรเมอร์ AM8 และ AM11 ซึ่งออกแบบจากลำดับดีเอ็นเอของผึ้งพันธุ์ *A. mellifera* จะได้ผลิตภัณฑ์ PCR ขนาด 2750 คู่เบส ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคดังกล่าวในตัวอย่างผึ้งโพรง 125 รัง ที่ครอบคลุม 6 พื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือ 1) ภาคเหนือ 2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3) ภาคกลาง 4) ภาคใต้ 5) เกาะสมุย และ 6) เกาะภูเก็ต พบว่าเมื่อตัดดีเอ็นเอบริเวณควบคุมที่เพิ่มปริมาณได้ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ *TaqI*, *RsaI* และ *HinfI* จะให้รูปแบบของแถบดีเอ็นเอเป็น 2, 3 และ 10 รูปแบบตามลำดับ เมื่อรวมรูปแบบของแถบดีเอ็นเอที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะทั้ง 3 ชนิดเข้าด้วยกันจะให้รูปแบบรวมที่แตกต่างกัน 11 กลุ่ม เมื่อคำนวณค่า genetic distance ระหว่างกลุ่มและ nucleotide divergence ระหว่าง 6 กลุ่มประชากร แล้วนำมาสร้างความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการตามแบบ UPGMA จะสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้ 2 กลุ่มวิวัฒนาการคือ กลุ่มผึ้งโพรงทางตอนเหนือ (ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง) และ กลุ่มผึ้งโพรงทางตอนใต้ (ภาคใต้, เกาะสมุย และ เกาะภูเก็ต) โดยมีค่า nucleotide divergence ระหว่างกลุ่มเป็น 3.8% เมื่อวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างผึ้งทุกกลุ่มพื้นที่ด้วย Monte Carlo Simulation (Chi-square) และค่า Fst พบว่าสามารถแยกกลุ่มผึ้งโพรงบนเกาะสมุยออกจากกลุ่มผึ้งโพรงทางตอนใต้ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.0001$)

คำหลัก: ความหลากหลายทางพันธุกรรม, ไมโตรคอนเดรีย, *Apis cerana*

INTRODUCTION

Five species of honeybee are found in Thailand. Four of them are native species; the giant or rock honeybee, *A. dorsata*; the dwarf, *A. florea*; small dwarf honeybee, *A. andreniformis* ; and the eastern honeybee, *A. cerana* and the imported species, *A. mellifera*.

In domestic beekeeping in Thailand, *A. cerana* has been used for along time. It has not been improved for keeping, mostly they are from wild colonies introduced into modern hives. For industrial beekeeping, *A. mellifera* is more successful than *A. cerana* because the imported bee is not aggressive, produce high quantity of honey products and lay eggs at a higher rate than *A. cerana*. However, *A. cerana* has some better biological features such as resistance to honeybee mites, do not required sugar feeding and has better climatic adaptability. The disadvantages of *A. cerana* are more aggressive, produce less quantity of honey, lay eggs a slowly rate and tend to swarm and abscond frequently. From this reason the genetic basis of *A. cerana* should be further studies for strain improvement.

The honeybee, *A. cerana* , is widely distributed over the different geographical area in Thailand. From multivariante statistical analysis (Canonical analysis) of morphometric characteristics, Limbipichai (1990) devided *A. cerana* populations into 3 distinctive groups as follows: 1) Northern latitude bees, 2) Southern latitude bees and 3) Samui Island bees. However, the morphometric parameters are subject to environmental effect, and their genetic basic is undefined (Daly, 1988). Therefore, the molecular marker, mitochondrial DNA (mtDNA) was used to investigate the population structure of honeybee *A. cerana* in Thailand.

The honeybee mtDNA molecule are composed of encode 13 proteins, two ribosomal RNAs, 22 tRNAs and two non-coding regions (inter COI-COII and control region) (Crozier *et al.*, 1992). This circular molecule are maternally inherited without recombinant (*Lensman et al.*, 1983), effective haploid, conservative gene order and rapid rate of evolution. Thus mtDNA analysis is a powerful tool in population and evolutionary genetic studies (Moritz, 1994). In recent year, PCR-RFLP of 3 mtDNA regions (inter COI-COII, lrRNA and sRNA gene) and ATPase6-ATPase8 gene were analyzed by Sihanuntavong (1997) and Songram (1997), respectively. Both studies could allocate geographic location of *A. cerana* in Thailand to 3 groups composed of 1) North, Central and North/East 2) South and 3) Samui Island.

In addition, the control region of animal mtDNA is a large non-coding area containing specific region for initiation of replication and transcription of mtDNA genome. Generally, base substitutions (transitions and transversions), length polymorphism (insertions and deletions) of this region is greater than those in other regions. The control region is the most rapid evolution (Brown, 1985) which more than another part on mtDNA approximate two to five fold (Aquadro *et al.*, 1984). This region is used as genetic marker for ecological studies of marine turtles (Norman *et al.*, 1994) and studies level of inter and intra-populational variation of the harbour porpoise, *Phocoena phocoena* on interoceanic (Rosel *et al.*, 1995). On the other hand, the genetic variation study of control region of *A. cerana* is limited. Therefore, this study was analyzed of genetic variation among Thai honeybee, *A. cerana* using PCR-RFLP analysis of control region from six geographic area in Thailand (North, North/East, Central, South, Samui and Phuket Island). The result will provide information on the biology and geographic variation of *A. cerana* in Thailand.

STUDY AREA

A. cerana adult workers were sampled from different geographic areas including 1) North 2) North/East 3) Central 4) South 5) Samui Island and 6) Phuket Island. The samples of *A. mellifera* were collected two hives, one from the North/East and the other from Bees Biology Research Unit, Chulalongkorn University.

METHODOLOGY

The 177 colonies of adult workers honeybee, *A. cerana* were collected from six different areas (as above). Samples were stored in absolute ethanol or frozen in liquid nitrogen for subsequent analysis.

Initially, total DNA was extracted from individual thoraces using the modified method of Garnery *et al.*, 1993 . The mtDNA control region were amplified via polymerase chain reaction (PCR) by primer pairs AM8 (1439-CTA TGA TAT ATA TAT TTA TTA TCT TTA TC-1411) and AM11 (15369-ACA ATT AAT CTA AAA AAC TAC AAC ATG-15495) which designed from the ND_2 gene and the small ribosomal gene from mtDNA sequence of *A. mellifera* (Crozier *et al.*, 1992). The amplified control region was separately digested with each restriction enzymes (*Taq*I, *Rsa*I or *Hin*fI) . The DNA fragments obtained from *Taq*I, *Rsa*I and *Hin*fI were separated by electrophoresed in 1.5%, 1.8% agarose gel and 2.0% metaphor gel, respectively. The DNA fragments on both gel were visualized and photographed under UV light after staining with ethidium bromide.

Restriction enzyme fragment patterns were named as a single letter code (A, B, C etc.) in the order of frequency which are observed and composite haplotype for each colonies were generated. The fragments size in each restriction pattern were recorded in binary matrix for each haplotype. The character state "1" denoting the presence of a particular fragment and "0" the absence of a fragment. This restriction fragment data was analyzed using GROUP, GENERATE, D, DA and Monte programs in the REAP (McElroy *et al.*, 1991), NEIGHBOUR, DRAWGRAM programs in the Phylip package (Felsenstein, 1993).

RESULTS

The control region amplified from *A. cerana* and *A. mellifera* mtDNA using AM8 and AM11 was 2,750 and 2,560 bp, respectively. After digestion the amplified control region from 125 colonies with *Taq*I, *Rsa*I and *Hin*fI, two, 3 and 10 haplotypes were obtained, respectively (Table 1). Eleven composite haplotype were generated. The average genetic distance for all possible comparison was 6.821% (Table 2). A UPGMA phenogram constructed from this value indicated two separated haplotype groups; Group A (South, Samui and Phuket Island) and Group B (North, North/East and Central) (Fig. 1).

Haplotype and nucleotide diversity within populations (Table 3) were generally low in Southern area (South, Samui Island and Phuket Island) and estimated average all six area were 0.425 and 0.58%, respectively. Large genetic differences (nucleotide diversity) were observed between each populations (5.23%) greater than the genetic difference within population (0.58%) and average nucleotide divergence between all comparisons of investigated *A. cerana* was 4.647% (Table 4). A UPGMA Phenogram constructed from nucleotide divergence were shown in Fig. 2, which allocated all investigated samples to 2 groups as genetic distance value.

Geographic heterogeneity analysis showing that genetic subdivisions exist in this species ($P<0.0028$). All comparisons, with the exception of pairwise comparison within North-Central, North/East-Central, North-Norht/East, South-Phuket and Samui-Phuket showed statistically significant different ($P<0.0028$). As this results, North, Central and North/East as well as South and Phuket Island were pooled and reanalyzed with the remaining samples. All comparisons, showed statistically significant difference (Table 5).

DISCUSSION

PCR-RFLP of mtDNA control region analysis reveals serveral interesting features of the population genetic structure of honeybee, *A. cerana*. Approximately seventy-one percent of investigated colonies of *A. cerana* was sucessful amplified high variable control region by primer pairs AM8 and AM11 and produced slightly smaller PCR product (heteroplasmy). Three restriction enzymes (*Taq*I, *Rsa*I and *Hin*fI) were used to analyzed. The scoring of restriction patterns from these enzymes were not interfered by length heteroplasmy.

From PCR-RFLP analysis, mtDNA diversity within *A. cerana* samples (Table 3) showed higher haplotype diversity of Northern sample (0.6088-0.6629) than Southern *A. cerana* (0.0000-0.5032). Because of equal distributions in frequencies of AAC, AAB and AAD composite haplotyopes cause high genetic diversity in Nothern latitude. On the other hand, haplotype BBA was contributed by 91.9%, 68.2% and 100% of *A. cerana* from South, Samui and Phuket Island. This caused lower genetic polymorphism in the Southern latitude of *A. cerana*.

Considering levels of nucleotide divergence within each group, the divergence was lower than 0.2% whereas the divergence among group were larger than 7% and phylogenetic relationship based on genetic distance (Fig. 1) indicated two different groups (Nothern and Southern) of composite haplotypes. No overlapping haplotype between the Northern and Southern latitudes of *A. cerana*. This evidenced strong genetic differentiation of North/South *A. cerana* in Thailand. This results were in agreement with those of Sihanuntavong (1997) and Songram (1997).

Genetic heterogeneity analysis using psudo chi-square indicated different in allele distribution frequencies of *A. cerana* in Thailand ($P<0.0028$) (Table 5). Therefore, subdivision was existance in this species. The results from all possible pairwise comparisons showed the same conclusions drawn from phylogenetic studies with the exception that *A. cerana* from the South had significant genetic heterogeneity compared to that from the Samui Island ($P=0.0014$). Therefore, the Samui *A. cerana* should be considered as different population.

Based on all PCR-RFLP of mtDNA analysis (Sihanuntavong, 1997; Songram, 1997). *A. cerana* could be differentiated into 3 different populations composing of Northern (North, North/East and Central), Southern (South, Phuket Island) and Samui Island. The results from this study indicated that mtDNA polymorphism analyzed by PCR-RFLP provide useful genetic information in *A. cerana*. It is extremely interesting to test the performance in some economically important traits of *A. cerana* carrying BBA with those carrying AAD, AAB and AAC haplotype. The information obtained will be significantly useful for selective beeding program of *A. cerana* in Thailand.

Table 1. Haplotype distribution frequencies of digested control region of *A. cerana* with three restriction endonuclease (*Taq*I, *Rsa*I and *Hin*fI)

Population	Haplotype														
	*Taq*I		*Rsa*I			*Hin*fI									
	A	B	A	B	C	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
North (19)	19 (1)	0	19 (1)	0	0	0	4 (0.210)	11 (0.579)	3 (0.158)	1 (0.052)	0	0	0	0	0
North/East (19)	19 (1)	0	19 (1)	0	0	0	11 (0.579)	1 (0.052)	4 (0.210)	1 (0.052)	2 (0.105)	0	0	0	0
Central (25)	25 (1)	0	25 (1)	0	0	0	11 (0.440)	7 (0.280)	7 (0.280)	0	0	0	0	0	0
South (37)	0	37 (1)	0	37 (1)	0	34 (0.919)	0	0	0	0	0	2 (0.054)	0	0	0
Samui Island (22)	0	22 (1)	0	15 (0.681)	7 (0.318)	19 (0.864)	0	0	0	0	0	0	2 (0.091)	1 (0.045)	1 (0.027)
Phuket Island (3)	0	3 (1)	0	3 (1)	0	3 (1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 2. Pairwise comparisons illustrating genetic distance substitution (the number of nucleotide substitution per site) between pairs of composite haplotypes found in Thai *A. cerana*

Composite haplotype	AAC	AAB	AAD	AAE	AAF	BBA	BBJ	BBG	BCA	BCH	BCI
AAC	-										
AAB	0.00408	-									
AAD	0.01301	0.00800	-								
AAE	0.01699	0.01178	0.01178	-							
AAF	0.01893	0.01301	0.02316	0.02722	-						
BBA	0.07680	0.08162	0.08162	0.06535	0.10417	-					
BBJ	0.09896	0.10417	0.10417	0.08162	0.13864	0.02983	-				
BBG	0.10417	0.10914	0.10914	0.08623	0.10417	0.00991	0.04606	-			
BCA	0.08162	0.08623	0.08623	0.06965	0.10913	0.01452	0.05123	0.02607	-		
BCH	0.10417	0.10914	0.10914	0.11387	0.14404	0.05123	0.09349	0.05123	0.02607	-	
BCI	0.10914	0.11387	0.11387	0.09065	0.14918	0.03969	0.05123	0.03969	0.01893	0.01452	-

Table 3. Haplotype and nucleotide diversity with six geographic samples of *A. cerana* in Thailand resulted from digestion of the control region with three restriction enzymes (*Taq*I, *Rsa*I and *Hin*fI)

Population	Haplotype diversity ± SE	Nucleotide diversity (%)
North	0.609 ± 0.068	0.57
North/East	0.620± 0.072	0.71
Central	0.663 ± 0.026	0.52
South	0.154± 0.056	0.27
Samui Island	0.503 ± 0.078	0.14
Phuket Island	0.000± 0.000	0.00
Average	0.425 ± 0.013	0.58 ± 0.0004

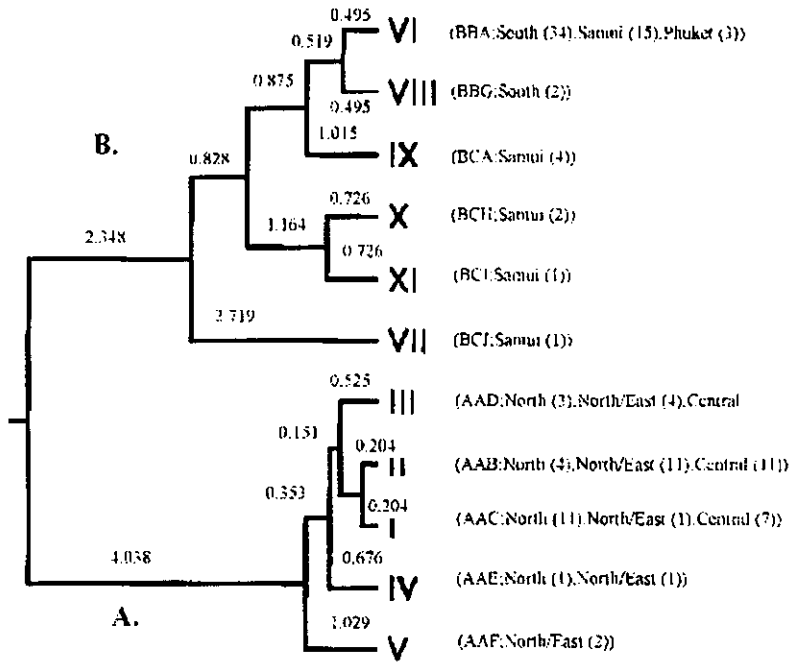


Fig. 1. UPGMA phenogram showing relationship between 11 composite haplotypes of digested control region of *A . cerana* in Thailand based on nucleotide diversity listed in Table 2.

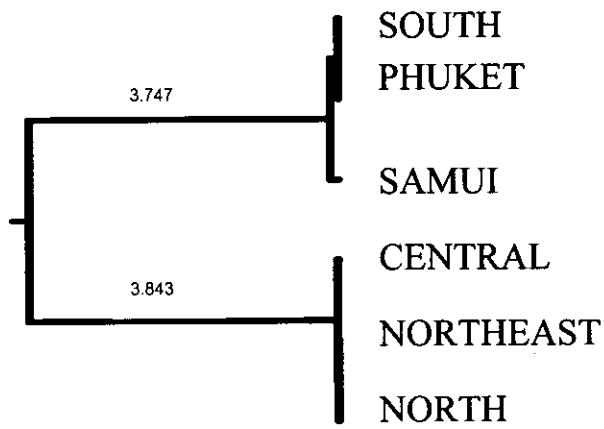


Fig. 2. GMA phenogram showing relationship of six conspecific samples of *A. cerana* in Thailand based on percentage of nucleotide divergence

CONCLUSIONS

1. PCR-amplified control region of *A. mellifera* and all *A. cerana* using primer pairs AM8 and AM11 was 2,560 and 2,750 bp, respectively.
2. Digestion of the amplification product of *A. cerana* with *Taq*I, *Rsa*I and *Hin*fI generated 2, 3 and 10 restriction profiles, respectively. A total of 11 composite haplotype was observed.
3. UPGMA phenograms of composite haplotype and geographic samples indicated 2 genetically different linages composed of Northern latitude (North, North/East, Central) and Southern latitude (South, Samui Island and Phuket Island) of *A. cerana* in Thailand.

4. Geographic heterogeneity and population differentiation analyzes could allocate six geographic location of *A. cerana* in Thailand to 3 groups composed of 1) North, Central and North/East 2) South and Phuket Island and 3) Samui Island.

Table 4. Percentage of nucleotide diversity (above diagonal) and nucleotide divergence (below diagonal) between of six conspecific samples of *A. cerana* in Thailand based on digestion of amplified control region with three restriction enzymes (*Taq*I, *Rsa*I and *Hin*fI)

Population	North	North/East	Central	South	Samui	Phuket
North	-	0.910	0.134	8.027	8.288	7.797
North/East	0.108	-	1.043	8.509	8.795	8.288
Central	0.023	0.015	-	8.236	8.483	8.003
South	7.585	7.997	7.841	-	0.629	0.569
Samui Island	7.285	7.725	7.529	0.191	-	0.745
Phuket Island	7.513	7.935	7.766	0.0005	0.192	-
Average	4.647 ± 0.0099 (Nucleotide divergence)			5.231± 0.0099 (Nucleotide diversity)		

Table 5. Analysis of geographic heterogeneity using a Monte Carlo simulation in composite haplotype distribution frequency between pooled samples Northern (North-Central-North/East), Southern (South-Phuket Island) and Samui Island of honeybee *A. cerana* in Thailand

Population	Northern	Southern	Samui Island
Northern	-		
Southern	P=0.0001	-	
Samui Island	P=0.0001	P=0.0001	-

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 541069.

REFERENCES

AQUADRO, C. F., N. KAPLAN AND K. J. RISKO. 1984. An analysis of the dynamics of mammalian mitochondrial DNA sequence evolution. Mol. Biol. Evol. 1: 423-434.

BROWN, W. M. 1985. The mitochondrial genome of animals. In MacIntyre, R. J. (ed.), Monographs in evolutionary biology: molecular evolutionary genetics plenum. New York. pp. 95-130.

CROZIER, R. H., AND Y. C. CROZIER. 1992. The mitochondrial genome of the honeybee *Apis mellifera*: complete sequence and genome organization. Genetics 133: 97-117.

DALY, H. V. 1988. In Africanized honeybees and bee mites. Horwood, Chichester, U. K.

FELSENSTEIN, J. 1993. PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.5c. Department of Genetics, University of Washington, Seattle.

GARNERY, L., M. SOLIGNAC, G. CELEBRANO AND J. M. CORNUT. 1993. A simple test using PCR- amplified mitochondrial DNA to study the genetic structure of *Apis mellifera* L. Experientia 49: 1016-1021.

LANSMAN, R. A., J. C. AVISE AND M. D. HUELTEL. 1983. Critical experimental test of the possibility of "paternal linkage" of mtDNA. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 80: 1969-1971.

LIMBIPICHAI, K. 1990. Morphometric studies on the eastern honeybee (*Apis cerana* Fabricius) in Thailand and Malaysian Peninsula. M.S. Thesis. Department of Biology, Graduate School, Chulalongkorn University.

MC ELROY, D., P. MORAN, E. BERMINGHAM AND I. KORNFIELD. 1991. REAP (Restriction Enzyme Analysis Package) version 4.0. University of Maine, Orono, Maine.

MORITZ, C. 1994. Applications of mitochondrial DNA analysis in conservation: a critical review. Molecular Ecology 3: 401-411.

NORMAN, J., C. MORITZ AND J. LYMPUS. 1994. Mitochondrial DNA control region polymorphisms: genetic markers for ecological studies of marine turtles. Molecular Ecology 3: 363-373.

ROSEL, P. E., A. E. DIZON AND M. G. HAYGOOD. 1995. Variability of the mitochondrial control region in populations of the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, on interoceanic and regional scales. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 1210-1219.

SIHANUNTAVONG, D. 1997. Genetic variation in mitochondrial genes of honeybee *Apis cerana* in Thailand. M.S. Thesis. Department of Biotechnology, Graduate School, Chulalongkorn University.

SONGRAM, O. 1997. Genetic variation of *Apis cerana* in Thailand inferred by PCR-RFLP analysis of the mitochondrial ATPase6-ATPase8 gene. M.S. Thesis. Department of Biochemistry, Graduate School, Chulalongkorn University.

GENETIC DIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE OF *APIS CERANA* IN THAILAND INFERRED BY PCR-RFLP ANALYSIS OF THE MITOCHONDRIAL ATPASE6 AND 8 GENE

***Siriporn Sittipraneed*[1], *Onuma Songram*[1], *Napa Sivarangson*[1], *Kanoktip Pakdibumrung*[1], *Sirawut Klinbunga*[2] *and Siriwat Wongsiri*[3]**

[1]Department of Biochemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[2]National Center of Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency, Rajdhevee, Bangkok 10400

[3]Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของจีโนไทป์ของผึ้งโพรงในประเทศไทยซึ่งแสดงโดยพอลิมอร์ฟิซึมของดีเอ็นเอ

ศิริพร สิทธิประณีต[1], อรอุมา ซองรัมย์[1], นภา ศิวรังสรรค์[1], กนกทิพย์ ภักดีบำรุง[1], สิรวุฒิ กลิ่นบุหงา[2] และ สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ[3]

[1]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[3]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมพร้อมทั้งตรวจโครงสร้างของกลุ่มประชากรของผึ้งโพรง (*Apis cerana*) ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ (ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคกลาง, ภาคใต้ และเกาะสมุย) ด้วยการวิเคราะห์พอลิมอร์ฟิซึมในไมโทคอนเดรียลดีเอ็นเอหลายบริเวณ ได้แก่ บริเวณระหว่างยีนไซโทโครมออกซิเดส I (COI) และไซโทโครมออกซิเดส II (COII) บริเวณยีนของไรโบโซมัลอาร์เอนเอทั้งหน่วยย่อยใหญ่และหน่วยย่อยเล็ก (lrRNA และ sRNA genes) บริเวณยีน ATPase6 และ ATPase8 (ATPase 6 และ 8) โดยใช้รูปแบบหลังตัดบริเวณดังกล่าวซึ่งเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์เรส (polymerase chain reaction, PCR) ด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ซึ่งเรียกเทคนิคนี้ว่า PCR-RFLP นอกจากนั้นยังใช้การวิเคราะห์ความแตกต่างของลำดับเบสของ lrRNA genes ในไมโทคอนเดรีย และบริเวณ intergenie spacer (ITS) ของยีนไรโบโซมัลอาร์เอนเอในนิวเคลียสดีเอ็นเอร่วมด้วย ผลของการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผึ้งโพรงในประเทศไทยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผึ้งโพรงตอนเหนือ (ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง) กลุ่มผึ้งตอนใต้ และกลุ่มผึ้งเกาะสมุย

คำหลัก: ความหลากหลายทางพันธุกรรม, โครงสร้างของกลุ่มประชากร, ผึ้งโพรง, PCR, RFLP

INTRODUCTION

Honey bee is successfully in beekeeping for several products (e.g., honey, bee wax, propolis, pollen, royal jelly) in many countries. In Thailand, commercial honey bee products also have a high economic value of industrial beekeeping. However, the main species for beekeeping is the western honey bee (*Apis mellifera*) which are imported by beekeepers (Wongsiri *et al.*, 1986). In spite of the native honey bee species in Thailand are *A. dorsata, A. florea, A. andreniformis and A. cerana*, but these species have not been proved for commercial beekeeping purposes (Smith, 1991). Generally, the former three species have been relatively poorly interested for beekeeping because of their habit of open nesting and well- recognized defensive behavior. While the last species, eastern honey bee (*A. cerana*), is more suitable for beekeeping in Thailand because they constructed multiple, parallel combs in cavity which was can be kept in hive like *A. mellifera*. In addition, their biological features were more advantage than that of *A. mellifera* (e.g., fever enemies, resistance to *Varroa* mites and don't required sugar feeding) (Wongsiri *et al.*, 1986). As beginning in strain improvement of this species for management program purpose, genetic variation within species should be exaamined because genetic approaches can provides valuable information upon which to base management decision.

Mitocondrial (mt) DNA is maternal inheritance and evolving rapidly (5-10 times) faster than nuclear DNA (Brown *et al.*, 1979). MtDNA analysis has proved to be a powerful tool to the study of genetic variation and maternal population structure. However, different mtDNA regions evolve at different rate, thus, certain region of mtDNA genome has been choosed for definite studies purposes.

The recent application of polymerase chain reaction (PCR) to restriction analysis of mtDNA removes the necessity to isolated pure mtDNA. Restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) of PCR amplified regions (e.g. region between cytochrome oxidase, cytochrome b, and large ribosomal RNA subunit) have been used to study the genetic variability in *A. mellifera* (Corzier *et al.*, 1991; Hall and Smith, 1991; Garnery *et al.*, 1993; Garnery *et al.*, 1995).

The mtDNA region of ATPase complex (ATPase6 and ATPase8) has been used in the analysis of mtDNA variation in several organisms (Chow and Ushiama, 1995; Aljonabi *et al.*, 1994). In this study, PCR-RFLP of ATPase6 and 8 was used to evaluate genetic variation and population structure of *A. cerana* in Thailand.

STUDY AREA

Adult workers of *A. cerana* were collectes from 177 colonies from 5 regions in Thailand (Fig. 1) comprising North (n=36), North-East (n=30), Central (n=31), South (n=50) and Samui Island (n=30).

METHODOLOGY

PCR Amplification and Restriction Analysis

Honey Bee Samples and DNA Extraction

Adult workers of *A. cerana* were kept frozen in liquid nitrogen and transported to the loboratory where they were stored at–80°C or immediately preserved in 95% ethanol.

Total DNA was individually extracted from the thorax of each bee using the method described by Hall and Smith (1991).

ATPase6 and 8 region was amplified in 50 µl reaction mixture containing 10 mM Tris-HCl (pH 8.3), 50 mM KCl, 2 mM $MgCl_2$, 0.001% (w/v) gellatin, 200 µM each of dATP, d ATPase6 and 8 region was amplified in 50 µl reaction mixture containing 10 mm Tris-HCl (pH 8.3), 50 mM KCl, 2 mM $MgCl_2$, 0.001% (w/v) gellation, 200 µl each of dATP, dCTP, dGTP and dTTP, 25 ng of bee total DNA 0.5 unit of Ampli Taq polymerase and a pair of primers(^{4440}TTTAATTCCTCAAATAATAC^{4440}and ^{5244}TTAATTTGATTCAGAGAAAT^{5225}) designed from that of *A. mellifera* mtDNA sequence (Crozier and Crozier, 1993). Amplification was predenatured at 95 °C for 2 min followed by 35 cycles of 30 sec at 94 °C, 30 sec at 50 °C and 2 min at 72 °C. The final extention was carried out at 72 °C for 10 min.

Amplification products were electrophoresed through a 2% agarose gel and UV-visualized after ethidium bromide staining. About 500 ng of individual amplification product was digested with each of three restriction endonucleases (*Ssp*I, *Taq*I and *Vsp*I) using the conditions recommended by the manufacturer (Boehringer Mannheim). The digestions were analyzed by electrophoresis in 3.0-4.0% MetaPhor agarose gels (FMC), and detected by ethidium bromine staining and photographed with Kodak-TripanX under UV light.

Data Analysis

Restriction fragment patterns of each restriction endonucleases digestion were designated in a single alphanumeric character (A, B, C,....etc.) in the order of their frequencies which have been observed, and composites haplotypes for each *A. cerana* were designated by three letter code, and arranged from the enzyme which produced the most polymorphic patterns. This data of restriction fragment pattern was analyzed using programs

contained in the REAP package (McElroy *et al.*, 1991), the PHYLIP package (Felsenstein, 1993) and the GENEPOP.

RESULTS

The only one fragment (825 bp) of an amplified ATPase6 and 8 was observed in all *A. cerana* individuals except 83% out of South and 60% out of Samui Island showed length heteroplasmy which have one to three additional fragments (850, 890 and 925 bp). Since in all investigated samples have an amplified product of 825 bp, thus this fragment was further used for RFLP analysis. The digestion of amplified ATPase6 and 8 from all investigated bees with *Taq*I generated two restriction fragment pattherns, and both *Ssp*I and *Vsp*I produced four variable pattherns (Fig. 2). The fragment patterns produced by these enzymes can be used to distinguish between Northern (North, North-East and Central) and Southern (South and Samui Island) *A. cerana*. Moreover, *Vsp*I patterns distinguish some Samui Island from South.

Among the 177 *A. cerana* individuals, eight composite haplotypes were identified (Table 1). Haplotype I (AAA) was the most common haplotype in Northern (70% of bee) while haplotype VII (BBB) was the predominant haplotype in Southern (60% of bee). All composite haplotypes were clustered in two distinct groups corresponding to Northern and Southern population (Fig. 3) with no shared composite haplotype between groups. Composite haplotypes I-VI were found in Northern, composite haplotypes VII and VIII were observed in Southern.

Haplotype and nucleotide diversity within five geographical samples were generally low in all geographic areas except that of Samui Island where two haplotypes were found in 50:50 of 30 bees examined (Table 2). The average nucleotide diversity within five geographical samples (was 0.2852%) which was much more less than the average nucleotide diversity between sample (2.5588%) indicating strong population differentation in this taxon.

The nucleotide divergence between almost all of the pairwise comparison ranged from 0.000% to 3.758% with an average of 1.873+0.002% (Table 3). Relatively low values were found in the comparisons within the Northern samples (0.000-0.001%) whereas the comparisons between the Northern with either South or Samui Island showed much higher nucleotide divergence (0.311-3.758%). This parameter was subjected to phylogenetic reconstruction (Fig. 4), saparated the Northern from the Southern bees with high nucleotide divergence (1.5%).

Geographic heterogeneity analysis showed statistically significant different ($P<0.0001$) in all comparisons of the Northern, South and Samui Island except of pairwise comparison within the Northern samples ($P>0.05$), implying the existance of population subtraction within *A. cerana* in thailand. Likewise, the overall F_{ST} value was 0.781 ($P=0.0000$), meaning strong population subdivision within this species (Table 4).

Table 1. Frequency distribution of 8 composite haplotypes among five geographic regions of Thai *A. cerana* based on *Taq*I, *Ssp*I and *Vsp*I

Haplotype		Distribution frequency					Total
		North	North-East	Central	South	Samui Island	
I	AAA	34	27	29			90
II	ACA	2	1				3
III	AAD		1				1
IV	BAA		1				1
V	ADA			1			1
VI	ABA			1			1
VII	BBB				50	15	65
VIII	BBC					15	15
Total		36	30	31	50	30	177

Table 2. Haplotype (±SE) and nucleotide diversity (%) for five geographic samples of *A. cerana*

Population	Haplotype diversity (±SE)	Nucleotide diversity (%)
North	0.106 (0.048)	0.070
North-East	0.189 (0.067)	0.157
Central region	0.125 (0.056)	0.084
South	0.073 (0.034)	0.448
Samui Island	0.508 (0.012)	0.667
Mean	0.200 (0.043)	0.285

Table 3. Percent nucleotide divergence (above diagonal) and percent nucleotide diversity (below diagonal) between pairwise comparison of *A. cerana*

	North	North-East	Central	South	Samui Island
North	-	0.0000	0.0012	3.7579	2.6712
North-East	0.1120	-	0.0001	3.7095	2.6177
Central	0.0780	0.1203	-	3.6909	2.6136
South	3.8066	3.8030	3.7516	-	0.3114
Samui Island	3.0398	3.0297	2.9891	0.8573	-
Average nucleotide diversity = 2.159+0.0027					
Average nucleotide divergence = 1.873+0.002					

Table 4. The F_{ST} estimates of five geographic samples of *A. cerana* in Thailand

	North	North-East	Central	South	Samui Island
North	-				
North-East	0.001^{ns}	-			
Central	-0.006^{ns}	-0.012^{ns}	-		
South	0.976^{***}	0.925^{***}	0.949^{***}	-	
Samui Island	0.729^{***}	0.645^{***}	0.680^{***}	0.553^{***}	

ns = not significant, *** =P< 0.0001

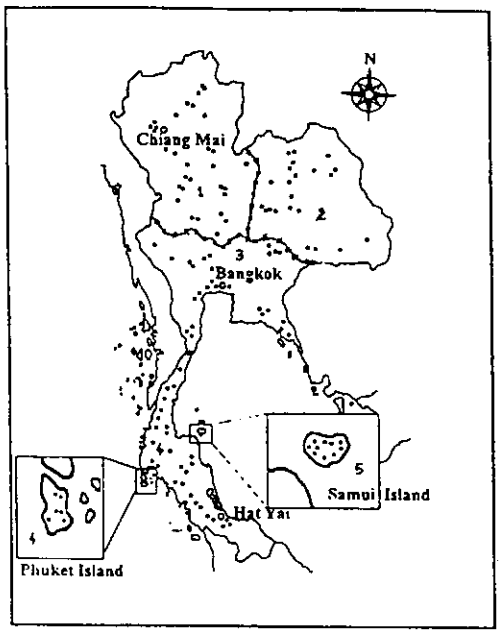


Fig. 1. Map of Thailand showing five geographical sampling regions of *A. cerana*. Regions are represented by number: 1=North (n=36), 2= North-East (n=30), 3=Central (n=31), 4= South (n=50) and 5=Samui Island (n=30)

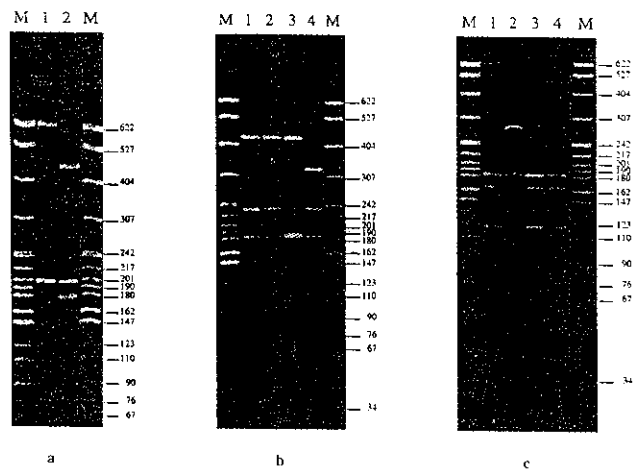


Fig. 2. Restriction patterns of ATPase6 and 8 mtDNA gene digested with the a).Two restriction patterns were observed from *Taq*I digested. Lanes 2 and 3 show haplotype A and B, respectively. b). Four restriction patterns were observed from *Ssp*I digested. Lanes 2, 3, 4 and 5 show haplotype A, B, C and D, respectively. c). Four restriction patterns were observed from *Vsp*I digested. Lanes 2, 3, 4 and 5 show haplotype A, B, C and D, respectively. Lanes M are pBR322/*Msp*I marker.

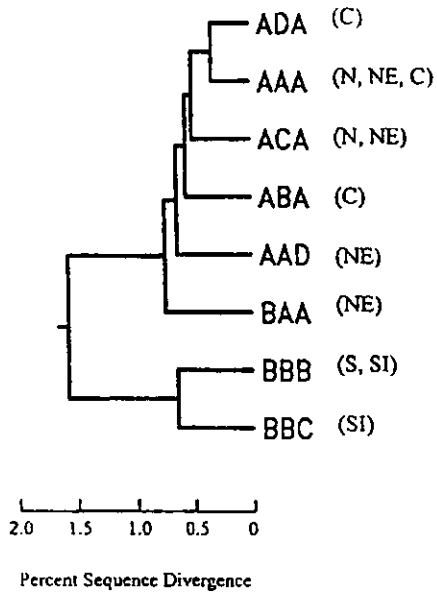


Fig. 3. UPGMA phenogram showing relationships of composite haplotypes calculated from genetic distance. Abbrevations; N=North, NE=North-East, C=Central, S=South, SI=Samui Island

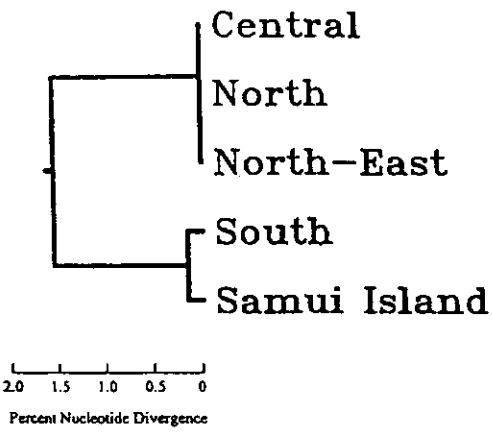


Fig. 4. UPGMA phenogram of the five geographapical regions of *A. cerana* based on nucleotide divergence

DISCUSSION

Length heteroplasmy was observed in an amplified ATPase6 and 8 gene of only the Southern *A. cercena*, indicated the Southern and the Northern bee were evolutionary different lineages.

The average haplotype diversity was 0.200+0.006 suggesting low level of genetic polymorphism in *A. cerana* mtDNA. The average nucleotide diversity among bee samples was approximately 2.159% which was much higher than that within bee samples (0.285%), indicating strong genetic differentiation within this species. This was supported by the results from F_{ST} estimate (0.781, P=0.0000).

Pairwise comparisons in nucleotide divergence within the Northern and the Southern were quite low (0.078-0.120% for the former and 0.853% for the latter) whereas large different in nucleotide divergence were observed between each of the Northern and each of the Southern. The UPGMA phenogram indicated that five geographic regions of Thai *A. cerana* could be clearly divided into 2 distinct evolutionary lineages, the Northern and the Southern bees. From the value of genetic distance, haplotype diversity, nucleotide divergence and F_{ST}, it was clearly that the Northern was reproductively isolated from the Southern *A. cerana*.

Geographic heterogeneity between each pairwise comparison of the Northern were not significant different (P>0.5), indicating *A. cerana* from North, North-East and Central were the same gene pool. By contrast, highly significant differences in haplotype frequency between the Northern and each of the Southern were observed. This mean that the Northern and the Southern *A. cerana* were not the same population, indicating strong population differentiation in this species. With the Southern *A. cerana*, geographic heterogeneity between South and Samui Island was highly significant different (P<0.0001), implied that South or Samui Island can be further allocated as different population. Based on geographic heterogeneity analysis, it was clear that *A. cerana* from five different geographic regions were allocated into three genetic population, the Northern (North, North-East and Central), South and Samui Island, respectively. Unlike the results from morphometric measurements (H.

Allen Sylvester *et al.*, personal communication), Phuket Island could not be saparated from mainland *A. cerana* (South). One explanation for this might be occational migration (swam) of bee from mainland because Phuket Island is more near to the mainland (2 km) than Samui Island (30 km).

CONCLUSIONS

1. Length heteroplasmy of ATPase6-8 region was found only in the Southern (South and the Samui Island) *A. cerana*. This indicates that the Northern and the Southern bees are evolutionary different lineages.
2. Haplotype C of *Vsp*I digest was a population specific for the Samui Island bees which can be used as molecular markers for conservative program of *A. cerana* in Thailand.
3. *A. cerana* in Thailand could be genetically divided into 3 groups included of the Northern, the South and the Samui Island bees.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 139024.

REFERENCES

ALJANABI, S. M., M. MCCLELLAND, C. PETERSEN AND B. W. S. SOBRAL. 1994. Phylogenetic analysis of organellar DNA-requences in the Antropogoneae, Saccharenae. Theoretical and Applied Geneties 88: 933-944.

BROWN, W. M., M. GEORGE AND A. C. WILSON. 1979. Rapid evolution of animal mitochondrial DNA. Proceedings of the national academy of sciences of the USA. 76: 1967-1979.

CHOW, S. AND H. LISHIAMA. 1995. Global population stucture of Albacore (*Thunnus lallunga*) inferred by RFLP analysis of the mitochondrial ATPase gene. Marine Biology 123: 39-45.

CROZIER, R. H. AND Y. C. CROZIER. 1993. The mitochondrial genome of the honey bee *Apis mellifera*: complete sequence and genome organization. Genetics 133: 97-117.

CROZIER, R. H., S. KOULIANOS AND Y. C. CROZIER. 1991. An improved test for Africanized honey bee mitochondrial DNA. Experientia 47: 968-969.

FELSENSTEIN, J. 1993. Phylip (Phylogenetic Inference Package) version 3.5 c. Distributed by the author. Department of Genetics, University of Washington, Seattle.

GARNERY, L., E. H. MOSSHINE, B. P. OLDROYD AND J. M. CORNUET. 1995. Mitochondrial DNA variation in Moroccan and Spanish honey bee population. Molecular Ecology 4: 465-471.

GARNERY, L., M. SOLIGNAC, G. CELEBRANO AND J. M. CORNUET. 1993. A simple test using restricted PCR-amplified mitochondrial DNA to study the genetic structure of *Apis mellifera* L. Experientia 49: 1016-1021.

HALL, H. G. AND D. R. SMITH. 1991. Distinguishing African and European honey bee matrilines using amplified mitochondrial DNA. Proceedings of the national academy of sciences of the USA. 88: 4548-4552.

MCELROY, D., P. MORAN, E. BIRMINGHAM AND I. KORNFIELD. 1991. REAP (Restriction Enzyme Analysis Package) version 4.0. University of Orono, Maine.

SMITH, D. R. 1991. Mitochondrial DNA and honey bee biogeography. In SMITH, D. R. (ed), Diversity in the genus *Apis* pp. 131-176. Westview Press, USA.

WEIR, B. S. AND C. C. COCKERHAM. 1984. Extimating *F*-statistics for the analysis of population structure. Evolution 1358-1370.

WONGSIRI, S., L. Y. SHENG AND L. Z. SONG. 1986. Bee keeping in the Guangdong province of Chaina and some observations on the Chinese honey bee *Apis cerana* and the European honey bee *Apis mellifera ligustica*. American Bee Journal 126: 748-752.

A STUDY OF GENETIC RELATIONSHIPS AMONG POPULATIONS OF TWO ALLIED SPECIES IN THE GENUS *AFGEKIA* CRAIB (LEGUMINOSAE) IN THAILAND

***Preecha Prathepha*[1] *and Visut Baimai*[2]**

[1]Department of Biotechnology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Muang District, Mahasarakham 44000

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในระดับประชากรของพืชสกุลถั่วแปบช้าง 2 ชนิด ในประเทศไทย

ปรีชา ประเทพา[1] และ วิสุทธิ์ ใบไม้[2]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ. เมือง มหาสารคาม 44000

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

พืชสกุลถั่วแปบช้าง (*Afgekia* Craib) มีเพียง 3 สปีชีส์ คือ ถั่วแปบช้าง (*A. sericea*) กันภัยมหิดล (*A. mahidolae*) และ *A. filipes* ถั่วแปบช้างและกันภัยมหิดลมีถิ่นอาศัยที่แยกกันอย่างชัดเจน ถั่วแปบช้างเป็นพืชหายากและใกล้สูญพันธุ์เนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่าได้ทำลายถิ่นอาศัยของพืชชนิดนี้ กันภัยมหิดลเป็นพืชที่ขึ้นอยู่เฉพาะที่เขาหินปูนที่จังหวัดกาญจนบุรีเท่านั้นและพบจำนวนน้อย และนับว่าเป็นพืชหายากของไทยอีกชนิดหนึ่ง พืชสองชนิดนี้เป็นพืชที่น่าสนใจสำหรับใช้ในการศึกษากระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการ ซึ่งผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมนับเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการดำรงอยู่หรือสูญพันธุ์โดยเฉพาะในพืชหาและมีประชากรขนาดเล็ก การวางแผนการอนุรักษ์พืชเหล่านี้ต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรในธรรมชาติ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) เพื่อประเมินความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างถั่วแปบช้างและกันภัยมหิดล โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาโครโมโซมและเครื่องหมายทางโมเลกุล และ 2) ศึกษาพันธุศาสตร์เชิงประชากรโดยศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรในพืชทั้งสองชนิดนี้ จากข้อมูลทางสัณฐานวิทยาและโครโมโซมพบว่ามีความแตกต่างกันเล็กน้อย และข้อมูลระดับดีเอ็นเอพบว่ามีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรม ทำให้สันนิษฐานได้ว่าพืชทั้งสองชนิดนี้เกิดจากการเปลี่ยนวิวัฒนาการจากบรรพบุรุษชนิดเดียวกัน การศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิค RAPD-PCR พบว่าพืชทั้งสองชนิดนี้มีความผันแปรทางพันธุกรรมในระดับสปีชีส์ มีความผันแปรทางพันธุกรรมภายในประชากร และมีความผันแปรทางพันธุกรรมระหว่างประชากรด้วย ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้มีความสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรพืชที่หายากได้

คำหลัก: ถั่วแปบช้าง, กันภัยมหิดล, วิวัฒนาการ, โครงสร้างทางพันธุกรรม

INTRODUCTION

The genus *Afgekia*, subfamily Papilionoideae, tribe Tephrosieae, was established by W. G. Craib in 1927 when he first discovered *A. sericea* Craib at Nakhon Ratchasima province, northeastern Thailand. In 1971 the second species, *A. mahidolae* Burtt and Chermsirivathana, was found at Kanchanaburi province (Burtt and Chermsirivathana, 1971). The name of this new species was dedicated, with permission, to Her Royal Highness, the King's Mother. Furthermore, *Afgekia filipes* was described by Geesink (1984) who proposed to transfer *Adinobotrys filipes* Dunn to *Afgekia filipes* (Dunn) Geesink. Thus there are three related species recognized in the genus *Afgekia,* i.e., *A. sericea, A. mahidolae* and *A. filipes*. The first two species are morphologically similar while the third species is quite remote from them. Floristic characteristics of this genus have been described by Prathepha (1990) and Niyomdham (1994). The flowers occur in terminal paniculate inflorescences. The bract and bracteoles are large. The pods are dehiscent and woody with sculptured valves. The floral parts of *A. sericea* and *A. mahidolae* are slightly different. *A. mahidolae* differs from *A. sericea* inhaving hair at the top of the style. These two species are wild, woody climbers with showy inflorescences. However, local people in Mahasarakham province have used

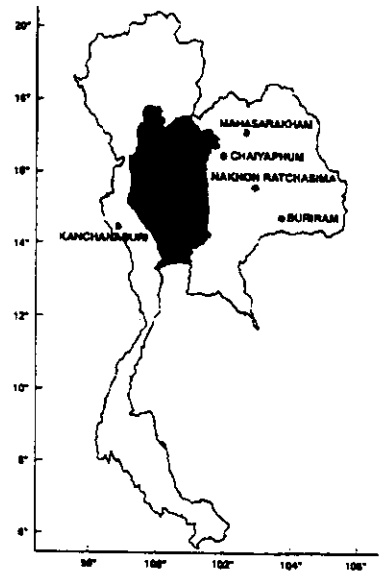


Fig. 1. Map of Thailand showing locations of 5 provices where the 13 natural populations of *Afgekia sericea* and *A. mahidolae* were sampled and used in this study. Large solid circle indicates the entral plain, eparating the northeastern and the western regions.

A. sericea as a medicinal plant (Chuakul *et al.*, 1994). These species commonly occur in Southern China, Myanmar and Thailand.

In Thailand, *A. sericea* is widely distributed throughout the northeastern region. In contrast, *A. mahidolae* is confined to open limestone habitat, distributed sporadically in small populations in western Thailand (Fig. 1). Thus these two species are apparently allopatric and may therefore represent good candidates for studying the evolutionary process of species differentiation in this genus. Although these two species has been become an endangered and rare species, due to deforestation but we know nothing about their genetic structure. Thus, this study aims to assess phylogenetic relationships of *A. sericea* and *A. mahidolae* and to use RAPD-PCR analysis (Williams, 1990) to describe the genetic variation and population structure in the Thai populations.

METHODOLOGY

Population Sampling

Seed specimens of *A. sericea* were collected from wild populations in Mahasarakham, Chaiyaphum, Nakhon Ratchasima, and Buriram provinces, northeastern Thailand. Seed samples of *A. mahidolae* were obtained from four localities in Kanchanaburi Province western Thailand. These were transported to and grown in the greenhouse of Department of Biotechnology, Mahasarakham University.

Chromosome Studies

Root tip cells were used for chromosome preparations using a technique described by Darlington and La Cours (1966), Chaiyasut (1989) and Prathepha (1994).

RAPD-PCR Analysis

Genomic DNA was extracted from the leaves of 19-30 individuals per population, using the CTAB method following the technique of Doyle and Doyle (1987) with minor modifications. The 10-mer primers from Operon Technologies were tested in different PCR reaction with the extracted plant DNAs for their consistent amplification of DNA fragments. Finally, the primers producing the most clearest and most intense bands were selected for data analyses.

Genetic and Statistical Analyses

1) Genetic relationships based on RAPD data, using the formula of Nei (1979)

2) Genetic structure of *A. sericea* and *A. mahidolae* populations was determined using the software package, POPGENE (Yeh and Boyle, 1997). Gene diversity (h) was calculated using formula of Nei (1973). Genetic variation within and among populations were determined using the Shannon information index, genetic distance (Nei, 1978) and dendrograms were constructed using UPGMA method. Population differentiation (Nei's G_{ST}) (Nei, 1987) were also calculated.

RESULTS AND DISCUSSION

Phylogenetic Relationships

Analysis of mitotic karyotypes of samples collected from 13 natural populations of *Afgekia sericea* and *A. mahidolae* has revealed that each species exhibits a chromosome number of 2n=16. The chromosome complement of *A. sericea* consists of eight metacentric and eight submetacentric chromosomes, whereas that of *A. mahidolae* consists of 12 metacentric and four submetacentric chromosomes. Only slight differences in metaphase chromosomes morphology between the two species have been observed in this study, although they are geographically isolated. These two species have high level of genetic similarity (S=0.452), based on RAPD data. Based on these information, we suggest that *A. sericea* and *A. mahidolae* arose as a result of allopatric speciation through the processes of allelic changes in different geographical populations of the ancestral species. This suggestion is supported by the geological history of Thailand.

Genetic Structure

The genetic structure of *A. sericea* and *A. mahidolae* populations was measured by the Shannon's information index. *A. sericea* and *A. mahidolae* exhibit genetic diversity for the species (H_{sp}) of 0.432 and 0.368, respectively. Genetic variability within population (H_{pop}/H_{sp}) of *A. mahidolae* (61%) was higher than those of *A. sericea* populations (52%). Further, genetic divergence among populations of *A. sericea* and *A. mahidolae* were high with 0.426 and 0.266, respectively. These information are useful and could be adopted for the protection and management of these two species in Thailand.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 140006.

REFERENCES

BURTT, B. L. AND C. CHERMSIRIVATHANA. 1971. A second species of *Afgekia* (Leguminosae) B. L. Burtt and C. Chermsirivathana. Reprint from note from the Royal Botanic Garden Edinburgh 31: 131–133.

CHAIYASUT, K. 1989. Cytogenetics and cytotaxonomy of *Zephyranthes*. Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

CHUAKUL, W., S. PRATHANTTURARUG, P. SARALAMP AND P. SUPATARAWANICH. 1994. Medicinal plants in Mahasarakham Province. Thai Phytopharm 1: 39–56.

DARLINGTON, C. D. AND L. F. LA COURS. 1966. The handling of chromosomes. Allen and Urwin Ltd., London.

DOYLE, J. J. AND J. L. DOYLE. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemistry Bulletin 19: 11–15.

GEESINK, R. 1984. *Scala millettiearum*: a survey of the genera of the Millettieae (Leguminosae-Papilionoideae) with methodological considerations. E. J. Brill Leiden University Press, Leiden.

NEI, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. Proceedings of the National Academy of Sciences 70: 3321–3323.

NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics 89: 583–590.

NEI, M. AND W. H. LI. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 76: 5269–5273.

NEI, M. 1987. Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press, New York.

NIYOMDHAM, C. 1994. Key to the genera of Thai Papilionaceous Plants. Thai For Bull (Bot) 22: 26–88.

PRATHEPHA, P. 1990. Ecological genetics of the genus *Afgekia* Craib in Thailand. M.S. Thesis. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

PRATHEPHA, P. 1994. Chromosome number of the genus *Afgekia* Craib (Leguminosae). Cytologia 59: 437–438.

WILLIAMS, J. G. K., A. R. KUBELIK, K. J. LIVAK, J. A. RAFALSKI AND S. V. TINGEY. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research 18: 6531–6535.

YEH, F. C. AND T. BOYLE. 1997. POPGENE, microsoft window-based software for population genetic analysis. Release 1.2. A joint project development by YEH, FRANCIS C. University Alberta and BOYLE, TIM Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.

การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชสกุลมังคุดบางชนิดโดยการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

มลิวรรณ นาคชุนทด[1], สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล[2], สุมน มาสุธน[3] และ สมศักดิ์ อภิสิทธิวาณิช[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง พิษณุโลก 65000

[2]ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[3]ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

TAXONOMIC STUDY OF SOME SPECIES IN THE GENUS *GARCINIA* BY DNA FINGERPRINTING

M. Nakkuntod[1], S. Peyachoknagul[2], S. Masuthon[3] and S. Apisitvanich[2]

[1]Department of Biology, Naresuen University, Muang District, Phitsanulok 65000

[2]Department of Genetics, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 19003

[3]Department of Botany, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 19003

Taxonomic and evolutionary studies of 12 species in the genus *Garcinia* including 11 accessions of mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) and two other genera in the same family were performed by using random amplified polymorphic DNA (RAPD) and ramdom amplified microsatellite polymorphism (RAMPO) techniques. Twelve decamer primers were used for RAPD analysis and 104 polymorphic bands were observed. The differences among 14 species were clearly revealed. Within 11 accessions of mangosteen, 10 of them were monomorphic. Eleven probes of 20-21 mers microsatellite, which were two, three and four nucleotide-repeated, were used for the RAMPO technique. Nine probes hybridized with RAPD products and 10 pairs of primers and microsatellite probes were chosen for detection. 94 polymorphic bands were observed. Fourteen species were clearly different and 11 mangosteen accessions could be distinguished. The software computational analysis of the evolutionary relationships among samples as determined by RAPD and RAMPO was nearly the same for the two techniques.

Key words: RAPD, RAMPO, *Garcinia*, mangosteen

บทนำ

การจำแนกพืชศึกษาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นหลัก ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และ เมล็ด ซึ่งต้องใช้เวลาศึกษาค่อนข้างนาน เพราะพืชบางชนิดต้องใช้เวลาหลายปีในการเจริญเติบโตจนกระทั่งออกดอก ติดผล ถ้ากลุ่มพืชที่ศึกษามีความใกล้ชิดกันมาก การจัดหมวดหมู่ที่ศึกษาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงประการเดียวนั้นอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ จึงมีการนำความรู้ทางด้านกายวิภาคและนิเวศวิทยามาช่วย และได้มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ มาช่วยอีก เช่น การจำแนกโดยใช้องค์ประกอบทางเคมีในพืช (chemotaxonomy) การจำแนกโดยใช้เรณูวิทยา (palynotaxonomy) เป็นต้น ในสมัยชาร์ล ดาร์วิน ผู้ค้นพบทฤษฎีวิวัฒนาการ ได้มีการใช้ระบบการจำแนกพืชโดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic relationships) โดยมีการพัฒนาเทคนิคใหม่ๆ เกี่ยวกับโครโมโซมหรือดีเอ็นเอเข้ามาช่วยในการจำแนกพืช เช่น เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมที่สามารถจำแนกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยความแตกต่างของดีเอ็นเอ และช่วยในการจำแนกและศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ รวมทั้งใช้ในการตรวจสอบพันธุ์ และตรวจสอบพันธุ์พ่อแม่ที่ถูกต้อง เทคนิคดังกล่าวได้แก่ การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอซึ่งสามารถตรวจสอบดีเอ็นเอจากส่วนใดก็ได้ ไม่ขึ้นกับอวัยวะที่ใช้ในการตรวจสอบระยะการเจริญเติบโตและสภาพแวดล้อม

การตรวจสอบดีเอ็นเอโดยเทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD) เป็นวิธีตรวจสอบดีเอ็นเอโดยประยุกต์จากเทคนิคการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส โดยใช้ไพรเมอร์ขนาดสั้นเพียงชนิดเดียวที่มีลำดับเบสแบบสุ่ม (random primer) ที่ไม่จำเพาะกับยีนใด วิธีการนี้ทำได้สะดวกและรวดเร็ว ใช้ดีเอ็นเอปริมาณน้อย การตรวจผลทำโดยแยกขนาดดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ด้วยเทคนิคอิเลคโตรโฟรีซิส (electrophoresis) และสามารถตรวจดูแถบดีเอ็นเอได้ทันทีจากการย้อมด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ (ethidium bromide) นอกจากนี้ยังสามารถตรวจความแตกต่างของดีเอ็นเอที่ได้จากผลผลิตการทำอาร์เอพีดี โดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอ (microsatellite DNA) เรียกวิธีการตรวจสอบนี้ว่า random amplified microsatellite polymorphism (RAMPO) (Richardson *et al.*, 1995) ผลที่ได้นี้จะแตกต่างจากผลของอาร์เอพีดีและจะมี

ความแตกต่างกันเมื่อใช้โพรบ (probe) แต่ละชนิด ซึ่งการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคเหล่านี้ทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่าการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคอาร์เอฟแอลพี (RFLP)

การทดลองนี้เป็นการศึกษาการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีและเทคนิคอาร์เอเอ็มพีโอ เพื่อการจำแนกและศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชสกุลมังคุดจำนวน 22 ตัวอย่าง และพืชในวงศ์เดียวกันอีก 2 ชนิด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาและนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

วิธีการ

การเตรียมตัวอย่างพืช

ในการวิจัยนี้ใช้ใบอ่อนพืชในการสกัดดีเอ็นเอโดยใช้วิธีที่ประยุกต์จาก Agrawal *et al.* (1992) เนื่องจากพืชในสกุลมังคุดนี้มีใบค่อนข้างหนา ถ้าใช้ใบแก่จะบดยากมากและไม่ละเอียดทำให้ได้ดีเอ็นเอที่คุณภาพไม่ดีและปริมาณน้อย และใช้ตัวอย่างพืชสดนำมาสกัดดีเอ็นเอทันที ถ้าสถานที่เก็บนั้นอยู่ไกลไม่สามารถนำมาสกัดดีเอ็นเอได้ทันที ให้เก็บตัวอย่างไว้ในถุงพลาสติก พรมน้ำและรัดปากถุงให้แน่น เก็บไว้ในตู้เย็นหรือกล่องใส่น้ำแข็ง โดยเก็บตัวอย่างทั้งกิ่ง แล้วรีบสกัดดีเอ็นเอทันที และถ้าตัวอย่างที่เก็บมามีปริมาณมากก็สามารถเก็บไว้ใช้คราวหน้าได้อีกโดยเด็ดเป็นใบเดี่ยวแล้วจุ่มในไนโตรเจนเหลวเพื่อให้แข็งตัวทันทีก่อน จึงนำมาเก็บที่ ลบ 80 องศาเซลเซียส ที่เก็บเป็นใบเดี่ยวนั้นเพื่อสะดวกแก่การแบ่งตัวอย่างมาสกัดดีเอ็นเอ

การวิเคราะห์สารละลายดีเอ็นเอ

เมื่อทำการสกัดดีเอ็นเอแล้ว นำดีเอ็นเอที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพและวัดปริมาณดีเอ็นเอโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ตโดยใช้ spectrophotometer หรือดูการเรืองแสงของดีเอ็นเอที่จับตัวกับเอธิเดียมโบรไมด์ หลังจากแยกขนาดดีเอ็นเอโดยวิธีอิเลคโตรโฟรีซิส ซึ่งดัดแปลงมาจาก Sambrook *et al.* (1989)

วิธีทำอาร์เอพีดี (RAPD: Random Amplified Polymorphic DNA)

เลือกชนิดของไพรเมอร์ที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ โดยใช้ไพรเมอร์ขนาดความยาว 10 นิวคลีโอไทด์ จำนวน 12 ชนิด ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ปริมาณมากและชัดเจนและมีแถบดีเอ็นเอมาก ดังการศึกษาการตรวจสอบพันธุ์มังคุด โดยสุมนและคณะ (2539) แล้วนำทำปฏิกิริยาอาร์เอพีดี โดยใช้ปริมาตรสุทธิ 15 ไมโครลิตร (DNA 100 ng, 1xPCR buffer, 2.5 mM $MgCl_2$, 160 µM dNTP, 5 pmole primer, 0.5 U *Taq* polymerase, H_2O) โดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการทำปฏิกิริยาดังนี้ Pre-denature 94°C เป็นเวลา 3 นาที จำนวน 1 รอบ แล้วเริ่มปฏิกิริยาโดย denature 94°C 1 นาที Annealing 35°C 1 นาที Extension 72°C 2 นาที จำนวน 35 รอบ และสิ้นสุดปฏิกิริยาด้วย final extension 72°C 5 นาที จำนวน 1 รอบ แล้วเก็บไว้ที่ 4°C จากนั้นตรวจสอบผลของอาร์เอพีดีโดยดูขนาดของชิ้นดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ ด้วยการนำมาทำอิเลคโตรโฟรีซิสบนอะกาโรสเจลความเข้มข้น 1.5% โดยเปรียบเทียบกับแถบดีเอ็นเอมาตรฐาน แล้วย้อมเจลด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ ส่องดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต แล้วถ่ายภาพเก็บไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่างพืชทั้ง 24 ตัวอย่าง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการให้คะแนนจากขนาดและจำนวนแถบของชิ้นดีเอ็นเอที่สังเคราะห์ได้ในทั้ง 12 ไพรเมอร์ โดยจะใช้เลข "1" เมื่อมีแถบดีเอ็นเอ และเลข "0" เมื่อไม่เกิดแถบดีเอ็นเอ หรือไม่มีดีเอ็นเอที่ตำแหน่งเดียวกัน และนำความแตกต่างทั้งขนาดและจำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่สังเคราะห์ได้ในแต่ละตัวอย่าง ไปเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ของพืชแต่ละชนิด และตรวจสอบแถบดีเอ็นเอของพืชแต่ละตัวอย่าง โดยทำการเปรียบเทียบที่ละคู่ โดยคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างพืชจากสัดส่วนของแถบดีเอ็นเอที่เหมือนกัน (F) ได้จากสูตรดังนี้ (Nei and Li, 1979) โดยการนำค่า F ที่คำนวณได้จากทุกๆ ไพรเมอร์มารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย

ตัวเลขที่ได้จะสามารถบอกความเหมือนของดีเอ็นเอในพืชแต่ละตัวอย่างได้ ถ้าตัวเลขมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความเหมือนกันมากในคู่ที่นำมาเปรียบเทียบกัน กรณีที่ค่า F เท่ากับ 1 แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันเลย

การตรวจโพลิมอร์ฟิซึมของดีเอ็นเอที่ได้จากการทำอาร์เอพีดีโดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอ

ทำการทดสอบชนิดของไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอที่เหมาะสมในการทำไฮบริไดเซชัน โดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอขนาด 20-21 เบส จำนวน 11 ชนิด ที่สังเคราะห์ขึ้นจากเครื่องสังเคราะห์ดีเอ็นเออัตโนมัติ โดยติดฉลากด้วยฟลูออเรสซีน (fluorescein) 2 ตำแหน่ง ดังนี้ $(TAT)_7$, $(GCC)_7$, $(TGG)_7$, $(TCC)_7$, $(CA)_{10}$, $(AAC)_7$, $(AAG)_7$, $(CT)_{10}$, $(GC)_{10}$, $(AT)_{10}$ และ $(GATA)_5$ ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการไฮบริไดเซชันขึ้นอยู่กับชนิดของโพรบนั้น ๆ แล้วนำผลการไฮบริไดซ์มาวิเคราะห์ เพื่อจับคู่ระหว่างไมโครแซทเทลไลท์โพรบกับไพรเมอร์ที่เหมาะสม เพื่อจะได้นำมาวิเคราะห์กับทั้ง 24 ตัวอย่าง แล้วตรวจดูภาพที่ปรากฏบนแผ่นฟิล์มเปรียบเทียบกับภาพโพลารอยด์ นำผลมาวิเคราะห์ทางคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัย

การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี

จากการใช้ไพรเมอร์ขนาดความยาว 10 นิวคลีโอไทด์ จำนวน 12 ชนิด ได้แก่ OPAA 10, OPAA 17, OPAD 01, OPAD 04, OPAD 05, OPAD 06, OPAD 08, OPAD 09, OPAD 10, OPAD 11, OPAD 12 และ OPAD 15 ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอพืชสกุลมังคุดจำนวน 12 ชนิด โดยรวมมังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.) จำนวน 11 ตัวอย่าง และพืชในสกุลใกล้เคียงอีก 2 ชนิด รวมทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง ปรากฏแถบดีเอ็นเอชัดเจนในทุกตัวอย่าง เมื่อพิจารณาจากแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากไพรเมอร์แต่ละชนิดจะให้จำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่มีขนาดต่างๆ กันในพืชแต่ละชนิด เมื่อแยกขนาดดีเอ็นเอบนแผ่นวุ้นอะกาโรสด้วยวิธีอิเลคโตรโฟรีซิสเทียบกับขนาดของดีเอ็นเอมาตรฐาน พบว่าพืชทั้ง 12 ชนิดมีแถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน (polymorphism) โดยที่แถบดีเอ็นเอจะมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 3.0 กิโลเบส จำนวนทั้งหมด 107 แถบ ขนาดและจำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของไพรเมอร์และดีเอ็นเอต้นแบบจากพืชแต่ละชนิด (ภาพที่ 1)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการจากผลของอาร์เอพีดีด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

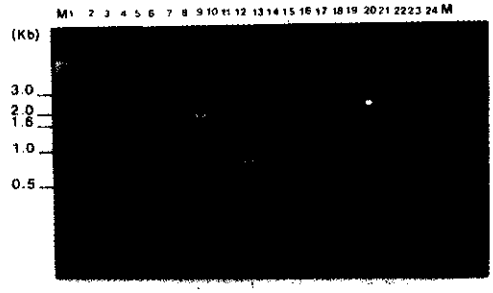
ผลจากการจัดจำแนกพืชในสกุลมังคุดจำนวน 12 ชนิด และพืชสกุลใกล้เคียง 2 ชนิด รวมทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Phylip นั้น ได้จัดตัวอย่างมังคุดทั้ง 11 ตัวอย่างไว้ในกลุ่มเดียวกัน และตัวอย่างที่ 19 คือ รง (*Garcinia hanburyi* Hook.f.) และตัวอย่างที่ 20 (G 1) มีความสัมพันธ์กันมากโดยมีค่า similarity index สูงที่สุด 0.897 ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของทั้งสองตัวอย่างที่คล้ายคลึงกันมาก จึงน่าจะมีวิวัฒนาการใกล้กัน และพืชที่มีความสัมพันธ์ใกล้กับมังคุดที่สุดคือมังคุดป่า (*Garcinia costata* Hemsl.), พะวา (*Garcinia speciosa* Wall.) และมะพูดป่า (*Garcinia nervosa* Miq.) ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

จากการศึกษาจึงกล่าวได้ว่าอาร์เอพีดีสามารถนำมาใช้ในการจำแนกชนิดและสกุลของพืชในวงศ์ Guttiferae (Clusiaceae) ได้ โดยสามารถแยกกลุ่มของมังคุดออกมาจากพืชนิดอื่นได้อย่างชัดเจน

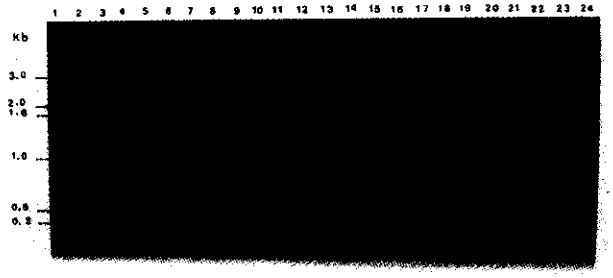
การวิเคราะห์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคอาร์เอเอ็มพีโอ

จากการใช้ไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอมาเป็นโพรบในการไฮบริไดเซชันกับผลผลิตของอาร์เอพีดีในแต่ละไพรเมอร์ โดยการเลือกใช้ไมโครแซทเทลไลท์โพรบที่เป็นชุดซ้ำของ 2, 3 และ 4 นิวคลีโอไทด์ จำนวน 11 ชนิด พบว่าไมโครแซทเทลไลซ์โพรบจำนวน 9 ชนิด สามารถไฮบริไดซ์กับผลผลิตของอาร์เอพีดีนี้ได้ จากนั้นทำการทดลองหาคู่ของไพรเมอร์และไมโครแซทเทลไลท์โพรบที่เหมาะสมที่ให้แถบดีเอ็นเอชัดเจน ผลปรากฏทั้งสิ้น 10 คู่ คือ ไพรเมอร์ OPAA 10-ไมโครแซทเทลไลท์โพรบ $(TGG)_7$, OPAA 17-$(AAG)_7$, OPAD 05-$(TGG)_7$ (ภาพที่ 3), OPAD 05-$(TAT)_7$, OPAD 05-$(TCC)_7$, OPAD 06-$(GCC)_7$, OPAD 08-$(CA)_{10}$, OPAD 08-$(CT)_{10}$, OPAD 09-$(AAG)_7$, และ OPAD 12-$(AAC)_7$ และเมื่อนำไปทำไฮบริไดเซชันแล้ว พบว่าสามารถเห็นความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอ (polymorphism) ได้ในแต่ละชนิด แถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นจะมีขนาดอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 4.0 กิโลเบส จำนวนทั้งหมด 94 แถบ โดยที่ขนาดและจำนวนชิ้น

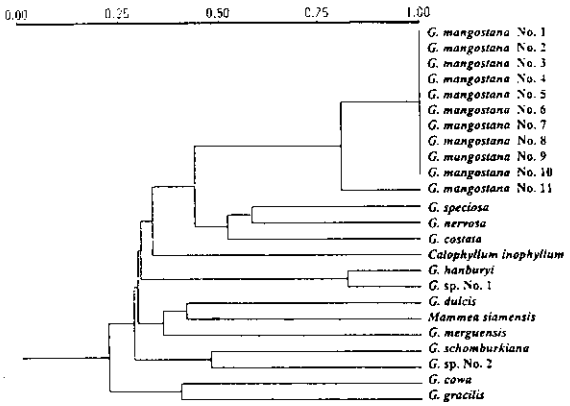
ดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของไมโครแซทเทลไลท์โพรบและผลผลิตของอาร์เอพีดีจากไพรเมอร์ต่างๆ เป็นสำคัญ (ภาพที่ 4)



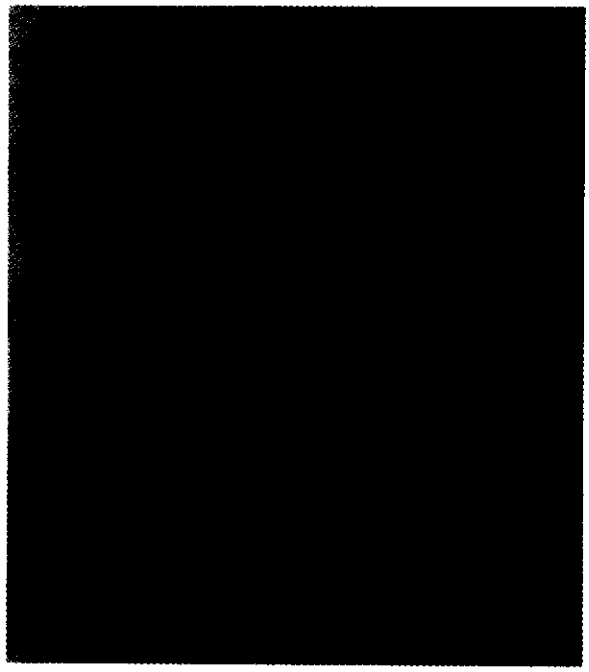
ภาพที่ 1. ชิ้นดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณโดยไพรเมอร์ OPAA10 กับพืชสกุลมังคุดและสกุลใกล้เคียงโดย M คือดีเอ็นเอมาตรฐาน 1 kilobase DNA ladder แสดงตัวเลขเป็นกิโลเบส



ภาพที่ 3. ผลการวิเคราะห์อาร์เอเอ็มพีโอของพืชทั้งหมด 24 ตัวอย่าง โดยเป็นผลที่ได้จากการทำไฮบริไดเซชันของดีเอ็นเอที่เป็นผลผลิตจากการทำอาร์เอพีดีโดยใช้ไพรเมอร์ OPAD 05 ด้วยไมโครแซทเทลไลท์โพรบ (TGG)7 และ M คือดีเอ็นเอมาตรฐาน 1 kilobase DNA ladder แสดงตัวเลขเป็นกิโลเบส



ภาพที่ 2. การจัดจำแนกตัวอย่างพืชในสกุล *Garcinia* และสกุลใกล้เคียง ในลักษณะ Phylogenetic tree จากผลการวิเคราะห์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคอาร์เอพีดี ตัวเลขในแถวบนแสดงสัดส่วนของความคล้ายคลึงกันของแต่ละตัวอย่าง



ภาพที่ 4. (A) ชิ้นดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณด้วยไพรเมอร์ OPAA 17 (B) ผลการทำไฮบริไดเซชันของดีเอ็นเอที่เป็นผลผลิตจากการทำอาร์เอพีดีข้างต้นด้วยไมโครแซทเทลไลท์ โพรบ (AGG)7 M คือ ดีเอ็นเอมาตรฐาน 1 kilobase DNA ladder แสดงตัวเลขเป็นกิโลเบส

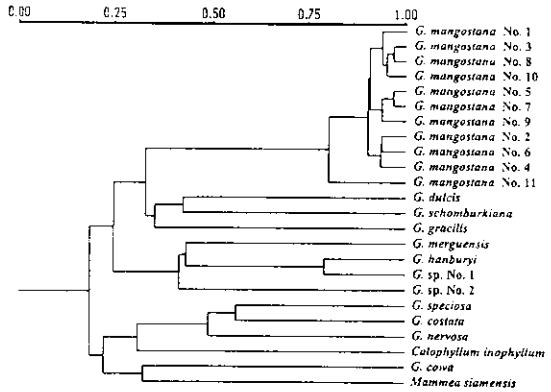
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการจากผลของอาร์เอเอ็มพีโอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการจัดจำแนกพืชในสกุลมังคุดจำนวน 12 ชนิด และพืชสกุลใกล้เคียง 2 ชนิด รวมทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Phylip นั้น สามารถใช้แยกความแตกต่างของมังคุดได้เพียงเล็กน้อย โดยที่มังคุดทั้ง 11 ตัวอย่างถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและไม่สามารถแยกกลุ่มของมังคุดนนท์ มังคุดจันทบุรี และมังคุดปักษ์ใต้ออกจากกันได้ แม้ว่าจะมีลักษณะภายนอกที่แตกต่างกันบ้างก็ตาม ซึ่งลักษณะเหล่านั้นอาจผันแปรตามสภาพแวดล้อมก็ได้ หรือมีการกระจายของต้นพันธุ์มังคุดปะปนกันจนไม่สามารถระบุแหล่งกำเนิดได้แน่นอน และไม่สามารถแยกความแตกต่างของมังคุด 2 ใบและ 3 ใบได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากลักษณะ 3 ใบนี้อาจไม่ได้ถ่ายทอดทางพันธุกรรม และปรากฏให้เห็นเพียงชั่วระยะเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น หากมีการทำลายยอดหรือจุดเจริญแล้วใบที่แตกออกมาใหม่ก็จะมีลักษณะ 2 ใบเหมือนเดิม ทำให้ลักษณะ 3

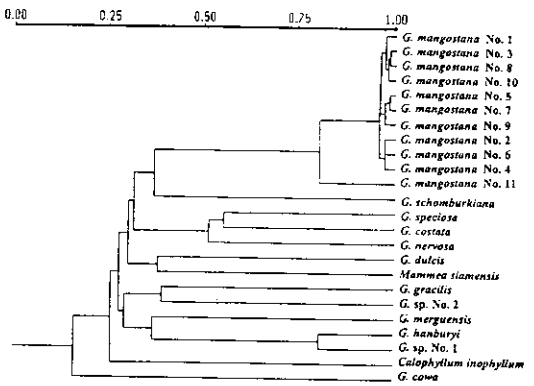
ใบนี้ปะปนกันไปจนไม่สามารถแยกได้เด็ดขาด และจากการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ใกล้กับมังคุดมากที่สุดน่าจะเป็นหมักแปม มะดัน และ มะพูด ซึ่งทั้ง 3 ชนิดก็จัดว่าอยู่ในกลุ่มเดียวกันด้วย (ภาพที่ 5)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการจากผลของอาร์เอพีดี รวมกับอาร์เอเอ็มพีโอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เมื่อนำผลของอาร์เอพีดีและอาร์เอเอ็มพีโอมาวิเคราะห์รวมกัน โดยใช้โปรแกรม Phylip ได้ค่า similarity index และแสดงความสัมพันธ์ในรูป phylogenetic tree (ภาพที่ 6) พบว่ามังคุดทั้ง 11 ตัวอย่างจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะภายนอกที่คล้ายกันมาก อาจแตกต่างบ้างก็เพียงมังคุดพวงที่ติดผล 2-3 ผล เพราะมังคุดทั่วไปจะติดผลเพียง 1 ผล แต่ก็จัดว่ามีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันมากในตัวอย่างของมังคุด จึงสมควรที่จะนำเทคนิคอื่น ๆ เข้ามาช่วยในการจำแนกพันธุ์มังคุดนี้ เช่น เทคนิคซีเอฟแอลพี (cleavage fragment length polymorphism: CFLP) หรือเทคนิคเอเอฟแอลพี (amplified fragment length polymorphism: AFLP) ซึ่งจะมีรายละเอียดมากยิ่งขึ้นก็จะให้ผลที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และจาก phylogenetic tree พบว่ามะดันมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับมังคุด



ภาพที่ 5. การจัดจำแนกตัวอย่างพืชในสกุล *Garcinia* และสกุลใกล้เคียง ในลักษณะ Phylogenetic tree จากผลการวิเคราะห์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคอาร์เอเอ็มพีโอ ตัวเลขในแถวบนแสดงสัดส่วนของความคล้ายคลึงกันของแต่ละตัวอย่าง



ภาพที่ 6. การจัดจำแนกตัวอย่างพืชในสกุล *Garcinia* และสกุลใกล้เคียง ในลักษณะ Phylogenetic tree จากผลการวิเคราะห์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคอาร์เอพีดีและอาร์เอเอ็มพีโอ ตัวเลขในแถวบนแสดงสัดส่วนของความคล้ายคลึงกันของแต่ละตัวอย่าง

บทสรุป

การศึกษาอนุกรมวิธานและหาวิวัฒนาการของพืชในสกุลมังคุดจำนวน 12 ชนิด โดยรวมมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) จำนวน 11 ตัวอย่างและพืชสกุลใกล้เคียงอีก 2 ชนิด เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ รวมทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง โดยเตรียมดีเอ็นเอจากใบอ่อนด้วยวิธีที่ดัดแปลงมาจาก Agrawal *et al.*, (1992) นับว่าให้ผลดีสำหรับพืชที่มีใบหนาและมียาง โดยได้ดีเอ็นเอปริมาณมากและมีคุณภาพค่อนข้างดี แล้วนำดีเอ็นเอที่ได้มาทำการเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิคอาร์เอพีดีรวมกับเทคนิคอาร์เอเอ็มพีโอ ผลการศึกษาโดยเทคนิคอาร์เอพีดีใช้ไพรเมอร์ขนาด 10 นิวคลีโอไทด์ ที่มีลำดับเบสแบบสุ่ม จำนวน 12 ชนิด ให้ชิ้นดีเอ็นเอจำนวน 107 แถบ จากแบบแผนของดีเอ็นเอที่เกิดจากไพรเมอร์เหล่านี้สามารถใช้ในการจำแนกชนิดภายในพืชสกุลมังคุดได้ และสามารถจำแนกระหว่างสกุลได้ผลชัดเจนด้วย แต่ภายในชนิดเดียวกัน คือ ตัวอย่างมังคุดทั้ง 10 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน (monomorphism) ยกเว้นมังคุดพวงที่ให้ผลแตกต่างเพียงเล็กน้อย และเมื่อนำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Phylip สร้างแผนภูมิและลำดับความสัมพันธ์ของทั้ง 24 ตัวอย่างในรูปของ Phylogenetic tree โดยสามารถแยกกลุ่มของมังคุดออกมาจากพืชชนิดอื่นได้อย่างชัดเจน และพบว่าพืชในสกุล *Garcinia* ที่นำมาศึกษาบางชนิด จะมีความใกล้เคียงกับพืชสกุลอื่นมากกว่าที่จะใกล้เคียงกับพืชในสกุลเดียวกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากพืชนั้นยังพบดอกที่สมบูรณ์เพศอยู่บ้าง ไม่ได้แยกเป็นเพศเดียวแบบสมบูรณ์ ขณะที่มังคุดนั้นมีดอกแยกเป็นเพศเดียวโดยสมบูรณ์ และแทบไม่พบดอกที่เป็นเพศผู้ด้วย (Whitmore, 1973)

จากนั้นเมื่อมีการนำเทคนิคอาร์เอเอ็มพีโอเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ โดยการใช้ไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอเป็นโพรบในการไฮบริไดเซชันกับผลผลิตของอาร์เอพีดี โดยไมโครแซทเทลไลท์โพรบที่สามารถใช้ได้เป็นชุดซ้ำของ 2 และ 3 นิวคลีโอไทด์ จำนวน 9 ชนิด แล้วทำการจับคู่ที่เหมาะสมระหว่างไพรเมอร์กับไมโครแซท เทลไลท์โพรบที่ให้ผลชัดเจนในการไฮบริไดเซชัน โดยมีทั้งหมด 10 คู่ พบว่ามีแถบดีเอ็นเอที่นำมาวิเคราะห์จำนวนทั้งหมด 94 แถบ และพบว่าไมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอบางชนิด ให้ผลที่แตกต่างกันในกลุ่มของตัวอย่างมังคุดที่ไม่สามารถหาความแตกต่างได้โดยเทคนิคอาร์เอพีดีเพียงอย่างเดียว และจากการใช้คู่ไพรเมอร์กับไมโครแซทเทลไลท์โพรบ พบว่าจำนวน 8 คู่สามารถพบความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอในมังคุดทั้ง 11 ตัวอย่างได้ แต่ผลจากเทคนิคอาร์เอเอ็มพีโอนั้นไม่สามารถแยกกลุ่มมังคุดนนท์ มังคุดจันทบุรี และมังคุดปักษ์ใต้ได้ และไม่สามารถหาความแตกต่างระหว่างมังคุดที่มีลักษณะ 3 ใบและ 2 ใบได้ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เทคนิคที่จำเพาะกว่านี้เพื่อช่วยในการจำแนก

จากการศึกษาวิวัฒนาการจากอาร์เอเอ็มพีโอนี้ สามารถหาความแตกต่างของพืชภายในชนิดเดียวกัน ระหว่างชนิด และระหว่างสกุลได้ โดยจะพบว่าพืชบางชนิดในสกุลมังคุด เช่น ชะมวงนั้นมีความสัมพันธ์ใกล้กับพืชต่างสกุลมากกว่าพืชในสกุลเดียวกัน โดยมีค่า similarity index เท่ากับ 0.78

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540058

เอกสารอ้างอิง

AGRAWAL, G. K., R. N. PANDEY AND V. P. AGRAWAL. 1992. Isolation of DNA from *Cheorospondias asillaris* leaves. Biotech. Biodiv. Lett. 2: 19-24.

NEI, M AND W. H. LI. 1979. Mathematical modal for studying genetic variation in terms of restriction endonuclease. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 76: 5269-5273

RICHARDSON, T., S. CATO, J. RAMSER, G. KAHL AND K. WEISING. 1995. Hybridization of microsatellite to RAPD: a new source of polymorphic marker. Nucl. Acids Res. 23: 3798-3799.

SAMBROOK, J., E.F. FRITSCH AND T. MANIATIS. 1989. Molecular cloning: a laboratory manual. 2nd ed. Cold Spring Harbor Laboratory. Cold Spring Harbor, New York.

WHITEMORE, T. C. 1973. Tree flora of Malaya. Forest Department, Ministry of Primary Industries, Malaysia. 444 p.

การประเมินสถานภาพของแหล่งพันธุกรรมในไม้สักโดยใช้ MOLECULAR MARKERS

สุจิตรา จางตระกูล[1] และ Alfred E. Szmidt[2]

[1]ห้องปฏิบัติการ DNA และ Isoenzyme ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900

[2]Department of Forest Genetics and Plant Physiology, The Swedish University of Agricultural Sciences, S - 901 83 Umea°, Sweden

ABSTRACT

EVALUATION OF THE GENETIC RESOURCES OF *TECTONA GRANDIS* (LINN.) USING MOLECULAR MARKERS

S. Changtragoon[1] and A. E. Szmidt[2]

[1]DNA and Isoenzyme Laboratory. Silviculture Research Division, Forest Research Office, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]Department of Forest Genetics and Plant Physiology, The Swedish University of Agricultural Sciences, S - 901 83 Umea°, Sweden

The purpose of this study was to determine the genetic diversity and mating system of teak. Fifteen natural populations of teak (*Tectona grandis*) forest in eight provinces of the northern and central part of Thailand, namely Chiangmai, Chiangrai, Lampang, Maehongson, Prae, Tak, Utaradith and Kanchanaburi were surveyed and sampled. Teak leaves and seeds were collected and used for isoenzyme and DNA analysis. The results from isoenzyme study showed that genetic differentiation among populations is about 16%. The genotypes of seeds from 120 single trees of 9 populations were analysed at isoenzyme gene loci for further determination of the mating system.

DNA from young leaves of each tree and population was extracted. Random primers were used for RAPD markers in teak. Out of 220 primers, 20 primers were selected to use for RAPD analysis. So far 9 primers have been used to analysed genetic variation in 11 populations. Primer screening for ten chloroplast genes for SAP (Specific Amplicon Polymorphism) in 11 populations has been undertaken.

Key words: *Tectona grandis*, RAPD, genetic resources, molecular markers, isoenzyme

บทนำ

ไม้สักเป็นไม้ที่ค่าทางเศรษฐกิจและทางนิเวศวิทยา และถือว่าเป็นไม้ที่มีเนื้อไม้ดีที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้สักส่วนใหญ่มักอยู่ในบริเวณป่าธรรมชาติทางภาคเหนือและภาคกลางบางส่วน เช่น จังหวัดกาญจนบุรี อย่างไรก็ตามข้อมูลทางพันธุกรรมของไม้ดังกล่าวมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมและศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมและระบบการสืบพันธุ์ของไม้สักโดยใช้ molecular markers [Isoenzyme genes, RAPD (Randomly Amplify Polymorphic DNA) และ SAPs (Specific Amplicon Polymorphisms) markers] และเพื่อนำเอาข้อมูลที่ได้ศึกษามาประเมินสถานภาพของแหล่งพันธุกรรมของไม้สักและวางแผนการคัดเลือกแหล่งของพันธุ์ไม้เพื่อใช้ในการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุ์ และการปลูกป่าให้มีประสิทธิภาพและถูกต้องมากยิ่งขึ้น จากการดำเนินงานวิจัยมาประมาณ 2 ปี ได้ข้อสรุปพอสังเขปดังนี้

วิธีการ

เก็บตัวอย่างกิ่งและเมล็ดของไม้สักในจังหวัดเชียงใหม่, เชียงราย, ลำปาง, แม่ฮ่องสอน, ตาก, อุตรดิตถ์, แพร่ และกาญจนบุรี รวมทั้งสิ้น 15 แหล่ง (populations) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ตัวอย่างไม้สักที่ได้สำรวจตามป่าธรรมชาติของประเทศไทย

ชื่อแหล่ง	จำนวนต้นที่เก็บกิ่งได้	จำนวนต้นที่เก็บเมล็ดได้	ปีที่เก็บ	จำนวนเมล็ดที่เก็บรวมทั้งแหล่ง	
				แบบแยกต้น	แบบสุ่ม
1. เชียงดาว จ. เชียงใหม่	26	15	1997	1,687	2,890
2. ห้วยบง จ. เชียงใหม่	40	26	1997	3,457	2,100
3. ห้วยชมพู อ. แม่สะเรียง จ. แม่ฮ่องสอน	30	5	1997	453	1,230
4. บ้านใหม่ อ. แม่ทะ จ. ลำปาง	20	20	1997	12,812	1,820
5. ประตูผา อ. งาว จ. ลำปาง	40	40	1997	7,400	5,390
6. ถ้ำผาไท อ. งาว จ. ลำปาง	20	40	1997	4,596	1,520
7. อ. โป่งสาลี จ. เชียงราย	-	30	1996	5,413	450

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชื่อแหล่ง	จำนวนต้นที่เก็บกิ่งได้	จำนวนต้นที่เก็บเมล็ดได้	ปีที่เก็บ	จำนวนเมล็ดที่เก็บรวมทั้งแหล่ง	
				แบบแยกต้น	แบบสุ่ม
8. ต. แม่ยม อ. แม่สะเอียบ จ. แพร่	20	30	1996	4,650	1,380
9. แก่งปะลอม ต. ไทรโยค อ. ไทรโยค จ. กาญจนบุรี	25	19	1997	5,997	600
10. วังน้ำวน อ. กะไหล จ. กาญจนบุรี	25	18	1997	5,371	150
11. อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี	-	-	1997	-	500
12. อ. น้ำปาด จ. อุตรดิตถ์	40	-	1998	-	-
13. อ. แม่เมย จ. ตาก	40	-	1998	-	-
14. อุทยานลานสาง จ. ตาก	40	-	1998	-	-
15. จ. อุตรดิตถ์ หน่วยจัดการป่าไม้ คลองตรอน วัดสักใหญ่เทพนิมิตร	40	-	1998	-	-

นำเอาเมล็ดและใบอ่อนมาศึกษา isoenzyme โดยวิธี horizontal starch gel electrophoresis โดย enzyme 11 systems (ตารางที่ 2) โดยวิธีการของ Changtragoon and Finkedey (1995a, 1995b), Changtragoon *et al.* (1996) ส่วนการศึกษา DNA markers ในไม้สัก ได้ดัดแปลงวิธีการศึกษาจาก Changtragoon *et al.* (1996) และ Szmidt *et al.* (1996)

ผลการวิจัย

Isoenzyme Gene Markers

จากการศึกษา isoenzyme จากเมล็ดรวมของแต่ละแหล่ง พบว่าสามารถวินิจฉัย isoenzyme genes ได้ 22 ตำแหน่ง และมี polymorphic loci 13 ตำแหน่ง ดังแสดงในตารางที่ 3 และนำมาประเมินค่าความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้สักจากเมล็ด 11 แหล่ง โดยพบว่าความแตกต่างกันทางพันธุกรรมระหว่างประชากร (แหล่ง) (genetic differentiation among populations) มีค่าประมาณ 16% (FST=0.1638)

ตารางที่ 2. Isoenzyme systems ที่ใช้ในการศึกษา

Isoenzyme systems	Abbreviation	E.C. No.
Leucine aminopeptidase	LAP	3.4.11.1
Glutamate-oxaloacetate transaminase	GOT	2.6.1.1
Glutamate-dehydrogenase	GDH	
Isocitrate-dehydrogenase	IDH	1.1.1.42
6-Phosphogluconate dehydrogenase	6-PGDH	1.1.1.42
Phosphoglucose-mutase	PGM	2.7.5.1
Malate-dehydrogenase	MDH	1.1.1.37
Glucose-6-Phosphate-dehydrogenase	G-6PDH	1.1.1.49
Diaphorase	DIA	1.1.4.3
Formate-dehydrogenase	FDH	1.6.99.3
Shikimate-dehydrogenase	SKDH	1.1.1.25
Phosphoglucose – isomerase	PGI	5.3.1.9
NADH – dehydrogenase	NDH	1.6.99.1

ตารางที่ 3. Resolution ของ isoenzyme ตำแหน่งของ gene ที่วินิจฉัยและตำแหน่งของ gene ที่เป็น polymorphic

Enzyme Systems	เนื้อเยื่อ				Identified putative isoenzyme gene loci	Polymorphic loci
	ใบแก่	ใบอ่อน	ตาอ่อน	เมล็ด		
LAP	+	+	+	-	LAP-A	
GOT	+	+	++	++	GOT-A, GOT-B, GOT-C	GOT-C
GDH	-	-	-	-		
IDH	+	+	++	+	IDH-A	IDH-A
6-PDGH	+	+	++	+	6P-A,6P-B	6P-A
PGM	-	+	++	+	PGM-A,PGM-B	PGM-A
MDH	-	+	+	+	MDHA, MDH-B, MDH-C	MDH-A, MDH-B
G-6PDGH	+	+	++	+	G-6P-A,G-6P-B	G-6P-A,G-6P-B
DIA	-	+	+	+	DIA-A,DIA-B	
FDH	+	+	+	+	FDH-A	FDH-A
SKDH	+	+	++	+	SKDH-A	SKDH-A
PGI	+	++	++	-	PGI-A, PGI-B	PGI-B
NDH			+	+	NDH-A, NDH-B	NDH-A, NDH-B

หมายเหตุ: - Bad resolution, + Good resolution, ++ Very good

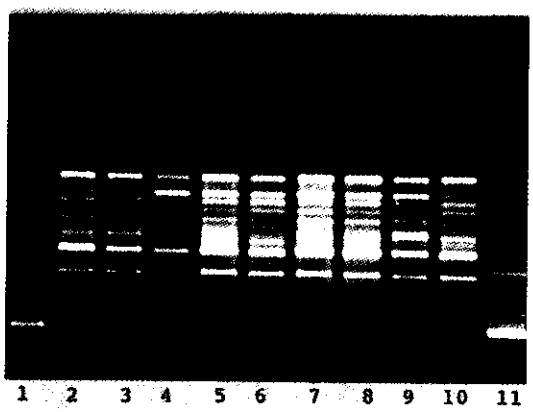
ส่วนการศึกษาระบบการสืบพันธุ์ (mating system) ของไม้สักมีจำนวน 9 แหล่ง และได้มีการทำ genotyping ของเมล็ดไม้สักจากแม่ไม้ 120 ต้น จาก 9 แหล่ง (populations) ที่ isoenzyme genes ตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อประเมินอัตราการผสมตัวเองและผสมข้ามของไม้สักต่อไป

ตารางที่ 4. Screening of Teak primers for RAPD markers

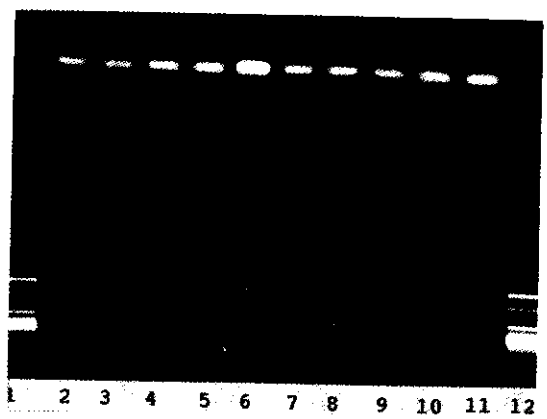
Primer sets	Number of primers	Percentage of DNA amplification	Percentage of DNA variation
OPA	20	70	28.57
OPB	20	95	15.78
OPC	20	95	15.78
OPD	20	90	27.77
OPE	20	90	16.66
OPF	20	95	26.31
OPG	20	85	17.64
OPH	20	55	63.64
OPI	20	70	28.57
OPJ	20	55	81.82
OPK	20	70	28.57
Total	220	79.09	31.91

DNA Markers

ในการศึกษา DNA markers นั้น ตัวอย่างใบของไม้สักแต่ละต้น และแต่ละแหล่งได้ถูกสกัด DNA ส่วนการ screen primers 220 primers สำหรับการทำ polymerase chain reaction เพื่อศึกษา RAPD ได้ทำซ้ำ 2 ครั้งในไม้สัก โดยพบว่ามี primers 79.09% ที่สามารถขยาย DNA ของไม้สักโดยสุ่มได้ ซึ่งจากการทำการคัดเลือก primers ที่เหมาะสมต่อการศึกษา variation ระหว่างต้นสักพบว่ามี primers 31.91% ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งสามารถนำมาศึกษา variation ในไม้สักโดยได้คัดเลือกไว้ 20 จาก 220 primers ที่แสดง polymorphic loci ซึ่งในขณะนี้ได้ทำการศึกษาในระดับ population จำนวน 11 populations ได้ 9 primers ซึ่ง DNA pattern จากการศึกษาได้แสดงพอสังเขปในภาพที่ 1 ส่วนการศึกษา SAP markers ได้ศึกษาใน chloroplast gene 10 genes ในไม้สัก 11 populations ซึ่งยังอยู่ในระหว่างการตรวจหา genetic variation ในระดับ population ซึ่ง amplify product ของไม้สักได้แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1. PCR product ของ DNA template ของไม้สักแต่ละต้น หลังจากทำปฏิกิริยา Polymerase chain reaction ในการศึกษา RAPD markers ในไม้สักจาก อ. น้ำปาด จ. อุตรดิตถ์ โดยใช้ primer OPF5 (lane 2-10); lane 1 และ 11 = DNA Standard (1kb ladder)



ภาพที่ 2. PCR product ของ DNA template ของไม้สักแต่ละต้น หลังจากทำปฏิกิริยา Polymerasechain reaction ในการศึกษา SAP (Specific amplicon polymorphisms) ในไม้สักจาก ต. ถ้ำผาไท อ. งาว จ. ลำปาง โดยใช้ psbD-16s sequence เป็น primer set (lane 2-11); lane 1 และ 12=DNA Standard

เอกสารอ้างอิง

CHANGTRAGOON, S. AND R. FINKELDEY. 1995a. Genetic variation of *Pinus merkusii* in Thailand. I: Genetic analysis of isozyme phenotypes. Journal of Tropical Forest Science 8(2): 167-177.

CHANGTRAGOON, S. AND R. FINKELDEY. 1995b. Patterns of genetic variation and characterization of the mating system of *Pinus merkusii* in Thailand. Forest Genetics 2(2): 87-97.

CHANGTRAGOON, S., A. E. SZMIDT AND B. BOONTAWEE. 1996. The study of genetic diversity of *Azadirachta* spp. by using isoenzyme analysis. In Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Conference on Agricultural Biotechnology. 10-15 November, Melia Hotel, Hau Hin, Thailand. pp. 353-360.

CHANGTRAGOON, S., A. E. SZMIDT AND X-R. WANG. 1996. The use of molecular markers in the study of genetic diversity of rattan: preliminary results In Molecular Genetic Techniques for Plant Genetics Resources IPGRI Workshop, Rome, Italy, 9-11 October 1995. pp. 39-43.

SZMIDT, A. E., X-R. WANG AND S. CHANGTRAGOON. 1996. Contrasting patterns of genetic diversity in two tropical pines: *Pinus khasya* (Royle ex Gordon) and *Pinus merkusii* (Jungh et de Vriese). Theory and Applied Genetics 92: 436-441.

DISTRIBUTION OF *WOLBACHIA* INFECTION IN NATURAL HOSTS IN THAILAND

Pattamaporn Kittayapong[1], Apisit Thipaksorn[1], Chalerm Sindhusake[2], Robert J. Cunningham[2], Surang Triteeraprapab[3] and Scott L. O'Neill[4]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

[2]Divison of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Chatuchak, Bangkok 10900

[3]Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[4]Section of Vector Biology, Department of Epidemiology and Public Health, School of Medicine, Yale University, New Haven, CT 06520, U.S.A.

บทคัดย่อ

การศึกษาการกระจายของจุลินทรีย์ *WOLBACHIA* ในสัตว์ให้อาศัยในประเทศไทย

ปัทมาภรณ์ กฤตยพงษ์[1], อภิสิทธิ์ ทิพย์อักษร[1], เฉลิม สินธุเสก[2], R. J. Cunningham[2], สุรางค์ ไตรธีระประภาพ[3] และ S. L. O'Neill[4]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]กองกีฏวิทยาและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[4]ภาควิชาระบาดวิทยาและสาธารณสุข คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเยล สหรัฐอเมริกา

จุลินทรีย์ *Wolbachia* จัดอยู่ในกลุ่ม α-proteobacteria พบอาศัยอยู่ร่วมกับสัตว์ในกลุ่ม arthropod รวมทั้งกลุ่ม crustacean และกลุ่ม nematode ปัจจุบันสามารถแบ่งจุลินทรีย์ชนิดนี้ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ (กลุ่ม A และกลุ่ม B) และ 12 กลุ่มย่อยโดยอาศัยความแตกต่างของลำดับ DNA จุลินทรีย์ *Wolbachia* เป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์เนื่องจากมีแนวโน้มที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูหรือแมลงพาหะ การศึกษานี้เป็นการสำรวจหาจุลินทรีย์ *Wolbachia* ในสัตว์กลุ่ม arthropod ที่อาศัยอยู่ในนาข้าวอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการสำรวจเบื้องต้นในสัตว์กลุ่ม crutacean และกลุ่ม nematode โดยอาศัย primer ที่ออกแบบจากยีน *ftsZ* การศึกษาพบว่าอัตราการสำรวจพบจุลินทรีย์ *Wolbachia* ในสัตว์กลุ่ม arthropod จะอยู่ประมาณ 29.6% นอกจากนี้ยังสำรวจพบจุลินทรีย์ชนิดนี้ในแมงมุม *Oecobius annulipes* รวมทั้งสัตว์กลุ่ม crustacean คือ *Mesocyclops thermocycloploides* และสัตว์กลุ่ม nematode คือ *Wuchereria brancrof* ซึ่งเป็นรายงานการสำรวจพบจุลินทรีย์ *Wolbachia* ในแมงมุมและไรน้ำจืดเป็นครั้งแรก

คำหลัก: การแพร่กระจาย, จุลินทรีย์, *Wolbachia, WSP*

INTRODUCTION

Wolbachia are a group of maternally inherited α-proteobacteria that infect a wide range of arthropods. They have various effects on the reproductive systems of their hosts, ranging from cytoplasmic incompatibility in many insects (Barr, 1980; Breeuwer and Werren, 1993; Clancy and Hoffmann, 1996) to parthenogenesis in parasitoid wasps (Stouthamer *et al.*, 1993) and feminization of genetic males in terrestrial isopods (Rousset *et al.*, 1992). Based on partial sequences of the bacterial 16S *rDNA*, *ftsZ*, and *wsp* genes, 12 subgroups and 2 major groups of *Wolbachia* have been reported (O'Neill *et al.*, 1992; Werren *et al.*, 1995A; Zhou *et al.*, 1998). There has been considerable interest in applying *Wolbachia* for pest or vector control (Beard *et al.*, 1993; Stouthamer, 1993). This bacterial endosymbiont was surveyed intensively in neotropical and neotemperate areas by Werren *et al.* (1995B). However, there has been no systematic survey of *Wolbachia* infection in tropical Asia.

The purpose of our study is to investigate *Wolbachia* infection in various hosts sampled from their natural habitats in different parts of Thailand using a PCR-based technique. This report presents the results of our survey of arthropods mainly in the rice-field community. We also PCR-screened for the presence of these bacteria in fresh-water copepods and nematodes.

METHODOLOGY

Specimen Collection and Handling

All arthropods were collected from paddy fields in 29 provinces in different parts of Thailand from June 1997 to October 1998 using sweep nets. All specimens were frozen in dry ice and transported back to the laboratory in Bangkok where they were identified using morphological keys (Barrion and Litsinger, 1994; Mueller, 1983; Reissig *et al.*, 1985; Shepard *et al.*, 1987; Wilson and Claridge, 1991). The fresh-water copepods were sampled from colonies established at Mahidol University since 1992. The copepod colonies were originally established from isofemale lines collected from Chachoengsao Province and their species identities were confirmed by Dr. Janet Reid at the Smithsonian Institution. The filarial worms were collected during the microfilarial stage from blood samples of filariasis patients in northern and southern Thailand.

DNA Extraction

We dissected individual arthropod specimens for ovaries or testes in distilled water using sterile dissecting equipment. Whole bodies of some tiny arthropods, of all copepods and the microfilarial stage of all filarial nematodes were used for DNA extraction. DNA was extracted by the method of O'Neill *et al.* (1992). Either gonads or whole bodies were ground in 100 µl of STE buffer (100 mM NaCl, 1 mM EDTA, pH 8.0, 10 mM Tris-HCl, pH 8.0). The sample was then heated at 95°C for 10 minutes and centrifuged at 1,400 g for 1 minute. One microliter of the supernatant was used as the DNA template in the PCR reaction.

Polymerase Chain Reaction

The PCR was carried out on a Hybaid OmniGene thermal cycler using 20 µl reaction mixture: 2 µl 10x buffer (Promega), 2 µl 25 mM $MgCl_2$, 0.5 µl dNTPs (10 mM each), 0.5 µl 20 µM forward and reverse primers, and 1 unit of *Taq* DNA poymerase (Promega). The primers used to screen for the presence of *Wolbachia* were designed from the *ftsZ* cell-cycle genes (Holden *et al.*, 1993) and the outer surface protein coding genes of *Wolbachia* (Zhou *et al.*, 1995). Universal eukaryotic 12S *rDNA* primers were used to check the quality of the DNA extraction (12SAI, 12SBI) (O'Neill *et al.*, 1992). After 5 min incubation at 95°C, the temperature profile used was as follows: an initial denaturation at 95°C 1 min, 50°C 1 min and 72°C 1 min per cycle for 30 cycles. PCR products were run on a 1% agarose gel with a 1 Kb ladder (Gibco). DNA bands were visualized under the UV transilluminator by ethidium bromide staining to determine the presence and size of amplified DNA. A *Wolbachia*-infected *Aedes albopictus* sample was used as a positive control. A negative control was randomly included to check for possible contamination.

RESULTS

A total of 2,181 individuals representing 81 species and 66 genera of arthropods collected from the rice-field community were screened for *Wolbachia* using the general *ftsZ* and *wsp* gene primers. Our results indicate a species infection rate of 29.6% (24/81) in arthropods from the rice-field community. Table 1 shows the number of insect orders that were PCR-screened for the presence of *Wolbachia*. The percentage of infection by this bacteria was highest in the order Hemiptera/Homoptera (37.3%). Planthoppers and leafhoppers are the most abundant of this order in the paddy field and are the major pests of rice in Thailand. However, there was no significant difference in the percentage of *Wolbachia* infections among insect orders (χ^2= 1.8846, P=0.93). In this survey, we found that two species of spiders, i.e., *Tetragnatha javana* from the paddy field, and *Oecobius annulipes* from the household area, were PCR-positive for *Wolbachia*. However, the first species may have consumed an infected prey because the frequency of *Wolbachia* infection in this species

was very low. Infection frequency was considerably higher in the second species. Moreover, spiders of this species were starved for at least six hours after capture. Therefore, only the second species could be confidently reported as infected. This is the first record of *Wolbachia* infection in spiders. The percentage of *Wolbachia* infection in arachnid species was 9.1%. We also found that the filarial nematodes, *Brugia malayi* and *Wuchereria bancrofti*, from patients in northern and southern Thailand, was infected with this bacteria. In addition, a fresh-water copepod, *Mesocyclops thermocycloploides*, was discovered to be PCR-positive for *Wolbachia*. This is the first record of *Wolbachia* infection of copepods. We are in the process of characterizing these novel strains using specific *wsp* genes which is the specific outer surface protein coding genes of *Wolbachia* (Zhou *et al.*, 1998).

DISCUSSION

Our survey of *Wolbachia* infection in various natural hosts in Thailand has indicated that these bacteria are extremely widespread in distribution. They were found in different hosts, ranging from seven major insect orders to crustaceans and nematodes. *Wolbachia* were found to infect all major insect orders, i.e., Coleoptera, Diptera, Hemiptera/ Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Odonata and Orthoptera, in both our study and that of Werren *et al.* (1995B). Werren *et al.* (1995B) reported 16.9% and 11.3% of *Wolbachia* infections in neotropical and neotemperate arthropods respectively. Our findings showed much higher overall infection rate (29.6%) in arthropods, i.e., insects and spiders, associated with paddy fields in different parts of Thailand.

Wolbachia infection has been reported from the crustacean isopod, *Armadillidium vulgare* (Rigaud *et al.*, 1991), and the spider mite, *Metaseiulus occidentalis* (Johanowicz and Hoy, 1995). This mite was the first arachnid found infected with *Wolbachia*. Sironi *et al.* (1995) were the first to report molecular evidence for a *Wolbachia*-like endosymbiont in the dog heartworm nematode, *Dirofilaria immitis*. Since then, *Wolbachia* have been detected in other filarial worms, namely *Brugia malayi* and *Wuchereria bancrofti*, and *Onchocera volvulus* which causes onchocerciasis. In our survey, we also detected *Wolbachia* in the spider, *Oecobius annulipes*, the fresh-water crustacean, *Mesocyclops termocycloploides*, as well as the nematodes, *Brugia malayi* and *Wuchereria bancrofti*. Our findings confirm that *Wolbachia* are extremely abundant and are widely distributed in distantly related natural hosts from a tropical region. Further investigation needs to be performed to determine the extent of hosts of this bacteria.

Table 1. *Wolbachia* infections in natural insect hosts from the rice-field community in Thailand

Insect Order	No. of Species Teste	% (n) Infection
Coleoptera	12	25.0 (3)
Diptera	8	25.0 (2)
Hemiptera/Homoptera	28	37.3 (12)
Hymenoptera	7	28.6 (2)
Lepidoptera	6	33.3 (2)
Odonata	3	33.3 (1)
Orthoptera	7	28.6 (2)
Total	71	33.8 (24)

Table 2. *Wolbachia* infection among different major invertebrate groups

Classification	No. of Species Tested	% (n) Infection
Arthropoda		
Arachnida	11	9.1 (1)
Insecta	71	33.8 (24)
Crustacea	2	50.0 (1)
Nematoda	2	100.0 (2)

CONCLUSIONS

1. *Wolbachia* are extremely widespread in natural hosts in Thailand. The overall infection rate in arthropod hosts associated with the rice-field community was 29.6%.
2. We reported, for the first time, *Wolbachia* infection in the spider, *Oecobius annulipes*, and the fresh-water copepod, *Mesocyclops thermocycloploides*.
3. *Wolbachia* was also found in the filarial nematodes, *Brugia malayi* and *Wuchereria bancrofti*, from filariasis patients in northern and southern Thailand.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to acknowledge Dr. Visut Baimai and Dr. John Milne for editing and reviewing this report. We also would like to thank Kitti and Samnieng Thienthong and Natchaya Klinpikul for their technical assistance. This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 139026.

REFERENCES

BARR, A. R. 1980. Cytoplasmic incompatibility in natural populations of a mosquito, *Culex pipiens* L. Nature 283: 71-72.

BARRION, A. T. AND J. A. LITSINGER. 1994. Taxonomy of rice insect pests and their arthropod parasites and predators. In Heinrichs E.A. (ed.), Biology and Management of Rice Insects. Wiley Eastern Ltd., New Delhi. pp. 13-359.

BEARD, C. B., S. L. O'NEILL, R. B. TESH, F. F. RICHARDS AND S. AKSOY. 1993. Modification of arthropod vector competence via symbiotic bacteria. Parasitol. Today 9: 179-83.

BREEUWER, J. A. J. AND J. H.WERREN. 1993. Cytoplasmic incompatibility and bacterial density in *Nasonia vitripennis*. Genetics 135: 565-74.

CLANCY, D. J. AND A. A. HOFFMANN. 1996. Cytoplasmic incompatibility in *Drosophila simulans*: evolving complexity. Trends Ecol. Syst. 11: 145-46.

HOLDEN, P. R., J. F. Y. BOOKFIELD AND P. JONES. 1993. Cloning and characterization of an *ftsZ* homolog from a bacterial symbiont of *Drosophila melanogaster*. Mol. Gen. Genet. 240: 213-220.

JOHANOWICZ, D. L. AND M. A. HOY. 1995. Molecular evidence for A-*Wolbachia* endocytobiont in the predatory mite, *Metaseiulus occidentalis*. J. Cell. Biochem. 21A: 198.

MUELLER, K. E. 1983. Field Problems of Tropical Rice. Revised Edition. International Rice Rresearch Institute, Manila. p. 172.

O'NEILL, S. L., R. GIORDANO, A. M. E. COLBERT, T.L. KARR AND H.M. ROBERTSON. 1992. 16S rRNA phylogenetic analysis of the bacterial endosymbionts associated with cytoplasmic incompatibility in insects. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89: 2699-702.

REISSIG, W. H., E. A. HEINRICHS, J. A. LITSINGER, K. MOODY, L. FIEDLER, T. W. MEW AND A. T. BARRION. 1985. Illustrated guide to integrated pest management in rice in tropical Asia. International Rice Research Institute, Manila. pp.411.

RIGAUD, T., C. SOUTY-GROSSET, R. RAIMOND, J. P. MOCQUARD AND P. JUCHAULT. 1991. Feminizing entocytobiosis in the terrestrial crustacean *Armadillidium vulgare* Latr. (Isopoda): recent acquisitions. Endocytobiosis Cell. Res. 7: 259-73.

ROUSSET, F., D. BOUCHON, B. PINTUREAU, P. JUCHAULT AND M. SOLIGNAC. 1992. *Wolbachia* endosymbionts responsible for various alterations of sexuality in arhtropods. Proc. R. Soc. Lond. B 250: 91-98.

SHEPARD, B. M., A. T. BARRION AND J. A. LITSINGER. 1987. Helpful insects, spiders and pathogens. 3rd ed. International Rice Research Institute, Manila. p.136.

SIRONI, M., C. BANDI, L. SACCHI, B. DI SACCO, G. DAMIANI AND C. GENCHI 1995. Molecular evidence for a close relative of the arthropod endosymbiont *Wolbachia* in a filarial worm. Mol. Biochem. Parasitol. 74: 223-227.

STOUTHAMER, R. 1993. The use of sexual versus asexual wasps in biological control. Entomophaga 38: 3-6.

STOUTHAMER, R., J. A. J. BREEUWER, R. F. LUCK AND J. H. WERREN. 1993. Molecular identification of microorganisms associated with parthenogenesis. Nature 361: 66-68.

WERREN, J. H., W. ZHANG AND L. R. GUO. 1995A. Evolution and phylogeny of *Wolbachia*: reproductive parasites of arthropods. Proc. R. Soc. Lond. B 261: 55-71.

WERREN, J. H., L.GUO AND D. W. WINDSOR. 1995B. Distribution of *Wolbachia* in neotropical arthropods. Proc. R. Soc. Lond. B 262: 147-204.

WILSON, M. R. AND M. F. CLARIDGE. 1991. Handbook for the identification of leafhoppers and planthopper of rice. Butler and Tanner Ltd., Frome. p. 142.

ZHOU, W., F. ROUSSET AND S.L. O'NEILL. 1998. Phylogeny and PCR-based classification of *Wolbachia* strains using *wsp* gene sequences. Proc. R. Soc. Lond. B 265: 509-515.

BIODIVERSITY OF NITROGEN FIXING CYANOBACTERIA FROM THAI SOIL

Sasidhorn Innok[1], *Neung Teaumroong*[1], *Nantakorn Boonkerd*[1] *and Somporn Choonluchanon*[2]

[1]School of Biotechnology, Suranaree University of Technology, Muang District, Nakhonratchasima 30000

[2]Department of Soil Science, Faculty of Agricultural, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไซยาโนแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนในระบบนิเวศต่าง ๆ ในประเทศไทย

ศศิธร อินทร์นอก[1], **หนึ่ง เตียอำรุง**[1], **นันทกร บุญเกิด**[1] **และ สมพร ชุนห์ลือชานนท์**[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง นครราชสีมา 30000

[2]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

จากการศึกษาไซยาโนแบคทีเรียจำนวน 81 สายพันธุ์ที่แยกได้จากดินตามระบบนิเวศต่าง ๆ ในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าชนิดของไซยาโนแบคทีเรียส่วนใหญ่ (ประมาณ 98.76%) มีลักษณะเซลล์เป็นเส้นสายที่มีเซลล์เฮทเทอโรซีสต์ และประมาณ 1.23% เป็นแบบเซลล์เดี่ยว ในการจำแนกเบื้องต้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยกำลังขยาย 400 เท่า พบว่าจำนวนสายพันธุ์ประมาณ 91.36% อยู่ในวงศ์ Nostocaceae 1.23% อยู่ในวงศ์ Chroococaceae 6.18% อยู่ในกลุ่ม branching cyanobacteria และยังไม่สามารถจำแนกได้อีก 1.23% เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนพบว่าอยู่ในช่วง 0.108-2.715 ไมโครโมล/มก. ของคลอโรฟิลเอ และ 0-2.724 ไมโครโมล/มก. ของคลอโรฟิลเอ ในสภาวะสว่างและมืดตามลำดับ ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยเทคนิคพีซีอาร์ โดยใช้ไพรเมอร์ 3 ชนิด ได้แก่ STRR, DAF8.7b และ DAF10.6e พบว่าสามารถแยกความแตกต่างของแต่ละสายพันธุ์ในระดับสปีชีส์ได้อย่างชัดเจน

คำหลัก: ไซยาโนแบคทีเรีย, ไนโตรเจน, PCR

INTRODUCTION

Cyanobacteria (blue-green algae) are one of the primitive prokaryotic group which differ from other eubacteria in both terms of physiology and phylogeny (Cai, 1991). Some of them are unicellular, colonial or filamentous (Rippka, 1988). The special features of their physiology is the capability of oxygenic photosynthesis and atmospheric nitrogen fixation. A heterocystous cyanobacterial group has been widely studying due to their N_2-fixing ability. They can be separated N_2-fixing from O_2-evolving photosynthesis in special cells known as heterocysts (Rippka, 1988; Wolk, 1982; Bebout *et al.*, 1993). The efficiency of N_2-fixing by cyanobacteria is depend on genus/species and physical conditions such as day/night cycle. For example *Gleothece* spp., *Oscillatoria* spp. and *Synechococcus* sp. strain RF-1 able to fix N_2 mainly during period of darkness when grown under alternative, light and dark conditions, regardless of the growth phase (Zehr and McReynolds, 1989).

The classically distinguishing of different species of cyanobacteria has relied upon identifying morphological, developmental and biochemical characteristics (Houmard *et al.*, 1990). Considerable expertise is required to the species level, in some case it is not difficult to identify to the genera level such as *Colothrix*. However, for many genera including *Oscillatoria, Lyngbya* and *Phormidium* are often difficult for non-expert to be confident of their diagnosis. Recently, molecular genetic approaches have been developed to supplement or supplant conventional methods such as serotyping, bacteriophage-susceptibility characteristics and DNA-fingerprinting. Among DNA fingerprinting methods using the PCR reaction have been extensively used nowadays such as sets of random amplified polymorphic DNA (RAPD). DNA amplification fingerprinting (DAF) which able to group the *Azolla* symbiosis cyanobacteria as well as toxin-producting strains (Eskew *et al.*, 1993; Neilan, 1996). However, enterobacterial repetitive intergenic consensus (ERIC) and repetitive extragenic palindromic (REP) were used as primers for fingerprinting axenic cyanobacterial cultures (Rasmussen and Svenning, 1998). Moreover, short tandemly repeated repetitive sequences (STRR) and HIP1 interspersed repetitive sequences have been achieved to

distinguish symbiotic *Nostoc* in cycads and *Anabaena*, respectively (Robinson *et al.*, 1995). Since the ecological and agricultural importance of the organisms depend on their ability to fix N_2, thus application of biofertilizer by using cyanobacteria in stead of chemical fertilizer has being improved. Therefore, this study aimed to isolate and examine the indigenous N_2-fixing cyanobacteria with regard to their distribution in various types of soil in conjunction with the investigation of genetic diversity for further sustainably maintained and appropriately applied under their population dynamics.

STUDY AREA

Eighty-one cyanobacterial strains were randomly selected from soil isolation. Soil samples from the mountain, flat area of agricultural practice (field crop cultivation, rice cultivation, rice in rotation with other crop) and uncultivation from Northern, Central and North-eastern part of Thailand were choosen as sampling sites.

METHODOLOGY

Identification of Cyanobacteria

Reference strains; *Nostoc* sp., *Anabaena cylindrica, Hapalosiph* sp. DASH05101, *Calothrix* sp. DASH02101 and *Scytonema* sp. were obtained from Dr. Somporn Choonhaleuchanon (Dept. of Soil Science, Fac. of Agriculture, Chiang Mai University). Colony-forming of each cyanobacterium isolate was selected from BG_{11} solid medium to study cell morphology under 400 magnification microscope as well as clump formattion in BG_{11} liquid medium. The results were interpreted along with Desikachary, T.V. and Rippka, R.'s description (Rippka, 1988). The nitrogen fixing ability from each isolate was conducted on the basis of Acetylene Reduction Assay (ARA). The 50 ml tube containing cyanobacterial culture with 25 ml of BG_{11} liquid medium after cultivation for 30 days was then plugged with double septum before injected with acetylene gas in 3 ml volume which accounted for 10% acetylene gas. Then, they were incubated at 30°C for 1 hr in the light condition and in case of determination of N_2-fixing efficiency in dark, the incubation time was prolonged in dark place for 12 hr. One ml of gas mixture was withdrawn and further analyzed by GC equipped with Parapak N column (Pack column No.530-5014, AutoSystem XL, Perkin Elmer, USA).

DNA Extraction

Cell pellets were harvested by centrifugation at 9,000 rpm for 10 min, resuspended cyanobacterial pellet with 3 ml *Azolla* extraction buffer (100mM Tris-HCl [pH8.0], 250mM NaCl, 100mM EDTA and 0.4% 2-mercaptoethanol), then added 1 mg of lysozyme per 1 ml of TE buffer (10mM Tris-HCl [pH8.0] and 1mM EDTA) and incubated at 37°C for 1 hr (occationally mixed). 200 µl of 1% v/v sarkosyl was added, vortexed and extracted twice with equal volume of phenol. Aqueous phase was transferred to an another microcentrifuge tube, equal volume of CTAB stock (2% CTAB/1.4M NaCl) was added before incubate at 65°C for 30 min then, extracted with equal volume of chloroform/isoamylalcohol (24/1, vol/vol). DNA was precipitated for overnight with 2.0 volumes of cold isopropanol. The samples were then centrifuged, and the DNA pellet was resuspended in TE buffer with 1/10 Rnase A, then incubated at 55°C for 10 min and collected in 4.0°C for further uses.

PCR Analyses

The two primers were originally used to amplify *Anabaena* sp. and *Azolla* sp. DNA (8) sequence [5'-3'] were (GCTGGTGG (DAF8.7b) and GTGACGTAGG (DAF10.6e)). Fifty ng of genomic DNA was used as the template for PCR amplification which carried out in the total reaction volume of 50 µl, 1.0895 pmol primer 8.7b or 1.7480 pmol primer 10.6e, 200 µM deoxyribonucleoside triphosphate, 1.5 mM $MgCl_2$ and 2.5U Taq polymerase (Promega, USA) in reaction buffer (10mM Tris, 50mM KCl, 0.01% gelatin, 0.1% TritonX-100 [pH9.0]). Amplification was performed in PCR Sprint Temperature Cycling System (Hybaid Limited,

UK) for 30 cycles of 30s at 95°C, 1 min at 30°C and 1 min at 72°C, followed by a final extension period of 10 min at 72°C. For the STRR primer [5'-3'] CCARTCCCCARTCCCC the cycles were as follows: 1 cycle at 95°C for 6 min; 30 cycles of 94°C for 1 min, 56°C for 1 min and 65°C for 5 min; 1 cycle at 65°C for 16 min and a final step at 4.0°C. The PCR was carried out in a 50 µl volume containing 0.9670 pmol of primer, 200 µM deoxyribonucleoside triphosphate, 1.5 mM $MgCl_2$ and 2.5U Taq polymerase (Promega, USA) in reaction buffer (10mM Tris, 50mM Kcl, 0.01% gelatin, 0.1% TritonX-100 [pH9.0]). After the amplification, 15 µl aliquots of the PCR products were resolved by agarose gel electrophoresis at 80Vcm^{-} in 0.8% agarose gel (Promega, USA) stained with the ethidium bromide.

RESULTS

Cyanobacterial Identification

To identify cyanobacterial isolates by conventional method, eighty-one strains were isolated from various soil samples in Thailand. 40 strains were selected from Northern part, 21 isolates from Central part and 20 isolates from North-eastern part. Morphological study was carried out by observation under microscope with 400 magnification fold. 80 isolates out of 81 were found heterocyst forming, only one isolate performed in unicellular form. 75 strains of all heterocystous isolates were belong to family Nostocaceae while 1 isolate was in Chroococcaceae, branching cyanobacteria 5 isolates and unidentified 1 isolate (Table 1). Along with these observation, the main genera of cyanobacteria found in this study was most likely belong to genera *Nostoc* and *Anabaena.*

Table 1. Example of cyanobacterial identification and N_2-fixing efficiency

Strains	Sources	Family	Genus	ARA (µmol/mg of chlorophyll a)	
				light	dark
INB2-3	cultivation 1 year (N)	Nostocaceae	*Anabaena*	0.467	0.388
INM3-1-1	foot mountain (N)	Nostocaceae	*Nostoc*	2.715	0.458
INC*2-6	cultivation>2 years (N)	Nostocaceae	*Anabaena*	0.862	0.000
INEF4-2	uncultivation area (NE)	Nostocaceae	*Nostoc*	0.660	0.629
INEM3-1-3	foot mountain (NE)	Nostocaceae	*Nostoc*	0.677	0.398
INED1-2	garden area (NE)	Nostocaceae	*Anabaena*	0.400	0.710
ICCR3-2	rice/field crop (C)	Nostocaceae	*Anabaena*	0.270	1.165
ICR1-1	rice cultivation (C)	Nostocaceae	*Nostoc*	1.090	1.946
ICC2-2	field crop area (C)	Nostocaceae	*Nostoc*	1.044	0.410
ICA2-1	forest area (C)	Nostocaceae	*Anabaena*	0.248	0.000

N = Northern part, NE = North-eastern part, C = Central part of Thailand

Efficiency of N_2-fixing Cyanobacteria

Acetylene Reduction Assay (ARA) was used to detection the efficiency of N_2-fixation in both of light and dark conditions. Most of the strains could fix N_2 in light condition and efficiency also higher than dark condition whereas as some isolates able to conduct N_2-fixing in dark condition very well such as strains ICCR3-2 and INEM3-1-3. However, some isolates could well fix N_2 in both of light and dark conditions such as strain ICR1-1.

Diversification of Cyanobacterial Genomic Fingerprint

Genomic DNAs from all isolates were extracted by CTAB method and used as DNA template for PCR. The optimal PCR condition was found at a primer-template annealing temperature of 56°C for the STRR primer. The use of the primer STRR in the PCR on cyanobacterial isolates yielded multiple distinct DNA products ranging in size from approximately 3,000 to 125 bp. (Fig. 1). In case of using DAF primers, the optimal PCR condition was found at a primer-template annealing temperature of 30°C for DAF8.7b and DAF10.6e. The use of 2 sets of primers in the PCR on cyanobacterial isolates yielded multiple distinct DNA products ranging in size from approximately 3,000 to 125 bp. (Fig. 2 and Fig. 3). High diversity was found between cyanobacteral isolates from different soils and areas of study. Primer STRR was able to distinguish 37 different isolates from 40 isolates, as

well as, primers DAF8.7b and DAF10.6e which could be able to distinguish 23 different isolates from 25 isolates and 24 different isolates from 24 isolates, respectively.

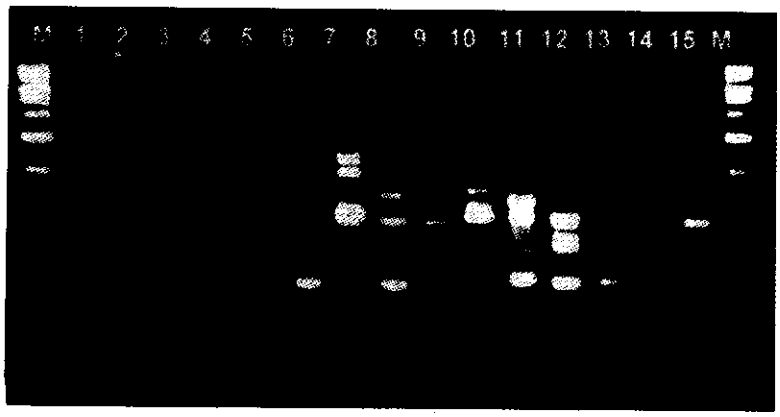


Fig. 1. Pattern of the PCR products obtained by using primer STRR; lane M; 1 Kb ladder marker, lane 1; *Anabaena cylindrica*, lane 2; *Nostoc* sp., lane 3; INR1-6, lane 4; INM3-1-1, lane 5; INB2-3, lane6; INCR-2, lane 7; IND1-14, lane 8; INC°2-6, lane 9; INED1-2, lane 10; INCR2-3, lane 11; INER3-1, lane 12; INEM3-1-3, lane 13; ICC3-1, lane 14; ICA2-1 and lane 15; INF

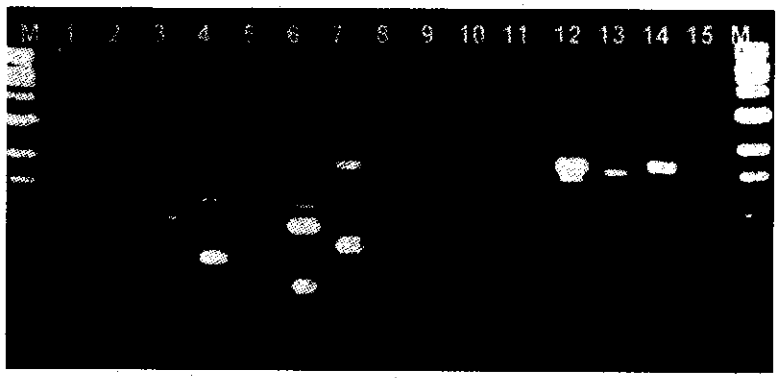


Fig. 2. Pattern of the PCR products obtained by using primer DAF8.7b; lane M; 1 Kb ladder marker, lane 1; *Anabaena cylindrica*, land 2; *Nostoc* sp., lane 3; INF, lane 4; IND-2, lane 5; INCR-2, lane6; ICF-2, lane 7; ICD2-2, lane 8; INECR3-9, lane 9; INC°2-6, lane 10; INCR2-3, lane 11; IND1-14, lane 12; INB2-3, lane 13; INR1-6, lane 14; INM3-1-1, lane 15; INED1-2 and lane 16; INEM3-1-4

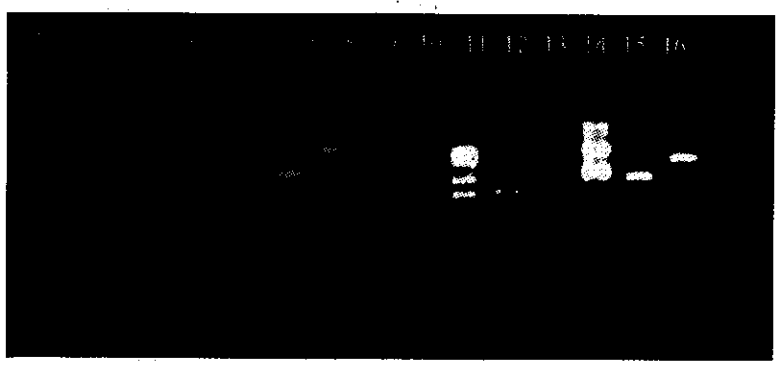


Fig. 3. Pattern of the PCR products obtained by using primer DAF10.6e; lane M; 1 Kb ladder marker, lane 1; *Anabaena cylindrica*, lane 2; *Nostoc* sp., lane 3; ICF-2, lane 4; ICC2-2, lane 5; ICR1-1, lane6; IND-2, lane 7; INCR-2, lane 8; INEB1-1, lane 9; INR1-6, lane 10; ICC3-1, lane 11; INC°2-6, lane 12; INECR3-4, lane 13; INF, lane 14; INECR3-9 and lane 15; ICD1-4

DISCUSSION

In this study, most of cyanobacterial strains were heterocystous cyanobacteria (only one was unicellular cyanobacteria). Although cyanobacteria have been established in almost environments whereas in soil may be found both of nonheterocystous and unicellular cyanobacteria less than in marine. For example, *Thichodesmium* spp. were marine filamentous, nonheterocystous, nitrogen-fixing cyanobacteria and *Synechococcus* spp. were marine single-celled cyanobacteria (Zehr and McReynolds, 1989).

Efficiency of N_2-fixing cyanoabacteria is usually detected by ARA which is depended on characterization of cells, light/dark conditions and O_2 concentration. Hence, nitrogenase enzyme is oxidized by oxygen thus, some cyanobacterial, nitrogenase is located in special cells called heterocysts which has thick cell envelope that serve as a gas diffusion barrier and also limits the entry of acetylene into this cell (Zuckermann *et al.*, 1997). However, *Thichodesmium thiebautii* could fix nitrogen in the highest rates during daylight hours, when photosynthesis activity is maximal (Zehr and McReynolds, 1989). This reasons might be due to 1) cells along the trichome of *Thichodesmium* spp. were differentiates with respect to

oxygen evolution and nitrogen fixation activity or 2) the structure of individual cells were specially separated within the cells. Whereas, *Gleothece* spp., *Oscillatoria* spp. and *Synechococcus* sp strain RF-1 were fixed nitrogen in dark condition with low oxygen concentration. This was similar to our study which indicated that some isolates were able to perform N_2-fixing in rather high rate even when they were incubated in the dark condition.

Cyanobacterial isolates from soils were identified as mainly *Nostoc* spp. and *Anabaena* spp. However, they were classified by conventional method which somewhat not promising. At present, approaches in molecular genetic were used for characterization, classification, evolution and diversification. Nitrogen-fixing (*nif*) gene and 16S-23S rRNA internal transcribed spacer (16S-23S ITS) were employed to detect and characterize of cyanobacteria (Jackman and Mulligan, 1995; Wilmotte *et al.*, 1994; Porath and Zehr, 1994), they could be used to distinguish cyanobacteria in widely clusters and should be used with AFLP (amplification fragment length polymorphism) for more differentiation. In this reseach, STRR sequence that were found mostly in the non-coding regions rather than any variation of the coding regions and numbers of copies based on type of cyanobacteria. The STRR sequence have been identified in a number of cyanobacterial genera and species, all belonging to the heterocystous cyanobacteria (Rasmussen and Svenning, 1998). The PCR fingerprinting using primer STRR and two sets of DAF primers were able to differentiate symbiotic as well as free-living cyanobacteria show a much higher diversity (Rasmussen and Svenning, 1998; West and Adams, 1997) which was supported our finding. The use of three primers to study the diversification of cyanobacteria were to clearly distinguish in each strains.

CONCLUSIONS

1. *Nostoc* spp. and *Anabana* spp. were the major genera established in Thai soils.
2. Most of cyanobacteria could fix N_2 higher in light than in dark conditions.
3. Primer STRR, DAF8.7B and DAF10.6e could be used for distinguishing cyanobacterial isolates in intraspecies level.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 540073. Facilities for carrying out research were provided by Suranaree University of Technology.

REFERENCES

BEBOUT, B. M., M. W. FITZPATRICK AND H. W. PAERL. 1993. Identification of the sources of energy for nitrogen fixation and physiology characterization of nitrogen-fixing members of a marine microbial mat community. Appl. Environ. Microbiol 59: 1495-1503.

CAI, Y. 1991. Characterization of insertion sequence IS892 and related elements from the cyanobacterium *Anabaena* sp. strain PCC7120. J. Bacteriology 178: 5771-5777.

ESKEW, D. M., G. C. ANOLLES, B. J. BASSAM AND P. M. GRESSHOFF. 1993. DNA amplification fingerprinting of the *Azolla-Anabaena* symbiosis. Plant Mol. Biol. 21: 363-373.

HOUMARD, D. M., A. M. CASTET AND N. T. DEMARSAC. 1990. Highly repetitive DNA sequences in cyanobacterial genomes. J. Bacteriology 172: 2755-2761.

JACKMAN, D. M. AND M. E. MULLIGAN. 1995. Characterization of a nitrogen-fixation *(nif)* gene cluster from *Anabaena azolla* 1a shows that closely related cyanobacteria have highly variable but structured intergenic regions. Microbiol. 141: 2235-2244.

NEILAN, B. A. 1996. Detection and identification of cyanobacteria associated with toxin blooms: DNA amplification protocols. Phycologia 35: 147-155.

PORATH, J. B. AND J. P. ZEHR. 1994. Detection and characterization of cyanobacterial *nifH* genes. Appl. Environ. Microbiol. 60: 880-887.

RASMUSSEN, U. AND M. M. SVENNING. 1998. Fingerprinting of cyanobacteria based on PCR with primers derived from short and long tandemly repeated repetitive sequences. Appl. Environ. Microbiol. 64: 265-272.

RIPPKA, R. 1988. Recognition and identification of cyanobacteria. Methods in Enzymology 167: 28-69.

ROBINSON, N. J., P. J. ROBINSON, A. GUPTA, A. J. BLEASBY, B. A. WHITTON AND A. P. MORBY. 1995. Singular over-representation of an octameric palindrome, HIP1, in DNA from many cyanobacteria. Nucleic Acids Research 23: 729-735.

WEST, N. J. AND D. G. ADAMS. 1997. Phenotypic and genotypic comparison of symbiotic and free-living cyanobacteria from a single field site. Appl. Environ. Microbiol. 63: 4479-4484.

WILMOTTE, A., J. NEEFS AND R. D. WACHTER. 1994. Evolutionary affiliation of the marine nitrogen-fixing cyanobacterium *Trichodesmium* sp. strain NIBB1067, derived by 16S ribisomal RNA sequence analysis. Microbiol. 140: 2159-2164.

WOLK, C. P. 1982. Heterocysts, pp. 359-386. In CARR, N. G. AND B. A. WHITTON (ed), The biology of the cyanobacteria, Black-well Scientific Publications Ltd., Oxford.

ZEHR, J. P. AND L. A. MC REYNOLDS. 1989. Use of degenerate oligonucleotides for amplification of the *nifH* gene from the marine cyanobacterium *Trichodesmium thiebautii*. Appl. Environ. Microbiol. 55: 2522-2526.

ZUCKERMANN, H., M. STAAL, L. J. TAL, J. REUSS, S. L. HEKKERT, F. HARREN AND D. PARKER. 1997. On-line monitoring of nitrogenase activity in cyanobacteria by sensitive laser photoacoustic detection of ethylene. Appl. Environ. Microbiol. 63: 4243-4251.

GENETIC DIVERSITY OF FREE-LIVING NITROGEN FIXING BACTERIA ISOLATED FROM VARIOUS ECOSYSTEMS IN THAILAND

Orawan Piyaboon[1], Nantakorn Boonkerd[1], Nuang Teaumroong[1] and Setta Siripin[2]

[1]School of Biotechnology, Institute of Agricutural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhonratchasima 30000

[2]Department of Crop Sciences, Faculty of Agriculture, Mae-jo University, Sansai District, Chiang Mai 50290

บทคัดย่อ

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแบบอิสระในระบบนิเวศต่าง ๆ ในประเทศไทย

อรวรรณ ปิยะบุญ[1], นันทกร บุญเกิด[1], หนึ่ง เตียอำรุง[1] และ เศรษฐา ศิริพินทุ์[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง นครราชสีมา 30000

[2]ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ. สันทราย เชียงใหม่ 50290

ศึกษาลักษณะของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระในระบบนิเวศต่างๆในประเทศไทย จากการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ 3 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระถูกนำมาแยกจากดินโดยใช้อาหารที่ปราศจากไนโตรเจน จากนั้นทำการสุ่มเชื้อโดยดูลักษณะของโคโลนี และการย้อมสีแบบแกรม พบว่าจาก 93 isolates เกือบทั้งหมดเป็นแกรมลบรูปร่างแท่ง และลักษณะของโคโลนีแตกต่างกัน ศึกษาศักยภาพการตรึงไนโตรเจน โดยวิธี acetylene reaction assay (ARA) ซึ่งมีค่าแตกต่างกันและเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์มาตราฐาน มีบาง isolate ที่มีค่าเท่ากันหรือสูงกว่า ส่วนการศึกษาทางด้านชีวเคมีของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระในสกุลที่สำคัญ พบว่าอาจเป็น *Azomonas* sp. 8 isolates, *Azospirillum* sp. 15 isolates, *Klebsiella* sp. 1 isolate, *Azotobacter* sp. 1 isolate และยังไม่สามารถจำแนกได้ 68 isolates สำหรับการศึกษาด้าน DNA pattern ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ *nif* D ของ *Azotobacter vinelandii* พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มตามขนาดของ PCR product ได้ 7 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 มีขนาด 300 และ 450 bp คิดเป็น 60.60% กลุ่มที่ 2 มีขนาด 450 และ 900 bp คิดเป็น 6.06% กลุ่มที่ 3 มีขนาด 450 bp คิดเป็น 21.21% กลุ่มที่ 4 มีขนาด 450, 550 และ 950 bp คิดเป็น 3.03% กลุ่มที่ 5 มีขนาด 300, 450 และ 950 bp คิดเป็น 3.03% กลุ่มที่ 6 มีขนาด 300, 450, 500 และ 550 bp คิดเป็น 3.03% กลุ่มที่ 7 มีขนาด 400 และ 450 bp คิดเป็น 3.03%

คำหลัก: แบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ, ARA, PCR , *nif* D

INTRODUCTION

Nitrogen is an essential element for living organisms because it is needed for synthesis of protein and nucleic acids, and is important for other metabolic processes. Nitrogen is the major component of the atmosphere accounting for 78 percent of atmospheric gas. However, neither plants nor animals are able to directly utilize this nitrogen. Animals and plants can indirectly use atmospheric nitrogen if it is transformed to a useable form through enzymatic reactions by other organisms. This phenomenon is known as biological nitrogen fixation and changes atmospheric nitrogen to ammonium form by reduction reaction. Only prokaryotic organisms that contain nitrogenase enzyme can perform this reaction. Nitrogen fixing microorganisms are found in two groups of bacteria, the cyanobacteria and the actinomycetes. In addition, these groups of microbes can be divided, according to their mode of living, into 2 types: free-living and symbiotic. It is widely accepted that symbiotic nitrogen fixers have much higher nitrogenase activity than free-living nitrogen fixers. However, free-living nitrogen fixing bacteria are found to persist in the environment more than symbiotic ones. Free-living nitrogen fixing bacteria can be separated into 3 groups on the basis of oxygen demand: aerobic, micro-aerobic and anaerobic nitrogen fixing bacteria. Free-living nitrogen fixing bacteria can survive in both soil and water habitats. This study focused on the group of aerobic nitrogen fixing bacteria that live in the soil. The main genera in this group are *Azotobacter*, *Azomonas*, *Beijerinkia*, and *Azospirillum*. The strategy used in this research was as follows: isolation of bacteria from soils in Thailand, strain characterization in terms of morphology, physiology, and N_2-fixation efficiency, and analysis of DNA using PCR with

nif D primers. The *nif* D gene encodes the alpha subunit of dinitrogenase and is one of the most informative genes of all the *nif* genes. Phylogenies constructed using the *nif* D gene are similar to those obtained for the 16S rRNA gene (Ueda, 1995).

STUDY AREA

Sites were selected in three regions: North, Northeast and Central regions. In each region, soil samples were collected from a high elevation on the top of a mountain, in the middle and at the foot of the mountain. Soil samples were also collected from flat areas where agricultural practices, such as field crop cultivation, rice cultivation, rice in rotation with other crops and uncultivated areas, were conducted. Soils were sampled every two months for 3 years. This information was used to determine the environments in which populations of free-living nitrogen fixing bacteria are maintained and to understand their population dynamics. Additional research was carried out in the same three regions to answer the question of what would happen to populations of free-living nitrogen fixing bacteria upon changing the environment and cropping system. Thus, soil samples were also collected from undisturbed forest, forest cleared for crop cultivation for 1, 2 and 3 years and in areas of intensive agricultural production where pesticides and fertilizer were used at high rates.

METHODOLOGY

Bacterial Morphological Study

Morphological study of each bacterial isolate was conducted based on characteristics used in Burgey's "Manual of Determinative Bacteriology", such as colony and Gram staining characteristics. Isolates from each area were selected, on the basis of distinctiveness of Gram staining and colony formation, for further study.

N_2-Fixation

Nitrogenase activity was determined by acetylene reduction assay (ARA) using 1 set of 3 replication tubes. Each tube was adjusted to 10% acetylene by removing air and replacing it with an equal volume of acetylene. At intervals, 1 ml of the gaseous phase was injected into a gas chromatograph using the following conditions: column packing = Parapak N, column temperature = 110°C, injector temperature = 150°C and detection temperature = 280°C. The assay was performed daily after cultivation of free-living nitrogen fixing bacteria for 7 days. Pure ethylene gas (99.9%) was diluted by air and injected as a standard before every assay. Cell samples were collected by centrifugation at 12,000 rpm for 10 min at 4°C. Each pellet was suspended twice in 1 ml of 0.85% NaCl. After centrifugation at 12,000 rpm for 5 min at 4°C, the supernatant was discarded. The pellet was suspended in 0.2 ml of 0.85% NaCl by pipetting up and down and transferred into a new test tube. The cell suspension under went protein determination by adding 0.7 ml of water and 0.1 ml of 1N NaOH, and, then, 5 ml of solution C (2% of potassium-tartrate, 1% of $CuSO_4$, 2% of Na_2CO_3) to each sample tube. Each sample was throughly mixed before being incubated at room temperature for 10 min, after which 0.5 ml of 1N Folin Ciocalteau phenol reagent was added and mixed, and incubated at room temperature for 30 min. To determine the protein concentration of each sample the reaction in each tube was read at a wavelength of 660 nm and compared with the BSA standard at concentrations of 100 µg/ml, 50 µg/ml, 25 µg/ml, 12.5 µg/ml and 6.25 µg/ml.

Biochemical Assay

Free-living nitrogen fixing bacteria were classified according to results of the Voges-poskaver reaction (Krieg, 1981), a biochemical test that tests the utilization of carbon sources (glucose, arabinose, mannitol, rhamnose, malate and bensoate) and PDA.

Genomic DNA Extraction

Cell pellets were centrifuged at 12,000 rpm for 5 min at 4°C and resuspended twice in 1 ml TNE (10mM Tris [pH8], 1mM EDTA [pH8], and 0.1 M NaCl). After centrifugation, the supernatant was discarded. The pellet was suspended in 200 µl lysozyme solution (2 mg/ml lysozyme in 25 mM Tris [pH8], 12.5 mM EDTA [pH8], 12.5% sucrose), incubated for 30 min at 37°C, before 250 µl of lysing solution (500 µl/ml pronase in 0.8% SDS) was added. It was then vortexed and incubated for 120 min at 37°C. The solution was extracted twice with (500 µl) of phenol-chloroform-isoamyl alcohol. The aqueous phase was transferred to another microcentrifuge tube and the step of extraction by phenol was repeated twice. DNA from the aqueous phase was precipitated out overnight (-20°C) with 45 µl of 3M sodium acetate and 900 µl of 99% ethanol. The pellet was washed again with 70% ethanol before it was dried under vacuum and resuspended in 30 µl of TE (10mM Tris [pH8], 1mM EDTA [pH8] with 1/10 RnaseA), then incubated at 37°C for 30 min and kept at 4°C for further use. (Schmidt *et al.*, 1986)

PCR Amplification of *nif* D Gene.

The amplification primers were based on the *nif* D gene from *Azotobacter vinelandii* M. 20568. The sequences were TA (AG) TCC CA (AGCT) GAGTGC AT (CT) TG (AGCT) CGGAA and AT (GC) GA (AG) T (AT) C AAC TTC TCC GG. Reaction conditions with 10 ng of template DNA were: 3 min at 72°C and 4 min at 94°C for the first cycle; 0.5 min at 35°C, 2 min at 60°C and 0.5 min at 94°C for the next 5 cycles; 0.5 min at 50°C, 0.5 min at 72°C and 0.5 min at 94°C for the last 30 cycles (Ueda, 1995).

RESULTS

Identification of Free-Living Nitrogen Fixing Bacteria

Free-living nitrogen fixing bacteria were isolated from diverse ecosystems in Thailand. Sites were selected from 3 areas: Northern, Central and North-eastern Thailand. Free-living nitrogen fixing bacteria were isolated from soil by using media without N supplementation. Ninety three bacterial isolates were randomly selected for further analyses. It was found that all of them were gram-negative and rod shapeed.

The Efficiency of N_2-Fixation

The efficiency of N_2-fixation from each isolate was determined using the acetylene reduction assay (ARA). It was found that the efficiencies of N_2-fixation by bacteriai isolates were different from those of standard strains. The standard strains (N_2-fixing efficiencies in pasentheses) were *Beijerinkia* sp. (ARA: 2,087 nmol/mg protein/day), *Azospirillum lipoferum* strain CCM3863 (ARA: 76.2 nmol/mg protein/day), *A. brasilense* strain Sp7 (ARA: 1,250 nmol/mg protein/day), *Azospirillum* sp. strains UpMB10 and A UpMB13, and *Azotabacter* sp. (ARA: 1,287.6, 2,879 and 1,157.3 nmol/mg protein/day, respectively). We found that N_2–fixation efficiencies of three out of the 93 isolates were equal or higher than those of the reference strains. The three isolates, and their efficiencies, were INA23 (ARA = 2,345.25 nmol/mg protein/day), INC15 (ARA = 4,791.66 nmol/mg protein/day), ICR44: ARA = 4,144 nmol/mg protein/day).

Biochemical Classification

Based on the biochemical assay, isolates could be classified as *Azomonas* sp. (8 isolates), *Azospirillum* sp. (15 isolates), *Klebsiella* sp. (1 isolate), *Azotobacter* sp. (1 isolate) and unidentified (68 isolates). Bacterial strains, INA23 and INC15, most likely belong to the genus *Azomonas,* while strain ICR44 is still being identified. The results of the biochemical assays are shown in Table. 1.

Table 1. Characterization of some free-living nitrogen fixing bacteria

Isolate	Media	Colony			Gram	Size	ARA	Biochemistry test							
		Form	Color	Colony	strain	mm	nmol/mg protein/day	V	Man	Mal	R	B	G	A	PDA
IND 14	M	circular	pink	0.3	-	1.244x0.288	118	+	-	+	-	-	+	-	pink
INF 16	M	circular	pink	0.01	-	1.922x0.961	20	-	-	+	-	-	+	-	pink
INM 111	M	circular	white	0.3	-	3.84x0.302	979.71	+	-	+	-	-	+	-	white
INM 133	CCM	circular	white	0.4	-	1.922x0.488	354.23	+	-	-	-	-	+	-	white
INR 25	CCM	circular	white	0.05	-	1.448x0.961	486	+	-	-	-	-	+	-	white
INA 19	S	circular	white	0.1	-	1.922x0.961	1266	+	-	-	-	-	+	-	white
IND 39	CCM	circular	white	0.1	-	1.922x0.961	355.29	+	-	-	-	-	+	-	white
INC 45	G	circular	white	0.15	-	2.10x0.961	167.36	+	-	-	-	-	+	-	white
INM 119	M	circular	white	0.05	-	1.922x0.48	56.71	-	-	+	-	-	+	-	white
INM 125	CCM	circular	white	0.06	-	1.44x0.88	830	-	-	-	-	-	+	-	white
INM 213	G	circular	white	0.1	-	1.5x0.8	3.75	-	-	-	-	-	+	-	white
INM 248	CCM	circular	white	0.1	-	1.922x0.961	312.1	-	-	-	-	-	+	-	white
INA 23	G	circular	white	0.1	-	1.922x0.961	2345.25	-	-	-	-	-	+	-	white
INCR 410	CCM	circular	white	0.1	-	1.922x0.48	292.5	-	-	-	-	-	+	-	white
INC 29	M	circular	white	0.1	-	2.88x0.961	93.2	-	-	+	-	-	+	-	white
INC 31	G	circular	white	0.3	-	1.488x0.961	150	-	-	-	+	-	+	-	white
INM 145	M	circular	clear	0.2	-	1.15x1.21	912.85	-	-	+	-	-	+	-	clear
INM 236	S	circular	clear	0.1	-	0.961x0.480	187.5	-	-	-	-	-	+	-	clear
INM 343	CCM	circular	clear	0.01	-	2.88x0.961	145.31	-	-	-	-	-	+	-	clear
INR 33	S	circular	clear	0.1	-	1.122x0.488	600	-	-	-	-	-	+	-	clear

V=Voges, Man=Manital, Mal=Malate, R=Rhamnose, B=Bensoate, G=Glocose, A=Arabinose

Genetic Diversity

Genetic diversity was investigated by using PCR with *nif* D primers. We found that bacterial isolates from 3 regions of Thailand could be divided into 7 different groups based on the sizes of PCR products. Group 1 gave PCR products of 300 and 450 bp (60.60%), group 2 of 450 and 900 bp (6.06%), group 3 of 450 bp (21.21%), group 4 of 450, 550 and 950 bp (3.03%), group 5 of 300, 450 and 950 bp (3.03%), group 6 of 300, 450 and 950 bp and group 7 of 400 and 450 bp (3.03%). The generated PCR product patterns are depicted in Fig. 1.

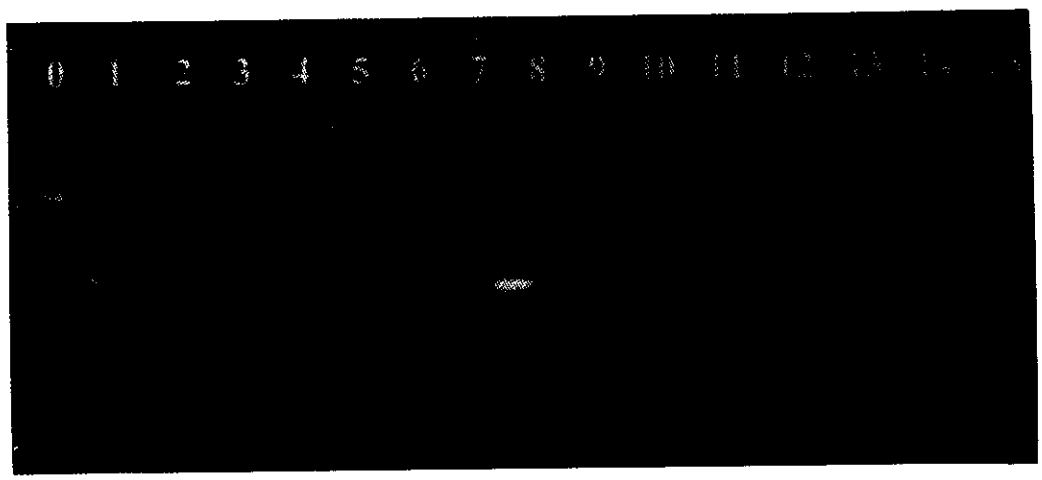


Fig. 1. *nif* D PCR fingerprint patterns of free-living nitrogen fixing bacteria. Lane: 100 bp ladder marker, Lane 1: INM111, Lane 2; INM119, Lane 3; INM133, Lane 4; INM125, Lane 5; INM212, Lane 6; INM213, Lane 7; INR43, Lane 8; INCR3 Lane 9; INCR11, Lane 10; INR12, Lane 11;IND24, Lane 12; IND39; Lane 13; INF35. Lane 14; INA14; Lane 15; INA23

DISCUSSION

In this study free-living nitrogen fixing bacteria were isolated from soil from different locations. All of them were gram-negative and rod shaped but had different colony forming characters. Bacterial isolates were both aerobic and microaerobic free-living nitrogen fixing bacteria.

The efficiencies of N_2-fixation of all isolates as determined by acetylene reduction assay (ARA) were different. This was probably due to the genetic diversity of isolates obtained from different parts of Thailand. It was interesting to find that some isolates perfomed higher in N_2-fixing efficiency than the reference strains. These strains, INA23, INC15 and ICR44, show potential to be developed for use in agriculture.

By using biochemical assays, few isolates could be identified. Other techniques such as PCR and hybridization may prove more useful.

Using the PCR technique with primers based on the *nif* D of *Azotobacter vinelandii,* we found a major fragment of *nif* D of about 450 bp. The PCR primers were designed from a conserved region of the *nif* D gene. The next step in the study of genetic diversity will focus on PCR with REP, ERIC or RAPD, for identification of free-living nitrogen fixing bacteria.

CONCLUSIONS

1. Ninety three free-living nitrogen fixing bacteria were isolated from soils in Thailand and all of them were found to be gram-negative and rod shaped.
2. The efficiencies of N_2-fixation of some free-living nitrogen fixing bacteria isolates were equal to or better than those of the standard strains.
3. Few free-living nitrogen fixing bacteria isolates could be identified by biochemical assay.
4. DNA pattern analyses using PCR, with primers based on the *nif* D gene of *Azotobacter vinelandii,* found that free-living nitrogen fixing bacterial isolates from 3 regions of Thailand could be divided into 7 different groups.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 540074. Facilities for carrying out reseach were provided by Suranaree University of Technology.

REFERENCES

KRIEG, N. R. 1981. Systematics. In Manual of methods for general bacteriology. American Society for Microbiology, Washington. pp. 417-435.

SCHMIDT AND OTHER. 1986. *Bradyrhizobium japonicum* serocluster 123 and diversity among member isolates. Appl. Environ. Microbiol. 51: 1212-1215.

UEDA,T. 1995. Genetic diversity of N_2-fixing bacteria associated with rice roots by molecular evolutionary analysis of a *nif* D library. Microbial. 41: 235-240.

การตรวจหายีน POLYKETIDE SYNTHASE TYPE I และ TYPE II จาก ACTINOMYCETE คัดแยกจากดินในประเทศไทย

ยุวดี ตาลาวนิช[1] และ อรินทิพย์ ธรรมชัยพิเนต[2]

[1]ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF TYPE I AND TYPE II POLYKETIDE SYNTHASE GENES FROM ACTINOMYCETES DISTRIBUTED IN THAI SOIL

Y. Talawanich[1] and A. Thamchaipenet[2]

[1]National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Techonology Development Agency, Rajdhevee, Bangkok 10400

[2]Department of Genetics, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

Ninety-six strains of actinomycetes isolated from Thai soil were analyzed for their genetic potential to produce polyketides using the Polymerase Chain Reaction (PCR) technique. Degenerated primers were designed from the conserved regions of amino acid alignment among Type I and Type II polyketide (PKS) genes available in a genetic database. These primers lead to amplification of the predicted sizes of 1.4 and 1.2-Kb PCR products, which revealed Type I and Type II PKS genes, respectively. 64% and 96% of tested strains were found to generate Type I and Type II PKS PCR products, respectively. Southern analysis showed that these Type I and Type II PCR clones can be used to identify PKS genes in various actinomycete strains. The Type I and Type II PKS probes can cross-hybridize with 61% and 53% of tested strains. DNA sequencing of these clones revealed a high similarity to polyketide synthase genes in the database. The Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) technique and a phylogenic tree analysis were used to characterize genetic relationships of tested actinomycetes. The results, however, did not show any significant relation between Type I and Type II PKS producing strains.

