รายงานการวิจัย
ในโครงการ BRT 2546

BRT Research Reports 2003



โครงการพัฒนาองค์ความรู้และ
ศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
Biodiversity Research and Training Program

สนับสนุนโดย
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.)
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)



คำนำ

การรวบรวมบทความทางวิชาการจากผลงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยเป็นภารกิจที่สำคัญของโครงการ BRT ที่ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง จนถึงขณะนี้ มีบทความวิชาการจากการสนับสนุนทุนวิจัยของโครงการ BRT เป็นจำนวนถึง 273 เรื่อง ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่เพื่อเป็นคุณูปการแก่วงการวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

หนังสือ "รายงานการวิจัยในโครงการ BRT" จึงเป็นผลผลิตของการรวบรวมผลงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ดังกล่าวซึ่งได้ตีพิมพ์เผยแพร่สู่วงการวิจัยไทยและสาธารณชนเป็นประจำทุกปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 เป็นต้นมา รวม 4 เล่ม สำหรับในปี พ.ศ. 2546 นี้มีบทความวิชาการจากการศึกษาวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพภายในโครงการ BRT ที่ได้รับการตีพิมพ์ไว้ในเอกสารเล่มที่ 5 นี้ รวมทั้งสิ้น 32 เรื่อง โดยแยกตามโปรแกรมการดำเนินงานของโครงการ BRT ได้แก่ ซิสเต็มมาติกส์และอนุกรมวิธาน, ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต, การติดตามตรวจสอบระบบนิเวศระยะยาว, เศรษฐศาสตร์สังคมและภูมิปัญญาท้องถิ่น, และด้านการใช้ประโยชน์ โดยมีเนื้อหาสาระครอบคลุมการศึกษาวิจัยสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ นับตั้งแต่จุลินทรีย์ สาหร่าย พืช และสัตว์ รวมทั้งมนุษย์ซึ่งล้วนแต่มีคุณค่าทางวิชาการ และยังสามารถใช้เป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับผู้ที่กำลังสนใจศึกษาวิจัยด้านนี้ให้พัฒนาต่อยอดงานวิจัยทั้งในเชิงพื้นฐานและเชิงประยุกต์ให้เป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติสืบไป

กว่าจะมาค้นหาเป็นบทความทางวิชาการเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ผู้วิจัยต้องทุ่มเทกำลังกายเพื่อบุกป่าฝ่าดงเข้าไปศึกษาสิ่งมีชีวิตในห้องปฏิบัติทางธรรมชาติ และต้องมีกำลังใจที่เข้มแข็งเมื่อต้องพบกับปัญหาและอุปสรรคนานับปการที่ไม่ได้คาดคิดไว้ ผลงานวิจัยแต่ละเรื่องจึงต้องใช้ทั้งเวลา สติปัญญา และความมานะอดทน เพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ หนังสือ "รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2546" เล่มนี้จึงเต็มเปี่ยมไปด้วยเนื้อหาสาระและประสบการณ์ที่ได้จากการวิจัย พร้อมด้วยข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้กลั่นกรองออกมาจากการปฏิบัติงานจริง คณะผู้จัดทำหนังสือเล่มนี้มีความปรารถนาที่จะได้เห็นคุณค่าทางวิชาการของงานวิจัยได้ถูกถ่ายทอดสู่ประชาคมวิจัย เพื่อจะได้ร่วมกันเรียนรู้และโลดแล่นไปในโลกของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ล้อมรอบตัวเราและในฐานะที่เราเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติด้วย

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณนักวิจัย นิสิตนักศึกษา และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ร่วมกันรังสรรค์บทความทางวิชาการให้เป็นประโยชน์คู่กับวงการวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยต่อไป

วิสุทธิ์ ใบไม้

กันยายน 2546

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2546
BRT RESEARCH REPORTS 2003

จัดพิมพ์โดย: โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
(โครงการ BRT) 73/1 อาคาร สวทช. ถ.พระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0-2644-8150-4 ต่อ 552-553 โทรสาร 0-2644-8106
http://brt.biotec.or.th

บรรณาธิการ: วิสุทธิ์ ใบไม้ และ รังสิมา ตัณฑเลขา

กองบรรณาธิการ: สุกัญญา ประกอบธรรม, กนกอร โคตรนนท์, เอื้องฟ้า บรรเทาวงษ์, ฤดี รอดรุ่งเรือง และ กมลวรรณ เอี่ยมกุล

ปก: ชัยเชษฐ์ ตันถิ่นทอง **รูปเล่ม**: แสงดาว ปิยศิทพย์

พิมพ์ที่: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ โทรศัพท์ 0-2282-2114 โทรสาร 0-2282-3181

กันยายน 2546

สำหรับการอ้างอิง

- (หนังสือ-บรรณาธิการ) : วิสุทธิ์ ใบไม้ และ รังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ) 2546. รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2546. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ. 341 หน้า.
- (บทความในหนังสือ) : ศักดิ์บวร ตุ้มปี่สุวรรณ และ สมศักดิ์ ปัญหา. 2546. อนุกรมวิธานและซิสเต็มมาติกส์ของหอยงวงท่อสกุล *Rhiostoma* Bensen, 1860 ในประเทศไทย. ใน : รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2546, วิสุทธิ์ ใบไม้ และ รังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ). หน้า 144-153. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ.

ISBN 974-229-521-2

Published by : Biodiversity Research and Training Program (BRT)
NSTDA Building 73/1, Rama VI Road, Rajdhevee, Bangkok 10400, Thailand
Tel: 0-2644-8150-4 Ext. 522-533 Fax: 0-2644-8106

Editors: Visut Baimai and Rungsima Tantalakha

Editorial Board: Sukanya Prakobtum, Kanokorn Kortrnon, Aruengfha Bantaowong, Rudee Rodrungruang and Kamolwan Aiemkul

Covers: Chaiyachet Tanthinthong *Layout*: Saengdao Piyottip

Printed by: Chuan Printing Press Ltd.,Part. Tel: 0-2282-2114 Fax: 0-2282-3181

September 2003

For Citation:

(Book-edited): Baimai, V. and R. Tantalakha (eds.) 2003. BRT Research Reports 2003. BRT Program. Chuan Printing Press Ltd.Part., Bangkok. 341 pp.

(Paper- edited): Rattanathirakul, W. and T. Boonkerd. 2003. Taxonomy of Ferns and Fern Allies at Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province. *In* BRT Research Reports 2003, V. Baimai and R. Tantalakha (eds.). 58-67 pp. BRT Program. Chuan Printing Press Ltd.Part., Bangkok.

สารบัญ

หน้า

คำนำ

รายนามและที่ติดต่อของผู้เขียนเฉพาะชื่อแรก

Isolation and Identification of Yeasts for Bioresource Screening Program 1–11
Wanchern Potacharoen, Nakase Takashi, Sasitorn Jindamorakot, Bundit Fungsin, Savitree Limtong, Manee Tantirungkit, Hathairat Jan-Ngam and Morakot Tanticharoen

In Vitro Analysis of an Insect Fungus Collection: a Cytotoxicity Study 12–18
Patricia L. Watts, Supakit Wanasith, Sukitaya Veeranondha and Pataranun Ittiworapong

ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย 19–29
อุดมลักษณ์ สมพงษ์ และ ยุวดี พีรพรพิศาล

Vascular Ground Flora of Mai Muang Nao Arboretum, Chiang Mai Province 30–38
Wangworn Sankamethawee, Vilaiwan Anusarnsunthorn and J. F. Maxwell

การศึกษาอนุกรมวิธานของพรรณไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก และไม้เลื้อยในเขตอุทยานแห่งชาติปางสีดา จังหวัดสระแก้ว 39–46
ปวีณา ใจกระเสน, ต่อศักดิ์ สีลานันท์ และ บุศบรรณ ณ สงขลา

ความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นในป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซธรรมชาติ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี 47–57
อรวรรณ วรรณศรี และ ทวีศักดิ์ บุญเกิด

Taxonomy of Ferns and Fern Allies at Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province 58–67
Wilawan Rattanathirakul and Thaweesakdi Boonkerd

Bryophyte Diversity at the Summit of Khao Luang, Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khiri Khan Province 68–76
Sahut Chantanaorrapint, Thaweesakdi Boonkerd and Obchant Thaithong

Numerical Taxonomy of *Cassia* L. sensu lato in Thailand 77–87
Sahanat Pechsri and Thaweesakdi Boonkerd

กายวิภาคเปรียบเทียบของพืชสกุล *Cassia* บางชนิดในประเทศไทย 88–93
มานิต คิดอยู่, เรณู ถาวโรฤทธิ์ และ ทวีศักดิ์ บุญเกิด

กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบของพืชวงศ์กระเช้าสีดา (Aristolochiaceae) ในประเทศไทย 94–106
เอื้อมพร จันทร์สองดวง, อัจฉรา ธรรมถาวร และ ประนอม จันทรโณทัย

การกระจายและลักษณะโมเลกุลของรีโทรทรานสโพซันชนิด p-SINE1-r2 ที่สอดแทรกในอินทรอน 10 ของยีนแวคซีในข้าว 107–120
ปรีชา ประเทพา

ความหลากหลายของพรรณไม้บริเวณวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย 121–143
ทวีศักดิ์ บุญเกิด, อบฉันท์ ไทยทอง, บุศบรรณ ณ สงขลา, จิรายุพิน จันทรประสงค์, รสริน พลวัฒน์, ปริญญนุช กลิ่นรัตน์, ปิยพงษ์ ราชตา, สุชาดา วงศ์ภาคำ และ ภาณุ กัมพลานนท์

อนุกรมวิธานและซิสเต็มมาติกส์ของหอยงวงท่อสกุล *Rhiostoma* Benson, 1860 ในประเทศไทย 144–153
ศักดิ์บวร ตุ้มปี่สุวรรณ และ สมศักดิ์ ปัญหา

Biogeography of *Varroa* Mites on Their Native Host, *Apis cerana* F., in the Thai-Malay Peninsula 154–162
Natapot Warrit, Deborah Smith and Chariya Lekprayoon

ชนิดและความชุกชุมของมดตามฤดูกาลบริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำในป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส 163–172
นาวี หนุนอนันต์, ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ และ เดชา วิวัฒน์วิทยา

ความหลากหลายของมดในป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 173–182
เดชา วิวัฒน์วิทยา

ชนิดและความชุกชุมของมดบนเรือนยอดไม้บริเวณป่าดิบชื้นในพื้นที่ต่ำของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา 183–192
สุระชัย ทองเจิม, ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ และ เดชา วิวัฒน์วิทยา

การติดตามตรวจสอบชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและสภาพแวดล้อมด้วยกลุ่มแมลงหนอนปลอกน้ำ 193–203
ศิราภรณ์ ชื่นบาล และ พรทิพย์ จันทรมงคล

การเปรียบเทียบความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล 204–213
ศิริพร แซ่เฮง, นฤมล แสงประดับ และ ชุติมา หาญจวณิช

ชีววิทยาของปูก้ำ ในเขตอำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ 214–217
เสริมศักดิ์ นันทิทรรภ และ ถมรัตน์ นันทิทรรภ

อนุกรมวิธานของปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 218–227
สัญญา ศุภจันทรา และ ไพบูลย์ นัยเนตร

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์การแพร่กระจายของช้างป่า *(Elephas maximus* Linnaeus, 1758*)* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ 228–234
ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์

ความหลากชนิดและถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี 235–244
ณรงค์ฤทธิ์ ศุขปราการ และ จารุจินต์ นภีตะภัฏ

ความหลากชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส 245–258
ธัญญา จั่นอาจ, ยอดชาย ช่วยเงิน และ ศิริพร ทองอารีย์

การติดตามสำรวจและคุ้มครองสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายของพรานล่าสัตว์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 259–275
แอนโทนี เจ ไลนัม, ชุติอร กาญวัฒนะกิจ และ ชุมพล สุขเกษม

The Role of Birds in the Regeneration of Forest in Northern Thailand 276–288
George Gale, Andrew J. Pierce and Puntipa Pattanakaew

Initial Density Estimates for 10 Rare and Endangered Birds in a Relatively Undisturbed Lowland Tropical Forest 289–299
George Gale and Siriporn Thongaree

Monitoring Plant-Animal Relations on the Mo Singto Long Term Biodiversity Research Plot 300–309
Warren Y. Brockelman, Thawatchai Santisuk, Chen Nan, Chumpon Suckaseam, Anuttara Natalang, George Gale and J.F. Maxwell

การประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดจากการไม่ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติ: กรณีศึกษา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดตาก 310–321
โสภณ นฤชัยกุศล, ปิติ กันตังกุล, โสมสกาว เพชรานนท์ และ วิพักตร์ จินตนา

การฟื้นฟูและพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการทอผ้าย้อมสีธรรมชาติ 322–332
ระวีวรรณ ศรีทอง และ อัจลา รุ่งวงษ์

องค์ความรู้ชุมชนเพื่อการฟื้นฟูและพัฒนาการปลูกพืชและไม้พื้นเมืองภายในบริเวณบ้าน จ.เชียงราย 333–341
เทวินทร์ อัครศิลากุล และ มานิตย์ พรมเสน

รายนามและที่ติดต่อของผู้เขียนเฉพาะชื่อแรก

ชื่อ-นามสกุล	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
George A. Gale	0-2470-9751	0-2452-3455	george.and@kmutt.ac.th
Natapot Warrit	-	-	natapot@ku.edu
Patricia L. Watts	0-2564-6665	0-2564-6707	patwatts@biotec.or.th
Sahanat Pechsri	0-2218-5504	-	43724385@nisit.sc.chula.ac.th
Sahut Chantanaorrapint	0-2218-5499	-	Sahut.C@chula.ac.th
Wanchern Potacharoen	0-2564-6700 ต่อ 3333	0-2564-6707	wanchern@biotec.or.th
Wangworn Sankamethawee	0-2470-9751	0-2452-3455	swangworn@hotmail.com
Warren Y. Brockelman	0-2441-9003-7 ต่อ 1406	0-2441-1013	scwbk@mahidol.ac.th
Wilawan Rattanathirakul	0-2218-5502	0-2252-8979	tawan_10@yahoo.com
ณรงค์ฤทธิ์ ศุขปราการ	0-2579-0176	0-2942-8107	-
เดชา วิวัฒน์วิทยา	0-2579-0176 ต่อ 510	0-2942-8107	ffordew@ku.ac.th
ทวีศักดิ์ บุญเกิด	0-2218-5505	0-2252-8979	Thaweesakdi.B@chula.ac.th
เทวินทร์ อัครศิลากุล	0-5360-0699	0-5371-6517	aced@ksc.th.com
ธัญญา จั่นอาจ	0-2577-9999 ต่อ 1507	0-2577-9991	-
นาวี หนุนอนันต์	-	-	npolyrhachis@hotmail.com
ปรีชา ประเทพา	0-4372-1728	0-4374-3135	preecha.p@techno.msu.ac.th
ปวีณา ใจกระเสน	0-2218-5503	0-2252-8979	43723298@nisit.chula.ac.th
มานิต คิดอยู่	0-2218-5502-3	0-2252-8979	kidyue@yahoo.com
ระวีวรรณ ศรีทอง	0-1981-8581	-	agreco_pgrc@hotmail.com
ศักดิ์บวร ตุ้มปี่สุวรรณ	0-2218-5273	0-2253-0337	stumpeesuwan@yahoo.com
ศิราภรณ์ ชื่นบาล	0-5387-8038-50	0-5387-8225	siraporn@mju.ac.th
ศิริพร แซ่เฮง	0-4334-2908 ต่อ 224	0-4334-2908	siripornheng@yahoo.com
ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์	0-2579-0176	-	v_supagit@hotmail.com
สัญญา ศุภจันทรา	0-9674-2079	-	supajantras@hotmail.com
สุระชัย ทองเจิม	-	-	stongjerm@yahoo.com
เสริมศักดิ์ นันทิทรรภ	0-5341-2544	0-5341-2307	sermsak@nakornping.cmri.ac.th
โสภณ นฤชัยกุศล	0-3453-1697	0-3453-1697	g4269022@yahoo.com
อรวรรณ วรรณศรี	0-2218-5504	0-2252-8979	Orawan32@yahoo.com
อุดมลักษณ์ สมพงษ์	0-5394-3346	0-5389-2259	s_udomluk@hotmail.com
เอื้อมพร จันทร์สองดวง	0-4336-2122	0-4336-2122	AEUMPORNJ@yahoo.com
แอนโทนี เจ ไลนัม	0-2503-4478-9	0-2503-4096	tlynam@wcs.org

Isolation and Identification of Yeasts for Bioresource Screening Program

Wanchern Potacharoen[1], Nakase Takashi[1], Sasitorn Jindamorakot[1,2], Bundit Fungsin[4], Savitree Limtong[2], Manee Tantirungkit[3], Hathairat Jan-Ngam[1] and Morakot Tanticharoen[1]

[1]Biotec Central Research Unit, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, National Science and Technology Development Agency, 113 Thailand Science Park, Phahonyothin Road, Pathumthani 12120, Thailand
[2]Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand
[3]Applied Microbiological Research Unit, Kasetsart University, Nakornpathom 73140, Thailand
[4]Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 196 Pahonyothin Road, Bangkok 10900, Thailand

Taxonomic and phylogenetic studies were carried out on yeasts isolated from substrates collected in the natural environment of Thailand. One hundred and four strains out of 125 isolates from insect frasses were identified as 47 new species and 24 known species. Twenty strains out of 23 isolated from mosses, flowers and wild mushrooms were identified as 11 new species and 9 known species. One hundred and forty-one strains of ballistoconidium-forming yeasts isolated from plant leaves collected in a protected rain forest in Sakaerat were identified as 33 new species and 14 known species including a new variety. These results clearly showed that the number of known and new species in the natural environment are much higher than those of fermented foods and related materials and the substrates collected in Bangkok and suburban areas. It also clearly indicated that taxonomically interesting yeasts such as species in the *Bullera variabilis* cluster and ballistoconidium-forming species in Trichosporonales are common in the phyllosphere of Thailand. Furthermore, Q-10(H_2)-containing yeasts were isolated at high frequency from plants in Sakaerat compared with Bangkok and suburban areas. It is concluded that the species diversity of yeasts is extremely rich in the natural environment of Thailand.

Key words: yeast, phylogeny, insect frasses, mosses, wild mushrooms

Introduction

The yeasts are one of the most important microorganisms for human life. Human beings have been employed yeasts since more than 4000 years ago for the production of fermented products such as alcoholic beverages and bread (Phaff et al., 1966). They are also used in the modern industries for the production of fine chemicals such as enzymes, vitamins and organic acids, and animal feed as summarized by Domain et al. (1998). Yeast industries are now very big and yeasts are essential for human life. However, the yeast species used for these industries are limited. On the other hand, it is estimated that a vast number of yeasts are live in substrates of the natural environment and many of them belong to not yet described species. The study of such yeasts will contribute much not only to the basic sciences including the taxonomy, physiology, biochemistry and biodiversity of yeasts but also to industrial, agricultural and environmental applications.

In Thailand, many kinds of fermented food products have been produced for a long time. These fermented products are produced by yeasts as well as lactic acid bacteria and molds. Yeasts associated with fermented foods and related substrates have been studied in the last two decades. Most species found in these substrates belong to already known species that are common to other regions of the world (Saito et al., 1983; Suzuki et al., 1987, 1997; Jindamorakot, 2000; Nagatsuka et al., 2002).

In the last 10 years, basidiomycetous yeasts, mainly ballistoconidium-forming ones, living in plants of Thailand have been extensively studied. Thirteen new species have been found so far (Nakase et al., 1991; Takashima and Nakase, 1998, 2000, 2001; Takashima et al., 1995; Prillinger et al., 1997). These studies clearly indicate that so many undescribed yeasts are living in the natural environment of Thailand. Based on this information, we started the isolation study of yeasts living in the natural environment of Thailand. This paper reports the taxonomic and phylogenetic study of yeasts isolated from insect frasses, mosses, flowers, leaves, wild mushrooms and some other substrates. Yeast strains isolated are maintained at BIOTEC Yeast Collection (BYC) established through this study.

Methodology

1. Sample collection and isolation of yeasts

Samples for yeast isolation were collected at several places in Thailand. Five hundred and fifty-one yeast strains were isolated from insect frasses, mosses, lichens, flowers, wild mushrooms, leaves and several other substrates (Table 1). Yeasts were isolated by the direct streaking of samples on YM agar (Difco Lab., Detroit) plates supplemented with chloramphenicol (100 μg/ ml) and sodium propionate (0.2%). The enrichment technique was also used in which samples were added into the same medium mentioned above without agar and incubated for several days until a film and/or sediment of yeasts were produced. A film was streaked on YM agar. After removal of film and medium by decantation, the sediment was also streaked on agar. After incubation for several days, colonies produced on agar media were transferred to YM agar slants. In the case of ballistoconidium-forming yeasts, they were isolated by an improved ballistoconidium-fall method described by Nakase and Takashima (1993). One strain was selected if several strains from the same sample showed the same appearance. The isolates were purified by the conventional streaking technique on agar media then maintained in a freezer at –80^{o}C and in a vapor phase of liquid nitrogen.

Ballistoconidium-forming yeasts, which were isolated from plants collected in a protected tropical rain forest in Sakaerat Environmental Research Station, were also examined in this study. These strains were isolated in 1996 and maintained in the Japan Collection of Microorganisms (JCM), RIKEN and Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR).

2. Examination of morphological, physiological, and biochemical characteristics

Most of the morphological, physiological, and biochemical characteristics were examined according to Yarrow (1998). The assimilation of nitrogen compounds was investigated on solid media using starved inoculums according to Nakase and Suzuki (1986a). Vitamin requirements were determined according to the method of Komagata and Nakase (1967). The maximum growth temperature was determined in YM broth (Difco Labs., Detroit) using metal block baths.

3. Ubiquinone system

Cells were grown in 500 ml Erlenmeyer flasks containing 250 ml of YM broth on a rotary shaker at 150 rpm at 25 ^{o}C and were harvested at the early stationary growth phase. The cells were washed three times with distilled water. The extraction, purification and identification of ubiquinones were carried out according to Suzuki and Nakase (1986b). For some strains, ubiquinones were extracted from freeze-dried cells with chloroform-methanol (2:1) without saponification.

4. Xylose in the cells

Cells were grown in 500 ml Erlenmeyer flasks containing 250 ml of YM broth on a rotary shaker at 150 rpm at 25^{o}C and were harvested in the early stationary phase. The cells were washed three times with distilled water and dried with acetone. Cell hydrolysates were prepared according to procedures described by Suzuki and Nakase (1988). Xylose in cell hydrolysates was analyzed by High Performance Liquid Chromatograph Reducing Sugar Analysis System (Shimadzu, Kyoto).

5. Isolation and purification of nuclear DNA

Cells were grown in 500 ml Erlenmeyer flasks containing 250 ml of YM broth on a rotary shaker at 150 rpm at 25^{o}C and were harvested in the logarithmic growth phase. The cells were washed three times with distilled water. In the case of ascomycetous yeasts, cells were lyzed with Zymolyase (Seikagaku-Kogyo, Tokyo), then DNAs were extracted and purified as described by Nakase and Suzuki (1986a). In the case of basidiomycetous yeasts, DNAs were isolated from freeze-dried cells and purified according to Takashima and Nakase (2000).

6. DNA base composition

The DNA base composition was determined by HPLC after enzymatic digestion of DNA to deoxyribonucleosides as described by Tamaoka and Komagata (1984). A DNA-GC Kit (Yamasa Shoyu Co., Ltd., Chiba) was used as the quantitative standard.

7. Nucleotide sequences and phylogenetic analysis

Nuclear DNA was extracted by the method of Makimura et al. (1994). The 18S rDNA and ITS regions including 5.8S rDNA were amplified by PCR according to Sugita and Nakase (1999). The D1/D2 region of 26S rDNA was amplified following Kurtzman and Robnett (1998). The nearest species were searched for by BLAST based on the sequences of D1/D2. The PCR products were directly sequenced using an ABI Prism BigDye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction kit (Applied Biosystems) and analyzed by an Applied Biosystems sequencer model 310. Generated sequences were aligned with the species of related taxa using the CLUSTAL X ver. 1.74 computer program (Thompson et al., 1994). A phylogenetic tree was constructed from the evolutionary distance data according to Kimura (1980) using the neighbor-joining method (Saitou and Nei, 1987) in the PHYLIP computer program. Sites where any gaps existed in any sequences were excluded. Bootstrap analyses (Felsenstein, 1985) were performed from 1000 random resamplings.

Results and Discussion

1. Isolation of yeasts from natural substrates

Five hundred and seventy-one strains of yeasts were isolated from insect frasses, mosses, lichens, flowers, wild mushrooms, leaves and some other substrates collected in various regions of Thailand (Table 1).

Table1. Yeast strains isolated from natural substrates collected in various regions of Thailand.

Sample	North	Northeast	East	South	West	Central	Total
Insect frass	1	75	8	50	47	24	205
Moss & lichen	4	5	5	31	32	2	79
Flower	NT	11	11	13	9	14	58
Wild Mushroom	1	3	3	32	3	11	53
Leaf	NT	109	NT	32	3	NT	144
Others	2	6	NT	8	8	8	32
Total	8	209	27	166	102	59	571

NT=not tested

2. Identification of yeasts isolated from insect frasses

Among 205 strains of yeasts isolated from insect frasses, 125 were identified based on sequence analysis of the D1/D2 domain of 26S rDNA and morphological, physiological and biochemical characteristics. Forty-nine of them (39.2% of identified strains) were identified as 24 known species including 3 varieties (Table 2). Thirty-two strains belonging to the ascomycetous yeasts and yeast-like fungi were classified into 10 genera and 16 species including 3 varieties. Seventeen strains belonging to the basidiomycetous yeasts were identified as 6 genera and 8 species. Two or more strains were isolated in 11 species but one strain each was found in the remaining 13 species.

Table 2. Yeasts found in insect frasses collected in Thailand (known species).

Species identified	No. of strains		Species identified	No. of strains
Ascomycetous yeasts			**Basidiomycetous yeasts**	
Ambrosiozyma monospora	2		*Bullera dendrophila*	1
Aureobasidium pullulans	1		*Cryptococcus heveanensis*	8
Candida diversa	1		*C. laurentii*	2
C. maltosa	1		*Rhodotorula nothofagi*	1
C. tropicalis	6		*Rhodosporidium paludigenum*	1
C. xestobii	1		*R. toruloides*	1
Debaryomyces nepalensis	4		*Sporobolomyces poonsookiae*	1
D. polymorphum var. *africanus*	3		*Trichosporon asahii*	2
D. vanrijae var. *yarrowii*	3			
Geotrichum fragrans	1			
Kluyveromyces lactis	2			
Kodamaea ohmeri	1		(24 species in 16 genera)	
Pichia burtonii	1			
P. stipitis	2			
Stephanoascus smithiae	2			
Williopsis saturnus var. *subsufficiens*	1			

Among the remaining 76 strains, 55 strains (44%) showed nucleotide differences greater than 1% from the nearest species in the D1/D2 domain of 26S rDNA sequences (Table 3). These strains are considered to represent new species as discussed by Kurtzman and Robnett (1998). They were classified into 47 species.

In addition to these species, 9 strains seem to represent 6 new species. Three strains represented by ST-125 differ by 1-2 nucleotides from *Candida* sp. NRRL Y-17456 that apparently belongs to a new species but is not yet described. Two strains, ST-309 and ST-310, differ by 4 nucleotides from *D. vanrijiae* var. *yarrowii* and were considered to be new species closely related to this variety. ST-305 has identical sequence with 2 strains of *Cryptococcus laurentii*, KCTC 7831 and 17047, that are considered to be different species from *C. laurentii*. ST-322 differs by 1 nucleotide from *Cryptococcus* sp. CBS 8372 that is not yet described. Another 2 strains, ST-234 and ST-306, differ by 5 and 4 nucleotides, respectively from the nearest species, *C. pseudointermedia* and *Hanseniaspora guilliermondii*, though some nucleotides in the sequences are not yet identified.

Table 3. Strains considered to represent new species.

No.	Representative strain	No. of strains	Nearest species	Nucleotide difference in D1/D2 domain
1	ST-239	1	*Candida berthetii*	6/573 (1.0%)
2	ST-33	1	*C. coipomoensis*	9/562 (1.6%)
3	ST-43	1	*C. friedrichii*	38/557(6.8%)
4	ST-328	4	*C. friedrichii*	6-8/547(1.1-1.5%)
5	ST-331	1	*C. friedrichii*	14(2.6%)
6	ST-249	2	*C. fructus*	(>5%)
7	ST-112	1	*C. homilentoma*	(>5%)
8	ST-238	1	*C. insectans*	(>5%)
9	ST-164	1	*C. membranifaciens*	13/542(2.4%)
10	ST-194	1	*C. ovalis*	12/567(2.1%)
11	ST-50	1	*C. pseudointermedia*	(>5%)
12	ST-211	1	*C. pseudointermedia*	(>5%)
13	ST-15	1	*C. quercuum*	31/581(5.3%)
14	ST-330	1	*C. avonica*	(>5%)
15	ST-224	1	*C. silvanorum*	(>5%)
16	ST-78	1	*C. tammaniensis*	24/543(4.4%)
17	ST-17	1	*C. tsuchiyae*	(>5%)
18	ST-49	1	*C. tsuchiyae*	(>5%)
19	ST-79	1	*Candida* sp. HA1034	46/564(12.3%)
20	ST-297	1	*Candida* sp. NRRL Y-17858	(>5%)
21	ST-315	1	*Candida* sp. NRRL Y-17858	(>5%)
22	ST-338	1	*Dipodascus ovetensis / ambosiae*	6/405(1.5%)
23	ST-56	1	*Galactomyces reessii*	9/537(1.7%)
24	ST-250	1	*Hanseniaspora uvarum*	(>5%)
25	ST-314	1	*Issatchenkia* sp. NRRL Y-12824	46/559(8.8%)
26	ST-40	1	*Metschnikowia* sp. NRRL Y-5941	(>5%)
27	ST-95	1	*Metschnikowia* sp.	(>5%)
28	ST-96	1	*M. lunata*	(>5%)
29	ST-233	1	*M. agaveae*	29/549(5.3%)
30	ST-57	1	*M. drosophilae*	(>5%)
31	ST-237	1	*Pichia acaciae*	6/569(1.1%)
32	ST-37	1	*P. americana*	6/569(1.1%)
33	ST-236	1	*P. anomala*	6/573(1.0%)
34	ST-84	1	*P. besseyi*	(>5%)
35	ST-240	1	*P. dryadoides*	(>5%)
36	ST-24	2	*P. heimii*	23/529(4.3%)
37	ST-225	3	*P. japonica*	6/570(1.1%)
38	ST-31	2	*P. veronae / fabianii*	9/570(1.6%)
39	ST-334	1	*P. pijperi*	6/568(1.1%)
40	ST-335	1	*P. mexicana* etc.	9/531(1.7%)
41	ST-339	1	*P. deserticola / Candida ethanolyca*	17/559(3.0%)
42	ST-248	1	*Stephanoascus farinosus*	13/576(2.3%)
43	ST-42	1	*Cryptococcus humicola*	9/588(1.5%)
44	ST-71	1	*Cryptococcus* sp. CBS 8507	8/600(1.3%)
45	ST-73	1	*Cryptococcus* sp. CBS 8363	15/597(2.5%)
46	ST-299	1	*Trichosporon loubieri*	8/590(1.4%)
47	ST-318	1	*Trichosporon* sp. CBS 5601	12/591(2.0%)

Twelve strains are closely related to 12 known species, respectively. However, 2-3 nucleotides were different from the respective nearest species. According to a guideline by Kurtzman and Robnett (1998), nucleotide differences of 2-3 in the D1/D2 domain indicate that two yeasts are conspecific or sister species. DNA-DNA reassociation experiments are required to identify these strains.

Among new species discussed above, ST-15 and ST-17 were named *Candida khaoyaiensis* sp. nov. and *Candida thailandica*, respectively (Jindamorakot et al., 2002a). These two species will be validly described soon.

As mentioned above, 55 strains (44%) out of 125 represented new species. In addition, 12 strains are considered to belong to known species or sister species of known species. Probably, some of them represent new species closely related to respective known species. Therefore, it is considered that about a half of yeasts isolated from insect frasses represent new species.

3. Identification of strains isolated from mosses, flowers and wild mushrooms

Twenty-three strains of yeasts isolated from mosses, flowers and wild mushrooms were identified as 19 species. Nine of them were identified as 7 species as shown in Table 4. Among the remaining 14 strains, 9 strains, ST-14, ST-30, ST-36, ST-29, ST-22, ST-44, ST-32, ST-2 and ST-3, differ by more than 1% of nucleotides in D1/D2 sequences from respective nearest species (Table 5) and are considered to represent 9 new species. ST-26 differs by more than 5% of nucleotides in this domain from a yeast-like fungus whose sequence was registered at a DNA data bank. However, the data base of D1/D2 domain of yeast-like fungi is not good at present so that it is difficult to judge whether ST-26 represents a new species. ST-46 has an identical sequence to *Debayomyces* sp. NRRL Y-7804 that is considered a new species but not yet described.

Table 4. Identification of yeasts isolated from mosses, flowers and wild mushrooms (1) known species.

Species identified	No. of strains		Species identified	No. of strains
Aureobasidium pullulans	2 (flower)		*Kodamaea ohmeri*	1 (flower)
Candida diversa	1 (moss)		*Sporidiobolus ruineniae*	2 (flower)
C. parapsilosis	1 (flower)		*Williopsis saturnus* var. *mrakii*	1 (moss)
Cryptococcus humicola	1 (mushroom)			

ST-16, ST-5 and ST-7 differ by 2-3 nucleotides from the respective nearest species. They are conspecific with nearest species or sister species of these known species. DNA-DNA reassociation experiments are required to identify these three strains. Eleven strains (47.8%) out of 23 represented new species.

Among new species discussed above, ST-22 isolated from a flower was proposed to name *Candida flosculi* sp. nov. (Jindamorakot et al., 2002b). This species will be validly described soon.

Table 5. Identification of yeasts isolated from mosses, flowers and wild mushrooms (2) New species and not yet identified species.

Representative strain	No. of strains	Nearest species	Nucleotide difference in D1/D2 domain	Source of isolation
ST-14	1	*Torulaspora pretorienis*	7/574(1.2%)	Moss
ST-30	1	*Pichia pijperi*	7/568(1.2%)	Moss
ST-36	1	*Galactomyces geotrichum*	11/548(2.0%)	Moss
ST-29	1	*Candida bombi* UWO strain	36/521 (6.9%)	Flower
ST-22	1	*C. etchellsii*	27/477 (5.7%)	Flower
ST-44	1	*Rhodotorula bacarum*	28/604 (4.6%)	Flower
ST-32	1	*Candida* sp.	10/521 (1.9%)	Flower
ST-16	1	*Metschnikowia* sp. KCTC 7828	2/511 (0.4%)	Flower
ST-46	1	*Debaryomyces* sp. NRRL Y-7804	0/562 (0%)	Flower
ST-26	1	Yeast-like fungus	(>5%)	Flower
ST-2	1	*Endomyces scopularum*	47/539 (8.7%)	Mushroom
ST-3	1	*Pichia pijperi*	7/568 (1.2%)	Mushroom
ST-5	1	*Hanseniaspora guilliermondii*	3/572 (0.5%)	Mushroom
ST-7	1	*Cryptococcus humicola*	2/594 (0.4%)	Mushroom

4. Identification of ballistoconidium-forming yeasts isolated from plant in Sakaerat

Ballistoconidium-forming yeasts were found in 24 plant samples (92.3%) out of 26 examined that were collected in a protected rain forest in Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima Province. Among 151 strains isolated, 141 were identified as 47 species and a variety (known species 14, new species 33, new variety 1). The remaining 10 strains are not yet identified. New species and a new variety comprised 75.2% (106 strains) of 141 identified strains. The number of species and the ratio of new species are extremely higher in Sakaerat than Bangkok and suburban areas where 9 known species and 12 new species were found (Nakase et al., 2001). The result of identification is shown in Table 6.

Table 6. Ballistoconidium-forming yeasts isolated in 1996 from plants collected in a protected rain forest of Sakaerat Environmental Research Station.

Species	No. of strains isolated	Frequency of isolation (%)[a]	Species	No. of strains isolated	Frequency of isolation (%)[a]
Hymenomycetes			*Rhodotorula marina*	4	15.4
Bullera rundinariae sp. nov.	1	3.8	*R. bogoriensis*	1	3.8
B. oininensis	3	11.5	*Sporidobolus ruineniae*	2	7.7
B. coprosmaensis	8	15.4	*Sporobolomyces odoratus*	4	11.5
B. hannae	1	3.8	*S. vermiculatus*	1	3.8
B. lagerstroemiae sp. nov.	1	3.8	*Sporobolomyces* sp. 1 (Q-10)	1	3.8
B. panici sp. nov.	1	3.8	*Sporobolomyces* sp. 2 (Q-10)	1	3.8
B. sakaeratica sp. nov.	2	7.7	*Sporobolomyces* sp. 3 (Q-10)	1	3.8
B. schimicola	1	3.8	*Sporobolomyces* sp. 4 (Q-10)	3	11.5
B. siamensis sp. nov.	3	11.5	*Sporobolomyces* sp. 5 (Q-10)	1	3.8
B. sinensis	4	11.5	*Sporobolomyces* sp. 6 (Q-10)	4	7.7
B. variabilis	3	11.5	*Sporobolomyces* sp. 7 (Q-10)	9	30.7
B. nakhonratchasimensis sp. nov.	6	11.5	*Sporobolomyces* sp. 8 (Q-10)	2	7.7
Bullera sp. 1	1	3.8	*Sporobolomyces* sp. 9 (Q-10)	2	7.7
Bullera sp. 2	1	3.8	*Sporobolomyces* sp. 10 (Q-10)	1	3.8
Bullera sp. 3	4	11.5	*Sporobolomyces* sp. 11 (Q-10)	2	7.7
Bullera sp. 4	3	11.5	*Sporobolomyces* sp. 12 (Q-10)	1	3.8
Bullera sp. 5	1	3.8	*Sporobolomyces* sp. 13 (Q-10)	1	3.8
Bullera sp. 6	1	3.8	*Sporobolomyces* sp. 14 (Q-10(H2))	6	19.2
Bullera sp. 7	6	19.2	*Sporobolomyces* sp. 15 (Q-10(H2))	13	50
Dioszegia zsoltii var. *thailandica*	2	3.8	Not yet identified	5	19.2
Kockovaella barringtoniae sp. nov.	1	3.8	Ustilaginomycetes		
K. sacchari	1	3.8	*Tilletiopsis* sp. 1	5	15.4
K. thailandica	1	3.8	*Tilletiopsis* sp. 2	3	11.5
Not yet indentified	1	3.8	*Tilletiopsis* sp. 3	6	19.2
Urediniomycestes			Not yet identified	4	11.5
Bensingtonia thailandica sp. nov.	10	30.7			

[a] Frequency of isolation = (No. of samples from which that species was isolated) / (No. of samples examined) x 100

Thirty-five strains were identified as 13 known species in 4 genera, *Bullera boninensis* (3 strains), *B. coprosmaensis* (8 strains), *B. hannae* (1 strain), *B. schimicola* (1 strain), *B. sinensis* (4 strains),*B. variabilis* (3 strains), *Kockovaella thailandica* (1 strain), *K. sacchari* (1 strain), *Sporobolomyces odaratus* (4 strains), *S. vermiculatus* (1 strain), *Sporidiobolus ruineniae* (2 strains), *Rhodotorula marina* (4 strains) and *Rhodotorula bogoriensis* (1 strain). The genus *Rhodotorula* is not ballistoconidiogenous, however six strains of ballistoconidium-forming yeasts coincided well with two *Rhodotorula* species mentioned above. It is well-known that ballistoconidium-forming ability is easily lost during maintenance (Lodder and Kreger-van Rij, 1952) and differ from strain to strain even in fresh isolates (Nakase and Suzuki, 1985). Ballistoconidium-forming ability is not a good criterion for classification of yeasts though the morphology of ballistoconidium has a taxonomic significance.

The remaining 106 strains represent new species and a new variety of known species (Table 5). Among these new species, 6 were described as *Bensingtonia thailandica* (Fungsin et al., 2001), *Kockovaella barringtoniae* (Fungsin et al., 2002a), *Bullera arundinariae* (Fungsin et al., 2002b), *B. panici* (Fungsin et al., in press), *B. siamensis* (Fungsin et al., in press) and *B. sakaeratica* (Fungsin et al., in press). Two of them were named *Bullera nakhonratchasimensis* and *B. lagerstroemiae*, respectively, but not yet validly described. Two strains belonged to a new variety of a known species were named *Dioszegia zsoltii* var. *thailandica* but not yet validly described.

Among new species mentioned above, *B. panici, B. siamensis* and three unnamed species (8 strains) are located in *B. variabilis* cluster. *Bullera panici* and *B. siamensis* are located at a new branch of this cluster but three unnamed species are closed to *B. variabilis* (Figs. 1 and 2), the first species of this cluster (Nakase and Suzuki, 1987). Among eight strains of unnamed species, TY-248 and TY-199 represent 2 different new species. The remaining six strains (TY-137, TY-145, TY-154, TY-221, TY-238, TY297) differ in 11-12 nucleotides from TY-248 and 1-3 nucleotides from TY-199 in D1/D2 domain so that these strains represent a new species different from the latter two strains. However, this species might be separated to 2 different species in the future because 0-2 nucleotides are different among 6 strains. TY-248 requires *p*-aminobenzoic acid and is included in the same group with *B. panici* and *B. siamensis*. However, it is located at a distant position from these two species. Yeasts in *B.variabilis* group are phylogenetically distant from other *Bullera* species and have been considered to be rare yeasts. Recently, however, *B. pseudovariabilis* was reported in Yunnan, China, as the second species of the cluster (Bai et al., 2003) and five new species were found in the phyllosphere of Thailand in the present study. It is assumed that yeasts in this cluster are not rare and many additional species will be found by the study of yeasts in the tropical regions.

Bullera lagerstroemiae and *B.nakhonratchasimensis* are included in Trichosporonales. *Bullera formosensis,* the first ballistoconidium-forming yeast species in this order (Nakase et al., 2002), was found in a plant collected in Taiwan. In a tree based on D1/D2 domain, *B. nakhonrachasimensis* comprising six strains, TY-245, TY-279, TY-244, TY-255, TY-287, and TY-242, constitutes a cluster with *B. formosensis* and is connected to *B. lagerstroemiae* (Fig. 2). These three species produce bilaterally symmetrical ballistoconidia different from the remaining species of *Bullera.* This property is considered as a characteristic feature of *Bullera* located in Trichosporonales. These two new species will be validly described soon.

Seven new species comprising 17 strains are not yet named. After more detailed taxonomic comparison, they will be validly described.

Among strains assigned to the genus *Sporobolomyces*, 19 strains having Q-10(H_2) as the major ubiquinone are located at *Erythrobasidium* cluster and closely related to *Bannoa hahajimensis* (Hamamoto et al., 2002). The sequence analysis of D1/D2 domain clearly suggested that these strains represent two different new species in the genus *Bannoa*. However, we decided to describe these yeasts as two new species of *Sporobolomyces* because sexual reproduction is not yet found in these species. In the present study, Q-10(H_2)-having yeasts were isolated from 57.7% of plant samples examined and occupied 12.6% of the isolates. On the contrary, they were not found in Bangkok and suburban areas (Nakase et al., 2001). Among 47 species found in Sakaerat, only six species, *B. sinensis*, *B. variabilis*, *K. thailandica*, *K. sacchari*, *S. ruineniae* and *S. vermiculatus*, were also reported in Bangkok and suburban areas (Nakase, 2000; Nakase et al., 2001). This fact clearly suggests that ballistoconidium-forming yeast flora is quite unique in Sakaerat.

Undoubtedly, the diversity of ballistoconidium-forming yeasts is extremely rich in a protected rain forest in Sakaerat. Further detailed study is required to know whether this yeast flora is unique in Sakaerat or common to protected rain forests in other regions of Thailand.

Conclusions

In the present study, 55 strains (44%) out of 125 isolated from insect frasses represented 47 new species and 11 strains (47.8%) out of 23 isolated from mosses, flowers and wild mushrooms represented new species. In addition to these, several species are considered to be sister species of known species. Namely, about a half of isolates are considered to represent a new species. These results are quite different from yeasts found in fermented foods and related substances where the most of isolates belong to known species and only two new species were found so far (Saito et al., 1983; Suzuki and Nakase, 1987; Jindamorakot, 2000; Nagatsuka et al., 2002).

Also, many new species were found in ballistoconidium-forming yeasts isolated from plants collected in Sakaerat. Ballistoconidium-forming yeast flora in Sakaerat is different from that of Bangkok and suburban areas and the species diversity is very high there. Strains assigned to new taxa occupied 75.2% of isolates. This fact clearly suggests that a protected tropical rain forest in Sakaerat is a kind of treasure island of not yet described species of yeasts.

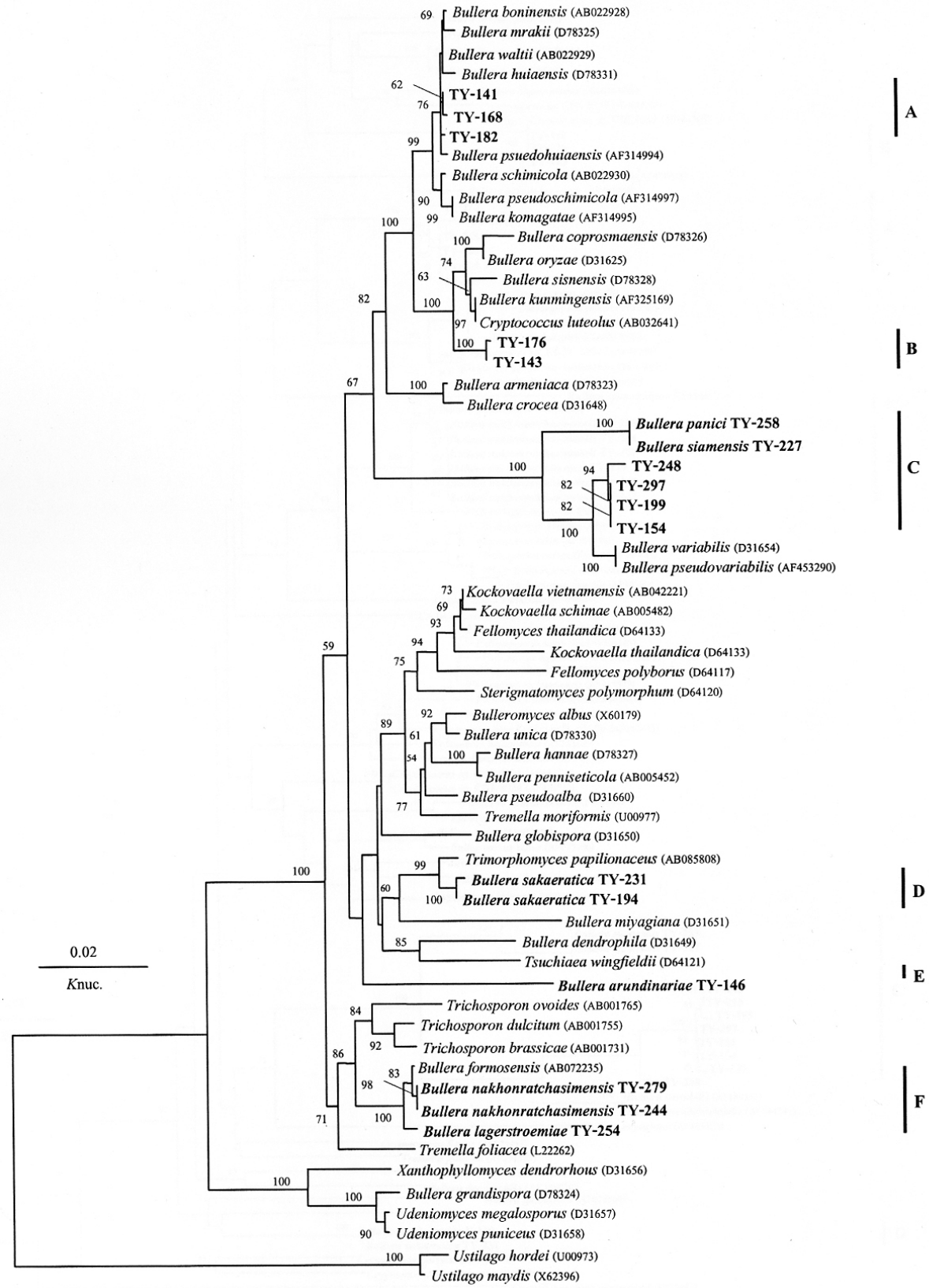


Figure 1. The phylogenetic tree of the representative strains and the known species of ballistoconidium-forming yeast genus *Bullera* and related species based on the 18S rDNA sequences. The numeral represent the percentage from 1,000 replicate bootstrap samplings (frequencies of less than 50% are not indicated).

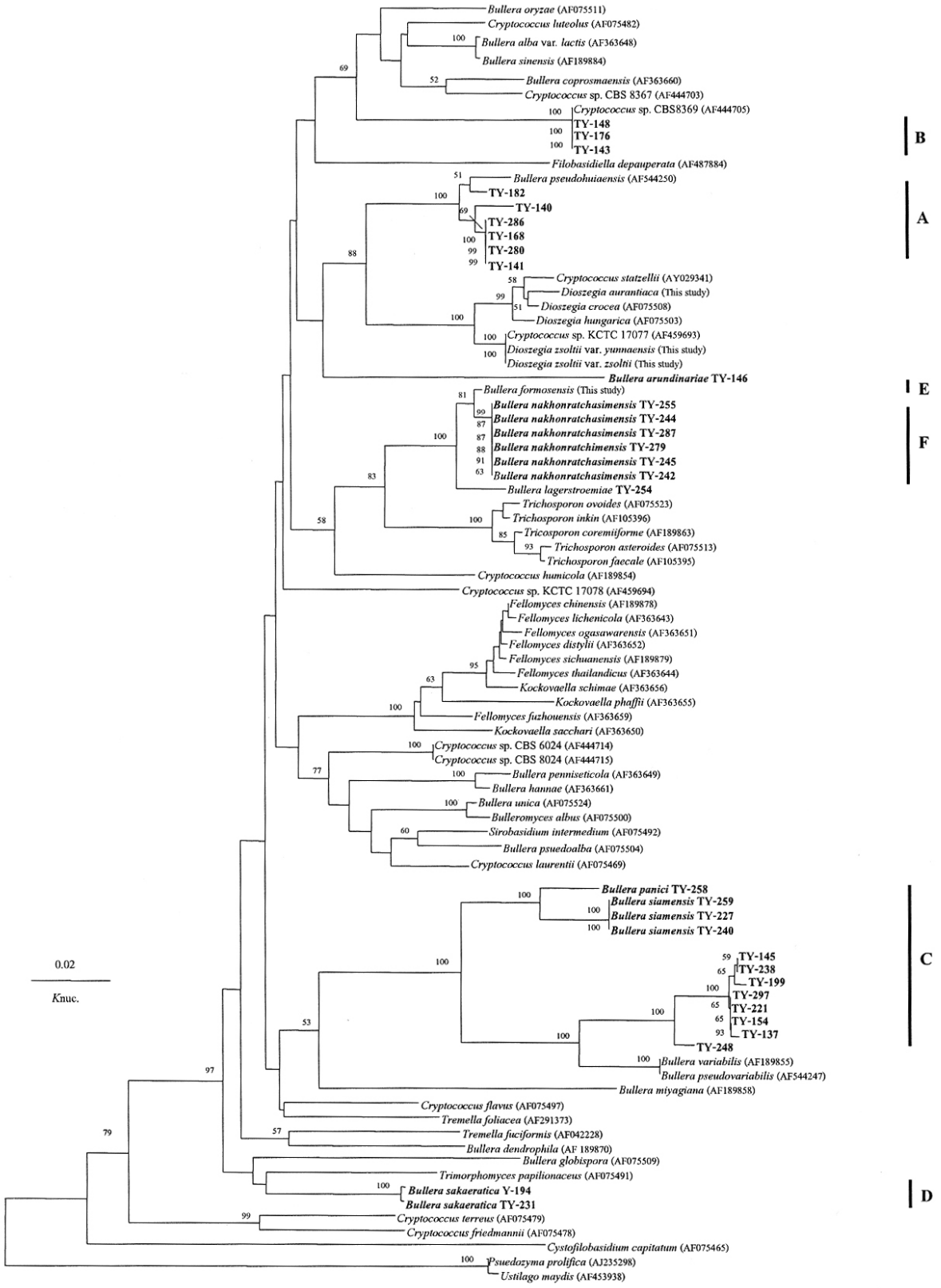


Figure 2. Phylogenetic tree of Thai *Bullera* strains and related species based on D1/D2 sequences of 26S rDNA. The numeral represent the percentage from 1,000 replicate bootstrap samplings (frequencies of less than 50% are not indicated).

Five new species found in this study are located in *B. variabilis* cluster that has been considered a rare group of yeasts. Two new species are included in Trichosporonales where only one species of ballistoconidium-forming yeast has been described so far. Furthermore, 19 strains of Q-10(H_2) having yeasts, that were not found in Bangkok and suburban areas, were isolated from 57.7% of plant samples examined and classified into two new species.

In the present study, the study focused on the elucidation of the species diversity of yeasts in the natural environment of Thailand. So, any kind of applied study was not carried out. However, the fact that the species diversity is extremely rich in the natural environment clearly suggests the high possibility to find new functions of yeasts that are useful for human welfare. Isolation studies of yeasts living in the natural environment of Thailand much contribute to the yeast sciences not only for the elucidation of species diversity of yeasts in Thailand but also for the progress of systematics of yeasts including the phylogeny of yeasts.

Aknowledgements

This research project was supported by TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT_644001. We also wish to express our sincere thanks to Dr. Suparp Artjariyasripong, the Director of Biotechnology Laboratory, Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), for his kind cooperation in providing the DNA sequencer for use in this project.

References

Bai, F.-Y., M. Takashima, J.-H. Zhao, J.-H. Jia and T. Nakase. 2003. *Bullera anomala* sp. nov. and *Bullera pseudovariabilis* sp. nov., two new ballistoconidium-forming yeast species from Yunnan, China. *Antonie van Leeuwenhoek* 83: 257-263.

Domain, A.L., H.J. Phaff and C.P. Kurtzman. 1998. The industrial and agricultural significance of yeasts. *In* Kurtzman, C.P. and J.W. Fell (eds.), The Yeasts, a Taxonomic Study, 4th ed., pp. 13-19. Elsevier, Amsterdam.

Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 39: 783-791.

Fungsin, B., M. Hamamoto, V. Arunpairojana, J. Sukhumavasi, P. Atthasampunna and T. Nakase. 2001. *Bensingtonia thailandica* sp. nov., a novel basidiomycetous yeast species isolated from plant leaves in Thailand. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 51: 1209-1213.

Fungsin, B., M. Hamamoto, V. Arunpairojana, J. Sukhumavasi, P. Atthasampunna and T. Nakase. 2002a. *Kockovaella barringtoniae*, a new basidiomycetous yeast species isolated from a plant leaf collected in a tropical forest in Thailand. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*. 52: 281-284.

Fungsin, B., M. Takashima, S. Artjariyasripong, V. Arunpairojana, M. Hamamoto and T. Nakase. 2002. *Bullera arundinariae* sp. nov., a new species of ballistoconidium-forming yeast, isolated from a plant in Thailand. *Microbiol. Cult. Coll*. 18: 83-90.

Fungsin, B., M. Takashima, S. Artjariyasripong, V. Arunpairojana and T. Nakase. 2003. *Bullera panici* sp. nov. and *Bullera siamensis* sp. nov., two new yeasts in the *Bullera variabilis* cluster isolated in Thailand. *Microbiol. Cult. Coll*. submitted.

Fungsin, B., M. Takashima, S. Artjariyasripong, W. Potacharoen and T. Nakase. 2003. *Bullera sakaeratica* sp. nov., a new species of ballistoconidium-forming yeast found in Thailand. *Mirobiol. Cult.Coll.* in press.

Hamamoto, M., V.N. Thanh and T. Nakase. 2002. *Bannoa hahajimensis* gen. nov., sp. nov., and three related anamorphs, *Sporobolomyces bischofiae* sp. nov., *Sporobolomyces ogasawarensis* sp. nov., and *Sporobolomyces syzygii* sp. nov., yeasts isolated from plants in Japan. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 52: 1023-1032.

Jindamorakot, S. 2000. Identification, preservation and polyols production of halotolerant yeasts isolated in Thailand. Ms. Thesis, Kasetsart University.

Jindamorakot, S., S. Limtong, W. Potacharoen, H. Kawasaki, T. Seki, M. Tanticharoen and T. Nakase. 2002a. Two new anamorphic yeasts, *Candida khaoyaiensis* sp. nov. and *Candida thailandica* sp. nov., isolated from insect frasses in Thailand. BRT, the 6th Ann. Meetings, Nakornsritumarat, Oct.

Jindamorakot, S., S. Limtong, W. Potacharoen, H. Kawasaki, T. Seki, M. Tanticharoen and T. Nakase. 2002b. *Candida flosculi* sp. nov., a novel anamorphic yeast species isolated from a flower in Thailand. Biotechnology for Better Living in the New Economy, Ann. Meeting, TSB, Khon Khaen, Nov., P-MC03.

Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions thorough comparative studies of nucleotide sequences. *J. Mol. Evol*. 16: 111-120.

Komagata, K. and T. Nakase. 1967. Microbiological studies on frozen foods. V. General properties of yeasts isolated from frozen foods. *J. Food Hyg. Soc. Jpn.* 8: 53-57 (in Japanese).

Kurtzman, C.P. and C.J. Robnett. 1998. Identification and phylogeny of ascomycetous yeasts from analysis of nuclear large subunit (26S) ribosomal DNA partial sequences. *Antonie van Leeuwenhoek* 67: 151-171.
Lodder, J. and N.J.W. Kreger-van Rij. 1952. The Yeasts, a Taxonomic Study, North-Holland Pub., Amsterdam, 713 pp.
Makimura, H., S.Y. Murayama and H. Yamaguchi. 1994. Detection of a wide range of medically important fungi by the polymerase chain reaction. *J. Med. Microbiol*. 40: 358-364.
Nagatsuka, Y., H. Kawasaki, S. Limtong, K. Mikata and T. Seki. 2002. *Citeromyces siamensis* sp. nov., a novel halotolerant yeast isolated in Thailand. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*. 52: 2315-2319.
Nakase, T. 2000. Expanding world of ballistosporous yeasts: Distribution in the phyllosphere, systematics and phylogeny. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 46: 189-216.
Nakase, T., M. Itoh, A. Takematsu, K. Mikata, I. Banno and Y. Yamada. 1991. *Kockovaella*, a new ballistospore-froming anamorphic yeast genus. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 37: 175-197.
Nakase, T. and M. Suzuki. 1985. Ballistospore-forming yeasts found on the surface of the Japanese rice plant, *Oryza sativa* L. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 31: 457-474.
Nakase, T. and M. Suzuki. 1986a. *Bullera megalospora*, a new species of yeast forming large ballistospores isolated from dead leaves of *Oryza sativa*, *Miscanthus sinensis* and *Sasa* sp. in Japan. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 32: 225-240.
Nakase, T. and M. Suzuki. 1986b. The ubiquinone system in strains of species in the ballistospore-forming yeast genera *Sporidiobolus, Sporobolomyces* and *Bullera*. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 32: 251-258.
Nakase, T. and M. Suzuki. 1987. *Bullera variabilis*, new species of yeast with uniquely-shaped ballistospore isolated from various plant materials. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 33: 343-354.
Nakase, T. and M. Takashima. 1993. A simple procedure for the high frequency isolation of new taxa of ballistosporous yeasts living on the surfaces of plants. *Riken Review* 3: 33-34.
Nakase, T., M. Takashima, M. Itoh, B. Fungsin, W. Potacharoen, P. Atthasampunna and K. Komagata. 2001. Ballistoconidium-forming yeasts found in the phyllosphere of Thailand. *Microbiol. Cult. Coll*. 17: 23-33.
Nakase, T., S. Tsuzuki and M. Takashima. 2002. *Bullera taiwanensis* sp. nov. and *Bullera formosensis* sp. nov., two new ballistoconidium-forming yeasts isolated from plant leaves in Taiwan. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 48.
Phaff, H.J., M.W. Miller and E.M. Mrak. 1966. The Life of Yeasts, Harvard Univ. Press, Cambridge, 186 pp.
Prillinger, H., G. Kraepelin, K. Lopandic, W. Schweigkofler, O. Molnár, F. Weigang and M.D. Dreyfuss. 1997. New species of Fellomyces isolated from epiphytic lichen species. *System. Appl. Microbiol*. 20: 572-584.
Saito, K., T. Hasuo, N. Sugano, K. Kitamoto, S. Watanabe, M. Tadenuma, K. Nakamura, M. Sato, H. Akiyama, V. Vongsuvanlert, P. Karuwanna and J. Kumnuanta. 1983. Microorganisms isolated in Thailand. *Rept. Res. Inst. Brew*. 155: 24-41.
Saitou, N. and M. Nei. 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol*. 4: 406-425.
Sugita, T. and T. Nakase. 1999. Non-universal usage of the leucine CUG codon and the molecular phylogeny of the genus *Candida*. *System. Appl. Microbiol*. 22: 79-86.
Suzuki, M. and T. Nakase. 1988. The distribution of xylose in the cells of ballistosporous yeasts: Application of high performance liquid chromatography without derivatization to the analysis of xylose in whole cell hydrolysates. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 34: 95-103.
Suzuki, M., T. Nakase, W. Daengsubha, M. Chaowsangket, P. Suyanandana and K. Komagata. 1987. Identification of yeasts isolated from fermented foods and related materials in Thailand. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 33: 205-220.
Suzuki, M., T. Nakase and K. Komagata. 1997. *Candida stellimalicola*, a new species of anamorphic yeast isolated from star apple in Thailand. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 40: 115-121.
Takashima, M. and T. Nakase. 1998. *Bullera penniseticola* sp. nov. and *Kockovaella sacchari* sp. nov., two new yeast species isolated from plants in Thailand. *Int. J. Syst. Bacteriol*. 48: 1025-1030.
Takashima, M. and T. Nakase. 2000. Four new species of the genus *Sporobolomyces* isolated from leaves in Thailand. *Mycoscience* 41: 357-369.
Takashima, M. and T. Nakase. 2001. *Tilletiopsis derxii, Tilletiopsis oryzicola* and *Tilletiopsis penniseti*, three new species of the genus *Tilletiopsis* isolated from leaves in Thailand. *Antonie van Leeuwenhoek* 80: 43-56.
Tamaoka, M. and K. Komagata. 1984. Determination of DNA base composition by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *FEMS Lett*. 25: 125-128.
Takashima, M., S.-O. Suh and T. Nakase. 1995. *Bensingtonia musae* sp. nov. isolated from a dead leaf of *Musa paradisiaca* and its phylogenetic relationship among basidiomycetous yeasts. *J. Gen. Appl. Microbiol*. 41: 153-161.
Thompson, J.D., D.G. Higgins and T.J. Gibson. 1994. CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acid Res*. 22: 4673-4680.
Yarrow, D. 1998. Methods for the isolation, maintenance and identification of yeasts. *In* Kurtzman, C.P. and J.W. Fell (eds.), The Yeasts, a Taxonomic Study, 4th ed., pp. 77-100. Elsevier, Amsterdam.

In Vitro Analysis of an Insect Fungus Collection: a Cytotoxicity Study

Patricia L. Watts, Supakit Wanasith, Sukitaya Veeranondha and Pataranun Ittiworapong
Animal Cell Culture Laboratory, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology,
National Science and Technology Development Agency, 113 Pahonyothin Rd.,
Klong 1, Klong Luang, Pathumthani 12120, Thaland

An investigation of the cytotoxicity of insect fungi collected and stored in the BIOTEC Culture Collection at BIOTEC-Yothi was undertaken to try to identify insect fungi that could be developed as biopesticides. In the study we included both teleomorph and anamorph phase fungus isolates. Twenty insect fungus genera and 820 isolates or strains from the collection have been studied: *Hypocrella, Aschersonia, Hirsutella, Hymenostilbe, Verticillium, Akanthomyces, Beauveria, Gibellula, Sphaerocordyceps, Engyodontium, Polycephalomyces, Stilbum, Acremonium, Pleurodesmospora, Cordyceps, Paecilomyces, Metarhizium, Torrubiella, Fusarium* and *Nomuraea.* Two cytotoxicity criteria were investigated. The first criterion of the project was the cytotoxicity to insect cells. Two cell lines were used, Sf9 (*Spodoptera frugiperda*, Fall Armyworm, ovary) and C6/36 (*Aedes albopictus*, mosquito, larvae) cells. The insect fungi were screened rapidly using a dose of 100 μg of extract (extract solvent: dichloromethane-methanol, 1:1) of the whole fungus culture and then the toxicity was quantified with an MTT Assay. The second criterion was the *lack* of toxicity to mammalian cells. Three test cell lines were used: L929, mouse fibroblast-like cells; BHK (21) C13, baby hamster kidney cells; and HepG2, human hepatoma cells.

Seven genera produced extracts that were toxic to insect cells with an ID_{50} of less than 10μg/ml. From these, 17 strains were toxic to insect cells but not to mammalian cells; the strains were from seven genera: *Hypocrella, Aschersonia, Akanthomyces, Beauveria, Paecilomyces, Cordyceps* and *Hirsutella*. Eleven of these 17 toxic strains were found amongst the teleomorph *Hypocrella* and its anamorph *Aschersonia*. Within this *Hypocrella/Aschersonia* group the teleomorph/anamorph relationship was very evident. Grouping together the teleomorph *H. discoidea* with its anamorph *A. samoensis*, and the teleomorph *H. tamurai* with its anamorph *A. tamurai* gave two groups with 7 and 3 cytotoxic strains, respectively. Thus in only two 'species', we found 10 of the 17 toxic strains. One strain of *Aschersonia badia* also fulfilled the two criteria of the project. The other genera were much less cytotoxic than the *Hypocrella/Aschersonia* group. Only 1 strain from *Beauveria, Paecilomyces, Akanthomyces, Cordyceps* and 2 strains from *Hirsutella* fulfilled the criteria of the project.

When we analyzed the sensitivity of the insect cell lines to all the extracts there was no difference; an equal number of extracts were toxic to both Sf9 and C6/36 cells. However there were 2 genera where cell line sensitivity was obvious at the screening dose. The Sf9 cells were very sensitive to *Hypocrella/Aschersonia*: 26 out of 42 toxic extracts were specifically toxic to Sf9 cells while only 4 were toxic to C6/36 cells, and 12 were toxic to both cell lines. In contrast, the C6/36 cells were more sensitive to the *Paecilomyces* extracts with 24 out 54 extracts uniquely toxic to C6/36 cells and only 3 toxic to Sf9 cells while 24 were toxic to both.

Some of the 'lead' insect fungus extracts, those that fulfilled both criteria of the survey, were analyzed with HPLC by P. Kittakoop and M. Isaka, Chemistry Laboratory, BIOTEC-Yothi. Three toxins, beauvericin, (+) rugulosin **(1)** and skyrin **(2)**, have been identified. Beauvericin is a well-known insecticide and is expressed in many fungi. In the present work, we found that (+)rugulosin (**1**) and skyrin (**2**) exhibited strong cytotoxic activity against the insect cell line Sf9, but showed weak activity toward mammalian cells. This novel report of (+) rugulosin (**1**) and skyrin (**2)** in *A. samoensis* was confirmed and demonstrated in another 4 strains of *A. samoensis* isolated in Thailand. The preferential cytotoxicity against Sf9 insect cells suggests that these insect pathogenic fungi of the *Hypocrella/Aschersonia* group might be useful as agents for pest control.

Key words: cytotoxicity, biopesticide, toxins, insect cells, mammalian cells

Introduction

Today worldwide concerns about our fragile ecological balance are making people re-think the use of chemical pesticides. Chemical pesticides are generally effective against a wide range of insects, have long half-lives and often are found in streams and lakes as pollutants from ground run-off. This has led to an increase in efforts to find and develop natural pesticides that are species specific and efficient. Entomopathogenic insect fungi may be a good source of toxins for biopesticides (Evans and Hywel-Jones, 1997). Insects are the natural hosts of these fungi and the fungus/host relationship is often very specific. Several products based on insect fungi have been exploited commercially for this use (Malsam et al., 1997).

The main objective of this project is to characterize extracts from all the insect fungi in the BIOTEC Culture Collection (BCC), isolated in Thailand, for specific target cytotoxic activity to insect cells. The fungus isolates were limited to those in the collection on January 1, 2000, the start of this project. This limitation was imposed in order to have an endpoint and to gain as unbiased a sample as possible.

Cytotoxicity assays with selected cells are now globally accepted as the first step in toxicity studies. These *in vitro* assays are less expensive than *in vivo* assays, allow more assays to be done, and conform to the world-wide trend towards a reduction in animal testing. Rather than using whole fungi or spores, we have chosen to use extracts of cultured fungi. Insect fungi can produce toxins under different growth conditions; because of the large number of isolates, we have restricted our growth conditions to static cultures. We used three media: 1) Potato dextrose broth (PDB) which has a high potential to produce metabolites; 2) M102, a medium with high glucose content and which is a high growth medium; and 3) MM, a minimum essential, completely defined growth medium, to simulate stress conditions and reduced growth. Previous investigations have shown that fungus toxins are generally small molecules; therefore a dichloromethane:methanol extraction vehicle was recommended (Dr. Prasat Kittakoop, personal communication). Because it was not known whether the toxins would be secreted and therefore be in the growth broth or retained within the mycelia, the whole culture was extracted.

The project was defined by two criteria: first, the extract had to be toxic to insect cells; and second, the extract had to be non-toxic to mammal cells. The two target insect cell lines were Sf9 (*Spodoptera frugiperda*, Fall Armyworm, ovary) and C6/36 (*Aedes albopictus*, mosquito, larvae). The insect fungi were screened rapidly for cytotoxicity to the insect cells with a dose of 100µg/ml. Extracts that reduced survival to 10% or less were further investigated to quantify the toxicity by determining the ID_{50} with the insect cells. Those with ID_{50}'s of less that 10µg/ml were considered toxic to insect cells and were assayed further. To be safe as pesticides, toxins to insects must *lack* toxicity to mammals. Cytotoxicity to target mammalian cells was quantified with two standard cytotoxicity test cell lines, i.e., L929, mouse fibroblast-like cells and BHK21(C13), baby hamster kidney cells, as well as a third cell line, HepG2, human hepatoma cells.

The biodiversity of fungi in Thailand has been studied by Dr. Nigel Hywel-Jones, Head of the Mycology Unit at BIOTEC Yothi. All of the isolates studied in this project were collected in Thailand, identified by the Mycology Unit and are stored in the BCC. The insect fungi have two states to their life cycle, an asexual phase (anamorphs) and a sexual phase (teleomorphs). Fungi in both phases have been collected; however, all revert to the anamorph phase in culture. The project screened 820 isolates. There are now 20 insect fungus genera in the survey: *Aschersonia; Hypocrella; Cordyceps; Hirsutella*; *Hymenostilbe; Akanthomyces; Verticillium; Metarhizium; Beauveria; Paecilomyces*; *Torrubiella*; *Gibellula; Sphaerocordyceps; Engyodontium; Polycephalomyces; Acremonium; Stilbum; Nomuraea; Fusarium;* and *Pleurodesmospora***.** There is a lot of confusion with the taxonomy and naming of species. This is particularly evident with the teleomorph/anamorph relationship where, with the exception of the *Hypocrella/Aschersonia*, this relationship is often not known. The teleomorphs grouped as *Cordyceps* have anamorphs in the genera *Hirsutella, Hymenostilbe, Akanthomyces, Beauveria, Paecilomyces, Nomuraea* and *Polycephalomyces*; and the teleomorphs grouped as *Torrubiella* have anamorphs in the genera *Hirsutella, Gibellula, Verticillium,* and *Engyodontium*. This is a general list of accepted teleomorph/anamorph groups, it is not definitive for all species (Hywel-Jones, 2001).

The host range of the insect fungi is diverse. It includes *Insecta, Araneae* (spiders and mites) and even *Fungi.* All of the insect fungus hosts have a chitin protection barrier to physical invasion. Of the 313 species of insect fungus collected by Nigel Hywel-Jones, from which the BCC insect fungi are derived, 75% are specific to insect orders, 17% to spiders and mites, 2% specific to fungi. It is this specificity, and the fact that many of the hosts have associations with plants and are agricultural pests that supports the search for insecticides amongst the insect fungi (Hywel-Jones, 2001).

Several entomopathogenic fungi have been exploited as biopesticides commercially. The products are derived from spores of strains from, for example, the species *Beauveria bassiana, B. brongniartii, Metarhizium anisopliae, Verticillium lecanii, Paecilomyces fumosoroseus* and *Nomuraea rileyi*. The fungus species, commercial name and target insects of many of the products are summarized in Table 1. It should be noted that the toxicity of the fungus is strain specific and not species specific. Because of this a large number of strains must be screened to find a toxic strain. That said, however, the toxicity of the fungus species can be found in many strains of the same fungus and also reflects host specificity.

Table 1. Examples of commercial products of entomopathogenic fungi and target pests (Malsam et al., 1997).

Fungus	**Product and company**	**Target pests**
Beauveria bassiana strain ATCC 74040	Naturalis, Troy Bioscience, USA	Thrips, whiteflies
Beauveria bassiana	Conidia, AgrEvo, Germany	Beetles
Beauveria bassiana	Mycotrol, Mycotech,USA	Homoptera, thrips, Lepidoptera
Beauveria brongniartii	AGO Biocontrol Beauveria 50	Homoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera
Metarhizium anisopliae	Bio-Path, Ecoscience, USA	Cockroaches
Metarhizium anisopliae	AGO Biocontrol Metarhizium 50	Lepidoptera, Homoptera, Coleoptera
Paecilomyces fumosoroseus	PFR-21, WR Grace, USA	aphids, thrips, armyworms, whiteflies
Paecilomyces fumosoroseus strain Apopka 97	PFR-97, Thermo Trilogy, USA	aphids, thrips
Nomuraea rileyi	AGO Biocontrol Nomuraea 50	Lepidoptera, Homoptera, Coleoptera
Verticillium lecanii	AGO Biocontrol Verticillim 50	Homoptera, Diptera
Verticillium lecanii	Mycotal, Koppert Bio.Systems, NL	whiteflies, thrips
Verticillium lecanii	Vertalec, Koppert, NL	aphids

Methodology

1. Insect fungi culture and extraction

The fungi were obtained from the BIOTEC Cell Collection. The mycelium of each fungus was cut and spread over PDA in several pieces. The agar pieces were put into liquid broth (PDB, 50 ml) to get a starter inoculum. This was cultivated for 7 days at 22-25^{o}C. A 10% inoculum was added to 25 ml of the three selected growth media: PDB which has a high potential to produce metabolites; M102, a high glucose content, high growth medium; and MM, a minimum essential growth medium, completely defined with yeast extract. The cultures were cultivated at 22-25 ^{o}C, under static conditions. The harvested cultures were freeze-dried and extracted with organic solvent (dichloromethane : methanol, 1:1), this was allowed to evaporate and the sample was dissolved in DMSO at a concentration of 20 mg/ml.

2. The cells and culture methods

Sf9 (*Spodoptera frugiperda*, Fall Armyworm, ovary) was cultured in TC100 with 10% FCS and 0.37 g/l sodium bicarbonate; C6/36 (*Aedes albopictus*, mosquito, larvae) cultured in MEM, 10% FCS and 1.1g/l $NaHCO_3$; L929, mouse fibroblast-like cells in DMEM, 10% FCS; BHK (21) C13, baby hamster kidney cells in GMEM, 5% FCS; and HepG2, human hepatoma cells in MEM, 10% FCS. The insect cells were incubated at 28 ^{o}C and the mammalian cells were incubated at 37 ^{o}C with 5% CO_2, in a fully humidified atmosphere. All cells were incubated for 48 h to allow for attachment and initiation of growth before applying fungus extracts. Culture reagents were bought from Gibthai.

All cells were bought from American Type Cell Collection, the stocks are cultured antibiotic-free and monitored for mycoplasma. Antibiotics, penicillin and streptomycin, were added to test samples.

3. Cytotoxicity assays

Cells were plated at an optimum concentration in a 96-well plate (cells/well) in 200 µl/well of medium. Optimum culture conditions for the medium and cell seeding density varied for each cell line: a) Sf9 were seeded at a concentration 4 $x10^3$ cells/well; b) C6/36 at 1.6 $x10^4$ cells/well, c) L929 at $5x10^2$ cells/well, d) BHK(21)C13 at 1 $x10^3$ cells/well, and e) HepG2 at $1x10^3$ cells/well.

4. Percent Survival screening assay

Initially, the insect fungi whole culture extracts were tested for possible cytotoxicity with the MTT Assay (see below) at a concentration of 100µg/ml with two insect cell lines: Sf9 and C6/36. The plates were read with a plate reader and the average OD of 8 wells (one column) from a 96-well plate treated with one sample was compared to the control to determine the % survival of the cells. Cytotoxins were identified as any fungus extract which resulted in 90% or more cell death. All fungus extracts that were toxic to either of the insect cell lines were assessed with the MTT Assay to quantify the toxic dose of the fungus extract.

5. Quantitation with MTT assay

For the MTT Assay the plates were seeded as for the % Survival Assay but the extracts were serially diluted at a ratio of 1:2, giving concentrations of: 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, and 1.56 µg/ml. The growth medium was aspirated from the wells and replaced with the sample at the various concentrations. The cells were exposed to the sample for 24 hours. The medium with toxin was then aspirated and replaced with fresh medium and the cultures incubated for a further 24 hours.

The sensitivity of the cell lines to the insect fungi extracts was determined using a modified tetrazolium-dye based microtitration assay (MTT) (Plumb et al., 1989). Briefly, 50 µl of MTT in PBS (2 mg/ml for Sf9, C6/36 , BHK (21) C13, and HepG2 and 5 mg/ml for L929) was added to the medium in each well and the cells were incubated for 4 hours. Medium and MTT were then aspirated from the wells, and formazan solubilized with 200 µl of DMSO and 25 µl of Sorensen's Glycine buffer, pH 10.5. The optical density was read with a plate reader at a wavelength of 570 nm. The average of 4 wells was used to determine the mean of each point. The data were analyzed with the SoftMax Program (Molecular Devices) to determine the ID_{50} for each toxin sample. Two controls were set up, one with medium, and the second with the DMSO (1%) in medium; reagent or solvent control. There was no difference between the two controls.

Cytotoxicity was defined as a compound with an ID_{50} of 10 µg/ml, or less. The choice of this value was based on Mitomycin C; a strong cytotoxin used in cancer chemotherapy with an ID_{50} of ~3 µg/ml. All insect fungi with an ID_{50} of $\leq$10µg/ml with either of the insect cell lines was assayed further with the three mammalian cell lines: L929, BHK (21) C13, and HepG2.

Results and Discussion

The results of this survey and their relative significance are dependent upon the size of the sample. The fact that the fungi in culture all revert to the anamorph, or asexual, phase of their life cycle also has a bearing upon significance especially for the samples of teleomorph origin. Therefore, the results of this screening project are given according to sample size, and then with comparisons between teleomorphs and anamorphs where there is a recognized correlation. The authority for this correlation in the BCC is Nigel Hywel-Jones (2001). The insect fungi are divided up into 3 arbitrary groups by sample size. There are 3 genera with over 100 samples or isolate, *Aschersonia*, *Cordyceps* and *Paecilomyces*; 7 genera with a sample size of 25-10, *Akanthomyces*, *Beauveria*, *Gibellula*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Hypocrella*, *Torrubiella*; and 10 genera with less than 25 samples in the screened collection, *Acremonium*, *Engydontium*, *Metarhizium*, *Nomuraea*, *Pleurodesmospora*, *Stilbum*, *Verticillium*, *Sphaerocordyceps*, *Fusarium* and *Polycephalomyes* (Table 2). In the first group, more than 10% of the strains of *Aschersonia* and *Paecilomyces* were cytotoxic at the screening dose of 100 µg/ml, while only 3% of the extracts from the *Cordyceps* species were toxic even at this relatively high dose concentration. The extracts from the *Aschersonia* species with ID_{50} < 10µg/ml were toxic to the insect cells and not to mammalian cells (7 out of 8 extracts) making them candidates

for biopesticides. In contrast the extracts from the *Paecilomyces* species were toxic to both insect and mammalian cells.

In the second group with samples sizes of 25-100 we were still able to identify some possible biopesticides. Although the numbers are small, about 50% of the extracts toxic to insect cells were not toxic to mammalian cells; these are from the genera *Akanthomyces, Beauveria, Hirsutella* and *Hypocrella*.

The numbers of samples are very small in the third group, less than 25, making the results less significant than from the first 2 groups. Here we were unable to identify any cytotoxic extracts from the 10 genera.

To summarize, lead extracts (those that were toxic to insect cells but not toxic to mammalian cells) were derived from a toal of 17 isolates (Table 3). These lead extracts by species were: *Aschersonia badia* (1) *A. samoensis* (4), *A. tamurai* (2), *Beauveria* sp. (1), *Hypocrella discoidea* (3), *H. tamurai* (1), *Hirsutella formicarum* (1), *Hirsutella nivea* (1), *Paecilomyces lilacinus* (1) *Cordyceps* sp. (1) and *Akanthomyce*s sp. (1).

A comparison can be made between the known teleomorphs and anamorphs in the survey and the cytotoxicity of their culture extracts. The teleomorph/anamorph identity is known for 12 of the 17 lead extracts (Table 4). Here, when we take into consideration that the teleomorphs revert to anamorphs in culture there are only 6 different cytotoxic insect fungus groups*:* 1) *Hypocrella discoidea/Aschersonia samoensis*; 2) *Hypocrella tamurai/Aschersonia tamurai*; 3) *Hypocrella badia/Aschersonia badia*, 4) *Hirsutella formicarum/Cordyceps unilateralis*, 5) *Akanthomyces* sp. and 6) *Beauveria* sp. Of the remaining recognized teleomorph/anamorph relationships shown in Table 4 there is also a similarity in the *lack* of cytotoxicity between the two life cycle phases. This reproducibility should occur and is not unexpected, all the same it is of importance that it did happen and is so clearly evident.

Table 2. The results of the survey summarized by genus.

Genus	Total isolates	Toxic at 100μg/ml for insect cells	Target: Insect cells Toxicity: ID_{50}<10μg/ml	Target: Mammalian cells Toxicity: ID_{50}>10μg/ml
Aschersonia	119	32	8	7
Cordyceps	186	4	1	1
Paecilomyces	202	54	5	1
Akantomyces	27	2	1	1
Beauveria	47	1	1	1
Gibellula	42	1	0	0
Hirsutella	45	2	2	2
Hymenostilbe	34	1	0	0
Hypocrella	39	10	4	4
Torrubiella	33	5	2	0
Acremonium	1	0	0	0
Engyodontium	3	0	0	0
Metarhizium	17	1	0	0
Nomuraea	8	0	0	0
Pleurodesmospora	4	0	0	0
Stilbum	1	0	0	0
Verticillium	5	1	0	0
Sphaerocordyceps	2	0	0	0
Polycepalomyces	1	0	0	0
Fusarium	4	0	0	0
Totals	820	114	24	17

There appears to be a sensitivity profile that is linked to fungus genus. A comparison of sensitivity measured with the screening dose of 100 μg/ml showed the insect cell lines were overall equally sensitive with 78 extracts toxic to the Sf9 cells and 79 toxic to the C6/36 cells. Contrary to this overall similarity we found two groups, *Paecilomyces* and *Hypocrella/Aschersonia,* showed a complete reversal of target cell toxicity in the screening assay. The Sf9 cells were very sensitive to *Hypocrella/Aschersonia*: 26 out of 42 toxic extracts were specifically toxic to Sf9 cells while only 4 were toxic to C6/36 cells, and 12 were toxic to both cell lines. In contrast, the C6/36 cells were more sensitive to the *Paecilomyces* extracts with 24 out 54 extracts uniquely toxic to C6/36 cells and only 3 toxic to Sf9 cells while 24 were toxic to both. *Aschersonia* are obligate to Homoptera/scale insect hosts this may be reflected in the toxicity to Sf9 cells. Another genus of insect fungi, *Gibellula*, shows an interesting lack of toxicity to both cell lines. These fungi are restricted to spiders, a family of insects very far removed from the armyworms and mosquitoes used for the assay cell lines.

Extrapolation from *in vitro* to *in vitro* and the reverse is often not valid, but it is still of interest to note these differences in toxicity of the extracts follow the general trend expected *in vitro*, and offer some support for biopesticide activity.

Table 3. Isolates and results of cytotoxicity tests with extracts that were identified as potential biopesticides in the survey.

Isolate	Medium	%Survival with 100µg/ml		ID_{50}				
		Sf9 cells	C6/36 cells	Sf9	C6/36	L929	BHK(21)C13	HepG2
Aschersonia badia BCC 1846	MM	3	104	10±0.8	>200	>200	>200	180±5
Aschersonia samoensis BCC 1616	PDB	8	6	4±2	80±3	48±2	21±0.4	64±17
	MM	11	8	3±2	80.9±3.3	>200	22±0.3	94±4
Aschersonia samoensis BCC 1749	PDB	9	19	10±2	>200	>200	76±4	>200
Aschersonia samoensis BCC 1605	PDB	2	10	6±1	90±3	27±2	42±3	63±15
Aschersonia samoensis BCC1393	PDB	0	53	3±0.4	>200	153±14	50±5.1	65±11
	MM	1	42	4±0.3	>200	>200	25.4±1.7	98.8±7.7
Aschersonia tamurai BCC 1767	MM	2	60	9±0.1	87±4	>200	41±1.7	46±4
Aschersonia tamurai BCC 1464	PDB	5	73	7±0.1	>200	159±0.2	60±2.2	70±3.9
	MM	1	4	3±0.2	22.4±1.7	98±11.7	15±3.2	21±0.9
Hypocrella discoidea BCC 2203	MM	7	100	6±0.2	>200	>200	107±7	>200
Hypocrella discoidea BCC 1606	PDB	3	73	5±1	169±28	104±3	36±2	69±5.3
Hypocrella discoidea BCC 2097	PDB	4	17	5±1	92±2	50±3	30±1	78±9.3
Hypocrella tamurai BCC 1680	MM	0	23	2±.04	>200	40±3	20±2	25±1
Akantomyces sp. BCC 1566	M102	17	2	7.9	22±0.5	200	58.2±2.1	>200
Hirsutella formicarum BCC 2326	PDB	2	5	5±0.1	69±2	>200	>200	>200
	MM	4	3	2±0.1	62±1	>200	>200	>200
Hirsutella nivea BCC 2594	PDB	8	47	0.2±0.04	55±5	20±3	17±1	14±3
	MM	1	47	1±0.12	55±7	26±3	23±3	33±2
	M102	2	41	1±0.02	63±5	19±2	29±1	21±2
Cordyceps sp. BCC 2349	M102	26	4	0.4±0.01	0.7±0.2	>200	95±25	>200
Beauveria sp. BCC 2120	M102	1	78	4.9+0.6	>200	>200	>200	>200

Table 4. Comparison of the cytotoxicity of paired teleomorphs and anamorphs (Hywel-Jones, 2001).

Teleomorph	Total isolates	Toxic: 100µg/ml	Leads	Anamorph	Total isolates	Toxic: 100µg/ml	Lead
Hypocrella discoidea	9	5	3	*Aschersonia samoensis*	24	13	4
Hypocrella tamurai	2	2	1	*Aschersonia tamurai*	8	4	2
Cordyceps unilateralis	2	0		*Hirsutella formicarum*	1	1	1
Hypocrella mollii	1	0		*Aschersonia confluens*	1	0	
Hypocrella raciborski	14	2		*Aschersonia placenta*	27	2	
Hypocrella tubulata	5	0		*Aschersonia tubulata*	17	8	
H. reineckinana	4	0		*Aschersonia marginata*	3	0	
Hypocrella javanica	1	0		*Aschersonia coffeae*	3	0	
C. brunneapunctata	2	0		*Hirsutella brunneapunctata*	2	0	
C. cf. *acicularis*	8	0		*Hirsutella* cf. *acicularis*	4	0	
C. dipterigena	4	1		*Hymenostilbe dipterigena*	1	0	
C. irangiensis	14	0	}	*Hymenostilbe aurantiaca*	1	0	
C. myrmecophila	2	0					
Cordyceps sp. 01	6	0		*Hirsutella* sp. 01	14	0	
Cordyceps sp. 02	13	1		*Hymenostilbe* sp. 02	22	1	
C. sp. 22 on *Lepidoptera*	2	0		*Paecilomyces tenuipes*	81	33	
C. specocephala	11	0		*Hymenostilbe specocephala*	6	0	
Torrubiella luteorostrata	2	0		*Paecilomyces cinnamomeus*	15	4	
T. hemipterigena	2	0		*Verticillium hemipterigenum*	2	1	

Toxic compounds in entomopathogenic fungi have been identified for several species, for example, destruxins (cyclic depsipeptide insecticides), beauvericin, and **(+)** rugulosin **(1)** and skyrin **(2)** (two anthraquinones). Destruxins have been isolated from *Aschersonia* species (Krasnoff and Gibson, 1996), *Beauveria* spp. (Strasser et al., 2001) and *Metarhizium anisopliae* (Somerville, 1985). Beauvericin, another insecticide, first isolated from *Beauveria bassiana* has been found in *Paecilomyces fumosoreus*, *P. tenuipes*, *Verticillium lecanii* and *Fusarium* spp. The activity of beauvericin is wide, affecting many insects. It has been reported to be more toxic to mammalian cells

than to insect cells (Nilanonta et al., 2000; Moretti et al., 2001). The two anthraquinones, (+) rugulosin **(1)** and skyrin **(2)**, have recently been identified in *Aschersonia samoensis* (Watts et al., 2003). In contrast to beauvericin these two insect cytotoxins showed little toxicity to mammalian cells. The ID_{50}'s of purified beauvericin, (+) rugulosin **(1)** and skyrin **(2)** with insect and mammalian cells is given in Table 5. All compounds were toxic to insect cells and beauvericin was highly toxic to mammalian cells, too. (+) Rugulosin **(1)** and skyrin **(2)** were, with one exception, not toxic to mammalian cells. The one exception was the toxic effect of (+) rugulosin **(1)** with BHK (21) C13 cells. In our experience BHK (21) C13 cells are often more sensitive than the other mammalian cells (L929 and HepG2).

Table 5. Quantified cytotoxicity of toxins purified from cultured insect fungi.

Toxin	ID_{50}				
	Sf9 (ug/ml)	C6/36 (ug/ml)	L929 (ug/ml)	BHK (21) C13 (ug/ml)	HepG2 (ug/ml)
Beauvericin *(B. bassiana)*	3.2±0.2	3.4±0.5	2.2±0.2	1.9±0.1	3.0±0.2
(+) Rugulosin **(1)** *(A. samoensis)*	1.2±0.9	>100	23.7±4.1	2.0±0.2	>100
Skyrin **(2)** *(A. samoensis)*	9.5±0.4	49.1±0.4	41.6±0.5	24.7±1.5	30.5±13.7

The effect of growth medium and the related culture conditions with and without stress did not correlate with the expression of cytotoxic toxins. Most often a given isolate would express a cytotoxic compound in only one of the three growth media, but the medium involved varied from strain to strain. Other isolates expressed toxins in two or all three media. There was no one medium that out-performed the others. The elimination of one of the growth media from this survey would have resulted in a reduction of positive isolates in the screening assay.

Conclusions

In summary, 1.7% of the isolates surveyed were cytotoxic to insect cells and not to mammalian cells. The expression of cytotoxins varied with the growth medium but the variation was not consistent between strains and no one medium was found to be superior to the others. A good correlation was demonstrated with teleomorph and anamorph pairs; even with such small numbers of isolates, toxicity was in general either present or absent in both phases. Fifteen isolates have been identified for further study as biopesticides.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT 642006. We wish to thank the members of the Mycology Unit, the BCC and the Fermentation Laboratory staff for their continuous help throughout this project.

References

Evans, H.C. and N.L. Hywel-Jones. 1997. Entomopathogenic fungi. *In* Ben-Dov, Y. and C.J. Hodgson (eds.), Soft Scale Insects – Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. 7B, pp. 3-27. Elsevier Science B.V., Amsterdam.

Hywel-Jones, N. 2001. A review of pathogenic Clavicipitaceae of Thailand. *In* Baimai, V. and R. Kumhom (eds.), BRT Research Reports 2001, pp. 34-41. Biodiversity Research and Training Program. Jirawat Express Co., Bangkok.

Krasnoff, S.B. and D.M. Gibson. 1996. New destruxins from the entomopathogenic fungus *Aschersonia* sp. *Journal of Natural Products* 59: 485-489.

Malsam, O., M. Kilian, R. Hain and D. Berg. 1997. Biological control: fungal insecticides. *In* Anke, T. (ed.), Fungal Biotechnology, pp. 27-37. Chapman and Hall, Weinheim.

Moretti, A., A. Ritieni, L. Macchia and A. Logrieco. 2001. Toxicological risk by beauvericin producing fungi. International Symposium 'Bioactive Fungal Metabolites-Impact and Exploitation', University of Wales, Swansea, UK.

Nilanonta, C., M. Isaka, P. Kittakoop, P. Palittapongarnpim, S. Kamchonwongpaisan, D. Pittayakhajonwut, M. Tanticharoen and Y. Thebtaranonth. 2000. Antimycobacterial and antiplasmodial cyclodepsipeptides from the insect pathogenic fungus *Paecilomyces tenuipes* BCC 1614. *Planta Medica* 66: 756-758.

Plumb, J.A., R. Milroy and S.B. Kaye. 1989. Effects of the pH dependence of 3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl-tetrazolium bromide-formazan absorption on chemosensitivity determined by a novel tetrazolium-based assay. *Cancer Res*earch 49(16): 4435-40.

Strasser, H., A. Vey and T.Q. Butt. 2001. Spatial and temporal distribution of toxins of insect pathogenic fungi. International Symposium 'Bioactive fungal metabolites-Impact and Exploitation', University of Wales, Swansea, UK.

Somerville, H.J. 1985. Microbial toxins. *In* Annals of the New York Academy of Sciences, pp. 93-108. New York.

Watts, P., P. Kittakoop, S. Veeranondha, S. Wanasith, R. Thongwichian, P. Saiasha, S. Intamas and N.L. Hywel-Jones. 2003. Cytotoxicity against insect cells of entomopathogenic fungi of the genera *Hypocrella* (anamorph *Aschersonia*): possible agents for biological control. *Mycol. Res.* 107(5): 581-586.

ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

อุดมลักษณ์ สมพงษ์ และ ยุวดี พีรพรพิศาล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50202

Abstract: Biodiversity of Algae in Some Hot Spring Areas in the Upper Part of Northern Thailand

Udomlak Sompong and Yuwadee Peerapornpisal

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

The biodiversity of algae in some hot springs in 9 areas of the upper part of northern Thailand was investigated between February 1999 and August 2000. Samples were taken from San Kampaeng in Mae Orn sub-district, Pong Deuad in Mae Tang district, Theppanom in Mae Chaem district, Mae Fang in Fang district and Pong Nam Ron Doi Saket in Doi Saket district, Chiang Mai province; Jae Son in Muang Pan district, Lampang province; Tha Pai in Pai district, Mae Hong Son province; and Pong Nam Ron Mae Jan in Mae Jan district and Huay Mak Lium in Muang district, Chiang Rai province. Algal samples were collected in rainy and dry seasons, except in Mae Fang and Huay Mak Lium hot springs where the samples were taken only in the rainy season. The water temperature ranged from 30 to 80 °C. The physico - chemical properties of water were also examined. Forty – three genera and seventy - eight species of algae were found. The majority were blue green algae in the Division Cyanophyta comprising 21 genera and 39 species, followed by diatoms in the Division Bacillariophyta, 19 genera and 29 species, green algae in the Division Chlorophyta, 7 genera and 9 species, and the Division Euglenophyta, 1 species. The dominant species of blue green algae were *Phormidium boryanum* (Bory ex Gom.) Anagn. et Kom. and *Synechococcus lividus* Nägeli which were found at temperatures between 55 and 57 °C and *Synechococcus* sp. at temperatures between 65 and 72 °C. The dominant species of diatoms were *Diatomella balfouriana* Grev. and *Rhopalodia gibberrula* (Ehrenberg) O. Müller found at temperatures between 30 and 59 °C.

At the temperature ranges of 30-39 °C, 40-49 °C, 50-59 °C, 60-69 °C and 70-80 °C, the groups of algae found were 47 genera and 75 species, 38 genera and 65 species, 18 genera and 28 species, 3 genera and 5 species and 1 genus and 3 species respectively. The greatest diversity of algae were found in Theppanom hot spring. The biodiversity of algae found in every sampling site was positively correlated with dissolved oxygen, and negatively correlated with temperature and sulfide content in the water at a 99% level of significance.

Key words: biodiversity, thermophilic algae, blue-green algae (cyanobacteria), hot spring

บทนำ

มนุษย์รู้จักน้ำพุร้อน และการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนกันมานานแล้ว โดยเฉพาะคุณประโยชน์ที่มนุษย์นำมาใช้อาบ และใช้รักษาโรคทางการแพทย์แผนโบราณ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งพลังงานใต้พิภพที่สำคัญ โดยสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า นำไปใช้กับเครื่องบ่มแห้งผลิตผลทางการเกษตร และใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ อีกมากมาย น้ำร้อนที่ผ่านการใช้ประโยชน์ต่างๆ จนมีอุณหภูมิต่ำลงยังสามารถระบายลงสู่แปลงเพาะปลูก เป็นประโยชน์ต่อการเกษตรได้โดยตรงอีกด้วย

จากรายงานการสำรวจแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยกรมทรัพยากรธรณี (2529) พบแหล่งน้ำพุร้อนบริเวณภาคเหนือทั้งหมดประมาณ 50 แหล่ง อุณหภูมิของน้ำพุร้อนบนผิวดินอยู่ในช่วงตั้งแต่ 40-100°C เมื่อน้ำร้อนใต้พื้นดินไหลขึ้นสู่ผิวดิน ทำให้เกิดการละลายของแร่ธาตุตามชั้นหิน ทำให้น้ำพุร้อนมี

ปริมาณสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ซึ่งบางชนิดสามารถสร้างอาหารจากการสังเคราะห์แสงได้เอง และเมื่อสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นได้รับแสงอย่างเพียงพอจะทำให้สามารถสังเคราะห์แสงได้ดี ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตเบื้องต้นของระบบนิเวศนั้นๆ

ในจำนวนจุลินทรีย์ต่างๆ ที่สามารถเจริญได้ในที่ๆ มีสภาพแวดล้อมผิดปกติ เช่นในน้ำพุร้อนนี้มีหลายประเภท สาหร่าย เป็นสิ่งมีชีวิตประเภทหนึ่งที่สามารถเจริญได้ในน้ำพุร้อน เราเรียกสาหร่ายเหล่านี้ว่า สาหร่ายทนร้อน หรือ thermophilic algae ซึ่งเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดมาเป็นกลุ่มแรกๆ คู่กับแบคทีเรียในแง่วิวัฒนาการ จวบจนกระทั่งปัจจุบันสาหร่ายกลุ่มนี้ก็ยังคงลักษณะทางสัณฐานวิทยาแบบเดิมอยู่มาก สาหร่ายกลุ่มนี้มีความพิเศษกว่าสาหร่ายอื่นๆ โดยพบว่าโครงสร้างของเซลล์มีลักษณะพิเศษ โดยมีเยื่อหุ้มเซลล์ที่หนาและยังมีเมือกหุ้มอยู่ภายนอก รวมทั้งยังมีไขมันจำนวนมาก ทำให้มีลักษณะคล้ายฉนวนป้องกันอุณหภูมิที่สูงเกินไป นอกจากนี้กลุ่มของเอนไซม์ในสาหร่ายเหล่านี้ยังมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถทำงานได้หรือไม่เสียสภาพแม้อยู่ในช่วงอุณหภูมิสูงๆ จัดได้ว่าสาหร่ายกลุ่มนี้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี จากคุณสมบัติพิเศษดังกล่าวของสาหร่ายกลุ่มนี้ หากมีการศึกษาค้นคว้าอย่างจริงจัง ก็ย่อมสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์ได้เช่นกัน

สาหร่ายในน้ำพุร้อนส่วนใหญ่เป็นพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งบางชนิดสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม โดยมีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ สารปฏิชีวนะ และเนื่องจากสาหร่ายประเภทนี้สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิที่สูง จึงก่อให้เกิดข้อได้เปรียบในการนำสาหร่ายทนร้อนเหล่านี้ไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ระบบทำความเย็น ถ้าใช้สิ่งมีชีวิตที่เจริญอยู่ในอุณหภูมิปกติ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ระบบดังกล่าว อันเป็นการลดต้นทุนในการผลิตได้มาก ได้มีการนำเอาสาหร่ายในน้ำพุร้อนนี้มาใช้แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาถึงชนิดที่สามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้มาก ซึ่งเป็นการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีปริมาณมากเกินจากสิ่งแวดล้อม ในขณะเดียวกันในกระบวนการเมตาบอลิซึมก็จะได้สารอินทรีย์หลายชนิดที่มีประโยชน์จากกระบวนการดังกล่าว จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในกลุ่มดังกล่าวมาผลิตก๊าซไฮโดรเจนที่เป็นพลังงานบริสุทธิ์ได้อีกด้วย

การศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในน้ำพุร้อนในประเทศไทย มีการศึกษากันอย่างประปรายและไม่ต่อเนื่อง ทั้งๆ ที่เป็นทรัพยากรที่น่าจะนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ที่จะสำรวจความหลากหลายของสาหร่ายในน้ำพุร้อนในเขตภาคเหนือตอนบน ซึ่งมีอยู่หลายแหล่งซึ่งในแต่ละแหล่งจะมีอุณหภูมิและองค์ประกอบของน้ำแตกต่างกัน รวมทั้งชนิดและปริมาณของสาหร่ายในน้ำพุร้อน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการกระจายของสาหร่าย คาดว่าผลจากการวิจัยจะทำให้ทราบถึงความหลากหลายของสาหร่ายในน้ำพุร้อนแต่ละแหล่ง ซึ่งถือได้ว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญอีกประเภทหนึ่ง และยังอาจพบชนิดที่มีประโยชน์ที่สามารถประยุกต์ใช้ในด้านอุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม การแพทย์ และการเกษตร ต่อไปได้ในอนาคต

สถานภาพของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจนถึงปัจจุบัน

ในประเทศไทยมีนักวิจัยได้ทำการสำรวจความหลากหลายของสาหร่ายในน้ำพุร้อนไม่มากนัก สำหรับในภาคเหนือ สระบุรี (2523) ได้ทำการสำรวจจุลินทรีย์ในน้ำพุร้อนสันกำแพง จ.เชียงใหม่ พบสาหร่ายทั้งหมด 10 ชนิด เช่น *Chroococcus turgidus*, *Anabaena* sp., *Navicula* sp., *Oscillatoria* spp., *Spirogyra* sp. และ *Stigeoclonium* sp. ต่อมา กาญจนา และคณะ (2532) ได้ทำการสำรวจและศึกษาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในน้ำพุร้อนบางแหล่งในภาคเหนือ ได้แก่ น้ำพุร้อนแม่ฝาง และน้ำพุร้อนสันกำแพง จ.เชียงใหม่ และน้ำพุร้อนบ้านท่าไม้แดง จ.กำแพงเพชร พบสาหร่ายชนิดเด่น ได้แก่ *Calothrix* sp., *Oscillatoria terebriformis* และ *Synechococcus* sp. ต่อมา ประวิทย์ (2533) ทำการศึกษาสาหร่ายในน้ำพุร้อนสันกำแพง จ.เชียงใหม่ ระหว่างปี 2530 - 2531 พบสาหร่ายทั้งหมด 98 ชนิด เช่น *Oscillatoria* spp., *Navicula* spp., *Diploneis mauleri, Epithemia cistula* และ *Synechococcus aeruginosus* เป็นต้น โดยพบว่าคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง และปริมาณแร่ธาตุ มีอิทธิพลต่อการกระจายของสาหร่ายในน้ำพุร้อน

ส่วนบริเวณภาคกลาง กาญจนา และสุทธิรักษ์ (2535) ได้ทำการสำรวจชนิดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในบ่อน้ำร้อนหินดาด อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี และบ่อน้ำร้อนท่าไม้แดง จ.กำแพงเพชร อุณหภูมิ 40-49°C พบ *Oscillatoria* spp. เป็นชนิดเด่น นอกจากนั้นยังพบ *Mastigocladus* sp., *Synechococcus* sp. และ *Calothrix* sp.

ในระยะเวลาใกล้ๆ กัน ได้มีการสำรวจสาหร่ายดังกล่าวในภาคใต้ โดย วิรัชนีย์ (2534) ศึกษาชนิดและนิเวศวิทยาของสาหร่ายในน้ำพุร้อนที่ อ.เขาชัยสน จ.พัทลุง ระหว่างปี 2534-2535 โดยเก็บตัวอย่างสาหร่าย ในน้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิ 53 - 59°C พบสาหร่ายทั้งหมด 14 ชนิด ตัวอย่างเช่น *Synechococcus elongatus, Synechococcus aquatilis, Phormidium ambigum, Dermocarpa sphaerica* และ *Stigonema hormoides* เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้ทำการแยกตัวอย่างสาหร่ายที่พบ ซึ่งสามารถแยกได้ทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Chroococcus* sp., *Phormidium ambigum, Stigonema hormoides, Synechococcus elongatus* และ *Synechocystis aquatilis*

ในต่างประเทศมีการศึกษากันในหลายภูมิภาค เช่น Leghari and Thebo (1983) ศึกษาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในน้ำพุร้อน Laki Shah Sadar ประเทศปากีสถาน อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 32-42°C พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งหมด 21 ชนิด จัดอยู่ในกลุ่ม Chroococcales และ Nostocales สาหร่ายชนิดที่เด่นคือ *Oscillatoria* spp., *Phormidium* spp. และ *Synechococcus* spp. ซึ่งพบทุกช่วงอุณหภูมิ และ Compére and Delmotte (1986) ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างสาหร่ายในน้ำพุร้อน 2 แหล่งในประเทศแซมเบีย ทวีปแอฟริกา ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 54-84°C แตกต่างกันไปตามฤดูกาล พบไดอะตอม 120 ชนิด และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหลายชนิด เช่น *Scytonema figuratum, Oscillatoria* spp., *Lyngbya angustissima, Synechococcus lividus, Rhopalodia gibberula, Pinnularia appendiculata* และ *Cocconeis pediculus* เป็นต้น

มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการที่มีผลต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น Castenholz (1976) ศึกษาผลกระทบของซัลไฟด์ที่มีต่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในน้ำพุร้อนประเทศนิวซีแลนด์และไอซ์แลนด์ พบว่าความเข้มข้นของซัลไฟด์ที่ละลายน้ำจะเป็นตัวกำหนดชนิดของสาหร่าย นอกจากนี้ยังมีผลต่อปัจจัยทางเคมีในน้ำ ทำการศึกษา *Mastigocladus laminosus* ในประเทศนิวซีแลนด์พบว่า สาหร่ายชนิดนี้จะไวต่อปริมาณซัลไฟด์เกิน 0.15 mg/l ส่วนในประเทศไอซ์แลนด์จะไวต่อปริมาณซัลไฟด์เกิน 0.25 mg/l และพบว่าไม่สามารถพบสาหร่ายชนิดนี้ในน้ำที่มีซัลไฟด์สูงมากๆ

ในแง่ของการเพาะเลี้ยงที่ต้องการผลผลิตต่างๆ และการประยุกต์เพื่อนำไปใช้มีการวิจัยกันมาก ซึ่ง Hayashi et al. (1994) ทำการแยกสายพันธุ์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 3 สายพันธุ์ จากน้ำพุร้อนสันกำแพง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ พบว่า *Chroococcidiopsis* sp. สายพันธุ์ TS - 821 สามารถเจริญได้ในอาหารเพาะเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 50°C สามารถตรึงไนโตรเจน ทนต่อไนไตรท์ ซัลไฟต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นสูงๆ ได้ Fish and Codd (1994) ศึกษาการผลิตสารต่อต้านแบคทีเรียซึ่งผลิตจาก *Phormidium* sp. พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของ heterotrophic bacteria หลายชนิดพร้อมกันนั้นยังสามารถยับยั้งเชื้อยีสต์และรา เช่น *Candida albicans* และ *Cladosporium resinae* ต่อมา Sakamoto et al. (1995) ศึกษาสาหร่ายสีเขียว *Chlorella* จากน้ำพุร้อนในประเทศญี่ปุ่น พบว่าสามารถทนอุณหภูมิและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงๆ ได้ โดยสาหร่ายชนิดนี้สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 42°C และเจริญได้ดีในชุดการทดลองที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 40% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายชนิดนี้มีความเหมาะสมในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมได้ เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Hefley (2000) รายงานว่าทีมวิศวกรจากมหาวิทยาลัย Ohio ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้สร้างตัวกรองแบบใหม่ที่ทำจากสิ่งมีชีวิต (new living filter) โดยทำมาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ culture ของสาหร่ายในน้ำพุร้อนซึ่งมีคุณสมบัติในการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากโรงงานได้ โดยสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณ 20% นอกจากนี้ Miyake et al. (1999) ได้ศึกษาการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและแบคทีเรียสังเคราะห์แสงในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วิธีการ

1. การสำรวจแหล่งน้ำพุร้อนในเขตภาคเหนือตอนบน

สำรวจแหล่งน้ำพุร้อนในเขตภาคเหนือตอนบนพบว่ามีอุณหภูมิแตกต่างกันชัดเจนในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในน้ำพุร้อนแต่ละแหล่ง ทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างโดยแบ่งตามอุณหภูมิและสิ่งแวดล้อมรอบๆ จุดเก็บตัวอย่าง กำหนดแหล่งน้ำพุร้อนที่ทำการศึกษาได้ดังนี้

แหล่ง	น้ำพุร้อน	วันที่เก็บ	พิกัดภูมิศาสตร์	ความสูงจากระดับน้ำทะเล	ที่ตั้ง	ช่วงอุณหภูมิ	การใช้ประโยชน์	ชนิดของน้ำพุร้อน
1	สันกำแพง	4 ม.ค. และ 21 พ.ค. 2543	18°48′N, 99°13′E	363	กิ่ง อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่	35-85	ผลิตกระแสไฟฟ้า, เป็นแหล่งท่องเที่ยว	hot pool และ seep spring
2	โป่งเดือด	10 มี.ค. 2542 และ 3 มิ.ย. 2543	19°14′N, 98°41′E	760	อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่	34-84	แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพและแหล่งท่องเที่ยว	geyser
3	เทพนม	2 เม.ย. 2542 และ 4 มิ.ย. 2543	18°16′N, 98°23′E	376	อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	36-78	แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ	hot pool และ seep spring
4	ดอยสะเก็ด	19 ก.พ. และ 19 มิ.ย. 2542	18°50′N, 99°17′E	420	อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	33-75	แหล่งท่องเที่ยว	hot pool
5	แม่ฝาง	27 พ.ค. 2542	19°57′N, 99°11′E	500	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	32-80	แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพและแหล่งท่องเที่ยว	hot pool และ seep spring
6	แจ้ซ้อน	18 มิ.ย. 2542 และ 29 ม.ค. 2543	18°47′N, 99°30′E	450	อ.เมืองปาน จ.ลำปาง	35-75	แหล่งท่องเที่ยว	hot pool และ seep spring
7	ท่าปาย	13 ส.ค. 2542 และ 7 ม.ค. 2543	19°18′N, 98°28′E	480	อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน	38-76	แหล่งท่องเที่ยว	hot pool และ seep spring
8	แม่จัน	21 ธ.ค. 2542 และ 31 พ.ค. 2543	20°10′N, 99°53′E	420	อ.แม่จัน จ.เชียงราย	33-78	แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพและแหล่งท่องเที่ยว	hot pool และ seep spring
9	ห้วยหมากเลี่ยม	31 พ.ค. 2543	19°56′N, 99°50′E	420	อ.เมือง จ.เชียงราย	38-63	แหล่งท่องเที่ยว	hot pool

ในแต่ละแหล่งกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ตามระดับของอุณหภูมิดังนี้ ระดับที่ 1 อุณหภูมิ 30-39°C, ระดับที่ 2 อุณหภูมิ 40-49°C, ระดับที่ 3 อุณหภูมิ 50-59°C, ระดับที่ 4 อุณหภูมิ 60-69°C และระดับที่ 5 อุณหภูมิ 70-80°C

2. ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการของน้ำพุร้อน

ศึกษาลักษณะของแหล่งน้ำ วัดอุณหภูมิของน้ำและอากาศ ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude) ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) pH ค่าความขุ่น ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณสารอาหารไนเตรท ไนโตรเจน แอมโมเนียม soluble reactive phosphorus (SRP) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) (APHA, AWWA and WPCF, 1992)

3. เก็บตัวอย่างสาหร่ายมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ

เก็บตัวอย่างสาหร่ายพวกที่เกาะอยู่บนหินโดยขูดด้วยมือหรือปัดด้วยแปรงให้ตัวอย่างไหลลงในภาชนะที่มีฝาปิดและทนความร้อน ส่วนสาหร่ายที่อยู่บริเวณท้องน้ำหรือผิวน้ำ ค่อยๆ เอาช้อนตักที่ผิวใสในภาชนะที่ทนความร้อน

สำหรับสาหร่ายขนาดใหญ่หรือสาหร่ายพวกเส้นสาย ใช้วิธีเก็บสาหร่ายที่เกาะอยู่บน substrate ต่างๆ ใส่ในถุงพลาสติกหรือภาชนะที่ทนความร้อน จากนั้นเก็บรักษาสาหร่ายด้วย 5% formalin หรือ 2% glutaraldehyde (วิรัชนีย์, 2534; Dell'Uomo, 1986)

4. วินิจฉัยชนิดและปริมาณสาหร่ายที่สำรวจพบ

วินิจฉัยชนิดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สำรวจพบจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น Desikachary (1959), Anagnostidis and Komarèk (1985, 1988, 1990) และ Komarèk and Anagnostidis (1989, 1999) ชนิดของไดอะตอม เช่น Compère and Delmotte (1986), Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991b) สาหร่ายกลุ่มอื่นๆ เช่น Huber-Pestalozzi (1983) และ Croasdale and Flint (1986, 1988) ทำการวาดรูปและถ่ายภาพสาหร่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (compound microscope) ส่วนไดอะตอมบางชนิดบันทึกภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) เพื่อทำการวินิจฉัยถึงระดับชนิดต่อไป

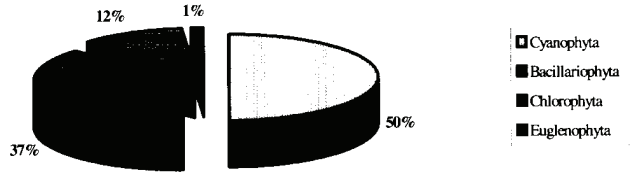
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทางด้านชนิด ปริมาณสาหร่าย และคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติด้วย SPSS package เพื่อหาองค์ประกอบทางด้านกายภาพ และเคมีของน้ำพุร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง species composition ของสาหร่าย พร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ Correlations Analysis และ Cluster Analysis

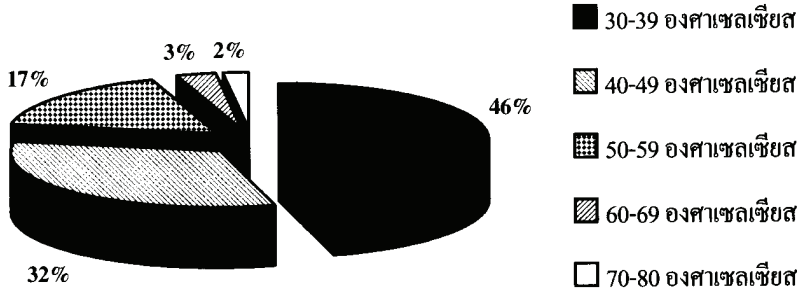
ผลการวิจัย

1. การกระจายของสาหร่ายในแหล่งน้ำพุร้อนที่ทำการศึกษา

จากการสำรวจสาหร่ายกลุ่มต่างๆ ในแหล่งน้ำพุร้อนบริเวณภาคเหนือตอนบนจำนวน 9 แหล่ง พบสาหร่ายทั้งหมด 48 สกุล 78 ชนิด (ตารางที่ 1) แบ่งออกเป็น 4 Divisions คือ Cyanophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta และ Euglenophyta (ภาพที่ 1) สาหร่ายที่เป็นกลุ่มเด่นคือสาหร่ายใน Division Cyanophyta พบทั้งหมด 21 สกุล 39 ชนิด คิดเป็น 50% รองลงมาคือ สาหร่ายในกลุ่ม Bacillariophyta พบทั้งหมด 19 สกุล 29 ชนิด คิดเป็น 37% สาหร่ายในกลุ่ม Chlorophyta พบ 7 สกุล 9 ชนิด คิดเป็น 12% และสาหร่ายในกลุ่ม Euglenophyta พบเพียง 1 ชนิด คิดเป็น 1% ตัวอย่างสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนบางชนิดแสดงในภาพที่ 4-5 เมื่อศึกษาการกระจายของสาหร่ายตามช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 30-80°C โดยแบ่งเป็น 5 ระดับคือ 30-39, 40-49, 50-59, 60-69 และ 70-80°C พบสาหร่ายในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ดังในตารางที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1. เปอร์เซ็นต์ชนิดสาหร่ายที่พบในแหล่งน้ำพุร้อนในเขตภาคเหนือตอนบน ทั้ง 9 แหล่ง



ภาพที่ 2. เปอร์เซ็นต์ชนิดสาหร่ายที่พบตามช่วงระดับอุณหภูมิ ตั้งแต่ 30-80°C

ตารางที่ 1. ชนิด และปริมาณสาหร่ายที่พบในน้ำพุร้อนทั้ง 9 แหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

(frequency species = +++, moderate species = ++, rare species = +, non detectable = -)

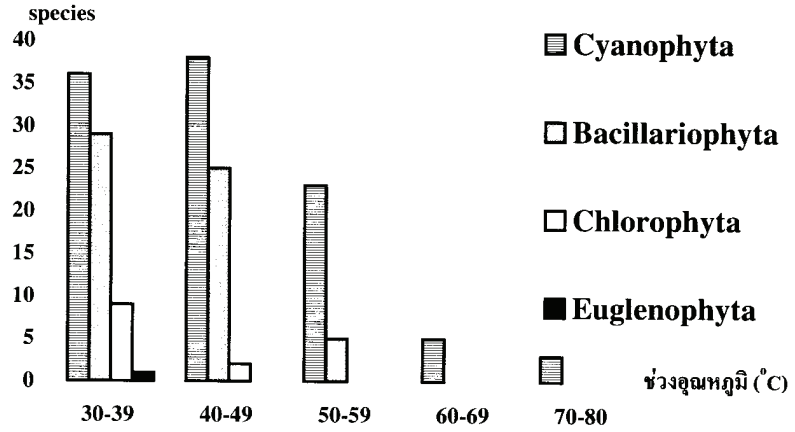
ชนิดสาหร่าย	ช่วงอุณหภูมิ (°C)				
	30-39	40-49	50-59	60-69	70-80
Cyanophyta					
Aphanothece bullosa (Meneghini) Rabenhorst	+	+	+	-	-
Bacularia thermalis Frémy	+	+	-	-	-
Calothrix thermalis (Schmidle) Hansg.	+	++	-	-	-
Calothrix sp.	+	+	-	-	-
Chroococcidiopsis thermalis Geitler	+	++	++	-	-
Chroococcus globosus (Elenkin) Hindák	++	++	+	-	-
C. minor (Kützing) Nägeli	++	++	-	-	-
C. minutus (Kützing) Nägeli	++	++	-	-	-
C. thermalis (Meneghini) Kovácik	++	++	-	-	-
Cyanobacterium minervae (Copeland) Komarek	+	++	+	+	-
Cyanosarcina gelatinosa (Emoto et Yoneda) Kovácik	+	++	++	-	-
C. spectabilis (Geitler) Kovácik	+	+	+	-	-
C. thermalis (Hindák) Kovácik	+	++	++	-	-
Gloeocapsa gelatinosa Kützing	++	+	-	-	-
Homoeothrix sp.	+	+	-	-	-
Lyngbya majuscula Harvey ex Gomont	++	++	+	-	-
L. parelegans Lemmermann	+	++	++	-	-
Lyngbya sp.	++	++	++	-	-
Mastigocladus laminosus Cohn	+	++	++	+	-
Merismopedia sp.	+	-	-	-	-
Onkonema compactum Geitler	+	+	-	-	-
Oscillatoria chlorina Kützing ex Gomont	+	+	+	-	-
O. limosa Ag. ex Gomont	+	+	-	-	-
O. sancta (Kützing) Gomont	+	+	-	-	-
O. splendida Grev. ex Gomont	+	+	+	-	-
O. terebriformis Ag.	+	++	++	-	-
O. willei Gardner em. Drouet	+	++	+	-	-
Phormidium boryanum (Bory ex Gom.) - Anagn. et Kom.	+	+++	+++	-	-
P. laminosum Gomont	+	++	-	-	-
Pseudanabaena catenata Lauterb	+	++	++	-	-
Ps. Galeata sensu Anagnostidis	+	++	++	-	-
Rivularia dura Roth	+	+	-	-	-
Scytonema coactile Mont.	++	++	-	-	-
S. mirabile (Dillw.) Born.	++	++	-	-	-
Symploca thermalis (Kützing) Gomont	+	++	+	-	-
Synechococcus bigranulatus Skuja	-	+	++	++	+
Sy. lividus Copeland	-	++	++	+++	+
Synechococcus sp.	-	+	++	+++	+++
Synechocystis minuscula Voronichin	+	++	++	-	-

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชนิดสาหร่าย	ช่วงอุณหภูมิ (°C)				
	30-39	40-49	50-59	60-69	70-80
Bacillariophyta					
Achnanthes exigua Grunow	++	+	+	-	-
A. lanceolata (Brébisson) Grunow	+	+	-	-	-
Achnanthes sp.	+	+	-	-	-
Amphora sp.	+	+	-	-	-
Anomoeoneis sphaerophora (Ehrenberg) Pfitzer	+	++	++	-	-
Caloneis sp.	+	+	-	-	-
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	+	-	-	-	-
Diatomella balfouriana Grev.	++	++	++	-	-
Diploneis elliptica (Kützing) Cleve	++	++	-	-	-
Diploneis sp.	+	+	-	-	-
Epithemia zebra (Ehrenberg) Kützing	+	+	-	-	-
Eunotia sp.	+	+	-	-	-
Fragilaria sp.	+	-	-	-	-
Gomphonema augur Ehrenberg	+	+	-	-	-
G. gracile Ehrenberg	+	-	-	-	-
Hantzschia sp.	+	+	-	-	-
Navicula sp.	+	+	-	-	-
Nitzschia ignorata Krásske	+	+	-	-	-
N. scalpelliformis (Grunow) Grunow	+	+	-	-	-
N. thermalis Kützing	+	+	+	-	-
Pinnularia divergens W. Smith	+	+	-	-	-
Pi. viridis (Nitzsch) Ehrenberg	++	+	-	-	-
Pinnularia sp. 1	++	+	-	-	-
Pinnularia sp. 2	+	+	-	-	-
Rhopalodia gibberrula (Ehrenberg) O. Müller	++	++	++	-	-
Rhopalodia sp.	+	+	-	-	-
Stauroneis sp.	+	+	-	-	-
Surirella biseriata Brébisson	++	++	-	-	-
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg	+	-	-	-	-
Chlorophyta					
Chlorella vulgaris Beyerinck	+	-	-	-	-
Cladophora glomerata Kützing	++	-	-	-	-
Closterium ehrenbergii Meneghini	++	-	-	-	-
Cosmarium sp. 1	+	-	-	-	-
Cosmarium sp. 2	+	-	-	-	-
Cosmarium sp. 3	+	-	-	-	-
Oedogonium areolatum Lagerheim	++	+	-	-	-
Pleurotaenium sp.	+	-	-	-	-
Spirogyra sp.	++	+	-	-	-
Euglenophyta					
Trachelomonas sp.	+	-	-	-	-

2. ความหลากหลายของสาหร่าย

ในช่วงอุณหภูมิ 30-39°C มีจำนวนชนิดสาหร่ายมากที่สุดคือ 47 สกุล 75 ชนิด คิดเป็น 46% ซึ่งพบชนิดสาหร่ายพวก Cyanophyta มากที่สุดคือ 20 สกุล 36 ชนิด รองลงมาคือ Bacillariophyta 19 สกุล 29 ชนิด, Chlorophyta 7 สกุล 9 ชนิด และ Euglenophyta 1 ชนิด ตามลำดับ รองลงมาคือช่วง 40-49 °C พบสาหร่าย 38 สกุล 65 ชนิด คิดเป็น 32% โดยพบ Cyanophyta 20 สกุล 38 ชนิด, Bacillariophyta 16 สกุล 25 ชนิด และ Chlorophyta 2 สกุล 2 ชนิด ตามลำดับ ช่วงอุณหภูมิ 50-59°C พบสาหร่าย 18 สกุล 28 ชนิด คิดเป็น 17% โดยพบสาหร่ายพวก Cyanophyta 13 สกุล 23 ชนิด และ Bacillariophyta 5 สกุล 5 ชนิด ช่วงอุณหภูมิ 60-69°C พบสาหร่าย 3 สกุล 5 ชนิด คิดเป็น 3% เป็นสาหร่ายพวก Cyanophyta ทุกชนิด และช่วงอุณหภูมิ 70-80°C พบสาหร่าย 1 สกุล 3 ชนิด คิดเป็น 2% เป็นสาหร่ายพวก Cyanophyta ทุกชนิดเช่นกัน (ภาพที่ 3) ซึ่งพบว่ายิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นจำนวนชนิดสาหร่ายยิ่งลดลง



ภาพที่ 3. ชนิดสาหร่ายที่พบตามช่วงอุณหภูมิ 30-39, 40-49, 50-59, 60-69 และ 70-80°C

น้ำพุร้อนเทพนมมีความหลากหลายของสาหร่ายมากที่สุดโดยพบทั้งหมด 38 สกุล 56 ชนิด รองลงมาคือ น้ำพุร้อนโป่งเดือด 36 สกุล 50 ชนิด, น้ำพุร้อนแจ้ซ้อน 34 สกุล 49 ชนิด, น้ำพุร้อนแม่ฝาง 30 สกุล 46 ชนิด, น้ำพุร้อนสันกำแพง 30 สกุล 44 ชนิด, น้ำพุร้อนท่าปาย และโป่งน้ำร้อนแม่จัน 28 สกุล 37 ชนิด, โป่งน้ำร้อนดอยสะเก็ด 28 สกุล 33 ชนิด และน้ำพุร้อนห้วยหมากเลี่ยม 22 สกุล 32 ชนิด ตามลำดับ

3. ประชากรสาหร่าย

ในช่วงอุณหภูมิ 30-39°C พบสาหร่ายในปริมาณไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นสาหร่ายสีเขียวที่เป็นเส้นสาย เช่น *Spirogyra* sp. และ *Oedogonium areolatum* และมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดเช่น *Chroococcus* sp. และ *Lyngbya* spp. รวมทั้งสาหร่ายพวกไดอะตอมชนิดต่างๆ เช่น *Diatomella balfouriana* และ *Rhopalodia gibberrula* ปริมาณสาหร่ายจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอุณหภูมิ 50-59°C โดยพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Phormidium boryanum* เป็นจำนวนมากที่สุด และปริมาณก็จะเริ่มลดลงจนกระทั่งอุณหภูมิ 80°C ซึ่งพบสาหร่ายเพียงกลุ่มเดียวคือ *Synechococcus* spp. (ตารางที่ 1)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะมีความทนต่ออุณหภูมิสูงมากกว่าสาหร่ายกลุ่มอื่นๆ โดยพบสาหร่ายกลุ่มนี้เป็นจำนวนมากบริเวณตอนต้นและตอนกลางของแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูง ในช่วงปลายธารน้ำร้อนจะพบสาหร่ายกลุ่มอื่นๆ มากขึ้นโดยเฉพาะไดอะตอมซึ่งสามารถพบได้ในอุณหภูมิ 20-49°C ไดอะตอมที่เป็น dominant species คือ *Diatomella balfouriana* รองลงมาคือ *Rhopalodia gibberrula* และ *Diploneis elliptica* ตามลำดับ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

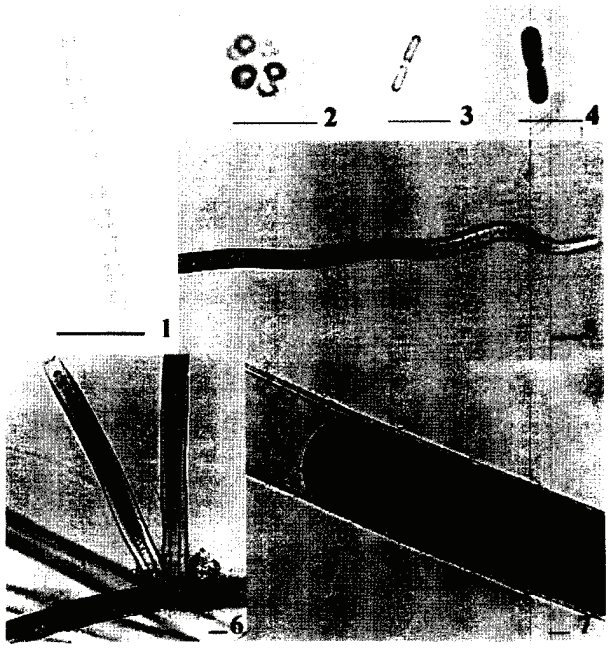
เมื่อนำข้อมูลจำนวนชนิดของสาหร่ายในแต่ละช่วงอุณหภูมิมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ พบว่าส่วนใหญ่ช่วงอุณหภูมิต่างๆ ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีจำนวนชนิดของสาหร่ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% และพบว่าในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ส่วนใหญ่จำนวนชนิดของสาหร่ายไม่มีความแตกต่างกัน

เมื่อวิเคราะห์ด้วย Correlation Analysis ระหว่างช่วงอุณหภูมิและฤดูกาลกับจำนวนชนิดสาหร่าย พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ โดยอุณหภูมิจะส่งผลต่อจำนวนสาหร่ายในทุกฤดู อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้จำนวนชนิดลดลง และเมื่อเปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพและเคมีอื่นๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% พบว่าจำนวนสาหร่ายมีความสัมพันธ์กับ DO, ซัลไฟด์, SRP, NO_3^- และ NH_3 โดยสาหร่ายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ DO และมีความสัมพันธ์

เชิงลบกับซัลไฟด์, SRP, NO_3^- และ NH_3 เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Cluster Analysis พบว่าจำนวนชนิดสาหร่ายที่พบในช่วงอุณหภูมิ 60-69°C และ 70-80°C มีความใกล้เคียงกัน และจำนวนชนิดสาหร่ายที่พบในช่วงอุณหภูมิ 30-39°C มีความใกล้เคียงกับที่ 40-49°C และ 50-59°C

บทสรุป

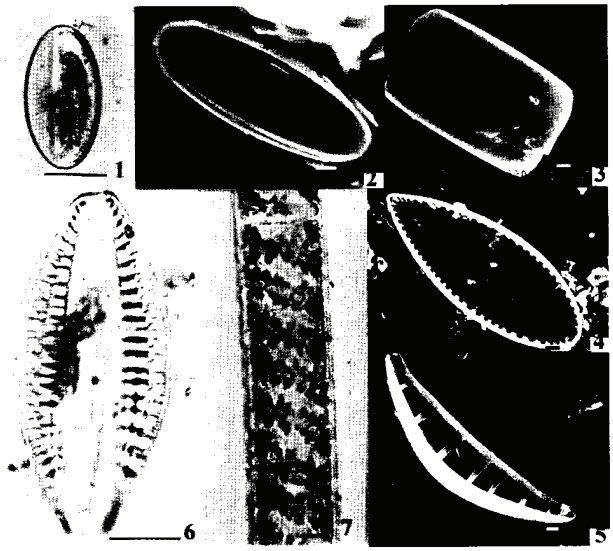
จากการสำรวจชนิดและปริมาณสาหร่าย พบว่ากลุ่มสาหร่ายที่พบมากที่สุดในทุกแหล่งน้ำพุร้อนคือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินใน Division Cyanophyta (ตารางที่ 1) เนื่องจากสาหร่ายกลุ่มนี้มีโครงสร้างของเซลล์ที่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง เยื่อหุ้มเซลล์หนาและยังมีเมือกหุ้มอยู่รวมทั้งมีไขมันจำนวนมาก และเอนไซม์ของสาหร่ายในกลุ่มนี้สามารถทำงานได้และไม่เสียสภาพในช่วงอุณหภูมิสูงๆ (Stevenson et al. 1996; Dell 'Uomo, 1986) รองลงมาคือไดอะตอมใน Division Bacillariophyta พบทั้งหมด 19 สกุล 29 ชนิด ซึ่ง Round (1975) กล่าวว่าไดอะตอมสามารถอาศัยอยู่ได้ในช่วงอุณหภูมิกว้าง (thermotolerant organisms) ซึ่งในน้ำพุร้อนสามารถพบไดอะตอมที่อาศัยอยู่ในอุณหภูมิสูงๆ ได้หลายชนิด เช่น *Diatomella balfouriana, Rhopalodia gibberrula* และ *Diploneis elliptica* อาศัยอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 30-59°C คาดว่าไดอะตอมจำพวกนี้อาจมีเอนไซม์ที่ทนต่ออุณหภูมิสูงเหมือนในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วนสาหร่ายสีเขียวใน Division Chlorophyta และสาหร่ายพวก Euglenophyta จะมีช่วงความทนต่ออุณหภูมิที่สูงน้อยกว่าใน Division Cyanophyta และ Bacillariophyta ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าจำนวนชนิดสาหร่ายน้อยกว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและไดอะตอม การกระจายของชนิดสาหร่ายสอดคล้องกับ Fogg et al. (1973) ซึ่งทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสาหร่ายในน้ำที่อุณหภูมิปกติ พบว่าสาหร่ายจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 30°C โดยจะพบสาหร่ายในกลุ่มไดอะตอมและสาหร่ายสีเขียว แต่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30°C จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และพบว่าความหลากหลายของชนิดสาหร่ายจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30°C ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Stevenson et al. (1996) ที่กล่าวว่าที่อุณหภูมิมากกว่า 30°C ความหลากหลายของสาหร่ายจะลดลง โดยพบ



scale bar = 10 μm

ภาพที่ 4. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Cyanophyta) ที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนทั้ง 9 แหล่ง

Cyanophyta: (1) Oscillatoriales; *Pseudanabaena galeata* sensu Anagnostidis, (2-4) Chroococcales; (2) *Chroococcidiopsis thermalis* Geitler, (3) *Synechococcus lividus* Copeland, (4) *Synechococcus* sp. (5) Oscillatoriales; *Phormidium boryanum* (Bory ex Gom.) - Anagn. et Kom., (6) Nostocales; *Scytonema mirabile* (Dillw.) Born., (7) Oscillatoriales; *Lyngbya majuscula* Harvey ex Gomont



scale bar = 10 μm

ภาพที่ 5. ไดอะตอม (Bacillariophyta) และสาหร่ายสีเขียว (Chlorophyta) ที่พบในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนทั้ง 9 แหล่ง

Bacillariophyta (1-6): Pennales; (1) *Diploneis elliptica* (Kützing) Cleve, (2) *Diatomella balfouriana* Grev. (girdle view), (3) *Diatomella balfouriana* Grev. (valve view), (4) *Surirella biseriata* Brébisson, (5-6) *Rhopalodia gibberrula* (Ehrenberg) O. Müller, Chlorophyta (7): *Spirogyra* sp.