Key words: Actinomycetes, PCR, RAPD, polyketide synthase gene

บทนำ

Polyketide เป็นสารทุติยภูมิที่มีโครงสร้างหลากหลาย โดยพบได้ตั้งแต่เป็นสารประกอบ aromatic อย่างง่าย ๆ ไปจนถึงสารที่มีโครงสร้างซับซ้อนแบบ polycyclic ether ขนาดใหญ่ (Simpson, 1991) ผลิตโดยจุลินทรีย์หลายชนิด ได้แก่ รา และแบคทีเรียที่มีสายใย (actinomycete) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่ม *Streptomyces*

สารกลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญมากทางการแพทย์เนื่องจากมีคุณสมบัติ คือ เป็นยาปฏิชีวนะ anti-tumor (anti-fungal anti-parasitics และ immonosuppressor เป็นต้น กระบวนการสังเคราะห์ polyketide มีความคล้ายคลึงกับกระบวนการสังเคราะห์กรดไขมัน (long chain fatty acid) โดยมีระบบการทำงานของเอนไซม์ polyketide synthase (PKS) เป็นตัวดำเนินการ (Hopwood and Sherman, 1990) โดยแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ Type I และ Type II

Type I PKS เป็น multifunctional polypeptide ขนาดใหญ่ ประกอบด้วยเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ รวมกันอยู่ในรูปของ domain ซึ่งคล้ายคลึงกันกับ Type I fatty acid synthase ที่พบในยูคาริโอต ตัวอย่างของสารที่สังเคราะห์โดยอาศัย Type I PKS ได้แก่ erythromycin (*Saccharopolyspora erythraea*; Donadio *et al.*, 1991) avermectin (*S. avermitilis*; MacNiel *et al.*, 1992) และ rapamycin (*S. hygroscopicus*; Schwecke *et al.*, 1995) เป็นต้น

ในทางตรงกันข้าม Type II PKS ประกอบด้วยเอนไซม์เดี่ยวแยกออกจากกันตามหน้าที่ (monofunctional unit) ซึ่งคล้ายคลึงกันกับ Type II fatty acid synthase ในแบคทีเรีย ยาปฏิชีวนะหลายชนิดถูกสังเคราะห์ด้วยระบบเอนไซม์นี้ เช่น actinorhodin (*S. coelicolor*; Malpatida and Hopwood, 1986), tetracenomycin (*S. glaucescen*; Hutchinson *et al.*, 1993) และ oxytetracycline (*S. rimosus*; Hunter and Hill,1998) เป็นต้น

ผลของการวิเคราะห์ลำดับเบสและกรดอะมิโนของยีน PKS จาก *Streptomyces* หลากหลายสายพันธุ์แสดงให้เห็นว่ายีนกลุ่มนี้มีความคล้ายคลึงกันในแต่ละสายพันธุ์ (Hopwood and Khosla, 1992) ในการวิจัยนี้จึงจะทำการตรวจ

หาจุลินทรีย์กลุ่ม actinomycete ที่คัดแยกได้จากดินในประเทศไทย โดยใช้เทคนิค PCR ซึ่งคาดว่าจะเป็นการพัฒนาใช้เทคนิคนี้ในการตรวจ actinomycete ที่มีความเป็นไปได้ในการสร้าง Type I และ Type II polyketide นอกจากนี้จะนำวิธี Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) มาใช้ในการศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprint) และใช้ศึกษาความสัมพันธ์ของกลุ่มจุลินทรีย์ที่นำมาตรวจหาศักยภาพในการสร้างสาร polyketide นี้ด้วย

วิธีการ

จุลินทรีย์ พลาสมิด และสภาวะการเจริญ

S. rimosus M4018 (Rhodes *et al.*, 1981) ผลิต oxytetracycline โดยอาศัย Type II PKS ได้รับความเอื้อเฟื้อจาก Prof. I. S. Hunter, University of Strathclyde, UK.; *S. coerulescens* ISP5146, *S. roseoviolaceus* ISP5277 และ *S. luteogriseus* ISP5486 ได้รับความเอื้อเฟื้อจาก Prof. Michael Goodfellow, University of Newcastle, UK.; *S. hygroscopicus* KA1211, *S. flavoviridis* KA1153, *S. lateritius* KA1228 และ *S. griseus* KA1198 ได้รับความเอื้อเฟื้อจาก Dr. Yoko Takahashi, Kitasato Institute, Japan; *S. lividans* 1326 และ *S. albus* ได้รับความเอื้อเฟื้อจาก Prof. D.A. Hopwood, John Innes Institue, UK.; แอคติโนมัยซีตจำนวน 96 สายพันธุ์ที่คัดแยกจากดินในประเทศไทย จากหน่วยเก็บและรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (อรินทิพย์และจรีรัตน์, 2539) ไมซีเลียมของแอคติโนมัยซีตทุกสายพันธุ์ถูกเพาะเลี้ยงบนผ้าไนลอนที่วางบน non-sporulation medium (20 g/l soluble starch, 4 g/l yeast extract, 20 g/l casamino acid and 15 g/l agar) สำหรับการสกัดดีเอ็นเอ *Escherichia coli* JM109 พลาสมิด pGEM-T (promega) และ pUC18 เป็นเซลเจ้าบ้านและพลาสมิดพาหะสำหรับการโคลนชิ้นส่วน PCR ถูกเพาะเลี้ยงใน LB broth และ LB broth ที่เติม แอมพิซิลิน 50 ug/ml ตามลำดับ

การเตรียมดีเอ็นเอ

การสกัดโครโมโซมอลดีเอ็นเอของแอคติโนมัยซีตทำตามวิธีของ Hopwood *et al.* (1985) การสกัดพลาสมิดจาก *E. coli* การทำอิเล็คโตรโฟริซีส และการเตรียมคอมพีเทนต์เซลของ *E. coli* ทำตามวิธีของ Maniatis *et al.* (1982) การสกัดชิ้นส่วน PCR ออกจากอะกาโรสเจลทำโดยอาศัย QAIquick Gel Extraction kit (QAIGEN)

การทำ PCR เพื่อเพิ่มชิ้นส่วนยีน PKS และการทำ RAPD

ไพรเมอร์ AT01 และ AT02 (ตารางที่ 1) ถูกออกแบบจากบริเวณอนุรักษ์ของยีน β-ketoacyl synthase (KS) และ acyl transferase (AT) ใช้เพิ่มชิ้นดีเอ็นเอขนาดประมาณ 1.4 กิโลเบสของ Type I PKS สำหรับไพรเมอร์ AT03 AT04 AT05 และ AT06 (ตารางที่ 1) ถูกออกแบบจากบริเวณอนุรักษ์ของยีน β-ketoacyl synthase alpha (KS_α) และยีน β-ketoacyl synthase beta (KS_β) ของ Type II PKS และเพิ่มชิ้นดีเอ็นเอขนาดต่าง ๆ

ตารางที่ 1. แสดงลำดับเบสของไพรเมอร์ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง

PKS	Primer	Sequences
Type I	AT01	5'-GTCGACACSGCCTGYTCSTC-3'
Type I	AT02	5'-GCGGCGATCTCGCCCTGSGAGTG-3'
Type II	AT03	5'-GGCTGCACSDCSGGSMTSGAC-3'
Type II	AT04	5'-CWCTCVCTSGGYGCSATCGGYTCS-3'
Type II	AT05	5'-GATSGMGATCTGGCCGGYGYT-3'
Type II	AT06	5'-GMCTTSGGSYCGGTGACSGG-3'

D= T or C or G, M= A or C, S= C or G, V= C or A or G, W= A or T, Y= T or C

สารเคมีในการทำ PCR 20 ul ประกอบด้วย ดีเอ็นเอ 50 ng, ไพรเมอร์ 0.5 uM, 10% dimethyl sulfoxide, 0.2 mM dNTP, 1.5 mM $MgCl_2$, 0.5 unit Taq polymerase และบัฟเฟอร์จาก Gibco (BRL). การเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนของยีน Type I PKS มีสภาวะดังนี้ (94°C; 4 นาที) 1 รอบ, (94°C; 30 วินาที, 66°C; 1 นาที, 72°C; 1:30 นาที) 30 รอบ

และ (94°C; 30 วินาที, 66°C; 1 นาที, 72°C; 4 นาที) 1 รอบ สำหรับการเพิ่มชิ้นส่วนยีน Type II PKS มีสภาวะดังนี้ (94°C; 4 นาที) 1 รอบ, (94°C; 30 วินาที, 68°C→ 58°C ลดลงทุก 1 °C ในแต่ละรอบ; 1 นาที, 72°C; 1:30 นาที) 10 รอบ,(94°C; 30 วินาที, 58°C; 1 นาที, 72°C; 1:30 นาที) 20 รอบ และ (94°C; 30 วินาที, 58°C; 1 นาที, 72°C; 4 นาที) 1 รอบ

สำหรับการทำ RAPD จะใช้ไพรเมอร์เพียง 1 ชนิดในปฏิกิริยา โดยใช้ไพรเมอร์แบบสุ่มของ Operon Technologies, INC., USA มีสภาวะการทำ PCR ดังนี้ (94°C; 4 นาที) 1 รอบ, 94°C; 30 วินาที, 35°C; 1 นาที, 72° C; 1:30 นาที) รูปแบบดีเอ็นเอที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Molecular Analyst V1.11 (BIO RAD, USA)

การหาลำดับดีเอ็นเอและ Southern Hybridization

ชิ้นส่วนดีเอ็นเอจาก PCR ถูกโคลนโดยใช้พลาสมิดพาหะ pGEM-T หรือ pUC18 จากนั้นนำไปหาลำดับดีเอ็นเอ และใช้เป็นตัวติดตามชิ้นส่วน PCR จากสายพันธุ์อื่น ๆ

การย้ายดีเอ็นเอไปบนไนลอนเมมเบรนโดยวิธี alkaline capillary bloting และการ hybridization โดยอาศัย DIG High Prime DNA Labeling and Detection Kit II (Boringer Mannheim) ทำตามวิธีมาตรฐานและคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

ผลการวิจัย

การใช้เทคนิค PCR ในการตรวจหายีน Type I และ Type II PKS

S. rimosus M4018, *S. albus*, *S. lividans*, *S. coerulescens*, *S. roseoviolaceus*, *S. hygroscopicus*, *S. flavoviridis* รวมทั้งแอคติโนมัยซีต 96 สายพันธุ์ที่คัดแยกจากดินบริเวณต่าง ๆ ในประเทศไทยถูกสุ่มโดยอาศัยความแตกต่างของลักษณะบางประการ เช่น สีสปอร์ สีไมซีเลียม และความสามารถในการสร้าง diffusible pigment (อรินทิพย์และจรีรัตน์, 2539) นำมาสกัดดีเอ็นเอและหายีน Type I และ Type II PKS ด้วยเทคนิค PCR โดยอาศัยไพรเมอร์ที่ออกแบบจากบริเวณอนุรักษ์

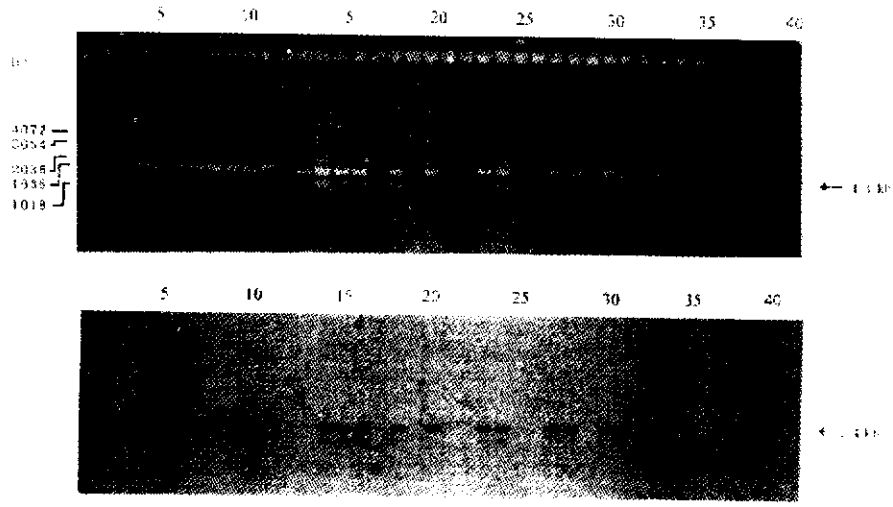
เมื่อใช้ไพรเมอร์ AT01 และ AT02 สำหรับ Type I PKS พบว่า แอคติโนมัยซีต 65 สายพันธุ์ รวมทั้ง *S. rimosus* M4018 ให้ผลิตภัณฑ์หลักเป็นชิ้นส่วนขนาด 1.4 กิโลเบส คิดเป็นสัดส่วน 64% ของสายพันธุ์ที่สุ่มตรวจ ผลการทดลองบางสายพันธุ์แสดงในภาพที่ 1a *S. rimosus* M4018 สามารถผลิต oxytetracycline โดยอาศัย Type II PKS (Hunter and Hill, 1998) เมื่อนำดีเอ็นเอของ *S. rimosus* 4018 มาเป็นต้นแบบในการทำ PCR โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อ Type I PKS พบว่าสามารถให้ผลผลิตเป็นชิ้นส่วนขนาด 1.4 กิโลเบสด้วย แสดงว่า *S. rimosus* M4018 นี้มียีน Type I PKS อยู่ด้วย

สำหรับ Type II PKS เมื่อใช้ไพรเมอร์ทั้ง 4 สายสำหรับการทำ PCR ปรากฏว่ามีเพียงคู่ไพรเมอร์ AT03 และ AT05 ที่สามารถให้ชิ้นส่วนดีเอ็นเอขนาด 1.2 กิโลเบสซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ตามที่คาด สำหรับไพรเมอร์คู่อื่น ๆ ให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้ขนาดตามที่คาดและยังให้ชิ้นดีเอ็นเอหลายขนาดแตกต่างกัน (ไม่ได้แสดงผลการทดลอง) พบชิ้นส่วนขนาด 1.2 กิโลเบสเมื่อใช้ไพรเมอร์คู่นี้ในแอคติโนมัยซีต 98 สายพันธุ์ คิดเป็น 96% ของสายพันธุ์ที่สุ่มตรวจ รูปแบบของแถบดีเอ็นเอบางสายพันธุ์แสดงไว้ในภาพที่ 1b

การโคลนและการหาลำดับดีเอ็นเอของผลิตภัณฑ์ PCR

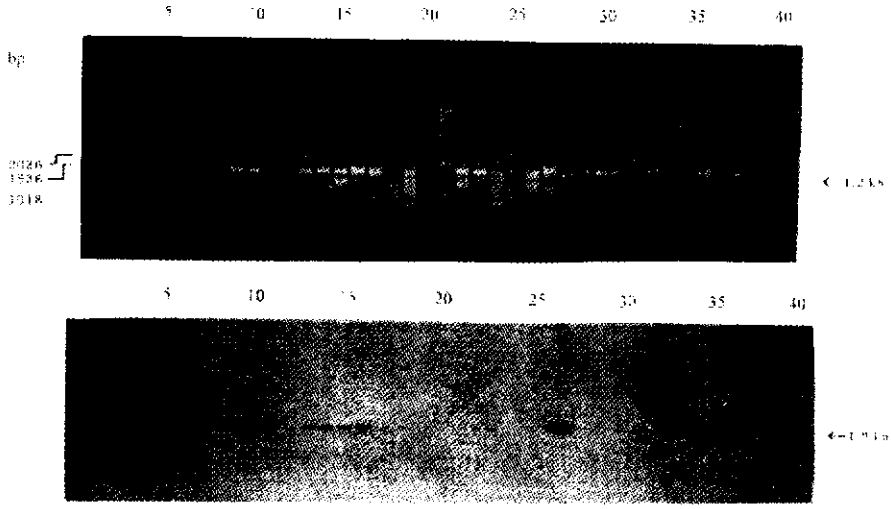
ผลิตภัณฑ์ PCR ขนาด 1.4 กิโลเบสของ *S. rimosus* M4018 ถูกนำมาโคลนเข้ากับพลาสมิด pGEM-T ได้รีคอมบิแนนท์พลาสมิดให้ชื่อว่า pYT001 และผลิตภัณฑ์ PCR ขนาด 1.3 กิโลเบสของ สายพันธุ์ AR4b-1 ถูกนำมาโคลนเข้าสู่พลาสมิด pUC18 ได้พลาสมิด pYT004 นำรีคอมบิแนนท์พลาสมิดมาหาลำดับดีเอ็นเอ พบว่ามีความจำเพาะยีน PKS Type I และ Type II ในฐานข้อมูล (ภาพที่ 2)

a) Type I



1=1kb ladder, 2=F4b-1, 3=F4b-2, 4=AE5b-4, 5=AE2b-6, 6=AK5b-13, 7=F4b-14, 8=Z4b-15, 9=F4b-16, 10=AE5b-18, 11=F4b-19, 12=Z2b-20, 13=AQ2b-25, 14=F4b-29, 15=AN5b-46, 16=AN5b-47, 17=AN5b-54, 18=Y4b-21, 19=Y4b-24, 20=pYT004/EcoR I+Hind III, 21=1kb ladder, 22=Z2b-1, 23=AE2b-4, 4=AE2b-7, 25=AE5b-1, 26=AE5b-3, 27=AE5b-19, 28=AF5b-17, 29=AF5b-29, 30=AK5b-20, 31=AL2b-1, 32=AL2b-2, 33=AM4b-7, 34=AM4b-10, 35=AM4b-13, 36=AM4b-19, 37=AM4b-27, 38=AN5b-58, 39=AO4b-6, 40=1kb ladder

b) Type II



1=1kb ladder, 2=NOV1, 3=NOV3, 4=NOV5, 5=NOV10, 6=NOV12, 7=NOV17, 8=NOV18, NOV21, 10=A2a-29, 11=A2a-31, 12=A2a-37, 13=A4a-17, 14=A4a-33, 15=A4a-35, 16=A4a-41, 17=F4b-31, 18=G2b-4, 19=I4b-3, 20=I.2b-2, 21=O6b2-1, 22=P1b-9, 23=S6c-6, 24=T2b-3, 25=T2b-9, 26=T2b-10, 27=V6c-6, 28=V6c-12, 29=F4b-2, 30=AK5b-13, 31=F4b-14, 32=F4b-16, 33=AN5b-54, 34=Y4b-21, 35=Y4b-24, 36=AE5b-1, 37=AK5b-20, 38=AL2b-1, 39=M4018, 40=1kb ladder

ภาพที่ 1. ผลการทำ PCR และ Southern Hybridization ของยีน Type I และ Type II PKS จากสายพันธุ์ทดสอบบางส่วน

a) *S.rimosus* M4018 กับ erythronolide synthase จาก *Sac. erythraea*

```
S.rimosus  4018:  1  VDTACSSPLVAVHLACQALRAGECPLAVAGGVSAALGPEISAASARWRMYSPTGRCRAFD 60
                     VDTACSS LVAVHLACQ+LR GE  LA+AGGV+    P +    +R    +P GRC+AF
Ery syn:        673  VDTACSSSLVAVHLACQSLRRGESSLAMAGGVTVMPTPGMLVDFSRMNSLAPDGRCKAFS 732

S.rimosus  4018: 61  AGADGYLRAEGCGMVVLKLLAAAQHDGDRVLAVLPGSAVNQEGRSDQLTVPSSQAQAAMF 120
                     AGA+G+  AEG GM++L+ L+ A+ +G  VLAVL G+AVN +G S+ L+ P+ +AQ  +
Ery syn:        733  AGANGFGMAEGAGMLLLERLSDARRNGHPVLAVLRGTAVNSDGASNGLSAPNGRAQVRVI 792

S.rimosus  4018:121  TEALPPPGLKPARLGMLKRTAPAPPLG 147
                     +AL   GL PA +  ++       LG
Ery syn:        793  QQALAESGLGPADIDAVEAHGTGTRLG 819
```

b) สายพันธุ์ AR4b-1 กับ CurB จาก curamycin (*S. cyaneus*); whiE orfIV จาก *S. coelicolor*; β-ketoacyl synthase จาก *S. halstedii* และ tcmL จาก tetracenomycin (*S. glaucescens*)

```
AR4b-1:     5 RGAAVTGIGVVATQRTGHRAYWKSVREGLGVLDLITREGCEHLPLRVAGEVRSFDPAAFI 64
CurB  :    11 RRTAVTGIGVVAPNGLHADTYWKSVKEGASVLDRITREGCEHLPLRVAGEVRGFDPSALI 70
whiEIV:  12 GSRRAVVTGLGVLSPHGTGVEAHWKAVADGTSSLGPVTREGCAHLPLRVAGEVHGFDAAE 71
S.hal :  2 SAPRRAVVTGLGVVAPHGIGAETFWKTAVDGTSSLARIDREGCGHLPLKIAGQVPDFDPA 61
tcmL  :        9 VTGLGIVAPNGTGTEEYWAATLAGKSGIDVIQRFDPHGYPVRVGGEVLAFDAAAHL 64
                 ***** *          *     *          *     *    * *  **
```

ภาพที่ 2. ผลการเปรียบเทียบลำดับกรดอะมิโนบางส่วนของ Type I และ Type II PKS กับลำดับในฐานข้อมูล

การวิเคราะห์ยีน Type I และ Type II PKS โดยใช้เทคนิค Southern hybridization

นำชิ้นดีเอ็นเอของ Typel PKS มาเป็นตัวติดตามในการทำ Southern Hybridization ปรากฏว่าชิ้นส่วน 1.4 กิโลเบสจากสายพันธุ์ส่วนใหญ่สามารถไฮบริไดซ์ได้กับตัวติดตาม (ภาพที่ 1a) พบว่าให้ผล cross hybridize กับแอคติโนมัยซีต 62 สายพันธุ์ คิดเป็น 61% ของสายพันธุ์ที่สุ่มตรวจ สำหรับชิ้นส่วน PCR ที่ได้จากการโคลนผลิตภัณฑ์ Type II ของ สายพันธุ์ AR4b-1 สามารถไฮบริไดซ์กับชิ้นส่วน 1.2 กิโลเบสจาก แอคติโนมัยซีต 54 สายพันธุ์ (ภาพที่ 1b) คิดเป็น 53% ของสายพันธุ์ที่นำมาสุ่มตรวจ

การหาความสัมพันธ์ของแอคติโนมัยซีตด้วยเทคนิค RAPD

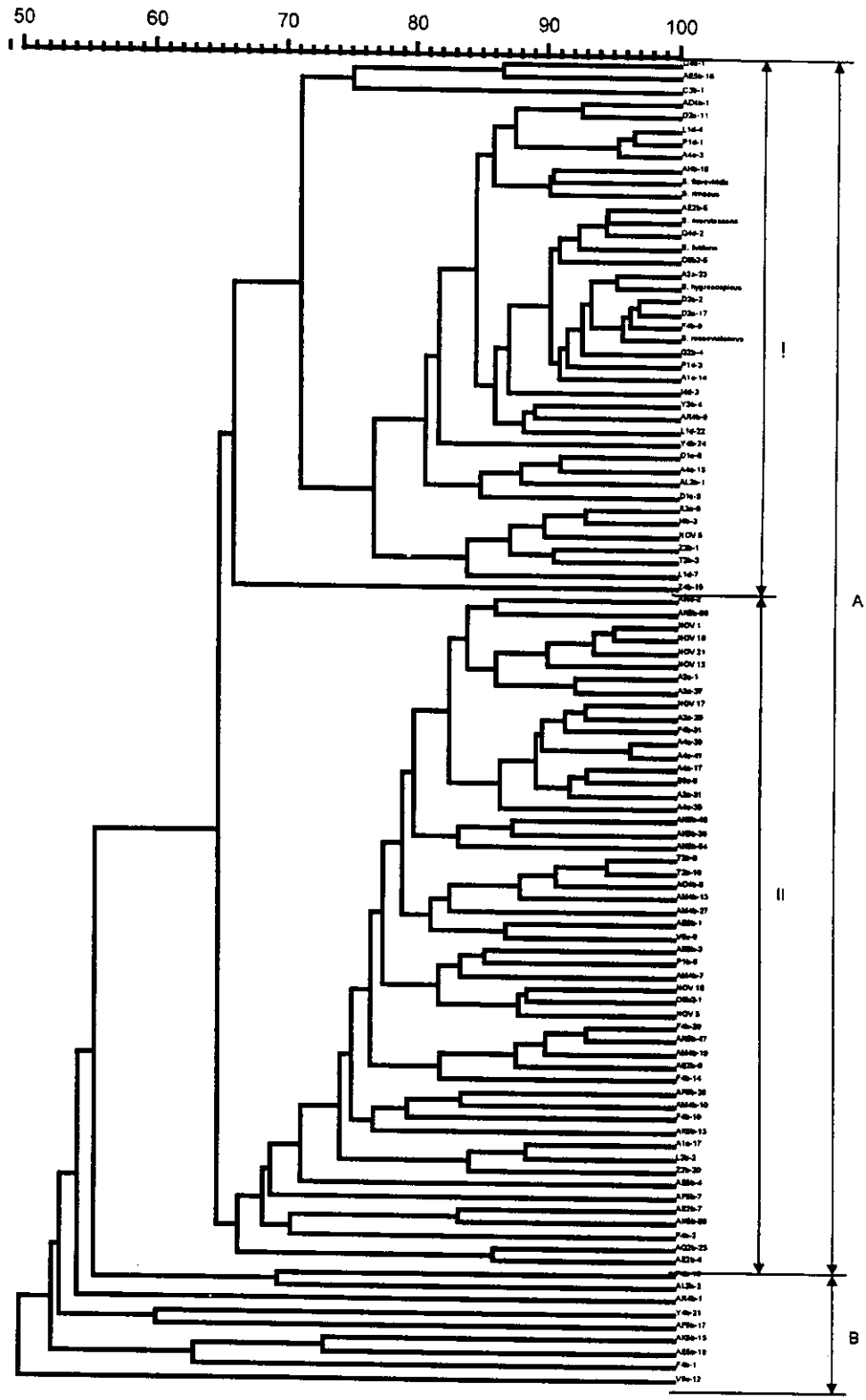
การทดลองนี้ได้นำ RAPD มาใช้ศึกษารูปแบบดีเอ็นเอของแอคติโนมัยซีต เพื่อดูความสัมพันธ์ในระดับดีเอ็นเอ โดยนำ *S. rimosus*, *S. lividans* 1326, *S. albus*, *S. coerulescens* ISP5146, *S. roseoviolaceus* ISP5277, *S. luteogriseus* ISP5486, S. *hygroscopicus* KA1211, *S. flavoviridis* KA1153, *S. griseus* KA1198 และ *S. lateritius* KA1228 เป็นสายพันธุ์มาตรฐาน

ทำการคัดเลือกไพรเมอร์ที่สามารถให้รูปแบบดีเอ็นเอจากชุดไพรเมอร์ 40 ชนิด ของ Operon Technologies, INC (USA) สามารถเลือกไพรเมอร์ 4 ชนิดที่ให้รูปแบบที่ชัดเจน โดยมีลำดับของไพรเมอร์ดังนี้

OPAC-04	5' ACGGGACCTG 3'
OPAE-01	5' TGAGGGCCGT 3'
OPAE-10	5' CTGAAGCGCA 3'
OPAE-14	5' GAGAGGCTCC 3'

นำรูปแบบดีเอ็นเอที่ได้จากไพรเมอร์ทั้ง 4 ไปวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรม Molecular Analyst V.1.11 ของ BIO RAD แผนภาพความสัมพันธ์แสดงดังภาพที่ 3 จากแผนภาพพบว่าจุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบถูกจัดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม เรียกกลุ่ม A และ B กลุ่ม A มีสมาชิกประมาณ 91% ของจุลินทรีย์ทั้งหมด และยังแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อยอย่างเด่นชัด (AI และ AII)โดยสายพันธุ์มาตรฐานทั้ง 6 สายพันธุ์ (*S. rimosus*, *S. lividans* 1326, *S. coerulescens* ISP5146, *S. roseoviolaceus* ISP5277, S. *hygroscopicus* KA1211 และ *S. flavoviridis* KA1153) ถูกจัดอยู่รวมกันในกลุ่ม AI กลุ่ม B ประกอบด้วยสมาชิก 9% ซึ่งจากแถบแสดงระดับความคล้ายคลึง จะพบว่าสมาชิกในกลุ่มนี้มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ และแตกต่างจากกลุ่ม A อย่างมาก สำหรับสายพันธุ์ *S. albus*, *S. griseus* KA1198, *S. lateritius*

KA1211 และ *S. luteogriseus* ISP5486 ไม่ได้นำรูปแบบดีเอ็นเอมาวิเคราะห์เนื่องจากสายพันธุ์เหล่านี้ให้ผลแสดงแถบดีเอ็นเอกับไพรเมอร์ที่คัดเลือกได้ไม่ชัดเจน



ภาพที่ 3. แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ทดสอบ

การวิเคราะห์ phylogenic tree โดยใช้ UPGMA algorithm นี้ พบว่าความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดอยู่ที่ประมาณ 97% โดยที่กลุ่ม B มีความสัมพันธ์ห่างไกลกันมากคือมีความสัมพันธ์ใกล้ที่สุดเพียง 73% เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจพบยีน Type I และ Type II PKS พบว่ามีการกระจายของสายพันธุ์ที่ตรวจพบยีน PKS อยู่ในทั้งสองกลุ่ม โดยในกลุ่ม A พบสัดส่วนของสายพันธุ์ที่ตรวจพบยีน Type I PKS 58% Type II PKS 71% สำหรับกลุ่ม B สายพันธุ์ที่ตรวจพบยีน Type I PKS 89% และ Type II PKS 67% โดยมีสายพันธุ์ที่พบยีน Type I อยู่มากกว่า Type II ซึ่งเป็นสัดส่วนที่แตกต่างจากกลุ่มแรก

บทวิจารณ์

การทดลองนี้แสดงผลจากการเพิ่มชิ้นส่วนยีนด้วยเทคนิค PCR และยืนยันผลด้วยวิธี Southern analysis พบว่า Type I PKS มีความแตกต่างกันเพียง 3% (PCR=64%, Southern analysis=61%) แสดงว่าไพรเมอร์ที่ใช้ (AT01 และ AT02) มีความจำเพาะค่อนข้างสูงต่อยีน Type I PKS ในหลายสายพันธุ์ สำหรับ Type II PKS ผลจากการทำ PCR และ Southern analysis มีความแตกต่างกันถึง 43% (PCR=96%, Southern analysis=53%) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าความแตกต่างของยีน KS_{α}-KS_{β} มีความแตกต่างกันมากในแต่ละสายพันธุ์ อนึ่งการที่ยีน KS-AT ที่ใช้เป็นตัวติดตาม Type I PKS สามารถเกิด cross-hybridize ได้กับสายพันธุ์ส่วนใหญ่อาจมีผลมาจากการที่ Type I PKS มียีน KS-AT ซ้ำกันอยู่มาก (1 โมดุลมี 1 ชุด) จึงมีชิ้นดีเอ็นเออยู่หลายซ้ำในแถบ PCR ซึ่งต่างจาก KS_{α}-KS_{β} ที่อาจมีเพียง 1 หรือ 2 ซ้ำเท่านั้น ขึ้นอยู่กับจำนวนชนิดของ Type II polyketide ที่เชื้อนั้น ๆ สร้าง

นอกจาก oxytetracycline แล้วยังพบว่า *S. rimosus* ผลิต rimocidin ซึ่งมีโครงสร้างเป็น polyene ขนาดใหญ่ จัดอยู่ในกลุ่ม Type I polyketide ดังนั้น ผลผลิตจาก PCR ที่ได้จาก *S. rimosus* M4018 จึงอาจเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์สารชนิดนี้ และเป็นการโคลนยีน Type I PKS ครั้งแรกจาก *S. rimosus*

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเทคนิคการตรวจหายีนโดย PCR สามารถนำมาตรวจหาจุลินทรีย์ที่มียีน Type I และ Type II PKS ได้ และมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ PCR เป็นตัวติดตามในการตรวจหาสายพันธุ์ที่ผลิตสาร polyketide ในแอคติโนมัยซีตที่แยกจากดิน และจากการตรวจพบว่าบางสายพันธุ์ให้ผลิตภัณฑ์ PCR ที่มีขนาดต่างจากที่ประมาณไว้ ซึ่งเป็นไปได้ว่าสายพันธุ์เหล่านี้อาจมียีน PKS ในรูปแบบที่แตกต่างจากสายพันธุ์อื่น จึงอาจเป็นแนวทางในการค้นพบสารโครงสร้างใหม่ด้วย

จากผล RAPD ยังไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ในแง่สัณฐานวิทยาได้ละเอียดนัก phylogenic tree ก็ยังไม่อาจหาความสัมพันธ์ของ Type I และ Type II PKS ในการแบ่งกลุ่มได้ แสดงว่าการสร้างสาร polyketide ทั้งสองชนิดไม่มีความสัมพันธ์กัน คาดว่าถ้าใช้ลำดับเบสของ 16s RNA ของจุลินทรีย์แต่ละสายพันธุ์มาวิเคราะห์ phylogenic tree น่าจะได้รูปแบบของการจัดกลุ่มที่ชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้หากสามารถเพิ่มจำนวนไพรเมอร์ที่นำมาวิเคราะห์รูปแบบดีเอ็นเออาจจะได้ผลของความสัมพันธ์ที่ชัดเจนขึ้นด้วย

บทสรุป

1. ไพรเมอร์ที่ออกแบบจากบริเวณอนุรักษ์ของยีน Type I และ Type II PKS ที่มีในฐานข้อมูล สามารถใช้เพิ่มชิ้นส่วนของยีนนี้ในแอคติโนมัยซีตที่คัดแยกจากดินในประเทศไทย
2. ชิ้นส่วน PCR ที่ได้จากการเพิ่มชิ้นส่วนยีน Type I ของ *S. rimosus* M4018 และชิ้นส่วนยีน Type II PKS ของสายพันธุ์ AR4b-1 เมื่อเปรียบเทียบกับลำดับดีเอ็นเอในฐานข้อมูล พบว่าเป็นรหัสของเอนไซม์ Type I และ Type II PKS จริง สามารถนำมาใช้เป็นตัวติดตามยีน Type I และ Type II PKS จากสายพันธุ์อื่น ๆ ได้
3. เทคนิค RAPD ไม่สามารถใช้แสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ที่มียีน Type I และ Type II PKS อาจปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนไพรเมอร์ที่ใช้วิเคราะห์ หรือนำวิธีวิเคราะห์รูปแบบอื่นมาใช้ เช่น การหาลำดับเบสของ 16s RNA เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 640006 และเงินสนับสนุนงานวิจัยบางส่วนจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ขอขอบคุณภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และหน่วยปฏิบัติการเก็บและรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

อรินทิพย์ ธรรมชัยพิเนต และจรีรัตน์ ผลจันทร์. 2539. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง "การเก็บรวมรวมและการเก็บรักษาสายพันธุ์ Actinomycetes ในดิน" เสนอต่อศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

DONADIO, S., M. J. STAVER, J. B. MCALPINE, S. J. SWANSON AND L. KATZ. 1991. Modular organization of genes required for complex polyketide biosynthesis. Science 759: 675-679.

HOPWOOD, D. A., M. J. BIBB, K. F. CHATER, T. KIESER, C. J. BRUTON, H. M. KIESER, D. J. LYDIATE, C. P. SMITH, J. M. WARD AND H. SHREMPF. 1985. Genetic manipulation of Streptomyces: a laboratory manual. The John Innes Foundation, Norwich, UK.

HOPWOOD, D. A. AND C. KHOSLA. 1992. Genes for polyketide secondary metabolic pathways in microorganisms and plants. In CLADWICK, D. J. AND J. WHELAN (eds.), Secondary metabolites: their function and evolution. Ciba Foundation Symposium 171, John Willey and Sons., Chichester, UK.

HOPWOOD, D. A. AND D.H. SHERMAN 1990. Molecular genetics of polyketides and its comparison to fatty acid biosynthesis. Annu. Rev. Genet. 24: 37-66.

HUTCHINSON, C. R., H. DECKER, H. MOTAMEDI, B. SHEN, R. G. SUMMERS, E. WENDT-PIENKOWSKI AND W. L. WESSEL. 1993. Molecular genetics and biochemistry of a bacterial Type II polyketide synthase. In BALTZ, R. H., G. D. HEGEMAN AND P. L. SKATRUD (eds), Industrial microorganisms: basic and applied molecular genetic. American Society for Microbiology, Washington, DC., USA.

HUNTER, I. S. AND R. A. HILL. 1998. Tetracyclins: chemistry and molecular genetics of their function. In STROHL, W. R. (ed.), Biotechnology of industrial antibiotics. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.

MACNEIL, D. J., J. L. OCCI, K. M. GEWAIN, T. MACNEIL, P. H. GIBBONS, C. L. RUBY AND S. J. DANIS. 1992. Complex organization of the *Streptomyces avermitilis* genes encoding the avermectin polyketide synthase. Gene 115: 119-125.

MALPATIDA, F. AND D. A. HOPWOOD. 1986. Physical and genetic characterization of the gene cluster for the antibiotic actinorhodin in *Streptomyces coelicolor* A3(2). Mol. Gen. Genet. 205: 66-73.

MANIATIS, T., E. F. FRITSCH AND J. SAMBROOK. 1982. Molecular cloning: a laboratory manual. Cold Spring Harbor, New York, USA.

RHODES, P. M., N. WINSKILL, E. J. FRIEND AND M. WARREN. 1981. Biochemical and genetic characterization of *Streptomyces rimosus* mutants impaired in oxytetracycline biosynthesis. J. Gen. Microbiol. 124: 329-338.

SCHWECKE, T., J. E. APARICIO, I. MOLNAR, A. KONIG, L. E. KHAW, S. F. HAYDOCK, M. OLINYK, P. CAFFREY, J. CORTES, J. B. LESTER, G. A. BOHM, J. STAUNTON AND P. F. LEADLAY. 1995. The biosynthesis gene cluster for the polyketide immunosupressant rapamycin. Proc. Natl. Acad. Sci. 92: 7839-7843.

SIMPSON, T. G. 1991. The biosynthesis of polyketides. Nat. Prod. Rep. 8: 573-602.

ตอนที่ 8
นิเวศวิทยา (Ecology)

POPULATION CHANGES IN NITROGEN FIXING MICROORGANISMS AS AFFECTED BY CHANGING IN ECOSYSTEM PROCESSES

Neung Teaumroong[1], Somporn Choonluchanon[3], Somsak Kotepong[2], Achara Nuntagij[2], Settha Siripin[4] and Nantakorn Boonkerd[1]

[1]School of Biotechnology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Muang District, Nakhonratchasima 30000

[2]Faculty of Agriculture, Department of Soil Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

[3]Soil Microbiology Research Group, Division of Soil Science, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

[4]Department of Crop Sciences, Faculty of Agriculture, Mae-jo University, San Sai District, Chiang Mai 50290

บทคัดย่อ

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทางระบบนิเวศต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจน

หนึ่ง เตียอำรุง[1], สมพร ชุนห์ลือชานนท์[3], สมศักดิ์ โคตรพงศ์[2], อัจฉรา นันทกิจ[2], เศรษฐา ศิริพินทุ์[4] และ นันทกร บุญเกิด[1]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง นครราชสีมา 30000

[2]กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

[4]ภาควิชาผลิตกรรมเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ. สันทราย เชียงใหม่ 50290

ศึกษาสภาพของระบบนิเวศที่จะอำนวยให้จุลินทรีย์กลุ่มที่ตรึงไนโตรเจนสามารถดำรงชีพอยู่อย่างสมบูรณ์และยั่งยืน โดยเก็บตัวอย่างดินทุก ๆ 2 เดือนเป็นระยะเวลา 3 ปี จากสภาพแวดล้อมแบบต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง นำตัวอย่างดินที่ได้มาตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี จากผลการศึกษามักพบจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนในดินที่มีอินทรีย์วัตถุในช่วง 1.7-3.5% และมีค่า pH ในช่วง 5-7 จำนวนประชากรของไรโซเบียมมักเพิ่มขึ้นในฤดูฝนมากกว่าฤดูอื่น ๆ และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจำนวนประชากรไรโซเบียมน้อยกว่าทุกภาค ส่วนในระบบนิเวศที่ใช้ปุ๋ยเคมีและยาปราบศัตรูพืช เช่น บริเวณที่ทำการปลูกผักพบว่าไม่มีไรโซเบียมอยู่เลย การศึกษาขั้นต้นพบว่าประชากรในกลุ่มไรโซเบียมของประเทศไทยน่าจะอยู่ในจีนัส *Bradyrhizobium* spp. แบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนอิสระพบว่าส่วนใหญ่มีลักษณะแกรมลบรูปแท่ง มีจำนวนมากและค่อนข้างคงที่ในพื้นที่ภาคเหนือโดยเฉพาะในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว การศึกษาในระดับพันธุกรรมของแบคทีเรียกลุ่มนี้ใช้ *Nif* D เป็น DNA primer สามารถจัดกลุ่มได้ 14 กลุ่ม และพบว่า DNA ที่ขนาด 450 bp. จะเป็นผลิตภัณฑ์ PCR หลัก จำนวนประชากรไซยาโนแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนพบว่าอยู่ในจีนัส *Nostoc* จำนวน 60%, *Anabaena* จำนวน 33.30% และ *Stigonema* จำนวน 6.7% ในระบบนิเวศธรรมชาติพบว่าจำนวนประชากรค่อนข้างคงที่กว่าในระบบนิเวศที่ทำการเกษตร และในรอบปีที่ผ่านมา ในระบบนิเวศที่ทำการเกษตรพบจำนวนประชากรไซยาโนแบคทีเรียมากกว่าในพื้นที่ตามธรรมชาติและในระบบนิเวศที่ไม่ถูกรบกวน สำหรับการศึกษาทางระดับพันธุกรรมเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค DAF และ STRR-PCR แสดงให้เห็นว่ามีความหลากหลายของจีนัส *Nostoc* และ *Anabaena* มาก

คำหลัก: จุลินทรีย์กลุ่มที่ตรึงไนโตรเจน, ไรโซเบียม, แบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนอิสระ, ไซยาโนแบคทีเรีย

INTRODUCTION

Nitrogen is an essential element for every living organisms. The large source of N that can be made available is in the form of gas N_2 constituent 78% of atmosphere. Both plants and animals can not directly utilize N_2, it has to be transformed in to a compound that plant can use as fertilizer. This transformation process is called nitrogen fixation. There are two processes of nitrogen fixation, industrial and biological process. The industrial process require high energy and high pressure in combining N_2 and H_2 into ammonia (NH_3) resulted in this form of fertilizer is relatively expensive. The biological process is the enzymatic catalyzation N_2 and H_2 into NH_3. This process occure only in the prokaryotic microorganisms having nitrogenase enzyme. These groups of microorganisms are called nitrogen fixing microorganisms encompassing bacteria, cyanobacteria, and actinomycete. Under nondisturb natural forest and agro-ecosystem most plants receive N from biological nitrogen fixation. Increasing human population put a great

pressure on land requirement for housing and food production resulted in large part of forests and plant resources are damaged. This lead to the change in environment and ecosystem which is directly effect change in microorganisms communities including nitrogen fixing microorganisms.

The objectives of this research were to find the answeres to the solutions of 1) what was an environment and ecosystem suitable for each group of nitrogen fixing microorganisms to maintain sustainably, 2) what would be effect on the population of nitrogen fixing microorganisms after that environment and ecosystem are changed and 3) what was the population dynamic of each group under forest and cropping systems. The answers received from this study could be able to bring about the management for proper utilization of nitrogen fixing microorganisms for increasing soil fertility in sustainable agriculture and forestry.

STUDY AREA

Research approaches to meet the objectives were implemented as followings. Site selection was made in three regions, the North, the Northeast and the Central. In each region, soil samples was collected from highest elevation as on the top of the mountain, in the middle and at the foot hill of mountain. Soil samples was also collected from the flat area of agricultural practice as field crop cultivation, rice cultivation, rice in rotation with other crops and uncultivated area. Each soil sample was analysed for chemical compositions, population of each nitrogen fixing microorganisms such as free living nitrogen fixing bacteria, cyanobacteria and rhizobia. Soil samples were collected every two months untill completion for 3 years. These informations were able to clarify the suitable environment that allow the nitrogen fixing microorganisms to maintain sustainably and under stand the population dynamic of each group.

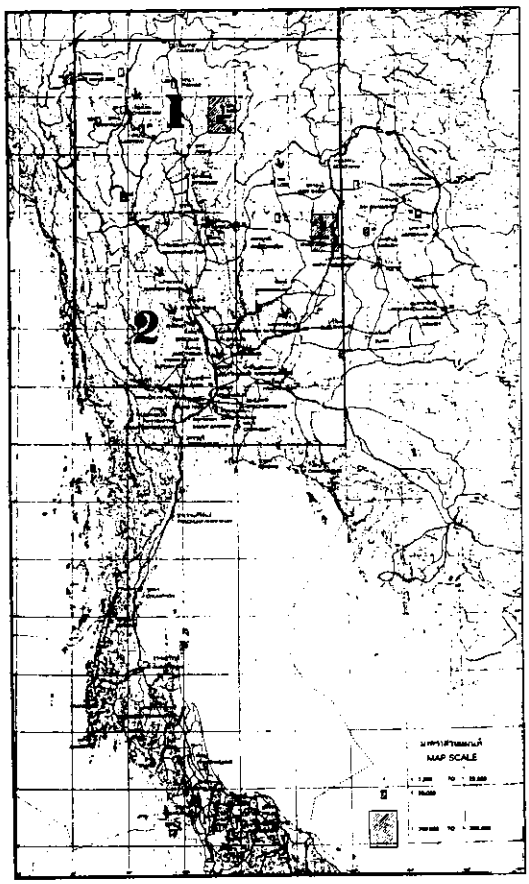


Fig. 1. The soils sampling provinces (indicated with ➔) in this study

Another experiments were carried out in the same region as mentioned above to answere the question of what were occurred to the population of each group of nitrogen fixing microorganisms upon changing the environment and cropping system. Soil samples were collected from undisturb forest, forest clearance for crop cultivation for 1, 2 and 3 years and in the areas where intensive agricultural production using high rate of pesticides and fertilizers. The provinces where soil sampling achieved are indicated in Fig. 1.

METHODOLOGY

Soil Characterization

Soil samples in each area from surface in the depth not over than 15 cms were collected mixed and kept on ice prior characterization. The chemical and physical soil characterization were analyzed along with following parameters; soil texture (% of sand, silt

and clay), pH, lime, % organic matter, amounts of phosphorus, potassium, calcium and magnesium. In addition, the temperature also was recorded during each sampling time.

Enumeration of Nitrogen Fixing Microorganism

A. Rhizobial Population

Plant MPN infection using siratro as host plant (Somasegaran and Hoben, 1994) was carried out with dilution of various soil samples.

B. Free-living nitrogen fixing bacteria population

MPN method in conjunction with the N-free media was conducted. The types of carbon source used in this study were glucose, sucrose, malate and combined carbon source (glucose + sucrose + malic acid + mannitol and sodium lactate) (Okon *et al.*, 1977)

C. Nitrogen fixing cyanobacteria population

MPN method in conjunction with BG11. medium (Rippka, 1988) (without $NaNO_3$ as nitrogen source) was performed with soil dilution. The bacterial cultures were incubated at room temperature with lighting condition for 2-3 weeks.

Morphological and Physiological Characterization

A. Rhizobium

Colony characteristics, acid-base production, IAA-production, N_2-fixing efficiency (Somasegaran and Hoben, 1994) and intrinsic antibiotic resistance profiles (Fuhrmann, 1993) were choosen as the criteria in this aspects.

B. Free-living nitrogen fixing bacteria

Colony characteristics, gram's staining, biochemical test, utilization of various carbon sources (Okon *et al.*, 1977) and N_2-fixing efficiency were analyzed.

C. Nitrogen fixing cyanobacteria

Colony and clump forming characteristics, cell morphology and N_2-fixing efficiency in both of dark and light condition were determined.

Genetic Diversification

A. Rhizobium

The RAPD (Young and Haukka, 1996) primer was used to detect diversification in each group of rhizobia and effect of environment changes to strain persistence. The DNA template were isolated from both of single colony and directly from root nodules.

B. Free-living nitrogen fixing bacteria

The *nif* D (Gosink *et al.*, 1990) primer was used to classify groups of strains and then ERIC primer will be applied for more detail in each group.

C. Nitrogen fixing cyanobacteria

The DAFs (Neilan, 1996) and STRR (Rasmussen and Svenning, 1998) primers were used to determine diversity among each genus in intraspecies levels.

RESULTS AND DISCUSSION

Firstly, among 3 parts of Thailand choosen in this study, the northeastern part showed less establishment of N_2-fixing microorganism than other parts. For rhizobial population dynamic in previous year, we found that fluctuation of viable cells occurred in both of natural ecosystems and agricultural practice areas all the year. However, the area where crop in rotation was performed with rice cultivation seemed to be an appropriate habitat to maintain the constant number of rhizobial, while cyanobacterial population has more constant number of cells particularly on the top of mountain in every area. The habitat where had fully agricultural practice such as crop cultivation in rotation with rice, population number of cyanobacteria was rather high than the others. In case of free-living N_2-fixing bacteria, the highest number was found in the north than other but the difference in viable cells were not significantly found in different ecosystems. The population dynamic of each group of N_2-

fixing bacteria in various ecosystems during periods of study were depicted in Figs. 2.1-2.9. The persistence of N_2-fixing bacterial population inforest and the areas where intensive agricultural production using high rate of pesticides and fertilizers were summerized in Figs 3.1-3.9.

To investigate the genetic diversity of N_2-fixing microorganisms from various soil samples, they were found that most of rhizobia (~99%) were most likely belonging to genus *Bradyrhizobium* sp. This was elucidated by combination the results of conventional strain characterization and PCR-based technique. For free-living N_2-fixing bacteria, all of them were gram-negative with rod shape. Some of the strains were belong to genera *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Klebsiella* sp. and *Azomonas* sp. However, many isolates have still been unidentified. From this study, some effective N_2-fixing were also found. To group them along with *nif* D gene pattern, 14 different groups were categorized (Fig.4). In case of N_2-fixing diversification, most of population were belong to genera *Nostoc* and *Anabaena*. To study the diversity in species level, DAF- and STRR-PCR analyses were employed (Figs. 5.1-5.2). This was indicated very high diversity in both of genera.

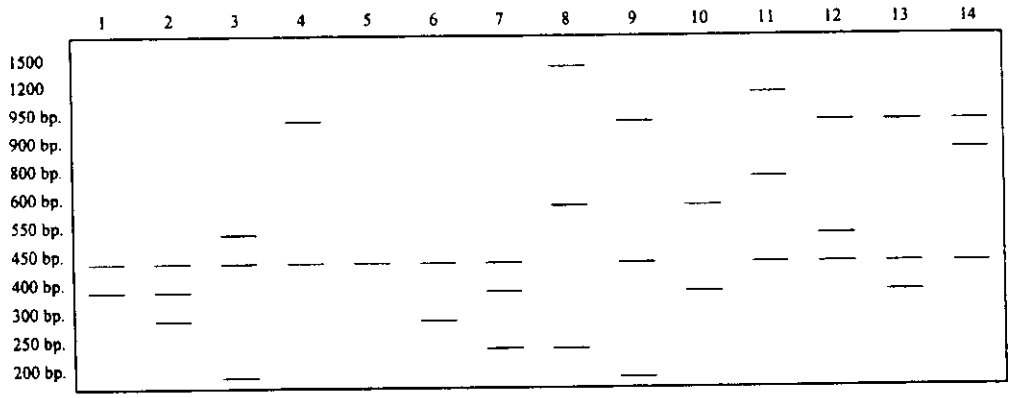


Fig. 4. Patterns of *nif* D PCR-products generated from genomic DNA of free-living N_2 fixing bacteria

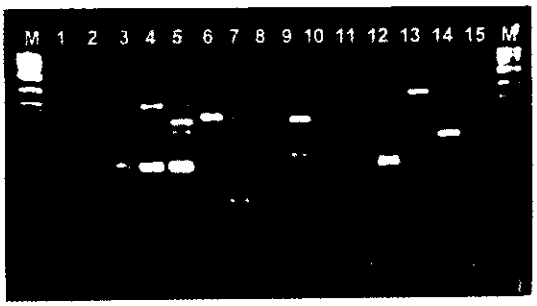


Fig. 5.1. TRR-PCR products generated from various isolates of *Anabaena* sp.

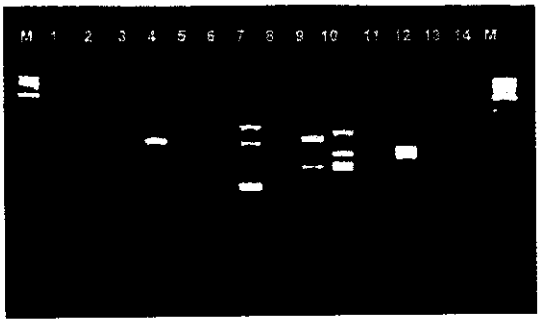
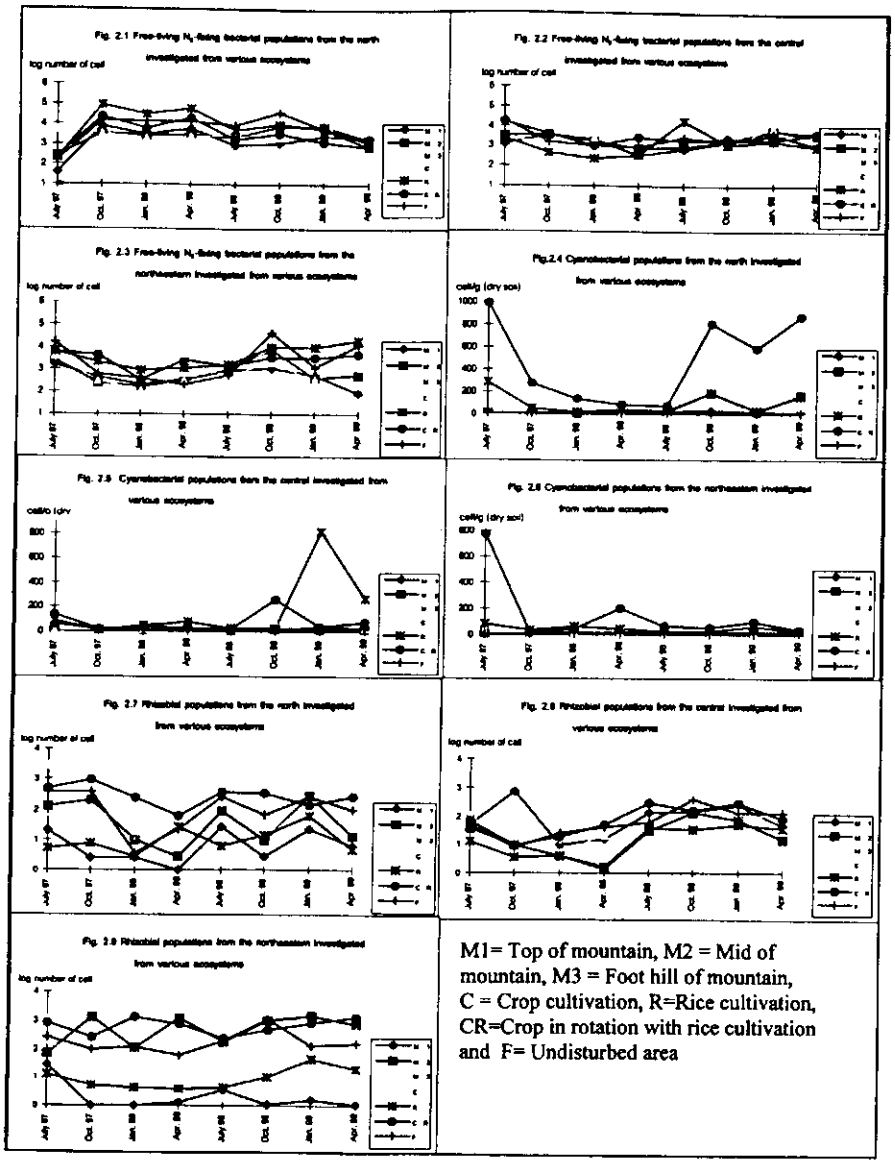


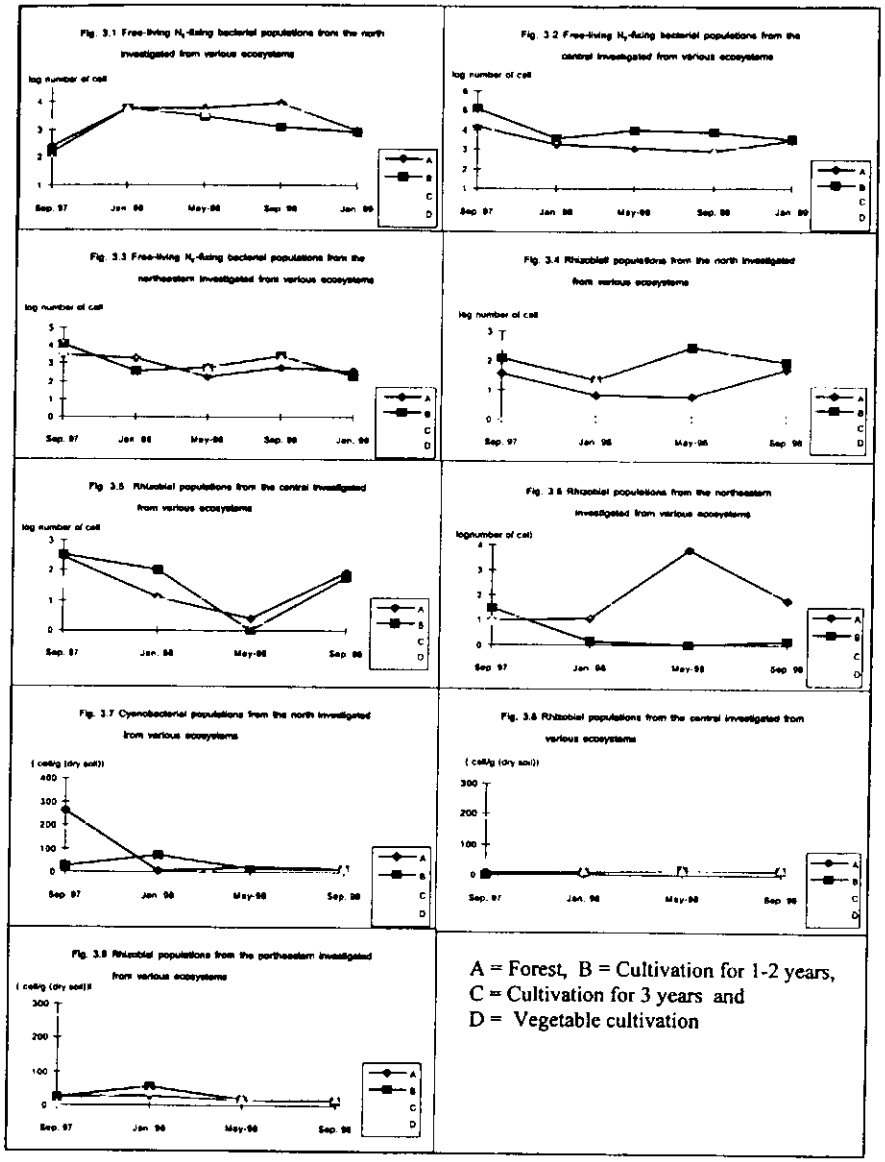
Fig. 5.2. TRR-PCR products generated from various isolates of *Nostoc* sp.

CONCLUSIONS

1. The soil condition where high amount of N_2-fixing microorganisms has established almost contain organic matter in the range of 1.7-3.5% and pH 5-7 while great amount of P seemed to promote cyanobacterial population than other parameters.
2. The less amount of N_2-fixing microorganisms was found in the northeastern part of Thailand.
3. The population dynamics of rhizobia was fluctuated all year round in both of natural ecosystem and agricultural practice area while cyanobacteria were rather constant particularly on the top of mountain. For free-living N_2-fixing bacterial population, the high amount of viable cells was found in the north of Thailand than other areas.



M1= Top of mountain, M2 = Mid of mountain, M3 = Foot hill of mountain, C = Crop cultivation, R=Rice cultivation, CR=Crop in rotation with rice cultivation and F= Undisturbed area



A = Forest, B = Cultivation for 1-2 years, C = Cultivation for 3 years and D = Vegetable cultivation

Major population of N_2-fixing microorganisms in family Rhizobiaceae in Thailand was most likely belonging to genus *Bradyrhizobium* sp. while *Noctoc* and *Anabaena* was the main population in N_2-fixing cyanobacterial group. For free-living N_2-fixing bacteria, most of them were gram negative, rod-shape and major have been still analyzed.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 240001.

REFERENCES

FUHRMANN, J. J. 1993. Population diversity grouping of soy bean *Bradyrhizobium*. In Advances in agronomy. Vol. 50. Academic Press, New York.

GOSINK, M. M., N. M. FRANKLIN AND G. P. ROBERTS. 1990. The product of the *Klebsiella pneumoniae nif* X gene is a negative regulator of the nitrogen fixation (*nif*) regulon. J. Balteriol. 172: 1441-1447.

NEILAN, B. A. 1996. Detection and identification of cyanobacteria associated with toxin blooms: DNA amplification protocols. Phycologia 35:147-155.

OKON, Y., S. L. ALBRECHT AND R. H. BURRIS. 1977. Methods for growing *Azospirillum lipoferum* and for counting in pure culture and in association with plants. Appl. Environ. Microbiol. 33:85-88.

RASMUSSEN, U. AND M. M. SVENNING. 1998. Fingerprinting of cyanobacteria based on PCR with primers derived from short and long tandemly repeated repetitive sequences. Appl. Environ. Microbial. 64: 265-272.

RIPPKA, R. 1988. Recognition and identification of cyanobacteria. Methods in Enzymology 167: 28-69.

SOMASEGARAN, P. AND H. J. HOBEN. 1994. Methods in legume rhizobium technology. NifTAL project and Mircen, University of Hawaii.

YOUNG, J. P. W. AND K. E. HAUKKA. 1996. Diversity and phylogenetic of rhizobia. New Phytol. 138: 87-94.

EFFECTS OF FERTILIZER ON THE PERFORMANCE OF SIX NATIVE TREE SPECIES, PLANTED TO ACCELERATE THE RECOVERY OF BIODIVERSITY IN A DEGRADED UPLAND WATERSHED

Stephen Elliott, Puttipong Navakitbumrung, Sudarat Zangkum, Cherdsak Kuarak, Janice Kerby, David Blakesley and Vilaiwan Anusarnsunthorn

The Forest Restoration Research Unit, Department of Biology, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

ผลของการให้ปุ๋ยต่อประสิทธิผลของไม้ยืนต้น 6 ชนิดที่ใช้ปลูกในการเร่งรัดเพื่อการฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ต้นน้ำตอนบนที่เสื่อมโทรม

สตีเฟน เอลเลียต, พุฒิพงศ์ นวกิจบำรุง, สุดารัตน์ ชางคำ, เชิดศักดิ์ เกื้อรักษ์, จานิส เคอร์บี, เดวิด เบลคสลี และ วิไลวรรณ อนุสารสุนทร

หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

บทความนี้รายงานการเจริญเติบโตของไม้ท้องถิ่น 6 ชนิด ที่ใช้ปลูกเพื่อเร่งรัดให้เกิดการฟื้นตัวของความหลากหลายทางชีวภาพในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำที่เสื่อมโทรมในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยวางแผนการให้ปุ๋ยเป็น 4 แบบ หลักเกณฑ์ในการเลือกพรรณไม้ มีดังนี้ 1) เจริญแผ่พุ่มกว้างในที่รกร้างได้รวดเร็ว เบียดบังวัชพืชออกไป และ 2) เพิ่มจำนวนชนิดของพรรณไม้อื่นโดยการดึงดูดสัตว์ป่าที่ช่วยกระจายเมล็ดพันธุ์ พรรณไม้ที่ปลูกทุกชนิดเจริญได้รวดเร็ว ยกเว้นซ้อ (*Gmelina arborea*) ดรรชนีร่วมระหว่างการอยู่รอดและการเจริญ (relative performance indices) ของแต่ละชนิด มีดังนี้ ทองหลางป่า (*Erythrina subumbrans*) 87.5, เลี่ยน (*Melia toosendan*) 45.3, นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*) 36.9, มะคำดีควาย (*Sapindus rarak*) 32.5, หมอนหิน (*Hovenia dulcis*) 22.2 และซ้อ (*Gmelina arborea*) 3.5

การใส่ปุ๋ยขณะปลูก และให้อีก 2 ครั้งระหว่างฤดูฝนแรก ให้ผลลัพธ์ดีกว่าการใส่ปุ๋ยตอนปลูกเพียงครั้งเดียว ถึงแม้ว่าการให้ปุ๋ยจำนวนมาก (200 กรัมในขณะปลูก และอีก 2 ครั้งในฤดูฝน) ทำให้อัตราการเจริญสูง แต่มีผลทำให้ลูกไม้มีการอยู่รอดต่ำ ดังนั้นปริมาณของปุ๋ยที่เสนอแนะสำหรับการปลูกผสมผสานไม้พื้นเมือง คือ 50-100 กรัมในขณะปลูก และอย่างน้อยอีก 2 ครั้งหลังจากนั้นในระหว่างฤดูฝนแรก การวิจัยยังคงจำเป็นจะต้องมีต่อไปอีกเพื่อตรวจสอบว่าควรจะให้ปุ๋ยในความถี่เท่าใด จึงจะทำให้ประสิทธิผลของพืชที่ปลูกดีขึ้น

คำหลัก: การปลูกป่า, การปลูกไม้พื้นเมือง, ปุ๋ย

INTRODUCTION

Deforestation is probably the greatest threat to Thailand's biodiversity. Whilst increased protection of remaining forest must remain an essential part of any policy for biodiversity conservation, protection alone is clearly not enough. Since the first conservation areas were established in the early 1960's, forest cover has been reduced from 53% of the country (Bhumibamon, 1986) to 22.8% or 111,010 km^2 (FAO, 1997). Now, more than a decade since a ban on commercial logging was introduced, the annual rate of deforestation remains approximately 1,000 km^2 (Chatwiroon, 1997) or just under 1%. To counteract this apparently unstoppable deforestation, stricter protection of remaining forest must be complemented by restoring forest to degraded areas.

Forest restoration within wildlife sanctuaries and national parks should aim to recreate the original forest ecosystems that were present before deforestation occurred. This would provide optimal habitat for wildlife and help to restore original levels of biodiversity. One way to achieve this might be to complement natural regeneration by planting native, forest, tree species that grow rapidly, shade out weeds and attract seed-dispersing animals into planted areas. Wildlife, especially birds and bats, attracted by the planted trees, would

disperse the seeds of other, non-planted tree species into replanted sites and thus accelerate the recovery of biodiversity. This is the so-called "framework species" method of forest restoration, which has been used very successfully to restore forest in Queensland's Wet Tropics World Heritage Area (Goosem and Tucker, 1995; Lamb *et al.*, 1997, Tucker and Murphy, 1997). In Queensland, 30-60-cm-tall saplings of 20-30 framework tree species are planted, spaced 1.6-1.8 m apart. In addition to careful species selection, the method includes intensive care for the trees after planting i.e. weeding and application of fertilizer. Such practices maximize the performance of the planted trees and bring about rapid canopy closure. Once canopy closure occurs, no further maintenance is required and the replanted forest becomes self-sustaining.

In collaboration with Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai University's Forest Restoration Research Unit (FORRU) has been carrying out research since 1997 to identify potential framework tree species from amongst the native tree flora of the national park and to develop effective methods to propagate them. With sponsorship from the Biodiversity Research and Training Program (BRT 240002), FORRU established experimental field plots in 1998, to assess whether the framework species method could be adapted to restore deforested sites in northern Thailand. Within these plots, the performance of 29 native forest tree species is being monitored. Here we report on the early performance of six of the fastest-growing species. In many degraded upland areas, tree growth can be accelerated by applying fertilizer, since soil nutrients are often depleted following cultivation. For forest restoration projects in Australia, Goosem and Tucker (1995) recommend applying 100 g of inorganic fertilizer when trees are planted and every 4 weeks during the rainy season. However, for native forest trees in Thailand, the optimal dosage and frequency of fertilizer application have not yet been determined. Therefore, in the experiments reported here, four different fertilizer treatments were also tested.

STUDY AREA

The experiment plots were established in the north of Doi Suthep-Pui National Park, in a degraded watershed (18°52"N 94°51"E), 1,207-1,310 m above sea level. The location of the plots was decided upon in collaboration with the villagers of Ban Mae Sa Mai, an Hmong hill tribe community about 2 km from the plots. The villagers also helped to plant, maintain and monitor the plots. Originally the area had been covered in evergreen forest, but the forest had been cleared approximately 20 years previously and the area cultivated for cabbages, corn, potatoes etc. Additional degradation had been caused by frequent fires. Although a few scattered mature trees remain, the area is now largely dominated by weedy herbaceous vegetation such as *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Dennstaedtiaceae); *Bidens pilosa* L. var. *minor* (Bl.) Sherf, *Ageratum conyzoides* L., *Eupatorium odoratum* L. and *E. adenophorum* Spreng. (all Compositae), *Commelina diffusa* Burm. F. (Commelinaceae), *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C.E. Hubb. ex Hubb. and Vaugh. and *Thysanolaena latifolia* (Roxb. ex Horn.) Honda (both Gramineae).

METHODOLOGY

Tree Species Planted

The saplings planted were grown from seed, collected within Doi Suthep-Pui National Park. Seeds were germinated in open plastic trays and potted into 9x2.5 inch black plastic bags in a medium of forest soil, coconut husk and peanut husk mixed in the ratio of 2:1:1. Saplings were grown for 3-18 months (depending on species) at FORRU's research nursery at the national park HQ (i.e. at about 1,000 m above sea level). They were 30-100 cm tall at the time of planting. Although a total of 29 tree species were planted, here we present an analysis

of 6 species over their first growing season after planting. Brief introductions to the species are provided below.

Erythrina subumbrans (Hassk.) Merr. (Leguminosae, Papilionoideae) is an exceptionally fast-growing, deciduous tree, up to 25 m tall, with a dense, spreading crown, branching near the base. It is found in evergreen forest and mixed evergreen-deciduous forests from 350 to 1,700 m elevations, especially along stream valleys at lower elevations. The stem is thorny which may protect the seedling from herbivores. The attractive red flowers produce copious quantities of nectar, which attract wildlife, and the seeds are eaten by a variety of bird species.

Gmelina arborea Roxb. (Verbenaceae) is a common, fast-growing, medium sized (up to 30 m tall), deciduous tree, found in practically all forest types, especially in disturbed areas at elevations ranging from 350 to 1,500 m. Its dense spreading crown is particularly effective at shading out weeds. About 3-4 years after planting, it produces fleshy fruits (drupes) which are avidly eaten by deer and cattle. This species is widely used as a plantation tree for pulp and paper production.

Hovenia dulcis Thunb. (Rhamnaceae) is a rare, exceptionally fast-growing, deciduous tree, up to 20-30 m tall, with a spreading crown, restricted to evergreen forest, especially near streams, from 1,000 to 1,300 m elevations. The fruits (capsules) are very attractive to birds (pigeons and bulbuls) and rodents and it rapidly resprouts after fire damage. The fruit stalks are used in a traditional treatment of hangovers.

Melia toosendan Sieb. & Zucc. (Meliaceae) is a common, fast-growing, deciduous tree, up to 30 m tall, capable of rapid regeneration after damage, found in evergreen forest and mixed evergreen-deciduous forest, at elevations of 550 to 1,450 m. Fruiting can occur on saplings as young as 2-3 years old.

Prunus cerasoides D. Don (Rosaceae) is a medium-sized, fast-growing, deciduous tree, up to 20 m tall, with conspicuous pinkish-purple flower petals and small red fruits which attract birds. It grows in evergreen forest and disturbed areas, 1,000-2,000 m elevation. This species has become particularly popular for tree planting projects lately, mostly because of its attractive flowers. It is often planted as an ornamental, especially along roadsides. The fruits are edible but rather acidic.

Sapindus rarak DC. (Sapindaceae) is an uncommon, medium-seized, deciduous, fast-growing, resilient, canopy tree, reaching heights of 10-25 m. It grows in evergreen forest and mixed evergreen-deciduous forest, often in disturbed areas at elevations ranging from 625 to 1,620 m. Soapy substances, extracted from the fruits, are used to make soaps and shampoos. The wood is used for general construction, furniture, boards and combs.

Further information about these and other potential framework species is provided in Forest Restoration Research Unit (1998).

Establishment and Monitoring of Planting Trials

Three replicated blocks of sub-plots were established on gently sloping sites on ridge tops above Ban Mae Sa Mai. The blocks were separated by distances of approximately ½-1 km, to encompass natural variability in soil conditions, slope, aspect etc. Sub-plots were prepared by weeding with hand tools, followed by a single application of the non-residual herbicide, glyphosate, taking care not to spray naturally established trees. On June 28th 1998, the sub-plots were planted randomly with 29 potential framework tree species at a density of 500 trees per rai (approximately 1.8x1.8 m spacing). For each species, the same number of trees was planted in each sub-plot.

In the sub-plots, four fertilizer treatments were applied. The fertilizer used was "Rabbit Brand" NPK 15-15-15. The treatments were: i) 100 g fertilizer mixed with the soil at the time of planting, but no subsequent fertilizer application; ii) 50 g fertilizer at planting and

two further 50-g applications during the rainy season; iii) 100 g fertilizer at planting and two further 100-g applications during the rainy season and iv) 200g fertilizer at planting and two further 200-g applications during the rainy season. Hereafter, these treatments are referred to as FP, F50 F100 and F200 respectively. Sub-plots were ¼ rai for each treatment. The sub-plots were weeded, as necessary, during the rainy season and fertilizer applied immediately after weeding in September and December (except the FP treatment). The plots were monitored 2 weeks after planting on 15th July 1998 and on 5th March 1999. Monitoring included recording numbers of surviving trees and their heights (measured from root collar to apical meristem).

RESULTS

Survival

Overall, survival of planted saplings averaged about 82%. Means for species ranged from 72.4% for *Gmelina arborea* to 93.2% for *Erythrina subumbrans*. Within individual treatment sub-plots, however, the range was 58.3 to 100% (Table 1).

The effects of the fertilizer treatments on survival varied among the species. Highest survival was obtained with the FP treatment for *Hovenia dulcis* and *Prunus cerasoides;* with the F50 treatment for *Melia toosendan* and with the F100 treatment for *Sapindus rarak* and *Gmelina arborea. Erythrina subumbrans* had maximum survival (100%) with both the F50 and F100 treatments. Averaging across species, highest survival was with the F100 treatment and lowest with the F200 treatment. No individual species attained highest survival with the F200 treatment.

Table 1. Percentage survival of 6 native forest tree species over the first growing season with 4 fertilizer application treatments

Species	Treatments				Species means
	FP	F50	F100	F200	
Erythrina subumbrans	80.0	100.0	100.0	92.9	93.2
Gmelina arborea	58.3	66.7	91.7	72.7	72.3
Hovenia dulcis	87.5	60.0	80.0	76.9	76.1
Melia toosendan	84.6	100.0	93.3	85.7	90.9
Prunus cerasoides	85.7	61.5	80.0	62.5	72.4
Sapindus rarak	84.2	95.0	95.2	70.0	86.1
Treatment means	80.1	80.5	90.0	76.8	81.9

Growth Rates

The height relative growth rate (%RGR, month^{-1}) was calculated for each individual sapling that survived the period July 1998 to March 1999. An analysis of variance, performed on the mean %RGR of each species and of each treatment, showed no significant differences among the three blocks ($p<0.05$). Therefore, the %RGR's for all individual saplings were pooled across all blocks for each treatment.

Averaging over all species and treatments the mean relative growth rate was about 8% month^{-1}. By far the fastest-growing species was *Erythrina subumbrans*, followed by *Prunus cerasoides, Melia toosendan, Sapindus rarak* and *Hovenia dulcis* (Table 2.). The low growth rate of *Gmelina arborea* was probably due to a high incidence of leaf pests after planting.

The effects of the fertilizer treatments on mean %RGR varied among the species. Highest mean %RGR was obtained with the F50 treatment for *Gmelina arborea,* the F100 treatment for *Hovenia dulcis* and *Erythrina subumbrans* and the F200 for *Prunus cerasoides, Melia toosendan* and *Sapindus rarak.* Four of the six species (*Melia toosendan, Sapindus rarak, Hovenia dulcis* and *Gmelina arborea*) grew slowest with the FP treatment. Averaging across the species, highest growth was obtained with the F200 treatment and lowest with the

FP treatment. However, an analysis of variance performed on pooled %RGR's from all blocks, for each species, failed to show that differences in mean %RGR among fertilizer treatments were statistically significant, except for *Melia toosendan.* For this species alone, differences among fertilizer treatments were highly significant ($F=6.45$, $p<0.01$), but this was due entirely to the differences between FP and the other treatments. T-tests showed that the FP treatment significantly reduced %RGR compared with all other treatments (F50, $t=3.16$, $p<0.01$; F100, $t=2.59$, $p<0.02$; F200, $t=3.13$, $p<0.01$). There were no significant differences among the treatments involving application of fertilizer twice during the rainy season for *Melia toosendan.*

Table 2. Mean relative height growth rates (% month^{-1}) of 6 native forest tree species over the first growing season with 4 fertilizer application treatments

Species	Treatments								Species means	
	FP		F50		F100		F200			
	Mean	*SD*	Mean	*SD*	Mean	*SD*	Mean	*SD*	Mean	*SD*
Erythrina subumbrans	17.80	*6.39*	14.29	*10.57*	17.99	*5.23*	17.74	*7.70*	16.95	*7.47*
Gmelina arborea	-0.71	*4.39*	3.81	*1.86*	0.05	*1.97*	0.49	*4.14*	0.91	*3.09*
Hovenia dulcis	3.52	*3.82*	5.25	*7.87*	6.45	*3.16*	5.98	*3.67*	5.30	*4.63*
Melia toosendan	2.35	*9.24*	10.82	*3.41*	9.71	*4.52*	12.49	*5.25*	8.84	*5.61*
Prunus cerasoides	9.33	*4.45*	8.76	*2.79*	7.80	*9.12*	11.12	*3.80*	9.25	*5.04*
Sapindus rarak	2.92	*7.59*	8.10	*3.60*	7.91	*11.61*	8.18	*7.37*	6.78	*7.54*
Treatment means	5.87	*5.98*	8.50	*5.02*	8.32	*5.94*	9.33	*5.32*	8.01	*5.56*

Performance

Combining survival with %RGR provides an index of relative performance and enables the species to be compared. Therefore, a relative performance index (RPI, no units), with a maximum value of 100, was calculated to determine the optimal fertilizer treatment:

$$RPI = \frac{\text{mean \% survival} \times 10}{\text{max. mean \% survival}} \times \frac{\text{mean \%RGR} \times 10}{\text{max. mean \%RGR}}$$

Averaging across the fertilizer treatments, *Erythrina subumbrans* was clearly best-performing species, followed by *Melia toosendan, Prunus cerasoides, Sapindus rarak* and *Hovenia dulcis. Gmelina arborea* performed inadequately in this experiment.

Applying fertilizer only at the time of planting clearly resulted in lowest performance compared with application of fertilizer at planting and twice during the rainy season. All species tested, except *Prunus cerasoides*, had minimum performance with the FP treatment Mean RPI, averaged across species, was also lowest with this treatment. There were only marginal differences among the other three treatments. Three of the species tested attained maximum RPI with the F50 treatment (*Melia toosendan, Sapindus rarak* and *Gmelina arborea*), two (*Hovenia dulcis* and *Erythrina subumbrans*) with the F100 treatment and one (*Prunus cerasoides*) with the FP treatment.

Table 3. Mean RPI of 6 native forest tree species over the first growing season with 4 fertilizer application treatments

Species	Treatments				Species means
	FP	F50	F100	F200	
Erythrina subumbrans	79.1	79.4	100.0	91.6	87.5
Gmelina arborea	-2.3	14.1	0.3	2.0	3.5
Hovenia dulcis	17.1	17.5	28.7	25.6	22.2
Melia toosendan	11.1	60.1	50.4	59.5	45.3
Prunus cerasoides	44.4	30.0	34.7	38.6	36.9
Sapindus rarak	13.7	42.8	41.9	31.8	32.5
Treatment means	27.2	40.7	42.6	41.5	

DISCUSSION

All species, except *Gmelina arborea,* performed well in this experiment and can be recommended for planting to restore forest ecosystems in highland areas in the north. Three of the species can also be grown at lower elevations e.g. *Erythrina subumbrans* (down to 350 m), *Melia toosendan* (550 m) and *Sapindus rarak* (625 m). The poor performance of *Gmelina arborea* can probably be attributed to various insect pests that attacked the leaves. This problem seems to vary from year to year, since *Gmelina arborea* saplings planted by FORRU in the same watershed in 1997 grew very well.

Applying fertilizer twice during the rainy clearly increased the performance of the planted saplings, compared with a single application of fertilizer at the time of planting. Although the maximum fertilizer dosage (F200) resulted in the highest %RGR, averaged across the species, it increased %RGR only marginally, by 9.7% and 12.1%, compared with the F50 and F100 treatments respectively. Therefore, in view of the high sapling mortality caused by the F200 treatment and its high expense, it cannot be recommended.

The recommended fertilizer treatment, when planting mixtures of native tree species in degraded upland watersheds in northern Thailand, is therefore 50-100 g fertilizer applied at the time of planting and at least twice during the first rainy season after planting. Further research is needed to determine whether more frequent applications of fertilizer would yield further benefits. A possible exception to this general rule is *Prunus cerasoides*, which performed best with minimal fertilizer application. This species had higher survival and growth rates with the FP treatment than with both the F50 and F100 treatments.

The experiment is still being monitored and we hope to report on the performance of the planted trees after 2-3 years of growth in a subsequent paper.

ACKNOWLEDGEMENTS

This project is sponsored by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 240002. The authors gratefully acknowledge the co-operation and assistance of the staff of Doi Suthep-Pui National Park, especially the park chief Mr. Paiboon Sawetmalanon and former park chief Mr. Prawat Wohandee. We are also very grateful to the villagers of Ban Mae Sa Mai for their assistance in establishing and maintaining the experimental plots. FORRU staff involved in data collection and processing included Ms. Thonglaw Seethong, Ms. Jumpee Bunyadit and Ms. Rungtiwa Bunyayod. FORRU's research nursery is sponsored by Shell International Renewables Ltd. We also thank Horticulture Research International and the British Council for supporting the involvement of Dr. David Blakesley in FORRU's research program. The Science Faculty of Chiang Mai University also provides FORRU with small research grant.

REFERENCES

BHUMIBAMON, S. 1986. The environmental and socio-economic aspects of tropical deforestation: a case study of Thailand. Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University. 102 p.

CHATWIROON, P. 1997. Forest situation and some responses in Thailand. Paper presented at the workshop "From Reforestation to Rehabilitation", Kuranda, Queensland, Australia.

FAO. 1997. State of the World's Forests.

FOREST RESTORATION RESEARCH UNIT. 1998. Forests for the future: growing and planting native trees for restoring forest ecosystems. Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand, 60 p.

GOOSEM, S. AND N. TUCKER. 1995. Repairing the rainforest. Cassowary Publications, Cairns, Australia.

LAMB, D., J. PARROTTA, R. KEENAN AND N. TUCKER. 1997. Rejoining habitat fragments: restoring degraded forest lands. pp. 366-385. In LAURANCE, W. F. AND R. O. BIERREGAARD (eds.), Tropical Forest Remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities.

TUCKER, N. AND T. MURPHY. 1997. The effects of ecological rehabilitation on vegetation recruitment: some observations from the wet tropics of North Queensland. Forest Ecology and Management 99: 133-152.

ECOLOGY OF THE GORAL (*NAEMORHEDUS GORAL*) IN OM KOI WILDLIFE SANCTUARY, THAILAND

***Rattanawat Chaiyarat*[1], *Weerayuth Laohajinda*[2], *Utis Kutintara*[1] *and Jarujin Nabhitabhata*[3]**

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[3]Reference Collection Division, National Science Museum, Klong Luang, Patumthani 12120

บทคัดย่อ

นิเวศวิทยาของกวางผา (*NAEMORHEDUS GORAL*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย

รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์[1], วีรยุทธ์ เลาหะจินดา[2], อุทิศ กุฏอินทร์[1] และ จารุจินต์ นภีตะภัฏ[3]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[3]กองวิจัยธรรมชาติวิทยา องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ อ. คลองหลวง ปทุมธานี 12120

การศึกษานิเวศวิทยาของกวางผา (*Naemorhedus goral*) เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2539 ถึงเดือนมิถุนายน 2540 ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย กวางผาอาศัยอยู่บริเวณหน้าผาหินแกรนิตด้านทิศตะวันตกของดอยม่อนจอง โดยเลือกใช้ทุ่งหญ้า, ลานหิน และป่าร่องเขาเป็นหลัก การศึกษาพืชอาหารโดยการวิเคราะห์มูลพบว่ากวางผาที่อาศัยอยู่บริเวณดอยม่อนจองกินพืชอาหารอย่างน้อย 14 ชนิด จาก 6 วงศ์ อัตราส่วนระหว่างกวางผาเต็มวัยและลูกอ่อนพบว่าประชากรมีอัตราการเพิ่มค่อนข้างคงที่ พบว่ากวางผามีการแข่งขันในเรื่องของพืชอาหารกับเลียงผา, เก้ง, วัว และควายของชาวบ้าน สัตว์ผู้ล่าของกวางผา คือ เสือโคร่ง แต่จากการศึกษาไม่พบหลักฐานการล่า ปัจจุบันกวางผาจัดว่ามีสถานภาพเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เนื่องจากการล่าอย่างผิดกฎหมาย ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการในการอนุรักษ์ที่เหมาะสมเพื่อให้มั่นใจได้ว่ากวางผายังสามารถดำรงชีวิตต่อไปได้

คำหลัก: นิเวศวิทยา, เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย, กวางผา (*Naemorhedus goral*)

INTRODUCTION

Goral (*Naemorhedus goral*) are one of fifteen protected animals under the Wild Animal Reservation and Protection Act. B.E. 2535 of Thailand. The IUCN (1996) lists goral as a threatened species. Their distribution extends from Kashmir, down the Himalayas to Assam, southern China, and Burma to northern Thailand (Kloss, 1923). Goral are endangered through loss of habitat, poaching, disease and competition with domestic cattle. The objectives of this study were to aid goral conservation through the determination of its distribution, ecological characteristics, habitat preference and population demography. It is believed that these criteria must be known in order to manage goral. Thus, the purpose of this research was to investigate the ecology of goral as pertains to population demography and habitat relationships.

In Thailand, surveys indicate that goral are distributed in 7 reserve areas. These areas are briefly described below:

Mae Lao-Mae Sae Wildlife Sanctuary. The habitat site of goral is at Doi Mon Lium (19°14'0.5" north latitude, 98°43'58.5" east longitude approximately 1,265 m MSL), in Amphoe Mae Tang, Chiang Mai Province. The vegetation is dry dipterocarp and pine forest. This area is hunted by hill tribe (Hmong) people who live beside the wildlife sanctuary.

Doi Chiang Dao Wildlife Sanctuary. The habitat site of goral is at the Doi Laung limestone (19°22'55.4" north latitude, 98°51'12.8" east longitude approximately 2,100 m MSL), in Amphoe Chiang Dao, Chiang Mai Province. The vegetative cover is <6-7 m in height. There is hunting and shifting cultivation in this area.

Lum Nam Pai Wildlife Sanctuary. The habitat site of goral is at the Doi Laung limestone (19°31'12.7" north latitude, 98°0.5'11.8" east longitude approximately about 850 m

MSL), in Amphoe Maung, Mae Hong Son Province. The vegetative cover is mixed deciduous forest. Hunting, habitat degradation for agriculture and illegal harvesting all occur.

Mae Tuan Wildlife Sanctuary and Mae Ping National Park. Goral occur on clefts along the Ping River above the Bhumibol Dam (17°27'32.6" north latitude, 98°45'25.0" east longitude approximately 600 m MSL), in Mae Ping National Park. They also occur at 17°18'0.3" north latitude and 98°53'43.9" east longitude (about 645 m MSL), in Mae Tuan Wildlife Sanctuary, Amphoe Sam Ngao, Tak Province. The vegetative cover is mixed deciduous forest. Hunting by spotlight and competition for forage with domestic animals occur.

Doi Inthanon National Park. The habitat of goral is grassland on Kiw Mae Pan (18° 33'37.4" north latitude, 98°26'46.8" east longitude approximately 2,300 m MSL), in Amphoe Mae Jam, Chiang Mai Province. A negative influence in this area is destructive tourism.

Om Koi Wildlife Sanctuary. The ecology of goral in this area is described below.

STUDY AREA

Om Koi Wildlife Sanctuary is located in the north-western part of Thailand between 17° 17' and 19°45' north latitude, and 98°27' and 98°45' east longitude (approximately 1,580 m MSL) in Amphoe Om Koi, Chiang Mai Province, and Amphoe Sam Ngao, Tak Province. Om Koi Wildlife Sanctuary has an area of approximately 765,000 rai or 1,224 km^2 (Faculty of Forestry, 1992). The predominant geology of the habitat of goral in the west of Doi Mon Jong is granite.

The climate of this sanctuary is classified as subtropical with daily rainfall occurring nearly every day throughout the rainy season (May to October) (Faculty of Forestry, 1992). The average maximum and minimum temperatures over a thirty year period were 36°C and 22°C (Meteorological Division, 1987). Average temperature and relative humidity of Doi Mon Jong from 0600 h to 1800 h during the rainy season (May to October) and dry season (November to April) showed marked fluctuations (Fig. 1). Temperatures from 0600 h through 1200 h were lower during the dry season and higher than in the wet season, but from 1200 h through 1800 h were higher than in the wet season. Humidity from 0600 h through 1300 h during the dry season was higher than in the rainy season but from 1300 h through 1800 h, was lower in the dry season.

The vegetative cover within this sanctuary consists of hill evergreen forest, rock base areas, dry evergreen forest, mixed deciduous forest, dry dipterocarp forest and successional forest (Faculty of Forestry, 1992). Goral in Doi Mon Jong inhabited various vegetation types found along the mountain ridge. The characteristics of the vegetation types were compared and the relationship of each type with goral described.

Rock base area. Large rock area which lacks vegetative cover, or has some grass or annual herbs (about 60% of the western side of Doi Mon Jong).

Forest along a deep valley. Hill evergreen forest which occurs in a deep valley and rolling plain (Table 1). Dominant tree species included *Ostodes paniculata* Bl., *Canarium bengalense* Roxb. and *Gordonia axilleris* Dietr.

Grassland. Grass occuring on ridges which was subjected to burning by wild fires. Dominant vegetation included *Heteropogon cantortus* Beauv. ex Roem. et Schult., *Eulalia siamensis* Bor and *Cyperus esculenlus* Linn. (unburned), while dominant vegetation that burned in February 1997 included *H. cantortus* Beauv. ex Roem. et Schult., *E. siamensis* Bor and *C. esculentus* Linn. (See Appendix 1 and 2 for importance value).

At least 43 species of mammals, 181 species of birds, 31 species of reptiles and 13 species of amphibians occur within Om Koi (Faculty of Forestry, 1992).

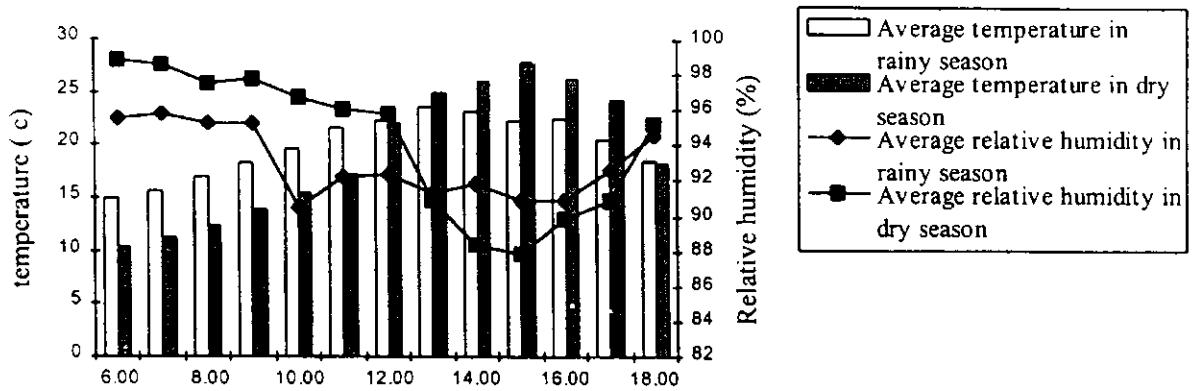


Fig. 1. Average temperature and relative humidity in the rainy (May to October, 1996) and dry seasons (November, 1996 to April, 1997)

For grasslands, floral species were counted and number and biomass of each species were tallied from 1 m^2 plots located at 50 m intervals along the study area. Importance Value Indices (IVI) consisting of Relative frequency + Relative biomass were determined for all species.

Table 1. Comparison of vegetative characteristics at different elevations of the forest along a deep valley, Doi Mon Jong (All trees over 4.5 cm diameter at breat height (dbh))

Characteristics	Mean sea level		
	1,400	1,600	1,800
1. Plot size (m^2)	400	400	400
2. Slope (degrees)	30	45	70
3. Trees per area			
-Density (trees/ha)	625	900	700
4. No. of species	19	16	8
5. Diameter and height			
-Average dhh (cm)	22.62	18.48	12.79
-Average height (m)	14.04	10.50	5.97
6. No. of canopy level	3	3	3

Forage Species

Forage species of goral were studied by the analysis of fecal material. Plant cuticle fragments in fecal samples were identified through microscopic analysis.

Feces were collected in the field from May, 1996 through October, 1996 (N=30) and November, 1996 through April, 1997 (N=30). Microscopic slides for each fecal sample were prepared as described by Anthony and Smith (1974). Ten microscopic slides were prepared for each fecal sample. Each plant fragment was classified by its characteristics and matched with a reference slide of the same species made from plants in the study area. Forage species in the feces were determined by relative frequency (Krebs, 1972):

$$\text{relative frequency} = \frac{\text{frequency of species x} \times 100}{\text{sum of frequency values for all species}}$$

Population Structure

Population structure was determined by counting the total number of individuals from the campground (approximately 1,800 m MSL) to the heighest elevation of Doi Mon Jong (approximately 2,000 m). Two fixed stations were used to count goral at the same time in the early morning. These stations were about 1 km apart, and enabled observation of roughly half of Doi Mon Jong.

Two age classes were assigned based on size and presence of horns was recognized: (1) Infants and juveniles (small size, lacking horn). (2) Adults (larger size and presence of horn).

Interspecific Relationships

Interspecific competition occurs when individuals of different species utilize common resources that are in short supply; or if the resources are not in short supply, competition occurs when the organisms seeking those resources harm one another in the process (Birch, 1957). Interspecific relationships were investigated by direct observation between goral and another ungulates.

RESULTS

Vegetative Cover and Goral

From May, 1996, through April, 1997, goral were located 501 times. In the rainy season (May to October, 1996), they were seen to utilizing grasslands 129 times (53%), rock base area 94 times (39%) and forest along a deep valley 19 times (8%). In the dry season (November, 1996 to April, 1997), they were shown to utilize grasslands 124 times (48%), rock base area 110 times (42%) and forest along a deep valley 25 times (10%). Goral mostly utilized grasslands for food, the rock base areas for resting, and the forest along the deep valley for cover and escape.

Elevation

Goral were found at elevations ranging from 1,400 to 1,929 m MSL (Fig. 2). During the rainy season (May to October, 1996), they utilized all areas between 1,400 and 1,900 m. Goral were not found above 1,800 m during the dry season (November, 1996 to April, 1997), likely due to the presence of tourists and the die-off of vegetative cover. They resided mostly between 1,500 and 1,800 m.

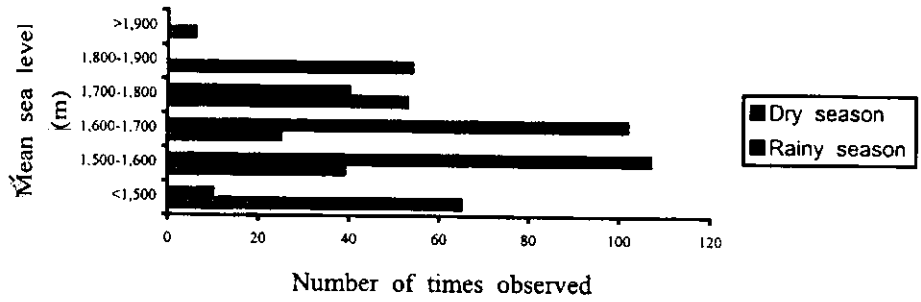


Fig. 2. Habitat utilization of goral by elevation

Forage Species

Goral are both grazers and browsers. They fed on broad leaf plants, grasses and herbaceous plants. Fourteen species from six families were utilized by goral (Table 2). The dominant forage species was *Paspalum longifolium* Roxb. (relative frequency = 35.9% in the rainy season (May to October, 1996) and 31.4% in the dry season (November, 1996 to April, 1997).

Population Structure

Goral were commonly solitary but were sometimes observed in pairs or larger groups, especially during the rutting season. A total count of goral from the campground to the highest point of Doi Mon Jong revealed 8 adults and 2 infants. This study could not classify juveniles and subadults from adults because 7-month old goral already had horns (data from Om Koi Wildlife Propagation Station). The age ratio between adults and infants indicated that the population was approximately in equilibrium.

Table 2. Relative frequency of forage species in the feces of gorals

Forage species	Relative frequency (%)	
	Rainy season	Dry season
Paspalum longifolium Roxb.	35.90	31.40
Gramineae	20.51	8.14
Heteropogon contortus Beauv. ex Roem.	12.82	8.14
Thysanolaena maxima Ktze.	5.13	5.81
Cyperus esculentus Linn.	5.13	5.81
Zebrina pendula Schnizl.	3.85	18.60
Eulalia siamensis Bor	3.85	3.49
Orchidaceae	3.85	3.49
Setaria palmifolia Stapf	2.56	1.16
Saccharum spontaneum Linn.	2.56	1.16
Imperata cylindrica Beaur.	2.50	0.00
Ageratum conyzoides Linn.	1.28	5.81
Unknown	0.00	4.65
Heracleum barmanicum Kurz	0.00	2.33

Relationship between Goral and Other Animals

Competition. Large mammals that possibly compete with goral such as serow (*Capricornis sumatreaensis*), barking deer (*Muntiacus muntjak)* and domestic cattle were found in the study area. Potential competition between goral and other ungulates could be seen for

living space, escape cover, water sources, salt licks and forage species. Competition among different ungulate species was higher for forage species than all other ecological factors.

Protocooperation. Two bird species, the lesser coucal (*Centropus bengalensis*) and the white-headed bulbul (*Hypsipetes thompsoni*) were found in the study area. They consumed parasites on the skin of goral.

Predation. In Doi Mon Jong, tiger (*Panthera tigris*) had opportunities to kill goral but success was likely rare due to the difficulty of traversing the rocky, high sloped terrain.

DISCUSSION

Vegetative Cover and Goral

In the rainy season (May to October, 1996) and dry season (November, 1996 to April, 1997) goral utilized the same vegetative cover. They predominantly utilized grasslands, followed by rock base areas and forest along a deep valley. Because the majority of the forage occurred in the grassland, goral utilized grasslands as their primary food source. The rock base areas lacked a substantial vegetative cover, and this, combined with a high slope was not conducive for a feeding area. However, goral did utilize this area for resting. In forest along a deep valley goral utilized this area for cover and escape. Geist (1971) suggests that mountain sheep move to open slopes during conditions of deep, soft snow, where they are rarely seen, and to cliff terrain during late winter, where they are often hidden or hard to spot.

Elevation

Goral utilized elevations ranging from 1,400 to 1,929 m MSL during the rainy season (May to October, 1996), but not found above 1,800 m during the dry season (November, 1996 to April, 1997), possibly due to the die off of vegetative cover on the cliff of Doi Mon Jong. Nievergelt (1981) and Geist (1971) suggest that sheep, ibex, or mountain goats move where forage is most easily available at that time. The presence of tourists at Doi Mon Jong likely disrupted the behavior of goral. Human disturbances have degraded the landscape and driven goral bellow 1,800 m. Primack (1993) suggested that even when human activity does not directly eliminate a species, the population size of a species may become so small that the species is no longer viable and may eventually go extinct. In addition, the foot of the mountain domestic cattle consumed most of the forage, thus forcing goral to go higher to feed above 1,400 m, thus, they remained mostly between 1,500 and 1,800 m.

Forage Species

Goral mostly fed on grass, especially in the rainy season (May to October, 1996). During the dry season (November, 1996 to April, 1997) they fed on annual herbs more frequenctly than in the rainy season, because the quality of forage was lower with less water content than in the rainy season. In addition, some species of grass also died-off. Thus, goral had to feed on high quality forage species that had more water content. Chimchome (1990) comment that applying both fecal analysis and twig count methods provides more accuracy on animal's forage species eaten. From direct observations we found goral fed on some forage species that were not found in the feces such as *Impatiens chinensis* Linn., one species of the family Aspaceae, *Emilia sonchifolia* DC., *Pteridium aquilinum* Kuhn var. *Wightianum* Tryon, and *Borreria sp.* Average feeding activity time of female gorals was higher than for male gorals. During gestation females spent more time feeding than during other periods (Kanbunjong, 1993).

Population Structure

Lekagul and McNeely (1997) state that goral are usually found in groups of 4-12, while serow are usually solitary. This study indicate that goral were solitary, but were sometimes observed in pairs or in larger groups, especially during the rutting season. Male and female goral could not be

classified in the field, because of the lack of sexual dimorphism. In this study, we classify the population in equilibium.

Relationship between Goral and Other Animals

We found that serow utilized grasslands (approximately 1,500 m MSL) which goral also utilized. Due to their larger size, serow often forced goral out of a sympatric area.

Barking deer usually utilized grasslands for feeding at >1,800 m and <1,500 m MSL, but could not traverse the rocky, high sloped terrain.

Domestic cattle commonly utilized grasslands at <1,500 m MSL on a flat plan. In Doi Mon Jong >300 domestic cattle fed on grasses and annual herbs. During the dry season when the grass died-off, cattle moved higher to feed on grasses and annual herbs at the habitat site of goral. During this season, Doi Mon Jong has water supply was lacated down hill which goral shared with domestic cattle. If the domestic cattle have disease, it can possibly be passed on to goral very easily.

Relationship Between Goral and Humans

The observed relationship between goral and humans was negative. The hill tribes hunted goral for food and medicine and used horns for decorating their homes. Occasionally they used fire to burn the grasslands on Doi Mon Jong to hunt goral. The negative relationship affecting the goral population is at present on the verge of rendering goral critically endangered, thus appropriate conservation measures are needed to extend the survival of their population.

Conservation and Management

To manage and conserve goral in Om Koi Wildlife Sanctuary and other protected areas is to ensure the long-term survival of ecosystems. First, the core area (the sanctuary) must be protected and the local people should have use of the buffer zone area near the sanctuary boundary. Second, all domestic cattle must be removed out of the sanctuary. Third, habitat manipulation such as food management, small water source development, artificial saltlicks and corridor improvement must take place to ensure that goral have adequate natural resources and can exchange between the gene pools. Finally, the promotion of wildlife and habitat conservation through training and exhibitions should be established for all levels of people, and especially among school students.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank L. Puangchit, S. Siripatanadilok, N. Bhumpakphan, V. Chimchom, W. Eiadthong, and M. Kumsuk for contributions to the fieldwork and comments. We also thank L. Grassman Jr. for editing my English. This study was supported by the TRF/BIOTEC Special Program and Biodiversity Research and Training BRT 539020, Sueb Nakhasathien Foundation, and Kasetsart University.

REFERENCES

ANTHONY, R. G. AND N. S. SMITH. 1974. Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets. J. Wild. Manage 38(3): 535-540.

BIRCH, L. C. 1957. The meanings of competition. American Naturalist 91: 5-18.

CHIMCHOME, V. 1990. Study on serow forage species by fecal analysis. M.S. Thesis. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai).

FACULTY OF FORESTRY. 1992. Management plan for the Om Koi Wildlife Sanctuary (1993-1995). Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai).

GEIST, V. 1971. Mountain sheep: a study in behavior and evolution. The University of Chicago Press, Chicago. 383 p.

IUCN. 1996. 1996 IUCN red list of threatened animals. IUCN, Gland, Switzerland. 368 p.

KANBUNJONG, S. 1993. Behavior of goral (*Naemorhaedus griseus*) in captivity. M.S. Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. (in Thai).

KLOSS, C. B. 1923. The goral in Siam. J. Nat. Hist. Soc. Siam. 6(1): 135-136.

KREBS, C. J. 1972. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row Publishers, New York. 694 p.

LEKAGUL, B. AND J. A. MCNEELY. 1977. Mammals of Thailand. Kurusapha Ladproa Press, Bangkok. 758 p.

METEOROLOGICAL DIVISION. 1987. The statistic of climatic in Thailand in previous 30 years (B.S. 2499-2528). Meteorological Division, Bangkok. (in Thai).

MUELLER-DOMBOIS, D. AND H. ELLENBERG. 1974. Aim and method of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York. 547 p.

NIEVERGELT, B. 1981. Ibexes in an African environment: ecology and social system of the walia ibex in the Simen Mountains, Ethiopia. Ecological Studies 40: 1-189.

PRIMACK, R. B. 1993. Essentials of conservation biology. Sinauer Associates Inc., Sunderland. 564 p.

APPENDICES

Appendix 1. List of tree species and their Importance Value Indices in the forest along a deep valley at Doi Mon Jong from 12 10×10 m^2 plots.

Scientific Name	RD	RDo	RF	IVI
Ostodes paniculata Bl.	8.99	4.56	11.67	25.21
Canarium bengalense Roxb.	1.12	20.94	1.67	23.73
Gordonia axilleris Dietr.	11.24	6.97	5.00	23.01
Mallotus sp.	10.11	4.87	6.67	21.65
Unknown 3	2.25	13.07	1.67	16.98
Antidesma bunius Spreng	2.25	9.94	3.33	15.52
Dehaasia sp.	2.25	9.69	3.33	15.27
Paranephelium longifoliolatum Lec.	3.37	5.87	5.00	14.24
Litsea sp.	6.74	1.37	5.00	13.11
Carpinus viminea Wall.	4.49	3.47	3.33	11.30
Castanopsis argyrophylla King	5.62	2.01	3.33	10.96
Phoebe grandis (Nees) Merr.	5.62	1.48	3.33	10.43
Aphanamixis polystachya Parker	3.37	1.60	3.33	8.30
Beilschmiedia gammieana King. ex Hook.f.	2.25	1.89	3.33	7.47
Quercus semiserrata Roxb.	2.25	1.37	3.33	6.95
Syzygium sp.	2.25	1.23	3.33	6.81
Aglaia pirifera Hance	1.12	3.46	1.67	6.25
Sapindaceae	2.25	1.98	1.67	5.89
Nyssa javanica (Bl.) Wang.	2.25	0.30	3.33	5.88
Diospyros sp.	2.25	0.16	3.33	5.74
Unknown 1	2.25	0.14	3.33	5.72
Camellia oleifera Abel. var. *confusa* Sealy	4.12	0.10	1.67	4.89
Ternstroemia gymnanthera Bedd.	2.25	0.49	1.67	4.41
Sterculiaceae	2.25	0.36	1.67	4.27
Mallotus philippensis (Lmk) Muell. Arg.	1.12	1.01	1.67	3.80
Unknown 2	1.12	0.87	1.67	3.66
Apocynaceae	1.12	0.36	1.67	3.15
Callophyllum polyanthum Wall.	1.12	0.17	1.67	2.96
Neolitsea siamensis Kostel.	1.12	0.09	1.67	2.88
Ficus fistulosa Reinw.	1.12	0.06	1.67	2.85
Ficus praetermissa Corner	1.12	0.05	1.67	2.84
Helicia nilagirica Bedd.	1.12	0.05	1.67	2.84
Toona ciliiata M.Roem.	1.12	0.04	1.67	2.83
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

Appendix 2. List of vegetative species and their Importance Value Indice of grasslands at Doi Mon Jong (about 1,750 m MSL) burned in February, 1997 (from 18 1×1 m^2 plots), and unburned (from 57 1×1 m^2 plots) (data in July, 1997).

Scientific Name	Unburned			Burned		
	Rf	RB	IVI	RF	RB	IVI
Heteropogon contortus Beauv. ex Roem. et Schult.	17.221	73.110	90.331	16.129	44.180	60.309
Eulalia siamensis Bor	8.761	15.164	23.926	12.903	30.432	43.335
Cyperus esculentus Linn.	13.595	3.191	16.786	13.978	5.616	19.595
Sauropus hirsutus Beille	8.459	1.937	10.396	7.527	5.543	13.070
Impatiens chinensis Linn.	6.344	0.580	6.924	2.151	0.089	2.240
Gramineae	4.532	1.610	6.142	2.151	0.386	2.536
Unknown 2	4.532	1.383	5.914	1.075	0.007	1.083
Aspaceae	5.136	0.388	5.524	3.226	0.054	3.279
Unknown 1	4.834	0.274	5.108	3.226	0.486	3.712
Curculigo orhidoides Gaertn.	3.625	0.152	3.778	4.301	0.631	4.932
Pedicularis rhynchodonta Bureau & Franch.	3.021	0.057	3.078	3.226	0.116	3.342
Anaphlis aduata DC.	2.719	0.062	2.781	1.075	0.007	1.083
Gerbera piloselloides Cass.	2.115	0.534	2.649	-	-	-
Murdannia gigantea Brueck.	2.115	0.088	2.203	1.075	0.042	1.117
Emilia sonchifolia DC.	1.510	0.309	1.819	5.376	0.348	5.725
Coleus sp.	1.511	0.280	1.790	1.075	0.221	1.296
Pteridium aquilinum Kuhn	1.208	0.413	1.622	1.075	0.016	1.092
Lindernia sp.	1.511	0.059	1.570	-	-	-
Habenaria dentata Schltr.	1.208	0.026	1.234	1.075	0.008	1.084
Xyris pauciflora Willd.	1.208	0.006	1.215	-	-	-
Hypericum garrettii Craib	0.906	0.040	0.947	-	-	-
Borreria sp.	0.604	10.800	0.717	1.075	0.663	1.738
Papilionaceae	0.604	0.039	0.643	2.151	0.474	2.625
Impatiens sp.	0.604	0.007	0.611	-	-	-
Crotalaria pallida Ail.	0.604	0.007	0.611	-	-	-
Orchidaceae	0.340	0.067	0.407	1.075	0.168	1.244
Scleria terrestris Fassett	0.302	0.055	0.357	-	-	-
Uraria crinita Desv.	0.302	0.006	0.308	-	-	-
Strobilanthes sp.	0.302	0.002	0.304	-	-	-
Ageratum conyzoides Linn.	0.302	0.002	0.304	-	-	-
Unknown 3	*	*	*	1.075	0.008	1.083
Borreria alata DC.	*	*	*	*	*	*
Drosera burmanii Vahl	*	*	*	*	*	*
Compositae	-	-	-	4.301	6.937	11.239
Curculigo orhidoides Gaertn.	-	-	-	4.301	0.631	4.932
Iridaceae	-	-	-	1.075	2.714	3.789
Vernonia spirei Gand.	-	-	-	1.075	0.574	1.650
Byttneria pilosa Roxb.	-	-	-		1.075	0.074
Total	100.000	100.000	200.000	100.000	100.000	200.000

Note : * Relative biomass <0.001%
- no plants found

ESTABLISHMENT OF A PERMANENT BIODIVERSITY RESEARCH PLOT AT MO SINGTO, KHAO YAI NATIONAL PARK

Warren Y. Brockelman[1], Thawatchai Santisuk[2], Panarat Charoenchai[1], Anuttara Nathalang[3] and Chen Nan[3]

[1]Center for Conservation Biology, Institute of Science and Technology for Research and Development, Mahidol University, Salaya, Nakhonpathom 73170

[2]The Forest Herbarium, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

[3]National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency, Rajdhevee, Bangkok 10400

บทคัดย่อ

การสร้างแปลงศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพแบบถาวร บริเวณมอสิงโต อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

วรเรณ บรอคเคลแมน[1], ธวัชชัย สันติสุข[2], พนารัตน์ เจริญไชย[1], อนุตตรา ณ ถลาง[3] และ C. Nan[3]

[1]สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นครปฐม 73170

[2]หอเก็บพรรณไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

ได้สร้างแปลงศึกษาความหลากหลายทางธรรมชาติแบบถาวรขนาด 28 เฮคแตร์ ในพื้นที่ที่มีการติดตามศึกษาชะนี ระหว่างปี 1996-1998 บริเวณมอสิงโต อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยมีวัตถุประสงค์เริ่มแรกเพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาชนิดพืชอาหารที่ชะนีมือขาว (*Hylobates lar*) บริโภค ทำการสำรวจรังวัดแปลงศึกษาเป็นแปลงย่อยขนาด 20x20 เมตร ติดหมายเลข วัดระยะ ขนาด และจัดทำแผนที่ต้นไม้ทุกต้นที่มีการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (dbh) ตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป จัดจำแนกชื่อพรรณไม้ต่าง ๆ วิเคราะห์พฤติกรรมการหาอาหาร และอาณาเขตของชะนี ข้อมูลที่ได้จะได้รับการจัดเก็บและวิเคราะห์อย่างเป็นระบบในฐานข้อมูลที่เรียกว่า TreeXY การสร้างแปลงศึกษาที่มอสิงโตเป็นสิ่งที่พิสูจน์ว่า แปลงศึกษาเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสัตว์ และนิเวศวิทยากลุ่มสิ่งมีชีวิต เอื้ออำนวยการศึกษาความหลากหลายทางธรรมชาติในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการสำรวจวัดผลจากอิทธิพลของมนุษย์ และผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่มีต่อระบบนิเวศ และยังสามารถใช้ในการศึกษาด้านอื่น ๆ ต่อไปได้อีกด้วย

คำหลัก: แปลงศึกษาพลวัตของป่า, อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, ชะนีมือขาว *Hylobates lar*

INTRODUCTION

Biodivesity Inventory

Since the recent spate of interest in "biodiversity" began, it has become regarded as essential to "inventory" and "monitor" biodiversity. An inventory of biodiversity may be as simple as a list of species reported for a country, or smaller unit such as a national park. Such a list has some management value, but has no significant ecological meaning or importance. Usually, it will be highly incomplete. A measure of species diversity within a particular ecological community has much more interest and meaning. The list of species is usually accompanied by counts or other measures of abundance within the sample. Such a list must be carefully defined by (1) the taxonomic limits of the species sampled; (2) the total area of the target community or habitat; (3) the method of catching or detecting the species and the amount of effort spent, if it is not a total census count; and (4) the authority for identification of the species. All of these factors will affect the total number of species in the inventory.

Monitoring and Permanent Plots

Monitoring is an activity which depends on carrying out accurate inventories and censuses of populations or communities. Monitoring is an extremely important management activity because it allows us to obtain scientific data on trends in diversity or abundance in time, and to determine whether human exploitation of populations or ecosystems is

sustainable. If carried out carefully, it will also allow us to determine the effects of climate change on vegetation and on species distributions and abundance.

Most kinds of monitoring activities are carried out on some kind of permanent study area where species inventories and measurements of vegetation condition can be carried out at regular intervals. Forest Dynamics Plots (FDP) (Condit, 1998), where every woody stem or tree is marked and mapped in detail, are ideal for monitoring long term trends. By monitoring the growth, survival, recruitment and phenology of each species, very subtle effects caused by changes in climate or human use may be detectable.

We report here on the new Forest Dynamics Plot just established at Mo Singto, Khao Yai National Park, and discuss the purposes and uses of this plot. We are still compiling the tree inventory of the plot, and are not ready to present data. Rather, we wish to discuss the research and monitoring opportunities provided by the plot, and the need, in general, for carefully defining the objectives of plots when they are established.

Objectives

Before establishing a permanent biodiversity study plot, it is essential to clearly establish the primary objectives that the plot is intended to serve. Plots that are established without a clear purpose will encounter problems in maintaining the necessary funding support, manpower, and researcher interest. The mere enumeration of biodiversity in an area of forest, and establishment of a biodiversity database, are not a scientifically worthy objectives, unless the area is of exceptional conservation interest.

The 50-ha FDPs now promoted by the Center for Tropical Forest Science, Smithsonian Institution, were originally established to study recruitment of species and stability of populations in the forest community (e.g., Hubbell, 1979; 1980; Hubbell, Condit and Foster, 1991). It was later realized, however, that a detailed analysis of demographic processes in a diverse forest community is essential to our understanding of the effects of human use (such as logging) on the forest, and whether or not such use is sustainable (Ashton, 1995). Hence, the need for developing sustainable management practices based on ecological knowledge has provided a strong impetus for the establishment of 50-ha FDPs, especially in areas where experiments with various types of human use can be conducted with appropriate controls. There are not enough such experiments yet being conducted. This is partly because harvesting agencies do not have a sufficiently long tem interest in maintaining sustainability.

The initial impetus for establishing the Mo Singto plot was the presence of a long term gibbon study area, dating back to 1980 (Brockelman *et al.*, 1998) The plot was established within the range of the main study group "A" which has been the subject of intensive research on social relations, vocal behavior, diet, and foraging behavior by approximately a dozen researchers. The immediate needs which the plot is satisfying are (1) inventory of all plant food species consumed by gibbons, and (2) desire to study and map ranging and foraging behavior in a detail never before achieved in a primate study in tropical forest. Eventually, it is desired to understand more about plant-frugivore relations particularly seed dispersal and their effects on plant population dynamics.

The Mo Singto plot, however, is making possible many other types of research and monitoring activities. Among these is the use of the plot for locating species of plants that show promise in the search for chemical compounds that show promise as pharmacological agents or other compounds with potential medical uses. In this endeavor, the project personnel are collaborating with the Department of Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University.

STUDY AREA

The Mo Singto plot is 28.56 ha in area, located about 0.5 km west of the Takhong River at park headquarters, at 730–860 m altitude above sea level. It is in tropical evergreen forest

with highly seasonal rainfall falling mostly between May and October. (The exact amount of rainfall is not known because accurate weather records have not been taken near the plot, but it is approximately 2,500 mm per year.) The forest canopy is mostly 20–40 m high and rather discontinuous due to tree-fall gaps, with some emergents (usually *Dipterocarpus gracilis*, *Ficus* sp., *Cleistocalyx operculata*, *Platymitra macrocarpa*) reaching over 50 m. Mean canopy height in mesic valley in the plot has been found to be approximately 25 m (Brockelman *et al.*, 1998). The plot borders a regenerating secondary forest at the north edge, but there is no other evidence of human interference with the forest. Nevetheless, the proximity of the plot to cleared areas on the east, north, and south sides makes it possible that atmospheric conditions on the plot could have been effected by human activities.

The topography of the plot is hilly, generally increasing in elevation to the west away from headquarters. Two valleys divide the plot, one with a seasonal brook and the other with a brook which is fed by two small permanent springs in its upper reaches. The brooks join in the lowland area at the east edge and flow into the Takhong River. The entire plot (except for a small area on the southeast edge) is located in this small watershed, which totals about 1 km^2 in area.

METHODOLOGY

Plot Survey

The plot was surveyed into 20–m square quadrats following the methodology of the 50-ha plot at Pasoh, Malaysia (Manokaran *et al.*, 1990), beginning near the center of the plot and working outwards. A Topcon DT-20B digital transit was used for making sightings. Accuracy was usually within 1 cm per sighting. Such accuracy is needed in laying out a large plot because sighting errors are cumulative and become as high as a meter or more near the edges of the plot. Distances were measured with tape measures, with corrections for slope calculated from the vertical angles. Plastic stakes (18") were placed at the corners of the quadrats; column and row numbers were punched in their heads.

Tree Mapping and Tagging

In the Mo Singto plot, only trees ≥10 cm dbh were measured and tagged in the first census. Smaller stems may be included in the first recensus. Each tree was tagged at 1.5 m with a 1.5–5 cm aluminum tag nailed with a 1¾" aluminum alloy nail. Each tag had the quadrat number and tree number punched on it.

Mapping was carried out differently from other large plots. Special PC software, called TreeXY, was prepared which allows entry of mapping and dbh data directly through screen menus while a map of the quadrat with tree positions is shown on the screen. The menus allow for input of mapping data using *x-y* coordinates, distances to two known reference points (corners or other trees already input), angles to two known points, or a distance and an angle to a point. The field team found the use of two angles from corner points or other trees to be the most convenient method in most situations. When the tree was near a corner, the measurement of one angle and one distance was the method of choice. After inputting, each tree appears on the screen map as a circle of the appropriate diameter. The program has the capability of printing out quadrat maps with a list of tree numbers, species, and other tree notes at the bottom of the page.

Specimen Collection and Identification

Reproductive material is collected for all trees on the plot with duplicates, and pressed, dried and frozen at –30°C (to kill insects) and stored at the Institute of Science and Technology for Research and Development, Salaya Campus, Mahidol University. All specimens are checked by botanists at the Forest Herbarium, Royal Forest Department. Once the species on the plot have been identified, further tree identifications are made from vegetative characters in the field, or from leaf specimens collected and dried in the lab.

Names of all species are input into a plot database file, and species names can be selected from a pull-down glossary for all trees unput.

RESULTS

The results of the project will be described in terms of the types of studies completed, in progress, and planned on the plot. These will be lumped into categories which are not entirely distinct from one another. The purpose here is not to summarize data, but to give an impression of the value of the plot in stimulating research.

Plant Inventory

A total of 13,689 trees have been mapped on the plot within 660 20×20-m quadrats. Approximately 36 additional quadrats are being added to the plot on the south side where gibbon group A sometimes ranges off the plot. The trees have all been tagged and mapped and input to the database. The density of trees over 10 cm dbh is 518.5 per ha. Woody plants less than 10 cm have not been included, but may be included at the first recensis which is planned for 2005.

The following is a list of the numbers of species of woody plants so far collected:

Total number of specimens of reproductive material:	783
Total number of species collected:	205
Total number of tree species:	157
Trees identified to species:	136
Unidentified:	21
Total number of woody climbers:	44
WC identified to genus or species:	31
WC unidentified:	13

Additional effort is now being devoted to the collection and identification of woody climbers (lianas). Many of which are also important gibbon foods. It is expected that the number of species of climbers will be at least doubled.

A study of the ecological distribution of lichens on the plot has been initiated by students in collaboration with Ramkhamhaeng University biologists.

Gibbon Diet and Foraging

A complete inventory of the plant species consumed by gibbons, and the characterization of all fruit species consumed in terms of structure, size and shape, color, position in the canopy, etc. has been completed by Ms. Chuti-On Kanwuttanakid, a M.Sc. student at Mahidol University. Gibbons have been seen to consume a total of 58 species of plants, of which 6 are consumed as leaves, 48 as fruits, and 3 as flower parts. A total of 58 species of fruit seeds are swallowed by the gibbons and have been found in feces. Many of these are still unidentified. Several other species of fruits known to be consumed by gibbons (Whitington and Treesucon, 1991) were not seen during the study, probably because not all species fruit in a given year.

It is confirmed that gibbons are predominantly frugivorous. The diet of the gibbons changes from month to month, and usually a given species of fruit is consumed for only 2 to 4 weeks. An exception to this is the fruit *Choerospondias axillaris*, which is consumed from about July into November. This species is in fruit when there are relatively few kinds of other fruit available, and the gibbons are choosing large quantities of leaves. During any one month, the gibbons consume only a few types of fruit.

Although gibbons are capable of consuming a variety of fruit types, the typical gibbon fruit is a drupe that may be covered by a skin or by a thick cover that must be removed by the

teeth or hands before it can be swallowed. Some fruits have a core of several relatively large seeds that are usually swallowed, such as *Garcinia*, *Sandoricum* and *Platymitra*. Gibbons also will consume relatively small fleshy fruits that may also be consumed by birds, such as *Tarenna* sp., an understorey tree. This species has many tiny seeds, and so birds may be the most common dispersers. Fruits with covers which must be removed are probably consumed primarily, or only, by mammals, and many of these were almost entirely harvested by gibbons, which were always aware of their locations as soon as they were ripe.

A detailed study of foraging behavior, using the numbered trees on the plot to map foraging pathways, has not so far been carried out. Such a study will depend on the availability of detailed maps and the ability to digitize and plot ranging patterns. The database programs and mapping capability have not yet been developed to this stage.

Plant-Animal Relations

A preliminary study has been carried out on the dispersal and regeneration of *Nephelium melliferum* Gagnep. (Sapindaceae). This species was selected for a detailed study, as it is highly prized by gibbon in April and early May, and preliminary observations by Whitington (unpublished M.Sc. thesis) indicated that gibbons were virtually the sole dispersers. In addition, Brockelman (unpublished) has observed the fruiting behavior of about 40 trees on the plot for over 8 years. During 1997, M.Sc. student Pimpanas Vimukyayon followed and observed group A foraging during the fruiting cycle of *Nephelium melliferum*, and marked the locations of all seeds dropped in the feces by members of the group *in situ* with small bamboo stakes. She observed the germination of the seeds and followed the survival of the seedlings every 2 weeks for a year. The purpose of this was to determine if seeds falling in different locations and distances from adult trees germinated and survived at different rates.

A study of consumption, survival and distribution of seeds of *Choerospondias axillaris* (Anacardiaceae), which fruits during May to November, was begun by Pranom Kunsakorn in July of 1997 and continued through two fruiting seasons to November of 1998. This species is known to be consumed by gibbons on the tree and by deer and other ground frugivores after the ripe fruits fall on the ground. Arboreal frugivores were observed eating the fruits during the day, and nocturnal terrestrial frugivores were studied by observing tracks in freshly-raked soil in strips below the perimeters of selected tree crowns. Ground consumption was also studied by sampling fruit fall both in 1-m^2 net traps and by exclusion of large frugivores using 1-m high fencing (with plastic window screen) around selected trees. Ten fruiting trees were selected for study, and half of these were fenced. Seed dispersal by sambar deer was studied by searching for the characteristic piles of regurgitated seeds at their bedding sites in the forest. Dispersal of seeds by gibbons was studied in 1998 by following gibbons about the forest and marking defecated seeds *in situ* with small bamboo stakes.

Other Studies

We may consider human harvest to fall into the category of plant-animal relations. A study of the harvest of the tree which produces mai hom, *Aquilaria crassna* Pierr ex H. Lec (Thymelaeceae), has been initiated by Christie Young, a collaborating student from Yale University. The density of *Aquilaria* trees on the plot is about one per ha. Poaching of these trees has increased markedly since the financial crisis began in 1997, and is organized by gangs of poachers which roam through every part of the park looking for mai hom (or gritsana) trees to chop apart. Christie Young is attempting to determine the exploitation rate on the trees and the effects on reproduction.

Legal chemical prospecting on the plot has been carried out a low level, and a total of at least 60 species in 36 families of vascular plants have been collected for analysis. Results from testing for pharmacological properties are not yet available.

DISCUSSION

The Mo Singto plot was the first large FDP to be established with the primary objective of studying plant-animal relations. Several studies in this area have been initiated, but they have only scratched the surface of this very large and complex subject. The initial priorities have been the inventory of plants, beginning with large trees, and now being extended to lianas, small woody plants, and later the ground flora including tree seedlings.

The study of forest tree dynamics, including the effects of herbivores, frugivores, etc., requires that small trees down to seedling size be mapped on the plot in order to analyze recruitment. It is intended that smaller stems be mapped in the future, but the first priorities are deemed to be the tree inventory and dietary analysis of gibbons and other arboreal animals.

Who is entitled to carry out research on the Mo Singto plot? The answer is virtually anyone who has a proposal with scientific merit and who cooperates, and preferably collaborates, with other researchers who are presently using the plot. We welcome prospective researchers from other institutions inside Thailand, and from foreign institutions, to contact us if they have a strong interest in joining the research team. All researchers have the responsibility of obtaining prior permission from the Royal Forest Department, and foreign researchers also need to apply for permission to do research to the Foreign Researcher Section of the National Research Council of Thailand.

ACKNOWLEDGEMENTS

This project was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 239001, by a Senior Fellowship award from the National Science and Technology Development Agency to W. Y. Brockelman, and by the Institute for Science and Technology for Research and Development, Mahidol University.

REFERENCES

BROCKELMAN, W. Y., U. REICHARD, U. TREESUCON, AND J. J. RAEMAEKERS. 1998. Dispersal, pair formation and social structure in gibbons (*Hylobates lar*). Behavioral Ecology and Sociobiology 42: 329-339.

CONDIT, R. 1998. Tropical Forest Census Plots: Methods and Results from Barro Colorado Island, Panama and a Comparison with Other Plots. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

HUBBELL, S. P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. Science 203: 1299-1309.

HUBBELL, S. P. 1980. Seed predation and the coexistence of tree species in tropical forests. Oikos 35: 214-229.

HUBBELL, S. P., R. CONDIT AND R. B. FOSTER. 1991. Presence and absence of density dependence in a neotropical tree community. Proc. Roy. Soc. London B 330: 269-281.

MANOKARAN, N., J. V.LAFRANKIE, K. M. KOCHUMMEN, E. S. QUAH, J. E. KLAHN, P. S. ASHTON AND S. P. HUBBELL. 1990. Methodology for the Fifty Hectare Research Plot at Pasoh Forest Reserve. Forest Research Institute Malaysia, Research Pamphlet No.104, Kepong, Malaysia.

WHITINGTON, C. L., AND U. TREESUCON. 1991. Selection and treatment of food plants by white-handed gibbons (*Hylobates lar*) in Khao Yai National Park, Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 39: 111-122.

STATUS AND ROLES OF SUBADULT MALES IN GIBBON GROUPS (*HYLOBATES LAR*)

***Udomlux Suwanvecho*[1] *and Warren Y. Brockelman*[2]**

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

[2]Center for Conservation Biology, Institute of Science and Technology for Research and Development, Mahidol University, Salaya, Nakhonpathom 73170

บทคัดย่อ

สถานภาพและบทบาทของชะนีเต็มวัยเพศผู้ที่ยังไม่มีคู่ในกลุ่มชะนีมือขาว

อุดมลักษณ์ สุวรรณเวโช[1] และ วรเรณ บรอดเคลแมน[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]ศูนย์ชีววิทยาเชิงอนุรักษ์ธรรมชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นครปฐม 73170

ระหว่างปี 2538-2539 ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการบรรลุภาวะเต็มวัยของชะนีมือขาว (*Hylobates lar*) ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยศึกษาชะนีมือขาว 3 กลุ่ม คือ เพศผู้เต็มวัย เพศเมียที่ยังไม่มีคู่ (วัยกึ่งเต็มวัย) และวัยเด็ก ทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมสังคม สัดส่วนของเวลาที่ชะนีใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ระยะห่างระหว่างชะนีแต่ละตัวภายในกลุ่ม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างชะนีวัยกึ่งเต็มวัยและวัยเด็กตอนปลาย กับคู่ชะนีผัวเมียในกลุ่ม

ผลการศึกษาพบว่าชะนีกึ่งเต็มวัยยังคงมีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่มอย่างต่อเนื่องอีกเป็นเวลาหลายปีภายหลังบรรลุภาวะเต็มวัยทางกายภาพ เนื่องจากชะนีอาศัยเป็นครอบครัวเล็ก ๆ ตกลูกครั้งละ 1 ตัวทุก 3 ปี และชะนีแต่ละกลุ่มมีอาณาเขตเฉพาะ ดังนั้นชะนีวัยเด็กจึงไม่มีเพื่อนเล่นวัยเดียวกันอยู่ภายในหรือนอกกลุ่ม ชะนีกึ่งเต็มวัยใช้เวลาส่วนหนึ่งในการดูแลขนและเป็นเพื่อนเล่นกับชะนีวัยเด็ก นอกจากนี้ชะนีกึ่งเต็มวัยเพศผู้ยังร่วมกับชะนีตัวผู้เจ้าของกลุ่มในการป้องกันอาณาเขตจากกลุ่มชะนีเพื่อนบ้าน อย่างไรก็ตามสถานะภายในกลุ่มของชะนีกึ่งเต็มวัยเพศผู้ก็เปลี่ยนไปภายหลังบรรลุภาวะเต็มวัยทางกายภาพ กล่าวคือ พวกมันจะอยู่ห่างจากคู่ชะนีผัวเมียและชะนีวัยทารก และจะถูกกันออกจากต้นไม้ที่กลุ่มชะนีกำลังหากินอยู่โดยชะนีตัวผู้เจ้าของกลุ่ม จากการศึกษาสรุปได้ว่าชะนีกึ่งเต็มวัยในประชากรชะนีมือขาวแห่งนี้จะยืดเวลาการแยกครอบครัวจากกลุ่มเดิมภายหลังบรรลุภาวะเต็มวัยทางกายภาพ คู่ชะนีผัวเมียจะไม่ขับไล่ชะนีกึ่งเต็มวัยออกจากกลุ่ม โดยการมีชะนีกึ่งเต็มวัยในกลุ่มจะยังประโยชน์ให้กับคู่ชะนีผัวเมียและลูกชะนีวัยเด็ก

คำหลัก: ชะนีมือขาว, พฤติกรรมสังคม, วัยกึ่งเต็มวัย, การบรรลุภาวะเต็มวัย

INTRODUCTION

The pattern of dispersal is crucial to primate social organizations in two ways: (1) it substantially affects the mating system; and (2) has considerable effect on group size and composition. The significance of dispersal on the mating pattern is obvious, since a successful dispersal is expected to result in an opportunity to breed and raise young in a new area. It is also clear that dispersal patterns have a crucial effect on variation of group size in different kinds of social system. In most primates societies, group size is proximately directed, not only by the number of births in the group, but also by the number of grown offspring that remain in or disperse out of the group, (natal dispersal), or the number of unrelated individuals that move in or out of the group (secondary dispersal). As dispersal, mating system, and social structure are closely related, a full understanding of social structure, and genetic relations can be achieved only with the understanding of both dispersal and mating patterns (Shields, 1987; Johnson and Gaines, 1990; Brockelman *et al.*, 1998).

The subadult period is probably the least well known part of the gibbons' life; for two reasons. First, the ages of young in wild groups are seldom known. Second, we have tended to think that subadult gibbons do not play any beneficial role in the group since they are forced out of their natal group immediately upon maturity by the same sexed adult, to find a mate and a new territory (Ellefson, 1974). This view of subadults and the natal dispersal process

follows from the rigid nuclear family concept, long held as a simplified view of the gibbon social system, beginning with the pioneering field studies of Carpenter (1940) and Ellefson (1974). Most subsequent studies of other gibbon species appeared to support this simple picture as gibbons were assumed to be monogamous, live in small nuclear family groups, and maintain an actively defended territory (see review by Brockelman and Srikosamatara, 1984; Leighton, 1987; Chiver and Raemaekers, 1980; Dunbar, 1988). Despite their relatively short duration that included study of only one or two groups, these previous field studies have tended to perpetuate our previous assumption of the social structure of gibbons.

Currently, however, the traditional views have increasingly been challenged. Recent reports on pair formation, mate desertion and repairing in wild population (Palombit, 1994b; Brockelman *et al.*, 1998) have challenged the rigid nuclear family concept. Moreover, based on their pioneering longitudinal observations, Brockelman *et al.* (1998) documented 6 dispersal events from a population of white-handed gibbons in Khao Yai National Park, central Thailand. They found that subadult young reached physical maturation at an age of about 8 years and spent an average of 2 years on the parental territory after reaching physical maturity. Therefore, they argued that facultative delayed dispersal is characteristic of gibbons which is influenced by both internal and external factors. This new observation of ages of maturation and dispersal in gibbons has surprised many workers because it had been previously assumed that wild gibbon development corresponded more closely with that seen in captivities, in which subadults have aparently reached maturation and adulthood at 6 years (Leighton, 1987; Geissmann, 1991).

The dispersal opportunities of subadults are limited in saturated environments where the density is at the maximum level. The population of white-handed gibbons in Mo Singto, which has been studied continuously since 1978 is at maximum density, and there is little vacant forest area which is not being defended by an existing group. In this study population the resident breeding adults show considerable tolerance toward young individuals of potential breeding age. It was suggested that the increase in age of dispersal, as well as longer interbirth interval appears to be the main mechanism of achieving population control in gibbons (Brockelman *et al.*, 1998).

Our study was intended to document the maturation process of subadults and to evaluate their social roles in their groups. For comparison, we also observed juvenile gibbons within the same groups. The information we present highlights the differences between animals in the proportion of time spent in various social behaviors with other members of the group, distances between individuals, and on their interactions with the adults.

STUDY AREA

Study Site

The Mo Singto study site is located at 14° 26′ N, 101° 22′ E, about 1 km west of the park headquarters. The site is hilly and well drained, surrounded by wet evergreen tropical forest with the elevations from 730 to 860 m above sea level. The annual precipitation is over 3,000 mm.

Pig-tailed macaque (*Macaca nemestrina*) and slow loris (*Nycticebus coucang*) are the only other primates sharing the habitat with gibbons. Other mammals include: common wild pig (*Sus scrofa*); several members of the family Viverridae such as the large Indian civet (*Viverra zibatha*) and binturong (*Arctictis binturong*); sambar dear and common barking deer (*Cervus unicolor and Muntiacus muntjak*), porcupines (*Hystrix brachyura and Atherurus macrourus*), black giant squirrel (*Ratufa bicolor*) and other squirrels. Tigers (*Panthera tigris*), bears (*Selenarctos thibetanus* and *Helarctos malayanus*) and elephants (*Elephas maximus*) were also regular visitors to the study site.

The Mo Singto area has been the site of ongoing gibbon studies since 1979. The core research area consists of about 70 ha of forest that covers the home range of 3 groups of gibbons: group A, group B and group C. The neighboring gibbon groups that surrounding the main study groups are: group H, N, E, M, D, K, L and G.

Study Groups

Study groups A and C each contained a subadult male (Amadeus and Christopher) and group B contained a subadult female (Brenda); all three groups contained one 4-5-yr old juvenile (Aran (male); Caleb (female); Benedetta (female)). Age-sex composition of the study groups is given in Table 1.

Table 1. Age-sex composition of study groups (* age at December 1995)

Group	Animal	Age-class	Sex	Color	Age*	Name
A	A0fL	adult	female	buff	>27y	Andromeda
A	F1mD	adult	male	black	20y-11m	Fearless
A	A3mD	subadult	male	black	8y-2m	Amadaeus
A	A4mL	juvenile	male	buff	5y-3m	Aran
A	A5fL	infant	female	buff	2y-2m	Akira
B	B0fD	adult	female	black	>29y	Bridget
B	C2mL	adult	male	buff	12y-1m	Chet
B	B4fL	subadult	female	buff	8y-1m	Brenda
B	B5fD	juvenile	female	black	4y-0m	Benedetta
B	B0mD	adult	male	black	>29y	Bard
C	C0fD	adult	female	black	>25y	Cassandra
C	C0mL	adult	male	buff	>22y	Cassius
C	C3mD	subadult	male	black	9y-0m	Christopher
C	C4fL	juvenile	female	buff	5y-0m	Caleb
C	C5fD	infant	female	black	2y-1m	Cyrano

Data Collection

A total of 66 days between December 1995 and July 1996 were spent for behavioral observation in the field. A total of 361 observation hours were spent with a total of 134, 110 and 117 hours of direct observation on groups A, B and C, respectively.

Behavioral Observation

Focal sampling, with an instantaneous recording method was adopted (Altmann, 1974; Martin and Bateson, 1986). Scan sampling method was used in addition. Behaviors were categorized as maintenance, singing, grooming, playing, aggression, and dispute. Maintenance behavior was subcategorized as resting, resting with body contact, traveling, and feeding. Singing was subcategorized to solo singing, duet singing and group singing. Grooming was subcategorized as active grooming and passive grooming (being groomed). Play was subcategorized as auto play and social play. Playmates were also recorded. Aggression was subcategorized as chasing, displace and biting. Dispute was subcategorized as sit opposite, singing, chasing and passive. When the focal animal was out of sight, it was recorded as "loss". The Ad libitum recording method was used whenever necessary.

The focal animal of each sampling was a subadult or juvenile. The sampling interval was 1 minute. When an individual was sampled for 1 hour (60 samples) the focal animal was switched to the another one.

Scan sampling was used with a 15-minute interval. Distance, in relation to location of the focal animal, and behavior of each member in the group was recorded. The distances were categorized as: 0-1 m, 1-5 m, 5-10 m, 10-20m, 20-50 m, 50-100 m and >100 m.

Index of Association

The association between animal pairs can be measured by the formula: $NAB / NA + NAB$ (Martin and Bateson, 1986); where, *NAB* is measured as the number of occasions that

animal A was within 10 m from the focal animal, while *NA* is the number of occasions that animal A was further than 10 m.

RESULTS

Distance

Subadult males stayed farther from the adult pair than did juveniles. On at least one occasion, they were observed to be farther than 100 m from the group. Subadult female B4f had a relatively close relationship with the adult pair.

The subadult male A3m stayed close to the adult male more frequently than to other members (3%). He was observed to be farther than 100 m from his group in only about 0.4% of observations. Subadult male C3m was observed to be farther than 100 m from his group in about 1% of observations and was never observed to stay within 1 m from the adult female or male. Subadult female B4f was never observed to be farther than 100 m from the group.

The juvenile from groups A and C tend to have closest association with the younger ones in their group. However, in group B, where there was no animal younger, juvenile B5f stayed closer to B3 than to other members of B group.

The coefficient of association (Martin and Bateson, 1986) was used to measure the level of association between pairs of animals. Subadults had a lower index of association with the adult females and the adult males than the juveniles did (Table 2).

Table 2. Coefficients of association between focal animals and the adults

Adults	Index of association	
	Subadult A3m	Juvenile A4m
Adult female A0f	0.44	0.70
Adlut male F1m	0.46	0.66
	Subadult B4f	Juvenile B5f
Adult female B0f	0.52	0.60
Adult male C2m	0.47	0.55
	Subadult C3m	Juvenile C4f
Adult female C0f	0.29	0.71
Adult male C0m	0.29	0.70

Grooming

Subadults spent time grooming the juveniles and other members of the groups (Fig. 1). Grooming partners of subadults and juveniles, except the subadult male C3m from group C, are included all members in their group. The subadult male A3m was groomed most frequently by the adult male (58%), while he groomed the juvenile male A4m most often (14%). The subadult female B4m was groomed most often by the adult female (22%), while she groomed the adult male B0m most often (49%). Grooming partners of the subadult male C3m included only the juvenile female C4f.

Playing

Subadult males spent much less time in play behavior than the juveniles of the same group (Fig. 2). Playmates of subadults were always the younger members of their own groups whiie playmates of juvenile males included all individual in their groups, as well as the young from neighboring groups. Play between subadult and juvenile was usually more vigorous than play that involved the infant. On one occasion a play bout between the subadult and juvenile of group A that occurred on the ground was observed. It lasted about 20 minutes, and included chasing back and forth, biting and grasping. Three other incidents of play between the subadult and juvenile of group A that occurred on the ground were observed by other researchers as well.

Coordination between Subadult Males and Adult Males during Intergroup Encounter

During intergroup encounters, both subadult males had a high coordination with the adult males (Table 3). The level of coordination between the adult males to the subadult males during dispute bouts was also the highest (Table 4).

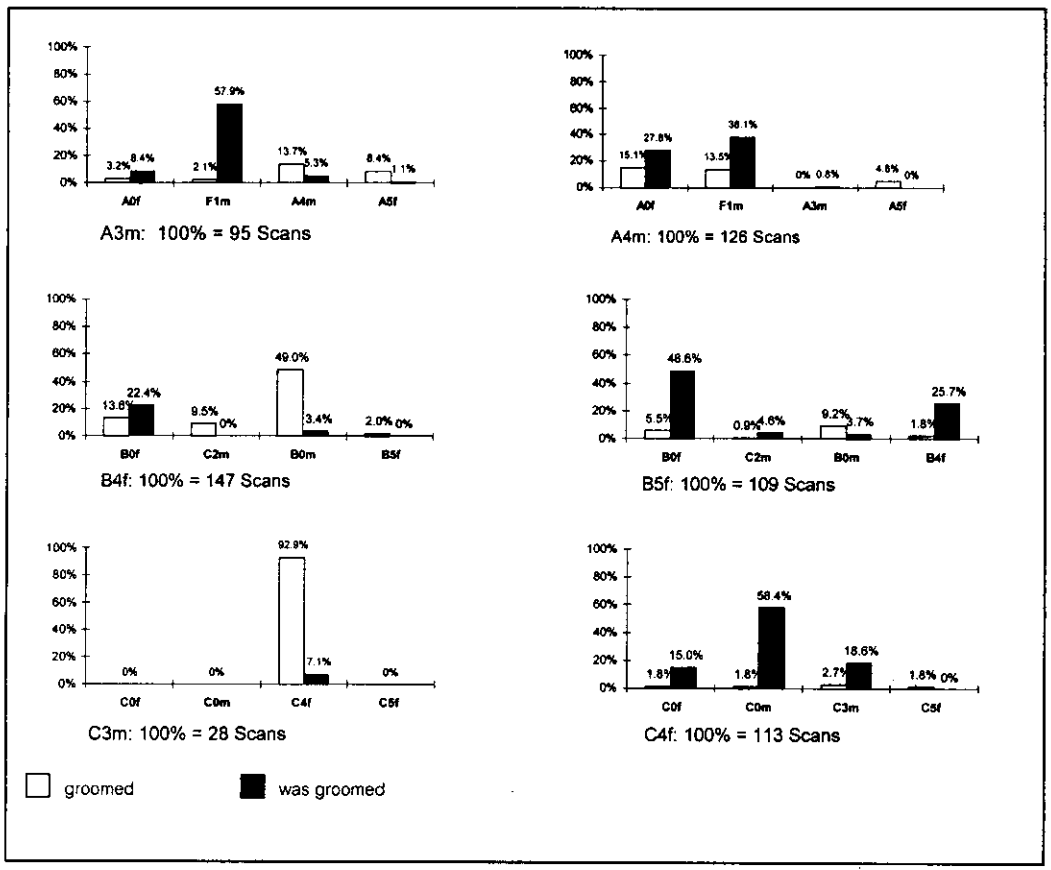


Fig. 1. Percentage of time the focal animals spent grooming with other individuals

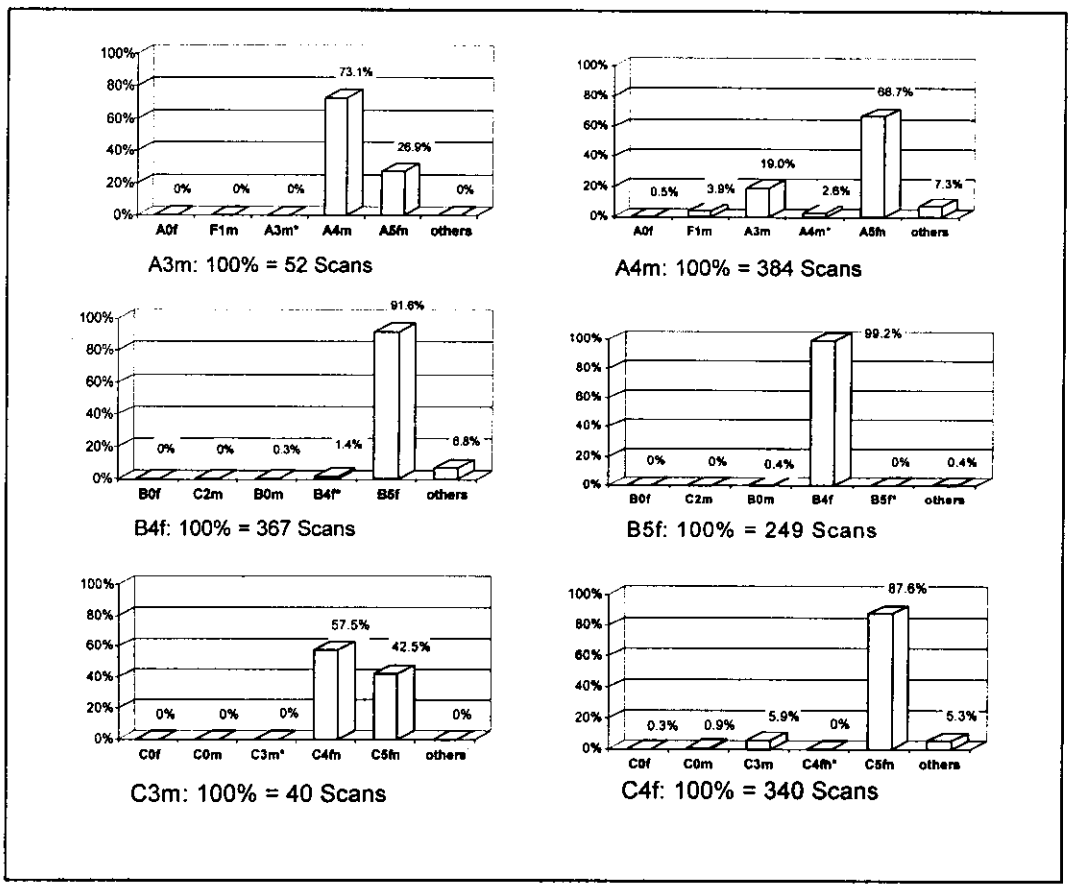


Fig. 2. Percentage of time the focal animals spent in play with other individuals

Table 3. Behavior coordination between subadult males and other individuals in their groups during intergroup encounter

	% of time having same behavior			
	Adult female	Adult male	Juvenile	Infant
A3m	21.1	75.0	19.0	0
C3m	36.4	60.0	57.1	23.8

Table 4. Behavior coordination between adult males of group A and C and other individuals in their groups during intergroup encounter

	% of time having same behavior			
	Adult female	Subadult male	Juvenile	Infant
Adult male of group A	28.6	69.2	23.8	11.1
Adult male of group C	71.4	82.4	61.5	35.7

DISCUSSION

Subadult male had different way of associating with the adults than the juvenile did. Kleiman (1981) believed that in obligately monogamous species there should be reciprocal benefits existing between breeding adult pair and mature offspring that remain in the group. In marmosets and tamarins, which are frequently monogamous, kin other than offspring may aid in rearing young (Goldizen, 1987). The findings of this study indicate that the major benefits of subadult to the adult pair are (1) help in territorial defense; and (2) improved physical and social development of juveniles through play and grooming.

Teneza (1975) and Tilson (1981) observed the expansion of a kloss gibbon territory in accompaniment of subadults. Chivers and Raemaekers (1980) suggested that aid in territory defending was the major benefit of having extra subadults in the group. With the assistance of subadult males during intergroup encounter, it is more difficult for a neighboring group to gain extra territory. Therefore, the chance of being displaced of the resident adult male is probably reduced (Brockelman *et. al.*, 1998). An additional benefit that the adult male might also gain by having subadults in the territory is increasing the opportunities for extra-pair copulations with neighboring adult females (Reichard, 1995). This study confirms that subadult males cooperated with the adult male during intergroup encounter bout.

Subadults had closer relationships with the younger sibling than with the adults, especially in play behavior. Ellefson (1974) observed that social play in gibbons was usually very acrobatic. Fagen (1981) suggested that acrobatic social play was important for the locomotory ability and coordination improvement, as well as development of social relationships. In this study, subadults played with the juveniles more frequently than with the infants. Moreover, play between the subadult and juvenile was observed to be more violent than between the juvenile and infant. This suggests that the subadult acquired the role of playmate of the juvenile, for the juvenile's interest. This is an indirect benefit subadults provide to adults in reciprocal to that the adults allowed them to remain in the group after maturation.

Even though, in other primates, grooming has an additional social functions in addition to the sanitary function (Carpenter, 1940; Seyfarth, 1977), grooming in gibbons has been suggested to serve as primarily a hygienic rather than a social function (Reichard and Sommer, 1994). In this study, young gibbons are groomed by the subadults much more than they groom. This finding fits with Reichard and Sommer (1994). This suggests that the extra subadult in the group may reduce the work load of the adult pair by helping them to groom the young. The correlations between distribution of grooming behavior over the day of subadults and juveniles of groups B and C support this statement.

Grooming in gibbons probably also functions in pair-bond maintenance. The subadult male A3m, who had higher index of association and coordination with the adult male and other group members, and who received less aggression from the adult male than the subadult male C3m, was observed to be groomed by the adult male with a high frequency. This suggests that, between adult and subadult male of group A, grooming might also serve as a social function in promoting bonding.

CONCLUSIONS

Subadults are not peripherized and excluded from the group upon maturity, as commonly maintained, but remain within the group for up to several more years and interact with other group members. Subadults spent time grooming and playing with the juveniles. As births are at least three years apart in gibbon groups, juveniles have no same-aged playmates within their groups, and play between young of neighboring groups is infrequent. Another benefit to other group members provided by subadult males was help in defending the territory against neighboring groups. Subadult male behavior correlated closely with male behavior during intergroup conflicts, and the subadult and adult male of group A groomed each other frequently. The status of the subadult males in the group, however, was not the same as that of juveniles. They maintained greater distance from the adult females and infants, and were often excluded from feeding trees by the adult male.

Khao Yai population is observed to be stationary and at carrying capacity. This population is characterized by very late age at maturity, high survivorship at all ages and low birth rate. Delayed dispersal of subadults is normal in this population, and these individuals have a special status characterized by toleration by the adults, and provision of benefits to adults and siblings.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 540018.

REFERENCES

ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour 49: 227-265.

BROCKELMAN, W. Y. AND S. SRIKOSAMATARA. 1984. Maintenance and evolution of social structure in gibbons. In PREUSCHOFT, H., D. J. CHIVERS, W. Y. BROCKELMAN AND N. CREEL (eds.), The lesser apes: evolutionary and behavioral biology. Edinburgh University Press, Edinburgh. 298-323 pp.

BROCKELMAN, W. Y., U. REICHARD, U. TREESUCON AND J. J. RAEMAEKERS. 1998. Dispersal, pair formation and social structure in gibbons (*Hylobates lar*). Behav. Ecol. Sociobiol. 42: 329-339.

CARPENTER, C. R. 1940. A field study in Siam of the behaviour and social relations of the gibbon (*Hylobates lar*). Comparative Psychology Monographs 16(5): 1-212.

CHIVER, D. J. AND J. J. RAEMAEKERS. 1980. Long-term changes in behaviour. In CHIVERS, D. J. (ed.), Malayan forest primates - ten years' study in tropical rain forest, Plenum Press, New York. 209-260 pp.

DUNBAR, R. I. M. 1988. Primate social systems. Croom Helm, London.

ELLEFSON, J. O. 1974. A natural history of white-handed gibbons in the Malayan Peninsula. In RUMBAUGH, D. M. (ed.), Gibbon and Siamang, Vol. 3. Karger, Basel. 1-136 pp.

FAGEN, R. M. 1981. Animal play behavior. Oxford University Press, Oxford.

GEISSMANN, T. 1991. Reassessment of age of sexual maturity in gibbons (*Hylobates* spp.). Am. J..Primatol. 23: 11-22.

GOLDIZEN, A. W. 1987. Facultative polyandry and the role of infant-carrying in wild saddle-backed tamarins (*Saguinus fuscicollis*). Behav. Ecol. Sociobiol. 20: 99-109.

JOHNSON, M. L. AND M. S. GAINES. 1990. Evolution of dispersal: theoretical models and empirical tests using birds and mammals. Annu. Rev. Ecol. Syst. 21: 449-480.

KLEIMAN, D. G. 1981. Correlations among life history characteristics of mammalian species exhibiting two extreme forms of monogamy. In ALEXANDER, R. D. AND D. W. Tinkle (eds.), Natural selection and social behavior: recent research and new theory, Chiron Press, New York. 332-334 pp.

LEIGHTON, D. R. 1987. Gibbons: territoriality and monogamy. In SMUTS, B. B., D. L.CHENEY, R. M. SEYFARTH, R. W. WRANGHAM AND T. T. STRUHSAKER (eds.), Primate societies (pp. 135-145), University of Chicago Press, Chicago and London.

MARTIN, P. AND P. BATESON. 1986. Measuring behavior: an introductory guide. Cambridge University Press, Cambridge.

PALOMBIT, R. A. 1994b. Dynamic pair bonds in Hylobatids: implications regarding monogamous social systems. Behaviour 128(1-2): 65-101.

REICHARD, U. AND V. SOMMER. 1994. Grooming site preferences in wild white-handed gibbons (*Hylobates lar*). Primates 35: 369-374.

REICHARD, U. 1995. Extra-pair copulations in a monogamous gibbon (*Hylobates lar*). Ethology 100: 99-112.

SEYFARTH, R. M. 1977. A model of social grooming among adult female monkeys. Journal of theoretical Biology 65: 671-698.

SHIELDS, W. M. 1987. Dispersal and mating systems: investigating their causal connections. In CHEPKO-SADE, B. D. AND Z. T. HALPIN (eds.), Mammalian dispersal patterns, University of Chicago Press, Chicago. 3-24 pp.

TENAZA, R. 1975. Territory and monogamy among Kloss' gibbons (*Hylobates klossii*) on Siberut Island, Indonesia. Folia Primatologica 15: 201-211.

TILSON, R. L. 1981. Family formation strategies of Kloss' gibbons. Folia Primatologica 35: 259-287.

ASSESSING THE STATUS AND DISTRIBUTION OF A POTENTIAL UMBRELLA SPECIES FOR BIODIVERSITY CONSERVATION: THE INDOCHINESE TIGER (*PANTHERA TIGRIS CORBETTI*) IN HABITAT REMNANTS IN THAILAND

Antony J. Lynam[1] Alan Rabinowitz[2] and Warren Y. Brockelman[3]

[1]Wildlife Conservation Society – Thailand Program, P.O. Box 170, Laksi, Bangkok 10210

[2]Wildlife Conservation Society, International Programs, 2300 Southern Blvd, Bronx, New York, USA 10460

[3]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Salaya, Nakornpathom 73170

บทคัดย่อ

การประเมินสภาวะและการแพร่กระจายของสัตว์ผู้คุ้มกัน เพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ: กรณีเสือโคร่งอินโดจีน (*PANTHERA TIGRIS CORBETTI*) ในแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหลือเพียงเล็กน้อยในประเทศไทย

แอนโทนี่ เจ ไลนัม[1] อลัน เรบินโนสวิท[2] และ วรเรณ บรอคเคลแมน[3]

[1]สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย ตู้ ปณ. 170 หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

[2] Wildlife Conservation Society, International Programs, 2300 Southern Blvd, Vronx New York USA 10460

[3]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นครปฐม 73170

สัตว์ผู้คุ้มกันภัย หมายถึง สัตว์ที่มีอาณาบริเวณที่อยู่อาศัยกว้างใหญ่ หรืออยู่ในสภาพนิเวศหลายแบบ การอนุรักษ์แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ผู้คุ้มกันภัยจะช่วยอนุรักษ์สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นด้วย สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมผู้ล่าขนาดใหญ่ เช่น เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) อาจเป็นผู้คุ้มกันที่เหมาะสมสำหรับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างไรก็ตาม เสือโคร่งได้หายไปอย่างฉับพลันจากบริเวณแหล่งที่เคยแพร่กระจาย เสือโคร่งถูกจำกัดให้อยู่ในบริเวณที่เล็กลง ๆ แต่ไม่มีใครรู้ขนาดเนื้อที่ที่จำเป็นต่อการอยู่รอดของประชากรเสือโครง และเพื่อการอนุรักษ์เสือโคร่งและตรวจสอบประโยชน์ในการเป็นสัตว์ผู้คุ้มกัน วิธีการมาตรฐานสำหรับการประเมินสภาวะเสือโคร่งในแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหลือเพียงเล็กน้อยจึงได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาตั้งแต่ปี 2540 โดยเริ่มจากความพยายามในการรวบรวมข้อมูลที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับสภาวะและการแพร่กระจายของเสือโคร่งในประเทศไทย การสัมภาษณ์ชาวบ้านในท้องถิ่น ตามด้วยการสำรวจร่องรอย ในการนี้ กล้องดักถ่ายภาพด้วยรังสีอินฟราเรดได้ถูกนำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับความชุกชุมของเสือโคร่งและเหยื่อ และระดับของกิจกรรมมนุษย์ ผลการสำรวจในใจกลางป่าในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ของประเทศไทยให้ผลที่ไม่คาดคิด โดยในบริเวณหลักของเขตอนุรักษ์สองแห่ง คือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาเขียวและอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีความหนาแน่นของเสือโคร่งต่ำกว่าที่คาดไว้ ขณะที่ป่าในแนวเขตไทย-มาเลเซียมีความหนาแน่นของเสือโคร่งสูงกว่า เสือโคร่งจึงน่าจะเป็นสัตว์ผู้คุ้มกันสำหรับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ แต่การล่าสัตว์ที่เป็นอาหารของเสือโคร่งเป็นสิ่งที่คุกคามความอยู่รอดของเสือโคร่งในป่าเมืองไทย

คำหลัก: สัตว์ผู้คุ้มกันภัย, สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่, เสือโคร่ง, การอนุรักษ์

INTRODUCTION

Focal species are those which draw attention to the importance of a particular area, for example for its high diversity or concentration of endemic. Thailand's protected area system is both extensive (covering 14% of land area) and costly to maintain. An important question for reserve design is "do there exist certain species that are associated with places of high biodiversity". If the answer is yes such species may be used to indicate the biodiversity hotspots and suggest where conservation management efforts should be concentrated. The development of methods for assessing the presence of such species should be a priority for research.

Large carnivores such as bears and large cats have been proposed as suitable focal species for conservation (Miller *et al.*, 1999). Asian tigers for example, occur over a diverse set of ecological and physical conditions including habitats which span the full spectrum of disturbance conditions (Schaller, 1967; Dinerstein *et al.*, 1997). Tigers are found in coastal mangroves, lowland rainforests, dry forests, and montane forests at high elevation. They are

found in undisturbed core areas of reserves as well as edge habitats adjacent to human settlements, and potentially cross over gaps between habitat patches in heavily fragmented agricultural landscapes (Karanth, 1987). Tigers appear to be generally adaptable to any environment with sufficient vegetative cover, water and prey to support them (Schaller, 1966). Tigers have high energetic demands, the average individual requiring 3000 kg of meat/year to support itself (Karanth, 1987). The presence of tigers in a place may indicate the existence of intact mammal food chains and complete mammal assemblages there.

Seven of the fourteen range countries that support tigers are in Southeast Asia; southern China, Vietnam, Cambodia, Lao PDR, Thailand, Malaysia and Myanmar. Despite wide-ranging efforts since the 1970's to document tiger populations in India (Karanth, 1987), and estimates that Indochinese tigers (*Panthera tigris corbetti*) in this region number only 1,180–1,790 (Jackson, 1997), the status of wild Indochinese tigers is relatively unknown (Rabinowitz, 1999). Information on tiger status is badly needed since populations across their range are being decimated and lost as a result of habitat loss and fragmentation, hunting to supply an international trade in traditional medicines, and overhunting of wildlife species which serve as prey for tigers.

Some priorities for biodiversity conservation in Thailand are; (1) to define where tigers exist in landscape forest remnants, (2) to decide whether tigers represent umbrella species for the conservation of large mammal diversity, (3) to determine the human activities threaten tigers, and (4) to implement plans for the protection of tigers in remnant habitats (Rabinowitz, 1999). In this paper we address the first two of these questions.

METHODOLOGY

Estimating the Limits of Tiger Populations from Hunting/Habitat Models

Using current information on vegetative cover from satellite imagery, the integrity of remnant habitats, and broad hunting patterns, suggests the potentially important areas for tigers and other large mammals within Thailand and across transboundary forests with neighbouring countries (Wikramanayake *et al.*, 1998). Eight disjunct area covering a total of 191,984 square kilometres in tropical dry, moist deciduous and moist evergreen forests made up a suite of potential tiger/large mammal priority areas (termed Tiger Conservation Units or TCU's) in Thailand and transboundary forests. Only 24% of these areas (45,224 square kilometres) currently receive some level of protection for wildlife and forests. If tigers are to be retained in protected and no-protected forests, different approaches will be required for their conservation.

Wildlife managers are also faced with the problem that tigers are not present in all areas where available habitat appears suitable (Rabinowitz, 1999). Using information on remnant vegetative cover to imply tiger populations can be misleading where tigers and their prey species have been extinguished by hunting (Redford, 1992), and where remnant habitats are too small to support tigers (Woodroffe and Ginsberg, 1998). For example, Thailand's remnant forests range up to 12,000 square kilometres in size but most are much smaller areas completely surrounded by lands converted for human use (Brockelman and Baimai, 1993). In India, tiger populations tend to go rapidly extinct in reserves below a critical minimum area of 135 square kilometres (Woodroffe and Ginsberg, 1998). A third of Thailand's habitat remnants are smaller than this area (Brockelman and Baimai, 1993) and are possibly devoid of tigers. Nevertheless, knowing where and how much potential tiger habitat is left provides a basis for directing conservation efforts.

Determining Tiger Status in Habitat Remnants

Where do tigers currently exist in remnant habitats and which areas no longer support tigers? Information from field surveys and other observations can be superimposed on the

priority areas to determine the gaps in knowledge. A recent review of the available literature and unpublished data identified 49 point locations where tigers were reported as either present or absent during the last 10 years in Thailand (Rabinowitz, 1999). These records were collected by observers with different levels of skill in identifying tigers and their sign, and most records were incidental observations, few from surveys dedicated to finding tigers. Therefore, some reports of tiger presence may have been based on misinterpretations of sign (see next section). Other reports of tiger absence may have missed tigers due to their rarity and/or inadequate survey effort. Consequently, the best available evidence for tigers in Thailand is presence-absence information, some of this is of dubious reliability, and there are large gaps in our knowledge of tiger distributions across Thai habitat remnants. For some putative priority areas there exists no information on tiger occurrence. All this suggests that further refining of the priority areas is required for them to serve as useful targets for tiger management.

Information from questionnaire surveys of protected area staff (Smith *et al.*, 1999) and previous research in Thailand (Rabinowitz 1993) implies viable populations of tigers in up to 19 spatially disjunct forest complexes. In 1996, the Biodiversity Research and Training Programme funded a research programme to refine the known distributions of large mammals in Thailand. This programme has targetted the habitat remnants within which populations of large mammals including tigers are thought to exist.

A relatively rapid way of assessing tiger status is to ask questions of the people living in and around forested areas. This can potentially provide useful information on the whereabouts of tigers, other carnivores and their prey species. A problem is that those who report tigers, including wildlife biologists, sometimes mistake the signs of other felids for tigers (Lynam *et al.*, 1999). Also, since tigers are a flagship species for conservation, there is a propensity for humans to report their presence even without reliable information. This can result in the scoring of tigers where they no longer exist or never existed in the first place. To glean information on potential presence of tigers, a standardized interview protocol was used to weed out reliable indirect evidence of tiger occurrence in Thailand habitat remnants from non-information. Responses to on-biased questions asked directly by trained interviewers provides information on the likely presence of tigers and their prey in and around reserves, and pointed to areas where information on tigers is lacking or uncertain and dedicated field surveys are needed to elucidate tiger status.

Counting Tigers by Their Tracks Or Stripes?

For a variety of reasons politicians, wildlife managers and the general public want to know how many tigers persist in the range countries. But counting individual tigers is fraught with difficulties (Karanth, 1987). The problem of misidentifying sign (tracks and scats) of tigers is compounded when attempts are made at counting individual putative tigers from their tracks. Repeated counts of the same individuals are made, densities are estimated and then extrapolated to obtain population size estimates.

While analysis of track characteristics holds promise for the estimation of wild felid populations (Grigione *et al.*, 1999), differences in substrates, weather and in the skill of the field worker can affect the accuracy of these estimates. The most convincing track-based estimates of carnivore populations to date have come from long-term studies of tigers in relatively small, well-defined areas in Nepal (McDougal, 1977) and Russia (Miquelle *et al.*, 1996). However, the accuracy of these counts depends once again on the level of experience of the field worker (Karanth, 1999). Currently there is no reliable method for distinguishing tigers from leopards via field inspection of tracks or scat (Duckworth and Hedges, 1998) nor is there a standard for identifying individuals from tracks, although resolution of DNA variation from scat can potentially provide markers for individuals (Karanth, 1999). In order

to use track counts to secure reliable information on tiger density (Karanth, 1987; Duckworth and Hedges, 1998), statistical models of the track characteristics of captive tiger and leopard tracks, tested in the field on tracks of known species and individual identity are required. Basically, the presence of tigers in an area may be inferred from the presence of very large tracks (length>120mm). However, counting tigers by their stripes rather than their tracks is proving a more reliable means for estimating tiger populations.

Camera-Traps as a Tool for Large Mammal Inventory

Camera-traps have been used to record wildlife since the early 1900's (Shiras III, 1906; Chapman, 1927; Champion, 1928) but only recently have they been seriously employed for wildlife inventory and ecological investigation. The most recent development in the field is *infrared-based camera traps*. These are self-contained units that run off alkaline or lithium cells. Two broad types are those which use *active* or *passive* infrared monitors. Active infrared requires an animal to pass through a beam transmitted between a sender and a receiver unit. Passive infrared involves a single sensor unit that detects a differential between ambient conditions and the body heat and motion of animals passing in front of the sensor.

Camera-traps are particularly suitable for detecting cryptic, rare and/or nocturnal species such as tigers and other large mammals. They have been used for determining carnivore presence-absence (Lopez-Gonzalez *et al.*, 1998) and inventory (Comforti and Smith, 1995), relative abundance (Lynam, 1996), absolute abundance (Karanth, 1995; Karanth and Nichols, 1998) and for monitoring/ activity patterns (Griffiths and Schaik, 1993). The advantages of camera-traps as a tool for carnivore survey is that large areas can be monitored by a few trained people, they are non-invasive and low-maintenance. The disadvantages are the high initial cost investment (commercially available infrared-based devices cost US$300-500 per unit), limited battery life, the risk of theft when left unattended in the field for extended periods, and difficulties of repair in the field. Technical nuances involved in the establishment of camera-traps in the field can only be fully realized through trial and error.

Camera-traps can be employed in surveys as sampling units for obtaining counts for tigers and their prey species at point locations within defined study areas. Aligned along transects they function as traplines, as would Sherman traps for small mammals. Replicate traplines can be used to obtain mark-recapture data for density estimation (Karanth and Nichols, 1998). Expert sampling (e.g. camera-traps placed at saltlicks, grasslands, or waterholes where prey are concentrated) can be done to detect the presence of rare species. Systematic sampling on grids or webs can provide information on abundance, and facilitate comparisons between study areas and habitat types.

Camera-Trapping of Tigers and Other Large Mammals in Thailand

Using passive infrared camera-traps (Camtrakker™, Camtrak South Inc. Georgia, USA) tigers and other large mammals were surveyed in three large Thai forest remnants between March 1998 and July 1999; Belum-Balahala transboundary complex (2,600 sq.km), Phu Khieo Wildlife Sanctuary, in the Western Isan Forest Complex (3,840 sq.km), and Khao Yai National Park (2,168 sq.km). At each study site surveys were conducted in the core areas where mammals are geographically most distant from human settlements and altered forest edge microenvironments.

Camera-traps were attached to trees a half metre from the ground and 3-4 m distance from wildlife trails, roads or streambeds. A 4km x 10km study grid was used (40 sq.km) which was twice the size of an average female tiger's home range (Smith, 1984) so that tigers were likely to be detected if they were present in a particular area. Twenty camera-traps were set each at randomly assigned GPS locations within alternate 1 square kilometre subgrid blocks on the study grid (Fig. 1). Tigers and other large mammals were recorded with time

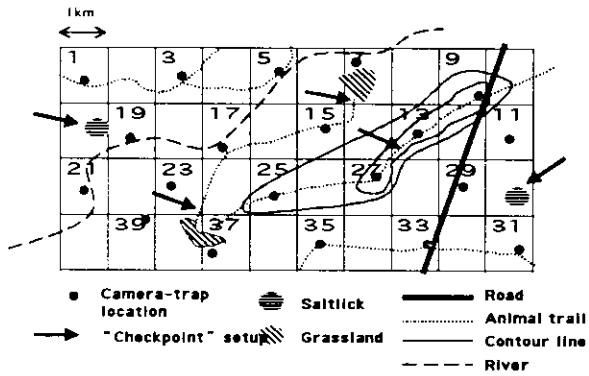


Fig 1. Standardized survey plot for tiger field assessments

and date imprinted on the film. These camera-traps gave a point count or index of "traffic" of tigers and other large mammals e.g. number of captures per 100 camera-trapnights of sampling.

Since individual tigers have uniquely identifiable stripe patterns which are bilaterally asymmetrical to distinguish one individual from another, both sides of a tiger must be photographed. To do this, "checkpoint" setups were established in places where the sign of tiger or their prey suggested the likelihood of their presence in the study plot. These setups consisted of two cameras placed on opposite sides of a trail facing each other. Photographs from the "checkpoints" were compared with those taken from the twenty single camera-traps to count the minimum number of individuals (MNKA) in an area. The type and intensity of human activities influencing tigers and their prey at each site was suggested by photorecords of humans (human "traffic") from the camera-traps. Finally, the standardized survey design replicated in different areas was taught to forestry staff, and permitted the comparison of wildlife and human activity between study sites.

RESULTS AND DISCUSSION

Distribution of Tigers and Other Large Mammals in Forest Complexes

Large mammals were surveyed at five sites representing 4,125 trapnights of sampling with camera-traps (Table 1). Tigers were found at all but one location. Highest relative abundance of tigers was found in the Queen Sirikit Reserve Forest, on the northwestern side of the Belum-Balahala transboundary complex. At Phu Khieo Wildlife Sanctuary, at the centre of the Western Isan Forest Complex, only 1 individual male tiger was recorded from 2 photos taken during two months of survey. During 18 months of camera-trapping by sanctuary staff, only 3 more photorecords of tigers were obtained in a 200 square kilometre area near the headquarters area. All five photos were of the same individual tiger. Surveys in 1998 and 1999 suggest that another two tigers are possibly present at Phu Khieo away from the headquarters area. Khao Yai National Park has traditionally been a place where tigers occurred in good numbers and sightings were common. In 1999, tigers are apparently occur at low density near the headquarters area of Khao Yai. During 3 months of survey, only 2 photorecords of one tiger individual were obtained from a total of 1,441 trapnights of sampling. This is despite reports from interview surveys of park rangers that tigers and their sign were "common" in the area.

Although there were no significant relationships between tigers and other large mammals and humans in terms of relative abundance ("traffic"), tigers tended to be more common at places with more ungulates (sambar, gaur, muntjac and wild boar), fewer porcupines, more macaques and fewer carnivores. A positive relationship such as that observed between tigers and ungulates is expected given that these species are the preferred prey species for tigers. Where more prey exists, tigers should be expected to be more common. At places where there are more carnivores, tigers might be expected to be less active since there would be more competition for prey where there are more carnivores.

Indicator Species for the Presence of Tigers

If tigers are so rare, then they may not easily be detected in field surveys. It is then of interest to know whether presence of tigers could be reliably indicated by the presence of

other species. Then these species would serve as indicators for tigers. Using Monte Carlo randomizations of the assemblages of mammals at places with and without tigers, it was discovered that the presence of tigers tended to be indicated by the presence of certain prey species. For example, at two sites in the Balahala forest, and Phu Khieo tigers were associated with wild boar, muntjac, gaur, and tapir (Monte Carlo randomization, all $p<0.05$), all potential prey species. This suggests that finding these prey species in an area may indicate conditions suitable for tigers.

Table 1. Relative abundance (no. photorecords/100 trapnights) of large mammals and human traffic at five sites within large forest complexes in Thailand

Site	Trapnights	Richness	Tigers	Elephant	Gaur	Other carnivores	Ungulates	Porcupine	Macaque	Total prey	Humans
Queen Sirikit RF	683	13	2.5	1.6	2.0	0.9	18.4	0.4	4.4	23.3	0.9
Halabala WS	1012	14	0.9	0.0	0.0	0.4	14.9	0.4	4.0	19.3	6.7
Phu Khieo WS	989	19	0.3	3.0	1.9	2.4	14.0	0.8	1.8	16.7	3.2
Khao Yai (Khlong E Tow)	647	14	0.3	0.2	0.0	1.7	18.1	1.4	2.5	21.9	0.9
Khao Yai (Khao Laem)	794	18	0.0	0.6	0.1	2.1	14.0	2.1	1.8	17.9	0.6
Total	4,125										

If prey availability is a critical factor determining tiger distributions, then the depletion of small game by aloewood (*Aquilaria malaccensis*) collectors, which is prevalent in all of the study areas, especially Khao Yai, presents a serious management issue which needs to be addressed. Tiger traffic showed no relationship with human traffic suggesting that tigers use habitat independent of human movements within the forest. Tigers may be at high risk of injury or death from encounters with humans (especially humans armed with weapons) if they do not avoid humans when travelling from place to place within their remnant habitats. Future research needs to address the issue of prey depletion by humans in Thailand's forests and its effect on tigers.

Assessing the Effectiveness of Tigers as Umbrella Species

Through simple analyses of camera-trap data it is possible to assess the degree to which tigers are associated with other large mammals, and potentially serve as umbrella species for their conservation. The mammal assemblages at camera-trap locations where tigers were recorded and where they were absent are considered. Randomizations of the mammal assemblages are done and compared with observed mammal assemblages. Any significant associations of tigers with other large mammals are revealed.

Preliminary information from surveys in southern Thailand suggests that all large mammals detected were equally likely to occur in the presence of tigers. Protecting sites where tigers are present would also protect all other species collectively so that tigers represent an umbrella for the conservation of all large mammals. In northern Thailand tigers associated significantly with other large mammals which are potential prey species so that tigers do not represent umbrellas for the wider conservation of large mammals. A future focus of investigation will be the comparison of how tigers associate or disassociate with other large mammals in forest areas fragmented by roads and other human infrastructure, and places not disrupted by human disturbance.

Training

The products of camera-trapping, i.e., photographs of the study species, are very compelling to government wildlife and forestry staff. Thus in Thailand, forestry staff have been eager to learn the techniques of camera-trapping, and training programs have evolved to

impart knowledge of the survey methods. Basic training of government staff in tiger survey techniques followed by "on-the-job" advanced instruction in the field ensures that skills are translated to those responsible for the long-term management and protection of tigers and their habitats. In the future, the monitoring of tiger populations, and the assessment of unsurveyed areas can potentially be done by coordinated teams of people skilled in survey methods and techniques of interpreting data from camera-trapping.

ACKNOWLEDGEMENTS

The tiger and large mammal field program involves a close collaboration with Royal Forest Department staff in protected areas, and with local wildlife NGO's. Surveys in transboundary forests along country borders (often the places where tigers thrive due to low levels of human activity) are done with the support of paramilitary forces. This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 239002 and the Wildlife Conservation Society.

REFERENCES

BROCKELMAN, W. Y. AND V. BAIMAI. 1993. Conservation of biodiversity and protected area management in Thailand, World Bank/GEF/Pre-investment Study.

CHAMPION, F. W. 1928. With a camera in tiger land. Doubleday, Doran and Company, Inc. New York.

CHAPMAN, F. M. 1927. Who treads our trails. National Geographic 102: 331-345.

COMFORTI, C. AND J. L. D. SMITH. 1995. Diversity of mammals at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. Report to The Wildlife Conservation Society. Minneapoli, University of Minnesota.

DINERSTEIN, E., E. WIKRAMANAYAKE, J. ROBINSON, U. KARANTH, A. RABINOWITZ, D. OLSON, T. MATHEW, P. HEDAO, M. CONNOR, G. HEMLEY AND D. BOLZE. 1997. A framework for identifying high priority areas and actions for the conservation of tigers in the wild, World Wildlife Fund.

DUCKWORTH, J. W. AND S. HEDGES. 1998. Tracking tigers: a review of the status of tiger, Asian elephant, gaur and banteng in Vietnam, Lao, Cambodia and Yunnan province (China), with recommendations for future conservation action, WWF - Indochina Programme.

GRIFFITHS, M. AND C. P. V. SCHAIK. 1993. Camera-trapping: a new tool for the study of elusive rain forest animals. Tropical Biodiversity 1(2): 131-135.

GRIGIONE, M. M., P. BURMAN, V. C. BLEICH AND B. M. PIERCE. 1999. Identifying individual mountain lions Felis concolor by their tracks: refinement of an innovative technique. Biological Conservation 88: 25-32.

JACKSON, P. 1997. The status of the tiger in 1997 and threats to its future. Cat News 27: 8-10.

KARANTH, K. U. 1987. Tigers in India: a critical review of field censuses. In TILSON, R. L. AND U. S. Seal (eds.), Tigers of the world: the biology, biopolitics, management, and conservation of an endangered species. Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey. 510 p.

KARANTH, K. U. 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture-recapture models. Biological Conservation 71(3): 333-338.

KARANTH, K. U. AND J. D. NICHOLS. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. Ecology 79(8): 2852-2862.

KARANTH, K. U. 1999. Counting tigers with confidence. In SEIDENSTICKER, J., S. CHRISTIE AND P. JACKSON (eds.), Riding the tiger: tiger conservation in human dominated landscapes. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

LOPEZ-GONZALEZ, C. A., A. GONZALEZ-ROMERO, S. M. CAZIANI, M. MERMOZ AND J. PROTOMASTRO. 1998. Range extension of the bobcat (*Lynx rufus*) in Jalisco, Mexico. The Southwestern Naturalist 43(1): 103-105.

LYNAM, A. J. 1996. Distributions of large fauna with respect to the edge of a Thailand protected area. Report to The Wildlife Conservation Society, New York.

LYNAM, A. J., A. RABINOWITZ AND U. SAW TUN KHAING. 1999. Tiger Traces. Wildlife Conservation 102(3): 36-41.

McDOUGAL, C. 1977. The face of the tiger. Rivington Books, London.

MILLER, B., R. READING, J. STRITTHOLT, C. CARROLL, R. NOSS, M. SOULE, O. SANCHEZ, J. TERBORGH, D. BRIGHTSMITH, T. CHEESEMAN AND D. FOREMAN. 1998. Focal species in the design of nature reserves. Wild Earth 11: 81-92.

MIQUELLE, D., E. N. SMIRNOV, H. G. QUIGLEY, M. G. HORNOCKER, I. G. NIKOLAEV AND E. N. MATYUSHKIN. 1996. Food habits of Amur tigers in Sikhote-Alin Zapovednik and the Russian Far East, and implications for conservation. Journal of Wildlife Research 1: 138-147.

RABINOWITZ, A. 1993. Estimating the Indochinese Tiger Panthera-Tigris-corbetti Population in Thailand. Journal 65(3): 213-217.

RABINOWITZ, A. 1999. The status of the Indochinese tiger: separating fact from fiction. In SEIDENSTICKER, J., S. CHRISTIE AND P. JACKSON (eds.), Riding the tiger: tiger conservation in human dominated landscapes. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

REDFORD, K. H. 1992. The empty forest. Bioscience. 42:412-422.

SCHALLER, G. B. 1966. The tiger and its prey. Natural History 8(75): 30-7.

SCHALLER, G. B. 1967. The deer and the tiger: a study of wildlife in India. University of Chicago Press, Chicago.

SHIRAS III, G. 1906. Photographing wild game with flashlight camera. National Geographic17: 367-423.

SMITH, J. L. D., S. TUNIKHORN, S. TANHAN, S. SIMCHAROEN AND B. KANCHANASAKA. 1999. Mapping the metapopulation structure of Thailand's tigers. In SEIDENSTICKER, J., S. CHRISTIE AND P. JACKSON (eds.), Riding the tiger: tiger conservation in human dominated landscapes. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

WIKRAMANAYAKE, E., E. DINERSTEIN, J. G. ROBINSON, K. U. KARANTH, A. RABINOWITZ, D. OLSON, T. MATHEW, P. HEDAO, M. CONNER, G. HEMLEY AND D. BOLZE. 1998. An ecology-based method for defining priorities for large mammal conservation: the tiger as case study. Conservation Biology 12(4): 865-878.

WOODROFFE, R. AND J. R. GINSBERG. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. Science 280: 2126-2128.

STRUCTURE, COMPOSITIONS AND SPECIES DIVERSITY IN DECIDUOUS FOREST ECOSYSTEM IN HUAI KHA KHAENG WILDLIFE SANCTUARY, THAILAND

Pensri Srikanha and Jiragorn Gajaseni

Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

บทคัดย่อ

โครงสร้าง องค์ประกอบ และแนวโน้มการทดแทนของสังคมพืชในระบบนิเวศป่าผลัดใบ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

เพ็ญศรี ศรีกัญหา และ จิรากรณ์ คชเสนี

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ศึกษาลักษณะโครงสร้าง องค์ประกอบ และความหลากชนิดของสังคมพืชในระบบนิเวศป่าเต็งรัง และระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี และตาก โดยการวิเคราะห์ค่าของดัชนีความสำคัญ (IVI), ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (H') และดัชนีความเหมือนของ Sorensen (S_S) ในโครงสร้างกลุ่ม ลูกไม้, กล้าไม้ และต้นไม้ ผลศึกษาพบว่า พืชชนิดเด่นในระบบนิเวศป่าเต็งรัง ได้แก่ *Shorea obtusa* Wall. ในขณะที่ในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีพืชชนิดเด่น คือ *Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness และ *Lagerstroemia duperreana* Pierre ส่วนความหลากชนิดโดยรวมพบว่า ในระบบนิเวศป่าเต็งรังมีค่าต่ำกว่าในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ

คำหลัก: องค์ประกอบ, สังคมพืช, ระบบนิเวศป่าผลัดใบ

INTRODUCTION

Recently, there has been an alarming decrease in the large amount of the total forest areas in the tropical region, also in Thailand. The Royal Forestry Department (RFD) suggested that 0.46 million ha of the forestland had been destroyed annually during the past three decades (RFD, 1992). In spite of being announced to conserve as biological protected areas the rate of forest degradation and deforestation is continuously increased (Boontawee *et al.*, 1995). Definitely, if the rapid and profound changes are still remaining, species diversity of Thailand's forest ecosystem will be in danger. As far as diminishing in forest biodiversity is concerned, making efforts to develop more powerful and effective planning for forest conservation and sustainable management needs to be considered. Measuring forest biodiversity at any levels has been conducted to provide more essential background and better understanding of forest ecosystem structure and its important characteristics. This study was to explore structure, compositions and species diversity within the two types of deciduous forest ecosystem: Dry Dipterocarp Forest (DDF), and Mixed Deciduous Forest (MDF). The subjects were divided into three size groups (tree, sapling and seedling groups). This research mainly focused on these following questions:

1. What are the dominant species in the different tree size groups in each forest ecosystem?
2. How are the structure and species compositions of the DDF and MDF?
3. What are the results of species diversity analysis?

STUDY AREA

The research was conducted in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary (HKK) at Uthaithani and Tak Province. The area encompasses 2,575 km^2 and located between 15°-15° 05′ N and 99° - 99°19′ E. The site ranges in elevation between 200-1,667 m above mean sea level. The study site was 5 km down to the south from Kao Nang Rum Research Station. This study was designed to assess in two forest types, namely MDF and DFF.

METHODOLOGY

A permanent plot with 350x100 m^2 was set up in each forest types, and 10 quadrates of 10x10 m^2 were randomly created along the east-west transect of the area. Within 10x10 m^2 quadrate, four smaller temporary quadrates of 2x2 m^2 and one circular subplot of 10 m radius were systematically established at four corners and center of the quadrates respectively.

The subjects in this study were classified into three groups following the method used in Kiratiprayoon *et al.* (1995). The following data were recorded for data analysis.

1. In the 10x10 m^2 quadrates, all tree individuals with Diameter at Breast Height (DBH) $\geq$ 4.5 cm were tagged. They were also identified, their DBH and height were recorded. All plants in this group were labeled as the **tree group**.

2. In the temporary circular 10 m radius subplots, all individuals taller than 1.3 m with DBH < 4.5 cm were identified and measured for DBH and height. This group was classified as the **sapling group**.

3. In the 2x2 m^2 temporary quadrates, all individuals lower than 1.3 m were identified and counted. This group was classified as the **seedling group**.

Tree, sapling and seedling from square plots and circular plots were analyzed for measuring ecological importance by using three ecological indices: the Important Value Index (IVI) (Muller-Dombois and Ellenberg, 1974), the Shannon-Wiener diversity Index (H') (Shannon-Wiener, 1949) and the Similarity by Sorensen's Index (S_S) (Ludwig and Reynolds, 1988).

RESULTS

Ecosystem Structure

In the DDF ecosystem, crown cover of each stand was rarely continuous and the area was filled densely with saplings and seedlings. All trees in the tree group were classified into three canopy layers. The top canopy was above 15 m high and the dominant species were *Shorea obtusa* Wall. and *Terminalia corticosa* Pierre ex Laness. The second layer was between 10-15 m high and dominated with *Shorea obtusa* Wall., *Shorea siamensis* Miq. and *Terminalia alata* Heyne ex Roth. The ground layer included a lot of small trees with height lower than 5 m and the important species were the same species found in the second layer.

In the MDF ecosystem, crown cover was more continuous than that of the DDF ecosystem. The canopy opening was rarely found, saplings and seedlings were densely established. Tree canopy was divided into three main layers. The top canopy was higher than 20 m and dominated by *Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness. and *Lagerstroemia duperreana* Pierre. The second layer was between 10-20 m high and the tree canopy was divided into two sublayers, one was higher than 10 m and the another was higher than 15 m. The dominant trees in this layer were *Vitex pinnata* Linn., *Lagerstroemia duperreana* Pierre and *Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness. The ground layer was lower than 10 m, dominated by *Schleichera oleosa* Merr.

All tree individuals in the tree group of the DDF and MDF were divided into four size classes and total basal area of each type was calculated (Table 1). Major group of tree individuals, in the DDF, had DBH between 10-30 cm. Fewer trees (14 individuals) had DBH between 30-50 cm. The remaining 120 individuals were lower than 10 cm DBH. A total basal area of 23.32 m^2 was calculated as the total for all 277 trees. In the MDF ecosystem, a major size class had DBH between 10-30 cm. The trees with DBH lower than 10 cm and between 30-50 cm. A few individuals (4 trees) had DBH over 50 cm. A total basal area of 21.97 m^2 was estimated.

Table 1. Tree density, total basal area and frequency distribution of the tree group indifferent DBH size class in the DDF and MDF

Forest Type	No. of Species Represented	Total No. of Trees	Total Basal Area (m^2)	Size Classes			
				<10 cm	10-30 cm	30-50 cm	>50 cm
DDF	14	277	23.32	120	143	14	0
MDF	21	196	21.97	76	94	22	4

Species Compositions

In the DDF ecosystem, dominant species of the tree, sapling and seedling group was *Shorea obtusa* Wall. The IVI of *Shorea obtusa* Wall. in each group was 100.05, 176.22 and 118.80 respectively. Table 2 illustrates the IVI of some dominant species in this forest type. In the MDF ecosystem, dominant species of the tree and the seedling group were alike, are as shown in Table 3, *Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness., with IVI estimated 57.73 and 114.68 respectively. Whereas *Lagerstroemia duperreana* Pierre. dominated the sapling group with IVI valued 143.76.

Table 2. Important Value Index (IVI) of some dominant species in the DDF

No.	Tree group	IVI	Sapling group	IVI	Seedling group	IVI
	Scientific name		Scientific name		Scientific name	
1	*Shorea obtusa* Wall.	100.05	*Shorea obtusa* Wall.	176.22	*Shorea obtusa* Wall.	118.80
2	*Shorea siamensis* Miq.	93.98	*Shorea siamensis* Miq.	41.91	*Shorea siamensis* Miq.	24.76
3	*Stereospermum neuranthum* Kurz	25.24	*Mammea siamensis* Kosterm.	29.74	*Mammea siamensis* Kosterm.	19.77
4	*Buchanania latifolia* Roxb.	13.48	*Terminalia alata* Heyne ex Roth	27.30	*Sterculia* sp.	17.72
5	*Terminalia alata* Heyne ex Roth	12.40	Unidentified 1	13.24	*Dillenia obovata* Hoogl.	13.86
6	*Mammea siamensis* Kosterm.	9.40	*Sterculia* sp.	11.59	*Terminalia alata* Heyne ex Roth	9.05
7	*Terminalia corticosa* Pierre ex Laness.	8.32			*Milientha suavis* Pierre	8.46
8	*Randia dasycarpa* Bakh. f.	7.89			*Randia dasycarpa* Bakh. f.	8.33
9	*Lannea coromandelica* Merr.	7.83			*Buchanania latifolia* Roxb.	5.91
10	*Terminalia chebula* Retz.	5.42			*Croton argyratus* Bl.	4.93

Table 3. Important Value Index (IVI) of some dominant species in the MDF

No.	Tree group	IVI	Sapling group	IVI	Seedling group	IVI
	Scientific name		Scientific name		Scientific name	
1	*Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness.	57.73	*Lagerstroemia duperreana* Pierre	143.76	*Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness.	114.68
2	*Vitex pinnata* Linn.	33.92	*Xylia xylocarpa* Tuab.	41.12	*Croton argyratus* Bl.	53.25
3	*Lagerstroemia loudonii* Teijsm. & Binn.	32.25	Unidentified 2	14.65	Unidentified 3	25.55
4	*Schleichera oleosa* Merr.	27.85	*Terminalia corticosa* Pierre ex Laness.	11.85	*Sterculia sp.*	19.24
5	Unidentified 1	20.48	*Lagerstroemia loudonii* Teijsm. & Binn.	11.76	*Markhamia stipulata* Seem.	8.31
6	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz	17.34	*Croton argyratus* Bl.	11.48	Unidentified 1	7.29
7	*Haldina cordifolia* Ridsd..	14.52	*Cratoxylum formosum* Dyer	11.45	*Dalbergia cultrata* Grah. ex Benth.	7.08
8	*Spondias pinnata* Kurz	13.07	*Schleichera oleosa* Merr.	9.30	*Lagerstroemia duperreana* Pierre	5.62
9	*Shorea siamensis* Miq.	11.85	*Alangium salviifolium* Wang.	8.95	*Randia dasycarpa* Bakh. f.	4.73
10	*Lannea coromandelica* Merr.	10.83	*Vitex pinnata* Linn.	8.94	*Terminalia bellerica* Roxb.	4.72

Species Diversity

In the DDF community, the highest species diversity index (H') occurred in the seedling group (3.29), followed by that of the tree group (2.89) and the sapling group (1.59). Table 4 shows the characteristics of the tree, sapling and seedling group in the DDF. In contrast, in the MDF, the highest species diversity index (3.94) appeared in the tree group, then the seedling group (3.05). The lowest species diversity index value (2.69) was in the sapling group, as shown in Table 5.

DISCUSSION

The purpose of this present study was to explore the characteristics of structure, species compositions and species diversity in deciduous forest ecosystem. In agreement with previous researches (Sukwong, 1974; Samitinand, 1977), the study found that tree canopy in deciduous forest in Thailand was generally classified into three or four main layers. Vertical stratification of tree canopy can effect the growth rate of young trees. Ground species can establish very fast when light can penetrate directly on them. Numerous canopy openings in the DDF induced faster growth of saplings and seedlings of the dominant species, *Shore obtusa* Wall. , also, bring about a large number of small trees with height lower than 10 cm. In contrast, the closer tree canopy in the MDF caused less available light so that saplings and seedlings could not well establish. Regarding low light intensity, lots of creepers and liana were commonly found instead. Canopy classification can also effect the evaluation of forest biodiversity, as shown in Sahunalu *et al.* (1979) and Boontawee *et al.* (1995). Our results confirm that the species diversity index value of the tree group in the MDF was higher than that of the DDF. The results of species diversity analysis indicate stability and complexity of the forest that plant community with higher species diversity (MDF) is likely to be more complex and more resistant to natural disturbance than the community with lower species diversity (DDF). In each DBH class ranges, at different stage of growth, there were a large number of trees with less DBH value. The presence of forest structure can reflect the whole ecosystem condition in term of timber production in the past. Lots of younger trees may result from selective logging which selected only large trees reaching specific sizes, having good characteristics out of the area. The rests were lowing quality and unusable in production.

Table 4. Some characteristics of the tree, sapling and seedling group in the DDF

Characteristics	Tree	Sapling	Seedling
Total species No.	14	6	20
Tree density (no./ha)	720	1034	99,688
Species diversity index (H')	2.89	1.59	3.29

Table 5. Some characteristics of the tree, sapling and seedling group in the MDF

Characteristics	Tree	Sapling	Seedling
Total species No.	21	13	28
Tree density (no./ha)	780	748	138,438
Species diversity index (H')	3.94	2.69	3.05

Measuring IVI_S of plants species in the DDF, *Shorea obtusa* Wall. was found abundantly and dominated in all size groups with IVI higher than other species. This finding suggest that *Shorea obtusa* Wall. is likely to be maintained and dominated as the most dominant species in the future. In the MDF, dominant species in the three groups were different. *Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness dominated the tree group, while *Lagerstroemia duperreana* Pierre. dominated the sapling group. In the seedling group, *Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness reoccurred, after disappearing from the sapling group. The results of IVI_S analysis suggest that species compositions in this forest type seem to be more heterogeneous and complex than in the DDF. Measuring similarity index between

size groups provided important results that large proportion of the important and dominant species in the tree group will also plays important role in the sapling and seedling group (Table 6). If the DDF was destroyed, the land would be able to be replaced by the similar group of the dominant species. However, some species for example *Terminalia corticosa* Pierre ex Laness. and *Buchanania latifolia* Roxb. may not be able to reestablish and survive because very few saplings and seedlings were existing in the area.

Table 6. Index of Similarity (SI) and Dissimilarity (DI) between size groups in the DDF and MDF

SI / DI	DDF			MDF		
	Tree	Sapling	Seedling	Tree	Sapling	Seedling
Tree	100	64.43	65.22	100	50.00	64.41
Sapling	35.57	100	52.54	50.00	100	41.82
Seedling	34.78	47.46	100	35.59	58.18	100

In order to maintain the structure and compositions of deciduous forest, it is essential to know the interrelationship of species diversity and importance value index. These will be useful and help the manager to develop more powerful and effective methodology for forest management. This research provides some practical guidelines and suggest basic information on structure, composition and species diversity of deciduous forest ecosystem where has been served as main forest type in Thailand. Sustaining the forest to meet the needs of local people and conserve as protected area, future study about phenology and natural regeneration of the dominant species as well as socio-economic status of the people around the area should be carried out.

CONCLUSIONS

1. Shorea obtusa Wall. was the most dominant species in the DDF whereas *Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness and *Lagerstroemia duperreana* Pierre dominated the MDF.
2. The MDF had more diversity and more heterogeneity in species compositions than the DDF.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 539028. We thank to all of the personnel of the RFD and Kao Nang Rum Research Station for giving facilities during field working and data collecting.

REFERENCES

BOONTAWEE, B., C. PLENGKLAI, AND A. KAO-SA-ARD. 1995. Monitoring and measuring forest biodiversity in Thailand. In BOYLE, T. B. J. AND B. BOONTAWEE (eds.), Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forest, Proceedings of an IUFRO Symposium held in Chiang Mai, Thailand. 27th August-2nd September. Center for International Forestry Research, Malaysia. pp. 113-126.

KIRATIPRAYOON, S., J. LUANGJAME, P. BAMRONGTHAI AND M. TARUMATSAWAS. 1995. Species diversity of second growth at Ngao demonstration, Lampang province. In BOYLE, T. B. J. AND B. BOONTAWEE (eds.), Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forest. Proceedings of an IUFRO Symposium held in Chiang Mai, Thailand. 27th August-2nd September. Center for International Forestry Research, Malaysia. pp. 237-245.

LUDWIG, J. A. AND J. E. REYNOLDS. 1988. Statistical ecology. New York, USA. pp. 373-384.

MUELLER-DOMBOIS, D. AND H. ELLENBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York. 337 p.

ROYAL FOREST DEPARTMENT. 1992 . Forest statistics of Thailand. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand.

SAHUNALU, P., P. DHANMANONDA, B. PURIYAKORN, M. JAMROENPRUCKSA, W. SUWANNAPINUNT AND B. PRACHAIYO. 1979. Comparative structural characteristics of three forest types at Namprom basin, Chaiyaphoom province. For. Res. Bull. 63: 25-33. (in Thai, abstract in English).

SHANNON, C. E. AND W. WIENER. 1949. Mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana.

SMITTINAND, T. 1977. Vegetation and ground cover of Thailand. Dept. of For. Biol., Fac. of For., Kasetsart Univ., Bangkok.

SUKWONG, S. AND P. DHAMMANITAYAKUL. 1977. Fire ecology investigations in dry dipterocarp forest, Proceedings of National Forestry Conference, Royal Forest Department, Bangkok. pp. 41-56.

WILDLIFE RESPONSES TO HABITAT FRAGMENTATION AND OTHER HUMAN INFLUENCES IN TROPICAL MONTANE EVERGREEN FORESTS IN NORTHERN THAILAND

Anak Pattanavibool
Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

บทคัดย่อ

การตอบสนองของสัตว์ป่าต่อการที่ถิ่นที่อยู่อาศัยถูกเปลี่ยนสภาพเป็นหย่อมป่า และปัจจัยการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่เกิดจากมนุษย์ในพื้นที่ป่าดิบเขาภาคเหนือ

อนรรฆ พัฒนวิบูลย์

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

เนื่องจากพื้นที่ป่าอนุรักษ์ส่วนใหญ่ในภาคเหนือ ถูกเปลี่ยนสภาพจากพื้นที่ป่าที่เคยเป็นป่าผืนใหญ่ กลายเป็นหย่อมป่าท่ามกลางพื้นที่เกษตรกรรม ไร่ร้าง หมู่บ้าน ถนน และ การพัฒนาในรูปแบบอื่น ๆ การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ มีผลกระทบต่อสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ การอนุรักษ์สัตว์ป่าในพื้นที่เช่นนี้ จำเป็นต้องรู้การใช้พื้นที่หย่อมป่าของสัตว์ป่าท่ามกลางการรบกวนจากปัจจัยดังกล่าว โครงการวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของสัตว์ป่าที่ใช้พื้นที่หย่อมป่าดิบเขาที่แตกต่างกันทั้งในรูปแบบ ความเข้มข้นของการใช้พื้นที่โดยชาวเขา และการพัฒนาอื่น ๆ พื้นที่ศึกษาแบ่งเป็น 2 จุด คือ 1) หย่อมป่าดิบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ และตาก และ 2) หย่อมป่าดิบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่น จังหวัดตาก วิธีการศึกษาความหลากหลาย, ความมากมาย ของสัตว์ป่า ใช้การสำรวจตามเส้นแนวในหย่อมป่าตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 8 หย่อมป่า โดยเน้นสำรวจเฉพาะนก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากการสำรวจซ้ำจำนวน 7 ครั้ง ระหว่างเดือนกันยายน 2540 ถึงเดือนมิถุนายน 2541 พบว่าพื้นที่ทั้งสองถูกเปลี่ยนสภาพเป็นหย่อมป่ามาเป็นระยะเวลานานกว่า 50 ปี แต่หย่อมป่าอมก๋อยยังคงเหลือสภาพหย่อมป่าผืนใหญ่ (4-8 กม^2) ที่มีความต่อเนื่องกับสภาพป่าชนิดอื่น ส่วนพื้นที่ถูกเปลี่ยนสภาพ ปัจจุบันเป็นพื้นที่ไร่ร้าง และไม่มีการตั้งถิ่นฐานของชาวเขาในใจกลางหย่อมป่าดิบเขา ในขณะที่พื้นที่ป่าแม่ตื่นถูกเปลี่ยนสภาพเป็นหมู่บ้าน ไร่กะหล่ำ ถนน และอื่น ๆ เหลือเป็นหย่อมป่าผืนเล็กผืนน้อย (0.3–0.8 กม^2) กระจัดกระจาย ผลการศึกษาสัตว์ป่าพบว่า ความหลากหลายเฉลี่ยของชนิดนกในหย่อมป่าขนาดใหญ่ในป่าอมก๋อย สูงกว่า (P=0.01) ชนิดนกในหย่อมป่าขนาดกลางและเล็กในป่าแม่ตื่น ส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในหย่อมป่าอมก๋อยพบจำนวน 19 ชนิด แต่พบเพียง 9 ชนิดในหย่อมป่าแม่ตื่น นกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ เช่น นกเงือก ช้าง กวางป่า เสือโคร่ง หมีควาย ยังคงพบในพื้นที่หย่อมป่าอมก๋อย แต่ไม่พบในหย่อมป่าแม่ตื่น นอกจากนี้ สัตว์จำพวก primate ยังพบในหย่อมป่าอมก๋อยจำนวน 3 ชนิดพันธุ์ ส่วนในหย่อมป่าแม่ตื่น พบเพียงชะนีจำนวนน้อยมาก ส่วนความหนาแน่น พบว่านกป่าดิบยังคงมีความหนาแน่นสูง ($\overline{X}$ =8.8 ตัว/เฮกแตร์) ในหย่อมป่าดิบเขาขนาดเล็กท่ามกลางพื้นที่เกษตรกรรมในป่าแม่ตื่น เมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของนกในหย่อมป่าอมก๋อย ($\overline{X}$ =6.9 ตัว/เฮกแตร์) แสดงให้เห็นถึงคุณค่าของหย่อมป่าเหล่านี้ต่อนกป่าดิบ ดังนั้น หย่อมป่าอมก๋อยซึ่งยังคงความหลากหลายของชนิดพันธุ์สัตว์ป่าค่อนข้างสูง จะต้องมีแผนการดูแลและจัดการที่เป็นระบบและจริงจังเพื่ออนุรักษ์แหล่งความหลากหลายของทรัพยากรสัตว์ป่า

คำหลัก: หย่อมป่า, เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า, การเปลี่ยนสภาพ, ความหลากหลาย, ความหนาแน่น

INTRODUCTION

Fragmentation generally change a landscape from a large intact forest to small remnant patches of native vegetation isolated from each other by a matrix of habitats such as agricultural or other developed lands (Wilcove *et al.,* 1986; Saunders *et al.,* 1991). These physical changes undoubtedly affect plant and animal species and their interactions (Bierregaard and Dale, 1996). Fragmentation may disrupt many of the important ecological interactions of a community, including predator-prey, parasite-host, plant-pollinator relations, and mutualism (Wilcove *et al.,* 1986).

In northern Thailand, slash-and-burn shifting cultivation mainly practiced by hilltribes together with hunting and other forms of developments such as roads and human settlements

have been the major causes of the decline in biodiversity in montane forest areas (Dearden, 1995; Fox *et al.*, 1995; Dearden *et al.*, 1996). Many areas have been fragmented more than 50 years (Fox *et al.*, 1995). However, the effects of habitat fragmentation on wildlife and wildlife use of remnant patches with other human disturbances in this region have never been systematically studied.

The main goal of was to examine responses of bird and mammal species and communities to habitat fragmentation and other human disturbances. I surveyed birds and mammals in the sampled remnant patches in two montane evergreen forest landscapes, which differ in fragmentation patterns, and intensity of human disturbances. The field survey was taken during September 1997 to June 1998.

STUDY AREA

Two montane evergreen forest landscapes located within Om Koi and Mae Tuen Wildlife Sanctuaries, Chiang Mai and Tak Provinces were selected for this study. The sanctuaries fall between latitude 17° 00′–17° 55′ N and longitude 98° 30′-98° 55′ E. The elevation in Om Koi montane forest site ranges between 1,400–1,800 m whereas the range is between 850–1,250 m in Mae Tuen site. The native vegetation cover is mainly lower montane evergreen forest which dominant trees include those from Fagaceae, Lauraceae, and upper Dipterocarpaceae families (Thailand Forest Research Center, 1991; 1992; Whitmore, 1984). The average annual rainfall for each site is over 1,000 mm. The two sites are also different in intensities of habitat fragmentation, land use patterns, and development. Om Koi landscape is more remote without paved roads and settlements are located on the edge of montane forest landscape. It still contains large forest patches (4-8 km^2) with connectivity. Mae Tuen is more developed with paved road and human settlements located in the middle of valley of the montane forest area. Forest remnant patches are mainly small size (<1 km^2).

METHODOLOGY

Bird Diversity and Abundance

I sampled total of 8 montane forest patches, 4 patches each in Mae Tuen (P1-P4) and Om Koi landscapes (P5-P8). Line transects with total length of 1 km were set up in each patch. Each line were broken into half which one half (500 m) was put in interior zone and other half in edge zone. Edge zone was defined as area within 100 m from the forest edge (McGarigal and McComb, 1995) and the area deeper than 100 m were considered as interior zone or core area. Transects along the edge zones were broken again into 5 100 m lines and located perpendicular from the edge in 200–300 m interval. I surveyed birds along the transects from September 1997 to June 1998 for 7 site visits. I recorded species, number of individuals, and perpendicular distance from the transect lines. DISTANCE version 2.0 (Laake *et al.*, 1993) was used for analysis of bird density (birds/ha). Species abundance were indicated as "birds/site visit". T-test were used to test the hypotheses that species diversity and density were equal between 1) forest patches with high and low rate of fragmentation/human disturbances, 2) forest edges next to old clearings and forest edges/crop fields, 3) edges and interior zones.

Mammal Diversity and Mammal Track Abundance

Large and medium sized mammals encountered during the transect survey were recorded. However, due to the chance of sighting mammals were rare I also created the "track recording stations" along the transects. The track recording stations are the area 5×1 m on the ground where litter was cleared and soil tilled to create a soft zone for recording mammal foot prints. The stations were located in 20-25 m interval for every 100 m along the transect. There

were 40 stations in each patch. Mammal diversity and mammal track abundance between the two landscapes were compared using t-test.

RESULTS

Bird Diversity and Abundance

Bird diversity and density between sites

A total of 2,433 detections of 149 species were for overall sites: 1,238 detections of 89 species in Mae Tuen patches and 1,192 detections of 119 species in Om Koi patches. For each forest patch the number was 50 species (289 counts), 54 (304), 51 (340) and 61 (305) in Mae Tuen P1 to P4 respectively while 68 (310), 64 (356), 54 (241) and 67 (285) were from P5 to P8 respectively in Om Koi. Comparisons between the two sites are addressed in section below.

The mean number of species in Om Koi per patch was 63.25 species while 54 species was in Mae Tuen. Although nonsignificant, the difference was close to significant level (P=0.062). However the smallest patch (P7) in Om Koi was not included in the analysis, the mean species number in Om Koi was increased to 66.33 species and a significant difference of greater species number in Om Koi was detected (P=0.011). The mean species numbers for birds using interior zones in Om Koi ($\overline{X}$ =32.75 species) and in Mae Tuen ($\overline{X}$ =29.50 species) patches were not significantly different between sites. The test for species number using edge also gave nonsignificant differences (P=0.833) between mean species numbers in Om Koi ($\overline{X}$ =38.0 species) and in Mae Tuen ($\overline{X}$ =37.25 species) patches (Table 1).

Densities of birds in Mae Tuen patches, P1–P4, were 9.51 birds/ha, 8.67, 8.92 and 8.10 respectively. In Om Koi patches, P5–P8, the densities were 5.92, 7.89, 9.06, 4.75 respectively. The test result indicated no significant difference (P>0.20) in mean densities of birds between the two sites. (Table 1).

Table 1. Comparisons with t-test on bird diversity and density in montane evergreen forest patches in Om Koi and Mae Tuen Wildlife Sanctuaries, Chiang Mai and Tak Provinces, northern Thailand from the surveyuring September 1997 to June 1998 with 7 site visits

Comparison	Om Koi		Mae Tuen		t	df	P	Power[a]
	$\overline{X}$	SE	$\overline{X}$	SE				
Diversity								
PATCH								
- Species number	63.25	3.20	54.00	2.48	2.28	6	0.062	0.62
- Species number[b] (without F7)	66.33	1.20	54.00	2.48	3.97	5	0.011*	-
INTERIOR ZONE								
- Species number	32.75	2.43	29.50	2.22	0.99	6	0.361	0.17
EDGE ZONE								
- Species number	38.00	0.91	37.25	3.28	0.22	6	0.830	0.06
Density (no. birds/ha)								
PATCH	6.91	0.97	8.80	0.29	-	-	0.200	-
INTERIOR ZONE	8.96	0.85	10.60	1.49	0.74	6	0.485	0.12
EDGE ZONE	10.91	1.94	8.68	1.47	0.92	6	0.395	0.15

Remarks: *Significant difference, [a]Statistical power at α=0.05, [b]Data from the smallest fragment were left out of the analysis

Bird diversity and density between edge and interior zones

In Om Koi, the mean species number using patch edges ($\overline{X}$ =38.0 species) was not significantly different from the patch interior ($\overline{X}$ =32.75 species). The test between mean species number for patch edge ($\overline{X}$ =37.25 species) and interior ($\overline{X}$ =29.50 species) in Mae Tuen also gave nonsignificant different result. When comparing mean species numbers between edge ($\overline{X}$ =37.63 species) and interior overall ($\overline{X}$ =31.13 species) there are significantly more bird species (P=0.013) using edge than interior (Table 2).

In Mae Tuen patches, the mean density of birds using edges ($\overline{X}$ =8.68 birds/ha) was not significant different (P=0.437) than the interiors of patches ($\overline{X}$ =10.47 birds/ha). The trend of no difference in density was also found between edges ($\overline{X}$ =10.91 birds/ha) and

interiors ($\overline{X}$ =8.96 birds/ha) in Om Koi patches. When density of birds between edge and interior for both sites combined was considered the test still gave a nonsignificant result.

Table 2. Comparisons with t-test on bird diversity and density between edge and interior zones within Om Koi and Mae Tuen montane evergreen forest patches, Om Koi and Mae Tuen Wildlife Sanctuary, Chiang Mai and Tak Provinces, northern Thailand, from the survey during September 1997 to June 1998 with 7 site visits

Comparisons	Edge zone		Interior zone		t	df	P	Power[a]
	$\overline{X}$	SE	$\overline{X}$	SE				
Diversity								
OM KOI								
- Species number	38.00	1.83	32.75	2.43	2.02	6	0.089	0.53
MAE TUEN								
- Species number	37.25	3.28	29.50	2.22	1.96	6	0.098	0.50
OVERALL								
- Species number	37.63	1.58	31.13	1.64	2.85	14	0.013*	-
Density (no. birds/ha)								
OM KOI	10.91	1.94	8.96	0.85	0.92	6	0.391	0.45
MAE TUEN	8.68	1.47	10.47	1.55	0.83	6	0.437	0.39
OVERALL	9.79	3.40	8.79	2.41	0.01	14	0.991	0.05

Remarks: *Significant difference, [a]Statistical power at α=0.05

Bird species abundance

Only bird species found on transects were used to calculate species abundance to ensure the same search efforts for Om Koi and Mae Tuen sites. The abundant unit is birds/site visit. There are 7 site visits in total. The details on bird habitat requirements presented in this part are based on Lekagul and Round (1991).

Large frugivorous birds such as the brown hornbill (*Ptilolaemus tickelli*), and great hornbill (*Buceros bicornis*) still existed in low and very abundance, 1.43 and 0.43 birds/site visit respectively, in Om Koi but none was found in Mae Tuen. In Om Koi patches 4 species of ground insectivores such as slaty-bellied tesias (*Tesia olivea*), streaked wren-babblers (*Napothera brevicaudata*), dark-sided thrushes (*Zoothera marginata*) were found mainly in interior zone. Rufous-throated partridge (*Arborophila rufogularis*), a rare species, were found in Om Koi patches with the abundance 3 birds/site visit. Species using clearing including flavescent bulbuls (*Pycnonotus flavescens*) and red-whiskered bulbuls (*Pycnonotus jocosus*) rarely penetrated >100 m from the forest edge.

Mammal Diversity and Track Abundance

Mammal diversity

A total of 20 species were found, 9 species in Mae Tuen and 19 in Om Koi. Om Koi fragments support large mammals such as asiatic elephant (*Elephas maximus*), asiatic black bear (*Selenarctos thibetanus*), tiger (*Panthera tigris*), sambar (*Cervus unicolor*) and primates such as assamese macaque (*Macaca assamensis*), Phayre's langur (*Prebytis phyarei*), and white-handed gibbon (*Hylobates lar*). Except for the white-handed gibbon none of these animals were found in Mae Tuen patches.

There was variation in the diversity of species among individual patches. P6 that is the largest patch (8 km^2) in the area supported the largest mammal diversity including large carnivores, herbivores, and primates. Scrape marks of asiatic black bear were found on tree trunks in every patch. Small patch P1–P4 (<100 ha) in Mae Tuen contained mainly smaller size mammals. Barking deer (*Muntiacus muntjak*) and wild pigs (*Sus scrofa*) were using all patches in Om Koi and Mae Tuen. Patches in Mae Tuen (P1-P4) were virtually devoid of primates except where a gibbon was heard calling from P3 during the last visit. Very low abundance of black giant squirrels was found in P1. The abundance of ground dwelling mammals as analyzed by track analysis is as follows.

Mammal track abundance

Total numbers of tracks of all species were 886 in Mae Tuen and 2,016 in Om Koi. The mean number of tracks per site visit for all species combined was significantly higher (P=0.018)

in Om Koi ($\bar{X}$ =271.57 tracks/site visit) than in Mae Tuen ($\bar{X}$ =123.43 tracks/site visit) patches. The number of barking deer and wild pig tracks came first and second respectively of both sites. No statistical comparisons were conducted for the rest of species and taxa due to the low numbers of tracks encountered between sites or no tracks at all in one site. Elephant tracks were the third highest abundance ($\bar{X}$ =34.57 tracks/site visit) in Om Koi. Some Sambar tracks ($\bar{X}$ =11.43 tracks/site visit) were encountered in Om Koi patches. I also found a very few tracks of a tiger and leopard in P6 in Om Koi but none were found on the track record stations.

DISCUSSION

Wildlife Responses

Because both areas have been fragmented and disturbed for more than 50 years, species currently exist may be (1) the only species with ability to adjust to the modified habitats (2) the species with high risk to be locally extinct due to small remnant populations. The survival of species as currently seen may conceals the largely invisible erosion of genetic diversity as population numbers decline (Whitmore, 1997).

Bird responses

The configurations of large remnant patch with natural forest connectivity between patches of the same forest types in Om Koi may be a key factor in maintaining the high numbers of bird species in Om Koi. Within Om Koi the distinctively low bird diversity in small and isolated P7 indicated the effects of fragmentation. Reduced patch size and increased isolation adversely effected bird diversity (Bierregaard *et al.*, 1992; Kattan and Alvarez-Lopez, 1996).

Few clearing species including flavescent bulbuls, red-whiskered bulbuls were found in low abundant within 100 m from the forest edge in both sites. Lovejoy *et al.* (1986) also found that very few second growth bird species invaded tropical forest patches in Amazon. In opposite, De Casenave *et al.* (1998) studied bird community in a semiarid forest in Argentina found that the species assemblage along the edge was similar to second growth species. Therefore, bird response to forest edges may be different among habitat type.

The significant greater (P=0.01) bird diversity along the edge zone compared to the interior zone is conformed to some studies in other habitat types (Leopold, 1933; De Casenave *et al.*, 1998). Gates and Gysel (1978) suggested that birds might be drawn to the edge because of greater food ability. The finding in this case is contrast to a study on birds in newly created edges in a tropical forest in Amazon where bird species richness was depressed (Lovejoy *et al.*, 1986).

The low abundance of large frugivores such as brown hornbills and great hornbills in Om Koi and lack of these species in Mae Tuen are probably the result of prolonged fragmentation effects. Large frugivorous birds require continuous habitat along altitudinal gradients because fruit availability is variable in time and space, and tracking these resources involves seasonal movements that cover large areas. Forest fragmentation separates the connection between foraging areas and may severely restrict access to a year-round food supply (Guindon, 1996). Fragmentation also reduced large tree which hornbills use holes in tree trunks for nesting. Reduction of nesting sites can lead to change in nest competition and reproductive success (Poonswad and Kemp, 1993). Hornbills in this study may have been suffered also by hunting. Large birds are a favorite target for local hunters (Redford, 1992). I have seen local people use great hornbill head as a trophy. Bennett and Dahaban (1995) witnessed many bird species in Sarawak were taken for their feathers and bills, which are used in traditional decorations and ceremonies.

Mammal responses

Conspicuous lower number of mammal species in Mae Tuen patches compared to Om Koi can be explained as a results of two main effects which are fragmentation and hunting. Large carnivores such as tiger, asiatic black bear, and herbivores such as elephants, sambars were not found in Mae Tuen patches. Large mammals especially top predator like tigers and

leopards normally have a large homerange. A single female tiger, for example, require at least 20 km^2 for the homerange and the male probably in least twice as large (Sunquist, 1981). Home range sizes of Asian elephants normally range between 34 to 800 km^2 (Stuwe *et al.*, 1998). Fragmented forests may be too small to support large homerange animals (Robinson, 1996). Especially fragmented forests with intense agricultural clearing are of low value to many wild animals (Laurance and Bierregaard, 1997) so that it may hinder many species to cross. The road in Mae Tuen is a provincial free way with moderate traffic especially during harvesting season. It is likely to inhibit some animals to cross or use the area near the road. In North America, busy highways inhibits some animals such as red foxes (*Canis vulpes*), elk (*Cervus canadensis*) to some distances from the road (Forman and Godron, 1986).

Hunting is another factor likely to cause of earlier extinctions from the area. When fragmentation converse forest to agricultural areas, it allow people to increase access to wild animals (Robinson, 1996). Robinson (1996) pressed that rural people are exploiting an ephemeral resources, made available for them because of forest fragmentation, which will ultimately become exhausted. Development of infrastructure such as construction of paved road in Mae Tuen also contributed to species extinction. The development of transportation and infrastructure allows easier transport of forest products to markets (Robinson, 1996).

Primates were not found in a small forest patch (P7) in Om Koi whereas they were still in large patches (P6 and P8) probably because the sizes are too small to provide suitable habitats (Robinson, 1996). In Amazonian forest fragments, the spider monkey (*Ateles* spp.) and saki (*Chiropotes* spp.) were immediately extinct from small forest patches (Rylands and Keuroghlian, 1988). However, Freese *et al.* (1982) reported different species of primates still survived in Peruvian Amazon, though at the reduced density, in small forest patches which were not isolated from one another, and where hunting was light. Almost totally lack of primates in Mae Tuen forest patches is likely to be chronic human disturbances mainly from forest fragmentation and hunting.

CONCLUSIONS

1. Om Koi montane evergreen forest patches are currently less fragmented and disturbed than Mae Tuen patches which have faced chronic fragmentation and other human disturbances. Om Koi forest patches supported more bird and mammal species than Mae Tuen patches. Less disturbed environment in Om Koi in terms of low human settlements, no agricultural activities near the patches, and no roads also contribute to the differences on wildlife diversity and abundance between the sites.
2. Large remnant patches in Om Koi with the degree of connectivity are the key factor maintaining wildlife species requiring interior zones and large homerange. At least the forest tracks larger than 400 ha with good connectivity must be maintained in the landscape for large animals to use.
3. In these old forest patches more bird species were found on the edge than interior zones. Also in every patch the majority bird species compositions were montane evergreen forest birds with very low penetration of generalists species.
4. Large frugivorous birds were absent from Mae Tuen patches and they were exist in low abundant in Om Koi patches.
5. Small remnant patches in Mae Tuen are still valuable for many forest birds. Bird abundance level in forest patches in Mae Tuen is high compared to Om Koi patches. Therefore, forest patches amid the agricultural landscape are valuable for many forest bird species.
6. Habitat loss by fragmentation and hunting following fragmentation may contribute to the reduction of large mammal populations in Om Koi forest patches and local extinction in Mae Tuen patches. Most mammals that are existing in Om Koi are very confined to the very few large remnant patches and their long-term existences are skeptical.

ACKNOWLEDGEMENTS

Funding for this project was provided through EARTHWATCH, Anand and UVic Fund, and the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 540001. Field and lab works were supported by Wildlife Conservation Division, GIS Lab of Forest Resources Analysis Division–Royal Forest Department, Department of Forest Biology–Kasetsart University and Department of Geography–University of Victoria. Many individuals contributed to this research and I am indepted of them all. I am especially grateful to Dr. Philip Dearden and Dr. Utis Kutintara for comments and guidance. Special thanks are due to Dr. Naris Bhumpakphan who contributed constructive comments on the field work; to Patcharaporn Utayan and all the guards in Om Koi and Mae Tuen Wildlife Sanctuaries for numerous help in the field.

REFERENCES

BENNETT, E. L. AND Z. DAHABAN. 1995. Responses of wildlife to different types of disturbance in Sarawak, and implications for forest management. pp. 66-86. In PRIMACK, R. B. AND T. E. LOVEJOY (eds.), Ecology, conservation and management of southeast Asian rainforests, Yale University Press, New Haven, Connecticut.

BIERREGAARD, R. O. JR., T. E. LOVEJOY, V. KAPOS, A. A. DOS SANTOS AND R. W. HUTCHINGS. 1992. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. BioScience 42: 859-866.

BIERREGAARD, R. O. JR. AND V. H. DALE. 1996. Islands in an ever-changing sea: the ecological and socioeconomic dynamics of Amazonian rainforest fragments. pp. 187-204. In SCHELHAS, J. AND R. GREENBERG (eds.), Forest patches in tropical landscapes, Island Press, Washington D.C.

DE CASENAVE, J. L., J. P. PELOTTO, S. M. CAZIANI, M. MERMOZ AND J. PROTOMASTRO. 1998. Responses of avian assemblages to a natural edge in a chaco semiarid forest in Argentina. Auk 115: 425-435.

DEARDEN, P. 1995. Development and biocultural diversity in northern Thailand. Applied Geography 15: 325-340.

DEARDEN, P., S. CHETTAMART, D. EMPHANDU AND N. TANAKANJANA. 1996. National parks and hill tribes in northern Thailand: a case study of Doi Inthanon. Society and Natural Resources 9: 125-141.

FORMAN, R. T. AND M. GODRON. 1986. Landscape ecology. John Wiley & Sons, New York. 619 p.

FOX, J., J. KRUMMEL, S. YARNASARN, M. EKASINGH. AND N. PODGER. 1995. Landuse and landscape dynamics in northern Thailand: assessing change in three upland watersheds. Ambio 24: 328-334.

FREESE, C. H., P. G. HELTNE, N. CASTRO AND G. WHITESIDES. 1982. Patterns and determinants of monkey densities in Peru and Bolivea, with notes on distributions. International Journal of Primatology 3: 53-90.

GATE, J. E. AND L. W. GYSEL. 1978. Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. Ecology 59: 871-883.

GUINDON, C. F. 1996. The importance of forest fragments to the maintenance of regional biodiversity in Costa Rica. pp. 168-186. In SCHELHAS, J. AND R. GREENBERG (eds.), Forest patches in tropical landscapes, Island Press, Washington D.C.

KATTAN, G. H. AND H. ALVAREZ-LOPEZ. 1996. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the Columbian Andes. pp. 3-18. In SCHELHAS, J. AND R. GREENBERG (eds.), Forest patches in tropical landscapes, Island Press, Washington D.C.

LAURANCE, W. F. AND R. O. BIERREGAARD, JR. (eds.). 1997. Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago. 616 p.

LAAKE, J. L., S. T. BUCKLAND, D. R. ANDERSON AND K. P. BURNHAM. 1993. DISTANCE user's guide V2.0. Colorado Cooperative Fish & Wildlife Research Unit, Colorado State University, Fort Collins, CO. 72 p.

LEKAGUL, B. AND P. D. ROUND. 1991. A guide to the birds of Thailand. Saha Karn Bhaet, Bangkok. 457 p.

LEOPOLD, A. 1933. Game management. Charles Scribner and Sons, New York.

LOVEJOY, T. E., R. O. BIERREGAARD, JR., A. B. RYLANDS, J. R. MALCOLM, C. E. QUINTELA, L. H. HARPER, K. S. BROWN, JR., A. H. POWELL, G. V. N. POWELL, H. O. R. SCHUBART AND M. B. HAYS. 1986. Edges and other effects of isolation on Amazon forest fragments. pp. 257-285. In SOULE, M. E. (ed.), Conservation biology: the science of scarcity and diversity, Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

MCGARIGAL, K. AND W. C. MCCOMB. 1995. Relationships between landscape structure and breeding birds in the Oregon Coast Range. Ecological Monographs 65: 235-260.

POONSWAD, P. AND A. C. KEMP (eds.). 1993. Manual to the conservation of Asian hornbills. Hornbill Project, Thailand. 511 p.

REDFORD, K. H. 1992. The empty forest. BioScience 42: 412-422.

ROBINSON, J. G. 1996. Hunting wildlife in forest patches: an ephemeral resource. pp. 111-130. In SCHELHAS, J. AND R. GREENBERG (eds.), Forest patches in tropical landscapes, Island Press, Washington D.C.

RYLANDS, A. B. AND A. KEUROGHLIAN. 1988. Primate populations in continuous forest and forest fragments in central Amazonia. Acta Amazonica 18: 291-307.

SAUNDERS, D. A., R. J. HOBBS AND C. R. MARGULES. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation Biology 5: 18-32.

STUWE, M., J. B. ABDUL, B. MOHD AND C. M. WEMMER. 1998. Tracking the movements of translocated elephants in Malaysia using satellite telemetry. Oryx 32: 68-74.

SUNQUIST, M. E. 1981. The social organization of tigers (Pathera tigris) in Royal Chitawan National Park, Napal. Smithsonian Contributions to Zoology 336: 1-98.

THAILAND FOREST RESEARCH CENTER. 1991. The master plan for Mae-tern Wildlife Sanctuary. The Forest Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. 86 p.

THAILAND FOREST RESEARCH CENTER. 1992. The master plan for Om-goy Wildlife Sanctuary. The Forest Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. 225 p.

WHITMORE, T. C. 1984. Tropical rain forest of the Far East. Clarendon Press, Oxford. 352 p.

WILCOVE, D. S., C. H. MCLELLAN AND A. P. DOBSON. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. pp. 237-256. In SOULE, M. E. (ed.), Conservation biology: the science of scarcity and diversity, Sinaure Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.

WHITMORE, T. C. 1997. Tropical forest disturbance, disappearance and species loss. pp. 3-12. In LAURANCE, W. F. AND R. O. BIERREGAARD, JR. (eds.), Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities, University of Chicago Press, Chicago.

USING INSECTS AS INDICATORS OF BIODIVERSITY: THE DEVELOPMENT OF BIODIVERSITY SURVEY AND MONITORING PROTOCOLS FOR ENHANCED PROTECTED AREA MANAGEMENT

Chaweewan Hutatcharern[1] and Chris J. Dickinson[2]

[1]Forest Insect Research, Forest Environment Research Division, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900
[2]Department of Biological Sciences, University of Birmingham, Edgbaston, United Kingdom

บทคัดย่อ

การพัฒนารูปแบบการสำรวจและตรวจสอบติดตามเพื่อการจัดการพื้นที่คุ้มครอง: การใช้แมลงเป็นดรรชนีของความหลากหลายทางชีวภาพ

ฉวีวรรณ หุตะเจริญ[1] และ C. J. Dickinson[1,2]

[1]กลุ่มแมลงศัตรูป่าไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[2]ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเบอร์มิงแฮม ประเทศอังกฤษ

ข้อมูลพื้นฐานด้านความหลากหลายทางชีวภาพเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การจัดการพื้นที่อนุรักษ์ประสบผลสำเร็จ การสำรวจโดยเน้นเฉพาะกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้เป็นดรรชนีซึ่งสามารถบอกถึงข้อมูลด้านนิเวศวิทยาและชื่อภูมิศาสตร์ในพื้นที่นั้น ๆ ได้ จะสามารถทำให้การสุ่มสำรวจและการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพสามารถทำได้เร็วขึ้น การใช้หลักการนี้เป็นกรณีตัวอย่าง ได้ดำเนินการที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว คัดเลือกแมลง 4 จำพวก ได้แก่ ด้วงมูลสัตว์ (Coleoptera: Scarabaeidae) มด (Hymenoptera: Formicidae) ผีเสื้อกลางวันและผีเสื้อกลางคืน (Lepidoptera: Rhopalocera) และผีเสื้อกลางคืน (Lepidoptera: Geometroidae and Sphingidae) การสุ่มสำรวจได้ดำเนินการเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก (มกราคม 2541-มีนาคม 2542) มีเป้าหมายที่จะจัดทำข้อมูลพื้นฐานในเรื่องฤดูกาลและความหลากหลายเพื่อระบุระบบนิเวศที่จำเป็นสำหรับชนิดพันธุ์นั้น และความสัมพันธ์กับรูปแบบของความหลากหลายทางชีวภาพในระดับอื่น ๆ ระยะสอง (กันยายน 2542-มิถุนายน 2543) มีเป้าหมายที่จะศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการสุ่มสำรวจวิธีการที่เชื่อถือได้ในการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่ทั้งหมด

งานสำรวจในภาคสนามพบแมลงมากกว่า 810 สัญฐานลักษณะ คือ ผีเสื้อกลางวัน 298 ชนิด ด้วงมูลสัตว์ 40 ชนิด มด 55 ชนิด และผีเสื้อกลางคืนมากกว่า 420 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นผีเสื้อกลางคืน วงศ์ Sphingidae จำนวน 55 ชนิด และวงศ์ Geometridae จำนวน 365 ชนิด การวิเคราะห์เบื้องต้นเกี่ยวกับข้อมูลผีเสื้อกลางวันโดยใช้โปรแกรม Cluster Analysis and TWINSPAN แสดงให้ทราบว่ามีความเกี่ยวเนื่องกันของผีเสื้อและแหล่งที่อยู่ ซึ่งสามารถใช้การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศวิทยาและสถานที่อยู่ได้ ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างจำนวน ชนิด ของผีเสื้อในวงศ์ Nyphalidae ที่พบ และจำนวนชนิดทั้งหมดได้ถูกสังเกตพบและมีข้อบ่งชี้ว่าจะสามารถนำมาใช้เป็นดรรชนีบอกถึงความหลากหลายของชนิดของแมลงได้

คำหลัก: การประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ, แมลง, ผีเสื้อกลางวัน, มด, ผีเสื้อกลางคืน, ด้วงมูลสัตว์

INTRODUCTION

The collection of baseline biological information and subsequent monitoring is a fundamental requirement for successful conservation and protected area management (Usher, 1986; Margules *et al.*, 1988). Studies are often restricted to "charismatic mega-fauna", in particular rare species or large mammals (Landres *et al.*, 1988; Kremen *et al.*, 1994; New, 1997). These species represent only a small fraction of an ecosystem's biodiversity. However, due to insufficient personnel, resources and lack of taxonomic skills it is impossible to monitor all the components of biological diversity in tropical ecosystems (Wheeler, 1990). Methodologies for streamlining biotic inventories have been proposed by concentrating on "target indicator taxa" which provide biogeographical and ecological information about an area (Murphy and Wilcox, 1986; Collins and Thomas, 1991; Kremen *et al.*, 1994; Vane-Wright *et al.*, 1994; Daily and Ehrlich, 1995). This methodology is proposed as the only practical means of monitoring and measuring ecological change in biodiversity rich ecosystems (Harper and Hawksworth, 1994).

Among the proposed taxa, insects offer great potential for being fine-scale indicators for biodiversity assessment and monitoring (Brown, 1991; 1997). Whether measured by abundance, diversity or biomass invertebrates dominate within tropical ecosystems (Erwin, 1982; Wilson, 1987; 1988; Stork, 1988). In addition, their functional importance (Janzen, 1981; Wilson, 1987; Collins and Thomas, 1991); sensitivity to change (Anderson, 1991; 1997; Holloway, 1984; Hill *et al.,* 1995); rapid turnover (Lawton, 1978; Gaston and Lawton, 1988; Wolda, 1988) and ease of sampling (Southwood, 1972; Anderson, 1991; Codddington *et al.,* 1991) and identification to morphospecies (Oliver and Beattie, 1993; 1996) present a set of attributes which greatly lends support to their use as indicators. Four insect target taxa have been selected as suitable indicator taxa namely dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae); ants (Hymenoptera: Formicidae); butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) and moths (Lepidoptera: Geometroidea and Sphingidea).

It is the aim of this research project to conduct a case-study to examine the potential use of these four insect taxa as indicators of biodiversity, and to develop biodiversity survey and monitoring protocols for protected area management. The first phase of the project aims to establish baseline data regarding their seasonal and temporal diversity and to identify ecological requirements of species and their correlation to wider patterns of biodiversity. Furthermore, the sampling times, effort and methodologies required to produce estimates consistent with more intensive sampling programmes will be examined.

STUDY AREA

Phu Khieo Wildlife Sanctuary in the north-east of Thailand is located at the junction of two major biogeographic zones. Covering over 1,500km^2 and containing relatively undisturbed forest, and a number of rare and endangered species it is a key conservation area in SE Asia (McKinnon, 1990), data for insects is extremely limited.

METHODOLOGY

Study Plots

Plots were established in seven major habitat types found at the Sanctuary: hill evergreen (two major biotypes: HE1 and HE2); dry mixed evergreen (DE), dry deciduous dipterocarp (DD), pine dipterocarp (PD), grassland/scrub (GR) and an agricultural/degraded forest area on the boundary of the sanctuary (AG). Two replicate sample "plots" measuring 100x100m were situated in relatively homogenous areas within each forest type to avoid edge effects.

Ants

Plastic drinking cups with an 8cm diameter and a plastic rain cover have proven successful as pitfall traps to sample the terrestrial ant fauna (Abensberg-Traun and Dion, 1995). Two permanent trapping grids of six traplines with traps separated at 5m intervals were randomly located within each plot. Traps were placed at least one month into the ground prior to sampling to avoid digging in effects (Greenslade, 1973). Immediately prior to trapping, traps were checked to ensure that their rims were level with the ground and cups filled with 30ml of 20% ethylene glycol (antifreeze) solution as a killing agent and preservative. Samples were collected after seven days trapping once every two months, from January 1998 to March 1999. Ants were initially identified to "morphospecies" using external characteristics (Oliver and Beattie, 1993; 1996) and later identified to species were possible.

Butterflies

Two methods of butterfly sampling were employed along a fixed 200m transect bisecting the sample plot. First, two people with butterfly nets collected all butterflies, were possible, they saw 10m either side of the transect for a total of two hours in the morning (9am to 11am) and two in the afternoon (1pm to 3pm); a modification of Kremen (1992). Secondly,

ten baited butterfly traps were located at 20m intervals along the transect. Traps consisted of cylinders of nylon netting (65cm high and 25cm in diameter), sewn onto a wire frame, and closed at the top and open at the bottom, with a opening fastened by a zip at the side for removal of insects (Daily and Ehrlich, 1995). Each trap had a sheet of plywood at the bottom onto which the bait, consisting of rotten bananas and a dash of rice whisky was placed. Sampling was undertaken at each plot for one day each month between January 1998 and March 1999. Trapping only occurred during "dry and sunny" conditions, non-optimal conditions were generally abandoned and resampling undertaken.

These methods were viewed to complement each other, with the fruit trapping sampling many of the faster flying and fruit feeding Nymphalidae, which are regarded as good forest indicators (Becccaloni and Gaston, 1995; Daily and Ehrlich, 1995). Visual census methods (Pollard, 1977) were not adopted despite being widely used in the tropics (Hill *et al.*, 1992; 1995), as many species are impossible to identify in flight, even to an experienced observer. Were identification was possible in the field, butterflies were marked and released, others were retained for later identification. Taxonomy follows the classification of Pinratana (1991).

Moths

Two moth traps each consisting of two 40Watt blacklights hung at approximately three metres above ground level were placed 50m apart within the sample plot. All moths from the Family Sphingidae and Superfamily: Geometroidea were collected from a white sheet measuring 2x2m between 6pm and midnight, the most active flight period for moths in the tropics (Chey *et al.*, 1997). Trapping was conducted during the dark phase of the moon once every two months from January 1998 to March 1999. Species are grouped into species and morphospecies following the taxonomy of Barlow (1980), Haruta (1992), Holloway (1996) and Inoue *et al.* (1997).

Dung Beetles

Pitfall traps were made (following a design adapted from Halffter and Favilla, 1993) and baited with fresh pig dung. A plastic cover was placed above to protect from rain and to reduce desiccation of the bait. Two transects of ten traps at intervals of 10m were placed bisecting the plot. Traps were set once a month and collected after three days from January 1998 to March 1999.

Vegetation Sampling

A transect measuring 10x100m, and further subdivided into ten equal sized subplots was located bisecting the centre of the plot. Woody plants with GBH greater than 10cm were identified

Data Analysis

A complete data analysis was not yet possible because the project has focussed upon fieldwork, identification and specimen sorting. This paper presents a basic analysis of a subset of butterfly data. These and many other areas will be examined further in later research papers. The following was undertaken on a subset of butterfly data:

1. Analysis of variance (Sokhahl and Rohlf, 1995) was carried out between the sites for monthly total number of individuals caught.
2. Similarity was measured through cluster analysis using Soreson Index nearest neighbour measurement and plotted on a single link dendrogram.
3. The correlation between $\log_{10}$ butterfly species was examined using Pearsons correlation coefficient against $\log_{10}$ of number of recorded Families, Genera, Nymphalidae and Papilionidae species.

RESULTS

Species Richness

Table 1 shows the number of species/morphospecies, genera and data records recorded to date, the final number will exceed these figures. A total of over 870 species and morphospecies have been recorded.

Table 1. The number of species/morphospecies, genera and data records for Phu Khieo Wildlife Sanctuary

Taxa	Genera	Species	Data Records
Dung Beetles	10+	40	5,000
Ants	28	56	100,000+
Butterflies	50	298	16,000
Geometroidea	56	420	20,000
Sphingidae	8	55	500

Seasonal Variation

A preliminary analysis of monthly butterfly captures indicates significant difference in seasonal abundance. Fig. 1 shows the mean monthly captures showing a general trend towards lower butterfly abundance in the cold season (i.e. November to February).

Similarity Between Sites

The degree of similarity between sites has been determined by cluster analysis using Soreson Index and nearest neighbour measurement. A single link dendrogram is illustrated in Figure 2 showing the degree of similarity between the different habits for butterfly data. A high degree of habitat fidelity can be observed.

Correlation

Table 2 shows the correlation between $\log_{10}$ species richness and $\log_{10}$ of number of recorded Families, Genera, Nymphalidae and Papilionidae species. Only the relationship between number of Nymphalidae species and site species richness was significant at the p=0.05 level. The Papilionidae did not show a significant correlation to total butterfly species richness.

Table 2. Shows the results of correlation between butterfly species richness ($\log_{10}$) and number of Families, Genera and Nymphalidae and Papilionidae species ($\log_{10}$) for each plot

	Families	Genera	Papilionidae	Nymphalidae
Species Richness	NS	NS	NS	***

NS = Not Significant; ***(r = significant, P=0.05)

DISCUSSION

Habitat Fidelity

High habitat fidelity, may in the future enable protected area managers to monitor and measure ecosystem change within tropical forest. Kremen (1992) found butterflies to only moderately indicative of plant species diversity; nevertheless they were shown to be strongly correlated to habitat heterogeneity, anthropogenic disturbance and environmental parameters. Further analysis of the entire data set including the other taxa through multivariate ordination techniques is expected to reveal potential indicator species and elucidate some of the more complex ecological relationships that occur.

Indicator Taxa

Howard *et al.* (1998; 1999) found butterflies species richness to be successful indicator of conservation priorities, in comparison to a suite of vertebrate, invertebrate and plant taxa. Nevertheless, any further streamlining for biodiversity assessment is of extreme importance. Neither higher taxa (Williams and Gaston, 1994) nor swallowtails (Papilionidae)

were found to be representative of site species richness, yet several studies have used swallowtails as a flagship species for conservation programmes and for mapping biodiversity (Vane-Wright *et al.*, 1994). The lack of correlation to species richness combined with the difficulty in censuring this fast flying group provide good reasons for not relying upon the Papilionidae as an indicator taxa.

Nymphalidae as Indicators

Of the butterfly families investigated only the Nymphalidae showed a significant positive correlation to overall butterfly species richness. Can the number of Nymphalidae be used to predict the species richness at forest sites? Are Nymphalidae easier to survey and quicker to sample than the overall total butterfly fauna? Nymphalidae abundance can be measured through bait trapping techniques, which removes some of the bias associated with netting or visual census (Daily and Ehrlich, 1995). The efficacy of bait trapping as a census techniques will also be examined at a later stage. In addition, further exploration of the entire data set may reveal other groups within the Nymphalidae which would make a more suitable indicator taxa. This study found the proportion of Nymphalidae represented 65% of the entire species recorded in this data set, whereas Beccaloni and Gaston (1995) who recommended the Ithominae (Family Nymphalidae) as an indicator group accounting for only 5% of entire site species richness.

CONCLUSIONS

The relationship between butterfly diversity and other taxa in Thailand's tropical forests has not yet been fully established. However, high habitat fidelity suggests butterflies are useful for ecological monitoring programmes. Further study and analysis of the baseline data, particularly the effects of season, sampling times and effort is expected to show to what extent they can be used in conjunction, or instead of other taxa.

The preliminary analysis shows site butterfly species richness has the potential to be estimated by measuring the Nymphalidae. In comparison to other groups they posses a simple taxonomy and have many members which are aesthetically interesting and may be used as a flagship species. However, there is a need for long-term baseline data from a subset of forests representative of ecosystems in Thailand before results can be relied upon for conservation planning.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 239004. We would like to offer special thanks to the staff of the Wildlife Conservation Division, Royal Forest Department. In particular, Dr Schwan Tuhnikorn, Head of Wildlife Conservation, and his predecessor Dr Viroj Pimmanrojnagool. We are also grateful to the staff of Phu Khieo Wildlife Sanctuary for their cooperation and support, in particular Mr. Nippon Sangunyad. Fieldwork was also made possible due to a number of people, special thanks to Lampoon Kasemsuk, Patpimon Sawai and Rungnapa Boribalpaya.

REFERENCES

ABENSPERG-TRAUN, M. AND S. DION. 1995. The effects of pitfall trap diameter on species richness and species composition in the composition of ant fauna in Eucalyptus woodland. Aust. J. Ecology 20: 282-287.

ANDERSON, A. 1991. Sampling communities of ground-foraging ants: pitfall trapping compared with quadrat counts in Australia savannah forest. Aust. J. Ecology 16: 273-279.

ANDERSON, A. 1997. Using ants as bioindicator: issues in ant community ecology. Conservation Ecology 1: (Internet Journal: pagination not known).

BARLOW, H. 1980. Moths of South East Asia. Malayan Nature Society, Kuala Lumpur, Malaysia.

BECCALONI, G. W. AND K. J. GASTON. 1995. Predicting the species richness of neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. Biological Conservation 71: 71-86.

BROWN, K. S. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. In COLLINS, N. M. AND J. A. THOMAS (eds.), The conservation of insects and their habitats (the 15th Symposium of the Royal Entomological Society of London). Academic Press, London, UK.

BROWN, K. S. 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. J. Insect Conservation 1: 25-42.

CHEY, V. K., J. D. HOLLOWAY AND M. R. SPEIGHT. 1997. Diversity of moths in forest plantations and natural forest in Sabah. Bulletin Entomological Research 87: 371-385.

CODDINGTON, J. A., C. E. GRISWOLD, D. S. DAVILLA, E. PENEARABNDA AND S. F. LARCHER. 1991. Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystem. In DUDLEY, E. C. (ed.), The unity of evolutionary biology: proceedings of the fourth international congress of systematic and evolutionary biology. Discorides Press, Portland, Oregon, USA.

COLLINS, N. M. AND J. A. THOMAS (eds.). 1991. The conservation of insects and their habitats. Academic Press, London, UK.

DAILY, G. C. AND P. R. EHRLICH. 1995. Preservation of biodiversity in small rainforest patches: rapid evaluations using butterfly trapping. Biodiversity and Conservation 4: 35-45.

ERWIN, T. L. 1982. Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. Coleopterist Bulletin 36: 74-75.

GASTON, K. AND J. LAWTON. 1988. Patterns in the distribution and abundance of insect populations. Nature 331: 709-712.

GREENSLADE, P. M. 1973. Sampling ants with pitfall traps, digging-in effects. Insects Soc. 20: 343-353.

HALFFTER, G. AND M. E. FAVILLA. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. Biology International 27: 15-21.

HARPER, J. L. AND D. L. HAWKSWORTH. 1994. Biodiversity: measurement and estimation. Phils. Trans. R. London B. 345: 5-12.

HARUTA, T. 1992. Moths of Nepal: Parts 1-4. Tinea. Vol. 13. The Japan Heterocerists Society, Japan.

HILL, C. J., A. N. GILLISON AND R. E. JONES. 1992. Spatial distribution of rain forest butterflies at three sites in North Queensland. J. Tropical Ecology 8: 37-46.

HILL, J. K., K. C. HAMER, L. A. LACE AND W. M. T. BANHAM. 1995. Effects of selective logging on tropical forest on Buru, Indonesia. J. Applied Ecology 32: 754-760.

HOLLOWAY, J. D. 1984. Moths as indicator organisms for categorising rain-forest and monitoring changes in the regeneration process. In CHADWICK, A. C. AND S. L. SUTTON (eds.), Tropical rainforest: the leeds symposium. Special Publication of the Leeds Philosophical Society, Leeds, UK.

HOLLOWAY, J. D. 1996. Moths of Borneo. Part 9-11. Malaysia Natural History Society, Kuala Lumpur, Malaysia.

HOWARD, P. C., P. VISKANIC, T. DAVENPORT, M. B. BALTZER, C. J. DICKINSON, J. LWANGA, R. A. MATTHEWS AND A. BALMFORD. 1998. Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. Nature 394: 472-474.

HOWARD, P. C., P. VISKANIC, T. DAVENPORT, M. B. BALTZER, C. J. DICKINSON, J. LWANGA, R. A. MATTHEWS AND E. MUPADA. 1999. Protected area planning in the tropics: Uganda's national system of nature reserves. Conservation Biology. (in press).

INOUE, H., R. D. KENNET AND I. J. KITCHING. 1997. Moths of Thailand. Vol. 2. Sphingidae. Chok Chai Press, Bangkok, Thailand.

JANZEN, D. H. 1981. Food webs: who eats what, why, how and with what effects in a tropical forest. In GOLLEY, F. B. (ed.), Tropical rain forests ecosystems: structure and function. Vol. 1A. Elseveir Scientific, Amsterdam, Netherlands.

KREMEN, C. 1992. Assessing the indicator properties of indicator taxa for natural areas monitoring. Ecological Applications 2: 203-217.

KREMEN, C., R. K. COLWELL, T. R. ERWIN, D. D. MURPHY, R. F. NOSS AND M. A. SANAANJAYAN. 1994. Biological inventory using target taxa: a case study of the butterflies of Madagascar. Ecological Applications 4: 407-422.

LANDRES, P. B., J. VERNER AND J. W. THOMAS. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. Conservation Biology 2: 316-329.

LAWTON, J. 1978. Host plant influences on insect diversity: the effects of space and time. In MOUND, L. A. AND N. WALSAFF (eds.), Diversity of insect faunas. Symposium of the Royal Entomological Society, London, UK.

MARGULES, C. R., A. O. NICHOLLS AND R. L. PRESSY. 1988. Selecting networks of nature reserves to maximise biological diversity. Biological Conservation 41: 63-76.

McKINNON, J. 1990. Protected areas in SE Asia. WWF Report, UK.

MURPHY, D. D. AND D. A. WILCOX. 1986. Butterfly diversity in natural habitat fragments: a test of the validity of vertebrate -based management. In VERNER, J., M. L MORRISON AND C. R. RALPH (eds.), Wildlife 2000, modelling habitat relationships of terrestrial vertebrates. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.

NEW, T. R. 1997. Are Lepidoptera an effective umbrella group for biodiversity? J. Insect Cons. 1: 5-12.

OLIVER, I. AND A. J. BEATTIE. 1993. A possible method for the rapid assessment of biodiversity. Conservation Biology 7: 562-568.

OLIVER, I. AND A. J. BEATTIE. 1996. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. Ecological Applications 6: 594-607.

PINRATANA, A. 1991-96. Butterflies of Thailand. Vols. 1-6. Chok Chai Press, Bangkok, Thailand.

POLLARD, E. 1977. A method for assessing changes in abundance of butterflies. Biological Conservation 12: 115-134.

SOKHAHL, R. R. AND F. J. ROHLF. 1995. Biometry: the principle and practice of stsatistics in biological research. WH Freeman & Co, New York, USA.

SOUTHWOOD, T. R. E. 1972. Ecological methods. Chapman & Hall, London, UK.

STORK, N. 1988. Insect diversity: facts, fiction and speculation. Biological J. Linnean Society 35: 321-337.

USHER, M. 1986. Wildlife conservation evaluation. Chapman & Hall, London, UK.

VANE-WRIGHT, R., C. R. SMITH AND I. KITCHING. 1994. What to protect?: Systematics and the agony of choice. Biological Conservation 55: 235-254.

WHEELER, G. D. 1990. Insects diversity and cladistic constraints. American Entomologist 83: 1031-1047.

WILLIAMS, H. AND K. J. GASTON. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? Biological Conservation 67: 211-217.

WILSON, E. O. 1987. The little things that run world (the importance and conservation of invertebrates). Conservation Biology 1: 344-348.

WILSON, E. O. 1988. The current state of biodiversity. In WILSON, E. O. (ed.), Biodiversity. National Academy Press, Washington DC, USA.

WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: why? Annual Review of Ecology and Systematics 19: 1-18.

ตอนที่ 9
เศรษฐกิจพอเพียง
และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

สังคมศาสตร์กับงานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ

ยศ สันตสมบัติ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

SOCIAL SCIENCES AND BIODIVERSITY RESEARCH

Y. Santasombat
Faculty of Social Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

Biodiversity research is predominantly perceived to be part of the domain of natural sciences, especially biology. This paper argues that the social sciences are playing an increasingly important role in biodiversity research, especially in regard to the inquiry into the relationships between biodiversity and local knowledge of various indigenous groups. Indeed, biodiversity must be examined in conjunction with cultural diversity, and biodiversity research in Thailand should aim at providing new insights and alternatives for sustainable development of Thai society.

Key words: biodiversity, local knowledge, research, social science

บทนำ

บริบทของการทำวิจัยในสังคมไทย

กาลครั้งหนึ่งนานมาแล้ว ณ ดินแดนไกลโพ้นมีข่าวลือแพร่สะพัดไปทั่วว่ามีไข่มุกล้ำค่าฝังตัวอยู่ใต้ก้นมหาสมุทร คนจำนวนมากมายพากันไปยังริมฝั่งทะเลด้วยความใฝ่ฝันจะครอบครองไข่มุกเม็ดงาม เมื่อไปถึง หลายคนตกตะลึงกับความงามของหาดทราย สายลม และแสงแดด เพลิดเพลินอยู่บนชายหาด จนลืมไข่มุกไป บางคนลงไปในน้ำ หัดว่ายน้ำ และเริงร่าอยู่กับสายน้ำเย็นฉ่ำ จนลืมไข่มุกไป บางคนหัดว่ายน้ำจนชำนาญ ในขณะที่อีกหลายคนจมน้ำตายไป หลายคนที่ว่ายน้ำได้ดี เริ่มหัดดำน้ำ และหลงระเริงไปกับสีสันของปะการัง ฝูงปลา และสัตว์น้ำใต้ท้องทะเล จนลืมไข่มุกไป

จะมีสักกี่คนที่ผ่านขั้นตอนการเคี่ยวกรำ และความยั่วยวนทั้งหลาย จนสามารถลงไปคว้าไข่มุกขึ้นมาได้?

ในโลกของวิชาการ การทำงานวิจัยในสาขาวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคน และชุมชน ต้องผ่านขั้นตอนยุ่งยากมากมาย อุปมาได้เฉกเช่นการดำน้ำลงไปค้นหาไข่มุกใต้ห้วงสมุทร (Schwartz and Jacobs, 1979) นักวิจัยเป็นผู้ค้นหาความจริง เกี่ยวกับคน และสังคมเป็นผู้ทำความเข้าใจ และอธิบายความหมายของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยนัยดังกล่าว นักวิจัยเป็นผู้ตั้งคำถามเกี่ยวกับความเป็นไปของสังคม การตั้งโจทย์ หรือคำถามในงานวิจัย จึงเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการทำวิจัย เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และการทำลายมายาคติเดิม ๆ ที่มีอยู่ดาษดื่นในสังคมไทย[1]

หากปรายตาชำเลืองดูงานวิจัยแบบเดิม ๆ ที่เคยทำกันมา เราพบว่างานวิจัยจำนวนไม่น้อย เป็นงานวิจัยที่มีคำตอบอยู่แล้ว หรือเป็นงานวิจัยที่วางอยู่บนพื้นฐานของมายาคติบางประการ งานวิจัยประเภทนี้มักตั้งโจทย์ เช่น "คนอยู่กับป่าได้หรือไม่" คำตอบก็คือ "ไม่ได้" ต้องเอาชาวบ้านออก เพราะชาวบ้านเป็นผู้ทำลายป่า ทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงสังคมชนบทของไทยดำเนินชีวิตสัมพันธ์กับป่ามาโดยตลอด หากเราจะทำวิจัยในประเด็นเดียวกันนี้ ด้วยการตั้งคำถาม

---

[1]สังคมไทยตกอุดมไปด้วยมายาคติในรูปแบบและระดับต่าง ๆ ทั้งในรูปของภาษิต คำขวัญ คำพังเพย ไปจนถึงข้อสรุปจากการศึกษาวิจัยทางวิชาการ ตัวอย่างเช่น "ไม่มีความจนในหมู่คนขยัน" เป็นคำขวัญที่คนไทยคุ้นหูมานานนับชั่วอายุคน คำขวัญดังกล่าวฟังดูราวกับว่าเป็นความจริงที่น่าเชื่อถือ คนขยันไม่น่าจะจน ดังนั้น ชาวนาชาวไร่และกรรมกรหลายสิบล้านคนที่มีฐานะยากจนจึงถูกนำเสนอว่าเป็นคนขี้เกียจและสมควรแล้วที่จะจนต่อไป วลีที่ว่า "ไม่มีความจนในหมู่คนขยัน" จึงเป็นส่วนหนึ่งของวาทกรรมที่มุ่งสร้างความชอบธรรมให้กับระบบเศรษฐกิจแบบแผ่ส่วนบุญ หรือมือใครยาวสาวได้สาวเอา และเป็นข้อแก้ตัวในการเพิกเฉยไม่แก้ไขระบบการกระจายรายได้ที่เป็นธรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปัญหาเชิงโครงสร้างของความยากจนในสังคมไทย สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้ภาษาเพื่อสร้างความชอบธรรมทางสังคมการเมือง โปรดดู สมบัติ (2533)

เกี่ยวกับความเป็นไปของสังคม เราอาจตั้งโจทย์ใหม่ว่า "ในสภาวะที่สังคมเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ชุมชนชนบทยังคงมีศักยภาพในการดูแลจัดการป่ามากน้อยเพียงใด และศักยภาพดังกล่าวจะเพิ่มสูงขึ้นหรือลดต่ำลงภายใต้เงื่อนไขอะไร?" (เสน่ห์และยศ, 2536) กระบวนการค้นหาความเป็นจริงทางสังคมอาจเริ่มต้นขึ้นได้จากการตั้งโจทย์ในลักษณะเช่นนี้

โดยนัยดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยจึงเป็นการตั้งคำถาม หรือการตั้งโจทย์ใหม่ เพื่อทำลายมายาคติเดิม และเพื่อเสนอความจริงของสังคม งานวิจัยจึงเป็นทั้งการวิจารณ์วัฒนธรรมและเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมแห่งการวิจารณ์ไปพร้อมกัน (Marcus and Fischer, 1986)

ในบริบทของสังคมไทยกำลังเผชิญหน้ากับวิกฤตต่าง ๆ รอบด้าน การทำงานวิจัยมิใช่เป็นเพียงการค้นหาความจริงหรือการสร้างองค์ความรู้ใหม่เท่านั้น หากแต่การค้นหาความจริงเป็นเงื่อนไขแรกที่นำไปสู่การนำเสนอ "ทางเลือกใหม่" ให้กับสังคม ดังนั้น เราจึงอาจแบ่งงานวิจัยออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ งานวิจัยแบบมีจิตสำนึก กับงานวิจัยแบบไร้จิตสำนึก (อานันท์, 2530) งานวิจัยแบบหลังนี้ยังแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ งานวิจัยที่มุ่งรับใช้ผลประโยชน์ของตนเอง หรือบุคคลบางกลุ่ม ซึ่งงานวิจัยประเภทนี้คงไม่มีคุณค่าอะไรให้กล่าวถึงมากนัก กับอีกแบบหนึ่ง คือ งานวิจัยที่มุ่งรับใช้อุดมการณ์อย่างไม่ลืมหูลืมตา งานวิจัยเพื่อรับใช้อุดมการณ์นี้มีอยู่ไม่น้อยในสังคมไทย และแม้จะทำด้วยความปรารถนาดี แต่การจะทำความจริงให้ปรากฏได้จะมัวยึดติดอยู่กับอุดมการณ์คงเป็นไปได้ลำบาก เพราะงานวิจัยจะต้องมีวิธีการวิเคราะห์ และการตีความที่เป็นระบบ มีพลัง สามารถทำความเข้าใจ และอธิบายรากเหง้าของปัญหาที่เรากำลังเผชิญหน้าอยู่ได้อย่างแท้จริง

ตัวอย่างเช่น การอธิบายปัญหาการพัฒนาของประเทศไทย มีการอธิบายแบบสุดโต่งอยู่ 2 ขั้ว ขั้วแรก ยึดติดอยู่กับการมองปรากฏการณ์ภายนอกที่เป็นผลิตผลของปัญหามากกว่าสาเหตุ ส่วนอีกขั้วหนึ่ง ยึดติดกับอุดมการณ์จนไม่ให้ความสนใจกับการวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหาอย่างแท้จริง

ขั้วแรกเป็นคำอธิบายปัญหาการพัฒนาในแนวของสภาพัฒน์ฯ ธนาคารโลก และนักเศรษฐศาสตร์บางกลุ่มบางจำพวก ซึ่งมองว่าปัญหาการพัฒนาของสังคมไทยเป็นผลมาจากความยากจน ประชาชนในชนบทขาดปัจจัยทางวัตถุ เช่น ทุน, ขาดการศึกษา, ขาดระบบสาธารณสุขมูลฐาน และมีลูกมากเกินไป ด้วยเหตุนี้เอง ทางแก้จึงออกมาในรูปของการวางแผนเพื่อเพิ่มวัตถุ, เพิ่มผลผลิต, เพิ่มรายได้, ขยายการศึกษา, ส่งเสริมการวางแผนครอบครัว และการคุมกำเนิด เป็นต้น แนวคิดในลักษณะเช่นนี้ อยู่เบื้องหลังการวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ฉบับแรกมาจนถึงฉบับที่ 5 และต่อมาในแผนพัฒนาฉบับที่ 6 ได้มีการเพิ่มเติมแนวคิดที่ว่าประชาชนยากจนเพราะขาดการมีส่วนร่วม และขาดคุณภาพชีวิต จึงมีการวางแผนเร่งรัดให้ประชาชนมีส่วนร่วมและเน้นการพัฒนาจิตใจ โดยการจัดทำโครงการแผ่นดินธรรมแผ่นดินทอง และโครงการอื่น ๆ ซึ่งไม่ใช่เป็นการเปลี่ยนแนวทางการพัฒนา หากแต่นำการพัฒนาจิตใจมาเสริมนโยบายเศรษฐกิจที่ล้มเหลวมาโดยตลอด เพราะยิ่งพัฒนาไปมากขึ้น ชนบทกลับยากจนและอ่อนแอลง การขยายผลผลิตในภาคเกษตรภายใต้แนวคิดเรื่องการปฏิวัติเขียว ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น จากการซื้อเมล็ดพันธุ์พืช, การใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง และจากดอกเบี้ยที่เกษตรกรต้องไปกู้หนี้ยืมสินมาลงทุน โดยเป็นฝ่ายแบกรับความเสี่ยงจากอาการแปรปรวนของฝนฟ้า, ภัยพิบัติธรรมชาติ และราคาตลาด แต่เพียงฝ่ายเดียวมาโดยตลอด ในขณะที่ภาษีอากรจากการส่งออกพืชผล ถูกนำไปใช้เจือจุน และพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของภาคอุตสาหกรรมในเขตเมือง ผลที่ตามมาก็คือ ชนบทยากจน และอ่อนแอลงเรื่อย ๆ ช่องว่างและความเหลื่อมล้ำระหว่างเมืองกับชนบทมีมากขึ้นทุกขณะ

โดยเนื้อแท้ความจริงแล้ว แนวคิดที่อยู่เบื้องหลังการพัฒนากระแสหลัก คือ การส่งเสริมให้ระบบทุนนิยมแทรกตัวเข้าครอบงำชนบทได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น การพัฒนาจึงมีความหมายเพียงการเข้าสู่ระบบทุนนิยม ซึ่งมองแต่เพียงในแง่ดีเสมอ แต่มองข้ามผลด้านลบ หรือบอกว่าผลในแง่ลบเป็นเพียงอาการข้างเคียงที่จะอยู่เพียงชั่วครู่ชั่วยาม และจะหมดไปเมื่อสังคมไทยทะยานขึ้นสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ หรือผ่านเข้าสู่ขั้นตอนของการพัฒนาอย่างเต็มที่

มุมมองเกี่ยวกับปัญหาการพัฒนาของสังคมไทยในอีกขั้วหนึ่ง มองว่าปัญหาการพัฒนาก็คือ ระบบทุนนิยม ซึ่งมองแต่ในด้านลบ ทุนนิยมเลว ชั่วร้าย ต้องต่อต้าน ในขณะที่ชาวบ้านดี มีวัฒนธรรมที่ดี แต่ทุนจ้องจะทำลาย ด้วยเหตุนี้คำตอบจึงอยู่ที่หมู่บ้าน แนวทางในการพัฒนาต้องเสริมศักยภาพในการต้านระบบทุนนิยม และชุมชนชนบท คือ ตัวแบบ

ของการพัฒนาที่ถูกต้อง ปัญหาของมุมมองเกี่ยวกับการพัฒนาในลักษณะเช่นนี้มีอยู่ว่า การใช้อุดมคติต่อต้านทุนนิยมนั้นเป็นไปเพื่อต้องการแสดงให้เห็นปัญหาของทุนนิยม หรือต้องการหวนกลับไปสู่อุดมคติ? นิยายโรแมนติคเกี่ยวกับชุมชนชนบทที่เรียบง่าย สมานฉันท์ และอบอวลไปด้วยไออุ่นของญาติมิตร จะเกิดขึ้นหรือพลิกฟื้นกลับคืนมาได้อย่างไร ท่ามกลางกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่กำลังเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในทุกวันนี้ มิพักต้องถามว่าอุดมคติที่ว่านี้เคยมีอยู่จริงหรือไม่ในชนบทไทย?

การทำวิจัยเพื่อค้นหาความจริงจึงจำต้องหลีกเลี่ยงการอธิบายแบบสุดโต่ง หรือยึดติดอยู่กับเหตุผลแบบใดแบบหนึ่งโดยเฉพาะ ในทางตรงกันข้าม การค้นหาความจริงมีตัวแบบ, ทฤษฎี และแนวทางต่าง ๆ มากมาย ซึ่งกลายมาเป็นปัญหาในอีกรูปแบบหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ในทางสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ มีสาขาวิชามากมาย เพราะมีคณะ ภาควิชา ซึ่งได้รับการจัดตั้ง ดำรงอยู่ มีขอบเขตความสนใจ และอาณาจักรของตนเอง ปัญหามีอยู่ว่า การแบ่งแยกสาขาวิชาเหล่านี้มีผลต่อการค้นหาและบรรยายความจริงอย่างไร? มานุษยวิทยาแต่เดิมมาเป็นการศึกษาสังคมดั้งเดิม (primitive) ที่มีขนาดเล็ก ในปัจจุบันสังคมดั้งเดิมกำลังหมดไป มานุษยวิทยาจะศึกษาอะไร? (Hastrup, 1995) รัฐศาสตร์เป็นศาสตร์ว่าด้วยรัฐ แต่ในปัจจุบันรัฐกำลังถูกลดบทบาทและความสำคัญลงไปเรื่อย ๆ ในอนาคตอันใกล้นี้รัฐศาสตร์จะศึกษาอะไร? การเปลี่ยนแปลงของโลกมีผลต่อสาขาวิชาอย่างไร? เรายังสามารถแบ่งแยกสาขาวิชาได้จริงหรือเปล่า การแบ่งแยก คือการกีดขวางไม่ให้เราศึกษาทำความเข้าใจกับความจริงในแง่มุมต่าง ๆ อย่างกว้างขวางหรือไม่?

สังคมศาสตร์รุ่นเก่านิยมแบ่งแยกพฤติกรรมร่วมของมนุษย์ออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ พฤติกรรมทางเศรษฐกิจ, พฤติกรรมทางการเมือง และพฤติกรรมทางสังคมวัฒนธรรม ราวกับว่าพฤติกรรมเหล่านี้มีลักษณะโดด ๆ หรือมีตรรกเฉพาะของตนเอง ปัญหาของอุดมศึกษาไทยนั้นเกิดขึ้นเพราะเรายังคงสอนตรรกเฉพาะด้าน เราสอนความรู้แบบแยกส่วน แต่ละสาขาวิชาสอนเพียงเฉพาะตรรกของตนเอง แล้วเราจะทำความเข้าใจ อธิบาย และบรรยายความจริงในลักษณะที่เป็นองค์รวมอย่างไร? การตั้งคำถามแต่เพียงว่าอะไรคือความรู้นั้น ไม่เพียงพออีกต่อไป แต่เราต้องถามต่อว่าเราต้องการรู้อะไร และความรู้นั้นมีนัยสำคัญต่อชีวิต และสังคมของเราอย่างไร?

นอกจากนั้น งานวิจัยยังต้องทันโลกไม่ใช่งานวิจัยที่ตามโลก ในยุคที่โลกคับแคบลง และกำลังกลายเป็นสังคมข้อมูลข่าวสาร เป็นที่น่าสังเกตว่า สังคมไทยกลับยังคงพยายามตามคนอื่นไปเรื่อย ๆ เรายังคงมีความรู้สึกว่าเราต้องขยายให้ใหญ่ ต้องมีโรงงานขนาดใหญ่ สถาบันการศึกษาขนาดใหญ่ ในกระบวนการทำให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน หรือแนวคิดที่เรียกกันว่า standardization โดยเข้าใจผิดว่า ยิ่งโลกเข้าสู่กระบวนการโลกาภิวัฒน์มากขึ้นเท่าใด สังคมต่าง ๆ ก็จะมีลักษณะที่เหมือนกันไปหมด (standardized) ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิดพลาดโดยสิ้นเชิง เพราะกระบวนการทำให้เป็นมาตรฐานเดียวกันกำลังถูกปฏิเสธ ยิ่งโลกาภิวัฒน์ขยายตัวไป จนเรากลายเป็นส่วนหนึ่งของระบบข้อมูลข่าวสารหรือระบบเศรษฐกิจของโลกมากขึ้นเท่าใด เรากลับพบว่าเรายิ่งมีคุณลักษณะเฉพาะตัวมากขึ้น เกิดความแตกต่าง หรือความพยายามที่จะแตกต่างขึ้นทั่วโลก ตัวอย่างเช่น ตลาดร่วมยุโรป เกิดขึ้นได้เพราะมีผลประโยชน์ร่วมกัน แต่พอเริ่มมีการพูดถึงสหภาพทางการเมือง ไม่มีประเทศใดยอมรับ และไม่มีทางเป็นจริงได้

ประเด็นสำคัญมีอยู่ว่า ยิ่งโลกาภิวัฒน์ขยายตัว กลุ่มขนาดเล็กยิ่งมีบทบาทมากขึ้น ระบบขนาดใหญ่จะไปรอดยาก เพราะระบบขนาดใหญ่ต้องการประสิทธิภาพสูงขึ้น ตัวอย่างที่เห็นชัดเจน คือ สหภาพโซเวียตล่มสลาย เพราะไร้ประสิทธิภาพ ต้องกลายมาเป็นประเทศย่อย ๆ กว่าสิบประเทศ ในด้านธุรกิจเราหมกมุ่นครุ่นคิดถึงธุรกิจขนาดใหญ่ และบรรษัทข้ามชาติ รัฐบาลไทยให้ทุนเจือจุนหนุนช่วยการลงทุนแก่บริษัทขนาดใหญ่ ในขณะที่ธุรกิจขนาดเล็กกำลังเป็นจุดปรับเปลี่ยนสำคัญของโลก ในความเป็นจริงแล้ว กว่าร้อยละ 50 ของยอดส่งออกของประเทศสหรัฐอเมริกามาจากบริษัทเล็ก ๆ ที่มีพนักงานต่ำกว่า 20 คน ยิ่งเศรษฐกิจโลกขยายตัวมากขึ้นเท่าใด ผู้ประกอบการขนาดเล็กยิ่งมีอำนาจมากขึ้น ในขณะเดียวกัน กลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ผุดขึ้นทั่วโลก หลังจากถูกปิดกั้นมานานจากสงครามเย็น ดังนั้นกลุ่มย่อยขนาดเล็ก กลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ เริ่มมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และการเมืองของโลก เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ สังคมไทย นักวิจัยไทย รู้อะไรบ้างเกี่ยวกับกลุ่มขนาดเล็ก หรือกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศของเราเองและในเอเชียอาคเนย์?

ในยุคสมัยที่สังคมไทยกำลังเผชิญหน้ากับสภาวะวิกฤตหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นปัญหาความยากจน ชุมชนและครอบครัวแตกสลาย ระบบศีลธรรมเสื่อมทรามลง ความขัดแย้งและการแย่งชิงทรัพยากรรุนแรงขึ้น ธรรมชาติแวดล้อม

เสื่อมโทรมลง แต่ระบบการศึกษายังคงเน้นสอนคนให้เป็นลูกจ้างและไม่มีสติปัญญา คำถามจึงมีอยู่ว่า สังคมไทยจะยังมุ่งหวังการเจริญเติบโต การกอบโกย ตามเยี่ยงอย่างอารยธรรมอื่นอย่างมัวเมา โดย "กลุ่มข้างบน" ของสังคม ทำได้ด้วยการใช้คนส่วนใหญ่ในสังคมเป็นเครื่องสังเวย เราจะยอมจ่ายธรรมชาติ วัฒนธรรม อารยธรรม และมนุษยธรรมของเราเป็นเครื่องตอบแทนสำหรับการเจริญเติบโตของคนกลุ่มเล็ก ๆ ไปอีกนานเพียงใด? หากคำตอบ คือ "ไม่" เรามีทางเลือกใดบ้างที่จะนำเสนอให้กับสังคมของเรา

กล่าวโดยสรุป บริบทของการทำวิจัยในสังคมไทย คือการค้นหาความจริงด้วยการสำรวจตัวเอง ทำความเข้าใจกับฐานทรัพยากรของเราเอง เพื่อแสวงหาทางเลือกให้กับสังคมของเรา ดังนั้นงานวิจัยจำต้องสะท้อนทิศทาง และสำรวจตรวจสอบปัญหาการพัฒนาประเทศอย่างเป็นองค์รวมและรอบด้าน เพื่อนำเสนอทางเลือกใหม่ให้กับสังคมไทย

ความหลากหลายทางชีวภาพกับทางเลือกของสังคมไทย

เป็นที่ทราบกันดีอยู่ว่า ป่าเขตร้อนเป็นระบบนิเวศที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยพืชพรรณธัญญาหาร, สัตว์, แมลง, จุลินทรีย์ และทรัพยากรพันธุกรรมอันทรงคุณค่ามากมายเหลือคณานับ (Wilson, 1988) ป่าเขตร้อนยังมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรักษาความสมดุลทางธรรมชาติของโลก และยังประโยชน์อย่างยั่งยืนแก่มวลมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต อาณาบริเวณของป่าหลายแห่งยังเป็นที่อยู่อาศัยของชาวบ้านหลายกลุ่มหลายเผ่าพันธุ์ แต่ละกลุ่มได้พัฒนาวิถีชีวิตผูกพันอย่างแนบแน่นอยู่กับป่า สั่งสมภูมิปัญญาความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศของป่า, พืชอาหาร, สมุนไพร และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพ มาเป็นเวลานับร้อยนับพันปี ป่าเขตร้อนมิได้เป็นเพียงแหล่งรวมของความหลากหลายทางชีวภาพเท่านั้น แต่ยังเป็นแหล่งรวมของความหลากหลายทางวัฒนธรรม (ฉลาดชาย, 2537) ซึ่งมีคุณค่ายิ่งต่อการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพและอุตสาหกรรมสมัยใหม่ เช่น การผลิตยารักษาโรค การปรับปรุงสายพันธุ์ของพืชและสัตว์เพื่อใช้เป็นอาหารของมนุษย์ เป็นต้น (วิสุทธิ์, 2537)

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ และการพัฒนาอย่างยั่งยืน จึงอยู่ที่ประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติกับวัฒนธรรม ระหว่างทรัพยากรกับองค์ความรู้หรือภูมิปัญญาท้องถิ่น เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ

โดยทั่วไปแล้ว เรามักมองว่าความหลากหลายทางชีวภาพเป็นความสนใจเฉพาะของนักวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เช่น นักชีววิทยา นักพฤกษศาสตร์ เป็นต้น แต่โดยความเป็นจริงแล้ว นักวิทยาศาสตร์ธรรมชาติเองก็ยังมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพในเขตร้อนอยู่น้อยมาก ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นฐานทรัพยากรที่เราเพิ่งเริ่มต้นศึกษาทำความเข้าใจอย่างแท้จริง หากแต่ชาวบ้าน หรือเกษตรกร ซึ่งดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกับป่ามาหลายชั่วอายุคน ได้ทำหน้าที่เป็นผู้ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ หรือ "ผู้จัดการ" ทรัพยากรพันธุกรรมสืบเนื่องต่อกันมาเป็นเวลาหลายร้อยปี และตลอดเวลาดังกล่าว เกษตรกรก็ได้ทำการคัดเลือก และพัฒนาสายพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ สั่งสมองค์ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรชีวภาพ และพันธุกรรม ซึ่งเป็นพื้นฐานของอาหารและยาสมุนไพร อันเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต สั่งสมความรู้ในเรื่องเกี่ยวกับวิธีการใช้ การปรับปรุงสายพันธุ์ คุณสมบัติของพืชอาหารและยาชนิดต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด

องค์ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับทรัพยากรชีวภาพจึงก่อกำเนิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนและชุมชน กับธรรมชาติแวดล้อม ปฏิสัมพันธ์ดังกล่าว เป็นทั้งพัฒนาการทางประวัติศาสตร์และพัฒนาการทางวัฒนธรรมไปพร้อมกัน นอกจากนั้น ความหลากหลาย (diversity) ยังเป็นหลักประกันของความมั่นคง ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นหลักประกันของความมั่นคงในชีวิต ความหลากหลายของสายพันธุ์พืชเป็นหลักประกันปริมาณและความต่อเนื่องของผลผลิตอาหารของชุมชน ของประเทศ และของโลกเป็นลำดับ ความหลากหลายทางชีวภาพจึงมิใช่เป็นประเด็นที่จำกัดอยู่แต่เพียงภายในอาณาบริเวณป่า หากแต่ครอบคลุมไปถึงพื้นที่ไร่, นา, สวน และชุมชนเกษตรกรรมทั้งหมดที่ได้พัฒนาหลักการแห่งความมั่นคงทางด้านอาหารและยา สืบเนื่องต่อกันมาหลายชั่วอายุคน

การศึกษาและการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ จึงมิใช่ภารกิจเฉพาะของนักวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่เป็นภารกิจร่วมกันของนักสังคมศาสตร์มนุษยศาสตร์ทุกสาขา และที่ขาดไม่ได้ คือ ภูมิปัญญา

และความร่วมมือของชาวบ้าน ผู้มีวิถีชีวิตคลุกคลีอยู่กับความหลากหลายทางชีวภาพอยู่ทุกเมื่อเชื่อวัน ความหลากหลายทางชีวภาพจึงสัมพันธ์เชื่อมโยงอย่างแนบแน่นกับความหลากหลายทางวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ที่ได้ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับธรรมชาติมาหลายชั่วอายุคน ได้สั่งสมภูมิปัญญาความรู้อันยิ่งใหญ่ การทำลายความหลากหลายทางวัฒนธรรมด้วยรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ จะโดยจงใจหรือไม่ก็ตาม จึงเป็นการทำลายโอกาสทางการศึกษา และใช้คุณค่าของภูมิปัญญาความรู้นั้นให้เป็นประโยชน์ ต่อประเทศชาติ และมนุษยชาติในปัจจุบัน

แม้กระนั้นก็ดี ในช่วงเวลา 3-4 ทศวรรษที่ผ่านมาของการปฏิวัติเขียว (green revolution) การเอาใจใส่ดูแลในเรื่องของความหลากหลายทางชีวภาพ และทรัพยากรพันธุกรรม ทั้งในด้านของการเกษตร เช่น เมล็ดพันธุ์พืชพื้นบ้านและยาสมุนไพรต่าง ๆ ได้ถูกทำให้ดูประหนึ่งว่าด้อยคุณค่าลงไป และเริ่มถูกแทนที่ด้วยพันธุ์พืชใหม่ ๆ การเพาะปลูกเชิงเดี่ยว (monoculture) และยาสมัยใหม่ การพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารและยา บนพื้นฐานของการเพาะปลูกเชิงเดี่ยวและวิธีคิดเชิงเดี่ยว จึงเป็นการลดทอน และทำลายองค์ความรู้และศักยภาพของเกษตรกร ในด้านของการพัฒนาความหลากหลายทางด้านการเกษตร วิถีการผลิตแบบใหม่ยังเป็นตัวการสำคัญที่ทำลายระบบการพึ่งตนเอง ย้ายเทคโนโลยีจากหมู่บ้าน และไร่นาไปสู่ห้องแล็บ ย้าย germplasm จากไร่นาไปสู่ธนาคารพันธุกรรม (gene bank) และทำลายการควบคุมการผลิตของท้องถิ่น (local control over production) ลงอย่างรวดเร็ว เมล็ดพันธุ์กลายเป็นสมบัติของบรรษัทข้ามชาติ สูตรยาสมุนไพรกลายเป็นทรัพย์สินทางปัญญา (ยศ, 2537)

กระแสพลิกผันที่เกิดขึ้นกับสังคมเกษตรกรรม ยังดำเนินไปพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงสำคัญ ๆ อย่างน้อย 3 ด้านในสังคมไทย การเปลี่ยนแปลงในด้านแรก คือ ความขัดแย้งและการแย่งชิงทรัพยากร ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะรุนแรงยิ่งขึ้นเรื่อย ความขัดแย้งดังกล่าวเป็นผลมาจากกระแสการพัฒนาเศรษฐกิจในช่วงสามสิบกว่าปีที่ผ่านมา ซึ่งเร่งรัดพัฒนาภาคอุตสาหกรรม และนำเอาทรัพยากรไปใช้เพื่อคนส่วนน้อย ในขณะที่เกษตรกรซึ่งเป็นคนส่วนใหญ่ของประเทศกลับถูกจำกัดสิทธิ และถูกกีดกันไม่ให้มีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากร (เสน่ห์, 2538) การเปลี่ยนแปลงในด้านที่สอง เป็นผลมาจากการขยายตัวของอำนาจนิยมโดยรัฐ ซึ่งเกิดขึ้นในสองลักษณะด้วยกัน กล่าวคือ ในลักษณะแรก รัฐรุกเข้าไปครอบงำในระดับหมู่บ้าน ผ่านกลไกของกำนันและผู้ใหญ่บ้าน เพื่อผนวกชุมชนเข้าเป็นส่วนหนึ่งของรัฐ และในลักษณะที่สอง รัฐใช้กฎหมายปิดล้อม และริดรอนสิทธิชุมชนที่เคยมีมาแต่เดิม (ยศ, 2539) กฎหมายกลายเป็นเครื่องมือในการขยายอำนาจรัฐ และนำเอาผลประโยชน์ หรือทรัพยากรของชุมชนไปให้กับคนภายนอก เช่น การให้สัมปทานป่า เป็นต้น ผลของการขยายตัวของอำนาจนิยมโดยรัฐ ทำให้เกิดความลักลั่นขัดแย้งระหว่างวิถีชีวิตและจารีตประเพณีของชาวบ้านกับนโยบาย กฎหมาย และมาตรการดำเนินการของทางราชการ ส่งผลให้เกิดความขัดแย้งและความรุนแรงในการใช้อำนาจรัฐ เพื่อบังคับใช้กฎหมาย เช่น ความพยายามขับไล่ราษฎรออกจากพื้นที่ป่าประเภทต่าง ๆ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงในด้านที่สาม เป็นผลมาจากวิกฤตการพัฒนาที่รอบ 3-4 ทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งสร้างความยากจนในชนบท ผลักดันชุมชนท้องถิ่นไปสู่ชายขอบ ในขณะที่สังคมไทยเดิมตามอารยธรรมตะวันตก สูญเสียความเป็นตัวของตัวเอง ตัดขาดจากรากเหง้า และความเป็นไท เข้าสู่กระแสของวิถีชีวิตแบบบริโภคนิยม การบริโภคจนเกินตัวกลายเป็นดัชนีชี้วัดความสำเร็จของปัจเจกบุคคลและสังคม วิถีชีวิตของคนไทย ตั้งแต่รูปทรงของบ้านเรือน การตั้งชื่อ ความงาม ไปจนถึงวิธีคิดในด้านต่าง ๆ เริ่มเป็นการลอกเลียนแบบฝรั่งมากกว่าการมีความคิดเป็นของตนเอง การสูญเสียความเป็นตัวของตนเองอันเป็นผลมาจากวิกฤตการพัฒนา นำสังคมไทยให้เข้าสู่วิกฤตทางด้านวัฒนธรรม นั่นคือ ปัญหาของวิธีคิดที่ขัดแย้งกัน การมองเพียงเฉพาะประโยชน์ส่วนตนโดยขาดความรับผิดชอบต่อส่วนร่วม ซึ่งอาจเป็นเพียงเรื่องเล็ก ๆ เช่น การไม่มีวินัยจราจร, ไปจนถึงการดูถูกวัฒนธรรมของตนเอง, การขายเจดีย์, หอผี, และการปล่อยให้ลูกสาวไปค้าประเวณีเพียงเพื่อแลกกับเงิน (ยศ, 2535) หรือการปล่อยของเสียลงสู่ลำน้ำสาธารณะ เป็นต้น วิกฤตทางวัฒนธรรมที่สำคัญที่สุด คือ การใช้อำนาจและความรุนแรงในการแก้ปัญหาในทุกระดับ ไม่ว่าจะเป็นความขัดแย้งในระดับท้องถิ่น เช่น การสร้างเขื่อน โรงงานกำจัดขยะ ไปจนถึงการจัดการกับการชุมนุมประท้วงของชาวไร่ชาวนาและคนงาน เป็นต้น

ในสภาวะที่ชุมชนชนบทกำลังเผชิญหน้ากับวิกฤตในด้านต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ประเด็นที่น่าจะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่องานวิจัยทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพจึงมีอยู่ว่า ทำอย่างไรเราจะจึงสามารถพลิกฟื้นศักยภาพ

ของชุมชนท้องถิ่นในการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ ทำอย่างไรเราจึงจะฟื้นอำนาจ และการควบคุมของชุมชนเหนือการผลิต การใช้และการพัฒนาสายพันธุ์ ตลอดจนองค์ความรู้ในเรื่องของอาหาร ยา และทรัพยากรพันธุกรรมอื่น ๆ

ในระดับชุมชน ประเด็นสำคัญมีอยู่ว่า 1) ทำอย่างไรชุมชนจึงจะมีองค์กรที่เข้มแข็ง สามารถสร้างอำนาจต่อรองกับภายนอก และจัดการความขัดแย้งในระดับต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำอย่างไรจึงจะเสริมสร้างจิตสำนึกของความเป็นชุมชน ธำรงค์ความหลากหลายทางวัฒนธรรมซึ่งเป็นพื้นฐานขององค์ความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพเอาไว้ได้ 2) ทำอย่างไรจึงจะสร้างเสริมให้ชุมชนมีระบบการจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ สามารถปรับจารีตประเพณีวิถีปฏิบัติเดิม ให้เข้ากับความต้องการและบริบทของยุคสมัยได้อย่างแท้จริง 3) ทำอย่างไรที่ชุมชนจะสามารถพัฒนาระบบการศึกษาที่ตอบสนองต่อความต้องการของชุมชน สืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ การคัดเลือก และการพัฒนาสายพันธุ์ ตลอดจน องค์ความรู้ในเรื่องอาหารและยา เข้ากับวิชาการสมัยใหม่ และ 4) ทำอย่างไรที่ชุมชนจะสามารถพัฒนาระบบการจัดการทุน ตลอดจนศักยภาพในการบริหารจัดการธุรกิจชุมชน เพื่อสร้างฐานของอุตสาหกรรมอาหารและยา เชื่อมโยงผู้ผลิตกับผู้บริโภค โดยชุมชนสามารถทำการผลิต แปรรูป จัดรูปแบบของธุรกิจ และการจัดสรรแบ่งปันผลประโยชน์ได้ด้วยตนเอง

ในระดับนโยบาย เราจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับปัญหาเชิงโครงสร้างซึ่งลดทอนศักยภาพของชุมชนในการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ เราจำต้องทบทวนตรวจสอบมาตรการเชิงนโยบาย และกฎหมายต่าง ๆ ที่จำกัดสิทธิชุมชนท้องถิ่นมิให้มีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากร และเปิดโอกาสให้คนจำนวนน้อยใช้อภิสิทธิ์ครอบครองเป็นเจ้าของหรือใช้ประโยชน์จากทรัพยากรได้โดยไม่จำกัด

ปัญหาสำคัญจึงอยู่ที่ว่า เราจะมองและทำความเข้าใจธรรมชาติและคุณค่าของป่าเขตร้อนและความหลากหลายทางชีวภาพของเราอย่างไร และจะจัดการอย่างไรให้เกิดคุณประโยชน์ต่อส่วนรวมอย่างยั่งยืน ทำอย่างไรเราจึงจะพัฒนานโยบายและมาตรการทางกฎหมายที่รับรองสิทธิชุมชนในการจัดการทรัพยากรและปกป้องภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับความรู้ในเรื่องของอาหารและยา ทำอย่างไรเราจึงจะพัฒนางานวิจัยเพื่อค้นหาองค์ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรของเราเพื่อนำไปสู่การพัฒนา "อุตสาหกรรมทางเลือก" บนพื้นฐานของทรัพยากรชีวภาพ และภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีอยู่

นอกจากนั้น ประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ปัญหาเกี่ยวกับสถานภาพทางกฎหมายของสิ่งที่เรียกกันว่า "ภูมิปัญญาท้องถิ่น" และการควบคุมหรือการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มาจากองค์ความรู้ท้องถิ่น

การปรับเปลี่ยน "ความรู้" มาเป็น "สินค้า" ในรูปของสิทธิบัตรทรัพย์สินทางปัญญา ได้สร้างให้เกิดประเด็นปัญหาทางศีลธรรมและจริยธรรมขึ้นหลายประการด้วยกัน เช่น มนุษย์ควรมีสิทธิในการจดทะเบียนเป็นเจ้าของรูปแบบชีวิต (life form) หรือไม่? และการนำเอาความรู้ที่ได้จากสังคมวัฒนธรรมอื่นโดยมิได้เสียค่าตอบแทนมาจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาเพื่อแสวงหากำไร เป็นการกระทำที่ถูกต้องและชอบธรรมหรือไม่? เกษตรกรรายย่อย และหมอยาพื้นบ้าน ซึ่งได้มีส่วนร่วมในการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับอาหารและยา มาเป็นเวลานานหลายศตวรรษ สามารถเรียกร้องค่าชดเชยจากทรัพย์สินทางปัญญา หรือสามารถนำเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นไปจดทะเบียนสิทธิบัตรได้หรือไม่?

ในปัจจุบัน ปมปัญหาเกี่ยวกับการปกป้องและพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น มีความเชื่อมโยงอย่างแนบแน่นกับปัญหาข้อตกลงทางการค้าระหว่างประเทศ และปัญหาความเสื่อมทรามของสภาวะแวดล้อม ปมปัญหาดังกล่าวอาจสรุปได้เป็น 5 ประการด้วยกัน ปัญหาประการแรก คือ แนวโน้มที่ลดน้อยถอยลงอย่างน่าใจหายของจำนวนประชากรชนพื้นเมืองและกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศโลกที่สาม รวมทั้งการสูญเสียระบบภาษาและวัฒนธรรมดั้งเดิมของชนพื้นเมือง จากการรุกรานของโลกภายนอก ซึ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียระบบการจำแนกแยกแยะ และองค์ความรู้ดั้งเดิมไปด้วย ประการที่สอง คือ ปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่าเขตร้อน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ประการที่สาม ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ ส่งผลให้ทรัพยากรพันธุกรรมเริ่มมีคุณค่ามากขึ้น เพราะมนุษย์เริ่มค้นพบวิธีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพันธุกรรมเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น เมื่อความหลากหลายทางชีวภาพเริ่มกลายเป็นสิ่งหายากและมีคุณค่ามากขึ้น ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์ซึ่งมีอยู่ในภูมิปัญญาท้องถิ่น ย่อมต้องมีคุณค่ามากขึ้นตามไปด้วย ประการที่สี่ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาประเทศอุตสาหกรรมตะวันตกได้พยายามผลักดันให้เกิดการยอมรับการจดทะเบียนสิทธิบัตร และทรัพย์สินทางปัญญาในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น รวมทั้งการจดทะเบียน

สิทธิบัตรเหนือรูปแบบของชีวิตด้วย ในขณะเดียวกัน ก็ได้มีความพยายามใช้มาตรการทางการค้าระหว่างประเทศมากดดันให้เกิดการยอมรับและปฏิบัติตามมาตรฐานสากลเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งประเทศอุตสาหกรรมเป็นฝ่ายได้เปรียบอยู่อย่างเต็มที่ ทั้ง ๆ ที่ทรัพย์สินทางปัญญาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารและยาเป็นจำนวนมาก เป็นผลมาจากการขโมย หรือลอกเลียนเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นของเกษตรกร และกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศโลกที่สามไปใช้โดยตรง

การปกป้องผลประโยชน์ของประเทศชาติ อีกทั้งความสำคัญของการวางรากฐานงานวิจัย และพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุกรรม ทำให้เรามีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนในการศึกษาทำความเข้าใจกับ "ฐานทรัพยากร" ทางชีวภาพและพันธุกรรมของเราเองอย่างกระจ่างชัด ด้วยการเริ่มต้นทำงานวิจัยเกี่ยวกับองค์ความรู้ และภูมิปัญญาท้องถิ่นในด้านความหลากหลายของสายพันธุ์พืชอาหารและสมุนไพร และทรัพยากรพันธุกรรมอื่น ๆ ซึ่งได้มีการสั่งสมและพัฒนามาเป็นเวลาหลายร้อยปีในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

บทความชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง "ความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่น: การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเกี่ยวกับพืชอาหารและยาในวัฒนธรรมการผลิตและวิถีชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ทางภาคเหนือของประเทศไทย" โดยการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 340007 และ BRT 341017

เอกสารอ้างอิง

ฉลาดชาย รมิตานนท์. 2537. วัฒนธรรมกับความหลากหลายทางชีวภาพ. ในความหลากหลายทางชีวภาพกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. วิวัฒน์ คติธรรมนิตย์ (บรรณาธิการ). สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, กรุงเทพฯ.

ยศ สันตสมบัติ. 2535. แม่หญิงลิขายตัว: ชุมชนและการค้าประเวณีในสังคมไทย. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, กรุงเทพฯ.

ยศ สันตสมบัติ. 2537. ความหลากหลายทางชีวภาพและทรัพย์สินทางปัญญา. ในความหลากหลายทางชีวภาพกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. วิวัฒน์ คติธรรมนิตย์ (บรรณาธิการ). สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, กรุงเทพฯ.

ยศ สันตสมบัติ. 2539. ท่าเกวียน: บทวิเคราะห์เบื้องต้นว่าด้วยการปรับตัวของชุมชนชาวนาไทยท่ามกลางการปิดล้อมของวัฒนธรรมอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์คบไฟ, กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2537. ทรัพย์สินทางชีวภาพของชาติ: ทางเลือกใหม่ในการพัฒนาแบบยั่งยืน. ในความหลากหลายทางชีวภาพกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. วิวัฒน์ คติธรรมนิตย์ (บรรณาธิการ). สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, กรุงเทพฯ.

สมบัติ จันทรวงศ์. 2533. ภาษาและการเมือง. สถาบันไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสน่ห์ จามริก. 2538. การพัฒนาที่ก่อปัญหา. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, กรุงเทพฯ.

เสน่ห์ จามริก และยศ สันตสมบัติ (บรรณาธิการ). 2536. ป่าชุมชนในประเทศไทย: แนวทางการพัฒนา (เล่ม 1-3). สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา, กรุงเทพฯ.

อานันท์ กาญจนพันธุ์. 2530. การวิจัยเพื่อการพัฒนาสังคมไทย: แนวเศรษฐศาสตร์การเมือง. ในวารสารวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปีที่ 10 (ฉบับพิเศษ).

HASTRUP, K. 1995. Passage to Anthropology: Between Experience and Theory. Routledge, New York.

MARCUS, G. AND M. FISCHER. 1986. Anthropology as Cultural Critique. University of Chicago Press, Chicago.

SCHWARTZ, H. AND J. JACOBS. 1979. Qualitative Sociology: A Method to the Madness. Free Press, New York. pp. 35-41.

WILSON, E. O. (ed.). 1988. Biodiversity. National Academy Press, Washington.

โครงการเสริมศักยภาพชุมชนเพื่อการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน: การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพโดยชุมชน

สมศักดิ์ สุขวงศ์[1], สมพร ตันหัน[2], ทวี แก้วละเอียด[3], เพิ่มศักดิ์ มกราภิรมย์[1], สมชาย มโนพิรุฬห์พร[1], แพรวพรรณ นาคขุนทด[1], สุรินทร์ อ้นพรม[1], ทนงศักดิ์ จันทร์ทอง[1], อัจลา รุ่งวงษ์[1], ระวี ถาวร[1], จารุวรรณ์ แก้วมหานิล[1] และ สุภาภรณ์ วรพรพรรณ[1]

[1]ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]ฝ่ายรังวัดแนวเขตที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

BUILDING LOCAL CAPACITY IN SUSTAINABLE FOREST AND BIORESOURCE MANAGEMENT: A DATABASE SYSTEM TO SUPPORT FOREST AND BIORESOURCE MANAGEMENT BY COMMUNITIES

S. Sukwong[1], S. Tanhan[2], T. Keawla-iad[3], P. Makarabhirom[1], S. Manopiroonporn[1], P. Nakkuntod[1], S. Onprom[1], T. Chantong[1], A. Rungwong[1], R. Thavon[1], J. Keawmahanil[1]and S. Waraponpan[1]

[1]Regional Community Forestry Training Center (RECOFTC), Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

[3]Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

This research project was conducted in 15 communities with a participatory approach among collaborative partner agencies in the community forestry network including community organizations, academic institutes, and government and non-government organizations. The objectives are (1) to collect base-line data of communities and their bioresources, (2) to develop a database system, (3) to encourage the use of the database for management and monitoring of their own bioresources and (4) to develop human resources on sustainable forest and bioresource management. The project started in April 1997 by building up the shared understanding among all stakeholders in the 15 study areas. Ten communities in the project sites already had regulation and action plans for managing forest and natural resources prior to the project is implementation. Action research has been carried out to describe the situation and change in the communities through observation and documentation. Collected social and biophysical data has been analyzed and a database system was developed using the Microsoft Access program. Geographical information system (GIS) focused on 5 project sites represented by different geographical aspects of the region.

Key words: community forestry network, bioresource management, sustainable forest

บทนำ

ชุมชนเป็นกุญแจสำคัญต่อการจัดการป่าและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเสริมศักยภาพและพัฒนากระบวนการจัดการของชุมชนให้เข้มแข็ง และสร้างความร่วมมือกับภาครัฐและองค์กรพัฒนาเอกชนเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และเกิดระบบการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าปัจจุบันจะมีองค์กรชุมชนในหลายพื้นที่มีการจัดการทรัพยากรธรรมชาติโดยมีระเบียบ กฎกติกาทางวัฒนธรรมของชุมชนในการควบคุมดูแลการใช้ประโยชน์อยู่แล้ว แต่ยังมีจุดอ่อนในเรื่องการปรับการจัดการให้เท่าทันกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจสังคมและการเมือง

ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนฯ ร่วมกับหน่วยงานของรัฐ องค์กรพัฒนาเอกชน และชุมชนในเครือข่ายป่าชุมชน วางโครงการศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการใน 15 พื้นที่ เริ่มโครงการตั้งแต่เดือนเมษายน 2540 โดยมีระยะเวลาของโครงการ 3 ปี เพื่อการเสริมสร้างความรู้ในการสำรวจศึกษาข้อมูลชุมชนและทรัพยากรชีวภาพอย่างเป็นระบบ และพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่เหมาะสมและเชื่อถือได้เพื่อใช้ในการสนับสนุนการจัดการและการติดตามการใช้ป่าและทรัพยากรชีวภาพของชุมชน โดยโครงการมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เก็บรวบรวมข้อมูลชุมชนและทรัพยากรชีวภาพในชุมชนอย่างมีส่วนร่วม 2) พัฒนาระบบฐานข้อมูลป่าและทรัพยากรชีวภาพในชุมชน 3) ส่งเสริมให้มีการใช้ข้อมูลในการจัดการ ติดตามและเฝ้าระวังป่าและทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่น และ 4) พัฒนาบุคคลากรทางด้านการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน โดยเน้นการสร้างความร่วมมือในระดับท้องถิ่น กิจกรรมประกอบด้วย การทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างชุมชน องค์กรพัฒนาเอกชน องค์กรภาครัฐในพื้นที่ในการดำเนินโครงการ การร่วมกับชุมชนในการศึกษาประเมินทรัพยากรชีวภาพใน

ป่าและชุมชน การร่วมกำหนดขอบเขตป่าชุมชน การร่วมสร้างแผนการจัดการป่าชุมชน ตลอดถึงกิจกรรมการสร้างความร่วมมือและการพัฒนาบุคลากร เช่น การฝึกอบรม สัมมนา และจัดเวทีแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

พื้นที่ศึกษา

ได้คัดเลือกพื้นที่ทำการศึกษาวิจัย ตามลักษณะการจัดการทรัพยากรป่าไม้ของชุมชน โดยจำแนกเป็นชุมชนที่มีการจัดการป่าโดยวัฒนธรรม จารีตประเพณี หรือกติกาชุมชน และชุมชนที่เริ่มดำเนินการจัดการป่าชุมชน ทั้งจากเงื่อนไขของความต้องการแสดงศักยภาพในการจัดการทรัพยากรท้องถิ่น และจากความต้องการกระจายประโยชน์การใช้ทรัพยากรป่าอย่างยั่งยืนและเป็นธรรม ใน 15 พื้นที่ คือ 1) บ้านป่ากล้วย ต. ท่าผา อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ 2) บ้านแม่ลานคำ ต. สะเมิงใต้ อ. สะเมิง จ. เชียงใหม่ 3) บ้านแม่คองซ้าย ต. เมืองคอง อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่ 4) บ้านแม่ขะปู ต. บ่อแก้ว อ. สะเมิง จ. เชียงใหม่ 5) บ้านสันมะเค็ด ต. เวียงกาหลง อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย 6) บ้านนาโพธิ์เหนือ อ. โขงเจียม จ. อุบลราชธานี 7) บ้านซำผักหนาม ต. นาหนองทุ่ม อ. ชุมแพ จ. ขอนแก่น 8) ป่าทามกุดเป่ง ต. ยางคำ อ. โพนทราย จ. ร้อยเอ็ด 9) ป่าหนองเยาะ ต. ตาคง อ. สังขะ จ. สุรินทร์ 10) บ้านผาสิงห์ ต. หมากหญ้า อ. หนองวัวซอ จ. อุดรธานี 11) บ้านห้วยหินดำ ต. วังยาว อ. ด่านช้าง จ. สุพรรณบุรี 12) บ้านกาลอ ต. กาลอ อ. รามัน จ. ยะลา 13) บ้านทุ่งนุ้ย ต. ทุ่งนุ้ย อ. ควนกาหลง จ. สตูล 14) ป่ากราด ต. สะท้อน อ. นาทวี จ. สงขลา และ 15) บ้านร่มโพธิ์ทอง ต. คลองตะเกรา อ. ท่าตะเกียบ จ. ฉะเชิงเทรา

ภาพที่ 1. พื้นที่วิจัย

วิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการเสริมและสนับสนุนกระบวนการจัดการป่าของชุมชนควบคู่กับการพัฒนาระบบฐานข้อมูล โดยการประสานองค์กรท้องถิ่นเพื่อสร้างความเข้าใจในโครงการร่วมกัน การศึกษาประเมินชุมชน ป่าและทรัพยากรชีวภาพอย่างมีส่วนร่วม การทำแผนการจัดการป่าชุมชน การพัฒนาระบบข้อมูล และการฝึกอบรมบุคลากรในชุมชนในด้านต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาประเมินสภาพชุมชนและป่า ทางด้านชุมชนใช้วิธีการประเมินชุมชนอย่างเร่งด่วน (Rapid rural appraisal: RRA) การประเมินชุมชนแบบมีส่วนร่วม (Participatory rural appraisal หรือ PRA) และการสัมภาษณ์ระดับครัวเรือนเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ชุมชน ส่วนการสำรวจป่าและทรัพยากรชีวภาพ ทำการศึกษาประเมินสภาพป่าแบบมีส่วนร่วม (Participatory forest assessment) เพื่อให้เข้าใจโครงสร้าง องค์ประกอบและการใช้ประโยชน์ป่าและทรัพยากรชีวภาพ ในการศึกษาประเมินชุมชนและทรัพยากรชีวภาพเน้นการใช้เครื่องมือเก็บข้อมูลแบบมีส่วนร่วมแบบง่าย ๆ กระตุ้นให้ชาวบ้านร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล
2. การทำแผนการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพ โดยกระตุ้นให้ชุมชนสร้างกรอบคิดและวางแผนการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่น โดยนำข้อมูลชุมชนและข้อมูลทรัพยากรมาร่วมพิจารณา

3. การพัฒนาระบบฐานข้อมูล

- การพัฒนาระบบข้อมูลเพื่อการจัดการ (Database management system) ด้วยโปรแกรม Microsoft Access 97 เริ่มจากการศึกษาลักษณะรูปแบบและแนวทางการพัฒนาฐานข้อมูลที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพ (ดวงแก้ว, 2539; จรณิต, 2538) แล้วดำเนินการพัฒนาระบบฐานข้อมูล โดย 1) วิเคราะห์รูปแบบข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูล 2) การออกแบบตารางข้อมูลให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้ว 3) พัฒนาระบบโดยการสร้างแฟ้มข้อมูลและเขียนโปรแกรมควบคุมการจัดการต่าง ๆ 4) นำผลข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขปรับปรุง และพัฒนาคำเรียกค้นเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพโดยชุมชน
- การพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Arc/Info ครอบคลุมข้อมูล 3 ประเภท คือ 1) ข้อมูลกายภาพทั่วไป 2) ข้อมูลชุมชน และ 3) ข้อมูลทรัพยากร

ขอบเขตการศึกษาการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการจัดการป่าชุมชน จะครอบคลุมพื้นที่ 15 พื้นที่ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเวลา งบประมาณ และการใช้ประโยชน์ของชุมชน ภายในระยะเวลาการวิจัย จึงจะเน้นใน 5 พื้นที่ คือ พื้นที่บ้านแม่ลานคำ, บ้านซำผักหนาม, บ้านร่มโพธิ์ทอง, บ้านห้วยหินดำ และบ้านกาลอ เพื่อเป็นตัวอย่างของแต่ละภูมิภาคของประเทศ

4. การศึกษาวิจัยการจัดการป่าเฉพาะเรื่อง มีการศึกษาวิจัยเฉพาะเรื่องในบางพื้นที่ เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกสำหรับสนับสนุนการติดสินใจขององค์กรชุมชน เช่น การประเมินปริมาณและผลกระทบของการใช้ไม้ฟืน การติดตามการใช้ไม้ไผ่ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยระบบวนเกษตรของชุมชน ฯลฯ
5. การประชุม/ฝึกอบรม/สัมมนาและการสร้างเวทีพูดคุย มีการประชุมในพื้นที่เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บร่วมกันกับชาวบ้าน จะทำให้ชาวบ้านเข้าใจและเห็นความสำคัญของข้อมูล และการนำข้อมูลที่ได้ผ่านการสังเคราะห์แล้วกลับไปร่วมพูดคุยกับชุมชนเพื่อนำไปสู่การสร้างกระบวนการเรียนรู้ของชุมชน และการอบรมสัมมนาเพื่อพัฒนาบุคลากรทางด้านการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่น

ผลการวิจัย

กระบวนการทำงาน

การทำงานในพื้นที่ทั้ง 15 พื้นที่ มีกระบวนการทำงาน สรุปได้ 12 ขั้นตอน เริ่มจาก 1) ทำความเข้าใจโครงการ 2) หาผู้ร่วมงาน กำหนดบทบาท ภารกิจ 3) ทำแผนร่วม (กำหนดกรอบ เป้าหมาย วัตถุประสงค์ แผน และกิจกรรม) 4) การศึกษา/สำรวจข้อมูลชุมชน 5) การศึกษา/สำรวจข้อมูลทรัพยากร 6) การวิเคราะห์ และทำรายงานข้อมูล 7) การทำแผนการจัดการ 8) จัดระบบข้อมูล 9) การเสริม/พัฒนาองค์กร 10) ดำเนินงานตามแผนการจัดการ 11) สร้างตัวชี้วัดและการติดตาม 12) การขยายผล หาพันธมิตร ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

สถานการณ์ชุมชน ป่า และทรัพยากร

สภาพเศรษฐกิจและสังคม

ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 15 พื้นที่ ทีมวิจัยได้เก็บข้อมูลชุมชนแล้วทั้ง 15 พื้นที่ โดยแบ่งระดับของข้อมูลเพื่อใช้ในการทำแผนการจัดการได้ 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 มีข้อมูลสมบูรณ์และใช้ทำแผนการจัดการร่วมกับชุมชนแล้ว 3 พื้นที่ ได้แก่ บ้านซำผักหนาม, ป่าทามกุดเป่ง และบ้านกาลอ ระดับที่ 2 ข้อมูลค่อนข้างสมบูรณ์ ขาดเพียงบางประเด็น เช่น ความขัดแย้ง โครงสร้างกลุ่มและองค์กร เป็นต้น จำนวน 7 พื้นที่ ได้แก่ บ้านห้วยหินดำ, ป่าหนองเยาะ, บ้านผาสิงห์, บ้านทุ่งนุ้ย, บ้านร่มโพธิ์ทอง, บ้านแม่ขะปู และบ้านแม่ลานคำ ระดับที่ 3 ต้องมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม จำนวน 5 พื้นที่ ได้แก่ ป่ากราด, บ้านแม่คองซ้าย, บ้านป่ากล้วย, บ้านนาโพธิ์เหนือ และบ้านสันมะเค็ด

ตารางที่ 1. กระบวนการทำงานในแต่ละพื้นที่ (/ ดำเนินงานแล้ว, x ดำเนินงานแล้วบางส่วน, 0 ยังไม่ได้ดำเนินงาน)

พื้นที่	กระบวนการ											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. บ้านห้วยหินดำ	/	/	/	x	/	x	x	x	x	x	0	0
2. บ้านชำผักหนาม	/	/	/	x	/	x	x	X	/	/	x	x
3. ป่าหนองเยาะ	/	/	/	X	/	x	x	x	/	x	x	0
4. ป่าทามกุดเป่ง	/	/	/	x	/	x	x	x	/	x	x	x
5. บ้านผาสิงห์	/	/	/	/	x	x	x	x	x	0	0	0
6. ป่ากราด	/	/	/	x	/	x	0	x	0	0	0	0
7. บ้านทุ่งนุ้ย	/	/	/	x	/	x	0	x	x	0	0	x
8. บ้านกาลอ	/	/	/	/	/	x	/	x	x	0	0	x
9. บ้านร่มโพธิ์ทอง	/	/	/	/	/	x	x	x	x	x	x	0
10. บ้านแม่ขะปู	/	/	/	x	/	/	0	x	/	0	0	/
11. บ้านแม่ลานคำ	/	/	/	x	0	x	0	x	/	0	0	/
12. บ้านแม่คองซ้าย	/	/	/	x	x	x	0	x	/	0	0	0
13. บ้านป่ากล้วย	/	/	x	x	/	x	0	x	0	0	0	0
14. บ้านสันมะเค็ด	/	/	/	x	x	x	0	x	x	0	0	x
15. บ้านนาโพธิ์เหนือ	/	/	/	x	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ: 1) ทำความเข้าใจโครงการ, 2) หาผู้ร่วมงาน กำหนดบทบาท ภารกิจ, 3) ทำแผนร่วม (กำหนดกรอบ เป้าหมาย วัตถุประสงค์ แผน และกิจกรรม), 4) การศึกษา/สำรวจข้อมูลชุมชน, 5) การศึกษา/สำรวจข้อมูลทรัพยากร, 6) การวิเคราะห์ และทำรายงานข้อมูล, 7) การทำแผนการจัดการ, 8) จัดระบบข้อมูล, 9) การเสริม/พัฒนาองค์กร, 10) ดำเนินงานตามแผนการจัดการ, 11) สร้างตัวชี้วัด และการติดตาม, 12) การขยายผล หาพันธมิตร

จากการศึกษาประเมินชุมชนทั้ง 15 พื้นที่ แบ่งลักษณะของชุมชนกับการตั้งถิ่นฐานได้เป็น 2 รูปแบบคือ ชุมชนดั้งเดิม ตั้งถิ่นฐานมากว่า 100 ปี มีจำนวน 12 พื้นที่ ได้แก่ ป่าทามกุดเป่ง, ป่ากาลอ, บ้านห้วยหินดำ, ป่าหนองเยาะ, บ้านทุ่งนุ้ย, บ้านแม่ขะปู, บ้านแม่ลานคำ, ป่ากราด, บ้านแม่คองซ้าย, บ้านป่ากล้วย, บ้านนาโพธิ์เหนือ และบ้านสันมะเค็ด และเป็นชุมชนใหม่มีการอพยพโยกย้าย 3 พื้นที่ ได้แก่ บ้านชำผักหนาม, บ้านร่มโพธิ์ทอง และบ้านผาสิงห์ ทั้ง 15 ชุมชน สามารถแบ่งระดับการพึ่งพิงป่าตามสภาพเศรษฐกิจและสังคมของชุมชนได้ 4 ระดับ คือ

1. ชุมชนที่มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจค่อนข้างสูง มีรูปแบบของการพึ่งพิงป่าเพื่อเป็นรายได้ในครัวเรือนน้อย การจัดการป่ามักเป็นไปในรูปแบบของการคุ้มครอง ป้องกันเพื่อให้ทรัพยากรมีความอุดมสมบูรณ์ และให้ประโยชน์แก่ชุมชนทางด้านสิ่งแวดล้อมและคุณค่าทางจิตใจ เช่น ป่ากราด, กาลอ และสันมะเค็ด
2. ชุมชนมีระดับเศรษฐกิจปานกลาง พึ่งพิงป่ามีทั้งเพื่อการดำรงชีพ และเป็นรายได้เสริมในบางฤดูกาล เช่น เห็ด หน่อไม้ สะตอ ได้แก่ บ้านชำผักหนาม, หนองเยาะ กุดเป่ง, ทุ่งนุ้ย, ร่มโพธิ์ทอง, นาโพธิ์เหนือ และบ้านป่ากล้วย
3. ชุมชนที่มีวิถีการดำเนินชีวิตใกล้ชิดกับป่า และใช้ทรัพยากรชีวภาพตามวัฒนธรรมความเชื่อเพื่อการดำรงชีพ ได้แก่ บ้านแม่ขะปู, บ้านแม่ลานคำ, บ้านแม่คองซ้าย และบ้านห้วยหินดำ
4. ชุมชนที่มีระดับการพึ่งพิงป่าเพื่อเป็นแหล่งสร้างรายได้หลักของครัวเรือนสูง เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องที่ทำกินได้แก่ บ้านผาสิงห์

โดยพัฒนาวิธีการและกระบวนการศึกษาประเมินชุมชนและได้นำไปทดสอบในพื้นที่ต่าง ๆ หลายครั้ง สามารถพัฒนาวิธีการพอสรุปเบื้องต้นได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2. กระบวนการเก็บข้อมูลชุมชน

วิธีการ	ข้อมูลที่ได้	เครื่องมือ
การรวบรวมข้อมูลมือสอง	- ข้อมูลประชากร - สภาพกายภาพของพื้นที่ - บุคคลที่ควรติดต่อในชุมชน - ปัญหาของพื้นที่	- การพูดคุย
การประชุมกลุ่ม 1. กลุ่มผู้สนใจทั่วไป 2. กลุ่มเฉพาะเรื่อง (แกนนำ/ผู้รู้/ผู้อาวุโส)	- กลุ่มองค์กรในชุมชน , อาชีพ/รายได้ , การใช้ประโยชน์ที่ดิน, สภาพแวดล้อมชุมชน - การบริหารองค์กร, รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดิน	- ประเด็นคำถาม - การจัดลำดับตามความสำคัญ - แผนที่พื้นฐาน - แผนที่สังเขป
การสัมภาษณ์เชิงลึก (เลือกประเด็นสำคัญ)	รายได้/หนี้สิน ฯลฯ	ประเด็นคำถาม
เดินสำรวจพื้นที่กับชาวบ้าน	การใช้ที่ดิน	แผนที่สังเขป, ภาพตัดขวาง
สรุปข้อมูลร่วมกับชุมชน	มีการปรับข้อมูลชุมชน	

ซึ่งกระบวนการและวิธีการเก็บข้อมูลชุมชน ทีมวิจัยจะเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนทั้งการเป็นผู้ให้ข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน ดังนั้น ในกระบวนการเก็บข้อมูลชุมชนดังกล่าวจึงต้องจัดเวทีเพื่อให้เกิดการพูดคุยกันของคนในชุมชนในหลายลักษณะ และหลาย ๆ ครั้ง ได้แก่ การประชุมกลุ่มผู้นำหรือกลุ่มผู้อาวุโสเพื่อให้ได้ข้อมูลประวัติชุมชน จำนวนประชากร พื้นที่ ศาสนา ความเชื่อ หรือการประชุมกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์จากป่าซึ่งอาจแยกย่อยเป็นเวทีขนาดเล็กตามประเภทของทรัพยากรที่มีความสำคัญ และชุมชนเข้าไปเก็บหา เป็นต้น รวมถึงการประชุมคนทั้งชุมชนเพื่อนำเสนอและตรวจสอบข้อมูล โดยนักวิจัยมีบทบาทในการตั้งคำถาม และเปิดประเด็นให้ชุมชนมีการพูดคุย รวมถึงการเจาะข้อมูลบางประเด็น และการผลักดันให้เกิดการปฏิบัติ

สภาพป่าและทรัพยากรชีวภาพ

ในเรื่องการศึกษาประเมินสภาพป่าและทรัพยากรชีวภาพนั้นได้ดำเนินการไปแล้วทั้งสิ้น 13 พื้นที่ ยกเว้น พื้นที่บ้านแม่ลานคำ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ และ พื้นที่บ้านนาโพธิ์เหนือ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งประสบปัญหาในเรื่องการประสานเจ้าหน้าที่ในระดับพื้นที่และช่วงเวลาการทำงานไม่ตรงกัน แต่อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่บ้านแม่ลานคำ ถึงแม้ยังไม่ได้เข้าไปศึกษาประเมินทรัพยากรในป่า แต่เจ้าหน้าที่พื้นที่และเจ้าหน้าที่ส่วนกลางได้พูดคุยกับชาวบ้านถึงสถานการณ์ป่าและทรัพยากรอยู่เสมอ ดังนั้น จึงทำให้เจ้าหน้าที่เข้าใจสภาพทรัพยากรและสถานการณ์ทรัพยากรเช่นเดียวกัน

พื้นที่ที่มีการศึกษาประเมินทรัพยากรไปแล้วนั้น พบว่า มี 4 พื้นที่ ได้แก่ บ้านซำผักหนาม, ป่าทามกุดเป่ง, บ้านร่มโพธิ์ทอง และบ้านกาลอ ซึ่งข้อมูลป่าและทรัพยากรมีความสมบูรณ์ ชุมชนได้ร่วมกับเจ้าหน้าที่สร้างแผนการจัดการป่าเรียบร้อยแล้ว อีก 4 พื้นที่ ได้แก่ บ้านแม่ขะปู, ป่าหนองเยาะ, บ้านผาสิงห์ และบ้านห้วยหินดำ ข้อมูลทรัพยากรอยู่ในระดับที่สมบูรณ์และพร้อมที่จะจัดทำแผนการจัดการป่าชุมชน ส่วนอีก 5 พื้นที่ที่เหลือนั้น ข้อมูลป่าและทรัพยากรยังไม่สมบูรณ์ ต้องมีการศึกษาประเมินทรัพยากรเพิ่มในบางประเด็น

การพัฒนาเครื่องมือวิจัยแบบมีส่วนร่วมในการประเมินป่าและทรัพยากรชีวภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการป่านั้น ต้องมีการสัมภาษณ์ และประชุมกลุ่มย่อย เพื่อให้ได้ข้อมูลทรัพยากรหลัก ๆ ที่ชุมชนมีการใช้ประโยชน์ แหล่งเก็บหา และสถานภาพของทรัพยากรในปัจจุบันว่าเป็นอย่างไร ก็เพียงพอต่อการวางแผนการจัดการ นอกจากนี้อาจมีการเดินดูสภาพป่าระหว่างเจ้าหน้าที่และชาวบ้านเพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันและสามารถที่จะพูดคุยกันว่าสภาพป่าแต่ละประเภทนั้นควรจะจัดการอย่างไร โดยใช้แผนที่ร่าง และการจัดลำดับความสำคัญของประเภททรัพยากร มาเป็นเครื่องมือช่วยในการประเมิน

อย่างไรก็ตาม หากชุมชนใดต้องการที่จะทราบข้อมูลเชิงปริมาณในป่า เพื่อนำไปวางแผนการใช้ประโยชน์ในระยะยาวว่าควรจะนำทรัพยากรในป่ามาใช้ประโยชน์มากน้อยเท่าใด ก็อาจจำเป็นต้องมีการวางแปลงศึกษาและประเมินสภาพป่า

กรอบ 1 การประเมินป่าและทรัพยากรแบบมีส่วนร่วม

- การสัมภาษณ์ ประชุมกลุ่มย่อย เพื่อให้ได้ข้อมูลทรัพยากรหลัก ๆ ที่มีการใช้ประโยชน์ในชุมชน โดยใช้เครื่องมือ แผนที่ร่าง ranking
- ระดมกลุ่มย่อยเกี่ยวกับการกระจายของทรัพยากรในป่าชุมชน วางแผนการสำรวจ
  1. มีป่ากี่ประเภท
  2. ความสมบูรณ์ของป่าแต่ละประเภท (สมบูรณ์ ปานกลาง ไม่สมบูรณ์) เกณฑ์ที่บอกว่าป่าสมบูรณ์ หรือไม่สมบูรณ์ ใช้หลักเกณฑ์อะไร
  3. กระบวนการทำให้ชาวบ้านเกิดความรู้สึกอยากวางแปลงสำรวจ ทำให้ชาวบ้านรู้ตรงกัน และขยายผลไปสู่ความเข้าใจที่ตรงกัน (ทำไมถึงอยากวางแปลง)
  4. จำนวนแปลง ขึ้นกับ ขนาดพื้นที่ ประเภทป่าที่ต่างกัน สภาพป่าที่ต่างกัน ผู้รู้ในท้องถิ่น พี่เลี้ยง อย่างน้อยให้มีการวางแปลงทุกสภาพป่า จำนวนแปลงที่จะวางไม่จำเป็นมากนัก
  5. ขนาดแปลง วางแปลงขนาด 10x10 เมตร และแปลงเล็กขนาด 2x2 เมตร 2 แปลงย่อยในมุมแปลงใหญ่
     - ข้อมูลทางกายภาพ ดูการปกคลุมเรือนยอด การปกคลุมผิวดิน และชั้นป่า ในแปลง 10x10 เมตร ไม้ที่มีความสูงเกิน 2 เมตร บันทึก ชนิด ความโต ความสูงทุกต้น; ไผ่ นับกอ และจำนวนลำต่อกอ; รูปชีวิตอื่น ๆ บันทึกชนิดที่ชาวบ้านรู้จัก; สัตว์ ให้บันทึกชนิดที่พบร่องรอย หรือพบตัวในแปลง สำหรับแปลง 2x2 เมตร บันทึกชนิดและจำนวนของพืชที่มีความสูงต่ำกว่า 2 เมตร

องค์กรและการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพของชุมชน

องค์กรและการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพของชุมชนในพื้นที่ศึกษาวิจัยทั้ง 15 พื้นที่นั้นต้องพิจารณาควบคู่ไปกับสถานการณ์ของป่า ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3. สถานการณ์การจัดการป่าของชุมชน

สถานการณ์ป่า	การจัดการ	ข้อเสนอแนะ
พื้นที่ป่าอยู่นอกเขตป่าอนุรักษ์และมีการกำหนดแนวเขตป่าตามการใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน	• จัดตั้งคณะกรรมการป่าชุมชน • มีโครงสร้างการบริหาร จัดการ ที่ชัดเจน	• ค้นหากลุ่มผู้ใช้ประโยชน์ป่าที่แท้จริง และชวนเข้ามาร่วมจัดการป่า
พื้นที่ป่าอยู่ในเขตอนุรักษ์ ชุมชนกำหนดแนวเขตชัดเจน	• ตั้งกฎระเบียบ กฎเกณฑ์ การใช้ประโยชน์จากป่า • สร้างความร่วมมือกับเจ้าหน้าที่รัฐ	• จัดทำแผนการจัดการที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น
มีการแย่งชิงทรัพยากรระหว่างชุมชนใกล้เคียง	• สร้างกฎระเบียบการจัดการป่า • ขอความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่รัฐ	• นำเสนอแผนการจัดการของชุมชนสู่สาธารณะให้มากขึ้น เพื่อสร้างความร่วมมือ
ขอบเขตการจัดการป่าชุมชนชัดเจน แต่พื้นที่เป็นของทหาร	• จัดตั้งกฎระเบียบการจัดการป่า • นำเสนอแผนกับทหาร	• นำเสนอแผน • และกระตุ้นความร่วมมือ
ยังขาดความร่วมมือในการจัดการป่าจากชุมชนข้างเคียงและเจ้าหน้าที่รัฐ	• สร้างแผนจัดการที่ชุมชนยอมรับ • นำเสนอแผนการจัดการต่อสาธารณะ	• สร้างกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน โดยเชิญเจ้าหน้าที่และชุมชนข้างเคียงเข้ามาร่วม

แผนการจัดการป่าและทรัพยากร

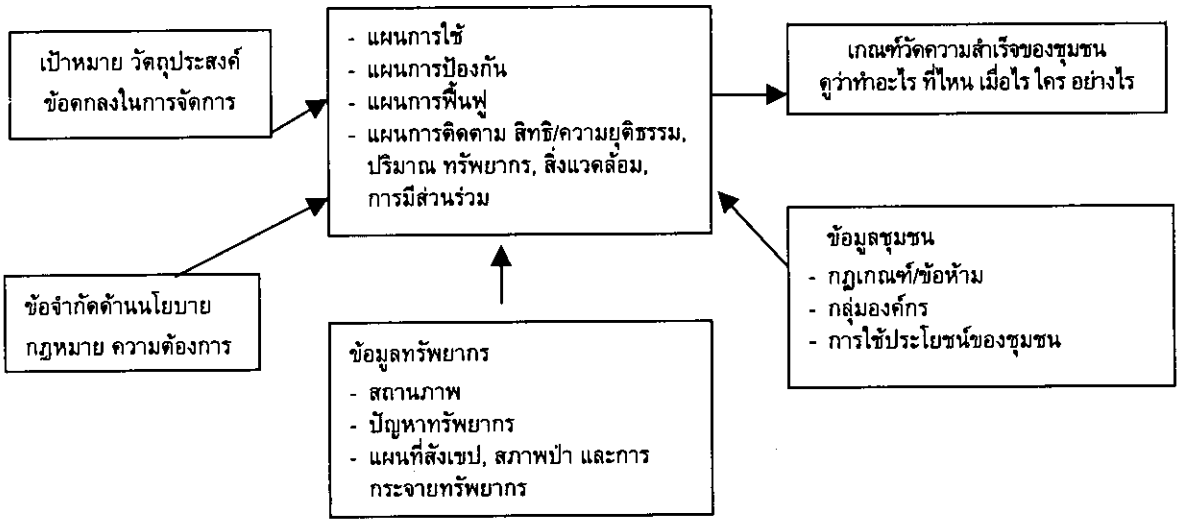
ข้อสังเกตในการสร้าง/พัฒนากลุ่มองค์กรจัดการป่าที่สำคัญ คือ ชุมชนจะต้องมีการจัดกลุ่มองค์กรให้พร้อม และคุยกันให้ชัดเจนถึงความจำเป็นของการมีแผนการจัดการป่า เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมของชุมชนให้มากที่สุด

กระบวนการจัดทำแผนป่าชุมชน ในการวิเคราะห์กระบวนการในการจัดทำแผนการจัดการป่าชุมชน พบว่ามีลักษณะดังต่อไปนี้

1. จัดเวที ระหว่างกลุ่มผู้รู้ ผู้ใช้ป่า สตรี แกนนำ ฯลฯ กลุ่มที่มีส่วนเกี่ยวข้อง
2. อธิบายความสำคัญ องค์ประกอบของแผน อธิบายประกอบแผนภูมิ และแลกเปลี่ยน

3. ทบทวนกระบวนการในอดีต จนถึงปัจจุบัน
   - นำข้อมูลชุมชนและข้อมูลทรัพยากรมานำเสนอโดยตัวแทนชุมชน
   - สถานการณ์การใช้ประโยชน์
4. ระดมความต้องการในการจัดการป่า ภายใต้ข้อมูลและความเป็นไปได้
5. ระดมความคิดเห็นตามองค์ประกอบของแผน
6. แบ่งหน่วยพื้นที่ของการจัดการ หาเป้าหมาย วัตถุประสงค์
7. กำหนดกิจกรรมการจัดการ และระบบการสนับสนุน

สำหรับโครงสร้างทั่วไปของแผนการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพ แสดงไว้ในภาพที่ 2



ภาพที่ 2. กระบวนการในการจัดทำแผนการจัดการป่าชุมชน

ระบบข้อมูลเพื่อการจัดการป่าและทรัพยากร

การวิเคราะห์ถึงสถานการณ์ของการพัฒนาระบบข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วยชนิดและประเภทของข้อมูล การใช้ข้อมูลเพื่อการจัดการ การพัฒนาระบบการจัดการข้อมูล ซึ่งรวมถึงฐานข้อมูล และ GIS สรุปได้ว่า

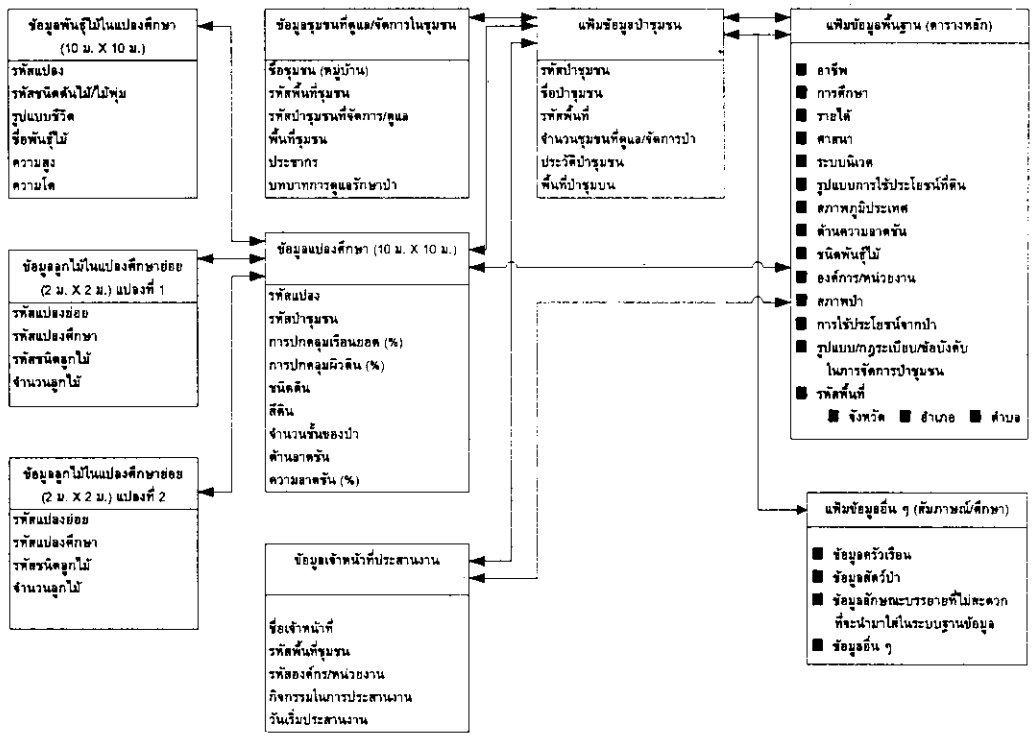
1. ขอบเขตของข้อมูลยังไม่ชัดเจน มีข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับชุมชนและทรัพยากร แต่ข้อมูลไม่สมบูรณ์ เช่น บางพื้นที่มี 8 หมู่บ้านเก็บได้ 3 หมู่บ้าน หลายพื้นที่ยังตัดสินใจไม่ได้ว่าขอบเขตพื้นที่จัดการจะรวมกี่หมู่บ้าน จึงไม่แน่ใจว่าจะเก็บข้อมูลแค่ไหน
2. ทิศทางการเก็บข้อมูลไม่ได้มุ่งสนับสนุนการจัดการป่า หลายพื้นที่ใช้ GPS ทำแผนที่ขอบเขตป่าชุมชนเพื่อการต่อรอง แต่ไม่อาจพัฒนาไปสู่แผนการจัดการได้
3. ข้อมูลที่มีก็ยังมิได้สรุปวิเคราะห์และเชื่อมโยงกับการจัดการ ทั้งข้อมูลเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลทรัพยากรชีวภาพ
4. ขาดการทดสอบข้อมูล ยังไม่มีการทดสอบข้อมูล มีการนำข้อมูลไปพูดคุยบ้างในพื้นที่แต่ไม่ได้ทำจริงจัง จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลที่เก็บนั้นใช้ได้หรือไม่ ชาวบ้านต้องการข้อมูลอะไร
5. ยังไม่สามารถระบุลักษณะของข้อมูลให้ชัดเจนได้ ข้อมูลเหมือนกันแต่สรุปไม่เหมือนกัน ข้อมูลบางอย่างเป็นตัวเลข บางอย่างเป็นข้อความ จึงเป็นปัญหากับคนที่จะใช้ข้อมูล และการพัฒนาระบบข้อมูล
6. ผู้จัดการข้อมูลยังไม่ชัดเจน กลุ่มคน/องค์กรจัดการป่า และกลุ่มผู้จัดการข้อมูลเหล่านี้ ยังไม่ได้ระบุ บางแห่งยังไม่ได้ตั้งกลุ่ม/องค์กร จึงไม่สามารถวางแผนการพัฒนาบุคลากรได้

ฐานข้อมูล

ได้นำเข้าข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ที่ศึกษาทั้ง 15 พื้นที่ ส่วนข้อมูลเชิงลึกในบางประเด็นที่มีการศึกษาวิจัยเฉพาะจะมีการนำเข้าข้อมูลในบางพื้นที่ที่ศึกษาเท่านั้น โครงสร้างแฟ้มข้อมูลประกอบด้วย แฟ้มข้อมูลพื้นฐาน (ตารางหลัก) ซึ่ง

ประกอบด้วยตารางย่อยของข้อมูลด้านอาชีพ, การศึกษา, รายได้, ศาสนา, ระบบนิเวศ, รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน, สภาพภูมิประเทศ, ชนิดพันธุ์ไม้, ลักษณะสภาพป่า, การใช้ประโยชน์จากป่า, รูปแบบกฎระเบียบ/ข้อบังคับ ในการจัดการและใช้ประโยชน์จากป่า และตารางข้อมูลป่าชุมชน ตารางข้อมูลชุมชนที่ดูแลจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพ ข้อมูลองค์กรหน่วยงานร่วมในพื้นที่ ตารางข้อมูลแปลงสำรวจ (10x10 ตารางเมตร) ตารางข้อมูลแปลงสำรวจย่อย (2x2 ตารางเมตร) ซึ่งจัดเก็บข้อมูลรูปชีวิตอื่น ๆ โครงสร้างแฟ้มข้อมูล และความสัมพันธ์ของตารางในระบบฐานข้อมูล ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3

การแสดงผลทั้งทางจอภาพและทางเครื่องพิมพ์ ประกอบด้วย ข้อมูลป่าชุมชนและข้อมูลชุมชน ข้อมูลป่าชุมชน ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานของแต่ละป่าชุมชน (พื้นที่ตามกฎหมาย, หมู่บ้านที่ดูแลจัดการ, หมู่บ้านอื่นที่เข้ามาใช้ประโยชน์ และรูปแบบการจัดการ) และข้อมูลตอบวัตถุประสงค์การจัดการโดยรวม ประกอบด้วย 1) พัฒนาของป่าชุมชน 2) ปัจจัยด้านสถาบันและองค์กร (กฎระเบียบในการจัดการทรัพยากร, การใช้พื้นที่, การอนุรักษ์ดินและน้ำ, การจัดการคน องค์กรชุมชน, การสนับสนุนจากภายนอก และการมีส่วนร่วมของชุมชน) 3) ปัจจัยด้านนิเวศวิทยา (ทรัพยากรจากป่า, สภาพป่า และระบบนิเวศป่า) และ 4) ปัจจัยด้านการจัดการ (ระบบการจัดการป่าดั้งเดิม และแผนการจัดการ) สำหรับข้อมูลชุมชนประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานของชุมชน, ระบบการทำมาหากิน, กลุ่มโครงสร้างอำนาจในชุมชน, การใช้ผลผลิตจากป่าหลังจากการจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานของทุกพื้นที่เข้าสู่ระบบ และมีการนำข้อมูลกลับไปสนับสนุนการจัดทำแผนการจัดการป่าชุมชนในหลายพื้นที่ พบว่ามีความจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างข้อมูลในการจัดเก็บ เนื่องจากหลายพื้นที่มีรูปแบบการจัดการที่ต่างกันจึงต้องการข้อมูลที่สนับสนุนต่างกัน ซึ่งทำให้การจัดการข้อมูล และการนำมาใช้ประโยชน์มีรูปแบบที่ต่างกันด้วย นอกจากนี้ ได้ทำการพัฒนาข้อมูลให้มีหลายระดับตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เช่น ข้อมูลที่ชุมชนใช้ (เข้าใจง่าย), ข้อมูลที่องค์กรสนับสนุนใช้สนับสนุนการจัดทำแผนจัดการป่าและทรัพยากรฯ และข้อมูลเพื่อการสนับสนุนการผลักดันด้านนโยบาย (รายละเอียดในภาพที่ 3)



ภาพที่ 3. แสดงโครงสร้างแฟ้มข้อมูลและความสัมพันธ์ในระบบฐานข้อมูลป่าชุมชนเพื่อการจัดการ

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ใช้โปรแกรม Arc/Info ครอบคลุมข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่

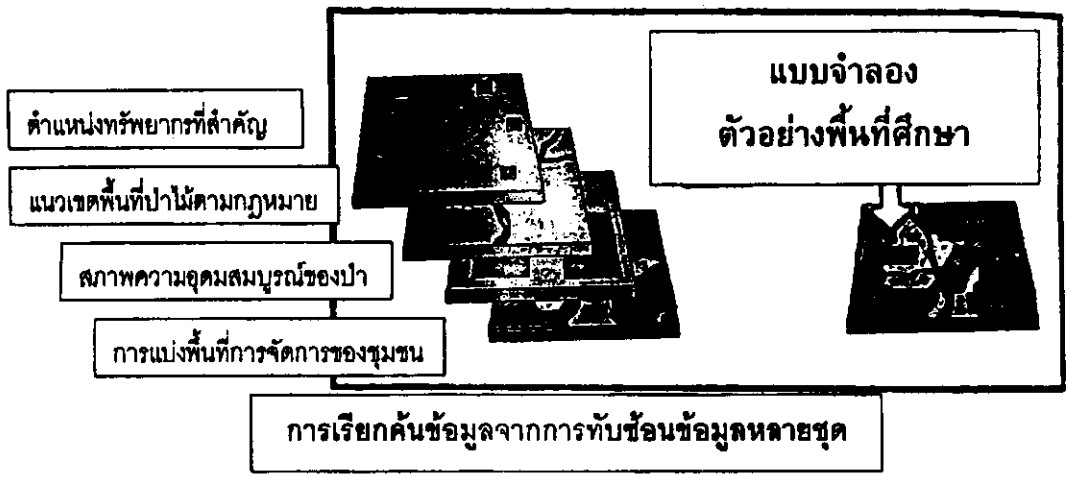
1. ข้อมูลทั่วไป คือ เส้นชั้นความสูง, ถนน และแม่น้ำ

2. ข้อมูลชุมชน คือ ขอบเขตป่าชุมชน, การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ตำแหน่งหมู่บ้าน, ตำแหน่งบ้านผู้ให้ข้อมูล และเส้นทางการเก็บหาทรัพยากรในชุมชน

3. ข้อมูลทรัพยากร คือ ตำแหน่งการวางแปลงสำรวจทรัพยากร, แหล่งผลผลิตจากป่าที่ชุมชนนำมาใช้, การกระจายทรัพยากรที่สำคัญ และประเภทป่าที่แบ่งตามลักษณะการจัดการของชุมชน

ขั้นตอนการดำเนินงาน คือ การเตรียมข้อมูลและนำเข้าข้อมูล ซึ่งได้จากแผนที่ของกรมแผนที่ทหาร ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียมที่แปลแล้วจากหน่วยงานต่าง ๆ ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จากการเก็บตำแหน่งโดย GPS การตรวจสอบและปรับแก้ข้อมูล และการจัดเก็บข้อมูลในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลบรรยาย (attribute data)

หลังจากเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในฐานข้อมูลแล้ว จึงเรียกค้นข้อมูลออกมาใช้ประโยชน์ เช่น ต้องการทราบพื้นที่ป่าชุมชนที่ชาวบ้านใช้ประโยชน์, การกระจายของทรัพยากรแต่ละชนิดสภาพทรัพยากรเป็นอย่างไร, การจัดสรรพื้นที่เข้าใช้ประโยชน์ของชุมชน, แบ่งเขตการจัดการดูแล และยังใช้วิเคราะห์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณของทรัพยากรในพื้นที่ ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลอาจวิเคราะห์ได้หลายลักษณะดังตัวอย่างดังต่อไปนี้



การวิเคราะห์ลักษณะหนึ่งที่นิยม คือ การวิเคราะห์โดยวิธีการซ้อนทับแผนที่ เพื่อให้เห็นภาพของพื้นที่อย่างชัดเจน เช่น ต้องการทราบว่าขอบเขตพื้นที่ป่าที่ถูกกำหนดให้เป็นป่าใช้สอยของชุมชนนั้นมีพื้นที่ซ้อนทับกับพื้นที่ป่าที่ประกาศตามกฎหมายของรัฐหรือไม่ มีทรัพยากรชนิดใดบ้างอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว และมีความเสี่ยงต่อการทำลายพืชพันธุ์ที่หายากหรือไม่ รวมถึงพื้นที่ป่าที่มีการจัดการตามความเชื่อและวัฒนธรรมของชุมชน

หลังจากการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว นำข้อมูลบางส่วนไปใช้ในการวางแผนการจัดการป่าชุมชนของชาวบ้าน พบว่าชาวบ้านให้ความสำคัญและมีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่แสดงทรัพยากรที่มีอยู่ในป่าชุมชน ทั้งนี้จะพิจารณาประเภททรัพยากรที่ชาวบ้านเห็นว่าเป็นประโยชน์กับวิถีชีวิตของเขาจริง ๆ

นอกจากนั้นทีมวิจัยได้นำหลักการ GIS อย่างง่าย ๆ คือ การทำแผนที่มาซ้อนทับกัน โดยแยกข้อมูลแต่ละประเภท ชาวบ้านสามารถเข้าใจและนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการในแต่ละเรื่องได้ รวมทั้งสามารถจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลได้มากขึ้น

บทสรุป

โครงการวิจัยฯ มีกรอบความคิด และกระบวนการทำงานสรุปได้ดังต่อไปนี้

ด้านกระบวนการ ทุกพื้นที่ต้องพยายามผลักดันให้เกิดกระบวนการทำงานขึ้น โดยเน้นให้องค์กรชุมชนเป็นผู้ปฏิบัติ ต้องหากลไกต่าง ๆ เข้ามาเสริมเพื่อให้กระบวนการนั้นต่อเนื่อง

แผนจัดการป่าชุมชน/ทรัพยากรป่าไม้โดยชุมชน กระตุ้นให้เกิดแผนการจัดการป่า โดยใช้ข้อมูลที่เก็บร่วมกับชุมชนมาใช้ประโยชน์ในการสร้างแผนดังกล่าว เช่น ขอบเขตป่า, แผนการใช้ที่ดิน และแผนการจัดการทรัพยากร หากชุมชนมีแผนแล้วต้องมีการทบทวนและปรับแผน และขยายผลไปสู่ระดับกว้างต่อไป (การสัมมนา)

การสร้างความร่วมมือในพื้นที่ หาแนวร่วมในพื้นที่ในระหว่างการทำงาน

ระบบข้อมูล ทำการจัดเก็บข้อมูล ทบทวนข้อมูลที่มีอยู่ และพยายามผลักดันให้ชุมชนใช้ข้อมูลในการจัดการป่า นำข้อมูลที่ตรวจสอบร่วมกับชุมชนแล้วเข้ามาสู่ระบบฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการสืบค้นต่อไป

ประสบการณ์ในงานวิจัยระยะนี้ จะต้องพิจารณาปรับกระบวนการทำงานเดิม ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 11 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจโครงการ 2) หาผู้ร่วมงาน กำหนดบทบาท ภารกิจ 3) กำหนดกรอบ เป้าหมาย วัตถุประสงค์ แผนกิจกรรม 4) การศึกษา/สำรวจข้อมูล (ทรัพยากร, ชุมชน) 5) การวิเคราะห์ และรายงานข้อมูล และจัดระบบข้อมูล 6) การทำแผนการจัดการ 7) การเสริม/พัฒนาองค์กร 8) การจัดการ 9) การติดตาม 10) การขยายผล และ 11) หาพันธมิตร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเสริมศักยภาพชุมชนเพื่อการจัดการป่าและทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืนนี้ ไม่อาจสำเร็จลงได้ หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 339007 รวมทั้ง องค์กร หน่วยงานและชุมชนผู้ร่วมงาน ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนฯ ต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

จรณิต แก้วกังวาล. 2538. การออกแบบและการจัดการฐานข้อมูล. ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

ดวงแก้ว สวามิภักดิ์. 2539. ระบบฐานข้อมูล. ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

การประเมินความเสี่ยงของแผนการท่องเที่ยวเชิงนิเวศต่อสิ่งแวดล้อม ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน จังหวัดแม่ฮ่องสอน

อภิรัตน์ เอี่ยมศิริ

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF PLANNED ECOTOURISM IN SUNPUNDAN WILDLIFE SANCTUARY, MAE HONG SON PROVINCE

A. Iamsiri

Environmental Science, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

Sunpundan Wildlife Sanctuary is in the process of declaration. The present focal point for ecotourism is a small marsh called Pong Saen Pig. Therefore the study area started from this marsh and was expanded to cover a village called Ban Huai Nam Pong. Most tourists go bird watching at Pong Saen Pig.