ชนิดสาหร่ายสีเขียวเพียงเล็กน้อยและสาหร่ายในกลุ่มไดอะตอมและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเจริญขึ้นมาแทนที่ จากงานวิจัยของ Sakamoto et al. (1995) สำรวจพบสาหร่ายสีเขียว *Chlorella* ที่อุณหภูมิ 42°C ต่อมาได้นำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อลดปริมาณ CO_2 ในโรงงานไฟฟ้า พบว่า *Chlorella* สามารถดูดซับ CO_2 จากโรงงานซึ่งใช้ความร้อนสูง ซึ่งทำให้เกิดแนวความคิดว่าการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายชนิดใหม่ๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านอุตสาหกรรม การแพทย์ การเกษตร ตลอดจนลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่นักวิจัยรุ่นใหม่ๆ ควรจะกระทำ

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของสาหร่าย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ซัลไฟด์ ปริมาณสารอาหาร ได้แก่ SRP, NO_3^- และ NH_3 ส่งผลถึงจำนวนชนิดสาหร่าย โดยพบว่าหากปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงจำนวนชนิดของสาหร่ายก็ลดลงตามไปด้วย ส่วนในเรื่องปริมาณของซัลไฟด์นั้น จากงานวิจัยในเรื่องนี้พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบกับจำนวนชนิดของสาหร่าย กล่าวคือถ้าปริมาณซัลไฟด์มากจำนวนชนิดของสาหร่ายจะลดลง และในทางกลับกันถ้าปริมาณซัลไฟด์ลดลง จำนวนชนิดของสาหร่ายจะเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dell'Uomo (1986) ซึ่งทำการศึกษาไดอะตอมและสาหร่ายจากน้ำพุร้อน Triponzo ประเทศอิตาลี น้ำพุร้อนแห่งนี้มีไฮโดรเจนซัลไฟด์และซัลเฟอร์ในรูปคอลลอยด์มาก พบว่าไดอะตอมจะไวต่อปริมาณซัลไฟด์ที่ละลายน้ำซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดของสาหร่ายบางชนิด ทำให้บริเวณที่พบปริมาณซัลไฟด์ที่ละลายน้ำมาก ความหลากหลายของสาหร่ายจะน้อยตามไปด้วย นอกจากนี้ Castenholz (1976) ศึกษาผลกระทบของซัลไฟด์ที่มีต่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในน้ำพุร้อนประเทศนิวซีแลนด์และไอซ์แลนด์ พบว่าความเข้มข้นของซัลไฟด์ที่ละลายน้ำจะเป็นตัวกำหนดชนิดของสาหร่าย โดยศึกษาในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Mastigocladus laminosus* ในประเทศนิวซีแลนด์พบว่าสาหร่ายชนิดนี้จะไวต่อปริมาณซัลไฟด์เกิน 0.15 mg/l ส่วนการศึกษาในประเทศไอซ์แลนด์พบว่าจะไวต่อปริมาณซัลไฟด์เกิน 0.25 mg/l และพบว่าไม่สามารถพบสาหร่ายชนิดนี้ในน้ำที่มีซัลไฟด์สูงมากๆ แสดงว่าซัลไฟด์มีผลต่อชนิดของสาหร่ายในน้ำพุร้อนค่อนข้างสูง

ส่วนปริมาณสารอาหารไม่ค่อยมีผลต่อจำนวนชนิดและการเจริญของสาหร่ายมากนัก โดยพบว่าปริมาณสารอาหารที่มากหรือน้อยไม่ค่อยมีผลต่อจำนวนชนิดของสาหร่าย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Dell'Uomo (1986) พบว่าในน้ำพุร้อนมีปริมาณ NO_3^- และ PO_4^{3-} น้อยมากหรือแทบไม่มีเลย แต่ก็ยังสามารถพบสาหร่ายได้หลายชนิดโดยเฉพาะพวกไดอะตอมและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และจากการศึกษาของ Jha ในปี 1992 ซึ่งศึกษาคุณภาพน้ำและสาหร่ายในน้ำพุร้อน Suraj Kund และ Chandrama Kund ในประเทศอินเดีย ปี 1986-1987 พบว่าถึงแม้น้ำพุร้อนจะมีปริมาณ NO_3^- และ PO_4^{3-} น้อยมาก แต่ก็ยังพบสาหร่ายได้หลายชนิดโดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในระบบนิเวศแบบน้ำพุร้อนนี้ ถึงแม้จะมีปริมาณสารอาหารมากก็ไม่จำเป็นที่ชนิดของสาหร่ายจะมากตามไปด้วย เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของสาหร่ายจนสามารถควบคุมปัจจัยจำกัดอื่นๆ ไว้ได้

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการจำแนกชนิดของสาหร่ายน้ำพุร้อนโดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในแนวทางเดิม (classical approaches) โดยการพิจารณาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา วงจรชีวิต การแบ่งเซลล์ ลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (macroscopical aspects) ซึ่งในบางครั้งยังไม่สามารถจำแนกชนิดของสาหร่ายบางชนิดได้ ซึ่งก็ได้มีวิธีการศึกษาแนวทางใหม่ (modern approaches) ที่ยังคงทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา การศึกษาโครงสร้างละเอียด (fine structure) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องผ่าน (transmission electron microscope: TEM) ศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของเซลล์จากการเพาะเลี้ยง การศึกษาอณูชีวโมเลกุล (molecular biology) โดยใช้ลำดับยีน 16S rRNA รวมทั้งศึกษาสายพันธุกรรม (phylogeny) ศึกษาถึงวิวัฒนาการต่างๆ (Anagnostidis and Komárek, 1985) ซึ่ง Ward et al. (1998) ได้ตั้งสมมติฐานโดยใช้เทคนิค culture-independent 16S rRNA เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และรูปแบบของกลุ่มสาหร่ายและความหลากหลายของกลุ่มสาหร่าย โดยศึกษาการกระจายของลำดับยีน 16S rRNA ที่ตรวจพบซึ่งจะเป็นแนวทางที่ดีในการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในน้ำพุร้อนต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและ

เทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541078 ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณที่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายน้ำพุร้อนและได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจนงานวิจัยสำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. 2529. การสำรวจแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพทางภาคเหนือของประเทศไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์ กรุงเทพฯ.

กาญจนา ชาญสง่าเวช, สุทธิรักษ์ นิยมฤทธิ์ และศิริเพ็ญ เวชชการัณย์. 2532. การวินิจฉัยชนิดของแบคทีเรียสีน้ำเงินแกมเขียว ประเภทที่เจริญ ณ อุณหภูมิสูงในบ่อน้ำพุร้อนทางภาคเหนือของประเทศไทย. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. โปสเตอร์ B133.

กาญจนา ชาญสง่าเวช และสุทธิรักษ์ นิยมฤทธิ์. 2535. แบคทีเรียสีเขียวแกมน้ำเงินที่เจริญ ณ อุณหภูมิสูง. *วารสารวิทยาศาสตร์* 2: 71-75.

ประวิทย์ พิทักษ์วาปี. 2533. นิเวศวิทยาของสาหร่ายบริเวณน้ำพุร้อนบ้านโป่งฮ่อม อ. สันกำแพง จ. เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

วิรัชนีย์ ภูษิตวิทย์. 2534. การศึกษาชนิดและชีววิทยาของสาหร่ายในน้ำพุร้อน อ.เขาชัยสน จ. พัทลุง. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

สระบุรี ไชยมงคล. 2523. จุลินทรีย์ในน้ำพุร้อนโป่งฮ่อม ตำบลออนหลวย อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

Anagnostidis, K. and J. Komárek. 1985. Modern approach to the classification system of cyanobacteria 1. Introduction. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 38/39: 291-302.

Anagnostidis, K. and J. Komárek. 1988. Modern approach to the classification system of cyanobacteria 3. Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 50/53: 327-472.

Anagnostidis, K. and J. Komárek. 1990. Modern approach to the classification system of cyanobacteria 5. Stigonematales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 59: 1-73

APHA, AWWA, WPCF. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Washington DC, American Public Health Association.

Castenholz, R.W. 1976. The effect of sulfide on the bluegreen algae of hot springs, I. *New Zealand and Iceland. Phycol.* 12: 54-68.

Compére, P. and A. Delmotte. 1986. Diatoms in two hot springs in Zambia (Central Africa). 9th Diatom Symposium, pp. 29-39.

Croasdale, H. and E.A. Flint. 1986. Flora of New Zealand: Volume I. V.R. Ward, Government Printer, Wellington.

Croasdale, H. and E.A. Flint.1988. Flora of New Zealand: Volume II. Caxton Press, Cristchurch.

Dell' Uomo, A. 1986. Diatoms and other algae from the thermal-sulphur springs of Triponzo (Central Italy). *Arch Hydrobiol. Suppl.* 73(1): 79-91.

Desikachary, T.U. 1959. Cyanophyta, Indian Council of Agricultural Research. New Delhi.

Fish, S.A. and G.A. Codd. 1994. Bioactive compound production by thermophilic and thermotolerant cyanobacteria (blue-green algae). *World Journal of Microbiology & Biotechnnology* 10: 338-341.

Fogg, G.E., W.D.P. Stewart, P. Fay and A.E. Walsby. 1973. The Blue-Green Algae. Acadimic Press-London and New York, New York.

Hayashi, N., Y. Peerapornpisal, H. Nishihara, M. Ishii, Y. Igarashi and T. Komada. 1994. Isolation and cultivation of thermophilic cyanobacteria from hot springs of Northern Thailand. *Journal of Fermentation and Bioengineering* 78(2): 179-181.

Hefley, G. 2000. Algae to the Rescue of Power Plants, In Cosmiverse Online. Available: http: // www.cosmiverse.com/science 080302.html [2001, Feb. 27].

Huber-Pestalozzi, G. 1983. Das Phytoplankton des Suβwassers: Chlorophyceae (Grunglgen) Ordnung Chlorococcales, 7. Teil. 1. Hälfte, E. Schweizerbart, sche Verlags Buch Handlung, Stuttgart.

Jha, M. 1992. Hydrobiology studies Suraj Kund and Chandrama Kund, hot springs of Rajgir, Bihar, India. *Int.-Rev.-Gesamt.-Hydrobiol* 77(3): 435-443.

Komárek, J. and K. Anagnostidis. 1989. Modern approach to the classification system of cyanobacteria 4. Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 56: 247-345.

Komarek, J. and K. Anagnostidis. 1999. Cyanoprokaryota: Chroococcales, 1. Teil, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1986. *Bacillariophycae. Teil 1. Naviculaceae.* Süßwasserflora van Mitteleuropa, Bd. 2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1988. *Bacillariophycae. Teil 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.* Süßwasserflora van Mitteleuropa, Bd. 2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. 1991b. *Bacillariophycae. Teil 4. Achnanthaceae. Kritische Ergünzungen zu Navicula.* Süß wasserflora van Mitteleuropa, Bd. 2, berg. Von A. Pascher. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Leghari, S.M. and S.N. Thebo. 1983. Cyanophyceae of hot spring at Laki Shah Sadar, Sind Pakistan. *Sind Univ. Res. Jour. (Sci. Ser.)* 15: 147-150.

Miyake, J., M. Miyake and Y. Asada. 1999. Biotechnological hydrogen production : Research for efficient light energy conversion. *Journal of Biotechnology* 70: 89-101.

Round, F.E. 1975. The Biology of the Algae. Edward Arnold (Publishers) Ltd.

Sakamoto, Y., N. Sakai and N. Kishimoto. 1995. *Chlorella* strains from hot springs tolerant to high temperature and high CO_2 (1) Isolation and growth characteristics. *Energy Conversion and Management* 36(6-9): 693-696.

Stevenson, R.S., L.B. Max and L.L. Rex. 1996. Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press, San Diego, California.

Ward, D.M., M.J. Ferris, S.C. Nold and M.M. Bateson. 1998. A natural view of microbial biodiversity within hot spring cyanobacterial mat communities. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 62(4): 1353-1370.

Vascular Ground Flora of Mai Muang Nao Arboretum, Chiang Mai Province

Wangworn Sankamethawee[1], **Vilaiwan Anusarnsunthorn**[2] **and J. F. Maxwell**[2]

[1]Biodiversity Lab, Pilot Plant Development and Training Institute, King Mongkut's University of Technology, Thonburi, 83 Moo 8 Thakham, Bang Khuntien, Bangkok 10150, Thailand, [2]CMU Herbarium, Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

A study of the vascular ground flora was done at Mai Muang Nao Arboretum in Hod District, Chiang Mai Province. The area includes 0.8 km^2 of deciduous dipterocarp-oak with some pine forest on granite bedrock at 950-1,125 meters elevation and is adjacent to Mae Toh National Park. The study site is dominated by *Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. *ex* Miq. var. *obtusifolius* (Dipterocarpaceae) and many species of Fagaceae. Fieldwork was done twice a month from March 2001 to February 2002. This included collecting specimens of vascular ground flora up to *c.* 1.5 meter tall, as well as recording plant phenology, habitats, and abundance for each species. There are three main habitats, *viz.* 1) open, fire-damaged, degraded areas, 2) open bog/marsh areas, and 3) shaded areas with bamboo thickets along the seasonal stream. There are 59 families, 180 genera, and 262 species of vascular plants. The number of families of monocotyledons, dicotyledons, and pteridophytes, are 12, 37, and 10, respectively. The most common family is Compositae with 30 species, then Leguminosae, Papilionoideae with 29 species, including 10 species of *Crotalaria* – the most common genus there. Gramineae (grasses) is the most abundant family and is found throughout the area.

Sixty five percent of the ground flora species are deciduous herbs and 25.3 % are annual. The peak flowering period is in October with 94 species. Orchidaceae has 21 species, but most have medium and rare abundances and some species have only a few individuals. This area is clearly in need of protection and it would be an excellent site to promote nature education as well as develop a nursery for forest restoration.

Key words: ground flora, phenology, dipterocarp-oak forest

Introduction

Mai Muang Nao Arboretum is a degraded area, but shows high diversity of stress-tolerant species, which survive in eroded, fire-damaged and marsh areas, as well as in the stream bed in the dry season. The area is threatened by local villagers who have cut trees, burned the forest, and allowed their cattle to graze in the forest.

Continuous forest destruction has resulted in a decrease in biodiversity, especially for animals. The vegetation has also suffered, especially the two species of *Pinus* and orchids. Since the forest cover in Thailand has been rapidly decreasing, plant and animal populations have been disrupted. It is not known how many species have disappeared, how many species still remain, and in what abundance. Vegetation surveys can show the number of species, their distribution, abundance, and ecology, so that conservation measures can be effected. All Thai forests are in need of proper restoration, which can be done if detailed vegetation information of both trees and ground flora is done. This study involved surveying and collecting the vascular ground flora to provide regional information as well as collecting specimens for botanical studies, and computing a vegetation database.

Thailand is one of the most biodiverse areas in the world. It is a unique place and represents the fauna and flora which characterizes the Indo-Burma biogeographic province (Ashton, 1989). In 1961, Thai forest included 53.33 % of the total area of the country but this deceased to 25.28 % in 1998. Maxwell and Elliott (2001) estimate that now *c.* 15 % of Thailand has forest cover. The northern part of Thailand is now the largest forested area of the country with about 43.5 % of total forest cover (Rojanapaiwong, 2000).

Thai forests can be divided into 2 major groups, *viz.* deciduous and evergreen, due to climate, soil moisture, and elevation (Maxwell and Elliott, 2001). Neal (1967) noted that the largest forest type in Thailand is deciduous forest, which comprised 147,000 km^2 (46%) and mainly occurred in the north and northeast (Rundel and Boonpragob, 1995).

In northern Thailand, the vegetation has the Indo-Burmese and southern Chinese floristic elements (Smitinand, 1966; Ashton, 1989). Maxwell (2001) has developed a simplified classification system for Thai forests from his surveys in various areas. The main vegetation types in northern Thailand are:

1. Deciduous forest with bamboo (BB/DF)
2. Deciduous diperocarp-oak forest (DOF)
3. Mixed evergreen + deciduous forest (MXF)
4. Primary evergreen forest (EGF)
5. Primary vergreen forest with pine (EG/PINE)
6. Disturbed areas and secondary growth (DA/SG)
7. Aquatic

Deciduous dipterocarp forest covers the largest area in Southeast Asia extending from northeast India and Burma through Thailand to the Mekong river region of Indo-China (Rundel and Boonpragob, 1995). The highest elevation of Thai dipterocarps is about 1,300 m in dry dipterocarp forest on Doi Suthep (Smitinand, 1969). Deciduous dipterocarp-oak forest (DOF) is open and dry and occupies degraded areas from the lowlands up to about 800-900 m elevation, and is a secondary, fire climax facies (Maxwell and Elliott, 2001). Sometimes this forest is called savanna (Stott, 1984; Ogawa et al., 1961). DOF is named because of being dominated by Dipterocarpaceae and Fagaceae. In upper elevations this forest is often mixed with *Pinus kesiya* (Pinaceae, tree-needled pine), so this can be called deciduous dipterocarp-oak + pine forest.

Northern Thailand has two kinds of deciduous forest *viz.* primary and secondary, which are fire-tolerant forests, and are less botanically diverse than upland evergreen areas (Maxwell, 1998). On the upland of Doi Chiang Dao Wildlife Sanctuary, the primary deciduous forest was dominated by *Tectona grandis* (Verbenaceae, teak). After it was destroyed for commercial logging, it was replaced with bamboo and with other deciduous trees of no commercial value. Degraded deciduous forest is replaced and dominated by deciduous dipterocarps (Dipterocarpaceae) and oaks (Fagaceae), which grow in evergreen hardwood pine areas. Dipterocarp-oak + pine forest are found in EG/Pine areas (*c.* 1,000-1,550 m). Many species are found in lowland DOF, but not found in degraded EG/Pine, such as *Shorea obtusa* (Dipterocarpaceae), *Quercus kerrii, Q. kingiana* (both Fagaceae). Maxwell (1992) noted that DOF in the lowland (*c.* 450-800 m) of Doi Chiang Dao is a climax secondary growth facies like on the eastern side of Doi Suthep-Pui National Park. Smitinand (1966) made a primitive vegetation survey of Doi Chiang Dao. He found a total of 109 families, 377 genera, and 570 species. The most common family was Orchidaceae with 88 species, followed by Gramineae with 39 species, and Compositae with 34 species. Compositae was a good representation of northern elements as *Adenostemma lavenia, Blumea fistulosa, Siegesbeckia orientalis,* and *Inula cappa* were very widespread.

In Doi Suthep, DOF forest has 82% deciduous trees, which shed their leaves in the hot-dry season and produce new leaves before the rainy season. The forest canopy is open and usually does not exceed 20 m (Maxwell and Elliott, 2001; Ogawa et al., 1961). Since this forest is deciduous and has an open canopy, the ground flora is well developed, especially in Gramineae (grasses). The consequence of dry grasses and leaf litter accumulation in the dry season is fire, which is all caused by human activities.

Fire is a significant ecological factor for DOF ecosystems (Stott, 1984). Selection has resulted in a fire-tolerant vegetation in DOF areas. Some examples enabling some plants to survive here are some trees having thickened bark, many herbaceous ground plants are perennials having thickened storage roots, bulbs, corms and rhizomes. The most common tree species in DOF areas in northern Thailand are *Dipterocarpus obtusifolius, D. tuberculatus, Shorea siamensis* (all Dipterocarpaceae), *Quercus kerrii, Q. brandisiana,* and *Castanopsis argyrophylla* which is evergreen (all Fagaceae). Maxwell and Elliott (2001) mentioned that the fire resistant palm *Phoenix loureiri* (Palmae) is easily recognized as an indicator of this forest type. Other common characteristic DOF treelets and trees are *Ochna integerrima* (Ochnaceae), *Gluta usitata,* and *Buchanania lanzan* (both Anacardiaceae).

Maxwell (2001) concluded that there are at least 195 families and 2,247 species of vascular plants in Doi Suthep-Pui National Park. He recorded 533 species (23.72 %) in DOF. There were 274 species of ground flora, 40 % being annual, with many common species, *e.g. Polygala longifolia* (Polygalaceae), *Biophytum umbraculum* (Oxalidaceae), *Crotalaria alata, C. albida, Indigofera hirsuta* (all Leguminosae, Papilionoideae), *Gynura integrifolia* (Compositae). Grasses (Gramineae) are very diverse and dominant. Most are deciduous such as *Apluda mutica*, *Aristida cumingiana, Arundinella setosa,* and *Capillipedium assimile* (Steud.) A. Camus.

Phuakam (1994) studied the herbaceous ground flora on the easten side of Doi Suthep, at elevation 670-750 m. She found a total of 24 families, 60 genera, and 71 species in an area of 3,960 m^2 in an ecotone of DOF and MXF. The most common family was Zingiberaceae with 13 species. The flowering peak of herbaceous ground flora was in July and lowest in February.

Maxwell (2000) studied the vegetation in Doi Luang National Park (Chiang Rai, Lampang, and Payao Provinces). The DOF, there is similar to that on Doi Suthep-Pui in being dominated with Dipterocarpaceae and Fagaceae, as well as the typically deciduous ground flora. The more abundant ground herbs are *Crotalaria acicularis* and *C. neriifolia* (Leguminosae, Papilionoideae), *Inula cappa* and *I. indica* L. (Compositae), and *Premna nana*

From CMU database analysis, there are 1,155 species of vascular plants of which 439 species are herbaceous ground flora (38 %) of the total flora.

Palee and Maxwell (2000) studied vascular flora of Doi Muang Awn which is an isolated limestone hill. They found total of 69 families, and 227 species. The database shows there are 95 species of ground herb (41.85 %).

Maxwell et al. (1997) surveyed the vegetation in Jae Sawn National Park, Lampang, Lampoon Provinces from August 1995 to 1997. They found 1,353 species of vascular plants, with 410 species of herbaceous ground herb (30.3 %). The DOF is found from about 300-800 m. The herbaceous plants are similar to those found in BB/DF forest. The tree component is slightly similar to DOF in Doi Suthep-Pui Nationa Park (Maxwell and Elliott, 2001), and Doi Khuntan National Park (Maxwell et al., 1995). *Quercus kerrii* and *Q. kingiana* are very common, but uncommon at Doi Khuntan. The ground flora is mostly deciduous and many places are dominated by Gramineae (grasses) such as *Apluda mutica, Themeda triandra*, and *Arundinella setosa.* More open, fire-damaged areas have many annual herbs such as *Crotalaria alata* (Leguminosae, Papilionoideae).

Maxwell (1996) studied the flora in the Mae Soi Conservation area (now a part of Awp Luang National Park), Chom Tong District from December 1989 to July 1993. There is deciduous dipterocarp-oak forest present in the lowland vegetation. He found a total of 149 families and 806 species. The CMU Herbarium database shows that there are 175 species of herbaceous plants (20.61 % of the total flora).

Maxwell et al. (1995) studied the flora in Doi Khuntan National Park, Lamphun-Lampang Provinces from May 1993 to June 1995. They found at least 165 families and 1,285 species of vascular plants. Deciduous dipterocarp-oak forest is mainly located at 325-850 m with *Pinus merkusii* scattered in the upper range from 800-900 m. The CMU database shows that there are 319 species of herbaceous plants (24.28 % of the total flora). Some typical ground herbs are: *Blumeopsis flava* (Compositae), *Euphorbia capillaris* (Euphorbiaceae), *Barleria cristata* and *Andrographis laxiflora* (both Acanthaceae). Gramineae (Grasses) are very common with *Arundinella setosa, Capillipedium parviflorum*, *Heteropogon contortus* and *Hyparrhenia rufa v*ar. *siamensis*. Common Cyperaceae (sedges) include *Carex indica* var. *microcarpa, C. speciosa, Rhynchospora rubra, Scleria kerrii* and *S. levis.*

Santisuk (1997) mentioned that pine-deciduous dipterocarp forest is extensively developed on the plateau-like rolling hills of Bo Luang-Mae Sanam–Om Koi areas, but the commercial logging in 1986 has destroyed the original vegetation.

Phengklai et al. (1988) studied the vegetation in a bog area along the road 1099 (Bo Luang–Om Koi Road), which is near Ban Mae Sanam (village). The study site is at 850 m elevation in pine-dipterocarp forest. They found 99 species of seed plants, mostly herbs, *e.g*. *Aristolochia kerrii* (Aristolochiaceae), *Impatiens chinensis* (Balsaminaceae), *Cyperus brevifolius*, *C. compactus*, *Fimbristylis cinnamometorum*, *F. dichotoma* (all Cyperaceae), *Dysophyllam cruciata*, and *Elscholtzia winitiana* (both Labiatae).

Two new taxa were collected from this area, *viz. Ranunculus siamensis* (Ranunculaceae) was collected from Bo Luang in 1978 (Tamura, 1997). The type of *Inula wissmanniana forma disciformia* (Compositae) was collected from Mae Sanam (Koyama, 1984). Many species have been collected from the Mae Sanam area, *e.g*. *Piloselloides hirsuta* (Koyama, 1981), *Cyathocline purpurea* (Koyama, 1983), *Blumeopsis flava*, *Pluchea polygonata* (Koyama, 1984) and *Artemisia japonica* (Koyama, 1989).

Bo Luang (5 km from the study site) was chosen to be a collecting site for the fourth Thai-Danish Botanical Exhibition in 1964 (Larsen, 1966). Many species of vascular plants were collected, but no species list was made.

Muang Nao Arboretum was established in 1993 and is located in Ban Mae Sanam Mai (village), Baw Salee Subdistrict, Hod District, Chiang Mai Province at approximately 18° 8' N latitude, 98° 23' E longitude, and at 950-1,125 m elevation along highway 108 (Hod-Mae Sariang). It has an area of *c.* 0.8 km^2 and is under the auspices of the Forest Botany Division, Royal Forest Department. It is bounded on the north by a seasonal stream Huai Mae Loy, which is the southern boundary of Mae Toh National Park. The general topographic features are small hills alternating with gullies. According to vegetation classification system for northern Thailand by Maxwell (2001), and CMU Herbarium database, this area is a deciduous dipterocarp-oak with pine, forest. This forest type is named due to being dominated by members of Dipterocarpaceae and Fagaceae and mixed with scattered *Pinus kesiya* (three-needled pine) and *P. merkusii* (two-needled pine) (Pinaceae). There are three main habitats, *viz.* open, fire-damaged, degraded deciduous dipterocarp-oak with some pine; marshy areas (including open moist gullies); and partly shaded areas with bamboo thickets along the seasonal stream.

The most abundant deciduous tree species in the area are *Dipterocarpus obtusifolius, Shorea siamenis, S. obtusa* (all Dipterocarpaceae); *Quercus kerrii* (Fagaceae); *Gluta usitata*, and *Buchanania lanzan* (both Anacardiaceae). The most common evergreen tree species are *Lithocarpus lindleyanus*, *Castanopsis argyrophylla*, *C. accuminatissima* (all Fagaceae); and *Tristaniopsis burmanica* var. *rufescens* (Myrtaceae).

Trees along the seasonal stream are mostly evergreen, and sparsely distributed, *e.g. Nyssa javanica* (Nyssaceae), *Eriobotrya bengalensis forma bengalensis* (Rosaceae), and *Ficus semicordata* (Moraceae). Some deciduous species include *Salix tetrasperma* (Salicaceae) with only a few individuals left, *Glochidion sphaerogynum* (Euphorbiaceae), *Diospyros winitii* (Ebenaceae), and *Protium serratum* (Burseraceae).

The bedrock of the study area consists of plutonic, Paleozoic and Precambrian granite which is at least 570 million years old (Braun et al., 1982). This bedrock includes some of the oldest rocks found in Thailand. The soil, due to forest destruction is generally quite eroded with little organic matter and much gravel.

There are three seasons in northern Thailand, *viz*. cool-dry (November-February), hot-dry (March-April), and rainy (May-October). The average annual rainfall from two stations, Hod (*c*. 300 m elevation) and Mae Sariang (211 m elevation), is approximately 1,043.6 mm. The highest rainfall is in August with about 185.15 mm. The mean maximum temperature from Mae Sariang (1993-2000) is 33.1 °C and mean minimum 20.05 °C. The mean maximum temperature measured at the highest place in the study area (1125 m) is 29.11 °C, the highest being in April with an average of 32.77 °C, the hottest day was 35 °C on 28 April 2002. The mean minimum is 19.16 °C, and the coldest month is December (mean = 13.99 °C), with a minimum of 11 °C.

Objectives

1. To investigate species diversity of vascular ground flora at Mai Muang Nao Arboretum
2. This study will provide plant baseline information for the nature trail in the study area which is an educational and tourist place under the auspices of the Royal Forest Department
3. Data input for the Botanical database of northern Flora at CMU herbarium database
4. To collect voucher specimens both dry and in liquid for the herbarium collection, especially to be used for the "Flora of Thailand" study
5. To create taxonomic keys to Family, Genus and species for the ground flora of the study site and neighboring areas

Methodology

Fieldwork was done twice a month from March 2001 to February 2002, for 2-3 days at a time. The vascular ground flora included all herbs, vines, and woody species with flowers, fruits, or sporangia up to about 1.5 meter tall were collected. Some grasses and vines, which were slightly higher or longer were also collected. Specimens were dried at temperatures generally about 70 - 80°C for 15-24 hours.

Dried specimens were poisoned by mercuric chloride ($HgCl_2$), then mounted and sewn on the herbarium sheet (32 x 46 cm) and are registered. Each specimen was put in a paper folder which has the CMU family number and botanical name. The specimens are put in herbarium cabinets according to family and genus. Groups of related specimens are put in genus covers. The CMU herbarium uses a modified Bentham & Hooker system for arranging flowering plant families.

Liquid preservation of flowers is done with 70% methanol with a bit of glycerol added. These liquid collections are kept in a separate room in the herbarium. “In liquid collection” is noted on the upper right corner of the herbarium labels to indicate that flowering material is preserved in alcohol.

The main references used to determine flowering plant families are Hutchinson (1967) and Geesink et al. (1981). Mauric (1999) was used to find references for families and genera. The CMU collection was also extensively used to help identifications.

Results and Discussion

The most abundant family is Compositae with 30 species, then Leguminosae, Papilionioideae with 29 species, and Orchidaceae with 21 species. The most common genus is *Crotalaria* (Leguminosae, Papilionoideae) with 10 species. The peak of flowering period is in October with 94 species (36 % of total) and lowest in March with 28 species (10.7 % of total) (Fig. 1)

Table 1. Summary of vascular ground flora in the study area.

Total	Species	% of total ground flora
annual herb	67	25.3
perennial herb	195	74.7
- deciduous	170	65.1
- evergreen	25	9.6
total	**262**	100

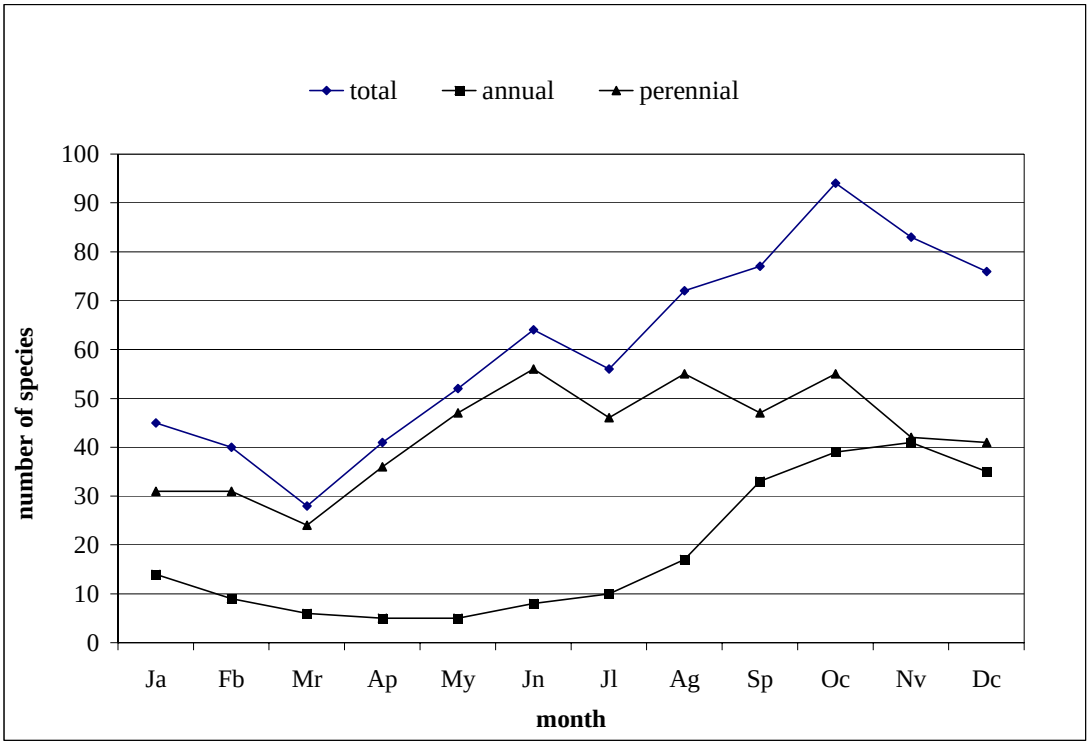


Figure 1. Flowering phenology of the vascular ground flora in the study area (March 2001- February 2002).

Conclusions

The study area was divided into 3 main habitats, *viz.*

1. **Open, fire-damaged, degraded areas** this habitat covers more than 90% of the study site.
2. **Open bog/marshy areas** are found in five small seasonally moist gullies and three perennial marshes scattered in the study site and cover an area of *c.* 200 m^2.
3. **Shaded areas along the seasonal stream** forms the northern boundary of the study area with bamboo thickets (*Bambusa tulda*) scattered along the stream banks.

There are 59 families, 180 genera, and 262 species of vascular ground flora in the study area. The most abundant family found is Compositae with 20 genera and 30 species. The second largest family is Leguminosae, Papilionoideae with 9 genera and 29 species. Most members of these two families are annuals and flower between the end of the rainy season and during the early cool-dry season (October-November). Orchidaceae is the third largest family with 15 genera and 21 species. Most species abundances in this family range from medium, rare, and down to a few individuals due to forest destruction and economic exploitation.

There were 8 species of which the populations were down to a few remaining individuals, and they are in need of protection, *viz.*

Lobelia nicotianaefolia (Campanulaceae), *Apostasia wallichii*, *Brachycorythis henryi*, *Pecteilis susannae*, *Peristylus lacertiferus, Peristylus prainii, Phiaus tankervilleae, Tainia viridifusca*. (all Orchidaceae).

The most common species found in the hot-dry season (March-April) are *Scutellaria glandulosa* (Labiatae) and *Curcuma zedoaria* (Zingiberaceae). Common species found in the rainy season (May-October) are *Pimpinella cambogiana* (Umbelliferae), *Drosera peltata* (Droseraceae), and *Alloteropsis semialata* var. *semialata* (Gramineae). There are many common species which flower at the end of the rainy season and during the cool-dry season (November-February), *e.g. Crotalaria alata* and *Dunbaria bella* (both Leguminosae, Papilionoideae), *Blumea fistulosa* and *Blumeopsis flava* (both Compositae); *Arundinella setosa* var. *setosa*, *Capillipedium parviflorum*, *Heteropogon contortus*, *Hyparrhenia rufa*, *Pseudopogonatherum contortum*, and *Setaria parviflora* (all Gramineae).

Fig. 1 shows that the flowering peak for all ground flora species is in October with 94 species and lowest in March with 28 species. The peak of annual herbs is in November with 42 species and lowest in April and May with 5 species for both months. The peak of perennial herbs is in June with 56 species and August and October which both have 55 species.

Most of the annuals are in Leguminosae, Papilionoideae *e.g. Crotalaria ferruginea, C. alata,* and Compositae *e.g. Anaphalis adnata, Blumeopsis flava,* and *Blumea fistulosa*. Scrophulariaceae here are mostly annual and flower after the rainy season include: *Phtheirospermum parishii*, *Alectra avensis*, and *Buchnera cruciata.* The flowering curve is lowest during the beginning of the rainy season (April-May) with only 5 species. Some common herbs which flower and fruit all year round include: *Spilanthes iabadicensis*, *Crassocephalum crepidioides* (both Compositae), *Hypericum japonicum* (Guttiferae), and *Polygonum persicaria* (Polygonaceae).

The flowering curve of perennial herbs is rather stable during the rainy season (June-October) with approximately 25.6 % of all perennial herbs. Many deciduous species flower after fires and before or at the beginning of the rainy season, *e.g. Ochna integerrima* (Ochnaceae), *Murdannia scapiflora* (Commelinaceae) (Fig. 2), *Disporum calcaratum* (Liliaceae), *Curcuma zedoaria*, *Kaempferia rotunda* (Fig. 4) (both Zingiberaceae), and *Scutellaria glandulosa* (Labiatae). Some deciduous species flower in the hot-dry season, *e.g. Eulophia macrobulbon* (Fig. 3), *Pachystoma pubescens*, (both Orchidaceae), and *Gentiana timida* (Gentianaceae).

The study has resulted in identification changes for 6 species in the CMU herbarium, *viz. Lobelia alsinoides* to *L. heyniana* (Campanulaceae), *Crotalaria sessiliflora* to *C. calycina* Schrank, *Indigofera linnaei* to *I. spicata* (both Leguminosae, Papilionoideae), *Urena lobata* ssp. *lobata* var. *lobata* to *Pavonia repanda* (Malvaceae), *Aneilema herbaceum* to *Murdannia japonica*, *Cyanotis cristata* to *C. barbata* (both Commelinaceae). In addition 18 species from this study are the first collection in the CMU herbarium. *Zingiber* sp. and *Globba* sp. are unidentified due to lacking of

references to determine the species for *Globba* and the characteristics of *Zingiber* sp. are not covered in "A synopsis of the genus *Zingiber* (Zingiberaceae) in Thailand", and they have been sent to the another expert for identification.

Recommendations

The area is in need of protection and more scientific research, *e.g.* other aspects of the flora, ecology, ethnobotany, conservation, and nature education. There are two rice fields in the moist gullies at the boundaries of the arboretum and the farmers are trying to expand their fields as well as chop down trees for many purposes *e.g*. firewood, fences, house construction, and collecting rare plants for sell, *e.g.* epiphytic orchids. During the years 2001-2002, agricultural fields have been expanding up the hill and now include about 19,200 m^2 or about 2.4 % of total area for growing cabbage, tomato, and corn. Although they have made an agreement on land use permission with the Royal Forest Department (RFD), they have not honored this agreement and RFD has not controlled them. In July 2002, found another new forest area cleared between the arboretum and the Pine Improvement Center for rice cultivation which will probably expand in the future. Apart from these basic problems, the use of insecticides on crops and especially planting ornamentals around the villages add dangerous pollution to the stream and is a health hazard to people downstream.



Figure 2. *Murdania scapiflora* (Roxb.) Royle (Commelinaceae), abundant species.



Figure 3. *Eulophia macrobulbon* (Par. & Rchb. f.) Hk. f.(Orchidaceae), rare deciduous orchid.



Figure 4. *Kaempferia rotunda* L.(Zingiberaceae), common deciduous herb in dry season.

Three fires occurred during the dry season (February-March) in 2001 and twice in February 2002 mostly in the western and southern parts of the study site. All fires were started by humans, especially for clearing land and the incorrect belief that fire stimulates wild mushroom growth before the rainy season, especially for the edible and commercially valuable earthstar mushroom *Astraeus hygrometricus* (Astraeaceae). The workers at the arboretum usually do not work on weekends, thus fires started during this time are not extinguished. This is an other example where the RFD has failed to educate and control not only arsonists, but their own staff. RFD workers are not trained or encouraged to learn about the objectives of the arboretum and conservation.

During fieldwork I found 3 bird traps in the hot-dry season, usually used for catching buttonquail (Turnicidae), which are edible. Cattle are also a cause of land abuse since the villagers allow them to graze throughout the whole area. These animals trample and eat vegetation as well as compact the soil.

From some observations at the local market and interviews with villagers about utilization of wild products, this forest is a prime place to find mushrooms, pine wood, pine resin, as well as bamboo shoots for consumption and culms construction. Some common edible mushrooms are *Russula* spp., *Lactarius* spp. (both Russulaceae), and *Amanita* spp. (Amanitaceae). Some vascular plants eaten and sold as vegetables are the inflorescences of *Curcuma zedoaria* (Zingiberaceae), flowers of *Dunbaria bella* (Leguminosae, Papilionoideae), leaves, stems, and inflorescences of

Crassocephalum crepidioides and *Spilanthes iabadicensis* (both Compositae), and young stems of *Selaginella ostenfeldii* (Selaginellaceae).

Although, there are three RFD units in the area, *viz*. Mae Toh National Park, Pine Improvement Center, and Mai Muang Nao Arboretum, there is a lack of cooperation on conservation. These three units should be organized for conservation purposes, *e.g.* vegetation information from the arboretum and forest restoration at the Pine Improvement Center. All this information should be distributed for education exhibition, forestry training programs, and ecotourism. Some policies should be changed, especially since the Pine Improvement Center is now no longer working with pine plantations. This place would be very appropriate for a reforestation nursery and for forest research. The original facilities for pine improvement could be changed for germination and growth of native plants, especially rare species and native trees, and improving research to reestablish deforested places in the area. Furthermore, RFD workers should be trained for nursery techniques, seed collection, seed selection, forest restoration planting, and forest protection/conservation.

The Arboretum has done some basic scientific work by having some tree names around cleared areas and nature trail. A new station of Mae Toh National Park is settled in the study area which could be more effective on ecotourism and conservation education if scientific knowledge of all local plants were complied with plant names, habitat information, ecology, specific plant uses, and other notes concerning biodiversity.

Acknowledgements

This study was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT T_145001.

I express my sincere gratitude to Assoc. Prof. Dr. Vilaiwan Anusarnsunthorn, my thesis adviser, who has taken care, and given advise to me during this research as well as her kind invaluable help. My grateful thanks to J.F. Maxwell, my thesis co-adviser, for his field taxonomic assistance, all of his time on correcting as well as his valuable comments. My gratitude is given to the CMU Herbarium where I have learnt many herbarium skills.

I would like to thank Mr. Pornpitak Panyarat, Head of Mai Muang Nao Arboretum for all of his logistic support, guiding and allowing me to survey in the study site including all facilities there. A Special thanks is given to Mrs. Jirawan Upla for her willingness to help me during my fieldwork. Many thanks for all of the Arboretum's workers for their kind hospitality.

References

Ashton, P.S. 1989. Thailand: Biodiversity Center for the Tropics of Indo-Burma. Biodiversity in Thailand: 51-58.

Braun, F., E.V. Braun, A. Hess and K.E. Hoch. 1982. Geological Map of Northern Thailand 1:250,000, Hanover, Sheet 5.

CMU Herbarium Database. 2002. Botanical Database (Visual FoxPro). Chiang Mai University, Chiang Mai.

Geesink, R., J.M. Leeuwenberg, C.E. Ridsdale and J.F. Veldkamp. 1981. Thonner's Analytical Key to the Families of Flowering Plants. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.

Hutchinson, J. 1967. Key to the Families of Flowering Plants of the World. Clarendon Oxford University Press, London.

Koyama, H. 1981. Taxonomic studies in the Compositae of Thailand 1. *Acta Phytotax. Geobot*. 32: 57-58.

Koyama, H. 1983. Taxonomic studies in the Compositae of Thailand 2. *Acta Phytotax. Geobot*. 34: 1-9.

Koyama, H. 1984. Taxonomic studies in the Compositae of Thailand 4. *Acta Phytotax. Geobot.* 35: 113-125.

Koyama, H. 1989. Taxonomic studies in the Compositae of Thailand 9. *Bull. Natn. Sci. Mus.,* Tokyo ser. B, 15(3): 105-110.

Larsen, K. 1966. Studies in the flora of Thailand. *Dansk Bot. Ark*. 23(3): 273.

Mauric, A. 1999. A Bibliography of Taxonomic Revisions for Vascular Plants in Thailand. The Forest Herbarium, Bangkok.

Maxwell, J.F. 1992. Lowland vegetation (*c*. 450-800 m) of Doi Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai Province, Thailand. *Tigerpaper* (FAO) 19(3): 21-25.

Maxwell, J.F. 1996. Vegetation of the Mae Soi conservation area, Chom Tong District, Chiang Mai Province, Thailand. *Tigerpaper* (FAO) 23(1): 22-27.

Maxwell, J.F. 1998. Upland vegetation of Doi Chiang Dao Wildlife Sanctuary, Chiang Mai Province, Thailand. *Tigerpaper* (FAO) 25(3): 5-11.
Maxwell, J.F. 2000. Vegetation of Doi Luang National Park, Northern Thailand. *Tigerpaper* (FAO) 27(1): 14-23.
Maxwell, J.F. 2001. A Reassessment of Forest Types of Thailand. Vegetation and Vascular Flora of Doi Sutep-Pui National Park, Northern Thailand. Thai Study in Biodiversity No. 5: 1-20.
Maxwell, J.F. and S. Elliott. 2001. The Vegetation of Doi Sutep-Pui National Park. Vegetation and Vascular Flora of Doi Sutep-Pui National Park, Northern Thailand. Thai Study in Biodiversity No. 5: 21-54.
Maxwell, J.F., S. Elliott, P. Palee and V. Anusarnsunthorn. 1995. The vegetation of Doi Kuhn Tan National Park, Lamphun-Lampang Provinces, Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 43(2): 71-79.
Maxwell, J.F., S. Elliott, P. Palee and V. Anusarnsunthorn. 1997. The vegetation of Jae Sawn National Park, Lampang Province, Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 45(1): 71-79.
Neal, D.G. 1967. Statistical Description of the Forests of Thailand. Military Research & Development Center, Bangkok.
Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. 1961. A preliminary survey on the vegetation of Thailand. Nature and Life in SE. Asia. Tokyo.
Phengklai, C., W. Sukhon, S. Khao-Iam and R. Pooma. 1988. The vegetation in bog area. *Thai For. Bull. (Bot.)* 17: 1-105.
Phuakam, A. 1994. A Survey of Herbaceous Ground Flora on the Eastern Side of Doi Suthep, Altitude 670-750 metres. M. S. Thesis, Chiang Mai University, Chiang Mai.
Palee, P. and J.F. Maxwell. 2000. Vascular flora of Doi Muang Awn, Chiang Mai Province, Northern Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc*. 48: 95-116.
Rojanapaiwong, S. 2000. State of the Thai Environment 1997-98. Green World Foundation, Amarin Printing and Publishing Co. Ltd. Bangkok.
Rundel, P.W. and K. Boonpragob. 1995. Dry forest ecosystems of Thailand. *In* Bullock, S.H., H.A. Mooney and E. Medina (eds.), Seasonally Dry Tropical Forests, Cambridge University Press, New York.
Santisuk, T. 1997. Geographical and ecological distributions of the two tropical pines. *Thai For. Bull*. *(Bot.)* 25: 102-123.
Smitinand, T. 1966. The vegetation of Doi Chiang Dao, A limestone massive in Chiangmai, North Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 21(1-2): 93-128.
Smitinand, T. 1969. The distribution of the Dipterocarpaceae in Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 23(1): 72.
Stott, P. 1984. The savanna forests of mainland Southeast Asia: An ecological survey. *Progress in Physical Geography* 8(3): 315-335.
Tamura, M. 1997. Synoptic flora of the Ranunculaceae in Thailand. *Thai For. Bull. (Bot.)* 25: 63-64, 76-78.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2546) 39-46

BRT 2003
Research Reports

การศึกษาอนุกรมวิธานของพรรณไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก และไม้เลื้อย ในเขตอุทยานแห่งชาติปางสีดา จังหวัดสระแก้ว

ปวีณา ใจกระเสน, ต่อศักดิ์ สีลานันท์ และ บุศบรรณ ณ สงขลา

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Abstract: Taxonomic Study of Shrubs, Herbs and Climbers at Pang Sida National Park, Srakaew Province

Paweena Jaikrasane, Tosak Seelanan and Busban Na Songkhla

Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

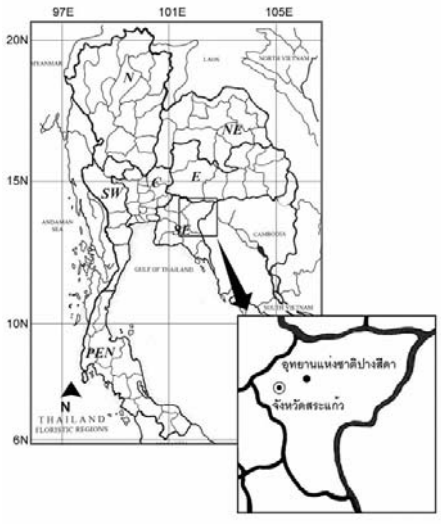
Pang Sida National Park, Sra Kaew Province, is the 41st national park of Thailand. There is little information on plant diversity compared to adjacent areas. The present study, thus, has the objective to investigate the flora of this area. Expedition and collection of shrub, herb and climber specimens were carried out from 2002 to April 2003 along 3 routes. The first route went from the park headquarters to the view point, ca. 25 km. apart. The second was the Bu Ta Pod grassland route and the third was the Pang Sida - Pha Ta Kien waterfall route. Specimens were gathered to a total of 250, and identified to 110 species, 2 subspecies and 6 varieties in 86 genera and 30 families. Of these, 25 species were monocotyledonous plants and 85 species, 1 subspecies and 7 varieties were Dicotyledonous plants. Among monocotyledonous families, Orchidaceae and Zingiberaceae were the first and second highest in terms of numbers of species found, with 17 and 6, respectively. Of dicotyledonous families, Rubiaceae was the richest, with 10 species and 1 variety found, while Fabaceae and Convolvulaceae were the second richest with 9 species each. In this research we found a new record for Thailand, *Merremia cissoides* (Lam.) H. Hallier, that might be an exotic species, 6 endemic species of Thailand, and 2 rare species. A comparison between Pang Sida National Park and a nearby area found 50 species in common. The rest are different which may be due, in part, to vegetation, climatic and edaphic factors. Voucher specimens are deposited at the Professor Kasin Suvatabhandhu Herbarium, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

Key words: taxonomy, Pang Sida, Srakaew

บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตศูนย์สูตร ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของพรรณไม้สูง แต่ข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับพรรณไม้นั้นยังน้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านหลายๆ ประเทศ ประกอบกับในปัจจุบันป่าไม้ถูกทำลายมากขึ้น จึงต้องมีการศึกษาพรรณไม้อย่างเร่งด่วน ก่อนที่ความหลากหลายของพรรณไม้จะลดน้อยลงไป เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติต่อไป

อุทยานแห่งชาติปางสีดา เป็นอุทยานแห่งชาติอันดับที่ 41 ของประเทศไทย ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอเมือง อำเภอวัฒนานคร อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว และอำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี (ภาพที่ 1) มีพื้นที่ทั้งหมด 844 ตารางกิโลเมตร ลักษณะโดยทั่วไปเป็นเทือกเขาสูง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาสันกำแพงซึ่งเป็นทิวเขาที่กั้นเป็นขอบอยู่



ภาพที่ 1. สถานที่ตั้งอุทยานแห่งชาติปางสีดา

ทางด้านทิศใต้ของที่ราบสูงโคราชซึ่งเป็นรอยต่อกับอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติทับลานต่อไปถึงอุทยานแห่งชาติตาพระยา จนจรดประเทศกัมพูชา สภาพป่าไม้ยังอยู่ในสภาพอุดมสมบูรณ์ มีสภาพป่าหลายประเภทคือ ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ทุ่งหญ้า มีน้ำตกในพื้นที่ถึง 11 แห่ง ที่สำคัญๆ คือ น้ำตกปางสีดา น้ำตกผาตะเคียน น้ำตกแควมะค่า น้ำตกถ้ำค้างคาว เป็นต้น เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารของแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำสายสำคัญของภาคตะวันออกอีกด้วย นับว่าเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ประกอบกับภายในพื้นที่แห่งนี้ไม่เคยมีการศึกษาพรรณไม้อย่างละเอียดมาก่อน จึงควรมีการศึกษาพื้นที่แห่งนี้เพื่อเพิ่มเติมข้อมูลพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น และเพื่อเป็นประโยชน์ต่อทางอุทยานที่จะใช้ข้อมูลพรรณไม้ในการจัดการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรพรรณไม้ภายในเขตอุทยานแห่งชาติปางสีดาต่อไป

วิธีการ

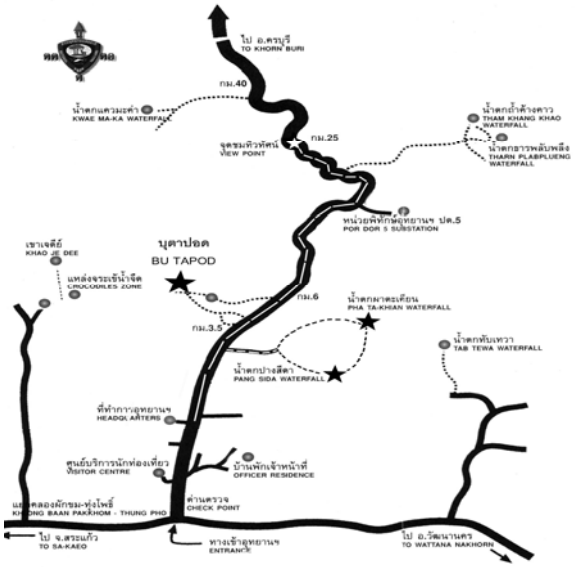
1. ศึกษาเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พื้นที่อาณาเขต ลักษณะพืชพรรณ และการคมนาคมของอุทยานแห่งชาติปางสีดา

2. สำรวจ ศึกษา และเก็บรวบรวมตัวอย่างพรรณไม้

2.1 กำหนดเส้นทางศึกษาเป็น 3 เส้นทาง (ภาพที่ 2) ดังนี้

- <u>เส้นทางที่ 1</u> เส้นทางหลักของอุทยาน สภาพป่าเป็นป่าผสมแบบผลัดใบที่ค่อนข้างเสื่อมโทรม ระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร

- <u>เส้นทางที่ 2</u> เส้นทางทุ่งหญ้าบุตาปอด สภาพเป็นทุ่งหญ้าที่เกิดจากการถางป่าเพื่อทำเกษตรกรรมแล้วปล่อยให้รกร้างมาเป็นระยะเวลานาน สลับกับป่าผสมแบบผลัดใบที่เหลือรอดจากการถางป่าในอดีต ระยะทางประมาณ 3.5 กิโลเมตร



ภาพที่ 2. เส้นทางเดินศึกษา และเก็บรวบรวมพรรณไม้

- <u>เส้นทางที่ 3</u> เส้นทางสู่น้ำตกปางสีดา และน้ำตกผาตะเคียน สภาพป่าเป็นป่าดิบแล้งค่อนข้างโปร่ง ระยะทางประมาณ 3 กิโลเมตร

2.2 สำรวจ เก็บรวบรวมตัวอย่างตามวิธีการมาตรฐาน (ทวีศักดิ์ และคณะ, 2520) พร้อมทั้งบันทึกภาพลักษณะทางนิเวศวิทยา ลักษณะสัณฐานวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปตามบริเวณสองข้างทางของเส้นทางที่กำหนดออกไปข้างละประมาณ 5 เมตร โดยเก็บเดือนละ 1 ครั้ง ทั้งหมด 12 เดือน

3. ศึกษาพรรณไม้ในห้องปฏิบัติการ โดยนำพรรณไม้ที่เก็บรวบรวมได้มาศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานอย่างละเอียด แล้วตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องของพรรณไม้แต่ละชนิด แล้วนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างในพิพิธภัณฑ์พืชศาตราจารย์กสิน สุวตะพันธุ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ และพิพิธภัณฑ์พืชสิรินธรเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

4. จัดทำคำบรรยายลักษณะพรรณไม้แต่ละชนิดอย่างละเอียด รวมทั้งลักษณะทางนิเวศและการกระจายพันธุ์ และจัดทำรูปวิธานจำแนกสกุล และรูปวิธานจำแนกชนิดของพรรณไม้เหล่านั้น

5. สรุปผลการศึกษา และนำตัวอย่างแห้งและพรรณไม้ดองที่รวบรวมได้ เก็บรักษาไว้ ณ พิพิธภัณฑ์พืชศาสตราจารย์กสิน สุวตะพันธุ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และหอพรรณไม้ กรมป่าไม้

ผลการวิจัย

1. ความหลากหลายของพรรณไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติปางสีดา

จากการศึกษาอนุกรมวิธานของไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก และไม้เลื้อยในเขตอุทยานแห่งชาติปางสีดา จังหวัดสระแก้ว และสำรวจเก็บตัวอย่างพรรณไม้ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2545 ได้ตัวอย่างประมาณ 200 หมายเลข และได้ทำการตรวจสอบหาชื่อชนิดและเขียนบรรยายลักษณะพรรณไม้อย่างละเอียด รวมถึงลักษณะทางนิเวศ การกระจายพันธุ์ ชื่อพื้นเมือง และช่วงการออกดอกติดผล จากนั้นทำรูปวิธานจำแนกสกุลและชนิด พบพรรณไม้ทั้งสิ้น 110 ชนิด 2 ชนิดย่อย และ 6 พันธุ์ ใน 30 วงศ์ (ตารางที่ 1 และ 2) แยกเป็นพืชประเภทใบเลี้ยงคู่ 85 ชนิด พืชประเภทใบเลี้ยงเดี่ยว 15 ชนิด วงศ์ที่พบมากที่สุดคือวงศ์กล้วยไม้ (Orchidaceae) พบถึง 17 ชนิด ใน 15 สกุล รองลงมาคือวงศ์ดอกเข็ม (Rubiaceae) พบ 10 ชนิด ใน 8 สกุล วงศ์ถั่ว (Fabaceae) และวงศ์ผักบุ้ง (Convolvulaceae) พบวงศ์ละ 9 ชนิด และวงศ์ Acanthaceae พบ 8 ชนิด ตามลำดับ ส่วนวงศ์อื่นๆ พบวงศ์ละ 1 - 6 ชนิด ส่วนมากเป็นวงศ์ที่มีสกุลละ 1 ชนิด

ตารางที่ 1. รายชื่อของพรรณไม้ดอกพวกไม้พุ่ม (S) ไม้ล้มลุก (H) และไม้เลื้อย (C) ประเภทพืชใบเลี้ยงคู่ในเขตอุทยานแห่งชาติปางสีดา จังหวัดสระแก้ว

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ประเภท	ช่วงออกดอก
ACANTHACEAE			
Barleria strigosa Willd.	สังกรณี	H	ก.ค. – ธ.ค.
Eranthemum tetragonum Wall.	-	H	ธ.ค. – ก.พ.
Nomaphila stricta Nees	-	H	ม.ค. – มี.ค.
Phogacanthus asperulus Nees	-	S	ม.ค. – มี.ค.
Pseuderanthemum graciliflorum (Nees) Ridl.	เฒ่าหลังลาย	S	พ.ย. – มี.ค.
Staurogyne lanceolata Kuntze	-	H	ต.ค. – มี.ค.
Thunbergia fragrans Roxb. var. *fragrans*	หูปากกา	H, C	มิ.ย. – ก.ย.
Thunbergia laurifolia Lindl.	รางจืด	C	มิ.ย. – ก.พ.
ANCISTROCLADACEAE			
Ancistrocladus tectorius (Lour.) Merr.	ค้อนหมาแดง	C	พ.ย. - ม.ค.
APOCYNACEAE			
Alyxia reinwardtii Blume	ชะลูด	C	ม.ค. – มี.ค.
Chonemorpha fragrans (Moon) Alston	กังหันทอง	C	พ.ค. – พ.ย.
Parameria laevigata (Juss.) Moldenke	กุมาริกา	C	ส.ค. – พ.ย.
Willughbeia edulis Roxb.	ยางคุย	C	ม.ค. – มี.ค.
ASCLEPIDIACEAE			
Dischidia hirsuta (Blume) Decne	เถาอีแปะ	C	ก.พ. – มิ.ย.
Dischidia major (Vahl) Merr.	เถาพุงปลา	C	ม.ค. – ก.พ.
Hoya micrantha Hook.f.	นมเมีย	C	ม.ค. – ก.พ.
Hoya parasitica Wall. ex Wight	นมพิจิตร	C	มี.ค. – พ.ค.
Toxocarpus lagenifer Kerr	เถาแดง	C	ส.ค. – ก.พ.
CAESALPINIACEAE			
Bauhinia bassacensis Pierre ex Gagnep.	เครือเขาหนัง	C	พ.ย. – ก.พ.
Bauhinia pottsii G. Don var. *subsessilis* (Craib) de Wit	ชงโคขาว	S	ก.ย. – ธ.ค.
Caesalpinia digyna Rottler	กำจาย	C	ก.ค. – ต.ค.
Cassia alata L.	ชุมเห็ดเทศ	S	พ.ค. – ส.ค.
Cassia tora L.	ชุมเห็ดไทย	H	ส.ค. – ก.ย.

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ประเภท	ช่วงออกดอก
CAPPARACEAE			
Capparis micracantha DC.	ชิงชี่	S	ส.ค. – เม.ย.
Capparis sepiaria L.	หนามวัวชัง	C	ธ.ค. – พ.ค.
CELASTRACEAE			
Euonymus cochinchinensis Pierre	กระดูกไก่	S	มิ.ย. – ก.ค.
CONVOLVULACEAE			
Argyreia breviscapa (Kerr) Ooststr.	เถาฟ้าระงับ	C	ก.ค. – พ.ย.
Argyreia obtecta C.B. Clarke	-	C	ม.ค. – มี.ค.
Erycibe cochinchinensis Gagnep.	เถาสีผึ้ง	C	ก.พ. – มี.ค.
Ipomoea obscura (L.) Ker. Gawl.	โตงวะ	C	มี.ค. – เม.ย.
Ipomoea pileata Roxb.	เถาสองสลึง	C	ต.ค. – ก.พ.
Meremia bambusetorum Kerr	จิงจ้อเหลืองอ่อน	C	พ.ย. – ก.พ.
Meremia cissoides (Lam.) Hallier	จิงจ้อสีดา	C	พ.ย. – ก.พ.
Neuropeltis racemosa Wall.	ม้าทะลายโรง	C	พ.ย. – ก.พ.
Xenostegia tridentata (L.) Austin & Staples	เถาตดหมา	C	ส.ค. – มี.ค.
CUCURBITACEAE			
Neoalsomitra sarcophylla (Wall.) Hutch.	บุหรี่พระราม	C	ม.ค. - เม.ย.
ERYTHROXYLACEAE			
Erythroxylum cambodianum Pierre	ตานครบ	S	ส.ค. – ก.พ.
FABACEAE			
Abrus pulchellus Wall. ex Thwaites subsp. *mollis* Verdc.	มะขามย่าน	C	ส.ค. – ก.ย.
Centrosema pubescens Benth.	ถั่วลาย	C	พ.ค. – พ.ย.
Codariocalyx gyroides (Roxb. ex Link.) Hassk.	ต้นข้าวจี่	H	ส.ค. – พ.ย.
Crotalaria pallida Aiton	หิ่งเม่น	H	ส.ค. – พ.ย.
Desmodium triflorum (L.) DC	หญ้าเกล็ดหอย	H	ส.ค. - ก.ย.
Hegnera obcordata (Miq.) Schindl.	ปีกนกแอ่น	H	ส.ค. – พ.ย
Phyllodium longipes (Craib) Schindl.	เกล็ดปลา	S	ส.ค. – ธ.ค.
Stylosanthes humilis Kunth	หญ้าสไตโล	H	ส.ค. – ต.ค.
Uraria crinita (L.) Desv. ex DC.	หางหมาจอก	S	มิ.ย. – ก.ย.
HYDROPHYLLACEAE			
Hydrolea zeylanica (L.) Vahl	ปอผี	H	ต.ค. – ธ.ค.
LABIATAE			
Clerodendrum farinosum (Roxb.) Walp.	ผีเสื้อไทย	S	ตลอดปี
Clerodendrum paniculatum L.	พนมสวรรค์	S	ตลอดปี
Clerodendrum schimidtii C.B. Clarke	พุดราชา	S	มิ.ย. – มี.ค.
Clerodendrum villosum Blume	พนมสวรรค์ป่า	S	ธ.ค. – ม.ค.
LAURACEAE			
Phoebe paniculata (Nees) Nees	สะทิบ	S	ม.ค. – มี.ค.
MALVACEAE			
Urena lobata L. var. *lobata*	ขี้ครอก	S	ตลอดปี
MELASTOMATACEAE			
Dissochaeta divaricata (Willd.) G. Don	พลองอินทร์	C	มี.ค. – เม.ย.

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ประเภท	ช่วงออกดอก
Melastoma pellegrinianum (H. Boissieu) K. Meyer	โคลงเคลงผลแห้ง	S	ก.ค. – ส.ค.
Osbeckia chinensis L.	เอ็นอ้าน้อย	H	ก.ค. – ส.ค.
Sonerila griffithii C.B. Clarke	สาวสนม	H	มิ.ย – ก.ค.
MYRSINACEAE			
Ardisia colorata Roxb.	มะจ้ำก้อง	S	พ.ค. – ส.ค.
Ardisia crenata Sims var. *crenata*	ตาไก่ใบกว้าง	S	ตลอดปี
Ardisia helferiana Kurz	สัมกุ้งขน	S	พ.ค. – พ.ย.
Ardisia murtonii Fletcher	ตีนเป็ดป่า	S	พ.ค. – ก.ย.
OLACACEAE			
Schoepfia fragrans Wall.	ขี้หนอน	S	ส.ค. – ม.ค.
OLEACEAE			
Jasminum nervosum Lour.	เขี้ยวงูเล็ก	C	ก.พ. - มี.ค.
Jasminum scandens (Retz.) Vahl	เสี้ยวผี	C	พ.ค. – ก.ค.
POLYGALACEAE			
Salomonia cantoniensis Lour.	เนียมนกเขา	H	พ.ค. – ส.ค.
Xanthophyllum lanceatum (Miq.) J.J. Sm.	ชุมแสง	S	พ.ย. - ธ.ค.
RHAMNACEAE			
Ventilago harmandiana Pierre	เถากระปรอกช้าง	C	ม.ค. – มี.ค.
Ziziphus oenoplia (L.) Mill	เล็บเหยี่ยว	S	พ.ย. – ธ.ค.
RUBIACEAE			
Argostemma neurocalyx Miq.	จอกหิน	H	ก.ค. – ส.ค.
Argostemma monophyllum K. Sridith	ใบเดียวดอกเดียว	H	มิ.ย. – ก.ย.
Fagerlindia armigera (K. Schum.) Tirveng.	คัดเค้าหนาม	S	ก.พ. – มี.ค.
Hedyotis wallichii Kurz	-	S	ก.ย. – พ.ย.
Ophiorrhiza hispidula Wall. ex G.Don	หญ้าตีนมือตุ๊ดตู่	H	มิ.ย – ก.ค.
Paederia linearis Hook.f.	ตดหมูตดหมา	C	ม.ค. – มี.ค.
Paederia scandens (Lour.) Merr.	ย่านพาโหม	C	ม.ค. – มี.ค.
Pavetta glaciliflora Wall.	เข็มเกลี้ยง	S	ม.ค. – ก.พ.
Prismatomeris tetrandra (Roxb.) K. Schum. subsp. *tetrandra*	ตะไหล	S	พ.ค. – มิ.ย.
Rothmannia sootepensis (Craib) Bremek.	สะแล่งหอมไก๋	S	ม.ค. – มี.ค.
SAXIGFRAGACEAE			
Itea riparia Collett & Hemsl.	ไครัังอย	S	ก.พ. – เม.ย.
SCROPHULARIACEAE			
Lindernia crustacea (L.) F. Muell. var. *crustacea*	ตะขาบไต่ดิน	H	ก.ค. – ก.ย.
Torenia flava Ham. ex. Benth.	มันปู	H	พ.ค. – มิ.ย.
Torenia violacea (Azaola ex Blanco) Pennell	แววมยุรา	H	ก.ย. – ต.ค.
STERCULALIACEAE			
Helicteres hirsuta Lour.	ปอเต่าไห้	S	ตลอดปี
Helicteres lanceolata A.DC. var. *gagnepainiana* (Craib) Phengklai	ข้าวจี่เล็ก	S	ก.พ. – พ.ย.
TILIACEAE			
Microcos tomentosa Smith	พลับพลา	S	พ.ค. – ก.ย.

ตารางที่ 2. รายชื่อของพรรณไม้ดอกพวกไม้พุ่ม (S) ไม้ล้มลุก (H) และไม้เลื้อย (C) ประเภทพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในเขตอุทยานแห่งชาติปางสีดา จังหวัดสระแก้ว

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ประเภท	ช่วงออกดอก
APOSTASIACEAE			
Apostasia wallichii R. Br.	ตานโมย	H	มิ.ย. – ก.ค.
ORCHIDACEAE			
Acampe ochracea (Lindl.) Hochr.	เอื้องตีนจก	H	ธ.ค. – ม.ค.
Appendicula cornuta Blume	หางแมงเงา	H	พ.ค. – มิ.ย.
Cirrhopetalum lepidum (Blume) Schltr.	สิงโตพัดแดง	H	พ.ย. – ธ.ค.
Dendrobium ellipsophyllum Tang & Wang	เอื้องทอง	H	พ.ค. – มิ.ย.
Dendrobium subulatum (Blume) Lindl.	-	H	ก.ย. – ธ.ค.
Eria lasiopetala (Willd.) Omerod	เอื้องบายศรี	H	พ.ค. – ม.ค.
Galeola altissima (Blume) Rchb.f.	-	H	ก.พ.
Gastrochillus obliquus (Lindl.) Kuntze	เสือเหลือง	H	พ.ย. – ธ.ค.
Haeteria oblongifolia (Blume) Blume	-	H	พ.ค.
Mischobulbum wrayanum (Hook.f.) Rolfe	-	H	ธ.ค. – ม.ค.
Pomatocalpa spicata Breda	-	H	ก.พ.
Renanthera coccinea Lour.	หวายแดง	H	พ.ค.
Staurochilus fasciatus (Rchb.f.) Ridl.	เอื้องเสือโคร่ง	H	พ.ค.
Tainia penangiana Hook.f.	เอื้องสีลาเหลือง	H	พ.ย. – ธ.ค.
Thecostele alata (Roxb.) Par. & Rchb.f.	-	H	พ.ค.
Thrixspermum ridleyanum Schltr.	-	H	พ.ย. – ธ.ค.
Thrixspermum acuminatissimum Rchb.f.	เอื้องกลีบเข็ม	H	ม.ค.
THISMIACEAE			
Thismia javanica J.J. Sm.	พิศวงรยางค์	H	มิ.ย.
ZINGIBERACEAE			
Alpinia galanga Willd.	ข่า	H	พ.ค. – ก.ค.
Alpinia oxymithra K. Schum.	หลาว	H	ม.ค. – มี.ค.
Boesenbergia sp.		H	ส.ค.
Globba leucantha Miq.	ปุดหม้อ	H	พ.ค. – มิ.ย.
Globba pendula Roxb.		H	พ.ค. – มิ.ย.
Zingiber zerumbet (L.) Sm.	กระทือแดง	H	พ.ค. – มิ.ย.

2. พรรณไม้กับเส้นทางการศึกษา

จากเส้นทางศึกษาทั้ง 3 เส้นทาง พบว่าเส้นทางทุ่งหญ้าบุตาปอดพบตัวอย่างพรรณไม้มากที่สุด รองลงมาคือเส้นทางหลักของทางอุทยาน และที่พบตัวอย่างน้อยที่สุดคือเส้นทางน้ำตก เส้นทางทุ่งหญ้าบุตาปอดมีความหลากหลายของสภาพป่ามากกว่าอีก 2 เส้นทาง คือมีทั้งป่าเบญจพรรณ ป่าทุ่ง และลานหิน ทำให้มีความหลากหลายของพรรณไม้มากที่สุด เส้นทางน้ำตกปางสีดา - น้ำตกผาตะเคียนนั้นพบจำนวนชนิดน้อยที่สุด เพราะระยะทางสั้นกว่าและมีแสงแดดตกลงพื้นป่าน้อยกว่า ส่วนเส้นทางหลักที่ยาวถึง 26 กิโลเมตร สภาพค่อนข้างเปิดโล่ง พบไม้ล้มลุกตามพื้นป่า และพบไม้เลื้อยตามสองข้างทางมากกว่า แต่เนื่องจากเป็นป่าสภาพเดียวกันตลอดเส้นทางจึงพบจำนวนชนิดน้อยกว่าเส้นทางทุ่งหญ้า กล่าวโดยสรุปคือ พรรณไม้ที่พบใน 3 เส้นทางในอุทยานแห่งชาติปางสีดา มีความหลากหลายแตกต่างกันเนื่องมาจากสภาพป่า ระยะทาง และปริมาณแสงในแต่ละเส้นทางเป็นปัจจัยหลัก ส่วนความสูงจากระดับน้ำทะเลนั้นไม่น่าจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อความหลากหลายของพรรณพืชในทั้งสามเส้นทาง

3. พรรณไม้ที่มีรายงานว่าเป็นพรรณไม้ถิ่นเดียวของประเทศไทย (Endemic species)

พรรณไม้หลายชนิดที่พบจากการศึกษาอนุกรมวิธานของไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก และไม้เลื้อยในเขตอุทยานแห่งชาติปางสีดา จังหวัดสระแก้ว มีรายงานว่าเป็นพรรณไม้ถิ่นเดียวของประเทศไทย และไม่พบว่ามีรายงานในประเทศอื่น ดังนี้

1. **เถาฟ้าระงับ** *(Argyreia breviscapa* (Kerr) Ooststr.) วงศ์ Convolvulaceae (ภาพที่ 3)
2. **เถาแดง** *(Toxocarpus lagenifer* Kerr) วงศ์ Asclepiadaceae
3. **ใบเดียวดอกเดียว** *(Argostemma monophyllum* K. Sridith) วงศ์ Rubiaceae (ภาพที่ 4)
4. **คัดเค้าหนาม** *(Fagerlindia armigera* (K. Schum.) Tirveng.) วงศ์ Rubiaceae
5. **แสล่งหอมไก่** *(Rothmannia sootepensis* (Craib) Bremek.) วงศ์ Rubiaceae (ภาพที่ 5)
6. **ข้าวจี่เล็ก** *(Helicteres lanceolata* A. DC. var. *gagnepainiana* (Craib) Phengkhai) วงศ์ Sterculiaceae (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 3. *Argyreia breviscapa*



ภาพที่ 4. *Argostemma monophyllum*



ภาพที่ 5. *Rothmannia sootepensis*

4. พรรณไม้หายาก (Rare species)

จากการตรวจเอกสารเกี่ยวกับพรรณไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาพบว่ามีรายงานเกี่ยวกับพรรณไม้บางชนิดที่พบในพื้นที่เป็นพรรณไม้หายาก ได้แก่

1. ตานโมย *(Apostasia wallichii* R. Br.) ในวงศ์ Apostasiaceae (ภาพที่ 7) ซึ่งในบางเอกสารได้จัดรวมไว้กับวงศ์ Orchidaceae และถือว่าเป็นกล้วยไม้ที่เก่าแก่มากเพราะยังคงมีอับเรณูแทนที่จะเป็นก้อนเรณูอย่างในวงศ์กล้วยไม้ทั่วไป ตลอดระยะเวลาที่ใช้ศึกษาพบตานโมยในพื้นที่เพียง 2 ต้นเท่านั้นในเส้นทางเดินสู่น้ำตกผาตะเคียน และมีรายงานว่าสามารถพบได้ทั่วประเทศ เพียงแต่พบน้อย (Larsen and Vogel, 1970)

2. *Galeola altissima* (Blume) Rchb.f. เป็นกล้วยไม้กินซากที่เกาะอยู่กับไม้ยืนต้นตายริมลำธาร พบเพียง 1 ต้นเท่านั้นตลอดระยะเวลาศึกษาทั้งหมด มีรายงานว่าพบน้อยและพบทางภาคใต้ของประเทศไทย ภาคตะวันออกพบเพียงที่เกาะช้าง จ. ตราดเท่านั้น (Thaithong, 1999)

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการเพิ่มข้อมูลแหล่งที่พบในประเทศไทยเพิ่มเติม และยังมีบันทึกไว้ว่ายังมีความต้องการตัวอย่างพรรณไม้ชนิดนี้เพื่อใช้ในการศึกษาเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวอย่างที่มีผลติดอยู่ด้วย เนื่องจากกล้วยไม้ชนิดนี้มีความใกล้เคียงกับกล้วยไม้กินซากชนิด *Erythrochis ochobiensis* (Hayata) Garay มีเพียงลักษณะของผลและเมล็ดที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด (Seidenfaden, 1995) และการศึกษาครั้งนี้แม้จะพบเพียง 1 ต้น แต่ก็เป็นตัวอย่างที่สมบูรณ์มีทั้งผลและเมล็ดซึ่งได้จัดเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์พืช (BCU) เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้สนใจศึกษาต่อไปในอนาคต

3. พิศวงรยางค์ (*Thismia javanica* J.J. Sm.) วงศ์ Thismisceae (ภาพที่ 8) เป็นพืชกินซากที่มีขนาดเล็กสีส้ม มักถูกมองข้ามไปได้ง่ายถ้าไม่มีการสังเกตที่ดี ขึ้นตามพื้นป่าดิบแล้งตามเส้นทางเดินสู่น้ำตก บริเวณใต้ต้นไผ่ที่มีใบไผ่ทับถมอยู่ค่อนข้างหนาแน่น ช่วงฤดูฝน มีการกระจายพันธุ์อยู่ที่ประเทศอินโดนีเซีย และมีรายงานว่าพบที่ประเทศไทยเพียง 2 แห่งเท่านั้นคือ ที่จังหวัดกาญจนบุรี และคลองนาคา จังหวัดระนอง (Larsen, 1987) การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการเพิ่มเติมข้อมูลแหล่งที่พบในประเทศไทยที่นอกจากจะพบทางภาคใต้และภาคตะวันตกเฉียงใต้แล้ว ยังพบที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้อีกด้วย



ภาพที่ 6. *Helicteres lanceolata* var. *gagnepainiana*



ภาพที่ 7. *Apostasia wallichii*



ภาพที่ 8. *Thismia javanica*

5. พรรณไม้ที่พบครั้งแรกในประเทศไทย (New record)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้พบพรรณไม้ในสกุล *Merremia* (Convolvulaceae) ซึ่งเป็นวัชพืชที่ขึ้นคลุมวัชพืชอื่นๆ อยู่อย่างหนาแน่นตามสองข้างทางตลอดเส้นทางหลักของอุทยาน เมื่อนำมาตรวจสอบชื่อชนิดจากเอกสารที่เคยมีผู้ศึกษาในสกุลนี้ของประเทศไทย (Na Songkhla and Khunwasi, 1993) ก็ไม่มีรายงานว่าพบพืชชนิดนี้ จึงนำไปตรวจสอบกับหนังสือทางพฤกษอนุกรมวิธานของประเทศเพื่อนบ้าน (Ooststroom, 1935) ได้ชื่อชนิด *Merremia quinquefolia* (L.) Hallier แต่ลักษณะบางอย่างไม่ตรงกับคำบรรรยายลักษณะพรรณไม้ของพืชชนิดนี้ จึงเป็นไปได้ว่าน่าจะเป็นชนิดอื่น จึงนำไปเทียบตัวอย่างพรรณไม้แห้งทั้งที่พิพิธภัณฑ์พืชศาสตราจารย์กสิน สุวตะพันธุ์ หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ และพิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร แต่ไม่ปรากฏว่าเคยมีใครเก็บพรรณไม้ชนิดนี้มาก่อน Dr. Gorge Staples จึงได้กรุณาส่งเอกสารเพิ่มเติมมาให้ประกอบการศึกษา ได้ชื่อชนิดว่า *Merremia cissoides* (Lam.) Hallier (ภาพที่ 9) จากหนังสือ Flora of The Lesser Antilles พืชชนิดนี้มีเขตการกระจายพันธุ์อยู่ในประเทศเม็กซิโก อเมริกาตอนกลางและทางใต้ และถูกนำไปปลูกในเขตร้อนทางโลกเก่า (ทวีปเอเชีย) (Staples, 1989)



ภาพที่ 9. *Merremia cissoides*

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานการวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_145017 ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในหน่วยปฏิบัติการพรรณไม้ประเทศไทย ภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในอุทยานแห่งชาติปางสีดา จังหวัดสระแก้ว ที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ ด้วยดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

ทวีศักดิ์ บุญเกิด, มนทกานติ วัชราภัย, สุทธพรรณ ตรีรัตน์, เยาลักษณ์ มณีรัตน์ และอบฉันท์ ไทยทอง. 2520. การเก็บและรักษาตัวอย่างพันธุ์ไม้. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร. 57 หน้า.

Larsen, K. 1987. Thismiaceae. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand. Vol. 5, part 1, pp. 124-126. Chutima Press, Bangkok.

Larsen, K. and E.F. Vogel. 1970. Apostasiaceae. *In* Smitinand, T. and K. Larsen, (eds.), Flora of Thailand Vol. 2, pp. 131-138. Tistr Press, Bangkok.

Na Songkhla, B. and C. Khunwasi. 1993. The study on ten genera of Convolvulaceae in Thailand. *Thai Forest Bulletin* 20: 1-92.

Ooststroom, S.J. van. 1953. Convolvulaceae. *In* van Steenis, C.G.G.J. (ed.), Flora Malesiana. Ser. 1, Vol. 3, pp. 388-512. P. Noordhoff Ltd., Neterlands.

Seidenfaden, G. 1995. Contribution to the orchids flora of Thailand XII. Opera Botanica 124. Copenhegen. pp. 1-90.

Staples, G.W. 1989. Convolvulaceae. *In* Howard, R.A. (ed.), Flora of the Lesser Antilles Leeward and Windward Islands. Vol. 6, pp.133-177. Harvard University, Massachusetts.

Thaithong, O. 1999. Orchids of Thailand. Integrated Promotion Technology Co., Ltd., Bangkok. 239 pp.

ความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นในป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซธรรมชาติ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

อรวรรณ วรรณศรี และ ทวีศักดิ์ บุญเกิด

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Abstract: Diversity of Ferns and Fern Allies in Natural Forest and along the Natural Gas Pipeline in Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province

Oravan Vannasri and Thaweesakdi Boonkerd

Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

The diversity of ferns and fern allies has been assessed along the natural gas pipeline in Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province from October 2001 to August 2002. A total of twenty-four sampling plots of 20 m X 20 m (4, 5 X 20 m subplots inside) have been established from KP 0 to KP 33. The diversity of ferns and fern allies in disturbed (along gas pipeline) and undisturbed (natural forest) areas was determined by counting the individuals in each subplot. Species richness and species diversity were estimated using Margalef and Shannon-Weiner diversity indices, respectively. Species similarity was also investigated using Jaccard's coefficient. Other physical factors related to pteridophyte diversity were examined including altitude, soil pH, %soil water content, soil bulk density, %soil organic matter, soil texture and light intensity (%PAR).

Species richness and species diversity of natural forests were higher than those along the natural gas pipeline with the only exceptions being at KP 6 and KP 9. Low or nil values of Jaccard's coefficient was observed indicating different species of pteridophytes in natural forests compared with those found along the gas pipeline. Margalef and Shannon diversity indices were positive and significantly correlated with %soil water content, but a negative significant correlation was observed with light intensity (%PAR). Moreover, a significant correlation between soil pH and the Shannon diversity index was also found. Canonical discriminant analysis was employed to reveal differences of physical environmental factors between the disturbed and undisturbed areas. It was found that soil pH and light intensity (%PAR) were the two most important factors in this regard.

Ninety pteridophyte specimens were collected from the 24 sampling plots. They were identified and classified into 46 species, in 31 genera within 17 families. Of these, 3 species, 3 genera and 2 families are fern allies.

Key words: ferns, fern allies, pteridophyte, Kanchanaburi Province

บทนำ

อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติห้วยเขย่ง และป่าเขาช้างเผือก ในเขตอำเภอทองผาภูมิ และอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี มีพื้นที่ประมาณ 1,120 ตารางกิโลเมตร มีสภาพป่าหลายแบบ คือ ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบเขา (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.) พื้นที่ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของผืนป่าภาคตะวันตก จากการตรวจเอกสารพบว่าไม่เคยมีการศึกษาเกี่ยวกับพรรณไม้ในพื้นที่นี้ และพื้นที่บางส่วนถูกรบกวนจากการให้สัมปทานทำเหมืองแร่ดีบุกและวุลแฟลม สัมปทานทำไม้ และใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม นอกจากนี้การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยได้วางแนวท่อก๊าซธรรมชาติ จากแหล่งยาดานาประเทศสหภาพพม่า ซึ่งแนวท่อก๊าซได้พาดผ่านพื้นที่อุทยานกว่า 50 กิโลเมตร โดยมีจุดเริ่มต้นของแนวท่อที่บ้านอีต่อง (KP 0) และจุดสิ้นสุดที่พาดผ่านอุทยานคือบ้านไร่ป้า (KP 38) ก่อนที่แนวท่อจะต่อไปยังโรงงานไฟฟ้าร่วม จังหวัดราชบุรี รวมระยะทางทั้งสิ้น 238.5 กิโลเมตร แนววางท่อก๊าซธรรมชาติมีความกว้างประมาณ 20 เมตร การวางท่อก๊าซธรรมชาติได้แล้วเสร็จเมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2541 การวางท่อก๊าซได้ทำการขุดเปิดหน้าดินเพื่อฝังท่อลงไปประมาณ 3 เมตรแล้วกลบดินใหม่ หลังจากนั้นได้มีการฟื้นฟูสภาพพื้นที่โดยมีการ

ปลูกพรรณไม้ต่างๆ ในพื้นที่แนววางท่อ (Petroleum Authority of Thailand, 1997) จึงมีความน่าสนใจศึกษาว่าพื้นที่ที่ถูกรบกวนนั้นมีความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นอย่างไร โดยเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียง เนื่องจากเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อมจึงน่าที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงสภาพพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้

วิธีการ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการสำรวจความหลากหลายของเทอริโดไฟต์ บริเวณแนววางท่อก๊าซธรรมชาติและป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียง ในพื้นที่อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี โดยทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ได้วางแปลงเริ่มจาก KP 0 ถึง KP 33 โดยวางแปลงห่างกันประมาณ 3 กิโลเมตร จำนวน 12 แปลง ตามแนววางท่อก๊าซฯ และอีก 12 แปลง ในพื้นที่ป่าธรรมชาติบริเวณใกล้เคียงและมีความสมบูรณ์ที่สุด รวม 24 แปลง โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 X 20 ตารางเมตร (แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 5 X 20 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลงย่อย) ใช้เข็มทิศกำหนดแนวแปลง ทิศเหนือ-ใต้ และทิศตะวันออก-ตะวันตก เก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1.) เก็บตัวอย่างเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์น นับจำนวนชนิด จำนวนต้นของแต่ละชนิด และตรวจสอบหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจาก Tagawa and Iwatsuki (1979, 1985, 1988, 1989) และเอกสารพรรณพฤกษชาติของประเทศเพื่อนบ้าน

2.) เก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และปริมาณน้ำฝน ได้รวบรวมเป็นรายเดือนจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ใกล้พื้นที่ศึกษามากที่สุด

3.) วัดค่าความเข้มแสง โดยวัด Photosynthetically Active Radiation (PAR) ในแต่ละแปลงย่อย ที่ระดับยอดของเฟิร์นชนิดที่เป็น dominant species และวัดค่าความเข้มแสงกลางแจ้งที่ความสูง 1 เมตรจากระดับดิน โดยใช้ Quantum photometer และคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์แสงกลางแจ้งที่แผ่ไปที่ยอดของเฟิร์น

4.) สุ่มเก็บตัวอย่างดิน 4 ตัวอย่างจากแปลงย่อย ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยใช้ soil core เพื่อศึกษาความเป็นกรด-เบสของดิน (pH) โดยใช้ pH meter ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยใช้ Walkley and Black Rapid Titration method ปริมาณน้ำในดิน (soil water content) ความหนาแน่นของดิน (bulk soil density) โดยใช้วิธี core method และลักษณะเนื้อดินโดยใช้ hydrometer method

5.) วิเคราะห์ข้อมูลจากแปลงตัวอย่าง ได้แก่ ค่าความเข้มแสง สมบัติบางประการของดิน และข้อมูลความหลากหลายของเฟิร์นซึ่งจะใช้ species richness index และ species diversity index โดยจะวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงที่ศึกษา

ผลการวิจัย

1. ความหลากหลายทางด้านอนุกรมวิธานของเทอริโดไฟต์

ผลการสำรวจเทอริโดไฟต์ในป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ (ตารางที่ 1) เก็บตัวอย่างได้จำนวน 90 หมายเลข ซึ่งจำแนกเป็นเฟิร์นจำนวน 46 ชนิด จัดไว้ใน 31 สกุล 17 วงศ์ และเป็นพืชใกล้เคียงเฟิร์นจำนวน 3 ชนิด จัดไว้ใน 3 สกุล 2 วงศ์ โดยพบเทอริโดไฟต์ในป่าธรรมชาติจำนวน 43 ชนิด จัดเป็นพืชกลุ่มเฟิร์น 41 ชนิด กลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น 2 ชนิด และที่พบตามแนววางท่อก๊าซฯ จัดเป็นพืชกลุ่มเฟิร์นจำนวน 14 ชนิด กลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น 1 ชนิด และพบว่ามีเฟิร์นที่พบได้ทั้งในป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ จำนวน 11 ชนิด บริเวณที่พบเทอริโดไฟต์มากที่สุดคือป่าธรรมชาติที่ KP 3 พบทั้งสิ้น 16 ชนิด 13 สกุล 8 วงศ์ และบริเวณแปลงที่ไม่มีเทอริโดไฟต์ขึ้นอยู่ คือ ตามแนววางท่อก๊าซฯ KP 27, KP 30 และ KP 33

ตารางที่ 1. เทอริโดไฟต์ที่พบในแปลงศึกษาตามแนววางท่อก๊าซฯ และป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียง ที่ KP 0 - KP 33

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	บริเวณที่พบ	ถิ่นอาศัย
พืชใกล้เคียงเฟิร์น			
Lycopodiaceae			
Huperzia phlegmaria (L.) Rothm.	ช้องนางคลี่	2	E
Lycopodiella cernua (L.) Pic. Serm.	สามร้อยยอด, กูดขน	1	T
Selaginellaceae			
Selaginella minutifolia Spring	กูดยี	1	T
เฟิร์น			
Adiantaceae			
Adiantum flabellulatum L.	-	2	T
Adiantum philippense L.	เฟิร์นก้านดำฟิลิปปินส์	1, 2	T
Cheilanthes tenuifolia (Burm. F.) Sw.	-	2	T
Pityrogramma calomelanos (L.) Link.	เฟิร์นท้องใบเงิน	1	T
Aspleniaceae			
Asplenium yoshinagae Makino	-	2	E
Blechnaceae			
Blechnum orientale L.	กูดข้างฝาน, กูดดอย	1, 2	T
Davalliaceae			
Araiostegia imbricata Ching	-	2	E
Davallia trichomanoides Blume var. *trichomanoides*	นาคราชสีชมพู	2	E
Dennstaedtiaceae			
Microlepia speluncae (L.) T. Moore	กูดผี, โหราผักกูด	1, 2	T
Microlepia strigosa (Thunb.) C. Presl	-	1, 2	T
Pteridium aquilinum var. *wightianum* (J. Agardh) R.M. Tryon	กูดเกี๊ยะ	1, 2	T
Dryopteridaceae			
Tectaria impressa (Fée) R. C. Moran	กูดกวาง, กูดหก	2	T
Tectaria polymorpha (Wall. ex Hook.) Copel.	กูดแก้ว, กูดแต้ม	1, 2	T
Gleicheniaceae			
Dicranopteris linearis (Burm.f.) Underw. var. *linearis*	กูดหมึก, โชน	1, 2	T
Lindsaeaceae			
Lindsaea ensifolia Sw.	หางนกกะลิง	1, 2	T
Sphenomeris chinensis (L.) Maxon var. *chinensis*	-	1	T
Lomariopsidaceae			
Bolbitis appendiculata (Willd.) K. Iwats.	-	2	T
Ophioglossaceae			
Ophioglossum petiolatum L.	-	2	T
Polypodiaceae			
Belvisia spicata (L.f.) Mirbel ex Copel.	-	2	E
Crypsinus cruciformis (Ching) Tagawa	-	2	E
Lepisorus scolopendrium (Buch.-Ham. ex D. Don) Mehra & Bir	-	2	E
Loxogramme centicola (D. Don) C. Presl	-	2	E
Goniophlebium subauriculatum Blume	-	2	E

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	บริเวณที่พบ	ถิ่นอาศัย
Pyrrosia lingua (Thunb.) Farw. var. *lingua*	-	2	E
Pyrrosia nuda (Giesenh.) Ching	-	2	E
Pyrrosia sp.	-	2	E
Pteridaceae			
Pteris biaurita L.	กูดหางค่าง	1, 2	T
Pteris cretica L.	กูดผีเสือ	2	T
Pteris tripartita Sw.	-	2	T
Pteris venusta Kunze	-	2	T
Pteris vittata L.	กูดหมาก, กูดตาด	1, 2	T
Schizaeaceae			
Lygodium flexuosum (L.) Sw.	กูดงอดแงด, ลิเภาใหญ่	2	T
Lygodium polystachyum Wall. ex T. Moore	กูดเคือ, ลิเภาย่อง	2	T
Lygodium salicifolium C. Presl	ย่านลิเภา	2	T
Thelypteridaceae			
Amphineuron immersum (Blume) Holttum	-	2	T
Amphineuron opulentum (Kaulf.) Holttum	-	2	T
Amphineuron terminans (J. Sm.) Holttum	-	2	T
Christella arida (D. Don) Holttum	-	1, 2	T
Christella dentata (Forssk.) Holttum	-	2	T
Christella papilio (C. Hope) Holttum	-	2	T
Cyclosorus hirtisorus (C. Chr.) Ching	-	1, 2	T
Pronephrium nudatum (Roxb.) Holttum	กูดแดง	2	T
Woodsiaceae			
Diplazium esculentum (Retz.) Sw.	หัสดำ, กูดกิน	2	T

Note : T = Terestrail, E = Epiphyte

1 = พบตามแนววางท่อก๊าซฯ, 2 = พบในป่าธรรมชาติ

2. ความหลากหลายของเทอริโดไฟต์กับความสูงจากระดับน้ำทะเล

จากการศึกษาความหลากหลายด้านอนุกรมวิธานของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นในแปลงตัวอย่างจำนวน 24 แปลง พบว่าในพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 700 เมตร จะมีความหลากหลายของจำนวนวงศ์ สกุล และชนิดมากที่สุด สามารถสรุปได้ว่าความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 700 เมตร ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงเนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนต่อปีสูงจะมีความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นสูงเมื่อเทียบกับพื้นที่ต่ำกว่าลงมา (ภาพที่ 1)

3. ข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ

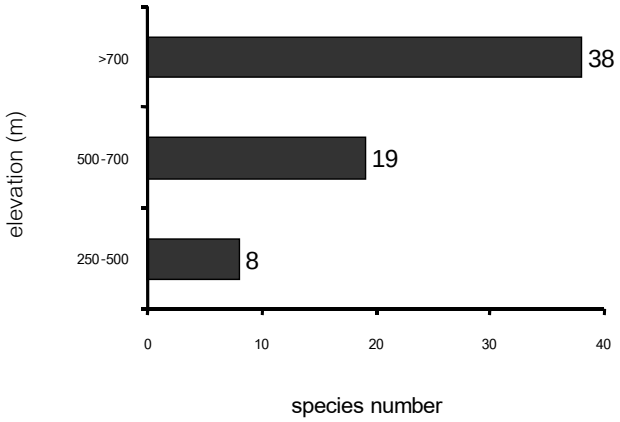
การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณบ้านอีต่อง ตำบลปิล๊อก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งตั้งอยู่ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 880 เมตร เพิ่งเริ่มมีการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา จึงได้ข้อมูลของปี พ.ศ. 2544 และ ปี พ.ศ. 2545 ได้แก่ อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจอากาศ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยปานกลางประมาณ 200 เมตร

3.1 อุณหภูมิ ข้อมูลอุณหภูมิของบ้านอีต่อง ตำบลปิล๊อก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546) มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 22.6 °C โดยมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 31.7°C อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 13.2°C พบว่าเดือนเมษายน เป็นเดือนที่มีอากาศร้อนที่สุด มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32°C และในเดือนกุมภาพันธ์ เป็นเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 13.2°C บริเวณอำเภอทองผาภูมิมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 26.6°C โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 32.7°C และ

มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 20.7°C เดือนที่มีอากาศร้อนและสูงกว่า 40°C คือเดือนมีนาคมและเดือนพฤษภาคม ส่วนเดือนที่มีอากาศเย็นต่ำกว่า 20°C คือเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ และ เดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม (ภาพที่ 2B)

3.2 ปริมาณน้ำฝน บริเวณอำเภอทองผาภูมิมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,775 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันที่ฝนตกต่อปี 154 วัน เดือนที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม (ภาพที่ 2C) ส่วนพื้นที่บริเวณบ้านอีต่อง อำเภอทองผาภูมิ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 5,619 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันที่ฝนตก 176 วัน เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดคือ เดือนสิงหาคม วัดได้เฉลี่ย 1,493.05 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนต่ำที่สุดอยู่ในเดือนธันวาคม วัดได้ 10.57 มิลลิเมตร

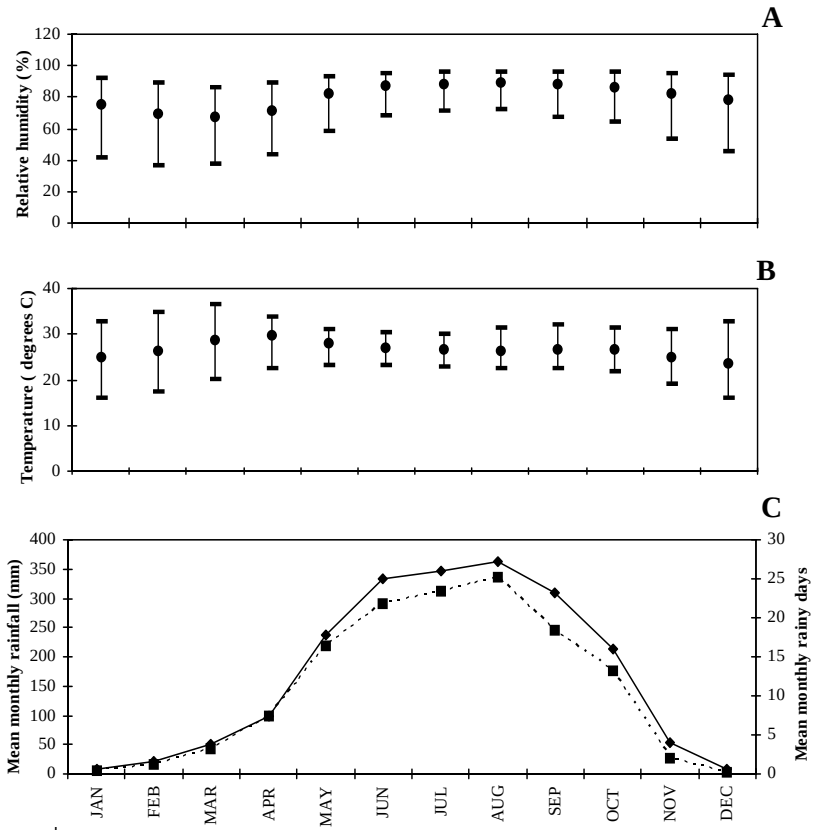
3.3 ความชื้นสัมพัทธ์ จากสถานีตรวจอากาศอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (ภาพที่ 2A) จะเห็นได้ว่าบริเวณอำเภอทองผาภูมิเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีความชื้นในอากาศสูง มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 80% เดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงกว่า 80% คือ เดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 90% พบในเดือนมกราคม และเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม ส่วนเดือนที่สภาพอากาศค่อนข้างแห้งจะพบในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 69% และ 67% ตามลำดับ



ภาพที่ 1. จำนวนชนิดของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นที่พบในแต่ละช่วงระดับความสูง

4. การศึกษาความเข้มแสง

พบว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ ตั้งแต่ KP 0 – KP 33 มีค่าความเข้มแสงสูงกว่าในป่าธรรมชาติ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยบริเวณป่าธรรมชาติ KP 3 มีความเข้มแสงน้อยที่สุดและบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ KP 30 มีค่าความเข้มแสงสูงสุด (ภาพที่ 3A) เนื่องจากบริเวณตามแนววางท่อก๊าซฯ มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างเปิดโล่ง ในขณะที่ป่าธรรมชาติมีไม้ต้นขึ้นบังแสงจึงทำให้บริเวณดังกล่าวได้รับแสงน้อยกว่า ทำให้ชนิดของเทอริโดไฟต์ที่พบในป่าธรรมชาติกับแนววางท่อก๊าซฯ แตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีเทอริโดไฟต์ชนิดที่เด่นในพื้นที่แนววางท่อก๊าซฯ คือ *Dicranopteris linearis* var. *linearis*, *Pteridium aquilinum* var. *wightianum* และ *Pityrogramma*



ภาพที่ 2. ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี 2515-2545 จากสถานีตรวจอากาศอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา) A=แสดงความชื้นสัมพัทธ์, B=แสดงอุณหภูมิ, C=แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย/ปี

■ - - - - - - ■ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนต่อเดือน

◆——◆ ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตกต่อเดือน

calomelanos และชนิดเด่นที่พบในบริเวณป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียง คือ *Pteris biaurita* และ *Tectaria polymorpha* ซึ่งเทอริโด-ไฟต์ส่วนใหญ่ที่พบตามแนววางท่อก๊าซฯ จากการศึกษาครั้งนี้เป็นพวกที่ขึ้นบนดินบริเวณที่ได้รับแสงโดยตรง ตามที่ Holttum (1954), Boonkerd (1996) และ ทวีศักดิ์ (2541) ได้สรุปไว้ เทอริโดไฟต์ดังกล่าวเป็นชนิดเบิกนำ มักจะพบในพื้นที่ที่ถูกรบกวนโดยการตัดต้นไม้ในป่าธรรมชาติทำให้เกิดเป็นช่องว่างที่แสงแดดสามารถแผ่ลงมา ซึ่งพื้นที่ลักษณะเช่นนี้สปอร์ของเทอริโดไฟต์ชนิดเบิกนำสามารถเจริญได้ดี

5. การศึกษาค่าความเป็น กรด-เบส ของดิน (soil pH)

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-เบส ของดินในบริเวณป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วดินในบริเวณป่าธรรมชาติมีค่าความเป็นกรด–เบส สูงกว่าบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และยังพบว่าแต่ละบริเวณที่ศึกษาค่า soil pH จะมีความแตกต่างกันไปแต่ไม่มีความเกี่ยวเนื่องกัน ซึ่งค่า soil pH ที่มีการศึกษาทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.8-7.5 และในการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณป่าธรรมชาติมีความหลากหลายของเทอริโดไฟต์มากกว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ (ภาพที่ 3B)

6. การศึกษาค่าอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter, om)

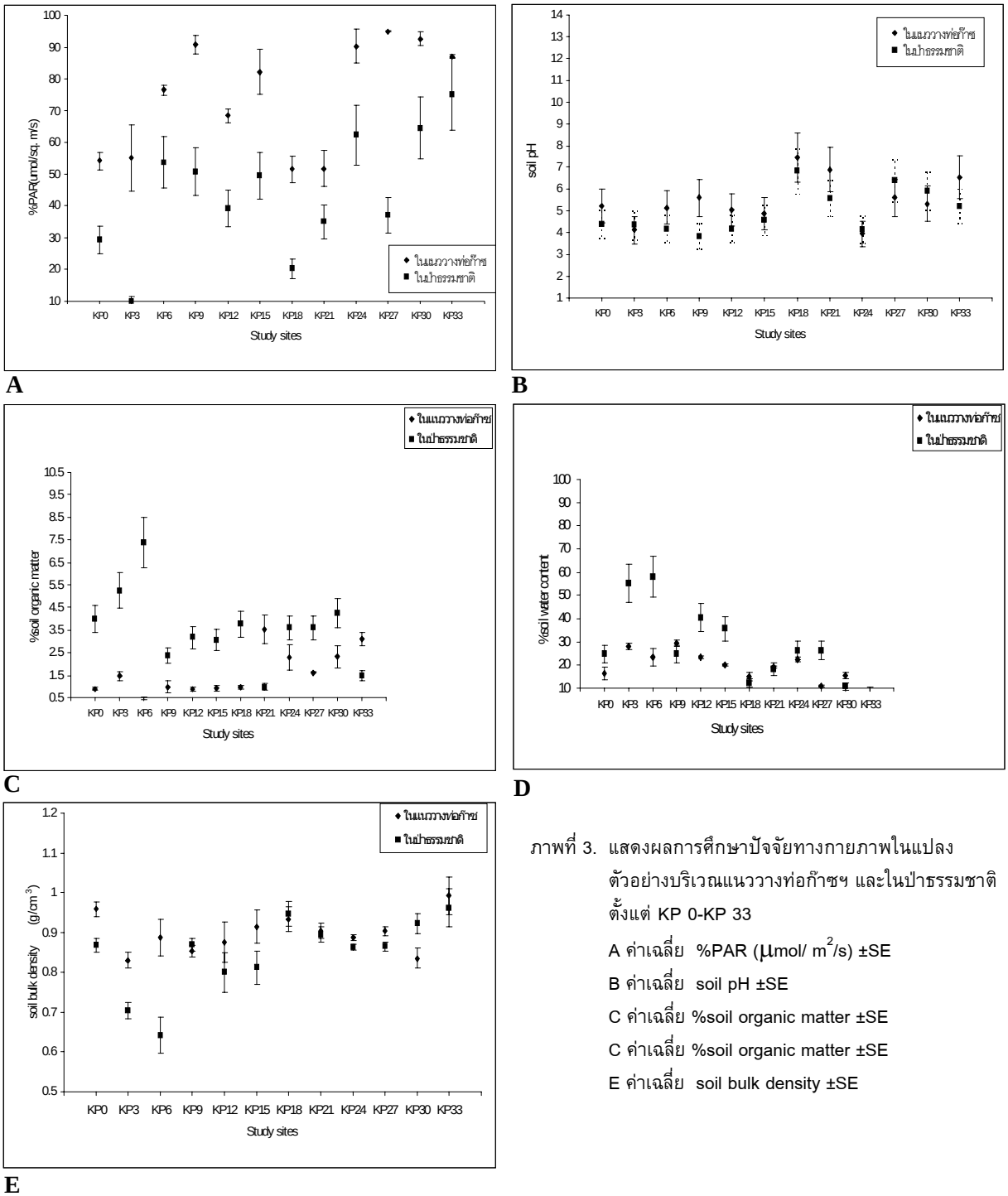
ค่าเฉลี่ย %soil organic matter บริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติตั้งแต่ KP 0- KP 33 พบว่าที่ KP 0, KP 3, KP 6, KP 12, KP 15, KP 18, KP 24, KP 27 และ KP 30 บริเวณป่าธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย %soil organic matter สูงกว่าบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่ KP 21 และ KP 33 พบว่าแนววางท่อก๊าซฯ มีหญ้าขึ้นปกคลุมพื้นที่มาก ส่วนในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีไม้ต้นขึ้นปกคลุมพื้นล่างค่อนข้างโปร่ง จึงอาจเป็นไปได้ว่าบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ มีการทับถมของอินทรีย์วัตถุได้มากเช่นกัน บริเวณที่มีค่าเฉลี่ย %soil organic matter สูงสุดคือป่าธรรมชาติที่ KP 6 มีค่าเท่ากับ 7.40 ส่วนบริเวณที่มีค่าเฉลี่ย %soil organic matter ต่ำที่สุดคือแนววางท่อก๊าซ KP 6 มีค่าเท่ากับ 0.48 (ภาพที่ 3C) ซึ่งวัชนะ (2542) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวัลยชาติและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพบว่า ค่า organic matter ในดินมีแนวโน้มลดลง ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดและความหนาแน่นของวัลยชาติก็ลดลงเช่นกัน (วัชนะ, 2542) และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าโดยส่วนใหญ่ในป่าธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย %soil organic matter สูงกว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญและชนิดของพืชที่พบในพื้นที่ แต่เนื่องจากเฟิร์นบางชนิดเป็นพืชที่สามารถขึ้นได้แม้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจึงพบว่าแม้บริเวณที่มีค่าเฉลี่ย %soil organic matter ต่ำก็ยังคงมีเฟิร์นบางชนิดขึ้นอยู่ได้ แต่บางพื้นที่มีค่าเฉลี่ย %soil organic matter มากกว่าอาจไม่มีเฟิร์นขึ้นอยู่เลย จากลักษณะที่ปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างประกอบกันนอกเหนือจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Kama et al., 2002)

7. การศึกษาค่า %soil water content

ค่าเฉลี่ย %soil water content พบว่าที่บริเวณ KP 0, KP 3, KP 6, KP 9, KP 12, KP 15 และ KP 27 บริเวณป่าธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย %soil water content สูงกว่าบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากในป่าธรรมชาตินั้นมีไม้ต้นและไม้พุ่มขึ้นปกคลุมจึงทำให้มีการดูดซับน้ำไว้ได้มากกว่าในบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ส่วนที่บริเวณ KP 18, KP 21, KP 24, KP 30 และ KP 33 พบว่าค่าเฉลี่ย %soil water content ในแนววางท่อก๊าซฯ กับในป่าธรรมชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บริเวณที่มีค่าเฉลี่ย %soil water content สูงสุดคือบริเวณป่าธรรมชาติที่ KP 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.16% และบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ที่ KP 33 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.94% (ภาพที่ 3D) ซึ่งความชื้นในดินจะสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อดิน โดยพบว่าดินที่มีลักษณะเนื้อดินแบบ clay นั้นจะเป็นดินเนื้อละเอียด อนุภาคของดินมีขนาดเล็กซึ่งทำให้การระบายน้ำในดินไม่ดีมีน้ำขังอยู่ในช่องในดินจึงพบว่าเป็นดินที่มีความชื้นมากที่สุด และดินที่มีลักษณะเนื้อดินแบบ Sandy Clay Loam, Loam, Loamy Sand, Sandy Loam จะมีความชื้นในดินลดลง ตามลำดับ (สสวท., 2002) แต่ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย เช่น สภาพแวดล้อม โดยหากสภาพพื้นที่เป็นพื้นที่เปิดโล่งถึงแม้ว่าจะมีลักษณะเนื้อดินเป็นแบบ clay แต่คุณสมบัติในการอุ้มน้ำจะลดลง ซึ่งพืชในกลุ่มเฟิร์นโดยส่วนใหญ่แล้วมีความต้องการความชื้นในดินค่อนข้างสูง (Boonkerd, 1996)

8. การศึกษาความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density)

จากการศึกษาค่าเฉลี่ย soil bulk density (g/cm3) บริเวณป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ พบว่าโดยส่วนใหญ่ตามแนววางท่อก๊าซฯ มีค่าเฉลี่ย soil bulk density สูงกว่าในป่าธรรมชาติ ซึ่งบริเวณที่มีค่าเฉลี่ย soil bulk density สูงสุดคือบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ที่ KP 33 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 และบริเวณที่มีค่าเฉลี่ย soil bulk density ต่ำสุดคือบริเวณป่าธรรมชาติที่ KP 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 (ภาพที่ 3E) ซึ่งวัชนะ (2542) ได้ศึกษาพบว่าวัลยชาติบริเวณป่าผลัดใบจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความหนาแน่นรวมของดิน คือเมื่อความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดวัลยชาติและความหนาแน่นเฉลี่ยของวัลยชาติจะมีแนวโน้มลดลง ในการศึกษาครั้งนี้ก็พบว่าความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นในป่าธรรมชาติที่มีค่า soil bulk density ต่ำกว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ มีความหลากหลายมากกว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ



ภาพที่ 3. แสดงผลการศึกษาปัจจัยทางกายภาพในแปลงตัวอย่างบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติ ตั้งแต่ KP 0-KP 33

A ค่าเฉลี่ย %PAR (μmol/ m^2/s) ±SE

B ค่าเฉลี่ย soil pH ±SE

C ค่าเฉลี่ย %soil organic matter ±SE

C ค่าเฉลี่ย %soil organic matter ±SE

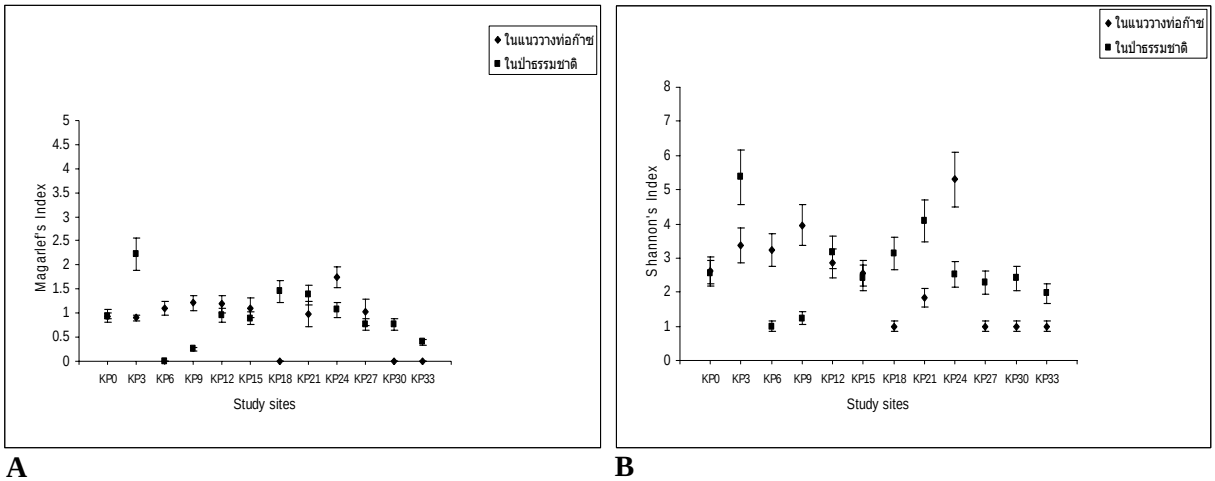
E ค่าเฉลี่ย soil bulk density ±SE

9. การศึกษาลักษณะเนื้อดิน (soil texture)

บริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่จะมีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ Sandy Loam (SL) หรือ Loam Sand (LS) ซึ่งต่างจากพื้นที่ป่าธรรมชาติซึ่งจะมีอนุภาคทรายแป้ง หรืออนุภาคดินเหนียวเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ Loam (L), Clay Loam (CL), Clay (C) ยกเว้นบริเวณ KP 12, KP 15 และ KP 27 ที่พื้นที่ทั้งสองบริเวณมีลักษณะเนื้อดินเหมือนกัน ซึ่งจากลักษณะเนื้อดินสามารถบอกได้ถึงคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของดินซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำน้ำไปใช้ของต้นพืช โดยพบว่าดินบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ส่วนใหญ่มีเนื้อดินแบบ Sandy Loam ซึ่งเป็นดินที่มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำต่ำซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเก็บความชื้นในดินทำให้ดินในบริเวณดังกล่าวมีความชื้นในดินต่ำด้วย ส่วนในบริเวณอื่นที่มีลักษณะดินเป็นแบบ Clay, Sandy Clay Loam, Loam, Loamy Sand ก็จะมีคุณสมบัติการอุ้มน้ำลดลงตามลำดับ

10. ความหลากหลายของเทอริโดไฟต์

การศึกษาความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นโดยใช้ species richness index โดยคำนวณหาค่า Margalef's index และค่า species diversity index โดยใช้สมการ Shannon's index พบว่าทั้งค่า species richness index (ภาพที่ 4A) และค่า species diversity index (ภาพที่ 4B) ให้ผลเช่นเดียวกันคือ บริเวณที่มีค่าสูงที่สุดคือบริเวณป่าธรรมชาติ KP 3 บริเวณที่มีค่าต่ำได้แก่ ในป่าธรรมชาติ KP 6, KP 30 และตามแนววางท่อก๊าซฯ ที่ KP 18, KP 30 และ KP 33 เนื่องจากจำนวนของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นที่พบในแปลงศึกษามีน้อยมากหรือในบางแปลงไม่มีเฟิร์นขึ้นเลย บริเวณป่าธรรมชาติ KP 3 พบว่ามีค่า species diversity index สูงที่สุดเนื่องจากเป็นบริเวณที่มีต้นไม้อยู่หนาแน่นและมีเฟิร์นอิงอาศัยขึ้นอยู่จึงทำให้มีความหลากหลายสูงกว่าบริเวณอื่นๆ และจากการศึกษาพบว่าบริเวณป่าธรรมชาติบริเวณ KP 0, KP 3, KP 6 มีเฟิร์นอิงอาศัยขึ้นอยู่โดย KP 0 มีไม่มากนัก และ KP 6 พบเฟิร์นอิงอาศัยเพียงชนิดเดียว บริเวณ KP 3 พบเฟิร์นอิงอาศัยมากที่สุด ซึ่งจากการศึกษาปัจจัยทางกายภาพและสภาพพื้นที่พบว่าบริเวณป่าธรรมชาติ KP 3 มีความสมบูรณ์ของสภาพป่าสูงสุด ซึ่งเฟิร์นอิงอาศัยสามารถใช้เป็นดัชนีบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ มลภาวะ และสภาพแวดล้อมว่ามีการถูกทำลายไปหรือไม่ (อ้างถึงใน Barthlott et al., 2001) ซึ่งพืชกลุ่มนี้จะดำรงชีวิตอยู่ได้ในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงหรือมีกลไกในการปรับตัวให้ทนแล้งหรือหนีแล้งในช่วงภาวะวิกฤติของพืชอิงอาศัยคือช่วงฤดูแล้ง (Benzing, 1990)



A **B**

ภาพที่ 4. A ค่าเฉลี่ย Margalef's index ±SE ในแปลงตัวอย่าง บริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติตั้งแต่ KP 0 - KP 33
B ค่าเฉลี่ย Shannon's index ±SE ในแปลงตัวอย่าง บริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติตั้งแต่ KP 0 - KP 33

การศึกษาความเหมือนของชนิดเทอริโดไฟต์ในแปลงตัวอย่างตามแนววางท่อก๊าซฯ และป่าธรรมชาติ และค่า similarity coefficient ของแต่ละ KP ซึ่งคำนวณจากชนิดที่พบหรือไม่พบ โดยใช้ Jaccard coefficient พบว่าค่า similarity coefficient ที่ KP 0, KP 3, KP 6, KP 24, KP 27, KP 30 และ KP 33 มีค่าเป็นศูนย์ บริเวณที่มีค่า similarity coefficient สูงที่สุดคือที่ KP 9, KP 15 และ KP 21 โดยมีค่าเท่ากับ 0.22 ที่ KP 18 มีค่า similarity coefficient เท่ากับ

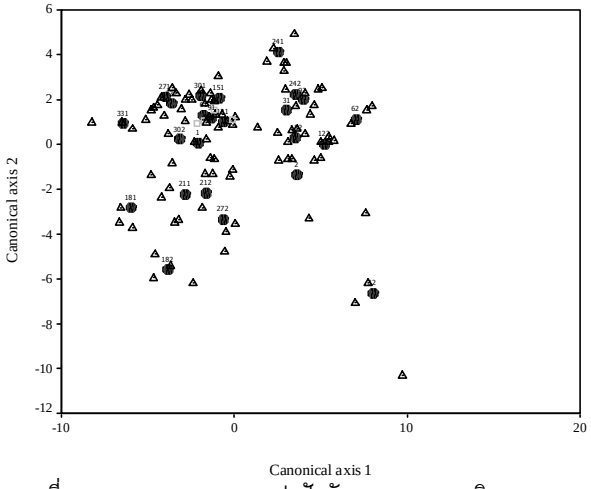
0.14 และเมื่อพิจารณาจากเทอริโดไฟต์ที่สำรวจพบทั้งหมดจากพื้นที่ศึกษาพบว่ามีค่า similarity coefficient เท่ากับ 0.23 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแต่ละ KP ที่ศึกษามีค่า species similarity coefficient น้อยมาก แสดงให้เห็นว่าชนิดของเทอริโดไฟต์ที่พบในป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ มีความแตกต่างกัน โดยมักจะพบชนิดที่เหมือนกันน้อยมาก ซึ่งการที่พบชนิดเหมือนกันอาจเนื่องมาจากแปลงตัวอย่างที่ศึกษาในป่าธรรมชาติบริเวณริมหรือขอบแปลงเป็นพื้นที่เปิดโล่ง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเทอริโดไฟต์ที่พบในป่าธรรมชาติกับตามแนววางท่อก๊าซฯ ต่างกลุ่มกัน คือชนิดที่พบตามแนววางท่อก๊าซฯ จะเป็นชนิดที่พบบริเวณที่ได้รับแสงกลางแจ้งได้ซึ่งส่วนใหญ่จะพบบริเวณพื้นที่ถูกรบกวน เช่น จากการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อทำถนน ส่วนชนิดที่พบในป่าธรรมชาติที่แท้จริง (forest pteridophytes) จะไม่สามารถเจริญในพื้นที่กลางแจ้งได้ เนื่องจากมีโครงสร้างที่แตกต่างไปจากชนิดที่พบในพื้นที่ถูกรบกวน (Boonkerd, 1996; ทวีศักดิ์, 2541) เช่น มีลักษณะแผ่นใบที่บางและมีขนาดกว้าง ส่วนชนิดที่พบในพื้นที่ถูกรบกวนส่วนใหญ่จะมีแผ่นใบที่คล้ายแผ่นหนัง แผ่นใบด้านบนเป็นมันช่วยในการสะท้อนแสง แผ่นใบมักเป็นเส้นขนาดเล็ก หรือเป็นใบประกอบที่ใบย่อยมีขนาดเล็ก

11. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับความหลากหลายของเทอริโดไฟต์

จากการศึกษาปัจจัยต่างๆ ทางกายภาพที่น่าจะมีผลต่อความหลากหลายของเทอริโดไฟต์ในแปลงศึกษา โดยหาค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยเหล่านี้กับค่า Margalef's index และ Shannon's index พบว่าค่าความเข้มแสง (%PAR) มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่า Margalef's index และค่า Shannon's index อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพที่ 5A-5B) ค่า %soil water content มีความสัมพันธ์ในลักษณะตรงกันข้าม กล่าวคือมีความสัมพันธ์แบบเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือแปรตามกันกับค่า Margalef's index และค่า Shannon's index อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพที่ 5C-5D) และค่า soil pH ก็มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสัมคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในทิศทางเดียวกันกับค่า Shannon's index แต่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่า Magarlef's index

12. การศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่

เพื่อที่จะได้ทราบถึงลักษณะปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ที่ศึกษาว่ามีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่เมื่อพิจารณาจากภาพรวม กล่าวคือพิจารณาปัจจัยทางกายภาพทั้งหมดของพื้นที่ตามแนววางท่อก๊าซฯ กับพื้นที่ป่าธรรมชาติใกล้เคียงแต่ละแปลงศึกษาเปรียบเทียบกัน ได้ทำการวิเคราะห์ตัวแปรพหุคูณโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ %PAR, %soil water content, soil pH, soil bulk density, %soil organic matter และนำความสูงจากระดับน้ำทะเลของแต่ละแปลงตัวอย่างมาวิเคราะห์การจัดจำแนก (Canonical Discriminant Analysis) พบว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติกับแนววางท่อก๊าซฯ มีความแตกต่างของปัจจัยทางกายภาพทุก KP ที่ศึกษา แต่ที่ KP 21 จะแตกต่างกันน้อยมาก ปัจจัยทางกายภาพที่มีความสำคัญคือค่า soil pH, %PAR, %soil water content และ %soil organic matter โดยเมื่อพิจารณาค่า soil pH ร่วมกับ %PAR สามารถบอกถึงความต่างระหว่างป่าธรรมชาติกับแนววางท่อก๊าซฯ ได้ถึง 81.3 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6. Ordination plot จากค่าปัจจัยทางกายภาพบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และป่าธรรมชาติจำนวน 24 แปลง จากการวิเคราะห์ Canonical Discriminant Analysis ในแปลงตัวอย่างบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติตั้งแต่ KP 0 - KP 33

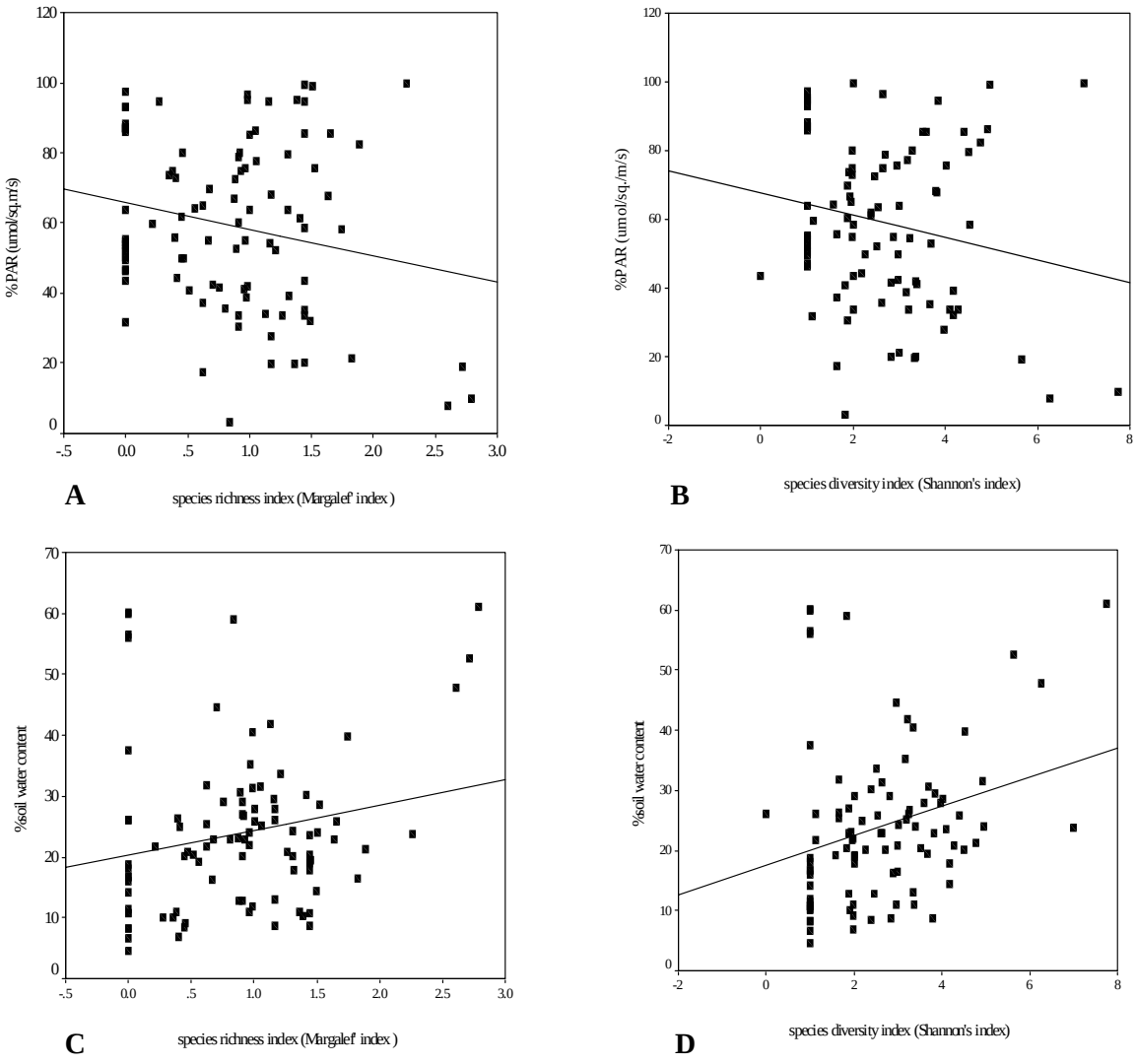
13. อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพ

จากการศึกษาปัจจัยทางกายภาพในพื้นที่ป่าถูกรบกวน (ตามแนววางท่อก๊าซฯ) และ พื้นที่ป่าธรรมชาติ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude) ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ปริมาณน้ำฝนต่อปี ความเข้มแสง (%PAR), soil pH, %soil water content, %soil organic matter, soil bulk density สามารถสรุปและแสดงความสัมพันธ์กับค่า species richness index และ species diversity index ได้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. ปัจจัยทางกายภาพในพื้นที่ป่าถูกรบกวน (ตามแนววางท่อก๊าซฯ) และพื้นที่ป่าธรรมชาติ และแสดงความสัมพันธ์กับค่า species richness index และ species diversity index

ปัจจัยทางกายภาพ	พื้นที่ถูกรบกวน (ตามแนววางท่อก๊าซฯ)	พื้นที่ป่าธรรมชาติ	Species richness index	Species diversity index	Taxonomic diversity index
ความสูงจากระดับน้ำทะเล	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่มีความสัมพันธ์	ไม่มีความสัมพันธ์	✓
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	✓
ปริมาณน้ำฝน (ต่อปี)	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	✓
ความเข้มแสง (%PAR)	สูง	ต่ำ	+	+	ไม่ได้ศึกษา
soil pH	ต่ำ	สูง	-	-	ไม่ได้ศึกษา
%soil water content	ต่ำ	สูง	+	+	ไม่ได้ศึกษา
%soil organic matter	ต่ำ	สูง	+	+	ไม่ได้ศึกษา
soil bulk density	สูง	ต่ำ	-	-	ไม่ได้ศึกษา

หมายเหตุ: ✓หมายถึง น่าจะมีความสัมพันธ์แต่ไม่ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ, + หมายถึง ความสัมพันธ์ตามกัน, - หมายถึง ความสัมพันธ์ผกผัน



ภาพที่ 5. A ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสง (%PAR) กับค่า species richness index (Margalef's index)
B ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสง (%PAR) กับค่า species diversity index (Shannon's index)
C ความสัมพันธ์ระหว่างค่า %soil water content กับค่า species richness index (Margalef's index)
D ความสัมพันธ์ระหว่างค่า soil pH กับค่า species diversity index (Shannon's index)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน่วยปฏิบัติการวิจัยพรรณไม้ประเทศไทย พิพิธภัณฑ์พืช กสิน สุวตะพันธ์ หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_145013 และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. ป่าตะวันตก. เอกสารเผยแพร่.

ทวีศักดิ์ บุญเกิด. 2541. เฟิร์นไทย. ใน: สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 23, 152-191.

วัชนะ บุญชัย. 2542. ความสัมพันธ์ระหว่างวัลยชาติและสภาพแวดล้อมบริเวณป่าผลัดใบ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สสวท. ความชื้นดิน [online] แหล่งที่มา: http://www. ipst. ac. th/globe/data/data-soil [2546, มกราคม, 23].

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2546. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ.

Barthlott, W., V. Schmit-Neuerburg, J. Nieder and S. Engwald. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphyte: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.

Benzing, D.H. 1990. Vascular Epiphytes. Cambridge University Press, New York.

Boonkerd, T. 1996. Noteworthy Ferns of Thailand. Chulalongkorn University Press, Bangkok.

Holttum, R.E. 1954. A Revised Flora of Malaya II: Ferns of Malaya. Government Printing office, Singapore.

Kama, K., T. Vachrangkura, S. Tiyanon, C. Viriyabuncha, S. Nimpila and B. Doangrisen. 2002. Plant species diversity in tropicai planted forest and implication for restoration of forest ecosystems in Sakaerat, Northeastern Thailand. *Japan Agricultural Research Quarterly* 36(2): 111-118.

Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. John Wiley & Sons, New York.

Petroleum Authority of Thailand. 1997. EIA of Yadana Natural Gas Pipeline Project.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1979. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol.3, part 1. The Tist Press, Bangkok.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1985. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol.3, part 2. Phonphan Printing Company, Ltd., Bangkok.

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.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1989. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol.3, part 4. The Chutima Press, Bangkok.

Taxonomy of Ferns and Fern Allies at Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province

Wilawan Rattanathirakul and Thaweesakdi Boonkerd
Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

A total of 23 families, 55 genera, 112 species and 2 varieties were recorded from Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province. Among these, 21 families, 53 genera, 108 species and 2 varieties were ferns, while 2 families, 2 genera and 4 species were fern allies. Three families of ferns, namely Polypodiaceae, Aspleniaceae and Dryopteridaceae were among the common families. Polypodiaceae included 26 species, while Aspleniaceae and Dryopteridaceae included 15 and 9 species, respectively. According to habitat, it was found that there were 44 species and 1 variety of terrestrial plant, 34 species and 1 variety of epiphyte, and 16 species of lithophyte. In addition, 18 species of ferns and fern allies were found in more than one habitat. It was concluded that two endemic species of Thailand occur in the study area, i.e. *Diplazium siamense* C. Chr. and *Christella siamensis* Tagawa & K. Iwats. It was also found that *Acrorumohra diffracta* (Baker) H. Itô is a newly recorded species for Thailand. It is rather rare and can be found only in small populations along the forest trail to Man Daeng Waterfall. Voucher specimens have been deposited at the Professor Kasin Suvatabhandhu Herbarium, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University and the Forest Herbarium, Royal Forest Department.

Key words: ferns and fern allies, Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province

Introduction

Phu Hin Rong Kla National Park is located in Phitsanulok Province, which is a mountainous area in the lower northern floristic region. Due to the past activity of the Thai-Communist party in the area there were few plant explorations and collections and most collected plants were of flowering plants. However, there were some pteridophyte collections in the other protected areas of Phitsanulok and neighboring provinces which included 118 species from Phitsanulok, 218 species from Loei, and 46 species from Phetchabun. These species comprised more than 50% of the previous records in the Flora of Thailand (Tagawa and Iwatsuki, 1979, 1985, 1988, 1989). It seems likely that these mountainous provinces are rich in pteridophyte diversity despite lacking information from Phu Hin Rong Kla National Park. It can be seen that botanical enumeration of ferns and fern allies at Phu Hin Rong Kla National Park is scarce and it is necessary to augment biodiversity knowledge, especially pteridophyte diversity of lower northern Thailand. The data of pteridophytes obtained from this study may be useful in biodiversity conservation in the near future.

Previous studies

Tagawa and Iwatsuki (1979-1989), Japanese botanists from Kyoto University, studied the existing herbarium specimens of pteridophytes from Thailand and their collection from their own field trips. They enumerated 34 families, 121 genera and 630 species. Their contributions to Thai pteridophytes were published in Flora of Thailand, Vol. III, part 1-4. Next, Boonkerd and Pollawatn (2000) compiled data from various sources as well as from their own field trips to produce a checklist of ferns and fern allies in Thailand. A total of 671 species, 4 subspecies, and 28 varieties belonging to 139 genera and 35 families were enumerated. This checklist included 27 new records for Thailand.

This work aimed at conducting a botanical inventory of ferns and fern allies at Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province.

Study site

Phu Hin Rong Kla National Park covers an area of 307 square kilometers. It is located in Phetchabun mountain range. It is bounded on the north by Chaiburi District, Laos PDR and extends south to Lom Sak District in Phetchabun Province. The park is also a natural border between Nakhon Thai District in Phitsanulok Province and Dan Sai District in Loei Province. It is marked out approximately by the geographical coordinates of 16° 53′ to 17° 07′ north latitude and 100° 56′ to 101° 06′ east longitude (Fig. 1).

In the past, Phu Hin Rong Kla used to be a battlefield between Thai soldiers and guerrillas, who were members of the Thai communist party and who had different principles. During 1968-1972, Phu Hin Rong Kla was a major base for the communists, who threatened the political stability of the nation. In 1972, government forces began the military operations at Phu Kwang, then at Phu Hin Rong Kla in an attempt to expel the communist insurgents. Primarily, the government forces were unsuccessful, because of the strong natural fort of Phu Hin Rong Kla, which set high up in the mountains amidst dense forests. The army changed its battle plan after initial setbacks and eventually defeated the communists with less bloodshed (Tourism Authority of Thailand, 2000).

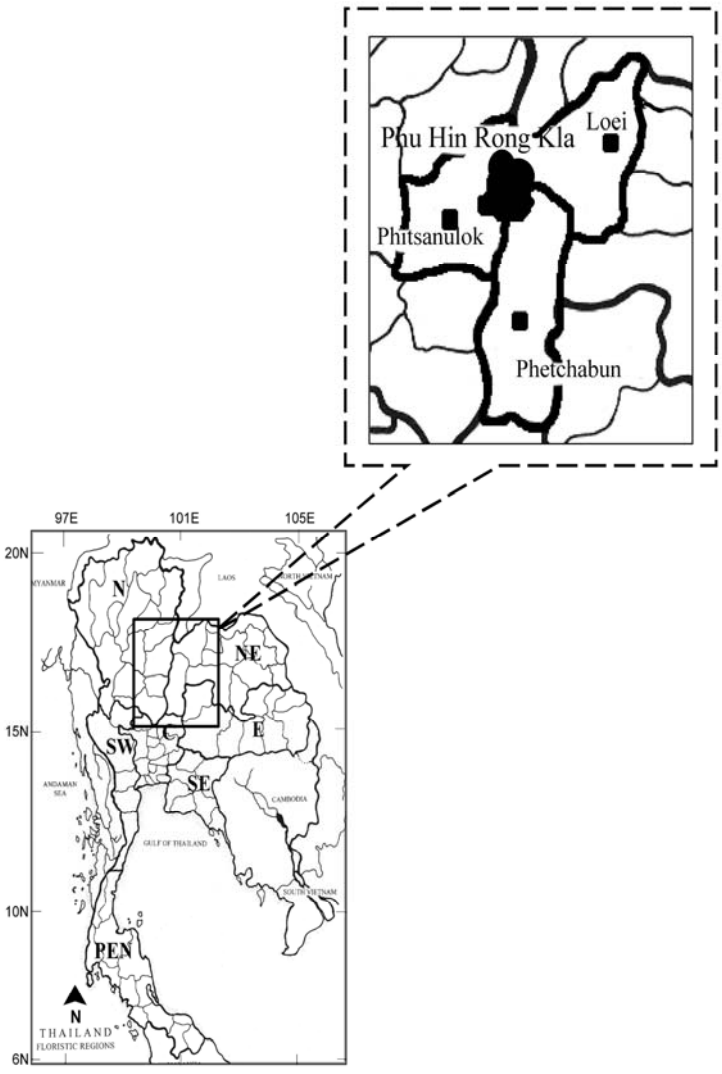


Figure 1. Maps showing the location of Phuhin Rongkla National Park.

Phu Hin Rong Kla is noted for its natural beauty, especially its magnificent waterfalls. It is covered by greenery all year round, probably nurtured by hidden waterfalls in the deep forest where the climate is always cool. Two of the famous waterfalls are the Rom Klao-Paradon and Man Daeng waterfalls. The former is about 600 meters from the relic political school and the Hin Nam Cave. It is surrounded by colorful wild flowers, which reflect the fertility of the forest. Man Daeng waterfall has 32 distinctive tiers surrounded by a variety of wild orchids and ferns. It is also a natural site of maple trees, which change their leaf color in November and December, adding a dash of red and yellow to the lush greenery. The waterfalls are located at altitudes ranging from 1,200 to 1,600 m above mean sea level and about 18 km on a road from the park headquarter to Lom Kao District and need to walk 3.5 km further along a forest trail through the hill evergreen forest.

The general topography of the park is steep mountains in the south, the east and the west, whereas mountains with gradual inclines occur to the north. The mountain range includes the important peaks of Phu Miang, Phu Paeng Ma, Phu Lomlo, Phu Khi Thao, and Phuhin Rongkla. It reaches its highest peak at 1,800 metres above mean sea level at Phu Mahn Khao. The park is the water source of many streams, including Huay Nam Sai, Huay Nam Kamuen, Huay Awm Singh and

Huay Luang Yai (Tourism Authority of Thailand, 2000). In general, the rock of mountains in the park belong to rocks of the Korat group such as the Phu Phan formation. The rocks are similar to those of Phu Phan range in Sakol Nakhon Province. The soil originates from residuum and colluviums, parent rocks include sandstone, limestone, shale, and quartzite. It is rather varied from site to site due to slopes of each site and types of rock. Mainly, soil is a slope complex, deriving from erosion of parent rocks. It is generally found in the mountains and steep areas. Hang Chat and Satuk soils are two common soil units of the park (Royal Forest Department, 1998).

The climate of the area is a tropical climate, with high average temperatures year round and a distinct dry season. Three seasons are observed, i.e. the summer season from March-April, the rainy season from May-October, and the winter season from November-February (Meteorological Department, 2002). The Lom Sak Climatic Station in Phetchabun Province is the nearest station. It is marked out approximately by the geographical coordinates of 16° 46′ north latitude and 101° 15′ east longitude.

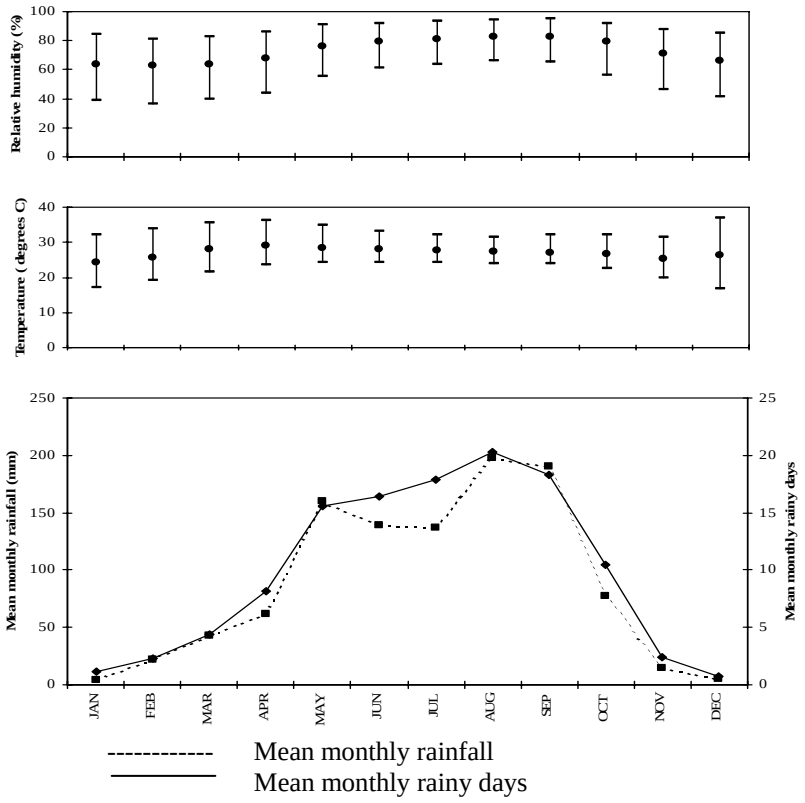


Figure 2. Climatological data during the period, 1972-2002, from Lom Sak Station (Data from the Department of Meteorology, Bangkok, Thailand.

The climatological data during the period 1972-2002 (Fig. 2) shows the average annual relative humidity was about 73%, while the average maximum relative humidity was 89% and the average minimum relative humidity was 51%. The average annual temperature was 26.8°C. The average maximum temperature was 36.4°C in April and the average minimum temperature was 16.8°C in December. The average annual rainfall was 1051.1 mm. The highest average annual rainfall, of approximately 197.2 mm, was observed in August. The lowest annual rainfall of about 4.5 mm occurred in January, and a few rainy days were observed in December, which is the driest month.

The vegetation of Phu Hin Rong Kla National Park includes mixed deciduous forest, dry dipterocarp forest, dry evergreen forest, and hill evergreen forest (Royal Forest Department, 1998).

Methodology

Field collections of ferns and fern allies were conducted monthly from March 2001 to July 2002 at Phu Hin Rong Kla National Park. Three duplicates of specimens were collected and photographs were taken for each species. Specimens were gathered along the existing forest trails, extending about 5 m from both sides. Some specific moist areas were selected for repeat visits, such as Man Daeng Waterfall, Rom Klao-Paradorn Waterfall and nearby sites. Field note viz. ecological data, habit, habitat and some diagnostic characters of each species were recorded.

Laboratory study was conducted at the Plants of Thailand Research Unit, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University. Dry herbarium specimens were prepared as described in Boonkerd et al. (1987) and deposited at BCU and BKF. Internal and external morphological characters of each specimen were studied. Pteridophyte specimens were identified using keys and descriptions from taxonomic literatures, such as Flora, manual, monograph, as well as research paper, etc. Botanical names of each specimen were verified by comparison to the voucher herbarium specimens deposited at BCU and BKF. Authors of scientific names and abbreviations used in this thesis are in accordance with the author of plant names (Brummitt and Powell, 1992). Classification system of pteridophytes in this thesis follows that of Boonkerd and Pollawatn (2000). Dichotomous keys to genera and species were constructed for determining each taxon in the study area. A description of each species was prepared and based solely on specimens collected from Phu Hin Rong Kla National Park. In addition, ecological data, geographical distribution, vernacular name and uses of each species were prepared.

Results and Discussion

A taxonomic survey of ferns and fern allies at Phu Hin Rong Kla National Park was conducted from March 2001 to July 2002. Two hundred and seventeen specimens were collected. A total of 23 families, 55 genera, 112 species and 2 varieties were identified. Among these 21 families, 53 genera, 108 species and 2 varieties are ferns, while 2 families, 2 genera and 4 species are fern allies (Appendix).

1. Habitat and Diversity of Ferns and Fern Allies

Specimen collections were mainly focused on two waterfalls in hill evergreen forest, i.e. Man Daeng Waterfall, Rom Klao-Paradon Waterfall and nearby sites. The altitude of the areas ranging from 1,200 to 1650 m. The study area is rather a fertile forest as compared with the other forest types below these levels. Tree trunk and branches are usually covered with bryophytes and filmy ferns. This forest type has rather deep, humus-rich and high humidity soils. Pteridophytes include common families of ferns, such as Polypodiaceae, Aspleniaceae, Dennstaedtiaceae, Dryopteridaceae and Woodsiaceae. It was found that ferns and fern allies thrive in various habitats, such as terrestrial, on rock (lithophytes) and on tree-branches or tree-trunks (epiphyte). Moreover, some species occur in more than one habitat.

2. Terrestrial plants

It was found that 44 species and 1 variety of ferns were terrestrial plants. Terrestrial habitat includes mountain slopes, shady areas, stream banks and open ground. Common families of ferns, such as Dennstaedtiaceae, Dryopteridaceae, Thelypteridaceae, Pteridaceae and Woodsiaceae are found. Most ferns are observed on mountain slopes. The common species included *Diplazium simplicivenium*, *Microlepia calvescens*, *Didymochlaena truncatula*, *Christella siamensis* and *Pteris tokioi*. These ferns usually occupy humus-rich mountain slopes. *Microlepia strigosa*, *Arachniodes spectabilis* and *Christella dentata* can be found on rather dry slopes. Along stream banks, where air humidity is rather high, there exist some large terrestrial ferns or tree ferns, such as *Angiopteris evecta*, *Cibotium barometz* and *Cyathea gigantea*, while *Pneumatopteris truncata* and *Coniogramme petelotii* were found on wet ground, especially along stream banks where sunlight can penetrate to the forest floor. On exposed ground, the two most common terrestrial sun-ferns can be found, i.e. *Pteridium aquilinum* var. *wightianum*, *Dicranopteris linearis* var. *linearis*. They form dense long persistent thickets in open places and become weedy species. Though the two species are sun-loving ferns, the two do not normally occur together, because these two ferns have different soil preferences. It was found that *Pteridium aquilinum* prefer well-drained soil, whilst *Dicranopteris linearis* grows on clayey soil (Holttum, 1969).

3. Lithophytes

It was found that 16 species of ferns and fern allies were lithophytes. These species grow on bare rocks, humus-rich rocks, muddy rock, in rock crevices or cliffs. Lithophytes are confined to high humidity areas, such as along stream banks. They usually have long creeping rhizome with numerous clinging roots adhering to the rock surface. Some lithophytes are established in muddy rock crevices in partial shade, such as *Adiantum philippense* and *Oleandra undulata*. Some ferns inhabit muddy rocks or on moist cliffs by streams, such as *Elaphoglossum stelligerum* and *Asplenium paradoxum*. On moist

muddy rock can be found *Asplenium cheilosorum*, *Microsorum membranaceum* and *Vittaria sikkimensi*, whilst *Goniophlebium subauriculatum* can be found on moist mossy-rock. On wet ground or muddy rocks near streams, there occur some medium-sized ferns, for example, *Bolbitis heteroclita*, *Colysis hemionitidea* and *Microsorum dilatatum*. On some exposed bare rocks or cliffs, some ferns, for example *Oleandra undulata* adapt themselves coinciding with the changing of environment, especially in dry season. This fern can survive over the dry summer by shedding their fronds in order to reduce transpiration. Some lithophytes, for example, *Pyrrosia lingua*, *Oleandra undulata* have long slender creeping rhizomes; these species are usually found on bare rocks in full sunlight. They can protect the whole plant from water loss by having dense overlapping scales.

4. Epiphytes

It was found that 34 species and 1 variety of ferns and fern allies were epiphytes. In general, these pteridophytes grow on tree trunks, on mossy tree-trunks or on branches of trees. It includes common families of ferns, such as Polypodiaceae, Hymenophyllaceae, Aspleniaceae Vittariaceae and Davalliaceae. Examples of common epiphytes are *Huperzia hamiltonii*, *Hymenophyllum exsertum*, *Asplenium ensiforme*, *Vittaria elongata*, *Humata repens*, *Oleandra musifolia*, *Belvisia henryi*, *Lemmaphyllum carnosum* and *Crypsinus rhynchophyllus*. In dry season some epiphytes can adapt to withstand the dry summer months by reducing total surface of frond form transpiration by shriveling, such *as Asplenium ensiforme, Asplenium perakense, Loxogramme chinensis* and filmy ferns.

5. Ferns that were found in more than one habitat

It was determined that 18 species of ferns and fern allies could be found in more than one habitat. For example, some ferns could be found as epiphytes or lithophytes. They have wide creeping rhizomes and short root system. These ferns grow well either on mossy tree trunks or humus-rich rocks, such as *Asplenium pellucidum, Nephrolepis cordifolia, Aglaomorpha coronans* and *Pyrrosia lingua* var. *heteractis*. Though some species can be either terrestrial plant or lithophyte, such as *Selaginella siamensis*, *Asplenium normale* and *Bolbitis sinensis* var. *sinensis* and *Leptochilus decurrens.*

6. Endemic species

From this taxonomic survey of ferns and fern allies, it can be concluded that two endemic species of Thailand occur in the study area.

- *Christella siamensis*, was found in the northern provinces of Thailand, such as Chiang Rai (Khun Korn Waterfall), Phetchabun (Phu Miang) and Loei (Phu Luang, type). It occurs on humus-rich mountain slopes in hill evergreen forest at the elevation of 1,400 m (Boonkerd and Rachata, 2002; Tagawa and Iwatsuki, 1988).

- *Diplazium siamense* is endemic to northern Thailand. This species grow on humus-rich mountain slopes in hill evergreen forest at the elevation of 1,400 m. It was earlier reported from Chiang Rai (Doi Pacho, Khun Korn Waterfall), Chiang Mai (Doi Suthep, type), Phitsanulok (Phu Rom Rot), Phrae (Mae Sai) and in north-eastern Thailand, such as Phetchabun (Phu Miang) and Loei (Phu Luang) Provinces (Boonkerd and Rachata, 2002; Tagawa and Iwatsuki, 1988).

7. New record

It was found that *Acrorumohra diffracta* (Baker) H. Itô is a newly recorded species for Thailand. It has been reported in China, Taiwan and Indochina (Li, Liu, Huang, Koyama, and Devol, 1975). Its present distribution is in agreement with the distribution of the Indo-Chinese element. This species occupies humus-rich mountain slopes and is usually found along stream banks in some sunlit spots in hill evergreen forest at 1600 m altitude. It is rather a rare species and can be found only on the forest trail to Man Daeng Waterfall.

8. Dubious species

In this study, there are three species of ferns that cannot be determined to species level even though attempts had been made to use key determination from the Flora of Thailand as well as keys from neighboring countries. Herbarium specimens of related species are also studied from BCU and BKF, but they are still unidentified. They are two species of *Asplenium* and one species of *Diplazium.*

- *Asplenium* sp.1 is an epiphyte on mossy tree-trunks in hill evergreen forest at 1,600 m altitude. It is similar to *Asplenium scortechinii* Bedd., but their details of fronds, such as shape and size of lamina and venation are different.

- *Asplenium* sp.2 is a lithophyte on moist muddy rock in hill evergreen forest at 1,300 m altitude. It looks like *Asplenium pellucidum* Lam. This *Asplenium* species has short pinnae stalks, toothed leaf margin, lower pinnae not reduced, brownish to dark brown stipes, and bearing narrow scales throughout. These characters are different from *Asplenium pellucidum* Lam.

- *Diplazium* sp. is a terrestrial fern on humus-rich mountain slopes in hill evergreen forest at 1500 m altitude. It is close to *Diplazium mettenianum* (Miq.) C. Chr. and *Diplazium donianum* (Mett.) Tardieu. However, their frond and sori characters are different.

It is actually essential to consult herbarium and/or type specimens outside Thailand in order to get the right botanical names for these species.

9. Comparisons with Pteridophytes from other areas

- Phu Miang, Phitsanulok and Phetchabun Provinces

Due to the perpetual activity of the Thai-Communist party at Phu Hin Rong Kla in the last 30 years, scanty plant explorations were conducted in this area. According to the Flora of Thailand Volume III (Tagawa and Iwatsuki; 1979, 1985, 1988, 1989), 78 species of ferns and fern allies were reported from Phu Miang. Phu Miang is located in Phetchabun mountain ranges in Phitsanulok and Phetchabun Provinces. It is marked out approximately by the geographical coordinates of 16º 51´- 17º 41´ north latitude and 100º 40´- 101 º 7´ east longitude. Altitude ranges from 764 to 1,409 m. Of 112 species of ferns and fern allies from this study, 45 species are found in common with pteridophytes from Phu Miang.

- Khunkorn Waterfall Forest Park, Chiang Rai Province

Khunkorn Waterfall Forest Park is located in Chiang Rai Province. The park is marked out approximately by the geographical coordinates of 19 º 51´- 19º 54´ north latitude and 99 º 35´- 99 º 39´ east longitude. The climate of the area is monsoonal upon with strong alternation of wet and dry seasons. The annual relative humidity is about 77%, while the high relative humidity during August-December is 95% and the average annual rainfall of 1,755 mm was observed. The vegetation includes dry mixed deciduous forest, moist mixed deciduous forest and hill evergreen forest (Boonkerd and Rachata, 2002).

One hundred and fifty-four species and eleven infra-specific taxa in 24 families and 64 genera were reported from Khunkorn Waterfall Forest Park. It is found that 53 species of ferns and fern allies are in common with the pteridophytes from Phu Hin Rong Kla National Park.

Table 1 shows a comparison of pteridophyte diversity from the three study areas. It can be seen that Khunkorn Waterfall Forest Park is the richest in diversity. The discrepancy in number of species from these three study sites may be in part due to the diversity of forest types. This pteridophyte study mainly focused only in hill evergreen forest since the other vegetation has been severely disturbed in the last 30 years, while the diversity of pteridophyte of Khunkorn Waterfall Forest Park has been studied in the whole area of the park which has much more habitat diversity. Unfortunately, details of habitat or vegetation type of Phu Miang is not available from the Flora of Thailand, Volume III (Tagawa and Iwatsuki, 1979, 1985, 1988, 1989) and its diversity of pteridophytes could not be compared. Anyhow, comparisons can be made of hill evergreen forest of Phu Hin Rong Kla National Park and Khunkorn Waterfall Forest Park. Boonkerd and Rachata (2002) reported 80 species of pteridophytes in hill evergreen forest from

Table 1. Taxa of ferns and fern allies from Phu Hin Rong Kla National Park, Phu Miang and Khunkorn Waterfall Forest Parks.

Study site	Family	Genus	Species
Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok and Phetchabun Provinces	23	55	112
Phu Miang, Phitsanulok and Phetchabun Provinces	16	33	45
Khunkorn Waterfall Forest Park, Chiang Rai Province	24	64	154

Khunkorn Waterfall Forest Park, while 112 species were found from this study. The higher number of species at Phu Hin Rong Kla National Park indicates the fertile hill evergreen forest of this park. This may be due in part to the activity of the Thai-Communist party at Phu Hin Rong Kla in the last 30 years. Their activity help to protect the fertile hill evergreen forest from the destruction that happened in the other vegetations of the park.

10. New information on fern and fern allies distribution

Three species, namely *Amphineuron terminans*, *Angiopteris evecta* and *Tectaria impressa* are commonly found throughout the country. From Flora of Thailand, there are 5 species, which had never been found in northern and northeastern floristic regions before, viz. *Asplenium perakense*, *Christella subpubescens*, *Diplazium simplicivenium*, *Pteris longipinnula*, and *Vittaria angustifolia* (Tagawa and Iwatsuki, 1985, 1988).

- *Asplenium perakense* is an epiphyte. It can be found on tree-trunks usually in hill evergreen forest at 1,450 m altitude. It was previously reported from Nakhon Si Thammarat (Khao Luang) (Tagawa and Iwatsuki, 1985).

- *Christella subpubescens* is a terrestrial fern. It can be found on rather dry mountain slopes in hill evergreen forest at 1,450 m altitude. It was once reported from Chanthaburi (Khao Soi Dao) (Tagawa and Iwatsuki, 1988).

- *Diplazium simplicivenium* is a terrestrial fern. It can be found in moist areas of hill evergreen forest at 1600 m alt. It was earlier reported from Kanchanaburi (Khao Ngi Yai), Uthai Thani (Ban Rai) Surat Thani (Klong Ton), Nakhon Rachasima (Sakaerat), Nakhon Si Thammarat (Khao Luang), Phangnga (Khao Pok), Trang (Khao Chong), Satun and Yala (Muang Wing) (Boonkerd, 1980; Tagawa and Iwatsuki, 1988).

- *Pteris longipinnula* is a terrestrial fern. It can be found on humus-rich mountain slopes in hill evergreen forest at 1,300 m altitude. It was formerly reported from Surat Thani (Ban Don) and Yala (Bannang Sata) (Tagawa and Iwatsuki, 1985).

- *Vittaria angustifolia* is an epiphyte. It can be found on mossy tree-trunks in hill evergreen forest at 1,600 m altitude. It was previously reported from Chanthaburi (Khao Soi Dao, Khao Sabap), Nakhon Si Thammarat (Khao Luang), Trang (Khao Chong), Krabi (Phanom Bencha) and Yala (Khao Kalakhiri, Bla Hat) (Tagawa and Iwatsuki, 1985).

Among the 5 species above, 2 species, i.e. *Asplenium perakense* and *Pteris longipinnula*, occur only in peninsular Thailand. It was previously noted that *Asplenium perakense* was found only in Malaysia. However, Boonkerd and Rachata (2002) indicated a disjunct distribution of *Asplenium perakense* since it is found at Khunkorn Waterfall Forest Park, Chiang Rai Province. So this study confirms the occurrence of *Asplenium perakense* in northern provinces of Thailand. *Pteris longipinnula* occurs in South India and Malesia. Its absence from Northern and Northeastern floristic regions may partly be due to a lack of taxonomic study from these regions. Its occurrence in northern Thailand is in agreement with its present distribution in south India. So this study also confirms the distribution of *Pteris longipinnula* in the northern hemisphere.

Acknowledgements

We would like to express our thanks to the staff of the Professor Kasin Suvathabhandhu Herbarium, Department of Botany, and Faculty of Science, Chulalongkorn University for providing laboratory facilities for this research.

Our thanks to the chief and staff of Phu Hin Rong Kla National Park for accommodation and cooperation during specimen collection within the National Park. Our sincere thanks go to the curator and staff of BKF for their kind permission to study pteridophyte specimens. In addition, we would like to thank the officers of the Meteorological Department for providing climatological data of Lom Sak Station.

This work was supported by The TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT T_145005.

References

Boonkerd, T., M. Vajrabhaya, S. Treratn, Y. Maneerat, O. Thaithong and N. Laichuthai. 1987. Collection and Preparation of Herbarium Specimens. Chulalongkorn University Press, Bangkok, Thailand.

Boonkerd, T. and R. Pollawatn. 2000. Pteridophytes in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

Boonkerd, T. and P. Rachata. 2002. Pteridophytes flora of Khun Korn Waterfall Forest Park, Chiang Rai Province. *Nat. Hist. Bull. Siam. Soc*. 50(2): 195-210.

Brummitt, P.K. and C.E. Powell. 1992. Authors of Plant Names. Whistable Litho Printers, Great Britain.

Holttum, R.E. 1969. Plant Life in Malaya. Percetakan Vinlin Sdn. Bhd, Kuala Lumpur.

Li, H., T. Liu, T. Huang, T. Koyama and C.E. Devol (eds.). 1975. Pteridophyte and Gymnospermae: Flora of Taiwan. Vol. I. Epoch Publishing, Taiwan.

Meteorological Department. 2002. Climate data for Lom Sak climatic station, Phetchabun Province, 1972-2002. Data Processing Subdivision, Climatology Division, Meterological Department, Bangkok.

Royal Forest Department. 1998. Basic data for management master plan of Phu Hin Rong Kla Nation Park, Phisanulok Province, Volume 1-2 (1998-2002). Soil Resource Section and Forestry Department, Division of Natural Conservation, Bangkok.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1979. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol. 3 part 1. The Tistr. Press, Bangkok.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1985. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol. 3 part 2. Phophan Printing Company, Bangkok.

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.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1989. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol. 3 part 4. The Chutima Press, Bangkok.

Tourism Authority of Thailand. 2000. Tung Salaeang Luang, Phu Hin Rong Kla, Pine Forest, Grassland and Rock Platform of Phetchabun Range. Amarin Printing Publishing, Bangkok (in Thai).

Appendix. The Pteridophytes of Phu Hin Rong Kla National Park. Abbreviations are as follows: habitat: T= terrestrial, E= epiphytic, L= lithophytic
abundance: R= rarely found, UC= uncommon, C= common, A= abundant

Family/Species	Habitat	Abundance
FERN ALLIES		
Family Lycopodiaceae		
Huperzia hamiltonii (Spreng.) Trevis.	E	C
Huperzia phlegmaria L.	E	R
Family Selaginellaceae		
Selaginella biformis A. Braun ex Kuhn	L	A
Selaginella siamensis Hieron.	L, T	C
FERNS		
Family Marattiaceae		
Angiopteris evecta (G. Forst.) Hoffm.	T	A
Family Ophioglossaceae		
Ophioglossum petiolatum Hook.	T	C
Family Hymenophyllaceae		
Crepidomanes bipunctatum (Poir.) Copel.	E, L	C
Crepidomanes birmanicum (Bedd.) K. Iwats.	E, L	C
Crepidomanes minutum (Blume) K. Iwats.	E	R
Hymenophyllum badium Hook. & Grev.	E	C
Hymenophyllum barbatum (Bosch) Baker	E	C
Hymenophyllum exsertum Wall. ex Hook.	E	C
Hymenophyllum polyanthos (SW.) SW.	E, L	C
Family Gleicheniaceae		
Dicranopteris linearis (Burm. f.) Underw. var. *linearis*	T	C
Family Dennstaedtiaceae		
Microlepia calvescens (Wall. ex Hook.) C. Presl	T	C
Microlepia herbacea Ching & C. Chr. ex C. Chr. & Tardieu	T	C

Appendix (cont.)

Family/Species	Habitat	Abundance
Microlepia hookeriana (Wall. ex Hook.) C. Presl	T	UC
Microlepia platyphylla (D. Don) J. Sm.	T	UC
Microlepia puberula v. A. v. R.	T	C
Microlepia strigosa (Thunb.) C. Presl	T	C
Pteridium aquilinum var. *wightianum* (J. Agardh) R.M. Tryon	T	A
Family Dicksoniaceae		
Cibotium barometz J. Sm.	T	R
Family Lindsaeaceae		
Lindsaea ensifolia SW.	T	UC
Family Cyatheaceae		
Cyathea gigantea (Wall. ex Hook.) Holttum	T	C
Cyathea latebrosa (Wall. ex Hook.) Copel.	T	C
Family Adiantaceae		
Adiantum philippense L.	L	UC
Coniogramme petelotii Tardieu	T	C
Family Pteridaceae		
Pteris bella Tagawa	T	C
Pteris longipinnula Wall. ex J. Agardh	T	UC
Pteris tokioi Masam.	T	A
Pteris vittata L.	T	UC
Family Vittariaceae		
Antrophyum callifolium Blume	E	R
Vittaria angustifolia Blume	E	C
Vittaria amboinensis Fee	E	C
Vittaria flexuosa Fee	E, L	C
Vittaria sikkimensis Kuhn	L	C
Family Aspleniaceae		
Asplenium cheilosorum Kunze ex Mett.	L	C
Asplenium confusum Tardieu & Ching	E	C
Asplenium ensiforme Wall. ex Hook. & Grev.	E	A
Asplenium exisum C. Presl	L	C
Asplenium nidus L. var. *nidus*	E, L	A
Asplenium normale D. Don	T	C
Asplenium obscurum Blume	L	C
Asplenium paradoxum Blume	L	C
Asplenium pellucidum Lam.	E, L	UC
Asplenium perakense B. Mathew & H. Christ	E	C
Asplenium phyllitidis D. Don subsp. *phillitidis*	E, L	C
Asplenium scortechinii Bedd.	E	A
Asplenium yoshinagae Makino	E	UC
Asplenium sp.1	E	R
Asplenium sp.2	L	UC
Family Blechnaceae		
Blechnum orientale L.	T	UC
Family Dryopteridaceae		
Acrorumohra diffracta (Baker) H. Itô	T	R
Arachniodes spectabilis (Ching) Ching	T	C
Didymochlaena truncatula (SW.) J. Sm.	T	A
Dryopteris hirtipes (Blume) Kuntze	T	UC
Dryopteris polita Rosenst	T	C
Dryopteris sparsa (D. Don) Kuntze	T	C
Polystichum biaristatum (Blume) T. Moore	T	C
Tectaria impressa (Fee) Holttum	T	C
Tectaria simonsii (Baker) Ching	T	C
Family Lomariopsidaceae		
Bolbitis heteroclita (C. Presl) Ching	L, T	C
Bolbitis sinensis (Baker) K. Iwats. var. *costulata* (Hook.) Tagawa & K. Iwats.	T	C

Appendix (cont.)

Family/Species	Habitat	Abundance
Bolbitis sinensis (Baker) K. Iwats. var. *sinensis*	L, T	A
Bolbitis virens (Wall. ex Hook. & Grev.) Schott var. *virens*	T	UC
Elaphoglossum malayense Holttum	E	UC
Elaphoglossum stelligerum (Wall. ex Baker in Hook. & Baker) T. Moore ex Alston & Bonner	L	UC
Family Thelypteridaceae	T	
Amphineuron terminans (J. Sm.) Holttum	T	UC
Christella dentata (Forssk.) Holttum	T	
Christella siamensis Tagawa & K. Iwats.	T	A
Christella subpubescens (Blume) Holttum	T	C
Pneumatopteris truncata (Poir.) Holttum	T	UC
Pronephrium nudatum (Roxb.) Holttum	T	UC
Trigonospora ciliata (Wall. ex Benth.) Holttum	T	A
Family Woodsiaceae		
Athyrium mackinnonii (Hope) C. Chr.	T	C
Diplazium siamense C. Chr.	T	A
Diplazium simplicivenium Holttum	T	A
Diplazium sp.	T	C
Family Davalliaceae		
Davallia trichomanoides Blume var. *lorrainii* (Hance) Holttum	E, L	C
Davallia trichomanoides Blume var. *trichomanoides*	E	C
Gymnogrammitis dareiformis (Hook.) Ching ex Tardieu & C. Chr.	E	C
Humata repens (L. f.) J. Small ex Diels	E	C
Leucostegia immersa C. Presl	T	C
Family Oleandraceae		
Nephrolepis cordifolia (L.) C. Presl	E, L	C
Oleandra musifolia (Blume) C. Presl	E	C
Oleandra undulata (Willd.) Ching	L	C
Family Polypodiaceae		
Aglaomorpha coronans (Wall. ex Mett.) Copel.	E, L	UC
Belvisia henryi (Hieron. ex C. Chr.) Raymond	E	C
Belvisia revoluta (Blume) Copel.	E	R
Colysis hemionitidea (C. Presl) C. Presl	L	A
Colysis pentaphylla (Baker) Ching	T	A
Colysis pothifolia (Buch.-Ham. ex D. Don) C. Presl	T	A
Crypsinus oxylobus (Wall. ex Kunze) Sledge	E, L	C
Crypsinus rhynchophyllus (Hook.) Copel.	E	A
Goniophlebium argutum J. Sm. ex Hook.	E	C
Goniophlebium microrhizoma (C.B. Clarke ex Baker) Clarke ex Bedd.	E, L	C
Goniophlebium subauriculatum (Blume) C. Presl	L	C
Lemmaphyllum carnosum (J. Sm. ex Hook.) C. Presl	E	C
Lepisorus contortus (H. Christ) Ching	E	UC
Lepisorus heterolepis (Rosenst.) Ching	E	C
Lepisorus subconfluens Ching	E	C
Lepisorus scolopendrium (Buch.-Ham. ex D. Don) Mehra & Bir	E	C
Leptochilus axillaris (Cav.) Kaulf.	E	R
Leptochilus decurrens Blume	L, T	A
Loxogramme chinensis Ching	E	UC
Microsorum dilatatum (Bedd.) Sledge	L	C
Microsorum membranaceum (D. Don) Ching	L	C
Microsorum pteropus (Blume) Copel.	L	C
Microsorum superficiale (Blume) Ching	E	A
Neocheiropteris normalis (D. Don) Tagawa	E	A
Polypodium manmeiense H. Christ	L	C
Pyrrosia lingua var. *heteractis* (Mett. ex Kuhn) Hovenkamp	E, L	A
Family Grammitidaceae		
Ctenopteris subfalcata (Blume) Kunze	E	R
Prosaptia khasyana (Hook.) C. Chr. & Tardieu	E	R

Bryophyte Diversity at the Summit of Khao Luang, Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khiri Khan Province

Sahut Chantanaorrapint, Thaweesakdi Boonkerd and Obchant Thaithong
Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

A survey of bryophyte diversity at the summit of Khao Luang, Huai Yang Waterfall National Park, Prachaup Khiri Khan Province was conducted from May 1999 to July 2002 at elevations ranging from 1,000 to 1,200 meters above mean sea level. A total of 575 specimens were collected. They were determined and classified into 81 species, 51 genera and 26 families, which included 1 species of hornwort, 42 species of mosses and 38 species of liverworts (2 species of thalloid liverworts and 36 species of leafy liverworts). The commonest family is Lejeuniaceae, which included 11 species in 7 genera, whilst Plagiochilaceae and Hypopterygiaceae are the next most common families with 7 and 6 species, respectively. Of the 81 collected species, 44 were epiphytes, 27 were terrestrials and 10 species occurred in both habitats. In addition, there were 11 newly recorded species for Thailand, viz. *Aerobryopsis subdivergens* (Broth.) Broth., *Fissidens bogorensis* Fleisch., *Lejeunea discreta* Lindenb., *Plagiochila acanthophylla* Gottsche subsp. *japonica* (Sande Lac.) Inoue, *P. javanica* (Sw.) Dumort., *P. microdonta* Mitt., *P. yokogurensis* Steph., *Plagiochilion oppositus* (Reinw., Blume et Nees) S. Hatt., *Rhodobryum ontariense* (Kindb.) Kindb., *Spruceanthus semirepandus* (Nees) Verd. and *Symphyogynopsis filicum* (Nadeaud) Grolle. Moreover, two genera, viz. *Plagiochilion* S. Hatt. and *Symphyogynopsis* Grolle are new records for Thailand and one species, namely *Radula caduca* Yamada is endemic to Thailand. The dry specimens are deposited at the Professor Kasin Suvathabhandhu Herbarium, Department of Botany, Chulalongkorn University (BCU).

Key words: bryophyte, diversity, new records, endemic

Introduction

Huai Yang Waterfall National Park is located at the narrowest point of the country, in Tub Sakae and Bang Saphan District, Prachuap Khiri Khan Province. Geographically, this area is a transitional zone from southwestern to peninsular floristic region. The park is part of Tanao Sri Range and Khao Luang is one of the high peaks in this mountain range. Vegetation of Khao Luang includes dry evergreen forest at lower elevations, and hill evergreen forest at higher elevations. Based on a study of pteridophyte diversity, Yuyen and Boonkerd (2002). pointed out that this area is rich in biodiversity, and may be the northern most limit of plants from the Malesian element as well as the meeting point of plants from the Indo-Burmese, Indo-Chinese, and Malesian elements. So far plant diversity of the southwestern floristic region has not been as frequently investigated as that of the other part of the country (He, 1996). However, some botanical expeditions were made in Kanchanaburi Province, but they mainly focused on vascular plants. It is interesting to explore bryophyte diversity in this area, since knowledge on species diversity as well as geographical distribution of this plant group in this floristic region is rather scarce.

This work aimed to conduct a botanical inventory of bryophytes at the summit of Khao Luang, Huai Yang Waterfall National Park, Prachaup Khiri Khan Province.

Study Site

Huai Yang Waterfall National Park was established in 1971. It is located in Tanao Sri Range, which is a natural border between Thailand and the Union of Myanmar. The park covers an area of approximately 161 km^2 which occupies parts of 5 subdistricts, i.e. Huai Yang, Khao Lan, Sang Arun, Na Hu Kwang and Ang Thong of Tubsakae District, and subdistrict Chaikasame of Bang Saphan District, Prachuap Khiri Khan Province (Fig. 1). This area is marked out approximately by

geographical coordinates of 11˚37'-11˚41' north latitude and 99˚24'-99˚37' east longitudes. It is bounded on the north by Hin Chaung Canal in Huai Yang subdistric, Tubsakae District; on the south by Morasuap Canal in Chaikasame subdistrict; on the east by Tubsakae Reserve Forest, Tubsakae District and Bang Saphan District; and on the west bynion of Myanmar (Plerdpling, 2000).

The park ranges in elevations from its lowest point of 100 m to 1,250 m at the summit of Khao Luang. Most of the park are mountainous areas, plains are observed only in the valley. Generally, the mountain slopes in the park are about 10-30% (Plerdpling, 2000).

The climate of the area is a tropical savanna of high temperature all year round with a distinctive dry season. Prachuap Khiri Khan Climatic Station in Muang district is the nearest station. Climatological data from 1972 to 2002 indicates an average annual temperature of 27.1 ^{o}C. The average maximum temperature is about 33 ^{o}C during April and May, and the average minimum of 19.9 ^{o}C occurred in January (Fig. 2). The average annual relative humidity is 78%, while the average maximum relative humidity is 89% and the average minimum relative humidity is 63% (Meteorological Department, 2002).

The average annual rainfall is 1,150 mm. The highest average annual rainfall of approximately 230 mm is observed in October, whilst the lowest annual rainfall of about 28 mm and a few rain days is observed in December which is the driest month (Figure 2). The vegetation of Huai Yang Waterfall National Park consists of mixed deciduous forest, dry evergreen forest, tropical evergreen forest and hill evergreen forest (Plerdpling, 2000).

Khao Luang is one of the high peaks of Tanao Sri Range. It ranges in elevations from 1,000 to 1,250 m, and covers an area of approximately 3.5 km^2 or about 2% of the park area (Plerdpling, 2000). Primary forest is found near the summit of Khao Luang. The vegetation is a hill evergreen forest, covered by rich humus with high humidity. This area is composed of 4 sub-habitats, i.e. 1.) humus-rich rocks and grassland in open field, 2.) streamlet-bank area, 3.) shady valleys with tree more than 15 m high, and 4) the summit with small tree ca. 8-10 m with loose canopy. Khao Luang is the important water sources of the park, streams originated from this mountain flow into waterfalls, such as Huai Yang Waterfall and Bua Sawan Waterfall. From our own observation between May 1999 and July 2002, there were rather heavy rains during specimen collection. So this area seemed to have higher humidity than climatological data from Climatic Station in Muang District.

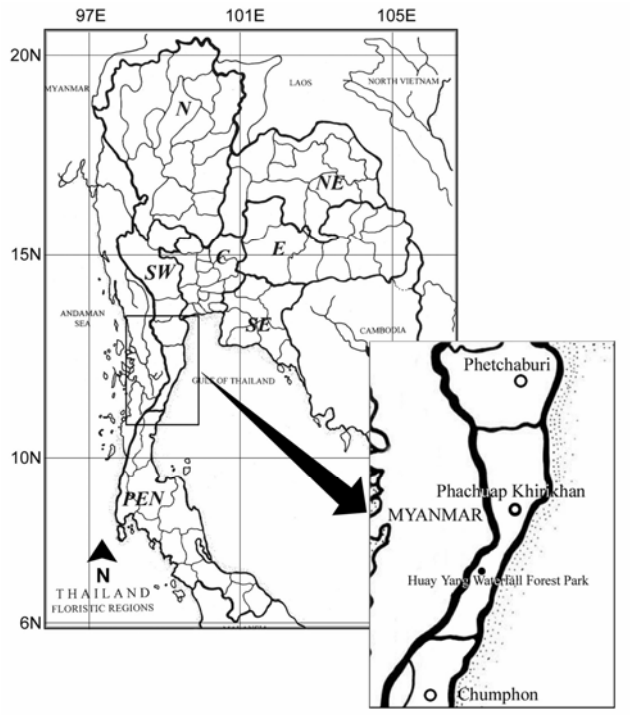


Figure 1. Maps showing the location of Huai Yang Waterfall National Park.

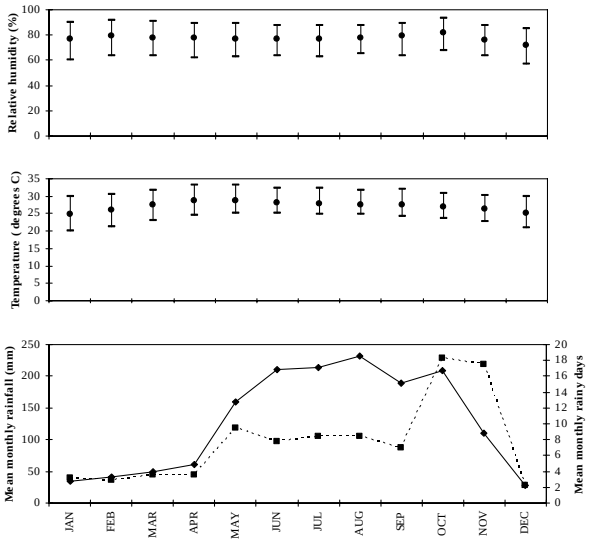


Figure 2. Climatological data during the period, 1972-2002, from Prachuap Khiri Khan Station (Data from the Department of Meteorology, Bangkok, Thailand).
■------■ Mean monthly rainfall
◆——◆ Mean monthly rainy days

Methodology

Clumps of gametophytes and sporophytes of mosses, liverworts and hornworts were collected. Plot-less method was employed. Specimens were gathered along the existing forest trails, extending about 5 m from both sides. Field trips were conducted at monthly intervals from May 1999-July 2002. Ecological data and some diagnostic characters of each species were noted.

Dried herbarium specimens were prepared as described in Boonkerd et al. (1987) and deposited at the Professor Kasin Suvatabhandhu Herbarium, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University (BCU). Both internal and external morphological characters were studied. Bryophyte specimens were identified using both keys and descriptions from taxonomic literature, such as Floras, Manuals, Monographs, Research papers, handbooks, etc. as shown in the references. Specimens of each species were proved for identity by comparison to the voucher herbarium specimens deposited at BCU, BKF, Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University (BRU), University of Malaya herbarium (KLU) and the Herbarium, Singapore Botanic Garden (S). Nomenclature and classification of taxa in this research followed Schuster (1984). Authors of scientific names and their abbreviations used in this thesis are in accordance with "International Plant Names Index" (The Plant Names Project, 1999).

Results and Discussion

Five hundred and seventy-five specimens were collected during explorations and collections of bryophytes at the summit of Khao Luang from May 1999 to July 2002. They were determined and classified into 81 species, 50 genera and 26 families. (Table 1) There were only one species of hornwort, 42 species in 29 genera within 14 families of mosses, and 38 species in 20 genera within 11 families of liverworts. It was also found that 11 out of 81 species are new records for Thailand.

Table 1. Bryophyte diversity at the summit of Khao Luang, Huai Yang Waterfall National Park.

Taxa	Habitat	Sub-habitats
Anthocerotopsida		
Dendroceraceae	T	S
1. *Megaceros flagellaris* (Mitt.) Steph.		
Bryopsida		
Bryaceae		
2. *Bryum coronatum* Schwägr.	T	HR
3. *Rhodrobryum ontariense* (Kindb.) Kindb.*	E, T	HR, SM
Calyperaceae		
4. *Calymperes lonchophyllum* Schwägr.	E	VS
5. *Calymperes palisotii* Schwägr.	T	VS
Dricanaceae		
6. *Campylopodium medium* (Duby) Giese & J.-P. Frahm	T	HR
7. *Campylopus ericoides* (Griff.) Jaeg.	T	HR
8. *Campylopus* sp.	T	HR
9. *Dicranella coarctata* (C. Müll.) Bosch & Sande Lac.	T	HR
10. *Microdus miquelianus* (Mont.) Besch.	T	HR
Fissidentaceae		
11. *Fissidens anomalus* Mont.	E	VS
12. *Fissidens bogoriensis* Fleisch.*	T	VS
13. *Fissidens hollianus* Dozy & Molk.	E	VS
14. *Fissidens javanicus* Dozy & Molk.	T	S
15. *Fissidens* sp.	T	HR
Hookeriaceae		
16. *Callicostella papillata* (Mont.) Mitt.	T	SM

Table 1. (cont.)

Taxa	Habitat	Sub-habitats
17. *Chaetomitrium orthorrhynchum* (Dozy & Molk.) Bosch. & Sande Lac.	T	
18. *Distichophyllum nigricaule* Mitt. ex Bosch. & Sande Lac.	T	S
19. *Distichophyllum schmidtii* Broth.	T	S
20. *Hookeriopsis utacamundiana* (Mont.) Broth.	T	SM
Hypopterygiaceae		
21. *Cyathophorella adianta* (Griff.) Fleish.	E, T	VS, SM
22. *Cyathophorella burkillii* (Dixon) Broth.	T	VS
23. *Cyathophorella tonkinensis* (Broth. & Parish) Broth.	E, T	VS, SM
24. *Hypopterygium tenellum* C. Müll.	T	VS
25. *Lopidium struthiopteris* (Brid.) Fleisch	E, T	VS
26. *Lopidium trichocladon* (Bosch & Sande Lac.) Fleisch.	T	VS
Leucobryaceae		
27. *Leucobryum javense* (Brid.) Mitt.	E, T	HR, VS, SM
28. *Octoblepharum albidum* Hedw.	T	VS, SM
Meteoriaceae		
29. *Aerbryopsis subdivergens* (Broth.) Broth.*	E	SM
30. *Barbella flagellifera* (Card.) Nog.	E	SM
31. *Meteoriopsis squarrosa* (Hook.) Fleisch. ex Broth.	E	SM
32. *Papillaria chrysoclada* (C. Müll.) Jaeg.	E	SM
Neckeriaceae		
33. *Homaliodendron exiguum* (Bosch & Sande Lac.) Fleisch.	E	VS
34. *Homaliodendron flabellatum* (Sm.) Fleisch.	E	SM
35. *Neckeriopsis fimbriata* (Harv.) Fleisch.	E	SM
36. *Neckeriopsis lepineana* **(**Mont.) Fleisch.	E	SM
Polytrichaceae		
37. *Pogonatum cirratum* (Sw.) Brid.	T	SM
38. *Pogonatum neesii* (C. Müll.) Dozy	T	SM
Pottiaceae		
39. *Hyophila involuta* (Hook.) Jeag.	T	HR
Racopilaceae		
40. *Racopilum cuspidigerum* (Schwägr.) Ångstr.	E	VS, SM
Rhizogoniaceae		
41. *Pyrrhobryum spiniforme* (Hedw.) Mitt.	E, T	VS, SM
Sematophyllaceae		
42. *Acroporium* sp.1	E	SM
43. *Acroporium* sp.2	T	SM
Hepaticopsida		
Frullaniaceae		
44. *Frullania apiculata* (Reinw. et al.) Dumort.	E	SM
45. *Frullania berthoumieui* Steph.	E	SM
46. *Frullania ericoides* (Nees) Mont.	E	SM
47. *Frullania gaudichoudii* Nees & Mont.	E	SM
48. *Frullania wallichiana* Mitt.	E	SM
Geocalyaceae		
49. *Heteroscyphus argutus* (Reinw. et al.) Schiffn.	E, T	S, VS, SM
50. *Heteroscyphus coalitus* (Hook.) Schiffn.	T	S, VS, SM

Table 1. (cont.)

Taxa	Habitat	Sub-habitats
51. *Heteroscyphus splendens* (Lehm. & Lindenb.) Grolle	E	SM
Herbertaceae		
52. *Herbertus dicrnus* (Tayl.) Miller	E	SM
Jugermanniaceae		
53. *Anastrophyllum piligerum* (Nees) Spruce	E	SM
54. *Chandoanthus* birmensis Steph.	E	SM
55. *Notoscyphus* paroicus Schiffn.	T	SM
Lejeuneaceae		
56. *Lejeunea discreta* Lindenb.*	E	SM
57. *Lejeunea sordida* (Nees) Nees	E	SM
58. *Lejeunea wightii* Lindenb.	E	SM
59. *Leptolejeunea epiphyllus* (Mitt.) Steph.	E	SM
60. *Lopholejeunea subfusca* (Nees) Steph.	E	VS
61. *Mastigolejeunea indica* Steph.	E	VS
62. *Mastigolejeunea. repleta*(Taylor) A. Evans	E, T	VS
63. *Ptychanthus striatus* (Lehm. & Lindenb.) Nees	E	SM
64. *Spruceanthus polymorphus* (Sande. Lac.) Verd.	E	VS
65. *Spruceanthus semirepandus* (Nees) Verd.*	E	SM
66. *Thysananthus planus* Sande Lac.	E	VS
Lepidoziaceae		
67. *Bazzania appendiculata* (Mitt.) S. Hatt.	E	VS
68. *Bazzania tridens* (Reinw., Blume et Nees) Trev.	E, T	VS, SM
69. *Bazzania uncigera* (Reinw., Blume & et Nees) Trev.	E	SM
Marchantiaceae		
70. *Dumortiera nepalensis* (Taylor) Nees	T	S
Pallaviciniaceae		
71. *Symphyogynopsis filicum* (Nadeaud) Grolle*	E, T	VS, SM
Plagiochilaceae		
72. *Plagiochila acanthophylla* Gottsche subsp. *acanthophylla*	E	VS
73. *Plagiochila acanthophylla* Gottsche subsp. *japonica* (Sande Lac.) Inoue*	E	VS
74. *Plagiochila javanica* (Sw.) Dumort.*	E	VS, SM
75. *Plagiochila microdonta* Mitt.*	E	SM
76. *Plagiochila yokurensis* Steph.*	E	VS
77. *Plagiochila* sp.	E	VS
78. *Plagiochilion opposites* (Reinw., Blume et Nees) S. Hatt.*	E	SM
Pleuroziaceae		
79. *Pleurozia gigantea* (F. Weber) Lindb.	E	SM
Radulaceae		
80. *Radula caduca* Yamada	E	VS
81. *Radula perottetii* Gottsche ex Steph.	E	VS, SM

Note:- * = New records.
E = Epiphyte, growing on shrub or tree. T = Terrestrial, growing on soil or humus rich rocks.
HR = humus rich rocks and grassland. S = streamlet-bank area.
VS = shady valleys and slope with tree more than 15 m high.
SM = the summit with small trees ca. 8-10 m and looses canopy.

1. Common bryophytes

The most common bryophytes in this exploration were observed in three moss families, i.e. Hypopterygiaceae, Hookeriaceae, and Dicranaceae. These families were represented by 6, 5 and 5 species, respectively. Three families of liverworts, namely Lejeuneaceae, Plagiochilaceae and Frullaniaceae were also common. They include 11, 7 and 5 species, respectively. This finding agrees with previous studies in Malaysia (Mohamed and Robinson, 1991). They found that Hypopterygiaceae and Hookeriaceae are hill evergreen families. Schuster (1980) also noted that Lejeuneaceae and Plagiochilaceae are common families of liverworts in the tropical region.

2. Rare species

Most collected bryophytes were found commonly or abundantly throughout the study area, except 4 species, namely, *Fissidens bogoriensis* Fleisch., *Frullania wallichiana* Mitt. and *Megaceros flagellaris* (Mitt.) Steph. and *Symphyogynopsis filicum* (Nadeaud) Groll. They were found only once in a small patch. Phytogeographically, these 4 species occur widely throughout Southeast Asia and tropical Asia (Hattori, 1974; Iwatsuki and Suzuki, 1982; Hasegawa, 1983; Grolle and Piippo, 1986). They were found at elevations from 800 to 2,200 m above mean sea level. It seems likely that, some physical factors, for example moisture may play an important role in their present restricted distribution.

3. Endemic species

An endemic species to Thailand, namely *Radula caduca* Yamada is also found in the study area. It is an epiphytic species, growing on tree-trunk. This species was previously collected from Khao Luang in Nakhon Si Thamarat Province, at the elevation 400-1,000 m above sea level (Yamada, 1979).

4. New records

From the literature reviews and the results from this study it can be concluded that there are 11 species which have not been previously recorded from Thailand.

- *Aerobryopsis subdivergens* (Broth.) Broth., is previously found in Japan and Formosa. It occurs on branches of small tree and shrub.

- *Fissidens bogorensis* Fleisch., is formerly found in China, Japan, Indonesia and Philippines. This species grows on soil, and found only one small group.

- *Lejeunea discreta* Lindenb., is found before in India, Nepal, Ceylon, Sumatra, Java, Borneo and Molucca, New Guinea, New Caledonia, Japan. It is an epiphyte on tree trunk.

- *Plagiochila acanthophylla* Gottsche subsp. *japonica* (Sande Lac.) Inoue., is found earlier in Indonesia, Sumatra, Andaman Island, Celebes, Philippines and Tonkin. This is a locally abundant species on the base of tree trunk.

- *Plagiochila javanica* (Sw.) Dumort. is found once in Indonesia. This is also a locally abundant species on the base of tree trunk.

- *Plagiochila microdonta* Mitt., is formerly found in Malaysia, Ceylon. It is an epiphyte on tree branch.

- *Plagiochila yokogurensis* Steph., is found once in Japan. This species occurs locally on tree trunks in abundance.

- *Plagiochilion oppositus* (Reinw., Blume et Nees) S. Hatt., is found before in China, Sumatra, Taiwan, Japan, India, Madagascar, East Africa, Bourbon and Hawaii. This species occurs locally on tree trunks in abundance.

- *Rhodobryum ontariense* (Kindb.) Kindb., is found earlier in China, Malaysia, India and Africa. It occurs locally in abundance on humus-rich rocks.

- *Spruceanthus semirepandus* (Nees) Verd., is previously found in Japan, Formosa, China, India, Borneo, Indonesia and Philippines. This species occurs locally in abundance on tree trunk and branch.

- *Symphyogynopsis filicum* (Nadeaud) Grolle, is found earlier in Malaysia, Indonesia, Papua New Guinea, Tahiti and Fiji. This species is terrestrial at base of tree trunk.

In addition to the 11 new recorded species, two genera, viz. *Plagiochilion* S. Hatt. and *Symphyogynopsis* Grolle are new records for Thailand.

5. Indicator of hill evergreen forest

Most bryophyte species found in this research are common species occur in hill evergreen forests at altitude more than 1,000 m above mean sea level. Thus, one can use bryophytes as an indicator of this forest type. For instance, among 81 species, two are easily recognizable by their large gametophytes, namely *Pleurozia gigantea* (F. Weber) Lindb. and *Rhodrobryum ontariense* (Kindb.) Kindb. Other species can also be used but with more effort.

6. Habitat and diversity of bryophytes

It is found that bryophytes in the study area thrive in two main habitats, i.e. epiphytes and terrestrial. Among 81 species, the most common bryophytes were epiphytes (44 species). A summary of bryophyte diversity and their habitats is shown in Table 2.

Table 2. Bryophyte diversity and habitats.

Groups of bryophytes	Habitat		
	Epiphyte	Terrestrial	Epiphyte and Terrestrial
Hornworts	-	1	-
Liverworts	31	3	4
Mosses	13	23	6
Total	44	27	10

7. Epiphytes

Epiphytes are usually found on tree trunks and branches. They may be subdivided into corticolous (on the living bark of tree or shrub), ramicolous (on branches and twigs), epiphyllous (on leaf surfaces) and lignicolous (on the rotten logs) (Gradstein and Pocs, 1989). Most epiphytic bryophytes in the study area are corticolous, except *Leptolejeunea epiphyllus* (Mitt.) Steph. and *Lejeunea wightii* Lindenb. The first one is epiphyllous, whilst the latter is an epiphyte on other bryophytes.

Corticolous epiphytes may become lignocolous when the tree dies with age. Such species included *Bazzania appendiculata* (Mitt.) S. Hatt., *Bazzania tridens* (Reinw., Blume et Nees) Trev., *Leucobryum javense* (Brid.) Mitt., and *Octoblepharum albidum* Hedw.

Generally, the base of tree trunk is the richest in bryophytes diversity, since it is always shaded and the humidity in this microhabitat is consistently high.

8. Terrestrials

Terrestrial bryophytes usually grow on the forest floor. They may be subdivided into terricolous species (grow on soil) and rupicolous species (grow on rocks and concrete) (Gradstein and Pócs, 1989). On the forest floor, where there is a layer of leaf litter, few bryophytes are observed. Along forest trail and on earth banks, where there is some light penetrate to the ground, terricolous species may grow. *Leucobryum javense* (Brid.) Mitt. and *Pyrrhobryum spiniforme* (Hedw.) Mitt. are commonly seen in thick mats on the soil surface along shaded forest paths. Occasionally, they may also grow on decayed logs and on tree trunks. Most Dicranaceae usually grow on open ground. Other terricolous species are found in shady area.

9. Species composition and sub-habitats

It was observed that species compositions with in each of the 4 sub-habitats are also varied. (Table 1).

1. Humus-rich rocks and grassland in open field (HR). This sub-habitat has low humidity and full sunlight; 9 species of bryophytes were found in this area (Table 1). Terrestrial mosses include 7 species restricted to this area, viz. *Bryum coronatum* Schwägr., *Campylopodium medium* (Duby) Giese & J.-P. Frahm, *Campylopus ericoides* (Griff.) Jaeg., *Campylopus* sp., *Dicranella coarctata* (C. Müll.) Bosch & Sande Lac., *Hyophila involuta* (Hook.) Jeag. and *Microdus miquelianus* (Mont.) Besch. *Leucobryum javense* (Brid.) Mitt. and *Rhodrobryum ontariense* (Kindb.) Kindb. can also be found in the other sub-habitats. In this sub-habitat, *Campylopus ericoides* (Griff.) Jaeg. is a dominant species. In contrast *Microdus miquelianus* (Mont.) Besch. was only once found in just one small group.

2. Streamlet-bank area (S). This sub-habitat is rather high in both air humidity and soil humidity. Light on the forest floor in this area are varied from partial shade to deep shade. Most species grow on rock along stream banks, 5 species of bryophytes are restricted to this type of habitat, i.e. *Distichophyllum nigricaule* Mitt. ex Bosch. & Sande Lac., *Distichophyllum schmidtii* Broth., *Dumortiera nepalensis* (Taylor) Nees, *Fissidens javanicus* Fleisch. and *Megaceros flagellaris* (Mitt.)

Steph. However, two species, namely *Heteroscyphus argutus* (Reinw. et al.) Schiffn. and *H. coalitus* (Hook.) Schiffn. can be found in the other sub-habitat (Table 1). Each species mentioned above, is usually found in small group.

3. Shady valleys and hill slopes with tree more than 15 m tall (VS). This sub-habitat is moderate in both humidity and shade. This is the main sub-habitat of the study site, composed of 2 bryophyte groups. The first group grows on humus-rich rocks, while the latter grows on tree trunk, especially at the base of tree trunk (Table 1). Among 34 terrestrial species, 24 are confined to this habitat. It was observed that *Fissidens bogoriensis* Fleisch. is rare in this area, while the genus *Plagiochila* is common.

4. The summit with small trees ca. 8-10 m tall with loose canopy (SM). This sub-habitat is high in humidity and the richest in diversity of bryophytes. Trees are covered throughout with bryophytes. Forty-eight species were collected from this sub-habitat, of which 35 species are restricted to this habitat (Table 1). It was found that *Bazzania appendiculata* is a common species, while *Frullania wallichiana* Mitt. and *Pleurozia gigantea* (F. Weber) Lindb., were only once found in one small group.

It was found that 3 species of bryophytes, namely *Heteroscyphus argutus* (Reinw. et al.) Schiffn., *H. coalitus* (Hook.) Schiffn. and *Leucobryum javense* (Brid.) Mitt. are common species. They can be found in 3 sub-habitats. The first and the second species are flaccid bryophytes, usually growing in moist habitat. The last one is a robust bryophyte, can be found growing in dryer habitat.

In addition, 13 species of bryophytes were found in common in the valley and the slope sub-habitat and the summit sub-habitat (Table 1). It was observed that these 2 areas were rather similar in physical environment, such as humidity.

10. Phytogeography and distribution

From the literature reviews, bryophyte flora of Thailand can be divided into two floristic regions, i.e. the Sino-Himalayan in the north and the northeast, and the Malayan in the southwest and the peninsula (Kitagawa, 1967; Touw, 1968; Noguchi, 1973; Inoue, 1974; He, 1996). Huai Yang Waterfall National Park is located in the southwestern floristic region of Thailand. It was found that more than 30 species are commonly distributed in southeast Asia and tropical Asia, such as *Bazzania tridens* (Reinw., Blume et Nees) Trev., *Bryum coronatum* Schwägr., *Campylopodium medium* (Duby) Giese & J.-P. Frahm., *Campylopus ericoides* (Griff.) Jaeg., *Dicranella coarctata* (C. Müll.) Bosch & Sande Lac. *Frullania apiculata* (Reinw. et al.) Dumort., *F. berthoumieui* Steph., *Heteroscyphus argutus* (Reinw. et al.) Schiffn. and *H. coalitus* (Hook.) Schiffn. etc.

It was also noted that 2 species, i.e. *Hyophila involuta* (Hook.) Jeag. and *Lopholejeunea subfusca* (Nees) Steph. are widely distributed species around the world, from the tropical to subtropical and lowland forest to upper montane forest.

Of the 81 recorded species; two species, namely *Plagiochila javanica* (Sw.) Dumort. and *Symphyogynopsis filicum* (Nadeaud) Grolle (Inoue, 1969; Grolle and Piippo, 1986) are distributed in Malaysia, Indonesia, Papua New Guinea, Tahiti and Fiji (Malesian Element). Likewise, *Plagiochila microdonta* Mitt. which occurs in Thailand is also found in Malaysia and Ceylon (Inoue, 1979).

It seems likely that the summit of Huai Yang Waterfall National Park may be the meeting point of bryophytes from Sino-Himalayan and the Malayan elements. Geographically speaking, this area is the transitional frontier between northern and peninsular Thailand as well as between the Sino-Himalayan and the Malayan regions. Furthermore, it should be noted that the transitional composition of bryophytes of Huai Yang Waterfall National Park also agrees with those of pteridophytes (Yuyen and Boonkerd, 2002) and Orchidaceae (Chantanaorrapint and Thaithong, 2002).

Acknowledgements

We would like to express our thanks to the curators and staff of the Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, University of Malaya herbarium and the Herbarium, Singapore Botanic Garden for their kind permission to study bryophyte specimens and Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University for providing laboratory facilities for this research.

Special thanks to Professor Dr. Ming-Jou Lai, Professor Dr. Haji Mohamed and Dr. Kanya Santhanachote for their advice and providing useful references. In additional, we would like to thank the staff of Huai Yang Waterfall National Park for their generous helps in plant collection.

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT T_144018.

References

Boonkerd, T., M. Vajrabhaya, S. Treratn, Y. Maneerat, O. Thaithong and N. Laichuthai. 1987. Collection and preparation of herbarium specimens. Chulalongkorn University Press, Bangkok, Thailand.

Chantanaorrapint, S. and O. Thaithong. 2002. Preliminary study of Orchidaceae at Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. (unpublished data)

Gradstein, S.R. and T. Pócs. 1989. Bryophytes. *In* Lieth, H. and M.J.A. Werger (eds.), Tropical Rain Forest Ecosystems, pp. 31-325. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, USA.

Grolle, R. and S. Piippo. 1986. Bryophyte flora of the Huon Peninsula, Papua New Guinea. XVI. Pallaviciniaceae (Hepaticae). *Acta Bot. Fenn*. 133: 59-79.

Hasegawa, J. 1983. Taxomical studies on Asian Anthocerotae III. Asian species of *Megaceros*. *J. Hattori Bot. lab*. 54: 227-240.

Hattori, S. 1974. Notes on asiatic species of the genus *Frullania*, Hepaticae. V. *J. Hattori Bot. Lab*. 38: 185-221.

He, S. 1996. An Annotated checklist and atlas of the mosses of Thailand. Missouri Botanical Garden [Online]. Available: http://www.mobot.org.

Inoue, H. 1969. Contribution the knowledge of the Plagiochilaceae of Southeastern Asia, XII. Typification of *Plagiochila javanica* (Sw.) Dumort. *J. Hattori Bot. Lab*. 32: 50-56.

Inoue, H. 1974. Contribution the knowledge of the Plagiochilaceae of Southeastern Asia, XV. Enumeration of *Plagiochila* species from Thailand. *J. Hattori Bot. Lab*. 38: 551-555.

Inoue, H. 1979. Contribution the knowledge of the Plagiochilaceae of Southeastern Asia, XVIII. A review of the genus *Pagiochila* (Dumort.) Dumort. In Ceylon. *J. Hattori Bot. Lab*. 46: 193-233.

Iwatsuki, Z. and T. Suzuki. 1982. A taxonomic revision of the Japanese species of *Fissidens* (Musci). *J. Hattori Bot. Lab*. 51: 329-508.

Kitagawa, N. 1967. Studies on the Hepaticae of Thailand. I. The genus *Bazzania*, with general introduction. *J. Hattori Bot. Lab*. 30: 249-270.

Meteorological Department. 2002. Climate data for Prachuap Khiri Khan Climatic Station, Prachuap Khiri Khan Province, 1972-2002. Data processing Subdivision, Climatology Division, Meterological Department, Bangkok.

Mohamed, H. and H. Robinson. 1991. A taxonomic revision of the moss families Hookeriaceae and Hypopterygiaceae in Malaya. *Smithsonian Contr. Bot*. 80: 1-44.

Noguchi, A. 1973. Contributions to the bryology of Thailand. *J. Hattori Bot. Lab.* 37: 235-250.

Plerdpling, S. 2000. Survey of Natural Resources in Huai Yang National Park, Huai Yang Subdistrict, Tubsakae District, Prachuap Khiri Khan Province. Phetchaburi Forest Office, Prachuap Khiri Khan Province.

Schuster, R.M. 1980. The Hepaticae and Anthocerotae of North America east of the hundredth meridian. Vol. 4. Columbia University Press, New York, USA.

Schuster, R.M. 1984. New Manual of Bryology. Vol. 2. Hattori Botanical Laborary, Nichinan-shi, Japan.

The Plant Names Project. 1999. International Plant Names Index [Online]. Available: http://www.ipni.org [accessed 31 January 2000]

Touw, A. 1968. Miscellaneous notes on Thai mosses. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc*. 22: 217-244.

Yamada, K. 1979. A revision of Asian taxa of *Radula*. *J. Hattori Bot. Lab*. 45: 201-322.

Yuyen, Y. and T. Boonkerd. 2002. Pteridophytes flora of Huai Yang Waterfall National Prak, Prachaup Khira Khan, Province, Thailand. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University* 2(1): 39-49.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2546) 77-87

BRT 2003
Research Reports

Numerical Taxonomy of *Cassia* L. sensu lato in Thailand

Sahanat Pechsri and Thaweesakdi Boonkerd
Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

Cassia L. s.l. is one of the largest genera of flowering plants and occurs naturally in the tropics around the world. It has been found that some species are difficult to determine due to morphological complexes. Accordingly, this genus was separated by some workers into three genera, namely *Cassia* L. s.str., *Senna* Miller and *Chamaecrista* Moench. However, some authors still place all species in a single genus, i.e. *Cassia* L. s.l. In order to investigate the taxonomic status of this genus, morphological characters from 508 specimens of 18 taxa were analysed using cluster analysis and canonical discriminant analysis. A total of 32 vegetative and reproductive morphological characters were focused on in these analyses. Using cluster analysis, *Cassia* s.l. can be separated into four groups, viz. *Chamaecrista, Senna alata, Senna* and *Cassia* s.str., with an average taxonomic distance of 1.30. The four-cluster grouping is discussed in this report. From overall canonical discriminant analyses, it was concluded that there are three groups within the genus *Cassia* s.l., as was proposed by Irwin and Barneby earlier. The most important characters to separate the three groups are filament length, fruit length, and ovary stalk length. In addition, *Senna obtusifolia* L., a newly recorded species for Thailand, was found during specimen collections.

Key words: *Cassia* sensu lato, *Chamaecrista*, *Senna*, numerical taxonomy

Introduction

Cassia L. has long been recognized as a heterogeneous genus. First of all was the study of Bentham (1871; in Irwin and Barneby, 1981) who considered and pointed out that there were three groups within this genus. Then in 1981, Irwin and Barneby revised the genus in the New World. In their study, the tribe *Cassieae* Bronn ex Irwin and Barneby was split into five subtribes, *Ceratoniinae, Dialiinae, Dupaquetiinae, Labicheinea,* and *Cassiinae.* Furthermore, plants in subtribe Cassiinae were further classified into three genera, namely *Cassia* L., *Senna* Miller, and *Chamaecrista* Moench, based on characteristic of filament and the presence or absence of bracteoles. Moreover, the genus *Chamaecrista* was further segregated into six sections, *viz.* sect. *Apoucouita* (Benthum) Irwin and Barneby, sect. *Grimaldia* (Schrank) Irwin and Barneby, sect. *Absus* (DC.) Irwin and Barneby, sect. *Xerocalyx* (Benthum) Irwin and Barneby, sect. *Caliciopsis* Irwin and Barneby and sect. *Chamaecrista* Irwin and Barneby. In an attempt to investigate the classification proposed by Irwin and Barneby (1981), Graham and Barker (1981) have studied pollen morphology in the Caesalpinioideae. However, they found that pollen of the Cassiinae is relatively uniform.

Lock (1987) studied wild as well as cultivated species of *Cassia* s. l. in Africa. He followed Irwin and Barneby's classification (1981). Three segregated genera *Cassia* s. str., *Senna* and *Chamaecrista* were recognized. Then, Tucker (1996) studied the trends in evolution of floral ontogeny in *Cassia* s. str., *Senna* and *Chamaecrista.* He found that the three genera were distinguished in their floral ontogeny (floral position in the inflorescence, the presence of bracteole, the position of the first sepal initiation, order of petal initiation, asymmetric initiation, anther morphology, and time of carpel initiation).

Larsen et al. (1984) revised the Leguminosae-Caesalpinioideae for the Flora of Thailand Project. They placed 21 species and 2 subspecies of indigenous as well as introduced species in the sub tribe Cassiinae into the genus *Cassia* L. However, Larsen et al. (1996) revised the Leguminosae-Caesalpinioideae for the Flora Malesiana, this time they followed Irwin and Barneby (1981) classification, so the three genera, i.e. *Cassia* s. str., *Senna* and *Chamaecrista*, were recognized in the Malesiana region.

Recently, Kidyue (2001) investigated the classification proposed by Irwin and Barneby (1981). From the result of comparative anatomy of stem, leaf, and flower of *Cassia* s.l. that grew in Thailand, he separated the *Senna* into Senna-1 and Senna-2 according to habit (tree or shrub) and the stomatal distribution on leaves (hypostomatic or amphistomatic leaf).

This study aims to determine the taxonomic status of the genus using numerical taxonomic techniques.

Materials and Methods

1. Specimen collections

Eighteen taxa of *Cassia* s.l. that grow in Thailand were used for morphometric analyses. All specimens were collected from wild or cultivated plants from known localities in Thailand (Larsen et al., 1984) between June 2000 and May 2002 (Fig.1). The Cassias were determined based on the key to species in Larsen et al. (1984). Thirty specimens of each taxon were collected, including branches, inflorescences and fruits. All measurements of macroscopic characters were carried out using an electronic digital caliper (Keiba, model Three). Voucher specimens were prepared as described in Boonkerd et al. (1987) and deposited at BCU (Herbarium abbreviations according to Holmgren and Holmgren, 2003).

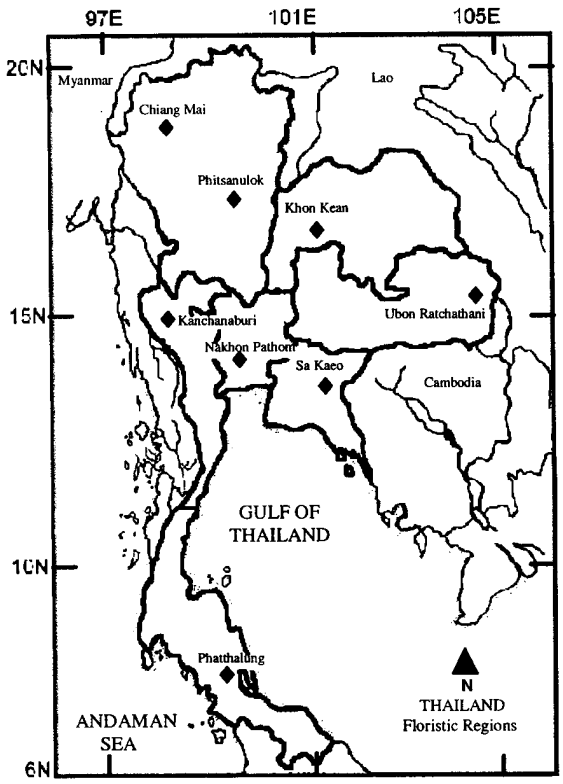


Figure 1. Collection sites for *Cassia* s.l.

2. Data analysis

2.1 Qualitative characters Qualitative characters of the 18 taxa are tabulated and discussed with the result from numerical analysis for their importance in clarifying the taxonomic status of this genus.

2.2 Quantitative characters 508 specimens were used for all analyses. In general, thirty-two quantitative characters of both vegetative and reproductive parts (Table 1) were subjected to discriminant and cluster analyses.

A sequential, agglomerative and nested (SAHN) clustering (Sneath and Sokal, 1973) was performed using average taxonomic distance and the unweighted pair-group method with arithmetic averages (UPGMA) implemented in NTSYS-pc package version 2.10m (Applied Biostatistics Inc., 1986-2000) to place individual specimens into groups. To reduce the effects of different scales of measurement for different characters, the values for each character were standardized using procedure STAND.

Results and Discussion

1. Qualitative characters

Eighteen out of twenty three taxa of *Cassia* s.l. were collected throughout the country (Fig. 1). They are both wild and cultivated plants. The specimen were determined to species based on key to species in Larsen et al. (1984) and arranged within related genera according to Irwin and Barneby (1981) as shown in Table 2. In addition a new recorded taxon, *C. obtusifolia* L. was included in this study; it was not included previously in the flora of Thailand (Larsen et al., 1984). Table 3 shows a comparison of 13 qualitative morphological characters of *Cassia* s.l.

2. *Quantitative characters*

2.1 Cluster analysis The results of cluster analysis is shown in Fig. 2. It can be seen that the dendrogram separated the 508 specimens into 4 groups at average taxonomic distance of 1.30. The first group consisted of 2 species, i.e. *Cassia* (*Chamaecrista*) *pumila* and *Cassia* (*Chamaecrista*) *leschanaultiana.* The second group is solely *Cassia* (*Senna*) *alata*, while the third group is composed of 10 species of *Cassia* (*Senna*) which excluded *Cassia* (*Senna*) *alata* and *Cassia* (*Senna*) *spectabilis*. The fourth group is comprised of 5 species:- *Cassia fistula, C. javanica* var. *javanica, C. grandis, C. bakeriana* and *Cassia* (*Senna*) *spectabilis*.

2.2 Canonical discriminant analysis The ordination plot on the two canonical axes (Fig. 3a and b) shows that the eighteen taxa are separated into 3 groups on canonical axis 1. Group 1 consists of 2 species of *Cassia* (*Chamaecrista*). Group 2, the largest group, is composed of 12 species of *Cassia* (*Senna*). Group 3 is composed of 4 species of *Cassia* s.str. Likewise, the 18 taxa can be divided into 3 groups on canonical axis 2. This axis separated *Cassia* (*Chamaecrista*) *pumila* and *Cassia* (*Chamaecrista*) *leschenaultiana* in to group 1. Similarly, group 2 is composed of 12 species, *Cassia* (*Senna*) *alata*. The third group is composed of 4 species of *Cassia* s.str., namely *C. javanica, C. fistula, C. bakeriana* and *C. grandis*. It can be seen that the result is slightly different from the result of cluster analysis (Fig. 2.). The nature of the entries differences is shown by the pooled within canonical structure (Table 4). Canonical variable 1 is 99.7% correlated with the thirty-two characters and the variance explained by it is 42.1% (Table 5). It is most highly associated with character FML (Table 4 and 6). Canonical variable 2 can explained 19.0% of the total variance. This axis is most highly associated with TLW, ATL, POLL and PED. Canonical variable 3 can explain 11.8% of the total variance. This axis is most highly associated with character NOL, BTW and RCL. The two variables LMW and RCD not used in the analysis (Table 4).

Table 1. Thirty-two characters, with their methods of scoring used in the study of *Cassia* s.l.

Abbreviation	Characters
PET	Petiole length in mm
PED	Petiole diameter in mm
RCL	Rachis length in mm
RCD	Rachis diameter in mm
DBLP	Distance between 1st and 2nd leaflet pair
NOL	Number of leaflet
TLL	Terminal leaflet length in mm
TLW	Terminal leaflet width in mm
BTWP	Distance from base to the widest point of leaflet
LWR	Terminal leaflet length to width ratio
LS	Terminal leaflet shape (calculated by BTW/TLL)
LMW	Lamina width in mm
POLL	Petiolule length in mm
FLD	Flower diameter in mm
BTL	Bracteole length in mm
BTW	Bracteole width in mm
PCL	Pedicel length in mm
SPL	Largest sepal length in mm
SPW	Largest sepal width in mm
PTL	Largest petal length in mm
PLW	Largest petal width in mm
PSL	Petals stalk length in mm (largest petal)
FML	Filament length in mm (largest fertile stamen)
FMD	Filament diameter in mm (largest fertile stamen)
ATL	Anther length in mm (largest fertile stamen)
ATD	Anther diameter in mm (largest fertile stamen)
OSL	Ovary stalk length in mm
OVL	Ovary length in mm
OVD	Ovary diameter in mm
STL	Style length in mm
STD	Style diameter in mm
FTL	Fruit length in mm

Table 2. List of taxa used in the study of *Cassia* s.l.

Taxa in Larsen et al. (1984)	Genus in Irwin and Barneby (1981)	Habit*
C. javanica	*Cassia*	T
C. grandis	*Cassia*	T
C. bakeriana	*Cassia*	T
C. fistula	*Cassia*	T
C. pumila	*Chamaecrista*	US
C. leschenualtiana	*Chamaecrista*	US
C. obtusifolia	*Senna*	US
C. alata	*Senna*	S
C. hirsuta	*Senna*	US
C. sophera	*Senna*	S
C. surattensis subsp. *surattensis*	*Senna*	S
C. surattensis subsp. *glauca*	*Senna*	S
C. occidentalis	*Senna*	US
C. tora	*Senna*	US
C. timoriensis	*Senna*	T
C. garrettiana	*Senna*	T
C. spectabilis	*Senna*	T
C. siamea	*Senna*	T

*T=Tree, S=Shrub, US=Undershrub

Table 3. Comparison of 13 qualitative morphological characters of *Cassia* L. s.l.

Characters	*C. javanica*	*C. grandis*	*C. bakeriana*	*C. fistula*	*C. occidentalis*	*C. tora*	*C. obtusifolia*	*C. alata*	*C. hirsuta*
Habit	tree	tree	tree	tree	undershrub	undershrub	undershrub	shrub	undershrub
Branches	glabrous	glabrous	hairy	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous	pubescent	hirsute
Upper leaf surface	pubescent	glossy	hairy	glossy	glossy	glossy	glossy	glossy	hirsute
Foliar gland	absence	absence	absence	absence	presence	presence	presence	absence	presence
Inflorescence	raceme,lateral	raceme,lateral	raceme,lateral	raceme,axillary	few,terminal	raceme,axillary	raceme,axillary	raceme,axillary	raceme,axillary
Petals color	red	pink	pink	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow
Staminode	absence	absence	absence	absence	absence	presence	presence	absence	absence
Filament	long, recurved	medium, recurved	long, recurved	long, recurved	medium, straight	medium, straight	medium, straight	medium, straight	medium, straight
Enlargement at middle of filament	presence	absence	presence	absence	absence	absence	absence	absence	absence
Antheropening	pore, slit	pore, slit	slit	pore, slit	pore	pore	pore	pore	pore
Ovary	pubescent	tomentose	pubescent	velutinous	tomentose	pubescent	pubescent	glabrous	hirsute
Style	pubescent	pubescent	pubescent	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous
Pods	terete,glabrous	cylinbrical,glabrous	terete,pubescent	terete,glabrous	swollen,glabous	terete,glabous	terete,glabous	winged,glabrous	terete,hirsute

Characters	*C. sophera*	*C. pumila*	*C. leschenualtiana*	*C. surattensis* subsp.*surattensis*	*C. surattensis* subsp. *glauca*	*C. garrettiana*	*C. timoriensis*	*C. spectabilis*	*C. siamea*
Habit	shrub	Undershrub	undershrub	shrub	shrub	tree	tree	tree	tree
Branches	glabrous	pubescent	pubescent	puberulous	puberulous	puberulous	pubescent	pubescent	pubescent
Upper leaf surface	glossy	glossy	glossy	glossy	glossy	glossy	glossy	glossy	glossy
Foliar gland	presence	presence	presence	presence	presence	absence	absence	absence	absence
Inflorescence	corym,axillary	raceme,axillary	few,axillary	raceme,axillary	raceme,axillary	raceme,terminal	raceme,axillary	raceme,terminal	raceme,terminal
Petals color	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow
Staminode	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence
Filament	medium, straight	very short	very short	medium, straight	medium, straight	medium, straight	medium, straight	medium, straight	medium, straight
Enlargement at middle of filament	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence	absence
Antheropening	pore	pore, slit	pore	slit	slit	pore	pore	pore, slit	pore
Ovary	pubescent	tomentose	tomentose	puberulous	puberulous	glabrous	glabrous	pubescent	pubescent
Style	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous	glabrous
Pods	swollen,glabrous	flat,glabrous	flat,glabrous	flat,glabrous	flat,glabrous	terete,glabrous	flat,glabrous	terete,glabrous	flat,glabrescent

Table 4. Pooled within canonical structure of 32 characters. Abbreviation followed by * indicates character not used in the canonical discriminant analysis.

Characters	Discriminant function																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
FML	.518	-.165	.079	-.476	.013	-.232	-.077	-.142	.080	-.077	.066	.097	-.009	-.133	.014	-.012	-.054
TLW	.236	.475	-.143	-.307	-.060	.199	-.015	.105	.186	-.100	-.305	-.268	-.053	.024	.132	.016	.026
ATL	-.029	.424	.301	-.145	.201	.069	-.114	-.006	.135	-.191	.002	.114	.026	-.337	.111	-.145	.279
POLL	.219	.284	-.059	-.119	.183	.127	.010	.144	-.079	.171	-.198	-.263	-.041	.107	-.249	.072	.240
PED	.118	.204	.122	-.149	-.123	.202	.124	-.005	-.167	-.048	-.174	-.148	-.161	.026	.062	-.111	.164
NOL	-.030	-.227	.562	.180	.068	-.027	.444	-.161	-.118	-.002	-.075	-.097	-.084	.097	-.024	-.021	.115
BTW	.003	.291	.510	-.002	-.241	-.312	-.163	-.023	.069	.330	.105	.008	-.107	-.169	-.064	.122	-.219
RCL	.164	.130	.441	-.103	.196	.083	.236	-.237	-.005	-.017	-.139	-.239	.072	-.048	-.011	-.068	.034
OVL	.348	.138	.019	.152	-.454	.293	.130	.046	.131	.174	.308	.218	.034	-.089	-.156	-.186	.058
PCL	.279	.079	.071	.310	.389	.008	-.174	.164	-.099	.199	.128	.193	.048	-.242	.301	-.196	.099
DBLP	.151	.132	.087	-.345	.136	.433	-.183	.052	.105	-.066	-.011	-.309	.190	-.010	.115	-.014	.102
LMW*	.111	.150	.035	-.171	.029	.396	-.010	-.008	.165	-.126	-.091	-.072	.068	-.173	.090	.100	.089
TLL	.126	.162	.005	-.253	.059	.392	-.023	-.056	.184	-.137	-.115	-.116	.113	-.181	.040	.094	.091
RCD*	.112	.142	-.031	-.132	-.128	.160	-.041	.039	.008	-.067	-.153	-.062	-.043	.004	.040	.109	.065
FLD	.261	.084	.129	.217	.071	.087	-.511	-.178	.204	.062	-.020	.116	-.134	.205	.030	.009	.117
PTL	.245	.142	.187	.177	-.029	.199	-.362	-.248	.312	-.060	-.114	.188	-.011	.053	.048	.123	-.165
LWR	-.017	-.099	.070	.088	.166	-.058	.127	-.420	-.062	-.104	.337	.263	.293	-.130	-.132	.142	.254
STD	.093	.008	.063	.097	.014	.203	.120	-.247	-.145	.128	-.147	.124	-.070	.064	.221	.239	-.089
FTL	.392	.095	.058	-.038	-.027	.171	.152	.155	-.473	-.174	-.068	.127	-.058	-.213	.009	.258	-.043
OSL	.307	.012	.099	.052	.008	-.180	.207	.344	.433	-.201	-.195	-.005	.053	.085	-.154	.317	.028
SPL	.010	.229	.140	-.167	-.006	.201	.239	-.037	.344	.262	.141	.158	-.331	.032	.231	.116	-.090
BTL	.035	.184	.343	-.245	-.273	-.117	-.274	-.027	-.112	.376	-.013	-.022	.245	.025	.088	.339	.200
BTWP	.090	.168	.042	-.185	-.136	.201	.021	.171	.133	-.222	-.148	.052	.187	-.141	.152	.031	.064
PSL	.062	.137	.085	.093	-.029	.195	.080	-.153	-.017	.084	-.518	.136	.171	.021	-.129	.036	-.183
OVD	.020	.023	.110	-.099	.053	.038	.078	.008	-.060	.110	-.193	.464	-.260	.289	.018	.026	.071
PTW	.140	.126	.127	-.041	.043	.122	-.205	-.097	.396	.165	-.049	.431	.267	.048	.064	.056	-.123
FMD	.059	.071	.096	-.140	.058	-.031	.161	-.051	.124	.157	-.183	.419	-.021	.169	-.235	-.369	.042
ATD	.124	.198	.280	-.103	.020	.101	.134	-.099	.028	-.328	.057	.179	.069	.347	.166	-.001	.096
LS	-.053	-.052	.014	.106	-.278	-.195	.062	.438	-.022	-.048	-.080	.141	.245	.079	.480	-.216	-.111
PET	.064	.100	-.161	-.104	.184	.077	-.069	-.014	.173	.162	.149	.058	-.017	-.167	.048	.354	-.007
STL	-.021	.223	.205	-.144	.197	-.069	-.231	.297	-.102	-.199	.219	.084	.027	.307	-.226	.132	-.345
SPW	.014	.212	.041	.103	.139	.151	.222	-.096	.130	.217	.138	.084	.147	.089	.101	-.003	-.302

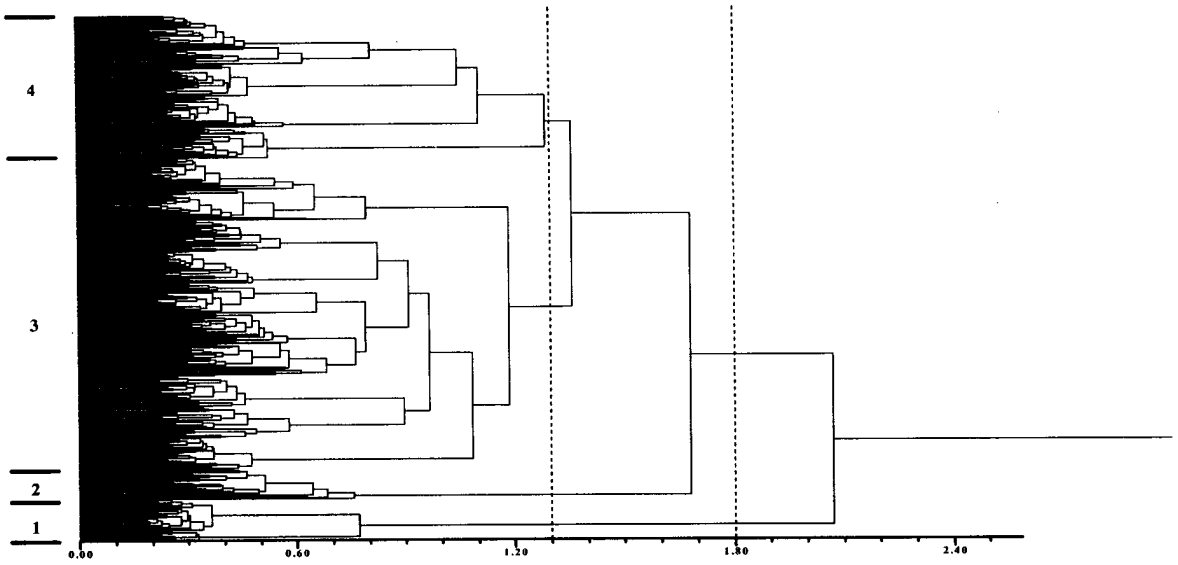


Figure 2. UPGMA clustering of 508 OTUs based on 32 characters of *Cassia* s.l. in Thailand (1- *Cassia* (*Chamaecrista*), 2- *Cassia*. (*Senna*) *alata*, 3- *Cassia* (*Senna*), 4- *Cassia* s.s. and *Cassia* (*Senna*) *spectabilis*).

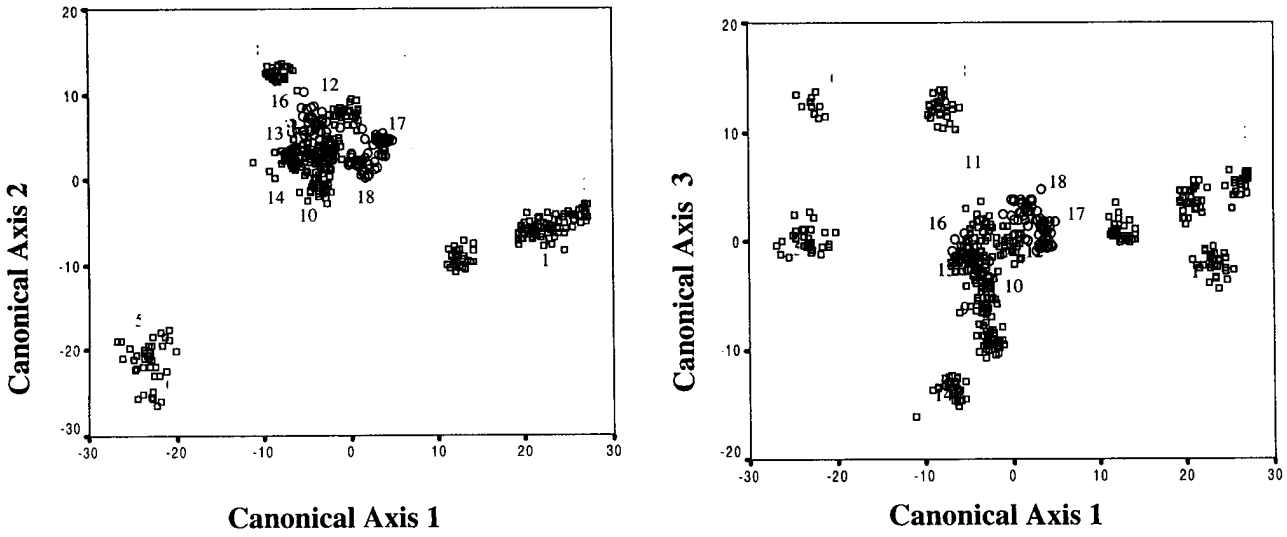


Figure 3. Ordination plot of 18 taxa (1-4 *Cassia* s.str., 5-6 *Chamaecrista*. 7-18 *Senna*)

Conclusions

Two techniques of numerical taxonomy were used to investigate the taxonomic status of 18 taxa in the *Cassia* s.l. in Thailand. It should be concluded that the results from numerical taxonomic study as well as the comparison of qualitative characters of the *Cassia* s.l. provide justification for recognition of the segregation of the three genera, namely *Cassia* s.sts., *Chamaecrista* and *Senna* from the *Cassia* s.l. This result is in agreement with Irwin and Barneby (1981).

Box plots of ten most important characters are demonstrated in Fig. 4. It can be seen that filament length, fruit length and ovary stalk length are useful quantitative characters for discriminating the three genera. The following is an identification key to the genera of the former *Cassia* L. in Thailand.

1a The longest filament recurved, more than 2.5 cm long — 1. *Cassia*
1b The longest filament straight, less than 1 cm long — 2
2a Ovary stalk more than 0.9 mm long, fruit more than 9 cm long — 2. *Senna*
2b Ovary stalk less than 0.9 mm long, fruit less than 9 cm long — 3. *Chamaecrista*

In all, numerical taxonomy can reexamine the principles of taxonomy and of a proposed classification. This has benefited taxonomy in general, and has led to the posing of some taxonomic questions as was noted by Sneath and Sokal, (1973).

Table 5. Summary of canonical discriminant functions of 18 taxa based on 32 characters.

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Coorrelation	Wilk's Lambda	Sig.
1	155.171	42.1	42.1	.997	.000	.000
2	70.046	19.0	61.1	.993	.000	.000
3	43.309	11.8	72.9	.989	.000	.000
4	28.468	7.7	80.6	.983	.000	.000
5	19.216	5.2	85.8	.975	.000	.000
6	12.724	3.5	89.3	.963	.000	.000
7	10.395	2.8	92.1	.955	.000	.000
8	8.942	2.4	94.5	.948	.000	.000
9	5.340	1.4	96.0	.918	.000	.000
10	4.410	1.2	97.1	.903	.001	.000
11	3.738	1.0	98.2	.888	.003	.000
12	2.035	0.6	98.7	.819	.013	.000
13	1.596	0.4	99.1	.784	.040	.000
14	1.237	0.3	99.5	.744	.104	.000
15	0.779	0.2	99.7	.662	.232	.000
16	0.708	0.2	99.9	.644	.413	.000
17	0.417	0.1	100.0	.542	.706	.000

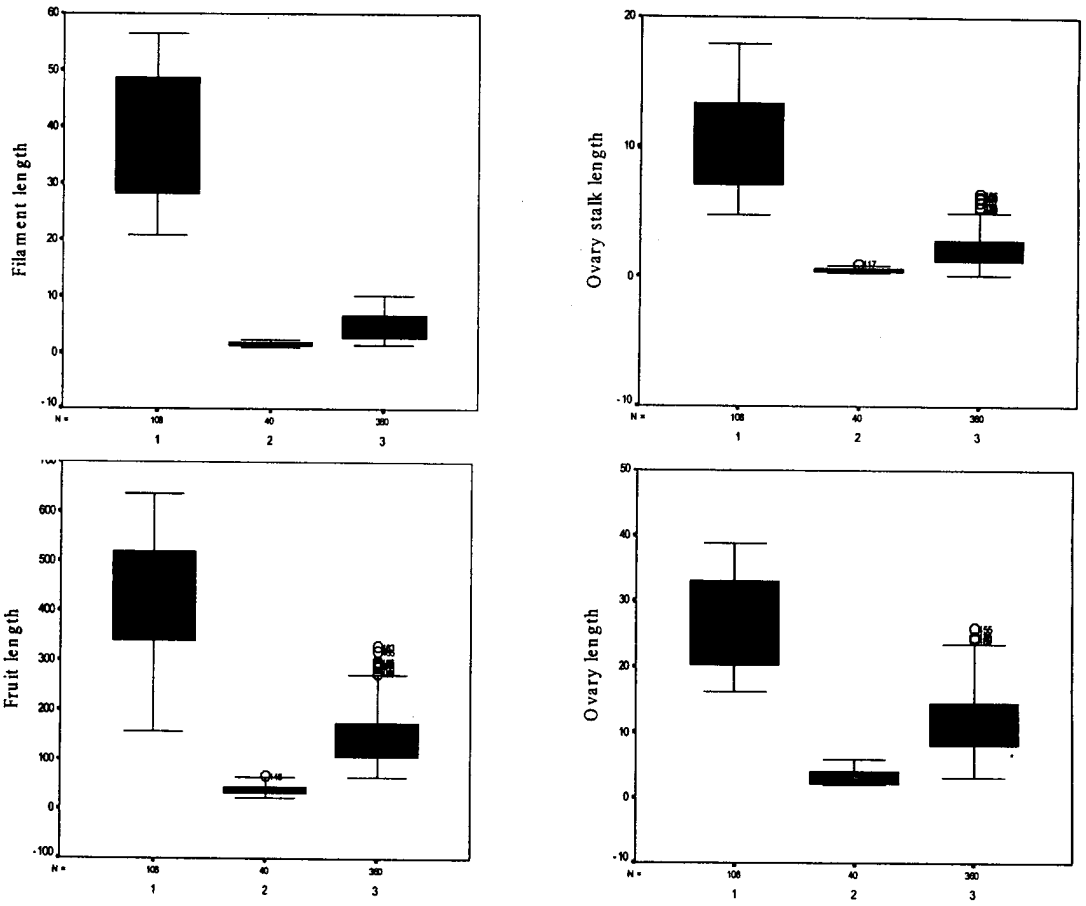


Figure 4. Boxplots of the four more important characters of *Cassia* s.l. (1-*Cassia* s.s., 2-*Senna*, 3- *Chamaecrista*)

Table 6. Means and standard deviation of 32 quantitative characters of the 18 taxa of *Cassia* L. s.l.

Characters	Taxa											
	C. javanica		*C. grandis*		*C. bakeriana*		*C. fistula*		*C. pumila*		*C. leschenaultiana*	
	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD
PET	17.95	3.77	28.82	7.50	39.27	12.25	60.22	8.05	4.16	0.52	2.94	0.43
PED	2.56	0.47	1.61	0.22	2.09	0.40	2.65	0.34	0.47	0.09	0.55	4.10
RCL	264.47	47.02	203.05	33.01	247.35	50.24	239.31	46.82	34.2	4.62	63.42	0.02
RCD	0.94	0.13	0.74	0.14	0.97	0.14	1.70	0.13	0.20	0.05	0.15	0.11
DBLP	2.88	2.93	10.60	2.32	29.55	6.62	57.23	5.75	1.94	0.28	0.93	3.05
NOL	12.10	2.20	16.27	1.98	8.61	1.33	5.40	0.62	14.97	1.52	42.2	0.45
TLL	59.50	7.35	45.96	5.97	85.02	9.02	140.59	20.30	6.34	1.13	2.67	0.16
TLW	22.78	2.34	16.31	2.51	33.50	7.80	63.96	9.00	2.07	0.38	0.74	0.50
BTWP	30.67	5.07	31.13	5.21	44.25	9.20	55.91	10.76	4.36	0.86	1.67	1.08
LWR	2.62	0.27	2.83	0.22	2.65	0.59	2.21	0.24	3.10	0.37	3.76	0.11
LS	0.52	0.08	0.68	0.04	0.52	0.09	0.40	0.05	0.69	0.07	0.62	0.74
LMW	123.10	13.65	95.80	11.17	177.31	17.69	289.28	39.81	12.49	2.34	5.52	0.02
POLL	2.76	0.49	1.64	0.28	2.51	0.53	6.20	1.16	0.18	0.05	0.15	2.26
FLD	62.55	7.06	24.72	2.31	87.58	3.84	60.97	5.62	9.33	1.15	15.04	0.61
BTL	7.38	1.21	4.03	1.00	8.21	0.66	4.62	0.38	2.14	0.42	3.51	0.20
BTW	2.35	0.56	1.31	0.32	3.22	0.68	0.46	0.06	0.35	0.08	1.11	1.14
PCL	36.38	5.11	17.87	2.16	67.66	6.33	48.99	8.87	2.99	0.85	8.71	0.98
SPL	5.79	0.42	9.95	0.61	8.62	0.62	10.38	0.95	4.23	0.67	7.33	0.59
SPW	3.15	0.24	5.65	0.67	4.75	0.50	6.27	0.68	1.50	0.29	2.12	1.13
PTL	28.67	3.05	13.94	0.91	43.40	1.48	29.70	3.22	4.76	0.62	7.52	0.77
PTW	12.59	1.58	10.87	0.62	22.67	0.77	19.45	2.55	3.93	0.84	6.35	0.18
PSL	2.30	0.49	1.58	0.30	2.76	0.57	2.02	0.41	0.55	0.15	0.72	0.25
FML	34.89	2.89	25.13	2.44	51.99	2.85	45.80	4.81	1.57	0.36	1.32	0.14
FMD	0.65	0.08	0.94	0.13	0.69	0.11	0.72	0.14	0.16	0.03	0.40	0.09
ATL	3.80	0.37	2.64	0.26	5.18	0.22	4.77	0.24	1.52	0.38	2.84	0.37
ATD	2.32	0.17	2.08	0.21	2.96	0.19	2.48	0.16	0.63	0.09	0.72	0.05
OSL	6.43	0.71	12.82	1.16	15.20	1.41	9.27	1.95	0.51	0.16	0.50	0.11
OVL	25.81	2.33	18.48	1.21	34.60	1.73	31.76	3.61	2.56	0.50	4.96	0.44
OVD	0.90	0.09	1.04	0.12	1.13	0.11	0.90	0.12	0.71	0.07	1.15	0.14
STL	2.69	0.34	1.35	0.25	4.17	0.53	3.36	0.59	1.50	0.26	2.07	0.45
STD	0.64	0.08	0.55	0.09	0.79	0.12	0.64	0.12	0.29	0.06	0.47	0.07
FTL	465.40	73.11	282.12	52.58	558.39	54.74	486.76	39.58	34.33	4.56	60.4	6.38

Table 6. (continued)

Characters	Taxa											
	C. obtusifolia		*C. alata*		*C. hirsuta*		*C. sophera*		*C surattensis* subsp. *surattensis*,		*C. urattensis* subsp. *glauca*	
	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD
PET	38.39	4.19	19.39	7.69	52.33	13.99	43.13	6.70	31.37	6.91	39.44	5.57
PED	1.39	0.24	5.6	1.47	1.96	0.35	1.03	0.26	1.1	0.23	1.47	0.23
RCL	32.55	7.11	414.27	117.17	103.37	22.73	98.16	27.06	100.26	27.30	96.25	18.85
RCD	1.05	0.22	1.75	0.37	1.48	0.23	0.63	0.15	0.61	0.14	0.95	0.13
DBLP	12.95	2.94	39.57	6.61	28.11	4.55	15.46	2.85	8.89	4.17	18.57	2.73
NOL	3.00	0.00	11.00	1.46	4.40	0.62	6.67	1.35	7.93	1.05	5.60	0.56
TLL	54.12	9.73	116.72	15.46	89.96	10.25	62.42	12.75	41.92	9.53	62.08	14.39
TLW	24.48	5.19	71.00	11.25	38.09	4.24	15.61	3.68	17.54	3.46	31.84	4.31
BTWP	39.39	6.26	72.13	9.44	33.05	5.24	24.18	4.10	27.12	5.70	36.84	7.63
LWR	1.98	0.12	1.65	0.11	2.37	0.15	4.05	0.43	2.39	0.22	1.94	0.23
LS	0.74	0.06	0.62	0.03	0.37	0.04	0.39	0.04	0.65	0.05	0.60	0.05
LMW	117.74	9.10	239.24	33.04	184.10	22.87	125.29	23.53	86.59	19.18	128.82	29.09
POLL	1.48	0.30	2.12	0.32	2.64	0.54	0.98	0.21	1.47	0.26	2.69	0.72
FLD	27.76	2.23	28.02	2.97	32.15	2.64	34.61	1.96	48.78	4.31	49.02	7.99
BTL	3.33	0.43	25.55	2.70	4.47	0.84	2.62	1.32	5.70	1.28	4.48	1.17
BTW	0.89	0.21	14.45	2.66	0.80	0.19	0.84	0.23	2.91	0.69	2.88	0.62
PCL	18.07	3.08	5.54	1.12	12.24	1.50	12.28	1.99	24.54	2.27	25.77	4.60
SPL	7.61	0.70	15.11	1.00	12.01	0.92	9.16	0.63	8.59	0.54	10.69	1.50
SPW	5.60	0.72	7.11	1.13	7.25	0.94	5.96	0.62	6.41	0.43	8.55	1.15
PTL	14.43	1.26	22.16	1.35	16.69	1.03	17.81	1.00	23.79	2.29	24.97	4.16
PTW	9.51	1.03	15.96	1.69	14.33	1.55	11.93	1.02	15.42	1.47	16.16	1.98
PSL	1.33	0.24	3.03	0.79	2.42	0.35	0.77	0.15	2.58	0.39	2.31	0.47
FML	3.50	0.43	4.50	0.45	6.65	0.78	6.97	0.46	2.98	0.47	3.06	0.76
FMD	0.32	0.07	0.98	0.16	1.05	0.19	0.60	0.16	0.65	0.15	0.72	0.15
ATL	4.87	0.44	10.68	0.57	5.90	0.59	5.85	0.30	6.21	0.25	6.79	0.75
ATD	1.31	0.17	3.59	0.26	1.82	0.28	2.12	0.12	1.58	0.25	2.11	0.18
OSL	1.54	0.32	2.27	0.45	0.93	0.13	1.73	0.31	3.20	0.52	4.55	0.89
OVL	15.43	2.30	14.65	1.45	8.48	0.49	8.27	0.93	9.54	1.40	16.86	2.27
OVD	0.61	0.07	1.19	0.18	1.26	0.20	0.75	0.10	0.84	0.10	0.86	0.13
STL	3.21	0.41	7.05	0.56	3.12	0.63	3.36	0.27	2.72	0.48	5.97	0.84
STD	0.34	0.05	0.44	0.04	0.57	0.07	0.38	0.08	0.44	0.05	0.37	0.06
FTL	170.12	9.69	160.55	13.49	126.33	11.13	96.53	5.40	89.52	11.53	132.91	14.71

Table 6. (continued)

Characters	Taxa												Total	
	C. occidentalis		*C. tora*		*C. garrettiana*		*C. timoriensis*		*C. spectabilis*		*C. siamea*			
	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD	mean	± SD
PET	46.87	7.41	37.05	4.39	23.36	2.77	49.37	10.65	30.97	5.02	34.59	5.88	34.35	15.87
PED	1.47	0.17	1.45	0.32	1.77	0.34	1.82	0.29	2.33	0.33	1.70	0.20	1.88	1.17
RCL	102.99	13.53	20.49	30.08	280.63	38.72	180.95	46.23	270.48	44.23	210.90	36.57	166.65	113.87
RCD	0.97	0.16	1.25	0.33	0.55	0.12	1.19	0.18	0.95	0.12	1.02	0.16	0.98	0.45
DBLP	24.75	3.36	7.94	1.36	15.27	1.82	28.55	4.51	18.92	3.87	25.25	4.62	20.96	13.65
NOL	4.73	0.45	3.00	0.00	18.73	1.70	6.67	1.18	13.30	1.58	9.13	1.14	9.57	6.68
TLL	72.72	12.92	47.47	4.53	35.57	5.00	83.80	12.76	85.00	11.33	68.03	9.68	66.38	33.52
TLW	26.5	4.87	25.99	2.93	11.11	1.51	38.47	6.80	23.74	2.72	21.77	2.99	28.03	18.05
BTWP	31.26	6.92	31.04	2.74	20.02	3.11	34.07	5.21	34.55	4.86	37.25	6.24	33.68	15.87
LWR	2.76	0.24	1.83	0.10	3.20	0.14	2.20	0.29	3.60	0.48	3.14	0.33	2.64	0.73
LS	0.43	0.05	0.66	0.04	0.57	0.04	0.41	0.05	0.41	0.04	0.55	0.05	0.54	0.13
LMW	145.59	26.45	98.9	9.26	100.94	13.06	180.86	25.70	172.62	21.07	143.87	20.86	136.96	67.45
POLL	1.80	0.38	1.63	0.34	1.36	0.18	3.95	0.73	2.18	0.47	2.69	0.67	2.21	1.42
FLD	33.19	.97	22.96	2.76	42.34	4.22	32.3	3.95	47.36	3.42	35.53	3.90	38.34	17.09
BTL	13.43	2.62	2.85	0.63	11.22	1.89	2.97	0.75	2.72	0.39	6.15	0.95	6.48	5.80
BTW	3.51	0.67	0.43	0.13	10.10	1.95	1.09	0.22	1.10	0.20	1.54	0.50	2.79	3.78
PCL	9.37	1.99	8.12	1.76	26.58	3.32	25.79	4.77	27.71	3.41	27.56	4.45	22.10	14.95
SPL	9.74	0.78	7.74	0.80	11.85	0.86	9.95	1.24	10.36	0.86	8.02	1.18	9.38	2.58
SPW	5.85	0.60	5.19	0.69	9.40	1.91	7.32	1.17	10.48	0.86	6.40	1.64	6.24	2.33
PTL	17.65	1.63	11.27	0.81	20.77	1.96	15.84	1.89	28.65	1.97	17.61	2.05	19.92	8.27
PTW	13.79	2.02	6.49	0.60	12.89	1.51	9.66	1.95	14.49	1.82	14.08	2.25	12.83	4.47
PSL	1.80	0.48	1.66	0.28	1.88	0.34	1.94	0.27	4.18	0.40	2.33	0.46	2.04	0.93
FML	6.48	0.58	1.87	0.22	2.05	0.34	3.58	1.04	2.80	0.36	8.37	1.23	11.33	14.85
FMD	0.57	0.10	0.26	0.05	0.59	0.09	0.52	0.11	0.63	0.16	0.93	0.29	0.64	0.28
ATL	6.18	0.54	2.80	0.34	8.15	0.53	8.11	1.04	5.88	0.63	7.22	0.61	5.63	2.29
ATD	1.59	0.17	1.14	0.13	2.64	0.26	2.06	0.32	2.63	0.25	2.64	0.44	2.05	0.75
OSL	1.00	0.28	1.24	0.34	1.15	0.23	2.48	0.54	2.34	0.35	3.04	0.59	3.77	3.97
OVL	8.49	1.07	12.76	1.46	9.88	0.15	5.02	1.12	22.44	1.68	7.37	1.18	14.19	8.67
OVD	0.77	0.10	0.77	0.09	1.01	0.10	0.90	0.24	0.85	0.10	1.19	0.20	0.92	0.22
STL	4.27	0.46	1.90	0.23	6.44	1.43	6.31	1.07	1.32	0.17	6.72	1.13	3.81	2.04
STD	0.41	0.08	0.45	0.09	0.57	0.09	0.42	0.10	0.91	0.10	0.48	0.11	0.50	0.17
FTL	104.12	7.56	128.90	18.85	114.15	7.64	166.00	34.37	243.14	41.42	232.76	31.40	200.13	143.39

Acknowledgements

I would like to thank Ajarn Rossarin Pollawat for her kind help. Thanks are also due to the staff of the Professor Kasin Suvatabhandhu Herbarium, and the Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University for providing laboratory facilities for this thesis. Finally, this work was supported by the Graduate School, Chulalongkorn University and the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training program (BRT T_145008).