Collected data consisted of 2 main types; existing tourism characteristics and ecotourism resources, which were observed by field census and survey of local people; and physical resources, ecological resources, human use and quality of life values, which were subjects of environmental risk assessment.

Birds should be a key resouce for ecotourism; 72 species were easily found and identified within this small area. Moreover, there were about 600 individuals of four dominant species at Pong Saen Pig; the Mountain Imperial Pigeon *(Ducula badia),* the Parakeet *(Paittacul finschii),* the Thick-billed Pigeon *(Treron curvirostra)* and the Vernal Hanging Parrot *(Loriculus vernalis).* These four species are very attractive in terms of themselves and their relationships with the marsh. The most serious potential impact of ecotourism is on this bird community, but because there are few tourists at present, there has not been any observed change in this community. Other wildlife, orchids, hot springs and the way of life of local people are alternative choices for tourists. To minimize impacts on the natural resources and the local community, control of ecotourism was recommended by zoning, offering certain tourism activities, determining carrying capacity and management.

Key words: Sunpundan, ecotourism, environmental risk assessment, bird watching

บทนำ

ในปัจจุบันการท่องเที่ยวเป็นกิจกรรมที่สร้างประโยชน์ให้แก่ประเทศเป็นอย่างมาก ในขณะเดียวกัน ก็ได้เกิดผลกระทบบางส่วนต่อพื้นที่การท่องเที่ยว ชุมชน และความหลากหลายทางชีวภาพ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดการการท่องเที่ยวอย่างเหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบดังกล่าว

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน เป็นพื้นที่ต้นน้ำที่อุดมสมบูรณ์ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นแหล่งกำเนิดของลำน้ำหลายสาย มีชาวบ้านบางส่วนที่มีพื้นที่ทำกินติดกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เช่น บ้านห้วยน้ำโป่ง ซึ่งใกล้กับหมู่บ้านมีโป่งแสนปิ๊กเป็นแหล่งชุมนุมของฝูงนกและสัตว์ป่าต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีรายงานการพบนกยูงทางด้านฝั่งตะวันตก และชะนีทางทิศเหนือของพื้นที่วิจัย จากเหตุผลเหล่านี้บวกกับความสมบูรณ์ของป่าไม้ และระบบนิเวศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน จึงมีนักท่องเที่ยวบางกลุ่มเลือกเป็นเส้นทางท่องเที่ยวและศึกษาธรรมชาติ และเนื่องด้วยระยะทางที่ห่างจากอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอนเพียง 40 กิโลเมตร ทำให้ความนิยมของนักท่องเที่ยวขยายตัวออกไป ประกอบกับการจำกัดกิจกรรมทำกินของชาวบ้านเนื่องจากการประกาศเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ดังนั้นการท่องเที่วเชิงนิเวศจึงน่าจะเป็นแหล่งรายได้เสริมของชาวบ้านและสนับสนุนการอนุรักษ์ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าได้ด้วย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและนำเสนอข้อมูลทางด้านกายภาพ, ชีวภาพ, คุณค่าการใช้ประโยชน์ และคุณภาพชีวิตของประชากรเพื่อเป็นพื้นฐานในการประเมินศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน และจัดทำแนวทางลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ศึกษา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดนตั้งอยู่ระหว่าง อำเภอปาย และอำเภอปางมะผ้า มีขนาด 175,425 ไร่ มีอาณาเขตบางส่วนติดต่อกับประเทศพม่า ภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน ที่ทำการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน

ตั้งอยู่ห่างจากโป่งแสนปิ๊ก และหมู่บ้านห้วยน้ำโป่ง (ซึ่งอยู่ในเขตการปกครอง ตำบลนาปู่ป้อม อำเภอป่างมะผ้า) ประมาณ 1 กิโลเมตร

โป่งแสนปิ๊กเป็นโป่งน้ำที่เกิดจากรอยแตกของหิน มีน้ำไหลออกมาจากหิน (สมโภชน์และคณะ, 2542) ตลอดปี ตั้งอยู่ที่ละติจูด 19° 34.3' และลองจิจูด 98° 08.4' ที่ระดับความสูง 400 เมตรจากระดับน้ำทะเล ห่างจากตัวโป่งไปทางทิศตะวันออก 300 เมตร เป็นน้ำพุร้อนขนาดเล็ก โดยมีลำห้วยโป่งแสนปิ๊กกั้นระหว่างกลาง

วิธีการ

ลักษณะของการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้น

ได้รวบรวมลักษณะของการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นจากการสอบถามบุคคลในพื้นที่ทำการวิจัย ทั้งเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันป่าแดน, ชาวบ้านห้วยน้ำโป่ง และกลุ่มนักท่องเที่ยวบางกลุ่มซึ่งเคยเข้าไปท่องเที่ยวในพื้นที่ดังกล่าว ลักษณะของข้อมูลประกอบไปด้วย จำนวนนักท่องเที่ยว, เส้นทางที่ใช้, กิจกรรม, ระยะเวลา, การเดินทาง, อาหารและที่พักแรม โดยข้อมูลที่ได้นอกจากจะถูกใช้ประกอบการประเมินความเสี่ยงแล้ว ยังเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดขอบเขตงานวิจัยอีกด้วย

ทรัพยากรด้านต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษา

ในการประเมินความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมอันจะเกิดจากการท่องเที่ยวเชิงนิเวศนั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบโดยรวมของพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งหมายรวมถึงมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้นด้วย ดังนั้นทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอันประกอบไปด้วย ทรัพยากรด้านกายภาพ, ชีวภาพ, คุณค่าการใช้ประโยชน์ และคุณภาพชีวิตของประชากรบ้านห้วยน้ำโป่ง จึงเป็นแนวทางในการกำหนดวิธีการวิจัยครั้งนี้

การสำรวจทรัพยากรด้านกายภาพประกอบไปด้วย ความเป็นกรดด่าง และความชื้นของดิน ปริมาณและอุณหภูมิของน้ำของโป่งแสนปิ๊ก และน้ำพุร้อง รวมทั้งอัตราการไหลของน้ำ และภาพตัดขวางของลำห้วยโป่งแสนปิ๊ก

ทรัพยากรชีวภาพประกอบไปด้วย นก, สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม, ปลา และพรรณไม้

คุณค่าการใช้ประโยชน์และคุณภาพชีวิตของประชากรประกอบไปด้วย โครงสร้างประชากร, การใช้ประโยชน์ที่ดิน, การใช้ประโยชน์จากป่า, สาธารณูปโภคพื้นฐาน, อนามัยชุมชน, วัฒนธรรม และทัศนคติที่มีต่อการท่องเที่ยว

ผลการวิจัย

โป่งแสนปิ๊กมีลักษณะเป็นแอ่งที่มีน้ำซึมขังเป็นหย่อมตื้น ๆ ตลอดทั้งปี พื้นโป่งเป็นหินขนาดเล็ก มีหญ้าขึ้นบ้างแต่น้อยมาก พบว่ามีการใช้ประโยชน์จากสัตว์ป่า ทั้งในและรอบ ๆ โป่ง

น้ำพุร้อนมีอัตราการไหลประมาณ 0.025 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที น้ำมีอุณหภูมิ 65 °C ในเดือนพฤศจิกายน ดินรอบ ๆ บ่อน้ำร้อนมีลักษณะอ่อนนุ่มและเป็นกรด (pH=4.5) พบว่ามีการใช้ประโยชน์จากสัตว์ป่ารอบ ๆ บ่อเช่นกัน

จากการสำรวจพบนกทั้งหมด 72 ชนิด แยกตามสถานภาพได้เป็น uncommon species 9 ชนิด, fairly common 4 ชนิด นอกนั้นเป็น common species (Lekagul and Round, 1991) โดยมีจุดดูนกที่สำคัญ 2 จุด จุดแรกที่โป่งแสนปิ๊ก มีนกที่เด่นที่เข้ามาใช้โป่งอยู่ 4 ชนิด คือ นกมูม *(Ducula badia)*, นกกะลิง *(psittacula finschii)*, โดยมีจำนวนรวมกันประมาณ 600 ตัว ซึ่งหากมีคนเข้าใกล้บริเวณโป่ง นกเกือบทั้งหมดจะตื่นตกใจและบินหนี จากการทดสอบครั้งหนึ่งพบว่า กว่าที่นกจะกลับมาอยู่ที่เดิมใช้เวลาเกือบชั่วโมง จุดดูนกที่ 2 อยู่ระหว่างโป่งแสนปิ๊กและน้ำพุร้อน โดยมีจำนวนชนิดที่พบมากที่สุดถึง 30 ชนิด ซึ่งทั้ง 2 จุด จะพบนกมากที่สุดในราวเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ นอกจากนี้ยังมีรายงานการพบนกยูง และนกเงือกอีกด้วย

สำรวจพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 8 ชนิด ที่เด่นคือ ชะนีมือขาว *(Hylobates lar)* เป็น endangered species และเสือปลา *(Felis viverrina)* เป็น threatened species (สืบ, 2528) นอกจากนี้ยังมีรายงานการพบสัตว์เลี้ยงลูกชนิดอื่น ๆ อีก 4 ชนิด จากการสอบถามชาวบ้านพบว่า มีแนวโน้มจะพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมากขึ้นในช่วงฤดูฝน

จากการสำรวจเบื้องต้นพบพรรณไม้ที่น่าสนใจและสามารถนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลสื่อความหมายทางธรรมชาติได้ อาทิเช่น พรรณไม้ที่เป็นอาหารของนก (ไทร, มะเดื่อ และตะขบ), กล้วยไม้รากอากาศ และกล้วยไม้ดิน (8 ชนิด), หญ้าถอดปล้อง, บุก และพรรณไม้ที่เป็นอาหารของชาวบ้าน

สำรวจพบปลา 5 ชนิด คือ ปลาแก้มช้ำ *(Puntius staiozkac)*, ปลากระทิง *(Mastacembelus armatus)*, ปลาก้าง *(Channa gaochus)*, ปลาตะเพียนทราย *(Puntius stariozkac)*, ปลาซิวควาย *(Rasbora sumatrana)*, ปลาจาด *(Acrossocheilus deutatus)* โดยทั้งหมดเป็น common species

หมู่บ้านห้วยน้ำโป่งมีการใช้สารเคมีในการปลูกข้าว กระเทียม และถั่วเหลือง เช่น ยาฆ่าหญ้า, ปุ๋ย, ยาฆ่าแมลง และยาป้องกันโรคพืชต่าง ๆ

ชาวบ้านห้วยน้ำโป่งมีทัศนคติที่ดีต่อการท่องเที่ยวและการอนุรักษ์ มีการร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานดูแลรักษาป่าและชุมชน มีกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากป่า และมีวัฒนธรรมบางอย่างที่มีศักยภาพและความพร้อมต่อการท่องเที่ยว เช่น การจับจั่นในเดือนเมษายน และงานข้าวใหม่เดือนพฤศจิกายน

ในเดือนเมษายนพบผู้ป่วยโรคมาลาเรีย 2 คน จากการสอบถามพบว่าโรคนี้มักจะเป็นกันมากในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน

ในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา มีนักท่องเที่ยวประมาณ 7 ถึง 9 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ถึง 5 คน เดินทางมายังเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดนด้วยรถยนต์ส่วนตัว ในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนมีนาคม ซึ่งมีทั้งกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มาเพียงวันเดียวและพักค้างคืน ณ ที่ทำการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน โดยมีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาวิจัย และดูนกบริเวณโป่งแสนปิ๊กเป็นหลัก โดยใช้เส้นทางผ่านหมู่บ้านห้วยน้ำโป่งไปยังโป่งแสนปิ๊ก และเกือบทุกกลุ่มจะเดินเข้าไปเพื่อดูตัวโป่งอย่างใกล้ชิด ซึ่งเส้นทางเพื่อเข้าไปดูตัวโป่งนี้ไม่ใช่เส้นทางปกติที่ชาวบ้านใช้

นอกจากนี้ยังพบพื้นที่ท่องเที่ยวอื่น ๆ ในบริเวณใกล้เคียง อาทิเช่น ถ้ำศรีโสภณ, ถ้ำแม่ละนา, ถ้ำห้วยคาน, เส้นทางเดินป่าบ้านน้ำฮูผาเสื่อ, บ้านปางตอง, และบ้านแม่ละนา ซึ่งนักท่องเที่ยวมักเป็นชาวต่างประเทศ แต่เนื่องจากข้อมูลที่จำกัดจึงไม่สามารถสรุปรายละเอียดของกิจกรรมการท่องเที่ยวในส่วนนี้ได้

บทวิจารณ์

จากการสำรวจพบว่า ทั้งในด้านกายภาพ อันมีโป่งน้ำและน้ำพุร้อนเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวรวมอยู่ด้วยกัน และด้านชีวภาพ ซึ่งมีนกเป็นจุดเด่นของพื้นที่ที่สามารถพบเห็นได้โดยง่ายและมีปริมาณมาก มีสังคมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ประกอบไปด้วยผู้ล่าและสัตว์กินพืช และสังคมพืชที่หลากหลาย รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรด้านกายภาพและชีวภาพที่น่าศึกษา เมื่อผนวกเข้ากับชุมชนที่มีวิถีชีวิตพึ่งพาธรรมชาติเป็นหลักแล้ว พื้นที่ศึกษาจึงมีศักยภาพเพียงพอในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศต่อไป อย่างไรก็ตามพื้นที่ท่องเที่ยวขนาดเล็กยังมีข้อจำกัดต่อการขยายตัวการเตรียมความพร้อมแก่คนท้องถิ่นในการจัดการการท่องเที่ยว การฝึกอบรมมัคคุเทศก์ท้องถิ่นให้สามารถบริการนักท่องเที่ยวตามรายการที่กำหนด การปรับปรุงเส้นทางและข้อมูล การเชื่อมโยงกับแหล่งท่องเที่ยวใกล้เคียงอื่น ๆ การปรับปรุงถนน พร้อมทั้งการประชาสัมพันธ์ จะช่วยขจัดเรื่องข้อจำกัดเรื่องขนาดของพื้นที่ได้

ความร่วมมือระหว่างหน่วยงานดูแลรักษาป่า ชุมชนในพื้นที่ และบริษัททัวร์ เป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวที่มีจุดประสงค์เพื่อการอนุรักษ์ในพื้นที่ศึกษาพบว่า เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน และหมู่บ้านห้วยน้ำโป่งมีความร่วมมือในการอนุรักษ์เป็นอย่างดี มีการรายงานการพบสัตว์ป่า และยังเป็นชุมชนที่ให้ข้อมูลแก่เจ้าหน้าที่หากมีการล่าสัตว์ป่า โดยเฉพาะในพื้นที่โป่งแสนปิ๊ก นอกจากนี้จังหวัดแม่ฮ่องสอนเองยังสนับสนุนการพัฒนาการท่องเที่ยว โดยร่วมมือกับองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เข้ามาศึกษาและพัฒนาศักยภาพของชุมชนและพื้นที่ต่าง ๆ รวมถึงโป่งแสนปิ๊กด้วย

ในปัจจุบันความร่วมมือระหว่างชุมชนในพื้นที่และบริษัททัวร์ยังไม่เกิด ในหลายพื้นที่บริษัททัวร์เป็นผู้กำหนดทิศทางการท่องเที่ยวเกือบทั้งหมด (ซึ่งอาจจะเกิดความไม่พร้อมของชุมชนเอง) และบ่อยครั้งที่การแสวงหาผลประโยชน์ของธุรกิจท่องเที่ยวได้กีดกันคนท้องถิ่นออกจากพื้นที่ที่เขาเคยใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การมีส่วนร่วมของชุมชนในการกำหนดทิศทางการท่องเที่ยวจึงเป็นกลไกสำคัญนำไปสู่ความสำเร็จของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (ศูนย์ฝึกอบรม

วนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิค, 2539; Whelan, 1991) อย่างไรก็ตามการวางแผนการมีส่วนร่วมของชุมชนจะต้องมีขอบเขตและขั้นตอนที่ชัดเจน (Whelan, 1991) ซึ่งนับเป็นส่วนหนึ่งของการเตรียมความพร้อมแก่คนท้องถิ่น

นอกจากนี้ชุมชนเองยังต้องการคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญถึงสิ่งที่ควรและไม่ควรทำอีกด้วย ตัวอย่างเช่น ในหมู่บ้านคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีแนวโน้มการเกิดปัญหาเรื่องการสร้างที่พักและบริการแก่นักท่องเที่ยวมากจนเกินไปและไม่สามารถควบคุมโดยชุมชนได้ (Sukphisit, 1999) หมู่บ้านห้วยฮี้ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นตัวอย่างที่ดีของการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยชุมชนเป็นผู้กำหนดทิศทางการท่องเที่ยวเกือบทั้งหมด ทั้งนี้โดยมีมูลนิธิเพื่อการพัฒนาและฟื้นฟูธรรมชาติ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นตัวเชื่อมระหว่างกลุ่มนักท่องเที่ยวกับชุมชน

สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากลักษณะของการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน พบว่ามีแนวโน้มการเกิดผลกระทบต่อทรัพยากรด้านชีวภาพมากที่สุดโดยเฉพาะกับนกและสัตว์ป่าโดยรอบโป่ง แต่เนื่องจากนักท่องเที่ยวยังมีปริมาณน้อย ระดับของผลกระทบดังกล่าวจึงน้อยตามไปด้วย การกำหนดพื้นที่ การสร้างจุดชุ่มดูนกนอกโป่ง พร้อมกับมีการนำเสนอข้อมูลด้านกายภาพและชีวภาพ เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวในอนาคตไม่ว่าจะเป็นรูปแบบของศูนย์ข้อมูล ป้ายสื่อความหมายหรือแผ่นพับ ซึ่งนอกจากจะเป็นการป้องกันผลกระทบเหล่านี้แล้วยังช่วยเสริมความรู้ความเข้าใจและสร้างจิตสำนักแก่นักท่องเที่ยว รวมทั้งง่ายต่อการจัดการและประชาสัมพันธ์อีกด้วย (Ashbaugh, 1996; Mackinnon *et al.*, 1986)

จากลักษณะของการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทำการวิจัย ผลกระทบต่อชุมชนมีน้อยมากทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ในขณะเดียวกันผลกระทบด้านบวกมีเพียงผลรายได้เพียงเล็กน้อยจากการขายสินค้าแก่นักท่องเที่ยว และความภูมิใจในทรัพยากรของตน (Laarman and Drust, 1993) ในอนาคตผลกระทบต่อชุมชนที่อาจเกิดขึ้น คือ การเปลี่ยนแปลงอาชีพมาทำเรื่องการท่องเที่ยวจะก่อให้เกิดการพึ่งรายได้จากการท่องเที่ยวแทนที่จะพึ่งตนเองจากอาชีพเดิมได้ (ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิค, 2539) ซึ่ง ศาสตราจารย์ ดร. นิธิ เอียวศรีวงศ์ ให้เหตุผลไว้ว่า เนื่องจากการท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมที่ไม่สามารถคาดเดาได้อย่างแน่นอน (Sukphisit, 1999)

การใช้สารเคมีในการเพาะปลูกอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศบนบก เช่นนก และระบบนิเวศทางน้ำได้ในระยะยาว รวมถึงผลกระทบต่อสุขภาพของชาวบ้านทั้งโดยทางตรง (สัมผัส) และทางอ้อม (สะสมในอาหารน้ำ)

ผลกระทบอีกประการหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ คือ โรคมาลาเรีย ซึ่งต้องการการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดโดยต้องได้รับความร่วมมือจากศูนย์มาลาเรีย อำเภอปางมะผ้า พร้อมทั้งให้ข้อมูลการรักษา การระบาด และวิธีป้องกันแก่นักท่องเที่ยวด้วย ในด้านการจัดหาอุปกรณ์การป้องกัน เช่น ยาทากันยุง ชุมชนควรจะได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาอาชีพอื่น ๆ ให้สามารถประยุกต์ใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์และรายได้แก่ชุมชน

ขีดจำกัดในการรองรับนักท่องเที่ยวทั้งด้านปริมาณและความถี่ เป็นปัจจัยอีกประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมได้ (ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิค, 2539) รวมถึงพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวด้วย Whelan (1991) ได้แยกขีดจำกัดของพื้นที่เป็น 2 ด้านคือ ด้านระบบนิเวศ และความสวยงาม ซึ่งทั้ง 2 ส่วนจะตรวจสอบได้เมื่อมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เราสามารถสร้างเป็นโปรแกรมการตรวจสอบให้นักท่องเที่ยวมีบทบาทในการอนุรักษ์โดยใช้ นก สัตว์ป่า หรือพรรณพืชที่นักท่องเที่ยวนั้น ๆ สนใจเป็นหัวข้อหลัก

อย่างไรก็ตามเรายังสามารถกำหนดขีดจำกัดด้านระบบนิเวศได้จากลักษณะของกิจกรรม ตัวอย่างเช่น การดูรังของนกโจรสลัด (frigate) ในเกาะ Galapagos (Mackinnon, 1986) ในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนหนึ่งได้ใช้การดูนกเป็นปัจจัยในการกำหนดขีดจำกัดด้านระบบนิเวศเช่นกัน

จากเหตุผลที่ว่าชุมชนควรจะพึ่งตนเองจากอาชีพเดิมได้ ดังนั้น จุดประสงค์หลักของการพัฒนาการท่องเที่ยวนิเวศจึงควรจะเป็นเพียงแหล่งรายได้เสริมของชาวบ้าน การพัฒนาใด ๆ ที่มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงอาชีพของคนท้องถิ่นจึงควรทำด้วยความระมัดระวัง ในการพิจารณาขีดจำกัดจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น จำเป็นต้องมีการกลั่นกรองและตรวจสอบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงโดยคณะทำงานดูแลด้านการท่องเที่ยว ซึ่งมาจากกลุ่มชาวบ้านร่วมกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

บทสรุป

การเตรียมพื้นที่และกิจกรรมเพื่อรองรับการท่องเที่ยว

1. การแบ่งเขต

พื้นที่โป่งแสนปิ๊กสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ เขตห้ามท่องเที่ยว ได้แก่ บริเวณโป่งแสนปิ๊ก และน้ำพุร้อน, เขตท่องเที่ยวได้ แต่ต้องมีมัคคุเทศก์ท้องถิ่นนำทาง ได้แก่ บริเวณรอบโป่งแสนปิ๊กที่อยู่ในระยะที่ไม่รบกวนนกที่โป่ง, เขตท่องเที่ยวได้ด้วยตัวนักท่องเที่ยวเอง แต่ต้องจำกัดปริมาณและปฏิบัติตามระเบียบของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ได้แก่ จุดชุ่มดูนกและเส้นทางศึกษาธรรมาชาติ, เขตพักแรมนอกหมู่บ้าน ได้แก่ ที่ทำการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดนทั้ง 2 แห่ง, การแสดงขอบเขตต่าง ๆ ควรอยู่ในศูนย์ข้อมูล (ที่ทำการเขตฯ) และควบคุมดูแลโดยคณะทำงานด้านการท่องเที่ยว และเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน

2. การพัฒนาพื้นที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน

การพัฒนาพื้นที่ท่องเที่ยวจะประกอบไปด้วย การปรับปรุงเส้นทางศึกษาธรรมชาติ และการสื่อความหมาย, จุดชุ่มดูนก, ศูนย์ข้อมูล (ที่ทำการเขตฯ) และสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน เช่น โทรศัพท์ ห้องสุขา ที่กางเต็นท์โดยควรได้รับการสนับสนุนด้านแหล่งทุนและวิชาการจากจังหวัดแม่ฮ่องสอน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ไฟฟ้าเป็นสาธารณูปโภคที่มีแนวโน้มจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและชุมชน จึงควรพิจารณาการใช้อย่างรอบคอบ หากจำเป็นต้องพัฒนาในส่วนนี้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นทางเลือกที่มีผลกระทบน้อยที่สุด ถนน และสะพานเป็นอีกปัจจัยที่ควรได้รับการปรับปรุงให้สะดวกเพียงพอต่อการเดินทางในทุกฤดู ควรอยู่ในความดูแลของจังหวัดแม่ฮ่องสอนและองค์การบริหารส่วนตำบลนาปู่ป้อม

3. รายการท่องเที่ยวและขีดจำกัด

ตัวอย่างรายการท่องเที่ยว ปริมาณ และความถี่ของนักท่องเที่ยวแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. รายการท่องเที่ยว ปริมาณและความถี่ของนักท่องเที่ยว

กิจกรรมการท่องเที่ยว	ปริมาณนักท่องเที่ยวที่รองรับได้ต่อครั้ง	ความถี่
ดูนกในที่ที่จัดไว้และศึกษาธรรมชาติในเส้นทางในเขตท่องเที่ยวได้ด้วยตัวนักท่องเที่ยวเอง	10	2 ครั้ง ต่อวัน
ศึกษาธรรมชาติในเส้นทางในเขตท่องเที่ยวได้ แต่ต้องมีมัคคุเทศก์นำทาง	5	2 ครั้ง ต่อวัน
ค้างคืนที่จุดพักแรมนอกหมู่บ้าน	20	ทุกวัน
พักแรมกับชาวบ้าน เก็บผัก หาปลา จับจักจั่น หรือกิจกรรมอื่นตามฤดูกาลร่วมกับชาวบ้าน	6 คน โดยเฉลี่ย 3 คนต่อ 1 ครอบครัว	ขึ้นอยู่กับจำนวนชาวบ้านที่เข้าร่วมโครงการ โดยเฉลี่ยครอบครัวละ 1 ครั้งต่อสัปดาห์
ร่วมงานประเพณี	20	ขึ้นอยู่กับงานประเพณี

อย่างไรก็ตามการกำหนดจำนวนนักท่องเที่ยวยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง เช่น ความเข้มแข็งของชุมชน และการไม่ได้รับความสะดวกของนักท่องเที่ยว การติดต่อล่วงหน้าจะเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยแก้ไขข้อจำกัดนี้ได้ โดยอาจติดต่อผ่านการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน หรือองค์กรพัฒนาเอกชน เช่น มูลนิธิเพื่อการพัฒนาและฟื้นฟูธรรมชาติ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

4. การประเมินผลกระทบเพื่อปรับรูปแบบของการท่องเที่ยว

จัดทำรายการตรวจสอบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม โดยให้ชุมชนในพื้นที่และนักเที่ยวมีส่วนร่วมในการประเมิน พร้อมทั้งมีการสรุปผลการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ โดยอาจจัดในรูปของงานระดมความคิดเห็นประจำปี และให้มีการประชาสัมพันธ์เชิญชวนนักท่องเที่ยว (โดยการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย) ร่วมเสนอความคิดเห็นกับคณะทำงานด้านการท่องเที่ยว รูปแบบของรายการการตรวจสอบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมประกอบไปด้วย

4.1 ทรัพยากรหรือกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวสนใจ

4.2 จำนวน ความหนาแน่น หรือสภาพโดยทั่วไปของ ข้อ 4.1

4.3 ประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ ข้อ 4.2 โดยเปรียบเทียบกับครั้งก่อน ๆ หรือเปรียบเทียบกับผลการวิจัย (ซึ่งจะแสดงไว้ในศูนย์ข้อมูล)

4.4 ข้อเสนอแนะ

การเตรียมชุมชน

1. การสร้างความเข้าใจร่วมกันถึงจุดประสงค์ของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

จังหวัดแม่ฮ่องสอน และองค์พัฒนาเอกชน ควรมีบทบาทในการสร้างความรู้ความเข้าใจต่อจุดประสงค์และประโยชน์ของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศให้แก่ชาวบ้าน ซึ่งอาจเป็นในรูปแบบของการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ การซักถาม กระตุ้นให้คิด และวิเคราะห์ปัญหา

2. คณะทำงานด้านการท่องเที่ยว

คณะทำงานด้านการท่องเที่ยวควรประกอบไปด้วยชาวบ้าน 40% อีก 60% ควรจะเป็นเจ้าหน้าที่จากจังหวัดแม่ฮ่องสอน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน ตัวแทนบริษัททัวร์ และองค์พัฒนาเอกชน โดยมีหน้าที่ในการพิจารณาทิศทางการท่องเที่ยว การประสานงานกับฝ่ายต่าง ๆ การจัดการรายได้ การประเมินผลกระทบ และการประชาสัมพันธ์

3. การให้บริการแก่นักท่องเที่ยว

ในส่วนของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน ควรมีบทบาทในการดูแลให้นักท่องเที่ยวปฏิบัติตามระเบียบ รวมทั้งการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการเข้าพื้นที่ด้วย ในส่วนของชุมชนบ้านห้วยน้ำโป่ง ควรมีการจัดอบรม และสร้างความคุ้นเคยในการให้บริการแก่นักท่องเที่ยว รวมทั้งกาฝึกอบรมมัคคุเทศก์ท้องถิ่น โดยการสนับสนุนของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ร่วมกับตัวแทนบริษัททัวร์ และองค์กรพัฒนาเอกชน โดยมีการรับสมัครครอบครัวที่ต้องการเข้าร่วมโครงการ

4. โครงการเสริมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น โครงการส่งเสริมการลดการใช้สารเคมีในการเกษตร, โครงการศึกษาระบบนิเวศของชะนีและนกยูง โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่วิจัย เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์และขยายไปสู่การท่องเที่ยวต่อไป และโครงการแยกชนิดขยะและการจัดการอย่างถูกวิธี เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541095 และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

สืบ นาคะเสถียร. 2528. รายงานการประเมินผลงานช่วยเหลือสัตว์ป่าตกค้างในพื้นที่อ่างเก็บน้ำโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนเขียวหลาน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. กรมป่าไม้.

สมโภชน์ ศรีโกสามาตร. 2542. จากโป่งถึงสัตว์ป่าจากอนุรักษ์สัตว์ป่าสู่การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ, จากรัฐสู่ประชาชน: กรณีศึกษาในจังหวัดแม่ฮ่องสอน. ในการประชุมทางวิชาการ โครงการศึกษาวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในจังหวัดแม่ฮ่องสอน.

ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิค. 2539. รายงานสรุปการประชุมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศและบทบาทชุมชนท้องถิ่น.

ASHBAUGH. 1966. Planning a Nature Center. National Audubon Society, New York.

LAARMAN, J. AND P. DURST. 1993. Nature Tourism in Asia. Forestry Support Program, Washington D. C.

LEKAGUL, B. AND P. D. ROUND. 1991. A Guide to the Birds of Thailand. Saha Karn Bhaet Co. Ltd., Bangkok.

MACKINNON, J., K. MACKINNON, G. CHILD AND T. THORSELL. 1986. Managing Protected Areas in the Tropics. IUCN, Gland, Switzerland.

SUKPHISIT, S. 1999. The Tourist Trap. In Bangkok Post, April 10, Thailand.

WHELAN, T. 1991. Nature Tourism: Managing for the Environment. Island Press, Washington D. C.

บทบาทผู้หญิงกับรูปแบบการจัดการพืชพื้นบ้าน: กรณีศึกษา บ้านใหม่สันติสุข กิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน

บานจิตร สายรอคำ
มูลนิธิฮักเมืองน่าน วัดอรัญญาวาส ต. ในเวียง อ. เมือง น่าน 55000

ABSTRACT

WOMEN'S ROLE AND PATTERNS OF NATIVE PLANT MANAGEMENT: A CASE STUDY OF BAN MAI-SANTISUK, KING AMPHUR PUPIENG, NAN PROVINCE

B. Sairawkam
Hug Muang Nan Foundation, Arunyawas Temple, Naiwiang Subdistrict, Muang District, Nan 55000

This study examined the role of women and the methods they use in managing native plants used as herbs and for consumption. It examines the form of management, including factors that affect how the plants are managed by women and changes that affect the continued existence of the plants.

The study employed qualitative analysis. Information was collected using many different methods, including informal interviews, observation, participation in activities and group discussion in order to exchange views. The following factors were found to affect how women manage native plants: 1) Their necessity as food. Women in their role as mothers are concerned that their families and relatives are properly fed. 2) Their necessity as herbs. In the past there were experts who used indigenous knowledge for health care. Nowadays, even though the government emphasizes modern health care for citizens at all levels and has instilled a popular belief in its use, herbal medicine continues to be regularly used in every household. 3) Their necessity for use for various purposes, for example, as shampoo by the middle aged and elderly and popularity for use in raising livestock. Since the plants occur naturally and are easy to find, they provide a means for saving money on the purchase of prepared animal feed. 4) Their necessity to beliefs and ceremony. Many varieties of plants are connected with beliefs, culture, customs and ceremonies that the people's ancestors accumulated through experience. 5) Their necessity to economic activities. Native plants are important to the way of life of people in the community. Many varieties provide villagers with income.

In summary, women play an important role in the survival of their families due to their position as producers and care providers. They have developed ways of working with people of many generations, making plans for future production through the processing and management of native plants, learning from others and transferring knowledge to future generations. Although women carried out many activities that took on many forms, nevertheless both men and women, to a person, had a similar goal, i.e., building security for their families.

Key words: women's role, native plant management, ethnobotany

บทนำ

เพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ให้คำจำกัดความของการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. บทบาทของผู้หญิง หมายถึง สิทธิหรือหน้าที่ความรับผิดชอบ การเข้าถึง การใช้อำนาจ และความคาดหวังในพืชพื้นบ้านของผู้หญิงในบ้านใหม่สันติสุข

2. วิธีการจัดการหมายถึง รูปแบบ วิธีการการพัฒนา การอนุรักษ์ การเก็บรวบรวม การปลูก การเพาะและการขยายพันธุ์ และการใช้ประโยชน์จากพืชพื้นบ้าน

3. ปัจจัยภายใน หมายถึง วิธีการดำเนินชีวิตที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นระบบคุณค่าดั้งเดิม ความเชื่อ การเลี้ยงดูขัดเกลาสมาชิกในครอบครัว และการสืบสานวิถีชีวิตชุมชนรวมกับเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และการศึกษา

4. ปัจจัยภายนอก หมายถึง ปัจจัยทางสังคมจากภายนอกชุมชนที่เข้ามามีบทบาทต่อการจัดการพืชพื้นบ้าน ประกอบด้วย นโยบายของรัฐ และเจ้าหน้าที่ของรัฐ การใช้ชีวิตเลียนแบบคนในเมืองหลวง การแย่งชิงทรัพยากรจากภายนอก

5. พืชพื้นบ้าน หมายถึง พืชพันธุ์ที่มีอยู่ในพื้นที่เฉพาะที่ใดที่หนึ่ง ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือนำมาปลูกไว้และเหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพของท้องถิ่นนั้น ซึ่งอาจเป็นไม้ล้มลุก ไม้เลื้อย ไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นซึ่งการใช้อาจเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งอาจพบได้ตามแหล่งธรรมชาติทั่วไป คือ ป่า, ทุ่งนา, หนองน้ำ และสวนหรือรอบ ๆ บ้าน

6. รูปแบบ หมายถึง กิจกรรมหลักที่ผู้หญิงได้ใช้ประโยชน์จากพืชพื้นบ้าน ซึ่งมีทั้งรูปแบบที่เป็นทางการ และผสมผสาน เพื่อปกป้องผลประโยชน์ของครอบครัวและชุมชน

มนุษย์ได้พึ่งพาอาศัยทรัพยากรชีวภาพในการดำรงชีพ ทั้งทางด้านปัจจัยสี่ เช่น อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และทางด้านจิตใจ เช่น ความเคารพต่อธรรมชาติและสิ่งศักดิ์สิทธิ์เหนือธรรมชาติ ที่สะท้อนผ่านความคิด ศาสนา ประเพณี และพิธีกรรมต่าง ๆ ความอยู่รอดของชนพื้นเมืองจึงขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของความหลากหลายทางชีวภาพ ชุมชนได้รับประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น ป่าที่อุดมสมบูรณ์จะทำให้มีน้ำหล่อเลี้ยงไร่นา และช่วยยึดหน้าดินมิให้พังทลาย ดังกรณีการศึกษาในประเทศมาเลเซีย พบว่าชุมชนในท้องถิ่นใช้ประโยชน์จากพืชพื้นบ้านในป่ากว่า 1,200 ชนิด หรือประมาณ 1 ใน 6 ของพันธุ์พืชที่มีอยู่ หากแต่การศึกษาครั้งนี้ยังมิได้รวมเอาพืชที่เป็นยาและอาหารทั้งหมดซึ่งชาวบ้านใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งอัตราการใช้ประโยชน์ที่แท้จริงอาจสูงถึง 2 ใน 3 ของพันธุ์พืชทั้งหมดที่มีอยู่ก็เป็นได้ ประชาชนท้องถิ่นทั่วโลกจำนวนกว่า 3,000 ล้านคน ยังพึ่งพิงยาแผนโบราณและวิธีการรักษาแบบพื้นบ้าน เช่นเดียวกับพืชผักพื้นบ้านซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์ นับตั้งแต่สมัยการหาของป่า ล่าสัตว์ ในสังคมมนุษยวิทยาได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการหาอาหารโดยเฉพาะพืชผัก พบว่าฝ่ายหญิงจะเป็นฝ่ายที่ไปหาอาหารประเภทผัก และพืชผักเหล่านี้จะเป็นอาหารหลักถึงร้อยละ 80 ของอาหารที่นำมาเลี้ยงครอบครัว การหาอาหารจากธรรมชาติเพื่อเลี้ยงชีพนี้เป็นการผลิตแบบแรก ๆ ในประวัติศาสตร์ยุคต้นของมนุษยชาติก่อนที่จะเริ่มมีการทำการเกษตร การหาอาหารจากธรรมชาตินี้ เป็นการผลิตที่ผู้หญิงจะกระทำร่วมกันเป็นกลุ่มกับผู้หญิงอื่นในชุมชน ไม่ได้กระทำเพียงลำพัง (วิฑูรย์และตรียดา, 2539) ดังนั้นการมีปฏิสัมพันธ์กับธรรมชาติของผู้หญิงจึงไม่ใช่เป็นการผลิตธรรมดา แต่เป็นการผลิตทางสังคมด้วย เพราะผู้หญิงต้องแบ่งปันผลผลิตที่ได้ให้กับผู้หญิงอื่นที่ร่วมกันทำงาน และนำมาปรุงแต่งให้กับลูกและครอบครัว ความสัมพันธ์ระหว่างแม่ลูกนี้เองที่เป็นรากฐานของความสัมพันธ์ทางสังคมและหน่วยทางสังคมแบบแรกในประวัติศาสตร์ของมนุษยชาติ ในชุมชนบุพกาลที่ยังชีพด้วยการเก็บผลผลิตจากธรรมชาติโดยผู้หญิงนั้น ไช่ว่าจะเป็นสังคมที่อัตคัดไม่เพียงพอ แต่การเก็บอาหารจากธรรมชาติในสังคมดั้งเดิมนั้น มีปริมาณอาหารเพียงพอและมีผลผลิตส่วนเกินด้วย ดังจะเห็นได้จากการประดิษฐ์ภาชนะใส่ของ เช่น ตะกร้า รวมทั้งมีการใช้เทคโนโลยีในการถนอมอาหาร ซึ่งเกิดก่อนที่จะมีการเริ่มทำการเกษตร

พื้นที่ศึกษา

บ้านใหม่สันติสุข กิ่งอำเภอภูเพียง จังหวัดน่านเป็นชุมชนชนบทที่มีความมั่นคงทางด้านอาหาร โดยผู้หญิงจะแสวงหาวิธีการจัดการพืชพื้นบ้านโดยอาศัยภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้รับการถ่ายทอดสืบทอดกัน ประกอบกับเป็นชุมชนที่มีประวัติการตั้งถิ่นฐานมากกว่า 100 ปี จึงมีการสืบทอดและกล่อมเกลาทางสังคมในระบบความเชื่อ วิถีชีวิต ความเป็นอยู่ตลอดถึงการดูแลสมาชิกในครอบครัวในการจัดการพืชพื้นบ้าน

วิธีการ

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่เป็นจริงและครอบคลุม ดังนี้ 1) การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ 2) วิธีการสังเกต 3) สนทนากลุ่ม 4) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารและบุคคล และ 5) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ข้อมูลที่ได้จากการทำการเก็บรวบรวมนั้น อาศัยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (triangulation) คือ 1) ด้านข้อมูล โดยการตรวจสอบแหล่งข้อมูลที่ได้ ประกอบด้วย เวลา สถานที่ บุคคล หากฐานข้อมูลได้มานั้นแตกต่างกัน ต่างสถานที่ ต่างบุคคล ที่ให้ข้อมูล จะเป็นข้อมูลที่เหมือนกันหรือไม่นั้น หากข้อมูลที่ได้มาซ้ำ ๆ กัน ถือว่าข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ และเป็นข้อมูลจริง 2) ด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล ได้ใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วมในกิจกรรมควบคู่กับการสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม พร้อมศึกษาข้อมูลจากเอกสารประกอบ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานำมาวิเคราะห์ตามกรอบแนวคิด ได้แก่ การวิเคราะห์ภายในครัวเรือน โดยได้เปรียบเทียบการแบ่งงานทำระหว่างหญิง–ชาย และวิเคราะห์ในระดับชุมชน โดยพิจารณาจากปัจจัยภายนอกและในชุมชนที่มีต่อการจัดการพืชพื้นบ้านของชุมชน

ผลการวิจัย

บทบาทผู้หญิงกับการจัดการพืชพื้นบ้าน

นับแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน บทบาทของผู้หญิงในชนบทไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากอดีตมากนัก ผู้หญิงส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดให้อยู่ในกรอบแห่งวัฒนธรรมประเพณีของชุมชน มีบทบาทที่สำคัญภายในครัวเรือน เช่น การจัดหาน้ำ ฟืน อาหาร ทำความสะอาดบ้าน ไปจนถึงการตั้งครรภ์ และดูแลบุตรหลาน ตลอดจนเป็นแรงงานในครอบครัวและชุมชนอีกด้วย จาก

บทบาทที่สำคัญเหล่านี้โดยเฉพาะการจัดการพืชพื้นบ้านผู้หญิงจำเป็นต้องมีความรู้และทักษะในการจัดการ เป็นอย่างดี ตั้งแต่การเตรียมและจัดหาเมล็ดพันธุ์การเพาะจำแนกเมล็ดรวมทั้งจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเพาะปลูก เช่น ฤดูกาล ภูมิอากาศ ลักษณะของพืช ในการจัดการพืชพื้นบ้านด้วย ผู้หญิงมีภาระหน้าที่หลายประการ ซึ่งถือเป็นงานที่ต้องใช้ความอดทนสูง และหากจะวิเคราะห์บทบาทของผู้หญิงอย่างละเอียดแล้วจะพบว่า ผู้หญิงมีภาระการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวงจรอาหารและความอยู่รอดของครอบครัวเป็นหลักซึ่งความรับผิดชอบนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำรงชีพ

รูปแบบการจัดการพืชพื้นบ้าน

รูปแบบการจัดการพืชพื้นบ้านในชุมชนที่ศึกษา สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ รูปแบบการจัดการแบบผสมผสาน และรูปแบบการจัดการแบบเป็นทางการ (แบบใหม่) ซึ่งจะมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ รูปแบบการจัดการแบบผสมผสาน ชุมชนจะได้รับการถ่ายทอดเรียนรู้จากการกล่อมเกลาทางสังคมโดยผ่านวัฒนธรรมของชุมชน และประสบการณ์จริงในการดำเนินชีวิตที่บรรพบุรุษได้ปฏิบัติให้เห็นจริง หรือการบอกเล่าจากผู้อื่นในชุมชนโดยการนำเอาภูมิปัญญาที่มีอยู่มาใช้ในการจัดการพืชเพื่อการบริโภคในครัวเรือนเป็นหลักและหากเหลือกินก็นำมาแบ่งปันให้ญาติพี่น้อง หรือนำไปขายได้ ส่วนรูปแบบการจัดการพืชแบบเป็นทางการนั้น ชุมชนได้รับการเรียนรู้มาจากภายนอกชุมชนทั้งภาครัฐและเอกชน ที่เข้าไปสนับสนุนโดยผ่านการอบรมสัมมนา การดูงาน การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ตลอดถึงการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ ได้ทำให้ชุมชนรู้จักเทคโนโลยี ปัจจัยนำเข้าต่าง ๆ เช่น ปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช เมล็ดพันธุ์ลูกผสม พันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ที่มีการปรับปรุงพันธุ์ และตลาด ดังภาพที่ 1

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคงอยู่หรือหมดไปของพืชพื้นบ้าน

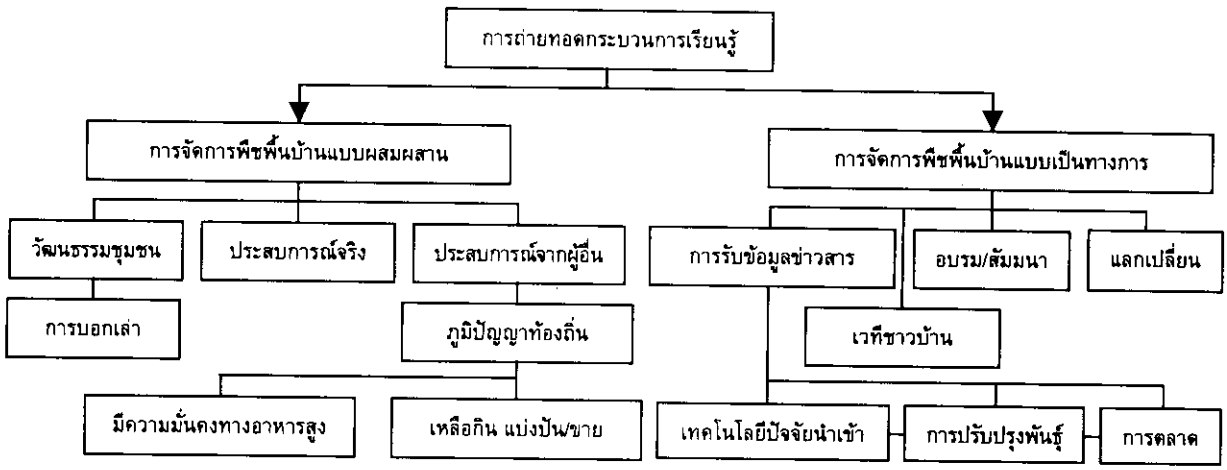
หากจะพิจารณาถึงการลดลงของผักพืชพื้นบ้านที่มีอยู่ในชุมชน พบว่ามีสาเหตุที่สำคัญคือ การเปลี่ยนแปลงวิถีการผลิตทางการเกษตรเพื่อมุ่งทางด้านการส่งออกเป็นหลัก การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การสร้างสาธารณูปโภค เช่น ถนน อ่างเก็บน้ำ และการรับเอาวัฒนธรรมตะวันตก ปัจจัยเหล่านี้ ถือเป็นผลพวงของการพัฒนาประเทศที่ได้ขยายความเจริญไปสู่ชนบทเพื่อนำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น แต่หารู้ไม่ว่าได้มีผลต่อการทำลายทรัพยากรธรรมชาติโดยไม่รู้ตัว และหากการพัฒนาไม่มีการศึกษาถึงผลกระทบก่อนการก่อสร้างสิ่งเหล่านี้ อนาคตพืชพื้นบ้านหลายชนิดจะต้องสูญพันธุ์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หรับการคงอยู่ของพืชพื้นบ้านนั้น จะเห็นได้ว่าในแต่ละชุมชนจะมีวัฒนธรรม ความเชื่อ และพิธีกรรม ที่แสดงออกควบคู่ไปกับวิถีชีวิต ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคงอยู่ของพืชพื้นบ้านในชุมชนจึงเกิดขึ้นพร้อม ๆ กล่าวคือ ในขณะที่การจัดการพืชผักพื้นบ้านกำลังเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ของการพัฒนาความเจริญและเทคโนโลยีแต่ยังมีกลุ่มผู้อาวุโสหรือกลุ่มอื่น ๆ ในท้องถิ่น ที่ได้ให้ความสำคัญต่อพืชผักพื้นบ้านโดยการนำผักพื้นบ้านไปใช้ประโยชน์ในหลายรูปแบบเป็นการอนุรักษ์ไว้ไม่ให้หมดไปจากชุมชน

บทวิจารณ์

อาหารที่จำเป็นแรกที่สุดของมนุษย์ คือ น้ำนมจากแม่ นอกจากผู้หญิงจะเป็นผู้ผลิตน้ำนมเพื่อลูกน้อยแล้ว ยังต้องหาปัจจัยที่จำเป็นต้องการเลี้ยงชีพของครอบครัว โดยผู้หญิงได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกอย่างภายในครอบครัว และผู้หญิงยังได้มีส่วนร่วมกับกลุ่มผู้หญิงอื่น ๆ ภายในชุมชนและภายนอกชุมชน กลุ่มผู้หญิงจะชักชวนญาติพี่น้อง เพื่อนบ้าน สมาชิกในครอบครัว และกลุ่มเสี่ยวไปเป็นกลุ่ม ๆ จึงเป็นการปฏิสัมพันธ์กับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ไม่ใช่เป็นการผลิตธรรมดาแต่เป็นการผลิตทางสังคม เพราะผู้ผลิตต้องมีการแบ่งปันผลผลิตที่ได้กับผู้อื่น แบ่งให้กับครอบครัว และเพื่อนบ้าน ความสัมพันธ์นี้เองจึงเป็นรากฐานของความสัมพันธ์ทางสังคม และเป็นหน่วยสังคมแบบแรกในประวัติศาสตร์

ในแต่ละสังคมนั้นมักจะมีการกำหนดบทบาทของหญิง-ชายว่า แต่ละเพศนั้นจะต้องมีภาระหน้าที่ที่จะรับผิดชอบเรื่องใดบ้าง ซึ่งเรียกว่า บทบาทหน้าที่ตามวัฒนธรรม ประเพณี ที่สังคมได้วางกรอบไว้ เช่น งานที่กำหนดว่าเป็นบทบาทของผู้ชาย มักจะเป็นงานที่ใช้แรงงานมาก งานที่มีความเสี่ยง การรับจ้างตามต่างจังหวัด ส่วนงานที่กำหนดว่าเป็นงานของผู้หญิง คือ งานที่มีลักษณะละเอียดที่ต้องใช้ความอดทน งานที่เกี่ยวข้องกับเด็ก งานดูแลบ้านเรือน งานที่เกี่ยวข้องกับอาหาร เป็นต้น อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการทำงานของหญิงและชายจะเป็นในลักษณะใดก็ตาม ต่างก็มีเป้าหมายที่คล้ายกัน คือ สร้างหลักประกันในการอยู่รอดของครอบครัวเป็นหลัก และการที่มองว่าผู้หญิงเป็นผู้ที่มีความอ่อนแอหรือเป็นเพศที่มีความสำคัญด้อยกว่าผู้ชายนั้น เป็นแนวคิดที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาที่ไม่ยอมรับความ

แตกต่างหลากหลายที่ดำรงอยู่ร่วมกัน ซึ่งแนวทางการพัฒนาแบบนี้ ได้นำเอาบรรทัดฐานของผู้ชายมากำหนดการมองคุณค่าผู้หญิง จึงเป็นการกีดกันผู้หญิงให้ออกไปอยู่ในขอบสังคม เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นพร้อมกับการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพที่เป็นราคาที่ต้องจ่ายให้กับการพัฒนา องค์ความรู้ของผู้หญิง เศรษฐกิจ ชุมชนชนบท ส่วนใหญ่จะพึ่งพาทรัพยากรชีวภาพ เพื่อการยังชีพและการดำเนินชีวิตในสังคมเหล่านี้ งานและองค์ความรู้ของผู้หญิงจึงเป็นแกนกลางในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ เพราะผู้หญิงทำงานอยู่ตรงกลางความอยู่รอดของครอบครัว และเนื่องจากการที่ผู้หญิงทำงานหลายบทบาทหน้าที่ จึงทำให้ผู้หญิงถูกละเลยจากนักเศรษฐศาสตร์ที่มองข้ามงานที่ผู้หญิงทำว่าไม่ใช่การผลิตเพราะเป็นงานที่อยู่นอกกรอบ



ภาพที่ 1. การเรียนรู้การจัดการพืชพื้นบ้านแบบผสมผสาน และแบบเป็นทางการ

บทสรุป

1. ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันผู้หญิงมักจะได้รับการถ่ายทอดจารีต (ฮีต) ประเพณีในการปลูกฝังให้เป็นผู้ที่มีความละเอียดรอบคอบ อดทน อ่อนน้อม สุภาพ ตลอดถึงให้มีความเสียสละ เอื้ออาทร มีความรัก โดยเฉพาะผู้เป็นแม่จะปฏิบัติทำให้เห็นจริงในชีวิตประจำวัน
2. องค์ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของทรัพยากรดิน น้ำ ป่า ของผู้หญิงในชุมชน มีความเข้าใจว่า หากป่าหมดก็จะไม่มีน้ำในลำห้วย ระบบการผลิตของชุมชนจะไม่ได้ผล คนก็จะอยู่ไม่ได้
3. องค์ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้าง ลักษณะของป่า ผู้หญิงมีความรู้และความเข้าใจการจัดลำดับชั้นของต้นไม้และพืชพรรณในป่า หรือถิ่นที่อยู่ของพืชที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น พืชอาหาร พืชสมุนไพร และนอกจากนี้ยังสามารถจำแนกป่าออกเป็นประเภทต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์และการใช้สอยในชีวิตประจำวัน
4. กระบวนการเรียนรู้ของผู้หญิงที่มีต่อทรัพยากรชีวภาพ มีความผูกพันกันอย่างเหนียวแน่น จนก่อเกิดเป็นภูมิปัญญาในการดำรงชีวิต เป็นวัฏจักรที่ได้กระทำมาอย่างต่อเนื่องจากรุ่นหนึ่งสู่รุ่นหนึ่ง จนพัฒนาเป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาและจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ในชุมชน เพื่อที่จะให้เกิดความยั่งยืนสู่ลูกหลานต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าแบบอิสระนี้ สำเร็จได้ด้วยความเมตตานุเคราะห์จากคณาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้โอกาส ชี้แนะให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และให้คำปรึกษา และยกระดับการเรียนรู้ของผู้ศึกษาไปแนวทางที่ควร ขอบพระคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้ รหัสโครงการ BRT 541087

เอกสารอ้างอิง

วิฑูรย์ ปัญญากุล และตรียดา ตรีมรรคา. 2539 บนผืนแผ่นดินและชีวิตเดียวกัน. หนังสือประกอบการ สมัชชาเกษตรกรรมทางเลือก (ครั้งที่ 2). กรุงเทพ.ฯ

ECONOMIC VALUATION OF A FOREST IN TERMS OF THE COLLECTION OF NONTIMBER FOREST PRODUCTS (NTFP): THE CASE OF MAE YOM NATIONAL PARK

Suthawan Sathirathai[1], R. David Simpson[2], Isra Sarntisart[1], Anuchat Poungsomlee[3] and Soontorn Khamyoung[4]

[1]Centre for Ecological Economics (CEE), Faculty of Economics, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[2]Resources for the Future (RFF), Washington D.C., USA.

[3]Faculty of Environment and Resources Studies, Mahidol University, Salaya, Nakompathom 73170

[4]Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

บทคัดย่อ

การประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ของป่าไม้ในรูปของการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่า: กรณีศึกษาที่อุทยานแห่งชาติแม่ยม

สุธาวัลย์ เสถียรไทย[1], เดวิด ซิมป์ซัน[2], อิศรา สันติศาสตร์[1], อนุชาติ พวงสำลี[3] และ สุนทร คำยอง[4]

[1]ศูนย์เศรษฐศาสตร์นิเวศ คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]Resources for the Future (RFF), Washington D.C., USA.

[3]คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นครปฐม 73170

[4]คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

การก่อสร้างเขื่อนแก่งเสือเต้นในอุทยานแห่งชาติแม่ยมมีส่วนทำให้ชุมชนท้องถิ่นไม่ได้รับประโยชน์จากป่าซึ่งเขาพึ่งพาในลักษณะเป็นแหล่งอาหารและรายได้ที่เป็นตัวเงิน เนื่องจากประชาชนท้องถิ่นได้อาศัยเก็บผลิตภัณฑ์ของป่าอันหลากหลายสำหรับการบริโภคในครัวเรือนและขาย ในการสำรวจภาคสนามได้มีการเก็บข้อมูลและทำการคำนวณหารายได้สุทธิที่ชาวบ้านได้รับจากการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่าด้วยการประเมินโดยวิธีการบัญชีอย่างง่าย ซึ่งในการศึกษาอื่นก่อนหน้านี้ รายได้สุทธิของการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่า ซึ่งคำนวณโดยวิธีการทางบัญชีดังกล่าวถือว่าเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของป่าในรูปของการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่า อย่างไรก็ดี บทความนี้ได้มีการโต้แย้งว่าการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของป่าไม้ในรูปของการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่าโดยใช้วิธีการบัญชีดังกล่าวไม่ถูกต้อง ในทางทฤษฎีแล้ว มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรชีวภาพต้องประเมินจากการเปลี่ยนแปลงในสวัสดิการทางเศรษฐกิจอันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรชีวภาพ และเนื่องจากการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่าจะมีการลดลงของผลตอบแทนที่จะได้รับทั้งในด้านกายภาพและ/หรือด้านการเงิน ความสับสนระหว่างการใช้ค่าเฉลี่ยของผลตอบแทน และมูลค่าหน่วยสุดท้ายจะทำให้การประเมินค่าที่ได้สูงกว่ามูลค่าที่แท้จริง ในบทความนี้ มีการเสนอแบบจำลองอย่างง่ายที่แสดงถึงการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ของป่าในรูปของการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่าโดยอาศัยมูลค่าหน่วยสุดท้าย อย่างไรก็ดี ในการที่จะนำแบบจำลองนี้ไปปรับใช้เพื่อให้ได้มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่แท้จริงของการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่านั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลตัวเลขจำนวนมากซึ่งข้อมูลดังกล่าวไม่มีอยู่ในขณะนี้ ดังนั้น รายได้สุทธิจากการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่าจำนวน 72 ล้านบาทต่อปี จึงถือเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของป่าในรูปของการเก็บผลิตภัณฑ์ของป่าที่สูงที่สุด

คำหลัก: ผลิตภัณฑ์ของป่า, มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์, ทรัพยากรชีวภาพ, มูลค่าหน่วยสุดท้าย

INTRODUCTION

One important ecological service of a forest is the provision of non-timber forest products (NTFP) for local communities. The realization of great earnings from the collection of NTFP could play a significant role in the preservation of these ecosystems by local communities. However, based on purely theoretical grounds, there is a tendency that studies on economic valuation of a forest in terms of NTFP collection have fundamental flaws. All earlier studies of NTFP valuation are based on a simple accounting approach. A plot of land is identified, its biological resources are inventoried, and the researcher either observes or infers the harvests that could be realized from the land. Market prices are used to value both sales and consumption, and market wage rates (and sometimes other data on tools purchased, transportation, etc.) are used to calculate the costs of collection.

It is well known from other areas of economics, however, that such accounting data reveal economically relevant quantities only in special circumstances, and may be of very little relevance more generally. Existing studies measure total earnings from harvests over an area, or impute returns arising from inframarginal areas. Yet the essence of meaningful economic analysis is to determine relevant margins and to measure the changes in value resulting from changes at these margins. The question is not "How much is being earned over the land areas over which collection is now occurring?" but rather, "By how much would earnings decline if those land areas were reduced?"

Because there are physical and/or financial diminishing returns in collection activity, a confusion between average or inframarginal returns on one hand and values on the margin on the other will result in an overestimation of true values.

This paper hence focuses upon the basis of economic theory on how to correctly assess the economic value of NTFP collection. However, the results of the net income from NTFP collection based on a simple accounting approach have been presented as upper-bounded figures. These results are based on field surveys conducted in the study area.

STUDY AREA

The study area is in the Mae Yom National Park. The Park is located along the Yom River in Phrae Province, in North Central Thailand. Plans have been discussed for several years for the construction of the Kaeng Sua Ten Water Resources Development Project. If this project goes forward, an area of some sixty-five square kilometers would be flooded behind a dam. The study area covers the inundated area of the proposed Kaeng Sua Ten Dam at a height of 260 m. MSL. The area encompasses 8 villages in Chaing Muan District of Payao Province and 3 villages in Song District of Phrae Province.

METHODOLOGY

This section can be divided into two parts. The first part involves a conceptual model based on theoretical basis in assessing the economic value of NTFP. The second part briefly discusses the surveys and the simple accounting approach in assessing net earning from the collection of NTFP. However, it should be noted that the net income assessed in part 2 could be served as the upper-value for the estimation of real economic value in section 1.

A Simple Economic Model for Assessing the Economic Value of NTFP Collection

Suppose that the amount of NTFP collectors can gather is a function of the labour time they allocate to collection, l, and the area over which they conduct their activities, A: $q = f(l, A)$. Suppose that collected materials can be sold for a price p, and that demand is perfectly elastic at this price.[1] Finally, suppose that an amount of labour $l^* = g(q, x)$ is required to transport the harvesters and the quantity, q, of materials harvested the distance x from the village to the forest and back again. The problem of choosing harvesting area, A, and harvesting effort, l, can then be stated as

$$\max_{l,\ A} \quad \pi(l,\ A) \;=\; pf(l,\ A) - w(l + l^*) \;=\; pf(l,\ A) - w[l + g(f[l,\ A], x)] \qquad (1)$$

If we consider an exogenous change in the distance x from village to forest, all terms arising from application of the chain rule, i.e., derivatives of earnings with respect to l and A, vanish by the presumed optimality of these choices, leaving only

[1] We will consider the case with less-than-perfectly elastic demand momentarily.

$$\frac{d\pi}{dx} = -w\frac{\partial g}{\partial x}. \qquad (2)$$

In short, the effect of an increase in the distance from village to frontier of some small amount *dx* results, to first order, only in a decline in earnings corresponding to the increased costs of transporting NTFP the additional distance *dx* over cleared land. Inasmuch as such transportation is likely to be accomplished over at least rudimentary roads, and possibly even by motor vehicle[2], it seems reasonable to conclude under many circumstances that costs will not be great. In any event, supposing that the loss of earnings resulting from such land conversion can be measured by inframarginal returns under the *status quo ante* is clearly inappropriate.

If the areas over which NTFP collection is conducted have reached the boundaries of existing forest areas[3]—or, to put it in another way, the truly "undisturbed" forest has disappeared—then the elimination of a fraction of the remaining forest will tighten an already binding constraint on collection possibilities. Thus, in addition to the term we identified in expression (2) above, conversion of land between village and frontier will result in a reduction of land available for collection activities, and hence, of earnings from collection. Even in such instances, however, it need not follow that earnings losses are necessarily proportional to additional losses in forest area.

If the collection of NTFP is likely to take place under conditions of decreasing returns to scale, earnings losses should be less than proportional to area reductions. Let us again consider a simple model. Suppose for now that costs of transportation from village to frontier are negligible, and that the effect of land conversion is to reduce the total area, *A*, over which harvesting can occur. Then if we can write

$$\pi(l, A) = pf(l, A) - wl, \qquad (3)$$

differentiation with respect to area, *A*, yields

$$\frac{d\pi}{dA} = \left(p\frac{\partial f}{\partial l} - w\right)\frac{dl}{dA} + p\frac{\partial f}{\partial A} = p\frac{\partial f}{\partial A}, \qquad (4)$$

since the first term to the right of the first equal sign is zero because labour is allocated to NTFP collection so as to maximize earnings.

Now we have noted that returns to scale are important in determining the effects of diminished area on earnings. To see this, define the elasticity of output with respect to scale as

$$\left.\frac{\partial f(\lambda l, \lambda A)}{\partial \lambda}\frac{\lambda}{q}\right|_{\lambda=1} = \frac{\frac{\partial f}{\partial l}l + \frac{\partial f}{\partial A}A}{q} = \theta,^{4} \qquad (5)$$

and write

$$\frac{d\pi}{dA} = p\frac{q\theta - \frac{\partial f}{\partial l}l}{A}. \qquad (6)$$

Since optimization of earnings with respect to labor requires that $\partial f/\partial l = w/p$, we can rewrite (4) as

$$\frac{d\pi}{dA} = \frac{pq\theta - wl}{A}, \text{ or}$$

---

[2]Of course, if the transportation is accomplished by motor vehicle, we should account not only for labor time, but for other expenses as well. The point remains, however, that this is likely to be a relatively small component of cost.

[3]It is worth nothing in this context, however, that some of the authors who have either claimed to have found high values for NTFP collection (Grimes *et al.*, 1994), or cite such evidence for an absence of property rights (Mendelsohn, 1994) appear to have in mind frontiers of conversion beyond which unexploited expanses of forest still lie.

[4]We are not requiring that θ be independent of *l* and *A*. We have only suppressed possible dependence in order to reduce notational clutter.

$$\frac{d\pi/\pi}{dA/A} = 1 - (1-\theta)\frac{pq}{\pi}.^{5} \quad (7)$$

If there are decreasing returns to scale, the elasticity of NTFP earnings with respect to the size of the collection area is necessarily less than one.

To give a simple example, suppose that the collection function is of the form

$$q = l^{\alpha}A^{\theta-\alpha}. \quad (8)$$

Then it follows that

$$\frac{d\pi/\pi}{dA/A} = \frac{\theta - \alpha}{1 - \alpha}. \quad (9)$$

Let us work out a simple numerical example. If $\theta = 3/4$ and $\alpha = 1/2$, we would have an elasticity of NTFP earnings with respect to an area of ½. Suppose that a survey is conducted that finds that an area of 100 hectares provides the inhabitants of a village with an income of 10,000 baht. If the area over which NTFP collection is conducted were reduced by 10 hectares, the resultant reduction in income would be 513.2 baht, rather than the 1,000 baht one might predict by linear interpolation (based on a simple accounting approach alone).

Empirical Work: Estimation of Net Income from NTFP Collection

The net income generated from the forest by the local community of Mae Yom Forest in terms of non-timber forest products (NTFP) can be assessed by an accounting approach. Net income generated from the collection of NTFP = Σ [p_iX_i - C_i] where P_i is local market price of NTFP i; X_i is the amount of NTFP i collected by the locals; C_i is the costs involved in the collection of NTFP i. The NTFP collected (X_i) comprises both the amount for consumption and for sale by the villagers. This figure will serve as an upper-bounded value. However, if we have data available in order to estimate an elasticity of NTFP earning with respect to area (expression 9), we could then assess the economic value of NTFP collection.

During the period of May to December 1997, eight field surveys including the pilot surveys were conducted at the research site. Details of the survey process have already been discussed in the previous section. To summarize, the process involved 3 important steps as follows:- **Step 1:** Secondary data collection, community rapport and in-depth interviews were conducted so as to obtain general information on the village profiles and types of NTFP collected by the locals. After obtaining this information, 10 major NTFP were identified based on the criterion that 1) these products are available in the Mae Yom Forest and are mostly collected by all villages; 2) the selected products also have commercial value and are being sold widely in the local markets.

These NTFP include four types of mushrooms, namely, Hlom (*Russula virescens* Fr.), Kai Han Leang (*Amanita hemibapha* (Berk. Et Broome) Sacc. Sub sp. Javanica Corner et Bas), Poe (*Astreaus hygrometicus* (pers.) Morg.), and Rom (*Lentinus polychrous* Lev.); three types of bamboo shoots, namely, Sang-Doi (*Dendrocalamus membranaceous* Munro), Boeng (*Bambusa longispatha* Gamble) and Rai (*Gigantochloa albociliata* Munro); two types of vegetables, namely, Wan (*Melientha suavis* Pierre) and Po-Ka-Te-Mea (*Selaginella pubescens* A. Braun); and ants' eggs (*Oecophylla smaragdina* F.). **Step 2:** From the first step, we realized that 710 households (30%) collect NTFP. At this stage, almost all census surveys (covering 562 households or 79% of the total households who collect NTFP) were conducted with structured questionnaires. The questions require the information on the

[5]This and other results in the paper could be written in a number of forms. For example, we might rephrase (7) as

$$\frac{\delta\pi/\pi}{\delta A/A} = \theta - (1-\theta)\frac{\omega}{\pi}.$$

In this form it is immediately apparent that the elasticity of earnings with respect to area is less than the elasticity of collection with respect to scale.

collecting process, use pattern, and marketing of these NTFP. Information regarding the household characteristics including income, land use and land holding are covered in the survey. **Step 3:** The last step focused entirely on the data required for the calculation of income generated from the collection of NTFP. Surveys were conducted based on stratified sampling by villages at 23% of the total population (households who collect NTFP). The main purpose is to obtain detailed information on prices; frequency and quantity of NTFP; and costs involved in the collection of the 10 identified products. It should be noted that NTFP are seasonal. Both prices and quantities of the products fluctuate quite a lot during the season of collection. Questionnaires have to be carefully designed in order to obtain as accurate information as possible.

Each kind of data, i.e., prices (p_i), quantity (X_i) and cost (C_i) has been compiled in order to assess the value by accounting $\Sigma [p_iX_i - C_i]$. The price data is local market prices. During a collection season, the prices tend to vary each month. We, therefore, use average monthly prices as a basis for the calculation of gross returns from collection (Σp_iX_i). These average monthly prices are based on a survey of the 562 households. Since all these 10 villages are considered quite close to one another, and the middlemen who buy these products tend to sell them to the same market in town, the average monthly prices at these villages are then assumed not to be different. Detailed data on quantity, frequency and the months of collection was recorded.

RESULTS AND DISCUSSION

It is true that the model presented in this paper can not yet be considered an accurate depiction of real-life NTFP harvesting, but this underscores the main point of the paper: one would need to have considerably more data than is available from simple accounting studies in order to make defensible inferences concerning real values. Regrettably, it may be impossible to acquire such data. In its absence, however, simple accounting approaches are an inadequate stopgap. It will provide only the upper-bounded figure from which real economic value of NTFP collection could be assessed. However, the surveys conducted in this study could yield the upper-bounded value. This figure is equaled to the net income generated from the collection of non-timber forest products (NTFP) in Mae Yom forest by the local community which can be assessed from simple accounting approach ($\Sigma [p_iX_i - C_i]$).

The calculation of gross returns from collection of each product (Σp_iX_i) is done by aggregating gross income from each household based on the surveyed data (23% of the total population). The figures then have to be adjusted to represent the whole population who collect NTFP. After the costs of collection which mainly comprise opportunity costs of labour were subtracted from the aggregate gross returns, the aggregate net income generated by local collection of all NTFP are calculated and reported in Table 1. The estimation of the aggregate net returns of all these 10 products are at a total of 45,060,876 baht per year (see Table 2).

However, this figure has been based entirely on the collectors who live in the area to be inundated only. There are an additional 1,263 households who are potential collectors living in the surroundings of the Mae Yom Forest. In order to apply the RDS model in estimating the economic value of the forest in terms of NTFP collection, we need to use the upper-bounded figure of the net income which includes all potential collectors of NTFP in Mae Yom Forest. The figure could be obtained from a simple calculation as follows. Based on the survey data, using a simple accounting approach, we could estimate annual net income generated from total NTFP collection to be 45 million baht per year. This figure has only been based on households who live in the area to-be inundated. As we know the number of households which collect NTFP (2,134 households), we could obtain the average net income per household to be 21,116 baht per year. After obtaining the data on the number of potential collectors who live in the surroundings of the National Park (1,263 households), we could

estimate the annual net income from the total NTFP collection of the whole forest area to be 77[6] million baht per year (see Table 2).

CONCLUSIONS

It is argued in this paper that the economic value of a forest in terms of NTFP collection assessed by an accounting approach as existed in other studies is overestimated. A simple model was presented to estimate the economic value of a forest in terms of NTFP collection based on value at the marginal. However, because of the insufficient data on elasticity of earnings with respect to area, the net income from the NTFP collection of 72 million baht was treated as the upper-bounded value of the economic value of a forest in terms of NTFP collection in Mae Yom Forest.

Table 1. Gross and net income from the collection non-timble-forest-product

Code	Village	Gross Income (Baht/Season)	Cost (Baht/Season)		Net Income (Baht/Season)
			Wage	Other cost	
01	Ban-Don-Kaew	11,584,581.45	3,136,469.61	432,197.17	8,015,914.68
02	Ban-Don-Chai	27,458,358.28	5,682,010.95	826,680.87	20,949,666.45
03	Ban-Mae-Ten	10,381,974.50	2,439,047.37	261,616.67	7,681,310.45
04	Ban-Tung-Ton -Si	1,006,624.25	396,644.10	28,899.08	581,081.08
05	Ban-Nong-Krang	465,181.98	171,419.50	12,358.77	281,403.70
06	Ban-Pong-Sanuk	6,618,070.05	2,256,617.45	340,240.70	4,021,211.90
07	Ban-Paad	3,762,095.19	1,086,196.97	78,647.90	2,597,250.32
08	Ban-Nong-Mou	8,447.31	5,760.00	173.30	2,514.01
11	Ban-Tung-Mog	1,313,692.99	1,250,540.00	59,208.53	3,944.46
12	Ban-Boe-Tong	1,652,539.18	710,369.70	15,590.27	926,579.21
Total		64,251,565.19	17,135,075.65	2,055,613.26	45,060,876.27

Table 2. The net income per annum of Mae Yom Forest from the collection of non-timber-forest-product

Code	Village	Consume (Baht/Season)	Sell (Baht/Season)	Other cost (Baht/Season)	Net Income (Baht/Season)
01	Ban-Don-Kaew	1,637,127.16	9,947,454.30	11,584,581.45	8,015,914.68
02	Ban-Don-Chai	6,276,147.56	21,182,210.72	27,458,358.28	20,949,666.45
03	Ban-Mae-Ten	3,813.49	10,378,161.00	10,381,974.50	7,681,310.45
04	Ban-Tung-Ton -Si	80,946.14	925,678.11	1,006,624.25	581,081.08
05	Ban-Nong-Krang	4,517.10	460,664.87	465,181.98	281,403.70
06	Ban-Pong-Sanuk	547,255.02	6,070,815.03	6,618,070.05	4,021,211.90
07	Ban-Paad	299,882.92	3,462,212.27	3,762,095.19	2,597,250.32
08	Ban-Nong-Mou	8,447.31	-	8,447.31	2,514.01
11	Ban-Tung-Mog	1,148,196.71	165,496.29	1,313,692.99	3,944.46
12	Ban-Boe-Tong	148,159.75	1,504,379.43	1,652,539.18	926,579.21
Total		10,154,493.17	54,097,072.01	64,251,565.19	45,060,876.27
Adjusted for all potential collectors in Mae Yom forest					71,729,989.65

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 339008, the National Energy Policy Office of Thailand, and the Ford Foundation for financial support. All opinions expressed are those of the authors, and do not necessarily reflect the views of the funding organizations.

REFERENCES

FISHER, F. M. AND J. J. MCGOWAN. 1983. On the Misuse of Accounting Rates of Return to Infer Monopoly Profits. American Economic Review 73 (1): 82-97.

GRIMES, A. *ET AL.* 1994. Valuing the Rain Forest: The Economic Value of Nontimber Forest Products in Ecuador. Ambio 23: 405-410.

MENDELSOHN, R. 1994. Property Rights and Tropical Deforestation. Oxford Economic Papers 46: 750-756.

[6]This comes from 48*10[6]*(1,263+2,134)/2,134).

พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวถิ่นและชาวลัวะในเขตตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

กานต์มณี ถาคุณ และ ชูศรี ไตรสนธิ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

ETHNOBOTANY OF H'TIN AND LUA IN BAUGLEUA NEUA SUBDISTRICT, BAUGLEUA DISTRICT, NAN PROVINCE

K. Thakun and C. Trisonthi
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

An ethnobotanical study of H'tin and Lua in Baugleua Neua Subdistrict, Baugleua District, Nan Province was conducted to investigate the life style and use of plants in daily life, which have been used for many generations. The process of collecting data included interviewing the hill tribe people about the local names of plants, the parts used; the method of using those plants and their benefits. The specimens were collected and photographed for identification to species. Specimens were compared with those at the Herbarium of the Royal Forest Department and at Queen Sirikit Botanical Garden. The specimens were deposited at the Ethnobotanical Research Section, Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University. The Study area covered 3 villages in Nan Province: Ban Naa Kuen, Ban Salai and Ban Khun Nam Nan. The duration of study was from June 1998 to May 1999. Plants of 230 species in 187 genera and 93 families were identified and classified into 5 groups according to their use: edible plants, medicinal plants, economic plants, plants for housing and utensils and plants used for other purposes. One interesting plants is *Betula alnoides* Buch-Ham. Both H'tin and Lua prepare a tonic solution by mixing its bark together with *Elephantopus scaber* Linn. root, *Canscora* sp. and *Smilax* sp. in water or alcohol. The interesting edible plants of H'tin and Lua are *Erythopalam scanden* Bl. and *Parabaena sagittata* Miers. *Oryza sativa* Linn. was the most important plant of both H'tin and Lua.

Key words: H'tin, Lua, Nan, ethnobotany

บทนำ

การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จากพืชในชีวิตประจำวันที่มีการสืบทอดกันมาแต่โบราณ โดยแบ่งพืชตามลักษณะการใช้ประโยชน์เป็น 5 ประเภท คือ พืชอาหาร พืชสมุนไพร พืชที่ใช้สร้างที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ พืชเศรษฐกิจ และพืชที่ใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น พืชที่ใช้ในพิธีกรรมและความเชื่อต่าง ๆ (เต็มและวีระชัย, 2538) การศึกษานี้ใช้วิธีสอบถามชื่อพืชเป็นภาษาท้องถิ่น รวมถึงส่วนที่นำไปใช้ประโยชน์ วิธีการ และสรรพคุณ จากผู้รู้หรือหมอยาพื้นบ้าน พร้อมกับทำการบันทึกและเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ในรูปตัวอย่างสดและแห้ง เพื่อนำมาแยกชนิดโดยใช้รูปวิธาน พื้นที่สำรวจ คือ บริเวณหมู่บ้าน บริเวณไร่ และป่ารอบหมู่บ้าน นอกจากนี้ยังศึกษาสภาพชีวิตความเป็นอยู่ตลอดจนขนบธรรมเนียมประเพณี โดยการสัมภาษณ์คนในหมู่บ้านและเข้าร่วมในพิธีต่าง ๆ

การศึกษาได้มุ่งเน้นในกลุ่มชนที่ยังคงมีวิถีชีวิตผูกพันกับธรรมชาติ งานวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกศึกษาชาวถิ่นและชาวลัวะ ซึ่งกลุ่มชนทั้งสองได้อาศัยอยู่ในจังหวัดน่านมาเป็นเวลานานแล้ว มีภาษา ประเพณี และวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง สภาพชีวิตโดยทั่วไปยังต้องพึ่งพาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรอบตัวเป็นหลัก โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากพืชในด้านปัจจัยสี่ ถือว่าเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สั่งสมมาแต่ครั้งบรรพบุรุษ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวิจัยทางด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้านนี้ จะทำให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานที่สมบูรณ์และถูกต้องในการใช้ประโยชน์ต่อไป

พื้นที่ศึกษา

หมู่บ้านขุนน้ำน่าน (ลัวะ), สะไล (ถิ่น), นากื้น (ลัวะ) ในเขตตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1. แผนที่จังหวัดน่าน

วิธีการ

1. สำรวจพื้นที่ที่กำหนด คือ หมู่บ้านชาวถิ่น และชาวลัวะ 3 หมู่บ้าน ในเขตตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

2. สัมภาษณ์หมอยาพื้นบ้านหรือคนพื้นเมืองในหมู่บ้าน โดยการสอบถามชื่อพืชที่นำไปใช้ประโยชน์เป็นภาษาถิ่นและลัวะ รวมทั้งส่วนของพืชที่นำไปใช้ วิธีการ และสรรพคุณ ตลอดจนศึกษาขนบธรรมเนียมประเพณีและเข้าร่วมในพิธีกรรมสำคัญต่าง ๆ ของหมู่บ้าน

3. สำรวจชนิดพืชในบริเวณหมู่บ้าน ไร่ และป่ารอบหมู่บ้าน พร้อมกับถ่ายรูป เก็บตัวอย่างพืชสดโดยการดองในเอธิลแอลกอฮอล์หรือเก็บในรูปตัวอย่างแห้งตามความเหมาะสมของชนิดพืช

4. บันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาและตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ด้วยหนังสือรูปวิธานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิถีการดำเนินชีวิตและการใช้ประโยชน์จากพืช ในชีวิตประจำวันของชาวถิ่นและชาวลัวะ 3 หมู่บ้านในเขตตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน พบว่าหมู่บ้านที่ทำการสำรวจ เป็นชาวลัวะ 2 หมู่บ้าน คือ หมู่บ้านขุนน้ำน่าน และหมู่บ้านนากึ้น ที่ตั้งของหมู่บ้านเป็นพื้นที่ราบกว้างระหว่างช่องเขา มีแม่น้ำน่านไหลผ่าน โดยเฉพาะหมู่บ้านนากึ้นตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งต้นกำเนิดน้ำน่าน ซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญที่หล่อเลี้ยงคนในพื้นที่จังหวัดน่าน และทั้งสองหมู่บ้านยังมีบ่อเกลือสินเธาว์ที่สำคัญต่อชุมชนในท้องถิ่นนี้นับตั้งแต่อดีตมา ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนของทุกปี ชาวบ้านจะเข้ามาทำการต้มเกลือเพื่อนำไปบริโภค บ่อดังกล่าว คือ บ่อเวร ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณหมู่บ้านขุนน้ำน่านและบ่อน่านซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณหมู่บ้านนากึ้น ส่วนอีกหมู่บ้านเป็นชาวถิ่นคือ หมู่บ้านสะไล ที่ตั้งของหมู่บ้านอยู่บนภูเขาสูงการคมนาคมไม่สะดวก หมู่บ้านนี้มีพื้นที่ป่าโดยรอบเป็นที่น่าสนใจ โดยตามไหล่เขาต่าง ๆ มีต้นปรงยักษ์ขึ้นกระจัดกระจาย คาดว่าบริเวณนี้น่าจะเป็นป่าดึกดำบรรพ์ที่อุดมสมบูรณ์มาก่อนและยังหลงเหลือให้เห็น แต่ปัจจุบันได้มีพ่อค้าต่างถิ่นมาว่าจ้างแรงงานในท้องที่ขุดต้นปรงยักษ์เพื่อนำไปขายเพื่อผลประโยชน์ของตนเองฝ่ายเดียว ดังนั้นควรจะอนุรักษ์ไว้ก่อนที่จะสูญเสียพันธุกรรมของพืชชนิดนี้ไป นอกจากนี้ยังมีงานหัตถกรรมของหญิงชาวถิ่นที่ควรส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์ไว้เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น คือ การถักสวิงสำหรับจับปลาด้วยเครือเพียดหรือที่ชาวถิ่นเรียกว่า "แผะแพด" (*Pueraria* sp.) โดยใช้ต้นที่ยังอ่อนมาลอกเปลือกออกนำไปตากให้แห้งพอหมาดแล้วนำมาควั่นด้วยมือให้เป็นเส้นเล็ก ๆ เพื่อนำมาถักสวิง แต่ปัจจุบันไม่นิยมทำกันแล้วเนื่องจากวิธีการทำค่อนข้างยุ่งยาก จึงใช้เชือกสังเคราะห์แทนเพราะหาได้ง่ายและไม่เสียเวลา

ชาวถิ่นและชาวลัวะที่ทำการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มีรูปร่างหน้าตาตลอดการแต่งกายคล้ายกับคนพื้นราบโดยทั่วไป มีภาษาพูดเป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง นับถือศาสนาพุทธ และมีความเชื่อในเรื่องผี การดำเนินชีวิตเป็นไปอย่างเรียบง่าย ถึงแม้ปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตก็ตาม แต่ยังต้องพึ่งพาสิ่งแวดล้อมรอบตัวเป็นหลัก โดยเฉพาะป่าไม้ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญที่ให้ปัจจัยสี่ในการดำรงชีวิต ชาวถิ่นและชาวลัวะนิยมตั้งบ้านเรือนอยู่

บริเวณที่มีป่าไม้อุดมสมบูรณ์ และอยู่ไม่ไกลจากแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค ลักษณะบ้านเรือนเป็นบ้านยกพื้นสูงทำด้วยไม้ไผ่และไม้เนื้อแข็ง ต่าง ๆ เช่น ไม้ซ้อ (*Gmelina arborea* Roxb.) หลังคามุงด้วยหญ้าคา (*Imperata cylindrica* Beauv.) แต่ส่วนใหญ่หันมานิยมมุงหลังคาด้วยกระเบื้องหรือสังกะสีแทน เนื่องจากให้เหตุผลว่ามีความสะดวกสบายและทนทานต่อการใช้งาน อย่างไรก็ตาม สิ่งหนึ่งที่ยังคงมีให้เห็นแทบทุกบ้าน คือ ครกกระเดื่องสำหรับตำข้าว ซึ่งสร้างไว้ใกล้ ๆ กับตัวบ้าน ส่วนใต้ถุนบ้านมักเป็นคอกสัตว์ เช่น หมู ไก่ วัว ควาย อาชีพหลักที่สำคัญ คือ การปลูกข้าว โดยชาวถิ่นจะทำไร่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ส่วนชาวลัวะจะมีการทำนาด้วยเนื่องจากสภาพภูมิศาสตร์ที่เป็นที่ตั้งของหมู่บ้านมีที่ราบกว้างพอจึงสามารถทำนาได้ การทำการเกษตรของทั้งสองกลุ่มชนขึ้นอยู่กับธรรมชาติ รวมทั้งไม่มีเครื่องมือที่ทันสมัยมาช่วยในการเกษตรเท่าที่ควร ผลผลิตที่ได้จึงเพียงพอต่อการบริโภคเท่านั้น ไม่ถึงขั้นซื้อขาย หลังจากว่างเว้นจากการทำไร่ทำนา ชาวถิ่นและชาวลัวะมักหารายได้จากการหาของป่ามาขายโดยเฉพาะต้นก่ง (*Thysanolaena maxima* Ktze.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยจะมีพ่อค้าคนกลางเข้ามารับซื้อถึงในหมู่บ้าน นอกจากนี้ยังนิยมออกหางานทำเป็นแรงงานอยู่ตามต่างจังหวัดและตัวเมืองน่าน ซึ่งเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้วิถีชีวิตของกลุ่มชนทั้งสองเปลี่ยนไป เนื่องจากรับเอาวัฒนธรรมสมัยใหม่เข้ามาได้ง่าย ประกอบกับมีระบบสาธารณูปโภค โรงเรียน สถานีอนามัยเข้ามาในหมู่บ้านรวมทั้งสิ่งฟุ่มเฟือยต่าง ๆ เข้ามามีบทบาทต่อชนทั้งสองกลุ่มนี้ ส่งผลให้รูปแบบการดำเนินชีวิตและจารีตประเพณีดั้งเดิมบางอย่างถูกยกเลิกไป อย่างไรก็ตาม วิถีชีวิตในแต่ละวันก็หนีไม่พ้นธรรมชาติที่อยู่รอบตัว โดยเฉพาะการนำพืชมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งมีความหลากหลายทั้งทางด้านชนิด ส่วนที่นำไปใช้ วิธีการใช้ ตลอดจนสรรพคุณ ได้แก่ พืชอาหารมีการนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด โดยรูปแบบการทำอาหารของชาวถิ่นและชาวลัวะจะง่าย ๆ คือ นำไปแกง ต้ม นึ่ง ผัดในน้ำมันหรือรับประทานเป็นผักสดจิ้มน้ำพริก ด้านพืชสมุนไพร ชาวถิ่นและชาวลัวะใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรคที่ง่าย ๆ เช่น รักษาโรคผิวหนัง เป็นไข้ตัวร้อน อาการปวดเมื่อยต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีการนำพืชมาทำเครื่องใช้ภายในบ้านตลอดจนใช้ในพิธีกรรมและความเชื่อต่าง ๆ (ตารางที่ 1 และ 2)

ตารางที่ 1. จำนวนชนิดของพืชที่ใช้ประโยชน์ของแต่ละหมู่บ้าน

ประเภท / หมู่บ้าน	พืชอาหาร	พืชสมุนไพร	พืชเศรษฐกิจ	พืชใช้สร้างที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้	พืชที่ใช้ประโยชน์อื่น ๆ	รวม
นากึ่น	84	24	5	9	14	136
สะไล	80	17	3	10	17	127
ขุนน้ำน่าน	75	34	3	6	13	131

ตารางที่ 2. ตัวอย่างพืชที่ใช้ในชีวิตประจำวันของชาวถิ่นและชาวลัวะ

ประเภท	ตัวอย่างพืช	หมู่บ้าน	ประโยชน์
พืชอาหาร	แข้งกวาง (*Wendlandia tinctoria* A. DC.)	1,2,3	ดอกอ่อน ยอดอ่อนนึ่งกินกับน้ำพริก
	กะดังใบ (*Leea indica* Merr.)	1	ยอดอ่อนนึ่งกินกับน้ำพริก
พืชสมุนไพร	หญ้าเอ็นยืด (*Plantago major* Linn.)	1,2	ใบลนไฟนวดบริเวณที่ปวด
	ดว่ำตายหงายเป็น (*Kalanchoe pinnata* Pers.)	3	ใบสดทุบใส่แผลไฟไหม้
พืชเศรษฐกิจ	ต้นก่ง (*Thysanolaena maxima* Ktze.)	1,2,3	ช่อดอกนำไปขาย
	ปอสา (*Broussonetia papyrifera* Vent.)	1,2	ลอกเปลือกขาย
พืชใช้สร้างที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้	ก่อ (*Castanopsis* sp.)	1,2,3	ลำต้นใช้ทำครกกระเดื่องตำข้าว
	น้ำเต้า (*Lagenaria siceraria* Standl.)	1,2,3	ผลแห้งใช้ทำภาชนะตักน้ำ
พืชที่ใช้ประโยชน์อื่น ๆ	ดองเต่า (*Mallotus barbatus* Muell.Arg.)	1,2,3	ใบใช้ในพิธีสู่ขวัญข้าว
	ดอกแดงดิน (*Aeginetia indica* Roxb.)	1	ดอกนำมาต้มย้อมสีสวิงจับปลา

หมายเหตุ: 1=หมู่บ้านนากึ่น (ลัวะ), 2=หมู่บ้านขุนน้ำน่าน (ลัวะ), 3=หมู่บ้านสะไล (ถิ่น)

บทวิจารณ์

ชาวถิ่นและชาวลัวะอาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดน่านมาเป็นเวลานานแล้ว เป็นคำกล่าวที่ได้รับการยืนยันจากทั้งสองกลุ่มชนว่าไม่เคยอพยพมาจากที่ใดและได้ตั้งถิ่นฐานอยู่ในพื้นที่นี้มานานตั้งแต่สมัยปู่ย่าตายาย ซึ่งเมื่อกล่าวถึงชาวลัวะทุกคนมักจะนึกถึงลัวะในจังหวัดเชียงใหม่ หรือจังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มภาษาเดียวกันกับชาวถิ่นและชาวลัวะในจังหวัดน่าน คือ กลุ่มภาษาออสโตรเอเชียติค สาขามอญ-เขมร (สุนทรี, 2526) ซึ่งลัวะทั้งสองแห่งนี้ต่างมีภาษาเป็นของตัวเอง ทำให้การสื่อสารระหว่างกลุ่มชนทั้งสองเผ่าไม่สามารถสื่อสารกันได้ ฉะนั้นจึงจัดอยู่คนละเผ่ากัน (ภูเบช, 2534) ชาวถิ่นและชาวลัวะที่ศึกษาอยู่ในครั้งนี้ก็เช่นเดียวกัน ดูจากภายนอกไม่ว่ารูปร่างหน้าตา การแต่งกายตลอดจนภาษาพูดคล้ายคลึงกันมาก ซึ่งบทความของกองสงเคราะห์ชาวเขา (2538) ได้ระบุว่า ชาวถิ่นที่พบในจังหวัดน่าน ก็คือชาวลัวะ แต่ชาวไทยในจังหวัดน่านมักเรียกชนกลุ่มนี้ว่า ถิ่นหรือเจ้าถิ่นเดิม ทำให้เกิดความสับสนว่าชาวถิ่นและชาวลัวะเป็นเผ่าเดียวกันหรือไม่ ซึ่งจากการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบภาษาพูดและขนบธรรมเนียมประเพณีบางอย่างแล้ว ยังมีข้อแตกต่างให้เห็นอยู่บ้าง ถึงแม้การใช้ภาษาในการสื่อสารของทั้งสองกลุ่มสามารถสื่อสารกันได้ แต่ก็มีความแตกต่างในการใช้คำและการออกเสียง สถาบันวิจัยชาวเขา (2538) ได้ระบุว่า สามารถแยกกลุ่มชนทั้งสองออกจากกันได้ง่าย ๆ จากคำว่ากินข้าว โดยชาวถิ่นจะเรียก "ปองจ๊ะ" ส่วนชาวลัวะจะเรียก "ปองซา" และสำเนียงภาษาของชาวถิ่นมักค่อนไปทางขมุมากกว่าชาวลัวะ (ชลธิรา, 2539) ส่วนขนบธรรมเนียมประเพณีเท่าที่สอบถามมาจากผู้เฒ่าผู้แก่ พบว่าสามารถบอกความแตกต่างระหว่างชาวลัวะได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น โดยชาวลัวะจะมีพิธีสโลด ซึ่งเป็นพิธีที่เชื่อว่าเมื่อทำแล้วจะทำให้ข้าวเจริญงอกงามไม่เสียหายให้ผลผลิตดี พิธีนี้จะทำเมื่อต้นข้าวสูงประมาณ 1 ศอก และพิธีกินดอกแดง จะเป็นพิธีของชาวถิ่นซึ่งพิธีนี้จะทำขึ้นเมื่อทำการขนข้าวออกจากไร่กลับบ้านหมดแล้ว หากทำพิธีขณะข้าวยังอยู่ในไร่จะทำให้บ้านหลังนั้นไม่มีข้าวบริโภคตลอดปี (ภูเบช, 2534) ซึ่งทั้งสองพิธีดังกล่าวได้ถูกยกเลิกตามวิถีสังคมสมัยใหม่ที่เข้ามามีบทบาทต่อแนวความคิดของชาวถิ่นชาวลัวะรุ่นใหม่ ด้วยเห็นว่าการถือจารีตประเพณีแบบดั้งเดิมมีความยุ่งยาก สิ้นเปลืองเวลาและทรัพย์สิน ซึ่งการยกเลิกมิใช่เป็นการล้มเลิกความเชื่อดั้งเดิม แต่ยังมีการประกอบพิธีบางอย่างตามความเชื่อของตนอยู่ เช่น การเลี้ยงผีไร่ ผีป่าผีดอย เพื่อช่วยคุ้มครองไม่ให้เจ็บไข้ได้ป่วย การทำพิธีสู่ขวัญข้าว โดยมีความเชื่อว่าจะทำให้ข้าวเจริญงอกงาม ได้ผลผลิตมากเช่นเดียวกับพิธีสโลด และพิธีกินดอกแดง

นับแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการดำเนินชีวิตของชาวถิ่นและชาวลัวะในแต่ละวัน จะอยู่กับการดำรงชีพเพื่อเลี้ยงปากเลี้ยงท้องเพื่อความอยู่รอด นอกจากการทำไร่ทำนาที่เป็นชีวิตจิตใจของชาวถิ่นและชาวลัวะแล้ว การเข้าป่าหาพืชผักผลไม้ หรือการล่าสัตว์ถือเป็นเรื่องที่ปฏิบัติกันเป็นกิจวัตรประจำวัน หากแต่ปัจจุบันกระแสสังคมสมัยใหม่เข้ามามีบทบาท ทำให้คนรุ่นหนุ่มสาวของชาวถิ่นและชาวลัวะหันไปสนใจทางด้านวัตถุนิยมแทนการเรียนรู้ภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ได้รับการสั่งสมมาจากบรรพบุรุษ โดยเฉพาะภูมิความรู้ด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน ดังนั้นการสอบถามข้อมูลจึงมุ่งเน้นไปที่ผู้เฒ่าผู้แก่มากกว่า

ชาวถิ่นและชาวลัวะมีการนำพืชมาใช้ประโยชน์มากมายหลากหลายชนิด ทั้งที่เหมือนและแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จากพืชของทั้งสามหมู่บ้านแล้ว พืชที่นำมาใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน อาจเนื่องมาจากหมู่บ้านที่ทำการสำรวจอยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกันมาก จึงทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนภูมิความรู้และวัฒนธรรมบางอย่างซึ่งกันและกัน อย่างไรก็ตามภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ได้มาถือว่ามีประโยชน์และควรค่าแก่การรักษาไว้ก่อนที่จะสูญหายไปพร้อมกับคนรุ่นเก่า และสิ่งที่สำคัญที่ควรอนุรักษ์ไปพร้อม ๆ กันก็คือ ป่าไม้ซึ่งเป็นแหล่งที่ให้คุณประโยชน์แก่กลุ่มชนในท้องที่อย่างมหาศาล แต่การใช้ประโยชน์แต่เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการอนุรักษ์ไว้ ก็เสมือนเป็นการทำลายเช่นเดียวกัน ดังเช่น เครือข้าวเย็น (*Smilax* sp.) ซึ่งเป็นพืชที่สร้างรายได้และเป็นพืชสมุนไพรที่ชาวถิ่นและชาวลัวะใช้ในการบำรุงสุขภาพหรือบำรุงกำลัง โดยส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์คือส่วนของหัวใต้ดิน เมื่อมีการขุดเพื่อนำมาทำยาหรือนำมาขายเพิ่มมากขึ้นโดยไม่มีการจัดการที่ดี ส่งผลให้ปัจจุบันบริเวณหมู่บ้านที่ทำการสำรวจมีจำนวนของเครือข้าวเย็นลดน้อยลง ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าเสียดายหากไม่มีการป้องกันและแก้ไข และในอนาคตแนวโน้มที่จะสูญเสียพันธุกรรมพืชที่มีค่าไปโดยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ก็จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นควรมีการส่งเสริมและให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จาก

ทรัพยากรป่าไม้และผลิตผลที่ได้จากป่า ตลอดจนการปลูก ดูแลรักษาและอนุรักษ์ให้แก่กลุ่มชนในท้องถิ่นอย่างเร่งด่วน ก่อนที่พืชอีกหลายชนิดจะถูกทำลายเช่นเดียวกัน เพื่อผลประโยชน์แก่คนในท้องถิ่นและประเทศชาติ

บทสรุป

ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการศึกษาวิถีการดำเนินชีวิต และการใช้ประโยชน์จากพืชในชีวิตประจำวันของชาวถิ่นและชาวลัวะ สามารถนำไปเป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตของกลุ่มชนทั้งสองให้สอดคล้องกับสภาพชีวิตความเป็นอยู่ เป็นการกระตุ้นเตือนจิตสำนึกของกลุ่มชนในท้องถิ่นให้เห็นความสำคัญของการอนุรักษ์ และหวงแหนภูมิปัญญาพื้นบ้านตลอดจนทรัพยากรป่าไม้ ก่อนที่จะถูกชาวต่างชาติที่เข้ามาศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยเก็บเกี่ยวเอาผลประโยชน์ไป โดยนำเอาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่หลากหลายประจำท้องถิ่นต่าง ๆ ไปพัฒนาเป็นตัวยารักษาโรค อาหาร รวมถึงการนำหน่วยพันธุกรรมพืช ไปพัฒนาเป็นพืชสายพันธุ์ใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่แล้วไปพัฒนาทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่ามหาศาล จึงต้องเร่งสำรวจและศึกษาอย่างจริงจัง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยในขั้นต่อ ๆ ไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541062

เอกสารอ้างอิง

กองสงเคราะห์ชาวเขา. 2538. ทำเนียบชุมชนบนพื้นที่สูงในประเทศไทย. กรมประชาสงเคราะห์ กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม, กรุงเทพฯ. หน้า 32-33.

ชลธิรา สัตยาวัฒนา. 2529. ลัวะเมืองน่าน. สำนักพิมพ์เมืองโบราณ, กรุงเทพฯ. 224 หน้า.

เต็ม สมิตินันท์ และวีระชัย ณ นคร. 2538. พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน. ในเอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องพฤกษศาสตร์ไทยในอนาคต.

ภูเบช วีโรทัย. 2534. รวมบทความวิชาการถิ่น. สถาบันวิจัยชาวเขา กรมประชาสงเคราะห์ กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม, กรุงเทพฯ. 145 หน้า.

สถาบันวิจัยชาวเขา. 2538. การตั้งถิ่นฐานชาวเขาในประเทศไทย. กรมประชาสงเคราะห์ กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม, กรุงเทพฯ.

สุนทรี ศีลพิพัฒน์. 2526. ชาวเขาในประเทศไทย. ธนบรรณการพิมพ์, กรุงเทพฯ. หน้า 1-5.

พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวถิ่นและชาวลัวะในเขตตำบลภูฟ้า อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

ทัศนีเวศ ยะโส และ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

ETHNOBOTANY OF H'TIN AND LUA IN PHU PHAA SUBDISTRICT, BAUGLEUA DISTRICT, NAN PROVINCE

T. Yaso and P. Trisonthi

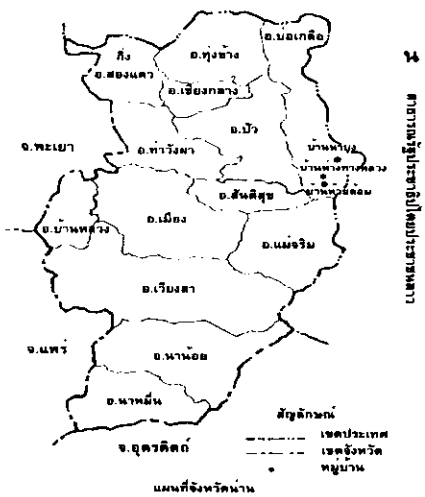
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

The purpose of this research was to study and compare the plant use life styles, practices, beliefs and worship between the H'tin and Lua people. Plant specimens were collected and villagers were interviewed for local plant names, parts used and their benefits. Scientific names were determined for collected specimens. The results indicated that a total of 254 species in 211 genera and 92 families could be classified according to after their usage. For example, *Pittosporopsis kerrii* Craib is used as food plan, the stem of *Canscora andrographioides* Griff. ex Clarke is used for curing headache by the Lua but pickled in alcohol and drunk as a tonic by the H'tin. Wood of *Castanopsis* spp. is used for construction and utensils. *Arenga pinnata* Merr. is an important economic plant. Leaves of *Leea indica* Merr. are used in the traditional rice planting ceremony and *Gelsemium elegans* Benth. is a poisonous plant.

Key words: Lua, H'tin, ethnobotany

บทนำ

นับแต่ยุคโบราณมาแล้วที่มนุษย์เรารู้จักนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ส่วนใหญ่เป็นการนำมาใช้เป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิต การศึกษาด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้านเกิดจากความคิดที่ว่า มนุษย์มีการใช้ประโยชน์จากพืชอย่างมากมายและความรู้เหล่านี้ก็สืบทอดมาตั้งแต่บรรพบุรุษ จึงควรอย่างยิ่งที่จะมีการรวบรวมความรู้เหล่านี้ไว้โดยเฉพาะจากชุมชนที่ยังมีวิถีชีวิตที่พึ่งพาอาศัยธรรมชาติ ความรู้ที่ได้สามารถประเมินการใช้ประโยชน์จากพืชในแต่ละชุมชนว่ามีมากน้อยเพียงใด การศึกษาด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้านในประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาไม่นานมานี้แต่ที่ผ่านมาเราต้องสูญเสียภูมิความรู้ที่มีคุณค่าไปเป็นจำนวนมากจากกระแสการพัฒนาของสังคมเพราะผู้คนที่อาศัยอยู่ในชนบทค่อย ๆ ละทิ้งความรู้เหล่านั้นไปทีละน้อย การศึกษาด้านนี้มีประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาชาวบ้าน และผลการประเมินการใช้ประโยชน์จากพืชสามารถนำมาแก้ไขปัญหาการจัดการทรัพยากรในท้องถิ่นอย่างเหมาะสมเพื่อเป็นการนำไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน



ภาพที่ 1. แผนที่จังหวัดน่าน

พื้นที่ศึกษา

หมู่บ้านชาวถิ่นสองหมู่บ้าน คือ บ้านห่างทางหลวง และบ้านนาบง หมู่บ้านชาวลัวะหนึ่งหมู่บ้าน คือ บ้านห้วยล้อม ตำบลภูฟ้า อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน (ภาพที่ 1)

วิธีการ

สำรวจหาหมู่บ้านที่ยังคงมีวิถีชีวิตแบบดั้งเดิมและยังไม่มีความเจริญเข้าสู่หมู่บ้าน เช่น ยังไม่มีไฟฟ้า ไม่มีประปา เมื่อได้หมู่บ้านที่มีความเหมาะสมจึงติดต่อหาคนนำทางในหมู่บ้าน คนนำทางควรเป็นคนที่มีความรู้ด้านการใช้ประโยชน์จากพืชเป็นอย่างดี หรือเป็นหมอยา ติดต่อหาล่ามในกรณีที่พวกเขาพูดภาษาไทยไม่ได้ สำรวจการใช้ประโยชน์จากพืช พื้นที่สำรวจ คือ บริเวณภายในหมู่บ้าน พื้นที่ไร่ และป่ารอบหมู่บ้าน โดยการสอบถามชื่อพืชในภาษาท้องถิ่น วิธีการนำพืชไปใช้ประโยชน์

ส่วนที่ใช้ประโยชน์ ถ่ายรูปตัวอย่างพืช เก็บตัวอย่างพืชเพื่อทำเป็นตัวอย่างแห้ง ตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์จากเอกสารรูปวิธาน นอกจากนี้ได้ศึกษาขนบธรรมเนียม ประเพณี วิถีการดำเนินชีวิตควบคู่ไปด้วย หลังจากนั้นจึงเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์จากพืชและขนบธรรมเนียมระหว่างชนทั้งสองกลุ่ม

ผลการวิจัย

ชาวถิ่นและชาวลัวะในเขตตำบลภูฟ้า อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน เป็นกลุ่มชนที่อาศัยอยู่พื้นที่บริเวณนี้มานานกว่า 100 ปี มีวัฒนธรรมประเพณี ความเชื่อ และวิถีชีวิตที่คล้ายคลึงกัน แต่ก็มีความแตกต่างกันชัดเจนจนสามารถแยกชนทั้งสองกลุ่มนี้ได้ ภาษาพูดของชาวถิ่น และชาวลัวะมีความแตกต่างกัน ชาวลัวะจะพูด "ภาษาลัวะ" ซึ่งชลธิรา (2529) กล่าวว่านักภาษาศาสตร์อาชีพโดยทั่วไป มักเรียกว่าภาษาถิ่น (Thin) หรือภาษามาล (Mal) จัดให้เป็นภาษาในตระกูลออสโตรเอเชียติค (Austroasiatic) ตระกูลย่อยมอญ-เขมร (Mon-Khmer) สาขาขมุอิค (Khmuic) (Le Bar *et al.*, 1964; Filbeck, 1976) ภาษาลัวะมีแต่ภาษาพูด ไม่มีภาษาเขียน ส่วนภาษาถิ่นจะคล้ายกับภาษาเมือง แต่จะไม่มีภาษาเขียน นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างของรูปร่าง หน้าตา โดยชาวลัวะจะมีรูปร่างสูงใหญ่ ผิวคล้ำ ตาโต จมูกโด่ง ส่วนชาวถิ่นจะรูปร่างเล็กกว่า ผิวค่อนข้างขาว จมูกแบน เดิมทั้งชาวถิ่นและชาวลัวะมีความเชื่อและนับถือผี เช่น ผีบรรพบุรุษ ผีไร่ ผีป่า ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงมานับถือศาสนา ซึ่งมีทั้งนับถือศาสนาพุทธ และศาสนาคริสต์ แต่ก็ยังพบว่ามีการนับถือผีอยู่ ชาวถิ่นและชาวลัวะมีอาชีพทำไร่ข้าวเหนียวตามบริเวณป่ารอบ ๆหมู่บ้าน โดยจะปลูกข้าวซ้ำที่เดิมไม่เกินสองครั้ง แล้วปล่อยพื้นที่ให้ต้นไม้ขึ้น 5-10 ปี จึงกลับมาทำที่เดิมอีก ดังนั้นแต่ละครอบครัวต้องมีไร่หลาย ๆ แห่ง เพื่อจะหมุนเวียนมาใช้พื้นที่ไร่เดิมที่เคยทำมาแล้ว นอกจากการทำไร่แล้ว ชาวถิ่นและชาวลัวะยังมีอาชีพหาของป่า เช่น น้ำผึ้ง เห็ดป่า สมุนไพร หวาย (*Calamus* spp.) ทิง (*Thysanolaena maxima* Ktze) นอกจากนี้ยังมีการล่าสัตว์ การทำเครื่องจักสานจากหญ้าสามเหลี่ยม (*Scleria terrestris* Fassett) และทำเครื่องหวาย จากการสำรวจพบว่าพวกเขามีการใช้ประโยชน์จากพืชเป็นจำนวนมากและส่วนใหญ่เป็นพืชอาหาร ผลการสำรวจพบพืชทั้งสิ้น 254 ชนิด จัดอยู่ใน 211 สกุล 92 วงศ์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงจำนวนพืชที่ชาวเขาทั้งสามหมู่บ้านนำไปใช้ประโยชน์ แยกตามประเภทการใช้ประโยชน์

หมู่บ้าน / การนำมาใช้ประโยชน์	ห่างทางหลวง (ถิ่น)	นาบง (ถิ่น)	ห้วยล้อม (ลัวะ)
1. พืชอาหาร	82	101	74
2. พืชสมุนไพร	34	47	36
3. พืชที่ใช้ทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้	10	12	12
4. พืชเศรษฐกิจ	5	4	6
5. พืชที่ใช้ในพิธีกรรม	8	3	-
6. พืชที่ใช้ประโยชน์อื่นๆ	8	9	6

บทวิจารณ์

ชาวถิ่น และชาวลัวะเป็นประชากรกลุ่มใหญ่ที่สุดของอำเภอบ่อเกลือ แต่ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับชนทั้งสองกลุ่มนี้ยังมีน้อยมาก โดยเฉพาะชาวถิ่นคนส่วนใหญ่จะไม่รู้จัก แต่ถ้าพูดถึงชาวลัวะ คนก็มักจะนึกถึงชาวลัวะที่อาศัยอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดแม่ฮ่องสอน จากการเข้าไปศึกษาชาวลัวะในจังหวัดน่านและชาวลัวะในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เปรียบเทียบวัฒนธรรม ประเพณี และภาษาพูด พบว่ามีความแตกต่างกันมากจนน่าจะจัดเป็นคนละกลุ่มกัน ชาวลัวะในจังหวัดน่านที่เข้าไปศึกษา คือ หมู่บ้านห้วยล้อม พวกเขามีภาษาพูด คือ ภาษาลัวะ และเรียกตัวเองว่า คนลัวะ ซึ่งแตกต่างกับชาวถิ่นอีกสองหมู่บ้าน คือ บ้านห่างทางหลวง และบ้านนาบง ภาษาที่พูดจะเหมือนภาษาเมืองและพวกเขาก็บอกว่าพวกเขาเป็นคนเมือง แต่ทางราชการจะเรียกเขาว่าคนถิ่น แม้ชาวถิ่นทั้งสองหมู่บ้านมีภาษาพูดที่เหมือนคนเมือง แต่เมื่อเปรียบเทียบวัฒนธรรมประเพณี ความเชื่อ พบว่าแตกต่างจากคนเมือง แต่ชาวถิ่นทั้งสองหมู่บ้านที่เข้าไปศึกษาก็แตกต่างจากคนถิ่นบางหมู่บ้านในจังหวัดน่าน เช่น บ้านน้ำแพะซึ่งมีภาษาพูด วัฒนธรรมต่าง ๆ ใกล้เคียงกับชาวลัวะบ้านห้วยล้อมมากกว่าชาวถิ่นบ้านห่างทางหลวงและบ้านนาบง จากความเข้าใจคำว่าชาวถิ่นที่ทางราชการเรียกนั้นหมายรวมถึงคนท้องถิ่นดั้งเดิม ทั้งที่จริงแล้วมีคนอาศัยอยู่บริเวณนี้หลายกลุ่ม ผลการสำรวจด้านการใช้ประโยชน์จากพืชพบว่าหมู่บ้านที่ยังไม่ค่อยเจริญและอยู่ห่างไกลมาก ๆ คือ บ้านนาบง มีการใช้ประโยชน์จากพืชจำนวนมากกว่า เมื่อเทียบกับหมู่บ้านห่างทางหลวง และบ้านห้วยล้อม

ซึ่งชาวบ้านเริ่มมีการปลูกผักไว้กินเอง เช่น ผักคะน้า ผักกาด โดยทางราชการนำเมล็ดพันธุ์มาแจก นอกจากนี้ยังมีพ่อค้านำพวกผักชนิดต่าง ๆ ไปขายถึงในหมู่บ้าน ทั้งสามหมู่บ้านพบว่ามีการใช้ประโยชน์จากพืชในด้านพืชอาหารมากที่สุด ส่วนใหญ่จะเป็นพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ที่นิยมกินกัน เช่น มะขม (*Pittosporopsis kerrii* Craib) ผักกูด (*Lygodium* spp.) หน่อไม้ไร่ (*Gigantochloa albociliata* Munro) พืชที่ใช้ประโยชน์รองลงมา คือ พืชสมุนไพร ส่วนใหญ่ใช้รักษาอาการเจ็บป่วยที่ไม่ร้ายแรง เช่น แก้ปวดท้อง แก้เคล็ดขัดยอก บวมช้ำ พืชบางชนิดนอกจากใช้เป็นอาหารแล้วยังมีสรรพคุณเป็นยาด้วย เช่น ถอบแถบเครือ (*Connarus semidecandrus* Jack) ทั้งชาวถิ่นและชาวลัวะกินยอดเป็นผักสด ส่วนใบแก่และรากต้มน้ำดื่มแก้ปวดท้อง ว่านน้ำเล็ก (*Acorus tatarinowii* Schott) ช่อดอกอ่อนแกงใส่ปลาช่วยดับกลิ่นคาว ผลแก่กินแก้ปวดท้อง ทั้งนี้เพราะมีน้ำมันหอมระเหยช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร ย่อมช้างกินยอดอ่อน และใบใช้ลนไฟประคบบริเวณที่เคล็ดขัดยอก มะเฟืองป่า (*Heynea trijuga* Roxb.) ยอดอ่อนกินเป็นผัก ส่วนรากต้มน้ำดื่มแก้มาลาเรีย หญ้าหนูต้น (*Dianella ensifolia* Red.) ใช้ทั้งต้นต้มดื่มแก้ไข้หวัด พืชเศรษฐกิจของทุกหมู่บ้านคือ ตำว (*Arenga pinnata* Merr.) ชาวบ้านจะเก็บผลแก่มาทำเป็นลูกชิดขายให้แก่พ่อค้าที่มารับซื้อถึงในหมู่บ้าน ชาวบ้านจะเริ่มเก็บตำวกันตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน–มีนาคม ต้นตำวจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุประมาณ 10 ปี หลังจากเก็บผลผลิตได้ 3–4 ปีต้นก็จะตาย พืชเศรษฐกิจอื่น ๆ จะเป็นพืชป่าเกือบทั้งหมดเช่นหวาย (*Calamus* spp.) ก๋ง (*Thysanolaena maxima* Ktze.) ทั้งตำว และหวายเป็นพืชที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เพราะใช้เวลาในการเติบโตนานแต่ความต้องการของตลาดสูง การส่งเสริมให้มีการปลูกหวายและตำว จึงน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีในการพัฒนาพืชท้องถิ่นให้เป็นพืชเศรษฐกิจ พืชที่ใช้ทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ก็คือพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น ใช้ใบค้อ (*Livistona speciosa* Kurz) มุงหลังคา แต่ปัจจุบันพบว่าชาวบ้านมักจะนิยมใช้สังกะสีหรือกระเบื้องมากกว่าเนื่องจากมีอายุในการใช้งานนานไม่ต้องเปลี่ยนหลังคาบ่อย ๆ

บทสรุป

ชาวเขาเผ่าถิ่นและเผ่าลัวะในเขตตำบลภูฟ้า อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน เป็นกลุ่มชนที่มีวัฒนธรรม ประเพณี ภาษาพูดที่แตกต่างกันและเป็นลักษณะเฉพาะกลุ่มของตน แต่ชนทั้งสองกลุ่มไม่มีชุดแต่งกายประจำเผ่าของตน ชุดแต่งกายจะเหมือนชาวบ้านทั่วไปเพราะซื้อมาจากในเมืองหรือได้รับบริจาคมา ด้วยเหตุนี้คนที่เข้าไปศึกษาจึงคิดว่าเป็นชนกลุ่มเดียวกันทั้งหมด ทั้งชาวถิ่นและชาวลัวะมีการใช้ประโยชน์จากพืชในด้านพืชอาหารมากกว่าอย่างอื่น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชาวถิ่นและชาวลัวะหรือระหว่างชาวถิ่นสองหมู่บ้านพืชที่นำมาเป็นอาหาร พืชสมุนไพร พืชที่ใช้ทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ และพืชเศรษฐกิจมีทั้งที่ใช้เหมือนกันและแตกต่างกัน ส่วนพืชที่ใช้ในพิธีกรรมของชาวลัวะไม่พบเนื่องจากเปลี่ยนมานับถือศาสนาคริสต์กันเป็นส่วนใหญ่ ส่วนชาวถิ่นทั้งสองหมู่บ้านใช้พืชในพิธีกรรมเหมือนกัน หมู่บ้านที่ยังไม่ค่อยจะเจริญพบการใช้ประโยชน์จากพืชมากกว่าหมู่บ้านที่ค่อนข้างเจริญกว่า แต่ปัจจุบันหมู่บ้านเหล่านี้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านความเป็นอยู่ ความเชื่อ ประเพณี เนื่องจากมีการส่งเสริมการศึกษา การสาธารณสุขส่งผลให้ภูมิปัญญาที่สืบทอดมาแต่บรรพบุรุษเริ่มถูกละทิ้งไป การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการรวบรวมและอนุรักษ์ภูมิความรู้ของชาวบ้านไว้ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งด้านพืชอาหาร พืชสมุนไพร พืชเศรษฐกิจ ต่อคนในท้องถิ่นเอง และต่อคนกลุ่มอื่น ๆ ตลอดจนนำไปพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ให้เป็นพืชเศรษฐกิจต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541054

เอกสารอ้างอิง

ชลธิรา สัตยาวัฒนา.2529 ลัวะเมืองน่าน. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์เมืองโบราณ, หน้า 120-134.

FILBECK, D. 1976."Mal (Thin)" In Phonemes and Orthography: Language Planning in Ten Minority Language of Thailand, Australian National University, Canberra, pp. 239-257.

LEBAR, F. M., C. H. GERALD AND K. M. JOHN. 1964. Ethnic Groups of Mainland Southeast Asia, Human Relations Area Files Press, New Haven, pp.128-129.

การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชนกลุ่มน้อยเผ่าต่าง ๆ บนดอยแม่สะลอง

ชูศรี ไตรสนธิ และ ปริทรรศน์ ไตรสนธิ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ABSTRACT

ETHNOBOTANICAL STUDY OF THE MINORITIES ON DOI MAESALONG
C. Trisonthi and P. Trisonthi
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

Doi Maesalong is in the north-west of Chiang Rai Province, North Thailand. It is a mountainous area, which is an important watershed. The altitude ranges between 600 and 1,300 meters above average sea level. The inhabitants are minorities who migrated from China and Miyanmar. These minorities are Yunnan Chinese, Akha, Lisu, Lahu and Mien. Since these minorities practice shifting cultivation and expand highland agriculture into the forest, this has caused tremendous problems by increasing drought and flood lowland areas.
Research on ethnobotany was proposed to investigate the way of life, cultures, the uses of the native flora and indigenous knowledge for survival of these minorities. The results obtained will provided very useful information for appropriate management and wise use of these natural resources and for reforestation and conservation.

Over 500 species of the northern Thai flora were utilized by these minorities. They are mainly used for subsistence as food, medicine and in religous ceremonies. Interesting plants used for food are *Allium chinense, Amorphophallus* spp., *Hodgsonia capniocarpa, Houttuynia cordata, Perilla frutescens, Sechium edule,* etc. The Yunnan Chinese and Lisu utilize several kind of plants for medicinal purposes, such as *Chloranthus* sp., *Cinnamomum* sp., *Leea indica, Eleutherine americana, Solanum indicum,* several species of Zingiberaceae, etc.

Key words: Maesalong, ethnobotany, minorities

บทนำ

ความรู้ในการนำพืชมาใช้ในชีวิตประจำวัน มีการเรียนรู้และสืบทอดกันเรื่อยมาในกลุ่มชนเผ่าต่าง ๆ ที่ตั้งถิ่นฐานอยู่ในแต่ละพื้นที่ภูมิประเทศ นับแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์มาจนปัจจุบัน มีการพัฒนาขึ้นตามยุคสมัย ก่อให้เกิดรูปแบบ และวิธีการใช้ที่แตกต่างเฉพาะตัวไปในแต่ละกลุ่มชน เป็นความรู้พื้นบ้านที่เรียกว่า "ภูมิปัญญาท้องถิ่น" หรือ "ภูมิปัญญาพื้นบ้าน" (indigenous knowledge) งานศึกษาและรวบรวมความรู้พื้นบ้านนี้ได้เริ่มต้นขึ้นในตอนปลายของคริสตศตวรรษที่ 19 โดยศึกษาจากชาวอินเดียนแดงในทวีปอเมริกา จนมีการบัญญัติศัพท์ "Ethnobotany" ขึ้นโดย Dr. John W. Harshberger ในปี 1895 (Martin, 1995) ซึ่งสำนักงานวัฒนธรรมแห่งชาติได้บัญญัติคำศัพท์เป็นภาษาไทยว่า "พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน" (ชยันต์, 2534; ชูศรี, 2534; เต็มและวีระชัย, 2534)

ในทวีปเอเชีย ความรู้ทางพฤกษศาสตร์พื้นบ้านได้พัฒนาต่อเนื่องมานับพันปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศจีนและอินเดีย มีการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากพืชอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะด้านสมุนไพร ซึ่งเป็นที่รู้จักกันทั่วโลก ในประเทศไทยก็เช่นกัน การดำรงชีวิตของคนไทยนับแต่อดีตมีการใช้ประโยชน์จากพืชมาทุกยุคทุกสมัย ไม่แตกต่างไปจากจีน จะต่างกันเฉพาะการประยุกต์และพัฒนารูปแบบของการใช้ที่ยังไม่พัฒนาอย่างกว้างขวางเท่ากับจีน การศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในประเทศไทยภายใต้ชื่อพฤกษศาสตร์พื้นบ้านเริ่มต้นจากการศึกษาชาวเขาเผ่าต่าง ๆ ในภาคเหนือโดยชูศรี ในปี 2533 (ชูศรี, 2534) ซึ่งมีอยู่ 6 เผ่าใหญ่ ๆ คือ กะเหรี่ยง, มัง, เมี่ยน (เย้า), ลีซอ, ลาหู่ (มูเซอ) และอาข่า (อีก้อ) กลุ่มชนเหล่านี้ยังมีการดำรงชีวิตที่อาศัยทรัพยากรจากป่าโดยตรง โดยเฉพาะพืชป่าต่าง ๆ จึงเป็นกลุ่มที่เหมาะสมที่จะเลือกมาศึกษา เพราะจะได้ข้อมูลที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างแท้จริง ยังไม่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้าไปเกี่ยวข้อง การที่ชาวเขาเหล่านี้ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ความต้องการขยายพื้นที่ในการเพาะปลูกตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นกลายเป็นปัญหาการบุกรุกทำลายป่าไม้ ความรู้ทางพฤกษศาสตร์พื้นบ้านที่รวบรวมได้ เมื่อนำกลับไปเผยแพร่ จะทำให้มองเห็นประโยชน์ของพืชมากขึ้น จะทำให้ชาวเขาเหล่านั้นรู้จักคุณค่าของทรัพยากรที่มีอยู่ และร่วมกันอนุรักษ์ ซึ่งอาจเป็นทางหนึ่งที่จะลดการทำลายป่าลง

ดอยแม่สะลอง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย เป็นจุดหนึ่งในภาคเหนือที่เป็นชุมชนของชาวเขาเผ่าต่าง ๆ ที่อพยพเข้ามาตั้งถิ่นฐาน มีอยู่ 5 เผ่า คือ จีนยูนนาน, ลีซอ, เมี่ยน, ลาหู่ และอาข่า ชนกลุ่มน้อยเหล่านี้ยึดอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก ส่วนใหญ่ปลูกพืชไร่ จะมีเฉพาะชาวจีนที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ไม้ผล และชา มีโรงงานแปรรูปผลผลิตเป็นลักษณะของอุตสาหกรรมในครัวเรือน จำหน่ายแก่นักท่องเที่ยว และส่งไปจำหน่ายยังต่างถิ่น พืชอาหาร ได้แก่ ข้าว จะซื้อจากชนเผ่าอื่น หรือซื้อจากในเมือง แม้ดอยแม่สะลองจะมีความเจริญเข้าไปถึงแล้ว แต่ลักษณะการดำรงชีวิตของชนกลุ่มน้อยยังคงมีวิถีทางแบบดั้งเดิมหลงเหลืออยู่ ยังคงอาศัยพืชป่าด้วยภูมิปัญญาพื้นบ้าน ซึ่งความรู้เหล่านี้อาจนำมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์ทั้งเพื่อการดำรงชีพ และ การอนุรักษ์ป่าไม้ได้

พื้นที่ศึกษา

ดอยแม่สะลอง จังหวัดเชียงราย โดยเลือกหมู่บ้านที่เข้าสำรวจเป็นชนกลุ่มน้อยเผ่าต่าง ๆ คือ จีนยูนนาน หมู่บ้านพนาสวรรค์ ตำบลแม่สะลองนอก กิ่งอำเภอแม่ฟ้าหลวง, อาข่า หมู่บ้านป่าคาสุขใจ ตำบลแม่สะลองนอก กิ่งอำเภอแม่ฟ้าหลวง, ลีซอ หมู่บ้านเฮโก ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน, ลาหู่ หมู่บ้านจะกอนะ ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน, เมี่ยน หมู่บ้านโป่งป่าแขม ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการใช้พืชของชนเผ่าเดียวกันที่ยังคงอาศัยอยู่ในมณฑลยูนนาน ประเทศจีน ซึ่งถือว่าเป็นถิ่นกำเนิดของชนกลุ่มน้อยบนดอยแม่สะลอง

วิธีการ

ติดต่อผู้นำหมู่บ้าน และ ผู้ทรงคุณวุฒิของหมู่บ้าน เป็นผู้นำทางในการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลด้านการใช้พืช พิธีกรรม ความเชื่อต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่สืบทอดมาจากบรรพบุรุษ การเก็บข้อมูลใช้วิธีซักถามจากบุคคลต่าง ๆ เช่น ผู้อาวุโส หมอประจำหมู่บ้าน ตลอดจนชาวบ้านทั่วไป ด้วยวิธีผสมผสานทั้งแบบ open-ended และ semi-structural (Cotton, 1992) บันทึกชื่อพืชที่เป็นภาษาประจำเผ่า การใช้ประโยชน์ วิธีการใช้ ส่วนที่นำมาใช้ ติดตามเก็บตัวอย่างพืชตามข้อมูลที่ได้ ถ่ายภาพ นำมาตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ แล้วจัดจำแนกเป็นหมวดหมู่ตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แต่ละหมวดหมู่จัดเรียงลำดับชื่อพืชตามชื่อ วงศ์ และชื่อสกุล เรียงตามลำดับอักษร

ผลการวิจัย

จากการสำรวจการใช้พืชของชนกลุ่มน้อยบนดอยแม่สะลอง รวบรวมพันธุ์ไม้ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ และสามารถตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ได้ 357 ชนิด แบ่งแยกออกเป็นกลุ่มใหญ่ตามลักษณะการใช้เป็น 6 กลุ่มดังตารางที่ 1 และมีจำนวนชนิดของพืชที่ใช้โดยชนกลุ่มน้อยต่าง ๆ กันดังตารางที่ 2

ในจำนวนพืชแต่ละกลุ่มที่แบ่งโดยการใช้ประโยชน์ จะมีพืชส่วนหนึ่งที่ใช้โดยเผ่าใดเผ่าหนึ่งเพียงเผ่าเดียวซึ่งมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่พืชแต่ละชนิดจะมีมากกว่าหนึ่งเผ่าที่ใช้ และมีหลายชนิดที่ทุกเผ่าใช้แต่อาจใช้ต่างประโยชน์กัน ดังแสดงในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 1. จำนวนชนิดของพืชแบ่งกลุ่มตามการใช้ประโยชน์

การใช้ประโยชน์	จำนวนชนิดของพืช
อาหาร เครื่องดื่ม เครื่องเทศ	189
สมุนไพร	215
เครื่องนุ่งห่ม เครื่องใช้ ทำอยู่อาศัย	25
สีย้อม และ เครื่องประดับ	9
พิธีกรรม และ ความเชื่อ	12
พืชพิษ และ พืชใช้ประโยชน์อื่น ๆ	23

ตารางที่ 2. จำนวนชนิดของพืชที่ใช้โดยชนกลุ่มน้อยเผ่าต่าง ๆ แบ่งตามลักษณะการนำไปใช้

เผ่า / การใช้ประโยชน์	อาข่า	ลีซอ	ลาหู่	เมี่ยน	จีน
อาหาร เครื่องดื่ม เครื่องเทศ	122	119	89	77	24
สมุนไพร	42	76	60	106	94
เครื่องนุ่งห่ม เครื่องใช้ ทำที่อยู่อาศัย	18	6	6	4	1
สีย้อม และ เครื่องประดับ	4	5	3	5	2
พิธีกรรม และ ความเชื่อ	3	2	5	4	3
พืชพิษ และพืชใช้ประโยชน์อื่น ๆ	12	13	7	8	2

จากการศึกษาการใช้พืชของชนกลุ่มน้อยในพื้นที่ถิ่นกำเนิดในมณฑลยูนนาน ประเทศจีนพบว่าชาวจีนยูนนานมีวิถีการดำรงชีวิตไม่แตกต่างจากชาวจีนบนดอยแม่สะลองมากนัก รวมทั้งเผ่าอื่น ๆ อีกสี่เผ่า คือ ลาหู่ อาข่า เมี่ยน และลีซอ คือ ต่างดำรงชีวิตด้วยการเกษตรกรรม มีพืชอาหารหลักที่คล้ายกัน คือ ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และผักต่าง ๆ เช่น ผักกาด (*Brassica* spp.) ผักปลังดอย (*Anredera cordifolia*) ผักคาวตอง (*Houttuynia cordata*) ผักดีด (*Solanum spirale*) ถั่วลันเตา ถั่วปากอ้า เป็นต้น

ไม้ผล ได้แก่ ท้อ สาลี่ แอปเปิล พลัม และพลับ มีการใช้พื้นที่ทำการเกษตรตั้งแต่ที่ราบในหุบเขาไล่เรื่อยขึ้นไปจนถึงยอดเขาเช่นเดียวกับที่ทำบนดอยแม่สะลอง จะมีความแตกต่างกันที่ชนกลุ่มน้อยในประเทศจีนมีความตื่นตัวในด้านการอนุรักษ์ธรรมชาติมากกว่า เนื่องจากมีหน่วยงานของรัฐเข้าไปจัดการและให้ความรู้ในเรื่องของการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

บทวิจารณ์

จากผลการวิจัยพบว่า ชนกลุ่มน้อยบนดอยแม่สะลองมีการใช้ประโยชน์จากพืชทั้งพืชป่าจากป่ารอบหมู่บ้าน และพืชปลูก ซึ่งบางชนิดมีการนำติดมาจากถิ่นฐานเดิม คือ มณฑลยูนนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน เช่น *Allium chinense* (หอมซู) *Anredera cordifolia* (ผักปลังดอย) *Gynura bicolor* และ *Eleutherine americana* (หอมแดง) เป็นต้น

ในด้านจำนวนชนิดของพืชที่นำมาใช้ จะเป็นกลุ่มพืชสมุนไพรมากที่สุด โดยที่ส่วนใหญ่จะใช้เป็นยารักษาอาการต่าง ๆ ดังนี้

สำหรับสตรีหลังคลอดบุตร

Phlogacanthus curviflorus, Alstonia scholaris, Homalomena cordata, Anredera cordifolia, Buddleja asiatica, Costus speciosus เป็นต้น

แก้ไข้

Plantago major, Rauvolfia verticillata, Artemisia spp. เป็นต้น

แก้ปวดท้อง ท้องร่วง

Achyranthes aspera, Celosia argentea, Acorus calamus, Acorus tatarinnowii, Bauhinia spp. *Maesa glomerata* เป็นต้น

ยารักษาแผลภายนอก

Ageratum conyzoides, Eupatorium adenophorum, E. odoratum, Inula cappa, Impatiens balsamina เป็นต้น

ยาดองเหล้าเพื่อบำรุงร่างกาย

Lepidagathis fasciculata, Chloranthus erectus, Maclura cochinchinensis, Clematis kerriana

รองจากพืชสมุนไพร คือ ที่ใช้เป็นอาหาร ซึ่งส่วนใหญ่จะบริโภคเป็นผัก มีทั้งที่นำไปประกอบอาหาร และเป็นเครื่องเคียง เช่น ผักจิ้มน้ำพริก หรือ

ตารางที่ 3. พืชอาหารที่ชนกลุ่มน้อยทั้ง 5 เผ่าใช้เหมือนกันเป็นส่วนใหญ่

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	การใช้ประโยชน์
ผักโขม	*Amaranthus gracilis* Desf.	ผัก
ผักแปม	*Acanthopanax trifoliatum* Merr.	ผัก
ผักกาดช้าง	*Crassocephalum crepioides* S. Moore	ผัก
ผักกูด	*Diplazium esculentum* Sw.	ผัก
มะไฟป่า	*Baccaurea ramiflora* Lour.	ผลไม้
เดือย	*Coix lachryma-jobi* Linn.	ธัญพืช
มะเดื่อหลวง	*Ficus auriculata* Lour.	ผัก, ผลไม้
เดื่อปล้องหิน	*Ficus semicordata* J.E. Smith	ผัก
ส้มกุ่ย	*Embelia sessiliflora* Kurz	ผลไม้
ผักคาวตอง	*Houttuynia cordata* Thunb.	ผัก
ส้มกุ้ง	*Begonia inflata* Clarke	ผัก
เสี้ยว	*Bauhinia* spp.	ผัก
มะเม่า	*Antidesma acidum* Retz.	ผลไม้
มะเม่า	*A. sootepensis* Craib	ผลไม้
มะแว้งนก	*Solanum nigrum* Linn.	ผัก
มะฮู้ไข่ปู	*Rubus alceifolius* Poir	ผลไม้

ตารางที่ 4. พืชสมุนไพรที่ชนกลุ่มน้อยทั้ง 5 เผ่าใช้เหมือนกันเป็นส่วนใหญ่

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
อ่อมช้าง	*Phlogacanthus curviflorus* Nees
ขะย่อมใหญ่	*Rauvolfia verticillata* Bail.
ว่านน้ำ	*Acorus calamus* Linn.
ว่านน้ำเล็ก	*Acorus tatarinowii* Schott
ผักเหี้ย	*Artemisia* sp.
หนาดหลวง	*Blumea balsamifera* DC.
สาบเสือ	*Eupatorium odoratum* Linn.
สาบแมว	*Eupatorium adenophorum* Spreng.
ผักปลังดอย	*Anredera cordifolia* Ten.
ตีนเป็ด	*Alstonia scholaris* R.Br.
กระดูกไก่	*Chloranthus erectus* Vercout
เอื้องหมายนา	*Costus speciosus* Smith
นางกวัก	*Homalomena cordata* Schott
พันงู	*Achyranthes aspera* Linn.
หงอนไก่ป่า	*Celosia argentea* Linn.
เอ็นยืด	*Plantago major* Linn.
เสี้ยว	*Bauhinia* spp.
ข้าวสารป่า	*Pavetta tomentosa* Roxb.ex Smith
ป่าบุกต้นเดียว	*Maesa glomerata* K. Larsen
ราชาวดีป่า	*Buddleja asiatica* Lour.
-	*Lepidagathis fasciculata*
หนาดคำ	*Inula cappa* DC.
เทียนบ้าน	*Impatiens balsamina* Linn.
แกแล	*Maclura cochinchinensis* Corner

กินกับลาบ เป็นต้น เมื่อพิจารณาแยกตามเผ่าต่าง ๆ โดยแบ่งกลุ่มพืชตามลักษณะการใช้ประโยชน์ พืชอาหาร และสมุนไพร ยังคงเป็นกลุ่มที่มีการใช้มาก แต่มีจำนวนชนิดของพืชที่ใช้มากน้อยต่างกันในแต่ละเผ่า ชาวอาข่า และลีซอ มีการใช้พืชป่าเป็นอาหารมาก ในจำนวนชนิดที่ใกล้เคียงกันรองลงมา คือ ลาหู่ และเมี่ยน ส่วนชาวจีนมีจำนวนชนิดของพืชป่าที่นำมาเป็นอาหารน้อยที่สุด ซึ่งอาจอธิบายได้จากการพิจารณาวิถีทาง และมาตรฐานในการดำรงชีวิต คือ ชาวอาข่ามีความเจริญต่ำที่สุด วิถีชีวิตยังคงมีความใกล้ชิดธรรมชาติมาก การเกษตรกรรมทำเพียงเพื่อเลี้ยงชีพ จึงยังคงเก็บหาผลผลิตจากป่ามาใช้อยู่มาก ลีซอ และลาหู่ มีความเจริญมากกว่าอาข่า แต่ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก เมี่ยน และจีน มีความก้าวหน้าทางประเพณีและวัฒนธรรมมากกว่า มีการเพาะปลูกพืชผักเพื่อบริโภคเอง โดยเฉพาะชาวจีนจะทำการค้าจึงมีรายได้ดี มีมาตรฐานในการดำรงชีวิตดีที่สุด สามารถซื้อหาอาหารจากในเมืองมาบริโภคได้ จึงไม่ต้องอาศัยผลผลิตจากธรรมชาติ ในเรื่องที่อยู่อาศัยก็เช่นเดียวกัน ชาวอาข่ามีการใช้พืชมากที่สุด ด้วยเหตุที่ยังคงมีความเป็นอยู่อย่างง่าย ๆ ใช้ไม้และไม้ไผ่ในการสร้างบ้าน ส่วนชาวจีนลักษณะบ้านเรือนนิยมสร้างด้วยอิฐ หิน ปูน มากกว่า และมักจะใช้วัสดุก่อสร้างที่ซื้อจากในเมือง ในด้านพืชสมุนไพรกลับมีลักษณะที่ตรงกันข้าม คือ ชาวอาข่ามีการใช้พืชสมุนไพรน้อย ซึ่งอาจมีเหตุผลที่เกี่ยวเนื่องกับความเชื่อและการนับถือผี การรักษาคนเจ็บป่วยใช้วิธีเช่นไหว้ผีมากกว่าจะใช้ยา ส่วนเมี่ยน และจีน มีการใช้พืชสมุนไพรมาก ซึ่งน่าจะเป็นลักษณะของการสืบทอดภูมิปัญญาจากบรรพบุรุษ ที่มีการใช้สมุนไพรนานาชนิดในการรักษาโรคสืบทอดกันมาเป็นเวลานาน เมื่ออพยพมาอยู่ในประเทศไทยจึงยังคงเสาะแสวงหาพืชในท้องถิ่นเพื่อนำมาใช้เป็นยา ซึ่งเป็นเสมือนการรักษาขนบธรรมเนียมของบรรพบุรุษเช่นเดียวกับการสืบทอดและรักษาขนบธรรมเนียมประเพณีด้านอื่น ๆ

ตารางที่ 5. พืชที่ใช้ประโยชน์นอกเหนือจากการเป็นอาหาร และสมุนไพร

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	การใช้ประโยชน์
หญ้าคา	*Imperata cylindrica* Beauv.	มุงหลังคาบ้าน
ตองกง	*Thysanolaena maxima* Ktze.	ทำไม้กวาด
ตองสาด	*Phrynium capitatum* Willd.	ทำเสื่อ
ย่อม	*Baphicacanthus cusia* Brem.	สีย้อมผ้า
คราม	*Indigofera uncinata* Roxb.	สีย้อมผ้า
เดือยหิน	*Coix puellarum* Bale.	เครื่องประดับ
ไหล	*Derris elliptica* Benth.	เบื่อปลา

บทสรุป

อาจสรุปได้ว่าเมื่อชนเผ่าต่าง ๆ มีความเจริญมากขึ้น วิถีการดำรงชีวิตเปลี่ยนไป ถ้ามิใช่การยึดถือในขนบธรรมเนียมประเพณีอย่างเหนียวแน่นแล้ว สิ่งที่เป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านอันเป็นวิถีทางของการดำรงชีวิตที่สืบทอดมาจากบรรพบุรุษย่อมจะถูกละเลย และลืมเลือนไปในที่สุด การศึกษาและรวบรวมความรู้ที่เป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านจึงควรที่จะต้องเร่งกระทำก่อนที่ความเจริญและเทคโนโลยีสมัยใหม่จะเข้าไปลบล้างวิถีชีวิตแบบดั้งเดิม และควรที่จะนำความรู้เหล่านี้มาศึกษาและพัฒนาด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อที่จะได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 339003 ขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ ใบไม้ ผู้อำนวยการโครงการ BRT ในการสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ชยันต์ พิเชียรสุนทร. 2534. ความเคลื่อนไหวในแวดวงพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน. ในเอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง "พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน". หอสมุดแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ชูศรี ไตรสนธิ. 2534. การค้นคว้าวิจัยทางพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน: วิธีการ-แหล่งข้อมูล-กลุ่มบุคคลที่มีบทบาท. ในเอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง "พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน". หอสมุดแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันท์ และวีระชัย ณ นคร. 2534. พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน. ในเอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน. หอสมุดแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

COTTON, C. M. 1992. Ethnobotany: Principle and Application. John Wiley & Sons. Chichester.