References

Boonkerd, T., M. Vajrabhaya, S. Treratn, Y. Maneerat, O. Thaithong and N. Laichuthai. 1987. Collection and Preparation of Herbarium Specimens. Chulalongkorn University Press, Bangkok, Thailand.

Graham, A. and G. Barker. 1981. Palynology and tribal classification in the Caesalpinioidea. *In* Polhill, R.M. and P.H. Raven (eds.), Advances in Legume Systematics, pp. 801-834.

Holmgren, P.K. and N.H. Holmgren. 2003. Index Herbariorum [Online]. Available from: http://www.nybg.org/bsci/ih/ [2003, February 2]

Irwin, H.S. and R.C. Barneby. 1981. Cassieae. *In* Polhill, R.M. and P.H. Raven (eds.), Advances in legume systematics. I., pp. 97-106. Hobbs the Printer of Southhampton, England.

Kidyue, M. 2001. Comparative anatomy of some *Cassia* species in Thailand. Master's Thesis, Department of Botany, Graduate School, Chulalongkorn University.

Larsen, K., S.S. Larsen and D. Hou. 1996. Caesalpiniaceae. *In* Kalkman et al. (eds.), Flora Malesiana. Vol. 12, part 2. Rijksherbarium/ Hortus Botanicus, Leiden.

Larsen, K., S.S. Larsen and J.E. Vidal. 1984. Leguminoceae - Caesalpinoideae. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol. 4, part 1. the Tistr Press, Bangkok.

Lock, J.M. 1987. *Cassia* sensu. lato (Leguminosae-Caesalpinioideae) in Africa. *Kew Bulletin* 43(2): 333-341.

Rohlf, F.J. 1998. NTSYS-pc version 2.0k Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. [Computer program]. Steauket, Exeter Software, New York.

Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. W.H. Freeman and Company, San Francisco.

Tucker, S.C. 1996. Trends in evolution of ontogeny in *Cassia* sensu stricto, *Senna* and *Chamaecrista* (Leguminosae: Caesalpinoideae: Cassieae: Cassiinae); A study in convergence. *American Journal of Botany* 83(6): 687-711.

กายวิภาคเปรียบเทียบของพืชสกุล *Cassia* บางชนิดในประเทศไทย

มานิต คิดอยู่, เรณู ถาวโรฤทธิ์ และ ทวีศักดิ์ บุญเกิด

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Abstract: Comparative Anatomy of Some C*assia* Species in Thailand

Manit Kidyue, Ranoo Thavarorith and Thaweesakdi Boonkerd

Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

A comparative anatomy study of *Cassia* s.l. growing in Thailand was conducted using light microscopy of stems, leaves, and flowers. Seventeen species and 3 subspecies out of a total of 22 species and 4 subspecies of *Cassia* s.l. in Thailand were employed. All of the studied species shared the common characters:- tunica–corpus meristems; solitary, diffuse and circular large vessels; simple perforation plates; heterocellular xylem rays; nonstoried wood; bifacial leaves with paracytic stomata; and marginal placental ovaries with anatropous ovules. However, there were some useful discriminative anatomical features, i.e., the characters of anthers, the distribution of stomata, the types and positions of crystals and trichomes, and the xylem rays. Accordingly, the studied species could be classified into four groups i) *Cassia* s.s., ii) *Senna* (tree), iii) *Senna* (shrub), and iv) *Chamaecrista*. Endothecial thickenings and deposition of druse crystals in stems and leaves were found in all groups, but not in *Chamaecrista*. The *Cassia* s.s. group could be separated from *Senna* by the presence of trichomes on the anthers. Moreover, the *Senna* group could be subdivided into two groups according to the stomatal distribution on leaves. It was also found that *Senna* (tree) possessed hypostomatic leaves whilst amphistomatic leaves were observed in *Senna* (shrub).

Key words: plant anatomy, *Cassia*, *Senna*, *Chamaechista*

บทนำ

พืชในสกุล *Cassia* จัดอยู่ในวงศ์ Caesalpiniaceae, tribe Cassieae, subtribe Cassiinae มีทั้งที่เป็นไม้ต้น ไม้พุ่ม และไม้ล้มลุก มีการกระจายพันธุ์ในเขตร้อนของทวีปอเมริกา แอฟริกา เอเชีย และออสเตรเลีย เป็นสกุลใหญ่ มีประมาณ 600 ชนิด จากการศึกษาพืชกลุ่มนี้ พบว่าบางชนิดมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายกันมากและในบางชนิดจะแตกต่างจากชนิดอื่นๆ ในกลุ่มเดียวกันอย่างเห็นได้ชัด จึงมีผู้เสนอให้แยกพืชสกุล *Cassia* ออกเป็น 3 สกุล คือ *Cassia* sensu stricto, *Senna* และ *Chamaecrista* (Irwin and Barneby, 1981) ลักษณะที่สำคัญที่ใช้ในการจัดจำแนกตามที่เสนอใหม่ ได้แก่ ลักษณะของก้านชูอับเรณู จำนวนใบประดับย่อยที่ก้านดอกย่อย พืชสกุล *Cassia* sensu stricto มีก้านชูอับเรณู 3 อันที่ยาวและโค้งงอ ส่วนอีก 2 สกุลจะมีลักษณะของก้านชูอับเรณูทั้งหมดสั้นและตรง พืชในสกุล *Chamaecrista* มีใบประดับย่อย 2 ใบ ซึ่งเหมือนกับพืชสกุล *Cassia* sensu stricto แต่ต่างจากพืชในสกุล *Senna* ที่ไม่มีใบประดับย่อย โดยพืชที่จัดอยู่ในสกุล *Cassia* sensu stricto มีอยู่ประมาณ 30 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นไม้ต้นหรือไม้ต้นขนาดเล็ก พืชที่จัดอยู่ในสกุล *Senna* มีประมาณ 260 ชนิด ทั้งที่เป็นไม้ต้น ไม้พุ่ม และไม้ล้มลุก ส่วนพืชที่จัดอยู่ในสกุล *Chamaecrista* มีประมาณ 270 ชนิด ทั้งที่เป็นไม้ต้น ไม้พุ่ม และไม้ล้มลุก (Irwin and Barneby, 1981; Larsen and Hou, 1996; Mabberley, 1997)

สำหรับในประเทศไทย Larsen et al. (1984) ได้ศึกษาทบทวนพืชวงศ์ Leguminosae-Caesalpinoideae พบว่าพืชสกุล *Cassia* มีอยู่ทั้งหมด 22 ชนิด 4 ชนิดย่อย พืชในกลุ่มนี้มีทั้งที่เป็นพรรณไม้พื้นเมืองของไทยและนำเข้ามาปลูกจากต่างประเทศ ส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของคนไทยมากมายหลายด้าน

ทั้งที่เป็นประโยชน์ เช่น สมุนไพร อาหาร ไม้ประดับ และหลายชนิดจัดเป็นวัชพืช ซึ่งก่อความเสียหายต่อการเกษตรอย่างมาก จากที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่านักพฤกษอนุกรมวิธานยังมีความเห็นในการจัดจำแนกพืชสกุล *Cassia* แตกต่างกัน จึงควรมีการศึกษาพืชกลุ่มนี้เพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดจำแนกพืชกลุ่มนี้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษารายละเอียดของพืชกลุ่มนี้ให้มากขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลทางด้านกายวิภาคที่ยังไม่มีการศึกษาเพื่อนำไปใช้ประกอบในการจัดจำแนกพืชกลุ่มนี้ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิจัยในด้านต่างๆ ต่อไป

การศึกษาทางกายวิภาคและการศึกษาด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพืชในสกุล *Cassia* ที่พบในประเทศไทย ที่ผ่านมา สรุปพอสังเขปได้ ดังนี้

Bentham (1871 อ้างถึงใน Irwin and Barneby, 1981) ได้ศึกษาทบทวนพืชสกุล *Cassia* และได้แยกพืชสกุลนี้เป็น 3 กลุ่มย่อย ต่อมา Irwin and Barneby (1981) แยกสกุล *Cassia* ออกเป็น 3 สกุล คือ *Cassia, Senna* และ *Chamaecrista* โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ซึ่งพืชที่จัดไว้ในสกุล *Cassia* จะมีก้านชูเกสรเพศผู้ที่โค้งงอและมีใบประดับย่อย 2 ใบ พืชที่จัดไว้ในสกุล *Senna* จะไม่มีใบประดับย่อยและก้านชูเกสรเพศผู้จะสั้นตรง ส่วนพืชที่จัดไว้ในสกุล *Chamaecrista* จะมีใบประดับย่อย 2 ใบและก้านชูเกสรเพศผู้สั้นตรง แต่ Larsen et al. (1984) ได้ศึกษาและสำรวจพรรณไม้ในวงศ์ Caesalpiniaceae ในประเทศไทย จากการศึกษาพบว่ามีพรรณไม้ทั้งหมด 20 สกุล 113 ชนิด เป็นพืชในสกุล *Cassia* 21 ชนิด 4 subspecies และจัดทำคำบรรยายลักษณะ ตลอดจนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการกระจายพันธุ์นิเวศวิทยาและการใช้ประโยชน์

มีการศึกษาลักษณะกายวิภาคของพืชกลุ่มนี้ เช่น Pate and Kuo (1981) ได้ศึกษากายวิภาคฝักของพืชในวงศ์ Leguminosae และสรุปว่ามีลักษณะแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดที่ศึกษา Baretta-Kuipers (1981) ได้ศึกษากายวิภาคของเนื้อไม้ของพืชวงศ์ Leguminosae พบว่าพืชในสกุล *Cassia* มีลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อไม้ที่มี ray เป็นแบบ multiseriate ไม่มี storied structure และมีการกระจายของ parenchyma แตกต่างกันระหว่างชนิด ต่อมา Dulberger et al. (1994) ได้ศึกษาลักษณะของยอดเกสรเพศเมียของพืชในสกุล *Cassia, Senna* และ *Chamaecrista* พบว่าพืชทั้ง 3 สกุล มีลักษณะของยอดเกสรเพศเมียที่คล้ายกัน คือ มีลักษณะเป็นแอ่งและมีขนปกคลุมรอบๆ แต่มีรูปทรงที่หลากหลาย เช่น circular, ellipsoidal oblong, irregular และ pyriform

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาการพัฒนาของดอกในพืชสกุล *Cassia, Senna* และ *Chamaecrista* เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนในการจัดจำแนกของพืชในกลุ่มนี้ ซึ่งพบว่าพืชทั้ง 3 สกุล มีลักษณะที่เหมือนกัน คือ กลีบดอกมักมีสีเหลือง เกสรเพศผู้มีสัณฐานต่างกัน (ในดอกเดียวกัน) อับเรณูแตกโดยมีช่องเปิด ลักษณะของเรณูเป็นแบบ tricolporate และมียอดเกสรเพศเมียเป็นแอ่ง ส่วนลักษณะที่แตกต่างกันได้แก่ ตำแหน่งการเกิดของดอกในช่อดอก การมีหรือไม่มีใบประดับย่อย ตำแหน่งการเกิดกลีบเลี้ยงอันแรก ลำดับของการเกิดกลีบดอก สมมาตรของดอก และลักษณะสัณฐานของอับเรณู เป็นต้น (Irwin and Barneby, 1981; Graham and Barker, 1981; Guinet, 1981; Tucker, 1996)

ประโยชน์ของพืชสกุล *Cassia* เช่น ได้ทำการศึกษาสารเคมีที่มีในพืชสกุล *Cassia* พบว่าประมาณ 26 ชนิด มีรายงานการพบสาร anthacene derivative ซึ่งจำเป็นในการผลิตยาแผนปัจจุบัน โดยในจำนวน 26 ชนิดดังกล่าว ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่มีอยู่ในประเทศไทย และบางชนิดสามารถนำมาใช้เป็นอาหารและสมุนไพรได้ นอกจากนี้ยังพบว่าพืชในสกุล *Cassia* บางชนิดเป็นวัชพืช (อุไร, 2535; คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2538; Radanachaless and Maxwell, 1997; Agarkar and Jadge, 1999)

การศึกษาที่ผ่านมาของพืชกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่มักจะศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เพื่อใช้ในการจัดจำแนกและการศึกษาเกี่ยวกับสารสำคัญในพืชที่นำมาใช้เป็นยารักษาโรค แต่ยังขาดการศึกษาทางกายวิภาคของส่วนต่างๆ ของพืชซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานของพรรณไม้ที่สมบูรณ์ และสามารถใช้เป็นข้อมูลเสริมในการจัดจำแนกและประยุกต์ใช้ในศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดและขจัดหรือหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดจำแนกและการนำไปใช้ประโยชน์ของพืชในกลุ่มนี้ รวมทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาทางด้านกายวิภาคเองและในด้านการนำไปใช้เป็นตัวอย่างประกอบการเรียนการสอน เป็นต้น

วิธีการ

สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้สกุล *Cassia* ในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย โดยเก็บส่วนของดอก ปลายยอด ลำต้น และใบ พร้อมทั้งตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำชิ้นส่วนพืชมาศึกษาลักษณะกายวิภาค โดยใช้วิธีการฝังเนื้อเยื่อในพาราฟิน (Johansen, 1940) นำสไลด์มาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ บันทึกลักษณะ ถ่ายภาพ เปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคและสรุปผลการศึกษา เพื่อหาแนวทางประกอบการพิจารณาการจัดจำแนก

ตารางที่ 1. รายชื่อของพืชสกุล *Cassia* ที่ใช้เป็นพืชตัวอย่างในการศึกษา

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Larsen et al., 1984)	สกุลตามระบบใหม่ (Irwin and Barneby, 1981)	ลักษณะวิสัย
1. *Cassia bakeriana* Craib	*Cassia* s.s.	ไม้ต้น
2. *Cassia fistula* L.	*Cassia* s.s.	ไม้ต้น
3. *Cassia grandis* L.f.	*Cassia* s.s.	ไม้ต้น
4. *Cassia javanica* ssp. *nodosa* (Buch.-Ham. Ex Roxb.) K. & S.S. Larsen	*Cassia* s.s.	ไม้ต้น
5. *Cassia alata* L.	*Senna*	ไม้พุ่ม
6. *Cassia garettiana* Craib	*Senna*	ไม้ต้น
7. *Cassia hirsuta* L.	*Senna*	ไม้พุ่ม
8. *Cassia obtusifolia* L.	*Senna*	ไม้พุ่ม
9. *Cassia occidentalis* L.	*Senna*	ไม้พุ่ม
10. *Cassia siamea* Lam.	*Senna*	ไม้ต้น
11. *Cassia sophera* L.	*Senna*	ไม้พุ่ม
12. *Cassia spectabilis* DC.	*Senna*	ไม้ต้น
13. *Cassia surattensis* Burm.f. ssp. *glauca* (Lam.) K. & S.S. Larsen	*Senna*	ไม้พุ่ม/ไม้ต้นขนาดเล็ก
14. *Cassia surattensis* Burm.f. ssp. *surattensis*	*Senna*	ไม้พุ่ม/ไม้ต้นขนาดเล็ก
15. *Cassia timoriensis* DC.	*Senna*	ไม้ต้น
16. *Cassia tora* L.	*Senna*	ไม้พุ่ม
17. *Cassia leschenaultiana* DC.	*Chamaecrista*	ไม้พุ่ม
18. *Cassia pumila* Lam.	*Chamaecrista*	ไม้พุ่ม

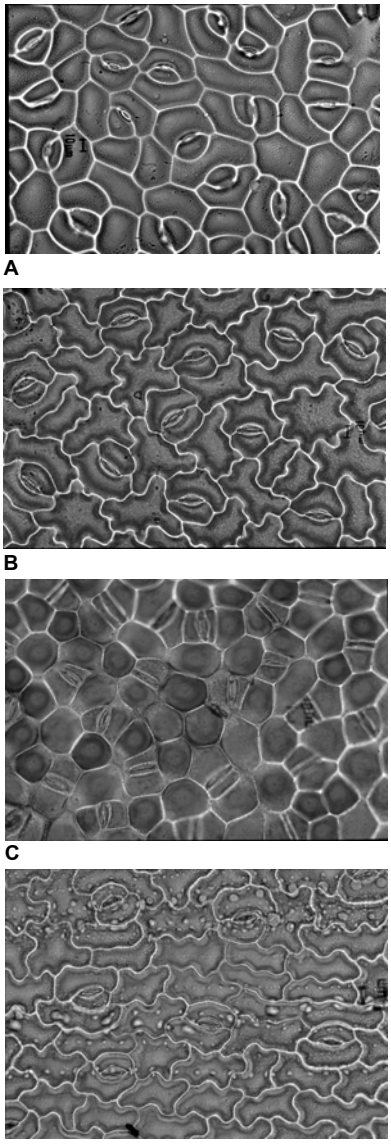
ผลการวิจัย

จากการสำรวจศึกษาและรวบรวมตัวอย่างพรรณไม้สกุล *Cassia* ในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย พบพรรณไม้สกุล *Cassia* ทั้งหมด 17 ชนิด 3 ชนิดย่อย จำนวน 18 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) จัดอยู่ในสกุลตามระบบจัดจำแนกที่มีการนำเสนอใหม่ โดยแยกออกเป็น 3 สกุล ได้แก่ สกุล *Cassia* sensu stricto 4 ชนิด สกุล *Senna* 12 ชนิด และสกุล *Chamaecrista* 2 ชนิด

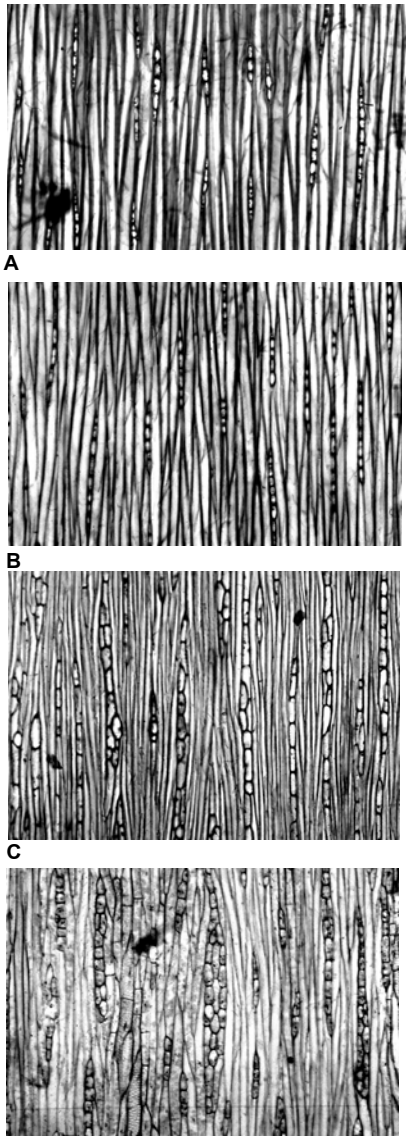
จากการศึกษากายวิภาคของปลายยอด ใบ และลำต้นที่มีการเติบโตระยะปฐมภูมิและทุติยภูมิ รวมทั้งส่วนต่างๆ ของดอก พบว่าพืชที่ศึกษามีลักษณะกายวิภาคร่วมกัน คือ มีเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดเป็นแบบทูนิกา-คอร์พัส เซลล์เวสเซลล์ขนาดใหญ่ของลำต้นมีรูปร่างกลม มักอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวๆ กระจายอย่างไม่เป็นระเบียบ แผ่นมีรู (perforation plate) ของเซลล์เวสเซลล์เป็นแบบรูเดียว (simple perforation plate) เนื้อเยื่อแนวรัศมีของไซเล็ม (xylem ray) ในแนวรัศมีเป็นแบบ heterocellular ray และระบบเซลล์รูปยาว (axial system) ของไซเล็มเรียงตัวแบบเนื้อไม้ไม่เป็นชั้น (nonstoried wood) ใบเป็นแบบสองด้านต่างกัน (bifacial) มีปากใบแบบพาราไซติก (paracytic) (ภาพที่ 1) รังไข่มีพลาเซนตาแบบแนวเดียว (marginal) และมีออวุลแบบคว่ำ (anatropous) ลักษณะที่มีความสำคัญในการ

จัดจำแนก (ตารางที่ 2) ได้แก่ ลักษณะของอับเรณู ปากใบ ตำแหน่งที่พบและรูปแบบของผลึกและขน โดยสามารถจำแนกพืชได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ คือ 1.) กลุ่ม *Cassia* s.s. 2.) *Senna* กลุ่มไม้ต้น 3.) *Senna* กลุ่มไม้พุ่ม และ 4.) *Chamaecrista* ทั้งนี้พบว่า กลุ่มที่ 1-3 ผนังเซลล์ชั้นเอนโดทีเซียม (endothecium) มี thickening ทำให้เกิดลวดลายและหนาขึ้น (ภาพที่ 3 A-B) และมีผลึกรูปดาวที่ลำต้นและใบ ส่วนกลุ่มที่ 4 ไม่มีลักษณะดังกล่าว *Cassia* s.s. สามารถแยกออกจากกลุ่ม *Senna* ได้โดยมีขนที่ผนังอับเรณู และสามารถใช้ลักษณะการกระจายของปากใบบนแผ่นใบแยก *Senna* ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ *Senna* กลุ่มที่เป็นไม้ต้น จะมีปากใบเฉพาะทางด้านล่าง (hypostomatic leaf) และ *Senna* กลุ่มที่เป็นไม้พุ่ม จะมีปากใบโดยรอบทั้งสองด้านของแผ่นใบ (amphistomatic leaf)

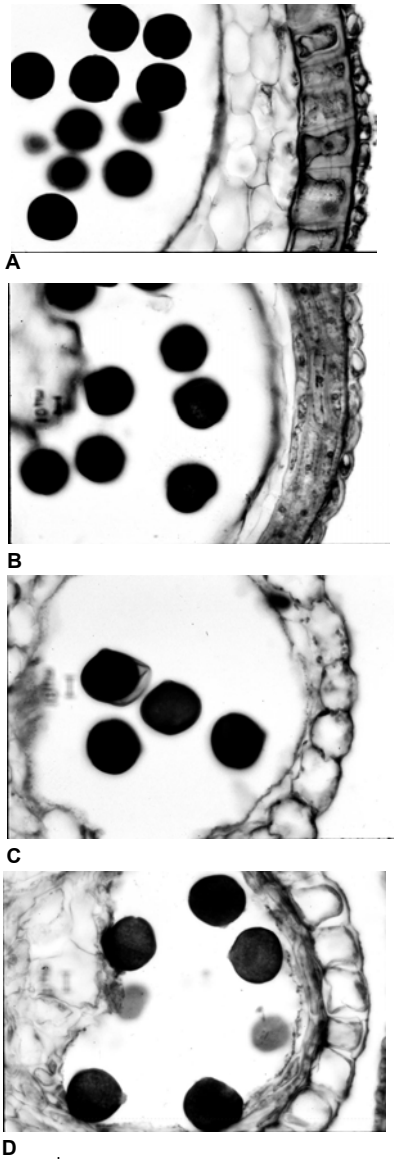
นอกจากนี้ลักษณะของเนื้อเยื่อแนวรัศมีของไซเล็มในแนวขนานเส้นสัมผัสลำต้นยังสามารถแยกพืชออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่เป็นไม้ต้นและไม้ต้นขนาดเล็กเป็นแบบ uniseriate ray (ภาพที่ 2 A-B) แต่กลุ่มที่เป็นไม้พุ่มขนาดเล็กหรือไม้พุ่มกึ่งล้มลุกเป็นแบบ multiseriate ray (ภาพที่ 2 C-D) สนับสนุนการแยกพืชในสกุล *Senna* ออกมากกว่า 1 กลุ่ม



ภาพที่ 1. ปากใบ A=*Cassia tora* L.
B=*Cassia occidentalis* L.
C=*Cassia siamea* Lam.
D=*Cassia leschenaultiana* DC.



ภาพที่ 2. เนื้อเยื่อแนวรัศมีของไซเล็มจากการตัดในแนวขนานเส้นสัมผัสลำต้นที่มีการเติบโตระยะทุติยภูมิ A=*Cassia bakeriana* Craib, B=*Cassia spectabilis* DC., C=*Cassia tora* L., D=*Cassia alata* L.



ภาพที่ 3. ผนังอับเรณูจากการตัดขวางอับเรณู A=*Cassia hirsuta* L.
B=*Cassia obtusifolia* L.
C=*Cassia leschenaultiana* DC.
D=*Cassia pumila* Lam.

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคที่สำคัญในการจำแนกพืช

ชนิด	endothecium thickening	anther hair	การกระจายของปากใบ	ผลึกรูปดาว	xylem ray	กลุ่มที่
1. *C. alata*	มี	ไม่มี	amphistomatic	มี	multiseriate	3
2. *C. bakeriana*	มี	มี	hypostomatic	มี	uniseriate	1
3. *C. fistula*	มี	มี	hypostomatic	มี	uniseriate	1
4. *C. garettiana*	มี	ไม่มี	hypostomatic	มี	uniseriate	2
5. *C. grandis*	มี	มี	hypostomatic	มี	uniseriate	1
6. *C. hirsuta*	มี	ไม่มี	amphistomatic	มี	multiseriate	3
7. *C. javanica* ssp. *nodosa*	มี	มี	hypostomatic	มี	uniseriate	1
8. *C. leschenaultiana*	ไม่มี	ไม่มี	amphistomatic	ไม่มี	multiseriate	4
9. *C. obtusifolia*	มี	ไม่มี	amphistomatic	มี	multiseriate	3
10. *C. occidentalis*	มี	ไม่มี	amphistomatic	มี	multiseriate	3
11. *C. pumila*	ไม่มี	ไม่มี	amphistomatic	ไม่มี	multiseriate	4
12. *C. siamea*	มี	ไม่มี	hypostomatic	มี	uniseriate	2
13. *C. sophera*	มี	ไม่มี	amphistomatic	มี	multiseriate	3
14. *C. spectabilis*	มี	ไม่มี	hypostomatic	มี	uniseriate	2
15. *C. surattensis* ssp. *glauca*	มี	ไม่มี	amphistomatic (ด้านบนมีน้อย)	มี	uniseriate	3
16. *C. surattensis* ssp. *surattensis*	มี	ไม่มี	amphistomatic (ด้านบนมีน้อย)	มี	uniseriate	3
17. *C. timoriensis*	มี	ไม่มี	hypostomatic	มี	uniseriate	2
18. *C. tora*	มี	ไม่มี	amphistomatic	มี	multiseriate	3

บทสรุป

จากการศึกษากายวิภาคเปรียบเทียบของพืชสกุล *Cassia* sensu lato บางชนิดในประเทศไทยครั้งนี้ทำให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อนำข้อมูลจากการศึกษาด้านกายวิภาคของปลายยอด ลำต้น ใบ และดอกมาใช้จัดจำแนกกลุ่มและชนิด สามารถใช้ในการตรวจสอบสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชสกุล *Cassia* ทั้งในระดับสกุลและชนิดได้ สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1. ลักษณะกายวิภาคของพืชในสกุล *Cassia* sensu lato มีความแตกต่างกัน ข้อมูลที่ศึกษาได้จึงสนับสนุนการแยกพืชสกุล *Cassia* sensu lato ออกเป็นกลุ่มต่างๆ มากกว่า 1 กลุ่ม

2. ลักษณะกายวิภาคของอับเรณู ได้แก่ ลักษณะของเซลล์ในชั้นเอนโดทีเซียม การมีขนที่ผนังของอับเรณู และการมีผลึกรูปดาวที่ใบและลำต้น สนับสนุนการจัดจำแนกพืชสกุล *Cassia* sensu lato ออกเป็น 3 สกุล ตามระบบที่นำเสนอใหม่ ได้แก่ สกุล *Cassia* sensu stricto, *Senna* และ *Chamaecrista*

3. ลักษณะกายวิภาคของใบ คือ การกระจายของปากใบที่แผ่นใบ ลักษณะของเนื้อเยื่อแนวรัศมีของไซเล็มในแนวสัมผัส และลักษณะของผลึกรูปปริซึมในไซเล็มบ่งชี้ว่าพืชในสกุล *Senna* มีลักษณะแตกต่างกัน จนเกิดแนวคิดว่าน่าจะแยกพืชสกุล *Senna* ออกได้มากกว่า 1 กลุ่ม ซึ่งไม่สอดคล้องกับระบบจัดจำแนกที่นำเสนอใหม่ ที่จัดไว้เพียงสกุลเดียว

และเมื่อพิจารณากลุ่มพืชที่ได้จากการจัดจำแนกโดยใช้ลักษณะทางด้านกายวิภาคทั้ง 4 กลุ่ม มาเปรียบเทียบเพื่อดูความสอดคล้องกับลักษณะสัณฐานวิทยาอื่นๆ โดยเฉพาะลักษณะสัณฐานวิทยาของดอก ซึ่งมีความสำคัญมากในการใช้เป็นตัวบ่งชี้การจัดจำแนกพืชดอกออกเป็นกลุ่มๆ ตั้งแต่ในอดีตถึงปัจจุบันก็ยิ่งเห็นข้อมูลที่นำเสนอได้ชัดเจนยิ่งขึ้นว่าสอดคล้องกัน โดยกลุ่มพืชทั้ง 4 กลุ่มที่ได้นำเสนอการจัดจำแนกในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับลักษณะสัณฐานวิทยาอื่นๆ ในหลายลักษณะหรืออาจกล่าวได้ว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาสนับสนุนการจัดจำแนกที่ใช้ลักษณะทางกายวิภาคแยกพืชสกุล *Cassia* ออกเป็น 4 กลุ่ม โดยเฉพาะพืชในสกุล *Senna* ข้อมูลทางกายวิภาคแยกพืชสกุลนี้ออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลใหม่ แตกต่างจากระบบจัดจำแนกที่ Irwin and Barneby (1981) ได้เสนอไว้ และมีข้อมูลทางสัณฐาน

วิทยาที่สำคัญที่สนับสนุนการแยกพืชสกุล *Senna* ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยพืชที่อยู่ในกลุ่ม *Senna* 1 จะมีลักษณะวิสัยเป็นไม้ต้น ไม่มีต่อมที่โคนก้านใบหรือที่แกนกลางของใบและมีช่อดอกแบบ compound raceme ส่วนพืชที่จัดอยู่ในกลุ่ม *Senna* 2 มีลักษณะวิสัยเป็นไม้พุ่ม มีต่อมที่โคนก้านใบหรือที่แกนกลางของใบ (ยกเว้นพืชชนิด *Cassia alata* L.) และมีช่อดอกแบบ simple raceme การศึกษาสำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในช่วง 1 ปี ไม่สามารถทำได้อย่างทั่วถึงและครอบคลุมพืชสกุล *Cassia* ทั้งหมด ดังนั้นน่าจะสำรวจและเก็บตัวอย่างพืชชนิดอื่นๆ ที่ยังไม่ได้ทำการศึกษา รวมทั้งพืชที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ต่างออกไปมาศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ข้อมูลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จากการศึกษาลักษณะทางด้านกายวิภาคได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในการบ่งชี้ความแตกต่างของพืชในสกุล *Senna* จึงเป็นที่น่าสนใจในเรื่องสถานะทางอนุกรมวิธานของพืชสกุลนี้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมทั้งทางด้านกายวิภาคและศาสตร์สาขาอื่นๆ เพื่อตรวจสอบสถานะของพืชสกุลนี้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ชี้ให้เห็นว่าลักษณะทางกายวิภาคสามารถนำมาใช้ในการจัดกลุ่มพืชหรือบอกความแตกต่างของพืชแต่ละชนิดได้ ดังนั้นน่าจะมีการศึกษาทางกายวิภาคในกลุ่มพืชอื่นๆ ที่มีปัญหาในการจัดจำแนกหรือเป็นกลุ่มพืชที่มีความสำคัญ

การศึกษาในครั้งนี้น่าจะเป็นพื้นฐานสำหรับงานวิจัยทางด้านพฤกษอนุกรมวิธาน กายวิภาค และสัณฐานวิทยาในอนาคต และเป็นตัวอย่างสำหรับนิสิตนักศึกษาหรือผู้ที่สนใจการศึกษาด้านนี้ และควรสนับสนุนให้มีการศึกษาด้านนี้มากยิ่งขึ้นเพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์กับงานวิจัยในสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับพืชต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 543041

เอกสารอ้างอิง

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2538. สยามไภสัชยพฤกษ์. อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับบลิชชิ่ง จำกัด กรุงเทพฯ.

อุไร ดำศรี. 2535. การศึกษาพืชผักพื้นเมืองในจังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Agarkar, S.V. and D.R. Jadge. 1999. Phytochemical and pharmacological investigations of genus *Cassia*: A review. *Asian Journal of Chemistry*.

Baretta-Kuipers, T. 1981. Wood Anatomy of Leguminosae: its Relevance to Taxonomy. Advance in legume systematic II. 677-706. Hobbs the Printers of Southamton, England.

Dulberger, R., M.B. Smith and K.S. Bawa. 1994. The stigmatic orifice in *Cassia*, *Senna*, and *Chamaecrista* (caesalpiniaceae)-morphological variation, function during pollination, and possible adaptive significance. *American Journal Botany* 81(11): 1390-1396.

Graham, A. and G. Barker. 1981. Palynology and Tribal Classification in the Caesalpinioideae. Advance in legume systematic II. 801-834. Hobbs the Printers of Southamton, England.

Guinet, Ph. 1981. Comparative Acocount of Pollen Characters in the Leguminosae. Advance in legume systematic II. 789-799. Hobbs the Printers of Southamton. England.

Irwin, H.S. and R.C. Barneby. 1981. Cassieae. Advance in legume systematic I. 97-106. Hobbs the Printers of Southamton, England.

Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Co, Inc., New York.

Larsen, K. and D. Hou. 1996. *Cassia*, *Chamaecrista* and *Senna*. *In* C. Kalkman, D.W. Kirkup, H.P. Nooteboom, P.F. Stevens and W.J.J.O. de Wilde (eds.), Flora Malesiana. Ser.1, Vol. 12, Part 2, pp. 556-690. Rijksherbarium/ Hortus Botanicus, The Natherlands.

Larsen, K., S.S. Larsen and J.E. Vidal. 1984. Leguminosae-Caesalpinoideae. Flora of Thailand. Vol. 4, Part 1. The TISTR Press, Bangkok.

Mabberley, D.J. 1997. The Plant-book. A Portable Dictionary of the Vascular Plant. Cambridge University Press.

Pate, J.S. and J. Kuo. 1981. Anatomical Studies of Legume Pods - A Possible Tool in Taxonomic Research. Advance in legume systematic II. 903-912. Hobbs the Printers of Southamton, England.

Radanachaless, T. and J.F. Maxwell. 1997. List of Weeds Reported in Thailand. Work Press, Bangkok.

Tucker, S.C. 1996. Trends in evolution of floral ontogeny in *Cassia* sensu stricto, *Senna*, and *Chamaecrista* (Leguminosae: Caesalpinioideae: Cassieae: Cassiinae): A study in convergence. *American Journal Botany* 83(6): 687-711.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2546) 94–106

กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบของพืชวงศ์กระเช้าสีดา (Aristolochiaceae) ในประเทศไทย

เอื้อมพร จันทร์สองดวง, อัจฉรา ธรรมถาวร และ ประนอม จันทรโณทัย

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

Abstract: Comparative Anatomy of Aristolochiaceae in Thailand

Aeumporn Junsongduang, Achra Thammathaworn and Pranom Chantaranothai

Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002

The comparative anatomy of 2 genera and 16 species of plants in the Family Aristolochiaceae collected from various parts of Thailand between August 2000 and March 2002 was studied. All of the collected species were investigated by lamina epidermal peel, transection of blades, petioles, stems, rhizomes and roots, and longsection and maceration of stems. The leaf blade anatomical characters which are useful for species identification are the presence or absence of hairs, the distribution and types of hairs and stomata, shape and wall of epidermal cells, the presence or absence of silicifield cells and secretory cells and epidermal papillae, sclerenchyma sheath in midribs, arrangement of mesophyll cells, shape and layer number of palisade cells and types of leaf margin. The petiole anatomical characters which are useful for species identification are the shape in transection, the presence or absence of stomata, the presence or absence and types of hairs, pattern and number of vascular bundles and presence or absence of sclerenchyma or parenchyma sheath in cortex. The stem anatomical characters which are useful for species identification are the presence or absence and types of hairs, the shape and number of vascular bundles in stems, the presence or absence of pith cavity, and the types of pith. The root anatomical characters which are useful for species identification are the presence or absence of periderm and secretory cells, types of stele, types of sclerenchyma cells in cortex and shape and number of xylem arches.

Key words: Aristolochiaceae, plant anatomy, paraffin methods

บทนำ

พืชในวงศ์กระเช้าสีดา (Aristolochiaceae) ทั่วโลกมี 7 สกุล กระจายอยู่ในเขตร้อนและเขตอบอุ่น สำหรับประเทศไทยพบเพียง 2 สกุล 20 ชนิด ได้แก่ สกุล *Aristolochia* มี 16 ชนิด และ อีกเพียง 4 ชนิด ในสกุล *Thottea* (Phuphathanapong, 1987; Hansen and Phuphathanapong, 1999; Chukul and Saralamp, 2001) พืชวงศ์นี้มีสมาชิกเป็นไม้พุ่ม ไม้เลื้อย มีอายุปีเดียวหรือหลายปี มีเนื้อไม้บริเวณโคนต้น มีลำต้นใต้ดิน มีใบเป็นใบเดี่ยวเรียงเวียนหรือเรียงสลับ เส้นใบมักออกจากจุดเดียวกันคล้ายฝ่ามือ (Phuphathanaphong, 1987) ดอกเดี่ยวออกตามต้นแผ่แบนติดพื้นหรือออกที่ซอกใบหรือดอกช่อแบบกระจุก กระจะ หรือกระจะแยกแขนง สมมาตรของดอกเป็นแบบรัศมีหรือสมมาตรด้านข้าง ไม่มีกลีบดอก กลีบเลี้ยงคล้ายกลีบดอกเชื่อมติดกันมี 3-6 แฉก หรือมี 1-2 ปาก (lip) ดอกสมบูรณ์เพศ เกสรเพศผู้มี 6-10 อันหรือมากกว่า เชื่อมติดกันเป็นวง 1-2 วง แยกกันเป็นอิสระหรือเชื่อมติดกับก้านเกสรเพศเมียเป็นแท่งเรียกว่า เส้าเกสร (gynostemium) เกสรเพศเมีย มียอดเกสรแยกเป็น 3-6 แฉก มีรังไข่แบบใต้วงกลีบ (inferior ovary) แบ่งเป็น 4-6 ห้อง ผล มี 4-6 มุม เมื่อแก่จะแห้งแตกตามตะเข็บ เมล็ดมีจำนวนมาก (อัจฉรา, 2540; Hou, 1989)

ประโยชน์ของพืชในวงศ์นี้มีการนำมาใช้ในหลายๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นไม้ประดับ ได้แก่ ไก่ฟ้า (*Aristolochia ringens* Vahl) ใช้เป็นพืชสมุนไพรหรือเป็นยารักษาโรค เช่น นำลำต้นใต้ดินของกระเช้าสีดา (*A. pothieri* Pierre ex Lec.) มาต้มน้ำดื่มเป็นยาอายุวัฒนะ (วีระชัย, 2538) ใช้พืชชนิด *Thottea parviflora* Ridl. รักษาต่อมลูกหมากอักเสบและขับปัสสาวะ (วงศ์สถิตย์ และคณะ, 2539) ใช้ใบของนกกระทุงหรือกระเช้าสีดา (*A. tagala* Cham.) ตำพอกเป็นยาภายนอกแก้โรคผิวหนัง นอกจากนี้ใช้น้ำคั้นจากใบของ *A. indica* L. แก้พิษงูกัด (ลีนา, 2525) ในมาเลเซียใช้พืชสกุล *Aristolochia* เป็นอาหารเลี้ยงตัวอ่อนของผีเสื้อในเชิงการค้าอีกด้วย (Hou, 1989) เนื่องจากตัวหนอนของผีเสื้อที่กินใบอ่อนของพืชสกุลนี้จะให้ตัวผีเสื้อที่ให้สีสวยงาม

การระบุชนิดพืชวงศ์กระเช้าสีดาที่ผ่านมาใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเท่านั้นเป็นหลัก โดยการพิจารณาจากลักษณะของลำต้นและใบ ได้แก่ รูปร่างของแผ่นใบ ความยาวของก้านใบ การมีขนที่แผ่นใบหรือลำต้น และพิจารณาจากลักษณะของดอก ผล และเมล็ด เนื่องจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของใบในพืชวงศ์นี้มีความแปรผันมากไม่ว่าจะเป็นขนาดและรูปร่างของใบ ชนิด และความหนาแน่นของขน (Hou, 1989) ลักษณะเหล่านี้เป็นเพียงลักษณะภายนอกจึงไม่สามารถนำรูปวิธานที่มีอยู่มาใช้ระบุชนิดพืชที่อยู่ในสภาพที่เป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กได้

การศึกษาทางด้านกายวิภาคศาสตร์ของพืชเป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างภายใน สามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อของพืชในแต่ละชนิด ทำให้ได้ข้อมูลด้านโครงสร้างของเซลล์และเนื้อเยื่อต่างๆ ของพืชได้เป็นอย่างดี (Fahn, 1975) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญสามารถนำมาใช้ประกอบกับข้อมูลด้านอื่นๆ ในการจำแนกพืชได้ (Stuessy, 1990) เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันว่าข้อมูลทางลักษณะภายนอกหรือสัณฐานวิทยาของพืชเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชได้อย่างถ่องแท้ ซึ่งการจำแนกพืชโดยใช้ลักษณะทางวิวัฒนาการชาติพันธุ์เป็นเป้าหมายหลักของการศึกษาอนุกรมวิธาน ข้อมูลทางด้านกายวิภาคศาสตร์เป็นอีกข้อมูลหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวและสามารถนำมาใช้ระบุกลุ่มพืชที่อยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ได้ เนื่องจากลักษณะของเซลล์และเนื้อเยื่อของพืชในแต่ละชนิดมีลักษณะที่คงที่และมักจะได้รับอิทธิพลอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมน้อย ยกเว้นในกรณีที่พืชมีการปรับตัวเพื่อให้มีความเหมาะสมและสามารถดำรงชีวิตต่อไปในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การเปลี่ยนแปลงของขนาด ความหนาของผนังเซลล์หรือช่องว่างระหว่างเซลล์ที่อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ดังนั้นลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์จึงถือได้ว่าเป็นเครื่องมือในอุดมคติที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการจำแนกในระดับวงศ์ ระดับสกุล หรือระดับชนิดได้เป็นอย่างดี (Bell, n.d.)

ในต่างประเทศได้ตระหนักถึงประโยชน์ของการศึกษาทางด้านกายวิภาคศาสตร์มานานแล้ว โดยนำความรู้ทางด้านกายวิภาคศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการระบุชนิดพืชที่อยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์หรือเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กที่เป็นส่วนประกอบในผงยา ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์กระเช้าสีดาครั้งนี้ อาจนำไปใช้สร้างรูปวิธานจำแนกชนิดได้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการศึกษาสาขาอื่นๆ ต่อไปในอนาคต เช่น ด้านเภสัชพฤกษศาสตร์ ด้านนิติเวชศาสตร์ โบราณคดี พฤติกรรมสัตว์ และเกษตรกรรม เป็นต้น

การศึกษาทางด้านกายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์กระเช้าสีดาในอดีตจนถึงปัจจุบันมีเพียงการศึกษาของ Metcalfe and Chalk ในปี 1950 เท่านั้นที่มีการศึกษาที่ครอบคลุมในทุกส่วนของพืชวงศ์นี้ นอกจากนั้นก็มีการศึกษาบ้าง เช่น การศึกษาของ Rao และคณะในปี 1992 ศึกษาเนื้อไม้ของพืชชนิด *Thottea siliquosa* (Lamk) Ding Hou ต่อมาในปี 1993 Carlquist ศึกษาเฉพาะส่วนของเนื้อไม้บางสกุล ได้แก่ สกุล *Apama* *Aristolochia* และสกุล *Holostylis* นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Appezzato และคณะ ในปี 1997 ศึกษากายวิภาคศาสตร์ของใบและก้านใบของพืชสกุล *Aristolochia* เพียงสกุลเดียวเท่านั้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์เชิงเปรียบเทียบของแผ่นใบ ก้านใบ ลำต้น ลำต้นใต้ดิน และรากของพืชวงศ์กระเช้าสีดาในประเทศไทย พร้อมทั้งสร้างรูปวิธานระบุชนิดของพืชวงศ์กระเช้าสีดาในประเทศไทยโดยใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์

วิธีการ

1. การเก็บและระบุชื่อวิทยาศาสตร์ตัวอย่างพรรณไม้

โดยการออกเก็บตัวอย่างพืชวงศ์กระเช้าสีดาจากแหล่งธรรมชาติทุกเขตการกระจายพันธุ์ทั่วประเทศระหว่างเดือนสิงหาคม 2542 ถึงเดือนพฤษภาคม 2545 พร้อมระบุชื่อวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปวิธานของ Phuphathanapong (1987) และใช้ชื่อพื้นเมืองตามหนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม (2544) เก็บตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเก็บเป็นตัวอย่างดองรักษาสภาพเซลล์สำหรับการศึกษากายวิภาคศาสตร์ อีกส่วนหนึ่งเก็บเป็นตัวอย่างพรรณไม้แห้งไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 16 ชนิด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. รายชื่อพรรณไม้และหมายเลขตัวอย่างพรรณไม้ของพืชวงศ์กระเช้าสีดาที่ศึกษา

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	จังหวัดที่เก็บตัวอย่าง	หมายเลขตัวอย่างพรรณไม้
Aristolochia arenicola Hance	กอมก้อยลอดขอน, ปีกไก่ดำ	ร้อยเอ็ด	Auemporn 35/45
A. baenzigeri B. Hansen & Phuph.	กระทุงบวบเหลี่ยม	แม่ฮ่องสอน	Auemporn 29/44
A. curtisii King	กระเช้าภูเก็ต	สุราษฎร์ธานี	Auemporn 24/44
A. elegans Mast.	นกกระทุง, กระทุงปากบาน, เหนียงนกกระทุง	กรุงเทพมหานคร	Auemporn 34/44
A. grandis Craib	นกขมิ้น	เชียงใหม่	Auemporn 15/42 Auemporn 09/44
A. helix Phuph.	กระเช้าหนู	พังงา	Auemporn 13/43 Auemporn 36/45
A. kerrii Craib	กระเช้าปากเป็ด	กาญจนบุรี	Auemporn 33/44
A. cf. *kerrii*	-	ขอนแก่น	Auemporn 05/42
A. pierrei Lec.	หนอนตาย	สกลนคร เชียงใหม่	Auemporn 03/42 Auemporn 18/43
A. pothirei Pierrei ex Lec.	กระเช้าถุงทอง, กระเช้าสีดา	ขอนแก่น	Auemporn 01/42
A. ringens Vahl	ไก่ฟ้า, ไก่ฟ้าพญาลอ	ขอนแก่น	Auemporn 20/43
A. tagala Cham.	กระเช้ามด, กระเช้าผีมด, กระเช้าสีดา, ปุลิง	สกลนคร	Auemporn 08/42
A. sp.	-	ตราด	Auemporn 02/42
Thottea parviflora Ridl.	-	ระนอง	Auemporn 11/42
T. sumatrana (Merr.) Ding Hou	-	กาญจนบุรี	Auemporn 31/44
T. tomentosa (Blume) Ding Hou	หูหมี, บูดูบูลัง	ระนอง	Auemporn 07/42

2. การศึกษาทางกายวิภาคศาสตร์

2.1 การลอกผิวใบ

การลอกผิว นำใบพืชวงศ์กระเช้าสีดาที่รักษาสภาพเซลล์ด้วยสารละลาย FAA 70 (formaldehyde : acetic acid : ethyl alcohol 70% อัตราส่วน 5 : 5 : 90 (โดยปริมาตร) หรือรักษาสภาพเซลล์ด้วยแอลกอฮอล์ 70% ลอกผิวใบด้วยใบมีดโกน ย้อมสี (staining) ชิ้นตัวอย่างด้วยสีซาฟรานิน (safranin) ความเข้มข้น 1% ในน้ำ จากนั้นดึงน้ำออกจากตัวอย่าง (dehydration) ด้วยแอลกอฮอล์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ตั้งแต่ร้อยละ 50%, 70%, 95%, 100% และ 100% + xylene ตามลำดับ บันทึกผลการศึกษา และบันทึกภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

2.2 การตัดตามขวางในกรรมวิธีพาราฟิน (อัจฉรา, 2538)

ตัดตามขวางเส้นกลางใบ ขอบใบ ก้านใบ ลำต้น ลำต้นใต้ดิน และราก ที่รักษาสภาพเซลล์โดยใช้สารละลาย FAA 70% หรือแอลกอฮอล์ 70% ดึงน้ำออกจากชิ้นตัวอย่างด้วยสารละลาย TBA (tertiary butyl alcohol) ตามลำดับความเข้มข้น (grade) จาก 1 ถึง 5 และ TBA บริสุทธิ์ ตามลำดับ ตัดตามขวางตัวอย่างโดยการนำตัวอย่างที่ติดแท่งไม้แล้วมาตัดด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อแบบมือหมุน (rotary microtome) ให้ชิ้นตัวอย่างมีความหนา 15-20 ไมโครเมตร ย้อมตัวอย่างด้วยสีซาฟรานินความเข้มข้น 1% ในแอลกอฮอล์ บันทึกผลการศึกษา

2.3 กรรมวิธีการยุ่ยเซลล์ (maceration technique) ในลำต้น (อัจฉรา, 2538)

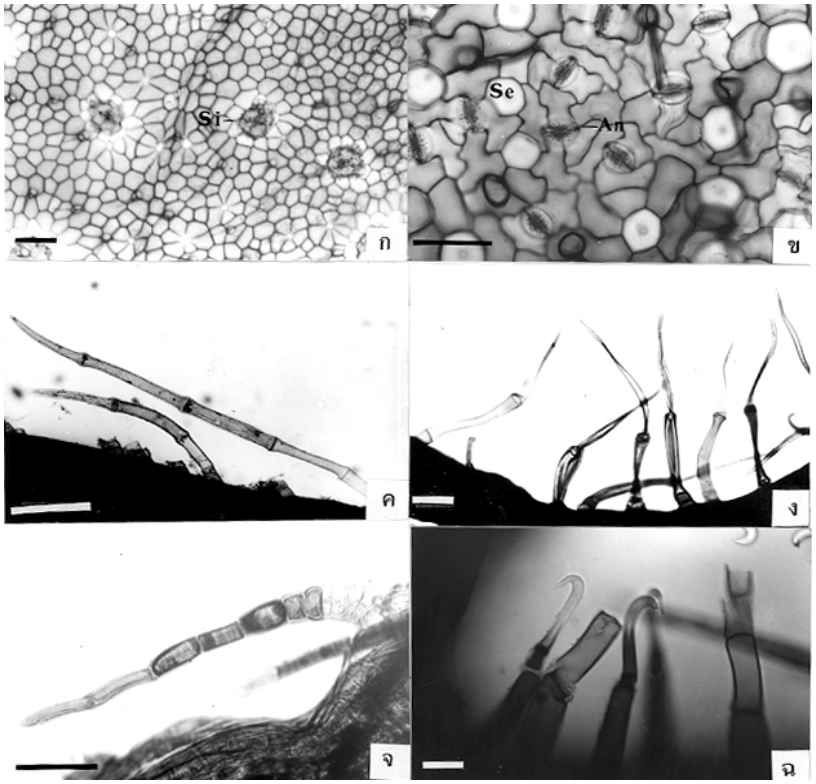
ตัดตัวอย่างลำต้นทุติยภูมิให้มีขนาด 3x3 มม. ใส่โกร่งบดให้แหลกในน้ำ เติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 10% ขณะบดย้อมด้วยสีซาฟรานินความเข้มข้น 1% ในแอลกอฮอล์ ล้างสีส่วนเกินออกด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 50% ดึงน้ำออกจากเซลล์ด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70%, 95% และแอกอฮอล์บริสุทธิ์

ตามลำดับ แช่เซลล์ในแอลกอฮอล์บริสุทธิ์กับไซลีนในอัตราส่วน 1 : 1 จากนั้นแช่เซลล์ในไซลีนบริสุทธิ์ ผนึกสไลด์บันทึกผลการศึกษา

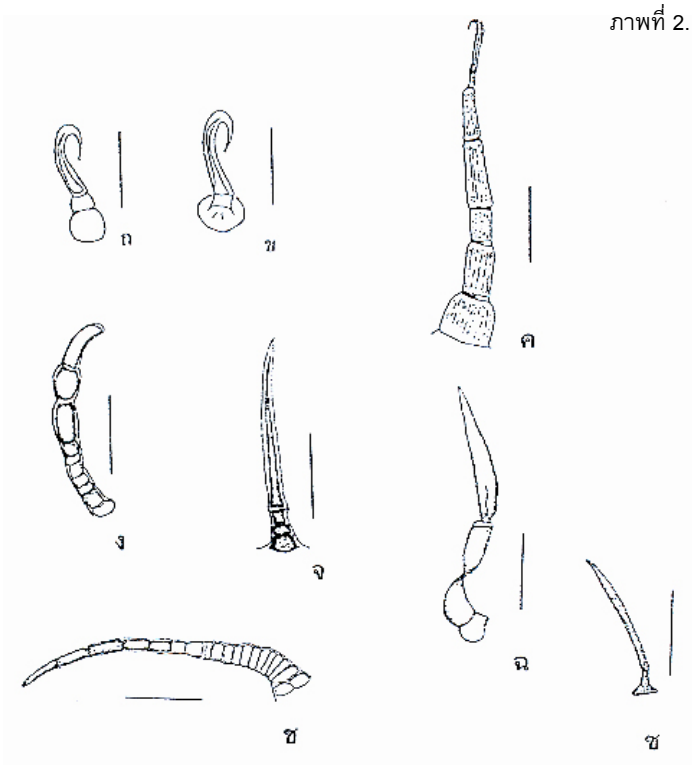
ผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ทั่วไปของพืชวงศ์กระเช้าสีดาดังนี้

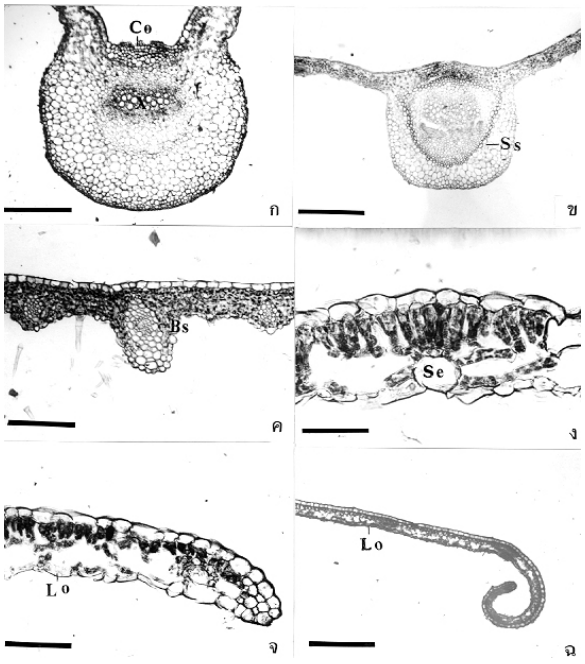
ใบ มีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว ที่ผิวใบทั้งสองด้านเรียง 1 ชั้น **มีปากใบ**เป็นแบบพาราไซติกหรือแบบแอนอโมไซติก (ภาพที่ 1 ข) อยู่ระดับเดียวกับเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว มี**ขน**แบบไม่เป็นต่อม (ภาพที่ 1 ค-ฉ) **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง**มีมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง (ภาพที่ 2 ก-ข) **มีโซฟิลล์**เป็นเนื้อเดียวหรือแยกเป็นชั้นแพลิเซดและชั้นสปองจี (ภาพที่ 2 ค-ง) **ก้านใบ มีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว** เรียง 1 ชั้น **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง** มีมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง **เนื้อเยื่อพื้น** คอร์เทกซ์ที่ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา **ลำต้นที่มีการเจริญแบบทุติยภูมิ มีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว** เรียง 1 ชั้น **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง**มีสตีลแบบยูสตีล แต่ละมัดเป็นมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง เรียงตัวเป็นวง (ภาพที่ 3 จ-ฉ และภาพที่ 4 ก-ข) **เนื้อเยื่อพื้น**มีแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาเรียงเป็นวงล้อมรอบสตีล **ไส้ไม้** มีเฉพาะเซลล์พาเรงคิมา **ลำต้นใต้ดินและราก** มีรูปร่างในภาคตัดขวางกลม **ระบบเนื้อเยื่อผิว** เซลล์คอร์กและคอร์กแคมเบียม (cork cambium) เกิดจากเซลล์พาเรงคิมาที่อยู่ใต้เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวลงไป **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียงในลำต้นใต้ดิน** มีสตีลแบบแอคติโนสตีล (ภาพที่ 4 ค-ง) **ในราก** มีสตีลแบบโพรโทสตีลหรือแอคติโนสตีล (ภาพที่ 4 จ-ฉ) **เนื้อเยื่อพื้น**มีคอร์เทกซ์ที่ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา เซลล์สเกลอเรงคิมา เซลล์สเกลอรีด หรือเซลล์เส้นใย



ภาพที่ 1. ก. ผิวใบด้านบนของ *A. grandis* (สเกล = 100 ไมโครเมตร) ข. ผิวใบด้านล่างของ *A.* sp. (สเกล = 50 ไมโครเมตร) ค. ขนที่ขอบใบของ *A. baenzigeri* (สเกล = 50 ไมโครเมตร) ง. ขนที่ผิวใบด้านล่างของ *A. grandis* (สเกล = 100 ไมโครเมตร) จ. ขนที่ขอบใบของ *A. pierrei* (สเกล = 50 ไมโครเมตร) ฉ. ขนที่ผิวใบด้านล่างของ *T. tomentosa* (สเกล = 100 ไมโครเมตร) (An= ปากใบแบบพาราไซติก, Se= เซลล์หลั่ง, Si= เซลล์ซิลิกา)

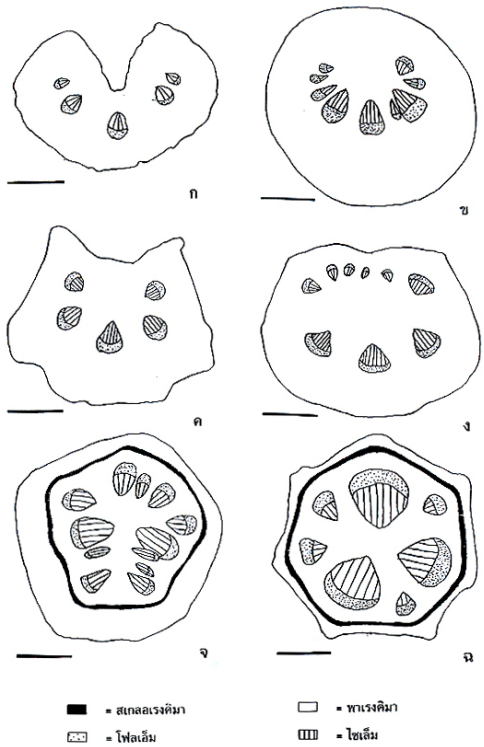


ภาพที่ 2. ขนบางชนิดของพืชวงศ์กระเช้าสีดา **ก-ข**. ขนที่ประกอบด้วย 3 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์รูปกลมหรือรูปโดม เซลล์ปลายเป็นตะขอที่ผิวใบด้านล่างของ *A.* sp. (สเกล = 87 ไมโครเมตร) **ค.** ขนที่ประกอบด้วย 3-4 เซลล์ฐาน 1 เซลล์ รูปปากแตร หรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เซลล์ปลายเป็นตะขอ ที่ผิวใบด้านล่างของ *A. helix* (สเกล = 87 ไมโครเมตร) **ง.** ขนที่ประกอบด้วย 6-10 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปรี เซลล์ปลายรูปสามเหลี่ยม ปลายมน ที่ขอบใบของ *A. pothirei* (สเกล = 50 ไมโครเมตร) **จ.** ขนที่ประกอบด้วย 3-4 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์รูปรีหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เซลล์ปลายรูปเข็ม ที่ผิวใบด้านล่างของ *A. grandis* (สเกล = 87 ไมโครเมตร) **ฉ.** ขนที่ประกอบด้วย 5-7 เซลล์ฐาน 1 เซลล์ รูปรีหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เซลล์ปลายเป็นรูปหอกกว้างปลายแหลม บิดเป็นเกลียว ที่ผิวใบด้านล่างของ *A. grandis* (สเกล = 87 ไมโครเมตร) **ช.** ขนที่ประกอบด้วย 6-20 เซลล์ เซลล์ฐาน 1-5 เซลล์ เซลล์ปลายรูปปหอกสั้นหรือรูปสามเหลี่ยมปลายมน ที่ขอบใบของ *A. pierrei* (สเกล = 87 ไมโครเมตร) **ซ.** ขนที่ประกอบด้วย 1-2 เซลล์ เซลล์บาน 1 เซลล์ รูปทรงกระบอกฐานกว้าง เซลล์ปลายรูปเส้นด้าย ที่ก้านใบของ *A. baenzigeri* (สเกล = 29 ไมโครเมตร)

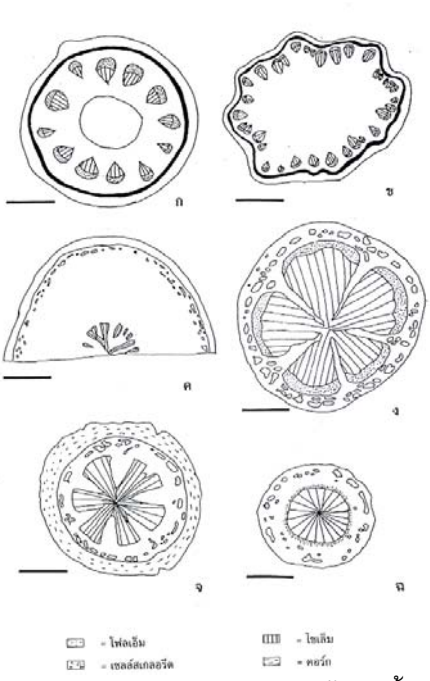


ภาพที่ 3. **ก-ข** ภาคตัดขวางบริเวณเส้นกลางใบของ **ก.** *A. tagala* (สเกล = 500 ไมโครเมตร) **ข.** *T. sumatrana* (สเกล = 500 ไมโครเมตร) **ค-ง** ภาคตัดขวางบริเวณแผ่นใบของ **ค.** *A. baenzigri* (สเกล = 100 ไมโครเมตร) **ง.** *A. ringens* (สเกล = 50 ไมโครเมตร) **จ-ฉ** ภาคตัดขวางบริเวณขอบใบของ **จ.** *A. ringens* (สเกล = 50 ไมโครเมตร)

ฉ. *A. tagala* (สเกล = 100 ไมโครเมตร) (Bs = เยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง, Co = เซลล์คอลเลงคิมา, Lo = เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่าง,



ภาพที่ 4. ไดอะแกรม **ก-ง** ก้านใบของ **ก.** *A. arenicola* (สเกล = 500 ไมโครเมตร) **ข.** *A. grandis* (สเกล = 1,000 ไมโครเมตร) **ค.** *A. pierrei* (สเกล = 500 ไมโครเมตร) **ง.** *A. pothirei* (สเกล = 800 ไมโครเมตร) **จ-ฉ** ลำต้นของ **จ.** *A. arenicola* (สเกล = 500 ไมโครเมตร) **ฉ.** *A. pierrei* (สเกล = 500 ไมโครเมตร)



ภาพที่ 5. ไดอะแกรม ก-ข ลำต้นของ **ก.** *A. ringens* (สเกล = 50 ไมโครเมตร) **ข.** *T. sumatrana* (สเกล = 1,500 ไมโครเมตร) ค-ง ลำต้นใต้ดินของ **ค.** *A. arenicola* (สเกล = 1,700 ไมโครเมตร), **ง.** *A. pothirei* (สเกล = 600 ไมโครเมตร) จ-ฉ รากของ **จ.** *A. grandis* (สเกล = 500 ไมโครเมตร) **ฉ.** *T. tomentosa* (สเกล = 500 ไมโครเมตร)

จากการศึกษาสามารถสร้างรูปวิธานได้ดังนี้

1. รูปวิธานระบุสกุลโดยใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบจากการลอกผิว

1. มีปากใบ 2 แบบคือแบบแอนอโมไซติกและแบบพาราไซติก ***Aristolochia***

1. มีปากใบแบบเดียวคือแบบแบบพาราไซติก ***Thottea***

2. รูปวิธานระบุชนิดพืชในสกุล *Aristolochia*

2.1 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบจากการลอกผิว

1. มีปากใบที่ผิวใบทั้งสองด้าน ***A. arenicola***

1. มีปากใบเฉพาะผิวใบด้านล่าง

2. มีเซลล์หลั่งที่ผิวใบทั้งสองด้าน

3. ขอบใบมีขน

4. ขอบใบมีขนที่ประกอบด้วย 6-20 เซลล์ เซลล์ฐาน 1-5 เซลล์ เซลล์ปลายรูปหอกสั้นหรือรูปสามเหลี่ยม ปลายมน ***A. pierrei***

4. ขอบใบมีขนที่ประกอบด้วย 3 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์รูปกลมหรือรูปโดม เซลล์ปลายเป็นตะขอ ***A. cf. kerrii***

3. ขอบใบไม่มีขน

5. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนมีรูปร่างไม่แน่นอน ผนังเซลล์หยักเป็นคลื่น ***A. ringens***

5. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนมีรูปร่างสี่เหลี่ยมถึงแปดเหลี่ยม ผนังเซลล์ตรง

6. ที่ผิวใบด้านบนมีขนที่ประกอบด้วย 3 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์รูปกลมหรือรูปโดม เซลล์ปลายเป็นตะขอ ***A. sp.***

6. ที่ผิวใบด้านบนไม่มีขน ***A. kerrii***

2. มีเซลล์หลั่งเฉพาะที่ผิวใบด้านบนหรือผิวใบด้านล่าง

7. มีเซลล์หลั่งเฉพาะผิวใบด้านบน

8. ที่ผิวใบด้านล่างมีขนที่ประกอบด้วย 3-4 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์รูปรีหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เซลล์ปลายรูปเข็ม ***A. grandis***

8. ที่ผิวใบด้านล่างมีขนเป็นแบบอื่น ***A. baenzigeri***

7. มีเซลล์หลั่งเฉพาะผิวใบด้านล่าง

9. ผิวใบด้านบนมีเซลล์ซิลิกา

10. ขอบใบมีขน
    11. ขอบใบมีขนที่ประกอบด้วย 6-20 เซลล์ เซลล์ฐาน 1-5 เซลล์ เซลล์ปลายรูปหอกสั้นหรือรูปสามเหลี่ยม ปลายมน ***A. tagala***
    11. ขอบใบมีขนแบบอื่น
        12. ขอบใบมีขนที่ประกอบด้วย 3-14 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์ รูปปากแตรหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เซลล์ปลายเป็นตะขอ ***A. helix***
        12. ขอบใบมีขนที่ประกอบด้วย 6-10 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์รูปเหลี่ยมจัตุรัสหรือรูปรี เซลล์ปลายรูปสามเหลี่ยม ปลายมน ***A. pothirei***
10. ขอบใบไม่มีขน ***A. elegans***

9. ผิวใบด้านบนไม่มีเซลล์ซิลิกา ***A. curtisii***

2.2 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเส้นกลางใบ แผ่นใบ และขอบใบจากการตัดตามขวาง

1. มีแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาในคอร์เทกซ์ของเส้นกลางใบ
    2. มีโซฟิลล์เป็นเนื้อเดียวไม่แยกชั้นแพลิเซดและชั้นสปองจี ***A. baenzigeri***
    2. มีโซฟิลล์แยกเป็นชั้นแพลิเซดและชั้นสปองจี ***A. grandis***
1. ไม่มีแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาในคอร์เทกซ์ของเส้นกลางใบ
    3. มีโซฟิลล์มีเซลล์หลั่ง รูปกลม ขนาดใหญ่
        4. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างที่รองรับเซลล์ฐานของขน มีความสูงมากกว่า 25 ไมโครเมตร
            5. เซลล์แพลิเซดรูปหลอดยาว เรียงติดกันแน่น มีช่องว่างระหว่างเซลล์น้อย ***A. cf. kerrii***
            5. เซลล์แพลิเซดรูปแท่งสามเหลี่ยม เรียงติดกันหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก ***A. kerrii***
        4. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างที่รองรับเซลล์ฐานของขน มีความสูงน้อยกว่า 25 ไมโครเมตร
            6. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างเป็นปุ่มเล็ก ไม่มีผลึกรูปดาวในมีโซฟิลล์ ***A. curtisii***
            6. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างไม่เป็นปุ่มเล็ก มีผลึกรูปดาวในมีโซฟิลล์ ***A. ringens***
    3. มีโซฟิลล์ไม่มีเซลล์หลั่ง
        7. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทรงสูงหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ***A. helix***
        7. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นรูปอื่น
            8. มีผลึกรูปดาวในมีโซฟิลล์ ***A. elegans***
            8. ไม่มีผลึกรูปดาวในมีโซฟิลล์
                9. มีเซลล์ซิลิกาในมีโซฟิลล์
                    10. ขอบใบโค้งลง ***A. pierrei***
                    10. ขอบใบม้วนงอ ***A. tagala***
                9. ไม่มีเซลล์ซิลิกาในมีโซฟิลล์
                    11. มีโซฟิลล์แยกเป็นชั้นแพลิเซดและชั้นสปองจีชัดเจน ***A. pothirei***
                    11. มีโซฟิลล์แยกเป็นชั้นแพลิเซดและชั้นสปองจีไม่ชัดเจน
                        12. เซลล์แพลิเซดมี 2-3 ชั้น เซลล์สปองจีมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือรีมี 5-6 ชั้น ***A. arenicola***
                        12. เซลล์แพลิเซดมี 2 ชั้น เซลล์สปองจีมีรูปร่างไม่แน่นอน นับชั้นไม่ได้ ***A. sp.***

2.3 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของก้านใบ

1. ภาคตัดขวางของก้านใบเป็นรูปคล้ายอักษรตัววี ***A. arenicola***

1. ภาคตัดขวางของก้านใบเป็นรูปอื่น
2. รูปร่างในภาคตัดขวางของก้านใบเป็นรูปกลม ค่อนข้างกลมหรือรูปหัวใจ
3. มัดท่อลำเลียงเรียงตัวเป็นวง
4. มีแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาในคอร์เทกซ์ ***A. elegans***
4. ไม่มีแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาในคอร์เทกซ์ ***A. curtisii***
3. มัดท่อลำเลียงเรียงตัวคล้ายอักษรตัวยู
5. มีปากใบที่เนื้อเยื่อชั้นผิว
6. ก้านใบมีขน ***A. cf. kerrii***
6. ก้านใบไม่มีขน ***A. kerrii***
5. ไม่มีปากใบที่เนื้อเยื่อชั้นผิว
7. มีมัดท่อลำเลียงจำนวน 6-10 กลุ่ม มีแถบเซลล์พาเรงคิมาในคอร์เทกซ์
8. ก้านใบมีขนที่ประกอบด้วย 1-2 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์ รูปทรงกระบอกฐานกว้าง เซลล์ปลายรูปเส้นด้าย ***A. baenzigeri***
8. ก้านใบมีขนแบบอื่น ***A. grandis***
7. มีมัดท่อลำเลียงจำนวน 3 กลุ่ม ไม่มีแถบเซลล์พาเรงคิมาหรือแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาในคอร์เทกซ์ ***A. helix***
2. รูปร่างในภาคตัดขวางของก้านใบเป็นรูปครึ่งวงกลมหรือเป็นปีก
9. มัดท่อลำเลียงเรียงตัวคล้ายอักษรตัวยู
10. รูปร่างในภาคตัดขวางของก้านใบเป็นรูปครึ่งวงกลม
11. มีแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาในคอร์เทกซ์ ***A. tagala***
11. ไม่มีแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาในคอร์เทกซ์ ***A. sp.***
10. รูปร่างในภาคตัดขวางของก้านใบเป็นปีก **A. pierrei**
9. มัดท่อลำเลียงเรียงตัวเป็นวง
12. ก้านใบมีขน ***A. pothirei***
12. ก้านใบไม่มีขน ***A. ringens***

2.4 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของลำต้นที่มีการเจริญแบบทุติยภูมิ

1. รูปร่างของลำต้นในภาคตัดขวางกลมหรือรี
2. มีมัดท่อลำเลียงรูปลิ่ม ***A. ringens***
2. มีมัดท่อลำเลียงรูปไข่กลับ
3. ลำต้นมีขนที่ประกอบด้วย 5-7 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์ รูปรีหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เซลล์ปลายรูปหอกกว้าง ปลายแหลม บิดเป็นเกลียว ***A. grandis***
3. ลำต้นมีขนที่ประกอบด้วย 4-7 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เซลล์ปลายรูปหอกสั้น ปลายแหลม ***A. baenzigeri***

1. รูปร่างของลำต้นในภาคตัดขวางค่อนข้างกลม เป็นพูหรือเป็นมุม
4. มีช่องว่างกลางลำต้น
5. ลำต้นมีขนที่ประกอบด้วย 3 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์ รูปกลมหรือรูปโดม เซลล์ปลายเป็นตะขอ ***A. tagala***
5. ลำต้นไม่มีขน
6. มัดท่อลำเลียงมี 7-8 กลุ่ม ขนาดใกล้เคียงกัน ***A. elegans***
6. มัดท่อลำเลียง มี 7 กลุ่ม มีขนาดต่างกัน ขนาดใหญ่ 3 กลุ่ม ขนาดเล็ก 4 กลุ่ม ***A. pothirei***
4. ไม่มีช่องว่างกลางลำต้น

7. รูปร่างของลำต้นในภาคตัดขวางเป็นมุม
8. ไส้ไม้กว้างชัดเจน
9. ลำต้นเป็นมุม 6 มุม มีมัดท่อลำเลียง 6 กลุ่ม ขนาดใหญ่ 3 กลุ่ม ขนาดเล็ก 3 กลุ่ม
10. ลำต้นมีขน ***A. cf. kerrii***
10. ลำต้นไม่มีขน ***A. kerrii***
9. ลำต้นเป็นมุม 7-8 มุม มีมัดท่อลำเลียง 7 กลุ่ม ขนาดใหญ่ 3 กลุ่ม ขนาดเล็ก 4 กลุ่ม ***A. pierrei***
8. ไส้ไม้แคบไม่ชัดเจน
11. มัดท่อลำเลียงรูปลิ่ม ***A. curtisii***
11. มัดท่อลำเลียงรูปไข่กลับ
12. มีขนที่เนื้อเยื่อชั้นผิว 2 แบบ ***A. arenicola***
12. มีขนที่เนื้อเยื่อชั้นผิวแบบเดียว ***A. sp.***
7. รูปร่างของลำต้นในภาคตัดขวางค่อนข้างกลม ***A. helix***

2.5 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของรากแขนง

1. มีสตีลแบบโพรโทสตีล ***A. ringens***
1. มีสตีลแบบแอคติโนสตีล
2. มีเซลล์หลั่งในคอร์เทกซ์
3. มีแถบเซลล์สเกลอรีดเรียงติดกับเอนโดเดอร์มิสแบบไม่ต่อเนื่อง ***A. kerrii, A. cf. kerrii***
3. ไม่มีแถบเซลล์สเกลอรีดเรียงติดกับเอนโดเดอร์มิส
4. มีเซลล์สเกลอรีดแยกเป็นเซลล์เดี่ยวๆ ไซเล็มมี 3 แฉก ***A. curtisii***
4. มีเซลล์สเกลอรีดอยู่เป็นกลุ่มๆ หรือเรียงเป็นแถบติดกับเซลล์คอร์ก ไซเล็มมี 4-6 แฉก ***A. helix, A. pierrei, A. tagala***
2. ไม่มีเซลล์หลั่งในคอร์เทกซ์
5. ไซเล็มมี 2 แฉก ***A. pothirei***
5. ไซเล็มมี 7-8 แฉก
6. ไซเล็มรูปลิ่ม เชื่อมติดกัน ปลายแยกเป็นแฉก ***A. grandis***
6. ไซเล็มรูปลิ่ม ไม่เชื่อมติดกัน ปลายไม่แยกเป็นแฉก ***A. arenicola***

3. รูปวิธานระบุชนิดพืชในสกุล *Thottea*

3.1 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบจากการลอกผิว

1. ที่ผิวใบด้านล่างมีขนที่ประกอบด้วย 3-4 เซลล์ เซลล์ฐาน 1 เซลล์ รูปกลมหรือรี เซลล์ปลายรูปหอกกว้าง ปลายแหลม ***T. parviflora***
1. ที่ผิวใบด้านล่างมีขนเป็นแบบอื่น
2. ที่ผิวใบด้านล่าง มีขนประปราย มีเซลล์หลั่งเฉพาะที่ผิวใบด้านล่าง ***T. sumatrana***
2. ที่ผิวใบด้านล่าง มีขนหนาแน่น มีเซลล์หลั่งเฉพาะที่ผิวใบด้านบน ***T. tomentosa***

3.2 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเส้นกลางใบและแผ่นใบจากการตัดตามขวาง

1. เซลล์ที่รองรับเซลล์ฐานของขนที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่าง มีขนาดใหญ่ ***T. tomentosa***
1. เซลล์ที่รองรับเซลล์ฐานของขนที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่าง มีขนาดปกติ
2. มีเซลล์หลั่งในมีโซฟิลล์ ***T. parviflora***
2. ไม่มีเซลล์หลั่งในมีโซฟิลล์ ***T. sumatrana***

3.3 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของก้านใบ

1. รูปร่างในภาคตัดขวางของก้านใบเป็นพู ***T. tomentosa***

1. รูปร่างในภาคตัดขวางของก้านใบคล้ายอักษรตัวยู
   2. ก้านใบมีขน 2 แบบ ***T. parviflra***
   2. ก้านใบมีขนแบบเดียว ***T. sumatrana***

3.4 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของลำต้นที่มีการเจริญแบบทุติยภูมิ

1. มีรูปร่างในภาคตัดขวางกลมหรือค่อนข้างกลม
   2. ลำต้นมีขน 2 แบบ ***T. parviflora***
   2. ลำต้นมีขนแบบเดียว ***T. tomentosa***
1. มีรูปร่างในภาคตัดขวางเป็นพู ***T. sumatrana***

3.5 ใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของราก

1. มีเซลล์คอร์ก 1-2 ชั้น
   2. มีเฉพาะเซลล์เส้นใยเรียงตัวเป็นวงแบบไม่ต่อเนื่องในคอร์เทกซ์ ***T. sumatrana***
   2. ไม่มีเซลล์เส้นใยแต่มีเซลล์สเกลอเรงคิมาแยกเดี่ยวกระจายในคอร์เทกซ์ ***T. paviflora***
1. ไม่มีเซลล์คอร์ก แต่มีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว 1 ชั้น ***T. tomentosa***

บทสรุป

1. ใบ

เนื้อเยื่อชั้นผิว จากการลอกผิวใบ เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนส่วนใหญ่มีรูปร่างสี่เหลี่ยมถึงแปดเหลี่ยม ผนังเซลล์ตรง เนื้อเยื่อผิวใบด้านล่างเซลล์ส่วนใหญ่มีรูปร่างไม่แน่นอน ผนังเซลล์หยักลึก และจากการตัดตามขวาง เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมีรูปร่างหลายแบบ ได้แก่ รูปโดม กลม รูปค่อนข้างกลม รี สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมผืนผ้าแคบ และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทรงสูง โดยที่พืชชนิดเดียวกันมีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวได้มากกว่า 1 แบบ ยกเว้นใน *A. helix* ที่มีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทรงสูงขนาดใหญ่เพียงแบบเดียว **ปากใบ** พืชทุกชนิดมีปากใบที่ผิวใบด้านล่าง ยกเว้นใน *A. arenicola* มีปากใบที่ผิวใบทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยพบว่าพืชสกุล *Aristolochia* มีปากใบ 2 แบบ ได้แก่ แบบแอนอโมไซติก และแบบพาราไซติก ส่วนพืชสกุล *Thottea* มีปากใบแบบเดียวคือแบบพาราไซติก **เซลล์หลั่ง** พบในพืชทุกชนิดที่ศึกษา (ภาพที่ 1 ข) ส่วนมากมีที่ผิวใบทั้งสองด้าน **เซลล์ซิลิกา** พืชส่วนใหญ่มีเซลล์ซิลิกาที่ผิวใบ (ภาพที่ 1 ก) **ขน** พืชทุกชนิดที่ศึกษามีขนแบบไม่เป็นต่อม ยกเว้นใน *A. curtisii* ที่ไม่มีขน **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง** บริเวณเส้นกลางใบมีมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง ส่วนใหญ่มีมัดท่อลำเลียง 1 กลุ่ม **แถบเซลล์สเกลอเรงคิมา** ใน *A. baenzigeri, A. grandis* และพืชสกุล *Thottea* เท่านั้นที่มีแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาเรียงล้อมรอบกลุ่มมัดท่อลำเลียง **เยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง** พืชส่วนใหญ่ไม่มีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง ยกเว้นใน *A. baenzigeri, A. grandis* และพืชในสกุล *Thottea* ทั้ง 3 ชนิด มีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียงเป็นเซลล์สเกลอเรงคิมา **มีโซฟิลล์** พืชส่วนใหญ่มีมีโซฟิลล์แยกเป็นชั้นแพลิเซดและชั้นสปองจี ยกเว้นใน *A. baenzigeri* และพืชในสกุล *Thottea* ทั้ง 3 ชนิด ที่มีมีโซฟิลล์เป็นเนื้อเดียว **เซลล์หลั่งในมีโซฟิลล์** พืชที่มีเซลล์หลั่งในมีโซฟิลล์ ได้แก่ *A. curtsii, A. kerrii, A.* cf. *kerrii*, *A. ringens* และ *T. parviflora* ที่มีลักษณะเป็นเซลล์รูปร่างกลมขนาดใหญ่ **สารสะสมในมีโซฟิลล์** ใน *A. baenzigeri, A. elegans, A. grandis* และ *A. ringens* มีสารสะสมเป็นผลึกรูปดาว และใน *A. helix* มีทั้งผลึกรูปดาวและรูปปริซึมอยู่ภายในมีโซฟิลล์ **ขอบใบ** พืชส่วนใหญ่มีขอบใบเหยียดตรง ยกเว้น *A. tagala* และพืชสกุล *Thottea* ทั้ง 3 ชนิด ที่มีขอบใบที่มีลักษณะม้วนงอ (ภาพที่ 2 จ-ฉ)

2. ก้านใบ

รูปร่างในภาคตัดขวาง พืชที่ศึกษามีรูปร่างของก้านใบในภาคตัดขวาง 8 แบบ ได้แก่ (1) รูปครึ่งวงกลม (2) คล้ายอักษรตัววี พบเฉพาะใน *A. arenicola* (3) คล้ายอักษรตัวยู พบใน *T. parviflora* และ *T. sumatrana* (4) รูปหัวใจ (5) เป็นปีก พบเฉพาะใน *A. pierrei* (6) เป็นพู พบใน *T. tomentosa* (7) รูปกลม พบใน *A. grandis* และ *A. baenzigeri* และ (8) ค่อนข้างกลม **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง** พืชทุกชนิดมีมัดท่อลำเลียงรูปไข่กลับ แต่ละมัดเป็นมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง **การเรียงตัวของมัดท่อลำเลียง** มี 2 แบบ คือ เรียงเป็นวงกลมหรือเรียงคล้ายอักษรตัวยู **เนื้อเยื่อพื้น**

แถบเซลล์พาเรงคิมา พืชส่วนใหญ่มีแถบเซลล์พาเรงคิมาเรียงเป็นแนวโค้งตามกลุ่มมัดท่อลำเลียง ยกเว้นใน *A. elegans*, *A. ringens* และ *T. tomentosa* มีแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาเรียงเป็นวงล้อมรอบกลุ่มมัดท่อลำเลียง

3. ลำต้น

ลำต้นที่มีการเจริญแบบทุติยภูมิ รูปร่างในภาคตัดขวางของลำต้นส่วนใหญ่เป็นมุม ยกเว้นใน *A. elegans*, *A. helix* และ *T. tomentosa* มีรูปร่างค่อนข้างกลม และ *A. pothirei, A. tagala* และ *T. sumatrana* เป็นพู **เนื้อเยื่อชั้นผิว** เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น **ขน** พืชส่วนใหญ่ที่ศึกษามีขน **เนื้อเยื่อพื้น** มีคอร์เทกซ์ที่ประกอบด้วยแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาเรียงเป็นวงล้อมรอบกลุ่มมัดท่อลำเลียง **สารสะสม** ใน *A. baenzigeri* และ *A. grandis* มีสารสะสมเป็นผลึกรูปดาวและเม็ดแป้ง **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง** มีสตีลแบบยูสตีล แต่ละมัดเป็นมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง **เซลล์เวสเซลล์จากการแซ่ยุ่ยเซลล์** มีผนังเซลล์ด้านหัวท้ายวางตัวในแนวตรงหรือลาดเอียง มีรอยเว้าแบบมีขอบ รูบนผนังเซลล์เรียงตัวแบบสลับหรือแบบตรงกันข้าม พืชส่วนใหญ่มีเซลล์เวสเซลล์แบบเดียวคือแบบแคบ **ช่องว่างกลางลำต้น** พืชส่วนใหญ่ไม่มีช่องว่างกลางลำต้นยกเว้นใน *A. elegans*, *A. pothirei* และ *A. tagala* ที่มีช่องว่างกลางลำต้น

4. ลำต้นใต้ดิน

รูปร่างในภาคตัดขวาง รูปร่างในภาคตัดขวางของลำต้นใต้ดินเป็นรูปกลม **เนื้อเยื่อผิว** มีเซลล์คอร์กเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า **เนื้อเยื่อพื้น** พืชส่วนใหญ่มีคอร์เทกซ์ที่ประกอบด้วยเซลล์สเกลอรีดและเซลล์สเกลอเรงคิมา **เซลล์หลั่ง** พืชทุกชนิดมีเซลล์หลั่งในคอร์เทกซ์ **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง** มีมัดท่อลำเลียงรูปลิ่มยาวเรียงจรดกันปลายแยกเป็น 2 แฉก ขนาดใหญ่ **ผลึกรูปดาวและเม็ดแป้ง** พืชทุกชนิดที่ศึกษาเซลล์พาเรงคิมาในคอร์เทกซ์สะสมเม็ดแป้ง

5. ราก

รูปร่างในภาคตัดขวาง พืชทุกชนิดที่ศึกษามีรูปร่างในภาคตัดขวางเป็นรูปกลม **เนื้อเยื่อผิว** มีเซลล์คอร์กเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า **เซลล์หลั่ง** พืชส่วนใหญ่ไม่มีเซลล์หลั่ง **ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง** พืชส่วนใหญ่มีสตีลแบบแอคติโนสตีล จำนวนหรือแฉกของไซเล็มมีตั้งแต่ 2-9 แฉก ยกเว้นใน *A. ringens* และพืชสกุล *Thottea* ทั้ง 3 ชนิด มีสตีลแบบโพรโทสตีล **สารสะสม** พืชส่วนใหญ่สะสมเฉพาะเม็ดแป้ง ยกเว้นในรากสะสมอาหารของ *A. curtisii* และ *A. grandis* ที่สะสมทั้งผลึกรูปดาวและเม็ดแป้ง

วิจารณ์ผลการศึกษา

1. การศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบพืชชนิดเดียวกันแต่เก็บตัวอย่างจากต่างพื้นที่ พบว่าลักษณะกายวิภาคศาสตร์ที่แตกต่างกันเป็นลักษณะทางปริมาณ เช่น จำนวนชั้นของเซลล์คอลเรงคิมาในบริเวณคอร์เทกซ์ของเส้นกลางใบ จำนวนชั้นของแถบเซลล์สเกลอเรงคิมาในบริเวณคอร์เทกซ์ของลำต้นที่มีการเจริญแบบทุติยภูมิ และรูปร่างของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวจากการตัดตามขวางที่ผิวใบด้านบนพบว่า ตัวอย่างจากจังหวัดสกลนคร มีรูปร่าง 2 แบบ ได้แก่ รูปกลมหรือรี ในขณะที่ตัวอย่างจากจังหวัดเชียงใหม่ มีรูปร่าง 3 แบบ ได้แก่ ค่อนข้างกลม รูปรี หรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งเป็นลักษณะที่ก้ำกึ่งกัน ไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน สรุปได้ว่าพืชที่เก็บจากต่างสถานที่และต่างภูมิภาคมีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน

2. มีพืชที่คาดว่าจะเป็น *A. kerrii* คือ *A.* cf. *kerrii* เนื่องจากมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่คล้ายกัน โดยที่ *A.* cf. *kerrii* อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น เป็นไม้พื้นล่างในบริเวณที่เป็นป่าเพ็กหรือป่าเต็งรัง ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย และในขณะที่ *A. kerrii* เก็บตัวอย่างจากอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เป็นไม้พื้นล่างในป่าดิบชื้น ดินมีลักษณะเป็นดินร่วน มีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้ (ตารางที่ 2 และ

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *A. kerrii* และ *A.* cf. *kerrii*

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา	***A. kerrii***	***A.* cf. *kerrii***
ลักษณะวิสัย	เป็นไม้เลื้อย	เป็นไม้รอเลื้อย
ลำต้น	ยาว 60-80 เซนติเมตร	ตั้งตรง สูง 20-30 เซนติเมตร
ดอกช่อ	แบบกระจะ สีม่วงแกมสีครีม	แบบกระจะ สีม่วงแกมสีครีม
กลีบปาก	มีสีม่วงเข้ม กลีบปากจรดกันโดยพับก่อนจรดกัน	มีสีม่วงอ่อน กลีบปากจรดกันโดยไม่พับ
ใบประดับช่อดอกหรือใบประดับดอกย่อย	รูปไข่ปลายมน ไม่มีสัน	รูปใบหอกปลายแหลม มีสันตามยาวชัดเจน
เมล็ด	เมล็ดรูปหัวใจ ขอบยกนูนขึ้น	รูปไข่แกมรูปหัวใจ ขอบเรียบ

ตารางที่ 3)จากตารางที่ 3 พบว่า พืชทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์แตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน และเป็นลักษณะที่สามารถใช้ในการระบุชนิด เช่น รูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ การมีหรือไม่มีขน รูปร่างของเซลล์แพลิเซดและรูปร่างของก้านใบ โดยเฉพาะรูปร่างของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว ผู้วิจัยคิดว่าเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงออกโดยยีนและเป็นลักษณะที่คงที่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่มายังรุ่นลูกได้ ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยคิดว่าน่าจะมีการศึกษาด้านอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อให้การระบุชนิดมีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการศึกษาด้านชีวโมเลกุลซึ่งเป็นการศึกษาในระดับดีเอ็นเอ และในกรณีที่พืชมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกันมากข้อมูลทางด้านชีวโมเลกุลสามารถนำมาใช้ในการจำแนกในระดับได้เป็นอย่างดี ซึ่งอาจจะนำไปสู่การจำแนกในระดับที่แยกย่อยออกไปเป็นอีกชนิดหนึ่งหรือเป็นระดับชนิดย่อย (subspecies)

3. มีพืชที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ 1 ชนิด คือ *A.* sp. ซึ่งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ใกล้เคียงกับ *A. pierrei* และ *A. tagala* ลักษณะที่ต่างกันของพืชทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 4 - 5)

จากตารางที่ 4-5 พบว่าพืชทั้ง 3 ชนิด มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่ใกล้เคียงกันมาก แต่อย่างไรก็ตามจากข้อมูลทางด้านกายวิภาคศาสตร์ก็สามารถทำให้เห็นความแตกต่างของพืชทั้ง 3 ชนิดได้อย่างชัดเจน ถ้าหากมีการนำข้อมูลทางด้านกายวิภาคศาสตร์ไปใช้การระบุชนิดร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มีอยู่จะทำให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น สำหรับการศึกษาทางด้านเรณูวิทยานั้น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเรณูพืชสกุล *Aristolochia* มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันมากไม่สามารถนำมาใช้ในการระบุชนิดได้ ยกเว้นในกรณีที่มีพืชมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน (Hou, 1989) ดังนั้นในกรณีนี้พืชทั้ง 3 ชนิด มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ใกล้เคียงกันจึงไม่สามารถนำลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเรณูมาใช้ในการจำแนกได้

4. จากการศึกษาพบว่าชนิดของปากใบสามารถนำมาใช้ระบุสกุลของพืชวงศ์กระเช้าสีดาได้ และรูปวิธานที่ได้มีความสอดคล้องกับรูปวิธานระบุสกุลโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ Phuphathanapong (1987) และ Hansen and Phuphathanapong (1999) ดังนี้

1. พืชที่มีสมมาตรของดอกด้านข้าง (irregular flower)

Aristolochia

ตารางที่ 3. เปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของ *A. kerrii* และ *A.* cf. *kerrii*

ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์	***A. kerrii***	***A.* cf. *kerrii***
รูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบน	เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน ผนังเซลล์หยักเป็นคลื่น	เซลล์มีรูปร่างสี่เหลี่ยมถึงแปดเหลี่ยม ผนังเซลล์เรียบ
ขนที่ผิวใบด้านบน	ไม่มี	มี
ขนที่ขอบใบ	ไม่มี	มี
รูปร่างของก้านใบ	รูปร่างค่อนข้างกลม ไม่มีขน	รูปหัวใจ มีขนแบบที่ 1
ลำต้น	เป็นมุม ไม่มีขน	เป็นมุม มีขนแบบที่ 1

ตารางที่ 4. เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *A. pierrei, A. tagala* และ *A.* sp.

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา	***A. pierrei***	***A. tagala***	***A.* sp.**
รูปร่างของใบ	รูปใบหอก	รูปไข่แกมรูปใบหอก	รูปใบหอก
ก้านใบ	มีร่อง (groove) ชัดเจน ที่ร่องมีขน	มีร่องแต่ไม่ชัดเจน ไม่มีขน	มีร่องแต่ไม่ชัดเจน ไม่มีขน
ดอก	ดอกเดี่ยว สีม่วงขนหนาแน่น	ดอกเดี่ยว สีม่วง มีขนเล็กน้อยหรือไม่มีขน	ไม่มีข้อมูล
เมล็ด	รูปสามเหลี่ยมแกมรูปหัวใจ	รูปหัวใจ	รูปสามเหลี่ยมแกมรูปหัวใจ
ตุ่มที่ผิวเมล็ด	มีทั้งสองด้าน	มีทั้งสองด้านแต่ที่ด้านหลังมีเฉพาะบริเวณขอบเมล็ด	มีสองด้าน

ตารางที่ 5. เปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของ *A. pierrei, A. tagala* และ *A.* sp.

ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์	***A. pierrei***	***A. tagala***	***A.* sp.**
เซลล์หลังที่ผิวใบด้านบน	มี	ไม่มี	มี
ขนที่ผิวใบด้านบน	แบบที่ 1	ไม่มีขน	แบบที่ 1
ขนที่ขอบใบ	แบบที่ 12	แบบ 12	ไม่มีขน
ขอบใบ	โค้งลง	ม้วนงอ	เหยียดตรง
มีโซฟิลล์แยกเป็นชั้นแพลิเซดและชั้นสปองจี	ชัดเจน	ชัดเจน	ไม่ชัดเจน
รูปร่างของเซลล์แพลิเซด	หลอดยาว, แท่งสามเหลี่ยม	หลอดยาว	แท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า
รูปร่างของเซลล์สปองจี	กลมหรือรี 3-4 ชั้น	รูปร่างไม่แน่นอน นับชั้นไม่ได้	รูปร่างไม่แน่นอน นับชั้นไม่ได้
รูปร่างของก้านใบ	เป็นปีก	ครึ่งวงกลม	ครึ่งวงกลม
ขนที่ก้านใบ	มีขน	ไม่มีขน	มีขน
ผลึกรูปดาวในก้านใบ	ไม่มี	มี	ไม่มี
เม็ดแป้งในก้านใบ	มี	ไม่มี	มี
เซลเวสเซล	แบบกว้างและแบบแคบ	แบบกว้างและแบบแคบ	แบบแคบ

(มีปากใบแบบพาราไซติกและแบบแอนอโมไซติก)

1. พืชที่มีสมมาตรของดอกเป็นแบบรัศมี (regular flower)

Thottea

(มีปากใบแบบเดียวคือแบบพาราไซติก)

5. ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของใบเป็นลักษณะเด่นของพืชวงศ์กระเช้าสีดา เช่น ขนที่มีเซลล์ปลายเป็นตะขอ ซึ่งเป็นลักษณะที่มีไว้เพื่อป้องกันแมลง (Metcalfe and Chalk, 1979) โดยใช้ส่วนของเซลล์ปลายที่เป็นตะขอเสียบเข้าที่ส่วนท้องของตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัยของแมลง เนื่องจากพืชในสกุล *Aristolochia* เป็นอาหารของแมลงจำพวกหนอนผีเสื้อ จะพบว่ามีการนำเอาพืชในสกุลนี้มาใช้เป็นอาหารเลี้ยงตัวอ่อนของผีเสื้อ (Hou, 1989) นอกจากนี้ยังมีเซลล์ซิลิกาหรือเซลล์หลั่งที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบ เซลล์หลั่งที่พบในพืชวงศ์กระเช้าสีดาภายในอาจจะมีสารประเภทแทนนินหรือน้ำมัน (Metcalf and Chalk, 1950) ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าน่าจะเป็นน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ทำให้พืชบางชนิดในวงศ์นี้มีกลิ่น

6. จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบของพืชวงศ์กระเช้าสีดาครั้งนี้ พบว่าพืชในวงศ์นี้มีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่ค่อนข้างเฉพาะในแต่ละชนิด และมีความหลากหลาย ซึ่งสามารถสร้างรูปวิธานได้จากทุกส่วนของพืชที่ศึกษา ทำให้ง่ายต่อการนำลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์มาใช้ในการระบุชนิดในกรณีที่พืชอยู่ในสภาพที่เป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กหรือไม่สมบูรณ์ หรือในกรณีที่ข้อมูลทางด้านสัณฐานวิทยาไม่สมบูรณ์ เช่นใน *A. pierrei* Phuphathanapong (1987) รายงานลักษณะทางสัณฐานวิทยาว่าลำต้นเรียบไม่มีขน แต่จากการศึกษาด้านกายวิภาคศาสตร์พบว่าลำต้นของ *A. pierrei* มีขนแบบที่ 1 ซึ่งเป็นขนที่มีขนาดเล็ก หรือขนที่ขอบใบ ในการบรรยายลักษณะทางสัณฐานวิทยามีเพียงขอบใบเรียบ ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับขนทำให้ขาดข้อมูลนี้ไป แต่จากการศึกษาด้านกายวิภาคศาสตร์พบว่ามีขนแบบที่ 2 จำนวนมากที่ขอบใบซึ่งจะพบขนชนิดนี้เฉพาะบริเวณขอบใบของ *A. pierrei* และ *A. tagala* เท่านั้น ดังนั้นถ้าหากมีการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งทางด้านกายวิภาคศาสตร์และสัณฐานวิทยามาใช้ร่วมกันในการระบุชนิดพืชจะช่วยให้การระบุชนิดมีความผิดพลาดน้อยที่สุดหรือถูกต้องมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_144010

เอกสารอ้างอิง

ลีนา ผู้พัฒนพงศ์. 2525. สมุนไพรไทย ตอนที่ 3. ฟันนี่ พับลิชชิ่ง กรุงเทพฯ.

วีระชัย ณ นคร. 2538. สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์. โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮาส์ กรุงเทพฯ.

วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล และคณะ. 2539. สยามไภษัชยพฤกษ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทสยามบุ๊คส์ แอนด์พับบลิเคชั่นส์ กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. บริษัทประชาชน. กรุงเทพฯ.

อัจฉรา ธรรมถาวร. 2540. พฤกษานุกรมวิธาน ตอน พืชใบเลี้ยงคู่. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Appezzato, B., L. Capellari and A.M.T. Silva. 1997. Foliar anatomy of five species of *Aristolochia* (Aristolochiaceae) in the state of Sao Paulo, Brazil [Abstract]. *Arquivos de Biologia Tecnologia* 40(1): 107-120. [From CAB 1996-1997/07].

Bell, C.R. [n.d.]. Plant Variation and Classification. Macmillan, London.

Carlquist, S. 1993. Wood and bark anatomy of Aristolochiaceae: Systematic and habitat correlations [Abstract]. *IAWA Journal* 14(4): 341-357. [From CAB 1993-4/95].

Chukul, W. and P. Saralamp. 2001. *Aristolochia phetchaburiensis* (Aristolochiaceae) a new species from Thailand. *Kew Bulletin* 56: 741-744.

Fahn, A. 1975. Plant Anatomy. 2nded. Page Bros (Norwich), Great Britain.

Hansen, B. and L. Phuphathanaphong. 1999. Two new species of *Aristolochia* (Aristolochiaceae) from Thailand. *Nordic Journal Botany* 19: 575-579.

Hou, D. 1989. Florae Malesianae Praecursores LXII on the genus *Thottea* (Aristolochiaceae). *Blumea* 27(2): 301-332.

Metcalfe, C.R. and L. Chalk. 1950. Anatomy of Dicotyledons. Clarendon, Oxford.

Phuphathanaphong, L. 1987. Aristolochiaceae. *Flora of Thailand* 5(1): 1-31.

Rao, R.V., R. Dayal, B.L. Sharma, C. Luxmi and R.R. Vijendra. 1992. Reinvestigation of wood structure of *Thottea siliquosa* (Aristolochiaceae) [Abstract]. *IAWA Bulletin* 13(1): 17-20. [1993-4/95].

Stuessy, T.F. 1990. Plant Taxonomy; the Systematic Evaluation of Comparative Data. Columbia University Press, New York.

การกระจายและลักษณะโมเลกุลของรีโทรทรานสโพซันชนิด p-SINE1-r2 ที่สอดแทรกในอินทรอน 10 ของยีนแวคซีในข้าว

ปรีชา ประเทพา

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

Abstract: Distribution and Molecular Characterization of a Retrotransposon, p-SINE1-r2, Inserted into Intron 10 of the Rice Waxy Gene

Preecha Prathepha

Department of Biotechnology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Muang, Mahasarakham 44000

The rice waxy gene encodes a granule-bound starch synthase (GBSS) for synthesis of amylose in endosperm tissue. The level of GBSS gene expression is directly correlated with the apparent amylose content in endosperm tissues. The apparent amylose content is a key determinant of the cooking and processing quality of rice (*Oryza sativa*). Nucleotide length of the waxy gene is about 5.6 kilobases (kb), consisting of 14 exons and 14 introns. Previously, a short interspersed element (SINE), named p-SINE1-r2, was found present in intron 10 of the waxy gene of *O. sativa*. Rice scientists have suggested that p-SINE1 members in the rice genome are inactive p-SINE1, which is not transcribed by RNA polymerase III. Thus, some p-SINE1 members would be useful for classifying rice strains and/or studying evolution of rice species with the AA genome. In this study, prevalence, geographical distribution and variation of this element in both cultivated and wild rice samples with the AA genome were investigated in rice populations of Thailand. The data revealed that all 106 strains of cultivated rice that were analysed had p-SINE1-r2, while most strains of *O. nivara* harbored *p-SINE1-r2*. In addition, almost all Thai *O. rufipogon* strains lacked this element, whereas a high proportion of the strains examined were heterozygotes. Based on sequences, the elements were about 125 bp and flanked by identical direct repeats of a 14 bp sequence. DNA sequence analysis of 48 rice strains from Thailand and neighboring countries (China, Laos and Japan) determined 29 different haplotypes caused by base substitutions. These base substitutions might be useful in a marker-assisted breeding program. Glutinous and nonglutinous strains showed a marked difference in levels of nucleotide diversity of this element. Nonglutinous rice showed a much higher nucleotide diversity that that of glutinous rice. Based on nucleotide diversity measures it is suggested that glutinous rice may have arisen from a nonglutinous progenitor.

Key words: Waxy gene, retrotransposon, amylose

บทนำ

แป้ง (starch) เป็นรูปแบบหนึ่งของคาร์โบไฮเดรตที่พืชสะสมในเนื้อเยื่อ ขั้นตอนการสร้างเม็ดแป้ง (starch granule) โดยการจัดเรียงตัวของโมเลกุลอมิโลสและอมิโลเพ็กตินนั้นเพื่อสร้างเม็ดแป้งนั้นเป็นกระบวนการที่ต้องผสมผสานและมีขั้นตอนที่ซับซ้อน ซึ่งมีเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องคือ ADPase (ADPglucose pyrophosphorylase), granule-bound starch synthase (GBSS), soluble starch synthase (SS), starch branching enzyme (SBE) และ starch debranching enzyme (DBE) (Smith et al., 1997; Nakamura, 2002)

กลไกที่เกี่ยวข้องกับเอ็นไซม์ (enzymatic mechanism) ในกระบวนการสร้างแป้ง มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้าง ADP glucose (หรือ glucosyl-nucleotide substrate) ซึ่งใช้เป็นซับสเตรทในการสร้างแป้ง ใช้เอ็นไซม์ ADPG glucose pyrophosphorylase (AGPase)

2. เริ่มสร้างสายพอลีเมอร์สายสั้นๆ ที่ยังไม่มีกิ่งก้าน (unbranched maltodextrins) ใช้เอ็นไซม์ soluble starch synthase (SS)

3. สร้างให้สายพอลีเมอร์ยาวขึ้นโดยใช้ซับสเตรทที่ต่อกันด้วยพันธะ 1, 4 linkage ใช้เอ็นไซม์ soluble starch synthase (SS) และเอ็นไซม์ GBSS

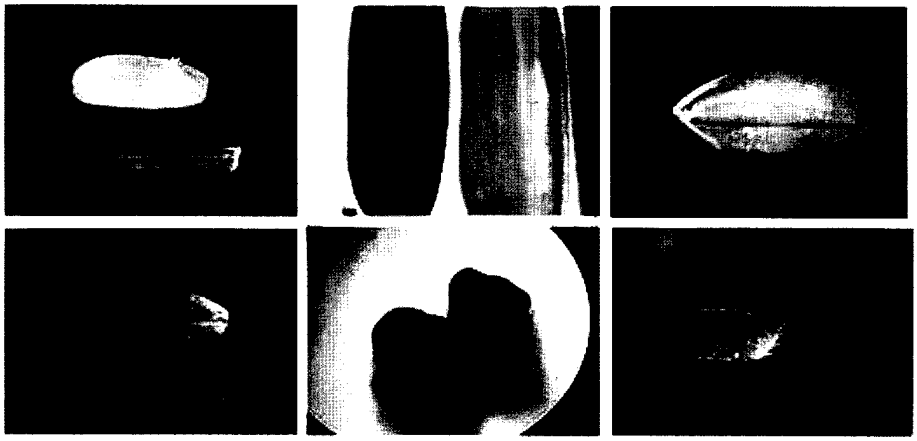
4. สร้างกิ่งก้านของพอลีเมอร์โดยใช้ซับสเตรทที่ต่อจากพอลีเมอร์สายหลักด้วยพันธะ 1,6 linkage ใช้เอ็นไซม์ starch branching enzyme (SBE)

5. การปรับแต่ง (trimming) โครงสร้างและการจัดระเบียบโมเลกุลอมิโลเพ็กตินเพื่อสร้างเป็นเม็ดแป้ง ใช้เอ็นไซม์ starch debranching enzyme (DBE)

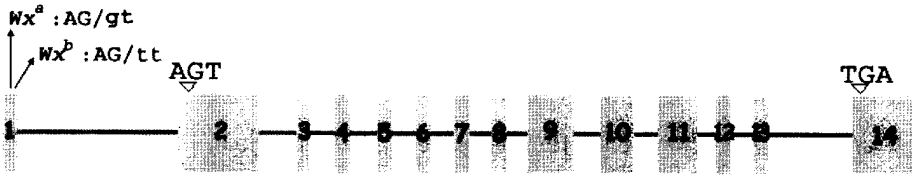
1. ยีนกำหนดการสร้างแป้งอมิโลสในเอ็นโดสเปิร์มของข้าว

ผลลัพธ์ของการสังเคราะห์แป้งและสะสมแป้งในเมล็ดข้าวนั้นจะได้โมเลกุลของแป้ง 2 ชนิด คือ อมิโลส และอมิโลเพ็กติน สัดส่วนของแป้ง 2 ชนิดนี้แตกต่างกันไปตามพันธุ์ข้าว การจำแนกข้าวโดยใช้สารละลายไอโอดีน (I/KI) ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของแป้งทำให้แยกกลุ่มข้าวออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เป็นข้าวเหนียว ผลลัพธ์ของปฏิกิริยาจะได้สีน้ำตาลแดง และกลุ่มข้าวเจ้าจะให้สีน้ำเงิน (ภาพที่ 1)

สัดส่วนของแป้งอมิโลสในเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์จะมีผลต่อคุณภาพการหุงต้ม กล่าวคือ พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณ (คิดเป็นร้อยละ) อมิโลสในระดับต่ำ (<18%) เมื่อหุงแล้ว ข้าวจะนุ่ม ส่วนข้าวที่มีปริมาณอมิโลสปานกลาง (19-24%) หรือสูง (>25%) ข้าวหุงสุกจะร่วนแข็ง ความสำคัญของปริมาณแป้งอมิโลสดังกล่าวนี้ส่งผลให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกลไกการแสดงออกของยีนที่กำหนดการสร้างเอ็นไซม์ GBSS กันมาก เอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสังเคราะห์คือ AGPase และ GBSS โดยยีนที่กำหนดการสร้างเอ็นไซม์ GBSS คือ waxy gene จากการวิเคราะห์ลำดับเบสของยีนนี้โดยใช้ข้อมูลของยีน GBSS ที่มีอยู่ใน genbank (accession number AF031162) พบว่า waxy gene ประกอบด้วยดีเอ็นเอบริเวณที่เป็น exon จำนวน 14 exon และส่วนที่เป็น intron จำนวน 13 intron ยีนนี้จะกำหนดการสร้างเอ็นไซม์ granule-bound starch synthase (GBSS enzyme) เอ็นไซม์ชนิดนี้เรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า waxy protein มีขนาดโมเลกุลประกอบด้วยกรดอะมิโน 609 หน่วย ซึ่งขนาดของดีเอ็นเอส่วนที่ใช้เป็นต้นแบบของการแปลรหัส (หรือ mRNA) จำนวน 1,827 bp ไดอะแกรมของยีนนี้แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1. รูปร่างและลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือกและข้าวกล้องของข้าวปลูกและข้าวป่า และชนิดของเอ็นโดสเปิร์มที่ย้อมด้วยสารละลาย I/KI ที่แสดงความแตกต่างระหว่างข้าวเหนียว



ภาพที่ 2. ไดอะแกรมของ waxy gene ในข้าวที่ประกอบด้วยดีเอ็นเอส่วนที่เป็น exon (รูปสี่เหลี่ยม) และส่วนที่เป็น intron (เส้นระหว่าง exon) โคดอนเริ่มต้นที่จะแปลรหัสเป็นเอ็นไซม์ GBSS คือ AGT จะอยู่ใน exon 2 และโคดอนหยุด TGA จะอยู่ที่ส่วนต้นของ exon 14

ยีนที่กำหนดการสร้างเอ็นไซม์ GBSS มีอยู่ 2 อัลลีล คือ อัลลีล a (*Wx*^{a}) และอัลลีล b (*Wx*^{b}) โดยอัลลีล a มีการแสดงออกของยีนมากกว่าอัลลีล b ประมาณ 10 เท่า โดยวัดจากปริมาณของโปรตีน waxy (หรือเอ็นไซม์ GBSS) อัลลีล a จะมีเบสที่เป็นเบสเริ่มต้นของ intron 1 เป็น G ในขณะที่เบสเริ่มต้นของอัลลีล b คือ T ซึ่งการแสดงออกของอัลลีล a มากกว่าอัลลีล b เป็นผลสืบเนื่องจากการเกิดมิวเทชันของเบสดังกล่าวนี้จาก G เป็น T

รายละเอียดของกลไกการแสดงออกของ waxy gene ที่เบสตำแหน่งเริ่มต้นของ intron 1 ที่เปลี่ยนแปลงจาก G เป็น T ซึ่งเป็นบริเวณรอยต่อระหว่าง exon 1 กับ intron 1 (the 5' splice site) (ตารางที่ 1) โดยเบสเริ่มต้นของ intron 1 ในพันธุ์ข้าวกลุ่มอมิโลสปานกลางและสูงจะมีเบสชนิด G (GGTATA) พันธุ์ข้าวที่มีเบส G เรียกว่าอัลลีล a (Wx^a) ซึ่งถือว่าเป็น wild-type allele พันธุ์ข้าวที่มีอมิโลสต่ำจะมีเบสชนิด T (GTTATA) ข้าวกลุ่มนี้จะมีอัลลีล b (Wx^b) เป็นความโชคดีของชนชาวเอเชียที่มีพันธุ์ข้าวกลุ่มนี้ที่เมื่อหุงสุกแล้วจะนุ่มเหนียว โดยอัลลีล b เกิดขึ้นโดยธรรมชาติจากการผ่าเหล่า หรือมิวเทชัน (mutation) จากเบส G ไปเป็นเบส T ผลของการเปลี่ยนแปลงเบสจาก G เป็น T นั้นส่งผลทำให้กลไกของการแสดงออกของยีนที่มีอัลลีล b มีระดับการแสดงออกลดลง เมื่อเทียบกับพันธุ์ข้าวที่มีอัลลีล a ซึ่งเป็นกลไกระดับโมเลกุล ผลจากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นนั้นสรุปได้ว่า การแสดงออกของอัลลีล b น้อยกว่าการแสดงออกของอัลลีล a เนื่องจากพันธุ์ข้าวที่มีอัลลีล b มี GBSS mRNA 2 แบบ คือ แบบที่มีความสมบูรณ์ และแบบที่ผิดปกติ GBSS mRNA แบบที่สมบูรณ์นั้นมีขนาด 2.3 bp ซึ่งในกระบวนการตัด intron ออกไปและต่อ exon เข้าด้วยกันเป็นไปโดยสมบูรณ์ ส่วน GBSS mRNA แบบที่ไม่สมบูรณ์นั้นเกิดจากการตัด intron 1 ออกไปไม่ได้และยังคงติดอยู่กับ exon ของยีนนี้ที่ต่อกันตามลำดับ ดังนั้นทำให้เซลล์มีสัดส่วนของ GBSS mRNA ที่สมบูรณ์น้อย ทำให้ปริมาณการแสดงออกของยีนได้น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ข้าวที่มี GBSS mRNA แบบสมบูรณ์ทั้งหมดในเซลล์ของพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอมิโลสปานกลางและสูง (Isshiki et al., 1998; Hirano et al., 1998)

2. การแปลรหัสของ waxy gene

การแปลรหัสเป็นโปรตีน GBSS ซึ่งทำหน้าที่เป็นเอ็นไซม์นั้นจะเริ่มต้นที่ exon 2 ซึ่งโคดอนเริ่มต้น คือ AGT จะอยู่บริเวณนี้ และการแปลรหัสจะสิ้นสุดที่ด้านปลาย 5' ของโคดอน 14 บริเวณ codon หยุด คือ TGA รายละเอียดของการแปลรหัสมีดังต่อไปนี้

ลำดับเบสบน exon 1 ไม่มีการแปลรหัสเป็นโปรตีน

การแปลรหัสจะเริ่มต้นที่โคดอนเริ่มต้น (start codon) (ATG) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 38 ที่เป็นเบสแรก (A) ของโคดอนเริ่มต้นของ exon 2 จำนวนเบสที่ถูกแปลรหัสรวม 339 เบส ได้กรดอะมิโนรวม 133 หน่วย และการแปลรหัสจะดำเนินต่อไปคือจาก exon 3 ไปถึง exon 5 ซึ่งผลจากการแปลรหัสจะมีความลงตัวกล่าวคือจำนวนเบสจะสอดคล้องกับจำนวนกรดอะมิโนที่จะได้จากการแปลรหัส กรณีเช่นนี้เรียกว่า "phase 0"

ใน exon 6 ซึ่งมีความยาวของเบสเท่ากับ 64 เบสนั้น ผลจากการแปลรหัสจะใช้เพียง 63 เบส ได้กรดอะมิโนจำนวน 31 หน่วย เบสที่เหลืออยู่ด้านปลาย 5' คือ G กรณีเช่นนี้เรียกว่า "phase 1"

exon 7 มีขนาด 101 เบส การแปลรหัสใน exon 7 นั้นจะเริ่มต้นจากโคดอน GGT โดยเบส G เป็นเบสจากตอนปลาย 5' ของ exon 6 ทำให้การแปลรหัสในช่วงนี้จะใช้เบสจำนวน 102 เบส ได้กรดอะมิโนจำนวน 34 หน่วย

exon 8 มีขนาด 110 เบส แปลรหัสเป็นกรดอะมิโนได้จำนวน 36 หน่วย และเหลือเบสอีก 2 เบส คือ GG กรณีนี้เรียกว่า "phase 2" ซึ่งจะไปรวมกับเบสเริ่มต้นของ exon 9 คือ เบส G ได้เป็นโคดอน GGG

exon 9 มีขนาด 244 เบส ซึ่งเบสแรกของ exon 9 คือ G และรวมกันกับเบส GG ของส่วนปลาย 5' (ดังที่กล่าวแล้ว) ได้เป็น ขนาด 246 เบส แปลรหัสเป็นกรดอะมิโนได้ทั้งสิ้น 82 หน่วย

exon 10 มีขนาด 177 เบส แปลรหัสได้กรดอะมิโนจำนวน 59 หน่วย

exon 11 มีขนาด 212 เบส แปลรหัสได้กรดอะมิโนจำนวน 70 หน่วย เหลือเบสอีก 2 เบส คือ CG (phase 2)

exon 12 มีขนาด 87 เบส รวมกับเบส CG ของปลาย 5' ของ exon 11 ได้ขนาด 89 เบส แปลรหัสได้กรดอะมิโนจำนวน 29 หน่วย เหลือเบสอีก 2 เบส คือ AC (phase 2)

exon 13 มีขนาด 129 เบส รวมกับเบส AC ได้ขนาด 131 เบส แปลรหัสได้กรดอะมิโนจำนวน 43 หน่วย ทำให้เหลืออีก 2 เบส คือ AG (phase 2)

exon 14 มีขนาด 370 เบส แต่ใช้แปลรหัสเพียง 244 เบสและรวมกับเบส AG ของปลาย 5' ของ exon 13 รวมเป็นขนาดที่ใช้แปลรหัสเท่ากับ 246 เบส ได้กรดอะมิโนจำนวน 82 หน่วย

ตารางที่ 1. แสดงเบสบริเวณรอยต่อระหว่าง intron กับ exon ของ waxy gene

Intron number	exon/	Intron	/exon
		(bp)	
1	ATCTGCAAG	G*TATACA...1107...CAATTCAG	TGCAGAGA
2	GCCATGGCT	GTAAGCAC.....99....CTTTGCAG	GCGAATGG
3	GTGGCTGAG	GTAGGAGC....101...CATTGCAG	ATCAAGGT
4	CTGGAGAAG	GTGGAGTC...80...GATTTCAG	GTTTGGGG
5	TTTTGCCAG	GTCAGTGA... 83...ACCTGCAG	GCAGCACT
6	GAACTTCTG	GTGAGTTA....76....GACAACAG	GTGAGGAT
7	AATGCAAAG	GTCTATGC....74....CACTGCAG	GTTGCTTT
8	CATCGACGG	GTATGAGT....105...AATTTCAG	GTATGACA
9	GCAACCACG	GTAAGAAC....101...AATTTCAG	GCAATCGA
10	GTTCTTCTG	GTATAATA....228...TGTTTCAG	GGTACTGG
11	TACGGAACG	GTATACAA.....90...TTCTCCAG	CCCTGTGC
12	AGCGTCGAG	GTAAGCCT....93....TTTGGCAG	TGCAAGGT
13	TCCTGGAAG	GTATAAAT.....341..GATTTCAG	GGGCCTGC

ลำดับนิวคลีโอไทด์ยิ่งยวด (consensus sequence) ที่ปลาย 5' และ 3' ของ intron ระบุด้วยการขีดเส้นใต้
* เบสที่ตำแหน่งนี้มี 2 ชนิด คือ G และ T ข้าวแต่ละพันธุ์จะมีอย่างใดอย่างหนึ่ง
(ที่มา: วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ข้อมูล genbank Acc. No. AF031162)

ยีนที่สำคัญที่กำหนดการสร้างเอ็นไซม์ในกระบวนการสร้างแป้งในเมล็ดข้าวนั้น มีอยู่ 3 ยีน คือ GBSS, SS และ SBE จากผลการวิเคราะห์ยีนทั้งสามยีนและการตรวจสอบเอกสาร พบว่ากระบวนการตัดต่อ RNA หรือ RNA splicing นั้น พบว่าไม่มีรายงานที่พบความผิดปกติของการตัดต่อ exon แต่อย่างใดในยีน SS และ SBE ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ลำดับเบสของดีเอ็นเอส่วนที่เป็น intron ทั้งสองยีนนี้พบว่าเบสเริ่มต้น (ปลาย 5') และลำดับเบสสิ้นสุด (ปลาย 3') เป็นดังนี้คือ 5'- GT....AG -3' ทุก intron ของยีนทั้งสอง ซึ่งลำดับเบสนี้เป็นลำดับเบสยิ่งยวด (consensus sequence) ของ intron ที่ทำให้การตัดต่อ exon ไม่มีความผิดปกติ (Breathnach and Chambon, 1981) เบสเริ่มต้น GT และเบสตอนปลาย AG ของ intron นี้ เรียกว่า "splice donor site" และ "splice acceptor site" ตามลำดับ ส่วนในยีน GBSS ซึ่งมี 13 intron พบว่า 12 intron มีลำดับยิ่งยวดดังกล่าว ยกเว้นใน intron 1 ที่เบสเริ่มต้นของ splice donor site เป็น TT ส่งผลทำให้ไม่สามารถตัด intron 1 ออกไปได้โดยสมบูรณ์ทำให้ได้ mRNA GBSS มีส่วนของ intron 1 ติดอยู่ ทำให้การแสดงออกของยีนแตกต่างไปจากปกติ ที่ splice donor site เป็น GT ผลที่ตามมาคือพันธุ์ข้าวเจ้าและพันธุ์ข้าวเหนียวที่มี splice donor site แบบ TT นี้มีปริมาณอมิโลสต่ำในเมล็ด (< 19%)

ดีเอ็นเอส่วนที่เป็น intron 10 ของ waxy gene ในข้าวปลูกและข้าวป่าที่มีจีโนมแบบ AA มีขนาด 244 คู่เบส นั้น มีรายงานว่าพบรีโทรทรานสโพซัน (retrotransposon) ชนิดหนึ่งคือ p-SINE1-r2 ขนาด 139 คู่เบสแทรกอยู่ (Umeda et al., 1991; Mochizuki et al., 1992) ซึ่งอิเลเมนต์ชนิดนี้มีประโยชน์ในแง่การจำแนกพันธุ์ข้าวที่มีจีโนม AA ได้ นอกจากนี้มีรายงานผลการวิจัยโดย Hirano et al. (1994) ที่พบว่าข้าวปลูกเอเชีย *(Oryza sativa)* และข้าวที่เป็นบรรพบุรุษ (*Oryza rufipogon)* มี p-SINE1-r2 ใน intron 10 ของ waxy gene แต่ไม่พบอิเลเมนต์ชนิดนี้ในข้าวชนิดอื่นๆ ซึ่งการค้นพบนี้ทำให้ทีมวิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่า p-SINE1-r2 ได้เข้ามาอยู่ในจีโนมของข้าวปลูกเอเชียและข้าวป่าที่เป็นบรรพบุรุษหลังจากที่ข้าวทั้ง 2 ชนิดนี้ได้แยกสายวิวัฒนาการออกมาจากสายวิวัฒนาการของข้าวชนิดอื่นๆ แล้ว

รีโทรทรานสโพซันที่มีการศึกษากันมาก ได้แก่ ในแมลงหวี่ ซึ่งมีรีโทรทรานสโพซันชนิด gypsy, copia เป็นต้น ในยีสต์พบรีโทรทรานสโพซัน ชนิด *Ty* ส่วนในพืชมีข้อมูลน้อยมาก มีรายงานว่าพบรีโทรทรานสโพซัน 7 ชนิด เช่น *Bsi* ในข้าวโพด และ *Tnt1* elements พบในยาสูบ มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดมิวเทชัน ส่วนอีก 5 ชนิดที่เหลือยังไม่มีการศึกษาในรายละเอียด มีข้อมูลที่สำคัญและน่าสนใจประการหนึ่งเกี่ยวกับรีโทรทรานสโพซันที่ปรากฏในจีโนม ซึ่ง Varagona et al. (1992) ได้กล่าวไว้ว่า ยังไม่มีหลักฐานใดๆ ที่แสดงให้เห็นว่า รีโทรทรานสโพซันชนิดใดๆ ในจีโนมของพืชชั้นสูงที่ยังคงมีความสามารถในการเคลื่อนย้าย (retrotransposition) ตัวเอง

waxy gene ของข้าวโพด (maize) จะเป็นต้นแบบที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของการสอดแทรกของรีโทรทรานสโพซันที่มีต่อการแสดงออกของยีน ซึ่งยีนนี้จะกำหนดการสร้างเอ็นไซม์ starch granule-bound ADP-glucosyl transferase เข้าร่วมในกระบวนการสังเคราะห์อมิโลสในเอ็นโดสเปิร์มและละอองเรณู

การสอดแทรกของรีโทรทรานสโพซันในยีนของพืชนั้น มีรายงานว่ามีการสอดแทรกทั้งส่วนที่เป็น exon และส่วนที่เป็น intron ของยีน ตัวอย่างได้แก่ ใน waxy gene ของข้าวโพด มีรีโทรทรานสโพซัน ชนิด wx-Stonor, wx-B5 และ wx-G มีขนาด 5.2, 6.1 และ 5.0 kb ตามลำดับ ได้สอดแทรกในส่วนที่เป็น intron ต่างๆ (waxy gene ที่มีอิเลเมนต์เหล่านี้สอดแทรกอยู่จะถูกแบ่งเป็นอัลลีลตามชนิดของอิเลเมนต์) และรีโทรทรานสโพซันที่สอดแทรกในส่วนที่เป็น exon คือ *Ds* (Dissociation) elements ที่สอดแทรกใน exon ที่ 10 ของ waxy gene ในข้าวโพด (Varagona et al., 1992) สำหรับรีโทรทรานสโพซันทั้ง 3 แบบที่สอดแทรกใน intron ของข้าวโพดนั้น พบว่า waxy gene ที่มี wx-G สอดแทรกอยู่ในเนื้อเยื่อเอ็นโดสเปิร์มจะแสดงออกได้น้อยกว่าที่สอดแทรกอยู่ในเนื้อเยื่อของละอองเรณูประมาณ 30 เท่า แม้ว่าแต่ละอัลลีลจะสร้าง Wx mRNA แบบปกติได้ อัลลีลทั้งสามยังสามารถสร้าง mRNA อีกแบบหนึ่งที่เรียกว่า alternatively spliced transcripts ซึ่งเกิดจากการตัดต่อ exons นั้น ถ้า exon ใดๆ มีอิเลเมนต์ดังกล่าวสอดแทรกอยู่ exon นั้นจะไม่ถูกนำมารวมกับ exons อื่นๆ กลายเป็น mRNA ที่สมบูรณ์ต่อไป (Marillonnet and Wessler, 1997)