MARTIN, G. I. 1995. Ethnobotany: A Method Manual. Chapman & Hall, London.

องค์ความรู้ชุมชนเพื่อการฟื้นฟูและพัฒนาการปลูกพืชและไม้พื้นเมือง ภายในบริเวณบ้าน จังหวัดเชียงราย

เทวินทร์ อัครศิลากุล และ มานิตย์ พรมเสน
สมาคมสร้างสรรค์ชีวิตและสิ่งแวดล้อม, 37 ถ. สันโค้งน้อย อ. เมือง เชียงราย 57000

ABSTRACT

LANNA COMMUNITIES' KNOWLEDGE FOR REVIVING AND DEVELOPING THE CULTIVATION OF LOCAL PLANTS IN THE HOME AREA AT CHIANG RAI PROVINCE

T. Ukkharasilakul and M. Promsen
Association for Community and Ecology Development, 37 San Kong Noi Road, Muang District, Chiang Rai 57000

The knowledge of the local Lanna community, specially the Tai Lue, Tai Khun and Tai Yuan ethnic groups, who are the major ethnic groups of Chiang Rai province, was documented. The Lanna have their own culture, ideas and beliefs in ways of growing plants and trees in the home area. There are various kinds of plants and trees used that comprise 183 species. They can be classified into 4 groups: those used as food, herbal medicine plants, plants and trees grown for various uses and those used for local ceremonies. Local Lanna people have their own knowledge for selecting specific areas for planting, which are very suitable in terms of sunlight and wind. For plants and trees used as food, they are usually grown to the north of the house. Plants and trees grown for various uses usually grow in the west and north. Herbal plants and trees usually grown in the east and plants and trees grown for local ceremonies usually grow in the south. Their body of knowledge shows the local wisdom of the Lanna people, who can select what kind of plants and trees to supply their needs and at the same time to priority respect nature and be self reliant.

Key words: Lanna, Chiang Rai, ethnobotany

บทนำ

การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในช่วง 3 ทศวรรษที่ผ่านมา ได้ก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ สภาพแวดล้อม ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงต่อวิถีชีวิต สังคมและวัฒนธรรมของชุมชนท้องถิ่นล้านนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัฒนธรรม ความคิด ความเชื่อ ที่เป็นองค์ความรู้ของคนและชุมชนพื้นเมืองล้านนาที่เกี่ยวกับการปลูกพืชและไม้ภายในบริเวณบ้าน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาของการพึ่งตนเองของคนล้านนาในการรู้จักเลือกสรรพันธุ์พืช พันธุ์ไม้ตามธรรมชาติที่เป็นประโยชน์ทั้งด้านอาหาร รักษาโรค การใช้สอย และความเป็นสิริมงคล ที่มีคุณค่าทางจิตใจและประเพณีวัฒนธรรมของคนล้านนามาปลูกไว้ภายในบริเวณบ้าน ซึ่งเปรียบเสมือนการสร้างป่าครอบครัวหรือการจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านได้อย่างสมดุล โดยไม่ต้องไปเบียดเบียนหรือใช้ประโยชน์จากป่าธรรมชาติอย่างไม่จำกัด

สมาคมสร้างสรรค์ชีวิตและสิ่งแวดล้อม (เอเสด) ตระหนักถึงความจำเป็นในการศึกษาวิจัยและรวบรวมองค์ความรู้ล้านนา เพื่อเป็นการฟื้นฟูและพัฒนาองค์ความรู้ จึงได้ดำเนินการศึกษาวิจัยองค์ความรู้ชุมชนเพื่อการฟื้นฟูและพัฒนาการปลูกพืชและไม้พื้นเมืองภายในบริเวณบ้าน จังหวัดเชียงราย โดยทำการศึกษากลุ่มเป้าหมายที่เป็นกลุ่มคนพื้นเมืองล้านนาชาติพันธุ์ไทลื้อ ไทเขิน และไทยวน ซึ่งเป็นคนพื้นเมืองล้านนาส่วนใหญ่ของจังหวัดเชียงราย ทั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการร่วมกับชุมชนและผู้ทรงคุณวุฒิในท้องถิ่น นักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญทั้งทางด้านสังคมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์องค์ความรู้ชุมชน และนำไปสู่การเผยแพร่เพื่อการฟื้นฟูและพัฒนาต่อไป

พื้นที่ศึกษา

กลุ่มเป้าหมายที่ทำการศึกษาวิจัย เป็นชุมชนท้องถิ่นพื้นเมืองในจังหวัดเชียงราย คือ กลุ่มชาติพันธุ์ไทลื้อ ไทเขิน และไทยวน ครอบคลุม 50 หมู่บ้านในพื้นที่นิเวศลุ่มน้ำสายหลักของจังหวัดเชียงราย 7 สาย คือ ลุ่มน้ำกก, ลุ่มน้ำลาว, ลุ่มน้ำอิง, ลุ่มน้ำโขง, ลุ่มน้ำจัน, ลุ่มน้ำคำ และลุ่มน้ำหงาว ตามพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ 3 ระดับ คือ หมู่บ้านในพื้นที่สูง, พื้นที่ดอน และพื้นที่ราบ

วิธีการ

การศึกษาวิจัยองค์ความรู้ชุมชนเพื่อการฟื้นฟูและพัฒนาการปลูกพืชและไม้พื้นเมืองภายในบริเวณบ้าน จังหวัดเชียงราย เป็นโครงการศึกษาวิจัยที่ใช้กระบวนการดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) กล่าวคือ การให้เกษตรกร ชาวบ้าน และชุมชนมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ และการปฏิบัติได้ในทุก ๆ ขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยกำหนดยุทธศาสตร์ในการดำเนินงานไว้เป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ตั้งแต่เดือนกันยายน 2540 ถึง เดือนสิงหาคม 2541 เป็นช่วงของการศึกษาวิจัยองค์ความรู้ ความคิด ความเชื่อของชุมชนในการปลูกพืชและไม้ภายในบริเวณบ้าน และประสานองค์กร สถาบัน นักวิชาการต่าง ๆ ในการวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ พร้อมทั้งคัดเลือกหมู่บ้านนำร่อง ในการส่งเสริมการปฏิบัติในระยะที่ 2 ของโครงการ จำนวน 5 หมู่บ้าน

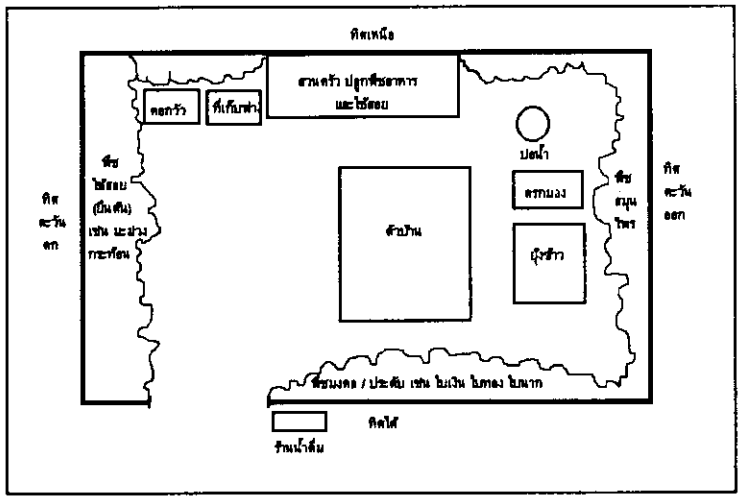
ระยะที่ 2 ตั้งแต่เดือนกันยายน 2541 ถึง เดือนสิงหาคม 2542 เป็นช่วงของการนำผลจากการศึกษาวิจัยที่ผ่านการวิเคราะห์ทุก ๆ ด้าน มาส่งเสริมให้กลุ่มเกษตรกรเป้าหมายทั้งชายและหญิง จากหมู่บ้านนำร่อง 5 หมู่บ้าน อย่างน้อยหมู่บ้านละ 10 ครอบครัว ด้วยการจัดฝึกอบรม ประชุม สัมมนาและสนับสนุนกล้าพันธุ์พืชพื้นเมืองให้กลุ่มเกษตรกรเป้าหมาย

ระยะที่ 3 ตั้งแต่เดือนกันยายน 2542 ถึง เดือนสิงหาคม 2543 เป็นช่วงของการขยายผลการดำเนินงานสู่กลุ่มเป้าหมายและชุมชนนำร่องเพิ่มอีก 10 หมู่บ้าน หมู่บ้านละอย่างน้อย 10 ครอบครัว และให้การศึกษาแก่นักเรียนระดับชั้นประถม 5-6 ในโรงเรียนประจำหมู่บ้านด้วย โดยใช้กระบวนการส่งเสริมและสนับสนุนเช่นเดียวกับการดำเนินงานในระยะที่ 2 ทั้งนี้ ยังได้ดำเนินการสรุปติดตามและประเมินผลโครงการในกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด เพื่อสรุปบทเรียน และ เผยแพร่ประสบการณ์ของโครงการ และเผยแพร่องค์ความรู้ต่อไป

ผลการวิจัย

ภูมิปัญญาของคนพื้นเมืองล้านนานั้น มีฐานที่มาจากความสัมพันธ์ 3 ด้าน คือ ความสัมพันธ์ระหว่างคนกับคน คนกับธรรมชาติ และคนกับสิ่งเหนือธรรมชาติ ความสัมพันธ์ดังกล่าวก่อให้เกิดการสั่งสมทางด้านความคิด ประเพณีและวัฒนธรรมของคนพื้นเมือง สู่การพึ่งพาอาศัยทรัพยากรธรรมชาติ อย่างเป็นระเบียบ เกื้อกูลซึ่งกันและกัน ภูมิปัญญาดังกล่าวได้สั่งสมและสืบเนื่องเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ความสัมพันธ์ทางด้านการใช้ที่ดิน ใช้พันธุกรรม ตลอดจนการมีวิถีชีวิตที่สัมพันธ์กับระบบนิเวศ จึงเป็นเงื่อนไขที่สำคัญในการสร้างวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของคนพื้นเมืองล้านนาไทยมาโดยตลอด (เจริญ, 2540) ด้วยโลกทัศน์ที่เคารพอ่อนน้อมต่อธรรมชาติ ชุมชนล้านนาจึงมีวิถีชีวิตเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับพืชพันธุ์ธรรมชาติ ชุมชนได้พึ่งพา อาศัย เก็บกิน เก็บใช้ ในฐานะเป็นปัจจัย 4 (ชัชวาลย์, 2542)

จากการศึกษาวิจัยองค์ความรู้ชุมชนคนพื้นเมืองในการปลูกพืชและไม้พื้นเมืองภายในบริเวณบ้าน พบว่าคนพื้นเมืองล้านนามีองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านมานาน โดยรู้จักเลือกสรรพันธุ์ไม้ตามธรรมชาติมาปลูกไว้ภายในบริเวณบ้านอย่างสมดุล ตามความคิดและความเชื่อเรื่องโชคลาง ชนิดและประเภทของพืชและไม้ที่คนพื้นเมืองล้านนาเลือกสรรมาปลูกไว้ภายในบริเวณบ้านตามตำแหน่งต่าง ๆ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 183 ชนิด จำแนกตามการใช้ประโยชน์ 4 ด้าน คือ กลุ่มพืชและไม้ที่เป็นอาหาร กลุ่มพืชและไม้ใช้สอย กลุ่มพืชและไม้ที่เป็นยาสมุนไพร และกลุ่มพืชและไม้ที่เป็นมงคล ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1. แผนภาพการปลูกพืชและไม้ภายในบริเวณบ้านของคนพื้นเมืองล้านนา

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งที่ปลูกพืชตามองค์ความรู้ของคนพื้นเมืองล้านนา โดยมีความคิด ความเชื่อในการปลูกพืชตามตำแหน่งต่างๆ ดังนี้

1. กลุ่มพืชและไม้ที่เป็นอาหาร เช่น พืชผักสวนครัวต่าง ๆ นิยมปลูกไว้ทางทิศเหนือหรือรอบ ๆ บ่อน้ำหรือบริเวณหลังบ้าน เพราะบริเวณดังกล่าว เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ อุดมสมบูรณ์ นอกจากนั้นยังใกล้ครัว ซึ่งทำให้ง่ายต่อการเก็บและการดูแลรักษา

2. กลุ่มพืชและไม้ใช้สอย เช่น ไม้ผลยืนต้น และไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น นิยมปลูกไว้ทาง"ทิศตะวันตก ทั้งนี้เนื่องจากความเชื่อของคนพื้นเมืองล้านนาเกี่ยวกับการสร้างบ้าน ที่จะนิยมให้ตัวบ้านเยื้องไปทางทิศตะวันออก หรือมุมใดมุมหนึ่งของบริเวณบ้าน ไม่ให้ตัวบ้านตั้งอยู่กลางพื้นที่ เพราะเชื่อว่า การปลูกต้นไม้ไว้ใกล้บ้านจะทำให้ "ขืด" โดยอธิบายว่า ต้นไม้ใหญ่จะแย่งอากาศหายใจ ทำให้คนอาศัยในบ้านไม่สบาย (มณี, 2537) ดังนั้น จึงพอทำความเข้าใจได้ว่า การที่คนพื้นเมืองล้านนานิยมปลูกไม้ยืนต้นสูง ๆ ไว้ทางทิศตะวันตก ก็เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการที่กิ่งไม้อาจจะล้มหักใส่ตัวบ้าน นั่นเอง

3. กลุ่มพืชและไม้ที่เป็นยาสมุนไพร เช่น ปิ๊ดปิวแดง (เจตมูลเพลิงแดง), ปิ๊ดปิวขาว (เจตมูลเพลิงขาว) เป็นต้น นิยมปลูกไว้ทางทิศตะวันออก โดยมีความเชื่อว่า ทิศตะวันออกเป็นทิศแห่งความเจริญรุ่งเรือง จึงมีความสำคัญต่อชีวิตคนในบ้าน แม้แต่การนอนก็ยังต้องหันศีรษะไปทางทิศตะวันออก ดังนั้น จึงนิยมปลูกพืชที่เป็นยาสมุนไพรซึ่งเกี่ยวข้องกับการรักษาชีวิตคนไว้ทางทิศตะวันออก แต่เมื่อวิเคราะห์แล้ว พบว่า บริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่ตั้งของยุ้งข้าว และครกมอง (ครกกระเดื่อง) ซึ่งจะทำให้พื้นดินอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การปลูกพืชและไม้ชนิดต่าง ๆ

4. กลุ่มพืชและไม้ที่เป็นมงคลและไม้ประดับ นิยมปลูกไว้ทางทิศใต้ หรือหน้าบ้าน โดยมีความเชื่อว่า การปลูกพืชที่มีชื่อเป็นมงคล เช่น มะยม ปลูกเพื่อให้บ้านเป็นมหานิยม เป็นต้น และนอกจากนั้นพืชบางชนิดที่เกี่ยวข้องกับพิธีกรรมทางศาสนาที่คนพื้นเมืองนิยมนำส่วนดอกไปบูชาพระ เช่น ดอกเก็ดถะหวา (ดอกพุดซ้อน) ก็ยังถือว่าเป็นพืชมงคลด้วย การที่คนพื้นเมืองมีความเชื่อดังกล่าว เนื่องจากว่าทิศใต้เป็นทิศที่ตั้งของบริเวณหน้าบ้าน การปลูกพืชที่มีดอกสวยงามและมีชื่อเป็นมงคลจะสร้างความน่าอยู่ให้แก่บริเวณบ้าน

องค์ความรู้ของคนพื้นเมืองล้านนาดังกล่าว ชี้ให้เห็นถึงภูมิปัญญาในการผสมผสานองค์ความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์และชีววิทยาของพืชกับความเชื่อเรื่องโชคลาง ซึ่งถือได้ว่าเป็นกุศโลบายในการจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านได้อย่างลึกซึ้ง

บทวิจารณ์

สังคมล้านนาชุมชนจังหวัดเชียงรายในปัจจุบัน ได้เปลี่ยนไปตามการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ส่งผลต่อวิถีชีวิตของชุมชนที่พึ่งตนเองและเคารพธรรมชาติให้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว องค์ความรู้ในการจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านของคนล้านนาจึงมีแนวโน้มที่จะสูญหาย หากไม่มีการถ่ายทอดองค์ความรู้ดังกล่าวสู่คนพื้นเมืองล้านนาปัจจุบัน

คำถามจึงมีอยู่ว่า บรรพบุรุษชุมชนล้านนาอาศัยพลังอะไรมาขับเคลื่อนในการถ่ายองค์ความรู้ในการปลูกพืชและไม้ภายในบริเวณบ้าน คำตอบอาจจะชัดเจนมากขึ้นหากเราทำความเข้าใจเงื่อนไขทางสังคมและวัฒนธรรมล้านนา ที่แน่นแฟ้นด้วยระบบเครือญาติ และที่สำคัญการดำรงชีวิตของคนพื้นเมืองล้านนาไม่ได้ถูกแยกออกจากธรรมชาติ

ปรากฏการณ์ที่น่าเป็นห่วงเกี่ยวกับอนาคตขององค์ความรู้ชุมชนเหล่านี้ คือกระแสความคิดของสังคมบริโภคในปัจจุบันได้ทำลายคุณค่าของการใช้พืชผักเหล่านี้ของชาวบ้าน ซึ่งได้สะท้อนออกมาจากความคิดของคนพื้นเมืองล้านนารุ่นใหม่ที่มักจะให้คุณค่าของการกินพืชผักที่เก็บข้างรั้วไม่ต่างอะไรกับการกินหญ้าของวัว ควาย ขณะที่การกินพืชผักที่ถือว่าพัฒนาแล้วหมายถึงพืชผักจากตลาดเป็นหลัก (มนตรี, 2542) นอกจากนี้ การเร่งส่งเสริมการปลูกพืชเศรษฐกิจไม่ว่าโดยรัฐหรือเอกชนให้ปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดเดียว จะก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อองค์ความรู้ดั้งเดิมของชุมชนคนพื้นเมืองล้านนาให้สูญหายไปได้

หากคนพื้นเมืองล้านนารุ่นใหม่มองเห็นคุณค่าขององค์ความรู้ ภูมิปัญญา รู้บุญคุณและห่วงใยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงประเพณีวัฒนธรรมของตน อันเป็นรากฐานของชีวิต ซึ่งเกี่ยวโยงกับสรรพสิ่งรอบตัวที่เอื้อประโยชน์

ต่อกัน พลังและศักยภาพของคนพื้นเมืองล้านนารุ่นใหม่จะถูกสร้างสรรค์และพัฒนาให้เติบโตขึ้นจากรากฐานที่แข็งแกร่งอย่างยิ่ง (นุสรา, 2542)

แนวทางการพัฒนาที่นำเสนอในการศึกษาวิจัยนี้คือ การฟื้นฟูองค์ความรู้ชุมชนท้องถิ่นซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการกำหนดทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมทั้งในระดับชุมชนและระดับชาติ การฟื้นฟูและส่งเสริมการศึกษาและรวบรวมองค์ความรู้ชุมชนในการปลูกพืชและไม้พื้นเมืองดังกล่าวนี้ ควรจะขยายการศึกษาให้ครอบคลุมชุมชนชาติพันธุ์ต่าง ๆ ทุกภูมิภาค เพราะนอกจากจะเป็นพื้นฐานในการพัฒนาชุมชนให้สามารถพึ่งตนเองได้แล้ว การอนุรักษ์ฟื้นฟูและพัฒนาการปลูกพืชและไม้พื้นเมืองภายในบริเวณบ้านนี้ ยังเป็นการอนุรักษ์พันธุ์พืชพันธุ์ไม้พื้นเมือง ตลอดจนเป็นการฟื้นฟูสภาพนิเวศและสิ่งแวดล้อมชุมชนได้ด้วย

บทสรุป

การศึกษาวิจัยองค์ความรู้ชุมชนเกี่ยวกับการจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านของคนพื้นเมืองล้านนา จังหวัดเชียงราย ทำให้เราได้ค้นพบถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นล้านนาไทย ที่มีวิถีการดำรงชีวิตไม่แยกตัวออกจากระบบธรรมชาติ มีองค์ความรู้ในการเลือกสรรพันธุ์ไม้ในธรรมชาติมาจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านของตนได้อย่างเหมาะสมกับทิศทางแสงแดด ทิศทางลม และการมีความเชื่อต่าง ๆ ที่เปรียบเสมือนเป็นเกราะป้องกันการทำลายระบบธรรมชาติได้เป็นอย่างดี องค์ความรู้ดังกล่าว ทำให้เรามีความเชื่อมั่นในภูมิปัญญาท้องถิ่นล้านนาไทยมากยิ่งขึ้น ในการจัดการดูแลรักษาพันธุ์พืชพันธุ์ไม้พื้นเมืองให้สืบทอดจากรุ่นสู่รุ่นได้โดยไม่มีการเบียดเบียนระบบธรรมชาติเลย

หวังเป็นอย่างยิ่ง ที่จะให้เกิดการตื่นตัวของชุมชนท้องถิ่นและองค์กรชาวบ้าน ที่ต้องการจะหันกลับมาศึกษาองค์ความรู้ที่เป็นวัฒนธรรมของชุมชนล้านนาและฟื้นฟูวิถีชีวิตแบบพึ่งตนเอง โดยอาจจะมีลักษณะผสมผสานกับวิถีชีวิตสมัยใหม่อย่างเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 340003

และต้องขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ยิ่งยง เทาประเสริฐ จากสถาบันราชภัฏเชียงราย ที่ให้คำแนะนำ วิธีคิด และมุมมองการตีความประเด็นต่าง ๆ ทำให้การดำเนินงานศึกษาเป็นไปอย่างรอบด้าน อาจารย์แปลก เดชะบุญ นักวิชาการทางด้านการเกษตรยั่งยืน จากวิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยี เชียงราย ที่ให้คำปรึกษาด้านชีววิทยาพันธุ์พืชพันธุ์ไม้พื้นเมือง และการผสมผสานความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์การเกษตรให้เข้ากับองค์ความรู้ของชุมชนท้องถิ่นได้อย่างเหมาะสม คุณบุญยัง ชุมศรี และ คุณชรินทร์ แจ่มจิตต์ ผู้ทรงคุณวุฒิทางวัฒนธรรมล้านนา จากสภาวัฒนธรรมจังหวัดเชียงรายที่คอยให้คำปรึกษาด้านวัฒนธรรมล้านนา และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมที่ทำให้โครงการศึกษาวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง บรรลุผลตามเป้าหมายทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

เจริญ คัมภีรภาพ. 2540. สิทธิชุมชนและทรัพยากรชีวภาพในสังคมไทย, สารัตถะแห่งสิทธิชุมชนในทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่น. เครือข่ายสิทธิภูมิปัญญาไทย, กรุงเทพฯ.

ชัชวาลย์ ทองดีเลิศ. 2542. ดินแดนแห่งทรัพยากร. สืบสานล้านนา สืบต่อลมหายใจแผ่นดิน, เชียงใหม่.

นุสรา เดียงเกตุ. 2542. สีสันพรรณไม้. สืบสานล้านนา สืบต่อลมหายใจแผ่นดิน, เชียงใหม่.

มณี พยอมยงค์. 2537. ประเพณีสิบสองเดือน ล้านนาไทย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มนตรี จันทวงศ์. 2542. วิถีชีวิตพื้นบ้าน. อนุรักษ์พันธุกรรม สืบสานล้านนา สืบต่อลมหายใจแผ่นดิน, เชียงใหม่.

BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE THAI HIGHLANDS: HUMAN USE OF WILDLIFE

Waranoot Tungittiplakorn[1], Philip Dearden[2] and Chusak Wittayapak[3]

[1]Biodiversity Use and Conservation Asia Program, The Development Fund, Norway

[2]Department of Geography, University of Victoria, British Columbia, Canada

[3]Department of Geography, Faculty of Social Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202, Thailand

บทคัดย่อ

การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพบนพื้นที่สูงในประเทศไทย: กรณีของชุมชนกับสัตว์ป่า

วรนุช ตั้งอิทธิพลากร[1], ฟิลิปส์ เดียร์เด็น[2] และ ชูศักดิ์ วิทยาภัค[3]

[1]Biodiversity Use and Conservation Asia Program, The Development Fund, Norway

[2]Department of Geography, University of Victoria, British Columbia, Canada

[3]ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

ผลการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของชาวมังที่มีต่อสัตว์ป่า พบว่าความสัมพันธ์ในทางประเพณีความเชื่อเกี่ยวกับสัตว์ป่าลดความสำคัญลงจากในอดีตมาก การขยายตัวของพืชเศรษฐกิจทำให้ชาวมังมีเวลาที่จะเข้าป่าล่าสัตว์ลดลง การติดต่อกับตลาดบ่อยครั้งขึ้นทำให้คนมังซื้อเนื้อสัตว์จากพื้นราบมากขึ้น และคนรุ่นใหม่หันเหความสนใจจากป่าไปสู่เมือง จึงอาจกล่าวได้ว่าพืชเศรษฐกิจมีผลดีทางอ้อมต่อการอนุรักษ์สัตว์ป่าในแง่ลดความถี่ของการล่าสัตว์ของแต่ละบุคคล และลดความสนใจและความชำนาญในการล่าของคนบางกลุ่มลง อย่างไรก็ดีเศรษฐกิจที่ดีขึ้นมิได้มีผลพอเพียงในการอนุรักษ์สัตว์ป่าที่ลดจำนวนลง เนื่องจากเหตุผลในการล่าสัตว์ของชายมังมิใช่เพื่ออาหารเพียงอย่างเดียว จากการสัมภาษณ์พบว่าผู้ล่าสัตว์ส่วนใหญ่ล่าสัตว์เพื่อพักผ่อนหย่อนใจ อันเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมของชายชาวมัง ดังนั้นการพัฒนาทางเศรษฐกิจจึงเป็นเพียงส่วนหนึ่งของภาพรวมเท่านั้น แม้ว่าชายมังแต่ละคนจะล่าสัตว์ลดลง ประชากรในหมู่บ้านที่เพิ่มมากขึ้นก็ยังผลให้แรงกดดันต่อประชากรสัตว์ป่ามิได้ลดลงมากนัก นอกจากนั้นอาวุธปืนที่มีประสิทธิภาพยังเพิ่มประสิทธิผลของการล่าให้สูงขึ้น ยานพาหนะก็มีส่วนช่วยให้การไปล่าสัตว์รวดเร็วและห่างไกลจากหมู่บ้านมากขึ้น เนื่องจากการขาดข้อมูลจำนวนสัตว์ป่าในอดีตและปัจจุบันจึงเป็นการยากที่จะตัดสินว่าแรงกดดันต่อประชากรสัตว์ป่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง อย่างไรก็ตามจากรายงานของชาวบ้านในทุกหมู่บ้านพบว่าสัตว์ป่าแทบทุกชนิดมีจำนวนลดลงเรื่อย ๆ และบางชนิดสูญพันธุ์ไปจากป่าบริเวณรอบหมู่บ้าน ซึ่งอาจเป็นสิ่งชี้แนะว่าประชากรสัตว์ป่าที่ถูกล่ายังคงสูงกว่าประชากรสัตว์ป่าที่เกิดใหม่ ชาวมังจำนวนมากเห็นด้วยกับการอนุรักษ์สัตว์ป่าและได้มีความพยายามในอดีตที่จะห้ามการล่าสัตว์บางชนิด แต่ไม่ประสบความสำเร็จมากนักเนื่องจากผู้ไม่ให้ความร่วมมือบางคนทำให้การรักษากฎเป็นไปได้ยาก การล่าสัตว์กับชาวมังนั้นเป็นสิ่งที่ถ่ายทอดทางวัฒนธรรมมายาวนานตั้งแต่สมัยที่สัตว์ป่ายังมีอยู่ชุกชุมจนกระทั่งสัตว์ป่าจำนวนมากใกล้สูญพันธุ์อย่างเช่นในปัจจุบัน การที่จะให้ชาวบ้านหันมาอนุรักษ์สัตว์ป่านั้นจึงต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมอย่างช้า ๆ โดยผ่านการสื่อสารอย่างมีระบบ การใช้อุปกรณ์การสื่อสารที่น่าสนใจ เช่น วีดีทัศน์ในการชักจูงให้ชาวบ้านเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์สัตว์ป่า การสื่อสารกับเด็ก ๆ เป็นประจำผ่านโรงเรียนประจำหมู่บ้าน เหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการอนุรักษ์สัตว์ป่าในระยะยาว

คำหลัก: การอนุรักษ์, พื้นที่สูง, สัตว์ป่า

INTRODUCTION

In the last two decades increased attention has been given to the human aspect of biodiversity conservation. Social scientists were urged to carry out research "to determine how local people manage their resources, how changes in resource availability and land use affect human behaviour" (McNeely *et al.,* 1990:13). In Thailand, the conversion of natural areas to other uses has resulted in a large proportion of the remaining forests restricted to less accessible areas, often at higher elevations. These areas are inhabited by many culturally-distinct communities. However, centrally designed conservation policies have rarely taken into account the possible differences of economic and cultural conditions of these societies and their implications for the conservation effort. Moreover, research on biodiversity conservation in Thailand have traditionally been skewed towards plant and forest

conservation more than wildlife conservation. This study attempts to fill this gap of information and concentrates on the relationships between highland people and wildlife, using the case of the Hmong people, the largest group of pioneer swiddenners in the Thai highlands. The Hmong have become one of the important groups that influence biodiversity conservation in the highlands because of their communities' proximity to protected areas.

METHODOLOGY

The principle researcher interviewed Hmong villagers in 5 communities in Chiang Mai, Nan and Mae hong Son provinces about various aspects of their relationship to wildlife. The interview questions were mostly indirectly posed in the context of protein food sources and other economic and cultural activities. The researcher also used participatory observation, including accompanying villagers to a hunting trip. More in-depth studies were done in two villages in Nan and Chiang Mai where the principle investigator stayed alternatively between January and November 1996. Men, women and children are interviewed separately to investigate the differences between the uses of wildlife among these groups and to cross-check information. The researcher understands basic Hmong language and speaks northern Thai dialect. In order to gain access to Hmong villages, she was accompanied by Hmong research assistants and agreed not to disclose the names of the villages to avoid adverse impact on the village due to sensitive information on illegal hunting. Extensive literature review on relationships between various groups of highland minorities and wildlife has also been carried out.

RESULTS

Highlanders' Relationships to Wildlife

Wildlife are present in myths, folktales and religious beliefs of all highland groups in Southeast Asia. Common themes throughout most groups are the beliefs that large animals are spirited beings and the belief in possible transformation between wild animals and human (see Tungittiplakorn 1998, chapter 7 for literature review of this subject). Although, selected species are revered, historical records show that highland hunters in all groups hunted most species. The reverence manifested in the rituals to appease the dead animals' spirits after the hunts. More current literature, however, asserts that certain groups, such as the Karen in some areas of Thailand, are vegetarians and do not hunt (Singhasakorn, 1996; Thongmak and Hulses, 1993). Reviews of a wide range or records and current observation suggest that this is a local phenomenon, not universal among all Karen. Literature review points to the similarities of hunting patterns and rituals across all groups, an important perspective to keep in mind when reading about hunting by a particular group.

Hunting in the Study Villages

The socialization of hunting

Small Hmong boys receive cross bows or slingshots as one of their first toys. The traditional role of hunters were thus encouraged early in life. With small crossbows and slingshots they kill mainly small birds and rodents which they eat as snacks or discard. In mid teen years the majority of the boys are allowed to handle shotguns. Interviews with 28 boys in fifth and sixth grade (age 10-14) in 4 villages show that 61% had never used shot gun to hunt while 39% had. The youngest age of gun handling was 9 years old. Boys generally accompany their fathers or older brothers on short hunting trips. By mid teens, groups of cousins or friends are formed and short hunting trips that may include overnight stay in the forest was a usual occurrence. A few older boys begin to join adult hunting groups. Few develop exceptional skills as hunters. Many Hmong boys who study in the lowland towns join hunting trips only when they come home during the school breaks. Hunting by young boys are mainly a social activity, usually, no particular animals are stalked. Anything that comes

into their path is shot. Animals shot in the forests are normally eaten there, but sometimes brought home to be shared with the families.

It is normal that Hmong men start families by their late-teen. When they have 2-3 children, the frequency of hunting generally reduced due toother responsibilities. Villagers suggested that frequency of hunting depend on the time available from other economic activities, the quality of the weapon one has, the amount of wildlife in the area, and personal preferences. Exceptionally poor families (often those with opium addicts) seem to rely heavily on small animals (rodents) for subsistence. There are no clear patterns among the middle and high income groups.

Hunting patterns

There are no seasons where the Hmong, as a group, abstain completely from hunting. The hunting frequency is highest in the dry season when agricultural work is lighter. Keen hunters, on the other hand, prefer the early rainy season because the wet, soft ground does not create loud noise when trampled upon. Seasons when animals are mating are a popular hunting time. In general, the types of hunt can be divided as follows.

1. Animal drive. During agricultural lag time from January to April (dry season), Hmong men regularly form groups to hunt larger mammals such as deer (*Muntiacus muntjak)*, wild pig (*Sus scrofa*) and serow (*Capricornis sumatraensis*). A rumour of an animal wandering near the village will set of several of these expeditions. The size of the group varies and can be as many as a dozen men. Each man has a muzzle loader or a shotgun except for the owner of the hunting dogs. The men assemble early in the morning and ride on trucks or motorcycles to the areas where they believe the animals were last spotted. When reaching the approximate area, the vehicles are left on the road and the hunters walk off into the forest, or more likely, in old swidden fields. The hunting dog runs ahead of the men and barks when it finds an animal. The men run after the dogs, spreading out to cover a large area. If the animals are shot, it is divided equally among the group. In some circumstances, the one who shot the animals got the best piece of the meat.
2. Hunting band. Since large animals are becoming scarce, animal drive no longer occur as frequently as in the past. A small group hunt is practiced more often through out the year, particularly by young men. This type of hunting may aim for larger mammals but more often ends up with smaller animals. Nocturnal animals are often killed by such group.
3. Solitary hunting. Solitary hunting are practiced by few exceptionally skilled hunters. These hunters usually look for specific species such as jungle fowls (*Gallus gallus*), but could also hunt randomly. Trapping is usually done by these hunters.
4. On-the-way hunting. On a daily basis, a farmer carries a gun with him and may shoot wild animals on the way to and from the fields. This type of hunting does not occur as frequently as in the past, particularly where the village fields are so extensive that the distance from most people's fields are a long way from the edges of the forest.

Hunting tools

Historically, the Hmong and other highland groups used crossbows and home-made muzzle-loaders as their main hunting tools. Today the crossbow is nearly obsolete. While many men still use muzzle-loaders, manufactured shotguns are becoming more popular. A few shotguns also has rifle scopes. By attaching a snare to the trigger of a gun, the Hmong hunter can set a trap that will shoot at animals without the presence of the hunters. This was previously a common method for catching wildcats. Today it is occasionally used to shoot jungle fowl.

Trap-making is in decline because too few animals pass each particular area. The knowledge of how to construct traps are thus waning among the young generation, with the exception perhaps of the glue trap (*za cuab noog*), which is used to capture green pigeons and

parakeets. The glue trap consists of wooden sticks dipped in a gluey substance. This substance can be made of various plant saps, one being the root of *Mussaenda parva* (Anderson, 1993). The hunters place the sticks on tree branches where birds like to perch. The birds are caught by the glue and the hunters capture them alive. Today many hunters do not mix the substance themselves, but have turned to commercial rat glue (*gao dak nuu*).

Nets are often used together with decoys or bait to capture ground birds. Decoy birds are placed in a bamboo coop and set where the wild birds frequent. Decoy bird calls attracts curious wild birds who are then caught in the net.

Simple tools such as a wooden stick may be used to hit bats or porcupines in front of their caves. Squirrels living in tree trunks are sometimes pierced with sharp spears. Sling shots are used by the children. Commercial poison is used to kill rats and squirrels that destroy rice and corn and also to kill wild dogs that attack domestic animals.

Attitudes toward Wildlife

Hmong attitudes towards different species vary. In general, we may categorize them into 6 types.

1. Pest species. Species that attack livestock are the most disliked of all species. These are wild dogs, wild cats, civets, tigers and leopards. The second most disliked are the species that damage crops such as macaques, wild boars, bears, porcupines, squirrels, rats and birds.
2. Taboo species. Snakes and tiger are associated with evil spirits. Most people will not eat snakes, especially women. Tigers are practically extirpated from northern Thailand but are still feared by the Hmong.
3. Popular food species. Some species are hunted specifically for food. These are wild pigs, barking deer, jungle fowl, partridge, quails, porcupine and pangolin. Birds and squirrels are also popular among children.
4. New food species. Certain species that are not normally eaten by Hmong people have become an accepted diet by the younger generations. These are serow, hog badger, civets, bats, jungle monitor and snakes.
5. Amicable species. A species that seems to be a favourite among the Hmong today is gibbon (*Hylobates lar*). Johnson (1985) interviewed the Hmong from Laos and reported that solitary gibbon are believed to be a forest spirit (*dab phim nyuj vais*) and will thus not be killed by the Hmong. This belief is not present among the Thai Hmong. Historical records do not show that the Hmong treated gibbon differently from other wild animals. Interviews done during this study also found that gibbons are sometimes shot and eaten or sold to lowlanders. Nevertheless, today all villages visited have rules against killing gibbons. Reasons given for their fondness of gibbons are that 1) gibbons resemble human (have no tails) 2) They do not destroy crops and 3) they have beautiful calls.
6. Species regarded with indifference. These are species that are killed and eaten when the Hmong opportunistically come across them. Examples of such species are binturong, langur, loris, marten, etc.

   Although several authors point to the importance of wildlife as protein food source among the highlanders in Thailand (Dearden, 1995), 80% of the men being interviewed in this study gave recreation as the main reason for going hunting. The majority of the Hmong wives do not want the men to go hunting. Some worry about the men's safety, but most thinks that the time is better spent in the agricultural fields.

Indigenous Conservation

The Hmong in many villages have rules which prohibit hunting of certain species such as gibbon and sambar deer. In general, the rules have relatively limited impacts in safeguarding the population of wildlife in a surrounding vicinity for the following reasons.

1. Hunting is deeply rooted in the Hmong culture. Most villagers may agree to abstain from hunting a certain species, but punishing those who break the rule often creates conflicts within the communities.
2. Indigenous conservation faces the classic common property problem of free-riders when individual benefits override the common goods. In one of the study villages, the villagers agreed to preserve a herd of sambar deer (*Cervus unicolor*) that were grazing near the village and were able to maintain the herd for a decade due to strong charismatic leadership. However, once someone began to shoot a deer because it wandered into the field and ate his crop, the others felt they also should shoot some deer if they damaged their crops. Also, outside hunters began to kill some animals. The Hmong village headmen appealed to the district office and other headmen in the area but was not supported by the others who did not have wildlife conservation in their agenda. Soon, some Hmong villagers started killing the deer themselves, resulting in the extirpation of the sambar deer at the end.
3. The current situation is that wildlife conservation depends heavily on the commitment of the leaders. Change in leadership from those who care about conservation to those who do not often meant the collapse of the previous conservation regulations.
4. The high prices of wild meat in the lowlands are incentives to hunting.
5. Indigenous conservation are limited to few amicable species. It will be difficult to expect the conservation of species that are considered pests by the villagers.

DISCUSSION

The results of this study suggest that cash crop cultivation reduce the time available for hunting. It also indirectly gives highlanders access to other sources of protein from the markets and diverts the interests of many Hmong away from the forests. This may lead to a conclusion that highlanders' increased involvement in cash crop economy contributes indirectly to the conservation of wildlife. It is true that each Hmong man hunts less frequently and kills fewer animals in a lifetime compared to his forefathers. However, on the whole, the pressure of hunting does not decrease. The lack of wildlife inventory makes it difficult to know the actual level of pressure on animal population, but reports by all villages about the continued decline of all species and the extirpation of several species are evidences of this pressure. Furthermore, the population increases in all communities and weapons used for hunting are more sophisticated. Higher mobility aided by the newly acquired vehicles makes hunting trips shorter and easier. The view that economic improvement is a panacea for wildlife conservation is based on the assumption that people hunt because they are hungry or because they have no choice. As the results of this study shows, hunting is not simply a survival strategy of the highlanders, and raising income or providing other sources of protein will not automatically lead to wildlife conservation.

The approach to wildlife conservation in the Thai highlands lies in communication, education, co-management/enforcement, and incentives.

1. Systematic investment in communication and education should be carried out by the government and non-government organizations involve with wildlife conservation. Firstly, conservation cannot be successful without the belief and commitment of the leaders in the Hmong communities. Once the leaders are convinced of the value of wildlife, conservation officers should solicit their knowledge on the best approach to carrying out conservation in the villages. Conservation managers should not leave it to the leaders alone to implement the difficult tasks. It is important that conservation managers send a strong message of support to the leaders inside and outside the villages.
   Education programs should be designed by professionals and include more engaging visual aids such as video presentations, as opposed to dry speeches. Park officials can be instrumental in conservation education by visiting village schools regularly, equipped

with good educational tools and programs. Building good relationships with highland children will lessen the fear and mistrust between the two sides and, in the long run, garner conservation attitudes among the villagers. Since this types of activities are not traditional roles of park/forestry officials, the officials should be fully supported by special training and tools to implement the communication/education program.

2. As seen in all of the case studies, it is difficult for local people alone to enforce management rules on such an open-access resource. Leaders find it difficult to actually punish the wrong doers because hunting has always been a part of the highland cultures. Even when the local institutions are strong, inability to exclude outsiders will erode the effectiveness of the rules. Worst of all, if the leadership is corrupt, even strong institution can corrode. This stark reality calls for co-management rather than community management of wildlife in the highlands. The role of the government officials will be to support the leaders strongly in carrying out the management rules (such as by being present when cases are being decided). Another role the park managers can take is in controlling weapons in the villages. Again, the measures for gun control must come from careful consultation with the village leaders.
3. In many cases when villagers try to conserve wildlife they receive little outside support. The government should systematically search for and recognize the positive efforts done by villagers. This may range from rewards that cost very little such as giving a framed certificate to households that voluntarily give up their guns to the parks[1]. More costly but worthwhile incentives are education scholarship for children of villages that has good conservation records. Credits should be given to the Hmong who give up their traditional rights to help conserve biodiversity.
4. Lastly, wildlife trade in the lowlands is an important influence to hunting in the highlands. On-going campaigns to educate consumers (through well-made television advertisement, for example) coupled with serious punishment against restaurants and traders are crucial to the success of conservation in the highlands.

CONCLUSIONS

Hmong people may have contributed, along with other people, to the extirpation of wildlife in the Thai highlands. Yet, the success of biodiversity conservation depends on their attitudes and commitment. This study finds the encouraging trends that individual Hmong hunts less often than his forefathers. The dependency on wildlife for food is no longer significant and current economic activities allow less time for hunting. The study also finds many communities' attempts to conserve selected wild species. However, indigenous conservation faces many limitations. First, hunting is deeply-rooted in the Hmong culture and consensus on hunting ban is difficult to reach. Second, the Hmong are not likely to conserve species that are considered pests. Third, it is difficult to punish free-riders because of the open-access nature of the resource. These lead to the need for co-management between the government and the communities. The government role is to give strong support to local leaders who are implementing positive conservation measures. Because hunting is practiced for cultural reasons rather than for survival needs, emphasis on economic improvement for conservation may not be applicable in the Hmong case. The best long-term approach seems to lie in well-designed education program and good communication between conservation agencies and the communities.

[1]Many Hmong are wondering where the hundreds of guns they have given up have been kept. Some of the home-made old guns should be kept in the museums of ethnography, which could even be built by the forestry department where highlanders can bring their children to see.

ACKNOWLEDGEMENTS

The field work of this study was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 539011. The authors would like to thank Dr. Visut Baimai, Dr. Warren Brockelman, Dr. Peter and Sally Kunstadter, Royal Forestry Officers, and the Hmong people who advice and help during the field work.

REFERENCES

ANDERSON, E. F. 1993. Plants and people of the golden triangle: ethnobotany of the hill tribes of northern Thailand. Dioscorides Press, Portland.

DEARDEN, P. 1995. Development and biocultural diversity in northern Thailand. Applied Geography 15 (4): 325-340.

JOHNSON, C. 1985. Myths, legends and folk tales from the Hmong of Laos. Linguistics Department, Macalester College, Minessota.

MC NEELY, J. A., K. R. MILLER, W. V. REID, R. A. MITTERMEIER, AND T. B. WERNER. 1990. Conserving the world's biological diversity, Gland, Switzerland: IUCN, WRI and WB.

SINGHASAKORN, N. 1996. Karen and Thung Yai Naresuan, How people and forest coexist., In Krungthep Thurakit, 3 September, p. 1. In Thai.

THONGMAK, S. AND D. HULSES. 1993. The winds of change: Karen people in harmony with world heritage. In The law of the mother: protecting indigenous peoples in protected areas, Elizabeth Kemf (ed.), Sierra Club Books, San Francisco.

TUNGITTIPLAKORN, W. 1998. Highland cash crop development and biodiversity conservation: The Hmong in northern Thailand. Ph.D. Dissertation. Department of Geography, University of Victoria, British Columbia, Canada.

การศึกษาพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นยาดองเหล้าในภาคเหนือของประเทศไทย

สันติ วัฒฐานะ, ภาวิณี กุมเพชร, ถนอม ทองกูล, วรนุช ละอองศรี และ พิทักษ์ ปัญญาจันทร์
ฝ่ายวิจัย สำนักวิชาการ องค์การสวนพฤกษศาสตร์ อ. แม่ริม เชียงใหม่ 50180

ABSTRACT

A STUDY ON MAKING SPIRIT LIQUORS FOR HERBAL MEDICINES IN NORTHERN THAILAND

S. Watthana, P. Kumpet, W. La-ongsri, T. Thongkul and P. Panyachan
Research Section, Technical and Research Office, Botanic Garden Organization, Mae Rim District, Chiang Mai 50180

A study on making spirit liquor for use as herbal medicines in Northern Thailand was conducted to collect local wisdom on plant species, spirit liquor formulae and their drug properties. Living specimens of plants used in spirit liquors were planted at Botanic Gardens for further study. Information was gathered from local practitioners. Specimens of plants were collected for identification. From the study that was conducted during the period, July 1996-October 1997, there were 91 tincture formulae, and 242 plant species used in the preparation of spirit liquor. Plants of 209 species, 166 genera and 77 families were identified. Twelve species were identified only to genus and 21 species are unknown. Seventy species were planted at Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai. Some major plants of high value as medicinal plants for making spirit liquor in Northern Thailand are: *Piper* sp., *Caesalpinia sappan, Plumbago indica, Betula alnoides, Securidaca inappendiculata, Ventilago denticulata, Piper nigrum, Reissanthia grahamii, Hiptage bengalensis* var. *candicans, Piper retrofractum, Piper* sp., *Elephantopus scaber, Croton oblongifolius, Polygala chinensis, Polygala crotalarioides, Solanum aculeatissima, Croton birmanicus, Cassia fistula, Leea indica, Tinospora crispa, Cassia siamea,* and *Vitex trifolia.*

Key words: Northern Thailand, spirit liquor, herbal medicine

บทนำ

ยาดองเหล้า เป็นยาสมุนไพรอีกกลุ่มหนึ่งที่กำลังให้ความสนใจกันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวชนบทในภาคเหนือ เห็นได้จากมีร้านขายยาดองเหล้าวางจำหน่ายอยู่ทั่วไป เนื่องมาจากความเชื่อในเรื่องของสรรพคุณที่เน้นเกี่ยวกับการบำรุงกำลัง บำรุงกำหนัด และเป็นยาอายุวัฒนะ ประกอบกับง่ายต่อการเตรียม และมีอายุการใช้งานได้นาน

ยาดองเหล้า เป็นยาสมุนไพรที่เตรียมจากการนำสมุนไพรมาแช่ด้วยเหล้า โดยเหล้าจะเป็นตัวทำละลาย (จีรเดชและอรัญญา, 2537) หลักการของการทำยาดองเหล้านอกจากจะใช้แอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายแล้ว ยังเป็นการถนอมรักษายาวิธีหนึ่งด้วย เนื่องจากไม่บูดเน่าง่าย ส่วนของพืชที่ใช้ทำยาดองเหล้า ส่วนใหญ่จะใช้ ราก ลำต้น เถา หรือแก่น และจากการที่มีผู้นิยมบริโภคกันมาก จึงมีโอกาสทำให้พันธุ์พืชเหล่านั้นเริ่มลดลงและหายากขึ้น การใช้ยาอย่างสิ้นเปลืองและไม่ถูกวิธีก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พืชสมุนไพรเหล่านี้มีโอกาสสูญพันธุ์ได้เร็วยิ่งขึ้น สมุนไพรที่ใช้ทำยาดองจึงเป็นพืชอีกกลุ่มหนึ่งที่ควรศึกษาข้อมูลเบื้องต้นอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรพืช และภูมิปัญญาท้องถิ่น

ข้อมูลที่รวบรวมได้เกี่ยวกับการใช้พืชชนิดต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ในการอนุรักษ์ ขยายพันธุ์ และส่งเสริมให้มีการใช้อย่างถูกวิธี ตลอดจนนำไปศึกษาวิจัยทางพฤกษเคมีขั้นสูงต่อไป

พื้นที่ศึกษา

ในพื้นที่อำเภอฝาง, อำเภอเชียงดาว, อำเภอพร้าว, อำเภอแม่แตง, อำเภอแม่ริม, อำเภออมก๋อย, อำเภอหางดง, อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่, อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน, อำเภอแจ้ห่ม, อำเภอวาว, อำเภอเถิน, อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง, อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา, อำเภอปัว, อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน, อำเภอคีรีมาส จังหวัดสุโขทัย

วิธีการ

1. รวบรวมข้อมูลสูตรตำรับยาดองเหล้า ชื่อพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนประกอบ ส่วนที่ใช้ ปริมาณ และสรรพคุณ โดยการสอบถามจากหมอยาพื้นบ้าน และรวบรวมจากตำรายาล้านนา นอกจากนี้ยังรวบรวมสูตร ชื่อพืช และส่วนของพืชที่นำมาปรุงเป็นสูตรยาดองเหล้าจากร้านขายยาในภาคเหนือด้วย

2. ศึกษาและเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ในภาคสนามกับหมอยาและนักพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน โดยเก็บตัวอย่างใบ ดอก และผล เพื่อนำมาวิเคราะห์หาชื่อทางพฤกษศาสตร์ที่ถูกต้อง พร้อมทั้งถ่ายภาพ และเก็บข้อมูลจากภาคสนาม เช่น นิเวศวิทยา รูปร่าง ลักษณะ สีของดอกและผล เป็นต้น

3. รวบรวมตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ ต้นกล้า ชนิดที่มีจำนวนมาก มาปลูกและขยายพันธุ์ในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เพื่อเป็นต้นจริงสำหรับการศึกษาต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2539 ถึงเดือนตุลาคม 2540 สามารถรวบรวมสูตรตำรับยาดองได้ทั้งหมด 91 สูตร พบพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบของยาดองเหล้า 242 ชนิด สามารถวิเคราะห์ชื่อทางพฤกษศาสตร์ 209 ชนิด (species) 166 สกุล (genus) รวมอยู่ใน 77 วงศ์ (family) ที่หาชื่อได้เฉพาะสกุล 12 ชนิด และไม่สามารถหาชื่อได้อีก 21 ชนิด และสามารถนำพืชสมุนไพรเหล่านี้มาปลูกที่สวนพฤกษศาสตร์ 70 ชนิด

บทวิจารณ์และสรุป

พืชสมุนไพรที่ทำการสำรวจนี้สามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ชนิดที่เป็นพืชป่าและพืชปลูกในภาคเหนือของประเทศไทย มีจำนวนทั้งสิ้น 189 ชนิด เป็นกลุ่มที่สามารถทำการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ได้อย่างละเอียด

2. ชนิดที่นำมาจากถิ่นอื่น มักเป็นตัวยาที่มาจากร้านขายยาแผนโบราณ มีจำนวน 32 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นรากแก่น และผลตากแห้ง ซึ่งมาจากหลายท้องถิ่น บางชนิดนำมาจากต่างประเทศ ทำให้ไม่สามารถศึกษาข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ได้ครบถ้วน

3. ชนิดที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่าง เพื่อมาศึกษาได้ เนื่องจากพืชแต่ละชนิดที่หมอยาพื้นบ้านแต่ละคนนำมาใช้นั้น กระจายพันธุ์ในบริเวณที่ต่างกัน บางชนิดพบได้น้อยมาก หรืออยู่ในป่าลึก จึงไม่สามารถศึกษาพืชในภาคสนาม ด้วยระยะเวลาจำกัด พืชกลุ่มนี้มีทั้งสิ้น 21 ชนิด

พืชสมุนไพรที่เป็นส่วนประกอบของยาดองเหล้าที่นิยมนำมาใช้ในภาคเหนือ เมื่อดูความถี่ที่ปรากฏในสูตรตำรับยาดอง ที่ทำการสำรวจจากหมอยาพื้นบ้าน ได้แก่ จะค้าน (*Piper* sp.), ฝาง (*Caesalpinia sappan*) ปิดปิวแดง (*Plumbago indica*), กำลังเสือโคร่ง (*Betula alnoides*), มะเขือแจ้เครือ (*Securidaca inappendiculata*), รางแดง (*Ventilago denticulata*), พริกไทย (*Piper nigrum*), ฮ่อสะพายควาย (*Reissanthia grahamii*), กำลังช้างเผือก (*Hiptage bengalensis* var. *candicans*), ดีปลี (*Piper retrofractum*), จะค้านแดง (*Piper* sp.), โด่ไม่รู้ล้ม (*Elephantopus scaber*), เปล้าใหญ่ (*Croton oblongifolius*), ม้าแม่กล่ำ (*Polygala chinensis*), มะเขือแจ้ป่าแพะ (*Polygala crotalarioides*), มะเขือแจ้ (*Solanum aculeatissima*), หัสคืน (*Croton birmanicus*), ลมแล้ง (*Cassia fistula*), เขืองแข้งม้า (*Leea indica*), จุ่งจาลิง (*Tinospora crispa*), ขี้เหล็ก (*Cassia siamea*) และ สีเสื้อน้อย (*Vitex trifolia*) ตามลำดับ

พืชบางชนิดจากการศึกษาครั้งนี้ เคยมีการรายงานว่าถูกนำมาใช้เป็นยาดองเหล้า เช่น กำลังเสือโคร่ง (*Betula alnoides*) ใช้ดองเหล้าบำรุงกำลัง แก้ปวดหลัง (ปิยะวรรณ, 2536; พรอนันต์, 2540) กวางหีแจะ (*Rubia cordifolia*) และม้าสามต่อน ใช้เป็นยาดองเหล้า บำรุงกำลัง (เยาวนิตย์, 2539) เปล้าหลวง (*Croton oblongifolius*) ใช้ผลดองเหล้าสำหรับขับเลือดหลังคลอด (วงศ์สถิตย์, 2538) และจากการรายงานของ Brun and Schumacher (1994) Anderson (1986) และวงศ์สถิตย์ (2538, 2539) มีพืชหลายชนิดที่เป็นชนิดเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ ที่มีสรรพคุณเป็นยาบำรุงกำลัง หรือแก้ปวดเมื่อย แต่เตรียมโดยการต้ม เช่น โด่ไม่รู้ล้ม (*Elephantopus scaber*), ม้าหลังเหล็ก (*Lasianthus kurzii*), ตับเต่าต้น (*Diospyros ehretioides*), หญ้าหัวนาค (*Barleria stigos*), ว้วบักต่าง (*Vicoa indica*), กำลังเสือโคร่ง (*Betula alnoides*), กำลังช้างเผือก (*Hiptage bengalensis*) เป็นต้น เมื่อทำการศึกษาเจาะจงเฉพาะพืชสมุนไพรที่ใช้ทำยาดองเหล้า พบว่ามีการใช้ชนิดพืชอย่างหลากหลาย

ชื่อพืชสมุนไพรบางชนิดเป็นชื่อพ้องกัน โดยเฉพาะชื่อท้องถิ่น ได้แก่ ต้นฮ่อสะพายควาย เมื่อทำการสำรวจแล้วพบว่ามีถึง 5 ชนิด (species) คือ *Berchemia floribunda*, *Reissanthia grahamii*, *Hiptage bengalensis* var.

candicans, Gounia leptostachya, Salacia chinensis และ *Milletia* sp. กวางหีแจะ มี 5 ชนิด คือ *Rubia cordifolia, Sauropus amoebiflorus, Crotalaria albida, Desmodium renifolium*, และ *Shuteria involucrata* ฮากแดง มี 2 ชนิด *Tadehagi triquetrum* และ *Galium punduanum* ซึ่งสาเหตุเนื่องมาจากแต่ละท้องถิ่นมีการใช้พันธุ์ไม้ต่างชนิดกัน ประกอบกับมีการถ่ายทอดความรู้ตามแบบลักษณะของแต่ละท้องถิ่นเรื่อยมา ส่วนการที่จะทราบถึงสรรพคุณที่ถูกต้องจะต้องมีการศึกษารายละเอียดทางเภสัชวิทยาของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 339002

เอกสารอ้างอิง

จีรเดชและอรัญญา มโนสร้อย. 2537. เภสัชกรรมล้านนา: ตำรับยาสมุนไพรล้านนา. โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

ปิยะวรรณ วินิจชัยนันท์. 2538. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวกระเหรี่ยงในเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พรอนันต์ บุญก่อน. 2540. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวเขาเผ่าลีซอ หมู่บ้านสามกุเลา อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย. ปัญหาพิเศษภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เยาวนิตย์ พลพิมพ์. 2539. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของเขาเขาเผ่าต่าง ๆ ในเขตศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแกน้อยและหนองเขียว จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล. 2538. สยามไภษัชยพฤกษ์. อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล. 2539. สมุนไพรพื้นบ้านล้านนา. อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

ANDERSON, E. F. 1986. Ethnobotany of Hill Tribes of Northern Thailand: II Lahu. Medicinal Plant. Econ. Bot. 40: 422-450.

BRUN, V. AND T. SCHUMACHER. 1994. Traditional Herbal Medicine in Northern Thailand. White Lotus Co. Ltd., Bangkok.

องค์ความรู้ท้องถิ่นในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษาการเก็บน้ำมันยาง (*DIPTEROCARPUS ALATUS*) และผลอิเหนา (*ARENGA PINNATA*)

เสรี จุ้ยพริก และ อรุณ ไชยเต็ม
เครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือกและป่าชุมชนภาคใต้ 1/2 หมู่ 1 ต. ทุ่งนุ้ย อ. ควนกาหลง สตูล 91130

ABSTRACT

A STUDY OF SOUTHERN LOCAL KNOWLEDGE FOR SUSTAINABLE HARVESTING OF FOREST PRODUCTS: A CASE STUDY OF HARVESTING NIPA PALM AND GUM RESIN FROM GUAGULE WOOD AT BAN WANGPRACHAN AND BAN NAM-HRA, SATUN PROVINCE

S. Juiprig and A. Chaiyatem
Southern Community Forest & Alternative Agriculture Network, 1/2 Moo 1, Tung Nui Subdistrict, Kuon Ka Long District, Satun 91130

A study was conducted to determine basic local knowledge used for harvesting forest products. In particular, a case study of harvesting of the nipa palm and gum resin from guagule wood was carried out. The study examined the consequences of harvesting at the level of the household economy as well as the attitudes of the harvesters regarding sustainable harvesting, socio-economic status, and ecology. The methodology used for data collection was in-depth interviews and participatory observation. The study shows that the harvesting of the nipa palm and the production of gum resin from guagule wood is related to household labor. Analysis of the harvesting methods and attitudes shows that this type of harvesting does not damage the forest environment, and in fact, such economic activities in the forest have beneficial consequences for the preservation of that environment. These methods also have beneficial economic consequences at the level of the household. Notwithstanding, more study is needed on the harvesting and on the ecology of plants and the forest.

Key words: local knowledge, sustainable harvesting, nipa palm, gum resin, guagule wood

บทนำ

การศึกษาองค์ความรู้ในด้านการเก็บเกี่ยว เทคนิควิธี ตลอดจนการร่วมประเมินผลกระทบจากการเก็บเกี่ยว เป็นการสืบค้น "ต้นทุนของชุมชน" เพื่อนำไปสู่การค้นหาแนวทางการจัดการป่าโดยชุมชนอย่างยั่งยืนที่เหมาะสม

ความรู้ท้องถิ่นนั้นๆ ได้ปฏิบัติมาอย่างต่อเนื่อง มีการลองผิดลองถูก สืบทอดและปรับตัวให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมสังคมและวัฒนธรรมมาหลายชั่วอายุคน (วัฒนาและศุลีมาน, 2539) จึงน่าจะเป็นฐานความรู้นำไปสู่การจัดการทรัพยากรท้องถิ่นที่ยั่งยืนโดยชุมชน

การจัดการทรัพยากรป่าโดยชุมชนต้องเข้าใจทั้งในเชิงเทคนิคและปัจจัยทางสถาบัน เช่น การสร้างข้อตกลงในชุมชน การให้สิทธิในการจัดการ ใช้ประโยชน์ และหน้าที่ในการบำรุงรักษาที่มีอยู่จริงในชุมชนชนบทไทย (บวรศักดิ์, 2536) หากชุมชนหรือผู้ใช้ป่ามีสิทธิในการดูแลและจัดการทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนเองแล้ว ชุมชนก็จะต้องการใช้ผลผลิตอย่างยั่งยืนเพื่อประโยชน์ที่เขาเองจะได้รับในระยะยาว ฉะนั้นการพัฒนาแนวทางการศึกษาการการเก็บเกี่ยวผลอิเหนา และการเจาะหาน้ำมันยาง นอกจากจะเป็นการศึกษาองค์ความรู้ท้องถิ่นในเรื่องดังกล่าวเพื่อให้เกิดความเข้าใจกระบวนการและความรู้ของท้องถิ่นแล้ว ยังเป็นการพัฒนาแนวทางการศึกษาร่วมกับชุมชนให้มีประสิทธิภาพต่อไป เพื่อนำไปสู่การแสวงหาแนวทาง และข้อเสนอต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนโดยชุมชน ภายใต้ข้อจำกัดของกรอบกฎหมายในปัจจุบัน

วิธีการ

1) ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาด้านการเก็บเกี่ยวอย่างยั่งยืน 2) สำรวจเบื้องต้นเพื่อสืบค้นผู้รู้และกำหนดเส้นทางการศึกษาจากพื้นที่ 3) เก็บข้อมูลสถานการณ์เก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าของชุมชนเชิงคุณภาพ 4) เก็บข้อมูลพื้นฐานของชุมชน ได้แก่ ภูมินิเวศ สังคมเศรษฐกิจ โดยใช้แบบสอบถามกึ่งโครงสร้าง 5) ประเมินผลกระทบของการเก็บเกี่ยวของป่าร่วมกับชุมชน โดยการสร้างตัวชี้วัดร่วมกับชุมชน และสัมภาษณ์กลุ่มในชุมชน (focus group meeting) 6) ประชุมกลุ่มตรวจสอบข้อมูล 7) วิเคราะห์ และสังเคราะห์โดยกระบวนการมีส่วนร่วมจากชุมชน 8) เก็บข้อมูลการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าเชิงปริมาณ เฉพาะผลอิเหนา และน้ำมันยาง 9) สร้างแบบสอบถามเพื่อเจาะลึกเฉพาะผู้เก็บหาน้ำมันยาง และผลอิเหนา 10) ทดสอบแบบสอบถาม 11) เก็บข้อมูล 12) นำเสนอแลกเปลี่ยน 13) สรุป และวิเคราะห์ 14) จัดทำรายงาน

ผลการวิจัย

การศึกษาการเจาะน้ำมันยาง

ลักษณะชุมชนที่ทำการศึกษา

บ้านน้ำหรา หมู่ที่ 6 ตำบลทุ่งนุ้ย อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล มีประชากรทั้งหมด 630 คน 131 ครัวเรือน ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบเชิงเขาติดเขตเทือกเขาบรรทัด ชาวบ้านเลี้ยงสัตว์ ปลูกพืช และทำนาในที่สุ่ม ส่วนที่ราบเชิงเขาเป็นสวนยางและสวนผลไม้ อาชีพหลัก ได้แก่ การทำสวนยางพารา รับจ้างทั่วไป การเก็บหาของป่าก็ยังพบอยู่มาก โดยเฉพาะการเจาะหาน้ำมันยาง และการเก็บหาเฟิร์นส่งตามร้านดอกไม้

อาชีพการเจาะหาน้ำมันยางในชุมชนนี้ ได้เริ่มขึ้นเมื่อประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา เป็นกิจกรรมที่ชาวบ้านทำในช่วงที่ไม่มีรายได้จากทางอื่น หรือช่วงที่ผลิตผลทางการเกษตรยังไม่ได้รับผล หรือที่เพิ่งมีครอบครัวใหม่ (เพิ่งแต่งงานใหม่) และในยามที่รายได้ไม่เพียงพอ

ผู้เก็บหาน้ำมันยางในบ้านน้ำหรา มีอยู่ 12 รายและอีก 11 รายที่เคยทำในอดีต โดยมีรายได้จากการเจาะหาน้ำมันยางโดยเฉลี่ย 10,000 ถึง 90,000 บาทต่อปี จาก 12 ราย มี 5 รายคิดที่จะเจาะน้ำมันยางทำเป็นอาชีพหลัก เพราะว่าเป็นอาชีพที่ทำรายได้ให้กับครอบครัวมากที่สุด และมี 7 รายที่ไม่คิดจะทำเป็นอาชีพหลักเพราะมีความไม่แน่นอนในการเก็บหา และเห็นว่าเป็นเพียงการหารายได้เสริมเท่านั้น

ลักษณะทั่วไปของยาง

ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) เป็นไม้ที่มีการเจาะหาน้ำมันยาง เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Dipterocarpaceae และคาดว่ายังมีบางชนิดในในวงศ์นี้ที่สามารถเจาะหาน้ำมันยางได้ (การวิจัยนี้ไม่ได้มีการเก็บตัวอย่างพืช) ยางที่ชาวบ้านนิยมเจาะหาเรียกว่า "ยางใส" ซึ่งน้ำยางที่เจาะมาได้จะมีสีคล้าย ๆ สีน้ำชาอ่อน ๆ และนอกจากนี้ยังมียางอีกชนิดหนึ่งที่ชาวบ้านไม่นิยมนำมาใช้ประโยชน์มีชื่อท้องถิ่นว่า "ยางมันหมู" ผู้เก็บหามีวิธีจำแนกว่าเป็น "ยางใส" หรือ "ยางมันหมู" โดยการดูลักษณะลำต้น ใบ และเปลือกไม้ หากเปลือกเรียบและมีสีเข้มจะเป็นยางมันหมู เพราะยางใสจะมีเปลือกที่ขรุขระ ไม่เรียบ และมีรอยแตกของเปลือกไม้ตลอดลำต้น นอกจากนั้นใบของยางมันหมูมีขนาดใหญ่กว่า และไม่มีขน ในขณะที่ใบของยางใสจะมีขนาดเล็กและมีขน ส่วนดอกของยางมันหมูจะมีสีขาวล้วน ส่วนดอกของยางใสจะมีสีขาวเหลืองหรือชมพูแก่

การเก็บเกี่ยว

ช่วงเวลาการเจาะหาน้ำมันยางจะเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนเมษายนหรือต้นเดือนพฤษภาคม จนถึงช่วงหน้าฝน เมื่อถึงช่วงฝนตกหนักในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน ก็จะหยุดทำประมาณ 2 เดือนและมาเริ่มทำอีกครั้งในช่วงเดือนธันวาคม และมาหยุดในช่วงยางผลัดใบคือ เดือนกุมภาพันธ์ ถึงปลายเดือนเมษายนของอีกปี ในช่วงเริ่มและปลายฤดูกาลปริมาณน้ำยางมีไม่มากนัก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าช่วงเวลาเก็บเกี่ยวน้ำยางทำได้ทั้งสิ้นไม่เกิน 6 เดือนเต็ม ในส่วนของปริมาณน้ำยาง ช่วงหน้าฝนจะได้น้ำยางมากที่สุด เพราะยางได้น้ำจากฝนที่ตกชุกในช่วงฤดูดังกล่าวโดยเพิ่มจากช่วงปกติประมาณ 6-9 ลิตรต่อครั้ง

ผู้เจาะน้ำมันยางแต่ละรายจะมีเส้นทางการเก็บหาเฉพาะ ต้นยางแต่ละต้นมีเจ้าของเพียงคนเดียว คือ จะไม่มีการเจาะหาน้ำมันยางซ้ำกับผู้อื่น แต่ละคนมีจำนวนต้นยางครอบครองตั้งแต่ 50-500 ต้น ผู้เจาะน้ำยางมาเป็นเวลานานมักได้ครอบครองต้นที่อยู่ใกล้ ส่วนผู้ที่เริ่มเจาะน้ำยางภายหลัง ต้องหาต้นยางในระยะทางที่ไกลออกไป หากคนที่ทำอยู่เดิมเลิกทำก็จะยกสิทธินั้นให้กับผู้อื่น ผู้ได้รับสิทธิใหม่ก็จะเจาะน้ำยางตามต้นที่เป็นสิทธิของผู้เจาะยางเดิมเท่านั้น ปัจจุบันการเจาะต้นยางใหม่จะมีน้อยลง เพราะต้องเดินทางไกลออกไปซึ่งลำบากมาก

การเก็บหาน้ำมันยางมีขั้นตอนในการเก็บหาดังนี้ คือ

1) *การเลือกหาต้นยางที่จะทำการเจาะ* ต้นยางที่มีลักษณะเหมาะที่จะเจาะหาน้ำมันยาง มีลักษณะโตสมบูรณ์ ขนาดประมาณ 2 คนโอบ หรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เมตรขึ้นไป และต้องเป็นต้นที่มีเนื้อไม้แน่น ไม่ลัม ยอดไม่หัก หรือ

ไม่มีกิ่งหัก หรือฉีกขาด เพราะหากมีการฉีกขาดจะทำให้น้ำซึมเข้าจากปลายกิ่งแล้วน้ำเข้าไปในเนื้อไม้ซึ่งทำให้ต้นไม้กลวง เนื้อไม้ผุ และน้ำมันยางน้อย ต้นยางที่มียอดหักใหม่ ๆ จะสามารถเจาะน้ำมันยางได้อีกอย่างน้อยอีก 2-3 ปี

การเลือกด้านของลำต้นที่จะทำการเจาะ ถ้าเลือกดีก็จะทำให้ได้น้ำยางมากและไม่เป็นอันตรายกับต้นยางด้วยมีเทคนิคในการเลือกด้านเจาะดังนี้

- กรณีที่ต้นยางที่อยู่บริเวณเชิงเขา ที่ที่มีความสมบูรณ์ และต้นไม่ถูกลมพัดมากนัก การเลือกเจาะให้สังเกตได้จากจำนวนกิ่งที่ยื่นออกมาจากลำต้น ด้านไหนที่มีกิ่งยื่นออกมามากที่สุด ก็ให้เจาะด้านนั้น หรือให้สังเกตกิ่งที่อยู่ด้านล่างสุดด้านไหนที่มีกิ่งใหญ่สุดก็ให้เจาะด้านนั้น

- ถ้าลำต้นเอนไปทางไหนก็ให้เจาะด้านนั้นได้เลย ให้เจาะด้านที่อยู่ตรงข้ามกับกระแสลม เพื่อป้องกันน้ำเข้าไปในหลุมที่เจาะ

2) *การเข้าป่าไปเก็บหาน้ำมันยาง* อาจไปคนเดียวก็ได้

3) *การเจาะหาน้ำมันยาง* ใช้ขวานเจาะเข้าไปในเนื้อไม้ กว้างและลึกประมาณ 5 นิ้ว (ขนาดต้นไม้ที่วัดรอบต้นประมาณ 100 นิ้ว ถ้าเกิน 100 นิ้ว สามารถที่จะเจาะช่องน้ำมันยางเป็น 2 ช่องได้ แต่อย่าเจาะให้อยู่ตรงข้ามกันเพราะเมื่อลมพัดอาจทำให้ต้นล้มได้ โดยทั่วไปจะไม่เจาะช่องน้ำมันยาง 2 ช่อง เพราะจะทำให้น้ำยางลดน้อยลง หรือหมดน้ำยางเร็ว) ควรเจาะเป็นช่องสามเหลี่ยมเพื่อรองน้ำยางที่ไหลออกมาจากจุดที่เผา และไม่ควรเจาะถึงแก่น เจาะช่องน้ำมันยางครั้งแรกเสร็จแล้วไม่ต้องเผา น้ำมันยางจะออกมาเอง เพราะน้ำมันยางที่อยู่ตามท่อในต้นยางเปรียบเสมือนน้ำหล่อเลี้ยงต้นยางซึ่งจะไหลออกมาเมื่อถูกตัดท่อลำเลียง ในส่วนนี้สามารถตักน้ำยางไปได้เรื่อย ๆ จนกว่าน้ำยางจะไม่ออกแล้ว ใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน จากนั้นจึงจะเผาโดยใช้เปลือกหรือพดมะพร้าวแห้งหรือใบไม้ที่หาได้ในป่า ใส่เข้าไปในช่องสามเหลี่ยมที่เจาะไว้แล้วจุดไฟเผาประมาณ 2-5 นาที เพื่อให้น้ำมันยางที่เกาะอยู่และอุดตันหน้าท่อน้ำมันยางไหลออกให้หมด (ส่วนนี้จะเป็น "น้ำยางเสีย" ซึ่งจะมีสีดำ แต่สามารถนำไปทำได้ หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงจุดไฟได้) เมื่อน้ำยางเสียไหลออกจนหมดจึงดับไฟ และเขี่ยออกให้หมด ทิ้งไว้ 3-5 วันจึงเก็บน้ำยาง ซึ่งการเผาอย่างนี้จะทำเฉลี่ยเดือนละ 4 ครั้ง และเมื่อไรที่เผาจนกระทั่งน้ำมันยางเริ่มออกน้อยต้องหยุดเผาประมาณ 15-30 วัน เพื่อให้ต้นยางได้ฟื้นตัว ถ้าต้นยางอยู่ในช่วงที่ผลัดใบก็ห้ามเผา (เดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายน) ในช่วงหน้าฝน เมื่อฝนตกหนัก ๆ ก็มักหยุดการเจาะหา เพราะน้ำฝนจะลงไปในช่องน้ำมันยาง

4) *การกรองน้ำมันยาง*

5) *การบรรจุลงภาชนะเพื่อนำออกจำหน่าย*

ปริมาณน้ำมันยาง

จากการศึกษาพบว่าระดับการเก็บเกี่ยวต่อปีจะได้ 32 ปี๊บต่อครัวเรือนที่เก็บหามันยางเป็นอาชีพ ดังนั้นมีการเจาะน้ำมันยางจากบ้านน้ำหราทั้งสิ้น 5,184 ลิตร

ผู้เจาะน้ำมันยางพบว่าปริมาณที่ได้รับน้อยลงกว่าปีก่อน ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน จำนวนครั้งในการเผาและจำนวนครั้งของการขึ้นไปเก็บหา

ระดับราคาน้ำมันยาง

ราคาขายน้ำมันยางในปัจจุบันอยู่ที่ระดับราคาปี๊บละ 600 บาท แต่ถ้ามาซื้อในหมู่บ้านปี๊บละ 500 บาท ส่วนการขายปลีกในตลาดแบ่งขายเป็นกิโลกรัม ๆ ละ 40-60 บาท

การศึกษาการเก็บอิเหนา

ลักษณะชุมชนที่ทำการศึกษา

ชุมชนบ้านวังประจันอยู่ในเขตตำบลวังประจัน อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล เป็นชุมชนเก่าแก่ที่มีอายุไม่ต่ำกว่า 150-200 ปี เป็นเขตติดต่อกับประเทศมาเลเซีย ตั้งอยู่ในที่ราบระหว่างหุบเขาจีน และเขามดแดง พื้นที่นามีเพียง 150 ไร่ มีพื้นที่สวนยางและสวนผลไม้รวมกันประมาณ 1,000 ไร่ ชาวบ้านมีการพึ่งพาผลผลิตจากป่ามาก โดยเฉพาะการเก็บหาอิเหนาซึ่งเป็นผลผลิตจากป่าที่ให้รายได้ดีชนิดหนึ่ง

ครอบครัวที่ทำอาชีพหาผลอิเหนา แบ่งเป็น 2 ระดับคือ ที่ทำเป็นอาชีพหลัก คือเก็บหาเกือบตลอดทั้งปีมี 2 ครอบครัว และที่ทำเป็นอาชีพเสริมมี 13 ครอบครัว ผู้เก็บหาที่ไปเพียงคนเดียวมีรายได้เฉลี่ย 350-550 บาทต่อคน โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นอิเหนาได้ประมาณ 1 ต้น ในกรณีที่ไปเก็บเกี่ยวผลอิเหนาหลายคนรายได้ก็จะอยู่ประมาณ 200-300 บาทต่อคน รายได้เฉลี่ย 35,000-40,000 บาทต่อปี สำหรับผู้ที่ทำเป็นอาชีพหลัก และประมาณ 10,000-15,000 บาทต่อปี สำหรับผู้ที่ทำเป็นอาชีพเสริม

จากการศึกษาพบว่าครอบครัวที่ทำอาชีพเก็บหาผลอิเหนานี้ ส่วนใหญ่ไม่ต้องการที่จะให้บุตรหลานของตัวเองมาประกอบอาชีพนี้ เพราะเห็นว่าเป็นงานที่หนักและเหนื่อยมาก แต่มีไม่กี่รายที่ต้องการให้ทำเพราะเห็นว่าเป็นอาชีพที่ทำรายได้ค่อนข้างดี และไม่ต้องลงทุนด้วย

ลักษณะอิเหนาและประโยชน์

อิเหนา เป็นพืชตระกูลปาล์ม มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Arenga pinnata* (Wurmb) ชื่อสามัญ คือ Sugar palm และชื่อไทยอื่น ๆ เช่น ฉก กาฉก (ชุมพร) ตำว (ภาคเหนือ) ในรายงานฉบับนี้เรียกชื่ออิเหนาตามชื่อท้องถิ่นของพื้นที่ศึกษา ในประเทศไทยมีรายงานว่าพบในจังหวัดอุทัยธานี พิษณุโลก แพร่ และกระจายในป่าทางภาคใต้ เช่น ตรัง สตูล ปัตตานี

ศรีฉันท์ (2522) กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของอิเหนาว่าเป็นพืชพวก "hapazanthic" คือ เมื่อมีอายุราว 10-12 ปีจะออกดอกและตายลง อาหารที่สะสมในน้ำเลี้ยงและแป้งในลำต้น ทำให้ช่วงออกดอกออกผลยาวนานถึง 2 ปี ดอกตัวผู้ออกช่อดอกแยกต่างหากจากดอกตัวเมีย ช่อดอกตัวผู้ยาวประมาณ 4 ฟุต ดอกสีม่วง มีกลิ่นเหม็น ส่วนช่อดอกตัวเมียยาวกว่า อยู่บนต้นเดียวกัน ช่อดอกออกที่ยอดของลำต้น ต่อมาก็ห้อยยาวลงมาข้างต้นประมาณโคนใบที่ 3-4 ออกดอกแล้วกว่าจะให้ผลแก่สุกใช้เวลา 2-5 ปี ผลแก่สุกมีสีน้ำตาล ต้นอิเหนาสูง 20-40 ฟุต ใบแก่ห้อยปิดคลุมต้น มีรกเป็นเส้นใยสีดำคลุมโคนกาบใบไว้ ใบเป็นรูปขนนก เป็นใบประกอบกว้าง 10 ฟุต ยาว 20-28 ฟุต มีใบย่อยสีเขียวแก่ประมาณ 100 คู่ ต้นหนึ่งอาจมีผลได้ 2-10 ทะลาย ช่วงอายุ 2 ปีเหมาะแก่การตัดผลมีเชื่อม

ในชุมชนวังประจันได้มีการเก็บหาอิเหนามาอย่างต่อเนื่องและเป็นรายได้เสริมสำหรับผู้เก็บหา และมี 2 ครัวเรือนของบ้านวังประจันที่มีรายได้หลักจากการเก็บหาผลอิเหนา ดังนั้น อิเหนาจึงนับได้ว่าเป็นของป่าที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งของชุมชนนี้ มีหลักฐานที่แน่นอนว่าชุมชนนี้ได้เริ่มเก็บหาผลอิเหนามาเป็นเวลานาน จากคำบอกเล่าของผู้อาวุโสในหมู่บ้านคาดว่ามีการเก็บหาและบริโภคผลอิเหนามาไม่ต่ำกว่า 100 ปีแล้ว ในอดีตมีการบริโภคน้ำหวานจากช่อทะลายอ่อนหรืองวงของอิเหนา มีการแปรรูปน้ำหวานจากช่อทะลายอ่อนมาทำน้ำตาลแว่นใช้บริโภคในชุมชน แต่ปัจจุบันมีการเก็บหาเฉพาะผลอิเหนาเท่านั้น การกระจายพันธุ์ของอิเหนาในป่าเกิดขึ้นได้ 2 ทาง คือ โดยสัตว์ป่าที่กิน/คาบเอาผลอิเหนาเข้าไปและถ่ายออกมา และไหลมาตามกระแสน้ำในช่วงฤดูฝน จึงมักพบอิเหนาได้ตามไหล่เขา และบริเวณสองข้างลำธารหรือที่มีร่องรอยของทางน้ำในฤดูน้ำหลาก

การเก็บเกี่ยว

ผลอิเหนานั้นสามารถเก็บหาได้ทั้งปี แต่โดยมากจะเก็บหาเฉพาะในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม ส่วนในภาคอื่นมักเก็บได้เฉพาะช่วงฤดูฝน (กรุงเทพธุรกิจ 2541) ระยะทางที่เข้าไปเก็บหาผลอิเหนามักเก็บเกี่ยวในพื้นที่เดิม เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมาพบว่าไม่มีความแตกต่างในระยะทาง แต่เพิ่มบริเวณที่เก็บหาผลอิเหนามากขึ้น

การเก็บหาผลอิเหนาจะมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้ คือ

1) เลือกดูลักษณะต้น ผล เมล็ด ที่เหมาะกับการเก็บเกี่ยว โดยสังเกตได้จากลำต้นต้องไม่สูงเกินไป และไม่แคระแกร็น ต้นอ้วนสมบูรณ์ โคนต้นโตกว่าส่วนยอดเล็กน้อย ความสูงปกติประมาณ 5 เมตร ใบต้องกลม เรียวเล็ก และใบลู่ (ใบอิเหนาโดยปกติจะมีลักษณะการคลี่ใบเหมือนใบมะพร้าว) ใบมีสีเขียวเข้ม ผลควรโตเปลือกบาง สีเปลือกรอบผลควรมีสีเหลืองอ่อน เมื่อผ่าออกดูต้องมี 3 ช่องของเนื้อใน เนื้อในมีสีใสเหมือนวุ้น ไม่นิ่มหรือแข็งเกินไป เนื้อเยื่อรอบ ๆ เนื้อในเป็นสีเหลืองอ่อน

2) วิธีการเก็บเกี่ยว มีอยู่ 3 วิธี คือ

(1) *เก็บเกี่ยวโดยการโค่นต้น* ส่วนใหญ่จะใช้ในกรณีที่ต้นอิเหนามีความสูงประมาณ 12-15 เมตร และขึ้นอยู่ในบริเวณที่ไม่ปลอดภัย เช่น อยู่ในที่ลานชะง่อนหินผา

(2) เก็บเกี่ยวโดยการปีน แบ่งออกเป็น

- *การปีนเพื่อตัดทะลาย* โดยการใช้ไม้พาดกับต้นอิเหนา และปีนขึ้นไปตามไม้ที่พาดไว้ เมื่อขึ้นไปถึงทางอิเหนา คนที่ตัดทะลายจะนั่งบนทะลายอิเหนา ในการตัดทะลายจะใช้มีดอีโต้ การเก็บเกี่ยวผลอิเหนาโดยการปีนตัดทะลายจะทำกันมากในบริเวณพื้นที่ติดสวนของชาวบ้าน เพื่อป้องกันไม่ให้ต้นอิเหนาหักโค่นไปโดนต้นไม้อื่น วิธีนี้เป็นที่นิยมมากที่สุด

- *การปีนตัดก้านย่อยของทะลายอิเหนา* การปีนจะใช้วิธีเดียวกับการปีนตัดทะลาย แต่แตกต่างกันตรงส่วนของการบังคับทิศทางให้ผลอิเหนาตกลงไปตรงตำแหน่งที่ต้องการได้ การตัดก้านย่อยของทะลายอิเหนาทำได้โดยใช้มีดอีโต้สับไปที่ก้านย่อยทะลายอิเหนาโดยไม่ต้องตัดทะลาย มีผู้เก็บเกี่ยวที่ใช้วิธีตัดก้านย่อยทะลายอิเหนาเพียง 1-2 รายเท่านั้น

- *การปีนเลื่อยทะลายอิเหนา* มักใช้ได้ในกรณีที่ต้นอิเหนานั้นมีความสูงไม่มากนัก (ประมาณ 4-7เมตรจากพื้นดิน) และเห็นก้านทะลายของอิเหนาชัดเจน การเลื่อยก้านทะลายอิเหนาทำได้โดยใช้เลื่อยเหล็กผูกติดกับปลายไม้ แล้วจึงเลื่อยก้านทะลายของอิเหนาซึ่งจะเลื่อยประมาณ 4-8 ครั้ง ก้านของอิเหนาก็จะขาด วิธีนี้จะพบไม่มากนัก และคนเก็บหาผลอิเหนาไม่ค่อยใช้วิธีนี้เพราะต้นอิเหนาที่มองเห็นก้านทะลายมีน้อยต้น

(3) การตัดก้านย่อยของทะลายออกจากทะลาย เพื่อสะดวกในการขนย้ายออกจากป่า

3) การแยกผลอิเหนาออกจากของทะลาย ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี คือ

- ใช้แผ่นไม้ช่วยในการรูดเอาผลอิเหนาออกจากก้านย่อยของทะลาย โดยการนำแผ่นไม้เจาะรูตรงกลางให้มีขนาดประมาณเส้นผ่าศูนย์กลางของก้านย่อยของทะลาย สอดก้านย่อยของทะลายเข้าไปแล้วดึง ผลก็จะหลุดออกจากก้านผล

- ใช้มือบิดผลออกจากก้านย่อยของทะลาย

4) การต้มผลอิเหนา การต้มผลอิเหนาในถังถ่านหิน ต้มประมาณ 30 กิโลกรัม/ครั้ง ใช้เวลาในการเดือด 2 ชั่วโมงและเวลาในการต้มขณะเดือดอีก 30 นาที จากนั้นตักผลออก

5) การแยกเนื้อในออกจากผลที่ผ่านการต้มแล้ว มีทำอยู่ 2 วิธี คือ การใช้ไม้หนีบ หรือการใช้ปลายช้อนตักออกจากผล

6) การจัดการเนื้อในก่อนการส่งขาย เมื่อแยกเนื้อในออกจากผลแล้ว จะนำเนื้อในที่ได้แช่น้ำประมาณ 1 คืน และเปลี่ยนน้ำทุก ๆ วันหมุนเวียนกันไปจนกว่าจะมีการจำหน่าย

ความถี่และปริมาณการเก็บเกี่ยว

คนเก็บหาผลอิเหนามักเข้าไปเก็บผลอิเหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 20 ครั้งต่อเดือน และจะเก็บหาผลอิเหนาเฉลี่ยวันละ 1-3 ต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนคนที่ไปเก็บหา คือ หากเก็บหาคนเดียวส่วนใหญ่จะสามารถเก็บหาผลอิเหนาได้วันละต้นเท่านั้น เพราะต้องใช้เวลาใน ตัด ผูก หาบ และการขนส่ง กว่าจะสิ้นสุดกระบวนการจะใช้เวลาประมาณ 1 วัน ได้ผลผลิตอิเหนาประมาณ 4 หาบ ถ้าเก็บหาหลายคน จะได้คนละประมาณ 2-3 ต้น มีการแบ่งงานกันทำในกลุ่มที่ไปหาผลอิเหนา และการจัดการ (ตัด ผูก หาบ และขนส่ง) ส่วนนี้บางครั้งจะจัดการเสร็จภายในช่วงเช้า ทำให้ช่วงบ่ายต้องหาต้นอิเหนาเพิ่มเติมอีกหนึ่งต้นเพื่อให้ได้ผลอิเหนาที่สามารถแบ่งกันได้พอดีจำนวนคนเก็บหาผลอิเหนาซึ่งแบ่งได้ประมาณคนละ 1 หาบ

ปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการเก็บหาอิเหนาของผู้ที่ทำอาชีพเก็บหาอิเหนา มีดังนี้ ความขยันของผู้ทำการเก็บหาเอง ปริมาณฝน ถ้ามีฝนตกชุกการเก็บหาก็จะมากครั้งขึ้น เนื่องจากการเก็บหาอิเหนาเป็นอาชีพเสริมจากการทำสวนยาง เมื่อฝนตกจะกรีดยางไม่ได้ ชาวบ้านจะหันมาทำการเก็บหาของป่าแทน ความต้องการของตลาด

การประเมินผลกระทบ

การเจาะหาน้ำมันยาง

ชาวบ้านประเมินว่าการเจาะหาน้ำมันยางที่เป็นอยู่ไม่ทำให้ป่าเสื่อมโทรมหรือต้นยางยืนต้นตาย และเพิ่มปริมาณการเก็บเกี่ยวไปตามการเติบโตของชุมชน

จากการศึกษาพบว่าคนที่ทำอาชีพเก็บหาน้ำมันยางให้เหตุผลเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดจากการเก็บหาน้ำมันยางที่มีต่อต้นยางว่า การเจาะหาน้ำมันยางจะเป็นผลดีต่อต้นยาง คือ ทำให้ยางมีอายุยืนกว่ายางที่ไม่ได้เจาะ เพราะยางที่เจาะจะได้รับการดูแลที่ดีกว่ายางที่ไม่ได้เจาะ และการที่เอาน้ำมันยางออกก็เป็นผลดีต่อต้นยางเพราะช่วยลดอัตราการกลวงของต้นไม้ แต่ก็ยอมรับว่าส่วนของเนื้อไม้บริเวณที่ถูกไฟเผาจะได้รับผลกระทบบ้าง หากเผานานเกินไปคือ ทำให้เนื้อไม้ไหม้เกรียม ส่วนช่องสามเหลี่ยมที่เกิดจากการเจาะพบว่า เมื่อหยุดทำยางสัก 1-2 ปี เนื้อไม้ก็จะงอกกลับเหมือนเดิม

ตารางที่ 1. การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของวิธีการเก็บเกี่ยวอิเหนา

วิธีการเก็บ	ข้อดี	ข้อเสีย
การโค่นต้น	- ปลอดภัยกับการเก็บในต้นที่อยู่ในพื้นที่อันตราย - ใช้กับต้นที่มีความสูง 12-15 เมตรขึ้นไป - เมื่อโค่นต้นอิเหนาจะทำแล้วให้ลูกไม้ที่อยู่พื้นล่างได้รับแสงมากขึ้น ทำให้เจริญเติบโตดีขึ้น	- ทำให้ผลอิเหนาเสียหายผลแตก และหลุดร่วงจากทะลาย - เสียเวลาในการตัดใบที่ปกคลุมทะลายออก
การปีนไปตัดโดยใช้มีด - การปีนตัดทะลาย	- เก็บเกี่ยวค่อนข้างง่าย - ผลที่ไม่ได้ขนาดยังคงอยู่ ถ้าเป็นผลแก่เกิดแล้วหลุดร่วงจะเป็นประโยชน์ในการสืบพันธุ์ต่อไป	- ลูกไม้ที่อยู่พื้นล่างได้รับแสงน้อย การเจริญเติบโตจะช้า
- การปีนตัดก้านย่อยของทะลาย	- ผลอิเหนาได้รับความเสียหายน้อยมาก เนื่องจากการหล่นกระทบพื้นมีน้ำหนักน้อย	- ใช้เวลานาน - อันตรายที่เกิดจากการตัดก้านย่อยของทะลายรอบต้น
การปีนไปตัดโดยใช้เลื่อย	- ใช้เวลาไม่มาก	- อันตรายเวลาที่ทะลายตกจากต้น

ผู้เจาะหาน้ำมันยางให้ความเห็นต่อข้อวิพากษ์ที่ว่าการเจาะหาน้ำมันยางจะมีมากขึ้นเพราะประชากรมากเนื่องจาก

1) ความยากลำบากในการเดินทางไปค้นหาต้นยาง ซึ่งอยู่ในป่าพื้นที่เชิงเขาและที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 200-500 เมตร มีลักษณะกระจัดกระจายระหว่างต้นตั้งแต่ 40-500 เมตร โดยเฉพาะการเดินทางในช่วงฤดูฝน ตลอดจนความชุกชุมของสัตว์มีพิษ ทำให้ไม่มีคนสนใจจะทำอาชีพที่เสี่ยงนี้

2) ความรู้เกี่ยวกับต้นยางและเทคนิคการเจาะหาน้ำมันยาง เพราะน้ำมันยางในพื้นที่ดังกล่าวที่ชาวบ้านจำแนกเพื่อเจาะหาน้ำมันยางมีเพียงสองชนิด คือ น้ำมันยางมันหมู และน้ำมันยางใส หากไม่มีความรู้ต้นยางชนิดใดให้น้ำมันยางประเภทใด ก็จะทำพลาดได้ เพราะมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก และที่สำคัญคือ วิธีการเจาะยาง เผายาง หากไม่มีความรู้ อาจทำให้ต้นยางให้น้ำยางน้อย หรือทำให้ต้นยางตายได้ ซึ่งความรู้เหล่านี้อยู่กับกลุ่มคนเฉพาะ หากใครสนใจก็ต้องใช้เวลาฝึกให้เกิดทักษะ ไม่ใช่ทุกคนทำได้

3) สุขภาพร่างกายและความเข้มแข็งของจิตใจของคนทำยาง จากความยากลำบากและจำเป็นต้องมีความรู้ในการเจาะหา คนเจาะหาน้ำมันยางต้องมีความขยัน อดทน และมีร่างกายแข็งแรงพอที่จะทนทานกับการเดินทางที่ยากลำบาก ดังนั้นบางคนจึงนิยมไปทำเป็นกลุ่มเพื่อได้ช่วยเหลือกันและส่วนใหญ่มักอยู่ในวัยกลางคน

4) การเจาะหาน้ำมันยางเป็นอาชีพที่เสี่ยงเนื่องจากเป็นการเก็บเกี่ยวของป่าที่ถูกจำกัดปริมาณการครอบครองโดยกฎหมายว่าด้วยการใช้ประโยชน์จากของป่า ในการขนส่งออกมาขายต้องเสี่ยงกับการถูกจับ ทำให้ไม่สามารถขายอย่างเปิดเผยเหมือนสินค้าอื่น ๆ

5) เครื่องมือในการเจาะน้ำมันยาง ในปัจจุบันยังคงใช้ขวานเป็นหลักเหมือนกับเมื่อ 60-70 ปีก่อน จึงไม่ทำให้การเก็บเกี่ยวรวดเร็วหรือได้ผลผลิตมากขึ้น

เนื่องจากการเจาะหาน้ำมันยางของชาวบ้านแต่ละคนจะมีเส้นทางการเก็บเกี่ยว 1-5 กิโลเมตร ทำให้ใช้บริเวณพื้นที่ป่าต่อคนมากกว่าการเก็บเกี่ยวผลผลิตอย่างอื่น ผู้เจาะหาน้ำมันยางต้องเข้าป่าทุก 3-5 วัน ดังนั้นจึงมีโอกาสพบปะกับผู้ที่ต้องการบุกเบิกป่าเพื่อทำการเกษตร มีหลายครั้งที่ผู้เจาะหาน้ำมันยางได้ตักเตือนคนนอกพื้นที่ที่ต้องการเข้ามา

โค่นต้นไม้จนต้องล้มเลิกไป เนื่องจากพื้นที่เจาะหาน้ำมันยางลึกเข้าไปในเขตภูเขาสูงทำให้เจ้าหน้าที่ป่าไม้ไม่สามารถดูแลได้ทั่วถึง จะเห็นได้ว่าการเจาะหาน้ำมันยางของคนเพียง 1 คน สามารถรักษาป่าไว้ได้ไม่ต่ำกว่า 10,000 ไร่ เพราะเขาต้องเดินเข้าไปในพื้นที่ป่าไม่น้อยกว่า 4-5 กิโลเมตรต่อวัน โดยครอบคลุมพื้นที่ป่าไม่ต่ำกว่า 3,000 ไร่

โดยปกติแล้วคนในชนบทภาคใต้จะให้ความเคารพต่อกรรมสิทธิ์การครอบครองของผู้มาก่อนหรือเจ้าของโดยการเคารพต่อเครื่องหมายบางอย่าง เช่น การปักกำใส่โล ฯลฯ (ทักษิณคดีศึกษา, 2524) การเจาะหาน้ำมันยางก็เป็นเช่นเดียวกับร่องรอยของการเผาต้นยาง เป็นเครื่องหมายที่จะบอกผู้ที่เข้ามาบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อถางป่าทำการเกษตร ว่าที่บริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งรายได้หรือแหล่งอาหารของคนทำน้ำมันยาง ไม่มีใครมีสิทธิใช้พื้นที่ดังกล่าวไปทำอย่างอื่น

การเก็บเกี่ยวผลอิเหนา

การเก็บเกี่ยวผลอิเหนานั้นมีข้อจำกัดมาก เช่น ช่วงเวลาที่ผลอิเหนาจะแก่ขึ้นอยู่กับปริมาณของงฝนคือ หากฝนแล้งผลอิเหนาจะแก่เร็ว หรือหากฝนทิ้งช่วงไปก็จะทำให้ผลอิเหนาแก่เร็วขึ้น และคนเก็บหาบางช่วงก็มีงานอื่นต้องทำ หรือการที่ฝนตกมากเกินไปก็ทำให้ไม่สามารถเข้าไปเก็บผลอิเหนาได้ ทำให้บางครั้งใน 10 ต้น สามารถเก็บเกี่ยวได้เพียง 3-6 ต้นเท่านั้น ส่วนที่เหลือก็มีโอกาสขยายพันธุ์ต่อไป ดังนั้นผู้เก็บหาผลอิเหนาไม่คิดจะปลูกเองเพราะประเมินว่าไม่คุ้มกับเวลาที่เสียไป และในป่าก็มีต้นอิเหนามากจนเก็บไม่ทัน และต้นที่มีผลอิเหนาที่แก่เกินก็จะทดแทนกันอยู่แล้ว นอกจากนั้นผู้เก็บเกี่ยวเห็นว่าการโค่นต้นมีผลดีต่อการงอกและการเติบโตของผลอิเหนา กล่าวคือเป็นการเปิดโอกาสให้ต้นอิเหนาอ่อน และลูกไม้อื่น ๆ ได้รับแสงแดดมากขึ้นและมีโอกาสเจริญเติบโตมากขึ้น

การเพิ่มปริมาณการเก็บหา ผู้เก็บหาแสดงความเห็นว่าการขยายตัวของชุมชน หรือการเพิ่มขึ้นของประชากรไม่ส่งผลต่อการเก็-บเกี่ยวอิเหนา เนื่องจากต้นอิเหนาเติบโตบริเวณเชิงเขา หรือโขดหินที่เป็นดินร่วน พื้นที่ชุ่มชื้น โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นร่องน้ำไหล พบเห็นต้นอิเหนาขึ้นเป็นหย่อม ๆ จำนวนมาก ซึ่งต่างกับน้ำมันยางที่อยู่กระจัดกระจาย ทำให้จุดที่เก็บเกี่ยวเกิดอุบัติเหตุลื่นล้มได้ง่าย และเป็นแหล่งชุกชุมของพวกสัตว์พิษทำให้ไปเก็บเกี่ยวได้ยากประกอบด้วย ผู้เก็บเกี่ยวจะต้องเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์เป็นอย่างดีในการหาแหล่ง การต้มผลอิเหนา, การดูผลที่เหมาะแก่การเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บ ตลอดจนกระบวนการผลิตอีก 3-4 ขั้นตอนก่อนส่งออกขาย และเนื่องจากผลอิเหนามียางที่คันจัด ดังนั้นหากเก็บไม่ถูกต้องก็ทำให้คันมากจนอาจเลิกกลางคันได้ การโค่นเป็นวิธีที่ไม่นิยม เนื่องจากผลอิเหนาจะหล่นลงมากระทบกับหิน ทำให้ยางไหลออกมา ทำให้ยากลำบากในการใส่หาบ รวมไปถึงปัญหาการขนส่ง เนื่องจากแหล่งเก็บหาอยู่ในที่ยากลำบาก ทำให้ทำได้ไม่เกินกำลังคนที่หาบได้ ครั้งละประมาณ 18-40 กิโลกรัม เพื่อนำมาจุดที่รถจักรยานยนต์สามารถเข้าถึงได้ (ไม่เกิน 1 กิโลเมตร จากถนนสายหลักของชุมชน)

แต่หากมีคนเก็บหาเพิ่มมากขึ้น แม้ผลอิเหนาจะไม่หมดไปเสียทีเดียวแต่ช่วงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวและผลผลิตที่ได้รับจะลดน้อยลง

บทวิจารณ์และสรุป

ความรู้ท้องถิ่นกับการจัดการป่าอย่างยั่งยืน

ชุมชนที่มีการใช้ประโยชน์จากป่า โดยเฉพาะจากพืชชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างต่อเนื่อง มีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ สืบทอดจนเป็นองค์ความรู้ของชุมชนที่สามารถตรวจสอบ ประเมิน และสร้างความเข้าใจในเนื้อหา และวิธีการได้อย่างชัดเจน อันถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการแสวงหาแนวทางเพื่อพัฒนาไปสู่กระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากทรัพยากรชีวภาพของป่า และการจัดการป่าอย่างยั่งยืน โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อไป

ความรู้ท้องถิ่นในการเก็บหาอิเหนามีวิธีการซึ่งนับตั้งแต่การเริ่มเลือกต้น ผล เมล็ด ซึ่งอาจทำให้ผู้เก็บหาไปทำลายต้นที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ และชาวบ้านยังยืนยันว่าการเก็บหาไม่ทำลายพันธุ์พืช เพราะลักษณะทางนิเวศวิทยาของอิเหนาที่หากไม่มีการใช้ประโยชน์หรือโค่นต้น อิเหนาก็จะขึ้นแน่นมาก ซึ่งในพื้นที่บริเวณพื้นที่ศึกษานั้นหลายพื้นที่เป็นเขาสูงชัน ซึ่งไม่สามารถเข้าไปเก็บหาได้ จึงมีผลร่วงลงมาทางเชิงเขาและชายน้ำทุกปี

ส่วนของการเจาะหาน้ำมันยาง ที่ผู้เจาะหายืนยันว่าไม่ทำลายต้นยาง และช่วยดูแลรักษาป่า ความรู้จากการเก็บหานี้น่าจะช่วยเสริมเทคนิคของการจัดการป่าของชุมชนเอง ที่มิใช่แค่ให้ประชาชนมาปกป้องพื้นที่ป่าแต่เป็นการใช้

ประโยชน์อย่างยั่งยืน เป็นกันชนสำหรับกลุ่มคนยากจนของชุมชนนั้น ๆ คนภายนอกควรส่งเสริมการจัดการของชุมชนโดยการสร้างความร่วมมือในการสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เก็บหาและชุมชน และพัฒนาระบบการติดตามทรัพยากรที่เหมาะสม เพื่อให้ฝ่ายรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านการปกป้องพื้นที่ป่าได้มีความมั่นใจ ชุมชนเองก็ได้ใช้ทรัพยากรอย่างยาวนาน และเกิดการเรียนรู้

"การเรียนรู้" ดูเหมือนจะเป็นหัวใจของการจัดการทรัพยากร หากชาวบ้านได้เรียนรู้ เขาจะมีความสามารถในการมองปัญหาทางเศรษฐกิจ และหาทางออกที่เหมาะสมกับสถานการณ์ นำมาซึ่งสิ่งที่ดีขึ้นของเขาและชุมชน

ปัจจัยต่าง ๆ กับระดับการเก็บหา

การเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าในสภาพป่าดิบชื้นของภาคใต้ มิได้ทำได้ง่ายเหมือนป่าประเภทอื่น ๆ แรงผลักดันที่สำคัญของคนและชุมชนในการเก็บเกี่ยวจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความรู้สึกเป็นเจ้าของ ความรู้สึกเป็นแหล่งอาหาร ความรู้สึกเป็นแหล่งที่ได้มาซึ่งรายได้ยามจำเป็น ดังกรณีของการเก็บหาผลอิเหนา และการเจาะหาน้ำมันยาง ส่วนใหญ่แล้วการเก็บเกี่ยวในยามที่ขาดรายได้จากที่อื่น หรือในยามฤดูกาลไม่เอื้ออำนวยในการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร

ดังนั้นคงไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะบอกว่าไม่ให้ชาวบ้านเก็บเกี่ยว เพราะทรัพยากรชีวภาพนี้เป็นเสมือนกันชนเพื่อความอยู่รอด แม้ในสถานการณ์ที่กลไกของสังคมไม่เข้มแข็งมาก ระดับการเก็บหาก็ถูกควบคุมโดยสภาพแวดล้อม ความรู้และความชำนาญอยู่แล้ว จะเห็นว่าในการเก็บหาของป่าไม่ใช่งานง่าย ในอนาคตน่าเป็นห่วงว่าความรู้เหล่านี้จะสูญหายไปด้วยซ้ำ เพราะน้อยคนนักที่สามารถทนความลำบากในป่าเขตร้อนได้หากมีทางเลือกที่ดีกว่า

ความรู้ท้องถิ่น: คุณค่า และการสืบทอด

องค์ความรู้ท้องถิ่นของชุมชนเกิดจากการสั่งสมประสบการณ์ที่ผ่านการลองผิดลองถูกมาอย่างต่อเนื่อง องค์ความรู้ต่าง ๆ เช่น เทคนิควิธีในการเก็บเกี่ยว, ความเชื่อ, ชนิดพืช และธรรมชาติของพืชที่เก็บเกี่ยวจะเป็นตัวกำหนดศักยภาพของชาวบ้านในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่า หากชุมชนขาดความรู้ด้านเทคนิควิธีและความรู้ในธรรมชาติของพืชแล้ว โอกาสที่จะประสบความล้มเหลวในการเก็บเกี่ยว หรือโอกาสที่จะเก็บเกี่ยวอย่างทำลายจะมีสูงมาก ดังวิธีการโค่นต้นอิเหนาเพื่อเก็บเกี่ยวผล เป็นทางเลือกสุดท้ายของวิธีการเก็บเกี่ยว การศึกษาของ ศรีฉันท์ (2522) ก็ยืนยันในประเด็นดังกล่าว การเผาต้นยางเพื่อกระตุ้นท่อน้ำมันโดยไม่ดับไฟ หรือเผานานเกินไป เป็นกิจต้องห้ามของคนทำน้ำมันยาง เพราะทำให้ต้นยางตายได้ อันหมายถึงวาระสุดท้ายของการเก็บเกี่ยว

ความรู้ท้องถิ่นนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรของชุมชนนั้น ๆ แล้ว ยังเป็นองค์ความรู้ที่สามารถขยายไปสู่ชุมชนอื่นที่มีการเก็บเกี่ยวทรัพยากรชนิดเดียวกันด้วย และยังเป็นการสร้างความเข้าใจให้กลุ่มคนอื่นที่ไม่เข้าใจการเก็บหาว่าเป็นเสมือนการทำลายทรัพยากรชีวภาพ

การพัฒนาองค์ความรู้ของอิเหนาจะมีการศึกษาการใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ต่อไป เช่น การเพิ่มมูลค่าโดยการแปรรูป ถนอมอาหาร หรือการปลูกเสริมในบริเวณชายป่าที่ใกล้ที่ทำกิน เป็นต้น

การยอมรับสิทธิและกลไกทางสังคมของชุมชนในท้องถิ่น

การใช้ประโยชน์จากป่าโดยเฉพาะของป่าทั้งประเภทให้น้ำมันยางหรือให้อาหารมีอยู่จริง ทั้งเพื่อยังชีพและเพื่อการค้าขายในระดับชุมชนท้องถิ่น น้ำมันยางเป็นวัสดุที่จำเป็นในการรักษาเนื้อไม้ให้สามารถใช้งานได้นาน และเป็นวัสดุในการผสมกับชันเพื่อใช้ในการอุดรอยรั่ว ถึงแม้ว่ารูปแบบการใช้ประโยชน์โดยตรงดังสมัยก่อนที่ใช้ทำได้ (วัสดุที่ทำจากน้ำมันยางเพื่อให้แสงสว่าง) จะเปลี่ยนแปลงไป จากคำกล่าวของคนทำน้ำมันยางที่ว่า "ถ้าเลยังไม่แห้ง ยังทำยางได้เหลย" (คลี่ ชุมแก้ว, สนทนาส่วนบุคคล) อันหมายถึง ถ้าทะเลยังไม่แห้ง ยังสามารถประกอบอาชีพทำน้ำมันยางได้ตลอด เพราะผู้ที่มีอาชีพประมงหาปลาทะเล ยังคงต้องใช้ประโยชน์จากน้ำมันยางในการรักษาเนื้อไม้ของเรือ และอุดรอยรั่วของเรือ และยังกล่าวต่อไปได้อีกว่า ตราบใดที่มนุษย์ยังคงบริโภคอาหารทะเลอยู่ อาชีพประมงก็ยังคงอยู่ การทำยางก็คงต้องอยู่ต่อไป อันเป็นการยอมรับความจริง และความเชื่อมั่นของผู้ที่มีอาชีพเจาะหาน้ำมันยาง ผลอิเหนาก็เช่นเดียวกันมีการบริโภคเป็นอาหาร เรียกว่า "ลูกชิด" เป็นการยอมรับผลผลิตที่เกิดขึ้นจริงแต่ขาดความเข้าใจในวิธีการ หรือที่มาของผลผลิตดังกล่าว

การคงอยู่ของป่าและการคงอยู่ของต้นยางขึ้นอยู่กับการยอมรับสิทธิของแต่ละบุคคลที่ชุมชนนั้นยอมรับอย่างมาก และเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานที่ชุมชนพึงได้รับจากรัฐ เพราะการใช้ทรัพยากรของกลุ่มผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มยากจนที่สุดของชุมชน เป็นการใช้เพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่รอดเท่านั้น

กระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าของพืชแต่ละชนิด ต่างมีผลกระทบทางสังคมของคนและชุมชนมากน้อยต่างกัน พืชชนิดใดที่มีผลกระทบทางสังคมในเชิงบวกจะสะท้อนให้เห็นถึงเนื้อหาสาระและภูมิปัญญาของชุมชนในการควบคุมกันเอง มิให้การเก็บเกี่ยวหรือใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างทำลาย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเจาะหาน้ำมันยางช่วยลดการทำลายป่าลงได้โดยตรง เพราะชุมชนยอมรับในสิทธิของบุคคล ทำให้ผู้มีสิทธิทำการเก็บหาได้ด้วยความมั่นใจและช่วยเฝ้าระวังการใช้ป่าแบบทำลายด้วย

ข้อเสนอแนะ

เพื่อพัฒนาทิศทางการวิจัยไปสู่การส่งเสริมการจัดการทรัพยากรป่าไม้โดยชุมชนอย่างแท้จริงควรมีการพัฒนางานต่อไปดังนี้

1. ส่งเสริมการวิจัยแบบมีส่วนร่วม และการวิจัยเพื่อศึกษาองค์ความรู้ท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรชีวภาพที่มีการใช้ประโยชน์โดยชุมชน เพราะความรู้ท้องถิ่นเป็นความรู้แบบองค์รวม ผู้วิจัยจำเป็นต้องเป็นคนมองโลกอย่างรอบด้านด้วย และพัฒนาทีมวิจัยแบบสหวิทยาการ แต่ที่สำคัญผู้ให้ข้อมูลหรือชุมชนในพื้นที่ศึกษาควรร่วมเรียนรู้ด้วย เพราะนั่นหมายถึงการสร้างความสามารถของบุคคลในสังคมโดยรวม ทั้งนี้กระบวนการศึกษาวิจัยอาจเริ่มจากการศึกษาแบบเร่งด่วน หรือเรียกว่า "Rapid Ethnobotanical Appraisal: REA" ที่ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนได้จัดการฝึกอบรมดังกล่าวขึ้นมา และเครื่องมือทางด้านมานุษยวิทยามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะใช้เป็นหลักในการศึกษาวิจัยเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชุมชนชนบท และความรู้ท้องถิ่น

2. จำเป็นต้องมีงานวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตจากป่า เพื่อให้เกิดผลตอบแทนที่ดีสำหรับผู้เก็บหาและน่าจะนำไปสู่การจัดการป่าอย่างยั่งยืน แต่ต้องอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อที่ว่า การใช้ไม่ใช่การทำลาย

3. น่าจะเป็นความร่วมมือของหลายภาคีในการพัฒนาการโครงการนำร่องให้มีการวางแผนร่วมกันในการจัดการทรัพยากรชีวภาพและป่าไม้ เพื่อหาทางออกให้กับปัญหาป่าไม้ถูกทำลาย โดยใช้พื้นที่เป็นหลัก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 340006

เอกสารอ้างอิง

ทักษิณคดีศึกษา. 2524. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เดือนมิถุนายน.

บวรศักดิ์ อุวรรณโณ. 2536. ข้อสังเกตเชิงกฎหมายและนโยบายที่เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ. ในการประชุมสมัชชาวิชาการ เรื่อง "สิทธิชุมชน: การกระจายอำนาจการจัดการทรัพยากร". ศูนย์สตรีศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วัฒนา สุกัณศิล และศุลีมาน วงศ์สุภาพ. 2539. การสรุปบทเรียนจากการปรับตัวของเกษตรกรรมพื้นบ้านในประเทศไทย. ในเอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ 15-16 สิงหาคม 2538.

ศรีฉันท์ นาคะประทีป. 2522. กสิกร. ปีที่ 52 ฉบับที่ 1 มกราคม-กุมภาพันธ์. หน้า 24-29. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ตอนที่ 10
ชุดโครงการศึกษาเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

การท่องเที่ยวเชิงนิเวศกับการปรับตัวทางวัฒนธรรม และศักยภาพในการจัดการทรัพยากรชุมชนของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

ยศ สันตสมบัติ[1], สุรศักดิ์ ป้อมทองคำ[2], ทวิช จตุวรพฤกษ์[3], สุชาติ เศรษฐมาลินี[4], สุพรรณ อินผูก[5] และ ตรีภพ ทิพยศักดิ์[6]

[1]คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202

[2]โรงเรียนฮ่องสอนศึกษา อ. เมือง แม่ฮ่องสอน 50800

[3]สถาบันวิจัยชาวเขา กรมประชาสงเคราะห์ อ. เมือง เชียงใหม่ 50200

[4]ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา มหาวิทยาลัยพายัพ อ. เมือง เชียงใหม่ 50000

[5]โครงการไทย-เยอรมัน ตู้ ป.ณ. 63 อ. เมือง แม่ฮ่องสอน 50800

[6]สถานีวิจัยพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่ 1 อ. เมือง แม่ฮ่องสอน 50800

ABSTRACT

ECOTOURISM, CULTURAL ADAPTATION AND COMMUNITY-BASED NATURAL RESOURCE MANAGEMENT POTENTIALS AMONG VARIOUS ETHNIC GROUPS IN MAE HONG SON PROVINCE

Y. Santasombat[1], S. Pomthongkham[2], T. Jatuworapruek[3], S. Setthamalinee[4], S. Inpook[5] and T. Tipayasak[6]

[1]Faculty of Social Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202
[2]Hong Son Suksa School, Muang District, Mae Hong Son 50800
[3]Tribal Research Institute, Muang District, Chiang Mai 50200
[4]Department of Sociology and Anthropology, Payap Univeristy, Muang District, Chiang Mai 50000
[5]Thai-German Highland Development Project, P.O. Box 63, Muang District, Mae Hong Son 50800
[6]Herbs and Spices Research Station 1, Muang District, Mae Hong Son 50800

This paper briefly discusses the scope and purpose of the research project "Ecotourism, Cultural Adaptation and Community-Based Natural Resources Management Potentials among Various Ethnic Groups in Mae Hong Son Province" It also presents a brief review of literature on ecotourism in Thailand as well as the and the conceptual framework designed for this project.

Key words: Mae Hong Son, ecotourism, various ethnic groups, natural resource management

บทนำ

แม่ฮ่องสอนกับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

แม่ฮ่องสอน เป็นจังหวัดชายแดนทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทย ทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันตกติดต่อกับประเทศพม่า สภาพภูมิประเทศเกลื่อนกล่นไปด้วยภูสูงสลับซับซ้อน ที่ราบลุ่มซึ่งเหมาะสมต่อการผลิตในภาคเกษตรจึงมีอยู่ค่อนข้างจำกัด ข้อจำกัดในด้านของพื้นที่ทำการเกษตรและความยากลำบากในการคมนาคมขนส่งและการติดต่อสื่อสาร อาจเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีประชากรน้อยที่สุดในเขตภาคเหนือตอนบน ประชากรของจังหวัดแม่ฮ่องสอนประมาณร้อยละ 50 ประกอบไปด้วย กลุ่มชาติพันธุ์บนที่สูง เช่น มัง, ลีซอ, อาข่า, มูเซอร์, จีนฮ่อ และปกากะญอ เป็นต้น ส่วนบริเวณพื้นราบเป็นแหล่งชุมชนของชาวไตหรือไทใหญ่ซึ่งตั้งรกรากอยู่ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนมานานนับร้อยปี

จังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นดินแดนที่มีความสวยงามตามธรรมชาติ มีผืนป่าที่ยังคงสภาพค่อนข้างสมบูรณ์ อุดมไปด้วยความหลากหลายของระบบนิเวศ พันธุ์พืช ไม้ป่า กล้วยไม้ เฟิร์น และสิ่งมีชีวิตประจำถิ่นนานาชนิด อีกทั้งยังเป็นแหล่งรวมของน้ำตก และถ้ำสวยงามมากมาย กลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งมีความหลากหลายทางวัฒนธรรม, วิถีชีวิต, ขนบธรรมเนียมประเพณี ช่วยเพิ่มสีสันให้แม่ฮ่องสอนเป็นดินแดนที่น่าตื่นตาตื่นใจ และเหมาะสมต่อการท่องเที่ยวในลักษณะของการเดินป่า การพักผ่อน และเรียนรู้วิถีของกลุ่มชนต่าง ๆ ที่ดำรงชีวิตอยู่ในดินแดนแห่งนี้

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา แม่ฮ่องสอนนับได้ว่าเป็นจังหวัดที่ค่อนข้างปิด สภาพภูมิประเทศของแม่ฮ่องสอนทำให้มีข้อจำกัดในด้านของผลผลิตอาหาร รวมทั้งสินค้าและบริการต่าง ๆ ซึ่งต้องพึ่งพาจังหวัดเชียงใหม่เกือบทั้งหมด ถนนหนทางที่ลาดชันและคดเคี้ยว ทำให้การเดินทางเข้าสู่พื้นที่ท่องเที่ยวของจังหวัดเป็นไปอย่างลำบาก การเดินทางโดยเครื่องบินก็ทำได้ไม่สะดวกนัก เนื่องจากทำเลที่ตั้งของจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีลักษณะเป็นหุบเขา ทำให้หมอกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในบางฤดูกาล และควันไฟที่เกิดจากการเผาไร่ของชาวบ้าน ไม่สามารถระบายออกสู่เบื้องบนได้โดยสะดวก ส่ง

ผลให้บริเวณสนามบินและชุมชนโดยทั่วไปของจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีหมอกควันปกคลุมอยู่ตลอดทั้งปี จนได้รับฉายาว่าเป็น "เมืองสามหมอก" แต่หากมองในมุมกลับ การมีสภาพเป็นเมืองปิดมาเป็นเวลานาน ก็มีส่วนช่วยให้แม่ฮ่องสอนยังคงรักษาความงดงาม และความหลากหลายทางธรรมชาติ และวัฒนธรรมเอาไว้ได้ค่อนข้างสมบูรณ์

ในรอบทศวรรษที่ผ่านมา นโยบายส่งเสริมการท่องเที่ยวของประเทศไทย เพื่อเพิ่มรายได้เข้าประเทศ โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้นของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 เป็นต้นมา ส่งผลให้เริ่มมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ เช่น การเพิ่มเที่ยวบินจากเชียงใหม่เข้าสู่แม่ฮ่องสอน การปรับปรุงเส้นทางสายเชียงใหม่-ปาย-แม่ฮ่องสอน รวมทั้งการพัฒนาระบบสื่อสารโทรคมนาคมต่าง ๆ เป็นต้น นโยบายดังกล่าวส่งผลให้จำนวนนักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาในจังหวัดแม่ฮ่องสอนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในช่วงปี 2540 มีจำนวนนักท่องเที่ยวกว่าสองแสนคน (ตารางที่ 1) และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาในจังหวัดแม่ฮ่องสอน จะแตกต่างกันในแต่ละช่วงฤดูกาล ช่วงปลายฤดูฝนและช่วงฤดูหนาวเป็นช่วงที่มีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างประเทศนิยมเดินทางเข้ามามากที่สุด สัดส่วนระหว่างประชากรของจังหวัดกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิต, ความเป็นอยู่, ค่าครองชีพ, ปัญหามลภาวะ และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติของจังหวัดเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนเริ่มเกิดคำถามว่า ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ได้รับจากการท่องเที่ยวนั้น จะคุ้มค่ากับการสูญเสียในด้านต่าง ๆ เช่น ความเสื่อมโทรมของธรรมชาติ, ปัญหาขยะและมลภาวะทางเสียง ตลอดจน การสูญเสียอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ หรือไม่ การศึกษาวิจัยถึงผลกระทบจากการส่งเสริมการท่องเที่ยวในเมืองท่องเที่ยวหลายแห่ง เช่น เชียงใหม่, พัทยา และภูเก็ต ก็ได้พบว่า การส่งเสริมการท่องเที่ยวก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านสภาพแวดล้อม รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของชุมชนท้องถิ่นหลายประการด้วยกัน เช่น เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของครอบครัว รูปแบบการใช้แรงงาน มีการขยายตัวของการใช้ที่ดินในลักษณะที่เข้มข้น เกิดความขัดแย้งอันเนื่องมาจากการแย่งชิงที่ดินและทรัพยากรเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งก่อให้เกิดปัญหาสังคมต่าง ๆ เช่น ปัญหาอาชญากรรม, โสเภณี, การใช้แรงงานเด็ก, การแพร่ระบาดของยาเสพติด และปัญหาโรคเอดส์ เป็นต้น

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบจำนวนนักท่องเที่ยวและรายได้ที่ได้รับจากการท่องเที่ยวของประเทศไทย[1]

ปี พ.ศ.	ทั้งประเทศ		เชียงใหม่		แม่ฮ่องสอน	
	จำนวนนักท่องเที่ยว (คน)	รายได้ (ล้านบาท)	จำนวนนักท่องเที่ยว (คน)	รายได้ (ล้านบาท)	จำนวนนักท่องเที่ยว (คน)	รายได้ (ล้านบาท)
2537	6,166,496	145,211	2,375,968	17,380	171,165	593.57
2538	6,951,566	190,765	2,670,357	16,040	178,896	568.88
2539	7,192,145	219,364	3,042,117	21,006.29	199,770	679.96
2540	7,221,345	220,755	3,052,118	21,388.37	214,990	813.06

ความห่วงใยในผลกระทบจากการส่งเสริมการท่องเที่ยวต่อสภาพแวดล้อมธรรมชาติ และคุณภาพชีวิตของประชาชน ทำให้ทางจังหวัดแม่ฮ่องสอน ร่วมกับโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ริเริ่มจัดทำโครงการวางแผนเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (ecotourism) ของจังหวัดแม่ฮ่องสอนขึ้น โดยในส่วนย่อยส่วนหนึ่งของโครงการนี้ เป็นความพยายามในการตอบคำถามว่า ชุมชนท้องถิ่น หรือกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีระบบและภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรอย่างไร ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา การท่องเที่ยวมีผลกระทบต่อการปรับตัวทางวัฒนธรรม และศักยภาพของชุมชนในการจัดการทรัพยากรอย่างไร เราจะเสริมสร้างความเข้มแข็งขององค์กรชุมชน และระบบการจัดการทรัพยากรเพื่อรองรับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้อย่างไร ผลของโครงการจะนำไปสู่การวางแผนการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยที่ชุมชนท้องถิ่นมีบทบาทสำคัญในการวางแผน การบริหารจัดการ และการจัดสรรผลประโยชน์จากท่องเที่ยว เพื่อให้เกิดการพัฒนาในลักษณะที่เป็นธรรมและมีการใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมธรรมชาติอย่างยั่งยืน

การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ: กรอบคิดในการทำวิจัย

ในรอบทศวรรษที่ผ่านมา การท่องเที่ยวได้รับการขนานนามว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของโลก การท่องเที่ยวเป็นช่องทางในการสร้างรายได้และการหมุนเวียนของเงินตราระหว่างประเทศ และมีความสำคัญต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศกำลังพัฒนาเป็นอย่างยิ่ง ในขณะเดียวกัน การท่องเที่ยวเป็นปัจจัยสำคัญที่สร้างผลกระทบทางสังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมให้กับท้องถิ่นที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวอย่างมากมาย หากแต่ "การเมืองเรื่องการท่องเที่ยว" หรือกระบวนการที่อยู่เบื้องหลังการกำหนดนโยบายและการวางแผนการท่องเที่ยวในระดับต่าง ๆ มักถูกมองข้ามหรือลดความสำคัญลงมาโดยตลอด

โคลิน ฮอล นักวิชาการออสเตรเลียผู้เชี่ยวชาญการศึกษาปัญหาการท่องเที่ยว ถึงกับตั้งข้อสังเกตว่า งานวิจัยเกี่ยวกับการท่องเที่ยวมักมองข้ามประเด็นปัญหาพื้นฐานทางการเมือง เช่น ใคร หรือคนกลุ่มใดเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์แท้จริงจากการท่องเที่ยว และกลุ่มผลประโยชน์เหล่านี้มีบทบาทและอิทธิพลเพียงใดต่อกระบวนการกำหนดนโยบาย และวางแผนการท่องเที่ยวในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ ฮอลเสนอว่า นโยบายและแผนการท่องเที่ยวมักถูกกำหนดโดยรัฐบาลหรือหน่วยงานของรัฐ ซึ่งตอบสนองต่อความคิดเห็นและความต้องการของกลุ่มผลประโยชน์ระดับสูง แต่ในขณะเดียวกันกลับไม่เคยให้ความสนใจกับปัญหา ผลกระทบ และความต้องการของชุมชนท้องถิ่น ซึ่งเป็นฝ่ายถูกเที่ยวเสมอมา

การที่นโยบายและแผนการท่องเที่ยวถูกกำหนดโดยหน่วยงานของรัฐ และตัวแทนของกลุ่มผลประโยชน์ เช่น กลุ่มธุรกิจโรงแรม กลุ่มธุรกิจนำเที่ยว ทั้งในระดับนานาชาติ ระดับชาติ และระดับท้องถิ่น ทำให้ผลประโยชน์ หรือรายได้ส่วนใหญ่จากการท่องเที่ยวตกอยู่ในมือของบรรษัทข้ามชาติ หรือธุรกิจขนาดใหญ่ เช่น เครือข่ายของโรงแรม และบริษัทนำเที่ยว โดยที่ผลประโยชน์เหล่านี้ลงไปสู่ชุมชนท้องถิ่นซึ่งเป็นผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการท่องเที่ยวน้อยมาก อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวจึงมิได้มีนัยสำคัญต่อการพัฒนาท้องถิ่นดังที่มักถูกนำมาเป็นประเด็นอวดอ้าง (Pleumarom, 1994) หากแต่เป็นเพียงการดูดดึงให้ชุมชนท้องถิ่นเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบตลาดโลก และผลิตซ้ำการครอบงำของธุรกิจขนาดใหญ่จากประเทศมหาอำนาจซึ่งเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์จากการท่องเที่ยวอย่างแท้จริง

ตลอดสามทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศโลกที่สาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบเอเชียแปซิฟิค ได้ถูกชักนำให้เข้าเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางการท่องเที่ยวสำคัญของโลก ชายหาดขาวสะอาด แนวปะการังสวยใส และผืนเกาะสงบงันกลางทะเล ถูกแปลงสภาพให้กลายเป็นโรงแรม และรีสอร์ทหรู จากการกู้ยืมและเงินลงทุนของบรรษัทข้ามชาติอย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกัน ผืนป่าเขียวขจี, ภูสูงเสียดฟ้า, การผจญภัยในถ้ำลึก, สุมทุมพุ่มไม้ในป่าทึบ และการล่องแพในสายน้ำเย็นใส ก็ได้กลายมาเป็นจุดขายของการบุกเบิกธุรกิจทัวร์ป่า เพื่อชักนำนักท่องเที่ยวให้เข้ามาชื่นชมกับความงามของผืนป่า, พันธุ์ไม้, ถ้ำ, นก และสรรพสัตว์ รวมทั้งการนำเสนอโอกาสของการพบเห็นกลุ่มชนที่มีวิถีชีวิต การแต่งกาย และวัฒนธรรมประเพณีที่มีความแปลกพิสดาร (exotic) และหาดูชมได้ยาก

ทัวร์ป่าได้กลายมาเป็นจุดขายสำคัญประการหนึ่งของการท่องเที่ยวในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน ความคาดหวังในด้านของการกระจายรายได้อันเกิดจากวิธีคิดที่เน้นการพึ่งพาระบบเศรษฐกิจจากภายนอก ทำให้ทัวร์ป่ากลายเป็นธุรกิจที่ได้รับการสนับสนุนอย่างแข็งขันจากหน่วยงานของรัฐทั้งจากส่วนกลาง และระดับท้องถิ่น หากแต่ในความเป็นจริงแล้ว งานวิจัยหลายชิ้น (ปุสดี, 2535; ประเสริฐและอิฐศักดิ์, 2534) ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า รายได้จากการท่องเที่ยวในรูปของทัวร์ป่า ก็มีลักษณะเช่นเดียวกับการท่องเที่ยวแบบอื่น ๆ นั่นคือ การกระจายผลประโยชน์มิได้เป็นไปอย่างทั่วถึง หรือตกถึงมือประชาชนยากจนโดยทั่วไป ในทางตรงกันข้าม รายได้ส่วนใหญ่ตกอยู่กับผู้ประกอบการ เช่น บริษัทนำเที่ยว และมัคคุเทศก์ ตลอดจนผู้นำชุมชนจำนวนน้อยที่สามารถฉกฉวยโอกาสหาผลประโยชน์ส่วนตนได้ ในขณะที่ชาวบ้านในท้องถิ่น กลับได้รับค่าตอบแทนเฉลี่ยเพียงคนละ 20-30 บาทต่อวันเท่านั้น แต่ต้องแบกรับผลกระทบทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการท่องเที่ยวซึ่งส่งผลให้สินค้าเครื่องอุปโภคบริโภคและอาหารมีราคาแพงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การกระจุกตัวของผลประโยชน์ในแวดวงของคนเพียงน้อยนิด ยังก่อให้เกิดความบาดหมางและความขัดแย้ง และส่งผลให้ความสัมพันธ์ทางสังคม เช่น การนับถือผู้อาวุโส และระบบเครือญาติเริ่มคลอนแคลน อันเป็นจุดเริ่มต้นของการเสื่อมถอยของระบบความเชื่อและวัฒนธรรมประเพณีของชุมชน

การเข้ามาของนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก ยังได้ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านสังคมวัฒนธรรม ในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเปลี่ยนแปลงในวิธีคิดเกี่ยวกับเงินตรา และการบริโภค ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิธีการหารายได้ของชาวบ้านในหลาย ๆ พื้นที่ เช่น การปล่อยให้เด็ก ๆ กลายมาเป็นขอทาน เพื่อขอเศษสตางค์และขนมจากนักท่องเที่ยว ซึ่งส่งผลให้ศักดิ์ศรี และเกียรติภูมิของความเป็นมนุษย์ถูกลดทอนคุณค่าลงไป นโยบายของรัฐที่ชักนำให้กลุ่มชาติพันธุ์บนที่สูงหันมาให้ความสำคัญกับการปลูกพืชพาณิชย์ในระบบเกษตรแผนใหม่ แทนระบบการผลิตแบบเดิม ยังส่งผลให้เกิดปัญหาการกู้หนี้ยืมสิน การสูญเสียที่ดินทำกิน และความจำเป็นในการใช้เงินสด เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นแรงผลักดันให้ชุมชนท้องถิ่นละทิ้งวิถีการผลิตเดิม และหันมายึดอาชีพรับจ้าง และให้บริการนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงในวิธีการหารายได้ทำให้เกิดความไม่สมดุลในระบบการจัดการแรงงานทั้งในระดับครอบครัวและชุมชน ส่งผลให้ระบบการแลกเปลี่ยนแรงงาน ถูกแทนที่ด้วยการว่าจ้าง และระบบความสัมพันธ์เชิงพันธะสัญญาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การแพร่ระบาดของลัทธิบริโภคนิยม ยังส่งผลให้สำนึกของความเป็นชุมชนถูกแทนที่ด้วยการลอกเลียนวิถีชีวิต การแต่งกาย และการบริโภค ตามอย่างนักท่องเที่ยว และสังคมภายนอก ส่งผลให้ชุมชนพึ่งพาตัวเองไม่ได้อีกต่อไป ในหลาย ๆ พื้นที่การเข้ามาของทัวร์ป่ายังเป็นปัจจัยหนุนเสริมให้เกิดการแพร่ระบาดของปัญหายาเสพติด และปัญหาโสเภณีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ความพยายามในการตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวในทุกรูปแบบ ยังทำให้การท่องเที่ยวแบบทัวร์ป่า กลายมาเป็นการจาบจ้วงต่อวัฒนธรรมประเพณีของชุมชนท้องถิ่น เช่น การที่นักท่องเที่ยวไม่ให้ความสำคัญกับกฎเกณฑ์ และจารีตประเพณีของท้องถิ่น เช่น การล่วงเกินหอผี การแต่งกายในลักษณะที่ไม่เหมาะสม การมีพฤติกรรมทางเพศที่ผิดกาละเทศะ รวมไปจนถึง การที่บริษัทนำเที่ยวขอให้ชาวบ้านประกอบพิธีกรรมหรือการละเล่นบางอย่างให้นักท่องเที่ยวชม ซึ่งส่งผลให้วัฒนธรรมประเพณีเหล่านั้นถูกบิดเบือนหรือสูญเสียคุณค่าและความหมายดั้งเดิมลงไป

ความนิยมในการท่องเที่ยวแบบทัวร์ป่า ยังส่งผลกระทบอย่างสำคัญต่อธรรมชาติแวดล้อม เช่น การตัดไม้เป็นฟืนเพื่อบริการนักท่องเที่ยว, การตัดไม้ไผ่เพื่อต่อแพในการล่องลำน้ำ, การทำลายป่าไม้อันเนื่องมาจากการเลี้ยงช้าง, การเพิ่มขึ้นของขยะมูลฝอย และปัญหาการบุกเบิกพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น เป็นต้น

งานทางวิชาการที่ศึกษาผลกระทบของทัวร์ป่าในเขตภาคเหนือของไทย ดังเช่น งานของ Durst (1987), Judd (1988), Mirante (1991) และ Dearden (1993) เป็นต้น ต่างได้วิพากษ์วิจารณ์บทบาทของทัวร์ป่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงหรือความเสื่อมทรามของวัฒนธรรมประเพณีท้องถิ่นอย่างรุนแรง งานวิจัยบางชิ้น เช่น Dearden (1993) ยังให้ความสำคัญกับบทบาทของทัวร์ป่าต่อการกระจายผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจในชุมชน หากแต่ประเด็นที่ได้รับความสนใจค่อนข้างน้อยหรือแทบไม่มีเลย คือ ประเด็นในเรื่องของบทบาทและการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นต่อการวางแผนและการจัดการท่องเที่ยว ซึ่งต่างก็เป็นที่ยอมรับกันว่ามีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมของชุมชนท้องถิ่นเองมากที่สุด

ปัญหาการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการจัดการท่องเที่ยวทำให้งานศึกษาวิจัยในช่วงหลังเริ่มให้ความสำคัญกับการท่องเที่ยวจากมุมมองของชุมชนเป็นสำคัญ McIntosh and Goeldner (1986) เสนอให้การวางแผนและการจัดการการท่องเที่ยวมีชุมชนเป็นจุดศูนย์กลาง (community-oriented tourism) โดยให้ความสำคัญกับอำนาจของชุมชนในการควบคุมจัดการ และจัดสรรผลประโยชน์จากการท่องเที่ยว ในทำนองเดียวกัน งานของ Murphy (1985) เน้นการใช้มุมมองเชิงนิเวศในการวางแผนการท่องเที่ยว โดยให้ความสำคัญกับอำนาจของชุมชนในการวางแผนการท่องเที่ยวในฐานะเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการพัฒนาท้องถิ่น

ความแตกต่างสำคัญระหว่างการมองการท่องเที่ยวจากแง่มุมของรัฐและภาคธุรกิจเอกชน กับการมองจากมุมมองของชุมชนอยู่ตรงที่ว่า มุมมองด้านแรกเป็นการมองแบบการสั่งการจากบนลงล่าง และเน้นความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวและเม็ดเงินจากรายได้เป็นสำคัญ ในขณะที่มุมมองแบบหลังเน้นการวางแผนจากเบื้องล่างสู่บน โดยเน้นให้การท่องเที่ยวตอบสนองความพึงพอใจทั้งของนักท่องเที่ยว และชุมชนท้องถิ่น อีกทั้งยังให้ความสำคัญกับกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นทั้งในระดับการวางแผน การบริหารจัดการ และการแบ่งปันผลประโยชน์จากการท่องเที่ยวอย่างยุติธรรม นักวิชาการบางท่านถึงกับเสนอว่า "ชุมชนเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญสำหรับนักเดินทาง ดังนั้น ชุมชนจึงต้องมีบทบาทสำคัญในการจัดการและพัฒนาการท่องเที่ยวเพื่อให้กิจกรรมต่าง ๆ ตอบสนองความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง" (Blank, 1989)

การจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน จึงมีนัยสำคัญอยู่ที่การเปิดโอกาสให้องค์กรชุมชนได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการวางแผนการท่องเที่ยวและสร้างให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เกี่ยวกับการวางแผนงาน การบริหารจัดการทรัพยากรและกระจายอำนาจการตัดสินใจ โดยเน้นความสำคัญของการจัดการธรรมชาติแวดล้อม และการพัฒนาชุมชนไปพร้อมกัน

บทบาทและการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการจัดการท่องเที่ยว และสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ทำให้แนวคิดเรื่อง "การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ" (ecotourism) เริ่มเป็นที่สนใจอย่างจริงจังเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ยิ่งไปกว่านั้น ในรอบทศวรรษที่ผ่านมา การท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้กลายมาเป็นธุรกิจที่เจริญเติบโตรวดเร็วที่สุดในแวดวงของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

ในการจัดสัมมนาระดับนานาชาติเรื่อง "การท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพื่อการอนุรักษ์ป่าและการพัฒนาชุมชน" ที่จัดขึ้น ณ จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อเดือนมกราคม 2540 การท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้รับการนิยามความหมายว่าเป็น "การท่องเที่ยวไปยังแหล่งธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเรียนรู้ทำความเข้าใจกับพัฒนาการทางวัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม ด้วยความระมัดระวังไม่ให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศ และในขณะเดียวกันก็ช่วยสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจ เพื่อให้ชาวบ้านในท้องถิ่นได้รับประโยชน์โดยตรงจากการอนุรักษ์ธรรมชาติแวดล้อม" (Bornemeier *et al.*, 1997)

ในการจัดสัมมนาครั้งนั้น Gail Nash (1997) นักวิจัยจากสมาคมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (The Ecotourism Society) ได้นำเสนอหลักการพื้นฐาน 7 ประการของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศไว้ดังนี้ 1) การท่องเที่ยวเชิงนิเวศจะต้องหลีกเลี่ยงการสร้างผลกระทบทางด้านลบที่จะก่อให้เกิดความเสียหายหรือการทำลายสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและวัฒนธรรมของพื้นที่ท่องเที่ยว 2) การท่องเที่ยวเชิงนิเวศจะต้องให้การศึกษาแก่นักท่องเที่ยวให้ตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ธรรมชาติแวดล้อมและวัฒนธรรม 3) รายได้จากการท่องเที่ยวเชิงนิเวศจะต้องนำไปสู่การอนุรักษ์ธรรมชาติแวดล้อมและการจัดการเขตอนุรักษ์ 4) ชุมชนท้องถิ่น รวมทั้งชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงจะต้องเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์โดยตรงจากการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ 5) การท่องเที่ยวนิเวศจะต้องเน้นความสำคัญของการวางแผนและการเจริญเติบโตของการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน โดยเน้นการสร้างหลักประกันว่า จำนวนนักท่องเที่ยวจะต้องอยู่ภายในขอบเขตของศักยภาพในการรองรับ (carrying capacity) ตามธรรมชาติของระบบนิเวศท้องถิ่น 6) รายได้ส่วนใหญ่จากการท่องเที่ยวเชิงนิเวศจะต้องตกอยู่กับประเทศผู้เป็นเจ้าของแหล่งท่องเที่ยว ด้วยเหตุนี้เอง การท่องเที่ยวเชิงนิเวศจึงเน้นการใช้ผลิตภัณฑ์และบริการของท้องถิ่นเป็นสำคัญ และ 7) การท่องเที่ยวเชิงนิเวศจะต้องให้ความสำคัญกับการใช้จากโครงสร้างพื้นฐานที่ได้รับการพัฒนาขึ้นบนฐานคิดซึ่งเน้นความสำคัญของการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน ลดละการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง อนุรักษ์พันธุ์พืชพื้นบ้าน และจัดการท่องเที่ยวให้สอดคล้องกับธรรมชาติแวดล้อมอย่างแท้จริง

นอกจากนั้น การท่องเที่ยวเชิงนิเวศยังเน้นความสำคัญของการผสมผสานจุดมุ่งหมายของการอนุรักษ์ธรรมชาติแวดล้อมและการพัฒนาชุมชนไว้เป็นเรื่องเดียวกัน (Lindberg *et al.*, 1995) อีกทั้งให้ความสำคัญกับมิติของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Cater, 1997; McCool, 1994) อย่างไรก็ตาม Pleumarom (1997) ก็ได้ตั้งคำถามเกี่ยวกับแนวคิด นโยบาย และวิถีปฏิบัติของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ว่าจะช่วยให้เกิดการอนุรักษ์ธรรมชาติแวดล้อมและการพัฒนาได้จริงหรือไม่ โดยเสนอว่าการท่องเที่ยวเชิงนิเวศไม่ควรมีสูตรสำเร็จ รูปแบบที่ตายตัว หรือนโยบายที่มีมาตรฐานเดียว หากแต่การท่องเที่ยวเชิงนิเวศควรเป็นส่วนหนึ่งของทางเลือกในการพัฒนา และก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างแท้จริง

ตลอดระยะเวลาเกือบสองปีที่ผ่านมา คณะวิจัยของ "โครงการศึกษาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศกับการปรับตัวทางวัฒนธรรมและศักยภาพในการจัดการทรัพยากรชุมชนของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน" ได้มองเห็นเด่นชัดขึ้นเป็นลำดับว่า การประเมินศักยภาพขององค์กรชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จำต้องพิจารณาอย่างเป็นองค์รวม ครอบคลุมถึงเงื่อนไขและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างชุมชนกับสภาพแวดล้อมธรรมชาติ และชุมชนกับสังคมภายนอกอย่างรอบด้านและเป็นพลวัต ด้วยเหตุนี้เองกรอบคิดในการศึกษาวิจัยการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จึงประกอบไปด้วยแนวคิดหลัก 5 ประการ ดังต่อไปนี้

แนวคิดประการแรก คือ **การมองการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในบริบทของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ การเมือง และสภาพแวดล้อมธรรมชาติ** ในลักษณะเช่นนี้ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศมิได้เป็นปรากฏการณ์ที่หยุดนิ่งไร้ความเคลื่อนไหว หากแต่เป็นการปรับตัวของชุมชนโดยสัมพันธ์กับเงื่อนไขภายนอกในระดับมหภาค การมอง

การท่องเที่ยวเชิงนิเวศในบริบทของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจการเมืองและธรรมชาติแวดล้อม เป็นแนวคิดที่ช่วยให้เราสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ในท้องถิ่นกับเงื่อนไขภายนอก และช่วยชี้ให้เห็นทิศทางของการพัฒนาประเทศที่มีผลต่อวิถีชีวิตของชุมชนท้องถิ่นอย่างชัดเจน การที่ภาคเอกชนเข้ามาผูกขาดธุรกิจท่องเที่ยวซึ่งเน้นการสร้างรายได้ และความเจริญเติบโตของธุรกิจท่องเที่ยวแต่เพียงอย่างเดียว อาจทำให้ภาคธุรกิจอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวได้ประโยชน์ แต่ในขณะเดียวกันก็มีผลในด้านของการทำลายวัฒนธรรมท้องถิ่น ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมธรรมชาติ และความยากจน เพราะชุมชนท้องถิ่นขาดอำนาจในการจัดการการท่องเที่ยว และไม่สามารถพัฒนาศักยภาพของการพึ่งตนเองได้อย่างต่อเนื่อง การพิจารณาการท่องเที่ยวในบริบทของการพัฒนาที่เน้นทิศทางเดียว คือ การเจริญเติบโตขยายตัวทางเศรษฐกิจเท่านั้น ช่วยให้เราทำความเข้าใจกับปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนท้องถิ่นกับสังคมภายนอกได้อย่างชัดเจน

แนวคิดประการที่สอง คือ **การมองการท่องเที่ยวเชิงนิเวศจากมิติของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติในฐานะเป็นวิถีชีวิตในระบบนิเวศเดียวกัน** โดยไม่อาจแบ่งแยกออกจากกันได้โดยเด็ดขาดในลักษณะเช่นนี้ *การท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นรูปแบบหนึ่งของการสร้างแรงจูงใจ เพื่อให้ชุมชนท้องถิ่นทำการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน และเป็นธรรม ภายใต้หลักการที่ว่า คนที่ดูแลรักษาทรัพยากรย่อมสมควรได้รับประโยชน์จากการดูแลรักษานั้น* การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จึงเป็นการปรับเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ ให้มีลักษณะเป็นการอนุรักษ์และพัฒนาอย่างเข้มข้นยิ่งขึ้น โดยเน้นการรักษาสภาพความอุดมสมบูรณ์ของผืนป่า, สายน้ำ, ฝูงปลา, นก และสัตว์ป่า ไว้ให้นักท่องเที่ยวได้ชื่นชม และชุมชนได้ประโยชน์จากกิจกรรมการท่องเที่ยว ในขณะเดียวกันมีการกระจายผลประโยชน์จากการท่องเที่ยวออกไปในวงกว้าง เพื่อให้สมาชิกของชุมชนทั้งหมดได้รับอานิสงค์จากการท่องเที่ยวโดยตรง การพิจารณาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในบริบทของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ ช่วยให้เรามองเห็นว่า *ความเป็นธรรมทางสังคม เป็นเงื่อนไขสำคัญของความเป็นธรรมของระบบนิเวศ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศจะประสบความสำเร็จได้ มิใช่บนพื้นฐานของสำนึกในคุณค่าของการอนุรักษ์ธรรมชาติแวดล้อมเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับหลักการสำคัญของการสร้างแรงจูงใจให้ผู้ที่ทำการอนุรักษ์ธรรมชาติแวดล้อมได้รับประโยชน์โดยตรงจากการกระทำของตน*

แนวคิดประการที่สาม คือ **การมองการท่องเที่ยวเชิงนิเวศจากมิติทางวัฒนธรรม** ในลักษณะเช่นนี้ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นการให้ความเคารพแก่อัตลักษณ์ และความหลากหลายทางวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งมีวิถีชีวิต และจารีตประเพณีแตกต่างกันออกไป มุมมองทางด้านวัฒนธรรมเน้นการให้ความเคารพแก่ศักดิ์ศรี และสิทธิในทางเป็นมนุษย์ของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ มิใช่มองคนเป็นสัตว์ประหลาด และเปิดโอกาสให้การท่องเที่ยวส่งผลให้เกิดการละเมิดจาบจ้วงความเชื่อ, วัฒนธรรม, ประเพณี และพิธีกรรมของชุมชนท้องถิ่น ในทางตรงกันข้าม การท่องเที่ยวเชิงนิเวศมุ่งเน้นให้ชุมชนท้องถิ่นมีสำนึกและความภาคภูมิใจในอัตลักษณ์ทางชาติพันธุ์และวัฒนธรรมประเพณีของตน สามารถอธิบายให้คนนอก หรือนักท่องเที่ยวได้รับรู้และเข้าใจในวิถีชีวิตและวัฒนธรรมท้องถิ่น ว่ามีความสวยงามและมีคุณค่าอย่างไร เพื่อให้ทั้งชุมชนท้องถิ่นและนักท่องเที่ยว มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน อันเป็นบ่อเกิดแห่งความเข้าใจและเอกภาพในความหลากหลายทางวัฒนธรรมของมนุษย์

แนวคิดประการที่สี่ คือ **การมองการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในฐานะเป็นขบวนการทางสังคม** หรือความพยายามของชุมชนในการปรับตัวภายในบริบทและสภาวะการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างดุลยภาพระหว่างการผลิตในภาคเกษตรและการประกอบอาชีพของชาวบ้านกับระบบนิเวศ ตลอดจน การสร้างสรรค์ความเป็นธรรมภายในสังคม และการรวมตัวกันเพื่อต่อสู้กับการเอารัดเอาเปรียบจากบริษัทนำเที่ยวจากภายนอก บ่อยครั้งที่การท่องเที่ยวเชิงนิเวศมิได้จำกัดตัวเองอยู่แต่เพียงชุมชนหมู่บ้านแห่งใดแห่งหนึ่งอย่างโดด ๆ หากแต่มีการรวมตัวกันของชุมชนหลายแห่งเป็นเครือข่าย เพื่อทำการจัดการทรัพยากรร่วมกัน หรือจัดโปรแกรมการท่องเที่ยวร่วมกัน เป็นต้น ในแง่นี้ การจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศจึงเป็นขบวนการปรับตัวทางสังคมที่เกิดขึ้นทั้งในระดับชุมชน และระดับเครือข่ายภายในบริบทของระบบนิเวศชุดหนึ่ง เพื่อทำการปกป้องผลประโยชน์ และทำการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนและเป็นธรรม การมองการท่องเที่ยวเชิงนิเวศจากแง่มุมของขบวนการทางสังคม ทำให้เราจำต้องให้ความสำคัญกับการจัดองค์กร

สังคมทั้งในระดับชุมชนและระดับเครือข่าย เพื่อทำการบริหารจัดการโปรแกรมการท่องเที่ยว เพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้ทางสังคม เพื่อจัดการทรัพยากร และสร้างอำนาจต่อรองกับภายนอกอย่างเป็นระบบ

แนวคิดประการที่ห้า คือ **การมองการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในบริบทของการพัฒนาชนบทและการอนุรักษ์ฟื้นฟูธรรมชาติแวดล้อมอย่างยั่งยืน** โดยนัยนี้ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นกระบวนการแสวงหาทางเลือกเพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนาของตนเอง บนพื้นฐานของวัฒนธรรมและจารีตประเพณีอันหลากหลายของชุมชน และกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ และยังเป็นความพยายามในการอนุรักษ์ฟื้นฟูธรรมชาติแวดล้อมไปพร้อมกัน ในสภาวะที่ชุมชนชนบทมากมายหลายแห่งทั่วประเทศกำลังเผชิญหน้ากับปัญหาวิกฤตในด้านของความยากจน และปัญหาความเสื่อมโทรมของธรรมชาติแวดล้อม การท่องเที่ยวเชิงนิเวศจึงน่าจะเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบในการแก้ปัญหาอันพึงได้รับการส่งเสริมสนับสนุนเป็นอย่างยิ่ง การมองการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในบริบทของการพัฒนาอย่างยั่งยืน ยังเป็นแนวคิดที่ให้ความสำคัญกับการนำเอารายได้จากการท่องเที่ยวมาใช้ในโครงการพัฒนาชุมชนด้วยตัวเองในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งในด้านของการสร้างกองทุนชุมชน การพัฒนาอาชีพและฝีมือแรงงานในการประดิษฐ์หัตถกรรมพื้นบ้าน และการพลิกฟื้นกระบวนการเรียนรู้ของชุมชนในด้านของการจัดการทรัพยากรพันธุกรรม การอนุรักษ์และพัฒนาสายพันธุ์พืชพื้นบ้าน และการเชื่อมต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นกับวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ เป็นต้น

ภายใต้กรอบความคิดดังกล่าวข้างต้น เราจึงอาจนิยามความหมายของ "การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ" ว่าเป็นการรวมตัวกันขององค์กรประชาชนในระดับชุมชน และ/หรือ ในระดับเครือข่ายภายในระบบนิเวศชุดหนึ่ง เพื่อแสวงหาทางเลือกในการพัฒนาตนเอง รวมทั้งการจัดการและใช้ประโยชน์จากธรรมชาติแวดล้อม สำหรับการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนและเป็นธรรม บนฐานของภูมิปัญญาท้องถิ่นซึ่งเน้นหลักการทางศีลธรรมและความมั่นคงในการยังชีพของชุมชนและความสมดุลของสภาพแวดล้อมธรรมชาติเป็นสำคัญ

แนวทางในการดำเนินโครงการ

โครงการวิจัยนี้เป็นทั้งงานวิจัยพื้นฐาน (basic research) ซึ่งมุ่งเน้นการทำวิจัยในลักษณะการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม (participant observation) และการเก็บข้อมูล เพื่อทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์ทางสังคมในส่วนที่เกี่ยวกับสัมพันธภาพระหว่างชุมชนกับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ แต่ในขณะเดียวกันโครงการนี้ก็ยังมีลักษณะเป็นงานวิจัยเชิงนโยบายและปฏิบัติการ (policy-cum-action research) โดยเน้นการค้นหานโยบายที่เหมาะสมต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อีกทั้งแสวงหาแนวทางกิจกรรม และมาตรการในการส่งเสริมความเข้มแข็งของชุมชนท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศไปพร้อมกัน ขั้นตอนการดำเนินการที่ผ่านมาโดยสังเขปมีดังนี้ คือ

1. การสำรวจพื้นที่เพื่อคัดเลือกหมู่บ้านสำหรับการทำวิจัยและเก็บข้อมูล โดยมีเงื่อนไขในการคัดเลือก เช่น เป็นหมู่บ้านที่ค่อนข้างเก่า มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์และวัฒนธรรม ตั้งอยู่บนเส้นทางการท่องเที่ยวหลักของจังหวัดแม่ฮ่องสอน และเป็นชุมชนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการท่องเที่ยว หรือมีนักท่องเที่ยวเดินทางเข้าไปเป็นประจำ ทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนยังคงมีสภาพสมบูรณ์ และชุมชนมีระบบการจัดการทรัพยากร เช่น การอนุรักษ์ป่าในรูปของป่าชุมชน เป็นต้น จากการสำรวจพื้นที่ โครงการวิจัยได้คัดเลือกพื้นที่วิจัยจากเงื่อนไขข้างต้นไว้ 7 แห่ง คือ บ้านปางหมู อำเภอเมือง (ไทใหญ่), บ้านห้วยโป่งอ่อน อำเภอเมือง (กะเหรี่ยงแดง), บ้านรักไทย อำเภอเมือง (จีนฮ่อ), บ้านผามอน อำเภอปางมะผ้า (มูเซอร์แดง), บ้านน้ำไคร้ อำเภอปางมะผ้า (มูเซอร์ดำ), บ้านเมืองแพม อำเภอปางมะผ้า (ปกากะญอ) และ บ้านน้ำริน อำเภอปางมะผ้า (ลีซอ)

2. การจัดเวทีร่วมกับชุมชน เพื่อทำความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยและเพื่อให้ชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการกำหนดกรอบและแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศตั้งแต่เริ่มต้น ขั้นตอนในการจัดเวทีร่วมกับชุมชนยังเป็นการเลือกสรรผู้ช่วยนักวิจัยจากชาวบ้านในชุมชนให้เป็นผู้ช่วยเก็บข้อมูลสนามในพื้นที่ทุกแห่ง

3. การเก็บข้อมูลสนาม (field data) ได้เริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลสนามในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เช่น ที่ตั้ง ความสูง สภาพป่า เป็นต้น, ประวัติความเป็นมาของชุมชน การตั้งถิ่นฐาน ปัญหาที่เกิดขึ้นในอดีต ความขัดแย้งทั้งภายในชุมชนด้วยกันเองและระหว่างชุมชนกับภายนอก, สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการถือครองที่ดิน ระบบการผลิต รายได้ รายจ่าย หนี้สิน ลักษณะองค์กรสังคม เช่น ระบบ

ครอบครัว เครือญาติ ความเชื่อ และพิธีกรรม เป็นต้น, ลักษณะเด่นทางวัฒนธรรมที่อาจเป็นจุดสนใจของการท่องเที่ยว เช่น ประเพณีการเต้นรำ ศิลปหัตถกรรม เครื่องแต่งกาย เป็นต้น, ระบบการจัดการทรัพยากร ซึ่งข้อมูลส่วนนี้เป็นความพยายามในการทำความเข้าใจจากมุมมองของชาวบ้านว่า ชุมชนมีวิธีคิดเกี่ยวกับทรัพยากรอย่างไร มีระบบการจัดการทรัพยากรดิน น้ำ ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเชื่อมโยงกับระบบการผลิตและการทำมาหากินในชีวิตประจำวันอย่างไร โดยแบ่งข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ก. องค์ความรู้ท้องถิ่น หมายถึง การจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรที่ชาวบ้านใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับพืชอาหาร นักวิจัยทำการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพืชผักทุกชนิดที่ชาวบ้านรู้จัก และใช้ประกอบอาหาร โดยทำการจำแนกชนิดของพืชผักที่ใช้เป็นอาหาร จำแนกรายละเอียดว่าชาวบ้านใช้ส่วนใดของพืช เช่น ใบ ราก ยอด ผล มาเป็นอาหาร และวิธีการประกอบอาหาร เป็นต้น ในทำนองเดียวกัน องค์ความรู้ท้องถิ่นที่สำคัญอีกส่วนหนึ่ง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับพืชที่เป็นยาสมุนไพร ชาวบ้านรู้จักและใช้พืชที่เป็นยากี่ชนิด ใช้ส่วนไหน ใช้อย่างไร ตำรายาที่ใช้มาจากไหน โดยข้อมูลในส่วนนี้ทำการจัดเก็บจากการสัมภาษณ์หมอยาพื้นบ้านและคนเฒ่าคนแก่ในหมู่บ้านเป็นหลัก

ข. ระบบการจัดการ ในส่วนนี้หมายถึงข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการที่ชาวบ้านใช้ในการจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากร เช่น การแบ่งพื้นที่ป่าออกเป็นประเภทต่าง ๆ และมีกฎเกณฑ์ในการใช้แตกต่างกันออกไป ข้อมูลในส่วนนี้เป็นความพยายามในการตอบคำถามว่า ชาวบ้านมีจารีตประเพณีในการใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรอย่างไร? มีวิธีการในการคัดเลือก เก็บรักษาและพัฒนาสายพันธุ์พืชอย่างไร?