จากการที่มีการสอดแทรกของรีโทรทรานสโพซันในยีนใดๆ นั้น ผลที่ตามมาก็คือ มีความน่าจะเป็นที่จะส่งผลต่อการแสดงออกของยีนนั้นๆ แต่จากการตรวจสอบเอกสาร (reviewed) โดย Varagona et al. (1992) ได้รายงานว่า แม้ว่ายีนของพืชที่มีรีโทรทรานสโพซันสอดแทรกอยู่นั้น การแสดงออกของยีนยังเป็นปกติ โดยใช้หลักฐานจากการที่ยีนนั้นมี mature m-RNA หรือทรานสคริปส์ (transcripts) เป็นแบบปกติ ดังเช่นทรานสคริปส์ที่พบในยีนเดียวกันแต่ปราศจากรีโทรทรานสโพซัน (หรือยีนยังคงเป็นแบบเดิมหรือ wild type) ข้ออธิบายของนักวิทยาศาสตร์ถึงสาเหตุที่การแสดงออกของยีนยังคงเป็นแบบปกตินั้นมีอยู่ 2 แนวทางคือ

1. ในกรณีที่สอดแทรกใน exon โดยปกติแล้วในกระบวนการตัดต่อ RNA นั้น จะมีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่เป็นสัญญาณ (splicing signal) ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยการสอดแทรกรีโทรทรานสโพซันในบริเวณใดๆ ของยีนนั้นจะเกิดเหตุการณ์ที่จะมีการตัดต่อ exon แบบใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือมี spliced site ใหม่ (alternative splice sites) ซึ่งจะเกิดแบบชั่วคราว แต่การสอดแทรกนั้นต้องไม่เกิดขึ้นที่บริเวณรอยต่อระหว่าง exon และ intron เรียกบริเวณนี้ว่า "spliced junction" ส่วนมากจะมีนิวคลีโอไทด์แบบ GT/AG การตัดต่อ exon เข้าด้วยกันนั้นจะใช้หลักการข้ามสิ่งกีดขวาง (skipping of exons) โดยข้ามส่วนที่เป็นรีโทรทรานสโพซัน ผลที่เกิดขึ้นคือทำให้ได้ทรานสคริปส์ปกติ ยีนจึงแสดงออกได้อย่างปกติ

2. กรณีที่มีการสอดแทรกใน intron ในกรณีนี้รีโทรทรานสโพซันจะทำตัวเหมือน intron คือจะถูกตัดออกไปโดยอัตโนมัติในกระบวนการ RNA splicing ตัวอย่างเช่น *Ds* elements ที่สอดแทรกใน exon ของยีน waxy ในข้าวโพด ผลการศึกษาพบว่าอิเลเมนต์นี้จะถูกตัดออกไปทำให้ได้ผลลัพธ์เป็น mature m-RNA ปกติ เช่นผลการศึกษาการตัดต่อ exon ของยีนบางยีนที่มีรีโทรทรานสโพซันสอดแทรกอยู่ในของ *Nicotiana plumbaginifolia* (Leprince et al., 2001) เป็นต้น

มีรายงานผลการวิจัยที่น่าสนใจเกี่ยวกับอิทธิพลของการสอดแทรกของรีโทรทรานสโพซันใน waxy gene ข้าวโพด คือ G transposon (wx-G) สอดแทรกใน intron 8 ของยีนนี้ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ ปริมาณของ Wx mRNA แบบปกติ (wild-type Wx transcript) จะพบในละอองเรณูมากกว่าในเอ็นโดสเปิร์ม ดังนั้นการแสดงออกของยีนนี้จะแสดงออกในเนื้อเยื่อของละอองเรณูมากกว่าในเนื้อเยื่อเอ็นโดสเปิร์ม (Marillonnet and Wessler, 1997)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบทบาทของรีโทรทรานสโพซันที่สอดแทรกใน waxy gene ในข้าวโพดนั้นส่งผลกระทบต่อการแสดงออกของยีนดังที่กล่าวไปแล้ว ข้าวเป็นพืชในกลุ่มธัญพืชเช่นเดียวกับข้าวโพดและมีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรม ในจีโนมข้าว waxy gene มีตำแหน่งบนโครโมโซมคู่ที่ 6 บริเวณแขนสั้น (ภาพที่ 2) ยีนนี้มีรีโทรทรานสโพซันชนิดหนึ่งสอดแทรกอยู่เรียกว่า p-SINE1-r2 (SINE=short interspersed element, p=plant, r=number) ที่ตำแหน่ง intron 10 จากข้อมูลในปัจจุบันแม้ว่ายังไม่มีรายงานถึงอิทธิพลของรีโทรทรานสโพซันชนิดใดๆ ในจีโนมข้าวดังเช่นในจีโนม

ข้าวโพดก็ตาม งานวิจัยพื้นฐานเกี่ยวกับการศึกษา p-SINE1-r2 น่าจะมีประโยชน์ในด้านอื่นๆ และที่สำคัญได้สร้างองค์ความรู้ใหม่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะศึกษาการกระจายของอิเลเมนต์ชนิดนี้ในประชากรของข้าวปลูกและข้าวป่าของไทย และวิเคราะห์ลำดับเบสเพื่อใช้ในการอนุมานความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการของข้าวปลูก ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์สำหรับการศึกษาไว้ดังนี้

1) เพื่อศึกษาการกระจาย (การปรากฏหรือไม่ปรากฏ) ของ p-SINE1-r2 ในประชากรของข้าวปลูกและข้าวป่า และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการกระจายของ p-SINE1-r2 กับประชากรข้าวและนิสัย (habit) ของข้าวป่า

2) เพื่อรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะโมเลกุลของ p-SINE1-r2 ที่ปรากฏในประชากรข้าวปลูกและข้าวป่า

3) เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลดีเอ็นเอเครื่องหมายที่ได้จากการศึกษามาใช้ในการอธิบายภูมิหลังหรือวิถีการเกิดวิวัฒนาการ (evolutionary path) ของข้าวปลูกไทย

วิธีการ

1 ตัวอย่างข้าวที่ใช้ในการศึกษา

ตัวอย่างข้าวที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างข้าวป่า 2 ชนิด คือ *Oryza nivara* และ *O. rufipogon* และข้าวปลูก (*O. sativa)* สำหรับข้าวป่านั้นจากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเมล็ดและใบอ่อนของโครงการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการ BRT นั้น ได้สกัดดีเอ็นเอไว้แล้วในห้องปฏิบัติการมีอยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งประชากรข้าวป่าที่จะใช้เป็นแหล่งศึกษาวิจัยการเปลี่ยนแปลงติดตามตรวจสอบพันธุกรรมของประชากรนั้นผู้วิจัยได้กำหนดไว้ 2 ประชากรคือ หนองหาน จังหวัดสกลนคร และหนองญาติ จังหวัดนครพนม (ภาพที่ 3) ประชากรธรรมชาติเหล่านี้มีขนาดใหญ่มากและการรบกวนจากสัตว์และกิจกรรมของมนุษย์มีน้อยจึงควรที่จะใช้เป็นพื้นที่ถาวรสำหรับศึกษาวิจัยข้าวป่าในแง่มุมต่างๆ นอกจากนี้ผู้วิจัยมีตัวอย่างข้าวที่เป็นลูกผสม หรือ weedy form อยู่จำนวนหนึ่งทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้า ส่วนข้าวปลูกพื้นบ้านนั้นจะออกเก็บตัวอย่างจากชาวบ้านในภาคอีสาน ข้าวพื้นบ้านจากมูลนิธิขวัญข้าวจังหวัดสุพรรณบุรี ข้าวพื้นบ้านของ สปป. ลาว ข้าวจากเมืองคุนหมิง มณฑลยูนนาน ประเทศจีน และข้าวญี่ปุ่นที่ได้รับมาจากสถานีทดลองข้าวสันป่าตอง อ. สันป่าตอง จ.เชียงใหม่



ภาพที่ 3. หนองน้ำธรรมชาติที่เป็นที่อยู่อาศัยของข้าวป่าชนิด *Oryza rufipogon* หนองญาติ อ.เมือง จ.นครพนม (บน) และหนองหาน อ.เมือง จ. สกลนคร (ล่าง)

2 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

2.1 ตัวอย่างข้าวป่าและข้าวพื้นบ้านที่เก็บรวบรวมได้จะนำมาเพาะเมล็ดและสกัดดีเอ็นเอ เพื่อเก็บเป็นสต็อกดีเอ็นเอไว้ใช้ในการศึกษาวิจัย

2.2 การสกัดดีเอ็นเอจากเมล็ดข้าว

การสกัดดีเอ็นเอจากใบข้าวนั้นจะใช้วิธี CTAB ตามวิธีการของ Doyle and Doyle (1987)

2.3 การศึกษาการกระจายของ p-SINE1-r2 ในข้าวป่าและข้าวปลูก

ออกแบบไพรเมอร์คู่ที่ 1 โดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ waxy gene เป็นแม่พิมพ์ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของ NCBI ซึ่งไพรเมอร์คู่นี้จะครอบคลุมนิวคลีโอไทด์ส่วนที่เป็นครึ่งหลัง (second half) ของยีนนี้ซึ่งมีขนาดประมาณ 2 kb และใช้เทคนิค PCR เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ตรวจสอบผลการทดลองโดยใช้เทคนิคอะกาโรสเจลอิเลคโทรฟอริซิส ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์เป็นดังนี้ (Yamanaka et al. (http://www.carleton.ca/~bgordon/Rice/papers/yama20.htm)

Waxy2F: 5'-ACGCCGGTGGAGGGCAGGAAGATCAACT-3'

Waxy4R: 5'-TCAAGGAGCAGCCACGTTCTCCTTGGCG-3'

ออกแบบไพรเมอร์ชุดที่ 2 เพื่อใช้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณรอบๆ intron 10 โดยใช้ PCR products ที่ได้จากการทำ PCR ในครั้งแรกและตรวจสอบผลของการทดลองโดยใช้เทคนิคอะกาโรสเจลอิเลคโทรฟอริซิส ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ชุดที่สองเป็นดังนี้

M6: 5'-GGAGGACGTGCAGATCGTTC-3' และ

R7: 5'-ACGAGTCCACCGGTGGACGC-3'

เงื่อนไขและองค์ประกอบของการทำ PCR เป็นดังนี้ ปริมาตรในแต่ละหลอดคือ 20 μl ประกอบด้วย PCR buffer (10 mM Tris-HCl (pH 9.0), 50 mM KCl และ 0.1% Triton® x-100), 1.5 mM $MgCl_2$, 0.1 mM แต่ละ dNTPs, 10 pM แต่ละ primer, และ 150 ng genomic DNA (โดยประมาณ), และ 1 U ของ *Taq* polymerase (Promega) ใช้เครื่อง Hybaid thermal cycler โดยกำหนดเงื่อนไขดังนี้ 94°C นาน 2 min, ตามด้วย 35 รอบของ 94°C นาน 1 min, 65°C นาน 1 min และ 72°C นาน 2 min

การบันทึกข้อมูลจะบันทึกเป็นปรากฏ (+), ไม่ปรากฏ (-) และแบบที่เป็น heterozygote (+, -)

วิเคราะห์ความถี่ของอิเลเมนต์ในประชากรกลุ่มต่างๆ ของข้าวป่าและข้าวพื้นบ้าน โดยแยกเป็นกลุ่มหลักๆ อาทิ กลุ่มที่เป็น perennial type และ annual type กลุ่มข้าวพื้นบ้านที่ปลูกตามสภาพพื้นที่ต่างๆ เป็นต้น

2.4 วิเคราะห์ลักษณะโมเลกุลของ p-SINE1-r2 และวิเคราะห์ Phylogeny

นำชิ้นดีเอ็นเอที่แสดงว่ามี p-SINE1-r2 และไม่มี p-SINE1-r2 แยกออกมาจากเจลและทำให้บริสุทธิ์โดยใช้ QIA quick gel extraction kit (Qiagen) วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของชิ้นดีเอ็นเอโดยใช้เครื่องวิเคราะห์นิวคลีโอไทด์อัตโนมัติ (ABI 737 automated sequencer)

วิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนและคุณภาพของ p-SINE1-r2 วาเรียนส์ต่างๆ (variants) ที่พบในข้าวปลูกและข้าวป่าโดยใช้โปรแกรม DnaSP 3.5 (Rozas and Rozas, 1999)

2.5 วิเคราะห์ข้อมูลพันธุกรรมเชิงประชากรโดยใช้โปรแกรม DnaSP 3.5

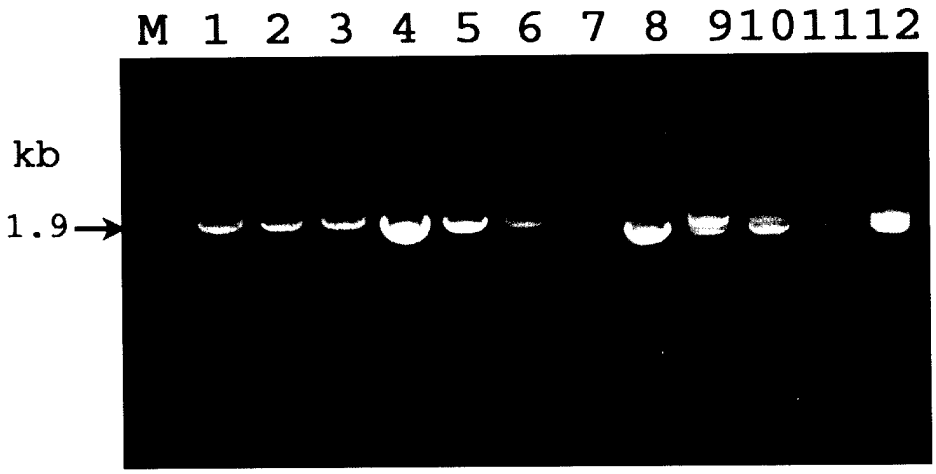
ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ในเชิงวิวัฒนาการของข้าวปลูกและข้าวป่าโดยใช้ข้อมูลจากลำดับนิวคลีโอไทด์ของ intron 10 และ p-SINE1-r2 ได้แก่ nucleotide diversity, Π (Tajima, 1983) ใช้ Watterson's, (1975) estimator (θw) และใช้ Tajima's (1989) test เพื่อทดสอบ selectively neutral โดยใช้ค่า Tajima's D statistic ที่มีข้อตกลงเบื้องต้นว่าไม่มีการเกิด recombination ระหว่างตำแหน่งเบสใดๆ ที่ศึกษา ซึ่งข้อตกลงนี้นิยมใช้กับพืชในกลุ่มผสมตัวเอง (selfing species) ดังเช่นข้าว *O. sativa* และ *O. nivara*

ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ทั้งหมดนำมาสร้าง phylogeny โดยใช้วิธี NJ method (Saitou and Nei, 1987) ที่มีอยู่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ TREECON 1.3b (Van de Peer and De Wachter, 1997) โดยได้กำหนดค่า Bootstrap เท่ากับ 100

ผลการวิจัย

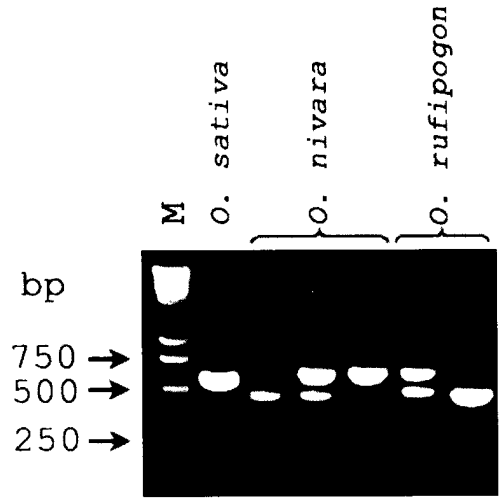
1. Genome polymorphism อันเป็นผลมาจากการสอดแทรกของ p-SINE1-r2 ในแวคซียีน

ผลจากการศึกษาโดยใช้ไพรเมอร์ชุดแรก พบว่าใน intron ที่10 ของแวคซียีนแสดงความแตกต่างกล่าวคือในตัวอย่างข้าวที่ใช้ในการศึกษาผลของปฏิกิริยาลูกโซ่หลังจากได้ทำอะกาโรสเจลอิเลคโตรฟอรีซิสแล้ว จะปรากฏแถบดีเอ็นเอแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ ปรากฏแถบดีเอ็นเอ 1 แถบ (บน (L) หรือ ล่าง(S)) หรือปรากฏ 2 แถบ (L และ S) ดังแสดงในภาพที่ 4 แถบบนนั้นแสดงให้เห็นว่าน่าจะมี p-SINE1-r2 สอดแทรกในจีโนม (ยีนแวคซี) ในขณะที่แถบล่างไม่มีอิเลเมนต์นี้สอดแทรกอยู่



ภาพที่ 4. ภาพถ่ายเจลแสดงแถบดีเอ็นเอที่ได้จากปฏิกิริยาลูกโซ่ (PCR) ของ waxy gene บริเวณครึ่งหลังของยีนนี้โดยมีขนาดประมาณ 1.9 kb ที่แสดง polymorphism ตัวอย่างข้าวที่ใช้ศึกษาพบว่าแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามแถบดีเอ็นเอในภาพซึ่งมี 3 แบบ คือ แถบบน (L) แถบล่าง (S) และมีทั้งแถบบนและแถบล่าง (L/S)

เมื่อนำผลลัพธ์จากการทำปฏิกิริยาลูกโซ่ครั้งแรกไปทำปฏิกิริยาลูกโซ่ครั้งที่ 2 (nested PCR) โดยใช้ไพรเมอร์ชุดที่ 2 พบว่าได้ผลลัพธ์ตามที่คาดหมายไว้ กล่าวคือ ในตัวอย่างข้าวที่มีแถบดีเอ็นเอ 1 แถบ (L หรือ S) จะแสดงผลลัพธ์ได้แถบดีเอ็นเอเพียง 1 แถบซึ่งสามารถอนุมานได้ว่ายีโนมข้าวที่ใช้เป็นตัวอย่างนั้นมีจีโนไทป์แบบ L/L หรือ S/S ส่วนตัวอย่างข้าวที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ 2 แถบนั้นผลลัพธ์ของปฏิกิริยาลูกโซ่ครั้งที่ 2 ได้เป็นแถบดีเอ็นเอ 2 แถบตามที่คาดหมายไว้ จึงอนุมานจีโนไทป์ได้เป็น L/S (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5. ภาพถ่ายเจลแสดงแถบดีเอ็นเอที่ได้จากการทดลองทำปฏิกิริยาลูกโซ่ครั้งที่ 2 (nested PCR) ในข้าว 3 ชนิดที่มีจีโนมแบบ AA

ผลจากการศึกษาการปรากฏและการกระจายของ p-SINE1-r2 ในประชากรของข้าวป่าและข้าวปลูกที่มีจีโนมแบบ AA นั้น ปรากฏผลดังตารางที่ 2 (Prathepha, 2003)

ตารางที่ 2. การกระจายของ *p-SINE1-r2* ที่พบใน waxy gene ในประชากรของข้าวปลูกและข้าวป่าที่มีจีโนม AA

Species/strain	Habit	N	Presence *p-SINE1-r2*	Absence *p-SINE1-r2*	Heterozygotes
O. sativa	annual	106	106	0	0
O. nivara	annual	58	55	2	1
O. rufipogon	perennial	112	0	69	43
Total		276	161	71	44

ข้อมูลจากตารางที่ 2 สรุปได้ว่าในข้าวปลูกที่ศึกษาจำนวน 106 พันธุ์ซึ่งเป็นข้าวที่มีอายุขัยปีเดียว (annual form) ในประชากรข้าวชนิดนี้จะปรากฏอิเลเมนต์นี้ในจีโนมที่บริเวณ intron 10 ของแวคซียีนทุกพันธุ์ ส่วนในประชากรข้าวป่า

ชนิด *O. nivara* ซึ่งมีอายุขัยปีเดียวเช่นกันพบว่ามีอิเลเมนต์นี้ในประชากรเป็นส่วนใหญ่พบว่ามีเพียง 1 สายพันธุ์เท่านั้นที่เป็นเฮตเทอโรไซโกต ในประชากรข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* ที่ศึกษาจากตัวอย่างจำนวน 112 สายพันธุ์พบว่าส่วนมากจะไม่พบอิเลเมนต์ชนิดนี้ (96/112) ถ้าจะพบอิเลเมนต์นี้จะพบในสภาพเฮตเทอโรไซโกต (43/112) และไม่พบว่าอิเลเมนต์ชนิดนี้ปรากฏในมวลสมาชิกของข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* ในสภาพฮอโมไซโกต

2. *Nucleotide sequence ของ p-SINE1-r2 ที่พบในประชากรข้าวปลูกและข้าวป่าของไทย*

เมื่อนำแถบดีเอ็นเอที่เป็นแถบ L ไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทป์ และเปรียบเทียบกับแถบดีเอ็นเอที่เป็นแถบ S พบว่าดีเอ็นเอแถบ S มีชิ้นดีเอ็นเอที่มีขนาดโมเลกุล 139 คู่เบสขาดหายไป ในขณะเดียวกันพบชิ้นดีเอ็นเอดังกล่าวในแถบ L และเมื่อนำตัวอย่างพันธุ์ข้าวจำนวน 48 สายพันธุ์ (ดังแสดงในตารางที่ 2) นำไปวิเคราะห์พบว่าอิเลเมนต์นี้ (p-SINE1-r2) ซึ่ง Motohashi et al. (1997) และ Mochizuki et al. (1992, 1993) ได้รายงานเอาไว้แล้ว ผลจากการเปรียบเทียบพบว่ามีขนาดของโมเลกุลเท่ากันคือประมาณ 125 คู่เบสและล้อมรอบด้วย direct repeat ทั้งปลายทั้งสองด้านๆ ละ 14 คู่เบส ข้อแตกต่างกับ p-SINE1-r2 ที่ทั้งสองท่านนี้ได้รายงานไว้แล้วนั้นได้แก่ ลำดับนิวคลีโอไทป์ของ p-SINE1-r2 แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง และลำดับนิวคลีโอไทป์ของ direct repeat ก็แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อตรวจสอบในฐานข้อมูลของ genbank พบว่า intron10 ของแวคซียีนมีโมเลกุลคล้ายๆ กับโมเลกุลที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มี Acc. Nos. AF031162 หรือ AF 14195 เป็นต้น ซึ่งมีขนาดโมเลกุลและลำดับนิวคลีโอไทด์คล้ายคลึงกัน (ภาพที่ 6) ผลจากการศึกษานี้ทำให้ตั้งข้อสันนิษฐานได้ว่า p-SINE1-r2 ที่มีรายงานไว้นั้นเป็นคนละแบบกับที่มีในฐานข้อมูลและผลจากการศึกษาครั้งนี้ ลักษณะโมเลกุลของ p-SINE1 ที่พบในฐานข้อมูลและผลจากการศึกษาครั้งนี้ตามที่เสนอไว้ในภาพที่ 6 นั้นน่าจะเป็น p-SINE1 ชนิดใหม่ (อาจเรียกว่า variant) ซึ่งยังไม่มีผู้ใดสังเกตมาก่อน ลักษณะของโมเลกุลมีคุณสมบัติเช่นเดียวกันกับ p-SINE1-r2 กล่าวคือ มีขนาดโมเลกุล 125 คู่เบสที่ล้อมรอบด้วย direct repeat และที่บริเวณด้านปลาย 3' จะมีคุณสมบัติที่เรียกว่า T-rich pyrimidine tract และลำดับนิวคลีโอไทด์ของอิเลเมนต์ชนิดนี้ของพันธุ์ข้าวของไทยและต่างประเทศรวม 48 สายพันธุ์ และ DNA sequence ของอิเลเมนต์ของสายพันธุ์ข้าวเหล่านี้ได้ส่งไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ genbank เรียบร้อยแล้วภายใต้ลำดับหมายเลข Acc. Nos. AY222747-222794

```
>Oryza sativa cv KDML105
[redacted] GGTTAATATAATACACTACAAGACACACTTGCACGATATGCCAAAAATTCAGAACA
aattcagtggcaaa                                                    aattcaggggcaaaTGATGTGTTTAATTTTGATCCGGGTGTGTTTCAG
[redacted]
GGTACTGGAAAAAAAAAGTTCGAGAAGCTGCTCAAAAGCATGGAGGAAAAGTATCCGGGCAAGGTGAGGGCCGTGGTGAAATTTTAACGCCCCGC
TTGCTCATTTCATCATGGCCGGAGCCGACGTGCTCGCCGTCCCCAGCCGTTTTGAGCCCTGTGGACTCATCCAGCTGCAGGGGATGAGATACGG
AACGGTTACAATTTCCATCTATCAATTCGATTGTTCGATTTCATCTTTGTGCAATGCAATGCAATTGCAAATGCAAATGCATGATGATTTTCCT
TGTTGATTTCTCCAGCCCTGTGCTTGCGCGTCCCCGGGGGA

>Oryza nivara
INTRON10 GGTATAATATAATACACTACAAGATACACTTGCACGATATGCCAAAAATTCAGAACA
aattcagtggcaaa                                                    aattcaggggcaaaTGATGTGTATAATTTTGATCCGGGTGTGTTTCAG
EXON11
GGTACTGGAAAAAAAAAGTTCGAGAAGCTGCTCAAGAGCATGGAGGAAAAGTTTCCGGGCAAGGTGAGGGCCGTGGTGAATTTCAACGCCCCGC
TTGCTCATTTTATCATGGCCGGAGCCGACGTGCTCGCCGTCCCCAGCCGTTTCGAGCCCTGTGGACTCATCCAGCTGCAGGGGATGAAATACGG
AACGGTTTACAATTTCCATCTTTCAATTCGATTGTTCGATTTCATCTTTGTGCAATGCAATGCAATTGCAAATGCAAATGCCTGATGATTTTCC
TTGTTGATTTCTCCACCCTGTGCTTGCGCGTCCCCCGGGG

> Oryza sativa Acc. No. AF14195 (GenBank)

INTRON10 GGTATAATATAATACACTACAAGACACACTTGCACGATATGCCAAAAATTCAGAACA
aattcagtggcaaa                                                    aattcagtggcaaaTGATGTGTATAATTTTGATCCGTGTGTGTTTCAG
```

ภาพที่ 6. แสดงลำดับเบสของ intron 10 ของข้าวป่าและข้าวปลูก บริเวณที่ขีดเส้นใต้คือลำดับเบสของ p-SINE1-r2 สังเกตอักษรตัวเล็กคือบริเวณ direct repeats

ผลจากการวิเคราะห์นิวคลีโอไทด์ของ p-SINE1 ในตัวอย่างข้าวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 48 สายพันธุ์ (ตารางที่ 3) พบว่ามีตำแหน่งที่เกิดมิวเทชันหรือ nucleotide substitution จำนวน 55 แห่ง และมี haplotype จำนวน 29 haplotypes ที่น่าสนใจคือ พันธุ์ข้าวทุกพันธุ์ที่นำมาจากภาคใต้จะไม่พบนิวคลีโอไทด์ ATA ที่ตำแหน่ง 51-53 ในขณะที่ข้าวพื้นบ้านจากภาคเหนือทุกพันธุ์พบนิวคลีโอไทด์กลุ่มนี้ ตัวอย่างข้าวที่นำมาจาก สปป. ลาวและญี่ปุ่นพบว่ามีนิวคลีโอไทด์กลุ่มนี้เช่นกัน ส่วนในข้าวเหนียวป่าและข้าวจากเมืองคุนหมิง ประเทศจีน พบทั้งมีและไม่มีนิวคลีโอไทด์กลุ่มนี้ ผลจากการวิเคราะห์ความหลากหลายของนิวคลีโอไทด์พบว่า ตัวอย่างข้าวจาก สปป. ลาว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ของไทยมีความคล้ายคลึงกันมาก ในขณะที่ตัวอย่างข้าวจากภาคเหนือมีความหลากหลายของนิวคลีโอไทด์น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่นๆ (ตารางที่ 4) ตัวอย่างข้าวในกลุ่มข้าวเหนียวจะมีความหลากหลายของนิวคลีโอไทด์ (Phi) น้อยกว่าข้าวเจ้า ซึ่งสอดคล้องกับค่า θw ซึ่งมีค่ามากกว่าประมาณ 2 เท่าในกลุ่มข้าวเจ้าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างข้าวในกลุ่มข้าวเหนียว (ตารางที่ 5) **ผลจากการวิเคราะห์ความหลากหลายของนิวคลีโอไทด์ที่ได้จากข้อมูลนี้ จะสนับสนุนสมมติฐานของการกำเนิดข้าวเหนียวว่ามาจากบรรพบุรุษที่เป็นข้าวเจ้า** ผลจากการวิเคราะห์ Tajima's test พบว่าผลของการคัดเลือก (selection) ไม่เบี่ยงเบนไปจาก

ตารางที่ 3. ตัวอย่างข้าวที่ใช้ในการวิเคราะห์ลำดับเบสของ p-SINE1-r2 (the rice accessions with AA genome used in this study)

code	accession	species/ subspecies[a]	origin	endosperm type[b]
SQ10016	Glutinous Japonica rice	*O. sativa*/ J	Japan	W
SQ10017	Tamasakae	*O. sativa*/ J	Japan	W
SQ10018	Yoneshiro	*O. sativa*/ J	Japan	NW
SQ10019	Gohyakumangoku	*O. sativa*/ J	Japan	NW
SQ10020	Bael Leu	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10021	Bael Jao Blao	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10022	Bael Plao Chong	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10023	Biawku	*O. sativa*/ I	Nothern, Thailand	W
SQ10024	Biaw Mai Yan Rai	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	NW
SQ10025	Bao Bud	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10026	Lai Noi	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10027	Yim	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10028	Pirnneonyim	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10029	Ja Ngai	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10030	Sew	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10031	Ramtang	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10032	Bae Dao Derk	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10033	Be Jah	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	W
SQ10034	Be Lia Tia Tao	*O. sativa*/ I	Northern, Thailand	NW
SQ10035	Pheuaknam	*O. sativa*/ I	Southern, Thailand	NW
SQ10036	Paung Tawng	*O. sativa*/ I	Southern, Thailand	NW
SQ10037	Nangphaya132	*O. sativa*/ I	Southern, Thailand	NW
SQ10038	Chiangpatthalung	*O. sativa*/ I	Southern, Thailand	NW
SQ10039	Kaen Jan	*O. sativa*/ I	Southern, Thailand	NW
SQ10040	Lebnokpatthani	*O. sativa*/ I	Southern, Thailand	NW
SQ10041	Jam Pah	*O. sativa*/ I	Southern, Thailand	NW
SQ10043	Dawk Kam	*O. sativa*/ I	Laos	W
SQ10044	Nam Pa	*O. sativa*/ I	Laos	W
SQ10045	Phatang	*O. sativa*/ I	Laos	W
SQ10046	Accession10046	*O. sativa*/ I	Laos	W
SQ10047	Hom Mali	*O. sativa*/ I	Laos	NW
SQ10048	Accession10048	*O. sativa*/ I	Kunming, China	NW
SQ10049	Accession10049	*O. sativa*/ I	Kunming, China	NW
SQ5085	KDML105	*O. sativa*/ I	Northeastern, Thailand	NW
SQ5086	KDML105	*O. sativa*/ I	Northeastern, Thailand	NW
SQ8320	Hao Kaen Du	*O. sativa*/ I	Northeastern, Thailand	W
SQ8321	U Kham	*O. sativa*/ I	Northeastern, Thailand	W
SQ8322	Pong Aew	*O. sativa*/ I	Northeastern, Thailand	W
SQ8323	Khitom	*O. sativa*/ I	Northeastern, Thailand	W
SQ7689	RD6	*O. sativa*/ I	Northeastern, Thailand	W
SQ10042	Accession10042	*O. nivara*	Northeastern, Thailand	NW
SQ5087	Accession5087	*O. nivara*	Northeastern, Thailand	W
SQ8215	Accession8215	*O. nivara*	Northeastern, Thailand	W
SQ8314	Accession8314	*O. nivara*	Northeastern, Thailand	W
SQ8316	Accession8316	*O. nivara*	Northeastern, Thailand	W
SQ8317	Accession8317	*O. nivara*	Northeastern, Thailand	W
SQ8318	Accession8318	*O. nivara*	Northeastern, Thailand	W

[a] I = *indica*; J = *japonica* [b] W= waxy; NW=nonwaxy

ค่าความคาดหวัง (selectively neutral expectation) (P>0.1)

เมื่อนำลำดับนิวคลีโอไทด์ของ p-SINE1 ของข้าวกลุ่มนี้ไปสร้าง phylogeny โดยใช้วิธี NJ พบว่าข้าวแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยข้าวจากชนกลุ่มน้อยทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ข้าวจากญี่ปุ่น สปป. ลาว และข้าวจากเมืองคุณหมิง มณฑลยูนนาน ประเทศจีน กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยข้าวจากภาคใต้เป็นส่วนมาก และข้าวเหนียวป่าจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนข้าวพันธุ์ดอกคำและตัวอย่างข้าวจากเมืองคุนหมิง มีความแตกต่างทางพันธุกรรมไปจากสองกลุ่มแรก (ภาพที่ 7)

ตารางที่ 4. แสดงการกระจายของความหลากหลายทางพันธุกรรมตามสภาพภูมิศาสตร์ของ waxy gene (Geographical distribution of genetic diversity at the *Wx* locus)

Population	π	θ_w	Tajima's D
China			
(n=2)	0.27848	0.27848	-
	(0.1392)	(0.1991)	
Laos			
(n=4)	0.05241	0.0549	-0.45989 (P>0.01)
	(0.0169)	(0.0317)	
Northern, Thailand			
(n=15)	0.00458	0.00584	-0.64102 (P>0.10)
	(0.0015)	(0.0038)	
Northeastern, Thailand			
(n=16)	0.04016	0.04472	-0.41439 (P>0.10)
	(0.0086)	(0.0181)	
Southern, Thailand			-1.16033 (P>0.10)
(n=7)	0.0425	0.05301	
	(0.0140)	(0.0259)	
Japan			
(n=4)	0.00738	0.0069	0.59158 (P>0.10)
	(0.0023)	(0.0055)	

Standard deviation are shown in parentheses. Values for θ were calculated using the conservative assumption of no recombination. For China population, Tajima's D can not be calculated.

ตารางที่ 5. แสดงความหลากหลายทางพันธุกรรมในข้าวเหนียวและข้าวเจ้า (Genetic diversity in glutinous and nonglutinous rice)

	n	π	θ_w	Tajima's D
Glutinous	30	0.02715	0.04289	-1.3111 (P>0.10)
		(0.00592)	(0.01534)	
Nonglutinous	18	0.07839	0.10261	-0.97505 (P>0.10)
		(0.02422)	(0.03765)	

บทสรุป

1. การกระจายของ p-SINE1 ในประชากรข้าวปลูกและข้าวป่า

ในประชากรข้าวปลูกมี p-SINE1 อยู่ในยีนพูลของข้าวกลุ่มนี้ โดยปรากฏใน intron ที่ 10 ของแวคซียีน p-SINE1 เป็น retroposon ประเภทหนึ่งที่พบในข้าว จากอดีตถึงปัจจุบันยังไม่พบรายงานว่าอิเลเมนต์ชนิดนี้เกิดเปลี่ยนแปลงเป็น "active form" แต่อย่างใด แต่ยังคงสภาพ "inactive form" อยู่ซึ่งอิเลเมนต์ในกลุ่ม retroposon นี้ในยาสูบ หรือในข้าวโพดจะมีการสลับสับเปลี่ยนตำแหน่งในจีโนมข้าวโพดและยาสูบทำให้แวคซียีนและ nitrate reductase gene ตามลำดับ มีการแสดงออกของยีนอย่างผิดปกติ (Varagona et al., 1992; Leprince et al., 2001) ผลจากการศึกษานี้พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของ p-SINE1 ในข้าวไทย ลาว จีน และญี่ปุ่น มีความคล้ายคลึงกันแสดงถึงวิวัฒนาการของข้าวว่ามีรากเหง้าเดียวกันโดยใช้ DNA sequence บริเวณนี้เป็นเครื่องหมาย แต่มีข้อสังเกตว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของนิวคลีโอไทด์ (มิวเทชัน) ที่เบสตำแหน่งต่างๆ เป็นจำนวนมาก นำไปสู่ข้อสรุปได้ว่าอิเลเมนต์นี้มีอัตราการเกิดมิวเทชันสูงในประชากรของข้าวปลูกและข้าวป่าชนิด *O. nivara* พบว่ามีอิเลเมนต์ชนิดนี้กระจายอยู่ในยีนพูลในสภาพ homozygous เป็นส่วนมาก และมีส่วนน้อยที่พบอิเลเมนต์นี้ในสภาพ heterozygous ในขณะที่ประชากรของข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* มีอิเลเมนต์นี้อยู่ในสภาพ heterozygous และไม่พบอิเลเมนต์นี้ในสัดส่วนใกล้เคียงกัน แต่ไม่พบอิเลเมนต์นี้ในสภาพ homozygous สาเหตุอาจเนื่องมาจากข้ออธิบายประการแรกคือ ตำแหน่งที่อิเลเมนต์นี้สอดแทรกอยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 6 นั้นอาจจะมียีนที่เป็นลิงค์ยีนที่เป็น lethal gene (หรือ lethal allele) ทำให้ต้นข้าวที่มี lethal allele ในสภาพ homozygous ตายไปในระยะใดระยะหนึ่งของพัฒนาการ ส่งผลทำให้ไม่พบอิเลเมนต์นี้ในสภาพ homozygous ดังที่

กล่าวแล้วในยีนพูลของข้าวป่าชนิดนี้ ข้ออธิบายประการที่สองคือ ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาการกระจายของอิเลเมนต์ในข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* นั้นใช้ส่วนของใบอ่อนที่เก็บตัวอย่างจากต้นคือ ส่วนที่เป็น vegetative part ซึ่งในสภาพน้ำลึกข้าวป่าชนิดนี้จะขยายพันธุ์โดยการแตกกิ่งใหม่มากกว่าที่จะผลิตเมล็ด ทำให้ตัวอย่างที่เก็บมาใช้สำหรับศึกษาครั้งนี้เป็นต้นข้าวที่เกิดจากการขยายพันธุ์ในสภาพธรรมชาติแบบไม่อาศัยเพศดังที่กล่าวแล้ว ข้ออธิบายประการที่สามคือ ข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* มีอัตราการผสมข้ามสูงมากส่งผลทำให้ข้าวรุ่นลูกมีความเป็น heterozygous ปริมาณมากกว่า และข้ออธิบายประการสุดท้ายคือ มีปรากฏการณ์การเป็นหมันของเกสรตัวผู้ (male sterility) และ การผสมตัวเองไม่ติด (self-incompatability) ในข้าวป่าชนิดนี้ อย่างไรก็ตาม การทดลองที่จะยืนยันข้อสันนิษฐานว่าข้อใดถูกต้องนั้นจำเป็นต้องออกแบบการทดลองและทำการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบต่อไป



ภาพที่ 7. Phylogeny ของสายพันธุ์ข้าวที่วิเคราะห์โดยวิธี NJ

2. *ลักษณะโมเลกุลของ p-SINE1 ที่ปรากฏใน intron 10 ของยีนแวคซี*

จากตัวอย่างข้าวที่เลือกมาศึกษาจำนวน 48 พันธุ์ทั้งข้าวป่า (*O. nivara)* และข้าวปลูก *(O. sativa)* โดยศึกษาอิเลเมนต์ชนิด p-SINE1-r2 ตามที่มีรายงานโดย Umeda et al. (1991) นั้น จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของ p-SINE1 ที่พบในตัวอย่างข้าวที่ศึกษาแตกต่างไปจาก p-SINE1-r2 ที่มีรายงานโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นนั้น หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินว่า ชิ้นส่วน DNA ชิ้นนี้จัดอยู่ในกลุ่ม p-SINE1 นั้น พิจารณาจากผลจาการศึกษาครั้งนี้กับผลการศึกษาของ Yamanaka et al. (http://www.carleton.ca/~bgordon/Rice/papers/yama20.htm) ซึ่งใช้เทคนิคเดียวกันและ ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA ชิ้นนี้มีคุณสมบัติของ retrotransposon กล่าวคือ มีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีขนาด 14 คู่เบส ที่เรียกว่า direct repeat ล้อมรอบที่ปลายทั้งสองด้าน และลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA ชิ้นนี้ บริเวณตอนปลายจะมีคุณสมบัติที่เรียกว่า AT-rich หมายความถึงมีเบสชนิด A และ T ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้อิเลเมนต์ที่พบนี้น่าจะเรียกได้ว่าเป็น "variant" ของ p-SINE1-r2 อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA ชิ้นนี้ ที่ตำแหน่งเดียวกันบนยีนแวคซีกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของพันธุ์ข้าวที่มีอยู่ในฐานข้อมูล (genbank) พบว่ามีชิ้นส่วน DNA ที่มีลักษณะเช่นนี้อยู่ในตำแหน่งเดียวกันนี้บนยีนแวคซี แต่เป็นที่น่าแปลกใจว่าทำไมนักวิจัยจึงไม่สังเกตและนำมาเปรียบเทียบกับ p-SINE1-r2 ที่มีรายงานออกมา อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการศึกษานี้จะต้องถูกตรวจสอบโดยนักวิจัยที่ศึกษาในแนวทางเดียวกันนี้โดยผ่านกระบวนการตีพิมพ์ผลงานในวารสารวิชาการนานาชาติ

การเกิดมิวเทชันของนิวคลีโอไทด์ใน *p-SINE1* หรือ *p-SINE1-related element* พบว่าสามารถนำไปใช้เป็นดีเอ็นเอเครื่องหมายได้ กล่าวคือ ผลจากการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของเบส (base substitution) นั้นทำให้สามารถใช้เครื่องหมายนี้แบ่งข้าวออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ข้าวหลายพันธุ์โดยเฉพาะข้าวพื้นบ้านจากภาคใต้ มีเบสสูญหายไป (deletion) 3 เบส คือ ATA ในขณะที่ข้าวพันธุ์อื่นๆ มีเบสสามเบสนี้ การศึกษาพันธุศาสตร์ประชากรของตัวอย่างข้าวพันธุ์ต่างๆ ในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาข้อมูลในระดับหนึ่งเพื่อใช้อธิบายความเป็นมาของข้าวปลูกของไทย โดยใช้การวิเคราะห์ดีเอ็นเอที่เป็นบางส่วนของยีนแวคซี อันเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งที่ใช้สนับสนุนข้อมูลอื่นๆ ที่จะใช้อธิบายการเปลี่ยนทางพันธุกรรมในประชากรข้าวของไทย ซึ่งทำให้เรามองเห็นว่าแนวทางหรือวิถีแห่งการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมนั้นมากน้อยเท่าใด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวที่มีวิวัฒนาการตามสภาพภูมิประเทศที่หลากหลายในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และในภูมิภาคอินโดจีน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาก็ดีหรือเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาที่พัฒนาขึ้นนี้ นำไปสู่การพัฒนาในเชิงเทคนิคที่ใช้ศึกษาพันธุกรรมข้าว และที่สำคัญข้อมูลที่ได้เหล่านี้ถือว่าเป็นองค์ความรู้ใหม่และอาจจะนำไปใช้โดยผู้อื่นที่เห็นว่ามีประโยชน์ต่อวิชาชีพหรือหน้าที่ที่ได้ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเองได้มีโจทย์วิจัยเพิ่มขึ้นมาอีกหลายโจทย์เมื่อผ่านกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผลการศึกษาตั้งแต่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยเกี่ยวกับข้าว และในงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไปนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะศึกษายีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แป้ง (starch-synthesizing gene) ในเอ็นโดสเปิร์มของข้าวในแง่มุมต่างๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่หลากหลายในข้าวที่เกิดขึ้นจากผลของการแสดงออกของยีนเหล่านี้ รวมทั้งปัจจัยต่างๆ ทั้งปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในที่มีอิทธิพลต่อกลไกการแสดงออกของยีนเหล่านี้ ข้อมูลที่จะได้จากการศึกษาเหล่านี้ล้วนแล้วมีประโยชน์ในเชิงวิชาการทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเพื่อใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับประชากรของข้าวเพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากข้าวให้มีความยั่งยืนตลอดไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_245010 ขอขอบคุณ คุณเสถียร ฉันทะ สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ที่ได้เอื้อเฟื้อตัวอย่างพันธุ์ข้าวบางส่วนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Breathnach, R. and P. Chambon. 1981. Organization and expression of eukaryotic split genes coding for proteins. *Annu. Rev. Biochem.* 50: 349-383.

Doyle, J.J. and J.L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bull.* 19: 11-15.

Hirano, H.Y., K. Mochizuki, M. Umeda, H. Ohtsubo, E. Ohtsubo and Y. Sano. 1994. Retrotransposition of a plant SINE into the wx locus during evolution of rice. *J. Mol. Evol.* 38: 132-137.

Hirano, H.Y., M. Eiguchi and Y. Sano. 1998. A single base change altered the regulation of the Waxy gene at the posttranscriptional level during the domestication of rice. *Mol. Biol. Evol.* 15: 978-987.

Isshiki, M., K. Morino, M. Nakajima, R.J. Okagaki, S.R. Wessler, T. Izawa and K. Shimamoto. 1998. A naturally occurring functional allele of the rice waxy locus has a GT to TT mutation at the 5' splice site of the first intron. *Plant J.* 15: 133-138.

Leprince, A.S., M.A. Grandbastien and C. Meyer. 2001. Retrotransposons of the Tnt1B family are mobile in *Nicotiana plumbaginifolia* and can induce alternative splicing of the host gene upon insertion. *Plant Molecular Biology* 47: 533-541.

Marillonnet, S. and S.R. Wessler. 1997. Retrotransposon insertion into the maize waxy gene results in tissue-specific RNA processing. *Plant Cell* 9: 967-978.

Motohashi, R., K. Mochizuki, H. Ohtsubo and E. Ohtsubo. 1997. Structures and distribution of *p-SINE1* members in rice genome. *Theor. Appl. Genet.* 95: 359-368.

Mochizuki, K., M. Umeda, H. Ohtsubo and E. Ohtsubo. 1992. Characterization of a plant SINE, p-SINE1, in rice genomes. *Jpn. J. Genet.* 67: 155-166.

Mochizuki, K., H. Ohtsubo, H.-Y. Hirano, Y. Sano and H. Ohtsubo. 1993. Classification and relationships of rice strains with AA genome by identification of transposable elememts at nine loci. *Jpn. J. Genet.* 68: 205-217.

Motohashi, R., K. Mochizuki, H. Ohtsubo and E. Ohtsubo. 1997. Structures and distribution of *p-SINE1* members in rice genome. *Theor. Appl. Genet.* 95: 359-368.

Nakamura, Y. 2002. Towards a better understanding of the metabolic system for amylopectin biosynthesis in plants. *Plant Cell Physiol.* 43: 718-725.

Prathepha, P. 2003. Distribution of p-SINE1-r2 at Wx locus in cultivated and wild rice in Thailand. *IRRN* (in press).

Rozas, J. and R. Rozas. 1999. DnaSP: an integrated program for molecular population genetics and molecular evolution analysis, version 3.5, *Bioinformatics* 15: 174-175.

Saitou, N. and M. Nei. 1987. The neighbour-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.* 4: 406-425.

Smith, A.M., K. Denyer and C. Martin. 1997. The synthesis of the starch granule. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 48: 67-87.

Tajima, F. 1983. Evolutionary relationship of DNA sequences in finite populations. *Genetics* 105: 437-460.

Tajima, F. 1989. Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics* 123: 585-595.

Umeda M., H. Ohtsubo and E. Ohtsubo. 1991. Diversification of the rice Waxy gene by insertion of mobile DNA elements into introns. *Jpn. J. Genet.* 66: 569-586.

Van de Peer, Y. and R. De Wachter. 1997. Construction of evolutionary distance trees with TREECON for Windows: accounting for variation in nucleotide substitution rate among sites. *Comput. Applic. Biosci.* 13: 227-230.

Varagona M., M. Purugganan and S.R. Wessler. 1992. Alternative splicing induced by insertion of retrotransposons into the maize *waxy* gene. *The Plant Cell* 4: 811-820.

Watterson, C.A. 1975. On the number of segregating sites in genetical models without recombination. *Theor. Popul. Biol.* 7: 256-276.

Yamanaka, S., I. Nakamura, H. Nakai and Y.- I. Sata. (No date). Annual-perennial and *indica-japonica* differentiations related to retrotransposon polymorphism at Waxy locus in wild relatives of rice. Online]. Available: http://www.carleton.ca/~bgordon/Rice/papers/yama20.htm [2002, May 23].

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 สุขุมวิท 103 เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10260, [3]วนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ อ.เมือง จ.เชียงราย 57000

Abstract: **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, Sukhumvit 103 Rd., Pra-ves, Bangkok 10260, [3]Khun Korn Waterfall Forest Park, Muang, Chiang Rai 57000

Khun Korn Waterfall Forest Park is situated in Muang district, Chiang Rai Province, covering a mountainous area of approximately 18 km^2 at 580-1,635 metres above mean sea level. Mixed deciduous and lower montane forests are the main forest types found in the park. Exploration and collection of botanical specimens was made from January 1997 to November 1999. One thousand nine hundred and seventy-six (1,976) specimens of vascular plants were collected. They were classified into 771 species, 11 subspecies and 41 varieties of 453 genera, 135 families and 3 subfamilies. Among these, 151 species and 11 varieties were pteridophytes, 3 species were gymnosperms and 617 species, 11 subspecies and 30 varieties were flowering plants. The greatest number of species occurred in the Orchidaceae, which comprised 77 species in 41 genera. The second most species rich family was the Polypodiaceae, including 39 species and 2 varieties in 14 genera. It was found that 6 species, 3 varieties were newly recorded for Thailand, whilst *Olax* sp., *Curcuma* aff. *stenochila* and *Zingiber* aff. *rubens* are expected to be new species.

Key words: flowering plants, pteridophytes, ferns, Khun Korn Waterfall, Chiang Rai Province

บทนำ

การสำรวจและศึกษาพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยมีมานานกว่าศตวรรษ โดยนักสำรวจและนักพฤกษศาสตร์ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ มีการรวบรวมและรายงานข้อมูลทางพฤกษอนุกรมวิธานของพืชที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงไว้ โดยคาดว่าในประเทศไทยมีพืชที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงมากกว่า 12,000 ชนิด ซึ่งได้ทำการสำรวจพบแล้วเป็นไม้ดอก 9,002 ชนิด และพืชกลุ่มเฟิร์นอีกประมาณ 620 ชนิด (ธวัชชัย, 2532) แต่เมื่อศึกษาพิจารณาถึงพื้นที่ที่ได้มีการสำรวจพรรณพืชแล้วนั้น จะเห็นว่าเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศเท่านั้น ยังมีอีกหลายท้องที่ที่ไม่มีรายงานการสำรวจศึกษามาก่อน บางบริเวณมีการสำรวจศึกษาบ้างแต่ยังไม่ทั่วถึง รวมทั้งพื้นที่วนอุทยาน อุทยานแห่งชาติ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอีกหลายแห่งที่ยังคงมีสภาพป่าอันอุดมสมบูรณ์สมควรที่จะได้มีการศึกษาสำรวจพรรณไม้ให้ครอบคลุมเพื่อให้ทราบสถานภาพ ความหลากหลายของชนิด และการกระจายพันธุ์พืชในแต่ละภูมิภาค รวบรวมเป็นข้อมูลพรรณพฤกษชาติแห่งประเทศไทยต่อไป ภาคเหนือของไทยเป็นพื้นที่ที่น่าสนใจเนื่องจากมีภูมิประเทศต่อเนื่องกับประเทศพม่า ลาว และจีนตอนใต้ ในทางภูมิศาสตร์จัดอยู่ในเขตการกระจายพันธุ์ของพืช 2 เขตด้วยกันคือ เขตภูมิภาค Indo-Burmese และเขต Sino-Himalayan ด้วยสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน มักไม่สะดวกต่อการเข้าสำรวจจึงอาจพบว่ามีพันธุ์ไม้ชนิดใหม่และพันธุ์ไม้ที่ไม่เคยรายงานพบในประเทศไทยมาก่อนขึ้นอยู่ ซึ่งการสำรวจและศึกษาอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ในภูมิภาคนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเพิ่มเติมข้อมูลพรรณพฤกษชาติทั้งของภูมิภาคและประเทศไทย เพื่อการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์และพัฒนาประเทศในด้านอื่นๆ ต่อไป

การศึกษาเอกสาร

การสำรวจและศึกษาทางพฤกษอนุกรมวิธานในประเทศไทย บริเวณพื้นที่ภาคเหนือที่ผ่านมา มีดังต่อไปนี้

ค.ศ. 1899-1959 H.B.G. Garrett เข้ารับราชการที่กรมป่าไม้ ได้สำรวจเก็บตัวอย่างพรรณไม้ที่ดอยอ่างกา (ดอยอินทนนท์) และดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เก็บรวบรวมพรรณไม้ได้ประมาณ 1,500 หมายเลข เก็บไว้ที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ (BKF) พิพิธภัณฑ์พืชคิว (K) และบริติชมิวเซียม (BM) สหราชอาณาจักร แล้วยังส่งไปเก็บที่หอพรรณไม้ประเทศต่างๆ ในยุโรปอีกหลายแห่ง (ก่องกานดา, 2539)

ค.ศ. 1902-1932 A.F.G. Kerr ตอนแรกเข้ารับราชการเป็นแพทย์สาธารณสุขประจำอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ เป็นผู้บุกเบิกการสำรวจพรรณไม้ในประเทศไทย โดยเริ่มสนใจกล้วยไม้ไทยและได้รับการสนับสนุนจากผู้ชำนาญการกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์คิว ต่อมาได้เก็บรวบรวมและศึกษาพรรณไม้ของประเทศไทยในพื้นที่ต่างๆ ทั่วทุกภาค ได้เก็บตัวอย่างพรรณไม้มากกว่า 25,000 หมายเลข ตัวอย่างส่วนหนึ่งเก็บที่พิพิธภัณฑ์พืช อาคารสิรินธร กรมวิชาการเกษตร (BK) ส่วนในต่างประเทศเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชที่ Aberdeen พิพิธภัณฑ์พืชคิว และบริติชมิวเซียม สหราชอาณาจักร (Larsen, 1979; ก่องกานดา, 2539)

ค.ศ. 1904-1905 C.C. Hosseus สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้บริเวณภูเขาในภาคเหนือ เขตจังหวัดเชียงใหม่ เป็นชาวตะวันตกคนแรกที่สำรวจดอยอินทนนท์ และได้เก็บตัวอย่างในเขตดอยสุเทพ ดอยเชียงดาว ได้ตัวอย่างทั้งหมดประมาณ 830 หมายเลข และเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชเมืองมิวนิค (M) ประเทศเยอรมันนี โดยมีตัวอย่างซ้ำเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชคิว และเอดินเบอร์ก เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับพรรณไม้ไทยไว้หลายเรื่อง (Larsen, 1979; ก่องกานดา, 2539)

ค.ศ. 1907-1943 (พ.ศ. 2450-2486) พระยาวินิจวนันดร (โต โกเมศ) รับราชการในกรมป่าไม้ มีความสนใจการสำรวจพรรณไม้ ได้จัดตั้งหอพรรณไม้ของกรมป่าไม้ (BKF) สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในภาคเหนือเป็นส่วนใหญ่ เก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ได้ประมาณ 2,000 หมายเลข (Larsen, 1979; ก่องกานดา, 2539)

ค.ศ. 1912-1920 (พ.ศ. 2455-2463) พระยาวันพฤกษ์พิจารณ์ (ทองคำ เสวตศิลา) สำเร็จการศึกษาด้านพฤกษศาสตร์จากประเทศอินเดีย เก็บตัวอย่างพรรณไม้ในภาคเหนือและภาคใต้ ได้ประมาณ 1,200 หมายเลข ส่วนใหญ่เก็บไว้ที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ พิพิธภัณฑ์พืชคิว สหราชอาณาจักร (ก่องกานดา, 2539)

ค.ศ. 1919-1921 J.F. Rock สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ส่วนใหญ่บริเวณจังหวัดเชียงใหม่ เก็บตัวอย่างได้ 1,912 หมายเลข และเก็บไว้ที่สหรัฐอเมริกา (Larsen, 1979)

ค.ศ. 1921 F.H.W. Kerr น้องชายของ A.F.G. Kerr เข้ามาในประเทศไทยและทำงานประจำอยู่ที่เชียงใหม่ สนใจเก็บพรรณไม้เช่นกัน เก็บพรรณไม้ได้ประมาณ 455 หมายเลข (Larsen, 1979; ก่องกานดา, 2539)

ค.ศ. 1945 (พ.ศ. 2488) คิด สุวรรณสุทธิ เมื่อดำรงตำแหน่งเป็นหัวหน้ากองค้นคว้าของป่า ได้สำรวจพรรณไม้เฉพาะพื้นที่หลายแห่ง ได้แก่ ภูกระดึง จังหวัดเลย เขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ และเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช เก็บตัวอย่างพรรณไม้ได้กว่า 1,000 หมายเลข (ก่องกานดา, 2539)

ค.ศ. 1962 M.E.D. Poore, R.G. Robbins, Tem Smitinand และ Chert Atthyasaivisut ได้สำรวจพื้นที่ดอยอินทนนท์ และเก็บตัวอย่างพรรณไม้ได้ 520 หมายเลข เก็บไว้ที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ (Robbins and Smitinand, 1966)

ค.ศ. 1963-1975 C.G.G.J. van Steenis ผู้อำนวยการพิพิธภัณฑ์พืชเมืองไลเดน ประเทศเนเธอร์แลนด์ ได้ส่งนักพฤกษศาสตร์เข้ามาสำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในประเทศไทย เช่น H. Sleumer, A. Touw, E. Hennipman, H.P. Nooteboom, C.F. van Beusekom และ R. Geesink โดยสำรวจที่ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ภูกระดึงและภูหลวง จังหวัดเลย ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร จังหวัดกาญจนบุรี เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ทุ่งแสลงหลวง ป่าน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ เขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี เกาะช้าง จังหวัดตราด เขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช แห่งละหลายครั้ง รวบรวมพรรณไม้ได้ประมาณ 14,200 หมายเลข ตัวอย่างซ้ำเก็บไว้ที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ พิพิธภัณฑ์พืชไลเดน ประเทศเนเธอร์แลนด์ พิพิธภัณฑ์พืชคิว สหราชอาณาจักร พิพิธภัณฑ์พืชมหาวิทยาลัยโคเปนเฮเกน พิพิธภัณฑ์พืชมหาวิทยาลัยออร์ฮูส ประเทศเดนมาร์ก และพิพิธภัณฑ์พืชกรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส (ก่องกานดา, 2539)

ค.ศ. 1964 นักพฤกษศาสตร์ชาวเดนมาร์กนำโดย Gunnar Seidenfaden ร่วมกับนักพฤกษศาสตร์จากกรมป่าไม้ นำโดย เต็ม สมิตินันท์ ศึกษาการกระจายพันธุ์ของกล้วยไม้ในประเทศไทยและสำรวจพรรณไม้อื่นๆ ในโครงการร่วมสำรวจพรรณไม้โดยนักพฤกษศาสตร์ไทย-เดนมาร์ก ครั้งที่ 4 ในพื้นที่ภาคเหนือที่อำเภอเมือง แม่แจ่ม แม่สะเรียง ฮอด อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำพูน จังหวัดตาก ภูเมี่ยง อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสิ้นสุดที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ตัวอย่างพันธุ์ไม้เก็บไว้ที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ และที่พิพิธภัณฑ์โคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก (Seidenfaden, 1964)

ค.ศ. 1966 A.Touw, E. Hennipman และ จำลอง เพ็งคล้าย สำรวจพรรณไม้ตามโครงการร่วมสำรวจโดยนักพฤกษศาสตร์ไทย-ดัทช์ ที่ดอยมูเซอร์ วนอุทยานลานสาง จังหวัดตาก ดอยสุเทพ ดอยเชียงดาว ฝาง ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ แม่สะเรียง-ขุนยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภูหลวง ภูกระดึง จังหวัดเลย เขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช และอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ตามลำดับ (Hennipman and Touw, 1966)

Smitinand (1966) รายงานชนิดสังคมพืชและรายชื่อพืชพวกไม้ดอก พืชเมล็ดเปลือย และเฟิร์นบริเวณดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งหมดจำนวน 570 ชนิด โดยรวมรวบตัวอย่างพันธุ์ไม้ที่ได้จากการสำรวจที่มีมาก่อนในพื้นที่นี้

นอกจากนี้ Kai Larsen, E. Warncke และ Tem Smitinand สำรวจพรรณไม้ร่วมกันตามโครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ทุ่งแสลงหลวง ภูเมี่ยง จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดนครสวรรค์ และบริเวณอื่นๆ ทางภาคตะวันออก ได้ตัวอย่างพืชจากพื้นที่ภาคเหนือ 657 หมายเลข และเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชที่ Aarhus (AAU) ประเทศเดนมาร์ก และหอพรรณไม้ กรมป่าไม้ (Larsen and Warncke, 1966)

และในปีเดียวกัน J.O. Sawyer และ Chirayupin Chermsirivattana สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ที่ดอยสุเทพและดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาสังคมพืชบนภูเขาในเขตร้อน และพบพืชที่มีท่อลำเลียงจำนวน 679 ชนิด (Sawyer and Chermsirivattana, 1969)

ค.ศ. 1968 Kai Larsen, E. Warncke และนักพฤกษศาสตร์ไทยนำโดย เต็ม สมิตินันท์ สำรวจพรรณไม้ตามโครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย ในบริเวณบ่อหลวง แม่สะเรียง ดอยสุเทพ-ดอยปุย ดอยเชียงดาว ฝาง อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา และน้ำตกนางรอง จังหวัดนครนายก เก็บตัวอย่างจากภาคเหนือได้ 1,230 หมายเลข (Larsen and Warncke, 1966)

ค.ศ. 1979 Tatemi Shimizu และคณะนักพฤกษศาสตร์ทั้งชาวญี่ปุ่นและชาวไทย ตามโครงการร่วมสำรวจพรรณไม้ระหว่างนักพฤกษศาสตร์ไทย-ญี่ปุ่น สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยช่วงแรกสำรวจในภาคเหนือ บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง จังหวัดพิษณุโลก อุทยานแห่งชาติลานสาง จังหวัดตาก ดอยสุเทพ ดอยปุย ดอยอินทนนท์ อมก๋อย แม่ตื่น ดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ แม่สะเรียง ปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน และตัวอย่างพรรณไม้ที่ได้เก็บไว้ที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ พิพิธภัณฑ์พืชมหาวิทยาลัยเกียวโต (KYO) และมหาวิทยาลัย Shinshu (SHIN) ประเทศญี่ปุ่น (Shimizu et al., 1980)

ค.ศ. 1986 Hiroshige Koyama และคณะ รายงานการสำรวจระเบียนรายชื่อพรรณไม้ที่พบเบื้องต้นบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ เป็นเฟิร์น 70 ชนิด 67 สกุล ใน 24 วงศ์ และพืชใบเลี้ยงคู่ 545 ชนิด 294 สกุล ใน 90 วงศ์ (Koyama, 1986)

ค.ศ. 1988 Hiroshige Koyama และ Chamlong Phengklai นำคณะนักพฤกษศาสตร์สำรวจบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ เก็บรวบรวมตัวอย่างพืชมีท่อลำเลียงได้ทั้งหมดประมาณ 15,000 หมายเลข และตัวอย่างพืชที่มีชีวิตเพื่อนำมาปลูกอีก 150 ตัวอย่าง เก็บไว้ที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ (BKF) และที่พิพิธภัณฑ์พืชของมหาวิทยาลัยเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น (Koyama and Phengklai, 1989)

ค.ศ. 1989 J.F. Maxwell รายงานชื่อพันธุ์ไม้ดอกที่พบในจังหวัดเชียงใหม่ 14 ชนิด โดยมี 1 ชนิด เป็น new combination 12 ชนิด เป็นพืชที่พบครั้งแรกของประเทศไทย (new record) และ 1 ชนิด เป็น monotypic family ซึ่งเป็นวงศ์ที่รายงานพบเป็นครั้งแรกของไทยคือ Lardizabalaceae และยังมี 2 ชนิดเป็นการแก้ไขคำบรรยายลักษณะ (Maxwell, 1989) ต่อมา Maxwell (1994) ยังได้รายงานชื่อพันธุ์ไม้ดอก 5 ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทย โดย 4

ชนิดเป็นพืชที่พบในภาคเหนือ และร่วมกับ Elliott et al. (1995) สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล จังหวัดลำพูน และลำปาง เพื่อศึกษาชนิดพรรณพืชและสังคมพืชเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาการจัดการอุทยาน พบพืชมีท่อลำเลียง 1,285 ชนิด จัดอยู่ใน 165 วงศ์

จะเห็นได้ว่าการศึกษาและสำรวจพรรณพฤกษชาติในภาคเหนือมักสำรวจอยู่บริเวณเดิมและมีอยู่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดของภาคเหนือ และที่สำคัญบริเวณที่ทำการศึกษาคือ วนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ อยู่ในท้องที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีเนื้อที่ประมาณ 18 ตารางกิโลเมตร สภาพพื้นที่เป็นภูเขาซับซ้อน มีความสูงตั้งแต่ 580-1,635 เมตร จากระดับน้ำทะเล ยังไม่เคยมีการสำรวจศึกษาทางพฤกษอนุกรมวิธานมาก่อน ประกอบกับป่าที่พบในพื้นที่เป็นป่าเบญจพรรณและป่าดิบเขาตอนล่างมีสภาพค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ และลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ซึ่งอยู่ในเขตที่มีความหลากหลายของพันธุ์พืชสูง จึงควรอย่างยิ่งที่จะมีการศึกษาและสำรวจพืชพรรณอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มข้อมูลความรู้เกี่ยวกับพรรณพฤกษชาติ สำหรับเป็นแนวทางในการจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรในวนอุทยานแห่งนี้ให้คงอยู่เป็นแหล่งธรรมชาติที่จะอำนวยประโยชน์อันยั่งยืนแก่ประชาชนและผู้สนใจต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจและรวบรวมพรรณไม้ที่มีท่อลำเลียงชนิดต่างๆ ที่อยู่ในบริเวณวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย พร้อมทั้งศึกษาข้อมูลต่างๆ ทางพฤกษอนุกรมวิธาน จัดทำรูปวิธานจำแนกสกุล ชนิด และจัดทำคำบรรยายลักษณะของพืชแต่ละชนิดในบริเวณที่ทำการศึกษา เก็บรวบรวม ถ่ายภาพ และจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้งตามแบบมาตรฐานสำหรับศึกษาและอ้างอิงทางพฤกษอนุกรมวิธาน โดยเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในพิพิธภัณฑ์พืช ศ.กสิน สุวตะพันธุ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ศึกษา

วนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 19° 51' - 19° 55' เหนือ และเส้นแวงที่ 90° 35' - 99° 41' ตะวันออก อยู่ในท้องที่ตำบลแม่กรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ห่างจากที่ว่าการอำเภอเมืองเชียงรายประมาณ 27 กิโลเมตร และห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 921 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 11,250 ไร่ หรือ 18 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตโดยรอบดังนี้

ทิศเหนือ	จดป่าธรรมชาติ ต.ห้วยชมพู อ.เมือง จ.เชียงราย
ทิศใต้	จดหมู่บ้านลีซอ - แม่มอญ ต.แม่กรณ์ อ.เมือง จ.เชียงราย
ทิศตะวันออก	จดสวนป่าดอยช้าง ต.ห้วยชมพู อ.เมือง จ.เชียงราย
ทิศตะวันตก	จดป่าธรรมชาติ ต.แม่กรณ์ อ.เมือง จ.เชียงราย

ลักษณะภูมิประเทศของวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ มีระดับความสูงตั้งแต่ 580-1,635 เมตร จากระดับน้ำทะเล สภาพพื้นที่โดยรอบเป็นภูเขาสลับซับซ้อน ตรงกลางพื้นที่เป็นหุบเขามีน้ำตกขุนกรณ์ซึ่งเป็นน้ำตกชั้นเดียวที่มีความสูงถึง 75 เมตร มีความงามตามธรรมชาติและมีน้ำไหลตลอดปี

1. ลักษณะทางธรณีวิทยา

จากรายงานการสำรวจดินในจังหวัดเชียงรายโดยกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าดินบริเวณวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์และพื้นที่ใกล้เคียงเป็นดินชุดหน่วยผสมของดินบริเวณพื้นที่สูงชัน (slope complex) เป็นดินที่เกิดปะปนกันจากการทับถมและเปลี่ยนแปลงของหินชั้นและหินอัคนี พื้นที่มีความลาดเอียงมากกว่า 16-20 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่นับรวมพื้นที่ที่มีความลาดเอียงมากกว่า ซึ่งเป็นพื้นที่หินโผล่เป็นหินปูน

ชนิดของดินชุดหน่วยผสมของดินบริเวณพื้นที่สูงชันโดยมากเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง อุ้มน้ำได้ปานกลาง และเกิดการไหลบ่าได้เร็วถึงเร็วมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลปนเทาเข้มถึงสีน้ำตาลเข้ม หรือสีน้ำตาลปนเหลืองเข้ม ดินล่างสีแดงปนเหลืองเป็นดินร่วนปนดินเหนียวถึงเป็นดินเหนียว มีปริมาณกรวดปะปนต่างๆ กัน

โดยทั่วไปดินชุดหน่วยผสมของดินบริเวณพื้นที่สูงชันมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ ส่วนใหญ่ดินที่ผิวมีค่าความเป็นกรดด่างปานกลางถึงค่อนข้างเป็นกรด (pH 5.5-6.5) และดินล่างมีค่าความเป็นกรดสูงมากถึงเป็นกรดสูง (pH 4.5-5.5) ความลาดเอียงของพื้นที่เป็นข้อจำกัดสำคัญที่ทำให้ดินเกิดการพังทะลายอย่างรุนแรงได้ง่ายในพื้นที่ที่ไม่มีป่าปกคลุม ดินอาจเกิดสภาพแห้งแล้งในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำ แต่ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากขึ้นจะมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นด้วยทำให้สภาพแห้งแล้งลดลง

2. ภูมิอากาศ

ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาสรุปรวมในรอบ 30 ปี (พ.ศ. 2512–2542) จากสถานีตรวจวัดอากาศจังหวัดเชียงราย รหัสสถานี 48303 ความสูง 394 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ปริมาณน้ำฝน ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนตลอดปีในช่วงเวลา 30 ปี ประมาณ 1,755 มิลลิเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 388 มิลลิเมตร ในเดือนสิงหาคม และต่ำสุด 9.9 มิลลิเมตร ในเดือนกุมภาพันธ์ จำนวนวันในแต่ละปีมีฝนตกเฉลี่ย 134.7 วัน และเดือนสิงหาคมเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุด คือ 23.6 วัน

2.2 อุณหภูมิ ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 24.1 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 34.8 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน และค่าเฉลี่ยต่ำสุด 12 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคม

2.3 ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งปีประมาณ 77% โดยมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 95% ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม และพบว่ามีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด คือ 31% ในเดือนมีนาคม

2.4 ปริมาณแสง ค่าเฉลี่ยจำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงตลอดปี 2,424.8 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยเดือนที่ได้รับแสงสูงสุดคือเดือนมกราคม จำนวน 255.5 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยจำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงน้อยสุดคือ 134 ชั่วโมง ในเดือนกรกฎาคม

3. ลักษณะพืชพรรณ

สภาพพื้นที่ของวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ซึ่งเป็นภูเขาซับซ้อน มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 580-1,635 เมตร พืชพรรณที่พบมีลักษณะต่างๆ ดังนี้ (Smitinand, 1977)

3.1 ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest: HEF) พบในบริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 800 เมตร มีความชื้นสูงมาก อยู่ทางทิศเหนือและตะวันตกของพื้นที่ มักพบมีความหลากหลายของจำนวนชนิดพืชสูงในบริเวณหุบเขา พรรณไม้เด่นที่พบเป็นพวกก่อ เกาลัด จำปีป่า และชา อาจพบพืชเมล็ดเปลือยในสกุล *Gnetum* และ *Cycas*

3.2 ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest: MDF) จำแนกย่อยได้เป็น

3.2.1 ป่าเบญจพรรณชื้น (Moist Upper Mixed Deciduous Forest) พบในบริเวณที่ชุ่มชื้นใกล้ลำธาร มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 580-1,000 เมตร พรรณไม้ที่พบ เช่น ตะเคียนหนู ประดู่ เสลา อินทนิลน้ำ รกฟ้า เป็นต้น และมีไผ่ขึ้นอยู่ปะปน

3.2.2 ป่าเบญจพรรณแล้ง (Dry Upper Mixed Deciduous Forest) พบตามสันเขาซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลใกล้เคียงกับป่าเบญจพรรณชื้น แต่พื้นที่มีความแห้งแล้งมากกว่า ชนิดป่ามักเป็นป่าเปิด พรรณไม้ที่พบคล้ายในป่าเบญจพรรณชื้นแต่พบเป็นไม้ผลัดใบมากกว่า เช่น เต็ง รัง ยาง ยางเหียง เป็นต้น ไม้พื้นล่างมักถูกทำลายโดยไฟป่าในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม

วิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น และกำหนดขอบเขตการศึกษา

1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจพรรณพืชในภาคเหนือ

1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับที่ตั้ง พื้นที่ อาณาเขต ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ภูมิอากาศ และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

1.3 ศึกษาข้อมูลเส้นทางการเดินสำรวจ โดยกำหนดเส้นทางตามแผนที่ภูมิประเทศให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่วนอุทยานฯ แต่พบว่าบางเส้นทางไม่สามารถเดินสำรวจและเก็บตัวอย่างได้จริงเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เป็นหน้าผาสูงชัน จึงมีการปรับเปลี่ยนเส้นทางซึ่งส่วนใหญ่ใช้เส้นทางเดินของเจ้าหน้าที่ที่มีอยู่เดิมและเส้นทางรถโดยรอบ รวมแล้วเส้นทางที่ใช้เดินสำรวจมี 17 เส้นทาง

2. ศึกษาตัวอย่างพรรณไม้

2.1 การปฏิบัติงานภาคสนาม การสำรวจ และเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในพื้นที่ที่ศึกษา

- การศึกษาและเก็บตัวอย่างได้ปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานของ ทวีศักดิ์ และคณะ (2530) ประกอบกับวิธีของ Bridson and Forman (1992) โดยเก็บตัวอย่างพรรณไม้ทุกชนิดตลอดแนวสำรวจซึ่งกว้างประมาณ 10 เมตร เก็บตัวอย่างจำนวน 6 ซ้ำ ทำการสำรวจในพื้นที่และเส้นทางเดียวกันซ้ำทุกฤดูกาล

- บันทึกข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่นำมาใช้ในการจำแนกชนิด ได้แก่ ลักษณะนิสัยของพรรณไม้ ลักษณะถิ่นอาศัย ลักษณะนิเวศวิทยาของบริเวณที่พบ เช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเล สภาพและชนิดป่าที่พบพรรณไม้ สภาพแสง เป็นที่ร่ม ที่โล่งแจ้ง หรือมีแสงแดดมาก สภาพความชุ่มชื้นหรือแหล่งน้ำลำธาร จำนวนพรรณไม้ทั้งความหนาแน่นและความถี่ที่พบ เป็นต้น ลักษณะสัณฐานวิทยาบางอย่าง เช่น ความสูงของต้น การมียาง สีของดอกและใบ กลิ่น เป็นต้น

- บันทึกภาพพรรณไม้ที่เก็บตัวอย่างทั้งภาพแสดงถิ่นอาศัยและภาพถ่ายระยะใกล้

2.2 การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

- จัดทำเป็นตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้ง หรือตัวอย่างดองตามความเหมาะสม

- ศึกษาตัวอย่างพรรณไม้และบันทึกลักษณะสัณฐานวิทยาโดยละเอียด

- ตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปวิธานและข้อมูลจากเอกสารทางพฤกษอนุกรมวิธาน หรือพรรณพฤกษชาติทั้งของประเทศไทยและต่างประเทศหรือภูมิภาคใกล้เคียง

- ตรวจเทียบตัวอย่างกับตัวอย่างพันธุ์ไม้ในพิพิธภัณฑ์พืชต่างๆ เช่น พิพิธภัณฑ์พืช ศ.กสิน สุวตะพันธุ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (BCU) พิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร กรมวิชาการเกษตร (BK) หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ (BKF) พิพิธภัณฑ์พืชคิว (K) สหราชอาณาจักร เป็นต้น

- จัดทำคำบรรยายลักษณะ และรูปวิธานจำแนกสกุลและชนิด พร้อมทั้งตรวจสอบชื่อพื้นเมือง และรวบรวมข้อมูลการกระจายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ และอื่นๆ โดยสังเขป

ผลการวิจัย

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างพืชที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงในบริเวณวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2542 พบว่าวนอุทยานแห่งนี้เป็นสถานที่ที่มีความหลากหลายของพืชที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงมาก เก็บตัวอย่างได้ทั้งหมด 1,976 หมายเลข นำมาตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเขียนบรรยายลักษณะได้ 771 ชนิด 11 ชนิดย่อย 41 พันธุ์ จัดอยู่ใน 453 สกุล 135 วงศ์ 3 วงศ์ย่อย แบ่งเป็นเฟิร์นและกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์นหรือเทอริโดไฟต์ (pteridophytes) 151 ชนิด 11 พันธุ์ จัดอยู่ใน 59 สกุล 24 วงศ์ พืชเมล็ดเปลือย (gymnosperms) 3 ชนิด 3 สกุล 3 วงศ์ และไม้ดอก (angiosperms) 617 ชนิด 11 ชนิดย่อย 30 พันธุ์ จัดอยู่ใน 391 สกุล 108 วงศ์ 3 วงศ์ย่อย (ตารางที่ 1, 2) พร้อมรายชื่อพันธุ์ไม้ที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทั้งหมดที่พบในวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ (ภาคผนวก 1)

ตารางที่ 1. จำนวนชนิด สกุล และวงศ์ของพืชที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงที่พบในวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย

พันธุ์ไม้ที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียง	จำนวน				
	ชนิด	ชนิดย่อย	พันธุ์	สกุล	วงศ์ (วงศ์ย่อย)
เฟิร์นและกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น	151	-	11	59	24
พืชเมล็ดเปลือย	3	-	-	3	3
ไม้ดอก	617	11	30	391	108(3)
- ใบเลี้ยงคู่	460	10	29	302	91(3)
- ใบเลี้ยงเดี่ยว	157	1	1	89	17
รวม	**771**	**11**	**41**	**453**	**135(3)**

ตารางที่ 2. จำนวนชนิดพันธุ์ไม้จำแนกตามลักษณะวิสัยและชนิดป่าต่างๆ ที่พบ

พันธุ์ไม้ที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียง	หน่วยอนุกรมวิธาน	ชนิดป่าที่พบพันธุ์ไม้						
		D	M	H	D-M	D -H	M-H	D-M-H
เฟิร์นและกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น	156	13	52	49	11	14	2	15
พืชเมล็ดเปลือย	3	-	1	2	-	-	-	-
ไม้ดอก	618	102	219	181	43	24	33	16
- ไม้ไผ่	5	1	3	-	1	-	-	-
- ไม้ล้มลุก	243	46	66	85	11	15	13	7
- ไม้กึ่งพุ่ม	26	12	5	6	2	1	-	-
- ไม้พุ่ม	77	9	28	24	7	2	4	3
- ไม้พุ่ม-ไม้รอเลื้อย	15	-	6	5	2	-	2	-
- ไม้รอเลื้อย	15	2	6	4	1	-	1	1
- ไม้เลื้อย	41	6	15	3	8	3	2	4
- ไม้เลื้อยมีเนื้อไม้	19	2	9	6	2	-	-	-
- ไม้พุ่ม-ไม้ต้นขนาดเล็ก	17	2	7	3	-	-	5	-
- ไม้ต้นขนาดเล็ก	22	1	9	10	1	1	-	-
- ไม้ต้น	138	21	65	35	8	2	6	1
รวม	**777**	**115**	**272**	**232**	**54**	**38**	**35**	**31**

หมายเหตุ : D = Dry Mixed Deciduous Forest (ป่าเบญจพรรณแล้ง) M = Moist Mixed Deciduous Forest (ป่าเบญจพรรณชื้น)
H = Hill Evergreen Forest (ป่าดิบเขา)

บทสรุป

1. ความหลากหลายของพืชพวกเทอริโดไฟต์

เทอริโดไฟต์ที่พบในบริเวณวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย มีจำนวน 151 ชนิด 11 พันธุ์ 59 สกุล ใน 24 วงศ์ พืชกลุ่มนี้พบเจริญอยู่ในบริเวณที่ค่อนข้างมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในแต่ละระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่ และมีลักษณะถิ่นอาศัยหลายแบบ เช่น เจริญอยู่บนดินในที่โล่งแจ้ง ในที่ร่ม ริมลำธาร หรือเป็นพืชอิงอาศัย ในความหลากหลายของพืชกลุ่มเทอริโดไฟต์ซึ่งมีเป็นจำนวนมากในพื้นที่นี้ พบว่ามีเทอริโดไฟต์ที่สำคัญหลายชนิด ดังนี้

(1) เทอริโดไฟต์ที่พบเป็นครั้งแรกของไทย (new record) การศึกษาพืชกลุ่มเทอริโดไฟต์ในพื้นที่วนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ พบที่เป็นชนิดและพันธุ์ใหม่ของประเทศไทย 3 ชนิด 2 พันธุ์ ซึ่งไม่ได้มีรายงานไว้ในพรรณพฤกษชาติประเทศไทย (Tagawa and Iwatsuki, 1979-1989) แต่สามารถตรวจสอบชนิดได้จากข้อมูลพรรณไม้ของประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่

1. *Selaginella ciliaris* (Retz.) Spring (Selaginellaceae) พบกระจายพันธุ์อยู่ในประเทศจีน ไต้หวัน ฟิลิปปินส์ อินเดีย และออสเตรเลีย ในพื้นที่ศึกษาพบขึ้นบริเวณไหล่เขาที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 680-800 ม. (Rachata and Boonkerd, 2001)

2. *Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Underw. var. *montana* Holttum (Gleicheniaceae) พบการกระจายพันธุ์ในทวีปแอฟริกา เอเชีย และออสเตรเลีย (DeVol, 1975) โดยเฟิร์นพันธุ์นี้พบขึ้นบริเวณสันเขาในพื้นที่ค่อนข้างแห้งและกลางแจ้งที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 950–1,300 เมตร

3. *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw. ex A. Heller (Dennstaedtiaceae) มีการกระจายพันธุ์ตั้งแต่จีนตอนใต้ ญี่ปุ่น หมู่เกาะริวกิว ไต้หวัน อเมริกาเหนือ และยุโรป ในวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์พบขึ้นตามสันเขาในที่โล่งแจ้งของป่าดิบเขาที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,300 เมตร นอกจากนี้ในประเทศไทยยังพบเฟิร์นพันธุ์ใหม่นี้ที่จังหวัดเชียงใหม่และเลย (Boonkerd and Pollawatn, 2002)

(2) เทอริโดไฟต์ถิ่นเดียวของไทย (endemic species) เป็นเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นที่พบเฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น บางชนิดเคยมีรายงานพบเพียงครั้งเดียว การพบเฟิร์นดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้จึงถือเป็นข้อมูลสำคัญในการเพิ่มเติมข้อมูลการกระจายพันธุ์ ทำให้ทราบว่ามีกลุ่มประชากรมากขึ้นนอกจากที่เคยมีในรายงาน ได้แก่

1. *Lomagramma grossoserrata* Holttum (Lomariopsidaceae; ภาพที่ 1) "กูดเครือ" พบเพียงครั้งเดียวคือตัวอย่างต้นแบบจากจังหวัดแพร่ และเป็นตัวอย่างที่ไม่มีใบที่สร้างอับสปอร์ เฟิร์นชนิดนี้พบเป็นจำนวนมากที่วนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ เจริญอยู่ในบริเวณที่ชื้นแฉะริมลำธารและเป็นที่ร่ม การศึกษาครั้งนี้ได้ตัวอย่างใบที่สร้างอับสปอร์

2. *Selaginella lindhardii* Hieron (Selaginellaceae; ภาพที่ 2) มีรายงานพบในจังหวัดตาก กรุงเทพฯ และราชบุรี

3. *Thelypteris siamensis* Tagawa & K. Iwats. (Thelypteridaceae) เคยมีการเก็บตัวอย่างจากภูเมี่ยง จังหวัดเพชรบูรณ์ และภูหลวง จังหวัดเลย การพบเฟิร์นชนิดนี้ในจังหวัดเชียงรายเป็นการพบในแหล่งใหม่ที่อยู่เหนือสุดของประเทศไทย

นอกจากที่กล่าวมาแล้วยังพบพืชกลุ่มเทอริโดไฟต์อีกหลายชนิดที่ไม่เคยมีรายงานพบในจังหวัดเชียงรายมาก่อน การสำรวจครั้งนี้จึงถือว่าเป็นการพบในพื้นที่ใหม่ (new locality) เช่น *Selaginella wallichii* (Hook. & Grev.) Spring พบเป็นกลุ่มประชากรขนาดใหญ่บนเส้นทางเดินไปน้ำตกขุนกรณ์บริเวณที่ค่อนข้างแฉะและร่ม เทอริโดไฟต์ชนิดนี้เคยพบเฉพาะในภาคใต้ของประเทศไทย จึงเป็นที่น่าสนใจเพราะพบที่จังหวัดเชียงรายซึ่งเป็นจังหวัดเหนือสุดของประเทศไทย แต่เมื่อพิจารณาการกระจายพันธุ์พบ *Selaginella wallichii* ทางตอนใต้ของพม่า คาบสมุทรอินโดจีน และคาบสมุทรมลายู จึงเป็นไปได้ที่จะพบได้ทางภาคเหนือของประเทศไทยด้วย และจากข้อมูลปัจจุบันวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ก็เป็นแหล่งที่พบแห่งเดียวในภาคนี้

2. ความหลากหลายของพืชเมล็ดเปลือย

พืชเมล็ดเปลือยเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายน้อยที่สุด ทั่วโลกพบประมาณ 840 ชนิด ใน 17 วงศ์ สำหรับที่วนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์พบพืชเมล็ดเปลือย 3 ชนิด 3 สกุล ใน 3 วงศ์ และพบจำนวนน้อย ยกเว้นสนสามใบ *Pinus kesiya* Royle ex Gordon ที่พบขึ้นเป็นบริเวณกว้างในป่าดิบเขา บนสันเขาที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,500-1,600 เมตร นอกจากนี้พบปรง *Cycas* sp. เนื่องจากไม่พบทั้งโคนเพศผู้หรือกลุ่มของเมกกะสปอโรฟิลล์ จึงไม่สามารถตรวจหาชื่อชนิดได้ ปรงชนิดนี้พบในบริเวณสันเขาในที่ร่มในป่าเบญจพรรณที่ค่อนข้างแห้งที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800 เมตร และมะเมื่อย *Gnetum montanum* Markgr. เป็นไม้เถาเนื้อแข็ง พบเลื้อยพันไม้ต้นใกล้ลำธารน้ำตกในป่าเบญจพรรณชื้น

3. ความหลากหลายของไม้ดอก

พืชที่พบจำนวนมากที่สุดคือไม้ดอก จากตัวอย่างประมาณ 1,600 หมายเลข ที่สามารถตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ได้มี 619 ชนิด 10 ชนิดย่อย 28 พันธุ์ 391 สกุล ใน 106 วงศ์ 3 วงศ์ย่อย อย่างไรก็ตาม ไม้ดอกที่ได้ตรวจสอบลักษณะและ

ข้อมูลอื่นๆ พร้อมทั้งบรรยายลักษณะไว้ มีหลายชนิดที่มีความน่าสนใจ ดังต่อไปนี้

(1) ไม้ดอกที่มีความหลากหลายมาก พบว่าไม้ดอกที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ คือ วงศ์กล้วยไม้ (Orchidaceae) มีจำนวนมากถึง 77 ชนิด จัดอยู่ใน 41 สกุล มีทั้งกล้วยไม้ดิน กล้วยไม้อิงอาศัย กล้วยไม้เกาะเลื้อย และกล้วยไม้กินซาก กล้วยไม้สกุล *Dendrobium* เป็นสกุลที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดของการศึกษาครั้งนี้ คือมี 13 ชนิด กล้วยไม้ที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งได้แก่ *Nervilia crociformis* (Zoll. & Moritzi) Seidenf. เป็นกล้วยไม้ดินขนาดเล็กพบขึ้นตามสันเขา ออกดอกสลับกับช่วงที่มีใบ ดอกมีสีชมพูอมม่วงสวยเด่นสะดุดตาบานสะพรั่งในเดือนพฤษภาคม และที่มีความหลากหลายรองลงมาตามลำดับ คือ พันธุ์ไม้ในวงศ์ Lamiaceae พบ 30 ชนิด 15 สกุล, วงศ์ Euphorbiaceae 29 ชนิด 18 สกุล, วงศ์ Rubiaceae 28 ชนิด 17 สกุล, วงศ์ Leguminosae–Papilionoideae 23 ชนิด 15 สกุล และวงศ์ Acanthaceae พบ 20 ชนิด 13 สกุล และในระดับสกุลพันธุ์ไม้ที่มีความหลากหลายรองลงมาจากสกุล *Dendrobium* คือ สกุล *Ficus* (วงศ์ Moraceae) ตรวจสอบชื่อได้ 12 ชนิด สำหรับสกุลอื่นๆ ที่ศึกษาพบไม่ถึง 10 ชนิดในแต่ละสกุล

(2) ไม้ดอกที่พบเป็นจำนวนมาก เนื่องจากวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์มีสภาพป่าที่แตกต่างกันหลายแบบในแต่ละสภาพป่าพบพันธุ์ไม้เด่นและมีเป็นจำนวนมากแตกต่างกัน เช่น ในป่าเบญจพรรณที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 580–1,000 เมตร พบไผ่ (Poaceae) เป็นจำนวนมาก ทั้งไผ่หก *Dendrocalamus hamiltonii* Nees & Arn. ex Munro ไผ่เฮียะ *Cephalostachyum virgatum* Kurz และไผ่ซาง *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees สำหรับในบริเวณป่าดิบเขาพบพืชในวงศ์ก่อ (Fagaceae) เป็นจำนวนมากขึ้นกระจายอยู่ทั่วไป ก่อที่พบมี 5 ชนิด ได้แก่ ก่อแป้น *Castanopsis diversifolia* (Kurz) King ex Hook. f. ก่อใบเลื่อม *Castanopsis tribuloides* (Sm.) A. DC. ก่อดำ *Lithocarpus truncatus* (King) Rehd. & Wils. ก่อหนุน *Quercus brandisiana* Kurz และก่อแดง *Lithocarpus trachycarpus* A. Camus นอกจากนี้ยังพบพืชในวงศ์ชา (Theaceae) ขึ้นอยู่ทั่วไปทั้งในป่าเบญจพรรณและป่าดิบเขา เช่น แพปั้นจั่น *Eurya acuminata* DC. var. *wallichiana* Dyer เมี่ยงอีอาม *Camellia connata* (Craib) Craib สารภีป่า *Anneslea fragrans* Wall. ทะโล้หรือมังตาน *Schima wallichii* (DC.) Korth. และไต่แดง *Ternstroemia gymnanthera* Bedd.

(3) พืชถิ่นเดียว จากการตรวจสอบชนิดและข้อมูลของตัวอย่างพันธุ์ไม้ที่พบ มีไม้ดอกที่เป็นพืชถิ่นเดียวของประเทศไทย ดังนี้

1. ระงับ *Barleria siamensis* Craib วงศ์ Acanthaceae มีรายงานพบทางภาคเหนือและที่จังหวัดเลย
2. น้ำแน่ดง *Thunbergia hossei* C.B. Clarke วงศ์ Acanthaceae (ภาพที่ 3) พบที่จังหวัดเชียงใหม่ แพร่ นครราชสีมา และปราจีนบุรี
3. กระเช้าปากเป็ด *Aristolochia kerrii* Craib วงศ์ Aristolochiaceae พบเกือบทุกภาค
4. *Impatiens garrettii* Craib วงศ์ Balsaminaceae พบเฉพาะภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย
5. ซ่าง *Terminalia myriocarpa* Van Heurck. & Muell. Arg. var. *hirsuta* Craib วงศ์ Combretaceae พบที่จังหวัดเชียงใหม่
6. *Ophiopogon brevipes* Craib วงศ์ Convallariaceae พบที่จังหวัดเชียงใหม่ เลย และจันทบุรี
7. นางแลว *Tupistra albiflora* K. Larsen วงศ์ Convallariaceae พบที่ภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย
8. ตะโกดอย *Diospyros kerrii* Craib วงศ์ Ebenaceae พบที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และเพชรบูรณ์
9. ผีดเครือ *Pueraria alopecuroides* Craib วงศ์ Leguminosae–Papilionoideae พบเฉพาะภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย
10. จำปีหลวง *Michelia rajaniana* Craib วงศ์ Magnoliaceae พบเฉพาะภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ และแพร่
11. *Bulbophyllum sanittii* Seidenf. วงศ์ Orchidaceae พบทางภาคเหนือ
12. *Cyrtosia nana* (Rolfe ex Downie) Garay วงศ์ Orchidaceae พบทางภาคเหนือ และภาคตะวันตก

13. พลูช้าง *Vanilla siamensis* Rolfe ex Downie วงศ์ Orchidaceae พบทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก

14. พวงแก้วหอม *Clematis eichleri* Tamura วงศ์ Ranunculaceae พบทางภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย

15. ประดับหินท้องขาว *Argostemma ebracteolatum* Geddes วงศ์ Rubiaceae (ภาพที่ 7) พบที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และนครสวรรค์

16. กระเพราใหญ่ *Limnophila villifera* Miq. subsp. *gracilipes* (Craib ex Hoss.) Yamazaki วงศ์ Scrophulariaceae (ภาพที่ 10) พบทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงใต้ และภาคใต้

17. กะหนาย *Pterospermum littorale* Craib var. *littorale* วงศ์ Sterculiaceae พบทุกภาค

18. เมี่ยงอีอาม *Camellia connata* (Craib) Craib วงศ์ Theaceae พบที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้

19. เมี่ยงผี *Pyrenaria garrettiana* Craib วงศ์ Theaceae พบที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง กาญจนบุรี และระนอง

20. *Boehmeria clidemioides* Miq. var. *platyphylloides* Yahara วงศ์ Urticaceae พบเฉพาะภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย

21. สร้อยป่า *Boehmeria thailandica* Yahara วงศ์ Urticaceae พบทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันตกเฉียงใต้

(4) ไม้ดอกหายากของไทย ในวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์มีไม้ดอกที่เป็นพืชหายากของไทยหลายชนิด เช่น

1. พระเจ้าห้าพระองค์ *Dracontomelon dao* (Blanco) Merr. & Rolfe วงศ์ Anacardiaceae เป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ พบขึ้นริมทางเดินไปน้ำตกในป่าเบญจพรรณชื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร

2. *Goniothalamus laoticus* (Finet & Gagnep.) Ban วงศ์ Annonaceae เป็นไม้ต้น พบในป่าเบญจพรรณแล้งที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 870 เมตร

3. *Kalimeris indica* (L.) Sch. Bip. วงศ์ Asteraceae เป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็ก พบในที่โล่งใกล้ป่าดิบเขาที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร

4. *Polygonatum kingianum* Collett et Hemsl. วงศ์ Convallariaceae พบขึ้นเป็นกลุ่ม ตามสันเขาในป่าดิบเขาที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,500-1,600 เมตร

5. *Cenocentrum tonkinense* Gagnep. วงศ์ Malvaceae เป็นไม้กึ่งพุ่ม พบบริเวณที่โล่งแจ้งในป่าเบญจพรรณที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,270 เมตร กระจายพันธุ์อยู่ในภูมิภาคอินโดจีน (เวียดนามและลาว) เคยมีรายงานพบเพียงครั้งเดียวที่ดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

6. *Michelia floribunda* Finet & Gagnep. วงศ์ Magnoliaceae (ภาพที่ 6) เป็นไม้ต้น มีดอกสวยงาม พบขึ้นในป่าดิบเขาที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร

7. *Ione andersonii* King & Pantl. วงศ์ Orchidaceae มีรายงานพบที่ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ มีการเก็บตัวอย่างเพียง 2 ครั้ง

8. *Ione grandiflora* (Rolfe) P.F. Hunt วงศ์ Orchidaceae พบที่ห้วยเขาแหลม จังหวัดตาก มีตัวอย่างเพียงชิ้นเดียว

(5) พืชที่รายงานพบเป็นครั้งแรกของไทย จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีพันธุ์ไม้ในวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์หลายชนิดที่ไม่มีรายงานว่าพบในประเทศไทยมาก่อน สามารถจำแนกชนิดได้โดยใช้เอกสารพรรณพฤกษชาติของประเทศเพื่อนบ้าน และตรวจเทียบกับตัวอย่างพันธุ์ไม้ในพิพิธภัณฑ์พืชต่างๆ พันธุ์ไม้ดังกล่าว ได้แก่

1. *Dillenia scabrella* (D.Don) Wall. วงศ์ Dilleniaceae (ภาพที่ 4) เคยมีรายงานพบในอินเดีย พม่า และภูมิภาคอินโดจีน อาจพบได้ในเนปาล (Na Songkhla and Chandraprasong, 2001)

2. *Bauhinia ornata* Kurz var. *subumbellata* (Pierre ex Gagnep.) K. & S.S. Larsen วงศ์ Leguminosae–Caesalpinioideae (ภาพที่ 5) พบทางตอนเหนือของลาวและตอนเหนือของเวียดนาม หลังจากได้ตรวจเทียบกับตัวอย่างพันธุ์ไม้ในพิพิธภัณฑ์พืชคิว สหราชอาณาจักร จึงทราบว่าพบเป็นครั้งแรกของไทย (Na Songkhla and Klinratana, 2001)

3. *Magnolia pterocarpa* Roxb. วงศ์ Magnoliaceae (ภาพที่ 9) มีการกระจายพันธุ์ทางแถบหิมาลัย และพบครั้งแรกในประเทศไทยที่อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว จังหวัดอุตรดิตถ์ เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2542 โดยคณะจากสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์

4. *Dendrobium denudans* D. Don วงศ์ Orchidaceae (ภาพที่ 11) มีรายงานว่าเคยพบแต่ในประเทศเพื่อนบ้าน

(6) พืชชนิดใหม่ และที่คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ของโลก (new species)

1. พืชสกุล *Olax* วงศ์ Olacaceae ยังไม่สามารถตรวจสอบชนิดได้ คาดว่าจะเป็นพืชชนิดใหม่ อยู่ในระหว่างการตรวจสอบชนิดกับพันธุ์ไม้ต้นแบบในพิพิธภัณฑ์พืชในต่างประเทศ

2. พืชในวงศ์ Zingiberaceae 2 ชนิด ได้แก่ พืชในสกุล *Curcuma* (ภาพที่ 8) และ *Zingiber* เมื่อทำการตรวจสอบระดับชนิดพบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับ *Curcuma stenochila* Gagnep. และ *Zingiber rubens* Roxb. ตามลำดับ แต่ยังไม่ใช่ชนิดเดียวกัน และพืชสองชนิดนี้ยังมีลักษณะที่ไม่ตรงกับชนิดใดที่เคยมีรายงานพบมาก่อนเลย จึงคาดว่าจะเป็นพืชชนิดใหม่ของโลก

3. *Boeica glandulosa* B.L. Burtt วงศ์ Gesneriaceae ซึ่งเดิมตรวจสอบไว้ว่าเป็นชนิด *B. fulva* C.B. Clarke แต่เมื่อศาสตราจารย์ B.L. Burtt ได้ทำการทบทวนพืชในวงศ์นี้ พบว่าพืช 2 ชนิดนี้ต่างกันตรงที่ชนิดใหม่มีต่อมที่โคนใบจึงได้ตั้งชื่อขึ้นเป็นชนิดใหม่ โดยพบพืชชนิดเดียวกันนี้ที่ดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ (Burtt, 2001)

(7) ข้อมูลใหม่เกี่ยวกับการกระจายพันธุ์ พบพันธุ์ไม้ดอกบางชนิดที่ไม่เคยมีรายงานว่าพบทางภาคเหนือมาก่อน การศึกษาครั้งนี้จึงมีพืชที่พบในถิ่นใหม่ (new locality) เช่น

1. *Capparis assamica* Hook.f. & Thoms พันธุ์ไม้ชนิดนี้พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทยเมื่อไม่นานมานี้ (Chayamarit, 1991) โดยพบที่จังหวัดกาญจนบุรี ในป่าดิบที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800-900 เมตร มีการกระจายพันธุ์อยู่ในบริเวณตอนใต้ของจีน อินเดีย พม่า และลาว จากการศึกษาตัวอย่างในพิพิธภัณฑ์พืชพบว่ามีตัวอย่างพันธุ์ไม้ชนิดนี้เพียงชิ้นเดียวที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้

2. เข็มเถา หรือโมกเขา *Epigynum auritum* (C.K. Schneid) Tsiang & P.T. Li พบเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงใต้และภาคใต้ มีการกระจายพันธุ์ในจีนและคาบสมุทรมลายู ในวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์พบขึ้นริมลำธารในป่าเบญจพรรณชื้นที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 730 เมตร

3. *Congea forbesii* King & Gamble var. *ridleyana* Munir พันธุ์ไม้ชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์อยู่ทางใต้ในบริเวณคาบสมุทรมลายูและสุมาตรา จึงเป็นที่น่าสนใจที่พบพันธุ์ไม้ชนิดนี้ในบริเวณวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ด้วย โดยพบอยู่ริมถนนในป่าเบญจพรรณที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 950 เมตร

จากตัวอย่างพันธุ์ไม้ดอก พบว่ามีบางหมายเลขที่สามารถตรวจหาได้เฉพาะวงศ์ เช่น Arecaceae (Palmae), Barringtoniaceae, Burseraceae, Dracaenaceae, Ochnaceae, Passifloraceae, Rhamnaceae, Violaceae และ Vitaceae แต่ไม่สามารถตรวจสอบระบุชื่อชนิดได้ เนื่องจากยังขาดเอกสารสำหรับค้นคว้าอ้างอิง และตัวอย่างบางหมายเลขไม่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่าพรรณไม้บางชนิดไม่สามารถเก็บตัวอย่างมาศึกษาได้ โดยเฉพาะไม้ต้นซึ่งได้พยายามออกเก็บตัวอย่างทุกช่วงเดือนในเวลา 3 ปี แต่ยังไม่สามารถครอบคลุมช่วงออกดอกของพันธุ์ไม้ทุกชนิด โดยคาดว่าถ้าเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนสมบูรณ์น่าจะพบพรรณไม้ดอกในวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ถึง 700 ชนิด ใน 420 สกุล และ 117 วงศ์

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 140009 ขอขอบคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ ขอขอบคุณหอพรรณไม้ กรมป่าไม้ และพิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร กรมวิชาการเกษตร ที่อำนวยความสะดวกในการตรวจเทียบตัวอย่างพันธุ์ไม้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการสำรวจและเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้

เอกสารอ้างอิง

ก่องกานดา ชยามฤต. 2539. ความก้าวหน้าของการศึกษาพรรณไม้ในเมืองไทย. ใน การประชุมวิชาการทางพฤกษศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรพืชของเชิงเขาหิมาลัย ณ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ และโรงแรมฮอลิเดย์อินน์ เชียงใหม่, 18-19 พฤศจิกายน 2539.

ทวีศักดิ์ บุญเกิด และคณะ. 2530. การเก็บรักษาตัวอย่างพันธุ์ไม้. อรุณอัมรินทร์การพิมพ์ กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย สันติสุข. 2532. พรรณพฤกษชาติของประเทศไทย: อดีต ปัจจุบันและอนาคต. ใน: สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, ศุภชัย หล่อโลหการ (บก.), ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. หน้า 81-90. บริษัทประชาชนจำกัด กรุงเทพฯ.

Boonkerd, T. and R. Pollawatn. 2002. The first record of *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw. ex A. Heller (Dennstaedtiaceae) in Thailand. *Thai Forest Bulletin (Botany)* 30: 72-74.

Bridson, D. and L. Forman (eds.). 1992. The Herbarium Handbook. Royal Botanic Garden, Kew, Whitstable Litho Printers Ltd., England.

Burtt, B.L. 2001. Flora of Thailand: annotated checklist of Gesneriaceae. *Thai Forest Bulletin (Botany)* 29: 81-109.

Chayamarit, K. 1991. Capparaceae. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand. 5(3), pp. 241-271. The Chutima Press, Bangkok.

DeVol, C.E. 1975. Gleicheniaceae. *In* Li et al. (eds.), Flora of Taiwan. Vol. I. 2 nd ed., pp. 89-96. Epoch Publishing, Taipei.

Hennipman, E. and A. Touw. 1966. Report on the Thai-Dutch Botanical Expedition, 1965-1966. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 21(3-4): 269-281.

Koyama, H. and C. Phengklai. 1989. A Report on the Thai-Japanese Botanical Expedition, 1988. *Thai Forest Bulletin (Botany)* 18: 88-93.

Koyama, H. (ed.). 1986. A Preliminary Check List of the Pteridophytes and Dicotyledons of Doi Inthanon. Kyoto University, Japan.

Larsen, K. 1979. Exploration of the flora of Thailand. *In* Larsen, K. and L.B. Holm-Nielsen (eds.), Tropical Botany, pp. 125-133. Academic Press, London.

Larsen, K. and E. Warncke. 1966. Report on the flora of Thailand project-1 expedition. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 21(3-4): 251-262.

Maxwell, J.F. 1989. Botanical notes on the vascular flora of Chiangmai Province, Thailand. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 37(2): 177-185.

Maxwell, J.F. 1994. Botanical notes on the flora of Thailand: 4. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 42: 259-262.

Maxwell, J.F., S. Elliott, P. Palee and V. Anusarnsunthorn. 1995. The vegetation of Doi Khuntan National Park, Lamphun-Lampang Provinces, Thailand. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 43: 185-205.

Na Songkhla, B. and C. Chandraprasong. 2001. *Dillenia scabrella* (D.Don) Wall. (Dilleniaceae), a new record for Thailand. *Thai Forest Bulletin (Botany)* 29: 23-24.

Na Songkhla, B. and P. Klinratana. 2001. *Bauhinia ornata* Kurz var. *subumbellata* (Pierre ex Gagnep.) K. & S.S. Larsen (Leguminosae-Caesalpinioideae), a new record for Thailand. *Thai Forest Bulletin (Botany)* 29: 29-31.

Rachata, P. and T. Boonkerd. 2001. *Selaginella ciliaris* (Retz.) Spring (Selaginellaceae), a new record for Thailand. *Thai Forest Bulletin (Botany)* 29: 38-39.

Robbins, R.G. and T. Smitinand. 1966. A botanical ascent of Doi Inthanon. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 21: 205-227.

Sawyer, J.O. and C. Chermsirivattana. 1969. Flora of Doi Suthep, Doi Pui Chiengmai, North Thailand. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 23: 99-132.

Seidenfaden, G. 1964. Report on the fourth Thai-Danish Botanical Expedition. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 20(4): 227-234.

Shimizu, T., N. Kitagawa, H. Koyama, T. Santisuk, H. Toyokuni and T. Yahara. 1980. A report on the Thai-Japanese Botanical Expedition, 1979. *Thai Forest Bulletin (Botany)* 13: 47-60.

Smitinand, T. 1966. The vegetation of Doi Chiengdao, a limestone massive in Chiengmai, North Thailand. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 21(1-2): 93-128.

Smitinand, T. 1977. Vegetation and ground cover of Thailand. Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1979-1989. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand. 3 (1-4). Bangkok.

ภาคผนวก 1. รายชื่อพืชที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงที่พบในวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
	Pteridophytes		
	Class Lycopsida		
	Order Lycopodiales		
	Lycopodiaceae		
1	*Lycopodium cernuum* L.	T	D
2	*Lycopodium hamiltonii* Spreng.	E	H
	Order Selaginellales		
	Selaginellaceae		
3	*Selaginella amblyphylla* Alston	T	M
4	*Selaginella ciliaris* (Retz.) Spring	T	M
5	*Selaginella delicatula* (Desv.) Alston	T	H
6	*Selaginella helferi* Warb.	T	D, H
7	*Selaginella inaequalifolia* (Hook. & Grev.) Spring	T	M
8	*Selaginella involvens* (Sw.) Spring	E	H
9	*Selaginella kurzii* Baker	T	D, H
10	*Selaginella lindhardii* Hieron.	T	M, H
11	*Selaginella minutifolia* Spring	T	M, D
12	*Selaginella monospora* Spring	T	M
13	*Selaginella pennata* (D.Don) Spring	T	D, H
14	*Selaginella tenuifolia* Spring	T	M
15	*Selaginella wallichii* (Hook. & Grev.) Spring	T	M
	Class Sphenopsida		
	Order Equisetales		
	Equisetaceae		
16	*Equisetum debile* Roxb. ex Vaucher	T	M
	Class Filicopsida		
	Order Marattiales		
	Marattiaceae		
17	*Angiopteris evecta* (G.Forst.) Hoffm.	T	M
	Order Ophioglossales		
	Ophioglossaceae		
18	*Botrychium lanuginosum* Wall. ex Hook. & Grev.	T	H
19	*Ophioglossum petiolatum* Hook.	T	M
	Order Filicales		
	Aspleniaceae		
20	*Asplenium macrophyllum* Sw.	L	M
21	*Asplenium nidus* L.	E	M, D, H
22	*Asplenium obscurum* Blume	L	M
23	*Asplenium perakense* C.G.Matthew & H.Christ	T	H
24	*Asplenium unilaterale* Lam.	L	M
25	*Asplenium yoshinagae* Makino	T	H
	Athyriaceae		
26	*Athyrium dissitifolium* (Baker) C.Chr.	T	H
27	*Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.	T	M
28	*Diplazium leptophyllum* Baker ex H.Christ	T	M
29	*Diplazium muricatum* (Mett.) Alderw.	T	M
30	*Diplazium petri* Tardieu	T	M
31	*Diplazium polypodioides* Blume	T	M
32	*Diplazium siamense* C.Chr.	T	M
33	*Diplazium simplicivenium* Holttum	T	H
34	*Kuniwatsukia cuspidatum* (Bedd.) Pic.Serm.	T	H
	Blechnaceae		
35	*Blechnum orientale* L.	T	D
36	*Brainea insignis* (Hook.) J. Sm.	T	D, H
37	*Woodwardia cochinchinensis* Ching	T	H
	Cyatheaceae		
38	*Cyathea gigantea* (Wall. ex Hook.) Holttum	T	M
	Davalliaceae		
39	*Araiostegia pseudocystopteris* (Kunze) Copel.	E	H
40	*Araiostegia pulchra* (D.Don) Copel.	E	H
41	*Davallia trichomanoides* Blume var. *lorrainii* (Hance) Holttum	E	H
42	*Davallia trichomanoides* Blume var. *trichomanoides*	E	H
43	*Humata repens* (L.f.) Diels	E	D, H
44	*Leucostegia immersa* (Wall. ex Hook.) C.Presl	E	H
	Dennstaedtiaceae		
45	*Hypolepis punctata* (Thunb.) Mett. ex Kuhn	T	H
46	*Microlepia calvescens* (Wall. ex Hook.) C.Presl	T	H
47	*Microlepia speluncae* (L.) Moore	T	M, D, H
48	*Microlepia strigosa* (Thunb.) C.Presl	T	H
49	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw. ex A.Heller	T	H
50	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *wightianum* (J.Agardh) R.M.Tryon	T	M, D, H
51	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *yarrabense* Domin	T	D, H
	Dicksoniaceae		
52	*Cibotium barometz* (L.) J.Sm.	T	M, D, H
	Dryopteridaceae		
53	*Arachniodes henryi* (H.Christ) Ching	T	D, H
54	*Dryopteris cochleata* (D.Don.) C.Chr.	T	D, H
55	*Polystichum attenuatum* Tagawa & K.Iwats.	T	M
56	*Pteridrys cnemidaria* (H.Christ) C. Chr. & Ching	T	M
57	*Tectaria angulata* (Willd.) C.Chr.	T	M
58	*Tectaria fauriei* Tagawa	T	M
59	*Tectaria fuscipes* (Wall. ex Bedd.) C. Chr.	T	M
60	*Tectaria impressa* (Fee) Holttum	T	M, D
61	*Tectaria polymorpha* (Wall.ex Hook.) Copel.	T	M, D, H
	Gleicheniaceae		
62	*Dicranopteris curranii* Copel.	T	D
63	*Dicranopteris linearis* (Burm.f.) Underw. var. *linearis*	T	D, H
64	*Dicranopteris linearis* (Burm.f.) Underw. var. *montana* Holttum	T	D
	Hymenophyllaceae		
65	*Hymenophyllum acanthoides* (Bosch) Rosenst.	L	M
66	*Hymenophyllum exsertum* Wall. ex Hook.	E	H
67	*Hymenophyllum polyanthos* (Sw.) Sw.	E	H
68	*Trichomanes bimarginatum* Bosch	L	M

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
	Lindsaeaceae		
69	*Lindsaea ensifolia* Sw.	T	M, D, H
70	*Sphenomeris chinensis* (L.) Maxon	T	D
	Lomariopsidaceae		
71	*Bolbitis appendiculata* (Willd.) K. Iwats.	L	M
72	*Bolbitis heteroclita* (C.Presl) Ching ex C.Chr.	T	M
73	*Bolbitis sinensis* (Baker) K.Iwats. var. *costulata* (Hook.) Tagawa & K.Iwats.	T	M
74	*Bolbitis virens* (Hook. & Grev.) Schott var. *virens*	T	M
75	*Elaphoglossum stelligerum* (Wall. ex Baker) Moore ex Alston & Bonner	E	H
76	*Elaphoglossum yoshinagae* (Yatabe) Makino	E	H
77	*Lomagramma grossoserrata* Holttum	T, L	M
	Oleandraceae		
78	*Nephrolepis delicatula* (Decne.) Pic.Serm.	E	H
79	*Nephrolepis falcata* (Cav.) C.Chr.	L	M
80	*Oleandra undulata* (Willd.) Ching	T	D, H
	Parkeriaceae		
81	*Adiantum caudatum* L.	T	D
82	*Adiantum philippense* L.	T	M, D, H
83	*Cheilanthes belangeri* (Bory) C.Chr.	T	D
84	*Cheilanthes tenuifolia* (Burm.f.) Sw.	T	D
85	*Pityrogramma calomelanos* (L.) Link	T	D
	Polypodiaceae		
86	*Aglaomorpha coronans* (Wall. ex Mett.) Copel.	E	M, D, H
87	*Arthromeris amplexifolia* (H.Christ.) Ching	E	H
88	*Belvisia henryi* (C.Chr.) Raymond	E	M, H
89	*Belvisia mucronata* (Fee) Copel.	E	M, D
90	*Colysis pothifolia* (D.Don) C.Presl	T	M
91	*Crypsinus cruciformis* (Ching) Tagawa	E	H
92	*Crypsinus oxylobus* (Wall. ex Kunze) Sledge	E	H
93	*Drynaria bonii* H. Christ	E, L	M
94	*Drynaria parishii* (Bedd.) Bedd.	E	M, D, H
95	*Drynaria propinqua* (Wall. ex Mett.) J.Sm. ex Bedd.	E	H
96	*Drynaria rigidula* (Sw.) Bedd.	E	H
97	*Lemmaphyllum carnosum* (J.Sm. ex Hook.) C.Presl	E	M
98	*Lepisorus contortus* (A.Christ.) Ching	E	H
99	*Lepisorus heterolepis* (Rosenst.) Ching	E	H
100	*Lepisorus nudus* (Hook.) Ching	E	H
101	*Lepisorus scolopendrium* (Buch.-Ham. ex D.Don) Tagawa	E	H
102	*Lepisorus subconfluens* Ching	E	H
103	*Lepisorus suboligolepidus* Ching	E	H
104	*Leptochilus decurrens* Blume	T	M
105	*Loxogramme chinensis* Ching	E	H
106	*Loxogramme involuta* (D.Don) C.Presl	E	H
107	*Microsorum cuspidatum* (D.Don) Tagawa	T	M
108	*Microsorum membranaceum* (D.Don) Ching	E	H
109	*Microsorum pteropus* (Blume) Copel.	L	M
110	*Microsorum punctatum* (L.) Copel.	E	M, D
111	*Microsorum rubidum* (Kunze) Copel.	T	M
112	*Microsorum zippelii* (Blume) Ching	E	M
113	*Platycerium holttumii* de Jonch. & Hennipman	E	M, D
114	*Platycerium wallichii* Hook.	E	D, H
115	*Polypodium amoenum* (J. Sm. ex Hook. et Grev.) Mett.	E	H
116	*Polypodium argutum* (J. Sm. ex Hook. et Grev.) Hook.	E	H
117	*Pyrrosia adnascens* (Sw.) Ching	E	D
118	*Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farw. var. *heteractis* Hovenkamp	E	H
119	*Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farw. var. *lingua*	E	D, H
120	*Pyrrosia mannii* (Giesenh.) Ching	E	H
121	*Pyrrosia mollis* (Kunze) Ching	E	D
122	*Pyrrosia nuda* (Giesenh.) Ching	E	D
123	*Pyrrosia stigmosa* (Sw.) Ching	E	M, D, H
124	*Pyrrosia tonkinensis* (Giesenh.) Ching	E	H
125	*Pyrrosia varia* (Kaulf.) Farw.	L	M
	Pteridaceae		
126	*Pteris aspericaulis* Wall. ex J.Agardh	T	H
127	*Pteris asperula* J.Sm. ex Hieron.	T	M
128	*Pteris biaurita* L.	T	M, D
129	*Pteris linearis* Poir.	T	H
130	*Pteris longipes* D.Don	T	M
131	*Pteris tripartita* Sw.	T	H
132	*Pteris venusta* Kunze	T	D, H
133	*Pteris vittata* L.	T	M
134	*Pteris wallichiana* J.Agardh	T	M, D
	Schizaeaceae		
135	*Lygodium flexuosum* (L.) Sw.	T	M, D, H
136	*Lygodium polystachyum* Wall. ex Moore	T	M, D, H
137	*Lygodium salicifolium* C. Presl	T	M, D, H
	Thelypteridaceae		
138	*Thelypteris arida* (D.Don) C.V.Morton	T	M
139	*Thelypteris aspera* (C.Presl) K.Iwats.	T	M, D
140	*Thelypteris crinipes* (Hook.) K.Iwats.	T	M
141	*Thelypteris dentata* (Forssk.) E.P.St.John	T	M
142	*Thelypteris glandulosa* (Blume) Tagawa & K.Iwats.	T	M
143	*Thelypteris hirtisora* (C.Chr.) K.Iwats.	T	D, H
144	*Thelypteris lakhimpurensis* (Rosenst.) K.Iwats.	T	M, D, H
145	*Thelypteris nudata* (Roxb.) C.V.Morton	T	M, D
146	*Thelypteris ornata* (Wall. ex Bedd.) Ching	T	M
147	*Thelypteris papilio* (C.Hope) K.Iwats.	T	M
148	*Thelypteris parasitica* (L.) Fosberg	T	D
149	*Thelypteris siamensis* Tagawa & K.Iwats.	T	H
150	*Thelypteris subelata* (Baker) K.Iwats.	T	M, D
151	*Thelypteris terminans* (Hook.) Tagawa & K.Iwats.	T	M, D, H

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
152	*Thelypteris torresiana* (Gaudich.) Alston	T	M
153	*Thelypteris truncata* (Poir.) K.Iwats.	T	M
	Vittariaceae		
154	*Antrophyum callifolium* Blume	E	M, D
155	*Vittaria angustifolia* Blume	E	H
156	*Vittaria sikkimensis* Kuhn	E	H
	Gymnosperms		
	Cycadaceae		
157	*Cycas* sp.	T	H
	Gnetaceae		
158	*Gnetum montanum* Markgr.	E	M
	Pinaceae		
159	*Pinus kesiya* Royle ex Gordon	T	H
	Angiosperms		
	Dicots		
	Acanthaceae		
160	*Andrographis laxiflora* (Blume) Lindau	T	H
161	*Barleria siamensis* Craib	T	D
162	*Eranthemum tetragonum* Nees	T	D, M
163	*Justicia procumbens* L.	T	D
164	*Justicia quadrifaria* (Nees) T. Anderson	T	H
165	*Lepidagathis incurva* D.Don	T	D
166	*Phaulopsis dorsiflora* (Retz.) Santapau	T	D
167	*Phlogacanthus curviflorus* Nees	T	M
168	*Pseuderanthemum acuminatissimum* (Miq.) Radlk.	T	M
169	*Pseuderanthemum crenulatum* (Lindl.) Radlk.	T	H
170	*Pseuderanthemum parishii* (T. Anderson) Lindau	T	D
171	*Rungia pectinata* (L.) Nees	T	D
172	*Sericocalyx quadrifarius* (Wall. ex Nees) Bremek.	T	H
173	*Sericocalyx schomburgkii* (Craib) Bremek.	T	D
174	*Staurogyne glauca* (Nees) Kuntze	T	D
175	*Strobilanthes pentastemonoides* (Nees) T. Anderson	T	D, H
176	*Thunbergia coccinea* Wall.	T	H
177	*Thunbergia fragrans* Roxb. var. *fragrans*	T	H
178	*Thunbergia grandiflora* (Roxb. ex Rottler) Roxb.	T	D
179	*Thunbergia hossei* C.B.Clarke	T	M
	Alangiaceae		
180	*Alangium barbatum* (R.Br.) Baill. var. *decipiens* (Evrard) Bloemb.	T	M
181	*Alangium chinense* (Lour.) Harms.	T	D
	Amaranthaceae		
182	*Aerva sanguinolenta* (L.) Blume	T	D
183	*Amaranthus spinosus* L.	T	D
184	*Celosia argentea* L.	T	D
185	*Cyathula prostrata* (L.) Blume	T	M
186	*Deeringia amaranthoides* (Lam.) Merr.	T	M
	Anacardiaceae		
187	*Dracontomelon dao* (Blanco) Merr. & Rolfe	T	M

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
	Annonaceae		
188	*Dasymaschalon sootepense* Craib	T	M
189	*Fissistigma* sp.	T	M
190	*Goniothalamus griffithii* Hook. f. & Thomson	T	M
191	*Goniothalamus laoticus* (Finet & Gagnep.) Ban	T	D
192	*Miliusa thorelii* Finet & Gagnep.	T	M
193	*Mitrephora maingayi* Hook.f. & Thomson	T	M
194	*Mitrephora* sp. I	T	H
195	*Mitrephora* sp. II	T	M
196	*Orophea brandisii* Hook. f. & Thomson	T	M
197	*Orophea polycarpa* A.DC.	T	M
198	*Pseuduvaria rugosa* (Blume) Merr.	T	M
199	*Pseuduvaria* sp.	T	M
	Apiaceae (Umbelliferae)		
200	*Centella asiatica* (L.) Urb.	T	M
201	*Eryngium foetidum* L.	T	D
202	*Hydrocotyle javanica* Ponten ex Thunb.	T	M
203	*Hydrocotyle siamica* Craib	T	H
204	*Oenanthe javanica* (Blume) DC.	T	H
	Apocynaceae		
205	*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.	T	D, M
206	*Amalocalyx microlobus* Pierre ex Spire	T	D, M
207	*Chonemorpha griffithii* Hook.f.	T	H
208	*Epigynum auritum* (C.K.Schneid.) Tsiang & P.T.Li	T	M
209	*Holarrhena pubescens* Wall. ex G.Don	T	M
210	*Parameria laevigata* (Juss.) Moldenke	T	M
211	*Rauvolfia verticillata* (Lour.) Baill.	T	M, H
212	*Tabernaemontana peduncularis* Wall.	T	M, H
213	*Trachelospermum lucidum* (D.Don) K.Schum.	T	H
214	*Wrightia arborea* (Dennst.) Mabb.	T	M
215	*Wrightia pubescens* R.Br.	T	M
	Araliaceae		
216	*Aralia montana* Blume	T	D
217	*Brassaiopsis glomerulata* (Blume) Regel	T	M
218	*Heteropanax fragrans* (Roxb. ex DC.) Seem.	T	M
219	*Macropanax concinnus* Miq.	T	M
220	*Macropanax dispermus* (Blume) Kuntze	T	M
	Aristolochiaceae		
221	*Aristolochia kerrii* Craib	T	M
222	*Aristolochia pierrei* Lecomte	T	M
223	*Aristolochia tagala* Cham.	T	M
	Asclepiadaceae		
224	*Ceropegia siamensis* Kerr	T	D, M
225	*Cynanchum corymbosum* Wight	T	M
226	*Heterostemma* sp.	T	M
227	*Hoya lobbii* Hook.f	E	H
228	*Hoya parasitica* Wall.	E	D, M, H

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
	Asteraceae (Compositae)		
229	*Adenostemma lavenia* (L.) Kuntze	T	D
230	*Anaphalis margaritacea* (L.) Benth.	T	H
231	*Blumea balsamifera* (L.) DC.	T	H
232	*Blumea laciniata* (Roxb.) DC.	T	H
233	*Blumea mambranacea* DC.	T	D, H
234	*Blumea napifolia* DC.	T	D
235	*Blumea sessiliflora* Decne.	T	D
236	*Blumea virens* DC.	T	D
237	*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S.Moore	T	H
238	*Dichrocephala integrifolia* (L.f.) Kuntze	T	H
239	*Elephantopus scaber* L.	T	H
240	*Kalimeris indica* (L.) Sch.Bip	T	D, H
241	*Vernonia cinerea* (L.) Less.	T	D, M, H
242	*Vernonia divergens* (DC.) Edgew.	T	H
243	*Vernonia kingii* C.B.Clarke	T	D, H
244	*Vernonia volkameriifolia* Wall. ex DC.	T	H
	Balanophoraceae		
245	*Balanophora abbreviata* Blume	P	M
	Balsaminaceae		
246	*Impatiens claviger* Hook.f.	T	M
247	*Impatiens garrettii* Craib	T	M, H
	Begoniaceae		
248	*Begonia inflata* C.B.Clarke	T	M
249	*Begonia laciniata* Roxb.	T	H
	Bignoniaceae		
250	*Fernandoa adenophylla* (Wall. ex G.Don) Steenis	T	M
251	*Markhamia stipulata* (Wall.) Seem. ex K.Schum. var. *kerrii* Sprague	T	M, H
252	*Nyctocalos brunfelsiiflora* Teijsm. & Binn.	T	M
253	*Radermachera ignea* (Kurz) Steenis	T	M
254	*Stereospermum colais* (Buch.-Ham. ex Dillwyn) Mabb.	T	D, M
255	*Stereospermum fimbriatum* (Wall. ex G.Don) DC.	T	D, M
	Boraginaceae		
256	*Cordia globifera* W.W.Sm.	T	M
257	*Cynoglossum lanceolatum* Forssk.	T	D, M
258	*Tournefortia intonsa* Kerr	T	D, M
	Buddlejaceae		
259	*Buddleja asiatica* Lour.	T	H
	Campanulaceae		
260	*Codonopsis celebica* (Blume) Thuan	T	M
261	*Codonopsis javanica* (Blume) Hook.f.	T	D
262	*Lobelia angulata* G.Forst.	T	M
263	*Lobelia heyneana* Roem. & Schult.	T	H
264	*Lobelia nicotianifolia* Roth	T	D
	Capparidaceae		
265	*Capparis assamica* Hook.f. & Thomson	T	M
266	*Stixis sauveolens* (Roxb.) Pierre	T	D, M
	Caprifoliaceae		
267	*Carlemannia tetragona* Hook.f.	T	M
268	*Sambucus javanica* Reinw.	T	H
	Cardiopteridaceae		
269	*Cardiopteris quinqueloba* Hassk.	T	D

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
	Caryophyllaceae		
270	*Drymaria diandra* Blume	T	M
	Celastraceae		
271	*Euonymus colonoides* Craib	T	M
272	*Salacia macrophylla* Blume	T	M
	Clusiaceae (Guttiferae)		
273	*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume	T	H
274	*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer ssp. *pruniflorum* (Kurz) Gogelin	T	M
275	*Garcinia merguensis* Wight	T	M
276	*Garcinia* sp.	T	M
	Combretaceae		
277	*Anogeissus acuminata* (Roxb. ex DC.) Guill. et Perr. var. *lanceolata* C.B.Clarke	T	D, H
278	*Quisqualis indica* L.	T	D
279	*Terminalia glaucifolia* Craib	T	D
280	*Terminalia myriocarpa* Van Heurck. & Muell.Arg. var. *hirsuta* Craib	T	D
	Connaraceae		
281	*Connarus semidecandrus* Jack.	T	M
282	*Rourea minor* (Gaertn.) Leenh.	T	H
	Convolvulaceae		
283	*Argyreia capitiformis* (Poir.) Ooststr.	T	H
284	*Argyreia splendense* Sweet	T	M
285	*Cuscuta reflexa* Roxb.	P	H
286	*Ipomoea alba* L.	T	M
287	*Ipomoea hederifolia* L.	T	H
288	*Ipomoea soluta* Kerr	T	M
289	*Merremia kingii* (Prain) Kerr	T	D, M
290	*Merremia vitifolia* (Burm.f.) Hallier f.	T	D, M
291	*Porana racemosa* Roxb.	T	D, M, H
292	*Porana spectabilis* Kurz	T	D, M
	Cucurbitaceae		
293	*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino	T	D
294	*Mukia maderaspatana* (L.) M.Roem.	T	D, H
295	*Thladiantha hookeri* C.B.Clarke	T	M
296	*Trichosanthes ovigera* Blume	T	D
	Dilleniaceae		
297	*Dillenia indica* L.	T	M
298	*Dillenia obovata* (Blume) Hoogland	T	D
299	*Dillenia scabrella* (D.Don) Roxb. ex Wall.	T	D, M, H
	Dipterocarpaceae		
300	*Dipterocarpus turbinatus* Gaertn.	T	M
301	*Shorea roxburghii* G.Don	T	D, M
	Ebenaceae		
302	*Diospyros glandulosa* Lace	T	H
303	*Diospyros kerrii* Craib	T	M
304	*Diospyros martabanica* Clarke	T	M
	Elaeocarpaceae		
305	*Elaeocarpus floribundus* Blume	T	H
306	*Elaeocarpus lanceifolius* Roxb.	T	H
307	*Sloanea tomentosa* (Benth.) Rehder & E.H.Wilson	T	M
	Ericaceae		
308	*Agapetes variegata* (Roxb.) D.Don ex G.Don	E	H

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
309	*Vaccinium sprengelii* Sleumer	T	D, H
	Euphorbiaceae		
310	*Acalypha kerrii* Craib	T	D, M
311	*Antidesma montanum* Blume	T	D, M
312	*Aporosa planchoniana* Baill. ex Muell.Arg.	T	H
313	*Aporosa wallichii* Hook.f.	T	D, M
314	*Baccaurea ramiflora* Lour.	T	H
315	*Baliospermum micranthum* Muell.Arg.	T	D
316	*Bischofia javanica* Blume	T	M
317	*Breynia angustifolia* Hook.f.	T	D, M, H
318	*Bridelia glauca* Blume	T	H
319	*Cleidion speciflorum* (Burm.f.) Merr.	T	M
320	*Croton roxburghii* N.P.Balakr.	T	M, H
321	*Euphorbia hirta* L.	T	D, M
322	*Glochidion assamicum* (Muell. Arg.) Hook.f.	T	M
323	*Glochidion eriocarpum* Champ.	T	M
324	*Glochidion oblatum* Hook.f.	T	M, H
325	*Glochidion sphaerogynum* (Muell.Arg.) Kurz	T	M, H
326	*Homonoia riparia* Lour.	T	M
327	*Macaranga denticulata* (Blume) Muell.Arg.	T	M
328	*Macaranga gigantea* (Rchb. & Zoll.) Muell.Arg.	T	M
329	*Mallotus peltalus* (Geisel.) Muell.Arg.	T	M
330	*Mallotus philippensis* (Lam.) Muell.Arg.	T	H
331	*Phyllanthus urinaria* L.	T	D
332	*Trigonostemon thyrsoideus* Stapf	T	M
333	*Vernicia montana* Lour.	T	M
	Fagaceae		
334	*Castanopsis cerebrina* (Hickel et A.Camus) Barnett	T	D
335	*Castanopsis diversifolia* (Kurz) King ex Hook.f.	T	H
336	*Castanopsis tribuloides* (Sm.) A.DC.	T	H
337	*Lithocarpus trachycarpus* (Hickel et A.Camus) A.Camus	T	H
338	*Lithocarpus truncatus* (King ex Hook.f.) Rehder & E.H.Wilson	T	H
339	*Quercus brandisiana* Kurz	T	H
	Flacourtiaceae		
340	*Flacourtia jangomas* (Lour.) Raeusch.	T	H
	Gentianaceae		
341	*Gentiana hesseliana* Hosseus	T	H
	Gesneriaceae		
342	*Aeschynanthus hildebrandii* Hemsl.	E	H
343	*Aeschynanthus marmoratus* T.Moore	E	M
344	*Boeica glandulosa* B.L.Burtt	T	M
345	*Lysionotus serratus* D.Don	E	H
346	*Petrocosmea kerrii* Craib	L	M
347	*Rhynchoglossum obliquum* Blume	T	M
348	*Rhynchotechum ellipticum* (Wall. ex D.Dietr.) A.DC.	T	M
349	*Stauranthera grandiflora* Benth.	T	M
	Hydrangeaceae		
350	*Dichroa febrifuga* Lour.	T	H

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
	Icacinaceae		
351	*Pittosporopsis kerrii* Craib	T	M
	Juglandaceae		
352	*Engelhardia spicata* Blume	T	M
	Lamiaceae (Labiatae)		
353	*Ajuga macrosperma* Wall. ex Benth.	T	D
354	*Anisochilus pallidus* Wall. ex Benth.	T	H
355	*Anisomeles indica* (L.) Kuntze	T	H
356	*Callicarpa arborea* Roxb.	T	H
357	*Callicarpa rubella* Lindl. var. *rubella*	T	D, M, H
358	*Clerodendrum colebrookianum* Walp.	T	D, M
359	*Clerodendrum garrettianum* Craib	T	D, M
360	*Clerodendrum kaempferi* (Jacq.) Siebold ex Steud.	T	M
361	*Clerodendrum lasiocephalum* C.B.Clarke	T	M, H
362	*Clerodendrum serratum* (L.) Moon var. *serratum*	T	D, M, H
363	*Clerodendrum wallichii* Merr.	T	D, M
364	*Colquhounia elegans* Wall. ex Benth.	T	H
365	*Elsholtzia blanda* (Benth.) Benth.	T	H
366	*Elsholtzia winitiana* Craib	T	H
367	*Gmelina arborea* Roxb.	T	D
368	*Gomphostemma chinense* Oliver.	T	D
369	*Gomphostemma oblongum* Wall. ex Benth.	T	D
370	*Gomphostemma parviflorum* Wall. ex Benth.	T	D
371	*Gomphostemma phlomoides* Wall. ex Benth.	T	H
372	*Gomphostemma strobilinum* Wall. ex Benth.	T	H
373	*Isodon hispidus* (Benth.) Murata	T	H
374	*Isodon lophanthoides* (Buch.-Ham. ex D.Don) H.Hara	T	D, H
375	*Isodon ternifolius* (D.Don) Kudo	T	H
376	*Leucas mollissima* Wall. ex Benth.	T	H
377	*Perilla frutescens* (L.) Britton	T	H
378	*Pogostemon heyneanus* Benth.	T	H
379	*Pogostemon parviflorus* Benth.	T	D, H
380	*Premna scandens* Roxb.	T	M
381	*Vitex limonifolia* Wall.	T	D, M
382	*Vitex quinata* (Lour.) F.N.Williams	T	M
	Lauraceae		
383	*Actinodaphne henryi* Gamble	T	D
384	*Aleseodaphane* sp. I	T	H
385	*Aleseodaphane* sp. II	T	D
386	*Dehaasia* sp.	T	H
387	*Litsea albicans* Kurz	T	M
388	*Litsea beusekomii* Kosterm.	T	M
389	*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.	T	H
390	*Litsea glutinosa* (Lour.) C.B.Rob.	T	M
391	*Litsea lancifolia* Hook.f.	T	M
392	*Litsea monopetala* (Roxb.) Pers.	T	M
393	*Phoebe cathia* (D.Don) Kosterm.	T	H
394	*Phoebe lanceolata* (Nees) Nees	T	H
	Leeaceae		
395	*Leea aequata* L.	T	M
396	*Leea indica* (Burm.f.) Merr.	T	M

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
	Leguminosae – Caesalpinioideae		
397	*Bauhinia ornata* Kurz var. *subumbellata* (Pierre ex Gagnep.) K. & S.S. Larsen	T	M
398	*Bauhinia variegata* L.	T	D
399	*Caesalpinia cucullata* Roxb.	T	D
400	*Caesalpinia hymenocarpa* (Prain) Hattink	T	H
401	*Cassia tora* L.	T	D
	Leguminosae - Mimosoideae		
402	*Acacia concinna* (Willd.) DC.	T	M
403	*Acacia megaladena* Desv. var. *indo-chinensis* Nielsen	T	M, H
404	*Albizia chinensis* (Osbeck) Merr.	T	M
405	*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.	T	D, M
406	*Archidendron clypearia* (Jack) Nielsen var. *clypearia*	T	H
407	*Archidendron lucidum* (Benth.) Nielsen	T	H
408	*Entada rheedii* Spreng.	T	M
409	*Parkia leiophylla* Kurz	T	D
	Leguminosae - Papilionoideae		
410	*Abrus fruticulosus* Wall. ex Wight et Arn.	T	D
411	*Cajanus goensis* Dalzell	T	D
412	*Campylotropis parviflora* (Kurz) Schindl.	T	H
413	*Clitoria mariana* L.	T	D, M, H
414	*Crotalaria assamica* Benth.	T	D
415	*Crotalaria bracteata* Roxb.	T	D
416	*Crotalaria retusa* L.	T	H
417	*Dalbergia rimosa* Roxb.	T	D, M
418	*Dalbergia volubilis* Roxb.	T	D, M, H
419	*Desmodium heterocarpon* (L.) DC.	T	M
420	*Desmodium triflorum* (L.) DC.	T	D
421	*Dunbaria podocarpa* Kurz	T	D
422	*Erythrina stricta* Roxb.	T	H
423	*Erythrina subumbrans* (Hassk.) Merr.	T	M
424	*Flemingia ferruginea* Craib	T	H
425	*Indigofera sootepensis* Craib	T	H
426	*Mucuna pruriens* (L.) DC.	T	M
427	*Pueraria alopecuroides* Craib	T	D, M
428	*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi var. *thomsonii* (Benth.) Maesen	T	D, M
429	*Pueraria montana* (Lour.) Merr. var. *montana*	T	D, M
430	*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.	T	D, M
431	*Tadehagi triquetrum* H.Ohashi	T	D, M
432	*Uraria picta* Desv.	T	D
	Loganiaceae		
433	*Gelsemium elegans* (Gardner & Champ.) Benth.	T	H
434	*Mitreola petiolata* (J.F.Gmel.) Torr. & A.Gray	T	M
	Loranthaceae		
435	*Helixanthera parasitica* Lour.	P	H
436	*Macrosolen cochinchinensis* (Lour.) Tiegh.	P	H
	Lythraceae		
437	*Lagerstroemia balansae* Koehne	T	D
438	*Lagerstroemia calyculata* Kurz	T	H
439	*Lagerstroemia tomentosa* C.Presl	T	D, M

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
	Magnoliaceae		
440	*Magnolia pterocarpa* Roxb.	T	D, M
441	*Michelia bailonii* (Pierre) Finet & Gagnep.	T	H
442	*Michelia floribunda* Finet & Gagnep.	T	H
443	*Michelia rajaniana* Craib	T	H
	Malvaceae		
444	*Abelmoschus manihot* (L.) Medik. ssp. *tetraphyllus* (Roxb. ex Hornem.) Borss.Waalk.	T	H
445	*Abelmoscus moschatus* Medik. ssp. *moschatus*	T	D
446	*Cenocentrum tonkinense* Gagnep.	T	D, M
447	*Hibiscus surattensis* L.	T	D
448	*Kydia calycina* Roxb.	T	H
449	*Sida rhombifolia* L. ssp. *rhombifolia*	T	D, H
450	*Thespesia lampas* (Cav.) Dalzell & A.Gibson var. *lampas*	T	D
451	*Urena lobata* L. var. *lobata*	T	D
	Melastomataceae		
452	*Melastoma malabathricum* L.	T	D, M
453	*Osbeckia stellata* Buch.-Ham. ex Ker Gawl. var. *crinata* (Benth. ex Naud.) C. Hansen	T	H
454	*Sonerila kerrii* Craib et Stapf	T	H
455	*Sonerila tenera* Royle	T	H
	Meliaceae		
456	*Aglaia lawii* (Wight) Saldanha ex Ramamoorthy	T	D
457	*Chisocheton cumingianus* (C.DC.) Harms ssp. *balansae* (C.DC.) Mabb.	T	M
458	*Dysoxylum cyrtobotryum* Miq.	T	M
459	*Dysoxylum excelsum* Blume	T	M
460	*Toona ciliata* M.Roem.	T	M
	Menispermaceae		
461	*Tinospora sinensis* (Lour.) Merr.	T	D, M
	Moraceae		
462	*Broussonetia papyrifera* L'Her. ex Vent.	T	D
463	*Ficus altissima* Blume	T	H
464	*Ficus auriculata* Lour.	T	M
465	*Ficus benjamina* L.	T	M
466	*Ficus fistulosa* Reinw. ex Blume	T	M
467	*Ficus glaberrima* Blume	T	M
468	*Ficus heteroplura* Blume	T	H
469	*Ficus hirta* Vahl	T	M
470	*Ficus hispida* L.f.	T	M
471	*Ficus montana* Burm.f.	T	D
472	*Ficus oligodon* Miq.	T	D
473	*Ficus racemosa* L.	T	M
474	*Ficus semicordata* Buch.-Ham. ex Sm.	T	M
475	*Maclura fruticosa* (Roxb.) Corner	T	M
476	*Morus macroura* Miq.	T	D
	Myricaceae		
477	*Myrica esculenta* Buch.-Ham.	T	H
	Myristicaceae		
478	*Horsfieldia glabra* (Blume) Warb.	T	M
479	*Knema tenuinervia* W.J.de Wilde ssp. *setosa* W.J.de Willde	T	M
	Myrsinaceae		
480	*Ardisia colorata* Roxb.	T	M

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
481	*Ardisia symplocifolia* (C.Chen) K.Larsen & C.M.Hu	T	M
482	*Ardisia virens* Kurz	T	H
483	*Embilia ribes* Burm.f.	T	H
484	*Maesa montana* A.DC.	T	H
485	*Maesa permollis* Kurz	T	H
486	*Maesa ramentocea* (Roxb.) A.DC.	T	M
	Myrtaceae		
487	*Decaspermum parviflorum* (Lam.) A.J.Scott ssp. *parviflorum*	T	H
488	*Syzygium balsameum* (Wight) Walp.	T	M
489	*Syzygium claviflorum* (Roxb.) A.M.Cowan & Cowan	T	M, H
490	*Syzygium megacarpum* (Craib) Rathakr. & N.C.Nair	T	M
491	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) P.G.Wilson & J.T.Waterh. var. *rufescens* (Hance) J.Parn. & E.Nic Lughadha	T	H
	Nyssaceae		
492	*Nyssa javanica* (Blume) Wargerin	T	H
	Olacaceae		
493	*Olax* sp.	T	M
	Oleaceae		
494	*Chionanthus ramiflorus* Roxb.	T	M
495	*Jasminum coarctatum* Roxb. var. *vanprukii* (Craib) P.S.Green	T	M
496	*Jasminum nervosum* Lour.	T	H
497	*Jasminum subglandulosum* Kurz	T	M
	Orobanchaceae		
498	*Aeginetia indica* Roxb.	T	D, H
	Oxalidaceae		
499	*Oxalis corniculata* L.	T	D, H
	Piperaceae		
500	*Peperomia tetraphylla* (G.Forst.) Hook. & Arn.	E	H
	Plantaginaceae		
501	*Plantago major* L.	T	H
	Polygalaceae		
502	*Polygala arillata* Buch.-Ham. ex D.Don	T	H
503	*Salomonia cantoniensis* Lour.	T	D
	Polygonaceae		
504	*Polygonum barbatum* L.	T	M
505	*Polygonum chinense* L.	T	D, M, H
506	*Polygonum flaccidum* Meisn.	T	M
507	*Polygonum minus* Huds.	T	M
508	*Polygonum nepalense* Meisn.	T	H
	Proteaceae		
509	*Helicia formosana* Hemsl. var. *oblanceolata* Sleumer	T	M
	Ranunculaceae		
510	*Clematis eichleri* Tamura	T	H
	Rosaceae		
511	*Docynia indica* (Wall.) Decne.	T	H
512	*Duchesnea indica* (Andr.) Focke	T	H
513	*Prunus cerasoides* D.Don	T	H
514	*Rubus blepharoneurus* Cardot	T	H
515	*Rubus ellipticus* Sm. var. *obcordatus* (Franch.) Focke	T	H
516	*Rubus ferox* Wall. ex Focke	T	H
517	*Rubus multibracteatus* H.Lev. & Vaniot	T	H
	Rubiaceae		
518	*Adina polycephala* Benth.	T	D
519	*Anthocephalus chinensis* (Lam.) A.Rich. ex Walp.	T	M
520	*Argostemma ebracteolatum* Geddes	L	M
521	*Borreria alata* (Aubl.) DC.	T	D
522	*Borreria repens* DC.	T	D
523	*Borreria stricta* G.Mey.	T	H
524	*Canthium parvifolium* Roxb.	T	H
525	*Chassalia curviflora* Thwaites	T	M
526	*Duperrea pavettifolia* Pit.	T	M
527	*Hedyotis coronaria* (Kurz) Craib	T	D
528	*Hedyotis ovatifolia* Cav.	T	D
529	*Hedyotis tenelliflora* Blume var. *kerrii* (Craib) Fukuoka	T	D, H
530	*Hedyotis unicella* Hook. et Arn.	T	H
531	*Morinda angustifolia* Roxb.	T	M, H
532	*Mussaenda divaricata* Hutch.	T	M, H
533	*Mussaenda glabra* Vahl	T	D, M
534	*Mussaenda kerrii* Craib	T	M
535	*Mussaenda sanderiana* Ridl.	T	M, H
536	*Mussaenda wallichii* G.Don	T	M
537	*Mycetia gracilis* Craib	T	M
538	*Neohymenopogon parasiticus* (Wall.) Bennet.	E	H
539	*Paederia wallichii* Hook.f.	T	M
540	*Pavetta petiolaris* Wall. ex Craib	T	M
541	*Prismatomeris tetrandra* K.Schum.	T	M
542	*Psychotria monticola* Kurz	T	H
543	*Wendlandia paniculata* DC.	T	H
544	*Wendlandia tinctoria* DC.	T	D
	Rutaceae		
545	*Clausena excavata* Burm.f.	T	M
546	*Euodia gracilis* Kurz	T	M, H
547	*Micromelum minutum* (G.Forst.) Wight & Arn.	T	M, H
	Sabiaceae		
548	*Meliosma pinnata* (Roxb.) Walp. ssp. *arnottiana* (Walp.) Beusekom var. *arnottiana*	T	H
549	*Meliosma simplicifolia* (Roxb.) Walp. ssp. *simplicifolia*	T	M
	Salicaceae		
550	*Salix tetrasperma* Roxb.	T	M
	Sapindaceae		
551	*Allophyllus cobbe* (L.) Raeusch.	T	M
552	*Harpullia arborea* (Blanco) Radlk.	T	M
553	*Lepisanthes rubiginosa* (Roxb.) Leenh.	T	D
554	*Lepisanthes tetraphylla* (Vahl) Radlk.	T	H
555	*Pometia pinnata* J.R. et G.Forst.	T	M
	Sapotaceae		
556	*Sarcosperma arborea* Hook.f.	T	D
	Saurauiaceae		
557	*Saurauia roxburghii* Wall.	T	M
	Scrophulariaceae		
558	*Alectra avensis* (Benth.) Merr.	T	H
559	*Limnophila rugosa* (Roth) Merr.	T	H

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
560	*Limnophila villifera* Miq. ssp. *gracilipes* (Craib ex Hosseus) T.Yamaz.	T	H
561	*Lindenbergia indica* (L.) Vatke	T	M
562	*Lindernia antipoda* (L.) Alston	T	H
563	*Lindernia crustacea* (L.) F.Muell.	T	D
564	*Lindernia nummularifolia* (D.Don) Wettst.	T	H
565	*Lindernia ruelloides* (Colsm.) Pennell	T	M
566	*Lindernia viscosa* (Hornem.) Bold.	T	M
567	*Scoparia dulcis* L.	T	D
568	*Torenia cordifolia* Roxb.	T	H
569	*Torenia pierreana* Bonati	T	H
570	*Torenia violacea* (Azaola ex Blanco) Pennell	T	M
	Simaroubaceae		
571	*Picrasma javanica* Blume	T	M
	Solanaceae		
572	*Lycianthes biflora* (Lour.) Bitter	T	M
573	*Lycianthes laevis* (Dunal) Bitter	T	H
574	*Solanum barbisetum* Nees	T	H
575	*Solanum erianthum* D. Don	T	M
576	*Solanum nigrum* L.	T	D
	Sonneratiaceae		
577	*Duabanga grandiflora* (Roxb. ex DC.) Walp.	T	M, H
	Staphyleaceae		
578	*Turpinia pomifera* (Roxb.) Wall. ex DC.	T	M, H
	Sterculiaceae		
579	*Helicteres elongata* Wall.	T	D
580	*Melochia corchorifolia* L.	T	D
581	*Pterocymbium macranthum* Kosterm.	T	M
582	*Pterospermum diversifolium* Blume	T	D
583	*Pterospermum littorale* Craib var. *littorale*	T	D
584	*Reevesia pubescens* Mast. var. *pubescens*	T	H
585	*Sterculia lanceolata* Cav. var. *lanceolata*	T	M
586	*Sterculia lanceolata* Cav. var. *principis* (Gagnep.) Phengklai	T	M
587	*Sterculia villosa* Roxb.	T	H
	Styracaceae		
588	*Styrax benzoides* Craib	T	H
589	*Styrax serrulatus* Roxb.	T	H
	Symplocaceae		
590	*Symplocos* sp.	T	M
	Theaceae		
591	*Anneslea fragrans* Wall.	T	H
592	*Camellia connata* (Craib) Craib	T	M
593	*Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *assamica* (Mast.) Kitam.	T	H
594	*Eurya acuminata* DC. var. *wallichiana* Dyer	T	H
595	*Gordonia dalglieschiana* Craib	T	H
596	*Pyrenaria garrettiana* Craib	T	M, H
597	*Schima wallichii* (DC.) Korth.	T	M, H
598	*Ternstroemia gymnanthera* Bedd.	T	H
	Tiliaceae		
599	*Colona floribunda* (Kurz) Craib	T	M

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
600	*Grewia hirsuta* Vahl	T	D, M
601	*Grewia laevigata* Vahl	T	D
602	*Microcos paniculata* L.	T	M
603	*Triumfetta bartramia* L.	T	D
604	*Triumfetta pilosa* Roth	T	D
	Ulmaceae		
605	*Gironniera subaequalis* Planch.	T	M
606	*Trema orientalis* (L.) Blume	T	D, H
607	*Ulmus lancaefolia* Roxb.	T	M
	Urticaceae		
608	*Boehmeria clidemioides* Miq. var. *platyphylloides* Yahara	T	M
609	*Boehmeria macrophylla* D.Don	T	M
610	*Boehmeria malabarica* Wedd.	T	M
611	*Boehmeria thailandica* Yahara	T	D
612	*Debregeasia velutina* Gaudich.	T	M
613	*Elatostemma repens* (Lour.) Hallier f.	T	M
614	*Maoutia puya* Wedd.	T	H
615	*Pouzolzia hirta* (Blume) Hassk.	T	H
616	*Pouzolzia sanguinea* (Blume) Merr.	T	M
	Verbenaceae		
617	*Congea forbesii* King & Gamble var. *ridleyana* Munir	T	M
618	*Congea tomentosa* Roxb.	T	M
619	*Verbena officinalis* L.	T	D, H
	Xanthophyllaceae		
620	*Xanthophyllum flavescens* Roxb.	T	M
	Monocots		
	Anthericaceae		
621	*Chlorophytum orchidastrum* Lindl.	T	M
	Araceae		
622	*Pothos chinensis* (Raf.) Merr.	E	M
623	*Pothos scandens* L.	E	M
624	*Raphidophora hookeri* Scott	E	M
625	*Raphidophora* sp.	E	M
	Asparagaceae		
626	*Asparagus filicinus* Buch.-Ham.	T	H
	Commelinaceae		
627	*Amischotolype glabrata* Hassk.	T	M
628	*Amischotolype gracilis* (Ridl.) I.M.Turner	T	M
629	*Aneilema conspicuum* (Blume) Kunth	T	M
630	*Aneilema ovatum* Wall. ex C.B. Clarke	T	M
631	*Aneilema scaberrimum* (Blume) Kunth	T	M
632	*Belosynapsis ciliata* (Blume) R.S.Rao	T	M
633	*Commelina benghalensis* L.	T	H
634	*Commelina diffusa* Burm.f.	T	M, H
635	*Commelina paludosa* Blume	T	M
636	*Murdannia nudiflora* (L.) Brenan	T	H
637	*Pollia hasskarlii* R.S.Rao	T	M
638	*Pollia secundiflora* (Blume) Bakh.f.	T	M
639	*Pollia thyrsiflora* Endl. ex Hassk.	T	M
	Convallariaceae		
640	*Disporopsis longifolia* Craib	T	M, H
641	*Disporum calcaratum* D.Don	T	M
642	*Disporum pullum* Salisb.	T	H
643	*Ophiopogon brevipes* Craib	T	M
644	*Ophiopogon intermedius* D.Don	T	H
645	*Peliosanthes teta* Andr. ssp. *humilis* (Andr.) Jessop	T	M

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
646	*Polygonatum kingianum* Collett & Hemsl.	T	H
647	*Tupistra albiflora* K. Larsen	T	M
	Cyperaceae		
648	*Carex baccans* Nees	T	D, M, H
649	*Cyperus cyperoides* (L.) Kuntze	T	D, M
650	*Cyperus iria* L.	T	D, M
651	*Cyperus laxus* Lam.	T	D
652	*Cyperus pilosus* Vahl	T	D
653	*Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl	T	M, H
654	*Fimbristylis hookeriana* Boeck.	T	M
655	*Kyllinga brevifolia* Rottb.	T	D
656	*Kyllinga nemoralis* (J.R. & G.Forst.) Dandy ex Hutch. & Dalziel	T	D
657	*Rhynchospora corymbosa* (L.) Britton	T	D
	Dioscoreaceae		
658	*Dioscorea alata* L.	T	M
659	*Dioscorea bulbifera* L.	T	D, H
660	*Dioscorea glabra* Roxb.	T	D, M, H
661	*Dioscorea hispida* Dennst.	T	M
662	*Dioscorea pentaphylla* L.	T	D, H
	Hypoxidaceae		
663	*Curculigo capitulata* (Lour.) Kuntze	T	M
664	*Curculigo orchioides* Gaertn.	T	D
	Marantaceae		
665	*Phrynium capitatum* Willd.	T	M
666	*Phrynium parviflorum* Roxb.	T	M
667	*Phrynium parvum* (Ridl.) Holttum	T	M
668	*Phrynium placenterium* (Lour.) Merr.	T	M
	Musaceae		
669	*Musa acuminata* Colla var. *burmanica* N.W.Simmonds	T	D, M
670	*Musa itinerans* Cheesman	T	D, M
	Orchidaceae		
671	*Acriopsis liliifolia* (J.Konig) Ormerod	E	D, M
672	*Aphyllorchis montana* Rchb.f	S	H
673	*Bulbophyllum auricomum* Lindl.	E	M, H
674	*Bulbophyllum congestum* Rolfe	E	M, H
675	*Bulbophyllum macrocoleum* Seidenf.	E	M, H
676	*Bulbophyllum sanittii* Seidenf.	E	H
677	*Bulbophyllum sutepense* (Rolfe) Seidenf. & Smitinand	E	H
678	*Bulbophyllum wallichii* Rchb.f.	E	H
679	*Cleisostoma rolfeanum* (King & Pantl.) Garay	E	H
680	*Coelogyne schultesii* S.K.Jain & S.Das	E	M
681	*Coelogyne trinervis* Lindl.	E	D, M, H
682	*Crepidium orbicularis* (W.W.Sm.& Jeffrey) Seidenf.	T	H
683	*Cymbidium dayanum* Rchb.f.	E	M
684	*Cyrtosia nana* (Rolfe ex Downie) Garay	S	M
685	*Dendrobium cariniferum* Rchb. f.	E	D, M, H
686	*Dendrobium chrysanthum* Lindl.	E	H
687	*Dendrobium chrysotoxum* Lindl.	E	M, H
688	*Dendrobium crepidatum* Lindl. ex Paxton	E	M, H
689	*Dendrobium crystallinum* Rchb.f.	E	D
690	*Dendrobium denudans* D.Don	E	H
691	*Dendrobium draconis* Rchb.f.	E	M, H
692	*Dendrobium falconeri* Hook.	E	H
693	*Dendrobium gratiotissimum* Rchb.f.	E	M, H
694	*Dendrobium kratense* Kerr	E	H
695	*Dendrobium senile* Parish & Rchb.f.	E	M
696	*Dendrobium tortile* Lindl.	E	M, H
697	*Dendrobium wilmsianum* Schltr.	E	H
698	*Dienia ophrydis* (J.Konig) Ormerod & Seidenf.	T	D, M
699	*Drymoda siamensis* Schltr.	E	M
700	*Epigeneium amplum* (Lindl.) Summerh.	E	H
701	*Epipogium roseum* (D.Don) Lindl.	S	M
702	*Eria bipunctata* Lindl.	E	H
703	*Eria bractescens* Lindl.	E	M
704	*Eria dasypus* Rchb.f.	E	H
705	*Eria pannea* Lindl.	E	H
706	*Eulophia spectabilis* (Dennst.) Suresh.	T	H
707	*Gastrochilus bellinus* (Rchb.f.) Kuntze	E	H
708	*Gastrochilus calceolaris* (Buch.-Ham. ex Sm.) D.Don	E	D, M
709	*Geodorum attenuatum* Griff.	T	M
710	*Grosourdya appendiculata* (Blume) Rchb. f.	E	M
711	*Habenaria dentata* (Sw.) Schltr.	T	D, H
712	*Habenaria lucida* Wall. ex Lindl.	T	M
713	*Habenaria malintana* (Blanco) Merr.	T	M
714	*Habenaria stenopetala* Lindl.	T	H
715	*Hetaeria rubens* (Lindl.) Benth. ex Hook. f.	T	M
716	*Ione andersonii* King & Pantl.	E	H
717	*Ione grandiflora* Rolfe	E	H
718	*Liparis bistriata* Parish & Rchb.f.	E	H
719	*Liparis jovispluvii* Parish & Rchb.f.	T	D
720	*Liparis sutepensis* Rolfe	T	D
721	*Liparis viridiflora* (Blume) Lindl.	E	D
722	*Luisia thailandica* Seidenf.	E	H
723	*Monomeria barbata* Lindl.	E	H
724	*Nervilia aragona* Guadich.	T	M
725	*Nervilia calcicola* Kerr	T	M, H
726	*Nervilia crociformis* (Zoll. & Moritzi) Seidenf.	T	D
727	*Oberonia pachyrachis* Rchb.f. ex Hook.f.	E	D
728	*Ornithochilus difformis* (Wall. ex Lindl.) Schltr.	E	H
729	*Otochilus albus* Lindl.	E	H
730	*Papilionanthe teres* (Roxb.) Schltr.	E	M
731	*Peristylus affinis* (D.Don) Seidenf.	T	D
732	*Peristylus lacertiferus* J.J.Sm.	T	H
733	*Peristylus parishii* Rchb.f.	T	M
734	*Peristylus prainii* (Hook. f.) Kraenzl.	T	D
735	*Pholidota articulata* Lindl.	E	H
736	*Pholidota recurva* Lindl.	E	H
737	*Polystachya concreta* (Jacq.) Garay & Sweet	E	H
738	*Pomatocalpa spicata* Breda	E	M
739	*Porpax ustulata* (Parish & Rchb.f.) Rolfe	E	H

ลำดับ	ชื่อพฤกษศาสตร์	habitat	vegetation type
740	*Rhytionanthos cornutum* (Lindl.) Garay, Hamer & Siegerist	E	M
741	*Tainia viridifusca* (Hook.) Benth. ex Hook.f.	T	H
742	*Thunia alba* (Lindl.) Rchb. f.	E	H
743	*Trichotosia dasyphylla* (Parish & Rchb.f.) Kraenzl.	E	D
744	*Trichotosia rotundifolia* (Ridl.) Kraenzl.	E	H
745	*Tropidia pedunculata* Blume	T	D
746	*Vanilla siamensis* Rolfe ex Downie	T	M
747	*Zeuxine flava* (Wall. ex Lindl.) Benth. ex Hook.f.	T	D
	Poaceae (Gramineae)		
748	*Arundo donax* L.	T	D
749	*Cephalostachyum pergracile* Munro	T	D, M
750	*Cephalostachyum virgatum* (Munro) Kurz	T	M
751	*Dendrocalamus hamiltonii* Nees & Arn. ex Munro	T	M
752	*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees	T	D
753	*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	T	D, H
754	*Gigantochloa nigrociliata* (Buse) Kurz	T	M
755	*Imperata cylindrica* P.Beauv.	T	D, H
756	*Panicum incomtum* Trin.	T	D, M, H
757	*Paspalum conjucatum* P.J.Bergius	T	D, H
758	*Pennisetum polystachion* (L.) Schult.	T	D, H
759	*Phragmites karka* (Retz.) Trin. ex Steud.	T	D
760	*Saccharum arundinaceum* Retz.	T	D
761	*Setaria geniculata* (Lam.) P.Beauv.	T	D
762	*Setaria palmifolia* (J.Konig) Stapf.	T	D, M, H
763	*Thysanolaena maxima* (Roxb.) Kuntze	T	D, H
	Pontederiaceae		
764	*Monochoria vaginalis* (Burm.f.) C.Presl ex Kunth	T	H
	Smilacaceae		
765	*Smilax lanceifolia* Roxb.	T	M, H
766	*Smilax perfoliata* Lour.	T	M, H
	Taccaceae		
767	*Tacca chantrieri* Andre	T	M
	Trilliaceae		
768	*Paris polyphylla* Sm.	T	H
	Zingiberaceae		
769	*Alpinia malaccensis* (Burm.) Roscoe	T	M
770	*Alpinia mutica* Roxb.	T	H
771	*Costus lacerus* Gagnep.	T	H
772	*Costus speciosus* (J.Konig) Sm.	T	D, H
773	*Curcuma* aff. *stenochila* Gagnep.	T	M
774	*Etlingera littoralis* Giseke	T	M
775	*Hedychium coccineum* Buch.-Ham. ex Sm.	T	H
776	*Hedychium stenopetalum* Lodd.	T	H
777	*Zingiber* aff. *rubens* Roxb.	T	M

หมายเหตุ.-

Habitat (ถิ่นที่อยู่):

E = Epiphyte (พืชอิงอาศัย)

L = Lithophyte (พืชขึ้นบนหิน)

P = Parasite (พืชเบียน)

S = Saprophyte (พืชกินซาก)

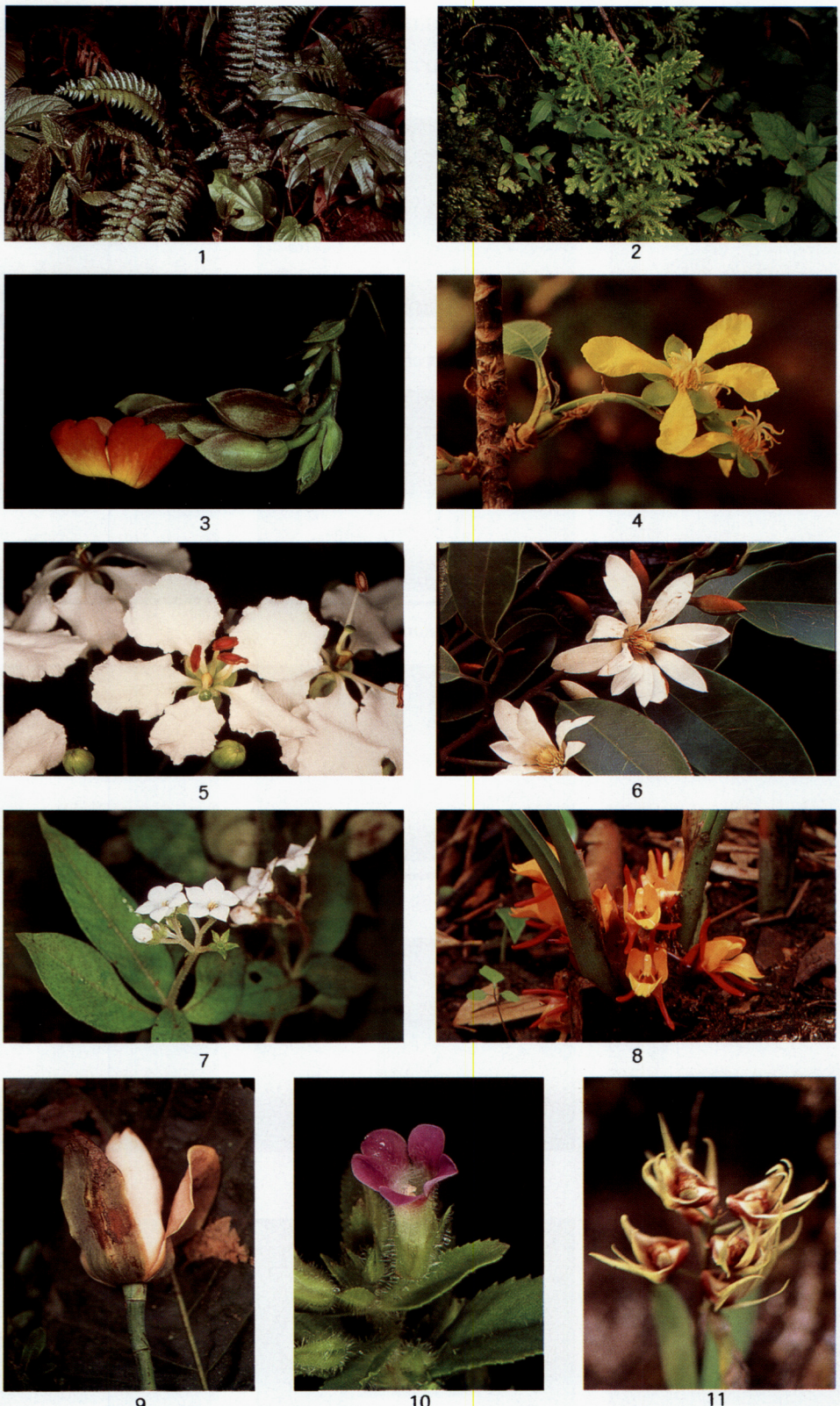
T = Terrestrial (พืชขึ้นบนดิน)

Vegetation type (ชนิดป่าที่พบพันธุ์ไม้):

D = Dry Mixed Deciduous Forest (ป่าเบญจพรรณแล้ง)

M = Moist Mixed Deciduous Forest (ป่าเบญจพรรณชื้น)

H = Hill Evergreen Forest (ป่าดิบเขา)



ภาพที่ 1-11 แสดงตัวอย่างพรรณไม้ที่มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงที่พบในวนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย

ภาพที่ 1: กูดเครือ (*Lomagramma grossoserrata)* ภาพที่ 2: เทอร์ริโดไฟต์ถิ่นเดียว ; *Selaginella lindhardii*
ภาพที่ 3: น้ำแน่ดง (*Thunbergia hossei*) ภาพที่ 4: พืชที่พบเป็นครั้งแรกของไทย ; *Dillenia scabrella*
ภาพที่ 5: พืชที่พบเป็นครั้งแรกของไทย ; *Bauhinia ornata* var. *subumbellata,* ภาพที่ 6: ไม้ดอกหายาก ; *Michelia floribunda*
ภาพที่ 7: ประดับหินท้องขาว (*Argostemma ebracteolatum*) ภาพที่ 8: พืชที่คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ของโลก ; *Curcuma* aff. *stenochila*
ภาพที่ 9: พืชที่พบเป็นครั้งแรกของไทย; *Magnolia pterocarpa* ภาพที่ 10: กะเพราใหญ่; (*Limnophila villifera* subsp. *gracilipes*)
ภาพที่ 11: พืชที่พบเป็นครั้งแรกของไทย ; *Dendrobium denudans*



Pterocyclus asiphon | *Rhiostoma chupingense* | *R. hainesi*

R. housei | *R. jalorensis* | *R. samuiense*

R. sp. 1 | *R.* sp. 2 | *R.* sp. 3

R. sp. 4 | *R.* sp. 5 | *R.* sp. 6

R. sp. 7 | *R.* sp. 8 | *R.* sp. 9

ภาพแสดงเปลือกหอยงวงท่อด้าน apertural side (มาตราส่วน = 10 ม.ม.)

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2546) 145-153

BRT 2003
Research Reports

อนุกรมวิธานและซิสเต็มมาติกส์ของหอยงวงท่อสกุล *Rhiostoma* Benson, 1860 ในประเทศไทย

ศักดิ์บวร ตุ้มปี่สุวรรณ และ สมศักดิ์ ปัญหา

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Abstract: Taxonomy and Systematics of Snorkel Snails, Genus *Rhiostoma* Benson, 1860, in Thailand

Sakboworn Tumpeesuwan and Somsak Panha

Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

Six species of *Rhiostoma* from Thailand were studied and classified, i.e. *Rhiostoma asiphon* Moelendorff, 1893; *R. chupingense* Tomlin, 1938; *R. housei* (Haines, 1855); *R. jalorensis* Sykes, 1903; *R. samuiense* Tomlin, 1931, and *R. hainesi* Pfeiffer, 1862. There are 9 distinct unidentified morphotypes. Shell morphometric analysis of 8 characters by ANOVA and Duncan's multiple range test showed significant differences among 6 species and 9 morphotypes. *Rhiostoma asiphon* has characteristics of *Pterocyclus* by shell morphology, operculum, radula and genitalia, and we have proposed the new name *Pterocyclus asiphon* (Moellendorff, 1893). Cladistic analysis was conducted using Hennig86 and the following characteristics: the operculum shape and the number of cusps on first marginal teeth; shell, radula, and operculum morphology; and the anatomy of the genital organs. *Rhiostoma housei* was found to be plesiomorphic, which is related to its wide distribution in the north, northeast, and centre of Thailand, while *R. chupingense* and *R. jalorensis* were distributed in the south. *R. hainesi* is an eastern species. *P. asiphon* is closely related to the outgroup, *Cyclophorus volvulus*. *Rhiostoma* shows allopatric speciation with no overlapping zone.

Key words: Cyclophoridae, *Rhiostoma*, morphometric, radula, genital organ, cladistic

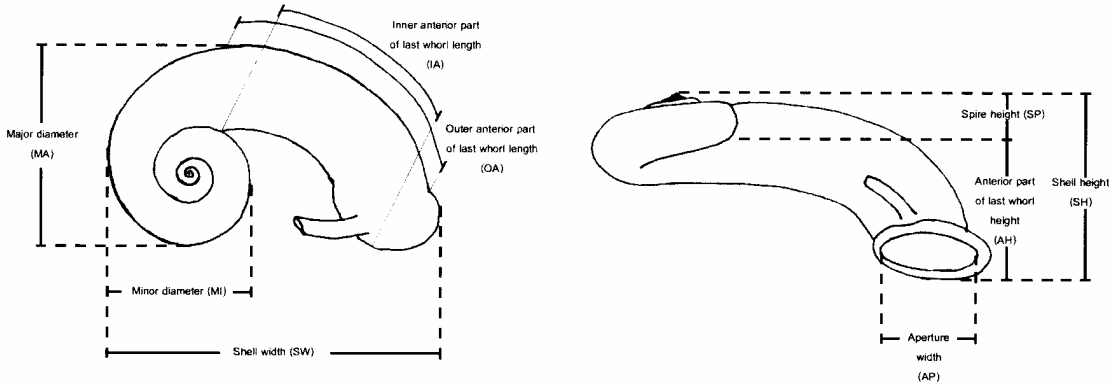
บทนำ

หอยงวงท่อ (snorkel cyclophorus snails) จัดอยู่ในวงศ์ Cyclophoridae สกุล *Rhiostoma* เป็นหอยทากบกฝาเดียวที่มีฝาปิดเปลือก พบเฉพาะบริเวณภูเขาและเทือกเขาที่มีความชุ่มชื้นสูงในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หอยงวงท่ออาศัยอยู่บนพื้นดิน มักพบซุกซ่อนตัวอยู่ใต้กองเศษซากใบไม้ที่กำลังเน่าเปื่อยผุพังและบริโภคซากใบไม้เหล่านี้เป็นอาหาร มูลของหอยชนิดนี้มีลักษณะเป็นเม็ดกลมๆ สีน้ำตาลเข้มถึงดำ ขนาดเล็กกว่าเมล็ดงาเล็กน้อย ซึ่งจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารและการขับถ่ายของหอยชนิดนี้มันจึงจัดเป็นผู้ย่อยสลายซาก (detritivore) ที่มีความสำคัญในระบบนิเวศของป่าบริเวณภูเขาและเทือกเขา มันจะช่วยกำจัดซากใบไม้บนพื้นป่าและเพิ่มปริมาณดินที่มีความร่วนซุยอุดมสมบูรณ์สูงให้กับผืนป่าบริเวณนั้น

บริเวณที่พบร่องรอยของหอยงวงท่อที่สำคัญ ได้แก่ ตามซะง่อนผาหรือซอกหลืบหินบริเวณตีนเขาหินปูนมักพบซากเปลือกของหอยงวงท่อถูกกัดกินเนื้อภายในหมดแล้วกองรวมอยู่กับเปลือกหอยทากบกขนาดใหญ่ชนิดอื่นๆ จำนวนมาก เช่น หอยหอม *Cyclophorus* spp. หอยเดื่อ *Hemiplecta distincta* เป็นต้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นลักษณะการกินของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมขนาดเล็กหลายชนิดที่นำอาหารกลับมากินบริเวณที่ประจำของมัน นอกจากนี้ในบางแห่งที่พบกองเปลือกหอยในปริมาณมากพบว่ามีฝูงลิงแสม *Macaca fascicularis* อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก

หอยงวงท่อมีลักษณะของเปลือกที่แปลกตากว่าหอยทากบกสกุลอื่นๆ มีส่วนของวงเวียนสุดท้ายของเปลือกด้านหน้า (anterior part of last whorl) ที่แยกออกจาก body whorl (ภาพที่ 1) ซึ่งบางชนิดส่วนนี้ยื่นออกไปยาวมากจนมีลักษณะคล้ายงวงช้าง ที่ด้านบนของปากเปลือกมีติ่งเล็กๆ ยื่นออกมาหรือบางชนิดมีท่ออากาศที่หอยใช้เป็นทางผ่านเข้าออกของอากาศในขณะที่มันปิดฝาปิดเปลือกในช่วงจำศีล (hibernation) จากลักษณะที่แปลกประหลาดและสวยงาม

แปลกตาดังกล่าวของเปลือก ประกอบกับความหายากเพราะเป็นหอยที่มีถิ่นอาศัยที่จำเพาะและขอบเขตการกระจายที่จำกัดจึงเป็นที่นิยมของบรรดานักสะสมเปลือกหอยที่เริ่มหันมาสนใจสะสมเปลือกหอยทากบกแทนเปลือกหอยทะเลที่เริ่มถึงจุดอิ่มตัว มีการประกาศขายเปลือกหอยงวงท่อหลายชนิดผ่านทางอินเตอร์เนตในหลายเวบไซต์ในราคาสูง จึงเป็นที่น่าเป็นห่วงอนาคตของหอยงวงท่อ ถ้ามีการเก็บออกมาจากธรรมชาติมากเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อประชากรของหอยงวงท่อซึ่งในบางชนิดอาจถึงขั้นสูญพันธุ์ไปจากโลกได้ เมื่อเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นย่อมกระทบต่อสายใยอาหารในระบบนิเวศบริเวณภูเขาหินปูน และเทือกเขาอย่างไม่ต้องสงสัยเพราะหอยงวงท่อเป็นทั้งผู้ย่อยสลายซาก และเป็นอาหารของผู้ล่าอีกหลายชนิด



ภาพที่ 1. ลักษณะสัณฐานโดยทั่วไปของเปลือกหอยงวงท่อสกุล *Rhiostoma*

อนุกรมวิธานของหอยงวงท่อ

Haines (1855) ได้รายงานการค้นพบหอยงวงท่อเป็นครั้งแรกในประเทศไทยภายใต้ชื่อ *Cyclostoma housei* หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1860 Benson ได้ตั้งสกุลนี้ขึ้นโดยมี *Rhiostoma haughtoni* จากทางตะวันออกของพม่าเป็นชนิดต้นแบบ ระหว่างช่วงปี ค.ศ.1855-1945 ได้มีการค้นพบและตั้งชื่อหอยงวงท่อรวมทั้งหมด 21 ชนิด ดังรายชื่อต่อไปนี้

Rhiostoma housei (Haines, 1855);

R. haughtoni Benson, 1860;

R. bernardii Pfeiffer, 1862;

R. hainesi Pfeiffer, 1862;

R. simplicilabre Pfeiffer, 1862;

R. cambodjense (Morelet, 1875);

R. jousseaumi Morgan, 1885;

R. cavernae Godwin-Austen, 1889;

R. gwendolenae Godwin-Austen, 1889;

R. hungerfordi Godwin-Austen, 1889;

R. iris Godwin-Austen, 1889;

R. asiphon Moellendorff, 1894;

R. strubelli Moellendorff, 1899;

R. dalyi Blanford, 1902;

R. jalorensis Sykes, 1903;

R. spelaeotes Tomlin, 1931;

R. samuiense Tomlin, 1931;

R. smithi Bartsch, 1932;

R. chupingense Tomlin, 1938;

R. macalpine-woodsi Laidlaw, 1939 และ

R. tomlini Salisbury, 1949

ต่อมา Hemmen et al. (1999) เสนอว่า *R. cambodjense*, *R. cavernae*, *R. gwendolenae*, *R. hungerfordi* และ *R. iris* น่าจะจัดไว้ในสกุล *Pterocyclus* เนื่องจากปากเปลือก (aperture) มีลักษณะแผ่ออกเป็น 2 ชั้น จากรายชื่อที่กล่าวมาเป็นเพียงการตั้งชื่อชนิดใหม่ การจัดทำรายการชนิด การปรับเปลี่ยนชื่อ การเขียนคำบรรยายลักษณะสัณฐานของเปลือก และแรดูลาในบางชนิด นอกจากนั้นเป็นเพียงการรายงานการค้นพบเพิ่มเติมจากที่ต่างๆ ได้แก่ *R. jausseaumei* จาก Parak ประเทศมาเลเซีย (Moellendorff, 1891), *R. bernardii* จากลำพูน (Blanford, 1902), *R. dalyi* จากพิษณุโลก (Blanford, 1902) และดอยเชียงดาว (Solem, 1966), *R. houghtoni* จาก Moulmain และ Damotha ประเทศพม่า, *R. strubelli* จากรัฐฉานประเทศพม่า (Gude, 1921), *R. spelaeotes* จาก Batu Cave ใน Selangor ประเทศมาเลเซีย (Laidlaw, 1932; Patamakanthin, 2001), *R. macalpine-woodsi* จาก Perak ประเทศมาเลเซีย (Benthem Jutting, 1949, 1960), *R. asiphon* จาก Perlis ประเทศมาเลเซีย (Benthem Jutting, 1960; Patamakanthin, 2001), *R. housei* จากสระบุรี (Habe, 1965; Hemmen et al., 1999) จากดอยเชียงดาว (Solem, 1966) และเกาะสมุย (Abbott, 1989), *R. smithi* จากเขาอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี (Panha and Thanamitramanee, 1997; Hemmen et al., 1999), *R. chupingense* จาก Perlis ประเทศมาเลเซีย และสงขลา (Patamakanthin, 2001)

จะเห็นได้ว่าข้อมูลทางด้านอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางกายวิภาค มอร์โฟเมตริก การกระจายพันธุ์ และสายวิวัฒนาการ ฯลฯ ยังไม่มีใครเคยศึกษา จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนอนุรักษ์ และจัดการทรัพยากรชีวภาพที่มีค่านี้ให้ยั่งยืน และเป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัยต่อยอดในอนาคต

วิธีการ

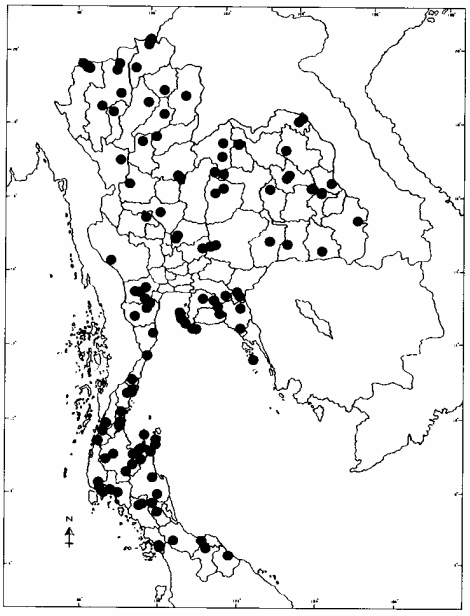
1. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ตรวจสอบตัวอย่างกับเอกสารและตัวอย่างที่จำแนกชนิดไว้ถูกต้องแล้วในพิพิธภัณฑ์ที่มีมาตรฐานได้แก่ Raffle Museum ประเทศสิงคโปร์ และ The Natural History Museum ประเทศอังกฤษ

2. การกระจายทางภูมิศาสตร์

2.1 ตรวจสอบรายชื่อสถานที่ที่เก็บตัวอย่าง และตัวอย่างต้นแบบจากเอกสาร และจากตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 เก็บตัวอย่างเพิ่มเติม ครอบคลุมเทือกเขา ภูเขา ป่าธรรมชาติ และเกาะ 88 แห่งทั่วประเทศ (ภาพที่ 2) ในระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545



ภาพที่ 2. แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างในการศึกษา

3. การวิเคราะห์ทางมอร์โฟเมตริกของเปลือก

วัดลักษณะต่างๆ (ภาพที่ 1) นำมาทำเป็นค่าสัดส่วน วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสถิติ ANOVA Duncan's multiple range test

4. สัณฐานวิทยาของแรดูลา

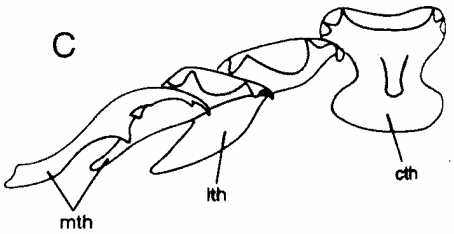
ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด SEM (scanning electron microscope (SEM)) โดยดูจำนวน และลักษณะของฟันย่อยในฟันแต่ละซี่ (ภาพที่ 3)

5. *กายวิภาคศาสตร์ระบบสืบพันธุ์*

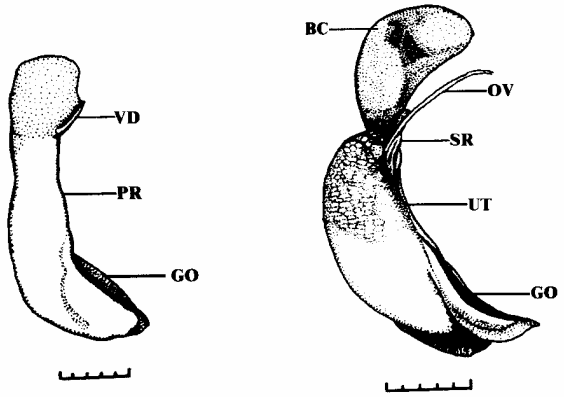
ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ และเพศเมียของแต่ละชนิดด้วยลักษณะต่างๆ ดังภาพที่ 4

6. *การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ*

นำลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือก แรดูลา และอวัยวะสืบพันธุ์ (ตารางที่ 1) มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Hennig 86 โดยใช้หอยหอม *Cyclophorus volvulus* (Mueller, 1774) เป็น outgroup



ภาพที่ 3. แสดงลักษณะทั่วไปของแรดูลาของหอยในวงศ์ Cyclophoridae; mth = ฟันริม (marginal teeth), lth = ฟันข้าง (lateral teeth), cth = ฟันกลาง (central teeth) (ดัดแปลงจาก Benthem Jutting, 1948)



ภาพที่ 4. แสดงลักษณะสัณฐานอวัยวะสืบพันธุ์ (genitalia) ของหอยงวงท่อเพศผู้ (ซ้าย) และเพศเมีย (ขวา); BC = bursa copulatrix, GO = genital opening, OV = oviduct, PR = prostate gland, SR = seminal receptacle, UT = uterus, VD = vas deferens (มาตราส่วน = 5 มิลลิเมตร)

ตารางที่ 1. แสดงลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ

Characters	States
1. Shell shape	0 = depressed, 1 = sub-discoidal, 2 = proboscis
2. Periostracum	0 = sub-diaphanuous, 1 = opaque
3. Dorsal side color form	0 = uniform, 1 = variegate, ? = uniform or variegate
4. Ventral side color form	0 = uniform, 1 = variegate, ? = uniform or variegate
5. Disconnected part of last whorl	0 = absent, 1 = present, ? = absent or present
6. Lip develop	0 = thicken, 1 = broadly expand
7. Apertural notch	0 = absent , 1 = present
8. Air breathing tube	0 = absent, 1 = present, ? = absent or present
9. Behind apertural projection keel	0 = blunt, 1 = sharp, ? = disconnected part of last whorl absent, present blunt or sharp keel
10. Apertural direction	0 = turn in, 1 = turn down
11. Swell ridge behind peristome	0 = absent, 1 = present
12. Operculum : structure	0 = corneous, 1 = calcarocorneous
13. Operculum : shape	0 = flat, 1 = cylindrical
14. Operculum : outside surface	0 = concave, 1 = convex
15. Radula : Central tooth head	0 = slightly convex, 1 = more convex, ? = non information
16. Radula : Width of central tooth	0 = shorter than the length, 1 = longer than the length, ? = non information
17. Radula : Ridge connecting of central tooth	0 = slender, 1 = stocky, ? = non information

ตารางที่ 1. (ต่อ)

Characters	States
18. Radula : 1st marginal teeth cusp	0 = 3 cusps, 1 = 4 cusps, ? = non information
19. Male : seminal vesicle	0 = absent, 1 = present, ? = non information
20. Male : Length of genital opening	0 = 1/8 of anterior part of prostate gland length
	1 = 1/3 to ½ of anterior part of prostate gland length
	? = non information
21. Male : Penis length	0 = shorter than tentacle, 1 = longer than tentacle
	? = non information
22. Female : The end of seminal	0 = non over posterior end of uterus
receptacle	1 = long over posterior end of uterus
	? = non information
23. Female : Length of vagina	0 = reach to seminal receptacle
	1 = ¼ to ½ of uterus length, ?= non information
24. Female : Labial of vagina	0 = simple, 1 = thick and expand

ผลการวิจัย

1. *การจำแนกชนิด*

ในการศึกษาครั้งนี้พบหอยงวงท่อที่มีลักษณะทางสัณฐานของเปลือกที่แตกต่างกันทั้งหมด 15 รูปแบบสัณฐาน (ตารางที่ 2) เมื่อทำการตรวจสอบกับเอกสารและตัวอย่างที่ได้จำแนกชนิดไว้ถูกต้องแล้วในพิพิธภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน ได้รายนามดังต่อไปนี้

R. asiphon Moellendorff, 1894

R. chupingense Tomlin, 1938

R. hainesi Pfeiffer, 1862

R. housei (Haines, 1855)

R. jalorensis Sykes, 1903

R. samuiense Tomlin, 1931

ตารางที่ 2. แสดง character states ของหอยงวงท่อแต่ละชนิดที่นำมาศึกษา

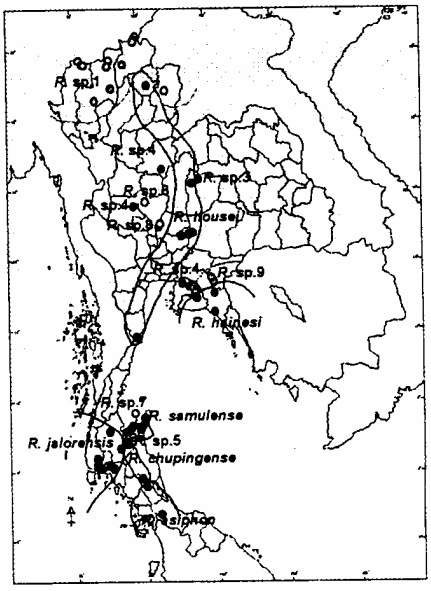
Species	Character states				
Pterocyclus asiphon	10?00	01??0	11100	11100	0110
Rhiostoma chupingense	20001	01000	01111	11001	0111
Rhiostoma housei	10101	01110	01110	11001	0010
Rhiostoma jalorensis	20001	01100	01111	00001	0110
Rhiostoma samuiense	21001	01100	01111	00001	0110
Rhiostoma hainesi	21?01	11?00	01111	10001	0111
Rhiostoma sp.1	201?1	011?0	01111	11001	1111
Rhiostoma sp.2	1010?	01100	01111	10001	1110
Rhiostoma sp.3	10110	01000	01111	110??	0111
Rhiostoma sp.4	100??	01?10	01111	10001	0110
Rhiostoma sp.5	20??1	01001	0111?	?????	????
Rhiostoma sp.6	20?01	01010	01111	100??	?010
Rhiostoma sp.7	1000?	010?0	0111?	?????	????
Rhiostoma sp.8	1010?	01000	0111?	?????	????
Rhiostoma sp.9	20?01	01000	01111	100??	????
Cyclophorus volvulus	00110	000?0	0000?	???11	0000

นอกจากนี้อีก 9 รูปแบบสัณฐานที่มีลักษณะทางสัณฐานของเปลือกที่แตกต่างกัน ยังไม่สามารถตรวจสอบหาชื่อวิทยาศาสตร์ได้ กำหนดให้เป็น *R.* sp.1 ถึง *R.* sp.9

2. *การกระจายทางภูมิศาสตร์*

จากข้อมูลพบว่าหอยงวงท่อแต่ละชนิดมีขอบเขตการกระจายที่แบ่งแยกจากกันชัดเจน (ภาพที่ 5) ส่วนใหญ่กระจายตัวตามแนวเทือกเขาหินปูนในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศมีบางชนิดพบตามเขาหินปูนที่แยกตัวโดดเดี่ยวเช่น *R.* sp.2, *R.* sp.3, *R.* sp.4, *R.* sp.5, *R.* sp.6, *R.* sp.8 และพบเฉพาะเกาะหินปูน เช่น *R.* sp.7 พบเฉพาะที่เกาะวัวตาหลับ อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะอ่างทอง และมีเพียง 2 ชนิด คือ *R. hainesi* และ *R. samuiense* ที่พบบริเวณเทือกเขาหินแกรนิต และเกาะที่เป็นหินแกรนิตตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะร่วมที่เหมือนกันประการหนึ่ง และแตกต่างจากชนิดอื่นๆ ที่พบบริเวณภูเขาหินปูน คือ ลักษณะของเยื่อ periostracum ที่ปกคลุมผิวชั้นนอกสุดของเปลือกซึ่งมีความ

หนา สีน้ำตาลเข้มทึบแสง ซึ่งต่างจากลักษณะของชนิดอื่นๆ ที่ค่อนข้างบางและโปร่งแสง จากการสำรวจในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบหอยงวงท่อในบริเวณเทือกเขา และภูเขาหินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในบริเวณที่ราบสูงโคราชพบหอยงวงท่อเพียง 2 ชนิด คือ *R. housei* และ *R.* sp.3 จากบริเวณเทือกเขาหินปูนในจังหวัดชัยภูมิ



ภาพที่ 5. แสดงการกระจายของหอยงวงท่อที่พบในประเทศไทย

3. *การวิเคราะห์ทางมอร์โฟเมตริกของเปลือก*

เมื่อนำค่าสัดส่วนต่างๆ ของเปลือกหอยงวงท่อมาทำการวิเคราะห์พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 6 ชนิด และ 9 รูปแบบสัณฐาน (ตารางที่ 3) พบว่าบางค่าสัดส่วนสามารถใช้แยกบางชนิดออกจากชนิดอื่นๆ ได้ ได้แก่

R. asiphon แยกจากชนิดอื่นๆ ได้ด้วยค่า MI/MA

R. hainesi แยกจากชนิดอื่นๆ ได้ด้วยค่า SW/MA AH/MA IA/MA OA/MA AP/MA

R. housei แยกจากชนิดอื่นๆ ได้ด้วยค่า SW/MA AH/MA IA/MA OA/MA

R. samuiense แยกจากชนิดอื่นๆ ได้ด้วยค่า SW/MA SH/MA AH/MA IA/MA OA/MA

R. sp.5 แยกจากชนิดอื่นๆ ได้ด้วยค่า SW/MA AH/MA IA/MA OA/MA AP/MA

R. sp.6 แยกจากชนิดอื่นๆ ได้ด้วยค่า SH/MA AH/MA

พบว่าค่า SP/MA เป็นค่าที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ศึกษามอร์โฟเมตริกของหอยสกุลนี้เพราะไม่สามารถแยกหอยงวงท่อชนิดใดชนิดหนึ่งออกจากชนิดอื่นๆ ได้อย่างเด่นชัด

ตารางที่ 3. แสดงผลการวิเคราะห์ด้วย ANOVA Duncan's multiple range test แสดงการจัดกลุ่มค่าอัตราส่วนโดยใช้ค่า mean (ตัวเลขด้านบนแสดงการจัดกลุ่ม เลขเดียวกันหมายถึงกลุ่มเดียวกัน เลขตัวหนาแสดงค่าที่แยกออกจากชนิดอื่นอย่างเด่นชัด

SPECIES	MI/MA	SW/MA	SH/MA	AH/MA	SP/MA	IA/MA	OA/MA	AP/MA
R. housei	0.8443^{1}	**1.1681^{3}**	0.6783^{3}	**0.4843^{2}**	0.1937^{34}	**0.3522^{3}**	**0.4688^{3}**	0.3561^{3}
R. sp.7	0.8449^{12}	1.1038^{2}	0.6069^{12}	0.4167^{1}	0.1902^{234}	0.1369^{2}	0.2100^{2}	0.3336^{2}
R. chupingense	0.8477^{123}	1.3481^{5}	0.7875^{5}	0.6185^{4}	0.1688^{1}	0.5534^{5}	0.8186^{5}	0.3825^{4}
R. hainesi	0.8480^{123}	**1.5329^{7}**	1.0390^{7}	**0.8209^{6}**	0.2125^{56}	**0.7960^{7}**	**1.2871^{9}**	**0.4452^{6}**
R. sp.4	0.8497^{123}	1.1056^{2}	0.6485^{23}	0.4310^{1}	0.2173^{6}	0.1771^{2}	0.2482^{2}	0.3162^{1}
R. sp.1	0.8501^{123}	1.3774^{56}	0.8237^{5}	0.6475^{4}	0.1770^{12}	0.6543^{6}	0.8910^{567}	0.3862^{4}
R. sp.2	0.8522^{1234}	1.0979^{12}	0.6022^{1}	0.4111^{1}	0.1919^{234}	0.1219^{2}	0.1706^{2}	0.3353^{2}
R. jalorensis	0.8526^{1234}	1.3700^{56}	0.8296^{5}	0.6453^{4}	0.1877^{234}	0.5827^{5}	0.8473^{56}	0.3897^{4}
R. sp.9	0.8529^{1234}	1.3856^{56}	0.8315^{5}	0.6539^{3}	0.1783^{123}	0.5873^{5}	0.9295^{67}	0.3929^{4}
R. sp.3	0.8550^{2345}	1.0620^{1}	0.6231^{12}	0.4001^{1}	0.2230^{6}	0.0031^{1}	0.0044^{1}	0.3375^{2}
R. samuiense	0.8559^{345}	**1.2916^{4}**	**0.7294^{4}**	**0.5632^{3}**	0.1672^{1}	**0.4449^{4}**	**0.6760^{4}**	0.3874^{4}
R. sp.8	0.8613^{45}	1.0977^{12}	0.5906^{1}	0.4135^{1}	0.1852^{234}	0.1637^{2}	0.2461^{2}	0.3096^{1}
R. sp.5	0.8616^{45}	**1.6858^{8}**	1.0309^{7}	**0.8671^{7}**	0.1638^{1}	**0.9560^{8}**	**1.1487^{8}**	**0.4097^{5}**
R. sp.6	0.8639^{5}	1.3999^{6}	**0.8941^{6}**	**0.7011^{5}**	0.1933^{234}	0.6876^{6}	0.9373^{7}	0.3597^{3}
P. asiphon	**0.8858^{6}**	1.1049^{2}	0.6165^{12}	0.4175^{1}	0.1990^{45}	0.0000^{1}	0.0000^{1}	0.3594^{3}

4. *การศึกษาสัณฐานวิทยาของแรดูลา*

พบว่าแรดูลาของ *R. asiphon* มีจำนวนฟันย่อยบนฟันริมคู่ที่ 1 (1st marginal teeth) 4 ซี่ เท่ากับหอยสกุล *Pterocyclus* ที่รายงานโดย จิรศักดิ์ และคณะ (2543) (ภาพที่ 6) ซึ่งต่างจากหอยงวงท่อชนิดอื่นๆ ที่มีฟันย่อยบนฟันริมคู่ที่ 1 เพียง 3 ซี่ นอกจากนี้ไม่พบลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

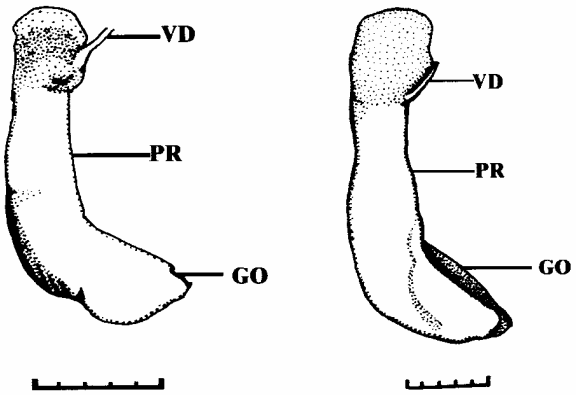


ก ข ค

ภาพที่ 6. แสดงลักษณะแรดูลาของ ก) *Pterocyclus* sp.; ข) *Rhiostoma asiphon*, ค) *Rhiostoma samuiense* (ภาพซ้ายจาก จิรศักดิ์ และคณะ (2543))

5. *กายวิภาคของอวัยวะสืบพันธุ์*

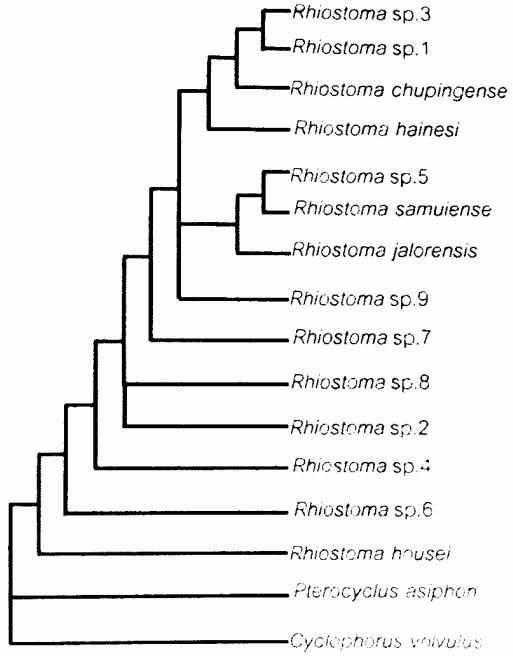
อวัยวะสืบพันธุ์ของหอยงวงท่อมีลักษณะใกล้เคียงกับหอยหอม *Cyclophorus volvurus* ที่ศึกษาโดย Kumprataung (1988) แตกต่างกันที่หอยงวงท่อไม่มี seminal vesicle และมีช่องเปิด vaginal length ที่สั้นกว่ามาก และใน *R. asiphon* พบว่า genital opening ในเพศผู้มีขนาดสั้นมาก (ภาพที่ 7) แตกต่างจากหอยงวงท่อชนิดอื่นๆ อย่างชัดเจน



ภาพที่ 7. อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของ *R. asiphon* (ภาพขวา) และ *R. hainesi* (ภาพซ้าย)

6. *การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ*

หลังจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Hennig 86 ได้ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการดังภาพที่ 8 พบว่า *R. asiphon* แยกจากกลุ่มของสกุล *Rhiostoma* และ *R. housei* เป็นชนิดที่มีลักษณะที่เป็นบรรพบุรุษของหอยงวงท่อสอดคล้องกับการกระจายที่พบตั้งแต่เทือกเขาในภาคเหนือแนวเทือกเขาเพชรบูรณ์ลงไปถึงเขาหินปูนในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นแนวกึ่งกลางของการกระจายของสกุลนี้และภายหลังเกิดเป็นชนิดใหม่ (speciation) อื่นๆ กระจายอยู่โดยรอบขอบเขตการกระจายของ *R. housei*



ภาพที่ 8. แสดง strict consensus tree จากการวิเคราะห์ด้วย Hennig 86 (39 step; ค่า consistency index =0.64: ค่า rotation index = 0.57)

บทสรุป

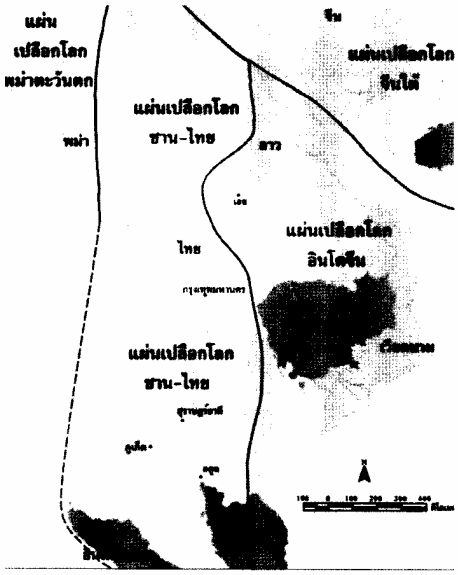
จากการรายงานของนักวิทยาศาสตร์ชาวตะวันตกในอดีตมีหอยงวงท่อ 7 ชนิดที่ถูกค้นพบและตั้งชื่อวิทยาศาสตร์จากประเทศไทยได้แก่ *R. asiphon, R. bernardii, R. dalyi, R. housei, R. samuiense, R. smithi, R. tomlin* และภายหลังมีรายงาน *R. chupingense* และ *R. jalorensis* เพิ่มเติมโดย Hemmen et al. (1999) และ Patamakanthin (2001)

ภายหลังการสอบสวนเอกสารและตรวจสอบตัวอย่างจาก The Natural History Museum พบว่า *R. dalyi* เป็นชื่อพ้องของ *R. housei* (Solem, 1960) ในขณะที่ *R. smithi* และ *R. tomlini* เป็นชื่อพ้องของ *R. hainesi* ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีข้อมูลที่มากพอในการใช้จำแนกชนิด *R. bernardii*

ข้อมูลที่ได้เพิ่มเติมจากลักษณะสัณฐานของฝาปิดเปลือก อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ และแรดูลา พบว่า *R. asiphon* มีลักษณะของสกุล *Pterocyclus* และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการพบว่า *R. asiphon* แยกจากกลุ่มของสกุล *Rhiostoma* จากผลการศึกษาในครั้งนี้จึงได้ปรับเปลี่ยนให้ใช้ชื่อ *Pterocyclus asiphon* (Moellendorff, 1894) แทนชื่อ *Rhiostoma asiphon* Moellendorff, 1894

ลักษณะสัณฐานภายนอกของเปลือกยังคงเป็นลักษณะหลักที่ใช้ในการจัดจำแนกชนิด ทั้งนี้การจัดจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยานี้เป็นเพียง morphospecies ยังต้องมีข้อมูลด้านอื่นๆ มาช่วยในการจัดจำแนก เช่น การวิเคราะห์ด้วยมอร์โฟเมตริก กายวิภาคอวัยวะสืบพันธุ์ พฤติกรรม ลักษณะสัณฐานของแรดูลา ซึ่งได้ทำการศึกษาแล้วในครั้งนี้ นอกจากนี้ควรมีการศึกษาต่อยอดในด้านชีววิทยาการสืบพันธุ์ นิเวศวิทยา โครโมโซม และ DNA เพื่อช่วยในการจัดจำแนกมีความถูกต้องมากที่สุด และนำข้อมูลเหล่านี้มาวางแผนการจัดการทรัพยากรชีวภาพให้ยั่งยืนต่อไป

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของหอยงวงท่อที่พบในประเทศไทย *R. housei* เป็นชนิดที่มีลักษณะเป็นบรรพบุรุษของหอยในสกุล *Rhiostoma* สอดคล้องกับการกระจายเป็นแนวยาวจากภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทยซึ่งเป็นแนวศูนย์กลางการกระจายของหอยในสกุลนี้ และภายหลังเกิดเป็นหอยงวงท่อชนิดอื่นๆ รอบๆ การกระจายของ *R. housei* อาจเนื่องมาจากการตัดขาดกันของประชากรอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อม และถิ่นที่อยู่อาศัย เมื่อนานเข้าเกิดเป็นชนิดใหม่



ภาพที่ 9. แผนที่แสดงขอบเขตของแผ่นเปลือกโลกของประเทศไทยและภูมิภาคใกล้เคียง (ภาพจากกรมทรัพยากรทรัพยากรธรณี, 2544)

จากข้อมูลการกระจายที่ได้จากการสำรวจภาคสนามและการสอบสวนเอกสารพบว่าหอยสกุล *Rhiostoma* เกือบทั้งหมดพบในบริเวณที่เคยเป็นอนุทวีปชาน-ไทย (ภาพที่ 9) ซึ่งหลุดออกมาจากแผ่นเปลือกโลกกอนด์วานาแลนด์ในส่วนที่เป็นประเทศออสเตรเลียในปัจจุบันได้เลื่อนเข้ามาชนกับอนุทวีปอินโดจีน ซึ่งช่วงเวลาในการแยกตัวออกมายังไม่เป็นที่สรุปแน่นอน (กรมทรัพยากรธรณี, 2544) จากความสอดคล้องกันของข้อมูลเป็นไปได้ว่าหอยสกุล *Rhiostoma* เป็นสกุลที่มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นมาภายหลังที่อนุทวีปชาน-ไทย แยกตัวออกจากกอนด์วานาแลนด์แล้ว และเป็นสกุลเฉพาะถิ่น (endemic) ของอนุทวีปชาน-ไทย แต่ทั้งนี้ควรที่จะทำการสำรวจในพม่า ลาว เวียดนาม กัมพูชา และมาเลเซีย เพื่อพิสูจน์สมมติฐานดังกล่าว

สำหรับหอยงวงท่ออีก 9 รูปแบบสัณฐานที่ยังไม่สามารถตรวจสอบหาชื่อวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากยังขาดการตรวจสอบกับตัวอย่างต้นแบบที่กระจายอยู่ตามพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาอีกหลายแห่งทั้งในยุโรปและอเมริกา ซึ่งหอยงวงท่อเหล่านี้อาจจะเป็นชนิดใหม่ที่ยังไม่เคยมีการค้นพบมาก่อนสำหรับวงการวิทยาศาสตร์ก็เป็นได้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_144019 และทุนอุดหนุนโครงการวิจัยหรือค้นคว้าเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ประจำภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2543 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอขอบคุณ Mr. Fredd Naggs

แห่ง The Natural History Museum, London ที่ให้ความอนุเคราะห์อาจารย์ที่ปรึกษา (รศ.ดร. สมศักดิ์ ปัญหา) ได้ศึกษาตัวอย่างต้นแบบพร้อมถ่ายภาพในระหว่างไปร่วมหารืองานวิจัย และ Dr. Peter K.L. Ng แห่ง Raffle Museum, Singapore ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาตัวอย่างหอยในพิพิธภัณฑ์ ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.ทศพร วงศ์รัตน์ รศ.ดร.กัมพล อิศรางกูร ณ อยุธยา อ.นพดล กิตนะ อ.วรัญญา อรัญวาลัย ดร.วชิระ กิติมศักดิ์ อ.ธงชัย งามประเสริฐวงศ์ คุณจิรศักดิ์ สุจริต คุณปิโยรส ทองเกิด ที่ให้คำปรึกษา ขอขอบคุณ คุณพ่อวิเชียร คุณแม่อุบล ตุ้มปี่สุวรรณ อ.ชนิดาพร ตุ้มปี่สุวรรณ คุณธนาคม บัณฑิตวงศ์รัตน์ คุณสมเกียรติ ศิลปชัย อ.พงษ์รัตน์ ดำรงโรจน์วัฒนา คุณพรชัย อุทรักษ์ อ.สราวุธ คลอวุฒิมันตร์ คุณชัดนารี มีสุขโข คุณสัญญา ศุภจันทรา อ.ธีระพล เพชรพิพัฒน์ อ.กันยา อนุกูลธนากร คุณมลฤดี ชัยโพธิ์ และบุคคลอื่นๆ ที่มิได้เอ่ยนามในที่นี้ที่ให้กำลังใจ คำปรึกษา และมีส่วนช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในภาคสนามจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. 2544. ธรณีวิทยาประเทศไทย. กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ. หน้า 15.

จิรศักดิ์ สุจริต, ศักดิ์บวร ตุ้มปี่สุวรรณ และปิโยรส ทองเกิด. 2543. แรดูลาของหอยทากบกบางชนิดที่พบในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 47 หน้า.

Abbott, R.T. 1989. Compendium of Landshells. Madison Publishing Associates, New York.

Bartsch, P. 1932. A new land shell of the genus *Rhiostoma* from Siam. *J. Wash. Acad. Sci.* 22(3): 69-70.

Benson, W.H. 1860. On *Clostophis* and *Rhiostoma*, new Burmese genera of land-shell. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 3(5): 95-97.

Benthem Jutting, W.S.S. van. 1948. Systematic studies on the non-marine mollusca of the Indo-Australian Archipelago. I. Critical revision of Javanese operculate land-shells of the families Hydrocenidae, Helicinidae, Cyclophoridae, Pupinidae and Cochlostomatidae. *Treubia* 19: 539-604.

Benthem Jutting, W.S.S. van. 1949. On a collection of non marine mollusca from Malaya in the Raffles Museum, Singapore, with an appendix on cave shell. *Bulletin of Raffles Museum* 19: 50-77.

Benthem Jutting, W.S.S. van. 1960. Some note on land and freshwater mollusca of Malaya. *Basteria* 24 (1 en 2): 10-20.

Blanford, W.T. 1902. On *Rhiostoma dalyi*, n. sp., and *Sesara megalodon*, n. sp., obtained by the late Mr. W.M. Daly in Siam. *Proceeding of malacological Society of London* 5: 34-35.

Godwin-Austen, H.H. 1889. On a collection of land-shells made in Borneo by Mr. A. Everett, with descriptions of suppose new species. *Proc. Zool .Soc. Lond.* 1889: 332-355.

Gude, G.K. 1921. Mollusca III: Land operculates. *In* Shipley, A.E. (ed.), Fauna of British India Including Ceylon and Burma, pp. 1-386. Taylor and Francis, London.

Habe, T. 1965. Operculated land molluscs from Southeast Asia. *Nature and Life in Southeast Asia* 4: 111-127.

Haines, W.A. 1855. Descriptions of four new species of terrestrial shells from Siam. *Ann. Lyc. Nat. Hist. N.Y.* 6: 157-158.

Hemmen, J., C. Hemmen and S. Pathamakanthin. 1999. *Rhiostoma.* La Conchiglia Supplement to n. 292.

Kumprataung, W. 1988. Comparative studies on reproductive system of *Achatina fulica*, *Hemiplecta distincta* and *Cyclophorus auranticus*. Master's Thesis, Department of Biology, Graduate School, Mahidol University.

Laidlaw, F.F. 1932. Notes on the land mollusca of the Batu Cave, Selangor, with description of two new species. *Bulletin of Raffles Museum* 7: 35-41.

Laidlaw, F.F. 1939. A new *Rhiostoma* from Malaya. *Journal of Conchology* 21(3): 166.

Moellendorff, O.F. VON. 1891. On the land freshwater shells of Perak. *Proc. Zool. Soc. Lond.*: 330-348.

Moellendorff, O.F. VON. 1894. On a collection of the land-shell from the Samui Islands, gulf of Siam. *Proc. Zool. Soc. Lond.*: 146-156.

Moellendorff, O.F. VON. 1899. Neue Arten aus Hinterindien. *Nachr. Bl. Dtsck. Ges.* 31: 165-166.

Morelet, A. 1875. Series conchyliologiques comprenant l'enumeration de mollusques terrestres et fluviatiles reccueillis pendant le cours de differents voyages, ainsi que la description de plusiers especes nouvelles. IV. Indo-Chine: 227-366.

Morgan, J. De. 1885. Mollusques terrestres and fluviatiles du Royaume de Perak et des pays voisins (Presqu'ile Malaise). *Bull. Soc. Zool. France* 10: 353-428.

Panha, S. and P. Thanamitramanee. 1997. Land snails of Phliu National Park, Thailand. *The Papustyla* 11(4): 1-3.

Patamakanthin, S. 2001. *Rhiostoma* from Thailand and Malaysia. *Of Sea and Shore* 23(4): 222-223.

Pfeiffer, L. 1862. Diagnoses de neuf especes nouvelles provenant de Siam. *J. de Conch.* 10: 39-46.

Salisbury, A.E. 1949. A new species of *Rhiostoma. Proceedings of Malacological Societyof London* 28(1): 41-42.

Solem, A. 1966. Some non-marine mollusks from Thailand with notes on classification of Helicarionidae. *Spolia Zoologica Musei Hauniensis* 24: 1-114.

Sykes, E.R. 1903. On the land-operculate mollusca collected during the "Skeat Expedition" to the Malay Peninsula in 1899-1900. *Proceedings of Malacological Society of London* 1: 194-199.

Tomlin, J.R. LE B. 1931. Two new species of *Rhiostoma. Proceedings of Malacological Society of London* 19: 227-228.

Tomlin, J.R. LE B. 1938. New Malay land shells. *Journal of Conchology* 21(3): 73-75.

Biogeography of *Varroa* Mites on Their Native Host, *Apis cerana* F., in the Thai-Malay Peninsula

Natapot Warrit[1], Deborah Smith[1] and Chariya Lekprayoon[2]
[1]Department of Ecology and Evolutionary Biology, Program in Entomology, University of Kansas, Lawrence, Kansas 66045, USA, [2]Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

In this study, we investigate the genetic diversity, biogeography, and coevolution in *Varroa* mites and their host—the eastern cavity-nesting honey bee, *Apis cerana* F—in the Thai-Malay Peninsula. Seventy-five samples of *Apis cerana* and their resident *Varroa* mite parasites were collected from the northern, central, and southern regions of Thailand. A non-coding region in *A. cerana* mitochondrial DNA was sequenced, to determine whether the bees belonged to the Mainland Asian or Sundaland mitochondrial lineage. A portion of the mitochondrial Cytochrome Oxidase I gene of the *Varroa* was examined using the restriction enzymes *Sac*I and *Xho*I, and by DNA sequencing in order to determine the species (*V. destructor* or *V. jacobsoni*) and the mitochondrial DNA lineage of the mites. There is a strong geographic pattern in the distribution of the Mainland and Sundaland lineages of *A. cerana* in Thailand, and in the distribution of *Varroa* species and mitochondrial haplotypes. As shown by previous studies, Mainland Asian *A. cerana* occurred north of approximately 10°34′N, and Sundaland *A. cerana* were found south of this point. Both *V. destructor* and *V. jacobsoni* were found in Thai *A. cerana* colonies. *Varroa destructor* was found only on Mainland Asian *A. cerana*, and only in the mountainous region of northern Thailand, whereas *V. jacobsoni* was found throughout the rest of the collecting area. We found *V. jacobsoni* on both Sundaland *A. cerana* (as expected) and on Mainland Asian *A. cerana*, which was unexpected. Closer examination of the sequences of the *Varroa* COI genes showed that *V. jacobsoni* with NorthThai1 and NorthThai2 haplotypes were found only on Mainland Asian *A. cerana*, while *V. jacobsoni* with the Malaysia haplotype were found almost exclusively on Sundaland *A. cerana*. These results suggest coevolution between the *Apis* hosts and specific mitochondrial lineages — though not necessarily species — of the *Varroa* parasites.

Key words: *Varroa destructor, Varroa jacobsoni, Apis cerana,* coevolution

Introduction

The Mesostigmatid mite *Varroa destructor* Anderson and Trueman, 2000 is a major honey bee pest that infests and destroys millions of colonies of the commercial western honey bee, *Apis mellifera* L., 1758, around the world (Beetsma, 1994; Oldroyd, 1999; Sammataro et al., 2000). However, this mite is not native to the Americas, Europe, Africa, or even on *A. mellifera* itself. *Varroa destructor* originated on the mainland Asian continent (Fig. 1a), where it infests another honey bee species closely related to *A. mellifera*, the eastern cavity-nesting honey bee, *Apis cerana* F., 1793. A second *Varroa* species, *V. jacobsoni*, infests *A. cerana* populations in Indonesia and Malaysia. According to Anderson and Trueman (2000) only two *V. destructor* haplotypes (mitochondrial genotypes)—the Korean and Japan-Thailand haplotypes—have colonized *A. mellifera*. Their study also showed that Korean *V. destructor* cannot colonize different *A. cerana* genetic lineages, other than its own host lineage. These observations suggest complex host-parasite relationships exist between *Varroa* and their *Apis* hosts.

Thailand provides an excellent place to study the complex relationships between *Varroa* and their hosts because of the variety of *Apis* and *Varroa* species and mitochondrial lineages that occur there. Two mitochondrial lineages of *A. cerana*, the Mainland Asian and Sundaland, occur in Thailand (Fig. 1b; Smith and Hagen, 1996; Sihanuntavong et al., 1999; Smith et al., 2000; Sittipraneed et al., 2001). In addition, *A. mellifera* has been imported to Thailand, where it is parasitized by *V. destructor*. Both *V. destructor* and *V. jacobsoni* are expected to occur in Thailand, since *V. destructor* occurs on Mainland Asian *A. cerana*, and *V. jacobsoni* was, until this study, known only from Sundaland *A. cerana* (Anderson and Trueman, 2000). In fact, *V. destructor* (Japan-Thailand

haplotype) and its sibling species *V. jacobsoni* have been reported from Bangkok, Thailand, and Kluang, Malaysia, respectively (Anderson and Trueman, 2000).

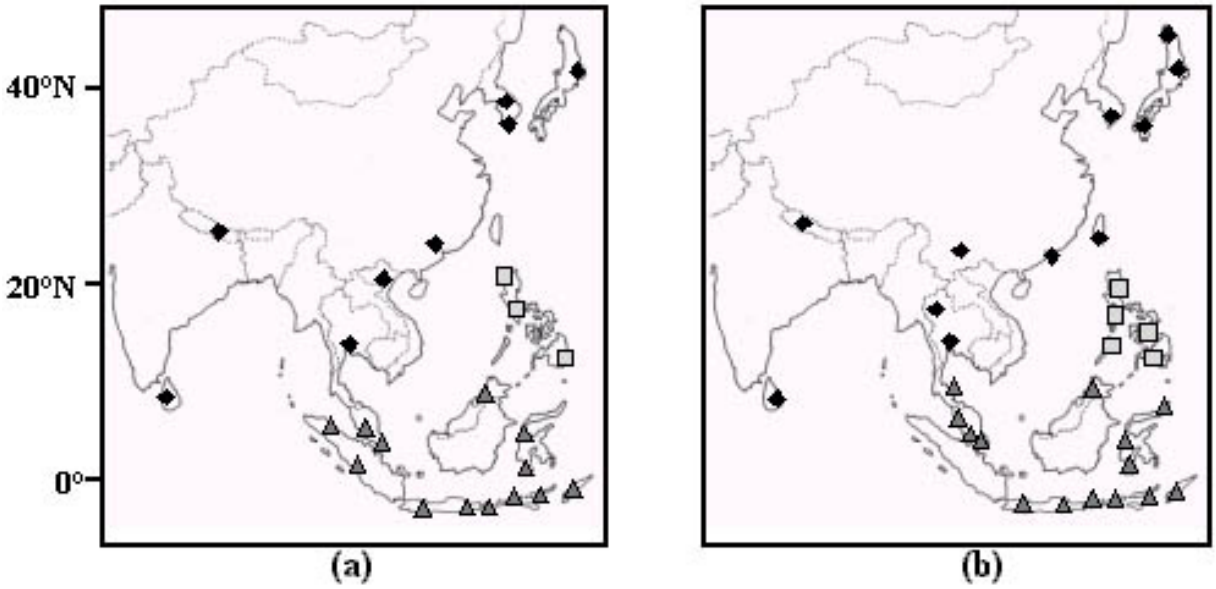


Figure 1. **(a)** Geographical distributions of ◆ *V. destructor*, △ *V. jacobsoni*, and □ unnamed species of *Varroa* from the Philippines (modified from Anderson and Trueman (2000)). **(b)** Geographical distributions of four mitochondrial lineages of *Apis cerana*: ◆ Mainland Asian, △ Sundaland, and □ Palawan and Luzon-Mindanao (modified after Smith et al. (2000)). The remarkably close correlation of *A. cerana* biogeography with the biogeography of *Varroa* species reflects the natural host-parasite relationship (coevolution).

In this study we investigate the geographic distribution of *V. destructor* and *V. jacobsoni* in *A. cerana* colonies in Thailand, and the mitochondrial lineages of the *A. cerana* colonies in which they are found. In particular, we investigated whether *V. jacobsoni* and *V. destructor* were confined to Sundaland and Mainland *A. cerana*, respectively, or if they would be found on both host lineages where the two come into contact in the Isthmus of Kra (10°34′N). To carry out this study we collected samples of *V. destructor*, *V. jacobsoni* and their *A. cerana* hosts from the north to the south of Thailand. Species and haplotypes of *Varroa* and mitochondrial lineages of *A. cerana* were diagnosed using Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLPs) and direct DNA sequencing. Also, this study was an opportunity to survey *Varroa* species diversity in Thailand, because earlier literature (e.g., de Guzman and Rinderer, 1999; Anderson and Trueman, 2000) suggested that only *V. destructor* occurred in Thailand.

Review of the Literature

The genus *Varroa* and the species *V. jacobsoni* were first described by Oudemans in 1904 from a mite found in a nest of *A. cerana* in Java (Indonesia). Subsequent authors described two more species: *V. underwoodi* Delfinado-Baker and Aggarwal, 1987 and *V. rindereri* de Guzman and Delfinado-Baker, 1996. In the 1950's, *V. jacobsoni* colonized *A. mellifera* colonies introduced to Asia, and it was later transported to *A. mellifera* colonies worldwide (Akratanakul and Burgett, 1975). In *A. cerana* colonies, *V. jacobsoni* reproduces only in drone brood cells and causes little damage to the colony (Koeniger et al., 1981; Koeniger et al., 1983; Rath, 1999), while in *A. mellifera*, *Varroa* reproduce in both drone and brood cells, and cause substantial damage to colonies.

It was first believed that *V. jacobsoni* was a single species, widely distributed on *A. cerana* colonies throughout Asia. However, beginning in the 1980's reports were published that showed puzzling variation within the species. Several authors documented morphological variation in shape and size among female *V. jacobsoni* (Grobov et al., 1980; Delfinado-Baker, 1988; Delfinado-Baker and Houck, 1989), though no qualitative morphological character variation was discovered. Many authors also discovered substantial variation in reproductive biology and host-parasite interactions among *V. jacobsoni* from different geographical locations and different hosts. In Europe, the Middle

East, and North America, *A. mellifera* colonies collapsed quickly after infection with *V. jacobsoni* (de Jong et al., 1982), whereas *A. mellifera* colonies in tropical and subtropical regions of South America appeared to show tolerance to the mites (Ritter and de Jong, 1984; Ruttner et al., 1984; Medina and Martin, 1999). Other studies showed that *V. jacobsoni* from Java could not reproduce on *A. mellifera* at all (Anderson, 1994; Anderson and Sukarsih, 1996; Anderson and Fuchs, 1998).

Initial studies revealed very little genetic or qualitative morphological variation within or among *V. jacobsoni* populations, but this proved to be a case of insufficient sampling and inadequate genetic markers (Biasiolo, 1992). Kraus and Hunt (1995) employed Random Amplification of Polymorphic DNA (RAPDs) to reveal that *V. jacobsoni* from Malaysian Borneo were genetically different from *V. jacobsoni* in the USA and Germany. Later study using Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLPs) in a portion of the mitochondrial Cytochrome Oxidase I gene (COI) confirmed the results of the RAPD study (de Guzman and Rinderer, 1998). Recently, Anderson and Trueman (2000) conducted a genetic study that involved *V. jacobsoni* specimens from all around Asia and from North and South America. Their results revealed at least 18 mitochondrial haplotypes of "*V. jacobsoni"* in Asia. Based on parsimony and maximum likelihood analyses, the 18 haplotypes were grouped into five monophyletic clades. One clade included the "*V. jacobsoni"* distributed in mainland Asia, a second included mites from Malaysia and Indonesia, and the last three clades were found in the Philippine Islands. Survey of *Varroa* in *A. mellifera* colonies in North and South America showed the presence of only two of the 18 *V. jacobsoni* haplotypes, the Korean and Japan-Thailand, which originated in Korea, Japan, and Thailand (mites from Japan and Thailand shared the same COI sequences). These two haplotypes of *V. jacobsoni* are members of the mainland Asia clade.

These findings, along with the observation that *V. jacobsoni* from the type locality in Indonesia were not able to reproduce on *A. mellifera* (Anderson, 1994; Anderson and Sukarsih, 1996; Anderson and Fuchs, 1998), led Anderson and Trueman (2000) to conclude that the mainland Asia clade of "*V. jacobsoni"* is a separate species, given the name *Varroa destructor*. The name *Varroa jacobsoni sensu strictu* is restricted to mites found in Malaysia and Indonesia, where the holotype was discovered (Fig. 1a). The two species differ in shape and in the sequence of the mitochondrial COI gene (Anderson and Trumann, 2000). *Varroa destructor* is larger in overall size and the scutellum is more elliptical than the rounded-scutellum of *V. jacobosni*. In addition, the percent sequence divergences in the COI gene between *V. destructor* and *V. jacobsoni* is 6.2%. Sequence divergence from each of these species to the morphologically distinguishable *V. rindereri* is 8.2% for *V. destructor* and 6.4% for *V. jacobosni*. The corresponding sequence divergences to *V. underwoodi* are 9.1% and 9.0%. Also, the use of restriction enzymes *Xho*I and *Sac*I on amplified COI gene can distinguish *V. destructor* from *V. jacobsoni* (Anderson and Fuchs, 1998). The partial COI sequence from *V. destructor* can be digested by both restriction enzymes, whereas the *V. jacobsoni* sequence can only be digested by the *Sac*I enzyme; however these do not work to separate all haplotypes of *V. destructor* and *V. jacobsoni*

These findings raise many interesting questions about the host-parasite relationships of *Varroa* and *Apis*. We know that only Korean and Japan-Thailand haplotypes of *V. destructor* have shifted hosts from *A. cerana* to *A. mellifera*; however, we do not know if other haplotypes are also capable of utilizing *A. mellifera* as a host, or whether the several haplotypes of *V. destructor* found in nature can shift hosts from one genetic lineage of *A. cerana* to another. We do not know if *V destructor* is confined to mainland Asian *A. cerana* or if *V. jacobsoni* is confined to Sundaland (Indonesian and Malaysian) *A. cerana*. A better understanding of host-parasite relationships of *Varroa* and *Apis* is needed to understand how *V. destructor* was able to shift to *A. mellifera*, and why only certain genetic lineages of *V. destructor* have been able to make this host shift. Thailand provides a unique opportunity to investigate these and other questions, since mainland Asian and Sundaland mitochondrial lineages of *A. cerana*, introduced *A. mellifera*, *V. destructor* and *V. jacobsoni* are found here (Fig. 1b).

Objectives

(1) To investigate species diversity and genetics of *Varroa* and *A. cerana* in Thailand.
(2) To investigate whether *V. destructor* and *V. jacobsoni* can cross-colonize different genetic lineages of *A. cerana.*
(3) To investigate coevolutionary patterns between *Varroa* and *A. cerana.*

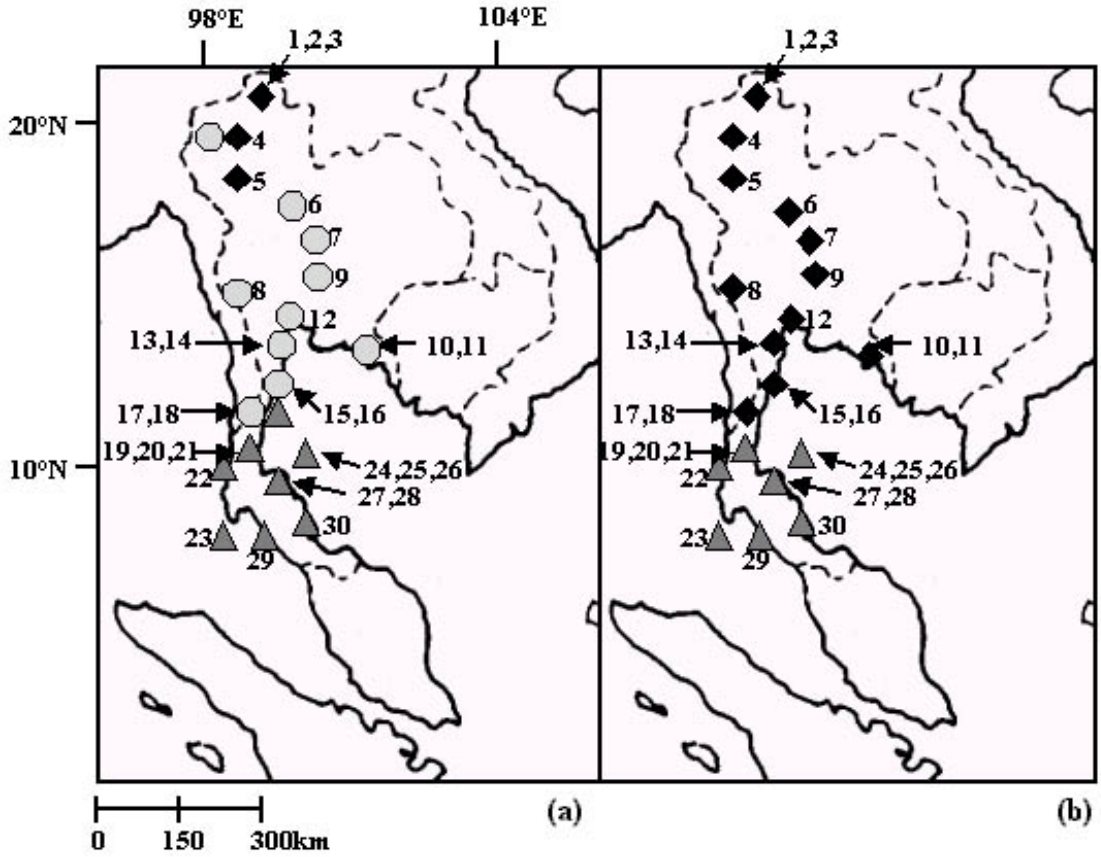


Figure 2. *Varroa* and *Apis cerana* collection localities in Thailand (a & b) (approximately). Names and numbers of location correspond to those in Table 1. **(a)**◆ *V. destructor* (Vietnam haplotype), ⬡ *V. jacobsoni* (NorthThai1 & 2 haplotypes), and ▲ *V. jacobsoni* (Malaysia and Samui haplotype). **(b)** ◆ Mainland Asian *A. cerana* and ▲ Sundaland *A. cerana*. *Varroa destructor* was found only in the mountainous region of northern Thailand, whereas *V. jacobsoni* was distributed in most part of the collecting sites. The contact zone between two lineages of *A. cerana* is in the Isthmus of Kra (10°34′N). The geographic distribution of *Varroa* and *A. cerana* mitochondrial lineages in Thailand suggests a strong host-specificity between different haplotypes of the parasite to the different haplotypes of host.

Methodology

Samples of *Varroa* and *Apis cerana* were collected from the northern, central, and southern regions of Thailand. Both species of *Varroa* were collected from both worker and drone broods of *A. cerana*. Specimens were preserved in 95% ethanol before transport back to University of Kansas for molecular analyses. To identify the species of *Varroa*, we developed primers to amplify a portion of the mitochondrial COI gene (Warrit, 2002). We digested the amplified portion of the COI gene with the restriction enzymes *Xho*I and *Sac*I to distinguish *V. destructor* (Thai-Japan haplotype) from *V. jacobsoni* (Malaysia haplotype), the two types of *Varroa* that had previously been reported from Thailand and Malaysia. Later, a subset of the amplification products were sequenced to confirm species identifications, and to screen for additional *Varroa* mitochondrial haplotypes. In order to identify the mitochondrial lineages of the *A. cerana* hosts, the non-coding intergenic region between luecine tRNA and COII gene of *A. cerana* was amplified and sequenced using primers described in Smith and Hagen (1996). We were careful to match each mite to the exact colony from which it was collected.

Sequences of *V. destructor*, *V. jacobsoni*, and *A. cerana* were aligned by eye and by Clustal W (Thompson et al., 1994). Sequences were compared to previously published sequences to determine the genetic haplotypes of both *Varroa* and *A. cerana*. *Varroa* COI sequences were compared to the sequences in Anderson and Trueman (2000), whereas *A. cerana* non-coding sequences were compared to the sequences published in Smith and Hagen (1996) and Smith et al. (2000). Pairwise distances among *V. destructor* and *V. jacobsoni* COI sequences obtained from this study and from previous

study (Anderson and Trueman, 2000) were computed based on Kimura's two-parameters model (Kimura, 1980). Pairwise distances among non-coding sequences of *A. cerana* haplotypes obtained in this study and from previous study (Smith and Hagen, 1996) were also computed based on Jukes-Cantor's one-parameter model (Jukes and Cantor, 1969). Phenograms of *Varroa* and *A. cerana* haplotypes found in this study and from previous studies were constructed using MEGA (Kumar et al., 2001) (Neighbor-joining method).

Table 1. *Varroa* and *Apis cerana* collections in Thailand. Latitude and longitude measurements for collecting sites were determined using Garmin Model 12 Geographic Positioning System (GPS). Locality number corresponds to those in Fig. 2. *Varroa* species was determined by PCR amplification of a portion of Cytochrome Oxidase I (COI), followed by digestion with the restriction enzymes *Xho*I and *Sac*I. *Apis cerana* mitochondrial lineages and haplotypes were determined by sequencing the non-coding region (Cornuet et al., 1991; Smith and Hagen, 1996). M = Mainland Asian lineage, S = Sundaland lineage, D = *V. destructor*, and J = *V. jacobsoni*. Both lineages and haplotypes of *Varroa* and *A. cerana* were named following Smith and Hagen (1996), Smith et al. (2000) and Warrit (2002).

Locality	Latitude	Longitude	*A. cerana* lineages	*A. cerana* haplotypes	*Varroa* species	*Varroa* haplotypes
1. Chiang San, Chiang Rai	20°16'N	100°00'E	M	Thai1 (2)	D (2)	Vietnam (2)
2. Mueang, Chiang Rai	20°00'N	99°57'E	M	Thai1 (2)	D (1)	Vietnam (1)
3. Mae Sruy, Chiang Rai	19°35'N	99°28'E	M	Thai1 (1), Thai2 (1)	D (2)	Vietnam (1)
4. Chang Kein, Chiang Mai	18°50'N	98°53'E	M	Thai1 (3)	D (1) J (2)	not sequenced NorthThai2 (2)
5. San Pa Tong, Chiang Mai	18°36'N	98°48'E	M	Thai1 (2)	D (2)	not sequenced
6. Bang Raka, Phitsanulok	16°44'N	100°10'E	M	Thai1 (1)	J (1)	NorthThai1 (1)
7. Kork Pra, Nakorn Sawan	15°33'N	100°04'E	M	Thai1 (2)	J (2)	NorthThai2 (1)
8. Sai Yok, Kanjana Buri	14°02'N	99°15'E	M	Thai1 (1)	J (1)	NorthThai1 (1)
9. Po Thong, Ang Thong	14°40'N	100°25'E	M	Thai1 (2)	J (2)	NorthThai1 (1)
10. Khlung, Chanta Buri	12°27'N	102°14'E	M	Thai1 (1)	J (1)	not sequenced
11. Kow Sa Ming, Trat	12°29'N	102°30'E	M	Thai1(4)	J (4)	NorthThai1 (1)
12. Amphawa, Samut Songkram	13°22'N	99°57'E	M	Thai1 (3)	J (2)(1)+	NorthThai1 (1), (1)+
13. Ban Lard, Phet Buri	13°02'N	99°56'E	M	Thai1 (2)	J (2)	NorthThai1 (2)
14. Pran Buri, Prachup Kiri Kan	12°27'N	99°58'E	M	Thai1 (2)	J (2)	NorthThai1 (2)
15. Sam Roi Yot, Prachup Kiri Kan	12°11'N	99°56'E	M	Thai1 (1)	J (1)	NorthThai1 (1)
16. Meung, Prachup Kiri Kahn	11°53'N	99°47'E	M	Thai1 (5)	J (4)(1)+	NorthThai1 (3)(1)+
17. Tup Sa Kae, Prachup Kiri Kan	11°31'N	99°35'E	M	Thai1 (2)	J (2)	NorthThai1 (1) Malay1 (1)
				Thai3 (1)	J (1)	Malay1 (2)
18. Bang Sapan, Prachup Kiri Kan	11°24'N	99°31'E	M	Thai1 (2)	J (2)	not sequenced
19. Tha Sae, Chum Phon	10°34'N	99°06'E	S	Malay1(2)	J (2)	Malay1 (1)
20. Suan Pheng, Chumphon	10°01'N	99°03'E	S	Malay1(2)	J (2)	Malay1 (2)
21.Sawee, Chumphon	10°20'N	99°04'E	S	Malay1(8) ThaiSouth1(2)	J (7)(3)+	Malay1 (2)
22. Ka Poe, Ranong	09°35'N	98°36'E	S	Malay1 (2)	J (2)	Malay1 (1)
23. Kra Tu, Phuket Island	07°54'N	98°21'E	S	Malay1 (3)	J (1), (2)+	Malay1 (1)+
24. Thaling Ngam, Ko Samui, Surat Thani	09°28'N	99°57'E	S	Malay1 (2) Samui1 (1)	J (2), (1)+	Samui1 (1) Samui1 (1)
25. Lipa Yai, Ko Samui,	09°31'N	99°56'E	S	Malay1 (1)	J (1)	not sequenced
26. Wat Lard Varnon, Ko Samui, Surat Thani	09°29'N	99°57'E	S	Malay1 (2)	J (2)	Samui1 (1)
27. Sichon, Nakhonsri Thammarat	09°02'N	99°53'E	S	Malay1 (4)	J (4)	not sequenced
28. Thasala, Nakhonsri Thammarat	08°46'N	99°55'E	S	Malay1 (5)	J (5)	Malay1 (1)
29. Si Kao, Trang	07°31'N	99°24'E	S	Malay1 (2)	J (2)	Malay1 (1)
30. Krasay Sin, Songkla	07°35'N	100°17'E	S	Malay1 (1)	J (1)	Malay1 (1)

Notes: (1) The number in parentheses indicates the number of colonies collected at each locality
(2) + indicates *Varroa* collected from drone brood cells of *A. cerana*

Results and Discussion

Seventy-five samples of both *Varroa* and *A. cerana* were collected (Fig. 2 and Table 1). The Polymerase Chain Reaction (PCR) amplified a 328 base pair (bp.) of the COI gene of *Varroa*. The RFLP analyses showed that both *V. destructor* (n = 8) and *V. jacobsoni* (n = 67) are found in Thailand (Fig. 3). The results from DNA sequencing of 41 *Varroa* COI PCR products confirmed the species identifications (Fig. 4). The DNA sequencing results also showed that the haplotype of *V. destructor*

found on *A. cerana* in Thailand is different from the *V. destructor* haplotype previously reported from Thailand (Anderson and Trueman, 2000). Instead of the Japan-Thailand haplotype, the Vietnam haplotype (n = 4) (described in Anderson and Trueman, 2000) is found on *A. cerana* in Thailand. In addition, four haplotypes of *V. jacobsoni* were discovered: the previously known Malaysia haplotype (n = 15), and three new haplotypes, which we call NorthThai1 (n = 16), NorthThaiN2 (n = 3), and Samui (n = 3). Pairwise distances among *Varroa* haplotypes are shown in Table 2. A neighbor-joining tree of *Varroa* haplotypes is shown in Fig. 5a.

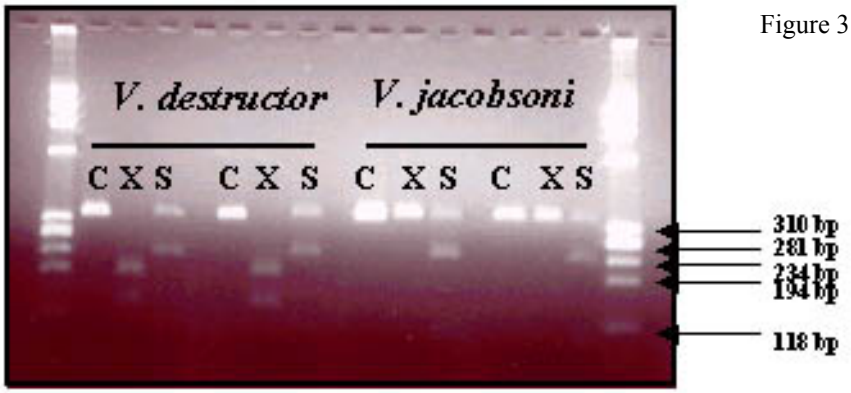


Figure 3. Restriction digest patterns of *Varroa destructor* and *V. jacobsoni*. *Varroa destructor* has both *Xho*I and *Sac*I restriction sites, whereas *V. jacobsoni* only has the *Sac*I restriction site. **C** = Control, **X** = *Xho*I and **S** = *Sac*I. ϕ X 174-HaeIII was used as genetic marker.

```
                                                                                SacI site
A:GTAATTTGTATACA?AGAGGGAAGAAGCAGCCTTTTGGAAATTTAGGGATAATTTACGCTATAATAACTATCGGTATTTTAGGTTTTATTGTATGAGCTC: 100
B:.............A.......A.....A.......T..................T..............T.....................................
C:.............A.......A.....A.......T..................T..............T.....................................
D:.............A.......A.....A.......T..................T..............T.....................................
E:.............A.......A.....A.......T..................T..............T.....................................

                                  XhoI site
A:ATCATATATTTACAGTAGGAATAGATATTGATACTCGAGCATATTTTACTGCAGCTACAATAATTATTGCGGTTCCTACTGGTATTAAAATTTTTTCTTG: 200
B:.....................T..................G..T...........G........G..............C.....................
C:.....................T..................G..T...........G........G..............C.....................
D:.....................T..................G..T.....C.....G........G..............C.....................
E:.....................T..................G..T...........G........G..............C.....................

A:ATTAGCAACAATTCATGGTTCTATAGTTAAATTAGATGTCCCGATAATTTGATCTTTAGGTTTTATTTTTTTATTTACTTTAGGGGGTATTACTGGTGTA: 300
B:............................A...........T..A.....C.....C..G.......................G..A..A...........G
C:G...........................A...........T..A.....C.....C..G.......................G.....A...........G
D:.C....T.....................A...........T..A.....C.....C..G.......A.............G.....A...........G
E:.C....T.....................A...........T..A.....C.....C..G.......A.............G.....A...........G

A:ATTTTAGCTAATTCTTCTATTGATATTG: 328
B:.............................
C:.............................
D:.............................
E:.............................
```

Figure 4. Partial sequences of the Cytochrome Oxidase I gene (COI) (328 base pairs) of **A:** *Varroa destructor* (Vietnam haplotype), **B:** *V. jacobsoni* (Malaysia haplotype), **C:** *V. jacobsoni* (Samui haplotype), **D:** *V. jacobsoni* (NorthThai1 haplotype) and **E:** *V. jacobsoni* (NorthThai2 haplotype). Underlined sequences indicate restriction sites *Xho*I and *Sac*I.

The results from the PCR and DNA sequencing study of *A. cerana* reveal that the non-coding region is approximately 96 bp in length. Six haplotypes of *A. cerana* were found. Three—Thai1 (n = 36), Malay1, and Samui1 (n = 1)—are previously known haplotypes, and three were new and have been named Thai2 (n = 1), Thai3 (n = 1), and ThaiS1 (n = 2) (Fig. 6). Pairwise distances among *A. cerana* haplotypes are shown in Table 2. The phenogram show that the six haplotypes can be grouped into two groups—the mainland Asian (n = 38) and Sundaland lineages (n = 37) (Fig. 5b).

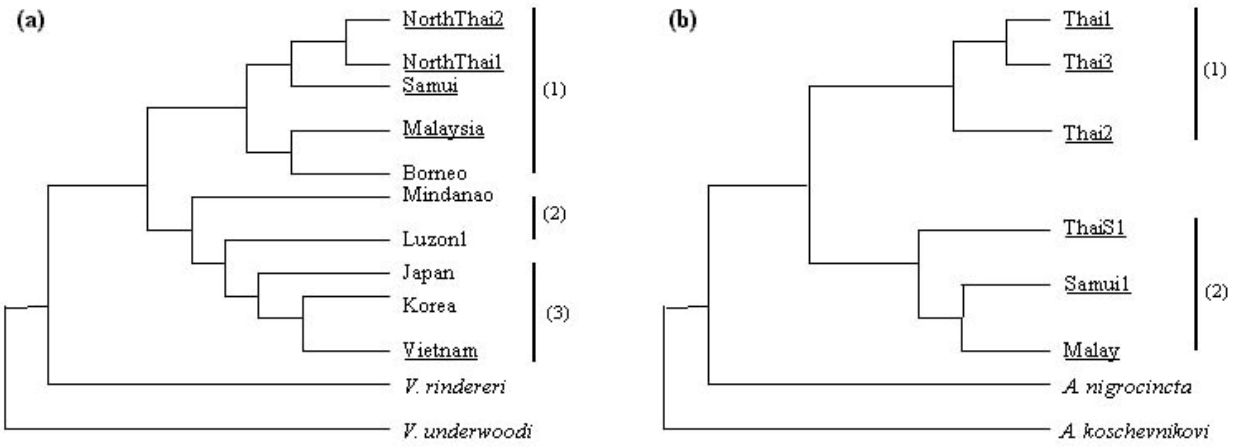


Figure 5. **(a)** Neighbor-joining tree of *Varroa destructor* and *V. jacobsoni* haplotypes constructed based on partial sequences of Cytochrome Oxidase I (COI) (1 = *V. jacobsoni*, 2 = *Varroa* from the Philippines Islands, and 3 = *V. destructor*). **(b)** Neighbor-joining tree of *Apis cerana* haplotypes constructed based on non-coding sequences (1 = Mainland Asian *A. cerana* and 2 = Sundaland *A. cerana*). Underlined haplotypes indicate haplotypes found in Thailand. Other haplotypes were taken from Smith and Hagen (1996), Anderson and Trueman (2000), Smith et al. (2000) and Warrit (2002).

```
Thai1:    AAAATTTAATAAGCTACAATTGCATTGAATTCTGAATTCAAACTCAAAGTAAAAACTTTTATTAAAATTAATAATTTAAATTTATTATTAAAATTT: 96
Thai2:    ............A.....................................................................................
Thai3:    ................T.....................................................................................
Malay1:   ..............TT............T.........T.....A.....T.....................................................
ThaiS1:   ..............TT............T.........T.....A.....................................................
Samui1:   ..............TT............T.A.......T.....A.....................................................
```

Figure 6. Non-coding sequences of six *A. cerana* haplotypes (96 base pairs) found in Thailand.

Table 2. **(a)** Percent sequence divergences of *Varroa destructor* and *V. jacobsoni* haplotypes found in Thailand. The percent sequence divergences were computed under Kimura's two-parameter model (Kimura, 1980). A: *V. destructor* (Vietnam haplotype), B: *V. jacobsoni* (NorthTHai1 haplotype), C: *V. jacobsoni* (NorthThai2 haplotype), D: *V. jacobsoni* (Malaysia haplotype); and E: *V. jacobsoni* (Samui haplotype). **(b)** Percent sequence divergences of *Apis cerana* haplotypes found in Thailand. The percent sequence divergences were computed under Jukes-Cantor's one-parameter model (Jukes and Cantor, 1969). X: Thai1 haplotype, Y: Thai2 haplotype, Z: Thai3 haplotype, AA: Malay1 haplotype, BB: ThaiS1 haplotype, and CC: Samui1 haplotype.

(a)

	A	B	C	D	E
A					
B	0.078				
C	0.074	0.003			
D	0.068	0.015	0.012		
E	0.071	0.012	0.009	0.009	

(b)

	X	Y	Z	AA	BB	CC
X						
Y	0.010					
Z	0.010	0.021				
AA	0.065	0.077	0.077			
BB	0.054	0.065	0.065	0.010		
CC	0.077	0.088	0.088	0.010	0.021	

Conclusions

Two species of *Varroa* are found on *A. cerana* in Thailand: *V. destructor* and *V. jacobsoni*. There are four different *V. jacobsoni* mitochondrial haplotypes in Thailand, namely Malaysia, Samui1, NorthThai1 and NorthThai2, but only one *V. destructor* haplotype, Vietnam, was found on Thai *A. cerana*. The geographic distribution of *Varroa* and *A. cerana* mitochondrial lineages in Thailand, shown in Fig. 2, suggests a strong host-specificity between different haplotypes of the parasite to the different haplotypes of host.

The only *V. destructor* found in *A. cerana* colonies was the Vietnam haplotype of *V. destructor*, in the northern region of Thailand. This contradicts the earlier report by Anderson and Trueman (2000)

of *V. destructor* with the "Japan-Thailand" haplotype on *A. cerana* colonies in Bangkok. Our results suggest that the *V. destructor* that Anderson and Trueman (2000) recovered might have come from an *A. mellifera* colony, not an *A. cerana* colony. If that were true, then the name of the Japan-Thailand haplotype of *V. destructor* should be changed to simply the Japan haplotype. Thus, it would appear that *V. destructor* from the region of the Korean peninsula and Japan are the only haplotypes that have colonized *A. mellifera*, while mites from Thailand cannot be implicated as parasites of *A. mellifera.*

The results obtained from this study can be useful to both basic and applied sciences. The discovery of the distributional patterns of *V. destructor* and *V. jacobsoni* in Thailand, might help local bee keepers and scientists to decide in which places they would want to establish apiaries of *A. mellifera* for commercial, educational or research purposes. The discovery of a pattern of coevolution between different haplotypes of *V. jacobsoni* and two mitochondrial lineages of *A. cerana* will contribute to the study of coevolution of *Varroa* and *A. cerana* in the future. This study also concludes that the origin of the mite that infests and destroys *A. mellifera* colonies worldwide is the Korean Peninsula and Japan, not Thailand. Lastly, we now know from this study that at least two species of *Varroa* mite exist in Thailand, not just one. This study sets a foundation for research scientists who are interested in the studies of genetics and biogeography of host-parasite coevolution of organisms found in Thailand. There are still many honey bee species (e.g., *A. dorsata*, *A. florea* and *A. andreniformis*) and their parasites (e.g., *Tropilaelaps clareae*, *T. koenigerum*, *Euvarroa* sp.) whose population genetic structures and geographic distributions are not well known. Other non-entomological scientists can also use this study as a model for the study of other fauna found in Thailand.

Acknowledgements

This study could not have been done with out the help of Tipwan Suppasat who helped us collected *Varroa* and *A. cerana* samples from many provinces in Thailand. This study was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT R_144014 and by the Entomology Program, Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Kansas, USA.

References

Akratanakul, P. and M. Burgett. 1975. *Varroa jacobsoni*: A prospective pest of honeybees in many parts of the world. *Bee World* 56: 119-121.

Anderson, D.L. 1994. Non-reproduction of *Varroa jacobsoni* in *Apis mellifera* colonies in Papua New Guinea and Indonesia. *Apidologie* 25: 412-421.

Anderson, D.L. and Sukarsih. 1996. Changed *Varroa jacobsoni* reproduction in *Apis mellifera* colonies in Java. *Apidologie* 27: 461-466.

Anderson, D.L. and S. Fuchs. 1998. Two genetically distinct population of *Varroa jacobsoni* with contrasting reproductive abilities on *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research* 37: 69-78.

Anderson, D.L. and J.W.H. Trueman. 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology* 24: 165-189.

Beetsma, J. 1994. The *Varroa* mite, a devastating parasite of western honeybees and an economic threat to beekeeping. *Outlook on Agriculture* 23: 169-175.

Biasiolo, A. 1992. Lack of allozyme variability among *Varroa* mite populations. *Experimental* and *Applied Acarology* 16: 287-294.

Cornuet, J.M., L. Garnery and M. Solinac. 1991. Putative origin and function of the intergenic region between COI and COII of *Apis mellifera* L., mitochondrial DNA. *Genetics* 1128: 393-403.

de Guzman, L.I. and M. Delfinado-Baker. 1996. A new species of *Varroa* (Acari: Varroidae) associated with *Apis koschevnikovi* (Hymenoptera: Apidae) in Borneo. *International Journal of Acarology* 22: 23-27.

de Guzman, L.I. and T.E. Rinderer. 1998. Distribution of the Japanese and Russia genotypes of *Varroa jacobsoni*. *Honeybee Sciences* 19: 115-119. (in Japanese)

de Guzman, L.I. and T.E. Rinderer. 1999. Identification and comparison of *Varroa* species infesting honey bees. *Apidologie* 30: 85-95.

De Jong, D., R.A. Morse and G.C. Eickwort. 1982. Mite pests of honey bees. *Annual Review of Entomology* 27: 229-252.

Delfinado-Baker, M. 1988. Variability and biotypes of *Varroa jacobsoni* Oudemans. *American Bee Journal* 128: 567-568.