ค. การจัดการทรัพยากรของชุมชน ในส่วนนี้หมายถึงข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการทรัพยากรกับระบบความเชื่อและจารีตประเพณี เช่น ความเชื่อเรื่องผีขุนน้ำในการรักษาป่าต้นน้ำ เป็นต้น รวมทั้งความพยายามของชุมชนในการปรับเปลี่ยนระบบการจัดการทรัพยากรให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัย เป็นต้น

ข้อมูลสนามที่จัดเก็บกลายมาเป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์เพื่อประเมินศักยภาพของชุมชนในการจัดการทรัพยากร เพื่อนำไปสู่การจัดเตรียมกิจกรรม และมาตรการต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและการเตรียมความพร้อมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 341003

เอกสารอ้างอิง

ประเสริฐ ชัยพิกุลศิลา และอิฐศักดิ์ ศรีสุโข. 2524. การศึกษาผลกระทบการท่องเที่ยวในสังคมชาวเขา การศึกษาชาวเขาท้องที่กิ่งอำเภอปางมะผ้า แม่ฮ่องสอน. สถาบันวิจัยชาวเขา กรมประชาสงเคราะห์ กระทรวงมหาดไทย.

ปุลดี อาคมานนท์ และคณะ. 2535. โครงการศึกษาผลกระทบการท่องเที่ยวเดินป่า. คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

BLANK, U. 1989. The Community Tourism Industry Imperative: The Necessity, the Opportunities, Its Potential. Venture Publishing, New York.

BORNEMEIER, J. ET AL. 1997. Ecotourism For Forest Conservation and Community Development. Proceedings of an International Seminar held in Chiang Mai, Thailand. 28-31 January 1997. RECOFCT and FAO, Bangkok.

CATER, E. 1997. "Ecotourism: Dimensions of Sustainability" In BORNEMEIER ET AL. (eds.), Ecotourism For Forest Conservation and Community Development. Proceedings of an International Seminar held in Chiang Mai, Thailand, 28-31 January 1997.

DEARDEN, P. 1993. "Trekking in Northern Thailand" Paper Presented at the 5th International Conference On Thai Studies. SOAS, London.

DURST, P. B. 1987. Natural History and Nature-Oriented Adventure Travel For Rural Development and Wildlands Management: Diagnosis of Research Needs and Project Opportunities for Thailand. Southeastern Center for Forest Economics Research, Forest-Private Enterprise Initiative Working Paper No. 12, Research Triangle Park, N.C.

JUDD, L. C. 1988. In Perspective: Trends in Rural Development, Policy and Programmes in Thailand 1947-1987. Payap University Center for Research and Development, Chiang Mai. Research Report No. 41.

LASH, G. 1997. "What is Community-Based Ecotourism?" In BORNEMEIER ET AL. (eds.), Ecotourism For Forest Conservation and Community Development. Proceedings of an International Seminar held in Chiang Mai, Thailand, 28-31 January 1997.

LINBERG, K., J. ENRIQUEZ AND K. SPROULE. 1995. "Does Ecotourism Achieve Conservation and Development Objectives?" Annals of Tourism Research.

MCCOOL, S. F. 1994. "Linking Tourism, the Environment and Concepts of Sustainability: Setting the Stage" Paper Presented at the Annual Meeting of the National Recreation and Park Association, October 12-14, 1994. Minneapolis.

MCINTOSH, R. W. AND C.R.GOELDNER. 1986. Tourism: Principles, Practices, Philosophies. John Wiley, New York.

MIRANTE, E. T. 1990. "Hostages to Tourism" Cultural Survival Quarterly 14: 35-38.

MURPHY, P. 1985. Tourism: A Community Approach. Methuen, New York.

PLEUMAROM, A. 1994. "The Political Economy of Tourism" The Ecologist 24 (4): 142-148.

PLEUMAROM, A. 1997. "Open Questions Concerning the Concept, Policies and Practices of Ecotourism" In BORNEMEIER *ET AL.* (eds.), Ecotourism For Forest Conservation and Community Development. Proceedings of An International Seminar held in Chiang Mai, Thailand, 28-31 January 1997.

ความหลากหลายของเฟิร์นในแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สุมน มาสุธน[1], ภาณุ ไทยเจริญ[2] และ ยอดชาย นิ่มรักษา[1]

[1]ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]สำนักงานป่าไม้เขตแม่สะเรียง อ. แม่สะเรียง แม่ฮ่องสอน 58110

ABSTRACT

THE DIVERSITY OF FERNS AT ECOTOURISM SITES IN MAE HONG SON PROVINCE

S. Masuthon[1], P. Thaicharoen[2] and Y. Nimraksaa[1]

[1]Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Mae Sa Rieng Regional Forest Office, Mae Sa Rieng District, Mae Hong Son 58110

Species diversity and ecological studies of ferns were conducted at some ecotourist places such as Ban Huay Hee and Ban Huay Seua Tao, Amphor Mueng, Ban Tam Nam Lord, Amphor Pang Maa Paa, in Mae Hong Son Province.

Fern samples from these places were collected, photographed and morphologically characterized for species descriptions and identification and kept for herbarium specimens. From January 1998 to December 1998, 21 families, 45 genera and 90 species of ferns were identified. Most of them were terrestrial ferns, epiphytic ferns, rock ferns and water ferns. Attractive genera considered useful for further propagation studies were *Angiopteris, Cibotium, Blechnum, Brainea, Adiantum, Cyathea* and *Platycerium*.

Key words: Mae Hong Son, ecotourism, ecology, terrestrial ferns, epiphytic ferns, rock ferns, water ferns

บทนำ

จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีอาณาเขตติดต่อกับเขตแดนของประเทศพม่า จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดตาก เป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมกับการเจริญของพรรณพืชหลากหลายชนิด สภาพภูมิประเทศที่เป็นเทือกเขาสูง สลับซับซ้อน ทำให้เกิดทัศนียภาพทางธรรมชาติที่สวยงามแห่งหนึ่งของประเทศไทย จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีแหล่งท่องเที่ยวในธรรมชาติที่น่าสนใจมากมาย มีความหลากหลายของพรรณพืชนานาชนิด ศิลปะ วัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมประเพณีของชนเผ่าต่างๆ และความสงบร่มเย็นทางศาสนา เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดการท่องเที่ยวในจังหวัดแม่ฮ่องสอนมากยิ่งขึ้น จึงเกิดชุดโครงการศึกษาวิจัยเพื่อเผยแพร่ข้อมูลที่มีคุณค่าและแอบแฝงอยู่ในธรรมชาติ ให้เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้การท่องเที่ยวนั้นได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่และคุ้มค่า ชุดโครงการวิจัยดังกล่าวได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย โดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ การศึกษาวิจัยดังกล่าวเกิดจากความร่วมมือระหว่างนักวิจัยสาขาต่าง ๆ ข้าราชการในจังหวัด และชาวบ้านในชุมชน เพื่อส่งเสริมให้คนในท้องถิ่นมีความรู้ในเชิงวิชาการมากยิ่งขึ้นนอกเหนือจากภูมิปัญญาความรู้เดิม ทำให้เกิดความรัก ความเข้าใจในทรัพยากรธรรมชาติที่อยู่รอบ ๆ ชุมชน และสามารถถ่ายทอดความรู้ที่ผสมผสานกันนั้นให้กับผู้ที่เข้าไปท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี แนวทางดังกล่าวเป็นการสนับสนุนให้เกิดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่ได้ทั้งความรู้ ความสุขกายสบายใจ ความเข้าใจในอัธยาศัยของชนเผ่าในท้องถิ่น และการคงอยู่ของทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนตลอดไป

โครงการวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบข้อมูลความหลากหลายของเฟิร์นในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งควรพบมากกว่าที่ได้มีการตรวจเอกสารไว้โดยประมาณ 67 ชนิด ในขณะที่จังหวัดใกล้เคียงได้มีรายงานการพบเฟิร์น เช่น จังหวัดเชียงใหม่ 288 ชนิด ตาก 101 ชนิด เชียงราย 114 ชนิด และลำปาง 97 ชนิด (รวบรวมจาก Tagawa and Iwatsuki, 1979-1989) เป็นต้น

วิธีการ

1. สำรวจและเก็บตัวอย่างเฟิร์นในพื้นที่ที่กำหนดไว้ คือ บ้านห้วยฮี้ บ้านห้วยเสือเฒ่า อำเภอเมือง และบ้านถ้ำน้ำลอด อำเภอปางมะผ้า พื้นที่ละ 3 ครั้ง โดยเก็บทุกส่วนของเฟิร์นชนิดละ 1-3 ชิ้น บันทึกลักษณะแหล่งที่พบและถ่ายภาพ

2. นำตัวอย่างเฟิร์นที่เก็บได้บางส่วนไปผ่านขั้นตอนการทำพันธุ์ไม้แห้ง และอีกส่วนหนึ่งนำไปศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์อย่างละเอียด พร้อมทั้งถ่ายภาพกลุ่มอับสปอร์ การเรียงตัวของเส้นใบและลักษณะของขนหรือเกล็ดที่ลำต้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์
3. นำตัวอย่างเฟิร์นที่อัดแห้งแล้ว ผ่านขั้นตอนการอาบน้ำยาด้วยสารละลายเซลไดร์ท์เพื่อป้องกันแมลง
4. นำตัวอย่างเฟิร์นที่อาบน้ำยาแล้ว เย็บติดบนกระดาษแข็งขนาดมาตรฐาน เพื่อเก็บเป็นหลักฐานอ้างอิงในพิพิธภัณฑ์พืชต่อไป

ผลการวิจัย

สภาพพื้นที่ศึกษา

1. บ้านห้วยฮี้ อำเภอเมือง เป็นหมู่บ้านที่มีทัศนียภาพสวยงาม มีภูเขาสูง เมฆหมอกมากอากาศเย็นสบาย เป็นพื้นที่ที่มีป่าธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ด้วยพรรณพืชนานาชนิด บ้านห้วยฮี้เป็นชุมชนกะเหรี่ยงปาเกอญอ ที่มีการใช้ประโยชน์จากพรรณพืชเพื่อเป็นอาหารและสมุนไพรค่อนข้างมากและมีแนวความคิดในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติโดยกำหนดพื้นที่ที่เป็นป่าต้นน้ำลำธารและไม่มีการใช้ประโยชน์จากป่า หรือกำหนดพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์โดยการเก็บของป่าได้ แต่ไม่มีการทำลายสังคมพืช บ้านห้วยฮี้มีความหลากหลายของเฟิร์นค่อนข้างมากทั้งจำนวนชนิดและปริมาณ อีกทั้งฤดูกาลก็ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของเฟิร์นมากนัก แม้แต่ช่วงที่มีอากาศแห้งแล้งในฤดูร้อน ก็ยังศึกษาเฟิร์นในธรรมชาติได้แต่พบจำนวนชนิดน้อยกว่าในฤดูฝน

2. บ้านห้วยเสือเฒ่า อำเภอเมือง เป็นหมู่บ้านที่อยู่ใกล้ชุมชนกะเหรี่ยงคอยาว ซึ่งเป็นแหล่งดึงดูดนักท่องเที่ยว มีนักท่องเที่ยวเพียงส่วนน้อยที่สนใจเที่ยวชมทัศนียภาพและพรรณไม้ในป่าธรรมชาติ บ้านห้วยเสือเฒ่าเป็นชุมชนกะเหรี่ยงแดงที่อพยพมาจากแหล่งอื่น มีการใช้ประโยชน์จากป่าธรรมชาติเพื่อเป็นอาหารและยารักษาโรคค่อนข้างน้อย ในพื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปยังพบการทำลายป่าเพื่อใช้ปลูกพืชเกษตรกรรม การลักลอบตัดไม้เพื่อแปรรูป พบเฟิร์นที่บ้านห้วยเสือเฒ่าค่อนข้างมากในช่วงฤดูฝน และพบจำนวนชนิดน้อยกว่าที่บ้านห้วยฮี้ แต่พบตองห่อข้าวย่าบา (*Platycerium wallichii*) หรือ สกุล ไพโรเซีย (*Pyrrosia*) ได้บ่อยครั้งกว่า

3. บ้านถ้ำน้ำลอด อำเภอปางมะผ้า เป็นหมู่บ้านที่มีการท่องเที่ยวอยู่แล้ว คือ ถ้ำน้ำลอดและถ้ำโลงผีแมน นักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศนิยมใช้เส้นทางเดินป่าที่เชื่อมระหว่างหมู่บ้าน ฉะนั้นการที่ชาวบ้านมีความรู้เรื่องเฟิร์น จึงเป็นประโยชน์ต่อการนำเที่ยวเพิ่มขึ้น จากการสำรวจพบเฟิร์นในบริเวณเส้นทางรอบ ๆ ถ้ำไม่มาก แต่เส้นทางเชื่อมระหว่างหมู่บ้าน เช่น เส้นทางลำห้วยสบแพมไปยังถ้ำน้ำลอด พบความหลากหลายของเฟิร์นค่อนข้างมากในช่วงฤดูฝน ส่วนใหญ่เป็นเฟิร์นชนิดเดียวกับที่พบในบ้านห้วยฮี้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เฟิร์น หรือกูด เป็นพืชมีท่อลำเลียง ไม่มีดอกและเมล็ด ขยายพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ การจำแนกชนิดเฟิร์นทางอนุกรมวิชาน ต้องอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของเฟิร์น ดังนี้

1. ลำต้น ส่วนมากเป็นเหง้าทอดนอนหรือชูตั้งขึ้น ลักษณะอวบสั้นหรือผอมเรียวยาว รูปร่างค่อนข้างกลมหรือทรงกระบอก หรือเป็นไม้ต้นมีลำต้นสูงพ้นดิน เช่น เฟิร์นสกุลกูดดอย (*Brainea*) หรือ สกุลกูดต้น (*Cyathea*) มีรยางค์ขนหรือเกล็ดปกคลุมลำต้น

2. ใบ ส่วนมากเป็นใบประกอบแบบขนนก 1-4 ชั้น และพบเป็นใบเดี่ยวหรือใบประกอบแบบนิ้วมือเช่นกัน ใบอ่อนมีลักษณะม้วนงอ การเรียงตัวของเส้นใบมีหลายรูปแบบ เช่น เป็นอิสระเปิดออกสู่ขอบใบ เส้นใบแยกสองแฉกเท่ากัน 1 ครั้งหรือหลายครั้ง หรือเป็นเส้นใบร่างแห ใบที่สร้างสปอร์ส่วนมากมีลักษณะรูปร่างและขนาดคล้ายกับใบที่ไม่สร้างสปอร์ เฟิร์นบางชนิดมีลักษณะของใบต่างกันจัดเป็นใบแบบภาวะทวิสัณฐาน (dimorphism)

3. กลุ่มอับสปอร์ หรือซอรัส ส่วนมากพบที่ผิวใบด้านล่าง เฟิร์นแต่ละชนิดมีโครงสร้างรูปร่าง และตำแหน่งของกลุ่มอับสปอร์แตกต่างกัน เป็นลักษณะที่ดีในการจำแนกชนิดเฟิร์นได้ เช่น กลุ่มอับสปอร์ประกอบด้วยอับสปอร์และเยื่อคลุมกลุ่มอับสปอร์ที่มีรูปร่างต่างกัน หรือไม่มีเยื่อคลุม กลุ่มอับสปอร์มีรูปร่างกลม รูปไต รูปขอบขนาน รูปแถบยาว หรือ

อยู่รวมกันหลายกลุ่มในสปอโรคาร์ป (sporocarp) นอกจากนี้ตำแหน่งของกลุ่มอับสปอร์ เกิดที่ปลายเส้นใบ กระจายเต็มแผ่นใบ หรือที่ขอบใบเป็นต้น

4. อับสปอร์ เป็นส่วนของเฟิร์นที่ทำหน้าที่สร้างสปอร์ มีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือแบนคล้ายหน้าปัดนาฬิกา และมีก้านชู ผนังอับสปอร์ของเฟิร์นส่วนมากมีความหนาของเซลล์เพียง 1 ชั้น และมีกลุ่มเซลล์ แอนนูลัส (annulus) เป็นเซลล์ที่มีผนังเซลล์หนา 3 ด้าน ยกเว้นผนังเซลล์ด้านสัมผัสกับอากาศภายนอก และเรียงต่อเนื่องเป็น 1 แถวคาดรอบอับสปอร์ เพื่อทำหน้าที่ในการแพร่กระจายสปอร์ ตำแหน่งและการจัดเรียงตัวของแอนนูลัส มีส่วนช่วยในการจำแนกกลุ่มเฟิร์นอย่างกว้าง ๆ ในขั้นแรก ที่พบมากที่สุดในเฟิร์น คือ แอนนูลัสคาดรอบอับสปอร์ในแนวตั้งตามยาวและมีเซลล์ผนังบาง (stomium หรือ lip cell) แทรกคั่นอยู่ การจัดเรียงของอับสปอร์มีส่วนช่วยในการจำแนกเช่นเดียวกัน เช่น อับสปอร์เชื่อมติดกันเป็นกลุ่มซินแนนเจียม (synangium) อับสปอร์อิสระและกระจายเต็มแผ่นใบ (acrostichoid) อับสปอร์อิสระและเรียงเป็นแถวยาว (coenosori) หรืออับสปอร์อิสระและอยู่รวมกันเป็นกลุ่มอับสปอร์ (sorus) ซึ่งเป็นลักษณะที่พบเป็นส่วนมากในเฟิร์นของจังหวัดแม่ฮ่องสอน

5. สปอร์ มีความสำคัญต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ สปอร์ที่พบในเฟิร์น มี 2 ชนิด คือ ชนิดโมโนลีท (monolete) เป็นสปอร์ที่มีรูปร่างคล้ายรูปไต และมีช่องเปิด 1 ช่องยาวตลอดที่ขั้วเพียงด้านเดียว อีกชนิดหนึ่ง คือ ชนิดไตรลีท (trilete) เป็นสปอร์ที่มีรูปร่างคล้ายลูกข่าง และมีช่องเปิด 1 ช่องเป็น 3 แฉกที่ขั้วด้านหนึ่ง นอกจากนี้ลวดลายที่เกิดบนผนังสปอร์ มีส่วนช่วยในการจำแนกชนิดเฟิร์นได้เช่นกัน

การจำแนกเฟิร์นทางอนุกรมวิธาน

จำแนกชนิดโดยอาศัยลักษณะพื้นฐานทางสัณฐานวิทยาของเฟิร์นดังกล่าวข้างต้น จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเฟิร์นในพื้นที่ที่กำหนด ในระยะเวลา 1 ปี (เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2541) พบเฟิร์นประมาณ 90 ชนิด จำแนกได้ 45 สกุล และ 21 วงศ์ ดังตารางที่ 1

การจำแนกเฟิร์นตามสภาพแหล่งที่พบ

เฟิร์นที่พบในจังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยทั่วไปเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีความชุ่มชื้นสูง เช่น ตามแหล่งน้ำ ริมลำธาร หรือตามน้ำตก มากกว่าที่พบในที่แห้งแล้ง โล่งแจ้ง หรือริมถนน ส่วนมากเป็นเฟิร์นที่ชอบแสงน้อย อยู่ใต้ร่มเงา หรือมีแดดรำไร เช่น พบตามพื้นป่า ชายป่า หรือใต้ทรงพุ่มของไม้ต้น เป็นเฟิร์นดิน เฟิร์นหิน หรือเฟิร์นอิงอาศัยมากกว่าเป็นเฟิร์นน้ำ เฟิร์นบางชนิดชอบขึ้นบนภูเขา หุบเขา หรือทางลาดของภูเขามากกว่าในพื้นราบ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการดำรงชีพของเฟิร์นในสภาพดังกล่าวเป็นผลเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความเข้มของแสง ปริมาณความชื้นในดิน ในบรรยากาศ อุณหภูมิ ความสูงจากระดับน้ำทะเล และลม จากสภาพแหล่งที่พบจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้จำแนกเฟิร์นในธรรมชาติ (ภาพที่1) ดังต่อไปนี้

1. เฟิร์นดินชอบแดด (terrestrial sun fern) เป็นเฟิร์นที่พบในที่โล่งแจ้ง ได้รับแสงแดดเต็มที่ ทนต่อสภาพความแห้งแล้งได้ยาวนาน มีความต้องการน้ำและร่มเงาในช่วงเวลาสั้น ๆ ที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เป็นเฟิร์นที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีความแข็งแรง จึงมีศักยภาพแข่งขันกับพืชมีเมล็ดได้เป็นอย่างดี การปรับตัวของพืชในกลุ่มนี้ คือ มีลำต้นแข็งแรงและอยู่ลึกจากผิวดินมาก เป็นการป้องกันอันตรายจากความแห้งแล้งและไฟป่า มีใบหนาเหนียวและทิ้งใบแห้งลดการคายน้ำ ตัวอย่างเฟิร์นที่พบ เช่น กูดหมึก (*Dicranopteris linearis* var.*linearis*) กูดเกี๊ยะ (*Pteridium aquilinum* var.*wightianum*) กูดหมาก (*Pteris vittata*) และ กูดแดง (*Thelypteris nudata*) เป็นต้น

2. เฟิร์นดินชอบร่ม (terrestrial shade fern) เป็นกลุ่มเฟิร์นที่พบค่อนข้างมาก ต้องการแสงน้อย ส่วนมากพบตามพื้นป่าดิบชื้นหรือดิบเขาที่มีแสงรำไรและต้องการความชื้นสูง การเจริญเติบโตของลำต้นค่อนข้างช้า ใบเรียงตัวถี่ ส่วนมากใบสร้างสปอร์มีลักษณะคล้ายกับใบไม่สร้างสปอร์ เช่น เฟิร์นกีบแรด (*Angiopteris evecta*) กูดผีป่า (*Cibotium barometz*) กูดข้างฟาน(*Blechnum oreintale*) กูดดอย (*Brainea insignis*) กูดต้น (*Cyathea spinulosa*) และสกุลเฟิร์นก้านดำ (*Adiantum*) เป็นต้น นอกจากนี้เฟิร์นบางสกุลมีการปรับตัวทำให้เกิดใบภาวะทวิสัณฐาน โดยใบสร้างสปอร์มีก้าน

ชูสูงกว่าใบไม่สร้างสปอร์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการแพร่กระจายสปอร์ในที่ที่มีอากาศนิ่งสงบในบริเวณพื้นป่า เช่น สกุลเลพโตคิลัส (*Leptochilus*) และ โบลบิทิส (*Bolbitis*)

3. เฟิร์นอิงอาศัย (epiphytic fern) เป็นกลุ่มเฟิร์นที่พบมากรองจากเฟิร์นดิน ส่วนมากเกาะอาศัยบนต้นไม้ใหญ่ บางชนิดเกาะที่ลำต้นปรง หรือลำไม้ไผ่ ปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญของเฟิร์นในกลุ่มนี้ คือ ความชื้นในบรรยากาศ ซึ่งมีผลต่อการปรับตัวของโครงสร้างเฟิร์นค่อนข้างมาก เช่น เฟิร์นอิงอาศัยที่อยู่ในที่มีความชื้นสูงมาก ลักษณะใบบางและอาศัยความชื้นจากน้ำค้างหรือหมอกในการเจริญเติบโต เช่น เฟิร์น *Microsorium membranaceum* และ กูดสร้อยใบบาง (*Nephrolepis delicatula*) ส่วนเฟิร์นที่พบในที่ที่มีความชื้นน้อย อากาศค่อนข้างแห้งแล้ง ลักษณะใบค่อนข้างอวบหนาหรือ เหนียวคล้ายหนัง เช่น เฟิร์นใบหญ้า (*Vittaria flexuosa*) สกุล ไพโรเซีย (*Pyrrosia*) และ *Elaphoglossum marginatum* เป็นต้น หรือมีลำต้นทอดนอน อวบหนาและทิ้งใบเมื่อมีความแห้งแล้งมาก ๆ เช่น สกุลโพลีโพเดียม (*Polypodium*) สกุลคริบซินัส (*Crypsinus*) นอกจากนี้เฟิร์นที่มีลักษณะเป็นกอ ใบเรียงตัวเป็นแอ่งเพื่อเก็บสะสมซากพืชซากสัตว์ขนาดเล็กและมีรากจำนวนมากเพื่อดูดซับน้ำฝนหรือความชื้นจากบรรยากาศเก็บสะสมไว้ เช่น ตองห่อข้าวย่าบา (*Platycerium wallichii*) กูดอ้อม (*Aglaomorpha coronans*) สกุลกระแตไต่ไม้ (*Drynaria*) เป็นต้น

4. เฟิร์นหิน (rock fern) เป็นกลุ่มเฟิร์นที่พบบนก้อนหิน ซอกรอยแตกของหิน หรือทางลาดภูเขาที่เป็นหิน ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นกอ หรือเป็นเถา และมีรากแข็งแรงยึดติดกับหิน มีการปรับตัวของโครงสร้างเฟิร์นคล้ายกับเฟิร์นอิงอาศัย เพราะปัจจัยที่สำคัญ คือ ความชื้นและน้ำ เฟิร์นอิงอาศัยจึงเป็นชนิดเดียวกับเฟิร์นหินได้ เช่น ชายผ้าสีดา กระแตไต่ไม้ กูดอ้อม ไพโรเซียโพลีโพเดียม และกูดผา (*Adiantum capillus-veneris*) เป็นต้น

5. เฟิร์นน้ำ (aquatic fern) เป็นกลุ่มเฟิร์นที่อยู่ในน้ำหรือที่ชื้นแฉะเป็นส่วนใหญ่ เฟิร์นน้ำที่แท้จริงหมายถึงเฟิร์นที่อยู่ในน้ำ และมีการสร้างสปอร์ต่างชนิดกัน (heterospore) ที่อยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่าสปอโรคาร์ป (sporocarp) เป็นกลุ่มเฟิร์นที่เกิดช่วงหลังของวิวัฒนาการ เช่น ผักแว่น (*Marsilea crenata*) นอกจากนี้ยังรวมถึงเฟิร์นหลายชนิดที่อยู่ในน้ำ ที่ชื้นแฉะ หรือมีรากแช่น้ำขณะที่ลำต้นอยู่บนดินหรือหิน และมีการสร้างสปอร์ชนิดเดียว (homospore) เช่น กูดกิน (*Diplazium esculentum*) เป็นต้น

6. เฟิร์นภูเขา (mountain fern) เป็นกลุ่มเฟิร์นที่ชอบขึ้นในที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมาก เป็นเฟิร์นที่พบบนสันเขา ทางลาดของเขา หรือในหุบเขา ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเฟิร์นขึ้นกับสภาพพื้นที่ที่พบ เช่น บนดิน ที่โล่งแจ้ง แดดมากหรือที่ร่ม น้ำ และความชื้น จึงเป็นชนิดที่เหมือนกับเฟิร์นกลุ่มอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้วได้ เช่น กูดเกี๊ยะ กูดดอย กูดต้น กูดผีป่า และเฟิร์นกีบแรด เป็นต้น

7. เฟิร์นเดิน (walking fern) เป็นเฟิร์นที่มีลักษณะเป็นกอ ปลายใบมีตาพิเศษและยืดออกไปโน้มแตะพื้นก็สามารถงอกเป็นเฟิร์นต้นใหม่ได้และเกิดต่อเนื่องเป็นลำดับเหมือนการก้าวเดิน เป็นการจัดกลุ่มเฟิร์นที่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่ที่พบ เช่น กูดหูควาก (*Adiantum philippense*) กูดใบเล็ก (*A. zollingeri*) กูดน้ำข้าว (*A. caudatum*) *Bolbitis appendiculata* และ *B. sinensis* var. *costulata* เป็นต้น

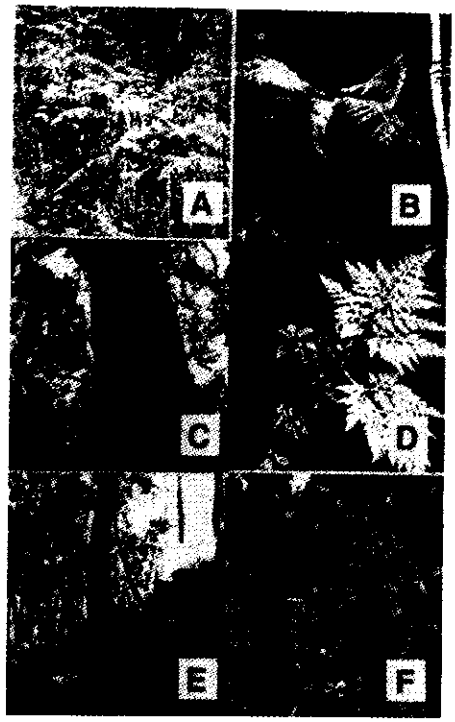
การจำแนกเฟิร์นตามสภาพแหล่งที่พบ มีความเหมาะสมกับการศึกษาเฟิร์นในสภาพท้องที่และแนวทางการปรับตัวของโครงสร้าง ให้มีความเหมาะสมกับการอยู่รอดในธรรมชาติ ได้เป็นอย่างดี แต่การจำแนกดังกล่าวไม่สามารถศึกษาความสัมพันธ์ใกล้ชิดทางชาติพันธุ์ซึ่งเป็นแนวทางการศึกษาวิวัฒนาการของเฟิร์นได้ เนื่องจากเฟิร์นที่มีความใกล้ชิดกัน มีลักษณะที่จัดอยู่ในสกุลเดียวกัน หรือวงศ์เดียวกัน แต่ถูกจำแนกให้อยู่คนละกลุ่มของสภาพแหล่งที่พบได้ หรือเฟิร์นที่มีการปรับตัวให้มีโครงสร้างคล้ายกันเนื่องจากอยู่ในสภาพแวดล้อมอย่างเดียวกัน แต่ไม่มีความสัมพันธ์ทางชาติพันธุ์

ตารางที่ 1. ชนิดเฟิร์นที่พบในแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ชื่อวงศ์ / ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ชนิดเฟิร์นตามแหล่งที่พบ
1. Aspleniaceae		
Asplenium ensiforme Wall.ex Hook.& Grev.	-	เฟิร์นหิน / อิงอาศัย
A.yoshinagae Makino	-	เฟิร์นอิงอาศัย
A.cheilosorum Kunze ex Mett.	-	เฟิร์นหิน
2. Athyriaceae		
Anisocampium cumingianum Presl	-	เฟิร์นดิน
Athyrium.anisopterum Christ	-	เฟิร์นดิน
A. dissitifolium (Bak.) C.Chr.	-	เฟิร์นดิน
Diplazium esculentum (Retz) Sw.	กูดกิน	เฟิร์นดิน
3. Blechnaceae		
Blechnum orientale L.	กูดข้างฟาน	เฟิร์นดิน / ภูเขา
Brainea insignis (Hook.) J.Smith	กูดดอย มีกว่ะ	เฟิร์นดิน / ภูเขา
4. Cyatheaceae		
Cyathea. spinulosa Wall. ex Hook.	กูดต้น	เฟิร์นดิน / ภูเขา
5. Davalliaceae		
Araiostegia dareiformis (Hook.) Copel.	กูดลอง	เฟิร์นอิงอาศัย
A. pulchra (Don) Copel.	กูดยูง กูดลอง	เฟิร์นหิน
Davallodes membranulosum (Hook.) Copel.	-	เฟิร์นดิน
Leucostegia immersa (Wall. ex Hook.) Presl	กูดหมัก	เฟิร์นหิน
6. Dennstaedtiaceae		
Microlepia speluncea (L.) Moore	กูดผี กูดยี	เฟิร์นดิน
M.strigosa (Thunb.) Presl	-	เฟิร์นดิน / ภูเขา
M. trapeziformis (Roxb.) Kuhn	-	เฟิร์นดิน / ภูเขา
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn var. *wightianum* (Ag.) Tryon	กูดเกี๊ยะ	เฟิร์นดิน / ภูเขา
7. Dicksoniaceae		
Cibotium barometz (L.) J.Smith	กูดผีป่า กูดพาน	เฟิร์นดิน / ภูเขา
8. Dryopteridaceae		
Arachniodes henryi (Christ) Ching	-	เฟิร์นดิน / หิน
Dryopteris cochleata (D.Don) C. Chr.	-	เฟิร์นดิน
D.neochrysocoma Ching	-	เฟิร์นดิน / หิน
D.neoassamensis Ching	-	เฟิร์นหิน
Polystichum biaristatum (Bl.) Moore	-	เฟิร์นดิน
Tectaria herpetocaulos Holtt.	-	เฟิร์นดิน
T.variolosa (Wall.ex Hook.) C.Chr.	กูดกวาง กูดชาง	เฟิร์นดิน
9. Gleicheniaceae		
Dicranopteris linearis (Burm.f.) Underw var.*linearis*	กูดหมีก กิ๊กุกะเจ้ย	เฟิร์นดิน / ภูเขา
10. Lindsaeaceae		
Lindsaea ensifolia Sw.	หางนกกะลิง	เฟิร์นดิน / ภูเขา
Sphenomeris chinensis (L.) Maxon var.*divarica* (Christ) Kramer	-	เฟิร์นดิน
11. Lomariopsidaceae		
Elaphoglossum marginatum (Fee) Moore	-	เฟิร์นอิงอาศัย
Bolbitis appendiculata (Willd.) K.Iwats	-	เฟิร์นดิน / หิน
B.sinensis (Bak.) K.Iwats. var. *costulata* (Hook.) Tagawa & K.Iwats.	-	เฟิร์นดิน
12. Marattiaceae		
Angiopteris evecta (Forst.) Hoffm.	เฟิร์นกีบแรด	เฟิร์นดิน / ภูเขา
13. Marsileaceae		
Marsilea crenata Presl	ผักแว่น	เฟิร์นน้ำ

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชื่อวงศ์ / ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ชนิดเฟิร์นตามแหล่งที่พบ
14. Oleandraceae		
Oleandra musifolia (Bl.) Presl	เถานาคราช	เฟิร์นดิน / หิน
O. undulata (Willd.) Ching	เถานาคราชก้านยาว	เฟิร์นหิน
Nephrolepis delicatula (Dcne.) Pichi-Ser.	กูดสร้อยใบบาง	เฟิร์นอิงอาศัย / หิน
15. Ophioglossaceae		
Ophioglossum petiolatum Hook.	เฟิร์นลิ้นงูใบกว้าง	เฟิร์นดิน /ภูเขา
Botrychium lanuginosum Wall.ex Hook.& Grev	เฟิร์นองุ่น	เฟิร์นหิน / ภูเขา
16. Parkeriaceae		
Adiantum capillus-veneris L.	กูดผา	เฟิร์นหิน
A. caudatum L.	กูดน้ำข้าว	เฟิร์นหิน
A. philippense L.	กูดหูดวาก	เฟิร์นดิน / หิน
A. zollingeri Mett.ex Kuhn	กูดใบเล็ก	เฟิร์นดิน
Cheilanthes farinosa (Forssk.) Kaulf.	กูดเงิน	เฟิร์นดิน
C. subrufa D.Don	กูดเงิน	เฟิร์นหิน
C. tenuifolia (Burm.f.) Sw.	โชนผี	เฟิร์นดิน
Onychium contiguum Hope	-	เฟิร์นดิน / ภูเขา
17. Polypodiaceae		
Aglaomorpha coronans (Wall.ex Mett.) Copel	ใบกูดอ้อม	เฟิร์นอิงอาศัย
Crypsinus hirsutus Tagawa & K.Iwats.	-	เฟิร์นอิงอาศัย
C.oxylobus (Wall.ex Kunze) Sledge	กูดย่อม	เฟิร์นอิงอาศัย
Drynaria rigidula (Sw.) Bedd.	กูดหางม้า	เฟิร์นอิงอาศัย
Lepisorus nudus (Hook.) Ching	-	เฟิร์นอิงอาศัย
Leptochilus decurrens Bl.	-	เฟิร์นดิน/หิน/อิงอาศัย
Loxogramme chinensis Ching	ข้าหลวงเทียม	เฟิร์นหิน
Microsorium dilatatum (Bedd.) Hook.	-	เฟิร์นดิน
M. membranaceum (D.Don) Ching	-	เฟิร์นหิน
Platycerium wallichii Hook.	ดองห่อข้าวย่าบา	เฟิร์นอิงอาศัย / หิน
Polypodium mammeinense Christ	กูดผา	เฟิร์นหิน
P. subauriculatum Bl.	หางนกยูง	เฟิร์นหิน
Pyrrosia stigmosa (Sw.) Ching	ขาไก่	เฟิร์นหิน
P. mollis (Kunze) Ching	กูดหมาก	เฟิร์นหิน / อิงอาศัย
18. Pteridaceae		
Pteris biaurita L.	กูดหางค่าง	เฟิร์นดิน
P. venusta Kunze	กูดเงินวีนัส	เฟิร์นดิน / ภูเขา
P. vittata L.	กูดหมาก	เฟิร์นดิน
19. Schizaeaceae		
Lygodium flexuosa (L.) Sw.	กูดงอดแงด	เฟิร์นดิน
L. giganteum Tagawa & K.Iwats.	ลิเภาใบกว้าง	เฟิร์นดิน
L. japonicum (Thunb.) Sw.	กูดงอแง	เฟิร์นดิน
L. polystachyum Wall. ex Moore	กูดก้อง กูดเดือ	เฟิร์นดิน
20. Thelypteridaceae		
Thelypteris ciliata (Wall.ex Benth) Ching	-	เฟิร์นดิน
T. interrupta (Willd.) K.Iwats	กูดยาง กูดหม่อน	เฟิร์นดิน
T. nudata (Roxb.) Morton	กูดแดง	เฟิร์นดิน
T. ornata (Wall.ex Bedd.) Ching	-	เฟิร์นดิน
T. valida (Christ) Tagawa & K.Iwats.	-	เฟิร์นดิน
21. Vittariaceae		
Vittaria flexuosa Fee	เฟิร์นใบหญ้า	เฟิร์นอิงอาศัย



ภาพที่ 1. ชนิดเฟิร์นจำแนกตามแหล่งที่พบ A. กูดเกี๊ยะ (*Pteridium aquilinum*), B. กูดต้น (*Cyathea spinulosa*), C. *Crypsinus hirsutus*, D. เฟิร์นองุ่น (*Botrychium lanuginosum*) E. กูดดอย (*Brainea insignis*) F. ผักแว่น (*Marsilea crenata*)

บทวิจารณ์และสรุป

จากการศึกษาเฟิร์นในแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2541 โดยการตรวจสอบลักษณะขั้นต้น พบจำนวนเฟิร์นทั้งสิ้นประมาณ 21 วงศ์ 45 สกุล และประมาณ 90 ชนิด จัดเป็นเฟิร์นดิน เฟิร์นอิงอาศัย เฟิร์นหิน เฟิร์นภูเขา และเฟิร์นน้ำ บางชนิดเป็นเฟิร์นเดิน จากสภาพภูมิอากาศคาดว่าจะพบจำนวนเฟิร์นมากกว่านี้ และพบเฟิร์นที่ยังไม่เคยมีการรายงานในจังหวัดแม่ฮ่องสอนมาก่อน จำนวน 3 วงศ์ ได้แก่ วงศ์เฟิร์นใบหญ้า (Vittariaceae) พบเพียง 1 ชนิด วงศ์เฟิร์นโลมาริออพสิด (Lomariopsidaceae) พบเพียง 2 สกุล และ 3 ชนิด และวงศ์เฟิร์นลินเซีย (Lindsaeaceae) พบ 2 สกุล ๆ ละ 1 ชนิด (ตารางที่ 1) ในทำนองเดียวกันพบสกุลเฟิร์นที่ยังไม่เคยมีรายงานในจังหวัดแม่ฮ่องสอนแต่มีรายงานในวงศ์เฟิร์นที่พบแล้ว เช่น สกุล *Aglaomorpha, Arachniodes, Botrychium, Crypsinus, Lepisorus, Leucostegia, Loxogramme, Oleandra, Polystichum* และ *Pteridium* เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 341005

เอกสารอ้างอิง

EDIE, H. H. 1978. Fern of Hong Kong. Hong Kong University Press. 285 p.
TAGAWA, M. AND K. IWATSUKI. 1979. Flora of Thailand (Pteridophyte). Vol. 3 Part 1, pp. 1-128. The TISTR. Press, Bangkok.
TAGAWA, M. AND K. IWATSUKI. 1985. Flora of Thailand (Pteridophyte). Vol. 3 Part 2, pp. 129-296. The Phonphan Printing Co. Ltd., Bangkok.
TAGAWA, M. AND K. IWATSUKI. 1988. Flora of Thailand (Pteridophyte). Vol. 3 Part 3, pp. 297-480. The Chutima Press, Bangkok.
TAGAWA, M. AND K. IWATSUKI. 1989. Flora of Thailand (Pteridophyte) Vol. 3 Part 4, pp. 481-640. The Chutima Press, Bangkok.

การสำรวจกล้วยไม้ป่าและวิจัยเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ในเขต อ. เมือง และ อ. ปางมะผ้า จ. แม่ฮ่องสอน

จิตราพรรณ พิลึก[1], ปราโมทย์ ไตรบุญ[2], ชูเกียรติ เทพสาร[3] และ ดิเรก ตนพยอม[4]

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]ศูนย์ศึกษาและบริการลุ่มน้ำปาย (ท่าโป่งแดง) อ. เมือง แม่ฮ่องสอน 58000

[4]ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50000

ABSTRACT

INVESTIGATION OF WILD ORCHIDS AND RESEARCH FOR DEVELOPMENT OF ECOTOURISM IN MUANG AND PANGMAPA DISTRICT, MAE HONG SON PROVINCE

C. Piluek[1], P. Triboon[2], C. Tapsan[3] and D. Tonpayom[4]

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Botanical and Weed Science Section, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

[3]Lumnam Pai Research and Service Center (Tapongdaeng), Muang District, Mae Hong Son 58000

[4]The Royal Chiang Mai Agricultural Research Center, Department of Agriculture, Muang District, Chiang Mai 50000

Surveys of wild orchids at Ban Huay Hi, Ban Huay Sua Tao in Muang district and Ban Tam Lod in Pangmapa district, Mae Hong Son province were made by researchers with collaboration from villagers. Orchids of 146 species in 54 genera were found and identified. Most of them were in the genus *Dendrobium*. The flowering season occurred during April and May. Local villagers and researchers agreed to choose a trail with many wild orchids as a tourist attraction. Technical knowledge on seedling care was transferred to the local villagers. *Rhynchostylis gigantea* seedlings, 6 months from flask, were grown for general observation at the residences of 12 co-workers in 3 villages under the orchids and the ferns project. The seedlings showed good growth and development. Furthermore, the improvement of media for orchid seed germination and seedling development by using orchid fertilizer and vitamins instead of mineral salts was successful. The fruits of beautiful orchids were collected from the wild in order to produce seedlings to grow on trees along the tourist trail.

Key words: Mae Hong Son, wild orchid, tissue culture, ecotourism

บทนำ

แม่ฮ่องสอนเป็นดินแดนแห่งป่าเขาที่มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ จึงยังคงมีความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะต้นกล้วยไม้ป่า มีให้พบเห็นตลอดเส้นทางที่ผ่านป่า หรือแม้แต่บนคบไม้ในเมือง ความงดงามทางธรรมชาติเป็นแรงดึงดูดให้นักท่องเที่ยวแวะมาเยือน จึงควรที่จะมีการสำรวจและสร้างจิตสำนึกให้ชาวบ้านมีส่วนในการอนุรักษ์พันธุ์กล้วยไม้ก่อนที่จะสายเกินไป

Seidenfaden (1992) รายงานการสำรวจกล้วยไม้ป่าในไทยได้ 999 ชนิด ใน 145 สกุล กระจายพันธุ์อยู่ทางภาคเหนือมากถึง 597 ชนิด ใน 118 สกุล เป็นสกุลหวาย (*Dendrobium*) 73 ชนิด และสกุลอื่น เช่น สกุลกุหลาบ (*Aerides*) สกุลเข็ม (*Ascocentrum*) สกุลแวนด้า (*Vanda*) สกุลช้าง (*Rhynchostylis*) และยังพบต้นกล้วยไม้ดินอีกมากชนิดตามพื้นดินใต้ร่มไม้

ในอดีตมีการเก็บต้นกล้วยไม้จากป่าเพื่อขายทั้งตลาดในและนอกประเทศจำนวนมาก โดยเฉพาะพันธุ์ที่มีดอกสวยงาม ในปี 2537 มีการส่งออกต้นเอื้องคำ 24,137 ต้น เอื้องผึ้ง 25,219 ต้น (Annual Report 1993, CITES Thailand) ปัจจุบันมีการห้ามส่งออกต้นที่เก็บจากป่า การนำต้นกล้วยไม้ออกจากป่าทำให้ปริมาณต้นในแหล่งกำเนิดลดลง จึงควรจะอนุรักษ์ต้นที่เหลือให้คงอยู่ในป่า และขยายพันธุ์ต้นที่ใกล้สูญพันธุ์

กล้วยไม้ป่ามีข้อดีที่ติดฝักง่าย แต่ละฝักมีเมล็ดจำนวนมากกว่าล้านเมล็ด เมล็ดที่มีขนาดเล็กมากเท่าผงชูรสงอกได้ตามธรรมชาติไม่กี่ต้น การตัดฝักเพื่อนำเมล็ดมาเพาะ โดยใช้เทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อบนวุ้นอาหารในสภาพเหมาะสม จะได้ต้นอ่อนจำนวนมาก นับหมื่น นับแสนต้น ขึ้นกับชนิดพันธุ์ จึงเป็นวิธีที่สามารถเพิ่ม

จำนวนต้นได้อย่างรวดเร็ว (จิตราพรรณ, 2536) แต่พบปัญหาในการเลี้ยงลูกกล้วยไม้ เพราะลูกกล้วยไม้ป่าส่วนมากเลี้ยงยาก ตายได้ง่ายเมื่อต้นอ่อนแอ หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม (จิตราพรรณ, 2538)

การวิจัยเพื่อพัฒนาสูตรอาหารอย่างง่ายเพื่อเพาะเมล็ดให้ได้ลูกกล้วยไม้ที่แข็งแรงก่อนนำออกปลูก และวิธีการเลี้ยงต้นกล้าให้เจริญเติบโตดีในโรงเรือน เพื่อนำเทคนิคไปสอนให้ชาวบ้านทำได้ จะเป็นประโยชน์ในการอนุรักษ์กล้วยไม้ป่าให้คงอยู่ในแหล่งกำเนิดเดิม และมีการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวน ชาวบ้านมีรายได้จากการอนุรักษ์ โดยพา นักท่องเที่ยวชมป่าตามเส้นทางที่กำหนดไว้ แทนการเก็บต้นจากป่าไปขาย นอกจากนั้น ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพันธุ์ไม้ชนิดอื่น เพื่อการอนุรักษ์อย่างยั่งยืน

พื้นที่ศึกษา

ได้เลือกศึกษา 3 หมู่บ้าน ในเขต อ. เมือง และ อ. ปางมะผ้า จ. แม่ฮ่องสอน คือ หมู่บ้านห้วยฮี้ อ. เมือง หมู่บ้านของชาวเขาเผ่าปะกาเกอญอ อยู่กลางป่าห่างจาก อ. เมือง ประมาณ 26 กิโลเมตร มี 21 หลังคาเรือน 36 ครอบครัว รวม 113 คน (ชาย 68 คน หญิง 45 คน) พื้นที่อาศัย 25 ไร่ ป่าใช้สอย 600 ไร่ และป่าอนุรักษ์ 6,775 ไร่ หมู่บ้านห้วยเสือเฒ่า อ. เมือง หมู่บ้านของชาวเขาเผ่ากระเหรี่ยงแดง มีพื้นที่ป่าอยู่ติดชายแดนพม่า และ หมู่บ้านถ้ำลอด อ. ปางมะผ้า เป็นชาวเขาเผ่าไทยใหญ่ หมู่บ้านอยู่หน้าทางเข้าอุทยานแห่งชาติถ้ำลอด เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่รู้จักกันดี โดยได้เลือกตัวแทนชาวบ้านหมู่บ้านละ 2 คน เป็นผู้ร่วมวิจัยในโครงการ

วิธีการ

แบ่งการทำงานเป็น 5 แผนงาน ดังนี้

1. การสำรวจและจำแนกชนิดกล้วยไม้ป่า โดยออกสำรวจปีละ 6 ครั้ง ๆ ละ 3-10 วัน ร่วมกับชาวบ้านเจ้าของพื้นที่ เพื่อให้ความรู้เรื่องชนิดพันธุ์ นิเวศวิทยา และสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุ์ เก็บตัวอย่างต้นให้น้อยที่สุดเพื่อทำตัวอย่างแห้งและดอง นำมาจำแนกพันธุ์ตามหลักอนุกรมวิธาน

2. คัดเลือกและจัดเส้นทางเดินป่าสำหรับนักท่องเที่ยวในแต่ละหมู่บ้าน เพื่อไม่ให้นักท่องเที่ยวเข้าไปรบกวนสภาพนิเวศวิทยาของพื้นที่ป่าส่วนอื่น ปลูกเพิ่มจำนวนต้นกล้วยไม้ป่าที่ได้โดยการเพาะเมล็ดจากฝักที่เก็บจากป่าแม่ฮ่องสอนเพื่อเพิ่มจำนวนต้นให้หนาแน่นและสวยงาม

3. วิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเมล็ดต้นเอื้องคำ (*Dendrobium chrysotoxum*) โดยใช้เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ให้ทำง่าย เพื่อสอนให้ชาวบ้านทำได้

4. ขยายพันธุ์ต้นกล้วยไม้ป่าที่ดอกสวยงาม โดยเก็บฝักจากป่าแม่ฮ่องสอนมาเพาะในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อนำต้นไปให้ชาวบ้านเลี้ยงให้แข็งแรง ก่อนนำไปปลูกในเส้นทางท่องเที่ยว

5. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกเลี้ยงลูกกล้วยไม้สู่ตัวแทนชาวบ้านในโครงการเพื่อการอนุรักษ์

ผลการวิจัย

การสำรวจและจำแนกชนิดกล้วยไม้ป่า

คณะผู้วิจัยได้เดินทางไปสำรวจปีละ 6 ครั้ง แต่ละครั้งถ้าเข้าสำรวจทั้ง 3 หมู่บ้าน ต้องใช้เวลานาน 8-10 วัน โดยนัดหมายกับชาวบ้านในโครงการล่วงหน้าก่อนการเดินทาง 2 สัปดาห์ ผลการสำรวจป่าร่วมกับตัวแทนชาวบ้านหมู่บ้านละ 2 คน หรือมากกว่าเมื่อชาวบ้านในโครงการเฟิร์นร่วมทางไปด้วย พบว่าป่ารอบหมู่บ้านทั้ง 3 หมู่บ้านมี ความสมบูรณ์ คณะนักวิจัยได้แนะนำให้ชาวบ้านรู้จักกับชนิดกล้วยไม้ป่า, ลักษณะการเจริญเติบโตร่วมกับต้นไม้ใหญ่, สิ่งแวดล้อม, การงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้าในป่า เพื่อให้ชาวบ้านเกิดความผูกพันกับวิถีชีวิตของต้นกล้วยไม้ป่าของเขา เกิดความหวงแหน และดูแลรักษาไม่ให้ใครมาเก็บไป

จากการสำรวจพบต้นกล้วยไม้ป่า รวม 54 genus จำแนกได้ 130 species และจำแนกยังไม่ได้อีก 16 species ใน 4 subfamily โดยพบต้นกล้วยไม้ใน Tribe Dendobieae มากที่สุด รวม 54 ชนิด เป็น สกุลหวาย (*Dendrobium*) จำนวน 33 ชนิด สกุล *Bulbophyllum* 15 ชนิด รองลงมา คือ Tribe Vandeae พบรวม 39 ชนิด ใน 21 สกุล ดังนี้

Subfamily	จำนวน Genus	จำนวน species	
		จำแนกได้	จำแนกไม่ได้
CYPRIPEDIOIDEAE	2	2	
SPIRANTHOIDEAE			
Tribe Cranichideae	3	3	
ORCHIDOIDEAE			
Tribe Orchideae	3	6	1
EPIDENDROIDEAE			
Saprophyte			
Tribe Nervilieae	1	1	1
Non-Saprophyte			
Tribe Malaxidinae	3	5	2
Tribe Cymbidieae	5	9	
Tribe Arethuseae	6	9	4
Tribe Epidendreae (old world)	1	1	
Tribe Podochileae	3	9	
Tribe Dendrobieae	7	49	5
Tribe Vandeae	21	36	3
รวม	54	130	16

คัดเลือกและจัดเส้นทางเดินป่าสำหรับนักท่องเที่ยวในแต่ละหมู่บ้าน

เพื่อไม่ให้นักท่องเที่ยวเข้าไปรบกวนสภาพนิเวศวิทยาของพื้นที่ป่าส่วนอื่น จึงปรึกษากับตัวแทนชาวบ้านเจ้าของพื้นที่ เลือกเส้นทางสำหรับพานักท่องเที่ยวเข้าป่าชมกล้วยไม้ ทางหมู่บ้านได้เลือกเส้นทางเดิมที่สะดวกกับการเดินเท้า จากการสำรวจพบว่า ตลอดเส้นทางมีต้นกล้วยไม้ป่ามากกว่า 100 ชนิด แต่มีจำนวนน้อยต้นในแต่ละชนิด ระหว่างการเดินสำรวจ คณะผู้วิจัยได้อธิบายให้ชาวบ้านรู้จักชนิดพันธุ์ โดยเปรียบเทียบกับหนังสือภาพดอกกล้วยไม้ที่ทางโครงการได้มอบให้ตั้งแต่เริ่มงาน เพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการพานักท่องเที่ยวเดินป่า

จากการสำรวจพบว่า ชาวบ้านในหมู่บ้านห้วยฮี้ มีการจัดคณะกรรมการฝ่ายการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เพื่อให้ความสะดวกกับนักท่องเที่ยว มีระเบียบสำหรับต้อนรับท่องเที่ยว กำหนดค่าใช้จ่ายในการนำทาง และพักค้างคืนในหมู่บ้านหรือในป่า เส้นทางท่องเที่ยวอยู่ท้ายหมู่บ้าน มีจุดเด่นที่พบต้นเอื้องแซะหลวงจำนวนมาก ดอกบานในช่วงเดือนมกราคม ถึงกุมภาพันธ์ ส่งกลิ่นหอมไปทั่วป่า และเพื่อให้เส้นทางเดินป่ามีความงดงามและได้ชมต้นกล้วยไม้จำนวนมากตลอดเส้นทาง จึงวางแผนที่จะปลูกเพิ่มจำนวนต้นกล้วยไม้ป่าที่มีดอกสวยงาม โดยการเก็บฝักจากป่าไปเพาะเมล็ด เพื่อนำต้นกล้าไปให้ชาวบ้านปลูกให้ ต้นแข็งแรงก่อนนำไปปลูกบนต้นไม้ในเส้นทางเที่ยวป่า

การเพาะเมล็ดต้นเอื้องคำโดยใช้เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เอื้องคำ (*Dendrobium chrysotoxum*) เป็นต้นกล้วยไม้ที่มีแหล่งกำเนิดในแม่ฮ่องสอน ชาวบ้านนิยมปลูกใส่กระเช้าไม้ แขวนไว้หน้าบ้าน ต้นมีการเจริญเติบโตเป็นกอ ลำลูกกล้วยอวบเหลือง ผิวมันคล้ายลำเทียน ช่อยาว ดอกสีเหลืองทอง กลีบหนา เป็นมัน จึงชื่อ เอื้องคำ มีกลิ่นหอมหวาน ดอกบานตั้งแต่ปลายเดือนมกราคม ถึงเมษายน (จิตราพรรณ, 2540) ชาวแม่ฮ่องสอนนิยมใช้ดอกเอื้องคำประดับในงานปอยส่างลอง ปัจจุบันจำนวนต้นในป่าลดน้อยลงมาก ต้นเอื้องคำมีการเจริญเติบโต และออกดอกได้ดีในแหล่งกำเนิด และออกดอกยากเมื่อเลี้ยงในภาคกลาง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องวิจัยการเพาะเมล็ดโดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ และปลูกเลี้ยงต้นกล้าให้รอดตาย โดยพัฒนาเทคนิคอย่างง่ายสำหรับสอนให้ชาวบ้านทำได้ เพื่องานอนุรักษ์ และเกิดรายได้ในอนาคต

ทางโครงการได้พัฒนาสูตรอาหารให้ทำง่าย โดยใช้วัตถุดิบที่มีในป่า และใช้ปุ๋ยกล้วยไม้แทนสารเคมี จากการทดลองพบว่า เมล็ดเอื้องคำงอกได้ดีในอาหารสูตร BRT1 ซึ่งใน 1 ลิตรประกอบด้วย ปุ๋ยกล้วยไม้สูตร 21-21-21 ปริมาณ

2 กรัม วิตามินไวเทอร่า 1 แคปซูล น้ำตาลทราย 20 กรัม กล้วยน้ำว้า 50 กรัม วุ้น 5 กรัม ปรับค่า pH ให้ได้ 4.8-5.2 และถ่านบดละเอียด 2 กรัม

หลังจากเพาะเมล็ดนาน 3 เดือน ย้ายต้นกล้าขนาดเล็กที่มีใบ 2-3 ใบ ไปลงอาหารสูตรใหม่ เพื่อให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตเป็นต้นขนาดใหญ่ แข็งแรง ในสภาพปลอดเชื้อ ก่อนนำออกปลูกในสภาพภายนอก และพบว่า ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตดีในอาหารสูตร BRT2 ซึ่งเพิ่มมันฝรั่งบดอีก 50 กรัม ลงในอาหารสูตร BRT1

สูตรอาหาร BRT1 และ BRT2 ให้ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยไม้ใกล้เคียงกับสูตร Vacin-Went (Vacin and Went, 1949) ที่ใช้สารเคมี 7 ชนิด และ เพิ่มน้ำมะพร้าวอ่อน กล้วยหอม น้ำสกัดมันฝรั่ง น้ำตาลทราย และวุ้น

การขยายพันธุ์ต้นกล้วยไม้ป่า

ชาวบ้านได้ให้ความร่วมมือกับผู้วิจัย โดยจัดหาฝักกล้วยไม้ป่าชนิดที่มีดอกสวยงาม ให้นำไปเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อให้ได้ต้นกล้ามาปลูกเสริมในเส้นทางเที่ยวป่า เช่น เอื้องคำ, เอื้องแซะหลวง, เอื้องคำปากไก่, เอื้องผึ้ง, เอื้องเงิน, เอื้องไม้เท้าฤาษี, เอื้องสายสามสี, เอื้องช้างน้าว, เอื้องพวงหยก, เข็มเหลือง, ฟ้ามุ่ย และไอยเรศ ในปีแรกทางโครงการได้เพาะเมล็ดเอื้องคำ และได้ต้นกล้าจำนวน 10,000 ต้น และทยอยนำออกปลูก ชุดแรกออกปลูกที่เรือนทดลองของภาควิชาพืชสวน เมื่อเดือนกันยายน 2541 พบว่า ต้นรอดตายเกือบทั้งหมด และต้นเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ได้นำต้นกล้าที่เหลือไปปลูกที่ศูนย์ศึกษาและบริการลุ่มน้ำปาย (ท่าโป่งแดง) จ.แม่ฮ่องสอน

สำหรับกล้วยไม้ชนิดอื่น ได้เก็บฝักไปเพาะเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2541 เมื่อต้นกล้าแข็งแรงพอ จะนำไปมอบให้ชาวบ้านปลูกต่อไป

ถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกเลี้ยงลูกกล้วยไม้สู่ตัวแทนชาวบ้านในโครงการเพื่อการอนุรักษ์

ลูกกล้วยไม้ป่าโดยเฉพาะพันธุ์ที่มีอยู่ในแม่ฮ่องสอนค่อนข้างจะเลี้ยงยาก ตายง่าย และโตช้า ถ้านำไปให้ชาวบ้านปลูกเลี้ยง แล้วต้นตายหมด เขาจะฝังใจว่าเลี้ยงลูกกล้วยไม้ไม่ได้ และไม่เกิดการเลี้ยงลูกกล้วยไม้ในหมู่บ้าน ทางโครงการจึงวางแผนงานถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นขั้นตอนให้ชาวบ้านรับได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์

ทางโครงการได้มอบหนังสือภาพกล้วยไม้ป่าให้ตัวแทนชาวบ้านในโครงการหมู่บ้านละ 2 คน 3 หมู่บ้าน และขอให้ตรวจดูว่า ในหมู่บ้านของเขาพบต้นกล้วยไม้ป่าชนิดใดบ้าง จากนั้นอธิบายให้เข้าใจถึงจุดประสงค์และเหตุผลของคณะนักวิจัยที่มาทำงานร่วมกับชาวบ้านทั้งด้านการสำรวจ และอนุรักษ์พันธุ์ โดยไม่หวังมาใช้หรือทำลายทรัพยากรของเขา ให้เขารู้ว่าเขามีทรัพยากรที่มีคนสนใจเข้ามาชม ควรรักษาไว้ให้คงอยู่ตลอดไป

ขั้นที่ 2 การสร้างแรงจูงใจในการเลี้ยงลูกกล้วยไม้

ได้อธิบายเรื่องการขยายพันธุ์กล้วยไม้โดยการเพาะเมล็ด และยกตัวอย่างกล้วยไม้ช้าง (*Rhynchostylis gigantea*) ซึ่งเป็นต้นกล้วยไม้ที่พบทางภาคเหนือ และเป็นที่นิยมปลูกเลี้ยง มีการคัดต้นที่ดีไปผสมพันธุ์และเพาะเมล็ด เลี้ยงลูกกล้วยไม้ ต้นขายได้ราคาดีกว่ากล้วยไม้ป่า เพราะดอกมีหลายสี และสวยงามกว่า โดยให้ดูภาพช้างแดง ช้างเผือก ช้างพลาย จากนั้นมอบต้นกล้วยไม้ช้างแดง อายุ 6 เดือน ให้คนละ 2 ต้น ไปทดลองปลูกเลี้ยง เนื่องจากต้นเลี้ยงง่าย มีการเจริญเติบโตเร็ว และให้สัญญาว่า ถ้าเลี้ยงรอด จะให้เพิ่มอีก

ขั้นที่ 3 การขยายผล

หลังจากนั้น 2 เดือน ได้ติดตามผล พบว่าชาวบ้านมีความสนใจ และสามารถปลูกเลี้ยงได้ จึงนำต้นกล้วยไม้ช้างจากการเพาะเมล็ดอายุ 6 เดือน ไปมอบให้อีกคนละ 50 ต้น พร้อมอุปกรณ์ในการปลูกเลี้ยง แนะนำให้ทำเรือนขนาดเล็กเลี้ยงลูกกล้วยไม้ ทางโครงการให้ตาข่ายพลาสติคสำหรับทำพื้นโต๊ะ ตาข่ายพรางแสงเพื่อทำหลังคา บัวรดน้ำ และปุ๋ย และเพิ่มจำนวนชาวบ้านในแต่ละหมู่บ้านเป็น 4 คน ทางผู้วิจัยในโครงการซึ่งอยู่ที่ศูนย์ศึกษาและบริการ

ลุ่มน้ำปาย (ท่าโป่งแดง) ได้ออกตรวจเยี่ยมและให้คำแนะนำอย่างสม่ำเสมอ ชาวบ้านมีความสนใจ และเอาใจใส่ในการปลูกเลี้ยง โดยเฉพาะหมู่บ้านห้วยฮี้และห้วยเสือเฒ่า

ขั้นที่ 4 การเพิ่มแรงจูงใจในการปลูกเลี้ยง

เพื่อให้ชาวบ้านเห็นเป้าหมายชัดเจนในการปลูกเลี้ยงลูกกล้วยไม้ช้าง และแน่ใจว่าต้นจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สามารถปลูกเลี้ยงให้ออกดอกได้ และดอกสวยงาม ทางโครงการจึงนำต้นกล้วยไม้ช้างจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นใหญ่ ขนาดออกดอกไปให้เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2541 หลังจากปลูกที่แม่ฮ่องสอน 1 เดือน ต้นออกดอก สวยงาม ดอกมีลักษณะเหมือนกัน เนื่องจากเป็นต้นจากการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยที่หมู่บ้านห้วยฮี้ ดอกบานต้นเดือนกุมภาพันธ์ และต้นมีการเจริญเติบโตดีแม้จะกระทบอากาศหนาวเย็น

ทางโครงการระมัดระวังการทำงานไม่ให้มีผลส่งเสริมการเก็บกล้วยไม้จากป่า ดังนั้นต้นกล้วยไม้ช้างทุกต้นจึงเป็นต้นที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ถึงแม้จะมีราคาแพงกว่ามากก็ตาม

ขั้นที่ 5 การปลูกเลี้ยงลูกกล้วยไม้ในโครงการ

เมื่อชาวบ้านมีความพร้อมและมั่นใจว่าปลูกเลี้ยงลูกกล้วยไม้ได้ ทางโครงการได้นำต้นกล้าเอื้องคำจากขวดเพาะไปให้ทดลองปลูก ที่หมู่บ้านห้วยฮี้และบ้านห้วยเสือเฒ่า พบว่าต้นกล้ารอดตาย

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสู่ตัวแทนชาวบ้าน

เนื่องจากชาวบ้านในหมู่บ้านห้วยฮี้มีความสนใจที่จะเรียนรู้วิธีการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จึงได้ให้ตัวแทนชาวบ้าน 2 คน ไปเข้ารับการอบรม ในโครงการ "การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อพัฒนาการศึกษาในถิ่นห่างไกล" จัดโดย ดร.เฉลิมพล เกิดมณี ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อบรมที่โรงเรียนแม่สะเรียงบริพัตรศึกษา อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน และโครงการนี้ได้ให้ความร่วมมือบรรยาย และปฏิบัติการ 1 วัน ในเรื่องการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ และการปลูกลูกกล้วยไม้

บทวิจารณ์

จากการเดินทางไปทำงานวิจัยร่วมกับชาวบ้านในพื้นที่ ทั้ง 3 หมู่บ้าน พบว่าชาวบ้านที่ร่วมในโครงการมีความสนใจและรู้จักต้นกล้วยไม้ป่าหลายชนิด และได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากทางจังหวัดแม่ฮ่องสอน ทำให้ไม่มีอุปสรรคในการทำงาน การเดินทางเข้าป่าในแต่ละพื้นที่ ชาวบ้านเจ้าของพื้นที่เป็นผู้นำทางเดินป่า นอกจากนั้นยังได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างนักวิจัยและคนในหมู่บ้านเมื่อพักค้างคืนในหมู่บ้าน หลังการร่วมงานวิจัยได้ 8 เดือน ชาวบ้านในหมู่บ้านห้วยฮี้ และหมู่บ้านใกล้เคียงร่วมใจกันอนุรักษ์ต้นกล้วยไม้ป่า คอยเฝ้าระวังไม่ให้มีการเก็บต้นจากป่า และพานักท่องเที่ยวเดินป่าเฉพาะในเส้นทางท่องเที่ยวเท่านั้น เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของพื้นที่ป่าส่วนอื่น ทางโครงการได้รับความร่วมมือจากชาวบ้านห้วยฮี้ช่วยเก็บตัวอย่างต้นและดอกมาดองในแอลกอฮอล์ ในช่วงที่นักวิจัยไม่เข้าพื้นที่ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนที่ดอกกล้วยไม้ดินบาน และมีอายุดอกค่อนข้างสั้น ทำให้ยากสำหรับนักวิจัยที่จะไป รอการเก็บตัวอย่าง

การเลือกเส้นทางท่องเที่ยว ทุกหมู่บ้านเลือกเส้นทางเดิมที่ใช้เดินป่า และสะดวกกับการเดินเท้า ทุกเส้นทางต้องขึ้นเขา เหมาะสำหรับผู้ที่มีสภาพร่างกายสมบูรณ์เท่านั้น และได้ให้คำแนะนำว่าควรมีเส้นทางที่เดินเท้าได้สบายเหมาะสำหรับผู้สูงอายุที่ต้องการมาชมกล้วยไม้ป่า สำหรับช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการเดินชมกล้วยไม้ป่านั้น ควรเป็นฤดูหนาว และฤดูร้อน เพราะเดินทางสะดวก และดอกกล้วยไม้ป่าบานมาก เอื้องแซะหลวงบานตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงกุมภาพันธ์ ดอกกล้วยไม้ชนิดรากอากาศที่พบบนต้นไม้ ส่วนมากดอกบานในช่วงฤดูร้อน ในฤดูฝนกล้วยไม้ดินออกดอกแต่ไม่สะดวกกับการเดินทาง ช่วงต้นฤดูหนาวเป็นกล้วยไม้ในสกุล *Coelogyne, Bulbophyllum, Eria* ซึ่งดอกมีขนาดเล็กแต่ต้นเป็นกอใหญ่ ดอกบานพรูเต็มต้น สวยงามอีกแบบ

การพัฒนาสูตรอาหารที่ทำได้ง่ายและชาวบ้านสามารถทำได้ สูตรเดิมที่เหมาะสม คือ สูตร Vacin-Went ใช้สารเคมี 7 ชนิด ร่วมกับน้ำมะพร้าวอ่อน และกล้วยหอม ซึ่งหาไม่ได้ในป่าแม่ฮ่องสอน ทำให้ไม่สะดวกกับการเตรียมอาหาร

การใช้ปุ๋ยกล้วยไม้ในอัตรา 2 กรัม/ลิตร และวิตามินไวเทอร่า 1 แคปซูล แทน จึงง่ายต่อการทำงานเพราะใช้การตวงด้วยช้อนแทนการชั่งได้ ต่อมาได้ทดลองไม่ใส่น้ำมะพร้าวอ่อน และใช้กล้วยน้ำว้าแทนกล้วยหอม ได้สูตร BRT1 สำหรับการเพาะเมล็ด และสูตร BRT2 สำหรับการเลี้ยงต้นกล้าให้แข็งแรง โดยเพิ่มมันฝรั่งบด พบว่าต้นกล้าเอื้องคำมีการเจริญเติบโตดี ใกล้เคียงกับสูตร Vacin-Went

แผนงานการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดต้นเอื้องคำนั้น พบว่าฝักเอื้องคำที่เก็บจากแม่ฮ่องสอนเมล็ดงอกดีมาก ต้นอ่อนพัฒนาเร็ว และแข็งแรง ถ้าชาวบ้านสามารถเลี้ยงให้รอดตายได้เพียงครึ่งหนึ่ง จะได้ต้นมากพอที่จะนำไปปลูกในเส้นทางท่องเที่ยว เพิ่มความสวยงามเมื่อดอกบานทั้งป่า

สำหรับงานถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกลูกกล้วยไม้นั้น ชาวบ้านมีความสนใจมาก และสามารถปลูกเลี้ยงให้รอดตาย ต้นมีการเจริญเติบโตดี และชาวบ้านห้วยฮี้ เลือกหาวัสดุในป่า เช่น มอส มาใช้เป็นเครื่องปลูก และเก็บเปลือกผลไม้ป่ามาเจาะรูระบายน้ำก่อนใช้เป็นภาชนะปลูก

บทสรุป

ในการสำรวจกล้วยไม้ป่าบริเวณหมู่บ้านห้วยฮี้ ห้วยเสือเฒ่า อ.เมือง และหมู่บ้านถ้ำลอด อ.ปางมะผ้า พบกล้วยไม้ป่า รวม 54 สกุล จำแนกได้ 130 ชนิด และยังจำแนกไม่ได้อีก 16 ชนิด กล้วยไม้ที่พบส่วนใหญ่ ขึ้นอยู่บนต้นไม้ โดยพบต้นกล้วยไม้ใน Tribe Dendobieae มากที่สุด รวม 54 ชนิด เป็น สกุลหวาย (*Dendrobium*) จำนวน 33 ชนิด สกุล *Bulbophyllum* 15 ชนิด รองลงมา คือ Tribe Vandeae รวม 39 ชนิด ใน 21 สกุล การทำงานวิจัยได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากชาวบ้านเจ้าของพื้นที่ทั้ง 3 หมู่บ้าน ทั้งด้านการสำรวจเพื่อรู้จักพันธุ์กล้วยไม้ การเลือกเส้นทางท่องเที่ยว การรับเทคโนโลยีการปลูกเลี้ยงลูกกล้วยไม้ โดยมีเป้าหมายเพื่อการอนุรักษ์พันธุ์กล้วยไม้ป่าและมีรายได้จากการพานักท่องเที่ยวเดินป่าชมกล้วยไม้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 341001

เอกสารอ้างอิง

จิตราพรรณ พิลึก. 2536. การเพาะเมล็ดและเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้. เอกสารโรเนียว. 82 หน้า.

จิตราพรรณ พิลึก. 2538. รายงานผลการวิจัยประจำปี โครงการการอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์กล้วยไม้ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ 1. การอนุรักษ์กล้วยไม้ป่าของไทย 1.1 การรวบรวมพันธุ์กล้วยไม้ไทยในสภาพปลอดเชื้อ.

CITES THAILAND. 1994. Annual Report 1993. Plant Introduction and Conservation of Wild Flora. Agricultural Regulatory Division, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives.

SEIDENFADEN, G. 1982. Contribution to the orchid flora of Thailand X. Nord. J. Bot. Copenhagen.

VACIN, E. F. AND F. WENT. 1949. Some pH changes in nutrient solutions. Bot. Gaz. 110: 605-613.

การสำรวจชนิดของนกและพัฒนาศักยภาพของชุมชนตัวอย่าง เพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

นริทธิ์ สีตะสุวรรณ[1], สิริวดี ชมเดช[1] และ ทศพล สุภาหาญ[2]
[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50202
[2]วิทยาลัยพลศึกษาเชียงใหม่ อ. เมือง เชียงใหม่ 50000

ABSTRACT

A BIRD SURVEY AND THE POTENTIAL DEVELOPMENT OF MODEL COMMUNITIES FOR ECOTOURISM IN MAE HONG SON PROVINCE

N. Sitasuwan[1], S. Chomdej[1] and T. Suphahan[2]
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202
[2]Chiang Mai Physical Education College, Muang District, Chiang Mai 50000

A survey of bird diversity was carried out in the areas around four rural communities in Mae Hong Son Province: Ban Huay He, Ban Huay Pha and Ban Huay Sue Thau in Muang District, and Ban Tham Lod in Pang Ma Pha District from January to December 1998. 264 bird species in 49 families were recorded: Ban Huay He, 202; Ban Huay Pha, 70; Ban Huay Sue Thau, 142; Ban Tham Lod, 153 species. The common bird species in the observed areas comprised 39 species in 23 families. The dominant species in all areas were the black-crested bulbul (*Pycnonotus melanicterus*) and the red-whiskered bulbul (*Pycnonotus jocosus*). At Ban Tham Lod, the dominant species was the Pacific swift (*Apus pacificus*). The common names of the birds in three tribal languages were recorded: 93 names in Tai, 92 in Karen and 52 in Red Karen. The traditional beliefs and myths of the three tribes with regard to the birds, were also recorded. As part of the Ecotourism program, training in 'Bird-watching' was imparted to volunteers from local communities and students at Ban Huay He and Ban Tham Lod, to prepare them to be future guides and trainers.

Key words: Mae Hong Son, bird diversity, ecotourism

บทนำ

จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีพื้นที่กว่าร้อยละ 70 เป็นป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ ประกอบด้วยขุนเขาที่สลับซับซ้อน มีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติอยู่เป็นจำนวนมาก ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรม ฐานะยากจน ซึ่งเป็นเหตุหนึ่งให้มีการบุกรุกทำลายป่าและทรัพยากร ธรรมชาติเพิ่มขึ้นทุกปี การพัฒนาด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน และพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (Ecotourism) รวมทั้งการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้น น่าจะเป็นหนทางหนึ่งในการพัฒนาจังหวัดแม่ฮ่องสอนให้ยั่งยืนต่อไป

มีการสำรวจนกแล้วหลายแห่งในภาคเหนือ (Beaver and Sitasuwan, 1985; Elliott, 1988; Conservation Data Center, 1989) และภาคอื่น ๆ (พรทิพย์, 2523; นุกูลและสุรพล, 2528; สุรพล, 2534 ; ธีรภัทรและจิตต์, 2534; ศิริพร, 2536; ศักดิ์สิทธิ์และคณะ, 2538; อดิศักดิ์และคณะ, 2538) ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของนกหลายชนิดในหลายพื้นที่ Round (1988) ได้รายงานการแพร่กระจายของนกประจำถิ่นในป่าแบบต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย แต่ที่แม่ฮ่องสอนยังขาดข้อมูลบางส่วน การรวบรวมภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวกับนกจากหมู่บ้านตัวอย่างของอำเภอเมืองและอำเภอปางมะผ้าจังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งประกอบด้วยชนเผ่าที่หลากหลาย มีวัฒนธรรม ภาษา และความเชื่อที่ต่างกัน (สุรีย์, 2539; ประวิตร, 2541) และการเพิ่มศักยภาพของบุคลากรท้องถิ่น เพื่อการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จะทำให้ประชาชนท้องถิ่นมีโอกาสจัดระบบการท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้ด้วยตนเองและอย่างยั่งยืน ทำให้เกิดการสร้างงานที่ไม่ทำลายทรัพยากร ธรรมชาติ หากจะเพิ่มการระวังรักษาธรรมชาติพร้อมกับการเพิ่มรายได้

พื้นที่ศึกษา

กำหนดหมู่บ้านตัวอย่างของจังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นสถานที่ศึกษาวิจัย คือ อำเภอเมือง บ้านห้วยฮี้ (น้ำฮูหายใจ พิกัด 19°12′ N 98° 02′ E ระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลาง 720 เมตร กับบริเวณรอบหมู่บ้าน พิกัด 19°12′32″N 98°04′46″ E ระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลาง 1,080 เมตร บ้านห้วยผา พิกัด 19°24′N : 98° E ระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลาง 300 เมตร บ้านห้วยเสือเฒ่า พิกัด 19°15′N : 97° 52′ E ระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลาง 240 เมตร และที่อำเภอปางมะผ้า บ้านถ้ำลอด พิกัด 19°34′ N : 98° 16′ E ระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลาง 620 เมตร

วิธีการ

สำรวจและบันทึกข้อมูลทั้งชนิด จำนวน พฤติกรรมและสภาพแวดล้อมตามจุดที่กำหนดอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง (Ralph *et al.*, 1997) ในแต่ละสถานที่ ครั้งละ 2 วัน เป็นเวลา 12 เดือน อุปกรณ์ในการสำรวจ คือ กล้องส่องทางไกลแบบสองตา (prismatic binocular) ขนาด 8X40 และกล้อง telescope (15-60)X60 กล้องถ่ายภาพ เครื่องบันทึกเสียง และอุปกรณ์บันทึกข้อมูลอื่น ๆ วินิจฉัยชนิดของนกตาม Lekagul and Round (1991)

เก็บข้อมูลโดยผู้ช่วยวิจัยท้องถิ่น โดยคัดเลือกผู้ช่วยวิจัยหมู่บ้านละ 2 คน ฝึกอบรมการวินิจฉัยนกตาม Lekagul and Round (1991) และการบันทึกข้อมูลทางวิชาการ แล้วให้สำรวจนกตามเส้นทางที่กำหนด เดือนละ 8 ครั้ง เป็นเวลา 12 เดือน ด้วยกล้องส่องทางไกลแบบสองตา ขนาด 8X40

เก็บข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวกับนกด้วยการสัมภาษณ์บุคลากรในท้องถิ่น ได้แก่ผู้อาวุโสของหมู่บ้านถึงชื่อนกในภาษาถิ่น เรื่องราวความเชื่อ และสิ่งที่เล่าขาน โดยการบันทึกเสียงเป็นภาษาของชนเผ่า และสัมภาษณ์ผ่านล่ามชนเผ่าที่ได้เก็บข้อมูลคือ ที่บ้านห้วยฮี้เป็นปกาเกอะญอ บ้านห้วยเสือเฒ่าเป็นกะเหรี่ยงแดง บ้านห้วยผาและบ้านถ้ำลอดเป็นไทยใหญ่ (ไต)

ฝึกอบรมบุคลากรท้องถิ่นด้วยการจัดกิจกรรมค่ายเยาวชนอบรมการดูนกให้แก่นักเรียนของโรงเรียนในหมู่บ้านและเยาวชนในหมู่บ้าน อำเภอเมือง 1 ครั้ง ที่บ้านห้วยฮี้ และอำเภอปางมะผ้า 1 ครั้ง ที่บ้านถ้ำลอด รวม 2 ครั้ง ๆ ละ 1 วัน จัดการประชุมระดมความคิดของบุคลากรท้องถิ่น โดยนำข้อมูลความหลากหลายที่สำรวจได้ ผสมผสานภูมิปัญญาท้องถิ่น เสนอให้ชุมชนวางแผนการท่องเที่ยวในเชิงอนุรักษ์ด้วยตนเอง จัดประชุม 1 ครั้ง

ผลการวิจัย

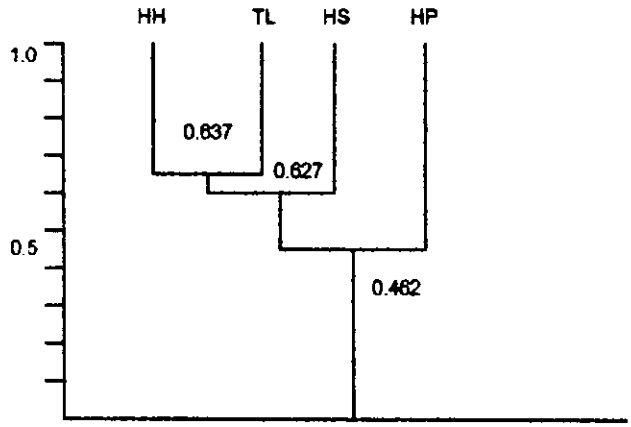
จากการสำรวจนกจากทั้ง 4 หมู่บ้านตัวอย่าง พบนกรวมทั้งสิ้น 264 ชนิด ใน 49 วงศ์ (ตารางที่ 1) จำนวนชนิดมากที่สุด อยู่ในวงศ์ Sylviidae รองลงไป คือ วงศ์ Timaliidae นกชนิดที่เด่น (dominant species) ของทั้ง 4 บริเวณ คือ นกปรอดเหลืองหัวจุก (*Pycnonotus melanicterus*) และนกปรอดหัวโขน (*Pycnonotus jocosus*) ที่บ้านถ้ำลอด มีนกนางแอ่นตะโพกขาวหางแฉก (*Apus pacificus*) เป็นนกชนิดที่เด่นด้วย เนื่องจากเป็นนกที่อาศัยและทำรังอยู่ภายในถ้ำลอดเป็นจำนวนมาก เมื่อคำนวณค่า species richness และ diversity (Ludwig and Reynolds, 1988) พบว่าที่บ้านห้วยฮี้มีจำนวน species และมีความหลากหลายมากที่สุด รองลงไปคือ บ้านถ้ำลอด บ้านห้วยเสือเฒ่า และบ้านห้วยผา ตามลำดับ แต่ที่บ้านห้วยผา มีความสม่ำเสมอของการกระจายชนิดและจำนวนมากที่สุดจากค่า evenness และเมื่อคำนวณค่า index of similarity พบว่าที่บ้านห้วยฮี้และบ้านถ้ำลอดมีความเหมือนกันมากที่สุด บ้านห้วยฮี้และบ้านห้วยผามีความเหมือนกันน้อยที่สุด แสดงได้ด้วย dendrogram (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1. จำนวนชนิดของนกที่พบบริเวณหมู่บ้านตัวอย่าง 4 แห่ง

หมู่บ้าน	ระดับความสูง (เมตร)	จำนวนชนิดที่พบโดยผู้วิจัย	จำนวนชนิดที่พบโดยผู้ช่วย	จำนวนชนิดที่พบรวม
บ้านห้วยฮี้	720	117	202	202
บ้านห้วยเสือเฒ่า	240	46	128	142
บ้านห้วยผา	300	37	61	70
บ้านถ้ำลอด	620	90	137	153
รวม		168	264	264

ได้เทียบชื่อนกเป็นภาษาไทยใหญ่ 93 ชื่อ ภาษาปกาเกอะญอ 92 ชื่อ คำว่า "นก" เรียกว่า "โท" และเป็นภาษากะเหรี่ยงแดง 52 ชื่อ คำว่า "นก" เรียกว่า "ทู" ชื่อส่วนมากเป็นชื่อนกที่ตัวขนาดใหญ่ ส่วนนกขนาดเล็กเรียกรวมกันไปว่า "นกตัวเล็ก" เช่น ในภาษาปกาเกอะญอเรียกรวมว่า "โทเปรซา"

จากการสัมภาษณ์ผู้อาวุโสของทั้ง 4 หมู่บ้านถึงความเชื่อต่าง ๆ พบว่าส่วนใหญ่เป็นข้อห้ามที่ถ่ายทอดต่อ ๆ กันมานาน ได้แก่ ห้ามกิน ห้ามฆ่านกหลายชนิด เช่น นกกก นกยูง เป็นต้น แต่ละชนเผ่ามีความเชื่อที่ความคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ ยังรวบรวมบทกวีและเพลง จำนวน 6 บท รวมทั้งนิทาน จำนวน 24 เรื่อง



HH=บ้านห้วยฮี้, TL=บ้านถ้ำลอด, HS=บ้านห้วยเสือเฒ่า, HP=บ้านห้วยผา

ภาพที่ 1. Dendrogram แสดงความเหมือนของพื้นที่ที่สำรวจนก

ได้จัดค่ายเยาวชนดูนกที่บ้านห้วยฮี้ ในวันที่ 5 ธันวาคม 2541 และบ้านถ้ำลอด ในวันที่ 6 ธันวาคม 2541 มีเยาวชนเข้าร่วมกิจกรรมจำนว 30 และ 17 คนตามลำดับ เนื้อหาของค่ายเยาวชนเป็นการอบรมความรู้เกี่ยวกับนก การดูนกเบื้องต้น การศึกษาสภาพแวดล้อมของหมู่บ้าน และกิจกรรมนันทนาการ และได้ประชุมระดมความคิดเพื่อการจัดรูปแบบการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของหมู่บ้านตัวอย่าง โดยมีผู้บริหารหมู่บ้าน เช่น กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน และกรรมการหมู่บ้าน ร่วมเสนอความเห็น ในวันที่ 18 ธันวาคม 2541 สรุปได้ว่า ทั้ง 4 หมู่บ้านเสนอให้มีองค์กรของหมู่บ้านเพื่อจัดกิจกรรมดูนกให้เป็นระบบ และอบรมเยาวชนให้รู้จักนกมากยิ่งขึ้นและอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งกำหนดเส้นทางการเดินดูนกแยกตามระดับความยากง่ายของเส้นทางให้เหมาะสมแก่นักท่องเที่ยวและให้เยาวชนในหมู่บ้านเป็นผู้นำนักท่องเที่ยว

บทวิจารณ์และสรุป

การสำรวจนกในงานวิจัยนี้กำหนดพื้นที่สำรวจเฉพาะบริเวณรอบ ๆ หรือใกล้เคียงหมู่บ้านตัวอย่าง เพื่อทำเป็นเส้นทางสำหรับการดูนกในโครงการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในจังหวัดแม่ฮ่องสอนเท่านั้น ผลที่ได้จึงไม่ใช่ตัวแทนความหลากหลายของนกทั้งจังหวัด การสำรวจเช่นนี้ปรากฏในงานของนิเวช (2536) วศิน (2538) ตลอดจนงานพิมพ์เอกสารเชิงการแนะนำดูนกเพื่อการท่องเที่ยว (สุธี, 2540; อุทัย, 2541) จากการสำรวจทั้ง 4 หมู่บ้าน พบนกทั้งสิ้น 264 ชนิด แสดงว่าแม้รอบ ๆ หมู่บ้านที่มีผลกระทบส่วนหนึ่งมาจากมนุษย์ แต่นกก็ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าที่บ้านห้วยฮี้มีจำนวนนกมากที่สุดและมีความหลากหลายมากที่สุด ทั้ง ๆ ที่ 4 หมู่บ้านมีลักษณะเป็นป่าเบญจพรรณคล้ายคลึงกัน อาจเป็นเพราะที่บ้านห้วยฮี้ไม่ค่อยมีกิจกรรมของมนุษย์มากนักตามเส้นทางสำรวจ ส่วนที่บ้านถ้ำลอดมีความหลากหลายรองลงไปเนื่องจากเป็นเขตอนุรักษ์ที่มีเจ้าหน้าที่ดูแลเข้มงวด จึงสามารถรักษาความหลากหลายได้ดีกว่า (นริศและอุทิศ, 2536; Laman *et al.*, 1996) ต่างไปจากที่ห้วยผาและห้วยเสือเฒ่าที่มีกิจกรรมของมนุษย์อยู่ทั่วไปรวมทั้งการล่าสัตว์ของชาวบ้านด้วย จึงพบนกได้น้อยกว่า ในอีกแง่หนึ่งชนิดของนกยังสามารถเป็นดรรชนีชี้สภาพของพื้นที่และมีความสำคัญต่อระบบนิเวศเป็นอย่างมาก (Neimi *et al.*, 1998) เช่น ที่บ้านห้วยฮี้สามารถพบนกกก แสดงถึงความสมบูรณ์ของป่าบริเวณนั้น (พิไลและคณะ, 2534; อดิศักดิ์และคณะ, 2538)

ชื่อนกหลายชนิดในภาษาไทยใหญ่ ปกาเกอะญอ และกะเหรี่ยงแดง ตลอดจนความเชื่อ บทกวี เพลง และนิทานของชนเผ่า เป็นสิ่งที่คนรุ่นใหม่ในชุมชนกำลังลืมไปหรือขาดความสนใจ ที่เป็นเช่นนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมท้องถิ่นไปสู่วัฒนธรรมสมัยใหม่และขาดการสืบทอด เนื่องจากผู้อาวุโสไม่แน่ใจว่าคนรุ่นใหม่จะอยากรับ ส่วนคนรุ่นใหม่เองก็ไม่สนใจจะรับฟัง แต่เมื่อคณะผู้วิจัยสัมภาษณ์ได้ผู้อาวุโสโดยและเสนอว่าภูมิปัญญาเช่นนี้สามารถใช้ได้กับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ทำให้ชุมชนสนใจสิ่งเก่า ๆ เพิ่มขึ้น ซ้ำทำให้สังคมของชนเผ่าทนต่อการเปลี่ยนแปลงจากวัฒนธรรมภายนอกได้ดีขึ้น เนื่องจากมีแนวทางหรือหลักในการปฏิบัติอย่างแน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามธุรกิจการท่องเที่ยวที่มุ่งดูแต่ความแปลกของชนเผ่า (สุรีย์, 2539)

การเพิ่มศักยภาพของชุมชนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยการอบรมการดูนกแก่ผู้ช่วยวิจัยและค่ายเยาวชน ให้แก่เยาวชนในหมู่บ้านตัวอย่าง 2 แห่ง นั้น ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ผลที่ได้อย่างน้อยเป็นการกระตุ้นทางเลือกที่ควรปฏิบัติแก่ชุมชน ซึ่งแรงกระตุ้นนี้เห็นได้ชัดเจนขึ้นเมื่อประชุมระดมความคิดจากบุคลากรในหมู่บ้าน สิ่งที่เห็นตรงกัน คือ การจัดตั้งองค์กรเพื่อดูแลกิจกรรมการดูนกและการกำหนดเส้นทางการดูนก เพื่อจัดการการท่องเที่ยวให้เป็นระบบ และชุมชนได้รับผลประโยชน์อย่างยุติธรรม ซึ่งหากหมู่บ้านตัวอย่างมีความเข้มแข็งเพียงพอสิ่งที่งานวิจัยนี้อยากให้เกิดขึ้นคงสามารถดำเนินการต่อไปและเป็นตัวอย่างแก่หมู่บ้านอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านรองผู้ว่าราชการจังหวัดแม่ฮ่องสอน นายอมรพันธุ์ นิมานันท์ เป็นอย่างสูงที่เป็นผู้ทำให้งานวิจัยนี้เกิดขึ้น ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจนงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบคุณคุณวุฒิ เฟื่องจันทร์ ผู้ประสานงานฝ่ายจังหวัดแม่ฮ่องสอนที่ช่วยเหลือทุกด้าน โดยเฉพาะการพาเข้าพื้นที่วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นการวิจัย และติดต่อบุคลากรในพื้นที่ทำให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความสะดวกอย่างยิ่ง ขอขอบคุณคุณธนิต นันทวงศ์ และ เจ้าหน้าที่สำนักงานจังหวัดแม่ฮ่องสอนอีกหลายท่านที่ช่วยเหลือประสานงานในการวิจัย ขอขอบคุณ กำนันบรรยง ลอก๊ะ ตำบลห้วยผา ผู้ใหญ่บ้านห้วยฮี้ ผู้ใหญ่บ้านห้วยเสือเฒ่า หัวหน้าสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าถ้ำน้ำลอด และผู้ช่วยสถานีฯ ที่อำนวยความสะดวกในการเข้าพื้นที่วิจัยและที่พักในพื้นที่วิจัย และขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัย รหัสโครงการ 341009

เอกสารอ้างอิง

ธีรภัทร ประยูรสิทธิ และจิตต์ คงแสงไชย. 2534. สัตว์มีกระดูกสันหลัง (ยกเว้นปลา) ในป่าชายเลนของประเทศไทย. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 1(1): 106-136.

นริศ ภูมิภาคพันธ์ และอุทิศ กุฏอินทร์. 2536. สภาพปัญหาที่มีผลต่อความอยู่รอดของทรัพยากรสัตว์ป่าในพื้นที่คุ้มครองที่ได้รับการจัดทำแผนแม่บทการจัดการพื้นที่. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 3(1): 27-42.

นิเวช นาดี. 2536. ผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดสัตว์ป่าบนเกาะพีพีดอนและพีพีเล จังหวัดกระบี่. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 3(1): 51-67.

นุกูล รัตนดากุล และสุรพล อาจสูงเนิน. 2528. ประชากรนกชายเลน บริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จังหวัดปัตตานี. เอกสารการสัมมนาเรื่องสัตว์ป่าเมืองไทย 6(1): 224-251.

ประวิตร โพธิอาศน์. 2541. กะเหรี่ยงสะกอ. ชาวเขา: ความเข้าใจกับชนเผ่าต่างวัฒนธรรม. ชมรมบริการวิชาการ สถาบันวิจัยชาวเขา. นันทกานต์กราฟฟิคการพิมพ์, เชียงใหม่. หน้า 32-52.

พรทิพย์ อังคปรีชาเศรษฐ์. 2523. การศึกษาประชากรนกน้ำที่ทะเลสาบสงขลา. เอกสารการสัมมนาเรื่องสัตว์ป่าเมืองไทย 1(1): 146-168.

พิไล พูลสวัสดิ์, อาซูโงะ ซูยิ, รุ่งอรุณ เหลี่ยววิริยะกิจ และณรงค์ จิรวัฒน์กวี. 2534. ชีววิทยาของนกเงือกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 1(1): 31-40.

วศิน อิงคพัฒนากุล. 2538. การสำรวจทางปักษีวิทยา เพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติเฉลิมรัตนโกสินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 4(2): 29-41.

ศักดิ์สิทธิ์ ชิ้มเจริญ, ประทีป ทัพมงคล, ยงยุทธ มีแสงแพรว, บุญชู ธงนำชัยมา, มณฑล หนูทอง, วรพจน์ ทองอุปการ, รองลาภ สุขมาสรวง, ฉัตรอำพล สุนทราณู และพรเทพ สิงห์คราม .2538. ประชากรและขอบเขตการกระจายพันธุ์ของนกยูง (*Pavo muticus*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 4(2): 43-47.

ศิริพร ทองอารีย์. 2536. การทำรังของนกในป่าพรุโต๊ะแดง. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 3(1): 165-174.

สุธี ศุภรัฐวิกร. 2540. ชีวิตนกจากบันทึกและความทรงจำ เล่ม 1, 2, 3 . อมรินทร์พริ้นติ้ง (มหาชน), กรุงเทพฯ.

สุรพล อาจสูงเนิน. 2534. รายงานการพบนกปากช้อนหน้าดำ (*Platalea minor*) ครั้งแรกในประเทศไทย. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 1(1): 60-63.

สุรีย์ บุญญานุพงศ์. 2539. ผลกระทบจากการส่งเสริมการท่องเที่ยว: ศึกษากรณีจังหวัดแม่ฮ่องสอน. สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 189 หน้า.

อดิศักดิ์ วิธีธรรม, สุดใจ นุดโร, ปิยรัตน์ ฉินโฉม, สมจิตร หวังดิลก, วิจักขณ์ ฉินโฉม, สายัณห์ สุรภาพไมตรี, วิชาญ เอียดทอง, รังสฤษฎ์ กาญจนะวณิชย์, ศิริวรรณ นาคขุนทด, ณรงค์ จิรวัฒน์กวี, ชวาล ทัพหิกรณ์ และพิไล พูลสวัสดิ์. 2538. การแพร่กระจายและสถานภาพปัจจุบันของนกเงือกในประเทศไทย. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 4(1): 1-11.

อุทัย ตรีสุคนธ์. 2541. ดูนก. เอกสารอภินันทนาการจากอนุสาร อ.ส.ท. ประจำเดือนพฤศจิกายน 2541. การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

BEAVER, O. P. AND N. SITASUWAN. 1985. Classification of Some Bird Communities in Chiang Mai Province, Northern Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 33(2): 121-138.

CONSERVATION DATA CENTER. 1989. Birds of Doi Inthanon National Park: Check-List and Guide to Bird Finding. Chutima Printing, Bangkok, 55 p.

ELLIOTT, S. 1988. The Biological Diversity of Doi Suthep; Opportunities for Conservation. Seminar on Wildlife of Thailand 9: 1-16.

LAMAN, T. G., J. C. GAITHER AND D. E. LUKAS. 1996. Rainforest Bird Diversity in Gunung Palung National Park, West Kalimantan, Indonesia. Tropical Biodiversity 3(3): 281-296.

LEKAGUL, B. AND P. D. ROUND. 1991. A Guide to the Birds of Thailand. Saha Karn Bhaet, Bangkok.

LUDWIG, J. A. AND J. F. REYNOLDS. 1988. Statistical Ecology. John Wiley & Sons, New York.

NIEMI, G., J. HANOWSKI, P. HELLE, R. HOWE, M. MONKKONEN, L. VENIER AND D. WELSH. 1998. Ecological Sustainability of Birds in Boreal Forest. Conservation Ecology 2(2):17. Available from the Internet.

RALPH, C. J., J. R. SAUER AND S. DROEGE. 1997. Monitoring Bird Populations by Point Counts. Pacific Southwest Research Station, Albany, California.

ROUND, P. D. 1988. Resident Forest Birds in Thailand. International Council for Bird Preservation, Cambridge, UK.

การวิจัยเพื่อแผนแม่บทการอนุรักษ์พรรณปลาของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

ชวลิต วิทยานนท์[1] และ เอกพจน์ เจริญศิริวงศ์ธนา[2]

[1]สถาบันพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาสัตว์น้ำ กรมประมง เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดแม่ฮ่องสอน กรมประมง เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ABSTRACT

FISH BIODIVERSITY AND POTENTIAL FOR ECOTOURISM IN MAE HONG SON PROVINCE AND A CONSERVATION MASTERPLAN

C. Vidthayanon[1] and E. Charoensiriwongthana[2]

[1]Museum and Aquarium Division, Department of Fisheries, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]Inland Fisheries Research Mae Hong Son Station, Department of Fisheries, Chatuchak, Bangkok 10900

A survey of fish diversity in Mae Hong Son Province was conducted to investigate its potential for ecotourism. The survey was conducted in six tourist attraction areas and five villages that utilize fish resources. The Huai Duea of Muang District is the most intensively fished area whereas the Huai Hee is the least. Two communities have participatory conservation activities, Huai Duea and Mae Yuam Luang of Khum Yuam District. Thirty-one fish species were encountered, mainly cyprinids (17 species) and loaches (Balitoridae, 7 species). Fish-watching dives were trialled at 4 tourism points. Although diving conditions were suitable during late April to early May, very few fish were seen. Future activities are: preparation of more target areas for participatory research and conservation, preparation of media on fish diversity at suitable tourism points and assessment of cave fish conservation areas for ecotourism. This project resulted in the possible discoveries of 2 new fish species and a future paper is planned on fish diversity in the Salveen River basin.

Key words: Mae Hong Son, fish biodiversity, ecotourism, conservation masterplan

บทนำ

โครงการวิจัยเพื่อแผนแม่บทการอนุรักษ์พรรณปลาของ จ. แม่ฮ่องสอนในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ดำเนินการตั้งแต่เดือนมีนาคม 2541 โดยสำรวจพื้นที่เป้าหมายที่มีศักยภาพในการท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่เกี่ยวข้องกับพรรณปลา และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของปลา รวมถึงความเกี่ยวข้องต่อสภาวะทางเศรษฐกิจและสังคมของชุมชน รวม 6 แห่ง ใน อ. เมือง, อ. ขุนยวม และ อ. ปาย ได้สำรวจการบริโภคปลาและการใช้เครื่องมือจับปลาในพื้นที่หมู่บ้านและตลาดรวม 8 แห่ง เก็บตัวอย่างปลาจากแหล่งน้ำที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย และการดำสำรวจในแหล่งน้ำโดยตรง จากการสำรวจพรรณปลาที่ผ่านมา พบปลาแล้วอย่างน้อย 100 ชนิด จากแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำเมย, แม่น้ำปาย, แม่น้ำยวม และแม่น้ำสาขา ซึ่งต่อเนื่องกับระบบลุ่มแม่น้ำสาละวิน

การสำรวจในหมู่บ้าน 5 แห่ง ได้แก่ บ้านห้วยเดื่อ, บ้านกะเหรี่ยงคอยาว, บ้านห้วยฮี้, บ้านท่าโป่งแดง อ. เมือง และบ้านแม่ยวมหลวง อ. ขุนยวม พบว่าในหมู่บ้านห้วยเดื่อ มีกิจกรรมการประมงมากที่สุด มีการใช้เครื่องมือจับปลาถึง 5 วิธี ในช่วงน้ำเริ่มหลากและช่วงน้ำลด ได้แก่ อวนกวาด, อวนลอย, แห, การดำยิงด้วยฉมวก และการใช้ปืนยิง ในหมู่บ้านกะเหรี่ยงคอยาวมีการใช้แหและอวนลอยเกือบทุกครัวเรือน ส่วนในหมู่บ้านอื่น ๆ มีการใช้เครื่องมือดังกล่าวเป็นบางครัวเรือน ยกเว้นในบ้านห้วยฮี้ มีกิจกรรมประมงน้อยที่สุด เนื่องจากอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำที่มีขนาดเล็กและมีพรรณปลาน้อย มีการใช้สวิงขนาดเล็กจับปลาเป็นครั้งคราวเท่านั้น

หมู่บ้านห้วยเดื่อ และแม่ยวมหลวง เป็นหมู่บ้านที่ประชาชนมีส่วนร่วมและจัดตั้งองค์กรในการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ โดยมีการจัดตั้งเขตสงวนพันธุ์ ซึ่งมีกรรมการคอยดูแล และมีกฎเกณฑ์ภายในชุมชน การดำน้ำสำรวจเพื่อทดสอบศักยภาพในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ในพื้นที่ที่อยู่ในแหล่งท่องเที่ยว 4 แห่ง คือ แม่น้ำปายบริเวณเขตอนุรักษ์บ้านห้วยเดื่อ, บริเวณบ้านน้ำเพียงดิน, บ้านแม่ยวมหลวง และแม่น้ำสบเงาในบริเวณอุทยานแห่งชาติแม่เงา พบว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมในการดำน้ำที่สุด คือ ช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนพฤษภาคม เนื่องจากเป็นฤดูร้อน และน้ำมีอุณหภูมิพอเหมาะ มีกระแสน้ำไม่แรงมาก มีความโปร่งใสปานกลาง แต่พบปลาน้อยชนิดมาก เนื่องจากมีกิจกรรมการประมงค่อน

ข้างหนาแน่น และมีการจับปลามาบริโภคทุกวัน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าในขณะนี้จะยังไม่พบพื้นที่ที่มีศักยภาพในการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยการดำน้ำดูปลาที่ชัดเจน แต่ความหลากหลายทางชีวภาพของปลาใน จ.แม่ฮ่องสอน ก็ยังมีความสำคัญในแง่ที่เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญแก่ชุมชน และยังดึงดูดนักท่องเที่ยวได้อีกด้วย

ขั้นตอนต่อไป คือ การเตรียมความพร้อมของชุมชนให้มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการแลกเปลี่ยนและให้ความรู้ ส่งเสริมการจัดตั้งองค์กรและกิจกรรมในการอนุรักษ์ การผลิตสื่อหรือนิทรรศการเกี่ยวกับพรรณปลาในแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของ จ.แม่ฮ่องสอน เช่น อุทยานถ้ำปลา, ถ้ำใน อ. ปางมะผ้า ที่พบปลาถ้ำเฉพาะถิ่น 2 ชนิด และอุทยานน้ำตกแม่สุริน และการสำรวจเพิ่มเติมถึงศักยภาพในการท่องเที่ยวที่ไม่ส่งผลกระทบต่อถิ่นอาศัยของปลาถ้ำ

ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ได้จัดพิมพ์เป็นเอกสารวิชาการเกี่ยวกับความหลากชนิดของปลาที่พบในลุ่มน้ำสาละวินของประเทศไทย และได้พบปลาที่อาจเป็นชนิดใหม่อย่างน้อย 2 ชนิด ในสกุลปลาค้อ (*Schistura*) วงศ์ Balitoridae

ผลการวิจัย

ระบบแม่น้ำสาละวินในประเทศไทย และ จ. แม่ฮ่องสอน

ลำน้ำสายหลักของแม่น้ำสาละวินเริ่มต้นไหลผ่านประเทศไทยที่ ต. กองก๋อย อ. แม่สะเรียง ซึ่งเป็นเขตแดนกั้นระหว่างประเทศไทยและประเทศพม่า ลงมาจนถึงช่วงสบเมย หรือ อ. สบเมย จ. ตาก มีความยาวประมาณ 120 กม. สาขาของแม่น้ำนี้ในประเทศไทยมี 2 สาขาหลัก คือ แม่น้ำปาย ในพื้นที่ อ. เมือง จ. แม่ฮ่องสอน มีความยาวประมาณ 140 กม. พื้นที่ลุ่มน้ำครอบคลุมตอนบนของจังหวัดเกือบทั้งหมด และแม่น้ำเมย ซึ่งเริ่มต้นจากเทือกเขาตะนาวศรี ในเขต อ. แม่สอด จ. ตาก ไหลย้อนขึ้นทิศเหนือไปออกแม่น้ำสาละวินที่สบเมย มีความยาวประมาณ 220 กม. แม่น้ำเมยนี้มีสาขาใหญ่ คือ แม่น้ำยวม ไหลผ่านบริเวณ อ. แม่สะเรียง สาขาสายเล็กของแม่น้ำสาละวินในประเทศไทยที่สำคัญ เช่น แม่น้ำแม่สุริน ไหลผ่าน อ. ขุนยวม และออกชายแดนพม่าลงแม่น้ำสายหลัก ใน จ. กาญจนบุรี ที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร

ความหลากชนิดของปลา

การสำรวจพรรณปลาในระบบแม่น้ำสาละวินในประเทศไทย เริ่มตั้งแต่ปี 2488 โดย Smith (1945) ได้สำรวจและรายงานปลาในระบบแม่น้ำนี้ 24 ชนิด ต่อมา สมโภชน์ (2525) ได้รายงานการสำรวจในช่วงปี 2524 ถึง 2525 พบเพิ่มขึ้นถึง 57 ชนิด แต่จากรายชื่อที่ Kottelat (1989) และ Kottelat and Whitten (1996) รวบรวมไว้มี 200 ชนิด ซึ่งรวมถึงชนิดที่พบในระบบแม่น้ำเทนนาสเซอริม ลักษณะทางชีวภูมิศาสตร์ของระบบแม่น้ำสาละวิน อยู่ในเขตย่อยอินโด-เบอร์มีส ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับชนิดของสิ่งมีชีวิตในเขตอนุทวีปอินเดีย แต่ก็มีความคล้ายคลึงกับเขตอินโด-ไชนีส ในบางส่วนเช่นกัน โดยเฉพาะในเรื่องของพรรณปลานั้น ในระบบแม่น้ำนี้ค่อนข้างมีความเฉพาะตัวในระดับชนิด แต่ในระดับสกุลและวงศ์นั้นมีความคล้ายคลึงกับระบบแม่น้ำอิระวดี และคงคาตอนเหนือมากกว่า ซึ่ง Kottelat (1989) สรุปว่าการกระจายพันธุ์ของปลาในระบบแม่น้ำสาละวินนั้นเป็นกลุ่มเดียวกับของประเทศอินเดียตอนเหนือ (คงคา-พรหมบุตร) Rainboth (1991) ได้วิเคราะห์ว่าระบบแม่น้ำสาละวินมีความใกล้ชิดกับของแม่น้ำโขงตอนบนที่สุด

จากการสำรวจนี้ พบปลาอย่างน้อย 21 วงศ์ รวม 111 ชนิด จากระบบแม่น้ำสาละวินในเขตแดนประเทศไทย วงศ์ที่พบมากชนิดที่สุด คือ วงศ์ปลาตะเพียนสร้อย Cyprinidae พบถึง 34 ชนิด ใน 25 สกุล และรองลงมา คือ วงศ์ปลาค้อ Balitoridae พบ 22 ชนิด ใน 6 สกุล และวงศ์ปลาแค้ Sisoridae พบอย่างน้อย 12 ชนิด ใน 7 สกุล ทั้งหมดนี้มีปลาที่อพยพจากทะเลขึ้นสู่ต้นน้ำ (Catadromous) 1 ชนิด คือ ปลาสะแงะ *Anguilla bengalensis* และพบปลาชนิดที่อาศัยอยู่ปากแม่น้ำแต่เข้ามาหากินได้ในระยะไกล คือ ปลาบู่จาก *Glossogobius giuris* และปลาบู่ที่ยังจำแนกสกุลและชนิดไม่ได้อีก 2 ชนิด

สภาพทางการประมง

การประมงในแม่น้ำสาละวินยังเป็นแบบการประมงเพื่อยังชีพและประมงพื้นบ้าน เนื่องจากชุมชนขนาดใหญ่มีอยู่น้อย และประชาชนส่วนมากมีอาชีพเพาะปลูก ทำไม้ และรับจ้าง อีกประการคือ แหล่งของปลาเพื่อการบริโภคโดยส่วนใหญ่ของประชาชนใน จ. แม่ฮ่องสอน และ อ. แม่สอด จ. ตาก มาจากปลาเพาะเลี้ยงใน จ. เชียงใหม่ และจังหวัดใกล้เคียง เนื่องจากการคมนาคมสะดวกขึ้นมาก อีกทั้งปริมาณปลาจากแม่น้ำสาละวิน และแม่น้ำสาขาลดลงไปมาก มีชาว

ประมงโดยอาชีพอยู่น้อย อย่างไรก็ตามปลาที่ได้จากการจับในแม่น้ำนี้ก็ยังมีราคาสูง และพบการนำไปขายเป็นเพียงครั้งคราวในตลาด ผลการสำรวจปลาในตลาดสด จ. แม่ฮ่องสอน พบว่ามีการนำปลาจากแม่น้ำปายขึ้นมาขายอย่างน้อย 19 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นการบริโภคปลาสด และทำปลารมควัน ชนิดที่พบบ่อย เช่น ปลาเวียน *Tor tambroides*, ปลาเลียหิน *Garra* spp., ปลาส้อ *Crossocheilus burmanicus* เป็นต้น ปลาธรรมชาติที่นำมาขายมักจับได้จากการใช้ข่ายลอย แห และการใช้ฉมวกยิง นอกจากนี้ยังมีการนำปลาเลี้ยงจาก จ. เชียงใหม่ และ จ. ตาก มาขายเช่นกัน เช่น ปลายี่สกเทศ *Labeo rohita*, ปลาสวาย *Pangasianodon hypophthalmus*

หมู่บ้านที่มีศักยภาพในการอนุรักษ์พันธุ์ปลาแบบมีส่วนร่วมโดยชุมชน มี 2 แห่ง คือ หมู่บ้านห้วยเดื่อ อ. เมือง และหมู่บ้านแม่ยวมหลวง อ. ขุนยวม โดยได้จัดตั้งเขตอนุรักษ์พันธุ์ปลาในแหล่งน้ำใกล้หมู่บ้านที่มีการดูแลกันเองและมีกฎเกณฑ์ของชุมชน

สภาพทางนิเวศวิทยา เนื่องจากระบบแม่น้ำสาละวินที่ผ่านในประเทศไทยนั้นอยู่ในระดับค่อนข้างสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และเป็นช่วงกลางของแม่น้ำ จึงมีสภาพเป็นแม่น้ำไหลเชี่ยว และลำธารน้ำตกเป็นส่วนมาก สภาพทางนิเวศหรือถิ่นอาศัยของปลาในระบบแม่น้ำนี้มี 4 แบบ ได้แก่ 1) น้ำตกและลำธารน้ำไหลแรง พบตามบริเวณที่สูงและภูเขาส่วนที่เป็นต้นน้ำระดับ 1,000 เมตร ขึ้นไป มีสภาพเป็นลำธารขนาดเล็กหรือน้ำตก มีพื้นเป็นทรายหยาบและกรวดหิน มักอยู่ในร่มไม้ของป่าดิบแล้งจนถึงดิบเขา ปลาที่พบเป็นชนิดที่ปรับตัวเข้ากับกระแสน้ำแรงเช่น ปลาค้อ ปลาติดหิน 2) ลำธารและแม่น้ำสาขา เป็นลำธารที่มีความลาดชันค่อนข้างน้อย หรือเป็นแม่น้ำขนาดเล็ก มีพื้นเป็นทรายละเอียดและทรายหยาบปนกรวดบางตอนอาจเป็นโคลนปนทราย และมี 2 ฝั่งเป็นหญ้าพงผสมป่าเบญจพรรณและไร่ร้างในแถบนี้ จะพบปลาขนาดใหญ่ได้ในฤดูน้ำหลาก จากการเคลื่อนย้ายถิ่นเข้ามาหากินวางไข่ของปลาจากแม่น้ำสายหลัก แต่โดยทั่วไปจะพบปลาขนาดเล็กและขนาดกลาง รวมถึงปลาวัยรุ่น 3) แม่น้ำสายใหญ่ คือ แม่น้ำสาละวิน และแม่น้ำเมย มีสภาพเป็นแม่น้ำที่มีพื้นท้องน้ำและชายฝั่งเป็นโขดหินและหาดทราย จึงไหลแรงและมีวังน้ำวน มีความลึกได้ถึง 20 เมตร (ฤดูแล้ง) และ 4) ถ้ำและลำธารใต้ดิน เป็นถิ่นอาศัยที่มีความเฉพาะแบบ ซึ่งเกิดจากทางน้ำที่ไหลผ่านลอดใต้การกัดเซาะของเขาหินปูนและพื้นธรณี หรืออาจเป็นลำน้ำจากการซึมลงมาจากภูเขาเข้ามาในถ้ำ จึงเป็นสภาพที่ไม่เคยได้รับแสงอาทิตย์ ปลาที่พบในเขตนี้จึงไม่มีสีและตาลดรูปลงมาก ในระบบแม่น้ำสาละวินพบปลาถ้ำ 2 ชนิด ที่ถ้ำน้ำลางหรือซู่ซ่า คือ ปลาค้อถ้ำ *Schistura oedipus* และปลาผีเสื้อถ้ำ *Homaloptera thamicola* ซึ่งพบอาศัยอยู่ลึกเข้าไปจากปากถ้ำ 5 กิโลเมตร

ศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

ผลการสำรวจชนิดของพรรณปลาโดยวิธีการต่าง ๆ ในพื้นที่ที่มีศักยภาพในการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ 5 แห่ง ได้แก่ แม่น้ำปาย บริเวณบ้านน้ำเพียงดิน และที่ทำการอุทยานแห่งชาติน้ำตกแม่สุริน, ลำห้วยฮี้ อ. เมือง, แม่ยวมหลวง อ. ขุนยวม, บริเวณอุทยานแห่งชาติแม่น้ำสบเงา อ. แม่สะเรียง และบริเวณอุทยานถ้ำปลา อ. ปางมะผ้า พบปลารวม 31 ชนิด ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ปลาตะเพียนสร้อย (Cyprinidae) พบ 17 ชนิด และวงศ์ปลาค้อ (Balitoridae) พบ 7 ชนิด ในบริเวณอุทยานถ้ำปลานั้นเป็นพื้นที่ที่พบว่ามีความหลากชนิดของปลามากที่สุด พบ 10 ชนิด

ช่วงระยะเวลาที่เหมาะกับกิจกรรมการดำน้ำดูปลาค่อนข้างสั้น คือช่วงปลายเดือนเมษายน ถึงต้นเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงแม่น้ำปาย และแม่น้ำอื่น ๆ มีระดับน้ำไม่สูงเกินไป และมีกระแสน้ำที่สามารถลงว่ายได้โดยใช้ตีนกบช่วย มีความโปร่งใสพอเหมาะ (1-2 เมตร) และอุณหภูมิไม่เย็นเกินไป พื้นที่เป้าหมายในการดำน้ำดูปลานั้น พบชนิดและจำนวนปลาน้อยมากเพียง 10 ชนิด ได้แก่ ปลาหางเหลือง *Mystacoleucus argenteus*, ปลาพลวง *Neolissocheilus strachayi*, ปลามูด *Garra notata* และ *G. fuliginosa*, ปลาส้อ *Crossocheilus burmanicus*, ปลาค้อ *Schistura moeiensis*, *S. mahnerti*, ปลาติดหิน *Glyptothorax trilineatus*, ปลากระทิง *Mastacembelus armatus* และปลาแป้น *Parambassis vollmeri*

สถานภาพเชิงการอนุรักษ์

สถานการณ์ที่คุกคามต่อระบบนิเวศของแม่น้ำสาละวินในปัจจุบัน คือ การตัดไม้ทำลายป่าในพื้นที่ต้นน้ำของทั้งสองฝั่งประเทศ และในอนาคต คือ โครงการสร้างเขื่อนกั้นน้ำ รวมถึงการผันน้ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อประชากรสัตว์น้ำจากระบบแม่น้ำอื่นเข้าสู่แม่น้ำสาละวิน ปัญหาอีกประการหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำในระบบแม่น้ำนี้ คือ การ

จับสัตว์น้ำโดยใช้วัตถุระเบิดต่าง ๆ โดยทหารชนกลุ่มน้อยตามแนวชายแดน

สภาพของแหล่งน้ำเริ่มเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการปนเปื้อนของสารเคมีเกษตร ทำให้พบตะไคร่สีน้ำเงินแกมเขียวขึ้นมากและน้ำมีสภาพค่อนข้างขุ่น ทำให้ชนิดของสัตว์น้ำขนาดเล็กลดลง,การทำลายต้นน้ำลำธาร จึงเกิดการชะล้างของดิน และสภาพนิเวศไม่เหมาะกับการแพร่พันธุ์ของปลา, และการพบสัตว์น้ำต่างถิ่นในบริเวณแม่น้ำปาย คือ หอยเชอรี่ ปลาดุกเทศ และปลานิล ซึ่งมีผลต่อการแก่งแย่งถิ่นอาศัยของปลาพื้นเมือง

ปลาชนิดที่อยู่ในภาวะล่อแหลมต่อการถูกคุกคาม คือ ปลาถ้ำทั้ง 2 ชนิด ซึ่งอาจเกิดจากการรบกวนโดยตรงของนักท่องเที่ยว แม้ในขณะนี้ ถ้ำดังกล่าวยังไม่ได้พัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สมบูรณ์ แต่อนาคตถ้ายังไม่มีมาตรการควบคุมก็อาจเกิดผลกระทบต่อความอยู่รอดของประชากรปลาทั้ง 2 ชนิดนี้ได้

การสำรวจวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพของปลา ใน จ. แม่ฮ่องสอน นี้ ยังไม่สามารถศึกษาได้ครบถ้วนเท่าที่ควร เนื่องจากอุปสรรคทางภูมิศาสตร์ สถานการณ์ทางการเมืองจากการสู้รบของรัฐบาลพม่ากับชนกลุ่มน้อย และปัญหาการคุกคามของกลุ่มโจรไม่ทราบสัญชาติตามแนวชายแดน ซึ่งมีผลกระทบต่อการควบคุมการประมงและการอนุรักษ์ด้วย

บทสรุป

1. ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในกิจกรรมดำน้ำดูปลานั้น พบว่ามีจำนวนปลาน้อยมาก เนื่องจากมีการจับปลาเพื่อเป็นอาหารตลอดเวลา และในบางครั้งยังมีการจับปลาโดยวิธีที่ผิดกฎหมาย เช่น การใช้ระเบิดและยาเบื่อ
2. กิจกรรมการดำน้ำดูปลานี้ ยังเป็นสิ่งที่แปลกใหม่และไม่เป็นที่เข้าใจของชุมชน อย่างไรก็ตาม ในชุมชนใกล้เคียงกับแหล่งน้ำดังกล่าวมีความคุ้นเคยกับการดำน้ำหาปลาและการท่องเที่ยวทางน้ำโดยเรืออยู่แล้ว การพัฒนาพื้นที่ธรรมชาติให้มีศักยภาพในการท่องเที่ยวเชิงนิเวศนั้น ยังนับเป็นเรื่องใหม่อยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการดำน้ำดูปลา ทั้งนี้ประชาชนในชุมชนใกล้เคียงนั้น เคยมีความคุ้นเคยแต่การจับปลาเพื่อบริโภคมาก่อน จึงมีความจำเป็นที่ต้องให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และการวิจัย พร้อมไปกับการปรับปรุงแหล่งน้ำด้วยการเพาะขยายพันธุ์ปลาพื้นเมืองธรรมชาติเสริม และจัดตั้งพื้นที่อนุรักษ์สัตว์น้ำ ผลกระทบที่อาจจะเกิดก็คือ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ธรรมชาติให้กับปลาที่สามารถแพร่พันธุ์ไปยังบริเวณใกล้เคียงให้เป็นแหล่งอาหารในต่อไป
3. ส่วนหนึ่งของผลการวิจัยโครงการนี้ ได้จัดพิมพ์เป็นเอกสารวิชาการเกี่ยวกับความหลากชนิดของปลาที่พบในลุ่มน้ำสาละวิน ของประเทศไทย 1 ฉบับ (สมโภชน์และชวลิต, 2541) และพบปลาที่อาจเป็นชนิดใหม่อย่างน้อย 2 ชนิด ในสกุลปลาค้อ (*Schistura*) วงศ์ Balitoridae

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 341016 และขอขอบคุณ คุณอมรพันธุ์ นิมานันท์ รองผู้ว่าราชการ จ. แม่ฮ่องสอน และหัวหน้าอุทยานถ้ำปลา อุทยานน้ำแม่เงา และชุมชนบ้านห้วยเดื่อ และเจ้าหน้าที่สถานีประมงน้ำจืด จ. แม่ฮ่องสอน ในการอำนวยความสะดวกขณะทำการวิจัยในภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

สมโภชน์ อัคคทวีวัฒน์. 2525. ตามรอยหมอสมิทไปจับปลาที่สาละวิน. รายงานการเดินทางฉบับพิเศษ. งานอนุกรมวิชานปลาน้ำจืด สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง. 68 หน้า.

สมโภชน์ อัคคทวีวัฒน์ และชวลิต วิทยานนท์. 2541. พรรณปลาในระบบแม่น้ำสาละวินของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2. สถาบันพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาสัตว์น้ำ กรมประมง. 89 หน้า.

KOTTELAT, M. AND T. WHITTEN. 1996. Freshwater biodiversity in Asia, with special reference to fish. World Bank Technical Paper No. 343. The World Bank, Washington D.C. 59 p.

KOTTELAT, M. 1989. Zoogeography of the fishes from Indochinese inland waters with an annotated check-list. Bull. Zool. Mus. Univ. Amsterdam 12(1): 1-54.

RAINBOTH, W. J. 1991. Cyprinids of Southeast Asia. In WINFIELD, I. J. AND J. S. NELSON (eds.), Cyprinid fishes, sytematics, biology and exploitation. Fish & Fishery Ser. 3. Chapman & Hall. 154-210.

SMITH, H. M. 1945. Freshwater fishes of Siam or Thailand. Bull. U.S. Nat. Mus. 622 p.

สถานภาพของโป่งและสัตว์ป่าในจังหวัดแม่ฮ่องสอน และศักยภาพในการส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

สมโภชน์ ศรีโกสามาตร[1], สุวิทย์ เนาสวัสดิ์[2], สมศักดิ์ เลายี่ป่า[3], และ วราวุธ สุธีธร[4]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน อ. ปางมะผ้า แม่ฮ่องสอน 58150

[3]เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย อ. ปางมะผ้า แม่ฮ่องสอน 58150

[4]กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

ABSTRACT

STATUS OF MINERAL LICKS AND WILDLIFE IN MAE HONG SON PROVINCE AND THEIR POTENTIAL FOR ECOTOURISM

S. Srikosamatara[1], S. Naosawat[2], S. Laoyeepa[3] and V. Suteethorn[4]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

[2]San Pan Daen Wildlife Sanctuary, Pang Ma Pa District, Mae Hong Son 58150

[3]Lum Nam Pai Wildlife Sanctuary, Pang Ma Pa District, Mae Hong Son 58150

[4]Department of Mineral Resources, Ministry of Industry, Rajdhevee, Bangkok 10400

Most mineral licks in Mae Hong Son Province have physical and chemical properties suitable for wildlife but very few wildlife visit the licks. This is due to heavy hunting by local people and other hunters from Mae Hong Son and Chiang Mai. Trade-driven hunting has caused the local extinction of elephant, gaur, banteng, tiger and leopard. However, some wildlife occurs in greater numbers than expected. This may be due to low densities of human populations, difficulty of access to the area and karst formation, which supply hidden places for wildlife. Both the extinction of large cats and direct wildlife hunting affect the population dynamics of wildlife. Local people should be encouraged to get involved in wildlife restoration before any decision is made to promote ecotourism in the area.

Key words: Mae Hong Son, mineral licks, wildlife, large cat extinction, hunting, wildlife restoration, ecotourism

บทนำ

"โป่ง" อาจหมายถึง พื้นดินที่มีเกลือสินเธาว์ผุดเกรอะกรังอยู่ หรือหมายถึง "โป่งน้ำ" ซึ่งมีน้ำผุดพุขึ้นมา ถ้ามีสัตว์ป่าบางชนิดอยู่ก็มักจะลงกินโป่ง สัตว์ป่าดังกล่าว ได้แก่ สัตว์กีบชนิดต่าง ๆ เช่น เก้ง, กวาง, กระทิง, วัวแดง และช้าง หรือนกบางชนิด เช่น นกเขาเปล้า เป็นต้น ในประเทศพม่า "โป่ง" อาจจะอยู่ตามริมตลิ่ง หรือ เป็นน้ำพุ หรือ น้ำซับ ซึ่งน้ำที่ไหลหรือพุ่งออกมาอาจจะเป็นน้ำเกลือแร่ หรือ น้ำที่เหม็นกลิ่นกำมะถัน หรือน้ำร้อน หรือมีโคลนที่เกิดจากหินภูเขาไฟผุดขึ้นมา เนื่องจากถูกก๊าซใต้พื้นพิภพดันให้ปะทุออกมา (Peacock, 1935) ในประเทศไทยมีการศึกษาการกระจาย คุณสมบัติทางเคมี และชนิดของสัตว์ป่าที่ใช้ประโยชน์จากโป่งมากพอสมควร โดยเฉพาะในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (Seidensticker and McNeely, 1975; โอภาส, 2520; อนุชยา, 2529; ธีรภัทรและคณะ, 2534; นพรัตน์, 2537)

เรื่องราวของโป่งมีประวัติศาสตร์เกี่ยวข้องกับการสร้างบ้านแปงเมืองของ จ. แม่ฮ่องสอน มาตั้งแต่ปี 2374 เมื่อเจ้านครเชียงใหม่ได้ส่งคนไปจับช้างป่าเพื่อไปฝึกใช้งานบริเวณใกล้ลุ่มน้ำปายห่างจาก อ. เมือง จ. แม่ฮ่องสอน ปัจจุบัน 6 กม. พบสัตว์ป่ากินโป่งอย่างชุกชุม ทำให้ชุมชนแรกที่จัดตั้งขึ้นมีชื่อเรียกว่า บ้านโป่งหมู ซึ่งต่อมากลายเป็นบ้านปางหมู นอกจากนี้แม่ฮ่องสอนยังมีโป่งอีกมากมาย ได้แก่ โป่งแสนปิก, โป่งหลวง, โป่งสัก, โป่งกลางปาย, โป่งผาบ่อง, โป่งไหม้, โป่งแม่ฮุ และโป่งเลา เป็นต้น

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของจังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยทางจังหวัดได้ตั้งโจทย์ไว้ เพื่อให้หาวิธีการดำเนินการเพื่อใช้โป่งเป็นส่วนหนึ่งในการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ แต่เนื่องจากข้อมูลพื้นฐานบ่งบอกว่ามีสัตว์ป่าน้อยมากในจังหวัดแม่ฮ่องสอน จึงสามารถคาดเดาได้ว่า โป่งและสัตว์ป่าที่ใช้โป่งเพียงอย่างเดียว จะไม่สามารถเป็นจุดดึงดูดนักท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้ จึงได้ขยายการศึกษาออกไป เพื่อตรวจสอบว่าโป่งที่แม่ฮ่องสอนในปัจจุบันเสียสภาพไปแล้วหรือยัง ถ้าเสียไปแล้ว จะฟื้นฟูได้อย่างไร มีสัตว์ป่าประเภทใดบ้างที่ใช้โป่ง สัตว์ป่าดังกล่าวยังมีจำนวนมากน้อยเพียงใด ผลกระทบของมนุษย์ต่อชุมชนของสัตว์ป่าเป็นเช่นไร มีทางเป็นไปได้หรือไม่ ที่ชาวบ้านจะช่วย

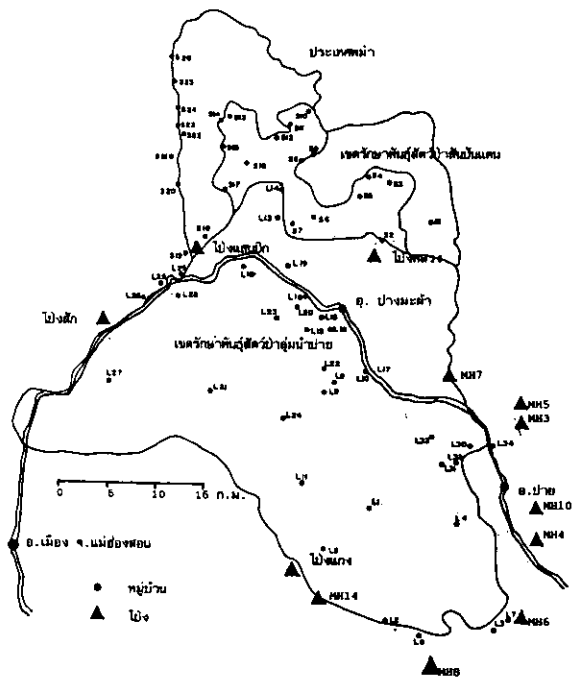
อนุรักษ์หรือฟื้นฟูชุมชนของสัตว์ป่า วัฒนธรรมของชาวบ้านที่มีอยู่สามารถปรับปรุง และขยายผลให้มีการอนุรักษ์ และฟื้นฟูสัตว์ป่าได้หรือไม่ การส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยใช้โป่งและสัตว์ป่าควรจะทำอย่างไรต่อไปในอนาคต และควรจะมีการจัดการโป่งและสัตว์ป่าในการส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวอย่างไร?

พื้นที่ศึกษา

ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดนและเขตฯ ลุ่มน้ำปาย จ. แม่ฮ่องสอน โดยเขตฯ สันปันแดนอยู่ระหว่างการจัดตั้ง แต่มีการสำรวจเบื้องต้นตั้งแต่ ปี 2535 (สุวิทย์, 2540) คาดว่าจะมีเนื้อที่ประมาณ 234 ตร. กม. ส่วนการจัดตั้งเขตฯ ลุ่มน้ำปาย มีมาตั้งแต่ ปี 2515 โดยมีพื้นที่ 1,181 ตร.กม.

วิธีการ

ลักษณะทางกายภาพในหลายพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทั้งสองมีลักษณะเป็นคาสต์ (Karst) คือ เป็นพื้นที่ประกอบด้วยหินปูน ทำให้มีภูเขาสูงชัน, หลุม, บ่อ, ถ้ำ และทางน้ำใต้ดิน พื้นที่ที่ทำการศึกษาได้รับปริมาณน้ำฝนตลอดปีประมาณ 1,200-1,300 มม. และสูงจากระดับน้ำทะเล 300-1500 ม. คาดว่ามีพรรณไม้คล้ายกับพื้นที่ใกล้เคียงเช่น ดอยอินทนนท์และดอยเชียงดาว ซึ่งเคยมีการศึกษาอย่างละเอียดมาก่อน นอกจากนี้ยังมีป่ารุ่นสองในหลายพื้นที่ ป่าดังกล่าวเป็นผลมาจากการรบกวนของมนุษย์ เช่น การทำไร่หมุนเวียน โดยบางแห่งถูกรบกวนมากจนเป็นทุ่งหญ้าคา โดยเฉพาะบริเวณที่เคยได้รับการพัฒนาให้มีการตั้งถิ่นฐานอย่างถาวรด้วยการทำการเกษตร แต่ประสบความล้มเหลว



ภาพที่ 1. ตำแหน่งโป่งต่าง ๆ (บางตำแหน่งย่อด้วย MH) และตำแหน่งหมู่บ้านที่ออกสัมภาษณ์ในเขตฯ สันปันแดน (ย่อด้วย S) และในเขตฯ ลุ่มน้ำปาย (ย่อด้วย L) รายชื่อหมู่บ้านมีดังต่อไปนี้ คือ S1 (แอลา), S2 (เมืองแพม), S3 (แอโก่ + แสนคำลือ), S4 (ห้วยลาง), S5 (ห้วยแห้ง), S6 (ยาป่าแหน), S7 (แม่ละนา), S8 (ผาเผือก), S9 (ห้วยเฮี้ยะ), S10 (ไม้ลัน), S11 (ปางคาม), S12 (น้ำจาง), S13 (ปางบอนใหม่), S14 (ปางบอนเก่า), S15 (ปางตอง), S16 (หนองหอย), S17 (น้ำฮูผาเสื่อ), S18 (ห้วยน้ำโป่ง), S19 (ไม้ซางหนาม), S20 (โท้งสาแล), S21 (นาปู่ป้อม), S22 (โท้งกองเค้า), S23 (แก่งปลาเลา), S24 (ขอแบะ), S25 (ป่าหลง), S26 (ไม้กาย), L1 (แม่อีแลบ), L2 (ผาสำราญ), L3 (สบลา), L4 (แพมบก), L5 (ปางตอง), L6 (เมืองแปง), L7 (เหมืองแร่), L8 (แม่อูมอง), L9 (ลุ๊กป่าก๊อ), L10 (ลุ๊กข้าวหลาม), L11 (มโนรา), L12 (หนองผาจ้ำ), L13 (จ่าโบ่), L14 (ไม้ฮุง), L15 (หนองตอง), L16 (แม่หมู), L17 (น้ำริน), L18 (ท่าใคร้), L19 (บ่อใคร้), L20 (บ้านไร่), L21 (กิ๊ดสามสิบ), L22 (ดงมะไฟ), L23 (น้ำบ่อสะเน่), L24 (นาอ่อน), L25 (แม่สุยะไทยใหญ่), L26 (น้ำกัด), L27 (ห้วยสะลอบ), L28 (แม่สุยะจีนฮ่อ), L29 (ห้วยส้านนอก), L30 (ม่วงสร้อย), L31 (เมืองแปง), L32 (ยะโป่), L33 (ป่ายาง), L34 (แม่นาเดิงใน)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโป่งและลักษณะทางธรณีวิทยาได้จากการลงพื้นที่และหาตำแหน่งพิกัดบนแผนที่ของโป่ง โดยใช้เครื่องหาพิกัดจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GPS) ช่วยพร้อมกับดูลักษณะโครงสร้างทางธรณีอย่างคร่าว ๆ จากนั้นตรวจสอบตำแหน่งบนแผนที่ซึ่งแสดงความสูงต่ำในมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร และแผนที่ธรณีวิทยาบนมาตราส่วนเดียวกัน

แผนที่ธรณีวิทยาที่ใช้จัดทำโดยกรมทรัพยากรธรณี ซึ่งมักจะลงตำแหน่งโป่งโดยเฉพาะพุน้ำร้อนเอาไว้ด้วย โป่งบางโป่ง มีการศึกษามาแล้วในอดีต เช่น อำนวยชัยและคณะ (2530), Geotermica Italiana Srl (1984) และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2541) ส่วนข้อมูลทางธรณีระดับกว้างได้จากแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 และแผนที่แสดงรอยแตกของแผ่นดิน (fault) มาตราส่วน 1:1,000,000

การศึกษาการใช้ทรัพยากรสัตว์ป่า ซึ่งประกอบด้วยการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสัตว์ป่า และชนิดของสัตว์ป่าในบริเวณต่าง ๆ ได้จากการสอบถามชาวบ้านตามหมู่บ้านต่าง ๆ จำนวน 60 หมู่บ้าน (ภาพที่ 1) โดยใช้แบบสอบถามที่ดัดแปลงจากที่เคยใช้ในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (Berkmuller, 1989) และรูปสัตว์ป่าที่ถ่ายมาจากหนังสือหลายเล่มมาประกอบระหว่างการสอบถาม โดยทำการศึกษาระหว่าง เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2541

ผลการวิจัย

โป่ง ลักษณะทางธรณีวิทยาในการเกิดโป่ง และสัตว์ป่า

การสำรวจเบื้องต้นทั้งจากเอกสารและการลงพื้นที่ (ภาพที่ 1) ทำให้ตัดสินใจว่า โป่งหลายโป่งยังมีลักษณะทางกายภาพที่ดี แต่เนื่องจากการรบกวนของมนุษย์และสัตว์เลี้ยง และเนื่องจากขนาดของประชากรของสัตว์ป่ามีน้อย ทำให้มีสัตว์ป่าไม่มากนักที่ใช้ประโยชน์จากโป่ง โดยโป่งที่มีการสำรวจเบื้องต้น ได้แก่

โป่งหลวง ซึ่งอยู่ใกล้บ้านเมืองแพม การสำรวจเดือนมกราคม 2541 พบว่ามีแต่เก้งและนกลงใช้โป่ง ตอนสำรวจไม่มีรอยล่าสัตว์ แต่มีรอยควายบ้านลงไปใช้โป่ง โป่งเกิดจากรอยแตกของหินและมีศักยภาพเป็นโป่งที่ดี

โป่งแสนปิก ซึ่งอยู่ใกล้หมู่บ้านห้วยน้ำโป่ง เป็นโป่งที่มีชื่อเสียง และเป็นที่นิยมของนักล่าสัตว์บรรดาศักดิ์จากจังหวัดแม่ฮ่องสอนในอดีต (สุวิทย์, 2540) จากการสำรวจเดือนมกราคม 2541 พบรอยเก้ง 2 ตัวลงโป่ง โดยจากร่องรอยมีขนาดลำตัวประมาณ 72 และ 53 ซ.ม. ตามลำดับ และคาดว่ามีนกลงด้วย ระหว่างสำรวจไม่พบร่องรอยการล่าสัตว์ ห้างล่าสัตว์ และร่องรอยของสัตว์เลี้ยง แต่พบกลุ่มคน 3 คนออกจากป่า คาดว่าบริเวณดังกล่าวยังมีการรบกวนจากการล่าสัตว์พอสมควร แต่เมื่อมีการจัดตั้งเขตฯ สันปันแดนโดยมีที่ทำการใหญ่อยู่ใกล้บริเวณดังกล่าว ทำให้มีจำนวนเก้งลงมาใช้โป่งมากขึ้นจากการสำรวจเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2542 โป่งนี้เกิดจากรอยแตกของหิน

กลุ่มโป่งสัก ซึ่งอยู่ติดกับสถานีวิจัยพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ 1 (น้ำกัด) ของกรมป่าไม้ จากการสำรวจเดือนมกราคม 2541 พบว่ามีการรบกวนสูงมาก แต่เจอรอยเก้งลงใช้โป่ง 1 ตัว, พบตาข่ายดักนกที่กลางโป่ง, ห้างเก่า ๆ ที่ใช้ดักยิงสัตว์ 2 ห้าง, รอยเท้าของควายบ้านที่กลางโป่ง และขนนกที่ถูกถอนทั่วไปรอบโป่ง โป่งนี้เกิดจากรอยแตกของหิน และมีศักยภาพที่จะเป็นโป่งที่ดี นอกจากนี้ยังมีโป่งอื่น ๆ ในรัศมี 1-2 กม. ได้แก่ โป่งไม้เหว, โป่งช้างกะ และโป่งปางฮุง ในช่วงหนึ่งปีของการศึกษามีหลักฐานบ่งบอกว่ามีการรบกวนโป่งสักน้อยลง โดยเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2542 ยังพบเก้งลงโป่งอยู่

นอกจากนี้ยังได้ตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติมในเขตฯ ลุ่มน้ำปาย ซึ่งรวบรวมข้อมูลโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2541) และสำรวจโป่งพุน้ำร้อนหลายแห่ง ที่คาดว่าแต่ก่อนคงมีสัตว์ป่าลงใช้ประโยชน์มาก เช่น โป่งไหม้ (หรือ MH7, อุณหภูมิ 30-40°C), โป่งปะ (MH5, 65-95°C), โป่งสัก (MH3, 87-92°C), โป่งแม่ฮี (MH10, 36.5°C), โป่งท่าปาย (MH4, 77-78°C), โป่งแกง (พิกัด 205-299), โป่งเหมืองแร่ (MH6, 55-79°C) และโป่งเมืองแปง (MH8, 60-95°C) โดยโป่งดังกล่าวอาจจะผุดขึ้นกลางลำห้วย อยู่ข้างลำห้วย หรือไม่ห่างจากลำห้วยมากนัก ถึงแม้ไม่ได้มีโอกาสสำรวจโป่งกลางปายซึ่งเป็นโป่งที่มีชื่อเสียง และเป็นที่รู้จักของคนหลาย ๆ คนในจังหวัดแม่ฮ่องสอน แต่จากการสอบถามพบว่าเป็นโป่งที่มีน้ำไหลออกกลางเกาะซึ่งอยู่กลางลำน้ำปาย

จากข้อมูลของโป่งบางโป่งที่เคยมีผู้เขียนไว้ในอดีต และข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์ป่าหลายชนิดที่ลงโป่งพุน้ำร้อนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง หรือโป่งพุน้ำร้อนที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ ทำให้อนุมานได้ว่า โป่งพุน้ำร้อนก็เป็นโป่งที่สัตว์ป่าลงมาใช้ประโยชน์เช่นกัน แต่เนื่องจากการสูญพันธุ์ของสัตว์ป่าหรือการรบกวนโดยมนุษย์ ทำให้ในปัจจุบันไม่พบสัตว์ป่าในโป่งพุน้ำร้อนหลาย ๆ โป่ง

จากข้อมูลของตำแหน่งของโป่งทั้งหมดประกอบกับแผนที่ธรณีวิทยาในมาตราส่วนต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่า โป่งส่วนใหญ่ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนเกิดจากรอยแตกของหิน จุดตัดของรอยแตกที่อยู่ใกล้ลำห้วยจะมีน้ำไหลตลอดปีและเป็นโป่งที่ดี บางโป่งเป็นพุน้ำร้อน ถ้ารอยแตกของหินที่มีน้ำไหลออกอยู่กลางห้วยก็จะไม่มีสถานภาพที่เป็นโป่ง รอยแตกของหินกลางห้วยที่มีน้ำเย็นไหลออกมาจะบอกได้ยาก แต่ถ้าเป็นน้ำร้อนยังมีทางบอกได้บ้างเพราะจะมีไอความร้อนลอยอยู่เหนือบริเวณดังกล่าว

โป่งที่เกิดขึ้นมากมายในจังหวัดแม่ฮ่องสอนเพราะเป็นพื้นที่ใกล้กับแนวตัดกันของกลุ่มรอยเลื่อนทางธรณีวิทยาสองกลุ่ม คือ กลุ่มรอยเลื่อนเมย-วังก์เจ้า และกลุ่มรอยเลื่อนฉานในประเทศพม่า ในปัจจุบัน โป่งส่วนใหญ่ใกล้หมู่บ้านในจังหวัดแม่ฮ่องสอนยังดำรงสภาพทางกายภาพที่ดี แต่กลับมีสัตว์ป่าจำนวนน้อยมากที่มาใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ ไม่ใช่เพราะโป่งเสื่อมสภาพแต่เป็นเพราะมีการรบกวนจากมนุษย์ เช่น การล่าสัตว์ที่โป่งหรือบริเวณข้างเคียง หรือการรบกวนโป่ง

เช่น ปล่อยให้วัวบ้านและควายบ้านมาลงโป่ง กิจกรรมของมนุษย์ดังกล่าว เป็นผลลบต่อการกระจายของสัตว์ป่าและทำให้ประชากรของสัตว์ป่าลดลงโดยตรง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์หลายชาติพันธุ์ และสัตว์ป่าหลายชนิดตามหมู่บ้านต่าง ๆ

ชาวบ้านที่เราสัมภาษณ์ ประกอบด้วย ประชาชน 9 ชาติพันธุ์ ได้แก่ ไทยใหญ่, มูเซอดำ, มูเซอแดง, ลีซอ, ไทยพื้นราบ, กระเหรี่ยง (ปกากะญอ), ลัวะ, ม้ง และจีนฮ่อ โดยตั้งหมู่บ้านในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 350-1100 ม. และมีช่วงเวลาของการจัดตั้ง ประมาณ 20-30 ปี

การสัมภาษณ์ส่วนใหญ่ใช้เวลา 0.5-3 ช.ม. พบว่าชาวบ้านทุกชาติพันธุ์บริโภคสัตว์ป่าเป็นอาหาร โดยเฉพาะเก้งและหมูป่า และยังนิยมประดับเขาสัตว์ป่าไว้ตามบ้าน เช่น เขาเก้ง, เขากวางป่า, เขาเลียงผา, เขากวางผา, ขนของไก่ฟ้า และซากกระรอกบิน เป็นต้น และนอกจากนี้ยังมีการค้าขายสัตว์ป่าอีกด้วย โดยเฉพาะไทยใหญ่, ลีซอ, ไทยพื้นราบ และม้ง มีการค้าขายสัตว์ป่าค่อนข้างสูง ในขณะที่มูเซอดำ, มูเซอแดง, กระเหรี่ยง (ปกากะญอ) และลั๊วะ มีการค้าขายสัตว์ป่าค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ ชาวบ้านยังล่าสัตว์ป่าขนาดใหญ่ เช่น ล่าเสือโคร่ง เสือดาว โดยเฉพาะเมื่อเริ่มมีการบุกเบิกพื้นที่ใหม่ ๆ และนำสัตว์เลี้ยงจำพวกวัวควายเข้าไป จึงเหมือนกับเป็นการนำเหยื่อไปล่อให้สัตว์จำพวกเสือมากินเมื่อเสือโคร่งและเสือดาวมากินวัวควาย ชาวบ้านก็จะจัดการยิงเสือดังกล่าว ในเวลาเดียวกัน มีสัตว์บางชนิดที่ชาวบ้านไม่ค่อยล่าเพราะเนื้อเหม็น โดยเฉพาะหมูหริ่ง นอกจากชาวบ้านจะล่าสัตว์แล้วยังมีนักล่าสัตว์กิตติมศักดิ์จากจังหวัดแม่ฮ่องสอนเข้ามาล่าอีกด้วย นอกจากนี้สัตว์เลี้ยงจำพวกวัวและควายที่ปล่อยเข้าในป่าก็รบกวนสัตว์ป่าโดยตรงเช่นกัน

ส่วนสัตว์จำพวกหมูป่าได้มีรายงานว่ามารบกวนกินข้าวและพืชไร่ของชาวบ้าน และสัตว์จำพวกชะมด, อีเห็น และงูเหลือมยังมากินสัตว์เลี้ยงตามหมู่บ้านของชาวบ้านอีกด้วย

สัตว์ป่าใกล้ ๆ หมู่บ้านของชาวบ้านในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดนและลุ่มน้ำปาย

จากการสอบถามพบสัตว์ป่าต่าง ๆ มากกว่าที่คิด เช่น เก้งและหมูป่า ยังสามารถพบเห็นได้ทั่วไปถึงแม้ว่าจะมีการล่าก็ตาม ในขณะเดียวกันกวางป่ามีปริมาณน้อยมาก จนอาจถือได้ว่าสูญพันธุ์ไปจากพื้นที่แล้ว ส่วนเลียงผามีมากกว่ากวางผา ถึงแม้จะมีรายงานเกี่ยวกับเสือโคร่งและเสือดาว แต่เป็นข้อมูลที่ควรจะระมัดระวัง และน่าจะตรวจสอบให้แน่นอนอีกทีหนึ่ง สิ่งที่น่าดีใจก็คือ ยังมีชะนี, ค่าง และลิงชนิดต่าง ๆ มากพอสมควร ส่วนสัตว์ผู้ล่าขนาดกลางและเล็ก เช่น หมาใน, หมาจิ้งจอก และแมวป่าชนิดต่าง ๆ ยังมีพอสมควร สัตว์จำพวกชะมดและอีเห็นที่ยังพอมีอยู่บ้าง นอกจากนี้ยังมีหมีอีกด้วย ส่วนช้างป่าที่อยู่ประจำถิ่นได้หมดไปจากพื้นที่แล้ว ยกเว้นช้างป่าอพยพจากรัฐฉานในประเทศพม่า ซึ่งมีจำนวนประมาณ 30 ตัวที่อพยพเข้ามาในเขตฯ สันปันแดนในช่วงเดือนกันยายน และเดือนพฤศจิกายน เป็นเวลาประมาณ 1 เดือน และหลังจากนั้นพวกมันก็เคลื่อนตัวออกไป ระหว่างอยู่ฝั่งไทยชาวบ้านจะออกไล่ล่าด้วยอาวุธสงครามเพื่อเอางาไปขาย สัตว์ที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีพอสมควร คือ หมูหริ่ง ซึ่งหน้าเหมือนหมูแต่ไม่ใช่สัตว์กีบ เพราะตีนมีนิ้วห้านิ้วและมีเล็บยาวคล้ายสัตว์กินเนื้อ แต่มีการปรับตัวพิเศษในการกินไส้เดือนเป็นอาหาร พวกมันเป็นสัตว์จำพวกกินเนื้อและจะหลั่งสารเคมีจากต่อมโคนหางเพื่อบอกอาณาเขตของตน

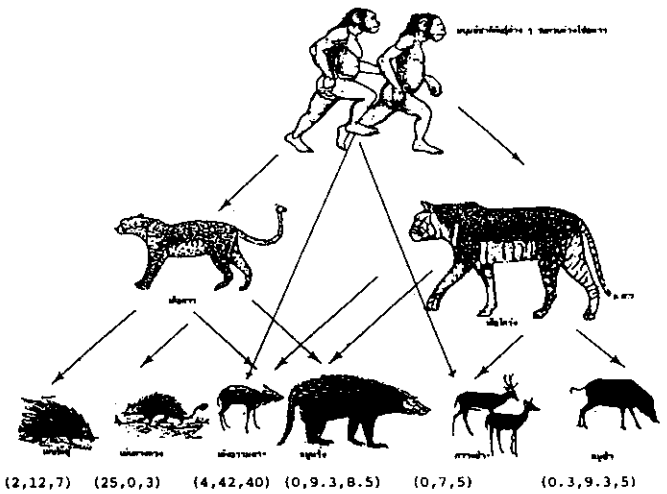
บทวิจารณ์

การศึกษานี้ไม่ได้ทำให้ผลสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางธรณีวิทยาและการเกิดโป่งเปลี่ยนไปผลการศึกษาคล้ายกับที่เคยมีการศึกษามาก่อน เช่น ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เป็นต้น ส่วนเรื่องสัตว์ป่าที่มาใช้โป่งนั้น อาจจะให้มุมมองใหม่สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องหลาย ๆ คนว่า การที่มีสัตว์ป่าจำนวนน้อยมาใช้โป่งนั้น ไม่ใช่เพราะโป่งเสียสภาพและควรจะปรับปรุงโดยใส่เกลือลงไป แต่เนื่องจากสัตว์ป่าหลายชนิดถูกล่าจนไม่มีเหลือที่จะมาลงโป่งมากกว่า

ในเวลาเดียวกันก็เป็นที่น่ายินดีว่ายังมีสัตว์ป่าหลายชนิดที่ยังพอหลงเหลืออยู่ ถึงแม้ว่าจะมีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าหลาย ๆ แห่ง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ป่าในภาคเหนือแล้ว (Dearden 1995) ก็นับว่าอยู่ในสถานภาพที่ดีกว่าที่คิด ทั้งนี้อาจจะเพราะว่า บริเวณดังกล่าวยังมีประชากรของมนุษย์ไม่หนาแน่นนัก เพราะเป็นหุบและเขาที่ยากต่อการเข้าถึงพื้นที่ อีกทั้งยังเป็นบริเวณที่เต็มไปด้วยเชื้อโรค เช่น ไข้มาเลเรีย ซึ่งเป็นปัจจัยในการควบคุมระดับของประชากรมนุษย์ในระดับหนึ่ง และทำให้มีการเคลื่อนย้ายของหมู่บ้านจากพื้นที่หนึ่งไปอีกพื้นที่หนึ่ง หลังจากมีคนล้มตายด้วยโรคต่าง ๆ ถึงแม้จะมีการล่าสัตว์ป่า ก็ยังมีสัตว์ป่าหลายชนิด ที่สามารถหนีเอาชีวิตรอดอยู่ได้ โดยเฉพาะลักษณะทางกายภาพของพื้นที่แบบคาสต์ทำให้มีซอกและมุมให้สัตว์ป่าบางชนิดหลบซ่อนได้ ส่วนสัตว์ป่าขนาดใหญ่ เช่น ช้างป่า กลับถูกจับและล่าไปหมด ทั้งนี้ อาจจะเนื่องจากว่ามีประวัติศาสตร์อันยาวนานของการจับช้างป่าใน จ. แม่ฮ่องสอน ตั้งแต่ปี 2397 ทำให้ชื่อของจังหวัดเกี่ยวข้องกับการตั้งคอกสอนช้างในร่องห้วย

ส่วนการใช้ทรัพยากรสัตว์ป่าของชาวบ้านเป็นไปอย่างที่คาดคิดเอาไว้ ดังการศึกษาที่มีมาก่อนในอดีต เช่น Walker (1970) พบว่า 8.5% ของโปรตีนที่ชาวมูเซอได้รับมาจากเนื้อสัตว์ป่า ในขณะที่ได้รับจากไก่และหมูเพียง 0.8 และ 2.0% ตามลำดับ การล่าสัตว์นอกจากจะเพื่อบริโภคแล้วยังเพื่อการค้า เครื่องมือในการล่าสัตว์ในปัจจุบันก็ทันสมัยยิ่งขึ้น ไม่ใช่จะล่าด้วยการใช้หน้าไม้อย่างที่หลายคนคิด แต่มีการใช้ปืนแก๊ปเป็นจำนวนมากอีกด้วย

เมื่อประมวลความรู้เกี่ยวกับแบบแผนการล่าสัตว์ของมนุษย์ในพื้นที่ประกอบกับความรู้เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อและผู้ล่าเหยื่อของชุมชนของสัตว์ป่าในธรรมชาติ (ภาพที่ 2) โดยใช้ข้อมูลจากพื้นที่ที่มีการล่าสัตว์น้อย เช่น ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งและอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานพบว่า เสือโคร่งและเสือดาวจะกินเก้งเป็นส่วนใหญ่ (Rabinowitz, 1989; Grassman, 1997) แต่เสือโคร่งจะเลือกเหยื่อมากกว่าเสือดาว โดยเสือดาวจะมีชนิดของเหยื่อมากกว่า แต่เนื่องจากเสือโคร่งและเสือดาวกินเหยื่อคล้ายกันโดยเฉพาะเก้งทำให้มีการแย่งอาหารกัน ในบริเวณที่เสือโคร่งและเสือดาวอยู่ด้วยกัน เสือดาวจะหนีเสือโคร่ง ทำให้อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณเหยื่อน้อยกว่า นอกจากนี้เสือโคร่งยังกินเสือดาวอีกด้วย (ศักดิ์สิทธิ์, ติดต่อเป็นส่วนตัว) ส่วนหมูหริ่งก็เป็นอาหารของเสือโคร่งและเสือดาวเช่นกัน เมื่อมีการล่าโดยมนุษย์ก็จะมีผลโดยตรงต่อประชากรสัตว์ป่าที่มีการล่า แต่ถ้าล่าเสือโคร่งและเสือดาวจนสูญพันธุ์ก็จะมีผลกระทบเป็นลูกโซ่ต่อประชากรที่เคยเป็นเหยื่อของสัตว์ดังกล่าว



ภาพที่ 2. สายใยอาหารแบบง่าย ๆ ของชุมชนสัตว์ป่าในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เก้ง และกวางป่าเป็นสัตว์ที่ใช้โป่ง แต่เม่น หมูหริ่ง และหมูป่าไม่ใช้ สัตว์ผู้ล่า คือ มนุษย์ (Walker, 1970) เสือโคร่ง (Rabinowitz, 1989) และเสือดาว (Rabinowitz, 1989; Grassman, 1997) ล่าสัตว์ต่อไปนี้ (คิดเป็น%) ตามลำดับ คือ หมีควาย (2, 0, 0), ชะมด-อีเห็น (4, 0, 0.6), บินตุรง (0, 0, 0.3), กวางป่า (0, 7, 5), เก้ง (4, 42, 40), หมูป่า (0.3, 9.3, 5), หมูหริ่ง (0, 9.3, 8.5), ลิง (0.9, 0, 6.6), ค่าง (0.9, 4.7, 0.3), ชะนี (0, 0, 0.6), เม่นใหญ่ (2, 11.6, 7.3), เม่นหางพวง (24.8, 0, 2.5), พญากระรอก (1.5, 2.3, 0.6), กระรอกเล็ก (0, 0, 0.3), ลิ่น (0, 0, 1.3), อ้นใหญ่ (0, 0, 1.6), อ้นเล็ก (0, 0, 0.3), หนู (0, 0, 2.5), เหยี่ยว (2, 0, 0), ไก่ฟ้า (7.5, 0, 0), ไก่ป่า (26.2, 0, 0.9), นกกระทาดงอกสีน้ำตาล (20.7, 0, 0), ตะกวด (1.2, 0, 0), เต่า (0.6, 0, 0) และอื่น ๆ (1.7, 14.0, 12.3) โดยเหยื่อทั้งหมดของชาวมูเซอแดงที่มาวิเคราะห์มี 347 ตัว ส่วนเหยื่อของเสือโคร่งและเสือดาวมาจากการวิเคราะห์กองมูล 43 และ 317 กองมูลตามลำดับ โปรดสังเกตว่าข้อมูลของ Walker (1970) ไม่ระบุว่ามูเซอแดงล่าเสือโคร่งและเสือดาว ทั้งนี้เป็นเพราะเป็นกิจกรรมที่พบไม่บ่อยนักเหมือนกับการล่าสัตว์ป่าอื่น ๆ ในเวลาเดียวกันก็ไม่มีข้อมูลว่ามีการล่ากวางป่า ซึ่งอาจเพราะถูกล่าไปหมดแล้วเพราะหมู่บ้านที่ศึกษามีอายุประมาณ 25 ปี โดยทั่วไปมนุษย์มีความสามารถในการล่าหมูป่า เก้ง และเม่นใหญ่ ต่ำกว่าเสือโคร่งและเสือดาว แต่มีความสามารถในการล่าเม่นหางพวงและกวางป่าได้สูงกว่า

เนื่องจากการล่าสัตว์เพื่อการค้าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ประชากรของสัตว์ป่าลดน้อยลง และถ้าดำเนินต่อไปก็คาดได้ว่า ในที่สุดสัตว์ป่าจะหมดไปจากพื้นที่ จึงมีคำถามว่า ยังมีความหวังสำหรับสัตว์ป่าในพื้นที่ดังกล่าวนี้หรือไม่ ถ้าต้องการรักษาความหลากหลายของสัตว์ป่าในบริเวณดังกล่าวควรที่จะดำเนินการอย่างไร มีความจำเป็นหรือไม่ที่จะหยุดยั้งการล่าสัตว์ป่าของมนุษย์ชาติพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งหลายคนคิดว่าเป็นวัฒนธรรมของพวกเขาและเป็นการฝืนขนบธรรมเนียมประเพณี หรือมีวัฒนธรรมอื่นๆ เช่น เรื่องผี และพระที่อาจจะช่วยในการอนุรักษ์ หรืออาจจะต้องอาศัยระบบสมัยใหม่ คือ การจัดตั้งเขตอนุรักษ์ที่มีการดำเนินการตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด

คำถามดังกล่าวค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน แต่เราอาจจะเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบวัฒนธรรมของคนในพื้นที่ที่อาจจะส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์และฟื้นฟูสัตว์ป่าก่อน ซึ่งพบว่าวัฒนธรรมส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการปรับตัว ให้เข้ากับการเกษตร, การจัดการลุ่มน้ำ และการใช้พืชสมุนไพร แต่ก็มีกฎหมายในอดีตที่ช่วยควบคุมการล่าสัตว์ป่า คือ มังรายศาสตร์ หรือกฎหมายพระเจ้ามังราย เมื่อปี พ.ศ. 1835 (ประเสริฐ, 2521) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะซ่อน อำ และลัก โดยกำหนดค่าปรับ ถ้ามีการลักลอบกินสัตว์ป่าหลายชนิด เช่น หมูป่า, กวางป่า และเก้ง

เป็นต้น แต่ก็ส่งเสริมให้มีการล่าเสือชนิดต่าง ๆ โดยไม่ต้องจ่ายค่าปรับไหม โดยถือว่า เสือต่าง ๆ เป็นสัตว์ร้าย และเมื่อฆ่าเสร็จแล้วก็ส่งเสริมให้นำซาก คือหนัง และเขี้ยวไปถวายผู้ใหญ่ เป็นต้น ส่วนวัฒนธรรมการอนุรักษ์ ที่เพิ่งมีการฟื้นฟูเมื่อ 30 ปีที่ผ่านมา เกิดจากปฏิกริยาของคนท้องถิ่นต่อสภาวะการเสียเปรียบเนื่องจากการเปิดสัมปทานป่าไม้กับคนในเมือง ทำให้ชาวพื้นเมืองในภาคเหนือปฏิเสธการจัดการป่าไม้และที่ดินของรัฐ มีการเคลื่อนไหวให้คนท้องถิ่นดูแลป่าด้วยการจัดการป่าชุมชน ถ้าการจัดการป่าชุมชนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพก็อาจจะส่งผลต่อการฟื้นฟูและอนุรักษ์สัตว์ป่าต่อไปในอนาคตก็ได้

อย่างไรก็ตาม ควรที่จะมีการดำเนินการเพื่อให้ชาวบ้านมีส่วนร่วมในการจัดการสัตว์ป่า โดยองค์กรที่เกี่ยวข้องควรมีกลไกที่คล่องตัวในการปรับเปลี่ยนแนวทางและจุดประสงค์ของการจัดการให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป ถ้าชาวบ้านสามารถฟื้นฟูสัตว์ป่าให้กลับมาได้ และมีทักษะในการศึกษาสัตว์ป่าก็จะเป็นตัวอย่างแรกของประเทศไทย ซึ่งเมื่อสำเร็จแล้วก็อาจจะเริ่มคิดถึงแนวทางการใช้ทรัพยากรสัตว์ป่าเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 341015 ขอขอบคุณท่านรองผู้ว่าราชการจังหวัดแม่ฮ่องสอน คือ คุณอมรพันธุ์ นิมานันท์ ที่กรุณาช่วยเหลือประสานงานในแง่ต่าง ๆ และ นางสาวทัตฑยา พิทยาภา ที่ช่วยเตรียมงานหลายอย่าง และวิเคราะห์ข้อมูลบางส่วน

เอกสารอ้างอิง

ธีรภัทร ประยูรสิทธิ และคณะ. 2534. อิทธิพลของฤดูกาลต่อดินโป่งและการใช้ประโยชน์ของสัตว์ป่ารอบสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในเขตฯ ห้วยขาแข้ง. รายงาน กองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้. 59 หน้า.

นพรัตน์ นาคสถิตย์. 2537. การศึกษาลักษณะการกระจายและสภาพแวดล้อมทางกายภาพของโป่งดินในเขตฯ ห้วยขาแข้ง จ. อุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยมหิดล. 82 หน้า.

ประเสริฐ ณ นคร. 2521. มังรายศาสตร์ หรือ กฎหมายพระเจ้ามังราย. ภาควิชาประวัติศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 126 หน้า.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2541. รายงานความก้าวหน้า: การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย. ศูนย์รีโมทเซนซิ่ง และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ภาคเหนือ. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์. 160 หน้า.

สุวิทย์ เนาสวัสดิ์. 2540. รายงานการสำรวจป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ปายฝั่งขวาตอนล่าง ท้องที่ตำบลนาปู่ป้อม ตำบลปางมะผ้า และตำบลถ้ำลอด อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน เพื่อกำหนดเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า. ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้. 43 หน้า.

อนุชยา ทรัพย์มี. 2529. การใช้ประโยชน์โป่งธรรมชาติและโป่งเทียมของสัตว์ป่า ณ เขตฯภูเขียว จ. ชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 70 หน้า.

โอภาส ขอบเขตต์. 2520. การกินโป่งของสัตว์ป่าในประเทศไทย. การประชุมวิชาการป่าไม้ จ. เชียงใหม่. 14 หน้า.

อำนวยชัย เทียนประเสริฐและคณะ. 2530. แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือของประเทศไทย. กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ. 208 หน้า.

BERKMULLER, K. 1989. Short course for field staff in protected area management. Forest Resources Conservation Project, Lao/Swedish Forestry Cooperation Programme.

DEARDEN, P. 1995. Development and biocultural diversity in northern Thailand. Applied Geography 15(4): 325-340.

GEOTERMICA ITALIANA SRL. 1984. Geothermal reconnaissance survey of northern Thailand. Final Report, UNDP project No. THA/002/1982. Pisa, Italy.

GRASSMAN, L.I. 1997. Ecology and behavior of four sympatric carnivore species (Mammalia: Carnivora) in Kaeng Krachan National Park, Thailand. M.S. Thesis (Zoology). Kasetsart University. 94 p.

PEACOCK, E.H. 1935. Where big game 'take the waters'. A hidden watcher at a Burmese 'salt lick'. Journal of Bombay Natural History Society 37: 780-783.

RABINOWITZ, A. 1989. The density and behavior of large cats in a dry tropical forest mosaic in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 37: 235-251.

SEIDENSTICKER, J. AND J.F. MCNEELY. 1975. Observation on the use of natural licks by ungulates in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. nat. hist. bull. siam soc. 26: 25-34.

WALKER, A.R. 1970. Lahu Nyi (Red Lahu) village society and economy in northern Thailand. Tribal Research Centre, Chiang Mai, mimeographed, 2 vols., 580 p.

การเพิ่มทักษะและการแสวงหาการมีส่วนร่วมของคนท้องถิ่นในการติดตามการเปลี่ยนแปลงชุมชนของสัตว์ป่าใน จ. แม่ฮ่องสอน

สมโภชน์ ศรีโกสามาตร[1], สุวิทย์ เนาวสวัสดิ์[2] และ ทัตทยา พิทยาภา[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน อ. ปางมะผ้า แม่ฮ่องสอน 58150

ABSTRACT

INVOLVING LOCAL PEOPLE IN MONITORING POPULATIONS AND COMMUNITIES OF WILDLIFE IN MAE HONG SON PROVINCE

S. Srikosamatara[1], S. Naosawat[2] and T. Bidayabha[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

[2]San Pan Daen Wildlife Sanctuary, Pang Ma Pa District, Mae Hong Son 58150

Due to low densities of wildlife in Mae Hong Son Province, track pads and food baits were tested in the field to assess relative abundance of wildlife. This technique is low in cost and is a good method for estimating the relative abundance of small and medium-sized carnivores. It also has potential to increase interest in wildlife by local people who could monitor track pads. Enlarging the scale of study by encouraging local involvement will not only be a tool for monitoring relative abundance of wildlife but also a tool for wildlife restoration and development of ecotourism programs run by local people.

Key words: Mae Hong Son, local involvement, wildlife monitoring, track pad, small carnivores, medium-sized carnivores, wildlife restoration, ecotourism

บทนำ

สืบเนื่องมาจากการศึกษาสถานภาพของโป่งและสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดนและลุ่มน้ำปาย โดยสมโภชน์และคณะ (2542) พบว่าโป่งโดยทั่วไปมีสถานภาพค่อนข้างดีและไม่มีความจำเป็นต้องปรับปรุงโดยการเพิ่มเกลือและแร่ธาตุต่าง ๆ เพราะโป่งส่วนใหญ่เกิดจากน้ำใต้ดินที่ไหลออกจากรอยแตกของหินและมักอยู่ใกล้ลำห้วย โดยโป่งบางแห่งอาจจะเป็นโป่งน้ำร้อน แต่จากการสำรวจพบว่า มีสัตว์ป่าลงมาใช้ประโยชน์จากโป่งจำนวนน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีความหนาแน่นของสัตว์ป่าน้อย เพราะมีการล่าสัตว์และการรบกวนจากมนุษย์ จึงได้ขยายการศึกษาจากสัตว์ป่าที่ใช้โป่งเป็นสัตว์ป่าชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช้โป่ง จากการสอบถามชาวบ้านจาก 60 หมู่บ้านในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดนและเขตฯ ลุ่มน้ำปาย พบว่าสัตว์ผู้ล่าขนาดใหญ่ (เช่น เสือโคร่ง และเสือดาว), สัตว์กีบขนาดใหญ่ (เช่น กระทิง, วัวแดง และกวางป่า) และช้างป่าได้สูญพันธุ์ไปจากพื้นที่แล้ว แต่ยังพบสัตว์ผู้ล่าขนาดเล็กและขนาดกลาง รวมทั้งสัตว์จำพวกลิง, ค่าง และชะนี มากกว่าที่คาดคิดเอาไว้ ทำให้คณะผู้วิจัยมีความเห็นร่วมกันว่าน่าจะค่อย ๆ เสริมสร้างให้มีขบวนการให้คนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัย และติดตามการเปลี่ยนแปลงชุมชนของสัตว์ป่าอย่างมีระบบ โดยอาจจะเริ่มจากสัตว์ป่ากลุ่มใดกลุ่มหนึ่งก็ได้และค่อย ๆ ขยายผลรวมไปถึงสัตว์ป่ากลุ่มอื่น ๆ ต่อไป ขบวนการดังกล่าวนอกจากเพิ่มทักษะในการศึกษาวิจัยสัตว์ป่าอย่างเป็นระบบแล้ว ยังช่วยให้ชุมชนท้องถิ่นสามารถติดตามประเมินผลว่าควรจะจัดการกับสัตว์ป่าของพวกตนอย่างไร และถ้ามีการตัดสินใจเพื่ออนุรักษ์หรือฟื้นฟูทรัพยากรสัตว์ป่าของพวกตนก็จะมีวิธีการประเมินผลกิจกรรมของตนต่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูสัตว์ป่าได้

รายงานนี้บรรยายและสรุปงานเกี่ยวกับขบวนการเบื้องต้นในการให้คนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการศึกษาสัตว์ป่า โดยได้เลือกวิธีการที่เหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย ใช้เวลาน้อย และประหยัดค่าใช้จ่าย แต่อาจจะมีผลให้คนท้องถิ่นสนใจสัตว์ป่ายิ่งขึ้น วิธีดังกล่าวนั้นคือ การศึกษาสัตว์ป่าโดยการสร้าง "ที่เหยียบ" ขึ้นในป่า (Conner *et al.*, 1983) โดยในแต่ละ "ที่เหยียบ" จะมีการวางอาหารชนิดต่าง ๆ ล่อเอาไว้ เมื่อสัตว์ป่าออกหากินและแวะเวียนมาบริเวณ "ที่เหยียบ" ก็จะประทับรอยเท้าของสัตว์ดังกล่าวบน "ที่เหยียบ" นั้น ทำให้รู้ชนิดของสัตว์ป่าในบริเวณดังกล่าว และถ้าวาง "ที่เหยียบ" อย่างเป็นระบบ ก็จะรู้ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสัตว์ป่าแต่ละชนิดว่าเป็นอย่างไร และยังสามารถใช้วิธี

การดังกล่าวเปรียบเทียบสัตว์ป่าระหว่างพื้นที่ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสัตว์ป่าตามกาลเวลาได้อีกด้วย

พื้นที่ศึกษา

บริเวณที่ทำการศึกษา คือ บริเวณบ้านห้วยน้ำโป่ง (S18) ใกล้โป่งแสนปิก และหมู่บ้านดงมะไฟ (L22) ในเขตฯ สันปันแดนและลุ่มน้ำปาย โดยประกอบด้วย ทางเดินเท้ายาว 1.9 และ 3 กิโลเมตร ตามลำดับ ทั้งสองพื้นที่อยู่ในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ แต่มีสภาพแตกต่างกันคือ เส้นทางแรกมีบางส่วนเลาะไปตามแนวห้วย ส่วนเส้นที่ 2 อยู่ตามลาดเขาเป็นส่วนใหญ่ โดยทำการศึกษาในช่วงฤดูแล้งระหว่างวันที่ 4-6 และ 11-14 กุมภาพันธ์ 2542 ตามลำดับ

วิธีการ

ขั้นตอนการศึกษาประกอบด้วย การวางแผนร่วมกันว่าจะมีใครเข้าร่วมศึกษาและฝึกอบรมบ้าง โดยพิจารณาจากชาวบ้านทั้งที่ทำงานให้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและที่ไม่ได้ทำงานให้ รวมทั้งพยายามให้ชาวบ้านเพศหญิงจำนวนหนึ่งเข้ามามีส่วนร่วมด้วย แต่ในที่สุด ผู้ที่เข้าฝึกอบรมและปฏิบัติเป็นชาวบ้านในพื้นที่ที่ทำงานให้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าจำนวน 20 คน ถึงแม้ว่าจะได้ชักชวนชาวบ้านเพศหญิงเข้ามาร่วม แต่ยังเป็นเรื่องใหม่มากและไม่ประสบความสำเร็จ

ขั้นตอนต่อไปคือ การฝึกทักษะเกี่ยวกับการสำรวจร่องรอยสัตว์ป่าซึ่งหากินบนพื้นดิน ให้แก่ผู้เข้าร่วมอบรมซึ่งประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทั้งสองแห่ง โดยส่วนใหญ่เป็นชาวบ้านในพื้นที่ การฝึกอบรมได้ใช้แผ่นโปสเตอร์เกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในพื้นที่ และแผ่นพับเกี่ยวกับรอยเท้าที่ทำโดยมูลนิธิโลกสีเขียว (2541) มาประกอบ จากนั้นได้ทำการสาธิตพร้อมกับลงมือปฏิบัติจริง เพื่อทำการสำรวจสัตว์ป่าแบบการวาง "ที่เหยียบ" และฝึกปฏิบัติการเก็บบันทึกข้อมูลในแบบจดบันทึก

อุปกรณ์ในการทำ "ที่เหยียบ" ประกอบด้วย 1) ไม้ไผ่ขนาดความกว้าง 3 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตร 4 อัน 2) ทราย หรือ ดินละเอียด 3) ตะแกรงร่อนทราย 4) อาหารล่อ (มีกลิ่น) เช่น กล้วยสุก ถั่วเน่า ปลาร้า 5) จอบขุดดิน 6) ไม้ผิวหน้าเรียบ หรือ ท่อพลาสติกความยาวประมาณ 70 เซนติเมตร 7) สายวัดระยะทาง 50 เมตร 8) ริบบิ้นสีเพื่อทำป้ายบอกระยะทาง 10) ตะปูขนาดเล็ก 11) ปากกาหมึกขนาดใหญ่ซึ่งน้ำลบหมึกไม่ได้ 12) เข็มทิศเพื่อวัดมุมทำแผนที่เส้นทางวาง "ที่เหยียบ" และ 13) สมุดจดบันทึก

วิธีการศึกษาร่องรอยสัตว์ป่าเริ่มจากการเลือกเส้นทางสำรวจเพื่อวาง "ที่เหยียบ" ในบริเวณที่มีการรบกวนจากมนุษย์หรือสัตว์เลี้ยงน้อยที่สุด หรือไม่มีการรบกวนเลย ที่ระยะทาง 0 เมตร จะเป็นตำแหน่งแรกที่ติดริบบิ้นสี แสดงระยะทาง และวาง "ที่เหยียบ" ที่ 1 โดยเลือกพื้นที่ราบบริเวณสองข้างทางแล้ววางกรอบไม้ไผ่ที่ประกอบแล้วขนาด 0.5x0.5 ตารางเมตร เททรายหรือดินละเอียดผ่านตะแกรงร่อนลงในกรอบสี่เหลี่ยม หลังจากนั้น ยกกรอบไม้ไผ่ออกแล้วใช้ไม้ผิวหน้าเรียบหรือท่อพลาสติก ปาดหน้าดินให้เรียบ และล่อด้วยอาหารซึ่งมีกลิ่น เช่น กล้วยสุก, ถั่วเน่า หรือปลาร้า เอาไว้ตรงกลาง "ที่เหยียบ" เพื่อดึงดูดให้สัตว์ป่ามาเหยียบ และปรากฏรอยเท้าบน "ที่เหยียบ" ที่วางเอาไว้ สถานีต่อ ๆ ไปวาง "ที่เหยียบ" ทุกระยะ 50 เมตร จนกว่าจะถึงระยะทางที่กำหนดเอาไว้ และติดป้ายบอกระยะทางเพื่อเป็นจุดสังเกต ชนิดของอาหารล่อที่ใช้อาจเปลี่ยนสลับกันไป เช่น ทุก ๆ 5 ตำแหน่ง จะเปลี่ยนชนิดของอาหารล่อ 1 ครั้ง เป็นต้น ส่วนการวาง "ที่เหยียบ" ตามเส้นทางสำรวจครั้งแรกนี้ ต้องทำแผนที่เส้นทางอย่างสังเขปประกอบด้วย

หลังจากวาง "ที่เหยียบ" พร้อมกับอาหารล่อครบทุกตำแหน่ง ตามระยะทางที่กำหนดไว้แล้ว ทิ้งไว้ 1 คืน และดำเนินการเก็บข้อมูลในเช้าวันรุ่งขึ้น โดยเดินสำรวจร่องรอยสัตว์ป่าที่ปรากฏบน "ที่เหยียบ" ในแต่ละตำแหน่งและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของแต่ละตำแหน่งลงในแบบบันทึกข้อมูลที่ได้ออกแบบเอาไว้ โดยหลังจากเก็บข้อมูลในวันแรกแล้ว ต้องลบร่องรอยเก่าออกด้วยการปาดหน้าดินให้เรียบเหมือนเดิมและวางอาหารล่อใหม่ จากนั้นจึงสามารถเก็บข้อมูลใหม่ได้ในวันต่อไป ในการศึกษาเบื้องต้นนี้ได้เก็บข้อมูลเป็นเวลาติดต่อกัน 2 วันในแต่ละพื้นที่

ผลการวิจัย

จากการประมวลผลข้อมูล พบรอยเท้าของสัตว์ป่าประมาณ 41-51% ของตำแหน่งที่เหยียบ ซึ่งวางเอาไว้ทั้งสองพื้นที่ (ตารางที่ 1) โดยรอยที่พบส่วนมากเป็นหนู (31-64%) นอกจากนี้ยังพบรอยนก และไก่ป่า 15-24% กระรอกดิน 8-33% ชะมด และอีเห็น 8-14% แมวดาวซึ่งเป็นแมวป่าขนาดเล็ก 18-27% และเสือไฟซึ่งเป็นแมวป่าขนาดกลาง 12-48% โดยปริมาณของรอยเท้าที่พบในวันแรกและวันต่อไปจะต่างกัน

ตารางที่ 1. รอยเท้าของสัตว์ป่าที่พบในพื้นที่ที่ทำการศึกษา

พื้นที่	ห้วยน้ำโป่ง		ดงมะไฟ	
วันที่	5 ก.พ. 2542	6 ก.พ. 2542	13 ก.พ. 2542	14 ก.พ. 2542
จำนวน "ที่เหยียบ"	39	39	51	61
จำนวน "ที่เหยียบ" ที่พบรอยเท้า	18	20	21	26
% ของ "ที่เหยียบ" ที่พบรอยเท้า	46	51	41	43
จำนวนรอยเท้าที่สามารถจำแนกชนิด	21	27	26	28
แมวดาว (%)	-	19	27	18
เสือไฟ (%)	-	48	12	-
ชะมดและอีเห็น (%)	14	-	8	-
กระรอกดิน (%)	14	33	8	-
หนู (%)	48	-	31	64
นกและไก่ป่า (%)	24	-	15	18

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของสัตว์ป่าที่พบในสองพื้นที่จะเห็นว่าคล้ายกัน แต่จะพบแมวขนาดกลาง และกระรอกดินในพื้นที่แรกมากกว่า และพบแมวขนาดเล็กและหนูในพื้นที่ 2 มากกว่า นอกจากนี้ยังพบแมวดาวและเสือไฟ ในพื้นที่เดียวกันซึ่งแสดงว่าเป็นสัตว์ที่สามารถอยู่ร่วมกันได้

เมื่อดูผลกระทบของระยะห่างระหว่าง "ที่เหยียบ" ต่อความหนาแน่นสัมพัทธ์ของแมวดาว เสือไฟ ชะมดและอีเห็น จะพบว่ายิ่งระยะทางระหว่าง "ที่เหยียบ" ห่างกันมากแต่ถ้าระยะทางในการสำรวจเท่ากัน ตำแหน่งที่วาง "ที่เหยียบ" จะน้อยลง แต่ความหนาแน่นสัมพัทธ์จะสูงขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ เมื่อเพิ่มระยะห่างระหว่าง "ที่เหยียบ" ก็ไม่ได้ทำให้ผลสรุปแตกต่างกันในแง่ที่ว่าพื้นที่หนึ่งจะมีความหนาแน่นสัมพัทธ์มากหรือน้อยกว่ากัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบความแตกต่างของความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสัตว์ป่า 3 จำพวก เมื่อระยะทางระหว่าง "ที่เหยียบ" แตกต่างกัน พื้นที่1 คือ ห้วยน้ำโป่ง และพื้นที่ 2 คือ ดงมะไฟ

ระยะทางระหว่าง "ที่เหยียบ" (เมตร)	จำนวน "ที่เหยียบ" ทั้งหมด (N)		ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (% ของ "ที่เหยียบ" ที่พบรอยเท้า)					
			แมวดาว		เสือไฟ		ชะมดและอีเห็น	
	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2
50	38	60	13	15	32	5	8	3
100	19	30	21	23	42	10	16	7
150	12	20	33	30	50	15	17	10
200	9	15	33	47	56	20	33	13
250	7	12	43	50	57	17	29	17
300	6	10	50	50	67	20	33	20
350	5	9	60	67	60	22	40	22
400	5	8	40	75	60	38	60	25
450	4	7	50	57	50	29	50	29
500	4	6	75	83	50	33	50	33

บทวิจารณ์

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาเบื้องต้น โดยทำการศึกษาในแต่ละพื้นที่เป็นเวลา 2 วัน แต่ก็ทำให้เห็นความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดของความหนาแน่นสัมพัทธ์ของแมวขนาดกลางคือ เสือไฟ แมวขนาดเล็กคือ แมวดาว กระรอกดิน และหนูระหว่างสองพื้นที่ โดยพื้นที่แรกอยู่ใกล้กับลำห้วยมีผลทำให้พบแมวป่าขนาดกลางมากกว่า แต่ถ้าจะให้ผลที่เชื่อถือได้ ควรจะทำการสำรวจต่อเนื่องในพื้นที่เดียวกันเป็นเวลาอย่างน้อย 5 วัน เพื่อศึกษาว่าผลรวมของรอยเท้าที่พบจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาอย่างไร จะถึงจุดอิ่มตัวเมื่อไร จุดอิ่มตัวจะแสดงถึงความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่ถูกต้อง ใกล้ความเป็นจริงมากที่สุดของสัตว์ป่าแต่ละชนิด

การศึกษาสัตว์ป่าด้วยการวาง "ที่เหยียบ" จะเหมาะสมสำหรับการศึกษาแมวป่าขนาดกลาง และขนาดเล็ก ซึ่งอาจจะใช้เป็นสัตว์เปรียบเทียบความสมบูรณ์ของสัตว์ป่าในแต่ละพื้นที่ และเป็นสัตว์ที่แสดงถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์ป่า แต่ในเวลาเดียวกัน ก็ควรจะระวัง เพราะการเพิ่มและลดลงของแมวป่า อาจจะเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงประชากรของเหยื่อก็ได้ เช่น แมวดาว ซึ่งเป็นแมวขนาดเล็กและกินหนูฟานเหลือง (*Maxomys surifer*) เป็นส่วนใหญ่ (Rabinowitz, 1990) อาจจะมีประชากรเพิ่มขึ้นและลดลงขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและขนาดของประชากรของหนูฟานเหลือง

การศึกษาความเป็นไปได้เพื่อการให้คนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการศึกษาสัตว์ป่าด้วยการวาง "ที่เหยียบ" อาจจะเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่ทำให้คนท้องถิ่นเริ่มมีทักษะของการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ สามารถทำได้ง่าย ประหยัด น่าสนใจ และอาจช่วยส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศไปในตัว โดยสามารถวางตามเส้นทางเดินเท้าระหว่างหมู่บ้าน ร่องรอยที่พบเห็นทำให้หลายคนแปลกใจ เพราะป่าบริเวณดังกล่าวในช่วงฤดูแล้งค่อนข้างร้อนมาก และใบไม้ผลัดใบเกือบหมด ดูเผิน ๆ คล้ายกับต้นไม้ที่ไม่มีใบจะไร้ชีวิต แต่เมื่อศึกษาร่องรอยของสัตว์ป่าด้วยการวาง "ที่เหยียบ" กลับปรากฏมีสิ่งมีชีวิต เช่น แมวป่า ปริมาณมากพอสมควร ความรู้สึกดังกล่าวแสดงออกมาจากผู้เข้าร่วมฝึกปฏิบัติหลาย ๆ คน

การศึกษาต่อไป ควรจะมีผู้ร่วมศึกษามากขึ้นกว่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวบ้านตามหมู่บ้านต่าง ๆ ที่ไม่ได้ทำงานให้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ส่วนแนวคิดว่าจะให้ชาวบ้านเพศหญิงเข้ามามีส่วนร่วมด้วย ได้นำเข้ามาพิจารณาตั้งแต่แรก แต่ยังมีปัญหาและเป็นเรื่องใหม่ หรืออาจจะเป็นไปได้ว่าผู้หญิงไม่เหมาะสมสำหรับงานนี้

นอกจากนี้การศึกษาต่อไปยังควรจะครอบคลุมพื้นที่และระยะทางมากกว่านี้ ซึ่งจะทำให้เห็นสถานภาพของสัตว์ป่าโดยรวมมากกว่านี้ เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ได้มากกว่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อมูลเกี่ยวกับแมวขนาดเล็ก เช่น แมวดาว และแมวขนาดกลาง เช่น เสือไฟ นอกจากนี้การติดตามศึกษาในช่วงเวลาที่ต่างกัน ยังสามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสัตว์ป่าตามกาลเวลาอีกด้วย

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เกลี่ยทรายให้เรียบในระหว่างทำ "ที่เหยียบ" แต่รอยเท้าบน "ที่เหยียบ" ที่รองด้วยทรายให้รายละเอียดที่ไม่ชัดเจน น่าจะเปลี่ยนใหม่โดยใช้ฝุ่นละเอียดในพื้นที่มาเกลี่ยจะดีกว่า แต่ถ้าจะใช้ผงยิปซัมหรือปูนขาวโรย ซึ่งหาซื้อได้ง่ายก็อาจจะเก็บรายละเอียดของรอยเท้าได้ดี แต่มีข้อเสีย คือ ไม่กลมกลืนกับสิ่งแวดล้อมเพราะมีสีขาว ส่วนขนาดของ "ที่เหยียบ" ถ้าสามารถทำให้ขนาดใหญ่มากกว่านี้ คือ แทนที่จะเป็น 0.5x0.5 ตารางเมตร ก็เปลี่ยนเป็น 1x1 ตารางเมตร ก็จะสามารถทำให้ได้ระยะทางสองก้าวย่างของสัตว์ป่าชนิดนั้นซึ่งถ้าเป็นการก้าวย่างธรรมดาจะมีความยาวเท่ากับขนาดของลำตัวของสัตว์ป่าดังกล่าว

ส่วนระยะทางระหว่าง "ที่เหยียบ" จะห่างประมาณเท่าไรนั้น อาจจะพิจารณาจากการศึกษานิเวศวิทยาของแมวป่า และสัตว์ป่าอื่น ๆ แต่ละชนิดไป ดังข้อมูลในตารางที่ 3 ซึ่งเป็นข้อมูลของแมวดาว ชะมด อีเห็น หลาย ๆ ชนิด ที่มีการศึกษาที่บริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง สัตว์ป่าดังกล่าว อาศัยอยู่ในป่าแห้งแล้งที่มีป่าผสมหลายชนิด คือ ป่าเต็งรัง, ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง ถึงแม้ว่าจะไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับเสือไฟ แต่จากข้อมูลที่มีอยู่อาจจะกล่าวได้ว่า ระยะที่มากที่สุดที่ควรจะวาง "ที่เหยียบ" เพื่อสำรวจสัตว์กลุ่มนี้ควรจะห่างกัน 500 เมตร

ข้อมูลจากตารางที่ 3 ช่วยในการพิจารณาว่าระยะทางระหว่าง "ที่เหยียบ" ควรจะห่างกันเท่าใดเพื่อให้ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ใกล้เคียงกับความหนาแน่นที่เป็นจริงมากที่สุด โดยมีสมมุติฐานว่าการพบรอยเท้าในแต่ละตำแหน่ง

เป็นอิสระต่อกัน นอกจากนี้ยังจะกำหนดขนาดของ "ที่เหยียบ" เพื่อให้ได้ระยะทางสองก้าวย่างของสัตว์ ซึ่งเท่ากับขนาดลำตัว โดยจะมีความยาวน้อยกว่าความยาวของหัวและลำตัวรวมกันดังที่มักจะมีการบันทึกไว้ในการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชื่อชะมดและอีเห็นในภาษาไทยอาจจะทำให้หลายคนสับสน แต่ในที่นี้ชะมดเช็ด คือ Small Indian Civet (*Viverricula malaccensis*), ชะมดแผงหางปล้อง คือ Large Indian Civet (*Viverra zibetha*), อีเห็นธรรมดา หรืออีเห็นข้างลาย คือ Common Palm Civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) และอีเห็นเครือ คือ Masked Palm Civet (*Paguma larvata*)

ตารางที่ 3. แสดงรัศมีของพื้นที่หากิน, ระยะทางที่เดินทางในแต่ละวัน และความยาวรวมของหัวและลำตัวของแมวดาว ชะมด และอีเห็นแตกต่างชนิดกัน (Rabinowitz, 1990; 1991)

ชนิด	รัศมีของพื้นที่หากินในแต่ละวัน (ม.)	ระยะทางที่เดินในแต่ละวัน (ม.)	ความยาวของหัวและลำตัว (ซม.)
แมวดาว (ตัวผู้ 3, ตัวเมีย 1)	680-973	630-1,000	55.0-60.0
ชะมดเช็ด (ตัวผู้)	554 (432-704)	500 (400-800)	68.0
อีเห็นเครือ (ตัวเมีย)	484 (406-711)	620 (500-1,000)	64.0
อีเห็นธรรมดา (ตัวผู้)	814 (660-1,226)	1,000 (430-1,800)	77.0
อีเห็นธรรมดา (ตัวผู้)	424 (326-628)	660 (540-1,000)	58.0
ชะมดแผงหางปล้อง (ตัวผู้)	1,204 (761-1,583)	1,700 (920-2,970)	83.3-86.0

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 341015

เอกสารอ้างอิง

มูลนิธิโลกสีเขียว. 2541. รอยตีนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในประเทศไทย. มูลนิธิโลกสีเขียว, กรุงเทพฯ.

สมโภชน์ ศรีโกสามาตร, สุวิทย์ เนาสวัสดิ์, สมศักดิ์ เลายี่ปา และวราวุธ สุธีธร. 2542. สถานภาพของโป่งและสัตว์ป่าในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและศักยภาพในการส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ. เอกสารการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 3 เดือนตุลาคม, อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา.

CONNER, M. C., R. F. LABISKY AND D. R. PROGULSKE, JR. 1983. Scent-station indices as measures of population abundance for bobcats, raccoons, gray foxes, and opossums. Wildlife Society Bulletin 11: 146-152.

RABINOWITZ, A. 1990. Notes on the behavior and movements of leopard cats, *Felis bengalensis*, in a dry tropical forest mosaic in Thailand. Biotropica 22(4): 397-403.

RABINOWITZ, A. 1991. Behaviour and movement of sympatric civet species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. J. Zool. Lond. 223: 281-298.

ตอนที่ 11
การใช้ประโยชน์
จากทรัพยากรชีวภาพ

การตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดจากพืชและจุลินทรีย์

ยอดหทัย เทพธรานนท์[1], มธุรส พงษ์ลิขิตมงคล[2], ธิติมา เพ็งสุภาพ[3], กนกวรรณ พุ่มพุทรา[4], อมรทิพย์ เมืองพรหม[5], จันทิรา ปัญญา[5], ดาราพร พิทยขจรวุฒิ[5], จรินทร์ คร้ามอยู่[5], กัณวัฒน์ ด่านวิเศษกาญจน์[5]และ อัมพร หรั่งรอด[5]

[1]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[3]ภาควิชาชีวเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[4]คณะเทคโนโลยีชีวภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตราษฎร์บูรณะ กรุงเทพฯ 10140

[5]ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

ABSTRACT

SEARCHING FOR BIOACTIVE SUBSTANCES FROM PLANTS AND MICROORGANISMS

Y. Thebtaranonth[1], M. Ponglikitmongkol[2], T. Pengsuparp[3], K. Poomputsa[4], A. Muangprom[5], J. Panya[5], D. Pittayakhajonwut[5], J. Kramyu[5], K. Danwisetkanjana[5] and A. Rungrod[5]

[1]Department of Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400
[2]Department of Biochemistry, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400
[3]Department of Biochemistry, Faculty of Pharmacology, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330
[4]Faculty of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Rajburana, Bangkok 10140
[5]National Center of Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency, Rajdhevee, Bangkok 10400

The Bioassay Research Facility Unit (BRF) was established for screening of bioactive substances from extracts of plants and microorganisms collected in Thailand. BRF is currently responsible for 3 bioassays namely, anticancer, anti-HSV-1 and antifungal assays. Investigation of antifungal, anticancer and anti-HSV-1 activities were performed on 1073, 1169 and 860 microorganism extracts respectively. Results revealed that 5.5% of extracts showed antifungal activity at concentrations equal to or less than 50 ug/ml, 7.3% showed anticancer activity at concentrations of at least 20 ug/ml and 8.8% had antiviral activity at concentrations between 20-50 ug/ml. These 3 activities were also determined for plant extracts. Positive samples from plant extracts included 4.4% (of 1,073), 16.5% (of 1,169) and 18.5% (of 860) showing antifungal, anticancer and antiviral activities respectively at the corresponding concentrations mentioned previously.

Samples showing anticancer activity will be further tested for their mechanisms of action including anti-telomerase, anti-*ras*, anti-mitotic and anti-topoisomerase II activities. The optimal conditions for each assay are now being developed. Investigation of anti-HIV reverse transcriptase is also on-going.

Key words: bioactive substances, screening, plants, microorganisms

บทนำ

ประเทศไทยอุดมไปด้วยวัตถุดิบธรรมชาติที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ทรัพยากรชีวภาพเหล่านี้เป็นแหล่งสำคัญของสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ในเชิงการแพทย์และเภสัชกรรม ซึ่งยังไม่ได้ถูกค้นพบอีกมากมาย ในขณะเดียวกันสารทางธรรมชาติหลายชนิดก็ถูกนำมาใช้กับร่างกายมนุษย์แล้ว เช่น การใช้พืชสมุนไพรในการรักษาโรค บางชนิดโดยอาศัยภูมิปัญญาชาวบ้าน ซึ่งยังไม่ได้มีการตรวจสอบหาความเป็นพิษของสารและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอย่างทั่วถึง ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติได้ตระหนักถึงความสำคัญนี้ จึงได้จัดตั้งหน่วยปฏิบัติการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioassay Research Facility Unit) เพื่อพัฒนาเทคนิคที่เหมาะสมในการตรวจหาสารชีวภาพจากสารสกัดจากพืชและจุลินทรีย์ที่มีคุณค่าต่อชีวิตมนุษย์

ห้องปฏิบัติการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพยังมีเป้าหมายหลักที่จะเป็นห้องปฏิบัติการกลางที่ให้บริการตรวจหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดจากพืชและจุลินทรีย์ โดยวิธีที่เป็นมาตรฐานและยอมรับ ซึ่งเป็นการช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่จะต้องส่งสารไปทดสอบยังต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นการเสริมสร้างความสามารถของบุคลากรในการพัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้นภายในประเทศ ทั้งยังช่วยสนับสนุนงานวิจัยภายในประเทศให้ดำเนินไปได้อย่างสะดวกและรวดเร็วขึ้น

วิธีการ

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านเชื้อรา (Antifungal Assay)

ตรวจสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราด้วยวิธี XTT assay (Scudiero *et al.*, 1988) เลี้ยงเชื้อรา *Candida albicans* $2x10^6$ CFU/ml ในอาหารเลี้ยงเชื้อ RPMI 1640 ที่มีสารที่ต้องการทดสอบความเข้มข้น 20 ug/ml และ 50 ug/ml ซึ่งละลายอยู่ใน 10%DMSO จากนั้นนำไป incubate ที่ 37°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วใส่สารละลายผสมของ XTT ความเข้มข้น 1 mg/ml และ 0.025 mM *N*-methylphenazolium methosulfate (PMS) ปริมาณ 50 ul นำไป incubate ต่ออีก 4 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปเขย่าบน microplate shaker เป็นเวลา 5 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 nm. โดยใช้ Amphoteracin B เป็น positive control และ 10%DMSO เป็น negative control

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง (Anticancer Assay)

เซลล์มะเร็งที่ใช้ในการศึกษาคือ KB (epithelial carcinoma of oral cavity), BC (breast cancer)

ตรวจสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งด้วยวิธี SRB assay (Kehan *et al.*, 1990) ละลายสารที่ต้องการทดสอบด้วย 10%DMSO ให้มีความเข้มข้น 0.4 mg/ml หยอดสารที่ต้องการทดสอบ 10 ul ลงใน 96-well plate จากนั้นเติมเซลล์มะเร็งอายุ 4 วัน ความเข้นข้น $2x10^5$ cells/ml ปริมาตร 190 ul นำไป incubate ในตู้อบอุณหภูมิ 37°C, 5%CO_2 เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วเติม 50% Trichloroacetic acid (TCA) ที่แช่เย็น 100 ul นำไปทิ้งไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4°C นาน 30 นาที จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด 4 ครั้ง ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วเติม 0.05% sulforhodamine B ใน 1% acetic acid 100 ul ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปล้างด้วย 1% acetic acid 4 ครั้ง ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วจึงเติม 10 mM Tris-base pH 10 200 ul นำไปเขย่าด้วยเครื่อง microplate shanker เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm. ด้วยเครื่อง ELISA Microplate Reader คำนวณผลและสรุปฤทธิ์ของสารโดยเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากหลุมที่มีสารกับหลุมควบคุมซึ่งไม่มีสารที่ต้องการทดสอบ โดยใช้ Ellipticine เป็นตัวควบคุมผลบวก และ 10%DMSO เป็นตัวควบคุมผลลบ

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านไวรัสก่อโรคเริม (Anti-HSV-1 Assay)

ไวรัสที่ใช้ในการศึกษาคือ HSV-1 (KOS strain); เซลล์ที่ใช้สำหรับเลี้ยงเชื้อไวรัสคือ Vero cell line (African green monkey kidney cell line)

ทดสอบฤทธิ์โดยผสมไวรัสในปริมาณ 30 PFU และสารที่ต้องการทดสอบในอาหารเลี้ยงเซลล์ (media) ให้มีความเข้มข้นของสารที่ 20 ug/ml และ 50 ug/ml โดยใช้ 10%DMSO เป็นตัวทำละลาย จากนั้นเติมเซลล์ Vero ($2x10^6$ cells/ml) ลงไป นำไป incubate ใน CO_2 incubator 37°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วเติม 50% Trichloroacetic acid (TCA) ที่แช่เย็น 100 ul นำไปทิ้งไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4°C นาน 30 นาที จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด 4 ครั้ง ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วเติม 0.05% sulforhodamine B ใน 1% acetic acid 100 ul ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปล้างด้วย 1% acetic acid 4 ครั้ง ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วจึงเติม 10 mM Tris-base pH 10 200 ul นำไปเขย่าด้วยเครื่อง microplate shanker เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm. ด้วยเครื่อง ELISA Microplate Reader คำนวณผลและสรุปฤทธิ์ของสารโดยเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากหลุมที่มีสารกับหลุมควบคุมซึ่งไม่มีสารที่ต้องการทดสอบ โดยใช้ Acyclovir เป็นตัวควบคุมผลบวก และ 10%DMSO เป็นตัวควบคุมผลลบ

นอกจากนี้ยังตรวจสอบความเป็นพิษเบื้องต้นของสารต่อ host cell (Vero cell line) โดยทำการทดลองดังวิธีที่กล่าวไว้ข้างต้นแต่ใช้ host cell ที่ไม่มีการ infect ด้วยเชื้อไวรัส ใช้ Ellipticine เป็นตัวควบคุม

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาวิธีการทดสอบ

เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาจากโครงการนี้เป็นเทคโนโลยีการตรวจสอบหาฤทธิ์ของสารในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งหรือจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรค โดยใช้เซลล์หรือจุลชีพนั้น ๆ ในการตรวจสอบ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำ อาศัยการตรวจนับจำนวนเซลล์จากปริมาณสีที่เกิดจากจำนวนเซลล์ที่แตกต่าง (colorimetric assay) และมีการอ่านผลครั้งสุดท้ายโดยใช้เครื่องวัด (ELISA plate reader) ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้กับการหาฤทธิ์ของสารที่มีจำนวนชนิดมาก ๆ และสามารถตรวจยืนยันผลได้หลายครั้งตามความต้องการโดยง่าย

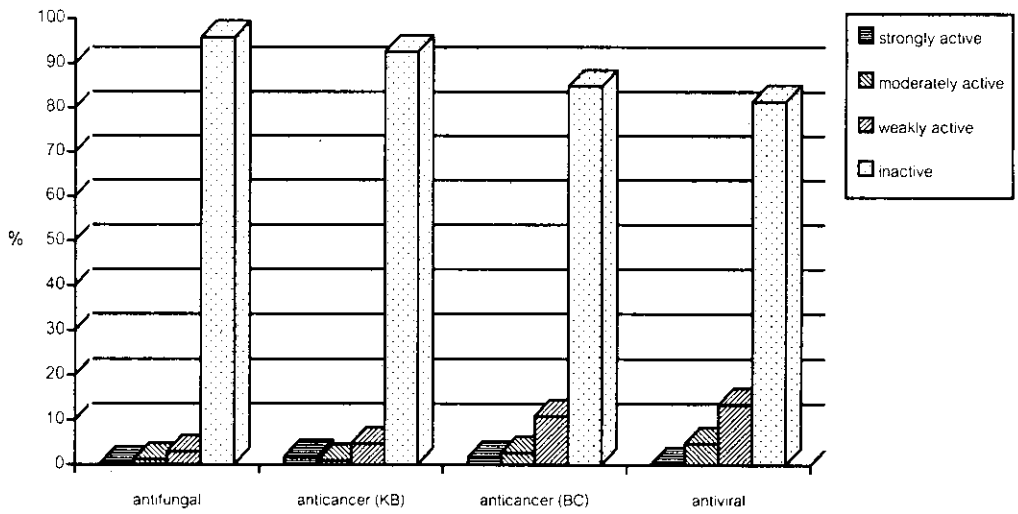
การทดสอบฤทธิ์ต้านมะเร็งและต้านไวรัสจะอาศัยหลักการวัดการมีชีวิตอยู่ของเซลล์ในสภาวะที่มีสารตัวอย่างโดยการย้อมสีผนังเมมเบรนของเซลล์ด้วยสี sulforhodamine B แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงไปเปรียบเทียบกับเมื่อไม่มีสารตัวอย่างอยู่ ในขณะที่การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อราจะใช้หลักการวัดเซลล์ที่ยังมีชีวิตด้วยการโดยการย่อย XTT (Tetrazolium salt) ให้กลายเป็น Formazan ด้วยเอนไซม์ที่ผลิตจาก mitocondria ของเซลล์

ผลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

พบฤทธิ์ต้านเชื้อราที่ความเข้มข้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 ug/ml, ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (KB และ/หรือ BC cell line) ที่ความเข้มข้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ug/ml และฤทธิ์ต้านไวรัสที่ระดับความเข้มข้น 20-50 ug/ml จากสารสกัดจากพืช 4.2%, 16.5% และ 18.5% ตามลำดับ ในขณะที่พบฤทธิ์ดังกล่าวในสารสกัดจากจุลินทรีย์ 5.5%, 7.3% และ 8.8% ตามลำดับ

เมื่อแบ่งระดับความมีฤทธิ์ทางชีวภาพของสารตัวอย่างออกเป็น 3 ระดับ คือ มีฤทธิ์น้อย (weakly active), มีฤทธิ์ปานกลาง (moderately active) และมีฤทธิ์มาก (strongly active) ก็จะพบว่าสารตัวอย่างที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพส่วนใหญ่จะแสดงฤทธิ์น้อยและฤทธิ์ปานกลาง พบเป็นส่วนน้อยที่มีฤทธิ์มาก (ภาพที่ 1 และ 2)

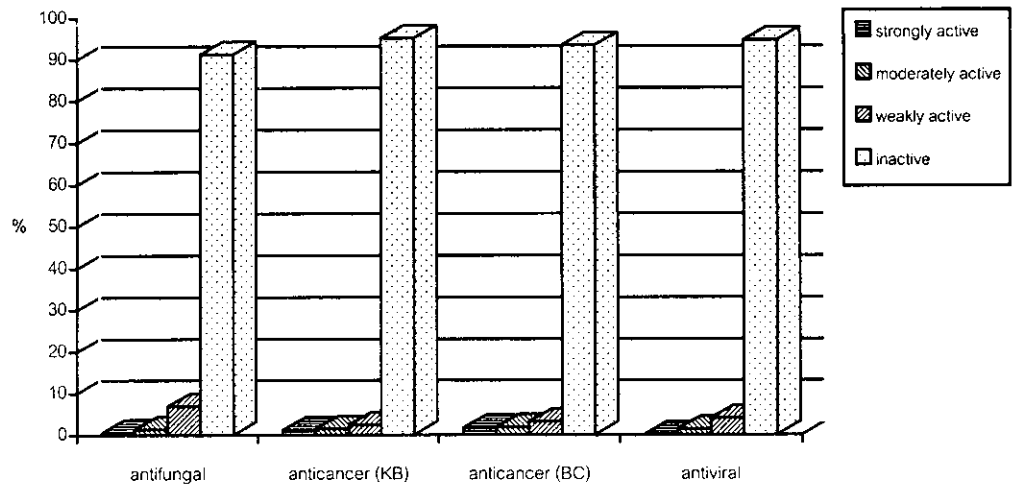
นอกจากนี้ยังพบว่าสารตัวอย่างที่มีฤทธิ์ฆ่าเซลล์มะเร็งส่วนใหญ่มีฤทธิ์ที่ไม่เฉพาะเจาะจง กล่าวคือ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้ทั้ง 2 ชนิด



ภาพที่ 1. แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากพืช

บทวิจารณ์

เทคนิคการตรวจหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพโดยใช้วิธี colorimetric assay เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความไว สะดวก รวดเร็ว สามารถตรวจสอบสารได้ครั้งละมาก ๆ (high-troughput screening)



ภาพที่ 2. แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากจุลินทรีย์

การย้อมเซลล์ด้วย sulforhodamine B (SRB) สามารถทำได้หลังจากการตรึงเซลล์ด้วย tricholoacetic acid (TCA) แล้ว สี SRB จะติดแน่นอยู่กับเซลล์ภายในสภาวะที่เป็นกรดอ่อน ๆ และสามารถละลายสีออกจากเซลล์ได้ด้วย Tris buffer ที่อยู่ในสภาวะเป็นเบส ขั้นตอนหลังการตรึงเซลล์ด้วย TCA และ ย้อมเซลล์ด้วย SRB นั้นสามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้อง หลังจากตาก plate ให้แห้งแล้ว โดยที่จะไม่มีผลต่อค่าการดูดกลืนแสง ทำให้วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและเหมาะกับการทดสอบสารจำนวนมาก ๆ

วิธี SRB assay นี้เหมาะกับการทดสอบที่ใช้เซลล์ชนิดที่เกาะติดกับ plate (adherent cell) มากกว่าเซลล์ประเภทที่ไม่เกาะติด (suspension cell) เนื่องจากมีขั้นตอนที่ยุ่งยากมากขึ้นในการตรึงเซลล์ประเภท suspension cell ดังนั้นวิธี XTT assay จึงถูกนำมาใช้ในการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อรา เนื่องจากสะดวกและรวดเร็วกว่า

XTT เป็นสารประเภท tetrasolium salt ที่ใช้วัดการมีชีวิตอยู่ของเซลล์ โดยการวัด activity ของเอนไซม์ mitochondrial dehydrogenase ภายในเซลล์ที่มีชีวิต เอนไซม์ dehydrogenase จะย่อย XTT (ไม่มีสี) ให้กลายเป็น formazan (สีส้ม) ที่ละลายได้ในน้ำ จากนั้นจึงนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นอกจากนี้การใช้ XTT ยังมีข้อดีกว่า MTT เนื่องจาก formazan ที่เกิดจากการย่อย MTT นั้นไม่สามารถละลายได้ในน้ำ จะต้องนำไปละลายใน Dimethysulfoxide (DMSO) ซึ่งยุ่งยากและอันตราย

จากการนำเทคนิคนี้ไปใช้ตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ 3 ประเภทดังกล่าว ได้แก่ ฤทธิ์ต้านเชื้อรา, ฤทธิ์ต้านมะเร็ง และฤทธิ์ต้านไวรัส พบว่าสามารถได้สารที่ให้ผลบวกอยู่ในเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือได้ อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้เป็นข้อมูลเบื้องต้นซึ่งยังจะต้องนำไปยืนยันผลการทดสอบอีกครั้ง และจะต้องนำสารที่ได้ไปทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน

บทสรุป

1. สามารถพัฒนาวิธีการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีความเหมาะสมกับเซลล์ที่ใช้ทดสอบโดยการใช้วิธี SRB assay กับเซลล์ชนิดที่เกาะติด และใช้วิธี XTT assay กับเซลล์ชนิดที่ไม่เกาะติด
2. พบสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อรา, ฤทธิ์ต้านมะเร็ง และฤทธิ์ต้านไวรัสในสารสกัดจากพืช 4.4%, 16.5% และ 18.5% ตามลำดับ
3. พบสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อรา, ฤทธิ์ต้านมะเร็ง และฤทธิ์ต้านไวรัสในสารสกัดจากจุลินทรีย์ 5.5%, 7.3% และ 8.8% ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

SCUDIERO, D. A., R. H. SHOEMAKER, K. D. PAULL, A. MONKS, S. TIERNEY, T. H. NOFZIGER, M. J. CURRENS, D. SENIFF AND M. R. BOYD. 1988. Evaluation of a Soluble Tetrazolium/Formazan Assay for Cell Growth and Drug Sensitivity in Culture Using Human and Other Tumor Cell Lines. Cancer Research 48: 4827.

SKEHAN, P., R. STORENG, D. SCUDIERO, A. MONKS, J. MCMAHON, D. VISTICA, J. T. WARREN, H. BOKESCH, S. KENNEY AND M.R. BOYD. 1990. New Colorimetric Cytotoxicity Assay for Anticancer-Drug Screening. Journal of the National Cancer Institute 82: 1107.

การอนุรักษ์พันธุ์พืชในสภาพปลอดเชื้อเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน: ฤทธิ์ทางชีวภาพจากการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชตระกูล *CASSIA*

เฉลิมพล เกิดมณี, สุมาลี กำจรวงศ์ไพศาล, ดาราพร พิทยชจรวุฒิ และ เกรียงไกร โมสาลียานนท์

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

ABSTRACT

BIOACTIVITY OF *CASSIA* EXTRACTS DERIVED FROM CELL CULTURE

C. Kirdmanee, S. Kamchonwongpaisan, D. Pittayakhajonwut and K. Mosaleeyanon

National Center of Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency, Rajdhevee, Bangkok 10400

Cassia seeds were sterilized and cultured *in vitro* on Murashige and Skoog solid medium. Callus was induced from seedling leaves on MS solid medium containing 1 mg l^{-1} of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid and 0.1 mg l^{-1} Kinetin for 3 months. Cells were cultured and secondary metabolite induced on MS liquid medium. Growing cells were harvested and extracted by water and hexane. The crude extracts were tested for anti-malarial, anti-tuberculosis (anti-TB), anti-cancer KB, anti-cancer BCA-1, anti-herpes simplex virus-1 (anti-HSV-1), anti-fungal (*Candida albicans*) and cytotoxicity activities. The growth rate of *Cassia* cells was 3.4–4.4 times per month. Positive results were obtained for anti-malarial 92%, anti-TB 46%, anti-cancer BCA-1 31%, anti-cancer KB 23%, anti-HSV-1 8% and anti-fungal 8% activities. Highly positive anti-malarial activities were observed for *C. grandis*, *C. siamea*, *C. bakeriana*, *C. bicapsularis* and *C. tora* with a 50% inhibitory concentration of 0.3–5 μg ml^{-1}. Positive anti-TB activities were found in hexane extract of *C. bakeriana*, *C. siamea*, *C. renigera*, *C. alata* and *C. tora*.

Key words: *Cassia*, cell culture, anti-malarial, anti-tuberculosis, bioactivity

บทนำ

พืชตระกูล *Cassia* จัดอยู่ในวงศ์ Caesalpiniaceae มีลักษณะเป็นทั้งไม้ยืนต้น และไม้พุ่ม ในประเทศไทยพบประมาณ 25 ชนิด (species) กระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ (เต็ม, 2523) พืชที่รู้จักดีในตระกูลนี้ ได้แก่ ราชพฤกษ์, ชัยพฤกษ์, ขี้เหล็ก และ ชุมเห็ดเทศ พืชตระกูลนี้ได้ถูกนำมาใช้ปรุงเป็นยาไทยมาแต่โบราณ การนำพืชจากธรรมชาติมาตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่ามีสารสำคัญในการรักษาโรคหลายชนิด เช่น โรคผิวหนังจากต้นชุมเห็ดไทยและชุมเห็ดเทศ (Pulok *et al.*, 1996; Benjamin and Lamikara, 1981) อย่างไรก็ตาม การสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชจากธรรมชาติมีความแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ฤดู, พื้นที่ปลูก, ชิ้นส่วนของพืชที่เก็บ ฯลฯ การหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเซลล์พืชเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มความแม่นยำ เนื่องจากสามารถใช้พืชที่มาจากแหล่งพันธุกรรมเดียวกันทุกครั้งและสามารถควบคุมปัจจัยในการเจริญเติบโตและการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ งานวิจัยชุดนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบการหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีความแม่นยำ โดยการวิจัยหาฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดจากเซลล์พืชตระกูล *Cassia* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และหาความสัมพันธ์ของพืชตระกูล *Cassia* กับการออกฤทธิ์ต้านทานสาเหตุการก่อโรค

วิธีการ

เก็บรวบรวมเมล็ดกัลปพฤกษ์ (*Cassia grandis* Linn.), กาแล์ (*Cassia bakeriana* Craib.), ขี้เหล็ก (*Cassia siamea* Britt), ขี้เหล็กเลือด (*Cassia timoriensis*), ขี้เหล็กอเมริกัน (*Cassia floribunda*), ชัยพฤกษ์ (*Cassia renigera*), ชุมเห็ดเทศ (*Cassia alata*), ชุมเห็ดไทย (*Cassia tora* Linn.), ทรงกรด (*Cassia bicapsularis* Linn.), ทรงบาดาล (*Cassia surattensis* Burm.), มะขามแขก (*Cassia angustifolia*), ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula*) และแสมสาร (*Cassia garretiana*) ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 2% เป็นเวลา 30 นาที ฟอกฆ่าเชื้อซ้ำอีกครั้งด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 1% เป็นเวลา 20 นาที และนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง นำเมล็ดที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อมาเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อบนอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (MS, 1964) ที่เติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ภายใต้อุณหภูมิ 23±2°C ความเข้มแสง 30 μmol m^{-2} s^{-1} เป็นเวลา 3 เดือน ใบของต้นพืชที่งอกถูกนำมาชักนำให้

เกิดแคลลัสบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) 1 กรัมต่อลิตร Kinetin 0.1 กรัมต่อลิตร และน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ภายใต้อุณหภูมิ 23±1°C ความเข้มแสง 10 μmol m^{-2} s^{-1} เป็นเวลา 3 เดือน เซลล์ของแคลลัสถูกนำมาเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนบนอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม 2, 4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร Kinetin 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร ที่ความเร็วรอบการเขย่า 120 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 23±1 °C ความเข้มแสง 30 μmol m^{-2} s^{-1} เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เซลล์พืชถูกถ่ายย้ายบนอาหารเหลวสูตรเดิมทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เซลล์พืชที่อยู่ในระยะเจริญถูกนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรชักนำการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูตร MS ที่เติม 2, 4-D 1 กรัมต่อลิตร Kinetin 0.1 กรัมต่อลิตร และน้ำตาล 120 กรัมต่อลิตร ภายใต้สภาพแวดล้อมของการเลี้ยงเช่นเดียวกับการเพิ่มจำนวนเซลล์ในอาหารเหลว เป็นเวลา 2 สัปดาห์

เซลล์พืชถูกนำมาปั่นด้วยเครื่องเซนติฟิวจ์ (Avanti J-25, Beckman, USA) ที่ระดับความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เพื่อแยกเซลล์และอาหารเลี้ยงออกจากกัน และล้างเซลล์ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ก่อนนำเซลล์ไปผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง (Cat No. 1001110, Whatman, England) นำเซลล์มาชั่งน้ำหนักสดและทำให้แห้งโดยผ่านเครื่อง freeze dry (Modulyo 98, Edwardas Co., UK) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เซลล์แห้งที่ได้ถูกนำไปชั่งน้ำหนักแห้งและปั่นในสารละลายเฮกเซน เป็นเวลา 30 นาที เซลล์ถูกแกว่งบนเครื่องเขย่าเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการกรองเซลล์ออกจากสารละลายเฮกเซน โดยผ่านกระดาษกรอง สารละลายที่ได้จากการสกัดถูกนำมาระเหยสารละลายเฮกเซนออกจากสารสกัดที่อุณหภูมิ 28±3°C เติมน้ำ 50 มิลลิลิตรในเซลล์ที่ผ่านการกรอง และนำมานึ่งที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นจึงนำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงนำเซลล์ที่ได้ไปผ่านการกรองแยกเซลล์และสารละลายออกจากกัน สารละลายที่ได้จากการกรองนำไปทำให้แห้งโดยผ่านเครื่อง freeze dry ส่วนสารสกัดที่ได้รับถูกนำไปตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ อัตราการเจริญ (น้ำหนักแห้งของเซลล์ที่เพิ่มขึ้นต่อเดือน) และอัตราการสร้างสารสกัด (น้ำหนักสารสกัด x น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของเซลล์ต่อเดือน)

การตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อต้านเชื้อมาเลเรีย โดยวิธี H-hypoxanthine incorporation สารสกัดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันความเข้มข้นละ 25 ไมโครลิตร ถูกหยดลงในจานหลุมชนิด 96 หลุม เติม 1.5% เซลล์แขวนลอย parasitized erythrocytes จำนวน 200 ไมโครลิตร ซึ่งมีส่วนผสมของ 2% parasitemia สารสกัดจากพืชถูกทำละลายใน 0.1 กรัมต่อมิลลิลิตร ไดเมทธิลซัลโฟไซด์ หลังจาก 24 ชั่วโมงของการเพาะเลี้ยงเติม H-hypoxanthine 25 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุม และเพาะเลี้ยงต่อเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ค่าการสังเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยสารกัมมันตรังสีของพาราไซด์ถูกติดตาม ค่าความเข้มข้นของสารที่ต่อต้านการเจริญของเชื้อ 50% (IC_{50}) ได้ถูกกำหนด โดยการเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นของยาที่ต่อต้านการเจริญของ H-hypoxanthine incorporation

การตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อต้านเชื้อวัณโรค จานหลุมชนิด 96 หลุม โดยเติมน้ำที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อลงในจานหลุมชนิด 96 หลุม โดยรอบเพื่อป้องกันการแห้งของหลุมภายใน สารสกัดที่ต้องการตรวจสอบถูกนำมาละลายในอีเธอร์ไดเมทธิลซัลโฟไซด์หรือน้ำกลั่น และนำมาละลายด้วยอาหาร Middlebrook 7H9 ที่เติม glycerol 0.2% และ casitone (7H9GC) 1.0 กรัมต่อลิตร และทำการละลายอีกครั้งใน 7H9GC 0.1 มิลลิลิตร ในจานหลุม เชื้อถูกทำให้เจือจางลง 100 เท่าใน 7H9GC และนำใส่ลงในจานหลุมหลุมละ 0.1 มิลลิลิตร จะทำให้เชื้อในถาดหลุมมีความเข้มข้นประมาณ $5x10^4$ โคโลนีต่อมิลลิลิตร หลุมควบคุม ประกอบด้วยหลุมที่มีเพียงแบคทีเรีย (B) และหลุมที่มีเพียงอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ (M) หลังจากนั้นจึงนำไปเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 6 วัน Alamar Blue 20 ไมโครลิตร และ 20% Tween 80 ปริมาตร 12.5 ไมโครลิตร ถูกเติมลงในหลุมที่ใช้เป็นหลุมควบคุม และทำการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37°C สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีฟ้าไปเป็นสีชมพู หากพบการเปลี่ยนแปลงสีเป็นสีชมพูภายใน 24 ชั่วโมงในหลุมควบคุม B จึงเติมสารละลายที่เตรียมไว้ลงในหลุมทั้งหมด และทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงในหลุมควบคุม B และ M เมื่อพบสีเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีชมพูให้เติมสารละลายที่เตรียมไว้ลงในจานหลุมทั้งหมด และทำการบันทึกผลหลังจากเติมสารละลายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้สีที่เปลี่ยนแปลงเป็นตัวชี้ความเข้มข้นที่ต่ำสุดของสารสกัด

การตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อต้านมะเร็ง (anti-cancer) โดยวิธีของ Skehan *et al.* (1990) เซลล์มะเร็งผิวหนังในช่องปากของมนุษย์ (KB) และเซลล์มะเร็งเต้านมของมนุษย์ (BCA-1) ได้ถูกใช้เพื่อการตรวจหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อต้านมะเร็ง เซลล์ในระยะเจริญถูกนำมาใส่ในอาหารเพาะเลี้ยงเซลล์ให้มีความหนาแน่น $2x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทำการละลายสารสกัดด้วย 10% dimethylsulphoxide (DMSO) และนำเซลล์มะเร็ง KB และ BCA-1 ที่ความหนาแน่นของเซลล์ $2x10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร จำนวน 200 ไมโครลิตรใส่ลงในจานหลุมชนิด 96 หลุม เซลล์ถูกนำไปเพาะเลี้ยงที่ 37°C ภายใต้คาร์บอนไดออกไซด์ 5% เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หยุดการเจริญของเซลล์โดยการเติมไตรคลอโรอะซีติกแอซิก 50% ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 30 นาที จึงนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น 4 ครั้ง หลังจากนั้นจึงนำไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำเซลล์ที่ผ่านการตรึงด้วย trichloro acetic acid (TCA) มาย้อมสี sulforhodamine B 0.05% ที่ละลายอยู่ใน acetic acid (SRB) 1% 4 ครั้ง เป็นเวลา 30 นาที หลังการย้อมสี SRB ให้ล้างสีที่ไม่เกาะติดกับเซลล์ด้วยอะซีติกแอซิก 1% และผึ่งให้แห้งก่อนสีที่จับกับเซลล์จะถูกละลายด้วย Tris base (pH 10) 10 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 5 นาที บนเครื่องเขย่า อ่านค่าความเข้มข้นของสารที่ต่อต้านการเจริญของเชื้อมะเร็ง 50% (IC_{50}) ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครไตเตอร์เพ็จ สารสกัดถูกตรวจสอบ 3 ซ้ำ DMSO ที่ใช้ถูกจำกัดค่าความเข้มข้นสุดท้ายที่ 0.5% เพื่อไม่ให้มีผลต่อการเจริญของเซลล์ และใช้ Elliphcine เป็นตัวควบคุมผลบวก

การตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อต้านไวรัสก่อโรคเริม (Herpes Simplex Virus, HSV-1) และการตรวจสอบความเป็นพิษ ทำโดยผสมไวรัสก่อโรคเริม (HSV-1) ความเข้มข้น 30 plaque forming Unit ในอาหารเลี้ยงเซลล์ Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM) ที่มีสารสกัดจากเซลล์พืช ความเข้มข้น 20 และ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเซลล์ไตของลิง (vero cell) ความเข้มข้น $2x10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C ภายใต้บรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 5% เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปตรึงด้วย TCA ย้อมสี SRB และอ่านค่า OD ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เช่นเดียวกับวิธีหาสารออกฤทธิ์ต้านมะเร็ง

การตรวจสอบความเป็นพิษของสารได้ทำเช่นเดียวกันกับการตรวจสอบไวรัส แต่ไม่มีการเติมเชื้อไวรัสลงในหลุมทดสอบ การยับยั้งการเจริญเติบโตของไวรัสที่ 50% (IC_{50}) ใช้ Acyclovir และ Elliphcine เป็นตัวควบคุมผลบวกสำหรับฤทธิ์ต้านไวรัสและความเป็นพิษต่อเซลล์ตามลำดับ แต่ละสารสกัดถูกตรวจสอบ 3 ซ้ำ DMSO ที่ใช้ถูกจำกัดค่าความเข้มข้นสุดท้ายที่ 0.5% เพื่อไม่ให้มีผลต่อการเจริญของเซลล์

การตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อต้านเชื้อรา (anti-fungal) โดยวิธีของ National Committee for Clinical Laboratory Standard (NCCLS) การตรวจ 2, 3–bis–(2-Methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)–2H-tetrazolium hydroxide (XTT) ถูกดัดแปลงจากวิธีของ Scudiero *et al.* (1988) เตรียมเชื้อ *Candida albicans* ที่มีความหนาแน่นของเซลล์จำนวน $2x10^6$ โคโลนีต่อมิลลิลิตร ในอาหารเลี้ยง RPMI1640 ที่เติม L-glutamine และ กลูโคส 2% โดยวิธี spectrophotometric method จากนั้นหยดเชื้อ *Candida albicans* 100 ไมโครลิตร ลงในจานหลุม 96 หลุม ที่มีสารสกัดจากเซลล์พืชความเข้มข้น 10 และ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นำไปเลี้ยงในตู้เพาะเลี้ยงอุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จึงเติมสารละลาย XTT (ประกอบด้วย XTT 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ phenazine methosulfate 5 ไมโครโมลาร์) 50 ไมโครลิตร นำไปเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าเป็นเวลา 5 นาที ก่อนวัดค่า OD ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครไตเตอร์เพลต คำนวณค่าความเข้มข้นของสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Candida albicans* 50% (IC_{50}) ด้วยโปรแกรม Softmax (Molecular Devices Corporation, USA)

ผลการวิจัย

เซลล์พืชตระกูล *Cassia* มีอัตราการเจริญอยู่ระหว่าง 3.4–4.4 เท่าต่อเดือน (ภาพที่ 1) เซลล์ของราชพฤกษ์และขี้เหล็กอเมริกันมีอัตราการเจริญสูงสุด ชุมเห็ดเทศ, ชุมเห็ดไทย และทรงบาดาล มีอัตราการเจริญลดลงตามลำดับ (ตารางที่ 1) การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพโดยการใช้น้ำให้ปริมาณสารสกัดที่สูงกว่าการสกัดด้วยเฮกเซน เซลล์พืชที่ให้สารสกัดจากเฮกเซนสูงมักพบว่าให้สารสกัดจากน้ำสูงเช่นกัน (ภาพที่ 1) สารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อ

มาเลเรียพบจากการสกัดทั้งจากเฮกเซนและน้ำ ในขณะที่สารสกัดจากเฮกเซนมีฤทธิ์ต่อต้านการเจริญของเชื้อวัณโรค แต่ไม่พบฤทธิ์ต่อต้านวัณโรคในสารสกัดด้วยน้ำ (ตารางที่ 1)

จากการตรวจหาสารออกฤทธิ์พบว่าเซลล์พืชตระกูล *Cassia* แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพ 92%, 46%, 31%, 23%, 8% และ 8% ในการตรวจสอบการต่อต้านเชื้อมาเลเรีย, วัณโรค, มะเร็ง BCA-1, มะเร็ง KB, ไวรัส HSV-1 และเชื้อรา *Candida albicans* ตามลำดับ สารสกัดจากชุมเห็ดไทยด้วยเฮกเซน, ขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำ, กัลปพฤกษ์ด้วยน้ำ, ทรงกรดด้วยเฮกเซน และกานล์ด้วยเฮกเซน ให้ค่าต่อต้านฤทธิ์มาเลเรียในระดับสูง (ตารางที่ 1) ปริมาณการผลิตสารสกัดจากเซลล์ขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำ ได้ปริมาณสูงสุด รองลงมา คือ กัลปพฤกษ์ด้วยน้ำ, กานล์ด้วยเฮกเซน, ทรงกรดด้วยเฮกเซน และชุมเห็ดไทยด้วยเฮกเซน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสารสกัดขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำมีค่าความเป็นพิษต่อเซลล์ในระดับสูงสุด (ตารางที่ 1)

สารสกัดจากเซลล์ชัยพฤกษ์, ชุมเห็ดเทศ และทรงกรด มีฤทธิ์ต่อต้านการเจริญของเชื้อวัณโรคที่ระดับปานกลาง และสารสกัดจากเซลล์กานล์, ขี้เหล็ก และชุมเห็ดไทย มีฤทธิ์ต่อต้านการเจริญของเชื้อวัณโรคที่ระดับต่ำ (ตารางที่ 1) สารที่มีฤทธิ์ต่อต้านการเจริญของเชื้อวัณโรคจากเซลล์ทุกชนิดมีระดับความเป็นพิษมากกว่า 20 $\mu g\ ml^{-1}$ สารสกัดจากเซลล์ชัยพฤกษ์เมื่อตรวจสอบการต่อต้านการเจริญของเชื้อมาเลเรีย, เชื้อวัณโรค, เชื้อ HSV-1, เซลล์มะเร็ง และเชื้อรา พบว่ามีฤทธิ์ต่อต้านการเจริญของเชื้อวัณโรคเท่านั้น ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าสารสกัดจากเซลล์ชัยพฤกษ์มีความจำเพาะที่สูงในการต้านทานเชื้อ

จากการตรวจสารสกัดจากเซลล์พืชตระกูล *Cassia* กับการออกฤทธิ์ทางชีวภาพต้านทานเซลล์มะเร็ง พบว่าขี้เหล็กอเมริกันสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านทานเซลล์มะเร็งในช่องปาก (KB) และเซลล์มะเร็งเต้านม (BCA-1) ได้ในระดับสูง อย่างไรก็ตามยังพบสารสกัดจากขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำมีความเป็นพิษต่อเซลล์ (ตารางที่ 1) การพัฒนาสารสกัดจากเซลล์ขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำ เพื่อหาสารที่ใช้เป็นยารักษามะเร็งจึงควรทำอย่างระมัดระวัง สารสกัดจากเซลล์กานล์ด้วยเฮกเซน, ชุมเห็ดเทศด้วยเฮกเซน และมะขามแขกด้วยเฮกเซน มีฤทธิ์ต่อต้านเซลล์มะเร็งเต้านม (BCA-1) ในระดับต่ำ และสารสกัดจากเซลล์ทรงกรดด้วยเฮกเซน มีฤทธิ์ต่อต้านเซลล์มะเร็งเต้านม (KB) ในระดับต่ำเช่นกัน สารสกัดจากเซลล์ขี้เหล็กเลือดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคเริม (HSV-1) และสารสกัดจากเซลล์ขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำมีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อราในระดับต่ำเท่านั้น (ตารางที่ 1)

บทวิจารณ์

การเพาะเลี้ยงเซลล์พืชเพื่อการสกัดหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมีข้อดีต่าง ๆ ดังนี้ 1) มีความเที่ยงตรงสูงและสามารถทำซ้ำได้ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำภายในห้องปฏิบัติการภายใต้การควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ทำให้ผลของการสร้างสารเกิดจากการแสดงออกของพันธุกรรมของพืชที่สภาพแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งต่างจากการเก็บพืชจากธรรมชาติมาหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพซึ่งมักพบการเจริญและการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ต่างกันเมื่อพืชเจริญที่ต่างพื้นที่ หรือต่างฤดูกัน 2) การหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากการเพาะเลี้ยงเซลล์สามารถสร้างสารที่ไม่เกิดขึ้นในธรรมชาติได้ โดยการควบคุมปัจจัยการเจริญและการสร้างสารให้แตกต่างจากในธรรมชาติ และยังสามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมโดยการใช้สารเคมี หรือการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมในระดับเซลล์ อย่างไรก็ตาม การหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเชิงพาณิชย์จากการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชก็ยังเป็นวิธีที่ต้องลงทุนสูง เนื่องจากเป็นการเพาะเลี้ยงบนเครื่องเขย่าภายใต้การควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของต้นพืช วิธีการดังกล่าวจึงน่าจะเหมาะกับการหาโครงสร้างทางเคมีของสารที่สกัดได้มากกว่า

จากการทดลองพบว่า การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพโดยการใช้น้ำให้ปริมาณสารสกัดสูงกว่าการสกัดด้วยเฮกเซน เนื่องจากน้ำเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วซึ่งสามารถละลายสารอินทรีย์ซึ่งเป็นสารที่พืชสร้างส่วนใหญ่ได้ดี มีความเป็นไปได้ที่เซลล์พืชที่เจริญเหมาะสมจะสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากทั้งในกลุ่มสารที่ละลายน้ำ (สารที่มีขั้ว) และสารในกลุ่มละลายในเฮกเซน (สารที่ไม่มีขั้ว) จึงพบว่าเซลล์พืชที่ให้สารสกัดจากน้ำสูงมักพบว่าให้สารสกัดจากเฮกเซนสูงเช่นกัน การให้สารสกัดปริมาณมากจึงมีผลกับปริมาณการสร้างสาร และความคุ้มทุนในการหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1. ความเข้มข้นของสารสกัดที่มีผลต่อการตายของเชื้อ/เซลล์ที่ระดับ 50% (anti-malarial, anti-tuberculosis (anti-TB), anti-herpes simplex virus (HSV), anti-cancer KB, anti-cancer BCA-1, anti-fungal) และค่าความเป็นพิษต่อเซลล์ ของสารสกัดจากการเพาะเลี้ยงเซลล์ *Cassia*

Common Name (Scientific Name)	Inhibitory Concentration (IC_{50})						
	Anti-malarial	Anti-TB	Anti-HSV	Anti-cancer KB	Anti-ancer BCA-1	Anti-fungal	Cyto-Toxicity
Water Extraction							
กัลปพฤกษ์ (*C. grandis* Linn.)	1.6	N	N	N	N	N	>50
กานล์ (*C. bakeriana* Craib)	7.4	N	N	N	N	N	>20
ขี้เหล็ก (*C. siamea* Britt.)	N	N	N	N	N	N	>20
ขี้เหล็กเลือด (*C. timoriensis*)	10.5	N	20.0	N	N	N	>50
ขี้เหล็กอเมริกัน (*C. floribunda*)	1.2	N	N	8.0	1.1	19.0	>5
ราชพฤกษ์ (*C. fistula*)	37.2	N	N	N	N	N	>50
ชัยพฤกษ์ (*C. renigera*)	13.7	N	N	N	N	N	>50
ชุมเห็ดเทศ (*C. alata*)	16.6	N	N	N	N	N	>20
ชุมเห็ดไทย (*C. tora* Linn.)	N	N	N	N	N	N	>50
ทรงกรด (*C. bicapsularis* Linn.)	10.3	N	N	N	N	N	>20
ทรงบาดาล (*C. surattensis* Burm.)	N	N	N	N	N	N	>50
มะขามแขก (*C. angustifolia*)	N	N	N	N	N	N	>50
แสมสาร (*C. garretiana*)	25.0	N	N	N	N	N	>20
Hexane Extraction							
กัลปพฤกษ์ (*C. grandis* Linn.)	N	N	N	N	N	N	>50
กานล์ (*C. bakeriana* Craib)	5.0	200.0	N	N	20	N	>20
ขี้เหล็ก (*C. siamea* Britt.)	49.6	200.0	N	N	N	N	>20
ขี้เหล็กเลือด (*C. timoriensis*)	16.2	N	N	N	N	N	>50
ขี้เหล็กอเมริกัน (*C. floribunda*)	N	N	N	N	N	N	>50
ราชพฤกษ์ (*C. fistula*)	16.8	N	N	N	N	N	>50
ชัยพฤกษ์ (*C. renigera*)	N	100.0	N	N	N	N	>20
ชุมเห็ดเทศ (*C. alata*)	13.3	100.0	N	N	19.9	N	>20
ชุมเห็ดไทย (*C. tora* Linn.)	0.3	200.0	N	N	N	N	>20
ทรงกรด (*C. bicapsularis* Linn.)	2.7	100.0	N	20.0	N	N	>20
ทรงบาดาล (*C. surattensis* Burm.)	14.8	N	N	N	N	N	>20
มะขามแขก (*C. angustifolia*)	N	N	N	N	19.1	N	>20
แสมสาร (*C. garretiana*)	N	N	N	20.0	N	N	>20

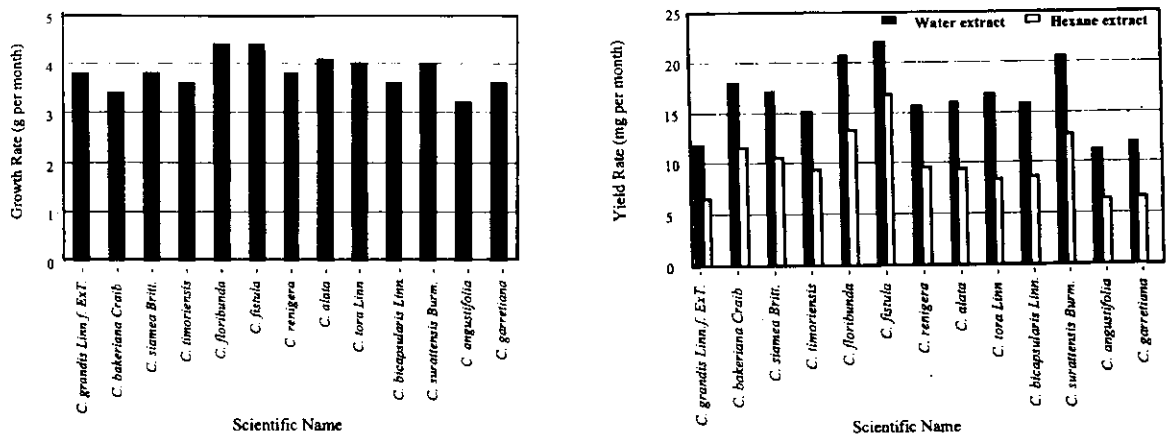
N: Negative results

สารสกัดจากเฮกเซนมีฤทธิ์ต่อต้านการเจริญของเชื้อวัณโรค แต่ไม่พบฤทธิ์ต่อต้านวัณโรคในสารสกัดด้วยน้ำ เนื่องจากผนังเซลล์ของเชื้อมีคุณสมบัติที่มีไขมันสูงและยอมให้สารกลุ่มไม่มีขั้วผ่าน เช่น เฮกเซน จึงทำให้สารออกฤทธิ์สามารถเข้าไปภายในเซลล์ของเชื้อและแสดงฤทธิ์ได้ (Thomas, 1995) ดังนั้นการตรวจหาฤทธิ์ทางชีวภาพต่อต้านเชื้อวัณโรคจึงควรสกัดด้วยเฮกเซน หรือสารกลุ่มไม่มีขั้ว

สารสกัดจากชุมเห็ดไทยด้วยเฮกเซน, ขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำ, กัลปพฤกษ์ด้วยน้ำ, ทรงกรดด้วยเฮกเซน และกานล์ด้วยเฮกเซน ให้ค่าต่อต้านฤทธิ์มาเลเรียในระดับสูง ฤทธิ์ทางชีวภาพต่อต้านเชื้อมาเลเรียจากสารสกัดจากเซลล์และจากพืชในธรรมชาติให้ผลสอดคล้องกันในขี้เหล็ก (Gbeassor *et al.*, 1989) และชุมเห็ดไทย (Ketsingh, 1950) ปริมาณการผลิตสารสกัดจากเซลล์ขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำ ให้ปริมาณสูงสุด รองลงมา คือ กัลปพฤกษ์ด้วยน้ำ อย่างไรก็ตามสารสกัดขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำมีค่าความเป็นพิษต่อเซลล์ในระดับสูง ดังนั้นสารสกัดจากเซลล์กัลปพฤกษ์จึงเป็นสารที่น่าสนใจในการพัฒนาเป็นยารักษามาเลเรีย เนื่องจากมีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อมาเลเรียที่ดี มีความเป็นพิษต่ำ และผลิตสารสกัดจากเซลล์ในอัตราที่สูง (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ การตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากเซลล์ขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำพบว่ามีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อมาเลเรีย ต่อต้านมะเร็งทั้งในเซลล์มะเร็งช่องปาก (KB) เซลล์มะเร็งเต้านม (BCA-1) และต่อต้านเชื้อรา จึงเป็นไปได้ที่สารสกัดจากเซลล์ขี้เหล็กอเมริกันมีการแสดงฤทธิ์ที่กว้าง การนำสารดังกล่าวมาพัฒนาเป็นยารักษาโรคจึงควรระมัดระวังเนื่องจากอาจเกิดผลข้างเคียงได้ง่าย และเป็นที่น่าสังเกตว่าขี้เหล็กอเมริกันเป็นพันธุ์พืชที่ต่างจากพันธุ์พืชอื่น ๆ เนื่องจากเป็นพันธุ์พืชจากต่างประเทศ จึงแสดงฤทธิ์ต่างจากพันธุ์พืชในตระกูลเดียวกันที่นำมาตรวจหาการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

สารสกัดจากเซลล์ชัยพฤกษ์ด้วยเฮกเซน มีฤทธิ์ต่อต้านการเจริญของเชื้อวัณโรคที่ระดับปานกลาง และสารสกัดจากเซลล์ชัยพฤกษ์เมื่อตรวจสอบการต่อต้านการเจริญของเชื้อมาเลเรีย, เชื้อวัณโรค, เชื้อ HSV-1, เซลล์มะเร็งช่องปาก KB, เซลล์มะเร็งเต้านม (BCA-1) และเชื้อรา พบว่ามีฤทธิ์ต่อต้านการเจริญของเชื้อวัณโรคเท่านั้น ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าสารสกัดจากเซลล์ชัยพฤกษ์มีความจำเพาะที่สูงในการต้านทานเชื้อ มีผลข้างเคียงต่ำเมื่อนำมาพัฒนาเป็นยา

จากการตรวจสารสกัดจากเซลล์พืชตระกูล *Cassia* กับการออกฤทธิ์ทางชีวภาพต้านทานเซลล์มะเร็ง สารสกัดจากเซลล์ขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านทานเซลล์มะเร็งในช่องปาก (KB) และเซลล์มะเร็งเต้านม (BCA-1) ได้ในระดับสูง อย่างไรก็ตามยังพบความเป็นพิษต่อเซลล์ (ตารางที่ 1) การพัฒนาสารสกัดจากเซลล์ขี้เหล็กอเมริกันด้วยน้ำเพื่อเป็นยารักษามะเร็ง จึงควรทำอย่างระมัดระวัง สารสกัดจากเซลล์ชุมเห็ดเทศด้วยเฮกเซน มีฤทธิ์ต่อต้านเซลล์มะเร็งเต้านม (BCA-1) ในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Benjamin and Lamikanra (1981) ที่รายงานว่าสารสกัดจากต้นชุมเห็ดเทศในธรรมชาติมีผลยับยั้งเนื้องอก



ภาพที่ 1. แสดงอัตราการเจริญ (growth rate) และผลผลิต (yield rate) จากการเพาะเลี้ยงเซลล์ของ *C. grandis* Linn., *C. bakeriana* Craib., *C. siamea* Britt., *C. timoriensis*, *C. floribunda*, *C. fistula*, *C. renigera*, *C. alata*, *C. tora* Linn., *C. bicapsularis* Linn., *C. surattensis* Burm., *C. angustifolia* และ *C. garretiam*

บทสรุป

การสกัดหาสารออกฤทธิ์ทางภาพจากการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชเป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการตรวจฤทธิ์ทางชีวภาพ จากการสกัดสารธรรมชาติเซลล์พืชตระกูล *Cassia* และการตรวจฤทธิ์ทางชีวภาพพบว่า มีศักยภาพในการพัฒนาหาสารออกฤทธิ์ต่อต้านการเจริญของเชื้อมาเลเรียและวัณโรค

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทยซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 639004

เอกสารอ้างอิง

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์–ชื่อพื้นเมือง). หน้า 70–72.

BENJAMIN, T. V. AND A. LAMIKANRA. 1981. Investigation of *Cassia alata*, a plant used in Nigeria in the treatment of skin diseases. Quart. J. Crude Drug Res. 19 (2-3): 93-96.

GBEASSOR, M., Y. KOSSOU AND K. AMEGOBO. 1989. Anti-malarial effects of eight African medicinal plants. J. Ethnopharmacol. 25 (1): 115-118.

KETSINGH, U. 1950. Clinical trial on the anti-malarial effect of some plants. Proceedings of Siriraj Symposium, Thailand. pp. 275–281.

MURASHIGE, T. AND F. SKOOG. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 15: 473-497.

PULOK, K., M. KAKALI SAHA, B. P. SAHA AND M. PAL. 1996. Antifungal activities of the leaf extract of *Cassia tora* Linn. Phytotherapy Res. (10): 521-522.

SCUDIERO, D. A., R. H. SHOEMAKER AND K. D. PAUL. 1988. Evaluation of a soluble tetrazolium/formazan assay for cell growth and drug sensitivity in culture using human and other tumor cell lines. Cancer Research 48: 4827.

SKEHAN, P., S. RITSA AND S. DOMINIC. 1990. New colorimetric cytotoxicity assay for anticancer-drug screening. J. National Cancer Institute 82: 1107.

THOMAS, L. L. 1995. Antimycobacterial agents. In WILLIAM, O. F., L. L. THOMAS AND A. W. DAVID (eds.), Principles of medicinal chemistry. Williams and Wilkins, Texas, USA.

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากตะไคร้หอม (*CYMBOPOGON WINTERIANUS* JEWITTI) และสะเดา (*AZADIRACHTA INDICA* VAR. *SIAMENSIS* VALETON) กับการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพิษในเห็บสุนัข (*RHIPICEPHALUS SANGUINEUS* LATREILLE)

สุรพล วิเศษสรรค์ และ เรวดี ชูช่วย
ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

REPELLENT AND MORTALITY EFFECTS OF LEMON GRASS AND NEEM EXTRACTS AND THE CHANGE IN LEVELS OF DETOXIFICATION ENZYMES IN THE DOG TICK

S. Visetson and R. Chouchouy
Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

The repellent and mortality effects of two plant extracts, lemon grass (*Cymbopogon winterianus* Jewitti) and neem (*Azadirachta indica* var. *siamensis* Valeton) were measured against the dog tick (Family Ixodidae). In addition, the activity of the enzymes, esterase, cholinesterase and GSH were determined for concentrations used in the experiment. All extraction methods followed those of the Department of Agriculture's and all extracts used in the experiment were qualitatively analyzed using thin layer chromatography prior to the trials.

Lemon grass extracts showed a linear response with Y=0.03+0.064 X at the concentration, 0.1%, and Y=0.108+0.071 X at the concentration, 0.01% with added 1% TPP. The tick escaped at the optimum distance of 8.4±1.2 cm and 8.6±2.1 cm in 120 second. Esterase and cholinesterase activity were reduced by 30% and 60% respectively but GSH stayed the same level for all extract concentrations. Neem extract showed 10.10±1.5 to 52.6±11.5% mortality at 1-10 g/L and with addition of 1% TPP the mortality increased by 50% Neem extract alone reduced esterase activity ca. 30% and with addition of 1% TPP, esterase activity was further reduced by ca. 10%. Both plant extracts did not produce significant changes in GSH activity.

Regression equations of concentration and response showed Y=6.13+1.09 X for lemon grass and Y = –26.967+12.798 X for neem extract indicating an effective dose of 0.01% for lemon grass and 6.01 g/L for neem extract. Correlations of lemon grass extract concentration against esterase and cholinesterase were r = –0.77 and –0.65 respectively and neem extract concentration against esterase was r= –0.88. Both extracts showed poor correlation to GSH with r=0.09 and 0.34 for lemon grass and neem respectively.

Key words: repellency, mortality, plant extracts, detoxification, enzymes, lemon grass, neem

บทนำ

มนุษย์มีความใกล้ชิดและคลุกคลีกับสุนัขมาเป็นเวลานาน ผู้เลี้ยงสุนัขมักพบปัญหาเกี่ยวกับเห็บสุนัขซึ่งทำให้เกิดแผลและความรำคาญกับสุนัข (สัมฤทธิ์, 2537) บางครั้งอาจเป็นพาหะนำโรคและอันตรายมาสู่ผู้เลี้ยงได้ เช่น โรคเคนายไพโรพลาสโมซีส (Urquhart *et al.*, 1987) ผู้เลี้ยงส่วนมากจะใช้สารเคมีในการกำจัดเห็บสุนัข การใช้สารเคมีเกินความจำเป็นก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ แมลงสร้างความต้านทานต่อสารค่าแมลง (ประพิษ, 2539) เนื่องจากแมลงมีกระบวนการในการทำลายพิษหรือขจัดพิษ (detoxification) โดยวิธีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ซึ่งมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาการขจัดพิษดังกล่าว (Dauterman and Hodgson, 1978) สารสกัดจากพืชเป็นสารที่มีองค์ประกอบอยู่มากมาย แมลงจะต้องใช้เวลานานมากในการสร้างความต้านทานต่อองค์ประกอบต่างๆ ในสารสกัดเหล่านั้น (Visetson, 1991) สารสกัดจากพืชที่นำมาใช้มากในปัจจุบัน เช่น ตะไคร้หอม และสะเดา มีรายงานว่ามีคุณสมบัติในการไล่หรือฆ่าแมลงหลายชนิด เป็นตัวชี้บอกถึงแนวทางการสร้างความต้านทานต่อสารสกัดจากพืชและการเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดดังกล่าวได้อย่างดี

การวิจัยนี้เป็นการทดสอบผลของสารสกัดจากตะไคร้หอม จากสะเดา และการผสมสารสกัดจากตะไคร้หอมหรือสารสกัดจากสะเดากับสารเสริมฤทธิ์ (synergists) ในการป้องกันกำจัดเห็บสุนัข รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทำลายพิษที่เกิดขึ้นของเห็บว่ามากน้อยเพียงใด ผลการทดลองนี้จะเป็นแนวทางในการป้องกันและกำจัดแมลงบางชนิด เมื่อมีการสร้างความต้านทานต่อสารสกัดจากตะไคร้หอมและจากสะเดาในอนาคตต่อไป

วิธีการ

1. เก็บรวบรวมเห็บสุนัขจากสุนัขจรจัดที่ทุ่งสีกัน โดยเลือกเก็บจากบริเวณคอ หู และซอกนิ้ว หลังจากตรวจวิเคราะห์ใต้กล้องเพื่อให้แน่ใจว่าเป็นเห็บสุนัข คัดเลือกเฉพาะตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย

2. สกัดตะไคร้หอมใช้วิธีสกัดตามวิธีของ สุรพล (2528), อมราและสำรวย (2539) โดยนำใบตะไคร้หอมสดมาตัดให้มีขนาด 1 เซนติเมตร จำนวน 200 กรัม ทำการสกัดแบบ liquid extraction โดยใช้ petroleum ether จะได้สารที่เป็น essential oil หลังจากผ่านเครื่อง evaporator ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นำไปทดสอบหาปริมาณสารที่สกัดได้โดยใช้ thin layer chromatography โดยใช้ ethyl alcohol เป็น mobile phase (Tirimanna, 1983)

3. สกัดสารจากสะเดาโดยชั่งเมล็ดสะเดาบด 140 กรัม สกัดโดยวิธี soxhlet extraction โดยใช้ 95 เปอร์เซ็นต์ ethyl alcohol 700 มิลลิกรัม เป็นตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส สารสกัดที่ได้นำไปตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธี thin layer chromatography โดยใช้ ethyl alcohol เป็น mobile phase

4. ทดลองการตอบสนองของเห็บที่มีต่อสารสกัดจากตะไคร้หอม วางแผนการทดลองแบบ completely randomized designs 5 กลุ่มการทดลองที่ความเข้มข้น 0.01, 0.1, 1.0, 10 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุม โดยให้สารดังกล่าวจำนวน 1 มิลลิลิตร ต่อเห็บ 1 กลุ่มการทดลอง วัดระยะทางในเวลา 0, 10, 60, 90 และ 120 วินาที จากนั้นผสม 1 เปอร์เซ็นต์ triphenyl phosphate (TPP) ทุกกลุ่มการทดลอง วัดระยะทางที่เห็บหนี แล้วบันทึกผลการทดลอง

5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ทำลายพิษบางชนิด หลังจากที่เห็บได้รับสารสกัดจากตะไคร้หอมและสารสกัดที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ TPP และ 1 เปอร์เซ็นต์ diethyl maleate (DEM) โดยฉีดพ่นลงในกล่องที่มีเห็บปล่อยทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ทำการตรวจวัดเอนไซม์ esterase, cholinesterase และ glutathione S-transferase โดยวิธีการของ Kao *et al.* (1984), Mackness *et al.* (1983), Booth *et al.* (1961) แล้วทำการตรวจสอบปริมาณโปรตีนของเห็บ

6. ทดลองการตอบสนองของเห็บที่มีต่อสารสกัดจากสะเดา โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มการทดลองที่ความเข้มข้น 1, 5, 10 กรัมต่อลิตร และชุดควบคุม ให้สารดังกล่าวจำนวน 1 มิลลิลิตรต่อเห็บ 1 กลุ่มการทดลอง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงแล้วตรวจนับการตาย จากนั้นผสม 1 เปอร์เซ็นต์ TPP และ 1 เปอร์เซ็นต์ DEM ทุกกลุ่มการทดลอง แล้วบันทึกผลการทดลอง

7. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ทำลายพิษบางชนิด หลังจากเห็บได้รับสารสกัดจากสะเดา และสารที่ผสม 1 เปอร์เซ็นต์ TPP และ 1 เปอร์เซ็นต์ DEM โดยฉีดพ่นลงในกล่องที่มีเห็บ เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ทำการตรวจวัดระดับเอนไซม์ esterase และ glutathione S-transferase และทำการตรวจสอบปริมาณโปรตีนของเห็บ

8. หาค่า LD_{50} ของสารสกัดจากสะเดา และการหนีของเห็บจากสารสกัดจากตะไคร้หอมตามลำดับ

ผลการวิจัย

1. เห็บเดินหนีจากบริเวณที่มีสารสกัดจากตะไคร้หอมความเข้มข้น 0, 0.01, 0.1, 1.0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 120 วินาที เป็นระยะทาง 1.0±0.1, 8.4±1.2, 9.1±4, 11.7±1.2 และ 16.5±1.6 เซนติเมตร ตามลำดับ และเดินหนีจากบริเวณที่มีสารสกัดจากตะไคร้หอมที่ผสม TPP ที่ทุกความเข้มข้น เป็นระยะทาง 1.2±1.6, 8.6±2.1, 9.4±1.1, 11.6±1.6 และ 18.2±2.2 เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงว่าที่ทุกความเข้มข้นจะมีระยะทางหนีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ($P<0.05$ DMRT)

2. เมื่อฉีดพ่นเห็นด้วยสารสกัดจากสะเดาที่ความเข้มข้น 1.0, 5.0 และ 10 กรัมต่อลิตร พบว่าอัตราการตายของเห็บเป็น 10.1±1.6, 34.2±16.1 และ 52.6±11.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังจากผสม TPP อัตราการตายเพิ่มเป็น 16.2±1.7, 38.6±6.2 และ 74.4±11.4 ตามลำดับ เมื่อเปลี่ยนมาผสม DEM อัตราการตายเป็น 10.6±2.5, 30.2±7.4 และ 57.6±12.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อใช้สารเสริมฤทธิ์เห็บจะมีการตายเพิ่มมากขึ้น และการใช้สารเสริมฤทธิ์ TPP ทำให้เห็บมีเปอร์เซ็นต์การตายมากกว่าการใช้สารเสริมฤทธิ์ DEM

3. จากการวิเคราะห์โปรตีนรวมในเห็บสุนัขที่ได้รับสารสกัดจากตะไคร้หอมและสะเดาในแต่ละความเข้มข้นเปรียบเทียบกับชุดควบคุมพบว่าทั้ง 2 กรณี ไม่ให้ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$ DMRT)

4. หลังจากที่เห็บได้รับสารสกัดจากตะไคร้หอม สารสกัดจากตะไคร้หอมผสมกับ TPP และสารสกัดจากตะไคร้หอมผสมกับ DEM เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีระดับเอนไซม์ ดังตารางที่ 1, 2 จากการวัดระดับเอนไซม์ในปฏิกิริยาระยะที่ 2 พบว่าปริมาณของเอนไซม์ glutathione S-transferase ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าสารสกัดจากตะไคร้หอมถูกทำลายโดยเอนไซม์ esterase, cholinesterase จากปฏิกิริยาระยะที่ 1

5. หลังจากที่เห็บได้รับสารสกัดจากสะเดา สารสกัดจากสะเดาผสมกับ TPP และสารสกัดจากสะเดาผสมกับ DEM เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีระดับเอนไซม์ ดังตารางที่ 3 จากการใช้ TPP ผสมกับสารสกัดจากสะเดาจะทำให้ระดับของเอนไซม์ esterase ลดลงเมื่อวัดระดับเอนไซม์ในปฏิกิริยาระยะที่ 2 พบว่าปริมาณของเอนไซม์ glutathione S-transferase ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าสารสกัดจากสะเดาถูกทำลายโดยเอนไซม์ esterase จากปฏิกิริยาระยะที่ 1

6. การแสดงสมการ regression และค่าสหสัมพันธ์ ดังตารางที่ 4 หลังจากเห็บการได้รับสารสกัดจากสะเดาหรือสารสกัดจากตะไคร้หอม 24 ชั่วโมง

บทวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ระดับของเอนไซม์พบว่า สารสกัดจากตะไคร้หอมทำให้เอนไซม์ esterase และ cholinesterase มีปฏิกิริยาลดลงจากชุดควบคุม ประมาณ 30-60 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัด 0.1 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นปฏิกิริยาของเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้น่าจะเป็นกลไกหนึ่งในการหลีกหนีของเห็บ อาจเนื่องจากสารสกัดจากตะไคร้หอมไปมีผลในการหยุดการทำงานของเอนไซม์ทั้ง 2 ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของ Yu (1984) ที่พบว่าสารสกัดจากพืชจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยจะไปจับกับตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ในลักษณะของ nonspecific noncompetitive inhibition ซึ่งจะทำให้สิ่งมีชีวิตแสดงค่าของปฏิกิริยาเอนไซม์ทำลายพิษที่ต่ำกว่าปกติ และจากการใช้ 1 เปอร์เซ็นต์ TPP ผสมในสารสกัด พบว่าอัตราการหนีของเห็บจะเร็วขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ ชี้ให้เห็นว่าเมื่อเห็บได้รับความเป็นพิษจากสารสกัดจากตะไคร้หอมมากขึ้น TPP อาจจะไปลดการทำงานของเอนไซม์ (esterase และ cholinesterase) ทำให้เห็บจำเป็นต้องหนีจากสารสกัดจากตะไคร้หอมมากขึ้น จากการศึกษาปฏิกิริยาของ glutathione S-transferase พบว่าปฏิกิริยาของเอนไซม์ดังกล่าวไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใช้สาร 1 เปอร์เซ็นต์ DEM ทดสอบการทำงานของเอนไซม์ glutathione S-transferase พบว่าปฏิกิริยาของเอนไซม์ในชุดควบคุมและที่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นน่าจะเป็นไปได้ว่าเอนไซม์นี้ไม่มีผลต่อการทำลายความเป็นพิษของสารสกัดจากตะไคร้หอม ซึ่ง Visetson (1991) ได้ให้ความเห็นว่าในส่วนของ detoxification enzymes จะมีรูปแบบที่มีผลต่อการทำลายพิษที่แตกต่างกันด้วย จึงจำเป็นต้องใช้ specific substrate เพื่อเลือกเฉพาะเอนไซม์ที่เหมาะสมเท่านั้นมาทำการศึกษาและการศึกษากลไกทางชีวเคมีเกี่ยวกับการยับยั้งการทำงานที่ดี จำเป็นต้องใช้สารในกลุ่มเดียวกัน 2 ชนิด เพื่อดูความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเอนไซม์

จากการทำงานของเอนไซม์พบว่าสารสกัดจากสะเดาทุกความเข้มข้นทำให้ปริมาณของ esterase ลดลงประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าสารสกัดจากสะเดามีผลต่อระดับของ esterase จริง การที่สารสกัดจากสะเดาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของปฏิกิริยาของ glutathione S-transferase มากเท่ากับการตอบสนองในแง่ของอัตราการตายนั้นเนื่องมาจากสารสกัดจากสะเดาอาจจะถูกปฏิกิริยาในระยะที่ 1 ทำปฏิกิริยาไปจนหมดก่อนที่จะมาถึงปฏิกิริยาในระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการ conjugation จากกลุ่มของเอนไซม์นี้ การที่ให้สาร 1 เปอร์เซ็นต์ DEM แล้วทำให้อัตราการตายสูงขึ้น ในการทดลองอาจเป็นผลเนื่องมาจาก DEM ไม่ใช่สาร specific inhibitor

เห็บที่ได้รับสารสกัดจากตะไคร้หอมและสารสกัดจากสะเดา พบว่าปริมาณของโปรตีนไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงให้เห็นว่าปริมาณของโปรตีนไม่มีผลต่อการศึกษากลไกของการเปลี่ยนแปลงจากการสัมผัสกับสารสกัดดังกล่าว

ตารางที่ 1. แสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์ในเห็บสุนัขหลังจากได้รับการฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากตะไคร้หอมและสารสกัดจากตะไคร้หอมผสม TPP

ความเข้มข้นของสารสกัดจากตะไคร้หอม (เปอร์เซ็นต์)	ระดับเอนไซม์ esterase n mole ของสารสกัด[1]	ระดับเอนไซม์ esterase n mole ของสารสกัดผสม TPP[1]	ระดับเอนไซม์ cholinesterase n mole ของสารสกัด[1]	ระดับเอนไซม์ cholinesterase n mole ของสารสกัดผสม TPP[1]
10.0	10.97±2.41 ข	8.12±1.14 ข	2.34±1.41 ข	1.62±0.61 ข
1.0	10.48±2.21 ข	8.16±1.22 ข	2.46±2.41 ข	1.61±0.61 ข
0.1	10.67±2.64 ข	10.21±1.41 ข	2.13±1.00 ข	1.62±1.12 ข
0.01	12.36±1.22 กข	10.41±1.23 ข	5.15±1.02 ก	5.11±1.12 ก
0	15.21±1.21 ก	15.41±2.67 ก	5.12±0.05 ก	5.02±0.05 ก

[1]ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05 DMRT)

ตารางที่ 2. แสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์ในเห็บสุนัขหลังจากได้รับการฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากตะไคร้หอมและสารสกัดจากตะไคร้หอมผสม DEM

ความเข้มข้นของสารสกัดจากตะไคร้หอม (เปอร์เซ็นต์)	ระดับเอนไซม์ glutathione S-transferase n mole ของสารสกัด[1]	ระดับเอนไซม์ glutathione S-transferase n mole ของสารสกัดผสม DEM[1]
10.0	32.16±12.14 ก	30.12±6.42 ก
1.0	31.61±8.25 ก	25.42±6.16 ก
0.1	30.14±8.16 ก	26.14±2.12 ก
0.01	32.42±6.23 ก	28.23±8.42 ก
0	36.41±8.12 ก	30.16±11.23 ก

[1]ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05 DMRT)

ตารางที่ 3. แสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับเอนไซม์ในเห็บสุนัขหลังจากได้รับการฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากสะเดาและสารสกัดจากสะเดาผสม TPP หรือ DEM

ความเข้มข้นของสารสกัดจากสะเดา (เปอร์เซ็นต์)	ระดับเอนไซม์ esterase n mole ของสารสกัด[1]	ระดับเอนไซม์ esterase n mole ของสารสกัดผสม TPP[1]	ระดับเอนไซม์ glutathione S-transferase n mole ของสารสกัด[1]	ระดับเอนไซม์ glutathione S-transferase n mole ของสารสกัดผสม DEM[1]
10.0	10.14±4.12 ข	8.24±1.20 ข	32.12±8.64 ก	22.34±5.23 ก
5.0	10.12±2.23 ข	6.23±1.23 ข	30.18±7.46 ก	26.42±6.41 ก
1.0	12.14±1.64 กข	10.16±1.41 ก	30.23±8.23 ก	25.16±8.64 ก
0	16.23±3.62 ก	10.16±1.23 ก	31.16±10.42 ก	25.42±7.41 ก

[1]ค่าเฉลี่ยตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05 DMRT)

ตารางที่ 4. สมการ regression และค่าสหสัมพันธ์ หลังจากการได้รับสารสกัดจากสะเดา หรือสารสกัดจากตะไคร้หอม 24 ชั่วโมง

ชนิดของสารสกัด	สมการ regression ของอัตราการตายหรือไล่เห็บต่อระดับความเข้มข้น[1,4]	ค่า correlation coefficiency การเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์[2,3]	
สารสกัดจากตะไคร้หอม	$Y' = 6.13 + 1.09 X'$	esterase	= (-0.77)
		cholinesterase	= (-0.653)
		glutathione	= (-0.09)
สารสกัดจากสะเดา	Y = -26.967 + 12.798 X	estertase	= (-0.88)
		glutathione S–transferase	= (0.343)

[1]อัตราการตายของเห็บต่อความเข้มข้นของสารสกัดสะเดาและอัตราการไล่เห็บต่อความเข้มข้นของสารสกัดตะไคร้หอม

[2]ระดับเอนไซม์ esterase และ glutathione S-transferase ของสารสกัดสะเดาในแต่ละระดับความเข้มข้นที่อัตราการตาย 24 ชั่วโมง

[3]การเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ esterase, cholinesterase และ glutathione S-transferase ของสารสกัดตะไคร้หอมที่แต่ละระดับความเข้มข้นที่อัตราการไล่เห็บที่ 90 วินาที

[4]สมการ regression คำนวนจากผลการทดลองระยะทางการหนีของเห็บเมื่อได้รับสารสกัดจากตะไคร้หอมและสะเดา

X เป็นความเข้มข้น (กรัมต่อลิตร); Y เป็นเปอร์เซ็นต์การตาย; X' เป็นความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์); Y' เป็นอัตราการไล่

สารสกัดจากตะไคร้หอมและสารสกัดจากสะเดาในเห็บมีผลต่อการยับยั้งเอนไซม์ esterase และ cholinesterase เนื่องจากปฏิกิริยาที่ได้จากเอนไซม์ทั้งสองชนิดนี้ อยู่ในระยะที่ 1 ดังนั้นสารสกัดที่จะผ่านไปยังระยะที่ 2 ซึ่งเป็นปฏิกิริยาของการ conjugation โดย glutathione S-transferase จึงเห็นไม่ชัด เนื่องจากเอนไซม์ที่ทำการทดลองเป็นเอนไซม์ที่ยังไม่ได้ทำให้บริสุทธิ์ ปฏิกิริยาที่เกิดอาจจะมีผลของตัวยับยั้งซึ่งอาจจะมีเจือปนอยู่แม้จะใส่สาร PVPP ในขณะสกัดเอนไซม์ ดังนั้นถ้ามีการศึกษาต่อไปควรจะทำการศึกษาโดยเอนไซม์เหล่านี้มาผ่านกระบวนการ enzyme purification โดยใช้วิธีการ ion exchange chromatography และมีการตรวจวิเคราะห์ product จากเมตาบอลิซึม โดย high performance liquid chromatography ต่อไป

บทสรุป

จากการทดลองใช้สารสกัดจากตะไคร้หอมพบว่า ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อการหนีของเห็บ โดยให้ค่าสมการเส้นตรงของการหนีเป็น Y=0.030+0.064 X และเปลี่ยนเป็น Y=0.108+0.07 X เมื่อผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ 1 เปอร์เซ็นต์ TPP ในสารสกัด 0.01 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดดังกล่าวจะทำให้เห็บหนีเป็นระยะทาง 8.4±1.2 เซนติเมตร และ 8.6±2.1 เซนติเมตร ในเวลา 120 วินาที ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ระดับของเอนไซม์ทำลายพิษ พบว่า เอนไซม์ esterase, cholinesterase ลดลง 30-60 เปอร์เซ็นต์จากปฏิกิริยาเริ่มต้น ในขณะที่ glutathione S-transferase ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสารสกัดจากสะเดาที่ความเข้มข้นระหว่าง 1-10 กรัมต่อลิตร จะทำให้เห็บตายระหว่าง 10.1±1.6 ถึง 52.6±11.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ 1 เปอร์เซ็นต์ TPP จะทำให้การตายเพิ่มเป็น 16.2±1.7 และ 74.4±11.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ระดับเอนไซม์ทำลายพิษพบว่า เอนไซม์ esterase ลดลงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ จากปริมาณเริ่มต้น และเมื่อผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพจะทำให้ระดับของเอนไซม์ลดลงไปจากเดิมอีกประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วน glutathione S-transferase ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540065

เอกสารอ้างอิง

ประพิษ วองเทียม. 2539. ผลของการสกัดจากสะเดาต่อระดับเอนไซม์ขจัดพิษของด้วงถั่ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุรพล วิเศษสรรค์. 2528. แนวโน้มการนำสารพิษที่สกัดได้จากพืชธรรมชาติมาทดแทนสารเคมี. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 12(2): 58-67.

สัมฤทธิ์ สิงห์อาษา. 2537. กีฏวิทยา-อะคาโรวิทยาการแพทย์และสัตวแพทย์. ภาควิชาชีววิทยา คณะสัตวแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 528 หน้า.

อมรา ไตรศิริ และสำรวย ปลูกงาม. 2539. การใช้สารสกัดจากตะไคร้หอมในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูฝ้าย. รายงานผลงานวิจัยประจำปี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์, นครสวรรค์. 64 หน้า.

BOOTH, J., E. BOOYLAND AND P. SIMS. 1961. An enzymes from rat catalyzing conjugation with glotathione. J. Biochem. 79: 516-524.

DAUTERMAN, W. C. AND E. HODGSON. 1978. Detoxification mechanism in insect, pp. 541-577. In M. ROCKTIEN (ed.) Biochem. Insect. Academic, New York.

KAO, L. R., N. MOTOYAMA AND W. C. DAUTERMAN. 1984. Studies on hydrolysis in various housefly strains and their role in malathion restance. Pestic. Biochem. Physiol. 22: 86-92.

MACKNESS, M., C. H. WALKER, D. G. LOWLAND AND N. R. PRICE. 1983. Esterase activity in homogenatated of three stains of the rust red flour beetle *Tribolium castaneum* (Hernbst) Comp. Biochem. Physiol. 74: 65-68.

TIRIMANNA, A. S. L. 1983. Surveying the chemical constituents of the neem leaf by two-demensional thin-layer chromatography. Proc. Int. Neem Conf. 2: 67-74.

URQUHART, G. M., J. ARMOUR, J. L. DUNN AND F. W. JENNINGS. 1987. Verterinary parasitology. Longman Scientific and Technical, London. 286 p.

VISETSON, S. 1991. Insecticide resistance mechanisms in the rust red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst). Ph.D. Thesis. The University of Sydney, Australia.

YU. S. J. 1984. Interactions of allelochemicals with detoxification enzymes of insecticide-susceptible and resistant fall armyworms. Pestic. Biochem. Physiol. 22: 60-68.

YU. S. J. AND N. NGUYEN. 1992. Detertion and Biochemical characterization of insecticide resistance in the diamond back mont. Pestic. Biochem. Physiol. 44: 74-81.

ความเป็นพิษของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดาต่อไรศัตรูผึ้ง *TROPILAELAPS CLAREAE* และส่วนตกค้างในน้ำผึ้ง

ปิยรัตน์ นาควิโรจน์[1] และ สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ[2]

[1]โครงการจัดตั้งวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. เมือง สุราษฎร์ธานี 84000

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ABSTRACT

TOXICITY OF MENTHOL, THYMOL AND NEEM OIL ON A BEE MITE, *TROPILAELAPS CLAREAE*, AND THEIR RESIDUES IN HONEY

P. Nakawiroat[1] and S. Wongsiri[2]

[1]Suratthani Campus Prince of Songkla University, Muang District, Suratthani 84000

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

The toxicity of menthol, thymol and neem oil on a bee mite (*Tropilaelaps clareae*) were investigated by using an inhalation method in the laboratory. The LC_{50} values were evaluated and analysed by a probit programme. The LC_{50} (24 hours) of menthol, thymol, and neem oil were 4.72, 1.23 and 1.37 ppm respectively.

The efficiency of menthol, thymol and neem oil for control of the bee mite (*T. clareae*) were examined in *Apis mellifera* hives. Experiments comprised 5 treatments: menthol, 50 grams (inhalation); thymol, 15 grams (inhalation); neem oil, 20% (spraying each frame); emulsifier and water (spraying each frame); and a control group (no treatment). The percentages of larval and pupal mortality caused by the bee mite were 29.0%, 23.8% and 18.1% for mental, thymol and neem oil respectively. This result shows that menthol is less effective for controlling *T. clareae* than thymol. Moreover, neem oil shows significant difference from the control group ($P<0.05$). Menthol, thymol, and Azadirachtin (in neem oil) residues in honey were 7.56, 5.72, and 0.16 ppm respectively.

Key words: *Tropilaelaps clareae*, *Apis mellifera*, menthol, thymol, neem oil

บทนำ

ผึ้งเป็นแมลงที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ช่วยผสมเกสรดอกไม้นานาชนิดทำให้ผลผลิตสูง ให้ผลผลิตทางด้านอุตสาหกรรมเกษตร ได้แก่ น้ำผึ้ง ไขผึ้ง เกสร และ รอยัลเยลลี่ (สิริวัฒน์, 2532) ปัญหาสำคัญในการเลี้ยงผึ้งที่พบอยู่เสมอในประเทศไทย คือ ไรศัตรูผึ้ง *(T. clareae)* เข้าดูดกินเลือดของตัวอ่อนและดักแด้ของผึ้ง ตัวอ่อนของผึ้งที่ถูกไรชนิดนี้เข้าทำลายถ้าไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ก็จะแสดงลักษณะพิการไม่สามารถขยายพันธุ์ได้อีกต่อไป เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งมักจะใช้สารเคมีสังเคราะห์ฉีดรมรังผึ้งเพื่อกำจัดไร ซึ่งสารเคมีสังเคราะห์อาจก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์จากผึ้ง โดยเฉพาะในน้ำผึ้ง อีกทั้งยังเป็นอันตรายต่อผึ้ง และสิ่งมีชีวิตอื่นรวมทั้งเกษตรกรผู้ใช้สารเคมี ซึ่งจะเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต เพื่อลดปัญหาดังกล่าวและเพิ่มความปลอดภัยให้ผู้บริโภคจึงทดลองนำสารเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดา ซึ่งเป็นสารสกัดจากพืชมาทดลองใช้ในการกำจัดไรศัตรูผึ้งและอาจเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งในอนาคตอีกทางหนึ่ง

การทดลองครั้งนี้เพื่อหาค่าความเป็นพิษของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดา ต่อไรศัตรูผึ้ง ประสิทธิภาพในการควบคุมไรศัตรูผึ้งของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดา ในรังผึ้ง และสารตกค้างที่มีอยู่ในน้ำผึ้ง

พื้นที่ศึกษา

ห้องปฏิบัติการหน่วยวิจัยผึ้ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก

วิธีการ

ศึกษาความเป็นพิษของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดา ต่อไร *T. clareae* ในห้องปฏิบัติการ

หาค่า LC_{50} ของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดา ต่อไร *T. clareae* โดยเริ่มจาก เตรียมไร *T. clareae* และดักแด้ผึ้งโดยใช้ปากคีบคีบดักแด้ผึ้งออกมาจากคอนผึ้งที่สลัดผึ้งแล้ว และใช้พู่กันเขี่ยไรออกจากหลอดรวงผึ้ง นำเมนทอล ไทมอลในปริมาณและน้ำมันสะเดาในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ใส่ petridish ซึ่งมีกระดาษกรองรองอยู่ข้างใน นำดักแด้

ผึ้งและไร *T. clareae* ใส่ petridish ซึ่งใส่สารข้างต้นแล้ว โดยที่สารแต่ละชนิดแบ่งเป็น 5 กลุ่มการทดลองทำการทดลอง 6 ซ้ำ (แต่ละซ้ำใช้ไร 10 ตัวและดักแด้ผึ้ง 5 ตัว) ปิด petridish ด้วยกระดาษกรอง แล้วนำใส่ตู้ incubator อุณหภูมิ 35°C บันทึกจำนวนการตายของไร เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม probit analysis

ศึกษาประสิทธิภาพของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดา ในการกำจัดไร *T. clareae* และสารตกค้างในน้ำผึ้ง

เตรียมรังผึ้งพันธุ์ (*A. mellifera*) ในหีบเลี้ยงแบบ langstroth จำนวน 25 รัง ที่มีไร *T. clareae* เข้าทำลาย แต่ละรังมีคอน 7 คอน สำรวจประชากรผึ้งทั้งหมดในรังก่อนและหลังการใช้สาร โดยใช้กล้องถ่ายรูปประชากรผึ้งตัวเต็มวัย และใช้ตะแกรงวัดประชากรผึ้งเพื่อสำรวจประชากรไข่ ตัวอ่อน และดักแด้ผึ้ง จากนั้นสำรวจประชากรไรศัตรูผึ้งโดยใช้ตะแกรงตรวจไรใส่ในรังผึ้งตอนเช้าและเอาออกตอนเย็นทุกวัน และการเจาะหลอดปิด 100 เซลล์ (ทุกสัปดาห์) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) 5 การทดลอง การทดลองละ 5 ซ้ำ ดังนี้ กลุ่มควบคุม, กลุ่มใช้ emulsifier และน้ำ, กลุ่มใช้เมนทอล 50 กรัมต่อรังต่อครั้ง, กลุ่มใช้ไทมอล 15 กรัมต่อรังต่อครั้ง และกลุ่มใช้น้ำมันสะเดาเข้มข้น 20% ใช้เมนทอลทุก ๆ 12 วันทั้งหมด 3 ครั้ง ส่วนไทมอลทุก ๆ 4 วัน ทั้งหมด 7 ครั้ง โดยใส่สารใน petridish ซึ่งปิดด้วยผ้าโปร่งที่เป็นตาข่าย น้ำมันสะเดาใช้ทุก ๆ 4 วัน ทั้งหมด 7 ครั้ง โดยนำสารใส่กระบอกฉีด นำไปฉีดในรังผึ้งโดยวิธียกคอนขึ้นฉีดทีละคอน คอนละ 4 ครั้ง emulsifier และน้ำ มีระยะเวลาและการใช้เหมือนน้ำมันสะเดา วิเคราะห์สารตกค้างในน้ำผึ้งโดยใช้ syringe ดูดน้ำผึ้งจากรังที่ทดลองใส่ vial วิเคราะห์ไทมอลและเมนทอลที่ตกค้างในน้ำผึ้งโดยใช้เครื่อง GC ส่วนน้ำมันสะเดาที่ตกค้างในน้ำผึ้งเป็นการวิเคราะห์ azadiracthtin ในน้ำผึ้งโดยใช้เครื่อง HPLC การศึกษาผลข้างเคียงบางประการเนื่องจากการใช้สารป้องกันกำจัดไร โดยนำผึ้งจำนวน 1 คอน ใส่รังสังเกต (observation hive) สังเกตพฤติกรรมของผึ้งในรังสังเกต ศึกษาอัตราการวางไข่ของนางพญาผึ้ง ก่อน และหลังการใช้สาร การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลการสำรวจไร *T. clareae* โดยการเจาะหลอดปิดของเซลล์ไปวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Analysis of Covariance in CRD และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัย

1. การศึกษาความเป็นพิษของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดา ต่อไร *T. clareae* ในห้องปฏิบัติการ หลังจากทำการทดลอง 24 ชั่วโมง โดยใช้เมนทอลความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่ามีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.72 ppm 1.23 ppm และ 1.37 ppm ตามลำดับ

2. การศึกษาประสิทธิภาพของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดาในการป้องกันกำจัดไร *T. clareae* โดยเมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายผึ้งของไร *T. clareae* แต่ละช่วงสัปดาห์ของผึ้งรังเดียวกันทุกการทดลองไปวิเคราะห์โควาเรียนซ์ จะได้ค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของทุกการทดลอง ซึ่งนำไปจัดลำดับและเปรียบเทียบกันโดยวิธี DMRT (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วโดยวิธี DMRT (ตัวอักษรเหมือนกันใน column เดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

การทดลอง	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายตัวอ่อนและดักแด้ผึ้งของไร *T. clareae*			
	สัปดาห์ที่ 0-1	สัปดาห์ที่ 1-2	สัปดาห์ที่ 2-3	สัปดาห์ที่ 3-4
A กลุ่มควบคุม	19.9 ^{b*}	25.3 ^{c}	25.2 ^{c}	26.1 ^{ab}
B กลุ่ม emulsifier + น้ำ	20.5 ^{b}	20.5 ^{b}	24.2 ^{bc}	27.1 ^{ab}
C กลุ่มเมนทอล	13.8 ^{a}	17.5 ^{ab}	21.8 ^{bc}	29.0 ^{b}
D กลุ่มไทมอล	12.8 ^{a}	17.9 ^{ab}	20.7 ^{b}	23.8 ^{ab}
E กลุ่มน้ำมันสะเดา	13.6 ^{a}	13.5 ^{a}	17.1 ^{a}	18.1 ^{a}

3. การศึกษาผลข้างเคียงบางประการต่อผึ้งเนื่องจากการใช้เมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดา ได้ผลเหมือนกัน คือ ไม่ทำให้ผึ้งตาย ไม่พบพฤติกรรมก้าวร้าวของผึ้งภายหลังการใช้สาร และไม่พบการทำลายนางพญาผึ้ง

4. ผลการวิเคราะห์เมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดาที่ตกค้างในน้ำผึ้ง เมื่อเก็บน้ำผึ้งจากรังผึ้งที่เสร็จสิ้นจากการทดลองแล้วมาวิเคราะห์ส่วนตกค้าง ดังตารางที่ 2 พบว่าน้ำผึ้งจากรังที่ใช้เมนทอลตกค้างเฉลี่ย 7.56 ppm โดยมีค่าระหว่าง 6.41-8.05 ppm น้ำผึ้งจากรังที่ใช้ไทมอลกำจัดไรมีไทมอลตกค้างเฉลี่ย 5.72 ppm และมีค่าอยู่ระหว่าง 5.22-6.01 ppm น้ำผึ้งจากรังที่ใช้น้ำมันสะเดากำจัดไรมี azadirachtin ตกค้างเฉลี่ย 0.16 ppm และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.04-0.51 ppm ส่วนกลุ่มควบคุมไม่พบสารตกค้างในน้ำผึ้ง

ตารางที่ 2. แสดงส่วนตกค้างในน้ำผึ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ไม่พบสารตกค้างในน้ำผึ้งชุดควบคุมการทดลอง)

รัง / การทดลอง	1	2	3	4	5	$\bar{X} \pm SD$
Mental 1000 ppm	7.45	8.05	7.85	8.05	6.41	7.56 ±0.69
Thymol 300 ppm	5.91	6.01	6.01	5.45	5.22	5.72±0.36
Neem Oil: azadirachtin	0.51	0.16	0.08	0.04	0.05	0.16±0.19

บทวิจารณ์

1. ผลการศึกษาความเป็นพิษของเมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดา ต่อไร *T. clareae* ในห้องปฏิบัติการที่ 24 ชั่วโมง พบว่า มีค่า LC_{50} เท่ากับ 4.72 ppm, 1.23 ppm และ 1.37 ppm ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไทมอลเป็นพิษต่อไร *T. clareae* มากที่สุด และเมนทอลเป็นพิษต่อไร *T. clareae* น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Imdorf *et al.* (1995) พบว่าไทมอลมีความเป็นพิษต่อไรวาร์รัวมากกว่าเมนทอล โดยที่ความเข้มข้นซึ่งฆ่าไรวาร์รัวเกือบ 100% และไม่ทำอันตรายต่อผึ้งพันธุ์ในห้องปฏิบัติการมีค่าอยู่ระหว่าง 20-60 mg/L สำหรับเมนทอล และไทมอลมีค่าอยู่ระหว่าง 5-15 mg/L การศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าน้ำมันสะเดามีแนวโน้มในการป้องกันกำจัดไข่และตัวเต็มวัยของไรแดงอเมริกัน *Eutertranychus africanus* (Tuker) ซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งของส้มโอ (เทวินทร์และฉัตรชัย, 2537; 2538)

2. การที่น้ำมันสะเดามีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไร *T. clareae* มากกว่าเมนทอล และไทมอล อาจเป็นเพราะช่วงเวลาที่ทำการทดลองเป็นช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน) อุณหภูมิไม่ร้อนมากนัก ทำให้การระเหยของเมนทอล และไทมอลไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร มีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการใช้เมนทอล (Herbert *et al.*, 1987) ซึ่งสอดคล้องกับ Eischen (1996) รายงานว่าถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 60°F จะขัดขวางการระเหยของเมนทอล Imdorf *et al.* (1995) รายงานว่าอุณหภูมิมีผลต่อการใช้ไทมอลในการกำจัดไร ส่วนการใช้น้ำมันสะเดามีปัจจัยทางกายภาพมาเกี่ยวข้อง เช่น แสงแดด และรังสีอุลตราไวโอเลต ซึ่งมีผลต่อการสลายตัวของสารออกฤทธิ์ คือ azadirachtin (Barnby *et al.*, 1989) จะสลายตัวได้เร็วที่อุณหภูมิสูง (ชัยพัฒน์และคณะ, 2537) การใช้น้ำมันสะเดาในรังผึ้งตอนเย็นที่มีแสงแดดน้อย อุณหภูมิไม่สูงจึงทำให้การใช้น้ำมันสะเดามีประสิทธิภาพ

3. ผลการวิเคราะห์ส่วนที่ตกค้างในน้ำผึ้ง พบว่ามีเมนทอลตกค้างในน้ำผึ้งเฉลี่ย 7.56 ppm โดยมีค่าระหว่าง 6.41–8.05 ppm ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Nelson *et al.* (1993) ที่ได้วิเคราะห์เมนทอลที่ตกค้างในน้ำผึ้งจากรังผึ้งที่ใช้เมนทอลในการกำจัดไรท่อลมผึ้ง พบว่าในรังที่ใช้เมนทอล 60 กรัม และ 30 กรัม มีเมนทอลตกค้างในน้ำผึ้ง 6.2 ppm และ 0.8 ppm ตามลำดับ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Herbert *et al.* (1987) ที่ใช้เมนทอลควบคุมไรท่อลมผึ้ง เมื่อนำน้ำผึ้งมาวิเคราะห์พบว่ารังที่ใช้เมนทอล มีเมนทอลตกค้าง 0-12.3 ppm และรังที่ไม่ใช้เมนทอล (รังควบคุม) มีสารเมนทอลตกค้าง 0.7-3.3 ppm Herbert *et al.* (1987) คาดว่าการที่รังควบคุมมีเมนทอลตกค้างอาจเป็นเพราะผึ้งงานออกหาอาหารจากพืชจำพวกสะระแหน่ Li *et al.* (1993) ทดลองใช้เมนทอลเพื่อกำจัดไรท่อลมผึ้งพบว่ามีเมนทอลตกค้างในน้ำผึ้งและไขผึ้ง 18 ppm และ 2790 ppm ตามลำดับ ส่วนไทมอลจากงานวิจัยนี้พบว่า ตกค้างในน้ำผึ้งเฉลี่ย 5.72 ppm โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.22-6.01 ppm ซึ่งสูงกว่าการทดลองของ Lodesani *et al.* (1992) ที่ทดลองใช้ไทมอลกำจัดไรวาร์รัวและหาสารตกค้างในน้ำผึ้งโดยวิธี GC พบว่าไทมอลตกค้างในน้ำผึ้งสูงสุด 1.5 ppm Imdorf *et al.* (1995) ทดลองใช้ Apilife VAR ซึ่งประกอบด้วย ไทมอล, eucalyptol, เมนทอล และแคมเฟอร์ (camphor) กำจัดไรวาร์รัวร์ พบว่าไทมอลตกค้างในน้ำผึ้ง 0.19 mg/kg ซึ่งไม่เป็นพิษต่อผู้บริโภค เพราะองค์การอนามัยโลก (WHO) อนุญาตให้ไทมอลตกค้างใน

อาหารได้ไม่เกิน 50 mg/kg สำหรับผลการตรวจน้ำมันสะเดาตกค้างในรังผึ้งจากงานวิจัยนี้ พบว่า น้ำผึ้งจากรังที่ใช้น้ำมันสะเดากำจัดไรมี azadirachtin ตกค้างเฉลี่ย 0.16 ppm โดยมีค่าระหว่าง 0.04-0.51 ppm ซึ่งการยกคอนขึ้นฉีดอาจมีผลทำให้มี azadirachtin ตกค้างในน้ำผึ้ง เพราะน้ำมันสะเดาอาจสัมผัสกับน้ำผึ้งโดยตรง การที่ azadirachtin ตกค้างในน้ำผึ้งไม่มากนักอาจเป็นเพราะปัจจัยทางกายภาพ เช่น แสงแดด และรังสีอุลตราไวโอเลต มีผลต่อการสลายตัวของ azadirachtin (Barnby *et al.*, 1989) และ azadirachtin สลายตัวได้เร็วที่อุณหภูมิสูง (ชัยพัฒน์และคณะ, 2537)

บทสรุป

1. ไทมอลมีความเป็นพิษต่อไร *T. clareae* มากที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันสะเดา เมนทอลมีพิษต่อไรน้อยที่สุด
2. น้ำมันสะเดามีแนวโน้มที่จะป้องกันกำจัดไร *T. clareae* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ไทมอล สุดท้ายคือ เมนทอลซึ่งป้องกันจัดไรได้น้อยที่สุด เมนทอล ไทมอล และน้ำมันสะเดามีผลกระทบข้างเคียงต่อผึ้งและนางพญาผึ้งน้อยมาก
3. เมนทอล ไทมอล และ azadirachtin (ในน้ำมันสะเดา) ตกค้างในน้ำผึ้งโดยเฉลี่ย 7.56, 5.72 และ 0.16 ppm ตามลำดับ เมนทอลตกค้างในน้ำผึ้งมากที่สุด รองลงมาคือ ไทมอล และ azadirachtin (ในน้ำมันสะเดา) ตกค้างในน้ำผึ้งน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539027

เอกสารอ้างอิง

ชัยพัฒน์ จิระธรรมจารี, บงกชรัตน์ ปิติยินต์ และอารมณ์ แสงวาณิชย์. 2537. ศึกษาวิธีการสกัดและการสลายตัวของสารออกฤทธิ์จากเมล็ดสะเดา. ข่าวสารวัตถุมีพิษ 21: 60-67.

เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และฉัตรชัย ศฤงฆไพบูลย์. 2537. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดาต่อการฟักของไข่ไรแดงแอฟริกันในห้องปฏิบัติการ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2537. กลุ่มงานอนุกรมวิธานและวิจัยไร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และฉัตรชัย ศฤงฆไพบูลย์. 2538. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากสะเดาต่อไรแดงแอฟริกันระยะตัวเต็มวัยในห้องปฏิบัติการ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2537. กลุ่มงานอนุกรมวิธานและวิจัยไร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2532. ชีววิทยาของผึ้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทต้นอ้อจำกัด, กรุงเทพฯ.

BARNBY, M. A., R. B. YAMASAKI, AND J. A. KLOCE. 1989. Biological control of azadirachtin three derivatives, and their ultraviolet radiation degradation products against tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. J. Econ. Entomol. 82: 58-63.

EISCHEN, F. 1996. Botanical acaricides and Varroa control. Am. Bee J. 136: 277-278.

HERBERT, E. W., H. SHIMANUKI AND J. C. JR. MATTHENIUS. 1987. The effect of two candidate compounds on *Acarapis woodi* in New Jersey. Am. Bee J. 127: 776-778.

IMDORF, A., V. KILCHENMANN, S. BOGDANOV, B. BACHOFEN AND C. BERETTA. 1995. Toxic effects of thymol, camphor, menthol and eucalyptol on *Varroa jacobsoni* Oud and *Apis mellifera* L. in a laboratory test. Apidologie 26: 27-31.

LI, M., D. L. NELSON AND P. SPORNS, 1993. Determination of menthol in honey by gas chromatography. J. AOAC Inter. 76: 1289-1295.

LODESANI, M., ET AL. 1992. Residue determination for some products used against *Varroa* infestation in bees. Apidologie 23: 257-272.

NELSON, D., P. SPORN, P. KRISTAINSEN AND M. LI. 1993. Effectiveness and residue levels of 3 methods of menthol application to honey bee colonies for the control of tracheal mites. Apidologie 24: 549-556.

ESTABLISHMENT OF BREAST CANCER CELL CULTURE DERIVED FROM A THAI WOMAN WITH PRIMARY BREAST CARCINOMAS

S. Mankhetkorn[1], C. Loerdchutinart[1] and J. Wongwichit[2]

[1]Lab. Physical Molecular Chemistry and Cellular Biology, Faculty of Science, Burapha University, Bangsaen District, Chonburi 20131

[2]Chonburi Cancer Center, Muang District, Chonburi 20130

บทคัดย่อ

การแยกและเพาะเลี้ยงเซลล์มะเร็งเต้านมที่แยกจากผู้หญิงไทยที่ป่วยเป็นมะเร็งเต้านม (PRIMARY BREAST CARCINOMAS)

สำรี มั่นเขตต์กรน์[1], ชัชนก เลิศชุตินาท[1] และ จักรายุทธ วงศ์วิชิต[2]

[1]หน่วยปฏิบัติการวิจัยอณูเคมีฟิสิกัลและชีววิทยาของเซลล์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ. บางแสน ชลบุรี 20131

[2]ศูนย์ป้องกันและรักษาโรคมะเร็ง อ. เมือง ชลบุรี 20130

แยกเซลล์ BCS-1 และ BCP-1 จากก้อนมะเร็งที่ได้หลังจากการผ่าตัด 1-2 ชั่วโมง ของผู้หญิงไทยที่ป่วยเป็นโรคมะเร็งเต้านมระยะ T4N1M1 เซลล์ที่ได้ถูกเลี้ยงแบบต่อเนื่องเป็น monolayer cultures ระยะเวลาที่เซลล์เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่า มีค่าเท่ากับ 33 และ 68 ชั่วโมง สำหรับเซลล์ BCS-1 และ BCP-1 ตามลำดับ ทั้ง BCS-1 และ BCP-1 สามารถเจริญได้ดีทั้งในอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิด DMEM และ RPMI 1640 ซึ่งเซลล์ที่เลี้ยงมีปริมาณเซลล์ที่มีชีวิตสูงมาก ในการเจือจางเซลล์มีความจำเป็นที่จะต้องแยกเซลล์ออกเป็นเซลล์เดี่ยวก่อนที่จะเติมอาหารเลี้ยงเซลล์ใหม่โดยขบวนการ trypsinization เซลล์เจริญโดยปราศจาก myroplasma หรือ bacteria เซลล์ที่แยกได้ไม่มีการแสดงออกของ โปรตีน MDR1 P-glycoprotein และ MRP1 ทั้ง BCS-1 และ BCP-1 ตอบสนองต่อยา doxorubicin pirarubicin และ vincristine

คำหลัก: เซลล์มะเร็งเต้านม, monolayer culture, trypsinization

INTRODUCTION

Early menacme, nulliparity and late menopause are all risk markers for breast cancer, and it has long been postulated that the lifetime number of regular ovulation may be a determinant of breast cancer risk (Whelan *et al.*, 1992). It is relevant that in ethnic groups with low breast cancer risk, anovulatory cycles are more common between the age of 15 and 19 years (MacMahon *et al.*, 1982). Mortality rates from breast cancer in Asian women are only approximately one–fifth of those in women in Northern Europe and North America. The reason is not clear, but lower estrogen levels are found in premenopausal Asian women (Bernstein *et al.*, 1993). In Thailand, the women determine how frequently they go for medical checkups, including mammographies. Usually, this means a visit to the doctor only when symptoms of the disease are noticed by the patients, in which case the disease may be too advanced.

Therefore, it is necessary to analyze breast cancer progression in Thai women more closely. The availability of well characterized breast cancer cell lines deriving directly from patients with a documented clinical history and retaining properties observed *in vivo*, provides suitable models for genetic and biological studies of neoplastic phenotypes and for the *in vitro* search for more effective treatment (Meltzer *et al.*, 1991). Approximately 37 human breast cancer cell lines and about five normal breast cell lines are available either commercially or from individual laboratories. Nearly all the popular breast cancer cell lines were established from Caucasians. It is difficult to convince medical scientists that ethnic differences in biochemical and genetic properties of established cell lines may exist.

We believe that the establishment of breast cancer cell lines from Thai women is justified, not only from a good scientific perspective but also for relevance issues. It is expected that the patients who suffer from breast cancer would feel reassured knowing that

the prescribed drug or therapy were tested by using breast cancer cell lines established from persons of the same race.

METHODOLOGY

Drugs and Chemicals

Purified doxorubicin, daunorubicin and pirarubicin were kindly provided by Pharmacia-Upjohn and Roger Bellon. Concentrations were determind by diluting stock solutions to approximately 10^{-5} M and using ε_{480}=11,500 $M^{-1}cm^{-1}$. Stock solutions were prepared just before using. Demonized double-distilled water was used throughout the experiments. Experiments were performed in Hepes-Na^+ buffer solutions containing 20 mM Hepes buffer plus 132 mM NaCl, 3.5 mM KCl, 1 mM $CaCl_2$, 0.5 mM $MgCl_2$, 5 mM glucose at pH 7.25.

Digestion solution (100 ml) consists of 243 mg DMEM/F12, 200 mg sodium bicarbonate, 250 mg trypsin I (T-8003) (Gibco), 142.2 mg hyaluronidase, 0.5 mg DNase (Sigma), 1 ml penicillin and streptomycin (10,000 IU/ml), 1 ml insulin (1 mg/ml), 100 l hydrocortisone (1 mg/ml), and 10 ml bovine calf serum.

Clinical History of Patient

A 51-year-old Thai woman suffered from a right breast carcinoma, staging T4N1M0. The patient was only treated by gamma irradiation (total dose 3000 rads) before a simple mastectomy. After mastectomy the tumor specimen was cut in small pieces. The 3 pieces of the specimen, about 1 cm^3, were suspended in the isotonic sterilized buffer solution pH 7.4, then carried to the laboratory. The isolation of cells was performed within 1 hour after the operation.

Culture Medium

The cells were grown in DMEM/F12 (Gibco) and RPMI 1640 (Gibco) medium supplemented with l-glutamine and 10% foetal calf serum at 37° C in a humidified atmosphere of 95% air and 5% CO_2.

Preparation of Primary Culture

Under sterile conditions, the 1 cm^3 of tissue was placed in a sterile Petridish and sliced into approximately 3 mm^3 pieces using opposing sterile scalpel blades. Any significant fat deposits were teased away. They were rinsed 3 times and passed through a stainless steel mesh, then homogenized with homogenizer. The homogenized tissues were transferred to sterile centrifuge tubes. 30 ml of digestion solution was added to the tissue tubes and allowed to digest at 37°C with agitation for 30 minutes or more dependung on the quantities of connective tissue present in the sample. After the incubations, the tubes were centrifuged at 600g for 5 minutes. Once the tissue had been pelleted, the supernatant (two layers consisting of fat, fibroblasts, and digested collagen) was aspirated off. The remaining pellets were washed twice with DMEM containing 10% serum, transferred into a sterile Petri dish and examined under a light microscope. If tissue could still be observed, it was transferred to a new sterile tube to repeat the digestion process. The digested material was transferred into 75 cm^2 cell culture flasks with 4 ml RPMI 1640 containing 10 % fetal calf serum, 1% L-glutamine and 1% insulin. The flasks were placed in a humidified atmosphere of 95% air and 5% CO_2 at 37°C and left undisturbed.

Serial Subculture and Storage

After 48 hr of incubation, the supernatant containing the cells, which did not initially attach to the flask, was transferred to a new cell culture flask in the same medium (BCS-1). 5 ml of the same medium was added to the cell culture flask which containing the attached cells (BCP-1). The flasks were placed in a humidified atmosphere of 95% air and 5% CO_2 at 37°C and left undisturbed for 4 days.

The aggregated tumor cells were detached using 0.05% trypsin/0.02% EDTA solution. Serial subcultures were made at a 1:4 or 1:5 split and maintained in RPMI 1640 supplemented with 10% fetal calf serum, 1% L-glutamine and 1% insulin. The 33258 Hoechst stain was routinely employed for mycoplasma testing. At each serial passage, some of the cells were frozen in fetal calf serum containing 7% DMSO and stored in liquid nitrogen.

Breast cancer cells at various passages were directly examined with an inverted-phase microscope. Cells were cultured on cover slips, fixed in Bouin, stained with hematoxylin-eosin, and examined with a light microscope.

Biochemical Analysis

The presence of the tumor marker, carcinoembryonic antigen (CEA), was quantified in cultured medium and in cytosols with an IRMA (Tandem-R CEA kit, Hybritech Europe, Liege, Belgium).

RT-PCR analysis: RNA was extracted by using Trizol reagent (Life Technologies). All cDNA synthesis and PCR procedures were set up in a laminar flow hood, using positive displacement pipettors. Reagent and tubes were sterilized. Both cDNA synthesis and PCR were performed in a single tube (One-Step^{TM} RT-PCR System, Life Technologies) using gene-specific primer and 20 μg of total cellular RNA (final volume 20 μl

MRP and MDR1 oligonucleotide primers were synthesized according to published sequence in formation (Noonan *et al.*, 1990; Zaman *et al.*, 1993). The primers were as follows:

-for MRP, upstream, 5' AGTGACCTCTGGTCCTTAAACAAGG, downstream, 5' GCAAGTCATCCTTGCTCTCTACCTC 3'.

-for MDR1, upstream, 5' TGTACCCATCATTGCAATAGCAGG 3', downstream, 5' ATATGTTCAAACTTCTCTGCTCCTGA 3'.

Forty rounds of amplification were performed on a thermocycler (GeneAmp PCR 2000, Perkin Elmer) as follows:

-for MRP, one cycle of denaturation at 95°C for 1.5 min, annealing at 52°C for 1 min and extension at 72°C for 3 min, for MDR1, one cycle of denaturation at 95°C for 3 mins, annealing at 57°C for 0.8 min and extension at 72°C for 0.3 min. After the last cycle, all samples were incubated for an additional 5 mins at 72°C.

The PCR products were separated by electrophoresis in TAE buffer on 2% agarose gels. The gels were stained with 1 μg/ml ethidium bromide and photographed under an UV illuminator.

Growth Rate

The growth curve of breast cells in culture was established by inoculation of 10^5 cells per ml in 6 well plates with 4 ml of culture medium. The number of viable cells (as determined by trypan blue dye exclusion) was counted at 24 hr intervals. Doubling time was calculated during the exponential growth phases.

Assay for Drug Toxicity

2 ml of 10^5 cells per ml in exponential phase were seeded in a 24 multiwell dish. After 24 hours, various concentrations of anticancer drugs were added to the medium. At 72 hours, the viable cells were counted. All counting was done in triplicate, and the viability was assessed by the trypan blue dye exclusion assay. The IC_{50} values were determined by plotting the percentage of cell growth inhibition versus the concentration of the anticancer drug. IC_{50} is the drug concentration that inhibits cell division by 50% after 72 hours; the percentage of cell growth inhibition is defined as $[(N_o-N_x)/(N_o-10^5)]\times100$, where N_o and N_x are the number of cells in the absence and presence of anticancer drug at concentration x, respectively.

RESULTS

Establishment and Morphology of Breast Cancer Cells

The cells obtained from digested tissue, grown free of mycoplasma, appeared in different shapes and sizes; cuboidal, large round and small round and irregular in shape. 48 hours after incubation of the primary culture, cells demonstrated variable degrees of attachment to the plastic. About 10 % of the cells were floating. According to the degree of attachment, the primary breast cell culture provided two subgroups of cells, BCP-1 and BCS-1 (Fig. 1).

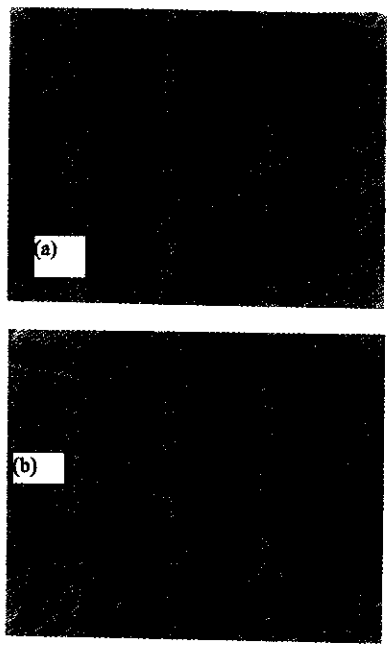


Fig. 1. Phase–contrast microscopy of (a) BCP-1 and (b) BCS-1 cells

BCP-1, the well-attached cells, polyhedral in shape, were found to grow out and spread in a monolayer, and some formed clusters admixed with spherical cells. Up to the fifth passage, the cells grew rapidly and then slowed down. After about thirty passages, they did not grow. The culture contained 30±4 % of cell death. The viable cells were selected and 10^4 cells per ml were re-suspended in RPMI 1640 supplemented containing 10% fetal calf serum, 1% L-glutamine, 1% insulin, 0.25 mg DNase, and 0.1% EGF. The cells were maintained in the same medium of culture, which was replaced every three days for four months. New colonies of cells were formed and the number of viable cells was $1.4x10^6$ cells per ml.

BCS-1 were loosely-attached cells or did not initially attach to the plastic, were spherical, and clusters of these cells frequently overlaid the well-attached cells. The BCS-1 grew in both DMEM/F12 (Gibco) and RPMI 1640 (Gibco) medium supplemented with l-glutamine and 10% foetal calf serum. The cells showed high viability and the subculture of these cells required their detachment by trypsinization prior to re-inoculation in a fresh medium.

Analysis of Carcioembryonic Antigen (CEA)

The presence of the tumor-association antigen CEA was determined in the culture medium and in cytosol of the cells. The concentrations of CEA in cytosols was 2.3±1.1 ng/ml but not in the culture medium for BCP-1. The CEA was not detected in cytosol or culture mediums of BCS-1 cells and of the control, K562 cells.

Analysis of MRP and MDR Expression

The expression of MRP and MDR1 mRNA was not detected for the breast cancer cells. It was verified that the MRP and MDR1 mRNA were detected in the highly MRP-expressing GLC4/adr and MDR-expressing K562/adr, respectively.

Growth Characteristics

Growth curves were established for BCS-1 and BCP-1 (Fig. 2). The doubling population times were 33 and 68 hours, for BCS-1 and for BCP-1,

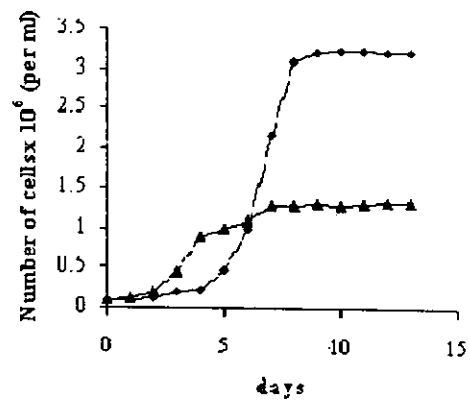


Fig. 2. Growth curve of early passage (at passage 32) of (▲) BCP-1 and (◆) BCS-1. 4 ml of 10^5 cells per ml incubated in RPMI 1640 supplemented with 10% fetal calf serum, 1% L-glutamine, 1% insulin. The number of viable cells (as determined by typan blue dye exclusion was counted at 24 hour intervals.

respectively. Progesterone (ORG 2058) had no effect on the growth of BCS-1 but increased the proliferation rate of BCP-1 cells by 37%.

Chemosensitivity Pattern

Table 1 shows the results of the *in vitro* chemosensitivity assay performed in BCS-1, BCP-1, K562, and GLC4. Both BCS-1 and BCP-1 were sensitive to Doxorubicin, Pirarubicin, Daunorubicin, and Vincristine with similar patterns to K562 and GLC4.

Table 1. *In vitro* chemosensitivity of the cell lines

Drug	IC_{50}, nM			
	K562	GLC4	BCS-1	BCP-1
Doxorubicin	9 ± 3	9 ± 3	17± 4	12
Pirarubicin	6 ± 2	10	9	9 ± 4
Daunorubicin	7 ± 3	12 ± 5	15± 3	10 ± 3
Vincristine	12 ± 4.2	10 ± 1	17 ± 3	16

DISCUSSION

This work has demonstrated that these breast cancer cells can be established from a primary breast carcinoma. The isolated cells were derived from a Thai woman, whose symptoms of the disease were well characterized, as T4N1M1 stage. 1 year after establishment, BCS-1 and BCP-1 were cultured in monolayers without any change in morphology. For several technical reasons, long-term breast cancer cells are difficult to establish. The breast cancer cells should be maintained in culture for longer than one year. The BCP-1 expressed the tumor-associated antigen or cancer marker (CEA) and the growth rate was stimulated by progesterone.

Radiation could induced multidrug resistance, which was associated with decreased drug accumulation. This is correlated with the membrane protein-mediated efflux, such as MDR1 P-glycoprotein and MRP1. However, the two proteins were not expressed either in BCS-1 or BCP-1. The chemosensitivity pattern assay indicated that both BCS-1 and BCP-1 were sensitive to Doxorubicin, Pirarubicin, Daunorubicin, and Vincristine.

The characteristics of cancer cell lines indicate them to be a good experimental model to investigate breast cancer and anti-cancer drug responses.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 640002.

REFERENCES

BERNSTEIN, L. AND K. ROSS. 1993. Endogenous hormones and breast cancer risk. Epidemiol Rev. 15: 48-65.

MACMAHON, B., D. TRICHOPOULAS, AND J. BROWN. 1982. Age at menarche, probability of ovulation and breast cancer risk. Int J. Cancer. 29: 13-16.

MELTZER, P., A. LEIBOVITZ, W. DALTON, H. VILLAR, T. KUTE, J. DAVIS, R. NAGLE AND J. TRENT. 1991. Establishment of two new cell lines derived from breast cancer carcinomas with HER-2/neu amplification. Br. J. Cancer. 63: 727-735.

NOONAN, K., C. BECK, T. HOLZMAYER, J. CHIN, J. WUNDER, I. AMDRULIS, A. GAZDER, C. QILLMAN, B. GRIFFITH, D. VON HOFF, AND B. RONIMSON. 1990. Quantitative analysis of MDR 1 (multidrug resistance) gene expression in human tumors by polymerase chain reaction. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 87: 7160-7164

WHELAN, A., D. SANDLER, J. ROOT, K. SMITH AND A. VODA. 1992. Menstrual cycle patterns and risk of breast cancer. Am J. Epidemiol. 136: 965.

ZAMAN, G., C. VERSANTVOORT, J. SMIT, E. EIJDEMS, M. HAAS, A. SMITH, H. BROXTERMAN, N. MULDER, E. VRIES, F. BAAS AND F. BROST. 1993. Analysis of the Expression of MRP, the gene for a new putative transmembrane drug transporter. In human multidrug resistant lung cancer cell lines. Cancer Research. 53: 1747-1750.

การอนุรักษ์และขยายพันธุ์กล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

โกวิท กิติตระกูลญะนันท์[1], สุรียา ตันติวิวัฒน์[1], ศรีสม สุรวัฒนานนท์[1] และ จิตราพรรณ พิลึก[2]

[1]ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

[2]ภาควิชาพืชสวน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10903

ABSTRACT

IN VITRO CONSERVATION AND PROPAGATION OF *DENDROBIUM CRUENTUM* RCHB. F.

K. Iititrakunyanun, S. Tantiwiwat, S. Surawatananon and C. Piluk

[1]Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

[2]Department of Horgiculture, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903

Ueang Pak Nok Kaeo (*Dendrobium cruentum* Rchb. f.) is a wild orchid species in southern Thailand, which is almost extinct from natural areas. An experiment was carried out to propagate this orchid by inducing protocorms for shoot multiplication. The appropriate medium for protocorm culture was Vacin and Went (VW) broth with 0.5 ppm BA, which resulted in a maximum survival rate of 60 percent at 3 months. Protocorms cultured in VW media with BA at concentrations of 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 ppm did not significantly differ in size and fresh weight. Protocorms were cut to 0.3 centimetre and placed in VW. A maximum number of shoot, 8.2 shoots per protocorm, were realized in 2 months. An alternative method was trialled for plantlet multiplication and found that the appropiate medium for plantlet multiplication was modified VW agar medium without BA, which can regenerate extra shoots of 0.95 shoot per plantlet in 2 months.

The problem of Ueang Pak Nok Kaeo tissue culture was the low survival rate when transplanting outside. So these studies emphasized the effects of paclobutrazol and light intensity on growth and development of orchid plantlets. Seedlings of Ueang Pak Nok Kaeo were cultured on VW medium, which was supplemented with 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 and 1 ppm paclobutrazol, under light intensity of 27.1 or 74.5 μmolphoton. $m^{-2}.s^{-1}$. The appropriate medium and light intensity for best growth, development and vigor of seedlings was at 0.0001 ppm paclobutrazol under 74.5 μmolphoton.$m^{-2}.s^{-1}$ light intensity. These plantlets had a maximum height of 10.07 cm, maximum fresh weight of 1.58 g, maximum dry weight of 0.5 g and chlorophyll content of 0.41 mg/g freshweight of leaf. With increased paclobutrazol concentration, height, fresh weight and dry weight decreased. Plantlets grown under low light intensity had lower dry weight and higher chlorophyll contents, which highly significant differences, than plantlets under high light intensity. When the plantlets were transplanted into 1 inch pots, without growing medium or with coconut husk or osmunda, the survival rates were 95, 100 and 100 percent respectively.