Delfinado-Baker, M. and K. Aggarwal. 1987. A new *Varroa* (Acari: Varroidae) from the nest of *Apis cerana* (Apidae). *International Journal of Acarology* 13: 233-237.
Delfinado-Baker, M. and M.A. Houck. 1989. Geographical variation in *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae): application of multivariate morphometric techniques. *Apidologie* 20: 345-358.
Grobov, O.F., N.M. Pulenetz and G.L. Sofronov. 1980. Geographic variability of the sizes of the dorsal scutellum in females of *Varroa jacobsoni* Oud. *In* Hamaj, V. (ed.), Proceedings of the XXVII International Beekeeping Congress, pp. 346-350. Athens, Greece, Apimondia.
Jukes, T.H. and C.R. Cantor. 1969. Evolution of protein molecules. *In* Munro, H.N. (ed.) Mammalian Protein Metabolism, pp. 21-132. Academic Press, New York.
Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rate of base substitution throughcomparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution* 16: 111-120.
Koeniger, N., G. Koeniger and M. Delfinado-Baker. 1983. Observations on mites of the Asian honeybee species. *Apidologie* 14: 197-204.
Koeniger, N., G. Koeniger and N.H.P. Wijayagunasekera. 1981. Observations on the adaptation of *Varroa jacobsoni* to its natural host *Apis cerana* in Sri Lanka. *Apidologie* 12: 37-40.
Kraus, B. and G. Hunt. 1995. Differentiation of *Varroa jacobsoni* Oud. populations by random amplification of polymorphic DNA (RAPD). *Apidologie* 26: 283-290.
Kumar, S., K. Tamura, I.B. Jakobsen and M. Nei. 2001. MEGA2: Molecular Evolutionary Genetics Analysis software, Version 2.1, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA.
Medina, L.M. and S.J. Martin. 1999. A comparative study of *Varroa jacobsoni* reproduction in worker cells on honey bees (*Apis mellifera*) in England and Africanized bees in Yucatan, Mexico. *Experimental and Applied Acarology* 23: 659-667.
Oldroyd, B.P. 1999. Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 312-315.
Oudemans, A.C. 1904. Note VIII. On a new genus and species of parasitic Acari. *Notes Leyden Museum* 24: 216-222.
Rath, W. 1999. Co-adaptation of *Apis cerana* Fabr. and *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30: 159-172.
Ritter, W. and D. De Jong. 1984. Reproduction of *Varroa jacobsoni* Oud. in Europe, the Middle East and tropical South America, *Z. Angew. Entomol*. 97: 91-95.
Ruttner, F., H. Marx and G. Marx. 1984. Observation about a possible adaptation of *Varroa jacobsoni* to *Apis mellifera* in Uruguay. *Apidologie* 15: 43-62.
Sammataro, D., U. Gerson and G. Needham. 2000. Parasitic mites of honeybees: life history, implications, and impact. *Annual Review of Entomology* 45: 519-548.
Sihanuntavong, D., S. Sittipraneed and S. Klinbunga. 1999. Mitochondrial DNA diversity and population structure of the honey bee, *Apis cerana*, in Thailand. *Journal of Apicultural Research* 38: 211-219.
Sittipraneed, S., D. Sihanuntavong and S. Klinbunga. 2001. Genetic differentiation of the honey bee (*Apis cerana*) in Thailand revealed by polymorphism of a large subunit of mitochondrial ribosomal DNA. *Insectes Sociaux* 48: 266-272.
Smith, D.R. and R.H. Hagen. 1996. The biogeography of *Apis cerana* as revealed by mitochondrial DNA sequence data. *Journal of Kansas Entomological Society* 69: 294-310.
Smith, D.R., L. Villafuerte, G. Otis and M.R. Palmer. 2000. Biogeography of *Apis cerana* F. and *A. nigrocincta* Smith: insights from mtDNA studies. *Apidologie* 31: 265-279.
Thompson, J.D., D.G. Higgins and T.J. Gibson. 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, positions specific gap penalties and weight metric choice. *Nucleic acids Research* 22: 4673-4680.
Warrit, N. 2002. Biogeography of the *Varroa* mites on their native host, *Apis cerana* F., in the Thai-Malay-Peninsula. M.A. Thesis, University of Kansas, Lawrence, Kansas, USA.

ชนิดและความชุกชุมของมดตามฤดูกาลบริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำในป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส

นาวี หนุนอนันต์[1], ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์[1] และ เดชา วิวัฒน์วิทยา[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[2]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: **Species Diversity and Seasonal Abundance of Ants in Lowland Tropical Rain Forest of Bala Forest at Hala-Bala Wildlife Sanctuary, Narathiwat Province**

Nawee Noon-anant[1], Suparoek Watanasit[1] and Decha Witwatwitaya[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hadyai, Songkhla 90112, [2]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

Studies on the species diversity and seasonal abundance of ants in Bala forest at Hala-Bala Wildlife Sanctuary, Narathiwat province, were conducted in lowland tropical rain forest at an elevation of less than 200 meters above mean sea level. Ants were collected every 2 months by 4 methods from March 2001 to March 2002. Eight subfamiles 63 genera and 255 species of ants were identified. Different times of the year and methods used gave different results in terms of species richness, abundance and species composition of ants. The highest number of species (133 species) was found in January 2002. It was also discovered that the combination of 4 methods yielded higher numbers of species, genera and subfamilies than the use of one method. The highest number of genera and species was found in Myrmicinae (26 genera 104 species), followed by Ponerinae (16 genera 74 species) and Formicinae (12 genera 47 species). The genus *Pheidole* had the highest number of species (25 species), followed by *Pachycondyla* (15 species), *Hypoponera* (13 species), *Cerapachys* (12 species) and *Camponotus* (11 species).

Seasonal change influenced the number of species in the subfamily Aenictinae, genera *Aenictus, Pheidole* and *Pyramica.* There were significant differences between the wet and the dry season for each of these four ant taxa ($P<0.05$, $F = 34.286$, 34.286, 0.003 and 34.286 respectively). The relationships between different physical factors (rainfall, air temperature and air humidity) and number of species varied.

Key words: diversity of ants, abundance of ants, Bala forest, Hala-Bala Wildlife Sanctuary

บทนำ

แมลงที่อาศัยในป่าเขตร้อนเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่งที่มีความหลากหลายในด้านของชนิดพันธุ์สูงกว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น สิ่งมีชีวิตที่ทราบชื่อแล้วในโลกนี้มีประมาณ 1.7 ล้านชนิด ประมาณ 64 เปอร์เซ็นต์ เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแมลง (Groombridge, 1992) แมลงมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศ เช่น ช่วยในการผสมเกสรของพืช ช่วยในการย่อยสลายและหมุนเวียนแร่ธาตุสารอาหารในสายใยอาหารของระบบนิเวศ แมลงบางกลุ่ม เช่น มด ด้วงมูลสัตว์ ผีเสื้อกลางวัน ปลวก และแมลงหางดีด สามารถใช้เป็นดัชนี (bioindicator) ในการประเมินความหลากหลาย (rapid biodiversity assessment) ของสภาพป่า (Anderson, 1997; Hawksworth and Ritchie, 1993; Speight et al., 1999) และผีเสื้อกลางคืนสามารถใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Holloway and Stork, 1991)

มดเป็นแมลงชนิดหนึ่งจัดอยู่ในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae จัดว่ามีวิวัฒนาการสูงสุดทั้งในด้านโครงสร้างและความเป็นอยู่ โดยโครงสร้างของเส้นปีกมีการลดรูป และมีความเป็นอยู่ในลักษณะสังคมแบบแท้จริง (eusocial insect) คือมีการช่วยกันเลี้ยงดูตัวอ่อน การอยู่ร่วมกันของประชากรอย่างน้อยสองรุ่น และการแบ่งกลุ่มเป็น

วรรณะสืบพันธุ์และวรรณะที่เป็นหมัน (HÖlldobler and Wilson, 1990) มดมีความหลากหลายและการแพร่กระจายในทุกพื้นที่ตั้งแต่เขตทุนดราถึงเขตศูนย์สูตรหรือในดินที่มีความลึกมากถึงปลายยอดสูงสุดของต้นไม้ ประมาณการณ์ว่าในโลกมีมดทั้งหมด 16 วงศ์ย่อย 296 สกุล 15,000 ชนิด เป็นมดที่ทราบชื่อแล้วประมาณ 10,000 ชนิด (Bolton, 1994) โดยบริเวณอินโด-ออสเตรเลีย มีจำนวนสกุลมากที่สุด และในประเทศไทยคาดการณ์ว่ามีมดประมาณ 800-1,000 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมดที่อาศัยในป่า (เดชา, 2544) มดมีบทบาทสำคัญในการดำรงไว้ซึ่งความสมดุลตามธรรมชาติของระบบนิเวศเนื่องจากมดมีหลายบทบาทและหน้าที่ มดส่วนใหญ่เป็นผู้ล่าหรือกินซากสัตว์ บางชนิดกินพืช บางชนิดมีการพึ่งพาอาศัยอยู่ร่วมกับสัตว์อื่นและพืชหลายชนิด มดสามารถใช้เป็นดัชนีในการประเมินความหลากหลายหรือตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม (Alonso et al., 2000) และนำมาใช้ในการควบคุมประชากรของแมลงที่เป็นศัตรูพืช รวมทั้งช่วยปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของดินซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (เดชา และวาลุลี, 2542) ประโยชน์ของมดต่อพืชในด้านอื่นคือป้องกันพืชจากศัตรูธรรมชาติ กระจายเมล็ดพันธุ์พืช และบางครั้งช่วยในการผสมเกสรของพืช (Beattie, 1985 อ้างโดย Bronstein, 1998) บทบาทของมดซึ่งช่วยในการกระจายเมล็ดพันธุ์และผสมเกสรของพืชมีความสำคัญทางด้านนิเวศวิทยาและวิวัฒนาการอย่างชัดเจน (Bronstein, 1998)

การศึกษามดในต่างประเทศ เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 18 โดยเฉพาะบริเวณประเทศยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย และญี่ปุ่น สำหรับบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เริ่มมีการศึกษาในประเทศมาเลเซีย ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาของชาวต่างประเทศ (เดชา, 2544; Maryati, 1996) ขณะที่การศึกษามดในประเทศไทย เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 19 ซึ่งปัจจุบันมีการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์มดเพื่อรวบรวมตัวอย่างมดชนิดต่างๆ ที่มีในประเทศไทย มีตัวอย่างมดไม่น้อยกว่า 550 ชนิด 100 สกุล 9 วงศ์ย่อย โดยจัดเก็บไว้ที่ห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยาป่าไม้ตึก
วนศาสตร์ 60 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ (เดชา, 2544)

การศึกษาความหลากหลายของมดในบริเวณภูมิภาคต่างๆ ของโลก พบว่าความหลากหลายในด้านของชนิดจำนวน และความชุกชุมมีความแตกต่างกันโดยจำนวนชนิดลดลงตามระดับความสูงจากน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น (Bruehl et al., 1999; Ward, 2000) และจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นตามระดับละติจูดที่ลดลง (Ward, 2000) ขณะที่ความหลากหลายของมดที่อาศัยในบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยและประเภทของป่าที่แตกต่างกันพบว่าองค์ประกอบของสกุลและชนิดมีความแตกต่างกัน (Bruehl et al., 1998; Yamane and Nona, 1994) นอกจากนี้พบว่าจำนวนชนิดของมดที่ได้จากการใช้วิธีการเก็บข้อมูลหลายวิธีร่วมกันมีจำนวนมากกว่าการใช้วิธีการเพียงวิธีเดียว และแต่ละวิธีการพบองค์ประกอบของชนิดและจำนวนมดแตกต่างกัน (Romeo and Jaffe, 1998; Hashimoto et al., 2001)

การศึกษาความหลากหลายของมดในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทยพบว่ามีความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างสูง ตัวอย่างเช่น การศึกษามดในบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความสูงต่างๆ พบมด 8 วงศ์ย่อย 49 สกุล และ 166 ชนิด (Sonthichai, 2001) และการศึกษามดในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบมด 9 วงศ์ย่อย 72 สกุล และ 246 ชนิด (เดชา และวียวัฒน์, 2544) สำหรับการศึกษามดในภาคใต้ของประเทศไทยโดยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา ได้ทำการศึกษาในด้านนิเวศวิทยาโดยทำการเปรียบเทียบชนิดของมดจากแหล่งที่อยู่อาศัยและประเภทของป่าที่แตกต่างกัน พบว่าองค์ประกอบของสกุลและชนิดมีความแตกต่างกัน (ทวี, 2540; สิงโต, 2539; สุภาพร, 2542) และศึกษาผลของฤดูกาลและปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อชนิดและจำนวนของมด ตัวอย่างเช่น การศึกษาความหลากหลายของมดในบริเวณป่าดิบชื้นของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา พบมด 7 วงศ์ย่อย 59 ชนิด และพบว่าจำนวนชนิดและดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Weiner index) ของมดในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูร้อน และการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลมีผลกระทบต่อจำนวนชนิดของมด (Watanasit et al., 2000) ส่วนด้านเกษตรกรรมได้นำมดมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชทางด้านเศรษฐกิจ (Kritsaneepaiboon and Saiboon, 2000)

ป่าฮาลา-บาลาเป็นป่าดิบชื้นบริเวณหนึ่งในประเทศไทยที่มีความสำคัญ เนื่องจากมีความคล้ายคลึงของพืชและสัตว์ป่าเมื่อเปรียบเทียบกับป่าดิบชื้นของประเทศมาเลเซียที่เป็นป่าดิบชื้น 1 ใน 4 แห่งใหญ่ของโลก หรือเรียกว่าป่าฝนอินโด-มาลายัน (Indo-Malayan rain forest) ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย (Whitmore,

1990) นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งต้นน้ำของแม่น้ำที่สำคัญ 3 สาย ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ คือแม่น้ำปัตตานี สายบุรี และโกลก (ชวลิต, 2543)

การศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของมดในภูมิภาคต่างๆ และภาคใต้ของประเทศไทยในบางพื้นที่ยังไม่มีการศึกษาหรือวิจัยอย่างชัดเจน ขณะที่ในปัจจุบันพบว่าทรัพยากรป่าไม้ในธรรมชาติมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายของมดจึงต้องดำเนินการอย่างจริงจัง ต่อเนื่อง และอาศัยความร่วมมือจากประชาชนหลายฝ่าย โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและความชุกชุมของมดตามฤดูกาลบริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำในป่าบาลา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา เปรียบเทียบชนิดของมดจากวิธีการเก็บข้อมูลและฤดูกาลที่แตกต่างกัน จัดทำข้อมูลพื้นฐานและตัวอย่างอ้างอิงของมด (ant specimen collection) ในภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งคาดว่าจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ช่วยสร้างหรือพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับมดในประเทศไทย และสามารถนำไปใช้ในการวิจัยด้านต่างๆ เช่น อนุกรมวิธาน นิเวศวิทยา และการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศป่าดิบชื้นเพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์และการจัดการพื้นที่ป่าไม้

วิธีการ

1. ขอบเขตของการวิจัย

บริเวณสังคมพืชป่าดิบชื้นในระดับต่ำที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางต่ำกว่า 200 เมตร ในป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา โครงการอนุรักษ์ธรรมชาติและสัตว์ป่า สวนป่าพระนามาภิไธย พื้นที่ส่วนที่ 2 อำเภอแว้ง จังหวัดนราธิวาส โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้เวลา 1 ปี เก็บข้อมูล 2 เดือนต่อครั้ง เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2544 - มีนาคม พ.ศ. 2545

กำหนดสถานีเก็บข้อมูล 3 สถานี โดยมีระยะห่างประมาณ 500 เมตร แต่ละสถานีวางแนวเส้นสำรวจ (line transect) ในแนวเหนือใต้ ความยาว 180 เมตร 1 เส้น ภายในแนวเส้นสำรวจแบ่งเป็น 3 ส่วน (block) แต่ละส่วนมีความยาว 60 เมตร

2. การเก็บรวบรวมตัวอย่าง

ใช้วิธีการมากกว่า 1 วิธี เพื่อให้ครอบคลุมแหล่งที่อยู่อาศัยของมด โดยใช้วิธีการ 4 วิธี ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Yamane and Hashimoto (1999) คือ

2.1 การใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้ (leaf litter sifting) เป็นวิธีที่ใช้จับมดที่อาศัยตามผิวดิน โดยผู้เก็บตัวอย่าง 1 คน ใช้เวลา 30 นาที ต่อ 1 block

2.2 การจับด้วยมือ (hand collecting) เป็นวิธีที่ใช้จับมดที่อาศัยตามต้นไม้ ลำต้น ไม้พุ่ม และไม้ผุ โดยผู้เก็บตัวอย่าง 1 คน ใช้เวลา 30 นาที ต่อ 1 block

2.3 การใช้เหยื่อน้ำหวาน (honey bait trap) เป็นวิธีที่ใช้จับมดที่กินน้ำหวานเป็นอาหาร โดยเทน้ำหวานบนแผ่นสำลีซึ่งมีระยะห่างกัน 4 เมตร ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที

2.4 การจับมดที่อาศัยในดิน (soil samples) เป็นวิธีที่ใช้จับมดที่อาศัยในดิน โดยใช้พลั่วขุดดินขนาดประมาณ 20x20x10 เซนติเมตร ซึ่งมีระยะห่างกัน 12 เมตร นำดินมาร่อนผ่านตะแกรงร่อน

บันทึกลักษณะแหล่งที่อยู่อาศัยของมด อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในแต่ละสถานีโดยใช้เครื่อง Digital Thermohygrometer รุ่น PC-5000 TRH สำหรับตัวอย่างมดที่เก็บได้นำไปรักษาสภาพด้วยแอลกอฮอล์ 70% จัดรูปร่างให้ได้มาตรฐานเพื่อนำไปศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานโดยจำแนกตาม Bolton (1994, 1995), Eguchi (2001), Hölldobler and Wilson (1990) และเปรียบเทียบกับตัวอย่างมดที่จัดเก็บในพิพิธภัณฑ์มด ตึกวนศาสตร์ 60 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เปรียบเทียบจำนวนชนิดและประมาณค่าจำนวนชนิดทั้งหมด (S_T) ของมดที่เก็บได้จากวิธีการเก็บมด 4 วิธี โดยการวิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับความชุกชุม (species-abundance curve) ตามวิธีของ Magurran (1988) และ Burd (2000)

3.2 เปรียบเทียบความคล้ายคลึง (similarity) และจัดกลุ่ม (cluster analysis) ชนิดของมดที่ได้จากวิธีการเก็บมด 4 วิธี โดยใช้ดัชนีความคล้ายคลึงซึ่งเสนอโดย Sorenson (Sorenson similarity indices) จัดกลุ่มโดยใช้วิธี Sorensen distance และค่าเฉลี่ยของกลุ่ม (group average)

3.3 เปรียบเทียบผลของฤดูกาลต่อจำนวนชนิด ในช่วงระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2544 - มีนาคม พ.ศ. 2545 โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร

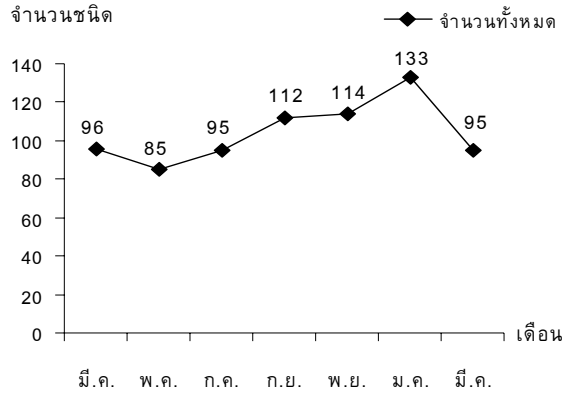
3.4 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับจำนวนชนิดของมด โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (spearman correlation coefficient)

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel เวอร์ชั่น 8.0, SPSS for Windows เวอร์ชั่น 10.0 และ PC-ORD เวอร์ชั่น 3.20

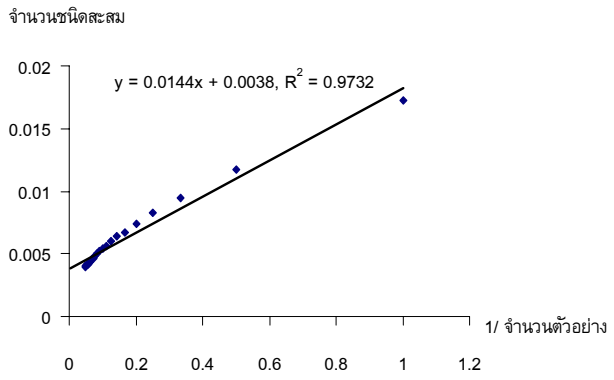
ผลการวิจัย

1. จำนวนชนิดและความชุกชุมของมด

การใช้วิธีการ 4 วิธีร่วมกันพบมดทั้งหมด 255 ชนิด โดยเดือนมกราคม พ.ศ. 2545 และเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2544 พบจำนวนชนิดรวมมากและน้อยที่สุด (133 และ 85 ชนิด ตามลำดับ) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1. จำนวนชนิดของมดทั้งหมดที่พบจากการใช้วิธีการ 4 วิธีร่วมกัน ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่มีนาคม พ.ศ. 2544 - มีนาคม พ.ศ. 2545

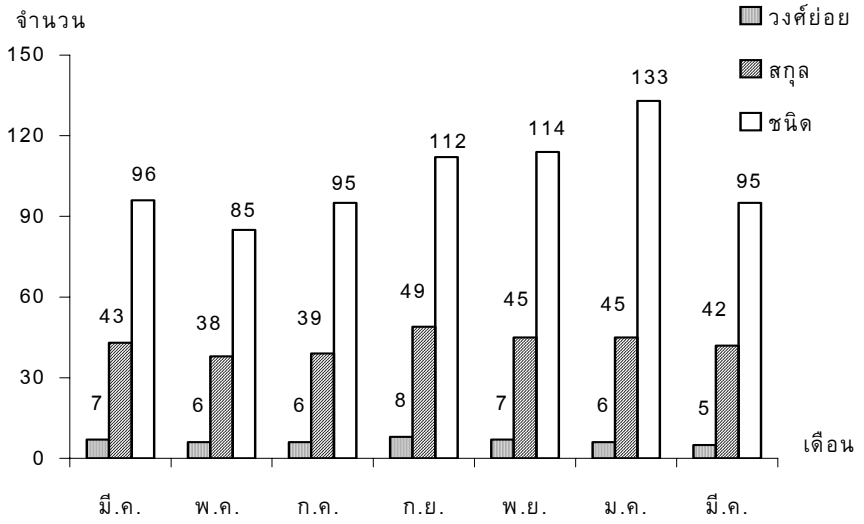


ภาพที่ 2. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับความชุกชุมของมดทั้งหมดที่พบจากการใช้วิธีการ 4 วิธีร่วมกัน

การวิเคราะห์ species - abundance curve ซึ่งค่าจุดตัดบนแกน Y ของเส้นตรงความถดถอย = 1/ S_T พบว่าจำนวนชนิดของมดทั้งหมดที่แท้จริง (S_T) มีค่าประมาณ 263.16 ชนิด และสัมประสิทธิ์ของการประเมินความน่าเชื่อถือของสมการความถดถอย (R^2) = 0.9732 หรือ 97.32 เปอร์เซ็นต์ โดยจำนวนชนิดของมดที่พบจากการศึกษาครั้งนี้คิดเป็น 96.90 เปอร์เซ็นต์ของค่าประมาณจำนวนชนิดของมดทั้งหมดที่แท้จริง (ภาพที่ 2)

2. องค์ประกอบของชนิดมด

การใช้วิธีการ 4 วิธีร่วมกันพบมดทั้งหมด 255 ชนิด จัดอยู่ใน 63 สกุล 8 วงศ์ย่อย ซึ่งจำนวนสกุลและวงศ์ย่อยของมดที่พบในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกัน โดยเดือนกันยายน พ.ศ. 2544 พบจำนวนสกุลรวมและวงศ์ย่อยมากที่สุด (49 สกุล 8 วงศ์ย่อย) และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 พบจำนวนวงศ์ย่อยน้อยที่สุด (5 วงศ์ย่อย) ขณะที่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2544 พบจำนวนสกุลรวมน้อยที่สุด (38 สกุล) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3. องค์ประกอบของชนิดมดที่พบจากการใช้วิธีการ 4 วิธีร่วมกัน ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545

3. สัดส่วนของสกุลและชนิดมดในระดับวงศ์ย่อย

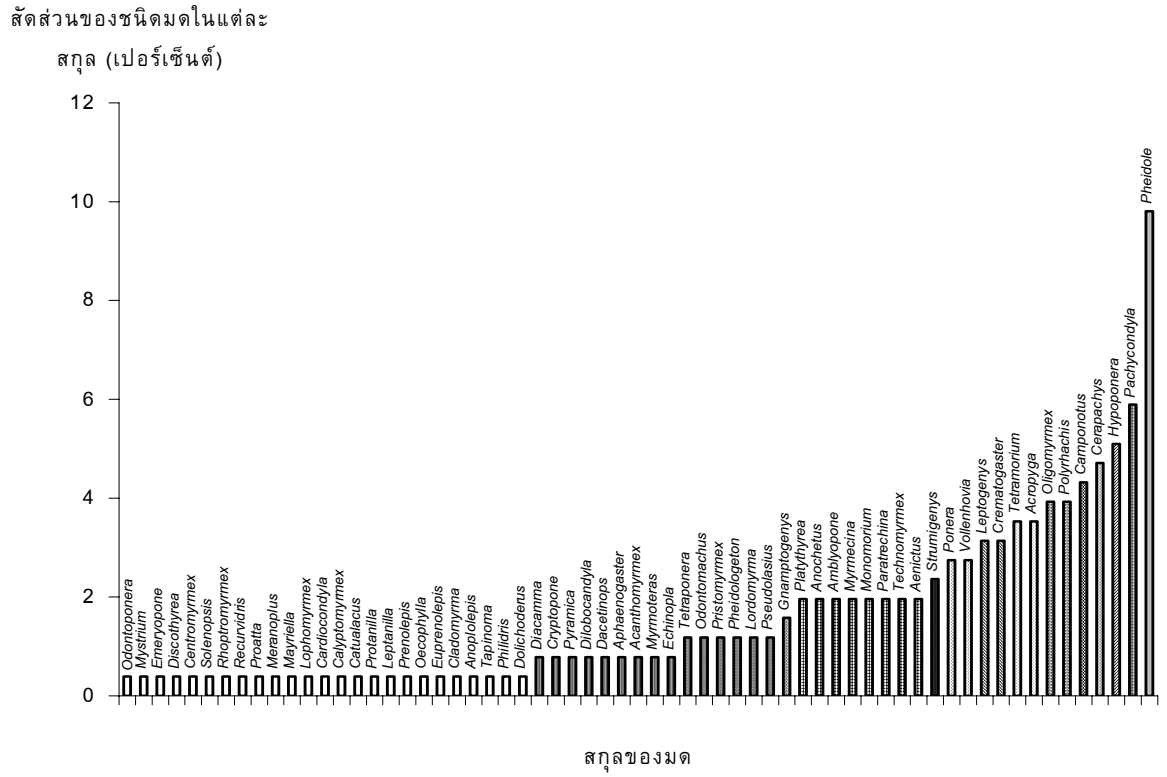
มดที่พบทั้งหมด 255 ชนิด จัดอยู่ใน 63 สกุล 8 วงศ์ย่อย ซึ่งสัดส่วนของสกุลและชนิดของมดในระดับวงศ์ย่อยจากวิธีการ 4 วิธี มีความแตกต่างกัน โดยชนิดของมดในระดับวงศ์ย่อยที่มีสัดส่วนของสกุลและชนิดมากที่สุดคือ Myrmicinae (26 สกุล หรือ 41.27 เปอร์เซ็นต์ของสกุลมดทั้งหมด และ 104 ชนิด หรือ 40.78 เปอร์เซ็นต์ของชนิดมดทั้งหมด) รองลงมาคือ Ponerinae, Formicinae และ Dolichoderinae ตามลำดับ และวงศ์ย่อยทั้ง 4 วงศ์สามารถพบได้ในทุกวิธีการของการเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. สัดส่วนของสกุลและชนิดมดในระดับวงศ์ย่อยจากวิธีการ 4 วิธี

วงศ์ย่อย	Leaf litter sifting		Hand collecting		Honey bait trap		Soil samples		จำนวนสกุลรวม (%)	จำนวนชนิดรวม (%)
	จำนวน		จำนวน		จำนวน		จำนวน			
	สกุล	ชนิด	สกุล	ชนิด	สกุล	ชนิด	สกุล	ชนิด		
1. Aenictinae	1	4	1	1	1	1	-	-	1 (1.59)	5 (1.96)
2. Cerapachyinae	1	8	1	3	-	-	1	2	1 (1.59)	12 (4.71)
3. Dolichoderinae	3	6	4	7	2	4	3	4	4 (6.35)	8 (3.14)
4. Formicinae	6	17	9	28	9	18	7	15	12 (19.05)	47 (18.43)
5. Leptanillinae	-	-	-	-	1	1	1	1	2 (3.17)	2 (0.78)
6. Myrmicinae	20	69	19	47	17	57	15	43	26 (41.27)	104 (40.78)
7. Ponerinae	13	35	11	28	13	38	8	21	16 (25.39)	74 (29.02)
8. Pseudomyrmecinae	-	-	1	2	-	-	1	1	1 (1.59)	3 (1.18)
รวม	44	139	46	116	43	119	36	87	63 (100.00)	255(100.00)

4. สัดส่วนของชนิดมดในระดับสกุล

มดทั้งหมด 255 ชนิด 63 สกุล มีสัดส่วนของชนิดมดในแต่ละสกุลแตกต่างกัน โดยมดในสกุล *Pheidole* มีสัดส่วนของชนิดมากที่สุด (25 ชนิด หรือ 9.80 เปอร์เซ็นต์ของชนิดมดทั้งหมด) รองลงมาคือสกุล *Pachycondyla* (15 ชนิด หรือ 5.55 เปอร์เซ็นต์ของชนิดมดทั้งหมด), *Hypoponera* (13 ชนิด หรือ 5.10 เปอร์เซ็นต์ของชนิดมดทั้งหมด), *Cerapachys* (12 ชนิด หรือ 4.71 เปอร์เซ็นต์ของชนิดมดทั้งหมด) และ *Camponotus* (11 ชนิด หรือ 4.31 เปอร์เซ็นต์ของชนิดมดทั้งหมด) ตามลำดับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4. สัดส่วนของชนิดมดในระดับสกุลที่พบจากการใช้วิธีการ 4 วิธีร่วมกัน

5. ความคล้ายคลึงและการจัดกลุ่มของชนิดมด

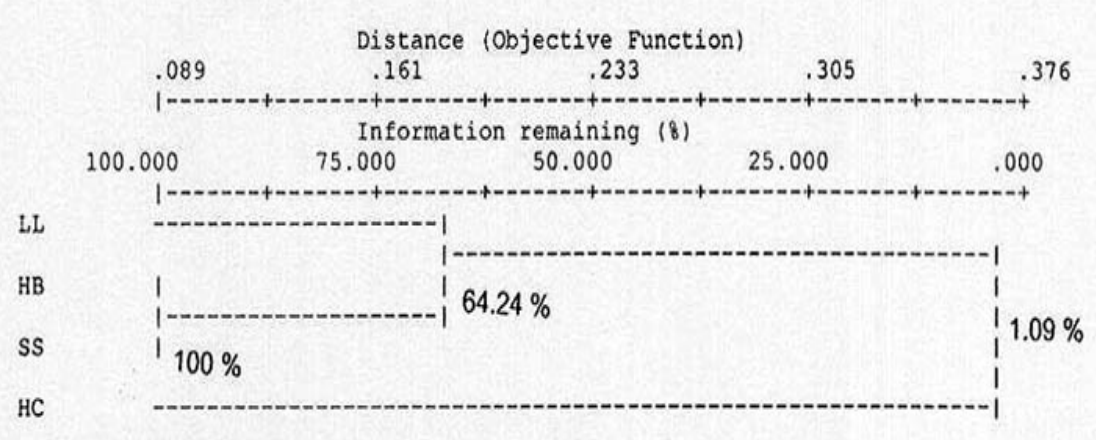
การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของชนิดมดที่พบจากวิธีการเก็บมด 4 วิธี โดยใช้ Sorenson similarity indices พบว่าการใช้เหยื่อน้ำหวานกับการจับมดที่อาศัยในดินมีความคล้ายคลึงกันของชนิดมดมากที่สุด รองลงมาคือการใช้เหยื่อน้ำหวานกับการใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้และการใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้กับการจับมดที่อาศัยในดิน ขณะที่การใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้กับการจับด้วยมือมีความคล้ายคลึงกันของชนิดมดน้อยที่สุด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. ความคล้ายคลึงของชนิดมดที่พบจากวิธีการเก็บมด 4 วิธี

วิธีการ	การจับด้วยมือ	การใช้เหยื่อน้ำหวาน	การจับมดที่อาศัยในดิน
การใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้	0.35	0.56	0.54
การจับด้วยมือ	-	0.38	0.42
การใช้เหยื่อน้ำหวาน	-	-	0.58

การจัดกลุ่มของชนิดมด โดยใช้วิธี Sorensen Distance และ Group average สามารถแบ่งกลุ่มมดเป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 5) คือ กลุ่มของมดที่พบจากการใช้เหยื่อน้ำหวานและการจับมดที่อาศัยในดิน (HB + SS), กลุ่มของมดที่พบจากการใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้ (LL) และกลุ่มของมดที่พบจากการจับด้วยมือ (HC)

ชนิดของมดที่พบจากการใช้เหยื่อน้ำหวานมีความคล้ายคลึงกันกับชนิดของมดที่พบจากการจับมดที่อาศัยในดินมากที่สุดที่ระดับความคล้ายคลึง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามามารถจัดรวมเป็นกลุ่มเดียวกันได้ และกลุ่มของมดที่พบจากการใช้เหยื่อน้ำหวานและการจับมดที่อาศัยในดินมีความคล้ายคลึงกันของชนิดมดกับกลุ่มของมดที่พบการใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้ที่ระดับความคล้ายคลึง 64.24 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กลุ่มของมดที่พบจากการจับด้วยมือมีความคล้ายคลึงกันของชนิดมดกับกลุ่มของมดที่พบจากการใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้ การใช้เหยื่อน้ำหวานและการจับมดที่อาศัยในดินน้อยที่สุดที่ระดับความคล้ายคลึง 1.09 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5. การจัดกลุ่มของชนิดมดที่พบในวิธีการ 4 วิธี โดย LL = การใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้, HC = การจับด้วยมือ, HB = การใช้เหยื่อน้ำหวาน และ SS = การจับมดที่อาศัยในดิน

6. ผลของฤดูกาลต่อจำนวนชนิดของมด

ปริมาณน้ำฝนในอำเภอแว้ง ช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2544 - มีนาคม พ.ศ. 2545 สามารถแบ่งฤดูกาลเป็น 2 ช่วง โดยใช้เกณฑ์ของ Whitmore (1990) คือช่วงฤดูฝน มีปริมาณน้ำฝนเท่ากับหรือมากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อเดือน (มีนาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2544) และช่วงฤดูร้อน มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 100 มิลลิเมตรต่อเดือน (มกราคม - มีนาคม พ.ศ. 2545) โดยปริมาณน้ำฝนในอำเภอแว้งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 0.542$, $P<0.05$) ขณะที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริเวณสถานีเก็บข้อมูลในป่าบาลาในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$, $F = 15.771$ และ 0.000 ตามลำดับ) สำหรับจำนวนวงศ์ย่อย สกุล และชนิดรวมของมดในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$, $F = 0.186$, 1.243 และ 5.849 ตามลำดับ) ขณะที่จำนวนชนิดของมดในระดับวงศ์ย่อยของ Aenictinae และจำนวนชนิดของมดในระดับสกุลของ *Aenictus, Pheidole* และ *Pyramica* ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$, $F = 34.286$, 0.003 และ 34.286 ตามลำดับ)

7. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับจำนวนชนิดของมด

ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีรูปแบบความสัมพันธ์กับจำนวนชนิดของมดในระดับสกุลที่แตกต่างกันพบว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับจำนวนชนิดของมดในสกุล *Pyramica* และ *Myrmecina* ตามลำดับ ($P<0.05$, $r = 0.756$ และ $P<0.01$, $r = -0.926$ ตามลำดับ) โดยปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นทำให้มีโอกาสพบมดงานในสกุล *Pyramica* เพิ่มขึ้น ขณะที่โอกาสพบมดงานในสกุล *Myrmecina* ลดลง

สำหรับอุณหภูมิของอากาศพบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับจำนวนชนิดของมดในสกุล *Pheidologeton* ($P<0.05$, $r = 0.866$) ขณะที่มดในสกุล *Meranoplus, Tetramorium, Amblyopone, Mystrium* และ *Platythyrea* มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับอุณหภูมิของอากาศ ($P<0.05$, $r = -0.791$, -0.778, -0.849, -0.791 และ -0.805 ตามลำดับ) โดยอุณหภูมิของอากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้มีโอกาสพบมดงานในสกุล *Pheidologeton* เพิ่มขึ้น ขณะที่โอกาสพบมดงานในสกุล *Meranoplus, Tetramorium, Amblyopone, Mystrium* และ *Platythyrea* ลดลง

นอกจากนี้พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับจำนวนชนิดของมดในสกุล *Cerapachys, Monomorium* และ *Solenopsis* ($P<0.05$, $r = 0.850$, 0.797 และ 0.791 ตามลำดับ) ขณะที่จำนวนชนิดของมดในสกุล *Acanthomyrmex, Cataulacus* และ *Crematogaster* มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ($P<0.05$, $r = -0.837$, -0.866 และ -0.945 ตามลำดับ) โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้มีโอกาสพบมดงานในสกุล *Cerapachys, Monomorium* และ *Solenopsis* เพิ่มขึ้น ขณะที่โอกาสพบมดงานในสกุล *Acanthomyrmex, Cataulacus* และ *Crematogaster* ลดลง

บทสรุป

การศึกษาชนิดและความชุกชุมของมดตามฤดูกาลบริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำในป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา อำเภอแว้ง จังหวัดนราธิวาส พบมดทั้งหมด 8 วงศ์ย่อย 63 สกุล 255 ชนิด โดยมดในระดับวงศ์ย่อยที่มีสัดส่วนของสกุลและชนิดมากที่สุดคือวงศ์ย่อย Myrmicinae (26 สกุล 104 ชนิด) รองลงมาคือ Ponerinae (16 สกุล 74 ชนิด) ขณะที่มดในสกุล *Pheidole* มีสัดส่วนของชนิดมากที่สุด (25 ชนิด) รองลงมาคือสกุล *Pachycondyla* (15 ชนิด) สำหรับช่วงระยะเวลาและวิธีการเก็บมดแต่ละวิธี พบว่าจำนวนชนิด ความชุกชุม และองค์ประกอบของชนิดมดมีความแตกต่างกัน โดยเดือนมกราคม พ.ศ. 2545 และพฤษภาคม พ.ศ. 2544 พบจำนวนชนิดมดจากการใช้วิธีการเก็บตัวอย่าง 4 วิธีร่วมกันมากที่สุดและน้อยที่สุด (133 ชนิด และ 85 ชนิด ตามลำดับ) ขณะที่วิธีการจับด้วยมือ พบจำนวนชนิดของมดที่พบเฉพาะวิธีการเก็บตัวอย่างมากที่สุด (52 ชนิด) รองลงมาคือการใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้ (48 ชนิด) นอกจากนี้พบว่าการใช้วิธีการเก็บตัวอย่าง 4 วิธีร่วมกัน พบจำนวนชนิด สกุล และวงศ์ย่อยของมดมากกว่าการใช้วิธีการเพียง 1 วิธี

ผลของฤดูกาลพบว่าจำนวนชนิดของมดในระดับสกุลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน ขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพคืออุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และปริมาณน้ำฝนกับจำนวนชนิดของมดในระดับสกุลพบว่ามีรูปแบบความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน

การศึกษาครั้งนี้มีข้อควรพิจารณาดังนี้

1. จำนวนชนิดของมดจากการศึกษาครั้งนี้ไม่ใช่จำนวนชนิดของมดทั้งหมดที่แท้จริง เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาความหลากหลายของมดที่อาศัยบริเวณเรือนยอดของต้นไม้ ซึ่งคาดว่าจะมีองค์ประกอบของชนิดมดแตกต่างกับมดที่อาศัยบริเวณพื้นป่าและต้นไม้พื้นล่าง รวมทั้งขอบเขตของการศึกษาไม่ได้ศึกษาในบริเวณสังคมพืชที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 200 เมตร ซึ่งคาดว่าจะมีองค์ประกอบของชนิดมดแตกต่างกับมดที่อาศัยบริเวณสังคมพืชป่าดิบชื้นในระดับต่ำ

2. ช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูล 1 ปี (2 เดือนต่อครั้ง) และขอบเขตการศึกษาในสถานีเก็บข้อมูล 3 สถานี อาจเห็นผลที่ไม่ชัดเจนและไม่ครอบคลุมจำนวนชนิดและความชุกชุมของมดทั้งหมด เนื่องจากมดแต่ละชนิดอาจมีรูปแบบการดำรงชีวิตผันแปรตามช่วงระยะเวลา รวมทั้งความซับซ้อนของแหล่งที่อยู่อาศัยมีความแตกต่างกัน คาดว่าการศึกษาเปรียบเทียบในหลากหลายพื้นที่ และระยะเวลาในการเก็บข้อมูลมากกว่า 1 ปี น่าจะเห็นผลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น สำหรับชนิดของมดที่พบเพิ่มเติมจากการศึกษาครั้งนี้ เช่น *Discothyrea* sp.2, *Discothyrea* sp.3, *Dolichoderus cuspidatus* (Fr.Smith), *Harpegnathos venator* (Fr.Smith), *Meranoplus mucronatus* Fr.Smith, *Myopias* sp., *Myrmicaria* sp., *Odontomachus simillimus* Fr.Smith และ *Odontoponera denticulata* Fr.Smith เป็นต้น

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดของมดกับปัจจัยทางกายภาพ จากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาอุณหภูมิ และความชื้นของดิน ลักษณะของดิน ปริมาณใบไม้ที่ร่วงหล่น และปริมาณน้ำฝนบริเวณสถานีเก็บข้อมูล ซึ่งคาดว่าปัจจัยดังกล่าวน่าจะมีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตและพฤติกรรมของมดแต่ละชนิดแตกต่างกัน

4. การศึกษาชนิดและความชุกชุมของมดตามฤดูกาลบริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำในป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา อำเภอแว้ง จังหวัดนราธิวาส สามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาชนิดและความชุกชุมของมดในภาคใต้ของประเทศไทย รวมทั้งช่วยพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการศึกษามดในประเทศไทย ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบมดบางชนิดที่พบได้ค่อนข้างยาก เช่น *Cladomyrma* sp., *Polyrhachis (Myrmatopa)* sp., *Leptanilla* sp., *Protanilla* sp., *Calyptomyrmex* sp., *Discothyrea* sp. และ *Emeryopone buttelreepeni* Forel มดบางชนิดมีการแพร่กระจายเฉพาะในภาคใต้ของประเทศไทย เช่น มดไม้ยักษ์ *Camponotus (Dinomyrmex) gigas* (Latreille) และ *Pheidologeton silensis* (Fr.Smith) มดบางชนิดคาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ของไทย เช่น *Eupronolepis* sp., *Polyrhachis (Hemioptica)* sp., *Platythyrea* aff. *quadridenta* Donisthorpe และ *Platythyrea tricuspidata* Emery เป็นต้น ขณะที่มดหลายชนิดยังคงรอการศึกษาและค้นคว้าเพิ่มเติมอย่างละเอียด

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_344012 ขอขอบคุณคุณศิริพร ทองอารีย์ หัวหน้าสถานีวิจัยสัตว์ป่า และเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา อำเภอแว้ง จังหวัดนราธิวาส ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณ Prof. Dr. Seiki Yamane, Dr. Katsuyuki Eguchi, คุณวียวัฒน์ ใจตรง และคุณศศิธร หาสิน ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการจัดจำแนกชนิดมด ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา ที่สนับสนุนทุนเพิ่มเติมสำหรับการวิจัย ขอขอบคุณ ดร. สุนทร โสตถิพันธุ์ และ ดร. สุรไกร เพิ่มคำ ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สุดท้ายขอขอบคุณ อาจารย์ เจ้าหน้าที่จากภาควิชาชีววิทยา และคณะวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัย รวมทั้งกำลังใจจากพี่ เพื่อน และน้องๆ จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

ชวลิต นิยมธรรม. 2543. พันธุ์ไม้ในป่าฮาลา-บาลา. ฝ่ายโครงการพิเศษ กองแผนงาน กรมป่าไม้. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ.

ทวี มณีปรีชา. 2540. ความหลากหลายของมด (Hymenoptera: Formicidae) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงจังหวัดสุราษฎ์ธานี. โครงงานทางชีววิทยา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เดชา วิวัฒน์วิทยา. 2544. การศึกษามดและการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์มด. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องมดในประเทศไทย ครั้งที่ 1 31 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน 2544. ตึกวนศาสตร์ 60 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เดชา วิวัฒน์วิทยา และวาลุลี โรจนวงศ์. 2542. ความหลากหลายของมดในป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ใน: วิสุทธิ์ ใบไม้ และคณะ (บรรณาธิการ), รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. Workpress Printing กรุงเทพฯ.

เดชา วิวัฒน์วิทยา และวียวัฒน์ ใจตรง. 2544. คู่มือจัดจำแนกมดบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สิงโต บุญโรจน์พงศ์. 2539. การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของมด (Hymenoptera: Formicidae) ในบริเวณป่าดั้งเดิมกับป่าที่ถูกรบกวน ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างจังหวัดสงขลา. โครงงานทางชีววิทยา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุภาพร วุกถ้อง. 2542. ความหลากหลายของมด (Hymenoptera: Formicidae) ด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างแบบต่างๆ ในบริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา. โครงงานทางชีววิทยา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Alonso, L.E., M. Kaspari and D. Agosti. 2000. Ants as indicator of diversity and using ants to monitor environmental change. *In* D. Agosti, L.E. Alonso, J.D. Majer and T.R. Schultz (eds.), Ant: Standard Method for Measuring and Monitoring Biodiversity, pp. 80–98. Smithsonian Institution Press, Washington.

Anderson, A.N. 1997. Using ants as bioindicators: multiscales issues in ant community ecology. *Conservation Ecology* [Onine] (1): 8. Available from the Internet. URL: http: //www. consecol.org./vol1/iss1/art8.

Bolton, B. 1994. Identification Guide to the Ant Genera of the World. Havard University Press, London.

Bolton, B. 1995. A New General Catalogue of the Ants of the World. Havard University Press, Massachusetts.

Bronstein, J.L. 1998. The contribution of ant-plant protection studies to our understanding of mutualism. *Biotropica* 30(2): 150-161.

Bruehl, C.A., G. Gunsalam and K.E. Linsenmair. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera: Formicidae) in primary rain forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 14(2): 285-297.

Bruehl, C.A., M. Maryati and K.E. Linsenmair. 1999. Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* 15(3): 265-277.

Burd, M. 2000. TASEAP Ecology and environmental biology sub-program Workshop on biodiversity. Thailand-Australia Science and Engineering Assistance Project. June-July, 2000. Prince of Songkla University, Songkhla.

Eguchi, K. 2001. A revision of the Bornean species of the ant genus *Pheidole* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Tropics* Monograph Series No.2: 1-15.

Groombridge, B. 1992. Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources. Chapman and Hall, London.
Hashimoto, Y., S. Yamane and M. Maryati. 2001. How to design an inventory method for ground-level ants in tropical forests. *Nature and Human Activities* 6: 25-30.
Hawksworth, D.L. and J.M. Ritchie. 1993. Biodiversity and Biosystematic Priorities Microorganisms and Invertebrates. CAB International, Wallingford.
HÖlldobler, B. and E.O. Wilson. 1990. Ants. Springer Verlag, Berlin.
Holloway, J.D. and N.E. Stork. 1991. The dimension of biodiversity: the use of invertebrates as indicator of human impact. *In* D.L. Hawksworth (ed.), The Biodiversity of Microorganisms and Invertebrates: It Role in Sustainable Agriculture, pp. 37-62. CAB International, Wallingford.
Kritsaneepaibon, S. and S. Saiboon. 2000. Ant species (Hymenoptera: Formicidae) in longkong (Meliaceae: *Aglaia dookkoo* Griff.) plantation. *Songkhlanakarin J. Sci. Tech.* 22(3): 393-396.
Magurran, A.E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Chapman and Hall, New York.
Maryati, M. 1996. A review of research on ants in Malaysia. *In* I.M. Turner, C.H. Diong, S.S.L. Lim and P.K.L. Ng (eds.), Biodiversity and the Dynamics of Ecosystems DIWPA Series Volume 1: 373-383.
McCune, B. and M.J. Mefford. 1997. PC-ORD, Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 3.0. MjM Software Design, Oregeon.
Romeo, H. and K. Jaffe. 1998. A comparison method for sampling ant (Hymenoptera: Formicidae) in savanas. *Biotropica* 21(4): 348-352.
Sonthichai, S. 2001. Ant diversity in Doi Inthanon, Thailand. The 3rd Anet Workshop and Seminar in Vietnam. 3-6 Nov. 2001. Institute of Ecology and Biolofical Resources, Hanoi.
Speight, M.R., M.D. Hunter and A.D. Watt. 1999. Ecology of Insects: Concepts and Applications. Blackwell Science, Oxford.
Ward, P.S. 2000. Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. *In* D. Agosti, L.E. Alonso, J.D. Majer and T.R. Schultz (eds.), Ant: Standard Method for Measuring and Monitoring Biodiversity, pp. 99-121. Smithsonian Institution Press, Washington.
Watanasit, S., C. Pholphuntin and S. Permkam. 2000. Diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) from Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla Thailand. *Science Asia* 26(2000): 187-194.
Whitmore, T.C. 1990. Tropical Rain Forest of the Far East. 2nd ed. Oxford Unversity Press, Oxford.
Yamane, S. and A.R. Nona. 1994. Ants from Lambir Hills National Park. *In* T. Inoue and A. Hamid (eds.), Plant Reproductive Systems and Animal Seasonal Dynamics: Long-term Study of Dipterocarp Forests in Sarawak, pp. 222-226. Center for Ecological Research, Kyoto University, Kyoto.
Yamane, S. and Y. Hashimoto. 1999. Promoting Taxonomy and Reference Collection of Ants in Asia. DIWPA Workshop in Thailand October 30–1 November 1999. Kasetsart University, Bangkok.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2546) 173–182

BRT 2003
Research Reports

ความหลากหลายของมดในป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

เดชา วิวัฒน์วิทยา

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Biodiversity of Forest Ants at Khao Yai National Park

Decha Wiwatwitaya

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

A study on the diversity of forest ants at Khao Yai National Park was carried out in tropical rain forest, dry evergreen forest, mixed deciduous forest, secondary forest, and savanna from January to December 2000. Species diversity of forest ants that dwelled in different habitats and forest ant species that could be used as indicators of specific vegetation types were investigated. The surveys and collections of forest ant were conducted in the six vegetation types. Ants were classified into groups and species, and the abundances and similarities of ants in the various vegetation types were determined.

The study found that Khao Yai National Park had a high diversity of forest ant species. There were a total of 9 subfamilies composed of 76 genera and 258 species or 25.8 – 32.2, 84.44, and 100% of total ant species, genera, and subfamilies, respectively, found in Thailand. A total of 93, 66, and 52 species were found in the subfamilies, Myrmicinae, Ponerinae, and Formicinae, or 36.05, 25.18, and 20.16%, respectively, of total forest ants in the area. A total of 18, 16, 15, 14, and 13 species were found in the genera, *Pheidole, Camponotus, Leptogenys, Polyrhachis,* and *Tetramorium,* respectively, or 6.98, 6.20, 5.81, 5.43, and 5.04 %, respectively, of total forest ants found in the area. 80% of the forest ants found in the area were new species. Species diversity of forest ants was highest in tropical rain forest and lowest in savanna. The numbers of forest ant species that were restricted to tropical forest, dry evergeen forest, hill evergeen forest, mixed deciduous forest, secondary forest, and savanna were 21, 21, 29, 8, 11, and 4 species, respectively. Most ant species could be categorized as moderately abundant. Forest ant species were most similar in the savanna and in secondary forest (78.75%) and in the tropical rain forest and the dry evergeen forest (72.54%) whereas the tropical rain forest and the secondary forest (44.38%) and the tropical rain forest and the savanna (45.95%) were least similar.

Key words: ants, biodiversity, Myrmecology

บทนำ

มด เป็นแมลงอีกกลุ่มหนึ่งที่รู้จักกันทั่วไป สามารถพบอาศัยอยู่บนบกได้ทุกแห่งหนและกระจายทั่วโลก โดยเฉพาะป่าเขตร้อน (Wong, 1984; Stork, 1987, 1991) ซึ่งคาดการณ์ว่าในโลกนี้มีมดอยู่ประมาณ 20,000 ชนิด แต่ที่พบแล้วประมาณ 8,800 ชนิด (Holldobler and Wilson, 1990) ในธรรมชาติมดเป็นแมลงที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับระบบนิเวศเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะสายใยอาหาร (food web) จัดเป็นแมลงที่มีบทบาทเด่นชัดมากที่สุดกลุ่มหนึ่งในการดำรงรักษาไว้ซึ่งความสมดุลตามธรรมชาติ (Wilson, 1971; Jeanne, 1979) เนื่องจากมดเกือบทั้งหมดมีบทบาทเป็นผู้บริโภคทุติยภูมิ (secondary consumer) หรือที่เรียกว่า ตัวห้ำ (predator) จากบทบาทที่สำคัญตรงนี้สามารถนำมดมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมและลดประชากรของแมลงที่เป็นศัตรูพืชได้ ซึ่งจัดเป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่ง เนื่องจากไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หาง่าย และประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินทางด้านกายภาพเป็นการช่วยสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืช

ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณป่าเขตร้อน จึงมีความหลากหลายทางระบบนิเวศสูงมาก ปัจจัยเหล่านี้สนับสนุนให้มีแมลงมากตามไปด้วยโดยเฉพาะมด ได้มีการคาดการณ์ว่าในประเทศไทยมีมดประมาณ 800 – 1,000 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่

เป็นมดอาศัยอยู่ในป่า (forest ants) การศึกษาความหลากหลายของมดในประเทศไทยมีน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนที่คาดการณ์เอาไว้ เนื่องจากขาดการศึกษาและสำรวจอย่างจริงจัง มดที่ได้รับการศึกษาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับมนุษย์โดยตรง นั่นคือมดที่อาศัยอยู่ตามบ้านเรือน สำหรับมดในป่าไม่ค่อยได้รับความสนใจหรือถูกมองข้ามมาตลอด เนื่องจากคิดว่ามีอยู่เป็นจำนวนมาก ขนาดเล็กและไม่สำคัญ นอกจากนี้ยังขาดผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้อีกด้วย ปัจจุบันป่าไม้ถูกทำลายเป็นอย่างมาก ย่อมส่งผลกระทบต่อความหลากหลาย ความเป็นอยู่ของมดในป่าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมดในป่าชนิดที่มีความจำเพาะกับถิ่นอาศัย จากอดีตที่ผ่านมาไม่อาจรู้ได้เลยว่ามีมดในป่ากี่ชนิดที่สูญหายไปกับการเปลี่ยนแปลงถิ่นอาศัย ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายของมดในป่าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเริ่มขึ้นอย่างจริงจังก่อนที่จะมีการสูญเสียไปมากกว่านี้ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้เพื่อต้องการทราบความหลากชนิดของมดในป่าที่อาศัยในลักษณะถิ่นอาศัยต่างๆ กัน

วิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาพนมดงรักหรือบริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของที่ราบสูงโคราช พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน มีระดับความสูงแตกต่างกันไป ลักษณะดินบริเวณที่เป็นป่าและทุ่งหญ้าประกอบด้วยดินทราย ดินร่วนปนทรายหรือปนกรวด และดินเหนียว ลักษณะภูมิอากาศอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม มีฝนตกหนักมากตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 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 ส่วนใหญ่อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่หรือในเขตจังหวัดสระบุรี สังคมพืชป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) ขึ้นกระจายอยู่ในพื้นที่ค่อนข้างราบทางทิศตะวันออกของพื้นที่ที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 100-400 เมตร สังคมพืชป่าดิบชื้น (tropical rain forest) มักพบกระจายทั่วไปตั้งแต่ระดับความสูง 400-1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล สังคมพืชป่าดิบเขา (hill evergreen forest) ขึ้นในพื้นที่ราบสูงหรือบนภูเขาสูง ตั้งแต่ 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล และสังคมพืชป่าหญ้าป่ารุ่น (savanna secondary forest) เกิดจากการกระทำของมนุษย์ พื้นที่ผ่านการทำไร่เลื่อนลอยในอดีต บริเวณป่าที่ถูกแผ้วถางเพื่อสร้างถนนในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (เต็ม และคณะ, 2520)

2. การเก็บข้อมูล

กำหนดเส้นทางสำรวจและเก็บตัวอย่างมด โดยเลือกบริเวณที่แตกต่างจากงานวิจัยมดที่เขาใหญ่ปี 2541 (เดชา และ วาลุลี, 2542) จำนวน 3 เส้นทางๆ ละ 500 เมตร ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ในบริเวณสังคมพืชทั้งหมด 6 ประเภท ประกอบด้วย สังคมพืชป่าผสมผลัดใบ สังคมพืชป่าดิบแล้ง สังคมพืชป่าดิบชื้น สังคมพืชป่าดิบเขา สังคมพืชป่าทุ่งหญ้า และสังคมพืชป่าขั้นทดแทน การเก็บตัวอย่างเน้นบริเวณที่มดอาศัยเป็นหลัก ได้แก่ บริเวณซากพืช ขอนไม้ผุ ใต้โคนต้นไม้ใหญ่ และใต้ดิน เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ต้องการความหลากชนิดเป็นหลัก การเก็บตัวอย่างมดจึงใช้วิธีการต่างๆ ดังนี้ ใช้ตะแกรงร่อน ใช้ปากคีบเก็บโดยตรง และใช้เหยื่อล่อ (น้ำหวาน) ตามบริเวณต้นไม้ ตามพื้นดิน และใต้ดิน ทำการสำรวจทั้งหมด 6 ครั้ง เดือนเว้นเดือน ระหว่างเดือนมกราคม 2543 ถึงธันวาคม 2543

3. การจัดจำแนกตัวอย่างมด

นำตัวอย่างมดที่ได้ทั้งหมดมาจัดรูปร่างเพื่อสะดวกในการจัดจำแนก โดยใช้คู่มือการจัดจำแนกมดของ Bolton (1994, 1995) และเทียบกับตัวอย่างมดที่จำแนกชื่อแล้วที่ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญด้านมด คือ Prof. Seiki Yamane จาก Kagoshima University ประเทศญี่ปุ่น สำหรับชนิดที่จำแนกชื่อไม่ได้จะเขียนเป็น sp.1, sp.2 เป็นต้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากการเก็บข้อมูลครั้งนี้จะเน้นจำนวนชนิดเป็นหลัก โดยแยกออกเป็นสังคมพืชชนิดต่างๆ หาเปอร์เซ็นต์มดที่พบและระดับความมากมายของมดในแต่ละสังคม เปอร์เซ็นต์และชนิดมดที่พบเฉพาะแต่ละสังคม ตลอดจนเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของมดในแต่ละสังคมพืช

ระดับความมากมาย = $\frac{\text{จำนวนครั้งที่พบมดชนิดนั้น}}{\text{จำนวนครั้งที่เข้าสำรวจทั้งหมด}}$ X 100

ระดับมาก = อัตราร้อยละ 71 – 100

ระดับปานกลาง = อัตราร้อยละ 31 – 70

ระดับน้อย = อัตราร้อยละ 1 –30

การศึกษาความคล้ายคลึงโดยใช้สูตรของ Sorensen's Index

$$IS = \frac{2C \times 100}{A + B}$$

IS = ความคล้ายคลึง

A = จำนวนชนิดที่พบทั้งหมดในสังคมแรก

B = จำนวนชนิดที่พบทั้งหมดในสังคมที่สอง

C = จำนวนชนิดที่ปรากฏทั้ง 2 สังคม

ผลการวิจัย

1. ความหลากหลายของมด

การศึกษาความหลากหลายของมดบริเวณสังคมพืชป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest) สังคมพืชป่าดิบชื้น (tropical rain forest) สังคมพืชป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) สังคมพืชป่าดิบเขา (hill evergreen forest) สังคมพืชทุ่งหญ้า (savanna) และสังคมพืชป่าขั้นทดแทน (secondary forest) บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ สามารถจำแนกมดออกเป็น 9 วงศ์ย่อย 76 สกุล และ 258 ชนิด (ตารางที่ 1, 2) วงศ์ย่อย Myrmicinae พบเป็นจำนวนมากที่สุดถึง 93 ชนิด หรือคิดเป็น 36.05 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในพื้นที่ รองลงมาได้แก่ Ponerinae, Formicinae และ Dolichoderinae จำนวน 66, 52 และ 17 ชนิด หรือคิดเป็น 25.28, 20.16 และ 6.59 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในพื้นที่ ตามลำดับ สกุลมดที่พบชนิดมากที่สุด คือ *Pheidole* จำนวน 18 ชนิด หรือคิดเป็น 6.98 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบทั้งหมด รองลงมาได้แก่ สกุล *Camponotus*, *Leptogenys*, *Polyrhachis* และ *Tetramorium* จำนวน 16, 15, 14 และ 13 ชนิด คิดเป็น 6.20, 5.81, 5.43 และ 5.04 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ชนิดมดที่พบเห็นได้บ่อยหรือง่ายทุกสังคมพืชได้แก่ *Anochetus graeffei*, *Leptogenys diminuta*, *Diacamma rugosum*, *Odontoponera denticulata*, *Pachycondyla (Brachyponera) iuteipes*, *Dolichoderus thoracicus*, *Acropyga acutiventris*, *Pheidole phagiaria*, *Tetramorium parvum* เป็นต้น มดเหล่านี้สามารถพบได้ตลอดปี สำหรับมดที่พบเห็นได้ค่อนข้างยาก ได้แก่ สกุล *Leptanilla*, *Protanilla*, *Gesomyrmex*, *Sphinctomyrmex*, *Vombisidris*, *Probolomyrmex*, *Kartidris*, *Rhoptromyrmex*, *Lasiomyrma* เป็นต้น มดเหล่านี้มีความจำเพาะกับถิ่นอาศัย บางชนิดอาศัยตามเรือนยอดหรืออาศัยใต้ดินเท่านั้น ทำให้มีโอกาสพบเห็นได้ยาก นอกจากนี้ยังอยู่เป็นกลุ่มขนาดเล็กอีกด้วย

ตารางที่ 1. สกุลและชนิดมดที่พบบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

วงศ์ย่อย	จำนวน	
	สกุล	ชนิด
1. Aenictinae	1	8
2. Cerapachyinae	2	11
3. Dolichoderinae	6	17
4. Dorylinae	2	3
5. Formicinae	13	52
6. Leptanillinae	2	3
7. Myrmicinae	30	93
8. Ponerinae	19	66
9. Pseudomyrmecinae	1	5
รวม	76	258

ส่วนมดที่ยังจำแนกชนิดไม่ได้มี 134 ชนิด คิดเป็น 51.94 เปอร์เซ็นต์ ของมดที่พบทั้งหมด เนื่องจากยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับการจัดจำแนกมดสกุลนั้นๆ ตัวอย่างเช่น มดในสกุล *Hypoponera*, *Ponera*, *Cerapachys*, *Paratrechina* และ *Myrmecina* เป็นต้น หรือนำตัวอย่างมดที่ได้เทียบกับตัวอย่างมดที่จัดจำแนกแล้วของ Prof. Yamane ที่ประเทศญี่ปุ่น พบว่าไม่สามารถจัดจำแนกชื่อได้เช่นกัน การจะได้ชื่อชนิดมดให้ครบสมบูรณ์ทำได้หลายทาง เช่น ศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของมดสกุลนั้นโดยเฉพาะ หรือส่งไปให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะกลุ่ม แต่ค่อนข้างยากเพราะค่าใช้จ่ายสูง ทางออกที่ดีที่สุดจะต้องให้มีการศึกษาอนุกรมวิธานอย่างจริงจังในกลุ่มนั้นๆ โดยทำเป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทหรือเอก

ตารางที่ 2. วงศ์ย่อยและสกุลมดที่พบบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

วงศ์ย่อย / สกุล	จำนวนชนิด	วงศ์ย่อย / สกุล	จำนวนชนิด
1. Cerapachyinae		5.11 *Polyrhachis*	14
1.1 *Cerapachys*	10	5.12 *Camponotus*	16
1.2 *Sphinctomyrmex*	1	5.13 *Echinopla*	1
2. Ponerinae		6. Leptanillinae	
2.1 *Odontomachus*	2	6.1 *Protanilla*	2
2.2 *Anochetus*	2	6.2 *Leptanilla*	1
2.3 *Amblyopone*	5	7. Aenictinae	
2.4 *Myopopone*	1	7.1 *Aenictus*	8
2.5 *Mystrium*	1	8. Pseudomyrmecinae	
2.6 *Platythyrea*	1	8.1 *Tetraponera*	5
2.7 *Probolomyrmex*	1	9. Myrmicinae	
2.8 *Odontoponera*	1	9.1 *Cataulacus*	1
2.9 *Diacamma*	4	9.2 *Crematogaster*	7
2.10 *Pachycondyla*	10	9.3 *Strumigenys*	4
2.11 *Ponera*	4	9.4 *Smithistruma*	2
2.12 *Hypoponera*	5	9.5 *Proatta*	1
2.13 *Centromyrmex*	1	9.6 *Acanthomyrmex*	1
2.14 *Cryptopone*	2	9.7 *Pristomyrmex*	4
2.15 *Discothyrea*	3	9.8 *Meranoplus*	2
2.16 *Proceratium*	2	9.9 *Calyptomyrmex*	1
2.17 *Gnamptogenys*	4	9.10 *Lordomyrma*	1
2.18 *Leptogenys*	15	9.11 *Mayriella*	1
2.19 *Emeryopone*	2	9.12 *Solenopsis*	2
3. Dolichoderinae		9.13 *Oligomyrmex*	3
3.1 *Tapinoma*	1	9.14 *Rhopalomastix*	1
3.2 *Technomyrmex*	6	9.15 *Kartidris*	1
3.3 *Iridomyrmex*	1	9.16 *Vollenhovia*	2
3.4 *Philidris*	1	9.17 *Monomorium*	6
3.5 *Dolichoderus*	7	9.18 *Pheidologeton*	4
3.6 *Ochetellus*	1	9.19 *Myrmecina*	4
4. Dorylinae		9.20 *Aphaenogaster*	2
4.1 *Dorylus*	2	9.21 *Myrmicaria*	2
4.2 *Yunodorylus*	1	9.22 *Lophomyrmex*	2
5. Formicinae		9.23 *Pheidole*	18
5.1 *Gesomyrmex*	1	9.24 *Cardiodondyla*	3
5.2 *Acropyga*	2	9.25 *Vombisidris*	1
5.3 *Lepisiota*	1	9.26 *Paratopula*	1
5.4 *Plagiolepis*	1	9.27 *Tetramorium*	13
5.5 *Anoplolepis*	1	9.28 *Rhoptromyrmes*	2
5.6 *Myrmoteras*	2	9.29 *Lasiomyrma*	1
5.7 *Oecophylla*	1	9.30 *Epitritus*	1
5.8 *Paratrechina*	10		
5.9 *Prenolepis*	1		
5.10 *Pseudolasius*	1		

2. ความคล้ายคลึงของมดระหว่างสังคมพืชต่าง ๆ

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถแยกความคล้ายคลึงของสังคมพืชทั้ง 6 ประเภท ได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ สังคมพืชป่าไม่ผลัดใบ ประกอบด้วย ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา กับสังคมพืชป่าผลัดใบและถูกรบกวน ประกอบด้วย ป่าผสมผลัดใบ ป่าขั้นทดแทน และทุ่งหญ้า เพราะแต่ละกลุ่มมีความคล้ายคลึงสูงใกล้เคียงกัน สังคมพืชขั้นทดแทนมีความคล้ายคลึงกับสังคมทุ่งหญ้ามากที่สุด คือ 78.75 เปอร์เซ็นต์ รองลงไปเป็นสังคมพืชป่าดิบชื้นกับป่าดิบแล้ง สังคมพืชป่าผสมผลัดใบกับทุ่งหญ้า สังคมพืชป่าดิบชื้นกับป่าดิบเขา และสังคมพืชป่าผสมผลัดใบกับป่าขั้นทดแทน คือ

72.54, 65.85, 65.23 และ 61.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสังคมพืชที่มีความคล้ายคลึงน้อยที่สุด คือ สังคมพืชป่าดิบชื้นกับป่าขั้นทดแทน มีเพียง 44.38 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนสังคมพืชที่มีความคล้ายคลึงกันต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สังคมพืชป่าดิบชื้นกับทุ่งหญ้า สังคมพืชป่าดิบเขากับทุ่งหญ้า สังคมพืชป่าดิบแล้งกับทุ่งหญ้า และสังคมพืชป่าดิบแล้งกับป่าขั้นทดแทน ดังนี้ 45.95, 47.47, 47.93 และ 49.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าความหลากหลายของชนิดมดบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีความคล้ายคลึงกันระหว่างสังคมพืชต่างๆ เป็นส่วนใหญ่ นั่นคือ คล้ายคลึงกันมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ มีมากถึง 66.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3. ความคล้ายคลึงของมดระหว่างสังคมพืชชนิดต่าง ๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

สังคมพืช	สังคมพืช					
	ป่าดิบชื้น	ป่าดิบแล้ง	ป่าดิบเขา	ป่าผสมผลัดใบ	ทดแทน	ทุ่งหญ้า
ป่าดิบชื้น	0	72.54	65.23	58.68	44.38	45.95
ป่าดิบแล้ง		0	57.56	59.07	49.79	47.93
ป่าดิบเขา			0	56.88	50.47	47.47
ป่าผสมผลัดใบ				0	61.11	65.85
ทดแทน					0	78.75
ทุ่งหญ้า						0

3. มดที่เป็นรายงานใหม่ (new record) และชนิดใหม่ (new species)

การศึกษามดในประเทศไทยมีน้อยมาก ทำให้ขาดข้อมูลทางด้านความหลากหลาย อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นอีกแห่งหนึ่งที่มีการศึกษาพืชพันธุ์และสัตว์ต่างๆ มากมาย แต่ข้อมูลทางด้านมดมีน้อยมากเช่นกัน ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้พบมดที่น่าสนใจมากมายทั้งที่เป็นรายงานใหม่ (new record) และชนิดใหม่ (new species) ของโลก จากการวิเคราะห์และค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับมดที่บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่พบว่ามดเกือบทั้งหมดที่พบจัดอยู่ในกลุ่มรายงานใหม่ หรือประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบทั้งหมด ตัวอย่างเช่น *Gesomyrmex* sp., *Paratopula* sp., *Vombisidris* sp.1 และ sp.2, *Sphinctomyrmex* sp., *Leptanilla* sp., *Protanilla* spp., *Lasiomyrmex* sp., *Kartidris* sp., *Mayriella* sp., *Rhoptromyrmex* spp., *Mystrium* sp.1 และ *Probolomyrmex* sp. เป็นต้น นอกจากนี้มดชนิด *Yunodorylus sexspinus* เพิ่งถูกค้นพบไม่นานที่จีนตอนใต้ และได้จัดเป็นสกุลใหม่ของโลก ปัจจุบันพบเพียง 1 ชนิดเท่านั้น บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ก็พบมดชนิดนี้ด้วยเช่นกัน

มดที่คาดว่าเป็นชนิดใหม่ (new species) ที่พบบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ยังไม่สามารถบอกได้อย่างสมบูรณ์ ต้องมีการศึกษาทางอนุกรมวิธานของแต่ละกลุ่ม เนื่องจากมดในโลกนี้มีความหลากหลายค่อนข้างสูง แพร่กระจายตามบริเวณต่างๆ ของโลกได้ดี ข้อมูลทางด้านอนุกรมวิธานยังมีอยู่น้อยมาก แม้ว่าต่างประเทศมีการศึกษามานานแล้วก็ตาม จะเห็นได้ว่า ยังมีมดที่เก็บได้จำนวนมากยังไม่สามารถจัดจำแนกถึงระดับชนิดได้ อย่างไรก็ตาม คาดว่าจะพบมดชนิดใหม่หลายชนิดอย่างแน่นอน จากการตรวจสอบเบื้องต้นกับตัวอย่างมดที่จัดจำแนกชนิดแล้วแต่ละกลุ่ม พบว่าอาจมีมดชนิดใหม่มากถึง 5-10 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่พบว่าเป็นชนิดใหม่อย่างแน่นอน ได้แก่ *Lasiomyrma* sp.1 และ *Gesomyrmex* sp.1 สำหรับสกุล *Lasiomyrma* จัดเป็นสกุลใหม่ของโลกที่เพิ่งถูกค้นพบโดย Terayama and Yamane (2000) ปัจจุบันมีอยู่ 3 ชนิดเท่านั้น ส่วนสกุล *Gesomyrmex* เป็นมดที่ชอบอาศัยตามเรือนยอดไม้เท่านั้น ในโลกนี้พบแล้ว 9 ชนิด

4. สังคมพืชชนิดต่าง ๆ

สังคมพืชบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ สามารถแยกออกได้ 6 ประเภท คือ สังคมพืชป่าดิบชื้น พบความหลากหลายของชนิดมดมากที่สุด คือ 9 วงศ์ย่อย 59 สกุล 150 ชนิด คิดเป็น 58.14 เปอร์เซ็นต์ของชนิดมดที่พบทั้งหมด รองลงไป ได้แก่ สังคมพืชป่าดิบแล้ง และสังคมพืชป่าดิบเขา จำนวน 145 และ 126 ชนิด คิดเป็น 56.20 และ 48.84 เปอร์เซ็นต์ของชนิดมดที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนสังคมพืชทุ่งหญ้า พบความหลากหลายของชนิดมดน้อยที่สุด คือ 7 วงศ์ย่อย 37 สกุล 72 ชนิด คิดเป็น 27.91 เปอร์เซ็นต์ของชนิดมดที่พบทั้งหมด (ตารางที่ 4) มดส่วนใหญ่ที่พบในแต่ละ

สังคมพืชจัดอยู่ในกลุ่มพบเห็นได้ง่ายและปานกลาง โดยเฉพาะบริเวณสังคมพืชขั้นทดแทนและทุ่งหญ้า ส่วนสังคมพืชป่าดิบชื้น ดิบแล้ง และดิบเขา พบมดที่พบเห็นได้ยากหรือค่อนข้างยากอยู่เป็นจำนวนมาก มดที่มีความจำเพาะถิ่นอาศัยพบมากที่สุดในสังคมพืชป่าดิบเขาถึง 29 ชนิด รองลงไป คือ สังคมพืชป่าดิบชื้นและดิบแล้ง จำนวน 21 ชนิด สังคมพืชทุ่งหญ้าพบจำนวนต่ำที่สุดเพียง 4 ชนิดเท่านั้น

4.1 สังคมพืชป่าดิบชื้น

พบมดมากเป็นลำดับที่ 1 (ตารางที่ 4) จากการสำรวจสามารถจัดจำแนกออกได้ 9 วงศ์ย่อย แยกออกเป็น 59 สกุล 150 ชนิด คิดเป็น 100, 77.63 และ 57.92 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งการสำรวจครั้งแรกปี 2541 พบ 6 วงศ์ย่อย 36 สกุล และ 81 ชนิดเท่านั้น มดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ส่วนมากมีระดับความมากน้อยอยู่ในระดับพบเห็นปานกลาง คิดเป็น 54.00 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ทั้งหมด กลุ่มมดที่พบกระจายทั่วไปตามป่าแห่งนี้ตลอดทั้งปี ได้แก่ *Leptogenys diminuta*, *Anochetus graeffei*, *Diacamma rugosum*, *Pachycondyla (Ectomomyrmex) leewenhoveki*, *Polyrhachis (Myrmhopla) armata* เป็นต้น ส่วนมดที่พบเห็นได้ค่อนข้างยาก ได้แก่ *Centromyrmex feae*, *Yunodorylus sexspinus*, *Polyrhachis (Polyrhachis) bellicosa*, *Tetraponera difficilis*, *Aenictus dentatus*, *Mayriella* sp.1 เป็นต้น

ตารางที่ 4. จำนวนวงศ์ย่อย สกุล และชนิด ระดับความมากมายและชนิดมดที่พบเฉพาะถิ่นอาศัยบริเวณสังคมพืชชนิดต่างๆ ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

สังคมพืช	จำนวน			ระดับความมากมาย			ชนิดที่พบเฉพาะถิ่นอาศัย
	วงศ์ย่อย	สกุล	ชนิด	พบมาก	พบปานกลาง	พบน้อย	
ป่าดิบชื้น	9	59	150	34	81	34	21
ป่าดิบแล้ง	9	57	145	40	78	26	21
ป่าดิบเขา	7	48	126	38	59	26	29
ป่าผสมผลัดใบ	8	40	92	40	45	9	8
ทดแทน	7	43	88	43	39	6	11
ทุ่งหญ้า	7	37	72	39	29	4	4

สำหรับชนิดมดที่พบเฉพาะสังคมพืชป่าประเภทนี้มีจำนวน 21 ชนิด คิดเป็น 8.14 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดหรือ 14.00 เปอร์เซ็นต์ของมดในสังคมพืชประเภทนี้ทั้งหมด ชนิดมดที่พบเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ *Pheidole nodgii*, *Tetramorium pacifium*, *Gnamptogenys* sp.1 เป็นต้น

ส่วนความคล้ายคลึงของชนิดมดในสังคมพืชป่าดิบชื้นจะคล้ายกับสังคมพืชป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าผสมผลัดใบ ทุ่งหญ้า และสังคมพืชป่าขั้นทดแทน เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ โดยเฉพาะสามอันดับแรกจะมีความคล้ายคลึงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

4.2 สังคมพืชป่าดิบแล้ง

จากการศึกษาพบชนิดมดมีความหลากหลายมากเป็นลำดับที่ 2 (ตารางที่ 4) แยกออกได้ 9 วงศ์ย่อย 57 สกุล และ 145 ชนิด คิดเป็น 100, 75.00 และ 56.20 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ในการสำรวจครั้งแรกปี 2541 พบ 3 วงศ์ย่อย 33 สกุล และ 67 ชนิด มดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ส่วนมากพบในระดับปานกลาง คิดเป็น 53 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในป่าดิบแล้ง มดที่พบเห็นได้ง่ายหรือบ่อย ได้แก่ *Acropyga acutiventris, Anoplolepis gracilipes, Camponotus (Tanaemyrmex)* sp.2*, Polyrhachis (Myrhopla) dives, Lophomyrmex bimanus, Pheidole aglac, Vollenhovia* sp.1 เป็นต้น

มดที่พบเฉพาะสังคมพืชป่าดิบแล้งมีจำนวน 21 ชนิด คิดเป็น 8.14 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดหรือ 14.48 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ ชนิดมดที่พบเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ *Leptogenys chalybaea, Gnamptogenys* sp.2, *Ponera* sp.3, *Camponotus (Tanaemyrmex)* sp.4, *Polyrhachis (Myrma)* sp.2 เป็นต้น

ความคล้ายคลึงของชนิดมดในสังคมพืชป่าดิบแล้งจะคล้ายคลึงกับสังคมพืชป่าดิบชื้น ป่าผสมผลัดใบ ป่าดิบแล้ง ป่าขั้นทดแทน และทุ่งหญ้า จากมากไปน้อย ตามลำดับ โดยเฉพาะสามอันดับแรกจะมีความคล้ายคลึงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

4.3 สังคมพืชป่าดิบเขา

จากการสำรวจพบชนิดมดมีความหลากหลายมากเป็นลำดับที่ 3 (ตารางที่ 4) แยกออกได้ 7 วงศ์ย่อย 48 สกุล 126 ชนิด คิดเป็น 77.78, 63.16 และ 48.84 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ในการสำรวจครั้งแรกปี 2541 พบ 5 วงศ์ย่อย 20 สกุล 39 ชนิดเท่านั้น มดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ส่วนมากจัดอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็น 46.83 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในป่าดิบเขา มดที่พบเห็นได้ทั่วไปในสังคมพืชประเภทนี้ ได้แก่ *Pristomyrmex* sp.1, *Myrmicaria carinata*, *Tapinoma melanocephalum*, *Polyrhachis (Polyrhachis) ypsilon, Cardiocondyla wroughtonii* เป็นต้น

มดที่พบเฉพาะสังคมป่าดิบเขามีมากถึง 29 ชนิด คิดเป็น 11.24 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมด หรือ 23.02 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในป่าชนิดนี้ ชนิดมดที่พบเป็นส่วนมาก ได้แก่ *Pheidologeton* sp.1, *Pheidole inomata*, *Hypoponera* sp.1, *Leptogenys* sp.9, *Ponera* sp.1, *Camponotus (Orthonotomyrmex) selene* เป็นต้น

ความคล้ายคลึงของมดที่พบในสังคมพืชป่าดิบเขามีความคล้ายคลึงกับสังคมพืชป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ ป่าขั้นทดแทน และทุ่งหญ้า เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ มีความคล้ายคลึงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ถึง 4 สังคมพืช (ตารางที่ 3)

4.4 สังคมพืชป่าผสมผลัดใบ

จากการศึกษาพบชนิดมดมีความหลากหลายมากเป็นลำดับที่ 4 (ตารางที่ 4) แยกออกได้ 8 วงศ์ย่อย 40 สกุล 92 ชนิด คิดเป็น 88.89, 52.63 และ 35.66 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบ ตามลำดับ ในการสำรวจครั้งแรกปี 2541 พบ 6 วงศ์ย่อย 27 สกุล 63 ชนิดเท่านั้น มดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ส่วนมากอยู่ในระดับพบปานกลาง ซึ่งใกล้เคียงกับระดับพบมาก คือ 48.91 และ 43.47 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในป่าผสมผลัดใบ ตามลำดับ ส่วนระดับพบน้อยพบเพียง 9.78 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดในป่าชนิดนี้ ชนิดมดที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ *Oecophylla smaragdina, Leptogenys diminuta, Leptogenys kitteli, Dolichoderus thoracicus, Pochycondyla* sp.1, *Technomyrmex modiglianii, Anochetus graeffei* เป็นต้น

มดที่พบเฉพาะสังคมพืชป่าผสมผลัดใบมีจำนวน 8 ชนิด คิดเป็น 3.10 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมด หรือ 8.70 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในสังคมป่าประเภทนี้ ชนิดมดที่พบเป็นส่วนมาก ได้แก่ *Cerapachys* sp.5, *Amblyopone* sp.3, *Monomorium latinode*, *Myrmecina* sp.1 เป็นต้น

ความคล้ายคลึงของมดที่พบในสังคมพืชป่าผสมผลัดใบมีความคล้ายคลึงกับสังคมพืชทุ่งหญ้ามากที่สุด รองลงไปได้แก่ ป่าขั้นทดแทน ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น และป่าดิบเขา ตามลำดับ และทั้งหมดมีความคล้ายคลึงกันมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

4.5 สังคมพืชขั้นทดแทน

จากการศึกษาพบชนิดมดมีความหลากหลายมากเป็นลำดับที่ 5 (ตารางที่ 4) แยกออกได้ 7 วงศ์ย่อย 43 สกุล 88 ชนิด คิดเป็น 77.78, 56.58 และ 34.11 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดตามลำดับ ในการสำรวจครั้งแรกปี 2541 พบ 6 วงศ์ย่อย 26 สกุล 54 ชนิดเท่านั้น มดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ส่วนมากอยู่ในระดับพบมากและพบปานกลาง คิดเป็น 48.86 และ 44.32 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนระดับพบน้อยพบเพียง 10.23 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ทั้งหมด ชนิดมดที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ *Anochetus graeffei, Leptogenys kitteli, Pochycondyla (Brachyponera) iuteipes*, *Pheilodogeton affinis, Tetramorium lanuginosum, Polyrhachis (Polyrhachis) ypsilon* เป็นต้น

มดที่พบเฉพาะสังคมพืชประเภทนี้มีจำนวน 11 ชนิด คิดเป็น 4.26 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมด หรือ 12.50 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ ชนิดมดที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป ได้แก่ *Cerapachys* sp.2, *Ponera* sp.2, *Hypoponera* sp.2, *Oligomyrmex* sp.1 เป็นต้น

ความคล้ายคลึงของมดที่พบในสังคมพืชป่าขั้นทดแทนมีความคล้ายคลึงกับสังคมพืชทุ่งหญ้ามากที่สุด รองลงไปได้แก่ ป่าผสมผลัดใบ ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง และป่าดิบชื้น ตามลำดับ โดยคล้ายคลึงกันมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ มี 3 สังคมพืช (ตารางที่ 3)

4.6 สังคมพืชทุ่งหญ้า

จากการศึกษาพบชนิดมดมีความหลากหลายน้อยที่สุด (ตารางที่ 4) แยกออกได้ 7 วงศ์ย่อย 37 สกุล 72 ชนิด คิดเป็น 77.78, 48.68 และ 27.91 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบ ตามลำดับ ในการสำรวจครั้งแรกปี 2541 พบ 5 วงศ์ย่อย 12 สกุล 32 ชนิดเท่านั้น ระดับความมากมายของมดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ส่วนใหญ่อยู่ในระดับพบมาก คิดเป็น 54.17 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในสังคมพืชประเภทนี้ ส่วนระดับที่พบน้อยพบเพียง 5.56 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดในสังคมพืชประเภทนี้ ชนิดมดที่พบได้บ่อย ได้แก่ *Camponotus (Orthonotomyrmex) selene, Acropyga acutiventris, Technomyrmex modiglianii, Polyrhachis (Myrma) proxima, Plagiolepis* sp.1, *Pristomyrmex pungens* เป็นต้น

ส่วนมดที่พบเฉพาะสังคมพืชทุ่งหญ้ามีจำนวนเพียง 4 ชนิดเท่านั้น คิดเป็น 1.56 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดหรือ 5.56 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่พบในสังคมพืชทุ่งหญ้า ชนิดมดที่พบได้ทั่วไป คือ *Iridomyrmex anceps* ส่วนอีก 3 ชนิด จัดอยู่ในกลุ่มที่พบยาก

ความคล้ายคลึงของมดที่พบในสังคมพืชทุ่งหญ้ามีความคล้ายคลึงกับสังคมพืชป่าขั้นทดแทนมากที่สุด รองลงไปคือ สังคมพืชป่าผสมผลัดใบ ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา และป่าดิบชื้น ตามลำดับ โดยมีความคล้ายคลึงเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ เพียง 2 สังคมพืชเท่านั้น (ตารางที่ 3)

5. การใช้มดเป็นตัวบ่งชี้สังคมพืช

จากการศึกษาแต่ละสังคมพืชสามารถพบมดที่อาศัยเฉพาะถิ่นสังคมพืชนั้นด้วยเช่นกัน ชนิดมดเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งบอกของสังคมพืชนั้นได้ ทั้งในด้านชนิดป่าและความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศ ดังต่อไปนี้

5.1 สังคมพืชป่าดิบชื้น พบทั้งหมด 21 ชนิด สำหรับชนิดที่จะเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของป่าประเภทนี้ ได้แก่ *Polyrhachis (Myrhopla) hippomanes, P. (M.) furcata, P. (Polyrhachis) billicosa, Camponotus (Colobopsis) leonardi, Leptogenys* sp.10, *Tetraponera difficilis, Aphaenogaster* sp.1 และ sp.2*, Pheidole nodgii* และ *Tetramorium pacificum*

5.2 สังคมพืชป่าดิบแล้ง พบทั้งหมด 21 ชนิด ชนิดที่จะเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของป่าประเภทนี้ ได้แก่ *Leptogenys chalybaea, Leptogenys* sp.5, *Dolichoderus sulcaticeps*, *Polyrhachys* sp.2, *Camponotus (Myrmosaulus)* sp.10, *Crematogaster (Orthocrema)* sp.3, *Myrmicaria carinata* และ *Cardiocondyla emryi*

5.3 สังคมพืชป่าดิบเขา พบทั้งหมด 29 ชนิด ชนิดมดที่จะเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของป่าประเภทนี้ ได้แก่ *Cerapachys sulcinodis, Odontomachus monticola, Anochetus* sp.1, *Diacamma* sp.1, *Pachycondyla (Brachyponera)* sp.1, *Leptogenys* sp.1, 2, 3 และ 9, *Paratrechina opaca, Camponotus selene, C. (Colobopsis)* sp.2, *C. (Tanaemyrmex)* sp.7, 8 และ 9, *Aenictus* sp.4, *Meranoplus laeviventris, Pheidole inornate* และ *Pheidologeton* sp.1

5.4 สังคมพืชป่าผสมผลัดใบ พบทั้งหมด 8 ชนิด ชนิดมดที่จะเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของสังคมพืชประเภทนี้ ได้แก่ *Cerapachys dohertyi, Cerapachys* sp.4, *Amblyopone* sp.3, *Myrmecina* sp.1, *Tetramorium eleates* และ *Monomorium latinode*

5.5 สังคมพืชป่าขั้นทดแทน พบทั้งหมด 11 ชนิด ชนิดมดที่จะเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของสังคมพืชประเภทนี้ ได้แก่ *Cerapachys* sp.2, *Leptogenys* sp.6, 7 และ 8, *Camponotus* aff. *praeruta*

5.6 สังคมพืชทุ่งหญ้า พบทั้งหมด 4 ชนิด ชนิดมดที่จะเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของสังคมพืชประเภทนี้ ได้แก่ *Cerapachys* sp.8 และ *Iridomyrmex anceps*

บทสรุป

มดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีความหลากหลายของชนิดค่อนข้างสูง ประมาณ 1 ใน 4 ของชนิดมดที่คาดว่าจะพบในประเทศไทย ประมาณไว้ 800–1,000 ชนิด (เดชา, 2544) หรือคิดเป็น 25.8 – 32.2 เปอร์เซ็นต์ของมดทั้งหมดที่คาดว่าจะพบในประเทศไทย และประมาณ 12.5 เปอร์เซ็นต์ของมดที่พบในเอเชีย (Bolton, 1994) ทั้งนี้คงเนื่องมาจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ประกอบด้วยสังคมพืชที่ยังมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง และมีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 100 – 1,351 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล (เต็ม และคณะ, 2520) ภรณี (2544) ได้ศึกษามดในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ พบเพียง 166 ชนิด หรือคิดเป็น 16.6 – 20.75 เปอร์เซ็นต์ของมดที่คาดว่าจะพบในประเทศไทย มดที่พบบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อาจจะมีมากถึง 300 ชนิด เนื่องจากมดที่อาศัยตามเรือนยอดไม้ (canopy ants) ไม่ได้ศึกษาเพราะมีวิธีการศึกษาที่แตกต่างออกไป มดกลุ่มนี้จะไม่ลงมาข้างล่าง จะอาศัยตามเรือนยอดไม้สูงๆ เท่านั้น และมีจำนวนมากด้วยเช่นกัน แต่การศึกษาครั้งนี้ก็พบมดที่อาศัยตามเรือนยอดด้วย อาจเป็นเพราะมดเหล่านี้ตกลงมาจากยอดไม้ มีจำนวนชนิดละ 1 ตัวเท่านั้น เช่น สกุล *Gesomyrmex* และ *Paratopula* เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีมดที่อาศัยใต้ดินเท่านั้น ซึ่งเป็นการยากมากที่จะหยั่งรู้ว่ามดอาศัยอยู่ตรงไหน เพราะมดสามารถอาศัยอยู่ลึกได้ถึง 30 เซนติเมตร ถึงแม้ในการศึกษาจะพยายามค้นหาก็ตาม รวมทั้งมดที่ออกหากินเฉพาะกลางคืนไม่ได้ทำการสำรวจอีกด้วย

วงศ์ย่อย Myrmicinae พบชนิดมากที่สุดของพื้นที่ ตามปกติแล้วมดในวงศ์ย่อยนี้มีความหลากหลายและแพร่กระจายมากที่สุดทั่วโลก ซึ่งพบมากถึง 6,700 ชนิด ไม่ว่าจะเป็นป่าธรรมชาติหรือป่าถูกรบกวนก็พบวงศ์ย่อยนี้เสมอ (Shattuck, 1999) สำหรับวงศ์ย่อย Cerapachyinae, Dorylinae, Leptanillinae, Aenictinae และ Pseudomyrmecinae เป็นวงศ์ย่อยที่มีสกุลมด 1-2 สกุลเท่านั้น และมีสมาชิกไม่มากในโลกนี้ (Bolton, 1994) เป็นผลให้พบเป็นจำนวนน้อยไปด้วย แต่ถ้าคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของมดที่พบในแต่ละวงศ์ย่อยจะพบว่ามีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าสกุล *Pheidole* ซึ่งมีความโดดเด่นมากที่สุดในพื้นที่ เช่นเดียวกับภรณี (2544) พบมดสกุลนี้ถึง 22 ชนิด โดยทั่วไปมดสกุลนี้กระจายได้ดีในเขตร้อนชื้น (Eguchi, 2001) มดบางชนิดพบบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ด้วยเช่นกัน แต่ไม่ได้อาศัยในสังคมพืชป่า แต่พบบริเวณร้านค้าหรือที่อยู่อาศัย จึงไม่ได้นำมาใส่ไว้ คือ *Solenopsis geminata* มดชนิดนี้ทำรังในดินเปิดโล่งชอบอาศัยในสวนหรือใกล้อาคารบ้านเรือน (Shattuck, 1999)

ความคล้ายคลึงของชนิดมดในสังคมพืชป่าขั้นทดแทนกับทุ่งหญ้าคล้ายกันมากที่สุด เนื่องจากสภาพพื้นที่ทั้งสองคล้ายกัน มีพื้นที่เปิดโล่งเนื่องจากถูกรบกวนมาก่อน ดังจะเห็นได้จากกลุ่มมดที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกที่ชอบอาศัยในพื้นที่ถูกรบกวน ได้แก่ *Pheidologeton diversus, P. affinis, Oecophylla smaragdina* เป็นต้น มดเหล่านี้ชอบอาศัยในที่พื้นที่ถูกทำลายเท่านั้น (Shattuck, 1999) ส่วนที่มีความแตกต่างกันมากที่สุดได้แก่ สังคมพืชขั้นทดแทนและทุ่งหญ้ากับสังคมพืชป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา เนื่องจากมีความแตกต่างเรื่องโครงสร้างและองค์ประกอบของหมู่ไม้อย่างชัดเจน ตลอดจนความหลากหลายและปริมาณอาหารมดแตกต่างกันอีกด้วย

มดบางชนิดพบต่างออกไปจากสังคมพืชทั้ง 6 ประเภท ทั้งที่ควรจะพบบางสังคมพืชเท่านั้น เช่น ชนิด *Oecophylla smaragdina, Anoplolepis gracilipes, Odontoponera dinticulata* หรือ *Tapinoma melanocephalum* เป็นต้น มดเหล่านี้จะพบตามทางเดินเท้าหรือใกล้เคียงทางเดินเท้าเป็นจำนวนมาก เพราะนิสัยชอบอาศัยพื้นที่เปิดโล่ง มีการสะสมของซากพืชน้อย และการปกคลุมของเรือนยอดไม่มาก แต่ก็จะพบในสังคมพืชป่าไม้ที่ถูกทำลายด้วย เช่น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น และป่าดิบเขา นั่นแสดงให้เห็นว่า ป่าประเภทต่างๆ ที่คิดว่าไม่ถูกรบกวนนั้น ความเป็นจริงมีหลายบริเวณถูกรบกวน แต่จะมีผลกระทบมากหรือน้อย ก็ต้องมีการศึกษาต่อไป

ความหลากหลายของมดที่พบบริเวณสังคมพืชป่าดิบทั้ง 3 ประเภท สูงกว่าสังคมพืชป่าถูกรบกวนและป่าผสมผลัดใบ เนื่องจากป่าดิบชื้นมีสภาพถิ่นอาศัยที่เหมาะสมและอาหารอุดมสมบูรณ์มากกว่า เช่นเดียวกับ Chung and maryati (1996) ได้รายงานว่าพบมด 192 ชนิดที่ Danum Valley Field Centre ของ Sabah ประเทศมาเลเซีย หรือ Bruehl et al. (1998) พบมดแตกต่างกัน 524 ชนิด แยกออกได้ 73 สกุล จากการศึกษาป่าดิบชื้นของ Poring ใน Sabah ประเทศมาเลเซีย

สังคมพืชป่าดิบเขาพบกลุ่มมดที่อาศัยเฉพาะมากกว่าสังคมพืชประเภทอื่น เนื่องจากสังคมพืชประเภทนี้มีอากาศค่อนข้างหนาวเย็น ทำให้มดที่พบอาศัยจะเป็นกลุ่มมดที่ชอบลักษณะอากาศแบบนี้ ซึ่งแตกต่างจากสังคมพืชประเภทอื่นโดยสิ้นเชิง เช่น มดชนิด *Odontomachus monticola* สามารถพบในประเทศญี่ปุ่นด้วยเช่นกัน (Yamane et al., 1999) ความจริงสังคมพืชขั้นทดแทนควรจะพบชนิดมดที่เจาะจงใกล้เคียงกับสังคมพืชทุ่งหญ้า เพราะว่าเป็นพื้นที่ถูกรบกวน

เหมือนกัน แต่ที่พบมากกว่าเนื่องจากป่าขั้นทดแทนนั้นเดิมเป็นป่าดิบชื้นและดิบแล้งมาก่อน และยังมีต้นไม้ขึ้นปกคลุมมากกว่า ทำให้มีถิ่นอาศัยและอาหารมากกว่า ส่วนสังคมพืชป่าผสมผลัดใบควรจะมีชนิดมากกว่าที่ควรจะเป็น ทั้งนี้เนื่องจากสภาพป่ามีการผลัดใบ ฤดูแล้งจะแห้งมากเช่นเดียวกับทุ่งหญ้าและป่าขั้นทดแทน บางปีมีไฟป่าเกิดขึ้น มดที่อาศัยส่วนมากพบทั่วไปนั่นเอง ทำให้พบชนิดเจาะจงได้น้อยตามไปด้วย

การใช้มดเป็นตัวบ่งชี้สังคมพืชป่าประเภทต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่นั้นสามารถทำได้ระหว่างสังคมพืชป่าถูกทำลายและไม่ถูกทำลาย ส่วนการจะใช้มดเป็นตัวบ่งชี้สังคมพืชที่ถูกต้องจะต้องมีการกระทำอย่างเป็นระบบและละเอียดมากกว่านี้ อย่างไรก็ตามจากการแยกชนิดมดแต่ละประเภทสังคมพืช พบมดที่มีความจำเพาะต่อสังคมพืชเช่นกัน และได้จำแนกชนิดที่เหมาะสมในการบ่งชี้สังคมพืชประเภทนั้นๆ แท้ที่จริงมดทุกชนิดที่มีถิ่นอาศัยที่เจาะจงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ได้ แต่จะมีคุณภาพดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับถิ่นอาศัย ขนาด และการแพร่กระจายของมด เช่น ถ้าอาศัยตามเรือนยอดไม้ ใต้ดิน หรือมีขนาดเล็กมากๆ จะทำให้ยากแก่การตรวจสอบหรือติดตามได้ เช่น สกุล *Leptanilla* และ *Protanilla* มีขนาดเล็กมากและอาศัยใต้ดินเท่านั้น ตลอดจนเป็นกลุ่มที่พบยากอีกด้วย (Shattuck, 1999) จึงไม่เหมาะจะนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของสังคมพืชป่าดิบชื้น เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้กระทำบริเวณที่พักอาศัย ประกอบด้วย อาคารบ้านพัก และโรงอาหาร แต่จากการสำรวจคร่าวๆ พบชนิดมดหลายชนิดที่ชอบอาศัย ได้แก่ *Solenopsis geminata*, *Tapinoma melanocephalun, Paratrechina longiconis, Monomorium pharaonis, Odontoponera denticulate, Pheidologeton diversus, P. affinis* เป็นต้น มดเหล่านี้จะพบเฉพาะถิ่นอาศัยที่ถูกรบกวนหรือแหล่งที่พักอาศัยทั่วไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 142010

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2529. แผนการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พ.ศ. 2530 - 2534. กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. 162 หน้า.

เดชา วิวัฒน์วิทยา. 2544. การศึกษามดและการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์มด. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องมดในประเทศไทย ครั้งที่ 1. 31 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน 2544. ตึกวนศาสตร์ 60 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เดชา วิวัฒน์วิทยา และวาลุลี โรจนวงศ์. 2542. โครงการความหลากหลายของมดในป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ รหัสโครงการ BRT 141003. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 58 หน้า.

เต็ม สมิตินันท์, จำลอง เพ็งคล้าย, ธวัชชัย สันติสุข, บุศบรรณ ณ สงขลา และลีนา ผู้พิพัฒนพงศ์. 2520. พันธุ์ไม้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ห้างหุ้นส่วนจำกัดนิวธรรมการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 73 หน้า.

ภรณี ประสิทธิ์อยู่ศิล. 2544. ความหลากหลายและการกระจายของมดในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Bolton, B. 1994. Identification Guide to the Ant Genera of the World. Harvard University Press, London, 222 pp.

Bolton, B. 1995. A New General Catalogue of the Ants of the World. Harvard University Press, Masschusetts, 504 pp.

Bruehl, C.A., G. Gunsalam and K.E. Linsenmair. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera: Formicinae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. Cambridge University Press. *Journal of Tropical Ecology* 14: 285-297.

Chung, A.Y.C. and M. Maryati. 1996. A comparative study of the ant fauna in a primary and secondary forest in Sabah, Malaysi. *In* Edward, D.S., W.E. Booth and S.C. Choy (eds.), Tropical Rainforest Research - Current Isssues, pp. 357-366. Kluwer Academic Publishers.

Eguchi, K. 2001. A Revission of The Bornean Species of the Ant Genus *Pheidole* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). Tropics 2, 154 pp.

Holldobler, B. and E.O. Wilson. 1990. The Ants. Springer Verlag, Berlin, 732 pp.

Jeanne, R.L. 1979. A Latitudinal gradeint in rates of ant predation. *Ecology* 60(6): 1211-24.

Shattuck, S.O. 1999. Australian Ants. CSIRO Publishing, Collingwood, 226 pp.

Stork, N.E. 1987. Guide structure of arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. *Journal of Tropical Ecology* 7: 161-180.

Stork, N.E. 1991. The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rain forest trees. *Ecol. Entomol.* 12: 69-80.

Terayama, M. and S. Yamane. 2000. *Lasiomyrma*, a new stenammine ant genus from Southeast Asia (Hymenoptera: Formicidae). *Entomological Science* 3(3): 523-527.

Wilson, E.O. 1971. The Insect Societies. Beiknap Press, Cambridge.

Wong, M. 1984. Understory foliage arthropods in the virgin and regenerating habitats of Pasoh Forest Reserve, West Malaysia. *Malaysia Forester* 47: 43-69.

Yamane, S., S. Ikudome and M. Terayama. 1999. Identification Guide to the Aculeata of the Nausei Island, Japan. Hokkaido University Press, Sapporo, 831 pp.

ชนิดและความชุกชุมของมดบนเรือนยอดไม้บริเวณป่าดิบชื้น ในพื้นที่ต่ำของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา

สุระชัย ทองเจิม[1], ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์[1] และ เดชา วิวัฒน์วิทยา[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[2]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Species Composition and Abundance of Ants (Hymenoptera: Formicidae) on Canopy Trees in Lower Tropical Rain Forest at Ton-Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla Province

Surachai Tongjerm[1], Suparoek Watanasit[1] and Decha Wiwatwitaya[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90112, [2]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

Ants on canopy trees were examined in terms of species composition and species abundance between an edge and an interior site of lowland tropical rain forest at Ton-Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla Province from November 2001 to November 2002. Pyrethroid fogging was applied to collect the canopy ants of 3 randomly selected trees in a permanent plot of 100 x 100 m^2 at each study site every 2 months. A total of 118 species comprising 29 genera and 6 subfamilies were collected and identified. The ant genera with the highest species richness were *Polyrhachis* and *Camponotus* in the subfamily Formicinae (28 and 26 species, respectively), then *Crematogaster* in the subfamily Myrmicinae (11 species) and *Tetraponera* in the subfamily Pseudomyrmecinae (10 species). The ant samples were classified into 3 groups by nesting site, i.e., nesting site on trees, nesting site on ground and unknown nesting site. There were 74 species (63%), 24 species (20%) and 20 species (17%) nesting on trees, on ground and at unknown sites, respectively. The results also showed that study site had an effect on the number of ant species nesting on the ground ($P<0.05$) and that seasonal change influenced the number of ant species nesting on trees ($P<0.05$), whereas study sites and sesasonal change had no effect on ant species numbers at unknown sites ($P>0.05$).

Key words: ants, canopy, composition, abundance, Songkhla Province

บทนำ

มดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประสบความสำเร็จในการแพร่กระจายค่อนข้างสูง สามารถพบได้เกือบทุกระบบนิเวศบนพื้นดิน ไม่ว่าจะลึกลงไปใต้พื้นดินหรือสูงสุดของเรือนยอดไม้ จากเมืองใหญ่ที่มีความเจริญรุ่งเรืองไปจนถึงพื้นที่ทุรกันดาร (Hölldobler and Wilson, 1990; Yamane et al., 1996; Brühl et al., 1998; Shattuck, 1999) ดังนั้นจึงไม่น่าแปลกใจหากจะกล่าวว่า “ไม่มีใครที่ไม่รู้จักมด”

อย่างไรก็ตาม การรู้จักมดของคนทั่วไปส่วนใหญ่จะรู้จักแต่เพียงผิวเผิน และรู้จักในบทบาททางด้านลบมากกว่าทางด้านบวกกล่าวคือรู้จักมดในฐานะของศัตรูที่คอยสร้างความรำคาญและทำลายทรัพย์สินของมนุษย์ (Shattuck, 1999) มากกว่าประโยชน์ทางด้านการนำมาเป็นอาหาร (องุ่น และคณะ, 2545) ใช้ในการควบคุมศัตรูธรรมชาติในพื้นที่เกษตรกรรม (Mele and Cuc, 2000) หรือแม้กระทั่งการเป็นตัวช่วยสร้างความสมดุลให้กับสภาพแวดล้อมภายในป่า (Maryati, 1997) โดยเฉพาะกับป่าฝนเขตร้อนซึ่งอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตรและมีขนาดพื้นที่กว่า 7% ของพื้นที่ในโลก ซึ่งนับเป็นแหล่งความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชและชนิดพันธุ์สัตว์ที่สูงมากแหล่งหนึ่งนั้น (Whitmore, 1990) ปรากฏว่ามดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์และมีมวลชีวภาพที่สูงมาก (Wilson, 1987; Majer,

1990; Floren and Linsenmair, 1997; Fittau and Klinge, 1973 อ้างถึงใน Alonso and Agosti, 2000) อีกทั้งยังสามารถพบมดได้เกือบทุกแหล่งอาศัยย่อย (microhabitat) ไม่ว่าจะเป็นตามพื้นป่า ลึกลงไปใต้ดิน หรือแม้กระทั่งตามต้นไม้ก็สามารถพบมดอาศัยสร้างรังอยู่ได้ (Brown, 2000) ดังนั้นมดที่อาศัยอยู่ภายในป่าจึงมีบทบาทที่สำคัญและเป็นประโยชน์กับป่าฝนเขตร้อนหลายๆ บทบาท (Dumpert, 1978; Maryati 1997; Toda and Kitching, 1999)

ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมาประชากรของโลกเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากทำให้มีความต้องการพื้นที่อาศัยและพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้น เป็นผลให้มีการบุกรุกและทำลายพื้นที่ป่าฝนเขตร้อนอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะกับประเทศที่กำลังพัฒนาในแถบอเมริกากลาง หรือแม้กระทั่งประเทศที่กำลังพัฒนาในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งรวมถึงประเทศไทยก็ประสบปัญหาเช่นกัน ก่อให้เกิดการสูญพันธุ์และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในป่าเป็นจำนวนมาก (Park, 1992) โดยเฉพาะกับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยต้นไม้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและเป็นแหล่งอาหารซึ่งได้รับผลกระทบโดยตรง และมดก็เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับต้นไม้เป็นอย่างมาก (Hölldobler and Wilson, 1990)

เนื่องจากข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับมดที่อาศัยอยู่ในป่าของประเทศไทยมีอยู่น้อย และแทบไม่มีเลยในกลุ่มมดที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ จนอาจกล่าวได้ว่าเป็นพื้นที่ที่ถูกลืมสำหรับการสำรวจมด ดังนั้น การศึกษามดที่พบบนเรือนยอดไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ **(1)** ต้องการทราบชนิดและความชุกชุมของมดที่พบบนเรือนยอดไม้ในสภาพป่าที่แตกต่างกันสองลักษณะ (ตัวแทนของป่าที่ยังมีกิจกรรมรบกวนของมนุษย์ในพื้นที่ที่ถูกจัดขึ้นเป็นสวนรุกขชาติบริเวณขอบป่า และตัวแทนของป่าซึ่งปัจจุบันปราศจากกิจกรรมรบกวนของมนุษย์ซึ่งอยู่ลึกเข้าไปด้านใน) และ **(2)** ต้องการเปรียบเทียบความชุกชุมของชนิดพันธุ์มดที่พบในแต่ละพื้นที่ศึกษาและแต่ละฤดูกาลว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ซึ่งข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวคาดว่าจะเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจถึงโครงสร้างของสังคมมดมากขึ้น เพื่อประโยชน์ในแง่ของการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรภายในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา และพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

มดจัดเป็นกลุ่มของแมลงในวงศ์ Formicidae อยู่ในอันดับเดียวกับแมลงในกลุ่มผึ้ง ต่อ และแตน (อันดับ Hymenoptera) มีลักษณะการอยู่รวมกันเป็นสังคม (social insect) ที่มีการแบ่งวรรณะและแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน ประกอบไปด้วย ราชินีมด (queen) ซึ่งเป็นมดเพศเมียที่สามารถสืบพันธุ์ได้ ทำหน้าที่วางไข่และเป็นศูนย์กลางของรัง มดเพศผู้ (male) มักพบในรังเพียงช่วงสั้นๆ ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ มดงาน (worker) เป็นมดเพศเมียที่เป็นหมันและมีจำนวนมากที่สุดภายในรัง ทำหน้าที่ในการสร้างรัง ดูแลรักษาป้องกันรัง หาอาหาร ดูแลตัวอ่อนและราชินี (Shattuck, 1999)

ปัจจุบันกลุ่มมดที่พบและจำแนกชนิดได้มีมากกว่า 10,000 ชนิด จาก 296 สกุล 16 วงศ์ย่อย แพร่กระจายไปตามพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลก ซึ่งการที่มดมีความหลากหลายสูงและสามารถพบได้ในทุกระบบนิเวศบนพื้นดิน (cosmopolitan) ทำให้กลุ่มมดมีความโดดเด่นแตกต่างออกไปจากแมลงสังคมอื่นๆ (อาทิ เช่น ปลวก ผึ้ง ต่อ และแตน) (Hölldobler and Wilson, 1990; Bolton, 1995 อ้างถึงใน Yamane et al., 1996) ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบของการแพร่กระจาย ความหลากหลาย องค์ประกอบ และความชุกชุมในแต่ละพื้นที่ จากการศึกษาของ Bolton (1995) ชี้ให้เห็นว่ามดที่แพร่กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลกมีการแพร่กระจายเฉพาะพื้นที่สูง โดยมีมดถึง 154 สกุล จาก 296 สกุล ที่มีขอบเขตการแพร่กระจายอยู่เฉพาะพื้นที่เดียว (endemic genera) (คิดเป็น 52% ของจำนวนสกุลที่พบทั้งหมด) Maryati (1997) อธิบายถึงความหลากหลายและองค์ประกอบของมดในประเทศมาเลเซียว่ามีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยในพื้นที่ป่าดั้งเดิม (primary forest) จะมีความหลากหลายของมดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับในพื้นที่ป่าประเภทที่สอง (secondary forest) และพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน สวนโกโก้ ตามลำดับ อีกทั้งพบว่าองค์ประกอบของชนิดมดก็มีความแตกต่างกันด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับมดในประเทศไทยของ Wiwatwitaya and Rojnavongse (1999) และ นาวี (2546) ซึ่งได้ทำการศึกษามดที่อาศัยอยู่ตามพื้นป่าพบว่ามีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Kritsaneepaiboon and Saiboon (2000) ซึ่งทำการศึกษามดในสวนลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.) เป็นต้น

จากการที่มดมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูงในพื้นที่ป่าฝนเขตร้อนโดยเฉพาะป่าฝนเขตร้อนอินโด-มาลายัน ซึ่งเป็นเขตการแพร่กระจายของมดในเขตมาเลเซี่ยน พบว่ามดมีความหลากหลายในระดับสกุลสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเขตพื้นที่อื่นๆ (Bolton, 1995) ดังนั้นนักวิจัยต่างประเทศจึงให้ความสนใจเกี่ยวกับมดที่อาศัยในพื้นที่ดังกล่าวมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 (Maryati, 1996) และพบว่ามดมีบทบาทที่สำคัญกับป่าเป็นอย่างมาก อาทิเช่น เป็นตัวช่วยผสมเกสรและแพร่กระจายเมล็ดพันธุ์พืช เป็นตัวช่วยในกระบวนการย่อยสลาย และเป็นแหล่งอาหารที่ดีให้กับสัตว์ที่กินแมลง เช่น นก นอกจากนี้รังของมดที่อยู่ตามพื้นดินในป่ายังช่วยให้การแลกเปลี่ยนก๊าซของระบบรากพืชดีขึ้น (Maryati, 1997) อีกทั้งมดยังเป็นกลุ่มของแมลงที่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมได้ดีกลุ่มหนึ่ง (Toda and Kitching, 1999) Maryati (1997) กล่าวว่าในสภาพป่าดั้งเดิมที่ยังไม่มีกิจกรรมรบกวนของมนุษย์เข้าไปยุ่งเกี่ยวของประเทศมาเลเซียจะพบมด *Camponotus gigas, Pachycondya tridentata* อาศัยอยู่ และในขณะเดียวกันจะไม่พบมด *Oecophylla smaragdina* ภายในพื้นที่ป่าดั้งเดิมแต่อาจจะพบบริเวณขอบของป่าดั้งเดิมได้

สำหรับประเทศไทยพบว่าข้อมูลเกี่ยวกับมดที่อาศัยในพื้นที่ป่านั้นยังมีอยู่น้อยมากซึ่งจะเห็นได้จากการศึกษาของ สิงโต (2539); ทวี (2540); Wiwatwitaya and Rojnavongse, 1999; Watanasit et al. (2000); นาวี (2546) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวส่วนใหญ่ศึกษามดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินภายในป่าหลายๆ พื้นที่มากกว่าการศึกษาในพื้นที่เดียวแต่หลายๆ แหล่งอาศัยย่อย ทั้งๆ ที่ในสภาพพื้นที่ป่าแต่ละพื้นที่มีความหลากหลายของแหล่งที่อยู่อาศัยสูง (habitat diversity) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวน่าจะส่งผลให้มดที่อาศัยอยู่ในป่าพื้นที่เดียวกันมีความแตกต่างกันได้ทั้งในแง่ขององค์ประกอบและความชุกชุมของชนิดพันธุ์มด

วิธีการ

1. สถานที่ศึกษา

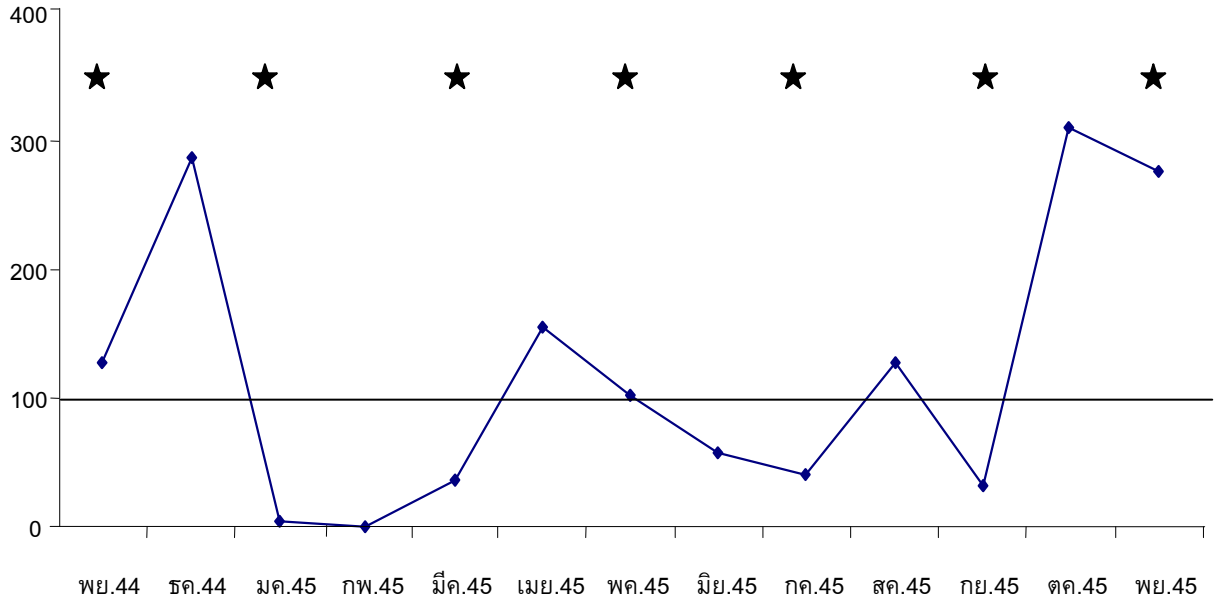
พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างตั้งอยู่บริเวณภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่กว่า 182 ตารางกิโลเมตร ในเขตอำเภอรัตภูมิ และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และอำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล พื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะเป็นป่าที่สมบูรณ์กว่า 75% และมีสภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนของแนวเทือกเขาบรรทัด ประกอบกับมีสภาพภูมิอากาศแบบคาบสมุทร กล่าวคือ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดพาความชื้นจากทะเลฝั่งอันดามันและพัดพาความหนาวเย็นและความชื้นจากอ่าวไทยตามลำดับ ทำให้เกิดฤดูกาลที่ชัดเจน 2 ฤดูกาล คือ มีช่วงฤดูฝนที่ยาวนานอยู่ในช่วงเดือนมิถุนายน-มกราคม และมีช่วงฤดูแล้งที่สั้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ซึ่งจากลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศดังกล่าวทำให้พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างมีน้ำตกที่สวยงามหลายแห่ง อาทิเช่น น้ำตกโตนงาช้าง น้ำตกโตนปลิว จึงทำให้ประชาชนชาวหาดใหญ่และพื้นที่ใกล้เคียงเข้ามาใช้ประโยชน์ ในแง่ของเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจและกิจกรรมสันทนาการต่างๆ เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งต้นน้ำของลำธารหลายสาย เช่น คลองรัตภูมิ คลองลำแซง ฯลฯ หล่อเลี้ยงชุมชนเกษตรและชุมชนเมืองโดยรอบ ก่อนที่จะไหลลงทะเลสาบสงขลา (อนุกูล และคณะ, ม.ป.ป.)