Key words: *Dandrobium cruentum,* Ueang, orchid, survival, conservation, propagation

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนที่มีความหลากหลายทางชีวภาพโดยเฉพาะพรรณกล้วยไม้ที่มีค่ามากกว่าพันชนิด กล้วยไม้ที่ขึ้นอยู่ตามป่าเป็นที่รู้จักและนำมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานานแล้ว บางชนิดมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรค และบางชนิดถูกนำมาประกอบในงานพิธีต่าง ๆ ความผูกพันแนบแน่นระหว่างคนกับกล้วยไม้นี้เป็นการอนุรักษ์กล้วยไม้ป่าอย่างชาญฉลาดของคนในอดีตสู่คนรุ่นปัจจุบัน แต่น่าเสียดายที่การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองในประเทศ ประกอบกับการตัดไม้ทำลายป่า และลักลอบนำกล้วยไม้ส่งออกโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ทำให้จำนวนของกล้วยไม้ป่าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเอื้องปากนกแก้วซึ่งปัจจุบันอยู่ในสภาวะใกล้สูญพันธุ์ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจะสามารถเพิ่มปริมาณต้นกล้วยไม้ได้อย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้นก็ตาม แต่ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเอื้องปากนกแก้วพบว่า มีการเจริญเติบโตที่ช้า หรือบางครั้งมีข้อปล้องยาว ลำลูกกล้วยอ่อนไม่ตั้งตรง และทิ้งใบเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม ทำให้การนำลูกกล้วยไม้เหล่านี้ออกปลูกมักจะมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำ ดังนั้นจึงทำการศึกษาหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว เพื่อเพิ่มปริมาณต้น และทำให้ต้นอ่อนมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตที่สูง เมื่อนำออกปลูก

พื้นที่ศึกษา

เรือนเพาะชำ และห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

สูตรอาหารที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มปริมาณของต้นกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว

การหาสูตรอาหารที่เหมาะสมเพื่อเลี้ยงโปรโตคอร์มของกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วและชักนำให้เป็นต้น โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design มี 6 การทดลอง ๆ ละ 10 ซ้ำ ซึ่งแต่ละการทดลองได้รับ BA ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ppm ตามลำดับ ย้ายโปรโตคอร์มที่ได้จากการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อขนาด 0.15 ซม. น้ำหนักสดเฉลี่ย 2.5 มก. เลี้ยงในอาหารเหลวสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ในระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ppm วางขวดอาหารเหลวบนเครื่องเขย่าที่ตั้งความเร็วไว้ 120 รอบ/นาที ให้แสงสว่าง 27.1 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1} นาน 16 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิเฉลี่ย 25 °C หลังจากนั้น 3 วัน ตรวจดูการปนเปื้อนของเชื้อและคัดทิ้ง เปลี่ยนอาหารทุก 2 สัปดาห์ บันทึกผลการทดลองทุก ๆ 1 เดือน เป็นเวลา 3 เดือน โดยวัดขนาด ชั่งน้ำหนักสด และเปรียบเทียบอัตราการรอดชีวิตของโปรโตคอร์ม นำก้อนโปรโตคอร์มจากสูตรอาหารที่ดีที่สุดมาแบ่งให้ได้ขนาด 0.3 ซม. แล้วนำลงเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW เป็นเวลา 2 เดือน สังเกตและบันทึกผลการทดลองโดยนับจำนวนต้นและจำนวนรากที่เกิดขึ้น

การหาสูตรอาหารที่เหมาะสมเพื่อชักนำให้ต้นอ่อนของกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วเกิดต้นจำนวนมาก โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design มี 4 การทดลอง ๆ ละ 20 ซ้ำ ซึ่งแต่ละการทดลองได้รับ BA ความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 4 ppm ย้ายลูกกล้วยไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อซึ่งมีความสูงประมาณ 1.50 ซม. ลงขวดอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ผสมอยู่ในระดับความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 4 ppm นำขวดอาหารวางบนชั้นที่ได้รับแสงสว่าง 74.5 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1} นาน 16 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิเฉลี่ย 25 °C บันทึกผลการทดลองทุก ๆ 2 เดือน เป็นเวลา 4 เดือน โดยนับจำนวนต้นที่เพิ่มขึ้น

สูตรอาหารและความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว

วางแผนการทดลองแบบ factorial in completely randomize design มี 2 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นของ paclobutrazol (0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 ppm) และความเข้มแสง (27.1 และ 74.5 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1}) ซึ่งการทดลองประกอบด้วย 12 treatment combination มี 20 ซ้ำ (ยกเว้นการสกัดหาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบลูกกล้วยไม้จะมีเพียง 5 ซ้ำ ทั้งนี้เป็นการสุ่มจาก 20 ซ้ำ ดังกล่าวซ้ำละ 4 ตัวอย่าง) ถ่ายลูกกล้วยไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ดซึ่งมีความสูงประมาณ 2.70 ซม. น้ำหนักสดเฉลี่ย 0.20 ก. และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.02 ก. ลงขวดอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี paclobutrazol ผสมอยู่ในระดับความเข้มข้น 0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 ppm นำขวดอาหารวางบนชั้นที่ได้รับแสงสว่าง 27.1 และ 74.5 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1} นาน 16 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิเฉลี่ย 25 °C เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 4 เดือน วัดความสูง ชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งพร้อมทั้งสกัดคลอโรฟิลล์จากใบกล้วยไม้เพื่อหาความเข้มข้นของรงควัตถุดังกล่าว

เครื่องปลูกที่เหมาะสมสำหรับลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว

วางแผนการทดลองแบบ factorial in randomized complete block design มี 3 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นของ paclobutrazol (0, 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 และ 1 ppm) ความเข้มแสง (27.1 และ 74.5 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1}) และชนิดของเครื่องปลูก (ลูกอัดกาบมะพร้าว ออสมันดา และไม่มีเครื่องปลูก) ซึ่งการทดลองประกอบด้วย 36 treatment combination มี 5 ซ้ำ นำลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วจากการทดลองที่ 2 ทุกการทดลองลงปลูกในกระถางขนาด 1 นิ้ว ที่ไม่มีเครื่องปลูกและมีเครื่องปลูกคือ ลูกอัดกาบมะพร้าว และออสมันดา พรางแสง 50% รดน้ำวันละ 2 ครั้ง (เช้าและเย็น) ให้ปุ๋ยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง พร้อมยาฆ่าแมลงและยาฆ่ารา เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลานาน 1 ปี 2 เดือน บันทึกผลโดยนับจำนวนหน่อ วัดความสูงจากลำลูกกล้วยที่เกิดใหม่และมีการเจริญเติบโตจนสุดลำแล้ว พร้อมเปรียบเทียบอัตราการรอดชีวิตของลูกกล้วยไม้

ผลการวิจัย

สูตรอาหารที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มปริมาณต้นกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว

ในการทดลองเพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมเพื่อเลี้ยงโปรโตคอร์มและชักนำให้เป็นต้น พบว่าโปรโตคอร์มมีขนาดและน้ำหนักสดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน โดยมีค่าสูงสุดในเดือนที่ 3 (ตารางที่ 1) โปรโตคอร์มที่มีขนาดและน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด 0.64 ซม. และ 72.47 มก. เมื่อนำมาตัดแบ่งจนได้ขนาด 0.3 ซม. แล้วเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าโปรโตคอร์มมีการพัฒนาเป็นต้นจำนวนมากที่สุดเฉลี่ย 8.2 ต้น และเกิดรากมากที่สุดเฉลี่ย 3.4 ราก

ตารางที่ 1. ขนาดและน้ำหนักสดเฉลี่ยรวมทั้งอัตราการรอดชีวิตของโปรโตคอร์มกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตรดัดแปลง VW ที่ระดับความเข้มข้นของ BA ต่างกัน

ความเข้มข้นของ BA	ขนาดเฉลี่ย (ซม.)			น้ำหนักสดเฉลี่ย (มก.)			อัตราการรอดชีวิต (%)		
(ppm)	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3
0	0.26^{ns}	0.58^{ns}	0.59^{ns}	16.92^{ns}	51.83^{ns}	59.78^{ns}	100.0	33.3	33.3
0.5	0.27	0.58	0.64	13.16	61.40	72.47	100.0	60.0	60.0
1.0	0.36	0.47	0.51	24.05	45.49	54.14	100.0	80.0	60.0
1.5	0.33	0.51	0.55	20.21	49.58	49.99	100.0	75.0	55.6
2.0	0.32	0.47	-	15.83	38.74	-	100.0	50.0	0.0
2.5	0.32	0.32	-	13.65	24.26	-	100.0	11.1	0.0

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

หลังจากเลี้ยงลูกกล้วยไม้ซึ่งมีความสูงประมาณ 1.50 ซม. บนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ความเข้มข้น 0-4 ppm พบว่า ลูกกล้วยไม้มีจำนวนต้นเพิ่มขึ้นจากเดิมโดยการทดลองที่มี BA ผสมอยู่ มีจำนวนต้นเพิ่มขึ้นแตกต่างจากการทดลองที่ไม่มี BA อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้จำนวนต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงสุดคือ 1.65 และ 3.48 ต้น/ต้นเดี่ยว เมื่อเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ผสมอยู่ 1 ppm เป็นเวลา 2 และ 4 เดือน ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. จำนวนต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วซึ่งเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่ระดับความเข้มข้นของ BA ต่างกัน

ความเข้มข้นของ BA	จำนวนต้นเฉลี่ย (ต้นต่อต้นเดี่ยว)	
(ppm)	2 เดือน	4 เดือน
0	0.95$^{a1/}$	2.30$^{a1/}$
1	1.65^{b}	3.48^{b}
2	1.60^{b}	2.86^{c}
4	1.52^{b}	2.65^{c}

หมายเหตุ: 1/ พยัญชนะภาษาอังกฤษที่กำกับอยู่บนมุมขวาของจำนวนต้นเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธี DMRT

สูตรอาหารและความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว

ปัจจัยร่วมระหว่างสาร paclobutrazol และความเข้มแสงไม่มีผลต่อความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ของลูกกล้วยไม้ แต่ลูกกล้วยไม้มีความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเมื่อได้รับ paclobutrazol เข้มข้นมากกว่า 0.1 ppm อย่างไรก็ตามลูกกล้วยไม้ที่เลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี paclobutrazol ผสมอยู่ 0.0001 ppm ในระดับความเข้มแสง 74.5 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1} กลับมีความสูงสูงสุด 10.07 ซม. น้ำหนักสดสูงสุด 1.58 ก. และน้ำหนักแห้งสูงสุด 0.15 ก. (ตารางที่ 3) นอกจากนี้ยังพบว่า ลูกกล้วยไม้ที่ได้รับความเข้มแสง 27.1 และ 74.5 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1} ในทุกระดับความเข้มข้นเดียวกันของ paclobutrazol จะมีความสูงและน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่กลับมีน้ำหนักแห้งและปริมาณคลอโรฟิลล์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เครื่องปลูกที่เหมาะสมสำหรับลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว

ปัจจัยร่วมระหว่างสาร paclobutrazol ความเข้มแสง และชนิดของเครื่องปลูกมีผลต่อจำนวนหน่อ ความสูงของหน่อที่ 1 และ หน่อที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ลูกกล้วยไม้ที่ปลูกในกระถางขนาด 1 นิ้ว โดยไม่มีเครื่องปลูกพบว่ามีจำนวนหน่อน้อยกว่าที่ปลูกโดยใช้ลูกอัดกาบมะพร้าวหรือออสมันดา แต่มีความสูงของหน่อที่ 1 มากกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อวัดความสูงของหน่อที่ 2 กลับให้ผลในทางตรงกันข้าม โดยเฉพาะลูกกล้วยไม้ซึ่งเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง

ตารางที่ 3. ค่าเฉลี่ยของความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ของลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วที่เลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่ระดับความเข้มข้นของ paclobutrazol ต่างกัน

ความเข้มข้นของ paclobutrazol (ppm)	ค่าเฉลี่ย							
	ความสูง (ซม.)		น้ำหนักสด (ก.)		น้ำหนักแห้ง (ก.)		คลอโรฟิลล์ (มก./ก. น้ำหนักสดของใบ)	
	A[1/]	B[1/]	A	B	A	B	A	B
0	9.40[a2/]	9.76[ab2/]	1.28[a2/]	1.56[a2/]	0.10[a3/]	0.15[a2/]	0.40[ns]	0.36[a2/]
0.0001	9.42[a]	10.07[a]	1.33[a]	1.58[a]	0.10[a]	0.15[a]	0.42	0.41[b]
0.001	9.44[a]	9.08[ac]	1.28[a]	1.27[ab]	0.11[a]	0.13[ac]	0.41	0.39[bc]
0.01	9.18[a]	8.70[bc]	1.15[ab]	1.34[ac]	0.09[ab]	0.13[ac]	0.41	0.39[bc]
0.1	7.71[b]	8.08[c]	0.99[ab]	1.05[bc]	0.08[ab]	0.10[bc]	0.41	0.38[ac]
1	7.59[b]	6.76[d]	0.83[b]	0.87[b]	0.07[b]	0.09[b]	0.41	0.38[ac]

หมายเหตุ: 1/ ความเข้มแสงที่ลูกกล้วยไม้ได้รับโดย A และ B มีค่า 27.1 และ 74.5 µmolphoton.m^{-2}.s^{-1} ตามลำดับ, 2/ พยัญชนะภาษาอังกฤษที่กำกับอยู่บนมุมขวาของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธี DMRT, 3/ พยัญชนะภาษาอังกฤษที่กำกับอยู่บนมุมขวาของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธี DMRT, ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

VW ที่มี paclobutrazol ความเข้มข้น 0.0001 ppm ภายใต้ความเข้มแสง 74.5 µmolphoton.m-2.s-1 เมื่อนำออกปลูกในกระถางขนาด 1 นิ้ว โดยใช้ออสมันดาเป็นเครื่องปลูกผลพบว่าลูกกล้วยไม้มีความสูงสูงสุด 24.54 ซม. และอัตราการรอดชีวิตสูงสุด 100% (ตารางที่ 4 และ 5)

บทวิจารณ์

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 พบว่าความเข้มข้นของแสงที่ใช้คือ 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ppm ไม่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดขนาดและน้ำหนักสดของโปรโตคอร์ม แต่ถ้าหากเพิ่มความเข้มข้นของ BA ให้มากกว่า 2.5 ppm อาจทำให้โปรโตคอร์มมีขนาดและน้ำหนักสดลดลงได้ เพราะ BA ที่ความเข้มข้นสูงจะให้ผลไปในทางยับยั้งการเจริญเติบโต (Arditti, 1982) และถ้าพิจารณาขนาดและน้ำหนักสดเฉลี่ยของโปรโตคอร์มจะเห็นว่าเพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน ยกเว้นในการทดลองที่ได้รับ BA ความเข้มข้น 2.0 และ 2.5 ppm ซึ่งไม่สามารถวัดขนาดและชั่งน้ำหนักสดได้ในเดือนที่ 3 เพราะโปรโตคอร์มที่เลี้ยงไว้ตายหมด สำหรับอัตราการเพิ่มขนาดและน้ำหนักสดเฉลี่ยจะลดลงเมื่อเลี้ยงนานขึ้น อาจเนื่องมาจากระหว่างการทดลองไม่ได้ตัดแบ่งโปรโตคอร์มเพื่อเพิ่มจำนวน ทำให้โปรโตคอร์มดูดซึมธาตุอาหารได้น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับโปรโตคอร์มที่มีขนาดเล็กแต่มีพื้นที่ผิวในการดูดซึมมากกว่า

จากการทดลองพบว่าสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโปรโตคอร์ม ได้แก่ อาหารเหลวสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ผสมอยู่ระหว่าง 0.5–1.0 ppm โดยมีผลให้โปรโตคอร์มมีอัตราการรอดชีวิตสูงสุดเป็น 60% เมื่อเลี้ยงได้นาน 3 เดือน (ตารางที่ 1) และในการเลี้ยงโปรโตคอร์มเอื้องปากนกแก้วไม่ควรจะเลี้ยงนานเกิน 2 เดือน เพราะทำให้อัตราการรอดชีวิตและอัตราการเพิ่มของขนาด และน้ำหนักสดลดลง หรือมิเช่นนั้นก็ควรที่จะมีการตัดแบ่งโปรโตคอร์มเมื่อเลี้ยงครบจำนวนเดือนดังกล่าว หากนำโปรโตคอร์มที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ผสมอยู่ 0.5 และ 1.0 ppm ขนาดเฉลี่ย 0.64 และ 0.55 ซม. มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 72.47 และ 54.14 มก. ตามลำดับ มาตัดแบ่งให้ได้ขนาด 0.3 ซม. แล้วลงเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW เป็นเวลานาน 2 เดือน พบว่า โปรโตคอร์มที่ได้รับ BA ความเข้มข้น 0.5 ppm เกิดต้นจำนวนมากที่สุดเฉลี่ย 8.2 ต้น และเกิดรากเฉลี่ย 3.4 ราก ส่วนโปรโตคอร์มที่ได้รับ BA ความเข้มข้น 1.0 ppm เกิดต้นจำนวนมากเฉลี่ย 6.5 ต้น และเกิดรากเฉลี่ย 1.6 รากแต่เมื่อนำข้อมูลจำนวนต้นและจำนวนรากมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าปริมาณ BA ที่ความเข้มข้นค่อนข้างสูงไม่ได้ทำให้จำนวนต้นที่ถูกชักนำมีจำนวนมากตามไปด้วยดังนั้น ความเข้มข้นของ BA ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโปรโตคอร์มเพื่อที่จะนำมาชักนำให้เกิดต้นจำนวนมากนั้นคือ 0.5 ppm

เมื่อนำข้อมูลจำนวนต้นที่เพิ่มขึ้นของลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วซึ่งเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 4 ppm เป็นเวลา 2 และ 4 เดือน มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงว่าการเติม BA ลงไปในสูตรอาหารมีผลต่อจำนวนต้นที่เพิ่มขึ้น โดยจากการทดลอง ลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วเกิดต้นจำนวนมากที่สุดเฉลี่ย 1.65 และ 3.48 ต้นต่อต้นเดียว เมื่อเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ความเข้มข้น 1 ppm เป็นเวลา 2 และ 4 เดือน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถเกิดรากได้ทุกการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกันบางส่วนกับรายงานของ Pierik (1989) กล่าวคือ BA ระดับความเข้มข้นที่สูงระหว่าง

1–10 ppm สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนของพืชเกิดต้นจำนวนมากได้แต่การเกิดรากจะถูกยับยั้ง ทั้งนี้จากการที่ลูกกล้วยไม้สามารถเกิดรากได้เป็นเพราะในอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW มีการเพิ่มกล้วยและถ่านซึ่งกล้วยหอมมีฮอร์โมนหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง IAA (Steward and Simmond, 1964) ส่วนถ่านทำให้กล้วยไม้และพืชชนิดอื่น มีจำนวนและการเจริญเติบโตของรากเพิ่มขึ้น (Ernst, 1974; Fridborg *et al.*, 1978) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะถ่านมีคุณสมบัติบางอย่าง เช่น แสงส่องผ่านได้น้อย และสามารถแลกเปลี่ยนไอออนบางชนิดได้ (Eliasson and Brunes, 1980) หากพิจารณาถึงระดับความเข้มข้นของ BA ที่ใช้พบว่า ลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วซึ่งเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA สูงกว่า 1 ppm จะมีผลทำให้จำนวนต้นเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงในเดือนที่ 2 และจะเห็นผลชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อเลี้ยงเป็นเวลานาน 4 เดือน เพราะ BA ที่ระดับความเข้มข้นสูงจะให้ผลในทางยับยั้งมากกว่าส่งเสริมให้เกิดต้น จำนวนมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชนั้น ๆ (Davies, 1987) สำหรับการคัดเลือกสูตรอาหารให้เหมาะสมต่อการชักนำให้ต้นอ่อนเกิดต้นจำนวนมากมีหลักเกณฑ์ว่า สูตรอาหารเหล่านั้นสามารถเพิ่มปริมาณของต้นกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วได้และในสูตรอาหารจะต้องมี BA ในความเข้มข้นที่ต่ำหรือไม่มีเลย เพราะ BA จะส่งผลต่อเนื่องถึงขั้นตอนของการย้ายปลูกโดยอาจทำให้ลูกกล้วยไม้มีอัตราการรอดชีวิตลดลง (จิตราพรรณ, 2536) และยังอาจชักนำให้ลูกกล้วยไม้เกิดการกลายพันธุ์ได้อีกด้วย (Vajabhaya, 1977) จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวนี้ สูตรอาหารที่น่าจะเหมาะสมคือ อาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ความเข้มข้น 1 ppm และไม่มี BA ผสมอยู่ ทั้งนี้จำนวนต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของทั้ง 2 การทดลอง เมื่อเลี้ยงนาน 2 เดือนคือ 1.65 และ 0.95 ต้นต่อเดี่ยว ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งแต่ความแตกต่างมีเพียง 0.7 ต้นต่อต้นเดี่ยวเท่านั้น (ตารางที่ 2) ดังนั้นสูตรอาหารที่เหมาะสมจึงควรเป็นอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่ไม่มี BA ผสมอยู่ และหากพิจารณาถึงระยะเวลาในการเลี้ยงจะพบว่า ระยะเวลา 2 เดือน เหมาะสมที่สุด เพราะการตัดแบ่งเพื่อเพิ่มจำนวนจะกระทำได้สะดวกและโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนของเชื้อมีน้อยกว่าระยะเวลาที่เลี้ยงนาน 4 เดือน ซึ่งลูกกล้วยไม้มีการเจริญเติบโตมากเกินไปประกอบกับจำนวนและความยาวของรากก็เพิ่มมากขึ้นด้วย

ตารางที่ 4. แสดงความสูงเฉลี่ยหน่อที่ 2 ของลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วหลังจากย้ายลงปลูกเป็นเวลานาน 1 ปี 2 เดือน

ความเข้มข้นของ paclobutrazol (ppm)	ความสูงเฉลี่ยของหน่อที่ 2					
	ชนิดของเครื่องปลูก					
	ไม่มีเครื่องปลูก		ลูกอัดกาบมะพร้าว		ออสมันดา	
	A[1/]	B[1/]	A	B	A	B
0	14.56[b2/]	17.39[a2/]	15.16[b2/]	18.44[b2/]	14.57[b2/]	18.75[b2/]
0.0001	16.59[a]	18.35[a]	19.24[a]	23.06[a]	16.71[a]	24.54[a]
0.001	14.45[b]	15.12[bc]	12.55[c]	17.46[bc]	14.01[b]	17.54[bc]
0.01	12.84[c]	14.49[c]	12.23[c]	15.64[cd]	11.51[c]	16.56[c]
0.1	9.60[d]	13.00[d]	9.94[d]	13.82[de]	11.07[c]	14.35[d]
1	7.57[e]	9.85[e]	7.71[e]	12.16[e]	9.27[d]	9.97[e]

หมายเหตุ: 1/ ความเข้มแสงที่ลูกกล้วยไม้ได้รับโดย A และ B มีค่า 27.1 และ 74.5 μ molphoton.$m^{-2}.s^{-1}$ ตามลำดับ, 2/ พยัญชนะภาษาอังกฤษที่กำกับอยู่บนมุมขวาของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 5. แสดงอัตราการรอดชีวิตของลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วหลังจากย้ายลงปลูกเป็นเวลานาน 1 ปี 2 เดือน

ความเข้มข้นของ paclobutrazol (ppm)	อัตราการรอดชีวิตของลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว (เปอร์เซ็นต์)					
	ชนิดของเครื่องปลูก					
	ไม่มีเครื่องปลูก		ลูกอัดกาบมะพร้าว		ออสมันดา	
	A[1/]	B[1/]	A	B	A	B
0	45	80	80	95	100	100
0.0001	85	95	100	100	100	100
0.001	70	75	100	100	95	100
0.01	65	75	90	100	85	100
0.1	45	75	80	95	85	100
1	30	65	75	90	80	95

หมายเหตุ: 1/ ความเข้มแสงที่ลูกกล้วยไม้ได้รับโดย A และ B มีค่า 27.1 และ 74.5 μmolphoton. $m^{-2}.s^{-1}$ ตามลำดับ

การทดลองเพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณของต้นกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วทั้ง 2 วิธีดังกล่าวมีสิ่งซึ่งควรพิจารณาหลายประการด้วยกันคือ โปรโตคอร์มและลูกกล้วยไม้ที่ใช้ในการทดลองได้มาจากการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อซึ่งแท้ที่จริงแล้วการเพาะเมล็ดกล้วยไม้ก็เป็นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชประเภทหนึ่งโดยเรียกว่า embryo culture (ประศาสตร์, 2536; รังสฤษฎ์, 2540) เหตุที่ใช้โปรโตคอร์มและลูกกล้วยไม้ซึ่งได้จากการเพาะเมล็ดแทนการใช้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพืชนั้นเพื่อเป็นการรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว อันเป็นการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม และคำนึงถึงสมดุลทางธรรมชาติซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในระยะยาว นอกจากนี้ต้นพันธุ์ที่

ได้ยังปราศจากเชื้อไวรัส เพราะเชื้อไวรัสไม่สามารถถ่ายทอดผ่านทางเมล็ดกล้วยไม้ (ดรรชิต, 2541) สำหรับขั้นตอนและระยะเวลาในการเพิ่มปริมาณต้นกล้วยไม้ของทั้ง 2 วิธีนั้น วิธีแรกต้องนำโปรโตคอร์มอายุ 1 เดือน ลงเลี้ยงในอาหารเหลวก่อน 3 เดือน จึงตัดแบ่งแล้วย้ายมาเลี้ยงบนอาหารแข็งอีก 2 เดือน เพื่อชักนำให้เป็นต้น รวมระยะเวลาที่เลี้ยงทั้งหมดนาน 6 เดือน แต่วิธีที่ 2 นำลูกกล้วยไม้อายุ 2 เดือน ลงเลี้ยงบนอาหารแข็งเป็นเวลา 2 เดือน เพื่อชักนำให้ต้นอ่อนเกิดต้นจำนวนมากซึ่งรวมระยะเวลาที่เลี้ยงทั้งหมดเพียง 4 เดือน เท่านั้น จะเห็นได้ว่าวิธีที่ 2 เป็นวิธีที่น่าจะเหมาะสมที่สุด เพราะสะดวกและรวดเร็วในการเพิ่มปริมาณต้นกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว ถึงแม้ว่าจะได้ปริมาณต้นที่น้อยกว่าวิธีแรกเมื่อเปรียบเทียบต่อหน่วยก็ตาม แต่ความหลากหลายทางพันธุกรรมย่อมมีมากกว่า เนื่องจากหากต้องการจำนวนต้นที่ได้เท่ากับวิธีแรกก็จำเป็นต้องใช้ลูกกล้วยไม้ที่เกิดจากโปรโตคอร์มซึ่งได้จากการเพาะเมล็ดในปริมาณที่มากกว่านั่นเอง

ระดับความเข้มข้นของ paclobutrazol มีอิทธิพลต่อความสูงของลูกกล้วยไม้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ความเข้มแสงทั้ง 2 ระดับ ลูกกล้วยไม้จะมีความสูงลดลงเมื่อใช้ paclobutrazol ในระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 0.1-1 ppm ทั้งนี้เพราะ paclobutrazol เป็นสารที่ยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ซึ่งสารในกลุ่มนี้จะมีผลอย่างมากต่อการยับยั้งกระบวนการออกซิเดชันโดยไปขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ monooxygenase ซึ่งเป็นตัวเร่งในปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงจาก ent-kaurene ไปเป็น ent-kaurenoic acid ของสายธารการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ดังนั้นพืชจึงไม่สามารถสังเคราะห์ GA_{20} ได้ ผลก็คือจะทำให้เซลล์พืชไม่ขยายขนาดเซลล์ด้านความยาว (cell elongation) เป็นเหตุให้ความสูงของพืชลดลง (Phinney *et al.*, 1991) สำหรับความสูงของลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วซึ่งใช้ paclobutrazol ในความเข้มข้นเท่ากันนั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเข้มแสงทั้ง 2 ระดับ ทั้งนี้อธิบายได้ว่า พืชมีระบบควบคุมการเจริญเติบโตเรียกว่า ระบบไฟโทโครม (phytochrome) ไฟโทโครมเป็นรงควัตถุมีได้ 2 รูป คือ รูปหนึ่งดูดแสงสีแดงได้ดีที่สุดเรียก P_r ส่วนอีกรูปหนึ่งดูดแสงแดงไกลได้ดีที่สุดเรียก P_{fr} ไฟโทโครมทั้งสองชนิดนี้สามารถเปลี่ยนรูปกลับไปมาได้ (Krogmann, 1973) ในสภาวแวดล้อมที่มีความเข้มแสงต่ำอัตราส่วนของ P_{fr}/P_r+P_{fr} จะลดลงทำให้พืชประเภท Sun plants มีลำต้นยืดยาวผิดปกติ สำหรับพืชประเภท Shade plants แม้ว่าอัตราส่วนของ P_{fr}/P_r+P_{fr} จะเพิ่มขึ้นความสูงของพืชก็ไม่แตกต่างไปจากเดิม (Morgan and Smith, 1979) ดังนั้นกล้วยไม้ซึ่งส่วนใหญ่จัดเป็นพืชที่ไม่ต้องการแสงแดดเต็มที่ หรือ Shade plants โดยจะสังเกตได้จากการเจริญเติบโตที่มักเจริญภายใต้ร่มเงาต้นไม้ใหญ่ เช่น กล้วยไม้สกุลหวาย (ดรรชิต, 2541) เมื่อนำมาเลี้ยงที่ความเข้มแสง 27.1 และ 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ จึงมีความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หากพิจารณาน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว (ตารางที่ 3) จะพบว่าลูกกล้วยไม้มีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งลดลงที่ความเข้มแสงทั้ง 2 ระดับ เมื่อใช้ paclobutrazol ในระดับความเข้มข้นที่มากขึ้น นั่นคือ ระดับความเข้มข้นของ paclobutrazol ที่ใช้มีอิทธิพลต่อน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของลูกกล้วยไม้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งเช่นเดียวกับความสูง แต่ที่ความเข้มแสง 27.1 และ 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ ลูกกล้วยไม้มีน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้ paclobutrazol ความเข้มข้นตั้งแต่ 0–1 ppm ส่วนน้ำหนักแห้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ลูกกล้วยไม้ที่เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 27.1 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ มีน้ำหนักแห้งน้อยกว่าลูกกล้วยไม้ที่เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเมื่อเพิ่มความเข้มแสงอัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้น (Whatley and Whatley, 1980) ผลผลิตที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงอันหมายถึง น้ำตาลกลูโคสก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย พลังงานเคมีที่สะสมไว้ในพันธะเคมีของสารประกอบอินทรีย์นี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ เช่น การเจริญเติบโต ดังนั้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งจึงเพิ่มขึ้น (Bidwell, 1979) แต่จากการทดลองเฉพาะน้ำหนักแห้งของลูกกล้วยไม้เท่านั้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ ด้วยเหตุนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าการวัดการเติบโตโดยชั่งน้ำหนักสดมีข้อดีตรงที่วิธีนี้จะไม่ทำอันตรายแก่ต้นพืชแต่ไม่สามารถบอกถึงการเติบโตอย่างแท้จริงได้เพราะการเพิ่มหรือลดของน้ำหนักสดเกิดจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ในต้นพืช ฉะนั้นการชั่งน้ำหนักแห้งจึงให้ผลที่แม่นยำกว่า (Wareing and Phillips, 1981)

สาร paclobutrazol นอกจากมีบทบาทชะลอการเจริญเติบโตของพืชแล้วยังส่งเสริมให้เกิดการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ในใบของพืชด้วยทำให้พืชมีใบสีเขียวเข้มขึ้น (Steffens *et al.*, 1983) คลอโรฟิลล์คือรงควัตถุที่เป็นปัจจัย

สำคัญในการสังเคราะห์แสงโดยทำหน้าที่รับพลังงานแสงและเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีสำหรับผลักดันปฏิกิริยารีดิวซ์คาร์บอนให้เป็นอินทรีย์คาร์บอน ปัจจัยใดที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ย่อมมีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์แสง ทั้งนี้จากการทดลอง พบว่า สาร paclobutrazol สามารถเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ให้กับลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วได้สูงสุดเฉลี่ย 0.41 มก./ก.น้ำหนักสดของใบ ภายใต้ความเข้มแสง 74.5 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1} เมื่อเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี paclobutrazol เข้มข้น 0.0001 ppm ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้นนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ของลูกกล้วยไม้ที่ไม่ได้รับสารดังกล่าว การที่ paclobutrazol มีบทบาทต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์อาจอธิบายได้ว่า โมเลกุลของคลอโรฟิลล์มีโครงสร้างเป็น Tetrapyrroles ring ประกอบด้วยส่วนหัวซึ่งมีอะตอมของไนโตรเจนทั้ง 4 เกาะกับแมกนีเซียมไอออนที่อยู่ตรงกลางและมีหางเป็นไฮโดรคาร์บอน (Devlin, 1975) ดังนั้นธาตุไนโตรเจนและแมกนีเซียมจึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ (Gregory, 1978) ทั้งนี้จากการทดลองของ Wang *et al.*, (1985) พบว่า พืชที่ได้รับสาร paclobutrazol เมื่อนำใบของพืชนั้นมาวิเคราะห์จะปรากฏธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมมากกว่าพืชที่ไม่ได้รับสารนี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้วยเหตุนี้เมื่อพืชมีธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนและแมกนีเซียมมากขึ้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืชจึงเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับลูกกล้วยไม้ซึ่งเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี paclobutrazol เข้มข้น 0–1 ppm ภายใต้ความเข้มแสง 27.1 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1} ปรากฏว่า ลูกกล้วยไม้มีปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินั่นคือ ที่ระดับความเข้มแสง 27.1 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1} สาร paclobutrazol เข้มข้น 0–1 ppm ไม่สามารถเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ให้กับลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วได้ ส่วนกรณีลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วซึ่งเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี paclobutrazol เข้มข้นตั้งแต่ 0–1 ppm ภายใต้ความเข้มแสง 27.1 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1} มีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าลูกกล้วยไม้ที่เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 74.5 μ molphoton.m^{-2}.s^{-1} อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่า พืชที่เลี้ยงในระดับความเข้มข้นแสงต่ำจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำแต่พืชไม่สามารถลดอัตราการหายใจให้ต่ำลงไปด้วย (Wilkins, 1984) ดังนั้นผลผลิตที่เกิดจากการหายใจอันได้แก่ succinyl Co-A ในวัฏจักรเครบส์จะรวมตัวกับกรดอะมิโน glycine โดยอาศัยเอนไซม์ aminolevulinic acid synthetase และโคแฟคเตอร์ pyridoxal phosphate เกิดเป็น α-aminolevulinic acid หรือ α-ALA ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ (Devlin and Barker, 1971) กระบวนการนี้มีกลไกสลับซับซ้อนต้องอาศัยเอนไซม์หลายชนิดกับแร่ธาตุที่สำคัญคือ แมกนีเซียม จึงจะทำให้ α-ALA เปลี่ยนมาเป็น Protochlorophyllide หรือ Pchlide ได้ และการที่ Pchlide เปลี่ยนมาเป็น Chlorophyllide ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็น Chlorophyll a หรือ b นั้น จำต้องอาศัยเอนไซม์ Pchlide oxidoreductase หรือ PCR เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เอนไซม์ชนิดนี้เกิดได้ดีเมื่อสภาวแวดล้อมที่พืชได้รับมีความเข้มแสงต่ำ ด้วยเหตุนี้ในสภาวแวดล้อมดังกล่าวพืชจึงมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าพืชที่ได้รับความเข้มแสงสูง (Schoefs and Bertrand, 1997) แต่การที่พืชมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากไม่ได้เป็นดัชนีบ่งชี้ว่าพืชจะสังเคราะห์แสงได้มากตามไปด้วยเพราะอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นอีกหลายปัจจัยเช่น ความเข้มแสง ความยาวของช่วงแสง คุณภาพของแสง และอุณหภูมิ เป็นต้น (Talling, 1961)

เมื่อพิจารณาผลการทดลองโดยอาศัยข้อมูลจากความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ของลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้ว ประกอบกับเหตุผลดังที่ได้กล่าวไว้ในรายละเอียดข้างต้นทำให้สามารถเลือกได้ว่าสูตรอาหารและความเข้มแสงที่เหมาะสมในการทำให้ลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วมีการเจริญเติบโตที่ดีและแข็งแรงคือ อาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี paclobutrazol เข้มข้น 0.0001 ppm ภายใต้ความเข้มแสง 74.5 μmolphoton.m^{-2}.s^{-1}

ผลการทดลองในเรื่องบทบาทของความเข้มแสง ความเข้มข้นของ paclobutrazol และชนิดของเครื่องปลูกต่อลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วหลังการย้ายปลูกยังไม่มีผู้ใดศึกษามาก่อน แต่จากการทดลองครั้งนี้พบว่า ปัจจัยร่วมทั้งสามมีผลต่อจำนวนหน่อ ความสูงของหน่อที่ 1 และความสูงของหน่อที่ 2 ของลูกกล้วยไม้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้นอัตราการรอดชีวิตของลูกกล้วยไม้ ลูกกล้วยไม้ที่ใช้ออสมันดาเป็นเครื่องปลูกจะมีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากกว่าลูกกล้วยไม้ที่ใช้ลูกอัดกาบมะพร้าว และไม่ใช้เครื่องปลูก ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลูกอัดกาบมะพร้าว และออสมันดา

มีธาตุอาหารเป็นองค์ประกอบ (ครรชิต, 2541) โดยเฉพาะออสมันดาเป็นเครื่องปลูกที่ทั่วโลกยอมรับว่าใช้ปลูกลูกกล้วยไม้ได้ผลดีกว่าเครื่องปลูกชนิดอื่น ๆ (ระพี, 2516) หากพิจารณาความเข้มแสงที่เลี้ยงลูกกล้วยไม้ในสภาพปลอดเชื้อเมื่อนำออกปลูกจะดูเหมือนว่าลูกกล้วยไม้ที่ได้รับความเข้มแสง 27.1 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ มีจำนวนหน่อมากกว่าลูกกล้วยไม้ที่ได้รับความเข้มแสง 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ แต่ค่าความแปรปรวนที่วิเคราะห์ได้บ่งชี้ว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนหน่อที่ลูกกล้วยไม้ได้รับความเข้มแสงทั้งสองเมื่อใช้เครื่องปลูกชนิดเดียวกัน ความเข้มข้นของ paclobutrazol ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อจำนวนหน่อของลูกกล้วยไม้ถ้าใช้ในระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 0.001 ppm ทั้งนี้เพราะ paclobutrazol เป็นสารยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินทำให้พืชชะลอการเติบโตทางวัฒนภาค (vegetative growth) จำนวนหน่อของลูกกล้วยไม้จึงลดลง (Phinney *et al.*, 1991)

ประเด็นสำคัญที่น่าสนใจคือ ลูกกล้วยไม้ส่วนใหญ่ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อซึ่งได้รับ paclobutrazol เข้มข้น 0.0001 ppm ภายใต้ความเข้มแสง 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ เมื่อนำออกปลูกในทุกชนิดของเครื่องปลูกจะมีความสูงของหน่อที่ 1 และหน่อที่ 2 มากกว่าลูกกล้วยไม้ซึ่งได้รับ paclobutrazol ระดับความเข้มข้นอื่นภายใต้ความเข้มแสง 27.1 และ 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนอัตราการรอดชีวิตของลูกกล้วยไม้ก็มีลักษณะในทำนองเดียวกันเพียงแต่ลูกกล้วยไม้ที่ใช้ลูกอัดกาบมะพร้าวและออสมันดาเป็นเครื่องปลูกจะมีอัตราการรอดชีวิตมากกว่าหรือเท่ากับลูกกล้วยไม้ซึ่งได้รับสภาพดังกล่าว (ตารางที่ 5) อันเป็นสิ่งยืนยันว่าลูกกล้วยไม้จากการทดลองที่ 2 ซึ่งได้รับ paclobutrazol เข้มข้น 0.0001 ppm ภายใต้ความเข้มแสง 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ มีสภาพที่แข็งแรงกว่าลูกกล้วยไม้ซึ่งได้รับ paclobutrazol ระดับความเข้มข้นอื่นภายใต้ความเข้มแสง 27.1 และ 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ นอกจากนี้หากพิจารณาต่อไปอีกก็จะพบว่า ลูกกล้วยไม้จากการทดลองที่ 2 ทุกการทดลองเมื่อนำออกปลูกโดยไม่ใช้เครื่องปลูกจะมีความสูงของหน่อที่ 1 มากกว่าลูกกล้วยไม้ที่ใช้ลูกอัดกาบมะพร้าวและออสมันดาอย่างมีนัยสำคญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้เพราะถ้าไม่ใช้เครื่องปลูกหน่อของลูกกล้วยไม้จะมีจำนวนน้อยกว่าที่ใช้เครื่องปลูก ซึ่งปรากฏเป็นความสัมพันธ์แบบ compensatory correlation หรือ การทดแทนกัน (Wareing and Phillips, 1981) แต่เมื่อลูกกล้วยไม้เจริญเติบโตมาจนถึงหน่อที่ 2 กลับพบว่า ลูกกล้วยไม้ที่ปลูกด้วยลูกอัดกาบมะพร้าวและออสมันดามีความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกกล้วยไม้ที่ไม่ใช้เครื่องปลูกหากปัจจัยทางด้านความเข้มข้นของ paclobutrazol และความเข้มแสงคงที่ซึ่งอาจเป็นเพราะระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงลูกกล้วยไม้กระทั่งบันทึกผลการทดลองนาน 1 ปี 2 เดือน ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ธาตุอาหารที่สะสมในเครื่องปลูก ฤดูกาล หรือปัจจัยทางพันธุกรรมล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกกล้วยไม้

การที่จะตัดสินว่าเครื่องปลูกชนิดใดเหมาะสมต่อการย้ายปลูกลูกกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นอาจจะยังไม่เพียงพอนัก ดังนั้นจึงควรมีการพิจารณาเพิ่มเติมอีก 2 แนวทางร่วมกัน คือ ข้อดี–ข้อเสียของเครื่องปลูกแต่ละชนิดกับกลุ่มบุคคลที่นำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ซึ่งสามารถพิจารณาได้เป็น 3 ประเภทด้วยกันดังนี้ 1) ประชาชนทั่วไป การย้ายปลูกลูกกล้วยไม้ ใช้ลูกอัดกาบมะพร้าวดีที่สุด เพราะหาได้ง่ายและราคาไม่แพง ประกอบกับลูกอัดกาบมะพร้าวอุ้มน้ำได้ดี มีธาตุอาหารอยู่พอสมควร จึงไม่ต้องรดน้ำและให้ปุ๋ยบ่อยนัก แต่ข้อเสียคือย่อยสลายเร็วทำให้ต้องเปลี่ยนเครื่องปลูกทุก ๆ ปี 2) หน่วยงานของเอกชน การปลูกเลี้ยงลูกกล้วยไม้ส่วนใหญ่มักเป็นไปเพื่อการค้าซึ่งทำได้ 2 ทางคือ ส่งขายภายในประเทศ และส่งออกต่างประเทศ หากส่งขายภายในประเทศการย้ายปลูกลูกกล้วยไม้ใช้ลูกอัดกาบมะพร้าวดีที่สุด ด้วยเหตุที่สามารถลดต้นทุนการผลิตจากเครื่องปลูกลงได้ แต่ถ้าต้องการส่งออกต่างประเทศควรใช้ออสมันดาหรือเครื่องปลูกจะดีกว่า เนื่องจากลูกอัดกาบมะพร้าวย่อยสลายเร็วเป็นที่สะสมของโรคและหลบซ่อนของแมลงบางชนิดประกอบกับวัชพืชชอบขึ้นบนเครื่องปลูกชนิดนี้ จึงยากแก่การกำจัดและทำความสะอาดซึ่งอาจเป็นปัญหาต่อการส่งออกลูกกล้วยไม้ได้ 3) หน่วยงานของรัฐบาล การปลูกเลี้ยงลูกกล้วยไม้จะเป็นไปเพื่อการอนุรักษ์ ดังนั้นควรฝึกให้ลูกกล้วยไม้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในธรรมชาติด้วยการจำกัดน้ำและธาตุอาหาร การย้ายปลูกจึงไม่ควรใช้เครื่องปลูกชนิดใด ๆ ทั้งนี้อาจทำให้ลูกกล้วยไม้มีอัตราการรอดชีวิตสูงขึ้นเมื่อนำออกสู่ป่าที่เป็นแหล่งกำเนิด

บทสรุป

1. เมื่อนำโปรโตคอร์มที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน ในอาหารเหลวสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ความเข้มข้น 0.5 ppm จะมีอัตราการรอดชีวิตสูงสุด 60% รวมทั้งมีขนาดและน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุด
2. ตัดแบ่งโปรโตคอร์มขนาดเฉลี่ย 0.64 ซม. และมีน้ำหนักสดเฉลี่ย 72.47 มก. ให้ได้ขนาด 0.3 ซม. แล้วเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า โปรโตคอร์มมีการพัฒนาเป็นต้นจำนวนมากที่สุดเฉลี่ย 8.2 ต้น และเกิดรากมากที่สุดเฉลี่ย 3.4 ราก
3. เมื่อนำต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่มี BA ความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 4 ppm เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า สูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดต่อการเพิ่มจำนวนต้นคือ อาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่ไม่มี BA ซึ่งจะให้จำนวนต้นอ่อนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.95 ต้นต่อต้นเดี่ยว
4. เมื่อนำลูกกล้วยไม้มาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลง VW ที่เติม paclobutrazol ในระดับความเข้มข้น 0.0001 ppm ภายใต้ความเข้มแสง 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ เป็นเวลา 4 เดือน ปรากฏว่า ลูกกล้วยไม้มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความสูงสูงสุด 10.07 ซม. มีน้ำหนักสดสูงสุด 1.58 ก. มีน้ำหนักแห้งสูงสุด 0.15 ก. และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 0.41 มก./ก. น้ำหนักสดของใบ
5. นำลูกกล้วยไม้ซึ่งได้รับ paclobutrazol เข้มข้น 0.0001 ppm ภายใต้ความเข้มแสง 74.5 $\mu molphoton.m^{-2}.s^{-1}$ เป็นเวลา 4 เดือน ลงปลูกในกระถางขนาด 1 นิ้ว ที่ไม่มีเครื่องปลูกและมีเครื่องปลูกคือ ลูกอัดกาบมะพร้าวและออสมันดา เป็นเวลา 1 ปี 2 เดือน พบว่า ลูกกล้วยไม้จะมีอัตราการรอดชีวิตสูงสุด 95, 100, และ 100% ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทยซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 540004

เอกสารอ้างอิง

ครรชิต ธรรมศิริ. 2541. เทคโนโลยีการผลิตกล้วยไม้. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 230 หน้า.

จิตราพรรณ พิลึก. 2536. การเพาะเมล็ดและเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้. โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, กรุงเทพฯ. 82 หน้า.

ระพี สาคริก. 2516. การเพาะปลูกกล้วยไม้ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ. 850 หน้า.

ARDITTI, J. 1982. Orchid seed germination and seedling culture: a manual, pp. 244-370. In ARDITTI, J. (ed.), Orchid biology II. Cornell University Press, Ithaca, N.Y.

BIDWELL, R. 1979. Plant physiology. Macmillan Publishing Company, Inc., New York. 276 p.

DAVIES, P. J. 1987. Plant hormone and their role in plant growth and development. Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht. 681 p.

DEVLIN, R. M. 1975. Plant physiology. Litton Educational Publishing, Inc., London. 660 p.

DEVLIN, R. M. AND A. V. BARKER. 1971. Photosynthesis. Litton Educational Publishing, Inc., New York. 304 p.

ELIASSON, L. AND L. BRUNES. 1980. Light effects on root formation in aspen and willow cuttings. Physiol. Plant. 48: 261-265.

ERNST, R. 1974. The use of activated charcoal in asymbiotic seedling culture of *Paphiopedilum*. Amer. Orchid Soc. Bull. 43: 35-38.

FRIDBORG, G., M. PEDERSON, L. LANDSTRON AND T. ERIKSON. 1978. The effect of activated charcoal on tissue cultures: absorption of metabolites inhibiting morphogenesis. Physiol. Plant. 43: 104-106.

GREGORY, R. P. F. 1978. Biochemistry of photosynthesis. 2nd ed. Johh Wiley & Sons Ltd., New York. 221 p.

KROGMANN, D. W. 1973. The biochemistry of green plants. Prentice Hall, Inc., New York. 239 p.

MORGAN, D. C. AND H. SMITH. 1979. A systematic relationship between phytochrome-controlled development and species habitat, for plants grown in simulated natural radiation, pp. 253-258. Cited by TAIZ, L. AND E. ZEIGER, Plant physiology. The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc., New York. 565 p.

PHINNEY, B. O., C. R. SPRAY, Y. SUZUKI AND P. GASKIN. 1991. Gibberellin metabolism in maize: tissue specificity, pp. 22-31. In TAKAHASHI, N., B. O. PHINNEY AND J. MACMILLAN (eds.), Gibberellins. Springer Verlag, New York.

PIERIK, R. L. M. 1989. *In vitro* culture of higher plants. Martinus Nijhoff Publishers, Netherlands. 344 p.

SCHOEFS, B. AND M. BERTRAND. 1997. Chlorophyll biosynthesis, pp. 49-69. In PESSARAKLI, M. (ed.), Handbook of photosynthesis. Marcel Dekker, Inc., New York.

STEFFENS, G. L., S. Y. WANG, C. L. STEFFENS AND T. BRENNAN. 1983. Influence of paclobutrazol on apple seedling growth and physiology. Proc. Plant Growth Reg. Soc. Amer. 10: 195-205.

STEWARD, F. C. AND N. W. SIMMONDS. 1964. Growth-promoting substances in the overy and immature fruit of the banana. Natur 173: 1083-1084.

TALLING, J. 1961. Photosynthesis under natural conditions. Ann. Rev. Plant Physiol. 12: 133.

WANG, S. Y., J. K. BYUN AND G. L. STEFFENS. 1985. Controlling plant growth via the gibberellin biosynthesis system II: biochemical and physiological alterations in apple seedlings. Physiol. Plant. 63: 169-175.

WAREING, P. F. AND I. D. J. PHILLIPS. 1981. Growth and differentiation in plants. 3rd ed. Pergamon Press, London. 343 p.

WHATLEY, J. M. AND F. R. WHATLEY. 1980. Light and plant life. Edward Arnold Limited, London. 91 p.

WILKINS, M. 1984. Advanced Plant Physiology. Longman Scientific & Technical, New York. 514 p.

ผลของสารสกัดจากใบสาบเสือ *CHROMOLAENA ODORATA* (L.) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก *PLUTELLA XYLOSTELLA* L.

จริยา เล็กประยูร, สุรพล วิเศษสรรค์ และ มนัญญา เพียรเจริญ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

ABSTRACT

EFFECT OF LEAF EXTRACTS FROM SIAM WEED *CHROMOLAENA ODORATA* (L.) ON DETOXITICATION ENZYMES LEVEL IN DIAMONDBACK MOTH *PLUTELLA XYLOSTELLA* L.

C. Lekprayoon, S. Visetson and M. Phiancharoen
Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

An investigation of Siam weed leaf extracts, effects on detoxification enzymes of diamondback moth was conducted in the laboratory. Steam distillation and water soaking extraction methods showed low mortality rates. On the other hand, soxhlet extraction using ethanol and hexane exhibited 100% mortality (1.50 and 2.00% W/V). Evaluation of detoxification enzyme change in diamondback moth was carried out using the soxhlet ethanol extract. Siam weed extracts at concentrations of 0.05, 0.25 and 0.50% (W/V) with or without synergists (diethyl maleate (DEM), piperonyl butoxide (PB) and triphenyl phosphate (TPP)) at 0.1% were trialed for reaction of the enzymes namely esterase, glutathione S-transferase and monooxygenase. Three generations of the insect were assayed. Esterase levels increased by 20, 40 and 90% were recorded at concentrations of 0.05, 0.25 and 0.50% respectively. Glutathione S-transferase levels were increased by 5 and 20% at concentrations of 0.25 and 0.50% respectively. In addition monooxygenase levels were increased by 10 and 30% at concentrations of 0.25 and 0.50% respectively. Synergistic action played an important role in all enzyme systems. Most synergists inhibited enzyme reaction. Glutathione S-transferase activity was reduced by 5% by using DEM. Furthermore PB could reduce both esterase and monooxygenase activities by 10%. In addition, TPP inhibited esterase activity by 10 to 20%.

Key words: Siam weed, diamondback moth, detoxification, enzyme

บทนำ

หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของผักตระกูลกะหล่ำ หนอนใยผักเป็นแมลงขนาดเล็กที่มีวงชีวิตสั้นและขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว วิธีป้องกันและกำจัดหนอนใยผักที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุด คือ การใช้สารเคมี เนื่องจากใช้ง่าย สะดวก และเห็นผลอย่างรวดเร็ว การใช้สารเคมีจะให้ผลดีในระยะแรกแต่เมื่อใช้ไปนาน ๆ หนอนใยผักสามารถต้านทานสารเคมีได้อย่างรวดเร็วก่อให้เกิดการดื้อต่อสารเคมี การที่แมลงมีการต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดได้ เนื่องจากแมลงมีกระบวนการทำลายสารพิษหรือสารแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย (detoxification) ซึ่งเป็นวิธีทางชีวเคมีในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษให้มีฤทธิ์น้อยลงหรือไม่มีฤทธิ์เลย แมลงมีเอนไซม์ที่สำคัญ 3 ชนิด ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการขจัดพิษ คือ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase (Dauterman and Hodgson, 1978) ดังนั้นในการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในครั้งต่อไปเกษตรกรจึงต้องใช้สารเคมีในปริมาณมากขึ้นหรือเปลี่ยนไปใช้สารเคมีชนิดใหม่ที่มีฤทธิ์มากกว่าเดิม ผลที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เลย คือ สารเคมีจะก่อให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรวมไปถึงระบบนิเวศ เพื่อเป็นการลดปัญหาที่เกิดจากการใช้สารเคมี จึงได้มีการหันมาใช้สารสกัดจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช สาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีการนำมาสกัดสารเพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช สาบเสือเป็นวัชพืชที่พบทั่วไปในประเทศไทย และเป็นพืชที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาสารสกัดจากใบสาบเสือ และศึกษาการใช้ synergist ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือ เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก และเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ของหนอนใยผักต่อสารสกัดจากใบสาบเสือ

วิธีการ

ใช้หนอนใยผัก *Plutella xylostella* L. จากแหล่งปลูกผักแปลงเกษตรกร อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

เก็บตัวอย่างสาบเสือ *Chromolaena odorata* (L.) จากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และคะน้า *Brassica oleracea* var. *alboglaba* Bail เพาะปลูกที่กองวัตถุมีพิษ กรมวิชาการเกษตร ซึ่งไม่มีการใช้สารฆ่าแมลง

การสกัดสารจากใบสาบเสือ

เก็บใบสาบเสือจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ นำมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เมื่อแห้งแล้วนำไปปั่นให้ละเอียด เพื่อนำมาสกัดสารที่มีอยู่ในใบสาบเสือ การสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมัก โดยนำใบสาบเสือมาใส่น้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:1 หมักทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง การสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำทำโดยนำใบสาบเสือ 500 กรัม เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร นำไปสกัดสารโดยเครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ การสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย โดยนำใบสาบเสือ 50 กรัม ไปสกัดด้วยเครื่องสกัดซอกซ์เลต โดยใช้ absolute ethanol 500 มิลลิลิตร การสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลายโดยนำใบสาบเสือ 50 กรัม ไปสกัดด้วยเครื่องสกัดซอกซ์เลต โดยใช้ hexane 500 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายที่ได้จากการสกัดไประเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่อง rotatory vacumm evaporation เก็บส่วนของสารสกัดที่ได้จากการระเหยตัวทำละลายออกไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การทดสอบสารสกัดจากใบสาบเสือกับหนอนใยผัก

นำหนอนใยผักระยะที่ 3 ซึ่งผ่านการอดอาหาร 2 ชั่วโมง ปล่อยลงบนใบคะน้าที่ชุบสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดต่าง ๆ และที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักที่ 72 ชั่วโมง

การศึกษาระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก

นำใบคะน้ามาชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ โดยเลือกวิธีการสกัดที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดและช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม และนำใบคะน้ามาชุบสารสกัดจากใบสาบเสือดังกล่าวผสมกับ synergists 3 ชนิด คือ diethyl maleat (DEM), piperonyl butoxide (PB) และ triphenyl phosphate (TPP) ซึ่ง synergists แต่ละชนิดใช้ความเข้มข้น 0.01% จากนั้นนำใบคะน้ามาผึ่งให้แห้งเพื่อให้ตัวทำละลายระเหยออก แล้วนำหนอนใยผักระยะที่ 3 มาปล่อยลงบนใบคะน้าดังกล่าว เปลี่ยนใบคะน้าทุกวันจนหนอนเข้าสู่ระยะที่ 4 จึงนำมาสกัดเอนไซม์และตรวจสอบเอนไซม์ของหนอนใยผัก (ศึกษาระดับเอนไซม์ของหนอนใยผัก 3 รุ่น)

การตรวจวัดระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก

การตรวจวัดระดับเอนไซม์ esterase โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของ paranitrophenol โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา hydrolysis ของ paranitrophenyl acetate เปลี่ยนไปเป็น paranitrophenol โดยมี esterase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Mackness *et al.*, 1983) การตรวจวัดระดับ glutathione S-transferase โดยการตรวจวัดค่าการดูดกลืนของ monochrloroniitrobenzene-glutathion โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา conjugation ของ dichloronitrobenzene กับ glutathion โดยมี glutathione S-transferase เป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยา (Booth *et al.*, 1961) การตรวจวัดระดับ monooxygenase โดยการตรวจวัดปริมาณ dieldrin โดยใช้เครื่อง gas liquid chromatography ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา oxidation ของ aldrin เปลี่ยนไปเป็น dieldrin (Wolff *et al.*, 1979)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ และวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลายที่มีต่อการตายของหนอนใยผัก 72 ชั่วโมง พบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ มีผลต่อการตายของหนอนใยผักน้อยมากโดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 100% สามารถทำให้หนอนใยผักตายเพียง 20.83% และ 16.33% ตามลำดับ สำหรับสารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี

ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลาย โดยพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายที่ความเข้มข้น 2.00% (W/V) พบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก 100% และมีค่า LC_{50}=0.67% สารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี hexane เป็นตัวทำละลาย พบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก 100% ที่ความเข้มข้น 1.50% และมีค่า LC_{50}=0.45%

ในการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก เลือกวิธีการสกัดสารจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายและช่วงความเข้มข้นที่ศึกษา คือ 0.05%, 0.25% และ 0.50% ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักประมาณ 20%, 30% และ 40% ตามลำดับ

ผลการศึกษาระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลาย ที่ความเข้มข้น 0.05%, 0.25% และ 0.50% และตรวจวัดปริมาณ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase พบว่าปริมาณ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นโดยปริมาณ esterase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นประมาณ 20%, 40% และ 90% ที่ความเข้มข้น 0.05%, 0.25% และ 0.50% สำหรับ glutathione S-transferase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นประมาณ 5% และ 20% ที่ความเข้มข้น 0.25% และ 0.50% ส่วน monooxygenase มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นประมาณ 10% และ 30% ที่ความเข้มข้น 0.25% และ 0.50%

จากการศึกษาผลของ synergists ที่มีต่อระดับเอนไซม์ของหนอนใยผัก รุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และ รุ่นที่ 3 พบว่า diethyl maleate (DEM) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ glutathione S-transferase โดยพบว่าปริมาณ glutathione S-transferase ลดลงที่ระดับความเข้มข้น 0.25% และ 0.50% ประมาณ 5% ส่วน piperonyl butoxide (PB) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ monooxygenase โดยพบว่าปริมาณ monooxygenase ลดลงประมาณ 10% ที่ความเข้มข้น 0.25% และ 0.50% ในขณะเดียวกันก็มีผลต่อระดับ esterase โดยพบว่าปริมาณ esterase ลดลง 10% ที่ความเข้มข้น 0.5% สำหรับ triphenyl phosphate (TPP) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ esterase ของหนอนใยผัก โดยพบว่าปริมาณ esterase ลดลงประมาณ 10-20% ที่ความเข้มข้น 0.25% และ 0.50%

จากการศึกษาระดับเอนไซม์ของหนอนใยผักรุ่นที่ 1 รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือ และที่เลี้ยงด้วยคะน้าชุบสารสกัดจากใบสาบเสือผสมกับ synergists พบว่าระดับเอนไซม์ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผักทั้ง 3 รุ่นไม่แตกต่างกัน

บทวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่า สารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการหมักซึ่งมีน้ำเป็นตัวทำละลาย และสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ พบว่ามีผลต่อการตายของหนอนใยผักน้อยมาก เพราะน้ำไม่ใช่ตัวทำละลายที่เหมาะสมจึงไม่สามารถสกัดสารเคมีในใบสาบเสือที่มีฤทธิ์ในการทำให้หนอนใยผักตายออกมาได้ สำหรับสารสกัดจากใบสาบเสือโดยวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol และ hexane เป็นตัวทำละลาย มีผลต่อการตายของหนอนใยผักได้ถึง 100% และพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือที่มี hexane เป็นตัวทำละลายมีฤทธิ์ในการทำให้หนอนใยผักตายดีกว่าการใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย แต่ในการศึกษาผลของสารสกัดในด้านการศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก ได้เลือกวิธีการสกัดซอกซ์เลตซึ่งมี ethanol เป็นตัวทำละลายแทนการใช้ hexane เนื่องจาก ethanol มีความเป็นพิษน้อยกว่า hexane และในการนำมาใช้สามารถหาง่ายกว่าการใช้ hexane นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของสารสกัดจากใบสาบเสือที่มี ethanol เป็นตัวทำละลายมีมากกว่าเมื่อใช้ hexane เป็นตัวทำละลาย จากการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบสาบเสือซึ่งเป็นสารสกัดจากพืช มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษ คือ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase โดยพบว่าเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น Yu (1983, 1984) เมื่อแมลงได้รับสารสกัดจากพืชจะทำให้แมลงมีการสร้างเอนไซม์ขจัดพิษ เช่น esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase เป็นต้น ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อทำลายพิษจากสารสกัดจากพืชซึ่งเป็นสารแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกายให้มีความเป็นพิษน้อยลงหรือไม่มีพิษเลย

และการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษในแมลงแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน หรือในแมลงชนิดเดียวกันถ้าได้รับสารพิษคนละชนิดการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ขจัดพิษก็จะแตกต่างกันด้วย (Rose, 1985; Rose and Terriere, 1980) จากการศึกษาพบว่า synergists แต่ละชนิดมีผลต่อเอนไซม์ต่างชนิดกัน โดยพบว่า synergists จะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โดยจะไปจับกับเอนไซม์จึงทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้ (Wilkinson, 1983)

บทสรุป

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีผลต่อการตายของหนอนใยผัก และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับ esterase, glutathione S-transferase และ monooxygenase ของหนอนใยผัก โดยพบว่าระดับเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น และเมื่อใช้ synergists ผสมกับกับสารสกัดจากใบสาบเสือ พบว่า diethyl maleate มีผลต่อระดับ glutathione S-transferase สำหรับ piperonyl butoxide มีผลต่อระดับ esterase และ monooxygenase ส่วน triphenyl butoxide มีผลต่อระดับ esterase โดยพบว่าเอนไซม์มีการเปลี่ยนแปลงลดลง การใช้ synergists ทั้ง 3 ชนิด ผสมกับสารสกัดจากใบสาบเสือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสาบเสือและเป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักเมื่อมีการต้านทานต่อสารสกัดจากใบสาบเสือ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539018 ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

BOOTH, J., E. BOYLAND AND P. SIMS. 1961. An enzymes from rat liver catalyzing conjugation with glutathione S-transferase. J. Biochem. 79: 516-524.

DAUTERMAN, W. C. AND E. HODGSON. 1978. Biochemistry of insect. In ROCKTION, M. (ed.), Detoxication mechanism in insect. pp. 541-577. Academic Press, New York.

MACKNESS, M. L., C. H., D. G., WALKER AND N. R. PRICE. 1983. Esterase activity in homogenated of three strains of the rust red flour beetle Tribolium cataneum (Herbst) Comp. Biochem. Physiol. 74: 65-68.

ROSE, H. A. AND L. C. TERRIERE. 1980. Microsomal oxidase activity of tree blowfly species and its induction by phenobarbital an p-napthoflavone. Pestic. Biochem. Physiol. 20: 238-245.

ROSE, H. A. 1985. The relationship between feeding specialization and host plants of aldrin epoxidase activities of midgut homogenates in larva Lepidoptera. Ecol. Ent. 10: 455-467.

WILKINSON, C. F. 1983. In pest resistance to pesticides. In GEORGHIOU, G. P. AND T. SAITO (eds.), Role of mixed-function in insecticide resistance. pp. 175-205. Plenum, New York.

WOLFF, T., E. DEML AND H. WANDERS. 1979. Aldrin epoxidation, a highly sensitive indicator specific for cytochrome P450 depent monooxygenase activities. Drug Metab. Dispos. 7: 301-305.

YU, S. J. 1983. Induction of detoxifying enzymes by allochemical and host plant in the fall armyworm. Pestic. Biochem. Physiol. 12: 330-336.

YU, S. J. 1984. Interaction of allochemical with detoxification enzymes of insecticide susceptable and resistance fall armyworm. Pestic. Biochem. Physiol. 14: 275-281.

การจัดตั้งศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์เฉพาะทาง ณ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

วันเชิญ โพธาเจริญ และ มรกต ตันติเจริญ
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

ABSTRACT

ESTABLISHMENT OF SPECIALIZED MICROBIAL CULTURE COLLECTION AT THE NATIONAL CENTER FOR GENETIC ENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY (BIOTEC)

W. Potacharoen and M. Tanticharoen
National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency, Rajdhevee, Bangkok 10400

A specialized microbial culture collection (BIOTEC Culture Collection or BCC) was formally established at the National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC) in 1996 under the National Science and Technology Development Agency (NSTDA). The principal objectives of the program are to provide safe deposition of cultures for researchers, to preserve and maintain potentially useful microorganisms isolated from Thailand, to manage strain data using a standard format for cataloguing and to create a Thai microbial database. A materials acquisition agreement (MAA) and material transfer agreement (MTA) have been created for deposition and provision, respectively, of BCC cultures. The current collection has more than 4,000 isolates, which comprise fungi isolated from various sources, such as insects (1109), seeds (177), lichens (247), soil including leaf litter and humus (859), decayed wood specifically with fungus of the family Xylariaceae (355), fresh water habitats (317), and marine habitats (314) as well as other fungi (143). It also comprises bacteria including actinomycete bacteria (602), and microalgae (65). The main preservation methods are freezing at -80°C and -150°C, freeze-drying and keeping under liquid paraffin oil. Essential strain data of cultures that are maintained in the BCC have been used to create a database and produce a culture catalogue. The on-line database is now available at URL: http://bcc.biotec.or.th/

Key words: microorganism, culture collection

บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้โอกาสในการค้นพบมูลค่าทางเศรษฐกิจในจุลินทรีย์มีมากขึ้น ความต้องการใช้จุลินทรีย์เพื่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น แหล่งเก็บจุลินทรีย์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่รวบรวม เก็บรักษาและดูแลจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย สร้างงาน สร้างอาชีพ และพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เห็นความจำเป็นในการจัดตั้งศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์เพื่อรองรับและสนองตอบความต้องการของนักวิจัยดังกล่าว ประกอบกับกรมทรัพย์สินทางปัญญาได้ประกาศให้ ศช. เป็นหน่วยงานที่รับฝากเก็บจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการที่ได้รับหรืออยู่ระหว่างการยื่นขอรับการจดสิทธิบัตร (ประกาศ ฉบับที่ 3, กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2535) ศช. จึงต้องสร้างระบบการเก็บรักษาและการจัดการข้อมูลจุลินทรีย์ให้ได้มาตรฐานตามสากล โดยยึดหลักเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติในการจัดตั้งศูนย์เก็บจุลินทรีย์ของ Hawksworth *et al.* (1990) และ Hawksworth and Schipper (1989) โดยดัดแปลงในรายละเอียดเพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับนโยบายขององค์กรและสภาพเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคุณภาพและมาตรฐานของศูนย์เก็บจุลินทรีย์ (ภาคผนวกที่1) บทความนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอผลงานและรูปแบบการดำเนินงานซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับหน่วยงานอื่นที่ต้องการจัดตั้งห้องปฏิบัติการเก็บรักษาจุลินทรีย์ในหน่วยงานของตนเอง

องค์กร งานเก็บรักษาจุลินทรีย์เป็นงานที่ต้องการความต่อเนื่อง ต้องการการสนับสนุนทั้งด้านงบประมาณดำเนินการ เครื่องมือ และบุคลากรเพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปในระยะยาว ความมั่นคงขององค์กรและนโยบายสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงเป็นปัจจัยสำคัยอันหนึ่งต่อกิจกรรมและคุณภาพของงาน หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. ดำเนินงานภายใต้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งจัดตั้งขึ้นในปลายปี 2534 ตามพระราชบัญญัติพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2534 มีนโยบายสนับสนุนงานวิจัยการศึกษา และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรจุลินทรีย์เพื่อประโยชน์ทางการเกษตรและสาธารณสุข

งบประมาณดำเนินการ จำนวนงบประมาณจะเป็นตัวชี้คุณภาพและกิจกรรมของงาน งบประมาณขั้นต่ำที่สามารถกำหนดได้คือ ค่าวัสดุ ค่าใช้สอย และค่าจ้าง ส่วนค่าครุภัณฑ์ (เฉพาะงานเก็บรักษาจุลินทรีย์) เช่น freezer, freeze-dryer, liquid nitrogen storage tank ควรรวมอยู่ในโครงสร้างพื้นฐานขององค์กร ดังเช่นที่ ศช.ได้นำมาปฏิบัติ

วัตถุประสงค์และเป้าหมาย วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการเก็บรักษาจุลินทรีย์ ต้องสอดคล้องกับนโยบายขององค์กร เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณา และขอรับการสนับสนุน วัตถุประสงค์หลักของหน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. คือ การสร้างขีดความสามารถขององค์กรในการบริหารและจัดการทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศ โดยที่กลุ่มจุลินทรีย์เป้าหมาย คือ กลุ่มที่มีคุณสมบัติไม่เข้าข่ายหรือขัดกับหลักการรับฝากเก็บของศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์ที่มีอยู่ของประเทศ (ศูนย์เก็บรักษาและรวบรวมข้อมูลจุลินทรีย์, วท, 2540) และเพื่อสร้างระบบ การจัดเก็บจุลินทรีย์ และข้อมูล รวมทั้งงานบริการ ในรูปแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับหน่วยงานอื่นได้ และให้ความร่วมมือกับหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งในและนอกประเทศ

ชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ จำเป็นต้องกำหนดให้ชัดเจนเพื่อเตรียมการด้านงบประมาณดำเนินการ สถานที่ วัสดุ อาหาร และสารเคมี บุคลากร และผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งชนิดจุลินทรีย์ที่กำหนดไว้ในเป้าหมายไม่ควรเป็นชนิดที่มีหน่วยงานอื่นทำหน้าที่เก็บรักษาอยู่แล้ว เพื่อไม่ให้เกิดงานที่ซ้ำซ้อน จุลินทรีย์ที่เก็บรักษาที่ ศช. ส่วนใหญ่เป็นราที่คัดแยกจากวัสดุหรือแหล่งต่าง ๆ กัน เช่น ซากแมลง (1109), เมล็ดพืช (177), ไลเคน (247), ไม้ผุ โดยเฉพาะราตระกูล Xylariaceae (355), ดินและเศษใบไม้ (859), แหล่งน้ำจืด (317) และแหล่งน้ำเค็ม (314) เป็นต้น นอกจากนี้มีแบคทีเรียรวมทั้งแอคติโนมัยสีส (602) และสาหร่าย (64) จำนวนทั้งสิ้นกว่า 4,000 ตัวอย่าง (พฤษภาคม 2542) ในการนี้ ศช. ได้ปฏิบัติตามระเบียบของกระทรวงสาธารณะสุข (มาตรา 5 พระราชบัญญัติเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ พ.ศ. 2525) โดยดำเนินการขออนุญาตครอบครองจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรค และได้รับใบอนุญาตครอบครองจุลินทรีย์เลขที่ 179-3/2540

บุคลากร กิจกรรมการเก็บรักษาจุลินทรีย์โดยทั่วไปประกอบด้วย งานรวบรวมและรับฝากสายพันธุ์ งานเก็บรักษาโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ กัน งานตรวจสอบทั้งการมีชีวิต ความบริสุทธิ์ ความถูกต้องของสายพันธุ์และข้อมูล การจัดทำแคตาลอก งานบริการ งานอบรม ให้คำปรึกษา งานเหล่านี้ต้องการบุคลากรที่มีจำนวนที่เพียงพอสำหรับทำหน้าที่ดังกล่าว ทั้งนี้ควรเป็นผู้ที่ได้รับการอบรมให้มีความรู้ความเข้าใจงาน ทั้งในด้านเทคนิคการเก็บและดูแลเชื้อ รวมทั้งการจัดเก็บ และดูแลข้อมูล ควรมีความสามารถและประสบการณ์ในการดูลักษณะการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปนเปื้อนหรือกลายพันธุ์ ในระหว่างหรือภายหลังการเก็บรักษา และจำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการจำแนกจุลินทรีย์ ซึ่งบุคลากรที่เชี่ยวชาญและชำนาญงานเหล่านี้ควรมีสถานะภาพการเป็นพนักงานแบบถาวรหรือสัญญาจ้างระยะยาว หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. มีบุคลากรทำงานเต็มเวลา 4 คน โดยแบ่งเป็นด้านเทคนิคการเก็บรักษาและดูแลเชื้อ 2 คน ข้อมูล 1 คน และงานบริหารจัดการ สร้างระบบงาน 1 คน มีบุคลากรที่ทำงานบางเวลา 5 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญการจัดจำแนกรากลุ่มต่าง ๆ 3 คน จากภายใน ศช. และ 2 คน จากหน่วยงานภายนอก นอกจากนี้มีที่ปรึกษาด้านการบริหารจัดการ 1คน ด้านการสร้างโปรแกรมและประมวลผลข้อมูล 2 คน

วิธีการเก็บรักษาจุลินทรีย์ การเลือกวิธีการเก็บรักษาจุลินทรีย์ นั้นส่วนมากจะเลือกใช้วิธีการเก็บแบบถาวรตามมาตรฐานสากล ซึ่งต้องพิจารณาถึงความพร้อมของอุปกรณ์ และเครื่องมือที่มี รวมทั้งข้อได้เปรียบ และเสียเปรียบของแต่ละวิธีเป็นสำคัญ (Stevenson and Jong, 1992) โดยหลักการแล้ว จุลินทรีย์แต่ละสายพันธุ์ควรเก็บรักษาอย่างน้อย 2 วิธีเพื่อประกันความปลอดภัยและการมีชีวิต ซึ่ง 1 ใน 2 วิธีนี้ควรเป็นวิธีเก็บแบบถาวร คือ วิธีแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า -130°ซ (freezing at ultra low temperature) และวิธีระเหิดแห้งแบบสุญญากาศ (lyophilization) นอกจากนี้หลอดเก็บเชื้อ และข้อมูล ควรแบ่งเป็น 2 ชุด เพื่อแยกเก็บไว้ต่างอาคาร หรือสถานที่ เพื่อป้องกันการสูญหายกรณีเกิดอุบัติภัย (Hawksworth and Shipper, 1989) หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. ได้ปฏิบัติตามมาตรฐานการเก็บรักษาจุลินทรีย์ ดังกล่าวข้างต้น ดังนี้

1. กลุ่มราที่สร้างสปอร์ และแบคทีเรีย ใช้วิธีระเหิดแห้ง (lyophilization) ตามวิธีการของ Kirsops (1991) เก็บหลอดเชื้อในห้องเย็น (5°ซ) และอีกวิธีโดยการแช่แข็ง (freezing) ที่ อุณหภูมิ -80°ซ ใช้ 10% glycerol เป็นสารช่วยลดอันตรายที่จะเกิดกับเซล (protective agent)

2. กลุ่มราที่ไม่สร้างสปอร์ใช้วิธีแช่แข็งที่ อุณหภูมิ –80°ซ และ –150°ซ และเก็บภายใต้น้ำมันแร่ (paraffin oil) ตามวิธีการของ Smith (1991) ใช้ 10% glycerol เป็นสารช่วยลดอันตรายที่จะเกิดกับเซล (protective agent) เช่นกันโดยดัดแปลงเทคนิค การนำหลอดเชื้อที่พร้อมเก็บ (2ชุด) ใส่ตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ –80°ซ เป็นเวลา 30- 60 นาที แล้วจึงย้ายหลอดเชื้อลงเก็บในตู้แช่ อุณหภูมิ –150° ซ และลงเก็บในถังเหนือระดับไนโตรเจนเหลว (อุณหภูมิ –160 ถึง –170°ซ.) โดยเก็บแห่งละ 1 ชุด ๆ ละ 2 หลอด
3. กลุ่มสาหร่ายใช้วิธีแช่แข็งที่ อุณหภูมิ –80°ซ และ -150°ซ และอีกวิธีคือ การเปลี่ยนอาหารตามระยะเวลากำหนด สำหรับการเก็บหลอดเชื้อต่างสถานที่นั้น หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. กำลังอยู่ในระหว่างเตรียมการที่จะนำจุลินทรีย์ไปเก็บ ณ อาคารศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ อุทยานวิทยาศาสตร์ รังสิต ซึ่งคาดว่าจะสร้างเสร็จในปลายปี 2543

วิธีการเก็บรักษาและดูแลเอกสารข้อมูล ข้อมูลจุลินทรีย์ที่จำเป็นเพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิจัยประกอบด้วย ชื่อจุลินทรีย์ และรหัส ชื่อคนที่คัดแยก จำแนก หรือนำมาฝากเก็บ วันที่คัดแยก สถานที่ วัสดุที่จุลินทรีย์อาศัยอยู่ อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง อุณหภูมิที่ใช้บ่ม และเอกสารประกอบหรืออ้างอิง ข้อมูลเหล่านี้ถูกบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ ในโปรแกรมฐานข้อมูล เพื่อการใช้ในการจัดทำแคตาลอก

การควบคุมคุณภาพ ในที่นี้หมายถึงการตรวจสอบลักษณะที่ตรงตามชื่อจุลินทรีย์ การมีชีวิต การปนเปื้อน คุณสมบัติทั้งทางกายภาพและ ทางชีวเคมี ความถูกต้องของเอกสารข้อมูลจุลินทรีย์ และแม้กระทั่งข้อมูลที่ได้รับกลับคืนจากลูกค้าหรือผู้ใช้ (Nakase, 1996) ซึ่งวิธีการเหล่านี้ ควรจัดทำเป็นคู่มือปฏิบัติ เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกันและสามารถตรวจติดตามได้ตามมาตรฐานคุณภาพทั่วไป (Stevenson and Jong, 1992; Smith, 1996; UKNCC, 1998) หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช.ได้จัดทำแผนภูมิกระบวนการรับฝากเก็บจุลินทรีย์ เพื่อใช้ปฏิบัติดังแสดงใน ภาคผนวกที่ 2 และมีคู่มือปฏิบัติ ในการรับฝากเชื้อ การเก็บรักษาจุลินทรีย์ด้วยเทคนิคแช่แข็ง และระเหิดแห้ง รวมทั้งการบันทึกข้อมูล และระบบการจัดหลอดเก็บจุลินทรีย์ในคลัง (stock cultures)

การให้บริการ ในระยะเริ่มต้นนี้หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. ให้บริการรับฝากเก็บจุลินทรีย์ สำหรับนักวิจัยโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย โดยมีเอกสารข้อตกลงการรับฝากเชื้อ (Material Acquisition Agreement หรือ MAA) ที่จัดทำขึ้นเป็นหลักฐาน ที่สามารถใช้อ้างอิงในกรณีที่มีการแบ่งปันผลประโยชน์ในภายหลัง ในทำนองเดียวกัน การให้บริการสายพันธุ์จุลินทรีย์แก่ลูกค้า ก็มีเอกสารข้อตกลงระหว่าง ศช. และผู้รับจุลินทรีย์ (Material Transfer Agreement หรือ MTA) ซึ่งในเอกสารมีข้อตกลงที่ชัดเจนว่า จุลินทรีย์ที่รับไปนี้จะนำไปใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น

การจัดทำแคตาลอก เช่นเดียวกับหลักการขายสินค้าหรืองานบริการทั่วไป การจัดทำแคตาลอกจะช่วยให้ลูกค้าสามารถเลือกจุลินทรีย์ที่ตรงตามความต้องการ ซึ่งข้อมูลคุณสมบัติที่สำคัญของจุลินทรีย์จะเป็นสิ่งจูงใจให้ลูกค้ามาใช้บริการ และแน่นอนที่มูลค่าของจุลินทรีย์ย่อมอยู่ที่ข้อมูลคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ข้อมูลที่แสดงควรเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อให้ลูกค้าเกิดความเชื่อถือและมั่นใจในคุณภาพสินค้า ปัจจุบันศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์หลายแห่ง ต่างแข่งขันกันในเรื่องคุณภาพสินค้าและบริการ เช่น ATCC (American Type Culture Collection), 1996; CBS (Centraal Bureau voor Schimmelcultures), 1996; และ JCM (Japan Collection of Microorganisms), 1999 เป็นต้น ตามหลักการจัดทำแคตาลอกนั้น จุลินทรีย์ที่ยังไม่พร้อมที่จะให้บริการ เช่น รอการจำแนก หรือ การทดสอบคุณสมบัติ ยังไม่ควรนำมาพิมพ์ในแคตาลอกจนกว่าผลการพิสูจน์จะออกมา หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. ได้คัดเลือกจุลินทรีย์ที่ผ่านการตรวจสอบยืนยันความถูกต้องตรงตามลักษณะ จำนวนประมาณ 200 สายพันธุ์เพื่อจัดทำแคตาลอกเผยแพร่แก่ผู้สนใจ และผ่านเครือข่าย Internet ที่ URL: http://www.bcc.biotec.or.th สำหรับข้อมูลคุณสมบัติสำคัญนั้น นี้กำลังอยู่ระหว่างการศึกษาเนื่องจาก จุลินทรีย์เหล่านี้เป็น สายพันธุ์ใหม่ที่ยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน

งานวิจัย งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเก็บรักษาจุลินทรีย์ คือ การพัฒนาวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมกับชนิด และคุณสมบัติของจุลินทรีย์ และการจัดจำแนกสายพันธุ์ หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. มีงานวิจัยการ เก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายแบบถาวร โดยเปรียบเทียบ 2 วิธี คือ วิธีแช่แข็ง และ ระเหิดแห้งในสุญญากาศ นอกจากนี้มีงานวิจัยการจำแนกแบคทีเรีย กลุ่ม แอคติโนมัยสีต และกลุ่มผลิตน้ำส้มสายชู

การฝึกอบรม การจัดฝึกอบรมอาจจัดเป็นกลุ่มเฉพาะเรื่อง เช่น เทคนิคการเก็บรักษาจุลินทรีย์ การบริหารจัดการ การจัดจำแนก เป็นต้น หรือจัดเฉพาะคนตามคำขอ ปัจจุบันหน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. มีความพร้อมในด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ และบุคลากรที่สามารถให้บริการฝึกอบรมด้านเทคนิคการเก็บรักษาจุลินทรีย์แก่บุคคลที่สนใจโดยคิดค่าบริการตามความเหมาะสม และ ปริมาณงานที่ต้องจัดเตรียม

การให้คำปรึกษา หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช. ยินดีให้คำปรึกษาในเรื่องเทคนิคการเก็บรักษาจุลินทรีย์ การจัดระบบการดูแลรักษาจุลินทรีย์และข้อมูล การให้บริการ การสั่งซื้อจุลินทรีย์จากแหล่งเก็บรักษาจุลินทรีย์จากต่างประเทศ เช่น ATCC (American Type Culture Collection), JCM (Japan Collection of Microorganisms)

ความร่วมมือกับหน่วยงานอื่น หน่วยเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ ศช ให้ความร่วมมือกับหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งในและนอกประเทศ เช่น รับฝากเก็บจุลินทรีย์จากนักวิจัยในมหาวิทยาลัย และหน่วยงานราชการของประเทศ การจัดหาสายพันธุ์จุลินทรีย์จากแหล่งต่างๆ ตามความต้องการของ นักวิจัย นอกจากนี้ยังร่วมมือกับหน่วยงานในต่างประเทศด้านการจำแนกสายพันธุ์ การแลกเปลี่ยนนักวิจัยเพื่อร่วมโครงการ การฝึกอบรมเป็นต้น

บทสรุป

ศูนย์เก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์เฉพาะทาง ศช. ดำเนินงานตามหลักเกณฑ์การจัดตั้งศูนย์จุลินทรีย์เพื่อให้บริการ กิจกรรมหลักประกอบด้วย การรวบรวม เก็บรักษา และดูแลสายพันธุ์จุลินทรีย์และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มีระบบการจัดเก็บสายพันธุ์ที่ให้ความปลอดภัยต่อชีวิตและคุณสมบัติจุลินทรีย์ มีโปรแกรมฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้นสำหรับจุลินทรีย์โดยเฉพาะซึ่งสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติพร้อมสำหรับเผยแพร่ มีระบบและหลักฐานการรับฝากเก็บ รวมทั้งข้อตกลงการนำจุลินทรีย์ไปใช้เพื่องานวิจัยและการศึกษา มีวิธีการตรวจสอบคุณภาพจุลินทรีย์ก่อนนำไปจัดทำแคตาลอกหรือให้บริการ มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการเก็บรักษา และการจัดจำแนก มีงานฝึกอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากรและการให้คำปรึกษาที่เกี่ยวกับกิจกรรมการเก็บรักษาจุลินทรีย์

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณดำเนินการจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 640005 ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2532. คู่มือการขออนุญาตเกี่ยวกับพระราชบัญญัติเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ พ.ศ. 2525. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 8 หน้า.

ประกาศกรมทรัพย์สินทางปัญญา ฉบับที่ 3 เรื่องกำหนดรายชื่อสถาบันที่รับฝากเก็บเชื้อจุลินทรีย์ ลงวันที่ 30 กันยายน 2535. กรมทรัพย์สินทางปัญญา, กระทรวงพาณิชย์.

พระราชบัญญัติเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ พ.ศ. 2525. ภูมิพลอดุลยเดช ป.ร. ให้ไว้ ณ วันที่ 7 สิงหาคม 2525. 9 หน้า.

ศูนย์เก็บรักษาและรวบรวมข้อมูลจุลินทรีย์, วท. 2540. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท) กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพ.

ATCC Catalogue on CD. 1996. American Type Culture Collection, USA.

CBS List of Cultures, Fungi and Yeasts. 34th ed. 1996. Centraal Bureau voor Schimmelcultures. Baarn The Netherlands.

HAWKSWORTH, D.L., I. SASTRAMIHARDJ, R. KOKKE. AND R. E. STEVENSON. 1990. Guidelines for the establishment and operation of collectionsof cultures of microorganisms. WFCC Document, World Federation for Culture Collection. ISBN 92-91029-041-8.

HAWKSWORTH, D. L. AND M.AA SCHIPPER. 1989. Technical communication: criteria for consideration in the accreditation of culture collections participating in MINE, the Microbial Information Network Europe. MIRCEN J. 5: 277-281.

JCM Catalogue of Strains, 7th edition. 1999. Japan Collection of Microorganisms. Wako Saitama Japan.

KIRSOP, B. E. 1994. Maintenance of yeasts. In KIRSOP, B. E. AND A. DOYLE (eds.), Maintenance of microorganisms and cultured cells. 2nd ed. Academic Press.

NAKASE, T. 1996. Quality control system of microbial cultures in Japan Collection of Microorganisms (JCM). In SAMSON, R. A., J. A. STALPERS, D. VAN DE MEI AND A.H. STOUTHAMER (eds.), Culture collection to improve the quality of life. Proceedings of the 8th International Congress for Culture Collections. Veldhoven, The Netherlands, 25-29 August 1996.

RUDGE, R. H. 1994. Maintenance of bacteria by freeze-drying. In KIRSOP, B. E. AND A. DOYLE (eds.), Maintenance of microorganisms and cultured cells. 2nd ed. Academic Press.

SMITH, D. 1996. Quality systems for management of microbial collections. In SAMSON, R. A., J. A. STALPERS, D. VAN DE MEI AND A. H. STOUTHAMER (eds.), Culture collection to improve the quality of life. Proceedings of the 8th International Congress for culture Collections. Veldhoven, The Netherlands, 25-29 August 1996.

STEVENSON, R. E. AND S. C. JONG. 1992. Application of good laboratory practice (GLP) to culture collections of microbial and cell cultures. World Journal of Microbiology and Biotechnology 8: 229-235.

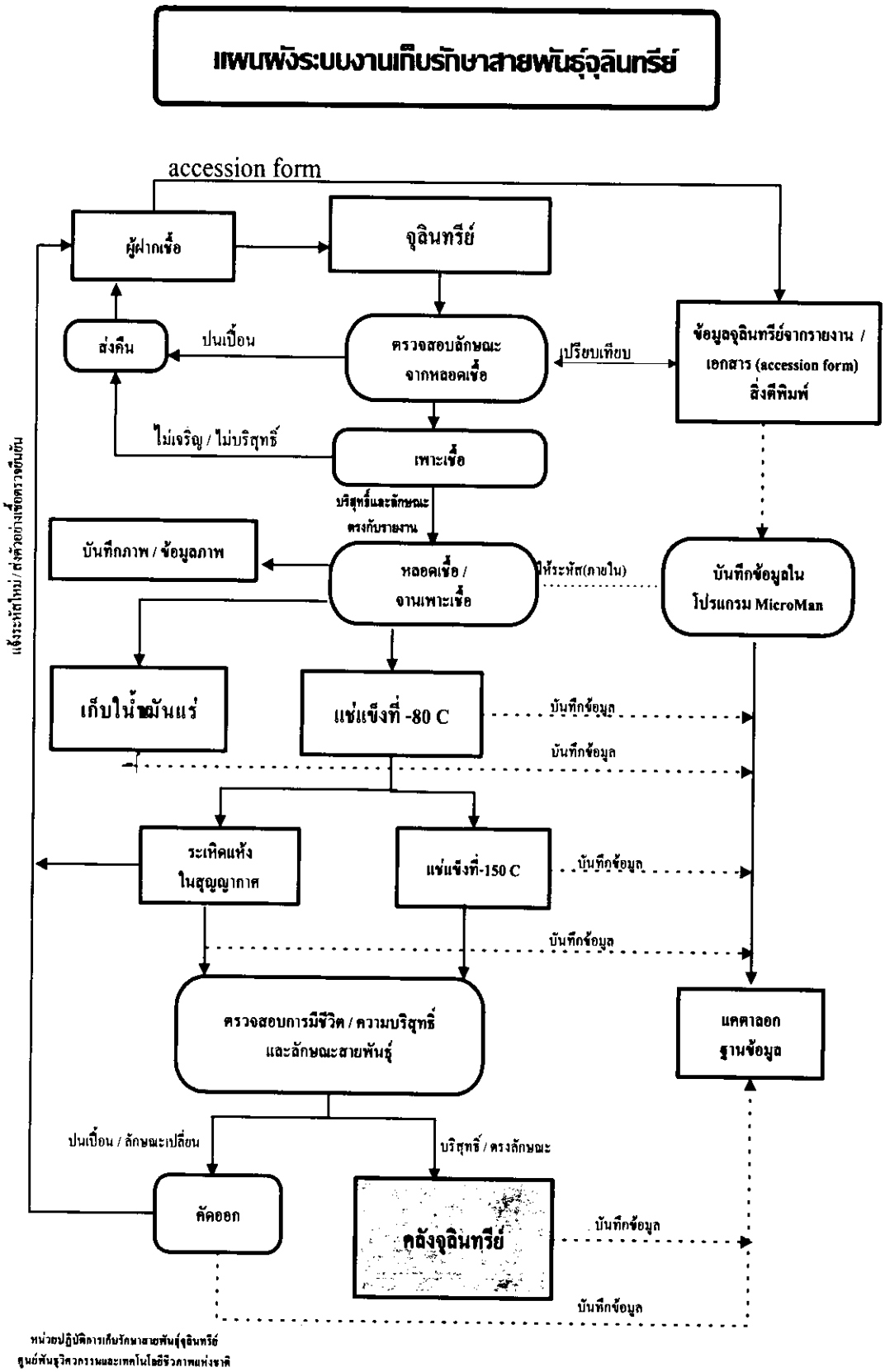
UNITED KINGDOM NATIONAL CULTURE COLLECTION. 1998. UKNCC Quality Manual, UK New strategy for microbial collections. (www.ukncc.co.uk)

ภาคผนวกที่ 1

หลักเกณฑ์พิจารณาการจัดตั้งหรือกิจกรรมของศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์ (Hawksworth *et al.*, 1990 ; Hawksworth and Schipper, 1989)

หลักเกณฑ์ที่พิจารณา	คำชี้แจง /ข้อพึงปฏิบัติ
องค์กร	• มีความมั่นคง • ผู้บริหารเห็นความสำคัญ ให้นโยบายและให้การสนับสนุนการดำเนินงาน ในระยะยาว
วัตถุประสงค์	• สอดคล้องกับนโยบายขององค์กร • เสริมสร้างกิจกรรมร่วมกันภายในองค์กร
ชนิดและจำนวน จุลินทรีย์	• กำหนดแน่นอนเพื่อประโยชน์ในการวางแผนดำเนินงาน การของบประมาณ • ชนิดจุลินทรีย์ที่กำหนดไม่ควรซ้ำซ้อนกับที่มีอยู่ในแหล่งอื่น • ตามความต้องการของลูกค้า
งบประมาณ	• จัดสรรไว้ให้เพียงพอสำหรับกิจกรรมประจำ • เพิ่มเติมในส่วนของการสร้างงานคุณภาพ
บุคลากร	• มีจำนวนเพียงพอกับงาน และกิจกรรมของศูนย์ • มีสถานภาพที่มั่นคง เช่น เป็นพนักงานประจำ หรือสัญญาจ้างงานระยะยาว • มีความสามารถและประสบการณ์ในการดูลักษณะการปนเปื้อนหรือการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ • มีความสามารถในการตัดสินใจเลือกวิธีการ เก็บรักษาที่เหมาะสมกับชนิดจุลินทรีย์ • มีความรู้ความเข้าใจในระบบคุณภาพทั้งของสินค้าและบริการ
วิธีการ	• เลือกวิธีการเก็บแบบถาวร ที่ปลอดภัยต่อชีวิตและคุณสมบัติจุลินทรีย์ • จัดทำเอกสารคู่มือการปฏิบัติงาน ตามระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการที่ดี • เชื้อ 1 สายพันธุ์ ควรเก็บ 2 วิธี และ 1ใน 2 วิธีนี้ คือ วิธีเก็บถาวร (วิธีแช่แข็ง หรือ ระเหิดแห้ง (lyophilization)) • แยกหลอดเก็บเชื้อ เป็น 2 ชุด เก็บต่างสถานที่
เอกสารข้อมูล	• บันทึกข้อมูลในเอกสาร หรือคอมพิวเตอร์ • จัดเก็บเอกสารและข้อมูลตามระบบคุณภาพ และระบบรักษาความปลอดภัย
การตรวจสอบความถูกต้อง	• ตรวจความถูกต้องของสายพันธุ์ และข้อมูล รวมทั้งการมีชีวิต ความบริสุทธิ์ ลักษณะสำคัญ • ตรวจความถูกต้องของข้อมูล • กำหนดเวลา และวิธีการตรวจสอบที่เหมาะสมตามชนิดจุลินทรีย์ • จัดทำเอกสารคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อเป็นมาตรฐานเดียวกัน
การให้บริการ	• จัดทำเอกสารการรับฝากสายพันธุ์ (รวมทั้งสายพันธุ์สิทธิบัตร) (Material Acquisition Agreement หรือ MAA) • จัดทำเอกสารการให้บริการสายพันธุ์ (Material Transfer Agreement หรือ MTA)
การจัดทำแคตาลอก	• คัดเลือกเชื้อและข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง • เชื้อที่ไม่พร้อมที่จะเผยแพร่ไม่ควรรวมในแคตาลอก • ราคาจุลินทรีย์ขึ้นกับ ปริมาณและคุณภาพของข้อมูล และความต้องการของลูกค้า
งานวิจัย	• วิจัยและพัฒนาเทคนิคการเก็บรักษาจุลินทรีย์ • วิจัยและพัฒนาเทคนิคการจัดจำแนกจุลินทรีย์
การฝึกอบรม	• พัฒนาบุคลากรด้านเทคนิคการ เก็บรักษาจุลินทรีย์ และข้อมูล • พัฒนาบุคลากรด้านเทคนิคการจัดจำแนก • พัฒนาบุคลากรด้านการบริหารจัดการงานเก็บรักษาจุลินทรีย์
การให้คำปรึกษา	• ด้านเทคนิคการ เก็บรักษาจุลินทรีย์ การจัดหา สายพันธุ์จากต่างประเทศ การสร้างระบบ ฯ

ภาคผนวกที่ 2


แผนผังระบบงานเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์
accession form
ผู้ฝากเชื้อ
จุลินทรีย์
ส่งคืน
ปนเปื้อน
ตรวจสอบลักษณะ
จากหลอดเชื้อ
ปรียบเทียบ
ข้อมูลจุลินทรีย์จากรายงาน /
เอกสาร (accession form)
สิ่งตีพิมพ์
ไม่เจริญ / ไม่บริสุทธิ์
เพาะเชื้อ
บริสุทธิ์และลักษณะ
ตรงกับรายงาน
แจ้งระหัสใหม่/ส่งตัวอย่างเชื้อตรวจยืนยัน
บันทึกภาพ / ข้อมูลภาพ
หลอดเชื้อ /
จานเพาะเชื้อ
มีหัวระพัส(ภายใน)
บันทึกข้อมูลใน
โปรแกรม MicroMan
เก็บในน้ำมันแร่
แช่แข็งที่ -80 C
บันทึกข้อมูล
บันทึกข้อมูล
ระเหิดแห้ง
ในสุญญากาศ
แช่แข็งที่-150 C
บันทึกข้อมูล
บันทึกข้อมูล
ตรวจสอบการมีชีวิต / ความบริสุทธิ์
และลักษณะสายพันธุ์
แคตาลอก
ฐานข้อมูล
ปนเปื้อน / ลักษณะเปลี่ยน
บริสุทธิ์ / ตรงลักษณะ
คัดออก
คลังจุลินทรีย์
บันทึกข้อมูล
บันทึกข้อมูล
หน่วยปฏิบัติการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

การศึกษาไม้วงศ์เปล้า ในประเทศไทย

SYSTEMATIC STUDY OF FAMILY EUPHORBIACEAE IN THAILAND

Kongkanda Chayamarit[1], Tawatchai Santisuk[1], Kai Larsen[2], Peter van Welzen[3], Hans J. Esser[4], Weerachai Nanakorn[5], Pranom Chantharanothai[6], Teerawat Boonthavikoon[1], Rachan Pooma[1], Leena Phuphathanaphong[1], Chirayupin Chantharaprasong[1] and Supee Larsen[2]

[1]Forest Herbarium, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900, [2]Department of Systematic Botany, Aarhus University, Denmark, [3]Rijksherbarium/Hortus Botanicus, Leiden, The Netherlands., [4]Hamburgh, Germany

[5]Queen Sirikit Botanic Garden, Mae Rim District, Chiang Mai 50180, [6]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยด้านอนุกรมวิธานพืชของพรรณไม้วงศ์เปล้า (EUPHOBIACEAE) ในประเทศไทย

ก่องกานดา ชยามฤต[1], ธวัชชัย สันติสุข[1], K. Larsen[2], P. C. Welzen[3], H. J. Esser[4], วีระชัย ณ นคร[5], ประนอม จันทรโณทัย[6], ธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ[1], ราชันย์ ภู่มา[1], ลีนา ผู้พัฒน์พงศ์[1], จิรายุพิน จันทรประสงค์[1] และ สุภีร์ ลาร์เสน[2]

[1]หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900, [2]Department of Systematic Botany, Aarhus University, Denmark

[3]Rijksherbarium/Hortus Botanicus, Leiden, The Netherlands, [4]Hamburgh, Germany

[5]องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อ. แม่ริม เชียงใหม่ 50180

[6]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง ขอนแก่น 40002

การศึกษาวิจัยทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์เปล้า (Euphobiaceae) ในประเทศไทย เป็นการศึกษาตัวอย่างพืชที่มีอยู่แล้วในหอพรรณไม้และออกสำรวจเก็บรวบรวมตัวอย่างเพิ่มเติมในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย การวิจัยมุ่งศึกษารูปร่างและลักษณะภายนอกรวมถึงการแพร่กระจายทางนิเวศวิทยา โดยได้ดำเนินศึกษาวิจัยไปแล้วประมาณ 1 ใน 3 ส่วนของจำนวนพืชในวงศ์เปล้า นอกจากนี้ ยังได้จัดพิมพ์คู่มือการจำแนกสกุล จัดทำฐานข้อมูลของไม้วงศ์เปล้า ซึ่งมีข้อมูลมากกว่า 5,500 ตัวอย่าง รวมถึงข้อมูลของตัวอย่างพรรณพืชที่เก็บใหม่อีกมากกว่า 1,500 ตัวอย่าง และได้ปลูกพืชวงศ์นี้จำนวน 26 ชนิดเพื่อการอนุรักษ์ ณ สวนพฤกษศาสตร์ร้อยปีของกรมป่าไม้ จังหวัดสระแก้ว

คำหลัก: อนุกรมวิธาน, พรรณไม้วงศ์เปล้า (Euphobiaceae)

INTRODUCTION

The revision of *Bridelia* presented here is part of a series of articles which together comprise the Systematic Study of Euphorbiaceae Project in Thailand. The ultimate goal of the project is to publish the revised Euphorbiaceae for the Flora of Thailand.

The Euphorbiaceae in Thailand is a large family with more than 80 genera and more than 400 species. It is also a poorly known family. Only one previous revision exists (Airy Shaw, 1972), and this revision does not comprise any descriptions and the identification tools are very poor. The present project aims at improving this. A short description of each taxon will be provided, together with notes on the distribution (local and world-wide), ecology, uses and vernacular names. A list of the 81 Euphorbiaceae genera in Thailand presented in Table 1. A key to the genera of Thai Euphorbiaceae was presented earlier (van Welzen, 1998) in Thai Forest Bulletin (Botany) no. 26. The classification of the genera follows the classification of the Euphorbiaceae by Webster (1994).

STUDY AREA

Field trips were undertaken in various localities covering Northern, North-eastern, South-eastern, South-western and Peninsular Thailand. These covered all areas of botanical richness in the country. From September 1998 to July 1999 a total of 1,500 specimens in 5 duplicates were collected.

METHODOLOGY

The study is based mainly on herbarium materials from the following herbaria: BK, BKF, E, K, L, P, TCD. Field surveys were conducted to observe living plants in the wild and to ascertain the natural habitats and distribution patterns of the Thai members of this family. Herbarium specimens were prepared. The activities included mounting, sorting and identification. All specimens of Euphorbiaceae in the Forest Herbarium and the new collections have been entered into a specimen database.

DISCUSSION

There are a number of problematic species in Thai Euphorbiaceae. Numerous specimens show intermediate characteristics. In some genera only a very small number of specimens could be studied due to the

scarcity of collections. Several specimens turned out to be new records for the Euphorbiaceae of Thailand or they represent the second collection of the species since they were first described more than 50 years ago.

A number of morphological characters require investigation as much of the herbarium material is sterile or lacking either flowers or fruits, both of which are important for identification. In addition, many of taxa are very similar in the sterile state and there is considerable confusion over the relationship and number of taxa.

Some names are reduced to synonymy and the existing infraspecific classification is shown to be invalid. The implications of the present research on the supraspecific classification of the genus are discussed. A key to genera and key to species are provided for the identification of taxa, with new taxonomic descriptions.

Table 1. List of Euphorbiaceae genera present in Thailand. The genera in bold have been treated; others are being revised by contributors.

1. *Acalypha*	17. ***Chaetocarpus***	33. ***Erismanthus***	49. *Mallotus*	65. ***Pterococcus***
2. *Actephila*	18. ***Chondrostylis***	34. *Euphorbia*	50. ***Manihot***	66. *Ptychopyxis*
3. ***Agrostistachys***	19. ***Chrozophora***	35. ***Excoecaria*** (incl. *Glyphostylus*)	51. ***Margaritaria***	67. *Richeriella*
4. ***Alchornea***	20. *Cladogynos*	36. ***Falconeria***	52. *Megistostigma*	68. ***Ricinus***
5. ***Aleurites***	21. *Claoxylon*	37. ***Flueggea*** (*Securinega*)	53. ***Melanolepis***	69. *Sampantaea*
6. ***Antidesma***	22. ***Cleidio***	38. ***Galearia***	54. ***Mercurialis***	70. ***Sauropus*** (incl. *Synostemon*)
7. *Aporosa*	23. *Cleistanthus*	39. ***Glochidion***	55. ***Microdesmis***	71. ***Shirakiopsis***
8. ***Austrobuxus***	24. *Cnesmone*	40. ***Hevea***	56. ***Microstachys***	72. ***Spathiostemon***
9. *Baccaurea*	25. *Codiaeum*	41. ***Homalanthus***	57. *Omphalea*	73. ***Strophioblachia***
10. ***Balakata***	26. *Croton*	42. ***Homonoia***	58. *Ostodes*	74. ***Sumbaviopsis***
11. *Baliospermum*	27. *Dalechampia*	43. *Hura*	59. *Pachystylidium*	75. ***Suregada***
12. *Blachia*	28. *Dimorphocalyx*	44. *Hymenocardia*	60. *Pantadenia*	76. ***Thyrsanthera***
13. *Blumeodendron*	29. *Drypetes*	45. ***Jatropha***	61. *Paracroton* (*Fahrenheitia*)	77. *Trewia*
14. *Botryophora*	30. ***Elateriospermum***	46. *Koilodepas*	62. *Pedilanthus*	78. ***Triadica***
15. ***Breynia***	31. ***Endospermum***	47. *Leptopus* (incl. *Chorisandrachne*)	63. *Phyllanthus*	79. *Trigonostemon*
16. ***Bridelia***	32. *Epiprinus*	48. ***Macaranga***	64. *Pimelodendron*	80. *Vernicia*
				81. ***Wetria***

RESULTS

The list of 81 genera, to be revised is presented in Table 1. A key to the genera of Thai Euphorbiaceae was presented by van Welzen in Thai Forest Bulletin (Botany) 26 (1998).

The revision of genus *Bridelia* presented here is one of a series of articles which together comprise of Systematic study of Euphorbiaceae in Thailand Project. *Bridelia* is a genus of 10 species which is revised and decribed here with notes on the distribution (local and world-wide), ecology, uses and the vernacular names which are taken from Smitinand (1980); in bold the name accepted as a general vernacular name.

Bridelia

Willd., Sp. Pl. 4: 978. 1806; corr. Spreng., Anleit. Kenntn. Gew. ed. 2, 2: 887. 1818; Müll. Arg. in DC., Prod. 15, 2: 492. 1866; Jabl. in Engl., Pflanzenr. 65: 267. 1887; Airy Shaw, Kew Bull. 26: 227. 1972; G.L. Webster, Ann. Missouri Bot. Gard. 81: 39. 1994; Dressler, Taxon 45: 337. 1996. nom. cons. prop.; Blumea 41: 273. 1996.

(Scrambling) shrubs to trees, usually monoecious. *Indumentum* of simple, non-stinging hairs. *Stipules* early to late caducous. *Leaves* distichous, simple, symmetric, basally attached, margin entire to somewhat crenate, not variegated, without glands; venation with usually many nerves either ending in a marginal vein or looped and closed, veins usually densely, scalariform. *Inflorescences* axillary fascicles of flowers, sometimes on leafless branches and spike-like. *Flowers* minute, actinomorphic. *Sepals* 5, valvate, thick, persistent in fruit. *Petals* 5, minute, shorter than sepals. *Disc* annular, in pistillate flowers with additional tubular inner disc, latter splitting into scales during fruiting. *Stamens* 5, episepalous, united into gynoecium with pistillode. *Ovary* 2-locular, locules with 2 ovules of which 1 develops or only 1 locule developing. *Fruits* drupaceous, bilocular or unilocular (abortion), sometimes apically tardily dehiscent. *Seeds* without arilloid.

About 50 species in the Old World tropics: Tropical Africa, Madagascar, Yemen and in Asia ranging from India and China throughout SE. Asia and Malesia to N. Australia, the Solomons, and Vanuatu; 10 species in Thailand. Classification: Subfam. Phyllanthoideae, tribe Bridelieae.

Key To The Species

1. Leaves with secondary nerves ending in marginal vein. Drupes 2-locular. Seeds plano convex (subg. *Bridelia*)
   2. Flowers large, calyx 6–12 mm diam. Fruits 6–11 mm diam. Branches and leaves tomentose **9. *B. stipularis***
   2. Flowers small, calyx up to 6 mm diam. Fruits 4–9 mm diam. Branches and leaves glabrous to tomentose
      3. Inflorescences terminal on mostly leafless twigs, spike-like. Nerves numerous (> 18 pairs). Leaves coriaceous **8. *B. retusa***

3. Inflorescences in the axils of normal leaves. Nerves in less than 18 pairs. Leaves papery to coriaceous
4. Nerves usually in more than 11 pairs
5. Leaves glabrous beneath **7. *B. ovata***
5. Leaves puberulous to pubescent beneath **1. *B. affinis***
4. Nerves usually in less than 11 pairs
6. Leaves densely pubescent to tomentose beneath. Sepals hairy outside **5. *B. harmandii***
6. Leaves glabrous to tomentose beneath, less densely so. Sepals glabrous outside.
7. Leaves stiffly coriaceous, conspicuously narrowly oblong, subglabrous beneath **3. *B. curtisii***
7. Leaves papery to thinly chartaceous, elliptic to obovate, tomentose beneath **10. *B. tomentosa***

1. Leaves with secondary nerves arching and connecting near the margin, but not reaching marginal vein. Drupes 1-locular. Seeds ± ellipsoid with a deep longitudinal groove (subg. *Gentilia* (Beille) Jabl.)
8. Nerves in 6–9 pairs with a narrowly acute angle of divergence especially at base (< 45°). Leaf base mostly acute, apex very shortly acuminate (3–7 mm). Stipules short (1.5–2 mm). Styles not exerted **2. *B. cinnamomea***
8. Nerves in more than 9 pairs with a moderately acute angle of divergens (usually > 45°).Leaf base obtuse to truncate, rarely acute, apex longer acuminate. Stipules longer than 2 mm. Styles (slightly) exerted
9. Flowers conspicuously pedicelled (2–6 mm), 3–5 mm diam. Young branches with inconspicuous lenticels, bark brownish **4. *B. glauca***
9. Flowers (sub)sessile, 2–3 mm diam. Young branches (one but last generation) with raised lenticels, bark then greyish. **6. *B. insulana***

1. *Bridelia affinis* Craib, Kew Bull.: 456. 1911; Aberdeen Univ. Stud. 57: 182. 1912; Jabl. in Engl., Pflanzenr. Heft 65: 73. 1915; Airy Shaw, Kew Bull. 23: 65. 1969; Kew Bull. 26: 228. 1972; Dressler, Blumea 41: 276. 1996.— *B. colorata* Airy Shaw, Kew Bull. 23: 66. 1969.

Undershrub to tree up to 6 m high; branchlets puberulous when young, scattered lenticellate. *Stipules* narrowly triangular, 4–5 by c. 1 mm, abaxially pubescent, rather persistent. *Leaves*: petiole 4–6(–7) mm long, pubescent; blade elliptic (to obovate), 4.4–22 by 2.6–8.7 cm, index 1.4–3.3, chartaceous, glabrous above, (sub) hirsute beneath, base obtuse to acute, margin entire to shallowly crenate, apex acute to obtuse; venation prominent on both sides, nerves (9–)11–15 pairs, joining marginal vein, tertiary veins scalariform. *Inflorescences*: glomerules with up to 10 (sub)sessile flowers, pistillate flowers surrounded by staminate ones. *Flowers* 4–6 mm diam., dark red, pedicel indistinct, up to 0.5 mm long. Sepals triangular, 1.5–3 by 1–1.5 mm, glabrous, dark red (also when dry). *Petals* variable in shape, 1–1.2 by 1–1.3 mm, cream, base spathulate, apex irregularly lobulate with gnawed margin. *Stamens*: staminal column c. 1 by 0.3 mm; anthers ellipsoid, c. 0.6 by 0.3 mm, cream. *Ovary* ovoid, styles 2, c. 1.3 mm long; stigmas c. 3 mm long, upper half bifid, not exserting. *Fruits* 1 or 2 per glomerule, bilobed, 5–7 mm high, 6–8 by 5–6 mm, 2-locular, dark purplish black. *Putamen* semigloboid, c. 3.5 by 5 by 6 mm, light brown.

Thailand.— NORTHERN: Chiang Mai (Doi Inthanon, Doi Suthep (type, Kerr 809, K), Mae Soi, Pang Noi), Lampang (Doi Khun Tan, Doi Pangla, Chae Son, Mae Mo), Phrae (Mae Yom); NORTH-EASTERN: Loei (Pha Nok Khao), Sakon Nakhon (Phu Phan), Khon Kaen; EASTERN: Buri Ram.

Distribution.— China (Yunnan and Hainan).

Ecology.— Deciduous and evergreen primary forest, also in disturbed places; probably no preference for soil, on granite bedrock to limestone. Alt.: 250–750 m. Shade and humidity seemingly required; locally common.

Vernacular.— Kang pla (ก้างปลา).

2. *Bridelia cinnamomea* Hook.f., Fl. Br. Ind. 5: 273. 1887; Whitmore, Tree Fl. Mal. 2: 74. 1973; Dressler, Blumea 41: 307, fig. 3, map 9. 1996.— *B. griffithii* Hook.f., Fl. Br. Ind. 5: 272. 1887; Jabl. in Engl. Pflanzenr. 65: 74. 1915.— *B. griffithii* Hook.f. var. *cinnamomea* (Hook.f.) Gehrm., Bot. Jahrb. Syst. 41; Beibl. 95: 38 (1908); Airy Shaw, Kew Bull. Add. Ser. 4: 64. 1975; Kew Bull. 36: 273. 1981.— *B. gehrmannii* Jabl. in Engl., Pflanzenr. 65: 73. 1915.

Scrambling shrub to rarely a tree up to 6 m high; branchlets pubescent to tomentose, glabrescent, lenticels whitish; stem thorny. *Stipules* widely ovate, 1.5–2 by c. 2 mm, brownish pubescent, early caducous. *Leaves*: petiole 4–8 mm long, pubescent to tomentose; blade elliptic (to obovate), 4–12 by 2–6.4 cm, index 1.4–2.4, chartaceous, glabrous above except for veins, puberulous to pubescent (to subglabrous) beneath, base (bluntly rounded to) acute, margin (sub)entire, apex acuminate; venation especially prominent beneath, nerves (5–)6–9(–10) pairs, especially basally with a rather acute angle of divergence, not joining marginal vein but closing with next nerve, tertiary veins scalariform. *Inflorescences*: glomerules with 10–20 subsessile to

pedicelled flowers. *Flowers* brownish red with yellow to green centre, 4–5 mm diam.; pedicel up to 3 mm long. *Sepals* triangular, 1.5–2 by 1.2–1.5 mm, puberulous, at least at base, base spathulate, apex roundish to lobulate, in pistillate flowers outside pubescent to tomentose and somewhat fleshy. *Stamens*: staminal column c. 1 mm long; free part of filaments 1–1.2 mm long; anthers shortly semigloboid, c. 0.4–0.5 mm diam. *Ovary* globose, c. 1.2 by 1.2 mm diam.; styles 2, basally united, together with stigmas c. 1 mm long, not exserting flower, stigmas bifid. *Fruits* 3 or 4 per glomerule, ovoid to globose, tapering or only pointed at apex, 6–7 by 5–5.5 mm diam., 1-locular, dark brown. Putamen 1, glossy. Seeds (semi)ellipsoid with lateral furrow, 4–5 by 2.3–3.5 mm diam., light brown.

T h a i l a n d.— PENINSULAR: Narathiwat (Sirindhorn Waterfall).

D i s t r i b u t i o n.— Malay Peninsula (type), Sumatra, Borneo (Sabah and Sarawak).

E c o l o g y.— Primary and secondary mixed peat swamp forest; occasional. Alt: sea level to 600 m.

3. *Bridelia curtisii* Hook.f., Fl. Br. Ind. 5: 273. 1887; Boerl., Handl. 3: 271. 1900; Ridl., Fl. Mal. Pen. 3: 184. 1924; Dressler, Blumea 41: 278, map 1. 1996.— *B. ovatia* Decne. var. *curtisii* (Hook.f.) Airy Shaw, Kew Bull. 26: 229. 1972.

Scrambling shrub to tree up to 7 m high; branchlets glabrous to puberulous, with scattered lenticels. *Stipules* narrowly triangular, up to 4 by 0.6–0.7 mm, glabrous, early caducous. *Leaves*: petiole 3.5–6 mm long, rarely puberulous; blade (elliptic to) oblong with ± parallel sides, 3–8 by 1–3.6 cm, index (1.5–)2–2.8, stiffly coriaceous, glabrous (to some hairs on nerves), base mainly rounded to obtuse, margin entire, apex rounded (to bluntly acute); venation prominent on both sides, nerves 5–10(–12) pairs, joining marginal vein, tertiary veins usually reticulate. *Inflorescences*: glomerules with up to 12 sessile flowers. *Flowers* green; staminate ones 3–5 mm diam.; pistillate ones 4–5 mm diam., pedicel rarely up to 1 mm long. *Sepals* triangular-ovate, 1.5–3 by 1–1.5 mm, glabrous, greenish yellow. *Petals* variable in shape, up to 1 by 0.7 mm, whitish yellow, base cuneate to spathulate, apex roundish, notched or lobulate. *Stamens*: staminal column c. 1 by 0.3 mm; free part of filaments up to 0.7 mm long; anthers ellipsoid, 0.6–0.7 by 0.3–0.4 mm. *Ovary* globose, c. 1.5 mm diam.; styles 2, only basally united, with stigmas up to 1.2 mm long, stigmas deeply bifid. *Fruits* 2 or 3(–6)per glomerule, depressed-ovoid, apically emarginate, slightly bilobate, 4.5–6.5 mm diam., 2-locular, greenish purple to black. *Putamens* 2, semigloboid, 4 by 5 by 2.5 mm, brown. *Seeds* semigloboid to ovoid, with lateral furrow, c. 3 by 4 by 2 mm, brown.

T h a i l a n d.— NORTHERN: Mae Hong Son (Mae Taeng-Pai Rd.), Chiang Mai (Bo Luang, Mae Sanam), Lampang (Doi Khun Tan); CENTRAL: Suphan Buri (U-thong), Bangkok (Klong San); PENINSULAR: Surat Thani (Ban Tasae, Khao Nam Ron), Krabi (Ko Pipi).

D i s t r i b u t i o n.— Vietnam, Cambodia, Andaman & Nicobar Islands, Malay Peninsular (type), N. Sumatra.

E c o l o g y.— Mangrove, tidal riversides, evergreen forest, open and disturbed areas (savannah), road sides; often on limestone. Alt.: 10–1000 m.

U s e s.— The fruits are edible and medicinally used in Cambodia (*Martin* 155, L).

4. *Bridelia glauca* Blume, Bijdr.: 597. 1826; Baill., Étude Euphorb.: 584. 1858, Müll. Arg. in DC., Prod. 15, 2: 497. 1866; Jabl. in Engl., Pflanzenr. 65: 74. 1915; Airy Shaw, Kew Bull. Add. Ser. 4: 64. 1975; Dressler, Blumea 41: 311, fig. 4. Map 10.— *B. pubescens* Kurz, J. As. Soc. Beng. 42, ii: 241. 1874; Airy Shaw, Kew Bull. 26: 230. 1972.— *B. nooteboomii* Chakrab., J. Econ. Taxon. Bot. 5: 949. 1984.

(Shrub to) tree up to 30 m high; branchlets pubescent to tomentose, glabrescent, lenticels inconspicuous on especially the young branches, bark brownish; older branches thorny. *Stipules* ovate triangular, 8–12 by 3–5 (–6) mm, brownish pubescent, caducous. *Leaves*: petiole 5–11 mm long, pubescent; blade ovate (to elliptic), 4–18 by 2–12 cm, index 1.9–3.1, (membranous to) chartaceous, glabrous above (except for veins), pubescent (to glabrous or tomentose) beneath, base truncate to acute, margin entire, apex acute to acuminate; venation prominent beneath, nerves (7–)11–18(–20) pairs, with a moderately acute angle of divergence, not joining marginal vein but closing with next nerve, tertiary veins ± reticulate. *Inflorescences*: glomerules with up to 50 pedicelled flowers. *Flowers* yellowish green, 3–5 mm diam.; pedicel (1–)2–6 mm long. *Sepals* (narrowly) triangular, 1.5–2.3 by 1–1.5 mm, pubescent or puberulous outside. *Petals* variable in shape, 0.6–0.8 by 0.2–0.5 mm, white, base ± narrowed. *Stamens*: staminal column 0.8–1.5 mm long; free part of filaments up to 1 mm long, whitish; anthers ellipsoid to slightly ovoid, 0.5–0.6 by 0.3–0.4 mm, pale yellow. *Ovary* globose to slightly ovoid, 0.6–0.7 by 0.3–0.4 mm diam.; styles 2, basally united, together with stigmas up to 1.2 mm long, slightly exserting flower, stigmas bifid. *Fruits* up to 8 per glomerule, (conical) ellipsoid, acute or blunt at apex, 5.5–10(–12) by 4.5–7.5(–9) mm diam., 1-locular, bluish black. *Putamen* 1, ellipsoid, 5–8 by 4.5–6.5 by 3–4.5 mm diam, light greenish brown. *Seeds* not known.

T h a i l a n d.— NORTHERN: Chiang Mai (Ban Pa Pae, Doi Chiangdao, Doi Inthanon, Doi Pui, Doi Saket, Doi Suthep, Khun On, Mae Soi, Pang Tong, Phu Langka), Chaing Rai (Khun Kon), Nan (Doi Phukha),

Lampang (Chae Son); NORTH-EASTERN: Phetchabun (Nam Nao), Loei (Phu Kradueng); SOUTH-EASTERN: Chon Buri (Khao Khiao).

D i s t r i b u t i o n.— From E. India, Bhutan, Sikkim, and Burma throughout Malesia (Java: type) except for the Lesser Sunda Islands.

E c o l o g y.— Primary and secondary forest, often near rivers; soil: well-drained volcanic, sandy, loamy, clayey, sandstone, limestone, grey schists, granite; scattered to locally common. Alt.: sea level up to 1500 m.

V e r n a c u l a r.— Se thao (สีเท้า), se-thoh-pha-ne (สีเทาะพานี), (Karen-Chiang Mai); si-wa-la-the (สิวาละที) (Karen-Mae Hong Son) (Northern).

U s e s.— Timber tree, wood hard and durable, used for house and bridge construction in Indonesia, for house posts and fuel in Mindanao (Philippines), and used in an Agri ritual on Mindanao.

5. *Bridelia harmandii* Gagnep., Bull. Soc. Bot. France 70: 433. 1923; in Fl. Gén. I.-C. 5: 491, f. 63. 2–8. 1926; Airy Shaw, Kew Bull. 26: 228. 1972; Pham-hoang Ho, Cayco Vietnam 2: 290. 1992; Dressler, Blumea 41: 281. 1996.

Decumbent shrub up to 60 cm high; branches strongly pubescent when young. *Stipules* very narrowly triangular, up to 6 by 0.9 mm, abaxially puberulous, long persistent. *Leaves*: petiole (2.5–)3–5 mm long, densely tomentose; blade broadly ovate to subhirsute above, glabrescent, densely pubescent to tomentose beneath, base mainly rounded, margin entire to faintly crenate, apex obtuse (to bluntly acute); venation prominent beneath, nerves 7–10(–12) pairs, joining marginal vein, tertiary veins reticulate to scalariform. *Inflorescences*: glomerules with 3–6(–10) subsessile flowers. *Flowers* whitish yellow; staminate ones (3–)4–5 mm diam., cup-shaped, not widely opened; pistillate ones 5–6(–7) mm diam., pedicel up to 1 mm long. Sepals narrow ovate-triangular, 1.5–2 by c. 1 mm, hairy outside. *Petals* rotundate to elliptic, 0.8–1.4 by 0.7–1.2 mm, whitish yellow, base cuneate to spathulate, apex slightly notched. *Stamens*: staminal column 0.8–1 mm long; free part of filaments 0.5 mm long; anthers shortly ellipsoid, 0.6–0.9 by 0.4–0.7 mm. *Ovary* globose, c. 1 mm diam.; styles 2, basally united, with stigmas up to 1 mm long, stigmas shortly bilobed. *Fruits* 3(4) per glomerule, depressed- and compressed-globose, bilobate, emarginate at apex, 5–7 by 3–5 by 4–6 mm, 2-locular, dull dark reddish to black. *Putamens* 2, semigloboid, brown. *Seeds* semigloboid, with ventral furrow, c. 4 by 3.8 by 2.5 mm, blackish.

T h a i l a n d.— NORTHERN: Nakhon Sawan; NORTH-EASTERN: Loei (Wang Sa Phung), Udon Thani, Khon Kaen; EASTERN: Nakhon Ratchasima (Ban Chum Seng, Pak Chong, Pak Thong Chai), Surin (Sangkhla), Ubon Ratchathani (Non Ngam); SOUTH-EASTERN: Chon Buri (Khao Khiao).

D i s t r i b u t i o n.— Indochina (Laos: type).

E c o l o g y.— Deciduous forest, open Dipterocarp forest, open spaces in forest; reported from sandy soil. Alt.: sea level to 460 m.

V e r n a c u l a r.— Samsatia (ซำซาเตี้ย) (Loei, North-eastern).

6. *Bridelia insulana* Hance, J. Bot. 15: 337. 1877; Jabl. In Engl., Pflanzenr. 65: 63. 1915; Dressler, Blumea 41: 315. Map 11. 1996.— *B. penangiana* Hook.f. Fl. Br. Ind. 5: 272. 1887; Jabl. In Engl., Pflanzenr. 65: 75. 1915; Airy Shaw, Kew Bull. 26: 229. 1972; Whitmore, Tree Fl. Mal. 2: 75. 1973; Airy Shaw Add. Ser. 4: 64. 1975; Kew Bull. 31: 382. 1976.— *B. minutiflora* Hook.f., Fl. Br. Ind. 5: 273. 1887.— *B. nicobarica* Chakrab. & Vasudeva Rao, J. Econ. Taxon. Bot. 5: 945. 1984.

Medium to large tree up to 25 m high; branchlets glabrous, lenticels raised and very conspicuous on one but last generation branches, bark then greyish. *Stipules* vary narrowly triangular, up to 5 by 0.8–1.3 mm, sparsely brownish puberulous, early caducous. *Leaves*: petiole 4–8 mm long, glabrous; blade (broadly) elliptic (to obovate), 4.5–21 by 2.5–8.8 cm, index 1.5–2.7 chartaceous (to subcoriaceous), glabrous above, glabrous to puberulous on venation beneath, base obtuse to acute, margin entire, apex shortly acuminate; venation prominent beneath, nerves 9–13(–14) pairs, with a rather moderately acute angle of divergence, not joining marginal vein but closing with next nerve, tertiary veins reticulate. *Inflorescences*: glomerules with 15–30 sessile to shortly pedicelled flowers. Staminate *flowers* 2–2.5 mm diam., creamy yellow; pistillate ones 2–3(–3.5) mm diam., whitish cream with red disc; pedicel 0–1.5 mm long. *Sepals* triangular, c. 1.2 by 1.2 mm, puberulous outside. *Petals* variable in shape, tiny, 0.3–0.5 by 0.3–0.5 mm. Base cuneate. *Stamens*: staminal column c. 1 mm long; free part of filaments up to 0.8 mm long; anthers ovoid to semigloboid, c. 0.4 mm diam. *Ovary* ovoid, c. 1 by 0.7 mm diam.; styles 2, basally united, together with stigmas 1–1.5 mm long, exserting flower, stigmas shortly bifid. *Fruits* up to 10 per glomerule, ellipsoid to ovoid, pointed at apex, 6–11 by 4–6 mm diam., 1-locular, bluish black. *Putamen* 1, woody. Seeds ovoid, tapering at apex, 6–7 by 3.5–4.5 mm diam., greenish brown.

T h a i l a n d.— EASTERN: Nakhon Ratchasima (Khao Yai); CENTRAL: Nakhon Nayok (Khao Yai); SOUTH-EASTERN: Prachin Buri (Sa Kaeo), Chon Buri (Khao Khiao); PENINSULAR: Trang (Khao Chong), Songkhla (Boriphat Waterfall), Yala (Nikom Kua Long).

Distribution.— From Burma to Vietnam (type) throughout Malesia to the Solomons and N.E. Australia

Ecology.— Primary and secondary rain forest, often along rivers, but also on dry land; soil: sandy to loamy, clayey, limestone. Alt.: from sea level to 1500 m.

Uses.— Timber sometimes used in house-building (Sulawesi), as house posts (Bougainville), for knife handles (Lesser Sunda Islands). Bark used for colouring the saguwer (palm wine) red. The fruits are edible. The plant provides native medicine for headache (Sabah, Borneo) and a decoction of the leaves is applied as a lotion against itch (Malay Peninsular). The leaves provide a wrapping for smokes (Papua New Guinea).

7. *Bridelia ovata* Decne., Nouv. Ann. Mus. Hist. Nat. 3: 484. 1834; Baill., Étude Euphorb.: 583. 1858; Müll. Arg. in DC., Prod. 15, 2: 495. 1866; Hook.f., Fl. Br. Ind. 4: 274. 1887; Jabl. in Engl., Pflanzenr. 65: 61, 63. 1915; Ridl., Fl. Mal. Pen. 3: 184. 1924; Gagnep. in Fl. Gén I.-C. 5: 489. 1826; Airy Shaw, Kew Bull. 26: 229. 1972; Whitmore, Tree Fl. Mal. 2: 74. 1973; Dressler, Blumea 41: 285, map 3. 1996.— *Amanoa ovata* (Decne.) Baill., Adansonia 6: 336. 1866.— *Bridelia burmanica* Hook.f., Fl. Br. Ind. 5: 269. 1887.— *B. kurzii* Hook.f., Fl. Br. Ind. 5: 272. 1887.— *B. pedicellata* Ridl., J. Str. Br. Roy. As. Soc. 59: 167. 1911.

Scrambling shrub to tree up 8 m high; branchlets glabrous, with scattered lenticles. *Stipules* narrowly triangular, up to 7(–10) by up to 1.2 mm, glabrous, early caducous. *Leaves*: petiole (3–)4–6 mm long, glabrous; blade elliptic (to oblong), 5–8 by 2–8(–10) cm, index (1.4)2–2.2, chartaceous, glabrous on both sides, base (slightly cordate to) obtuse, margin entire, apex obtuse to rounded (to bluntly acute); venation prominent on both sides, nerves 13–17 pairs, joining marginal vein, tertiary veins reticulate to scalariform. *Inflorescences*: glomerules with 1 to more than 20 subsessile to shortly pedicelled flowers. *Flowers* yellowish green; staminate ones 3–5 mm diam.; pistillate ones 4–6 mm diam., pedicles 1.5–2(–2.5) mm long. *Sepals* triangular, up to 2 by 1.5 mm, glabrous, greenish cream tinged *red*. *Petals* elliptic, 0.5–1.2 by 0.7–1 mm, whitish yellow, apex roundish or notched. Stamens: staminal column c. 1 by 0.3 mm; free part of filaments up to 0.8 mm long; anthers shortly ellipsoid, c. 0.5 by 0.3–0.4 mm. *Ovary* globose, 0.6–0.7(–1) mm diam.; styles 2, only basally united, together with stigmas up to 1.2 mm long, stigmas deeply bifid. *Fruit* to 9 per glomerule, depressed-ellipsoid, apically emarginate, bilobate, 5–7 by 7–8 mm, 2-locular, pale greenish purple to black. *Putamens* 2, semigloboid, c. 6 by 4–5.5 by 3–3.5 mm, brown. *Seeds* semigloboid, with lateral furrow, c. 3.5–5 by 4.5–5 by 2–2.5 mm, reddish black.

Thailand.— NORTHERN: Tak, Nakhon Sawan; NORTH-EASTERN: Loei; CENTRAL: Saraburi, Nakhon Pathom, Nakhon Nayok, Nonthaburi, Bangkok; SOUTH-EASTERN: Prachin Buri, Chon Buri; Rayong; SOUTH-WESTERN: Kanchanaburi, Prachuap Khiri Khan ; PENINSULAR: Surat Thani.

Distribution.— Burma, Andaman & Nicobar Islands, N. Malaysia, Indonesia: E. Java and Lesser Sunda Islands (type).

Ecology.— Sandy beach, savannah, dry evergreen and deciduous forest, moist monsoon forest; on sandy, calcareous soil or limestone; locally common. Alt.: sea level up to 800 m.

Vernacular.— Maka (มะกา), mai maka (ไม้มะกา) (General); cham-cha maka (จำจามะกา), kong (กอง), kong kaep (ก้องแกบ) (Northern); sa-lao (ส่าเหล้า), si-wa-la (สิวาลา) (Northern: Karen-Mae Hong Son); khelao matka (ขี้เหล้ามาดกา), matka (มัดกา), samsa (ซำซา) (North-eastern); khai maka (ไค้มะกา), som ka (ส้มกา) (Central).

Uses.— The leaves are used in Thailand for wrapping cigarettes and medicinally against lues (syphilis) and as a purgative.

8. *Bridelia retusa* (L.) A. Juss., Euphorb. Gen.: 109, t. 7, f. 22. 1824; Baill., Étude Euphorb.: 584, Atlas t. 25, f. 25–34. 1858; Dressler, Blumea 41: 289. 1996.— *Clutia retusa* L., Sp. Pl.: 1042. 1753.— *Clutia spinosa* Roxb., Pl. Corom. 2: 38, t. 172. 1802.— *Bridelia spinosa* (Roxb.) Willd., Sp. Pl. 4: 979. 1806.— *B. retusa* (L.) Spreng., Syst. Veg. 3: 48. 1826, pro comb. nov.; Müll. Arg. in DC., Prod. 15, 2: 493. 1866; Craib, Kew Bull.: 457. 1911; Airy Shaw, Kew Bull. 23: 67. 1969; Kew Bull. 26: 230. 1972; Kew Bull. 36: 274. 1981.— *B. squamosa* (Lam.) Gehrm., Bot. Jahrb. Syst. 41, Beibl. 95: 30. 1908.— *B. cambodiana* Gagnep., Bull. Soc. Bot. France 70: 432. 1923.— *B. pierrei* Gagnep., Bull. Soc. Bot. France 70: 434. 1923; Airy Shaw, Kew Bull. 26: 229. 1972.

Tree up to 10(–20) m high; branchlets densely pilose when young, glabrescent; stems somewhat spiny. *Stipules* ovate triangular, up to 2 by 2 mm, whitish woolly, early caducous. *Leaves*: petiole 7–12 mm long, glabrous; blade elliptic (to obovate), 6–25.5 by 3–11.5 cm, index 1.4–2.7, stiffly (sub)coriaceous, glabrous above (except midrib), pubescent to tomentose (to glabrous) beneath, base (subcordate to) rounded to obtuse (to acute), margin entire to shallowly crenate, apex (emarginate to) obtuse to acute; venation prominent on both sides, nerves (16–)19–23(–27) pairs, joining marginal vein, tertiary veins scalariform. *Inflorescences*: glomerules usually on leafless branches and spike-like, with (3–)8–15 subsessile flowers. Staminate *flowers* 4–5 mm diam., pale yellow green to brown; pistillate flowers 5–5.5 mm diam., reddish to brown, pedicel up to 2 mm long. *Sepals* ovate-triangular, up to 1.7–2 by 0.8–1.5 mm, glabrous to pilose at base, rarely also at the apex. *Petals* variable in shape, 0.8–1.6 by 0.6–1 mm, base spathulate, apex roundish or lobulate with gnawed margin. *Stamens*: staminal column 1–1.3 by 0.2–0.4 mm; free part of filaments 0.8–1 mm long, white; anthers ovoid,

0.5–0.7 by 0.3–0.4 mm, reddish to purplish. *Ovary* globose, 0.7–1.6 mm diam.; styles 2, only basally united, together with stigmas up to 1 mm long, stigmas shortly bifid. *Fruit* 1–3 per glomerule, depressed-globose, sometimes apically bluntly pointed, sometimes bilobate, 5–8 by 5–9 mm diam., 2-locular, dark to bluish black. *Putamens* 2, semispherical, c. 5 by 6 by 5 mm, brown. *Seeds* semigloboid, with ventral furrow, c. 4.5 by 5 by 3 mm, reddish brown.

T h a i l a n d.— NORTHERN: Mae Hong Son, Chiang Mai, Chiang Rai, Lamphun, Lampang, Phrae, Sukhothai; NORTH-EASTERN: Loei, Udon Thani; EASTERN: Chaiyaphum, Nakhon Ratchasima; SOUTH-WESTERN: Kanchanaburi, Ratchaburi; CENTRAL: Lop Buri, Phra Nakhon Si Ayutthaya; PENINSULAR: Narathiwat.

D i s t r i b u t i o n.— India (type?), Sikkim, Bhutan, Sri Lanka, Burma, Indochina, S. China, Malay Peninsula, Sumatra.

E c o l o g y.— Common in dry evergreen and deciduous forest and open land; soil: sandy-loamy, granite, basalt derived sand. Alt.: 50–600(–1400) m. Resistant to fire in regularly burnt grass savannah. Leaves turning pinkish brown before falling. Fruits are eaten by pigeons in India.

V e r n a c u l a r.— Teng nam (เต็งหนาม) (General); pao nam (เปล้าหนาม), rang-nam (รังหนาม) (Northern); hang nam (หางหนาม) (North-eastern); cha-le luek-puak (จาลีลึกป๊อก) (Khmer-Surin), rang thon (รังโทน) (Eastern); wo-bo (ว้อโบ) (Karen-Kanchanaburi) (South-western).

U s e s.— In India all kinds of uses, the dull red wood is used for construction, railway ties, fuel, rafters, posts, floor-boards, cart-shafts, wheels, agricultural implements, tool-handles, and shelves. The bark, which contains tannin (16–40%), shows to be of pharmaceutical use because of its antiviral, hypoglycaemic, hypersensitive properties. The leaves are used as fodder and is said to free cattle of intestinal worms. The fruit is edible but very astringent.

9. *Bridelia stipularis* (L.) Blume, Bijdr.: 597. 1826; Baill., Étude Éuphorb.: 584. 1858; Müll. Arg. in DC., Prod. 15, 2: 499. 1866; Kurz, Fl. Burma 2: 369. 1877; Craib, Kew Bull.: 457. 1911; Jabl. In Engl., Pflanzenr. 65: 55. 1915; Airy Shaw, Kew Bull. 26: 230. 1972; Whitmore, Tree Fl. Mal. 2: 74. 1973; Airy Shaw, Kew Bull. Add. Ser. 4: 65. 1975; Kew Bull. 36: 274. 1981; Kew Bull. 37: 11. 1982; PROSEA 3: 1333. 1992; dressler, Blumea 41: 293, fig. 1, map 5. 1996.— *Clutia stipularis* L., Mant. Pl.: 127. 1767.— *Bridelia scandens* (Roxb.) Willd., Sp. Pl. 4: 979. 1806.— *B. dasycalyx* Kurz, J. As. Soc. Beng. 42, ii: 241. 1874. See Fig. 5.

Scrambling shrub to tree up to 8 m high; branchlets tomentose, glabrescent. *Stipules* (narrowly) triangular to ovate, 3–10 by 2–4 mm, whitish to reddish brown pilose, late caducous. *Leaves*: petiole 3–9 mm long, tomentose; blade (ovate to) elliptic (to obovate), 3–17 by 1.3–11 cm, index 1.2–2.6, chartaceous, pilose to villose above, tomentose beneath, base (slightly emarginate to) obtuse to rounded (to acute), margin subentire to somewhat crenate, apex (rounded to) acute; venation prominent beneath, nerves 9–13(–15) pairs, joining marginal vein, tertiary veins scalariform. *Inflorescences*: glomerules often along leafless branches and spike-like or along branches with samll leaves, with (1–)3–6 (sub)sessile flowers. Staminate flowers cream to greenish or yellowish, 6–10 mm diam., pistillate flowers reddish green, up to 12(–14 in fruit) mm diam.; pedicel stout, c. 1 mm long. Sepals (acuminately) triangular, 4–5 by 2–3 mm, at least (partly) abaxially hairy. Petals variable in shape, (1.5–)2–3 by (1–)1.5–2.5 mm, base cuneate to spathulate, apex roundish to lobulate. Stamens: staminal column c. 2 by 0.5 mm; free part of filaments c. 1.5 mm long; anthers ellipsoid, c. 1 by 0.5 mm, purple. Ovary ovoid to globose, 1.5–2 mm diam.; styles 2, only basally united, together with stigmas 1.5–3 mm long, stigmas bifid for c. 1 mm. Fruit 1–5 per glomerule, ellipsoid to subglobose or ovoid, apically blunt to acute, often bilobate, 7–12 by 6–11 mm diam., 2-locular, dull dark reddish to black. Putamens 2, brown. Seeds semi-ovoid, dorsally keeled, ventrally sulcate, 6–7 by 3–5.5 by 2–3.5 mm, reddish brown.

T h a i l a n d.— NORTHERN: Chiang Mai, Chiang Rai, Lamphun, Lampang, Phrae, Nakhon Sawan; NORTH-EASTERN: Phetchabun, Loei, Mukdahan; EASTERN: Chaiyaphum, Nakhon Ratchasima; CENTRAL: Bangkok; SOUTH-WESTERN: Uthai Thani, Kanchanaburi, Prachuap Khiri Khan; SOUTH-EASTERN: Prachin Buri, Chachoengsao, Chon Buri, Rayong, Chanthaburi, Trat; PENINSULAR: Chumphon.

D i s t r i b u t i o n.— Sri Lanka, India, Nepal, SE Asia mainland, Malay Peninsula to Sumatra, Java, Lesser Sunda Islands, Borneo, and the Philippines (unknown for Mindanao).

E c o l o g y.— Primary and secondary forest, often near wet places (rivers, swamps, seashore, mangrove); soil usually sandy, but also limestone or loam. Alt.: sea level up to 400(–1100) m.

V e r n a c u l a r.— Hatsa khruea (หัสสะเครือ) (Northern); haskhun phe (หัสคุณผี), maka khruea (มะกาเครือ) (Central); ai nuai (ไอหน่วย), sa ai (สะไอ), sa ai khruea (สะไอเครือ) (Peninsular).

U s e s.— The plant is said to be poisonous. The twigs are used in basketry (India). The bark is used as medicine against intestinal worms for tanning; a decoction is used for cough, fever, and asthma and shows hyposensitive hypoglycaemic action (also on animals). An infusion of the leaves is used for colic in Java and for jaundice in India. The fruits are edible, produce a sticky fluid when wounded and a black dye. The seeds possess hemaglutinating properties and yield a fatty oil.

10. *Bridelia tomentosa* Blume, Bijdr.: 597. 1826; Baill. Étude Euphorb.: 584. 1858; Müll. Arg. in DC., Prod. 15, 2: 501. 1866; Kurz, Fl. Burma 2: 367. 1877; Hook.f., Fl. Br. Ind. 5: 271. 1887; Craib, Kew Bull.: 457. 1911; Jabl. in Engl., Pflanzenr. 65: 58, 4. 11A. 1915; Airy Shaw, Kew Bull. 26: 231. 1972; Whitmore, Tree Fl. Mal. 2: 74. 1973; Airy Shaw, Kew Bull. Add. Ser. 4: 65. 1975; Dressler, Blumea 41: 297, fig. 2, map 6.— *B. lancifolia* Roxb., Fl. Ind. ed. Carey, 3: 737. 1832.— *B. loureirii* Hook. & Arn., Bot. Beechey Voy.: 211. 1837.— *B. rhamnoides* Griff., Not. Pl. As. 4: 480. 1854.— *B. tomentosa* Blume var. *lancifolia* (Roxb.) Müll. Arg. in DC., Prod. 15, 2: 502. 1866.

Scrambling to erect shrub to tree up to 13 m high; branchlets glabrous to tomentose, lenticels scattered; old branches sometimes thorny. Stipules narrowly triangular to ovate, 2–4(–5) by c. 1 mm, apex sometimes aristate, glabrous to tomentose, early caducous. Leaves: petiole 2–5.5 mm long, glabrous to tomentose; blade elliptic to obovate, 2.5–14 by 1–6 cm, index (1.7–)2–3.7, papery to thinly chartaceous, pilose to villose above, tomentose beneath, base obtuse (to acute), margin entire to somewhat crenate, apex (bluntly) acute (to acuminate); venation (weakly) prominent on both sides, nerves 7–12(–15) pairs, joining marginal vein, tertiary veins irregularly scalariform. Inflorescences: glomerules with up to 10(–20) sessile flowrs. Flowers green; staminate ones 2–3 mm diam., pistillate ones 3–4 mm diam.; pedicels 0(–1) mm long. Sepals triangular, 0.8–1.5 by 0.5–1.2 mm, glabrous. Petals variable in shape, up to 1 by 0.8 mm, base cuneate to spathulate, apex roundish, notched or lobulate. Stamens: staminal column c. 0.7 mm long; free part of filaments up to 0.5 mm long; anthers shortly ellipsoid, 0.4–0.5 by 0.3–0.4 mm. Ovary globose, c. 1 mm diam.; styles 2, completely free, together with stigmas 0.5 mm long, stigmas bifid. Fruits up to 7 per glomerule, (sub)globose, sometimes depressed and laterally compressed, emarginate at apex, slightly bilobate, 4.5–6.5 mm diam., 2-locular, blackish. Putamens 2, c. 4 by 5 by 2.5 mm, brown. Seeds semigloboid to broadly semi-tear-shaped, with deep lateral furrow, 3–3.5 by c. 4 by 2–2.5 mm, brown.

T h a i l a n d.— NORTHERN: Chiang Mai, Chiang Rai, Lampang, Phrae, Phitsanulok, Nakhon Sawan; NORTH-EASTERN: Loei, Nakhon Phanom, Khon Kaen; EASTERN: Chaiyaphum, Nakhon Ratchasima, Surin, Ubon Ratchathani; SOUTH-WESTERN: Kanchanaburi, Prachuap Khiri Khan; CENTRAL: Saraburi; SOUTH-EASTERN: Chon Buri, Chanthaburi; PENINSULAR: Ranong, Surat Thani, Phangnga, Phuket, Nakhon Si Thammarat, Trang, Songkhla, Yala, Narathiwat.

D i s t r i b u t i o n.— From E. India, E. Nepal and Sikkim to S. China and Taiwan, throughout SE. Asia and Malesia (Borneo only SE corner; type: Java) up to N. Australia.

E c o l o g y.— Deciduous to evergreen forest, primary to secondary vegetation; soil: sandy or loamy, limestone, granite bedrock. Alt.: sea level up to 1000 m. Common on waste land and in secondary forest. Flowers visited by butterflies.

V e r n a c u l a r.— Krabue (กระบือ), sefan krabue (สีฟันกระบือ) (Northern); lo-ko (โล่โก๊ะ) (Suai-Surin), sa lao (สะเหล่า) (Eastern); la-ai (ละไอ), samponta (สามพันตา) (South-western); ma kae (มะแค), ai (ไอ), ka-ai (กะไอ), khon non (ขนหนอน), kue nung (ก๊อนุง), ma fang (มะฝาง) (Peninsular).

U s e s.— Timber tree, wood suitable for baskets, carts, wheels, and tool handles. The bark produces tannin and is, therefore, used for tanning, and colouring wood black. The bark, though astringent, and the leaves (as infusion) are used aganist colic in Java. The fruits are eaten and the seeds are used by children as bullets in bamboo guns. Well known in village medicine and folk tales.

ACKNOWLEGDEMENTS

This was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 139004.

REFERENCES

AIRY SHAW, H. K. 1972. The Euphorbiaceae of Siam. Kew Bull. 26: 191-490.
AIRY SHAW, H. K. 1977. Additions and Corrections to the Euphorbiaceae of Siam. Kew Bull. 32: 69-83.
CRAIB, W. G. 1911. Contributions to the Flora of Siam. Kew Bull.: 456-457.
DRESSLER, S. 1996. The genus *Bridelia* (Euphorbiaceae) in Malesia and Indochina. Blumea 41: 263-331.
GAGNEPAIN, F. 1923. Euphorbiaceae. In LECOMTE, M. H. (ed), Flore Generale de l'Indo-China 5. Paris. 447 p.
HOOKER, J. D. 1887. Flora of British India. Vol. 5. L. Reeve, London.
MUELLER-ARGOVIENSIS, J. 1866. Euphorbiaceae. De Candolle Prodromus Systimatis Naturalis Regni Vegetabilis 15(2): 1-1286.
PAX, F. AND K. HOFFMANN. 1915. Euphorbiaceae-Phyllanthoideae. Das Pflanzenreich Regni Vegetabilis Conspectus.
SMITINAND, T. 1980. Thai Plant Names (Botanical Names-Vernacular Names). Funny Publishing, Bangkok.
WEBSTER, G.L. 1994. Systematics of the Euphorbiaceae. Annals of the Missouri Botanical Garden 81(1-2): 1-401.
WELZEN, VAN P.C. . 1998. Analytical Key to the Genera of Thai Euphorbiaceae. In SANTISUK, T. (ed.), Thai Forest Bull. (Botany) 26: 1-17.

ภาคผนวก

รายนามและที่ติดต่อของผู้เขียนเฉพาะชื่อแรก

ชื่อ	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
Anak Pattanavibool	258-9369	-	-
Anchalee Saelee	246-0063 ต่อ 2406	644-8706	-
Antony J. Lynam	574-0683	574-0683	lynam@citrus.ucr.edu
Chaweewan Hutatcharern	561-4292-3 ต่อ 433, 579-8775	579-4336, 579-4730	chahut@mozart.inet.co.th
Isara Thani	053-943346, 943348	053-892259	-
Kajonsak Vongshewarat	318-0867-85 ต่อ 377	319-4358	-
Komson Ruangrit	053-943346, 943348	053-892259	big40254@fac.science.cmu.ac.th
Kongkanda Chayamarit	579-1534, 561-4824	561-4824	kchayama@mozart.inct.co.th
Kosum Pyramarn	218-5485-6 , 218-5505	252-8979	chumpol.k@chula.ac.th
Ladda Wongrat	579-5575-6	579-5576	ffisldw@ku.ac.th
Monpop Tripop	246-1358-74 ต่อ 2406	247-0079	-
Neung Traumroong	044-216345, 224150	044-216345, 224150	neung@ccs.sut.ac.th
Nipit Srisuwon	074-212904	074-212904	-
Nisit Ruengsawang	319-5219 ต่อ 244	319-4358	-
Nuanchan Singkran	255-3381, 01-300-3951	218-5398, 255-0780	-
Orawan Piyaboon	044-216345, 216102	043-216345	-
Pattamaporn Kittayapong	246-0063 ต่อ 2407, 4412	247-0079	grpkt@mucc.ac.th
Pensri Srikanha	218-5360, 218-5375	251-1949	
Piya Chalermglin	579-1121 ต่อ 1125	561-4771	-
Porntip Chantaramongkol	053-943346, 943348	053-892259	scboi021@chiangmai.ac.th
Prasert Waiyaka	053-702325 ต่อ 412	-	-
Preecha Prathepha	043-721728	043-743135	preecha.p@msu.ac.th
Premruethai Supungul	218-5439	218-5436	-
Puangpaka Soontomchainacksaeng	246-0063 ต่อ 4403	248-5963	scpsi@mahidol.ac.th
Rattanawat Chaiyarat	579-0176	561-4246	-
Samlee Mankhetkorn	038-745900 ต่อ 3098	038-390354, 390047	sumlee@bucc.ac.th
Saravut Sangkaew	579-0176	942-8107	-
Sasidhorn Innok	044-216345, 216102	043-216345	-
Shamaporn Niwasabutra	053-943346, 943348	053-892259	-
Simon Gardner	053-243651	053-943358	scopplrn@chiangmai.co.th
Siriporn Pongsomboon	218-5416-7	251-1952	-
Siriporn Sittipraneed	218-5434, 218-5420	218-5436	ssiripor@netserve.chula.ac.th
Somjit Sompong	053-943346, 943348	053-892259	-
Somsak Panha	218-5041, 218-5273	253-0337	somsakp@sc.chula.ac.th
Stephen Elliott	053-943346	053-892259	scopplrn@chiangmai.ac.th
Supawadee Chullasorn	318-0934, 319-5219 ต่อ 241	314-2035, 319-4358	supawade@ram1.ru.ac.th
Suratep Pootong	218-5432	218-5436	-
Suthawan Sathirathai	218-6289	391-9599	suthawan@loxinfo.co.th
Suwan Tangmitcharoen	940-7396	940-7396	suwan@forest.go.th

ชื่อ	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
Tang-on Prommi	053-943353	053-892259	-
Tatporn Kunpradid	053-943346, 943348	053-892259	big40260@fac.science.cmu.ac.th
Thaweesakdi Boonkerd	218-5502-3	252-8979	bthawees@chula.ac.th
Thitiporn Pooprang	318-0867-85 ต่อ 377	318-0934	-
Trai Pekthong	053-943346, 943348	053-892259	big41021@fac.science.cmu.ac.th
Udomluk Sompong	053-943346, 943348	053-892259	big41313@fac.science.cmu.ac.th
Udomlux Suwanvecho	246-0063 ต่อ 2506	247-7051	-
Waranoot Tungittiplakorn	-	-	waranoot@hotmail.com
Warren Y. Brockelman	441-9003-7 ต่อ 1407	441-1013	scwbk@mahidol.ac.th
Wilairat Khamthim	318-0867-85 ต่อ 377, 319-5219	319-4358	g9052001@ram1.ru.ac.th
Yaowalak Chaimanee	202-3747	202-3754	yaocmn@mozart.inet.co.th
Yupa Hanboonsong	043-236108, 241331-40 ต่อ 2311	043-244474, 236108	yupa_han@kku1.kku.ac.th
Yuwadee Peerapornpisal	053-943346, 943348	053-892259	sccoi017@chiangmai.ac.th
กนิษฐา อุ่ยถาวร	579-0176	942-8107	-
กรีก นฤทุม	034-351394, 942-8010	034-351878	-
กฤษณา ชายกวด	246-0063 ต่อ 4606	246-3026	-
กัลยา ภัทรหิรัญกนก	579-1534	561-4824	-
กานดา ค้ำชู	053-943357	053-892259	-
กานดา เรืองหนู	074-211030 ต่อ 2800-2	074-212904	-
กานต์มณี ถาคุณ	053-805715	053-892259	-
เกริก ผักกาด	053-943346	053-892259	-
โกวิท กิติตระกูลญะนันท์	468-7175	940-5627	-
โกเศศ รัตนะ	074-211030 ต่อ 2674, 2071	074-212917	-
คฑาวุธ ปานบุญ	579-5578	579-5576	-
จริยา เล็กประยูร	218-5376	251-1949	-
จรุงจิต สุนัยรัตนาภรณ์	579-5578	579-5576	-
จิตติพร ทรรศนียากร	053-943357	053-892259	-
จิตราพรรณ พิลึก	579-0308, 9428010 ต่อ 3386	579-1951	-
จุฑามาส ผลพันธิน	074-211030 ต่อ 2671	074-212917	schutama@ratree.psu.ac.th
เจนจิรา จตุรัตน์	053-943346, 943348	053-892259	-
เฉลา สำราญดี	246-00639 ต่อ 2406	644-8706	g4037161@student.mahidol.ac.th
เฉลิมพล เกิดมณี	644-8150-4 ต่อ 530, 542	644-8107	chalerm@biotec.or.th
เฉลียว กุวังคะดิลก	246-0063 ต่อ 2505	247-0079	scckv@mucc.mahidol.ac.th
ชลธยา ทรงรูป	218-8161	254-4259	-
ชโลบล วงศ์สวัสดิ์	053-943357, 943346	053-892259	sccoi003@chiangmai.ac.th
ชวลิต วิทยานนท์	562-0600-15 ต่อ 6100	562-0589-90	ojtk@nontri.ku.ac.th
ชัยวุฒิ กรุดพันธ์	579-5578	579-5576	-
ชูศรี ไตรสนธิ	053-943346, 943348	053-892259	-
เดชา วิวัฒน์วิทยา	942-8373; 579-0176	942-8107	ffordew@ku.ac.th
ทัศนีย์ แจ่มจรรยา	043-242331-44 ต่อ 2311	043-244474	tas-jam@kku1.kku.ac.th
ทัศนีเวศ ยะโส	053-943357	053-892259	-

ชื่อ	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
เทวินทร์ อัครศิลากุล	053-716517, 752460	053-716517	-
ธงชัย จำปาศรี	043-241342-9	043-244474	-
ธำรงค์ ปรุงเกียรติ	053-943361, 943366	053-892259	-
นริทธิ์ ลีตะสุวรรณ	053-943346, 943348	053-892259	-
นฤมล แสงประดับ	043-342908 ต่อ 224	043-342908	narumon@kku1.kku.ac.th
นิกร สุวรรณการณ์	074-211030 ต่อ 2671	074-212917	-
นิตติศักดิ์ ทองหวาน	074-211030 ต่อ 2672	074-212917	-
นิยม สุดเพราะ	579-1026, 942-8044	579-1026	-
บานจิตร สายรอคำ	054-772-530	054-772-530	-
ประกาศ ลว่างโชติ	074-211030 ต่อ 2674, 2071	074-212917	-
ประนอม จันทรโณทัย	043-342908 ต่อ 123	043-342908	pranom@kku1.ac.th
ประภาพร ทับทิมทอง	043-245297	043-342908	-
ประสาท เนืองเฉลิม	043-342908	043-342908	-
ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย	075-248201-5	075-248206	prasert65@hotmail.com
ปิยชาติ ไตรสารศรี	561-4292-3 ต่อ 454	579-5569	-
ปิยรัตน์ นาควิโรจน์	074-281540	074-218541	-
ปิยะรัตน์ อิฐรัตน์	043-342908	043-342908	-
พรชัย วงศ์วาสนา	319-0801-3 ต่อ 142	729-0176	-
พรศิลป์ ผลพันธิน	074-211030 ต่อ 2671	074-212917	ppornsil@ratree.psu.ac.th
พวงเพ็ญ ศิริรักษ์	074-211030 ต่อ 2671, 212829	074-212917, 212801	spuangpe@ratree.psu.ac.th
พิมพรรณ ตันสกุล	074-211030 ต่อ 2671-4	074-212917	tpimpan@ratree.psu.ac.th
ภมร แพ่งกุล	074-211030 ต่อ 2671	074-212917	-
ภาสกร แสนจันแดง	579-4447	579-5576	-
มงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์	074-212854, 211030-9 ต่อ 2320	074-212823	-
มณฑล นอแสงศรี	053-298171	053-298177	-
มนู ปนาทกูล	054-569540	-	-
มลิวรรณ นาคขุนทด	579-3847	579-5528	-
ยศ สันตสมบัติ	053-943570, 943564	053-892209	soiysnts@cmu.chiangmai.ac.th
ยอดหทัย เทพธรานนท์	246-2263	247-7050	-
ยุวดี ตาลาวนิช	644-8150-4 ต่อ 543, 540	644-8107	yuwdee@biotec.or.th
เยาวลักษณ์ อัมพรรัตน์	218-5502-3	252-8979	-
รัดเขตร์ เชยกลิ่น	737-2500-47	-	-
ละออศรี เสนาะเมือง	043-246534-53 ต่อ 2263	043-237603, 342908	la-orsri@kku1.kku.ac.th
วชิระ กิติมศักดิ์	218-5259	251-1949	-
วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย	579-5578	579-5576	larb43@hotmail.com
วสันณ์ เพชรรัตน์	074-212844	074-212844	-
วันเชิญ โพธาเจริญ	644-8150-4 ต่อ 543	644-8107	wanchern@biotec.or.th
วิชญา กันบัว	-	-	vichaya@bucc4.buu.ac.th
วิไลวรรณ มนูศิลป์	043-225907	043-342908	-
วีรญา บุญเตี้ย	579-4124 ต่อ 113, 940-5627	-	-
ศันสรียา วังกุลางกูร	074-211030 ต่อ 2671	074-212917	wsansarc@ratree.psu.ac.th

ชื่อ	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
ศิริพร แซ่เฮง	043-342908	043-342908	-
ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง	218-5394, 255-0780	255-0780, 251-1951	-
ศิริวรรณ นาคขุนทด	246-0063 ต่อ 4606	246-3026	-
ศุภลักษณ์ ระดมสุข	043-342908	043-342908	-
สมโภชน์ ศรีโกสามาตร	246-0063 ต่อ 2501	247-0079	scsrk@mucc.mahidol.ac.th
สมศักดิ์ สุขวงศ์	940-5700 ต่อ 1202	561-4880	ftcsss@nontri.ku.ac.tn
สันติ วัฒฐานะ	053-298171, 299753-4	053-299754	-
สิริพงศ์ สิงหพงษ์	246-0063 ต่อ 2406	644-8706	-
สุคนธ์ทิพย์ เศวตนลินทล	043-342908	043-342908	-
สุจิตรา โกศล	579-1026, 942-8044	579-1026	-
สุจิตรา จางตระกูล	561-4292-3 ต่อ 440-1	579-9576	suchitra@mozart.inet.co.th
สุธีระ ทองขาว	074-429758	074-212904	-
สุเปญญา จิตตพันธ์	074-212030 ต่อ 2672	074-212917	g4022056@maliwan.psu.ac.th
สุภาพ ณ นคร	043-342908	043-342908	suparp@kku1.kku.ac.th
สุมน มาสุธน	579-4124, 940-5626	940-5627	fscismt@ku.ac.th
สุมนทิพย์ บุนนาค	043-342908	043-342908	sumbun@kku1.kku.ac.th
สุรพล วิเศษสรรค์	579-1022 ต่อ 1486	942-8695	-
สุรพล แสนสุข	043-342908	043-342908	-
สุระ พิมพะสาลี	01-6013238	043-244474	-
เสรี จุ้ยพริก	074-797085, 01-9576421	074-797085	-
เสาวภา อังสุภานิช	074-212845, 211030-9 ต่อ 2320	074-212823	asaowapa@ratree.psu.ac.th
เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร	074-446-661	074-446-661	psouwala@ratree.psu.ac.th
องุ่น ลิ่ววานิช	579-4128 ต่อ 120, 121	940-5396	angool@doa.go.th
อดิเทพพรชัย ภาชนะวรรณ	042-513258	-	-
อภิรดี ปิลันธนภาคย์	038-745900 ต่อ 3058	038-390354	-
อภิรัตน์ เอี่ยมศิริ	053-943346, 943348	053-892259	-
อมรรัตน์ ประจักษ์สูตร์	043-342908	043-342908	-
อลงกรณ์ ผาผง	043-342908	043-342908	-
อังศุมาลย์ จันทราปัตย์	579-1027	561-4882	fagramc@nontri.ku.ac.th
อัจฉรา ตีระวัฒนานนท์	579-4124 ต่อ 113	982-5392	-
อัญชนา ท่านเจริญ	246-0063 ต่อ 2507	644-8706	g403786@student.mahidol.ac.th
อาภารัตน์ มหาขันธ์	579-5515, 579-1121-30 ต่อ 2303	561-9542, 5614771	tjstr@mozart.inet.co.th
อำนาจ โรจนไพบูลย์	053-943346, 943348	053-892259	-
อำพา เหลืองภิรมย์	043-342908	043-342908	amplua@kku1.kku.ac.th
อินทิรา ปรุงเกียรติ	053-943346, 943348	053-892259	-
อุทัยรัตน์ ณ นคร	579-2924, 579-7831, 579-7827	561-3984	ffisurn@nontri.ku.ac.th
อุทัยวรรณ โกวิทวที	579-1022	579-1022 ต่อ 125	-