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ใช้มดเป็นตัวแทนของแมลงที่ใช้ในการศึกษาทำให้ฤดูกาลที่กล่าวมาไม่สามารถนำมาใช้ได้ เพราะแมลงส่วนใหญ่จะรับรู้การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลจากปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลง (Young, 1982) และประกอบกับช่วงระยะเวลาที่ศึกษาเกิดปรากฏการณ์ El nino ทำให้ฤดูกาลแตกต่างไปจากที่กล่าวมา ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ใช้ปริมาณน้ำฝนเป็นเกณฑ์ในการแบ่งฤดูกาลตามการแบ่งของ Smith (1996) ที่กล่าวว่าในช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเกิน 100 มม. ให้ถือว่าภายในป่าเป็นช่วงฤดูฝนและในช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 100 มม. ถือว่าเป็นช่วงฤดูแล้ง ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มีช่วงฤดูฝนคือเดือนพฤศจิกายน 2544, พฤษภาคม และพฤศจิกายน 2545 ส่วนช่วงฤดูแล้งคือเดือนมกราคม, มีนาคม, กรกฎาคม และกันยายน 2545 (ภาพที่ 1)

2. กำหนดพื้นที่ศึกษาและการสุ่มเก็บตัวอย่าง

เลือกพื้นที่ศึกษาในพื้นที่ของป่าดิบชื้นระดับต่ำ (<300 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) โดยทำการวางแปลงศึกษาขนาด 100×100 เมตร จำนวน 2 แปลง แปลงที่หนึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่สวนรุกขชาติใกล้กับถนนที่ตัดผ่านไปยังน้ำตกโตนงาช้าง ในขณะที่แปลงศึกษาที่สองอยู่ลึกเข้าไปภายในป่าด้านใน แต่ละแปลงแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10×10 เมตร แปลงศึกษาละ 100 แปลงย่อย

ทำการสุ่มแปลงย่อยมาพื้นที่ศึกษาละ 3 แปลงย่อย แปลงย่อยที่ถูกสุ่มเลือกแล้วจะไม่ถูกสุ่มเลือกอีกในครั้งถัดไป หลังจากนั้นภายในแต่ละแปลงย่อยทำการเลือกต้นไม้ที่มีขนาดความสูงประมาณ 16 เมตรขึ้นไป ซึ่งเป็นเรือนยอดชั้นบนตามการแบ่งของ ประกาศ (2541) มาแปลงย่อยละ 1 ต้น เพื่อแขวนถุงรูปกรวยที่มีขนาด 2 ตารางเมตร จำนวน 10 ถุง รอบต้นไม้และครอบคลุมพื้นที่ภายในแปลงย่อย หลังจากนั้นในช่วงประมาณ 6.00 นาฬิกา ของทุกวันที่ทำการเก็บตัวอย่างจะใช้เครื่องฉีดพ่นหมอกควัน ฉีดพ่นสารเคมีประเภทไพเรททรอยด์ที่เจือจางด้วยน้ำมันดีเซล 1 ต่อ 49 ส่วน ไปยังเรือนยอดของต้นไม้ที่แขวนถุงรองรับไว้เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จึงทำการเก็บตัวอย่างมดที่ตกลงมายังถุงที่รองรับ



ภาพที่ 1. แสดงปริมาณน้ำฝนในช่วงปีที่ศึกษาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2544 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2545 กำหนดให้ ★ คือ ช่วงระยะเวลาศึกษา
ที่มา: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ ณ ท่าอากาศยานนานาชาติหาดใหญ่

3. การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวอย่างของมดที่ตกลงมาจากเรือนยอดของต้นไม้ในแต่ละต้นจะถูกดองด้วยแอลกอฮอล์ 70% และเก็บตัวอย่างแบบแห้ง เพื่อนำไปจำแนกสกุลและชนิด โดยจำแนกตาม Bolton, 1994; Hölldobler and Wilson, 1990; Hung, 1967 และเปรียบเทียบตัวอย่างแห้งกับพิพิธภัณฑ์มดของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

เปรียบเทียบจำนวนชนิดของมดที่พบในแต่ละพื้นที่ศึกษาและในแต่ละฤดูกาล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทาง (Two – way ANOVA) ของโปรแกรม SPSS Version 10

ผลการวิจัย

1. องค์ประกอบของชนิดพันธุ์มด

มดที่พบบนเรือนยอดไม้ในแปลงศึกษาบริเวณขอบป่าและแปลงศึกษาด้านในป่าของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2544 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2545 จากการจำแนกและเปรียบเทียบตัวอย่างแห้งกับพิพิธภัณฑ์มดของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปรากฏว่าพบมดทั้งสิ้น 118 ชนิด 29 สกุล 6 วงศ์ย่อย ประกอบไปด้วยวงศ์ย่อย Aenictinae 1 สกุล 1 ชนิด, Dolichoderinae 3 สกุล 5 ชนิด, Formicinae 7 สกุล 64 ชนิด, Myrmicinae 12 สกุล 32 ชนิด, Ponerinae 5 สกุล 6 ชนิด และ วงศ์ย่อย Pseudomyrmecinae 1 สกุล 10 ชนิด เมื่อพิจารณาจำนวนชนิดมดในแต่ละสกุลพบว่า มดสกุล *Polyrhachis, Camponotus* ของวงศ์ย่อย Formicinae เป็นสกุลที่มีจำนวนชนิดสูงที่สุด (28 ชนิด และ 26 ชนิด ตามลำดับ) รองลงมาคือมดในสกุล *Crematogaster* ของวงศ์ย่อย Myrmicinae พบ 11 ชนิด และสกุล *Tetraponera* ของวงศ์ย่อย Pseudomyrmecinae พบ 10 ชนิด ตามลำดับ ส่วนมดในสกุลอื่นๆ ส่วนใหญ่ (25 สกุล) มีจำนวนชนิดต่ำ (พบจำนวนชนิดอยู่ในช่วง 1 ถึง 5 ชนิด เท่านั้น)

ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษามดบนเรือนยอดไม้ในพื้นที่เขตมาเลเซี่ยนในป่าดิบชื้นพื้นที่ต่ำใน Kinabalu Park รัฐซาบาร์ ประเทศมาเลเซีย โดยใช้วิธีการฉีดพ่นสารเคมีประเภทไพเรททรอยด์เช่นเดียวกัน พบว่ามดในสกุล *Camponotus, Polyrhachis, Crematogaster* และ *Tetraponera* มีจำนวนชนิดมากที่สุดแต่สัดส่วนของจำนวนชนิดที่พบในแต่ละสกุลมีมากกว่าการศึกษาครั้งนี้ (Floren and Linsenmair, 1997) และจากการศึกษาของ Itino and Yamane (1994) ปรากฏว่ามดที่พบบนเรือนยอดไม้ที่ระดับความสูง 25-30 เมตร บริเวณ Lambir Hills National Park รัฐซาราวัค ประเทศมาเลเซีย โดยใช้วิธีวางน้ำตาลเป็นเหยื่อล่อตามเส้นทางเดินบนต้นไม้ (aerial walkway) พบว่ามีจำนวนชนิดน้อยกว่าการศึกษาในครั้งนี้โดยพบมดในสกุล *Camponotus* 6 ชนิด, *Crematogaster* 3 ชนิด, *Polyrhachis* 3 ชนิด, *Tetramorium* 1 ชนิด, *Tetraponera attenuata* และ *Meranoplus belli* ส่วนในป่าอเมซอนของประเทศเปรูในพื้นที่เขตป่าสงวน Tambopata พบมดเด่นในสกุล *Camponotus* และ *Crematogaster* (Wilson, 1987)

การที่มดในสกุล *Camponotus* และ *Crematogaster* เป็นมดเด่นบนเรือนยอดไม้บริเวณป่าอเมซอน, ในเขตมาเลเซี่ยนและการศึกษาครั้งนี้ สามารถอธิบายได้ว่ามดในสกุลดังกล่าวเป็นมดที่มีขอบเขตการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในเขตศูนย์สูตรและเขตอบอุ่น (Brown, 2000) เนื่องจากมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับเรือนยอดของต้นไม้บริเวณป่าฝนเขตร้อนในหลายพื้นที่ได้ดี (Itino and Yamane, 1994) ส่วนมดในสกุล *Polyrhachis* และมดในสกุล *Tetraponera* ซึ่งเป็นอีกสองสกุลที่พบเด่นในการศึกษาครั้งนี้และในพื้นที่เขตมาเลเซี่ยน จากการศึกษาของ Hung (1967) กล่าวถึงการหาอาหารและพื้นที่สร้างรังของมดในสกุล *Polyrhachis* ว่าส่วนใหญ่จะสร้างรังและหาอาหารตามต้นไม้ Ismail (1992) อ้างถึงใน Maryati (1994) ว่ามดในสกุลดังกล่าวน่าจะเป็นมดที่อาศัยอยู่บนเรือนยอดไม้เนื่องจากความหลากหลายของชนิดพันธุ์จะเพิ่มขึ้นตามความสูงของเรือนยอดไม้ ส่วนมดในสกุล *Tetraponera* Shattuck (1999) ได้อธิบายการสร้างรังของมดในสกุลนี้ว่า เป็นมดที่อาศัยสร้างรังอยู่ตามโพรงของกิ่งต้นไม้จัดเป็นมดที่อาศัยอยู่บนเรือนยอดของต้นไม้และสามารถพบเห็นได้ทั้งตามพื้นดินและตามต้นไม้

การที่พบมดในกลุ่มดังกล่าวมีความหลากหลายของชนิดสูงบนเรือนยอดไม้อาจเนื่องมาจากความจำเพาะเจาะจงกับชนิดต้นไม้หรือสภาพของป่า ซึ่งประเด็นดังกล่าวในกลุ่มของด้วงพบว่า 14% ของด้วงที่พบบนเรือนยอดไม้ จะมีความจำเพาะเจาะจงกับต้นไม้ (Erwin, 1983) แต่สำหรับในกลุ่มมดพบว่ายังมีข้อโต้แย้งที่แตกต่างกัน โดย Adis et al. (1984) อ้างถึงใน Tobin (1995) พบว่าในบริเวณป่าฝนเขตร้อนระดับต่ำของประเทศบราซิล มดบนต้นไม้จะมีความจำเพาะกับต้นไม้สูงถึง 78% และมีเพียง 4% เท่านั้นที่พบได้ในป่าทุกประเภท ส่วนการศึกษาของ Wilson (1987) พบว่ามดมีความจำเพาะกับประเภทของป่าน้อยกว่า โดยพบมดบนเรือนยอดไม้เพียง 53.5% ที่พบได้ในป่าแบบเดียว ในขณะที่อีก 17.2 % พบได้ในป่าทั้ง 4 แบบ ส่วน Hölldobler and Wilson (1990) อธิบายถึงการอยู่ร่วมกัน (symbiosis) ของมดในสกุล *Crematogaster* ที่ปรับตัวอาศัยอยู่ร่วมกันกับต้น *Macaranga* spp. บริเวณป่าดิบชื้นอินโด-มาลายัน ในประเทศมาเลเซีย และในขณะที่การศึกษาของ Floren and Linsenmair (1997) กล่าวว่า โครงสร้างของสังคมมดที่พบในต้น *Aporusa lagenocarpa* 10 ต้น มีเพียง 2 ต้นเท่านั้นที่มีโครงสร้างของสังคมมดที่คล้ายกัน

ดังนั้นจากข้อมูลที่กล่าวมาน่าจะสันนิษฐานได้ว่ามดบนเรือนยอดไม้บางชนิดน่าจะมีความจำเพาะเจาะจงกับต้นไม้และสภาพของป่า แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างออกไปจึงไม่สามารถตรวจสอบความจำเพาะเจาะจงของมดกับต้นไม้ได้

และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษามดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินในพื้นที่เดียวกันโดย Watanasit et al. (2000) พบว่ามดที่มีความหลากหลายของชนิดสูงคือมดในสกุล *Pheidole, Camponotus, Phedologeton* ส่วนการศึกษาของ Wiwatwitaya and Rojnavongse (1999) อธิบายว่ามดที่พบตามพื้นดินบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์มากที่สุดเป็นมดในสกุล *Pheidole* ส่วนการศึกษาของนาวี (2546) ก็ยืนยันว่ามดในสกุล *Pheidole* มีความหลากหลายของชนิด

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษามดบนเรือนยอดไม้ในพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างกับการศึกษาที่กล่าวมาน่าจะยืนยันได้ว่ามดที่เป็นองค์ประกอบหลักบนเรือนยอดไม้มีความแตกต่างกับองค์ประกอบของมดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดิน โดยกลุ่มมดที่พบเด่นบนเรือนยอดไม้จะเป็นมดในวงศ์ย่อย Formicinae สกุล *Polyrhachis* (ภาพที่ 2 ก) และ *Camponotus* (ภาพที่ 2 ข), วงศ์ย่อย Mymicinae สกุล *Crematogaster* (ภาพที่ 2 ค), และวงศ์ย่อย Pseudomyrmecinae สกุล *Teraponera* (ภาพที่ 2 ง)

ส่วนความแตกต่างขององค์ประกอบมดและความชุกชุมของจำนวนชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่กล่าวมานั้นอาจมีผลมาจากสถานที่ ระยะเวลา และวิธีการศึกษา ซึ่ง Floren and Linsenmair (1997) ก็อธิบายการศึกษาของเขาเปรียบเทียบกับของ Stork (1991) ว่าสาเหตุของความแตกต่างดังกล่าวอาจมีผลมาจากโครงสร้างป่าและวิธีการที่แตกต่างกัน ซึ่งแม้ว่าจะใช้วิธีฉีดพ่นสารเคมีแบบเดียวกัน แต่หากใช้ระยะเวลา ตำแหน่งของถาดรองรับ และจุดเริ่มต้นของการฉีดพ่นแตกต่างกัน ก็ส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันได้ และการศึกษาของ Itino and Yamane (1994) เปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้ก็ยืนยันได้ว่าวิธีการที่แตกต่างกันมีผลต่อองค์ประกอบและความชุกชุมของชนิด โดยวิธีการฉีดพ่นสารเคมีจะมีความชุกชุมของชนิดมากกว่าการใช้กับดักเหยื่อล่อ

การที่มดภายในพื้นที่ป่ามีการแบ่งชั้นกันอยู่ (stratification) ระหว่างพื้นดินและบนเรือนยอดไม้เป็นสาเหตุหนึ่งที่อธิบายได้ว่าทำไมมดที่อาศัยอยู่ในป่ามีความหลากหลายของชนิดสูง และการที่มดแบ่งชั้นกันอยู่นั้นเนื่องมาจากในแต่ละระดับชั้นของความสูงนับตั้งแต่ระดับพื้นจนถึงชั้นเรือนยอดมีความแตกต่างกันของปัจจัยทางกายภาพอย่างชัดเจน และโดยวิวัฒนาการของมดก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความแตกต่างของมดบนเรือนยอดไม้และตามพื้นดิน (Brühl et al., 1998)

ดังนั้นหากพิจารณาจัดแบ่งกลุ่มมดในการศึกษาครั้งนี้โดยใช้พื้นที่สร้างรังเป็นเกณฑ์ตาม Hung (1967), Shattuck (1999) และ Brown (2000) สามารถจัดแบ่งมดที่พบบนเรือนยอดไม้ได้ 3 กลุ่ม คือ



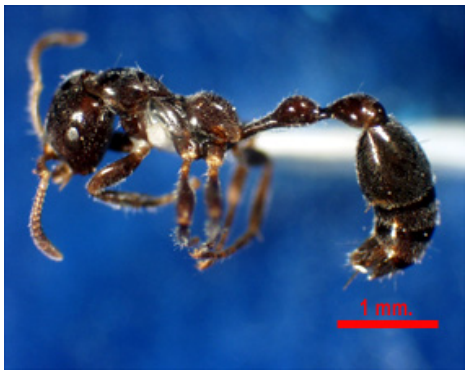
(ก) *Polyrhachis bicolor*



(ข) *Camponotus (Karavaievia)* sp.1



(ค) *Crematogaster (Crematogaster)* sp.1



(ง) *Tetraponera attenuata*

ภาพที่ 2. แสดงตัวแทนของมดสกุลที่พบเด่นบนเรือนยอดไม้ (ก) *Polyrhachis*, (ข) *Camponotus*, (ค) *Crematogaster*, (ง) *Tetaponera*

กลุ่มที่อาศัยสร้างรังบนต้นไม้ กลุ่มที่อาศัยสร้างรังตามพื้นดิน และกลุ่มที่ไม่ทราบข้อมูลของพื้นที่สร้างรัง โดยกลุ่มที่อาศัยสร้างรังบนต้นไม้มีทั้งสิ้น 74 ชนิด (63%) ประกอบไปด้วยวงศ์ย่อย Formicidae 41 ชนิด วงศ์ย่อย Dolichoderinae 5 ชนิด วงศ์ย่อย Myrmicinae 18 ชนิด และวงศ์ย่อย Pseudomyrmecinae 10 ชนิด ส่วนกลุ่มมดที่อาศัยสร้างรังตามพื้นดินมีทั้งสิ้น 24 ชนิด (20%) ประกอบไปด้วยวงศ์ย่อย Aenictinae 1 ชนิด วงศ์ย่อย Formicinae 6 ชนิด วงศ์ย่อย Myrmicinae 11 ชนิด และวงศ์ย่อย Ponerinae 6 ชนิด ส่วนมดที่ไม่ทราบข้อมูลของพื้นที่สร้างรังมีทั้งสิ้น 20 ชนิด (17%) ประกอบไปด้วยวงศ์ย่อย Formicinae 17 ชนิด และวงศ์ย่อย Myrmicinae 3 ชนิด

2. ความชุกชุมของชนิดพันธุ์มดตามพื้นที่และฤดูกาล

2.1 กลุ่มมดที่สร้างรังตามต้นไม้

ในกลุ่มมดที่สร้างรังอยู่บนต้นไม้ทั้งสิ้น 74 ชนิด ปรากฏว่าในพื้นที่ศึกษาบริเวณขอบป่ามีมดในกลุ่มดังกล่าว 60 ชนิด มีค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดในช่วงฤดูฝน 17.00±1.53 ชนิด ในช่วงฤดูแล้ง 23.25±2.66 ชนิด ส่วนในพื้นที่แปลงศึกษาด้านในมีมดทั้งสิ้น 53 ชนิด มีค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดในช่วงฤดูฝน 13.00±1.17 ชนิด ในช่วงฤดูแล้ง 22.00±3.51 ชนิด (ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดมดที่พบในแต่ละพื้นที่ แต่ละฤดูกาล และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และฤดูกาล โดยการเปรียบเทียบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแบบจำแนกสองทาง (Two-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ปรากฏว่าการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลมีผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดอย่างมีนัยสำคัญ *(ANOVA – Test; F=7.825; P=0.019)* ซึ่งจะพบว่าจำนวนชนิดมดมีค่าเฉลี่ยสูงในช่วงฤดูแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงฤดูฝน ส่วนความแตกต่างของพื้นที่นั้นปรากฏว่าไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิด *(ANOVA – Test; F= 0.927; P= 0.358)* เช่นเดียวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และฤดูกาลก็ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดเช่นกัน *(ANOVA – Test; F=0.254; P=0.625)*

ตารางที่ 1. แสดงค่าเฉลี่ย±Se ของจำนวนชนิดมดในแต่ละกลุ่ม แยกตามพื้นที่ศึกษาและฤดูกาล

สถานที่	ฤดูกาล	กลุ่มสร้างรังบนต้นไม้	กลุ่มสร้างรังตามพื้นดิน	กลุ่มไม่ทราบพื้นที่สร้างรัง
แปลงขอบป่า	ฤดูฝน	17.00±1.53	5.67±0.99	1.33±0.87
	ฤดูแล้ง	23.25±2.66	6.50±1.50	1.75±1.11
	รวม	20.57±1.99	6.14±0.98	1.57±0.65
แปลงด้านในป่า	ฤดูฝน	13.00±1.17	3.00±0.58	1.67±0.33
	ฤดูแล้ง	22.00±3.51	3.50±0.29	3.25±1.43
	รวม	18.14±2.65	3.29±0.29	2.57±0.84
รวม	ฤดูฝน	15.00±1.24	4.33±0.91	1.50±0.34
	ฤดูแล้ง	22.63±2.05	5.00±0.94	2.50±0.89
	รวม	19.36±1.62	4.71±0.63	2.07±0.53

การที่ค่าเฉลี่ยของชนิดมดมีค่าสูงในช่วงฤดูแล้งและลดต่ำลงในช่วงฤดูฝนในทั้งสองพื้นที่ศึกษานั้น Karr et al. (1985) อ้างถึงใน นุชจะรินทร์ (2545) ว่าในช่วงฤดูแล้งอาหารประเภทน้ำหวานจะมีมาก ซึ่งปัจจัยดังกล่าวน่าจะส่งผลให้มดที่สร้างรังตามต้นไม้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมดที่หาน้ำหวาน (Brühl et al., 1998) มีความชุกชุมของจำนวนตัวเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีโอกาสที่จะพบมดชนิดใหม่ๆ เพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูแล้ง และประกอบกับในช่วงฤดูแล้งพื้นที่ขอบและป่าด้านใน มีนกที่กินแมลงน้อย (นุชจะรินทร์, 2545) ทำให้มดซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ (Maryati, 1997) มีจำนวนตัวเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีโอกาสที่จะพบมดชนิดใหม่ๆ เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ส่วนในช่วงฤดูฝนจำนวนชนิดมดมีน้อยกว่า เนื่องจากในช่วงปลายของฤดูแล้งกลุ่มนกซึ่งเป็นผู้ล่าที่สำคัญเริ่มมีการวางไข่และออกลูกในช่วงฤดูฝนพอดี (นุชจะรินทร์ และนิกร, 2543 อ้างถึงใน นุชจะรินทร์, 2545) ทำให้ช่วงฤดูฝนมีผู้ล่าเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้จำนวนตัวของมดในแต่ละชนิดน้อยลงโอกาสที่จะพบชนิดใหม่ก็น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Watanasit et al. (2000) ซึ่งศึกษามดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดิน พบว่ามดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลแตกต่างไปจากมดที่อาศัยอยู่บนเรือนยอดไม้ โดยมดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินวงศ์ย่อย Myrmicinae จะมีความชุกชุมของจำนวนตัวมากในช่วงฤดูฝน และ นาวี (2546) ก็พบว่ามดที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา–บาลา บางสกุล อาทิเช่น *Aenictus, Pheidologeton* มีจำนวนมากขึ้นในฤดูฝน

จากผลการศึกษาทำให้สันนิษฐานได้ว่าหากข้อสมมติฐานของ Brühl et al. (1998) ที่เสนอว่ามดมีการแบ่งชั้นกันอยู่ระหว่างเรือนยอดไม้และตามพื้นดินเป็นจริงก็อาจทำให้มดที่แบ่งชั้นกันอยู่นั้นมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ แต่หากข้อสมมติฐานที่ว่าไม่เป็นจริงการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดมดบนเรือนยอดไม้ในช่วงฤดูแล้งก็อาจเป็นผลมาจากการที่มดที่หาอาหารตามพื้นดินเคลื่อนย้ายขึ้นไปหาอาหารที่มีมากบนเรือนยอดไม้และในทางตรงกันข้ามการเพิ่มขึ้นของมดตามพื้นดินในช่วงฤดูฝนก็อาจเนื่องมาจากมดบนเรือนยอดไม้เคลื่อนย้ายลงมาหาอาหารและหนีผู้ล่าที่มีมากในช่วงฤดูฝนก็เป็นได้ ซึ่ง Wilson (1987) ได้ยกตัวอย่างมดในป่าอเมซอนบางชนิด เช่น *Paraponera clavata* ซึ่งเป็นมดที่สร้างรังตามโคนต้นไม้แต่มีขอบเขตการหาอาหารได้ตั้งแต่ตามพื้นดินไปจนถึงบนเรือนยอดไม้

2.2 กลุ่มมดที่อาศัยสร้างรังตามพื้นดิน

ในกลุ่มมดที่อาศัยสร้างรังอยู่ตามพื้นดินทั้งสิ้น 24 ชนิด ปรากฏว่าในพื้นที่ศึกษาบริเวณขอบป่ามีมดในกลุ่มดังกล่าว 23 ชนิด มีค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดในช่วงฤดูฝน 5.67±0.99 ชนิด ในช่วงฤดูแล้ง 6.50±1.50 ชนิด ส่วนในพื้นที่แปลงศึกษาด้านในมีมดทั้งสิ้น 6 ชนิด มีค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดในช่วงฤดูฝน 3.00±0.58 ชนิด ในช่วงฤดูแล้ง 3.50±0.29 ชนิด (ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดมดที่พบในแต่ละพื้นที่ แต่ละฤดูกาล และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และฤดูกาล โดยการเปรียบเทียบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแบบจำแนกสองทาง (Two-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ปรากฏว่าจำนวนชนิดมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญ *(ANOVA – Test; F=6.451; P=0.029)* ซึ่งจะพบว่ามดมีค่าเฉลี่ยสูงในแปลงขอบป่าเมื่อเปรียบเทียบกับในแปลงศึกษาด้านใน ส่วนความแตกต่างของฤดูกาลนั้นปรากฏว่าไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิด *(ANOVA – Test; F=0.357; P=0.563)* เช่นเดียวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และฤดูกาลก็ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดเช่นกัน *(ANOVA – Test; F= 0.022; P=0.884)*

การที่กลุ่มมดที่สร้างรังอยู่ตามพื้นดินขึ้นไปบนเรือนยอดไม้ของพื้นที่แปลงศึกษาขอบป่ามากชนิดกว่าพื้นที่แปลงศึกษาด้านในป่านั้น อาจเนื่องมาจากสภาพพื้นที่ของแปลงศึกษาที่หนึ่งมีขนาดของต้นไม้ที่เล็กกว่าพื้นที่แปลงศึกษาที่สอง ประกอบกับลักษณะของพื้นล่างของแปลงศึกษาขอบป่ามีลักษณะเตียนและโล่งกว่าแปลงศึกษาด้านในป่าเนื่องจากมีการตัดไม้พื้นล่างออกไป ปัจจัยดังกล่าวน่าจะทำให้มดที่มีพื้นที่สร้างรังและหาอาหารอยู่ตามพื้นดิน อาทิเช่น มดในวงศ์ย่อย Ponerinae ทุกชนิด วงศ์ย่อย Aenectinae 1 ชนิด วงศ์ย่อย Myrmicinae สกุล *Pheidole* 1 ชนิด เป็นต้น เกิดการพลัดหลงขึ้นไปหรืออาจเดินขึ้นไปโดยไม่ทราบสาเหตุ (tourist species) (Stork, 1991) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อพิจารณาจำนวนตัวและความถี่ของการพบมดในกลุ่มดังกล่าวปรากฏว่ามีจำนวนตัวน้อยมากโดยพบเพียง 1-2 ตัว ในการพบแต่ละครั้งเท่านั้น ยกเว้นมด *Meranoplus cataneaus*

สำหรับการศึกษาของ Floren and Linsenmair (1997) และ Brühl et al. (1998) อธิบายถึงการพบมดที่อาศัยสร้างรังตามพื้นดินแต่สามารถพบได้บนเรือนยอดไม้ว่าอาจเนื่องมาจากความผิดพลาดของวิธีการศึกษา แต่ Wilson (1987) กล่าวว่ามดที่อาศัยสร้างรังตามพื้นดินสามารถขึ้นไปหาอาหารบนเรือนยอดไม้ได้ อาทิเช่น Leafcutter ant (*Atta cephalotes*) ซึ่งมีพื้นที่สร้างรังตามพื้นดินแต่ขึ้นไปหาอาหารตามต้นไม้จนถึงสูงสุดของเรือนยอดไม้ ซึ่งสอดคล้องกับการพบมด *Meranoplus cataneaus* บนเรือนยอดไม้ของการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมดดังกล่าว เดชา และวียวัฒน์ (2544) อธิบายว่าเป็นมดที่อาศัยสร้างรังตามพื้นดินและสามารถพบหาได้ทั่วไปตั้งแต่ตามพื้นดินจนถึงบนเรือนยอดไม้

2.3 กลุ่มมดที่ไม่มีข้อมูลพื้นที่สร้างรัง

ในกลุ่มมดที่ไม่มีข้อมูลของพื้นที่สร้างรังทั้งสิ้น 20 ชนิด ปรากฏว่าในพื้นที่ศึกษาบริเวณขอบป่ามีมดในกลุ่มดังกล่าว 10 ชนิด มีค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดในช่วงฤดูฝน 1.33±0.87 ชนิด ในช่วงฤดูแล้ง 1.75±1.11 ชนิด ส่วนในพื้นที่แปลงศึกษาด้านในมีมดทั้งสิ้น 17 ชนิด มีค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดในช่วงฤดูฝน 1.67±0.33 ชนิด ในช่วงฤดูแล้ง 3.25±1.43 ชนิด (ตารางที่ 1) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดมดที่พบในแต่ละพื้นที่ แต่ละฤดูกาล และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และฤดูกาล โดยการเปรียบเทียบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแบบจำแนกสองทาง (Two-way ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ปรากฏว่าอิทธิพลของพื้นที่ ฤดูกาล และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และฤดูกาลไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดมดในกลุ่มนี้ *(ANOVA – Test; F=0.673; P=0.431)*, *(ANOVA – Test; F=0.800; P=0.392)*

และ *(ANOVA – Test; F=0.272; P=0.613)* ตามลำดับ ซึ่งมดในกลุ่มนี้อาจจะเป็นมดที่สร้างรังตามพื้นดินหรือบนต้นไม้ก็ได้ เนื่องจากข้อมูลของมดในกลุ่มดังกล่าว ณ ปัจจุบันมีอยู่น้อยมากจึงไม่สามารถอภิปรายผลของมดในกลุ่มนี้ได้

บทสรุป

เรือนยอดของต้นไม้นับว่าเป็นแหล่งของความหลากหลายชนิดพันธุ์มดที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ซึ่งจะเห็นได้จากการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าโครงสร้างสังคมมดที่พบบนเรือนยอดไม้มีมดหลากหลายชนิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ดังกล่าวไม่ว่าจะเป็นกลุ่มมดที่อาศัยสร้างรังบนต้นไม้หรือกลุ่มมดที่อาศัยสร้างรังอยู่ตามพื้นดินก็สามารถพบขึ้นไปใช้ประโยชน์พื้นที่บนเรือนยอดไม้ได้ กลุ่มมดที่สร้างรังอยู่ตามต้นไม้จะมีเพียงไม่กี่สกุลที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูง โดยมดในกลุ่มดังกล่าวน่าจะมีการสนับสนุนให้มีการศึกษาต่อในรูปแบบการแพร่กระจายในแต่ละฤดูกาล ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลต่อมดในกลุ่มนี้ หรือศึกษารูปแบบการแพร่กระจายภายในพื้นที่เดียวกันและต่างพื้นที่ หรือแม้กระทั่งศึกษารูปแบบความเป็นอยู่ที่มีความสัมพันธ์กับต้นไม้ เพราะเป็นที่ทราบกันดีว่ากว่า 45% ของยาที่ใช้ในการรักษาอาการเจ็บป่วยของมนุษย์มาจากพืช (Raven, 1980 อ้างถึงใน Erwin, 1983) ดังนั้นรูปแบบความสัมพันธ์หรือกลไกการป้องกันตัวเองของมดที่มีต่อสารเคมีที่พืชสร้างขึ้นหรือรูปแบบการป้องกันตัวของพืชที่มีต่อมดน่าจะเป็นประโยชน์ทั้งในแง่ของการผลิตยารักษาโรคหรือผลิตสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดแมลงโดยไม่มีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม หากมีการสนับสนุนให้มีการวิจัยอย่างต่อเนื่องมากขึ้น

การที่สามารถพบกลุ่มมดที่มีถิ่นอาศัยอยู่ตามพื้นดินบนเรือนยอดไม้ อาจสันนิษฐานได้ว่าไม่ได้เป็นเพราะความผิดพลาดของวิธีการศึกษา แต่อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของลักษณะพื้นที่ที่เอื้อให้มดในกลุ่มนี้ขึ้นไปในพื้นที่แปลงศึกษาขอบป่า ดังนั้นจึงเป็นกลุ่มมดอีกกลุ่มหนึ่งที่น่าสนใจศึกษาถึงรูปแบบการแพร่กระจายในแต่ละพื้นที่บนเรือนยอดไม้ สาเหตุของการขึ้นไปบนเรือนยอดไม้ และมีผลกระทบต่อมดในกลุ่มที่อาศัยอยู่บนเรือนยอดไม้หรือไม่ และกลุ่มมดบนเรือนยอดไม้จะมีกลไกการป้องกันตัวอย่างไร ซึ่งมดในกลุ่มนี้น่าจะนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพของป่าที่เกิดขึ้นเองตามสภาพธรรมชาติ (ฤดูกาล) หรือผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนในกลุ่มมดที่ไม่มีข้อมูลของพื้นที่สร้างรังและพบบนเรือนยอดไม้ในการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าบนเรือนยอดไม้ยังมีสิ่งมีชีวิตอีกหลายชนิดที่ยังไม่มีการค้นพบและศึกษาติดตามอย่างจริงจังในป่าของประเทศไทย ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอาจทำให้เกิดการประมาณค่าความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในประเทศต่ำกว่าความเป็นจริงได้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_145018 และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ขอขอบพระคุณกรมป่าไม้ หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง คุณกอบศักดิ์ สุวรรณรัตน์ หัวหน้าสถานีวิจัยและฟื้นฟูสัตว์ป่าโตนงาช้าง ที่อนุญาตให้เข้าไปดำเนินการวิจัยในพื้นที่ป่า ตลอดจนอำนวยความสะดวกในขณะที่ดำเนินการวิจัย, นางสาวศศิธร หาสิน เจ้าหน้าที่พิพิธภัณฑ์มด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำในการจำแนกมด, เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 42 จังหวัดสงขลา ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือและการใช้สารเคมี และสุดท้ายขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยภาคสนามทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลด้วยดีตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

เดชา วิวัฒน์วิทยา และวียวัฒน์ ใจตรง. 2544. คู่มือจัดจำแนกสกุลมดบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทวี มณีปรีชา. 2540. ความหลากหลายของมด (Hymenoptera: Formicidae) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงจังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคใต้ของประเทศไทย. รายงานการศึกษาโครงงานภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นาวี หนุนอนันต์. 2546. ชนิดและความชุกชุมของมดตามฤดูกาลในป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิเวศวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นุชจะรินทร์ สังยวน. 2545. การศึกษาความหลากหลายของชนิดนกในพื้นที่ป่าด้านนอกและพื้นที่ป่าด้านใน ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิเวศวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประกาศ สว่างโชติ. 2541. ลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในป่าดิบชื้นเขตร้อนระดับต่ำ บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขานิเวศวิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สิงโต บุญโรจน์พงศ์. 2539. การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของมด (Hymenoptera; Formicidae) ในบริเวณป่าดั้งเดิมกับป่าที่ถูกรบกวน ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา. รายงานการศึกษาโครงงาน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

องุ่น ลิ่ววานิช, สมหมาย ชื่นราม, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ และยุพา หาญบุญทรง. 2545. ความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. ใน: วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ), รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2545. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ. หน้า 121-130.

อนุกูล โอพารกิจวานิช, ดวงเดือน ซื้อตระกูล, สกุณา ปิยวาทิน, ภัสรินทร แสนรัษฎากร และชลดา ศรีพิมพ์. มปป. ข้อมูลพื้นฐานรายงานฉบับร่างแผนแม่บทเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา-จังหวัดสตูล. กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Alonso, L.E., and D. Agosti. 2000. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. *In* Agosti, D., L.E. Alonso, J.D. Majer and T.R. Schultz (eds.), Ants: Standard Method for Measuring and Monitoring Biodiversity, pp. 1-8. Smithsonian Institution Prees, Washington.

Bolton, B. 1994. Identification Guide to the Ants Genera of the World. Havard University Press, London.

Bolton, B. 1995. A taxonomic and zoogeographical census of the ant taxa (Hymenoptera: Fomicidae). *Journal of Natural History* 29: 1037-1056.

Borror, D.J., C.A. Triplehorn and N.F. Jhonson. 1989. An Introdution to Study of Insect. 5th ed. Saunders College Publishing, Orlando.

Brown, W.L., Jr. 2000. Diversity of ants. *In* Agosti, D., L.E. Alonso, J.D. Majer and T.R. Schultz (eds.), Ants: Standard Method for Measuring and Monitoring Biodiversity, pp. 45-79. Smithsonian Institution Press, Washington.

Brühl, C.A., G. Gunsalam and K.E. Linsenmair. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera: Fomicidae) in primary rain forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 14(2): 285-297

Dumpert, K. 1978. The Social Biology of Ants. Pitman Advanced Publishing, Boston.

Erwin, T.L. 1983. A tropical rainforest canopies, the last biotic frontier. *Bulletin of Entomological Society of America* 29(1): 14-19.

Floren, A. and K.E. Linsenmair. 1997. Diversity and recolonization dynamics of selected arthropod groups on difference tree species in a lowland rainforest in Sabah, Malaysia with special reference to Formicidae. *In* Stork, N.E., J. Adis, R.K. Didham (eds.), Canopy Arthropod, pp. 344-381. Chapmand and Hall, London.

Hölldobler, B. and E.O. Wilson. 1990. Ants. Springer Verlag, Berlin.

Hung, A.C.F. 1967. A revision of the ant genus *Polyrhachis* at the subgeneric level (Hymenoptera: Fomicidae). *Trans. Amer. Ent. Soc.* 93: 395-422.

Itino, T. and S. Yamane. 1994. Vertical distribution of ants in the canopy of lowland mixed dipterocarp forest of Sarawak. *In* Inoue, T. and A. Hamid (eds.), Plant Reproductive Systems and Animal Seasonal Dynamics: Long-term Study of Dipterocarp Forest in Sarawak, pp. 227-230. Center for Ecological Research, Kyoto University.

Kritsaneepaiboon, S. and S. Saiboon. 2000. Ant species (Hymenoptera: Fomicidae) in longkong (Meliaceae: *Aglaia dookkoo* Griff.) plantation. *Songkhlanakarin J. Sci. Tech.* 22(3): 393-396.

Majer, J.D. 1990. The abundance and diversity of arboreal ants in Northern Australia. *Biotropica* 22(2): 191-199.

Maryati, M. 1994. Can ants be a bioindicator?. In 3rd Symposium of Malaysian Applied Biology Society, 28-29 May, pp.128-129.

Maryati, M. 1996. A review of research on ants in Malaysia. *In* Turner, I.M., C.H. Diong, S.S.L. Lim and Ng, p. k.l. (eds.), Biodiversity and the Dynamics of Ecosystems, DIWPA Series Volum 1, pp. 373-383.

Maryati, M. 1997. Ants: as indicator for the tropical rain forest. Manual for International Plot Course on Environmental Evaluation Using Insects as Indicators of Biodiversity: Ant Ecology, Taxonomy Collecting Methods and Identification, 17 March-7 April 1997. Kota Kinabalu: Tropical Biology and Conservation Unit, Universiti Malaysia Sabah and International Institute of Entomology.

Park, C.C. 1992. Tropical Rainforest. Routledge Press, London.

Mele, P.V. and N.T.T. Cuc. 2000. Farmers' perceptions and practices in use of *Dolichoderus thoracicus* (Smith) (Hymenoptera: Fomicidae) for biological of pests of Sapodila. *Biological Control* 20: 23-29.

Shattuck, S.O. 1999. Australian Ants: Their Biology and Identification. CSIRO Publishing, Collingwood.

Smith, R.L. 1996. Ecology and Field Bilogy. Hapercollins College Publishers, New York.

Stork, N.E. 1991. The composition of arthropod fauna of Bornean lowland rainforest tree. *Journal of Tropical Ecology* 7: 161-180.

Tobin, J.E. 1995. Ecology and diversity of tropical forest canopy ants. *In* Lowm, M and N. Nadkarni (eds.), Forest Canopies, pp. 129-147. Academic Press, Sandiego.

Toda, M. and R.L. Kitching. 1999. IBOY-DIWPA: Biodiversity Assessment Program in the Western Pacific and Asian region. International Net Work for Biodiversity Research Diversity Western Pacific and Asia.

Watanasit, S., C. Phophuntin and S. Permkam. 2000. Diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) from Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary Songkhla, Thailand. *ScienceAsia* 26: 187-194.

Whitmore, T.C. 1990. An Introduction toTropical Rainforest. Clarendon press, Oxford.

Wiwatwitaya, D. and V. Rojnavongse. 1999. Diversity of ants at Khao Yai National Park. *In* Baimai et al. (eds.), Research Reports on Biodiversity in Thailand, pp. 346-350 Biodiversity Research and Training Program, Work Press Printing.

Wilson, E.O. 1987. The arboreal ant fauna of Peruvian amazon forest: A first assessment. *Biotropica* 19(3): 245-251.

Yamane, S., T. Itino and A.R. Nona. 1996. Ground ant fauna in a Bornean dipterocarp forest. *Raffles Bulletin of Zoology* 44: 253-256.

Young, A.M. 1982. Population Biology of Tropical Insect. Plenum Press, New York.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2546) 193-203

BRT 2003
Research Reports

การติดตามตรวจสอบชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและสภาพแวดล้อมด้วยกลุ่มแมลงหนอนปลอกน้ำ

ศิราภรณ์ ชื่นบาล[1] และ พรทิพย์ จันทรมงคล[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50202

Abstract: Watershed Classification and Environmental Monitoring by Trichoptera Community

[1]Siraporn Cheunbarn and [2]Porntip Chantaramongkol

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50202

Trichoptera communities were applied in this study to use as indicators of and for monitoring environmental degradation in the upper Ping watershed, northern Thailand. From multivariate analysis with TWINSPAN and Ordination (HMDS), four groups of sites were generated within five watershed classes. Group 1 consisted of most sites in watershed class 5, which were urban and agricultural areas. Groups 2 and 3 were mixtures of all watershed classes with various land uses. Group 4 consisted of sites in watershed classes 1 and 2, which were forest and headwaters. The environment and water quality in Group 4 were good with less variation than in the other groups. Based on these results there have been many changes in land uses patterns in each watershed in the upper Ping watershed.

Trichoptera indicators could be divided into two groups. The first group comprised tolerant indicator species that were always found in urban and polluted areas, especially in watershed classes 4 and 5. They were *Cheumatopsyche cognita, Ecnomus mammus, Leptocerus chiangmaiensis, Cheumatopsyche globosa, Potamyia panakeia*. The second group included sensitive indicator species that were always found in forest and headwaters, especially in watershed classes 1 and 2. They were *Rhyacophila suthepensis, Macrostemum midas, Macrostemum fastosum,* and *Hydropsyche uvana.*

Key words: Trichoptera, watershed, tolerant indicator species, sensitive indicator species

บทนำ

ประเทศไทยในปัจจุบันนี้ พบว่าสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติได้เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น รวมไปถึงระบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนจากความเป็นอยู่แบบพอเพียงไปเป็นการค้า ความต้องการพื้นที่เกษตรกรรมและทรัพยากรมากขึ้น ทำให้มีการบุกรุกทำลายป่าโดยเฉพาะในพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศ ซึ่งถือได้ว่าเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่สำคัญ และเป็นต้นกำเนิดแม่น้ำที่สำคัญหลายสาย โดยก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ในแต่ละชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอย่างชัดเจนและผิดแผกแตกต่างไปจากการจัดแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิม ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบในด้านต่างๆ เช่น การพังทะลายของหน้าดิน ปริมาณ และคุณภาพของน้ำ เป็นต้น การติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในแต่ละชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนั้นเป็นไปอย่างยากลำบาก เนื่องจากความจำเป็นในด้านงบประมาณและเวลาที่ค่อนข้างจำกัด

การติดตามตรวจสอบโดยใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (bioindicator species) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นอกจากจะใช้วิธีทางกายภาพ และทางเคมีที่เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไปแล้ว เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเพื่อเป็นตัวบ่งชี้นั้น มีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเมื่อประมาณไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา (Bendati et al., 1998; Norris and Norris, 1995) โดยอาศัยหลักการทางนิเวศวิทยาพบว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดนั้นจะสามารถเจริญได้ดีในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม แต่เมื่อใดที่สภาวะแวดล้อมได้เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้เกิดผลต่อชีวิตและความเป็นอยู่อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน

แหล่งน้ำ ชนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย รวมไปถึงรูปแบบของการแพร่กระจายนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมที่อยู่โดยรอบ เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปย่อมส่งผลต่อชีวิต และความเป็นอยู่ของสัตว์เหล่านั้น ถึงแม้ว่าในบางครั้งไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้ด้วยวิธีทางกายภาพและทางเคมีก็ตาม (Hauer and Hill, 1996; Resh et al., 1996) การติดตามตรวจสอบทางชีววิทยานั้นจะใช้ทั้งระดับชนิดและระดับชุกชุมของสิ่งมีชีวิตเป็นตัวบ่งชี้ ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ได้มีหลายชนิด เช่น สาหร่าย ปลา หอย กุ้ง ปู แมลงน้ำชนิดต่างๆ รวมไปถึงพืชน้ำบางชนิดด้วย แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มที่นิยมใช้มากที่สุด ได้แก่ macroinvertebrates (Rosenberg and Resh, 1993)

การศึกษาในครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้ตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำในการติดตามตรวจสอบสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละชั้นคุณภาพลุ่มน้ำทั้ง 5 ชั้น โดยได้ทำการศึกษาในเขตลุ่มน้ำปิงตอนบน เนื่องจากลุ่มน้ำปิงเป็นลุ่มน้ำที่มีความสำคัญต่อชีวิต และความเป็นอยู่ของประชาชนภาคเหนือโดยทั่วไป เป็นลุ่มน้ำหนึ่งที่มีการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าไปเป็นจำนวนมากและอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังเป็นลุ่มน้ำที่เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งถือได้ว่าเป็นแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย นอกจากนี้ลุ่มน้ำปิงเป็นลุ่มน้ำที่ได้มีการจัดแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำไว้แล้ว มีลุ่มน้ำสาขามากมาย จึงเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

จากปัญหาการบุกรุกพื้นที่ต้นน้ำและการใช้ประโยชน์อย่างไม่เหมาะสมของหน่วยงานต่างๆ ทั้งของภาครัฐและเอกชน ได้ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการลดลงของพื้นที่ป่า และผลกระทบที่ตามมาอย่างต่อเนื่อง เช่น ปริมาณและคุณภาพของแหล่งน้ำ การพังทลายของดิน อุทกภัย เป็นต้น เพื่อลดปัญหาความขัดแย้งดังกล่าวนี้ รัฐบาลจึงได้กำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทยขึ้น โดยจัดตั้งคณะกรรมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามมติของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติและมติเห็นชอบของคณะรัฐมนตรี โดยเริ่มดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ในการแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตั้งแต่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2525 แล้วเสร็จเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2538 (NEB, 1990) โดยการจัดจำแนกและแบ่งขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำตามลำดับความสำคัญของพื้นที่ รวมทั้งการสร้างมาตรการการใช้ที่ดินที่เหมาะสมตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆ โดยได้จัดแบ่งคุณภาพลุ่มน้ำออกเป็น 5 ชั้น มีลักษณะสังเขปดังนี้ พื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 เป็นพื้นที่สูง ซึ่งอยู่ตอนบนของลุ่มน้ำ เป็นภูเขาสูงชัน ความลาดชันสูง (มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) ควรจะสงวนรักษาไว้เพื่อเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร พื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำที่ 2 เหมาะสมต่อการเป็นต้นน้ำลำธารรองลงมา มักเป็นภูเขาสูง หรือไหล่เขา มีความลาดเทปานกลาง ความลาดชันอยู่ระหว่าง 30-50 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อกิจการที่สำคัญ เช่น การทำไม้ เหมืองแร่ แต่ต้องปฏิบัติตามมาตรการการควบคุมอย่างเข้มงวด พื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 เป็นที่ลาดเขา ตีนเขา ความลาดชั้นอยู่ระหว่าง 25-30 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางกสิกรรมประเภทไม้ยืนต้น แต่ต้องปฏิบัติตามมาตรการการควบคุมอย่างเข้มงวด พื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำที่ 4 เป็นพื้นที่เชิงเขา เนินเขาเตี้ย ที่ราบขั้นบันได ความลาดชั้นอยู่ระหว่าง 6-25 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำใช้ประโยชน์ในกิจการพืชไร่และพืชสวน พื้นที่คุณภาพลุ่มน้ำที่ 5 เป็นพื้นที่ราบลุ่ม หรือเนินลาดเอียงเล็กน้อย ความลาดเอียงต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนา และกิจกรรมอื่นๆ (Wooldridge, 1984)

แมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่อีกชนิดหนึ่งที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่ได้ผลดี เนื่องจากสามารถพบได้ในเกือบทุกพื้นที่ทั่วโลก โดยมีมากกว่า 7,000 ชนิด 43 สกุล ทั่วโลก (Meyer, 2001) ในประเทศไทยพบมากกว่า 600 ชนิด (Malicky et al., 2001; Malicky et al., 2002; Chaibu, 2000; Luadee, 2002; Malicky and Chantaramongkol, 1999; แตงอ่อน, 2543; เพ็ญแข, 2544) นอกจากนี้ยังพบว่ามีความเป็นไปได้สูงในการจัดจำแนก เนื่องจากความรู้ในเรื่องอนุกรมวิธานและข้อมูลในการจัดจำแนกค่อนข้างสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าในตัวอ่อนการจัดจำแนกเป็นไปได้ยาก (Holzenthal and Blahnik, 1997) อีกทั้งการเก็บตัวอย่างโดยเฉพาะตัวเต็มวัยนั้นกระทำได้โดยง่าย โดยเฉพาะการใช้ไฟล่อ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ในการประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะในแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่ๆ ได้เป็นอย่างดีโดย Chantaramongkol (1983) ได้ทำการศึกษาตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำโดยใช้ไฟล่อ และได้ทำการเปรียบเทียบการปรากฏของแมลงหนอนปลอกน้ำกับค่า saprobic Index ในแม่น้ำ Danube ในประเทศฮังการี พบว่า แหล่งน้ำที่มีระดับของคุณภาพน้ำที่ต่างกันนั้น ทำให้ชนิดและองค์ประกอบของแมลงหนอนปลอกน้ำที่พบแตกต่างกันไปด้วย Sykora et al. (1997) พบว่าความหลากหลายของชนิดที่พบ

จะสามารถบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศในขณะนั้นได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ Sommerhauser et al. (1999) ที่พบว่า ความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำในระดับวงศ์นั้นมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของป่าไม้รอบๆ ถิ่นที่อยู่อาศัยนั้นด้วย ซึ่งรวมไปถึงพืชพรรณ สภาพภูมิประเทศ ฤดูกาล ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล และความกว้างของลำน้ำ (Huisman, 1989; แตงอ่อน, 2543) โดยแมลงหนอนปลอกน้ำที่พบจะสามารถใช้เป็นข้อมูลที่แสดงถึงสถานภาพของนิเวศวิทยาบนบกและในน้ำได้เป็นอย่างดี ด้วยเหตุนี้จำนวนและชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำจึงมีประโยชน์มากในการบ่งบอกและประเมินสภาพแวดล้อมและสถานะของแหล่งน้ำ Roback (1974) พบว่า ส่วนมากตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่มีความทนทานต่อมลพิษ (tolerant species) มักจะเป็นพวกที่ไม่มีปลอก ในขณะที่พวกที่สร้างตาข่าย (net builders) จะมีความคงทนต่อสภาวะที่มีสารอินทรีย์สูงๆ ได้ ซึ่ง Dohet (1999) พบว่าสภาวะสารอินทรีย์นั้นสามารถใช้ในการแบ่งกลุ่มแมลงหนอนปลอกน้ำได้ Navia (1997) พบว่าแมลงหนอนปลอกน้ำบางสกุลมีความอ่อนไหวต่อมลพิษ (sensitive species) ได้แก่ *Triplectides* spp., *Rhyacophila* spp., *Chimarra* sp. และ *Marilia* spp. ในขณะที่ *Leptonema* spp. (Navia et al., 1997) และ *Hydropsyche* (Dohet, 2002) มักมีความคงทนต่อสารอินทรีย์ แมลงหนอนปลอกน้ำบางชนิดยังสามารถบ่งบอกถึงสภาพของการฟื้นตัวของลำน้ำได้อีกด้วย เช่น *Hydropsyche angustipennis*, *Hydropsyche siltalia*, *Hydropsyche exopellata* และ *Hydropsyche pellicidula* (Stuijfzand et al., 1998)

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับแมลงหนอนปลอกน้ำมานานกว่า 70 ปี ซึ่งนอกจากการศึกษาด้านความหลากหลายและการแพร่กระจายแล้วยังได้มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของแมลงหนอนปลอกน้ำบางชนิดกับคุณภาพของน้ำ (สมจิตร์, 2541; อิสระ, 2541; แตงอ่อน, 2543; เพ็ญแข, 2544) มีการประยุกต์ใช้ในการติดตามตรวจสอบสภาพแวดล้อมของลุ่มน้ำปิงตอนบนโดย Chaibu (2000) พบชนิดที่ทนทานต่อมลพิษ (tolerant species) 7 ชนิด และชนิดที่อ่อนไหวต่อมลพิษ (sensitive species) 11 ชนิด

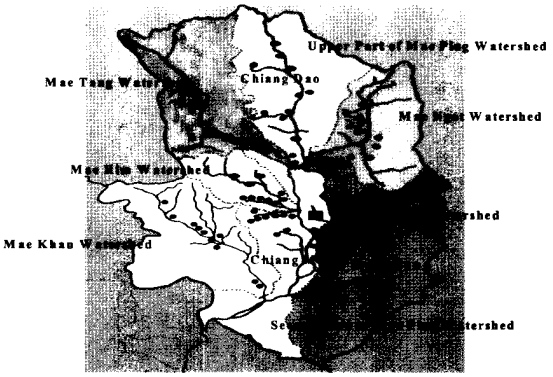
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและการกระจายตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำในลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำสาขา
2. เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของการใช้พื้นที่ต่อชนิดและกลุ่มของแมลงหนอนปลอกน้ำและการตอบสนองต่อปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อศึกษาถึงชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำที่สามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการติดตามตรวจสอบมลพิษของแหล่งน้ำ
4. เพื่อหาความสัมพันธ์ที่แน่ชัดระหว่างคุณภาพของแหล่งน้ำและชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำ

วิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ลุ่มน้ำปิงตอนบน ซึ่งประกอบไปด้วยลุ่มน้ำย่อย 7 ลุ่มน้ำด้วยกัน ตั้งอยู่ระหว่างพิกัด 18°36′ 00″ ถึง 19°49′ 00″ N และ 98° 05′30″ ถึง 100°09′ 12″ E ได้แก่ ลุ่มน้ำแม่แตง, แม่งัด, แม่ขาน, แม่ริม, แม่กวง, แม่น้ำปิงส่วนบน (เชียงดาว) และ แม่น้ำปิงส่วนที่ 2 (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1. แสดงพื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่าง

2. วิธีการเก็บตัวอย่าง

เลือกจุดเก็บตัวอย่างจากแผนที่ภูมิประเทศที่แสดงชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ขนาด 1: 50,000 โดยในแต่

ละลุ่มน้ำย่อยเก็บ 2 จุดเก็บตัวอย่างในแต่ละชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ จะได้จุดเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 70 จุด ทำการศึกษาระหว่างเดือน มกราคม ถึงเดือนตุลาคม 2543 โดยแบ่งการเก็บออกเป็น 3 ฤดูกาล

2.1 การเก็บตัวอย่างแมลงหนอนปลอกน้ำ : ใช้ไฟล่อ (light trap) ซึ่งชุดเก็บตัวอย่างประกอบด้วย หลอดไฟ (back light) บัลลาส และสตาร์เตอร์ ต่อเข้ากับแบตเตอรี่ วางชุดหลอดไฟบนกะละมังพลาสติกสีดำซึ่งใส่น้ำยา detergent โดยวางไว้ข้างลำธารเป็นเวลา 1 คืน หลังจากนั้นทำการคัดแยกเอาเฉพาะแมลงหนอนปลอกน้ำ พร้อมทั้งรักษาสภาพไว้ด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ และนำมาทำการจัดจำแนกต่อไป

2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำ : ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์ทั้งด้านกายภาพและเคมีควบคู่ไปกับการเก็บแมลงหนอนปลอกน้ำ โดยทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้ วัด pH โดยใช้ pH meter, อุณหภูมิโดยใช้ thermometer, turbidity โดยใช้ turbidity meter, Nitrate-N, Ammonia-N และ Orthophosphate-Phosphorus โดยใช้ spectrophotometer, alkalinity ด้วยวิธี phenolphthalein methyl orange indicator, DO และ BOD_5 ด้วยวิธี azide modification method, conductivity และ TDS ด้วย conductivity/TDS meter วัดความกว้างและความลึกของแหล่งน้ำด้วยตลับเมตร, วัดความเร็วของกระแสน้ำด้วย velocity meter, discharge ด้วยการวัดพื้นที่หน้าตัดและความเร็วของกระแสน้ำ และวัด altitude ด้วย altimeter

3. การจัดจำแนกแมลง

นำแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้มาแยกและจัดจำแนกจนถึงระดับชนิด (species) ด้วยการตัดเอาส่วนปลายของปล้องท้อง (terminalia) ไปทำให้ใส (maceration) ด้วยการต้มกับ 10% NaOH ทำการคัดแยกภายใต้กล้อง stereo โดยใช้การเปรียบเทียบรูปภาพกับคู่มือในการวินิจฉัยตัวอย่างดังต่อไปนี้ Malicky (1983); Malicky (1997); Malicky et al. (2002); McCafferty (1981) และ Merritt and Cummins (1984)

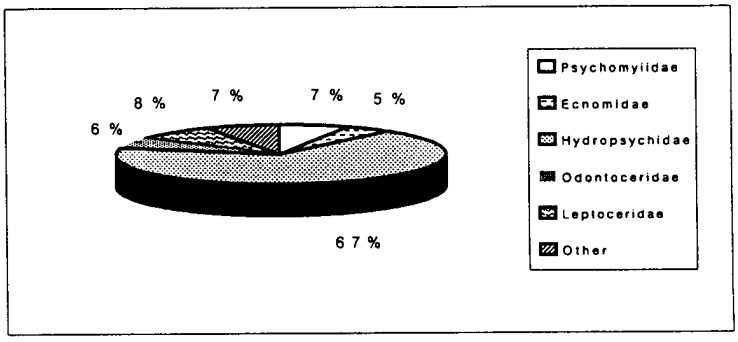
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้มาทำการวิเคราะห์ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและจุดเก็บตัวอย่างด้วยโปรแกรม PATN (Belbin, 1995) และ SPSS

ผลการวิจัย

1. องค์ประกอบและการแพร่กระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำ

จากการศึกษาพบความหลากหลายทั้งชนิดและจำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำในลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยพบจำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวผู้ทั้งหมด 40,914 ตัว จัดจำแนกได้เป็น 17 วงศ์ 54 สกุล และ 237 ชนิด หรือประมาณ 39 เปอร์เซ็นต์ของแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งหมดที่พบในประเทศไทย แมลงหนอนปลอกน้ำส่วนมากที่พบจะอยู่ในวงศ์ Hydropsychidae ถึง 67 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2) โดยชนิดเด่นพบเป็นจำนวนมากในแทบทุกพื้นที่ ได้แก่ *Chematopsyche charites* โดยพบถึง 24.46 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างที่ทำการศึกษาทั้งหมด ตามมาด้วย *Chematopsyche globosa, Marilia sumatrana, Amphipsyche gratiosa* และ *Chematopsyche cognita* โดยพบ 11.72, 5.57, 4.47 และ 4.17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยจำนวนที่พบในแต่ละชนิดนั้น



ภาพที่ 2. แมลงหนอนปลอกน้ำที่พบในแต่ละวงศ์ในลุ่มน้ำปิงตอนบน

จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ

2. คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำปิงที่ทำการศึกษาพบว่า บริเวณต้นน้ำมักเป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 ซึ่งสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปจะเป็นเพียงลำธาร หรือลำห้วยขนาดเล็ก มีความกว้างและความลึกไม่มากนัก มีอัตราการไหลของน้ำที่เร็ว พื้นท้องน้ำเป็นหิน กรวด ทรายหยาบไปจนถึงทรายละเอียด ในขณะที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 3, 4 และ 5 มักอยู่ในส่วนกลางของลำน้ำไปจนถึงปลายน้ำ โดยส่วนใหญ่จะเป็นลำน้ำสายหลักมีอัตราการไหลค่อนข้างช้า มีความกว้างและความลึกมากในฤดูฝน แต่บางจุดเก็บตัวอย่างน้ำแห้งในช่วงฤดูร้อน พื้นของท้องน้ำมักเป็นทรายละเอียด ดินเลน หรือโคลนในบางพื้นที่ โดยทั่วไปอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยประมาณ 22.6±1.49 ºC อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำประมาณ 22.05± 1.51 ºC มีค่าความขุ่น (turbidity) ค่อนข้างสูงเนื่องจากปัญหาเรื่องดินพังทลายและการกัดเซาะหน้าดินอันเป็นผลมาจากการเกษตรกรรม ซึ่งพบเห็นได้โดยทั่วไปตลอดสองฝั่งของลำน้ำทั้งในเขตที่สูงและที่ราบ โดยเฉพาะในลุ่มน้ำแม่แตงและแม่งัดมีค่าความขุ่นประมาณ 181.33±40.4 และ 128.33±64.97 FTU ตามลำดับ เนื่องจากมีการทำเกษตรกรรมในพื้นที่สูง DO มีค่าอยู่ระหว่าง 6.88±1.14 และ 8.14±0.45 mg/l ค่า BOD_5 ประมาณ 3.11±3.70 ถึง 1.12±0.48 mg/l ซึ่งพบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในชั้น 2 ของมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของประเทศไทย (NEB, 1995)

3. การจัดกลุ่มด้วย TWINSPAN

จาก TWINSPAN สามารถที่จะจัดกลุ่มของจุดเก็บตัวอย่างได้ออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกัน โดยทำการจำแนกถึงลำดับชั้นที่ 2 (ภาพที่ 3) โดยมีจุดเก็บตัวอย่าง 8 ถึง 30 จุด ในลำดับชั้นที่ 1 มีแมลงหนอนปลอกน้ำที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางลบดังนี้ *Chematopsyche charites, Potamyia flavata, Potamyia phdidra, Setodes argentiguttatus* และ *Ocetis* sp. ในขณะที่ *Goerodes doligung* เป็นตัวบ่งชี้ด้านบวก ในลำดับชั้นที่ 2 ตัวบ่งชี้ที่ทำให้กลุ่ม 1 แยกจากกลุ่ม 2 ได้แก่ *Ecnomus mammus*, *Dipsodopsis robustior* และ *Leptocerus chiangmaiensis* ตัวบ่งชี้ที่ทำให้กลุ่ม 3 แยกจากกลุ่ม 4 ได้แก่ *Macrostemum fastosum* และ *Rhyacophila suthepensis*

3.1 กลุ่มที่ 1

ประกอบไปด้วยจุดเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 12 จุด โดยทั้งหมดอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 5 ทั้งสิ้น เป็นพื้นที่ราบลุ่ม โดยอยู่ในเขตชุมชนหรือพื้นที่เกษตรกรรม เป็นจุดที่อยู่ในแม่น้ำสายหลักๆ มักได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ทำให้พบชนิดและจำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำน้อยที่สุด ใน 4 กลุ่ม มีเพียง 11 วงศ์ 28 สกุล และ 71 ชนิดเท่านั้น ซึ่งส่วนมากที่พบจะอยู่ในวงศ์ Hydropsychidae, Leptoceridae และ Ecnomidae คิดเป็น 43, 27 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ชนิดที่เด่นและพบมากในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Cheumatopsyche cognita*, *Leptocerus chiangmaiensis*, *Ecnomus atevalus*, *Dipsodopsis robustior* และ *Cheumatopsyche globosa* คุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและทางเคมีของกลุ่มนี้มีความแตกต่างจากกลุ่มอื่น (ภาพที่ 4) โดยมีระดับความสูงเฉลี่ยจากระดับน้ำทะเลต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ คือประมาณ 317±23.01 AMSL การที่อยู่ปลายน้ำซึ่งเป็นแหล่งชุมชนทำให้ได้รับอิทธิพลและผลกระทบทั้งจากแหล่งชุมชนเองและพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ใกล้เคียงรวมไปถึงการสะสมของมลพิษจากต้นน้ำที่อยู่ด้านบน ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพน้ำทั้งทางด้านเคมีและกายภาพโดยเฉพาะค่าสารอาหาร (Ometo et al., 2000) โดยมีค่าเฉลี่ยของไนเตรท แอมโมเนีย และฟอสเฟต อยู่ในปริมาณที่สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ โดยมีประมาณ 1.04±0.31 mg/l, 0.56±0.24 mg/l และ 0.47± 0.14 mg/l ตามลำดับ ค่า DO ประมาณ 6.25±0.69 mg/l ขณะที่ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) สูงและมีปริมาณน้ำมาก (discharge) และมีความผันแปรมาก เนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดในพื้นที่

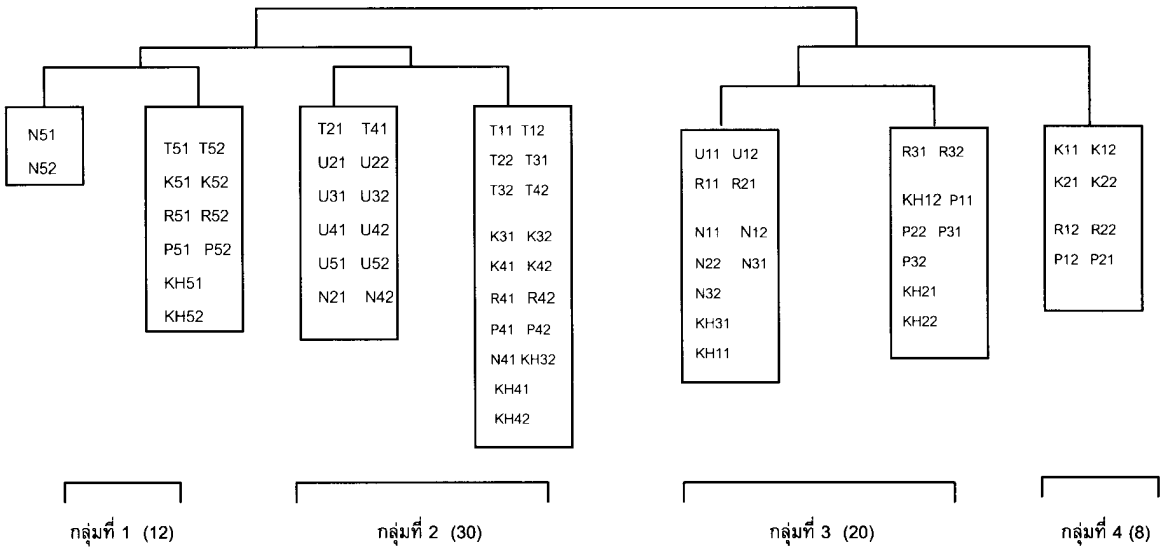
3.2 กลุ่มที่2

เป็นกลุ่มที่มีจุดเก็บตัวอย่างมากที่สุดคือ 30 จุด และมีการปะปนกันของทุกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆ คือมีตั้งแต่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 จนถึง 5 แต่ส่วนมากจะเป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 และ 4 พื้นที่มักเป็นเชิงเขาหรือที่ราบสูง ซึ่งได้รับผลกระทบจากชุมชนและกิจกรรมต่างๆ อยู่เสมอ พบชนิดและจำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำ 16 วงศ์ 45 สกุล

และ 134 ชนิด แมลงหนอนปลอกน้ำที่พบอยู่ในวงศ์ Hydropsychidae ถึง 78 เปอร์เซ็นต์ ชนิดที่เด่นและพบมากในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Cheumatopsyche charites, Cheumatopsyche globosa, Amphipsyche gratiosa* และ *Marilia sumatrana* คุณภาพน้ำในกลุ่มนี้โดยทั่วไปจะมีสภาพที่ดีกว่าในกลุ่มที่ 1 แต่ก็พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก มีความผันแปรสูง มีค่าความขุ่น (turbidity) สูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ เนื่องจากเกิดการพังทลายและการกัดเซาะหน้าดินจากการทำการเกษตรบนที่สูง และจากกิจกรรมด้านการท่องเที่ยว เป็นต้น

3.3 กลุ่มที่ 3

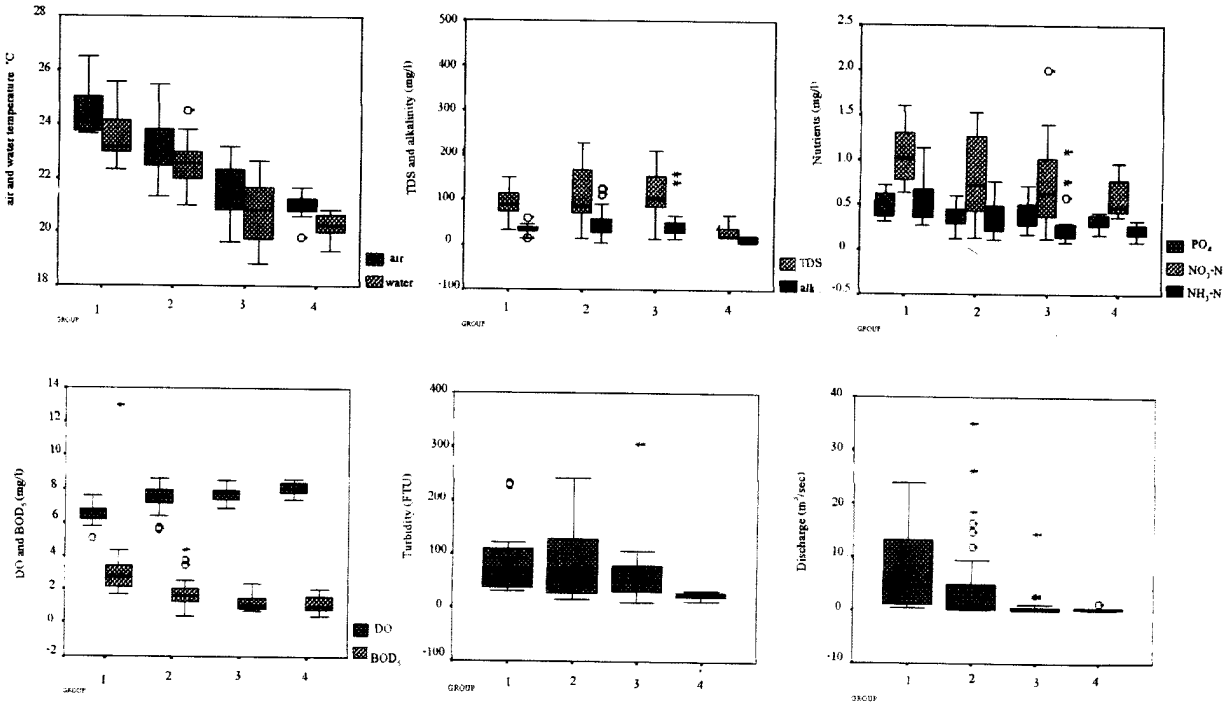
ประกอบด้วยจุดเก็บตัวอย่าง 20 จุด ซึ่งกระจายอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1, 2 และ 3 พื้นที่ส่วนมากเป็นภูเขาสูง และมีป่าไม้ปกคลุมแต่ได้ถูกทำลายไปบ้าง นอกจากนี้ยังมีชุมชนของชาวเขาอาศัยอยู่ตามริมฝั่งน้ำ และการทำการเกษตร ได้แก่ สวนผลไม้และผลิตผลทางการเกษตร ชนิดและจำนวนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่พบมี 16 วงศ์ 44 สกุล และ 140 ชนิด แมลงหนอนปลอกน้ำที่พบจะอยู่ในวงศ์ Hydropsychidae 63 เปอร์เซ็นต์ และวงศ์ Psychomyiidae 25 เปอร์เซ็นต์ ชนิดที่เด่นและพบมากในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Cheumatopsyche charites, Psychomyia kaiya* และ *Pseudoleptonema quinquefasciatum* คุณภาพน้ำที่ในกลุ่มนี้โดยทั่วไปพบว่ามีค่าการนำไฟฟ้า (231.04±104.0 µs), TDS (115.39±52.24 mg/l) alkalinity (48.0±37.53 mg/l) และ pH (7.9±0.45) สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ



ภาพที่ 3. การจำแนกกลุ่มของจุดเก็บตัวอย่าง 70 จุดในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนด้วย TWINSPAN (ในวงเล็บหมายถึงจำนวนจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ในแต่ละกลุ่ม)

3.4 กลุ่มที่ 4

ประกอบด้วยจุดเก็บตัวอย่างเพียง 8 จุดเท่านั้น ซึ่งกระจายอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และ 2 ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นมากในเรื่องขององค์ประกอบของสภาพแวดล้อม บางจุดเป็นลำธารขนาดเล็ก บางจุดเป็นน้ำตก และเนื่องจากอยู่ในเขตของต้นน้ำลำธารทำให้ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ น้อยมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ แมลงหนอนปลอกน้ำที่พบจะอยู่ในวงศ์ Hydropsychidae, Odontoceridae และ Leptoceridae คิดเป็น 78, 9 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ พบวงศ์ Brachycentridae เฉพาะในกลุ่มนี้เท่านั้น ชนิดที่เด่นและพบมากในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Chimara suthepensis, Macrostemum fastosum* และ *Rhyacophila petersorum* เนื่องจากอยู่ในพื้นที่สูง โดยมีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 802.5±28.71 AMSL และเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร คุณภาพน้ำในกลุ่มนี้โดยทั่วไปจะมีสภาพที่ดีกว่าในกลุ่มอื่นๆ มีกระแสน้ำที่ไหลเร็ว และมีน้ำตลอดทั้งปี อุณหภูมิต่ำเนื่องจากมีพื้นที่ป่าที่ค่อนข้างสมบูรณ์ โดยอุณหภูมิจะขึ้นอยู่กับปริมาณของพื้นที่ป่าที่ปกคลุมโดยรอบเป็นสำคัญ (Sangpradub et al., 1997)



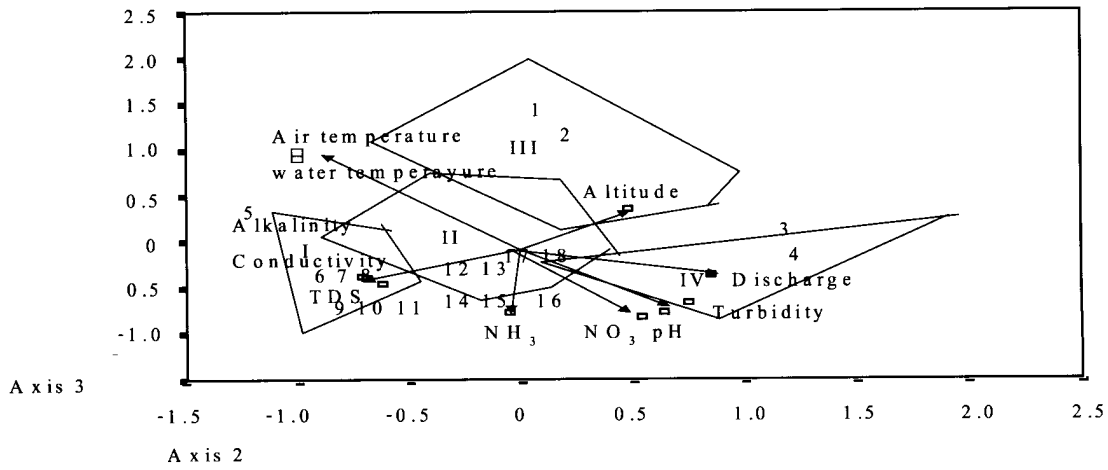
ภาพที่ 4. แสดงค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำทั้ง 4 กลุ่มที่ได้จากการแบ่งกลุ่มด้วย TWINSPAN

4. Group Ordination

โดยอาศัยข้อมูลจากการจำแนกด้วย TWINSPAN การกำหนดจุดบนระนาบด้วย ordination (HMDS) และหาความสัมพันธ์ด้วย Monte carlo ด้วยโปรแกรม PATN (Belbin, 1995) พบว่า มีแมลงหนอนปลอกน้ำเพียง 18 ชนิดจากทั้งหมด 237 ชนิดเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับจุดเก็บตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ และสามารถใช้เป็นตัวแทนหรือตัวบ่งชี้สำหรับการเปลี่ยนแปลงของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนี้ได้ ซึ่งตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างและตัวบ่งชี้เหล่านี้แสดงในภาพที่ 5 กลุ่มที่ 1 ตำแหน่งอยู่ด้านซ้ายมือของกราฟ ซึ่งมีตัวบ่งชี้คือ *Cheumatopsyche cognita*, *Dipsodopsis robustior*, *Cheumatopsyche globosa*, *Leptocerus chiangmaiensis*, *Ecnomus mammus*, *Ecnomus atevalus* และ *Setodes argentiguttatus* กลุ่มที่ 2 ตำแหน่งอยู่ตรงกลางของกราฟ ซึ่งมีตัวบ่งชี้คือ *Cheumatopsyche charties*, *Potamyia phaidra*, *Amphipsyche gratiosa*, *Psychomyia lak*, *Ecnomus robustior*, *Dipsodopsis benardi*, *Potamyia panakeia* และ *Pseudoleptonema quinquefasciatum* กลุ่มที่ 3 ตำแหน่งอยู่ส่วนบนของกราฟ มีตัวบ่งชี้คือ *Macrostemum midas* และ *Hydropsyche uvana* กลุ่มที่ 4 ตำแหน่งอยู่ด้านขวาของกราฟ มีตัวบ่งชี้คือ *Macrostremum fastosum* และ *Rhyacophila suthepensis*

จากข้อมูลคุณภาพน้ำพบว่ามี 12 ตัวแปรด้วยกันที่มีความสัมพันธ์กับจุดเก็บตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล, TDS, conductivity, turbidity, alkalinity, pH, nitrate, ammonia, discharge, DO, อุณหภูมิน้ำ และอากาศ สามารถแสดงตำแหน่งบนระนาบได้ดังแสดงในภาพที่ 5

ในการวิเคราะห์ การจัดกลุ่มด้วย TWINSPAN นั้นใช้ cut level ที่ 0, 2, 5, 10 และ 20 และเนื่องจากแมลงหนอนปลอกน้ำบางชนิดพบเป็นจำนวนมาก และบางชนิดพบเป็นจำนวนน้อย ดังนั้นเพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนและง่ายต่อการวิเคราะห์ผล จึงใช้เฉพาะแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดที่มีจำนวนที่พบมากกว่า 10 ตัวขึ้นไปในการประมวลผล ทำให้จำนวนชนิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ในครั้งนี้ลดลงเหลือเพียง 93 ชนิดจาก 237 ชนิด โดยใช้กราฟ 3 แกน และ stress < 0.2 ซึ่งจากการตัดชนิดที่พบน้อยลงไปอาจทำให้แมลงบางชนิดที่หายาก (rare species) หายไปและไม่ได้ถูกนำมาประมวลผล



ภาพที่ 5. ordination ของจุดเก็บตัวอย่าง แมลงหนอนปลอกน้ำที่เป็น indicator species และคุณภาพน้ำ

หมายเหตุ: 1= *M. midas*, 2= *H. uvana* 3=*R. suthepensis*, 4= *M. fastosum*, 5= *C. globosa*, 6= *C. cognita*, 7=*S. argentiguttayus*, 8= *L. chiangmaiensis*, 9= *E. mammus*, 10=*E. atevalus*, 11=*D. robustior*, 12=*E. robustior*, 13=*P. panakeia*, 14= *P. phaida*, 15=*A. gratiosa*, 16=*D. benardi*, 17=*C. charites*, 18=*P. quinquefasciatum*

I= กลุ่มที่ 1, II= กลุ่มที่ 2, III= กลุ่มที่ 3, IV = กลุ่มที่ 4

บทสรุป

จากผลการศึกษาพบว่าจำนวนกลุ่มที่จัดจำแนกด้วย TWINSPAN ไม่เป็นไปตามการจัดการลุ่มน้ำและการแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำไปเสียทีเดียว จากความสัมพันธ์ระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง ตัวชี้วัดทางชีวภาพที่ใช้ซึ่งได้แก่ แมลงหนอนปลอกน้ำและคุณภาพน้ำที่ได้นั้น สามารถแบ่งกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 70 จุดออกได้เป็น 4 กลุ่ม ในขณะที่มีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำทั้งหมด 5 ชั้นด้วยกัน อีกทั้งยังพบว่าในแต่ละกลุ่มมีการผสมและปะปนกันของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆ รวมอยู่ภายในกลุ่มเดียวกันโดยพบว่าสภาพแวดล้อมได้เริ่มเปลี่ยนแปลงไปจากกลุ่มที่ 4 ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าและต้นน้ำลำธารไปสู่กลุ่มที่ 3 ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกบุกรุกและทำลายบ้างในบางส่วน ในขณะที่กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีการทำลายสภาพแวดล้อมมากที่สุด โดยจะเห็นได้ว่ามีการบุกรุกและทำการเกษตรกรรมในรูปแบบต่างๆ อยู่โดยทั่วไปแม้ในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 1 และ 2 ก็ตาม ทำให้คุณภาพน้ำในกลุ่มนี้มีความแปรผันค่อนข้างสูง ส่วนในกลุ่มที่ 1 นั้นเป็นกลุ่มที่อยู่ในพื้นที่ชั้น 5 ทั้งหมด ซึ่งเป็นพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรมและที่อยู่อาศัย แต่อย่างไรก็ตามจากผล ordination (HMDS) ที่แสดงบนระนาบพบว่า การแบ่งกลุ่มของจุดเก็บตัวอย่างนั้นไม่สามารถที่จะแบ่งแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในกลุ่มที่ 2 นั้นพบว่ามีความสัมพันธ์กับกลุ่มอื่นๆ โดยมีการทับกันของพื้นที่ใต้กราฟของกลุ่ม 2 และกลุ่มอื่นๆ

จากการศึกษาพบว่าจำนวนชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำมีแนวโน้มที่จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่อมีพื้นที่ป่าหรือต้นไม้ปกคลุมหนาแน่น อย่างไรก็ตาม พื้นที่ที่ปกคลุมไปด้วยต้นไม้หรือร่มเงาที่ได้รับอิทธิพลจากการเกษตรกรรมนั้นไม่ได้มีส่วนทำให้จำนวนของความหลากหลายมากขึ้นแต่อย่างใด เนื่องจากสภาพแวดล้อมโดยรอบได้ถูกทำลายไปและได้เกิดสิ่งใหม่ขึ้นทดแทน ความหลากหลายจะมากเมื่อพื้นที่นั้นยังคงสภาพเดิมอยู่ โดยปราศจากสิ่งรบกวน (Clenaghan et al., 1998) ในทางกลับกันถ้ามีการทำการเกษตรหรือมีการปรับปรุงพื้นที่อย่างรุนแรงและเป็นบริเวณกว้างจะทำให้ความหลากหลายลดลง (Dance and Hynes, 1980) รวมไปถึงการเพิ่มขึ้นของแหล่งชุมชน (Jones and Clark, 1987) เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของสารอินทรีย์ (Navia et al., 1997)

ตารางที่ 1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง indicator species และคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีในลุ่มน้ำปิงตอนบน ด้วย Pearson correlation

Species Name	A tem	w tem	pH	Con	TDS	P	N	NH	TUR	ALK	DO	BOD_5	V	DIS
C. charites			+											
C. cognita	++	++									-	+	++	+
M. fastosum				-	-									
P. phaida														
D. robustior														
C. globosa	+													
M. midas											+			
L. chiangmaiensis	++	++					+	+		+				+
A. gratiosa	+	+												
R. suthepensis											+	-		
E. atevalua	++	++												
E. mammus	++	++									-			
E. robustior			+						+		++			
H. uvana	-	-					+	-						
D. benardi	++	+												
S. argentiguttatus														
P. panakeia						+			+		+			
P. quinquefasciatum														

หมายเหตุ: ++ ; -- = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P< 0.01$)

\+ ; - = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P< 0.05$)

A temp= air tempeature, W temp= water temperature, Con= conductivity, P= ฟอสเฟต, N= ไนเตรท, NH = แอมโมเนีย, TUR= turbidity, ALK= alkalinity, V= velocity และ DIS= discharge

แนวโน้มของปริมาณไนเตรท แอมโมเนีย ฟอสเฟต turbidity BOD_5 อุณหภูมิของน้ำ และอากาศ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ท้ายน้ำ จาก PCC และ ordination (HMDS) สามารถนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำและคุณภาพน้ำได้ด้วย Pearson correlation ซึ่งผลการศึกษาพบว่า *Cheumatopsyche cognita* มีความสัมพันธ์เป็นลบกับค่า DO และมีความสัมพันธ์เป็นบวกกับค่า BOD_5, *Ecnomusmus mammus* มีความสัมพันธ์เป็นลบกับค่า DO, *Leptocerus chiangmaiensis* มีความสัมพันธ์เป็นบวกกับค่า NO_3, NH_3 และ alkalinity, *Cheumatopsyche charites* มีความสัมพันธ์เป็นบวกกับค่า pH ชนิดของแมลงเหล่านี้จะมีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปและในที่ปนเปื้อนมลพิษ ในขณะที่ *Rhyacophila suthepensis* มีความสัมพันธ์เป็นบวกกับค่า DO มีความสัมพันธ์เป็นลบกับค่า BOD_5, *Macrostemum midas* มีความสัมพันธ์เป็นบวกกับค่า DO, *Macrostemum fastosum* มีความสัมพันธ์เป็นลบกับค่า conductivity และ TDS, *Hydropsyche uvana* มีความสัมพันธ์เป็นลบกับอุณหภูมิ และ NH_3 มีความสัมพันธ์เป็นบวกกับค่า NO_3 ชนิดของแมลงเหล่านี้มักพบอยู่ในลำน้ำที่สะอาด โดยเฉพาะในกลุ่ม 3 และ 4 ซึ่งอยู่ในเขตต้นน้ำ อุณหภูมิค่อนข้างเย็น (ตารางที่ 1)

จากการศึกษาพบว่าประมาณ 64.11 เปอร์เซ็นต์ของตัวบ่งชี้ (indicator species) ที่ใช้ในการตรวจวัดในครั้งนี้นั้นอยู่ในวงศ์ Hydropsyche ซึ่งแมลงหนอนปลอกน้ำในวงศ์นี้มีความแตกต่างในการทนทานต่อระดับมลพิษหรือสภาวะแวดล้อมที่ต่างกันออกไปแล้วแต่ชนิด โดยมีตั้งแต่ที่มีความคงทนมากที่สุดไปจนถึงระดับที่มีความอ่อนไหวมากที่สุด โดยเฉพาะระดับความทนทานต่อระดับของสารอินทรีย์ (Dohet, 2002) ด้วยเหตุนี้จะเห็นได้ว่า ในการติดตามตรวจสอบผลกระทบทางสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปด้วยตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ หรือ bioindicator species นั้น สมควรเป็นอย่างยิ่งที่จะ

ต้องทำการจัดจำแนกจนถึงระดับชนิด (DeMoor, 1999) เพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำในการวิเคราะห์และการนำไปใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตาม พบว่าการจัดจำแนกจนถึงระดับชนิดนี้ ค่อนข้างยากและใช้เวลา ดังนั้นควรมีการเลือกชนิดที่มีความเหมาะสม เพื่อความถูกต้อง สะดวก และรวดเร็ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ สมาชิกห้องปฏิบัติการ Environmental Monitoring: Aquatic Insects Research Units ทุกท่านที่ช่วยทั้งแรงกายและแรงใจจนงานนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอบคุณ Prof. Dr. Hans Malicky ที่ช่วยตรวจสอบการวินิจฉัยชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำ และขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 543020 ที่ช่วยสนับสนุนทุนวิจัย และทุนโครงการพัฒนาอาจารย์

เอกสารอ้างอิง

แตงอ่อน พรหมมิ. 2543. ความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัย จากลำธารที่ความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

เพ็ญแข ธรรมเสนานุภาพ. 2544. ชีวประวัติและอัตราผลผลิตขั้นที่สองของแมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera: Calamoceratidae) ในลำธารที่แตกต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

สมจิตร์ สมพงษ์. 2541. ความหลากหลายและชีววิทยาแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnocentropus* spp. จากลำธารน้ำที่ความสูงสองระดับในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

อิสระ ธานี. 2541. ชีวประวัติของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Ugandatrichia maliwan* และคุณภาพน้ำที่ลำธารน้ำแม่กลาง อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

Bendati, M.M.A., C.R.M. Maizonave, E.O. Olabarriage and R.M. Rosado. 1998. Use of the benthic macroinvertebrate community as a pollution indicator in the Gravatai River (RS, Brazil). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 2019-2033.

Belbin, L. 1995. PATN Pattern Analysis Package (users guide). CSIRO Division of Wildlife and Ecology, Canberra.

Chaibu, P. 2000. Potential Use of Trichoptera as Water Pollution Biomonitoring in Ping River Chiangmai. Ph.D. thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai.

Chantaramongkol, P. 1983. Light-trapped caddisflies (Trichoptera) as water quality indicators in Large River: results from the Danube at Veroce, Hungary. *Aquat. Insects* 5: 33-37.

Clenaghan, C.G., J. O'Halloran and R. Herman. 1998. Stream macroinvertebrate communities in a conifer-afforested catchment in Ireland: relationships to physico-chemical and biotic factors. *Freshwater Biology* 40: 175-193.

Dance, K.W. and H.B.N. Hynes. 1980. Some effects of agricultural land use on stream communities, *Environ. Pollute. Ser* (Series A) 22: 19-37.

DeMoor, F. 1999. The use of Trichoptera to assess biodiversity and conservation status of South African river systems. Proc. 9th of Internat. Symp. On Trich., Chiang Mai, pp. 237-244.

Dohet, A. 1999. Ordination and classification of Trichopteran assemblages of the rhithral part of some basins with little or no anthropogenic disturbance in the Oesling (G.D.of Luxembourg). Proc. 9th Internat. Symp. On Trich., Chiang Mai, pp. 75-81.

Dohet, A. 2002. Are caddisflies an ideal group for the biological assessment of water quality in streams? Proc. 10th Internat. Symp. On Trich, Potsdam, pp. 507-520.

Hauer, F.R. and W.R. Hill. 1996. Temperature, light, and oxygen. *In* Hauer F.R. and G.A. Lamberti (eds.), Methods in Stream Ecology, pp.93-106. Academic Press, California.

Huisman, J. 1989. A study of Trichoptera in Sabah and Sarawak. Proc. 6th Internat. Symp. On Trich. Lodz-Zakopane, pp. 275-279.

Holzenthal, R.W. and R.J. Blahnik. 1997. Trichoptera and Water Quality Monitoring [online]. Available:http://www.entomology.umn.edu/museum/projects/ caddisflyinfo.html [2002, July12].

Jones, R.C. and C.C. Clark. 1987. Impacts of watershed urbanization on stream insect communities. *Water Res. Bull.* 23: 1047-1055.

Luadee, P. 2002. Biodiversity of Some Aquatic Insects From Chiang Dao Watershed, Chiang Mai Province for Environmental Bioassessment. Ph.D. Thesis. Chaing Mai University, Chiang Mai.

McCafferty, W.P. 1981. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett publisher, Boston.

Malicky, H. 1983. Atlas of European Trichoptera. Atlas der Europaischen kocherfliegen Atlas des Trichopteres d' Europe. Hague, Junk Publishers, Hague.

Malicky, H. 1997. A preliminary picture atlas for identification of Trichoptera of Thailand. Unpublished Biology Department, CMU.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1999. A Preliminary Survey of the Caddisflies (Tricoptera) of Thailand. Proc. 9th Internat. Symp. On Trich. Chiang Mai, pp. 205-216.

Malicky, H., P. Chantaramongkol, C. Siraporn and N. Saengpradab. 2001. Einige neue Kocherfliegen (Trichoptera) aus Thailand (Arbeit Nr. 32 uber thailandische Kocherfliegen). *Braueria* 28: 11-14.

Malicky, H., P. Chantaramongkol and N. Saengpradab. 2002. Neue asiatische Leptoceridae (Trichoptera)(Zugleich Arbeit Nr. 33 Uber thailandische Kocherfliegen). *Braueria* 29: 15-30.

Merritt, R.W. and K.W. Cummins. 1984. An Introduction to the Aquatic Insect of North America. 2nded. Hunt Publishing Company, Kendel.

Meyer, R.J. 2001. Trichoptera [online]. Available: http://www.cals. ncsu.edu/course/ ent425/compendium/caddis1.html [2002, July 12].

Navia, Y.V.B., M.C.Z. DeCardoso and A.M.R. DeHernandez. 1997. Distribution and structure of the order Trichoptera in various drainages of the Cauca River basin, Columbia, and their relationalship to water quality. Proc. 8th Internat. Symp. Trich, Minnesota, pp.19-21.

National Environment Board. 1990. Principles of Watershed Management. In the Royal Government Gazette. April, 05 B.E. 1990. Bangkok.

National Environment Board. 1995. Surface Water Quality Classification and Standard. In the Royal Government Gazette, vol.111 part.16. February, 24 B.E. 1995. Bangkok.

Norris, R.H. and K.R. Norris. 1995. The needs for biological assessment of water quality: Australian Perspective. *Aust. J. Ecol.* 20: 1-6.

Ometo, J.P.H.B., L.A. Martinelli, M.V. Ballester, A. Gessner, A.V. Krusche, R.L. Victoria and M. Williams. 2000. Effects of land use on water chemistry and macroimsertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, southeast Braryil. *Freshwater Biology* 44: 327-337.

Resh, V.H., M.J. Myers and M.J. Hannaford. 1996. Macroinvertebrate as biotic indicator of environmental quality. *In* F.R. Hauer and G.A. Lamberti (eds.), Methods in Stream Ecology. Academic Press, California.

Roback, S. 1974. Insects (Arthropoda: Insecta). *In* C.W. Hart and L.H. Fuller (eds.), Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates. Academic Press, New York.

Rosenberg, D.M. and V.D. Resh. 1993. Freshwater BIomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York.

Sangpradub, N., Y. Inmuong, C. Hanjavanit and U. Inmuong. 1997. Effect of Headwater Catchment Degradation on Water Quality and Benthic Macroinvertebrate Community in Northeast Thailand. [online]. Avilable: http://wetlab.hypermart.net/headwater /abstract.html [1995, July 12].

Sommerhauser, M., P. Kock, B. Robert and H. Schuhmacher. 1999. Caddisflies as indicators for the classification of riparian systems along lowland streams. Proc. 9th Internat. Symp. On Trich., Chiang Mai, pp. 337-345.

Stuijfzand, S.C., M.J. Joker, W. Ammelrooy and W. Admiraal. 1998. Caddisflies (Trichoptera: *Hydropsychidae*) used for assessing the state of pollution in large European rivers. *In* S.C. Stuijfzand (ed.), Variables Determining the Response of Invertebrate Species to Toxicants a Case Study on the River Meuse, pp. 61-83. Dienst Emmen, Amsterdam.

Sykora, J.L., M. Koryar and J.M. Fowles. 1997. Adult Trichoptera as indicators of water quality in the Upper Ohio River Drainage Basis. Proc. 8th of Internat. Symp. On Trich., Minesota, pp. 441-444.

Wooldridge, D.D. 1984. A Method for Watershed Classification in Thailand. Paper present in the ASEAN-US watershed Project Removing Seminar on Watershed Management and Research, Kosa Hotel, Khonkaen.

การเปรียบเทียบความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล

ศิริพร แซ่เฮง[1], นฤมล แสงประดับ[2], ชุติมา หาญจวณิช[2]

[1] ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

[2] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

Abstract: **Comparison of Species Diversity of Freshwater Bugs (O. Hemiptera: Insecta) in Lentic and Lotic Habitats**

Siriporn Saeheng[1], Naruemon Sangpradub[2], Chutima Hanjavanit[2]

[1]Applied Taxonomic Research Center, Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, [2] Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

Qualitative sampling of aquatic bugs was conducted monthly from July 1998 to June 1999 from lentic and lotic habitats at Phu Phan National Park, Sakonakorn province. The aim of this study was to compare species diversity of freshwater bugs in both habitats. A total of 11 families, 32 genera and 41 species were found. The lotic bugs (10 families, 27 genera, 34 species) were more diverse than the lentic bugs (11 families, 23 genera, 28 species). Twenty-one species occurred in both habitats. Sixteen species were new records for Thailand. Pattern analysis of the distribution of aquatic bugs using both UPGMA and HMDS (in the PATN statistics Package) showed similar results as follows: group 1 comprised lotic habitats in which only *Limnometra anadyomene* and *Strongylovelia* sp. 1 were abundant; group 2 consisted of lentic habitats with low electrical conductivity and high pH in which *Mesovelia vittigera* was a common species; group 3 comprised lentic habitats with high conductivity and low pH in which *Microvelia leveillei* and *Merragata pallescens* were commonly found; the last group consisted of lentic habitats with high conductivity and pH in which *Neogerris parvulus* was commonly found. This study showed that species diversity and distribution of freshwater bugs in lentic and lotic habitats were different mainly due to the adaptation of their morphological structures to water current. Lotic habitats play an important role for biodiversity conservation. Water conductivity and pH affected distribution and abundance of lentic bugs.

Key words: freshwater, lentic habitat, lotic habitat, Phu Phan National Park,

บทนำ

มวนน้ำจืดเป็นแมลงน้ำในอันดับ Hemiptera ซึ่งเป็นแมลงน้ำกลุ่มใหญ่กลุ่มหนึ่ง (Fitter and Manuel, 1986) และพบมากในแหล่งน้ำจืด (Fernando and Cheng, 1963) มีปากแบบเจาะดูดใช้ดูดกินของเหลวจากลำตัวของเหยื่อจึงถูกจัดเป็นตัวห้ำ (predator) มวนเป็นตัวห้ำที่มีประโยชน์ในการควบคุมศัตรูธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ตัวอย่าง เช่น มวนวน จิงโจ้น้ำ และจิงโจ้น้ำเล็กสกุล *Microvelia* สามารถทำลายแมลงอื่นๆ มวนบางชนิดเป็นอาหารของมนุษย์หรือใช้เป็นอาหารสัตว์เลี้ยง เช่น แมลงดานา (*Lethocerus indicus)* แมลงดาสวนสกุล *Sphaerodema* เป็นแมลงที่นิยมนำมารับประทาน ไข่และตัวของมวนกรรเชียงเป็นอาหารนกและปลา จิงโจ้น้ำเล็กสกุล *Microvelia* มีบทบาทในแง่เป็นอาหารปลาเช่นกัน (สุธรรม, 2506; Pemberton, 1988)

การศึกษาการกระจายตัวและชนิดของมวนน้ำจืดมีแพร่หลายในทวีปอเมริกาและทวีปยุโรป ในทวีปเอเชียมีรายงานการศึกษาในประเทศมาเลเซีย (Cheng and Fernando, 1969) สิงคโปร์ (Cheng, 1967; Cheng and Fernando, 1969) สาธารณรัฐประชาชนจีน (Leyi et al., 1994) และอินเดีย (Tonapi, 1957; Cheng, 1967) สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาโดยนักวิจัยต่างชาติจากหลายประเทศ ซึ่งมีแผนการจัดทำ monograph มวนน้ำของประเทศไทยในอนาคต แต่ยังไม่ปรากฏผลงานตีพิมพ์ของนักวิชาการไทย ทั้งนี้อาจเนื่องจากการขาดแคลนเอกสารประกอบการศึกษาด้าน

อนุกรมวิธาน ปัจจุบันภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้เก็บรวบรวมตัวอย่างอ้างอิงของมวนน้ำจืดอยู่จำนวนหนึ่งแล้ว การศึกษามวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพานครั้งนี้ นอกจากจะทำให้ทราบข้อมูลความหลากชนิดเพิ่มเติมแล้ว ยังจะทำให้ได้ตัวอย่างอ้างอิงเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าด้านมวนน้ำจืดของประเทศไทยในอนาคต

แมลงในอันดับ Hemiptera ทั่วโลกพบมากกว่า 20,000 ชนิด เป็นมวนน้ำ 4,000 ชนิด (Dudgeon, 1999) พบแมลงอันดับ Hemiptera ในทวีปอเมริกาเหนือประมาณ 44 วงศ์ 4,600 ชนิด (Lehmkuhl, 1973; Williams and Felmate, 1994) มวนน้ำ 15 วงศ์ 68 สกุล 412 ชนิด (Polhemus, 1996) พบมวนน้ำในประเทศอังกฤษและยุโรปตะวันตกเฉียงเหนือทั้งหมด 11 วงศ์ (Fitter and Manuel, 1986)

ในทวีปเอเชียพบมวนน้ำจืดกระจายตัวอยู่ทั่วไป พบ 17 วงศ์ คือ Nepidae, Belostomatidae, Corixidae, Notonectidae, Naucoridae, Ochteridae, Gelastocoridae, Pleidae, Helotrephidae, Micronectidae, Aphelocheiridae, Mesoveliidae, Macroveliidae, Gerridae, Veliidae, Hydrometridae และ Hebridae (Chen, 1998) ยกตัวอย่างรายงานการศึกษาในทวีปเอเชีย เช่น Zettel (1996) พบจิงโจ้น้ำสกุล *Amemboa* (วงศ์ Gerridae) ในเขตซีกโลกตะวันออก (Oriental region) 25 ชนิด พบมวนวงศ์ Notonectidae ในทวีปเอเชีย 4 สกุล 19 ชนิด พบวงศ์ Veliidae 16 สกุล Zettel (1998) พบวงศ์ Helorephidae ในทวีปเอเชีย 3 วงศ์ย่อย 7 สกุล 25 ชนิด (Zettel, 1996) Nieser and Polhemus (1998) พบวงศ์ Nepidae 4 สกุล 22 ชนิด นอกจากนี้มีนักอนุกรมวิธานได้สร้างรูปวิธานของมวนน้ำ เช่น Fernando and Cheng (1963), Lansbury (1968), Cheng and Fernando (1969), Leyi et al. (1994), Zettel (1994), Andersen (1982), Polhemus (1990) และ Polhemus and Polhemus (1995)

ประเทศไทย มีหนังสือเกี่ยวข้องกับมวนเล่มแรกของประเทศไทยเรื่อง "มวนของประเทศไทย" เรียบเรียงโดย ศาสตราจารย์สุธรรม อารีกุล (2506) Andersen (1982) จัดรวบรวมรูปวิธานในระดับวงศ์ วงศ์ย่อย และระดับสกุลของ Infraorder Gerromorpha ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในประเทศไทยและรวบรวมจากนักอนุกรมวิธานท่านอื่นๆ Hanboonsong et al. (1996) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับมวนน้ำจืดในโครงการโขง ชี มูล ในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี พบ 9 สกุล 26 ชนิด มีชนิดที่เป็น new record ของประเทศไทย 6 ชนิด Site et al. (1997) ได้สำรวจมวนวงศ์ Naucoridae ในพื้นที่ 7 จังหวัดตอนล่างของประเทศไทยจากบริเวณน้ำตก ลำธาร และแหล่งน้ำขัง โดยได้อธิบายรายละเอียดของมวนแต่ละชนิดและสร้างรูปวิธาน ศิริพร (2540) ศึกษามวนน้ำจืดในลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้งอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จากนั้นมีกลุ่มนักอนุกรมวิธานต่างประเทศที่มาศึกษามวนในประเทศไทย กำลังจัดทำ Monographs "Heteroptera of Thailand" โดยได้จัดทำ newsletter ชื่อ *Amemboa* ขึ้นมาก่อน โดยมี Dr. Herbert Zettel แห่ง Naturhistorisches Museum Wien ประเทศออสเตรีย เป็นบรรณาธิการ

จากการรวบรวมเอกสารเกี่ยวกับจำนวนสกุลและจำนวนชนิดของมวนน้ำจืดเท่าที่มีรายงานการพบในประเทศไทย พบมวนน้ำจืดในประเทศไทยประมาณ 76 สกุล 181 ชนิด (ตารางที่ 1) มีหลายสกุลที่ยังไม่ได้ทำการจำแนกในระดับชนิด หรือยังไม่มีการบรรยายลักษณะอีกหลายชนิด

วิธีการ

เก็บตัวอย่างมวนน้ำจืดทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ด้วยวิธีเชิงคุณภาพทุกเดือนเป็นเวลา 12 เดือน (เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนมิถุนายน 2542) จากแหล่งน้ำ 2 ประเภท คือ แหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลในอุทยานแห่งชาติภูพาน เป็นอ่างเก็บน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นคือ อ่างเก็บน้ำห้วยขี้หิน อ่างเก็บน้ำห้วยแข้ อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 1 อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 2 อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 3 เขื่อนน้ำพุง อ่างเก็บน้ำห้วยหินแตก อ่างเก็บน้ำห้วยวังถ้ำ อ่างเก็บน้ำห้วยวังเรือ อ่างเก็บน้ำภูเพ็ก อ่างเก็บน้ำปรีชาสุขสันต์ อ่างเก็บน้ำห้วยทราย 1 และอ่างเก็บน้ำห้วยหอย และแหล่งน้ำไหล คือ ห้วยบริเวณปากทางเข้าอูน ห้วยหลังสถานีไอซีเอส และห้วยเวียนไพร ตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการในแหล่งน้ำ คือ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ และความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ทุกครั้งก่อนทำการเก็บตัวอย่าง พร้อมทั้งบันทึกสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปของแหล่งน้ำ

เก็บรักษาตัวอย่างด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 ตรวจเอกลักษณ์มวนน้ำจืดจนถึงลำดับอนุกรมวิธานต่ำสุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เก็บรวบรวมตัวอย่างมวนน้ำจืดทั้งหมดไว้ที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 1. จำนวนสกุลและชนิดของมวนน้ำจืดที่พบในประเทศไทย (Hanboonsong et al., 1996; Zettel and Chen, 1996; Sites et al., 1997; Chen and Zettel, 1998; Hecher, 1998; Nieser, 1998; Nieser and Polhemus, 1998; Zettel, 1998; Nieser, 1999; Polhemus and Polhemus, 1999; Zettel, 1999)

วงศ์	จำนวนสกุล	จำนวนชนิด	หมายเหตุ
Infraorder Nepomorpha			
Nepidae	3	14	
Belostomatidae	2	3	
Corixidae	4	-	ไม่มีข้อมูลในระดับชนิด
Notonectidae	4	12	
Naucoridae	4	4	
Ochteridae	1	-	ยังไม่มีการจำแนกในระดับชนิด
Gelastocoridae	1	-	ยังไม่มีการจำแนกในระดับชนิด
Pleidae	2	-	ยังไม่มีการจำแนกในระดับชนิด
Helotrephidae	9	16	พบ *Helotrephes* 8 ชนิดแต่ยังไม่มีการบรรยายลักษณะทางสัณฐานวิทยา
Micronectidae	2	11	
Aphelocheiridae	1	3	
Infraorder Gerromorpha			
Gerridae	23	67	
Veliidae	13	25	*Xiphovelia*, *Strongylovelia* และ *Tetraripis* ยังไม่มีการบรรยายลักษณะในระดับชนิด *Rhagovelia* บรรยายลักษณะแล้ว 2 ชนิด ยังเหลือที่ยังไม่ได้บรรยายหลายชนิด
Mesoveliidae	1	2	
Hydrometridae	1	9	
Hebridae	4	10	
Infraorder Leptopodomorpha			
Leptopodidae	3	4	
Omaniidae	1	1	
Saldidae	4	6	
รวม	76	181	

ผลการวิจัย

1. ความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล

การศึกษาความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำ 16 แหล่ง ในอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร ประกอบด้วย แหล่งน้ำนิ่ง 13 แหล่ง และแหล่งน้ำไหล 3 แหล่ง โดยการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนมิถุนายน 2542 พบมวนน้ำจืดทั้งหมด 11 วงศ์ 32 สกุล 41 ชนิด ดังรายชื่อในตารางที่ 2 แหล่งน้ำนิ่ง พบ 11 วงศ์ 23 สกุล 28 ชนิด แหล่งน้ำไหล พบ 10 วงศ์ 27 สกุล 34 ชนิด มวนที่พบเหมือนกันในทั้งสองแหล่งน้ำมี 21 ชนิด นอกจากนี้ 7 ชนิดเป็นมวนที่พบเฉพาะในแหล่งน้ำนิ่ง และอีก 13 ชนิดพบเฉพาะในแหล่งน้ำไหล

ในแหล่งน้ำนิ่ง อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 3 มีความหลากชนิดมากที่สุด คือ พบมวน 17 ชนิด รองลงมาคือ อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 2 พบ 15 ชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยวังเรือพบ 14 ชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยแข้ อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 1 อ่างเก็บน้ำภูเพ็ก อ่างเก็บน้ำห้วยวังถ้ำ และอ่างเก็บน้ำห้วยหอยพบ 13 ชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยหินแตก และอ่างเก็บน้ำปรีชาสุขสันต์พบ 12 ชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยทราย 1 พบ 11 ชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยขี้หิน พบ 10 ชนิด อ่างเก็บน้ำที่มีความหลากชนิดต่ำที่สุดคือเขื่อนน้ำพุง ซึ่งพบมวนเพียง 9 ชนิดมวนที่พบเฉพาะในบางแหล่งน้ำมีทั้งหมด 7 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ *Ptilomera tigrina* พบเฉพาะในอ่างเก็บน้ำห้วยขี้หิน *Micronecta* sp. 2 พบเฉพาะในอ่างเก็บน้ำห้วยหินแตก *Austronepa angusta* พบเฉพาะในอ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 1 *Cercotmetus asiaticus* พบเฉพาะในอ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 3 *Anisops breddini* พบเฉพาะในอ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 2 *Nychia sappho* และ *Strongylovelia* sp. 2 พบเฉพาะในอ่างเก็บน้ำห้วยหอย มวนที่พบทั่วไปในทุกแหล่งน้ำ มี 2 ชนิด ได้แก่ *Neogeris parvulus* และ *Distotrephes* sp.

ในแหล่งน้ำไหล มวนน้ำจืดในห้วยบริเวณปากทางเข้าอูนมีความหลากหลายที่สุด คือ พบ 27 ชนิด รองลงมาคือห้วยเวียนไพรพบ 24 ชนิด ส่วนห้วยหลังสถานีไอซีเอสพบน้อยที่สุดเพียง 14 ชนิด มวนที่พบเฉพาะในห้วยบริเวณปากทางเข้าอูนมี 7 ชนิด คือ *Amemboa* sp. 1, *Amemboa javanica*, *Cryptobates johorensis*, *Limnogonus nitidus*, *Metrocoris tenuicornis*, *Micronecta* sp. 2 และ *Aphelonecta gavini* มวนที่พบเฉพาะในห้วยหลังสถานีไอซีเอสมี 1 ชนิด คือ *Micronecta* sp. 1 และมวนที่พบเฉพาะในห้วยเวียนไพรมี 4 ชนิด คือ *Cercotmetus brevipes*, *Laccotrephes grossus*, *Diplonychus rusticus* และ *Rhagovelia hutchinsoni*

ตารางที่ 2. วงศ์และชนิดของมวนน้ำจืดที่พบในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนมิถุนายน 2542

วงศ์	ชนิด	แหล่งน้ำนิ่ง	แหล่งน้ำไหล
Belostomatidae	*Diplonychus rusticus*	+	+
Gerridae	*Amemboa* sp. 1	-	+
	Amemboa horvathi	-	+
	Amemboa javanica	-	+
	Cryptobates johorensis	-	+
	Cylindrostethus scrutator	-	+
	Limnogonus fossarum	+	-
	Limnogonus nitidus	+	+
	Limnometra anadyomene	-	+
	Metrocoris nigrofasciatus	-	+
	Metrocoris tenuicornis	-	+
	Neogerris parvulus	+	+
	Ptilomera tigrina	+	+
	Rhagadotarsus kraepelini	+	+
	Rheumatogonus sp.	+	+
	Rhyacobates malaisei	+	+
Hebridae	*Merragata pallescens*	+	-
Helotrephidae	*Distotrephes* sp.	+	+
Hydrometridae	*Hydrometra gilloglyi*	+	+
Mesoveliidae	*Mesovelia vittigera*	+	+
Micronectidae	*Micronecta* sp. 1	+	+
	Micronecta sp. 2	+	+
	Micronecta (Pardanecta) haliploides	+	-
	Micronecta (Sigmonecta) quadristrigata	+	+
Naucoridae	*Ctenipocoris asiaticus*	+	+
Nepidae	*Austronepa angusta*	+	-
	Cercotmetus asiaticus	+	+
	Cercotmetus brevipes	+	+
	Laccotrephes grossus	+	+
	Ranatra sp.	+	-
Notonectidae	*Anisops breddini*	+	-
	Aphelonecta gavini	-	+
	Nychia sappho	+	+
	Walambianisops sp.	+	+
Veliidae	*Chenevelia stridulans*	+	-
	Lathriovelia collaris	-	+
	Microvelia leveillei	+	+
	Perittopus sp.	-	+
	Rhagovelia hutchinsoni	-	+
	Strongylovelia sp. 1	-	+
	Strongylovelia sp. 2	+	+

+ = พบ - = ไม่พบ

2. *การกระจายตัวของมวนน้ำจืดในแหล่งอาศัยย่อย*

เมื่อนำข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏตัว (1/0) ของมวนน้ำจืด 41 ชนิด จากแหล่งน้ำทั้ง 16 แหล่งในทุกครั้งของการเก็บตัวอย่างรวม 142 ตัวอย่าง ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนมิถุนายน 2542 มาหาความคล้ายคลึงกัน (similarity) ด้วย Bray & Curtis แล้วจัดกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยด้วย UPGMA (Unweighted Pair Group arithMetic Averaging) สามารถจัดแบ่งแหล่งอาศัยย่อยได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ และเมื่อนำแหล่งอาศัยย่อย 142 ตัวอย่างมาจัดเรียงอันดับบน Ordination Space ด้วย HMDS (semi-strong Hybrid MultiDimentional Scaling) พบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม (ภาพที่ 1A) สอดคล้องกับผลการจัดด้วย UPGMA

รายละเอียดของกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยทั้ง 4 กลุ่ม มีดังต่อไปนี้

กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1 เป็นแหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำนิ่ง 39 ตัวอย่าง คือ s01m1, s01m2, s01m3, s01m4, s01m9, s01m11, s02m1, s02m7, s02m8, s02m9, s02m11, s03m1, s03m3, s03m8, s03m9, s05m1, s06m1, s06m2, s06m3, s06m4, s06m5, s06m7, s06m8, s06m9, s06m11, s08m8, s08m9, s10m4, s10m11, s10m12, s12m1, s12m2, s12m3, s12m5, s12m8, s12m9, s12m10, s12m11 และ s12m12

กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 2 มี 55 ตัวอย่าง ประกอบด้วย แหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำนิ่ง 53 ตัวอย่างคือ s02m2, s02m3, s02m4, s02m5, s03m2, s03m4, s03m5, s03m7, s03m11, s04m1, s04m2, s04m3, s04m4, s04m5, s04m7, s04m8, s04m9, s04m11, s05m3, s05m4, s05m5, s05m7, s05m8, s05m9, s05m11, s07m4, s07m11, s07m12, s08m4, s08m7, s08m12, s09m1, s09m2, s09m3, s09m4, s09m7,

s09m8, s09m9, s09m11, s09m12, s10m3, s11m1, s11m2, s11m3, s11m4, s11m7, s11m8, s11m9, s11m10, s11m11, s11m12, s12m4 และ s13m4 และแหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำไหล 2 ตัวอย่าง คือ s15m3 และ s16m8

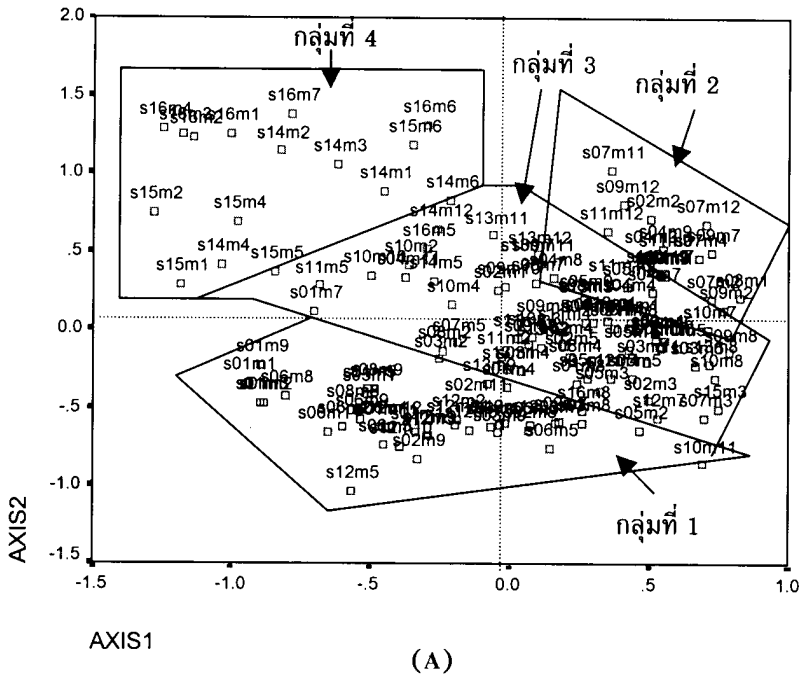
กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 3 เป็นแหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำนิ่ง 29 ตัวอย่าง คือ s01m5, s01m7, s01m8, s05m2, s07m2, s07m3, s07m5, s08m1, s08m2, s08m10, s09m5, s09m10, s10m2, s10m5, s10m7, s10m8, s10m9, s10m10, s11m5, s12m7, s13m1, s13m2, s13m3, s13m7, s13m8, s13m9, s13m10, s13m11 และ s13m12

กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 4 เป็นแหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำไหล 19 ตัวอย่าง คือ s14m1, s14m2, s14m3, s14m4, s14m5, s14m6, s14m12, s15m1, s15m2, s15m4, s15m5, s15m6, s16m1, s16m2, s16m3, s16m4, s16m5, s16m6 และ s16m7 กลุ่มนี้เป็นแหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำไหลเกือบทุกตัวอย่าง ยกเว้นตัวอย่าง s15m3 และ s16m8 ถูกจัดอยู่ในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 2

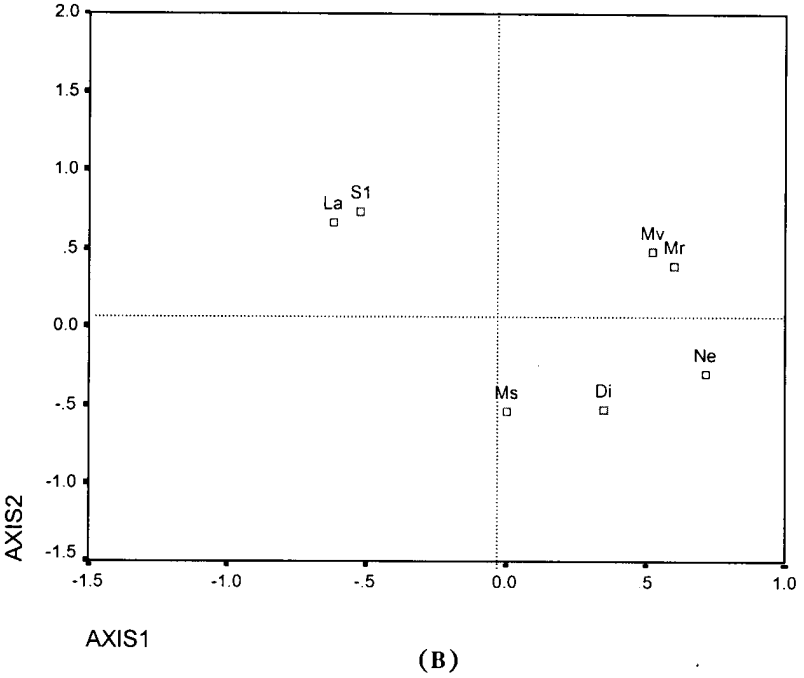
นอกจากนี้พบว่ามีมวน 7 ชนิด จากมวนทั้งสิ้น 41 ชนิด ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับแกนมากกว่า 0.65 (ผลจาก MCAO option ใน PATN) ซึ่งได้แก่ *Limnometra anadyomene*, *Distotrephes* sp., *Neogerris parvulus*, *Merragata pallescens*, *Strongylovelia* sp.1, *Mesovelia vittigera* และ *Microvelia leveillei* ดังแสดงในภาพที่ 1B เมื่อพิจารณาจากตำแหน่งที่จัดเรียงอยู่ ดังนี้ มวนที่พบบ่อยในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1 คือ *Mesovelia vittigera* มวนที่พบบ่อยในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 2 คือ *Microvelia leveillei* และ *Merragata pallescens* มวนที่พบบ่อยในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 3 คือ *Neogerris parvulus* มวนที่พบเฉพาะในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 4 คือ *Limnometra anadyomene* และ *Strongylovelia* sp. 1 มวน *Merragata pallescens* เป็นมวนที่พบทั้งในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1 และ 2 มวนที่พบเหมือนกันในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1, 2 และ 3 คือ *Neogerris parvulus* มวนที่พบเหมือนกันทั้งสี่กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย คือ *Distotrephes* sp., *Mesovelia vittigera* และ *Microvelia leveillei*

3. *การเปรียบเทียบข้อมูลด้านจำนวนชนิด จำนวนตัว และปัจจัยทางกายภาพของน้ำบางประการของแหล่งอาศัยย่อยทั้ง 4 กลุ่ม ที่ได้จากการจัดกลุ่มด้วย UPGMA*

นำข้อมูลด้านจำนวนชนิด จำนวนตัว และปัจจัยทางกายภาพของน้ำบางประการของกลุ่มการกระจายตัวของมวนน้ำจืดในแหล่งอาศัยย่อย 4 กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติได้ผลดังนี้



(A)



(B)

ภาพที่ 1. (A) ผลการจัดเรียงอันดับแหล่งอาศัยย่อยจำนวน 142 ตัวอย่างของมวนบน Ordination Space โดยใช้ HMDS (Stress = 0.198)
(B) ชนิดของมวนที่มีค่าความสัมพันธ์กับแกน 0.65 ขึ้นไป ในการแบ่งชุมชนมวนออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ
La = Limnometra *anadyomene;* Di = *Distotrephes* sp.; Ne = *Neogerris parvulus*; Mr = *Merragata pallescens;*
S1 = *Strongylovelia* sp.1; Ms = *Mesovelia vittigera*; Mv = *Microvelia leveillei*

ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิด จำนวนตัวของมวนน้ำจืดที่พบและปัจจัยทางกายภาพของน้ำในแต่ละกลุ่มแหล่งอาศัยย่อย แสดงในตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) ของจำนวนชนิด จำนวนตัวของมวนน้ำจืดและปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย พบว่าปัจจัยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละกลุ่มแหล่งอาศัยย่อย ได้แก่ จำนวนตัว จำนวนชนิดของมวนน้ำจืดที่พบ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และความเป็นกรด-ด่างของน้ำ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยดังกล่าวในแต่ละกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยด้วย LSD จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า

ในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1 มีจำนวนชนิด และจำนวนตัวของมวนน้อย ค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ ส่วนอุณหภูมิของน้ำและความเป็นกรด-ด่างของน้ำค่อนข้างสูง

ในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 2 จำนวนชนิดและจำนวนตัวของมวนมาก อุณหภูมิของน้ำสูง ค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูง แต่ความเป็นกรด-ด่างของน้ำค่อนข้างต่ำ

ในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 3 มีจำนวนชนิด และจำนวนตัวของมวนน้อย ส่วนอุณหภูมิของน้ำค่อนข้างสูง ค่าการนำไฟฟ้าและความเป็นกรด-ด่างของน้ำสูง

ในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 4 จำนวนชนิด และจำนวนตัวของมวนมีมากส่วนอุณหภูมิของน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าและความเป็นกรด-ด่าง ต่ำ

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 2 และกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 3 มีลักษณะร่วมที่สำคัญคือมีค่าการนำไฟฟ้าสูง ตัวอย่างในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 2 และ 3 มีคุณภาพน้ำสูงร่วมกับตัวอย่างในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1 ส่วนกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 4 มีความแตกต่างจากทั้ง 3 กลุ่มและกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 4 นี้เป็นกลุ่มตัวอย่างในแหล่งน้ำไหลซึ่งเป็นลักษณะที่ต่างจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มแรกที่เป็นแหล่งน้ำนิ่ง

ตารางที่ 3. ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยทั้ง 4 กลุ่ม ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ของกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก เส้นที่ขีดเชื่อมแสดงถึงค่าที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนชนิด จำนวนตัวของมวนน้ำจืดที่พบ และปัจจัยทางกายภาพของน้ำบางประการ ใน 4 กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย

ตัวแปร	Mean±SD				F	P-Value[1/]	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละคู่[2/]
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4			
จำนวนชนิดของมวน (ชนิด)	4.26± 1.86	5.76± 2.19	2.80± 1.61	6.68± 4.18	16.81	0.00*	3 1 2 4
จำนวนตัวของมวน (ตัว)	36.56± 28.73	37.13± 28.64	22.10± 26.05	61.42± 47.50	5.61	0.01*	3 1 2 4
อุณหภูมิของน้ำ (°C)	26.00± 3.52	26.64± 4.53	25.71± 4.11	24.00± 3.21	0.99	0.40	4 3 1 2
ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (µs/cm)	51.20± 16.47	53.92± 25.94	62.38± 21.48	41.38± 28.07	2.83	0.04*	4 1 2 3
ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ	7.36± 0.52	7.32± 0.53	7.45± 0.25	6.05± 0.48	19.11	0.00*	4 2 1 3

[1/] * ค่าระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[2/] 1 = กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1, 2 = กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 2, 3 = กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 3, 4 = กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 4

บทสรุป

การสำรวจความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลบริเวณอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร โดยการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกรกฎาคม 2541 ถึงเดือนมิถุนายน 2542 พบทั้งหมด 11 วงศ์ 32 สกุล 41 ชนิด แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามแหล่งอาศัยคือ มวนที่พบในแหล่งน้ำนิ่ง มวนที่พบในแหล่งน้ำไหล และมวนที่พบ

ทั้งในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล แหล่งน้ำไหล (พบ 10 วงศ์ 27 สกุล 34 ชนิด) มีความหลากชนิดมากกว่าแหล่งน้ำนิ่ง (พบ 11 วงศ์ 23 สกุล 28 ชนิด) ในแหล่งน้ำทั้งสองแบบ มวนวงศ์ Gerridae มีความหลากชนิดมากที่สุด 15 ชนิด พบในแหล่งน้ำไหล 14 ชนิด พบในแหล่งน้ำนิ่ง 8 ชนิด วงศ์ Veliidae พบ 7 ชนิด พบในแหล่งน้ำไหล 6 ชนิด และแหล่งน้ำนิ่งพบ 3 ชนิด

แหล่งน้ำนิ่ง อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 3 มีความหลากชนิดมากที่สุดคือ พบมวน 17 ชนิด รองลงมาคือ อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 2 พบ 15 ชนิด อ่างเก็บน้ำห้วยวังเรือพบ 14 ชนิด *Neogerris parvulus* และ *Distotrephes* พบในทุกอ่างเก็บน้ำ แหล่งน้ำไหล มวนน้ำจืดในห้วยบริเวณปากทางเข้าอูนมีความหลากชนิดที่สุด คือ 27 ชนิด รองลงมาคือห้วยเวียนไพรพบ 24 ชนิด ส่วนห้วยหลังสถานีไอซีเอสพบน้อยที่สุดเพียง 14 ชนิด

การศึกษาครั้งนี้มีมวนที่พบทั้งในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล 21 ชนิด คือ *Diplonychus rusticus*, *Limnogonus nitidus*, *Neogerris parvulus*, *Ptilomera tigrina*, *Rhagadotarsus kraepelini*, *Rheumatogonus* sp., *Rhyacobates malaisei*, *Distotrephes* sp., *Hydrometra gilloglyi*, *Mesovelia vittigera*, *Micronecta* sp. 1, *Micronecta* sp. 2, *Micronecta (Sigmonecta) quadristrigata*, *Ctenipocoris asiaticus*, *Cercotmetus asiaticus*, *Cercotmetus brevipes*, *Laccotrephes* sp., *Nychia sappho*, *Walambianisops* sp., *Microvelia leveillei* และ *Strongylovelia* sp. 2

ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของมวนน้ำจืดด้วยการวิเคราะห์หลายตัวแปรได้ผลสอดคล้องกัน คือ แบ่งแหล่งอาศัยย่อยได้เป็น 4 กลุ่ม มวน 7 ชนิด จากมวนทั้งสิ้น 41 ชนิด คือ *Limnometra anadyomene*, *Distotrephes* sp., *Neogerris parvulus*, *Merragata pallescens*, *Strongylovelia* sp.1, *Mesovelia vittigera* และ *Microvelia leveillei* แสดงความสัมพันธ์กับแหล่งอาศัยย่อยแต่ละกลุ่ม

กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1 เป็นแหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำนิ่ง 39 ตัวอย่าง มีจำนวนชนิด และจำนวนตัวของมวนน้อย ค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกันใน 4 กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย ส่วนอุณหภูมิของน้ำและความเป็นกรด-ด่างของน้ำค่อนข้างสูง พบมวนชนิดเดียวกันในเขื่อนน้ำพุงทุกเดือน คือ *Chenevelia stridulans*, *Distotrephes* sp., *Ranatra* sp. และ *Rhyacobates malaisei* และอ่างเก็บน้ำห้วยทราย 1 คือ *Distotrephes* sp., *Ranatra* sp. และ *Diplonychus rusticus* มวนที่พบบ่อยในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1 และพบกระจายทั้งสี่กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย คือ *M. vittigera*

กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 2 มี 55 ตัวอย่าง ประกอบด้วย แหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำนิ่ง 53 ตัวอย่าง เดือนกันยายน และตุลาคม 2541 เดือนมกราคมและพฤษภาคม 2542 อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 2 อ่างเก็บน้ำห้วยวังเรือ และอ่างเก็บน้ำปรีชาสุขสันต์ ต่างมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่กับมวนที่พบ อ่างเก็บน้ำบ้านต้อนใหม่ 2 พบ *Distotrephes* sp. และ *Merragata pallescens* เหมือนกันทุกเดือน อ่างเก็บน้ำห้วยวังเรือพบมวนเหมือนกันทุกเดือน คือ *M. pallescens* อ่างเก็บน้ำปรีชาสุขสันต์พบมวนเหมือนกันทุกเดือน คือ *Distotrephes* sp. และ *M. pallescens* อุณหภูมิของน้ำสูง จำนวนชนิดและจำนวนตัวของมวนมาก ค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูง แต่ความเป็นกรด-ด่างของน้ำค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกันใน 4 กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย มวนที่พบบ่อยในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 2 คือ *M. leveillei* และ *M. pallescens* มวนที่พบทั้งในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1 และ 2 คือ *M. pallescens*

กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 3 เป็นแหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำนิ่ง 29 ตัวอย่าง มีจำนวนชนิดและจำนวนตัวของมวนน้อย ส่วนค่าการนำไฟฟ้าและความเป็นกรด-ด่างของน้ำสูง อุณหภูมิของน้ำค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกันใน 4 กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย พบอ่างเก็บน้ำห้วยหอยเกือบทุกเดือน มวนที่พบเหมือนกันคือ *Neogerris parvulus* และ *Rhagadotarsus kraepelini* มวนที่พบบ่อยในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 3 คือ *N. parvulus* มวนที่พบเหมือนกันในกลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 1, 2 และ 3 คือ *N. parvulus*

กลุ่มแหล่งอาศัยย่อยที่ 4 เป็นแหล่งอาศัยย่อยในแหล่งน้ำไหล 19 ตัวอย่าง จำนวนชนิดและจำนวนตัวของมวนมีมาก มีค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิของน้ำต่ำเมื่อเปรียบเทียบกันใน 4 กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย มวนที่พบเฉพาะในกลุ่มนี้คือ *L. anadyomene* และ *Strongylovelia* sp. 1 มวนที่พบเหมือนกันทั้งสี่กลุ่มแหล่งอาศัยย่อย คือ *Distotrephes* sp., *M. vittigera* และ *M. leveillei*

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะมีการศึกษาเปรียบเทียบกับแหล่งน้ำอื่นๆ ด้วย เพื่อเป็นการยืนยันว่าจะพบมวนกลุ่มใดในแหล่งน้ำไหลและพบมวนกลุ่มใดในแหล่งน้ำนิ่ง และมีการสร้างรูปวิธานของมวนน้ำในประเทศไทย เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาด้านอื่นๆ ต่อไป

2. ควรจะมีการศึกษาเปรียบเทียบมวนในบริเวณที่มีการปนเปื้อนกับบริเวณที่ไม่มีการปนเปื้อน เพื่อจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

3. ควรจะมีการศึกษาชนิดที่พบเฉพาะในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลเพิ่มเติมว่ามีการพบจริงหรือไม่ เพื่อจะนำไปใช้ในเชิงอนุรักษ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_541074 ขอขอบคุณหัวหน้าอุทยานแห่งชาติภูพานที่อนุญาตให้ทำการศึกษาในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

ศิริพร แซ่เฮง. 2540. ความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในลำห้วยหญ้าเครือและลำห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาตินำหนาว. รายงานโครงงานวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.

สุธรรม อารีกุล. 2506. มวนที่สำคัญของประเทศไทย. ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.

Andersen, N.M. 1982. The Semiaquatic Bugs. pp. 416-424.

Chen, P.P. 1998. Plan and process of the monographs "Heteroptera of Thailand" (HoT). *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 2 News and Results on Heteroptera of Thailand, p. 2. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Chen, P.P. and H. Zettel. 1998. Key to the genera and subgenera of Gerridae (Gerromorpha) of Thailand and adjacent countries, with a check-list of species known from Thailand. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 2 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 24-41. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

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.

Dudgeon, D. 1999. Tropical Asian Streams, Zoobenthos, Ecology and Conservation. Nordica, Aberdeen.

Fernando, C.H. and L. Cheng. 1963. A Guide to Malayan Water Bugs (Hemiptera-Heteroptera) with Keys to the Genera. Not a publication, Department of Zoology, University of Singapore.

Fitter, R. and R. Manuel. 1986. Field Guide to Freshwater Life of Britain and North West Europe. Wm. Collins Sons, London.

Hanboonsong, Y., P. Mungkandee and H. Zettel. 1996. A preliminary list of aquatic and semiaquatic Heteroptera (Nepomorpha, Gerromorpha) from the Maekhong-Chi-Mun rivers area, Thailand. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 2 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 19-24. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Hecher, C. 1998. Key to the genera of Veliidae (Gerromorpha) of Thailand and adjacent countries, with a check-list of genera and species know from Thailand. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 2 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 3-9. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Lansbury, I. 1968. The *Enithares* (Hemiptera-Heteroptera: Notonectidae) of the oriental region. *Pacific Insects* 10(2): 353-442.

Lehmkuhl, D.M. 1973. How to Know the Aquatic Insects. Wm. C. Brown, Iowa.

Leyi, Z., P. Chen, R. Guoquing and Shuzhi. 1994. Aquatic and semiaquatic Hemiptera. *In* Morse, J.C., Y. Lianfang and T. Lixin (eds.), Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality, pp. 210-245. Hohrsity Press and Nanjing Agricultural University, Nanjing.

Nieser, N. 1998. Introduction to the Notonectidae (Nepomorpha) of Thailand. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 2 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 10-14. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Nieser, N. 1999. Introduction to the Micronectidae (Nepomorpha) of Thailand. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 3 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 9-12. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Nieser, N. and J.T. Polhemus. 1998. Introduction to the Nepidae of Thailand. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 2 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 19-23. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Pemberton, R.W. 1988. The use of the Thai giant waterbug, *Lethocerus indicus* (Hemiptera: Belostomatidae), as human food in California. *Pan-Pacific Entomologist* 64(1): 81-82.

Polhemus, D.A. 1990. A revision of the genus *Metrocoris* Mayr (Heteroptera: Gerridae) in the Malay Archipelago and the Philippines. *Entomologica Scandinavica* 21: 1-28.

Polhemus, J.T. 1996. Aquatic and semiaquatic Hemiptera. *In* Merritt, R.W. and K.W. Cummins (eds.), An Introduction to the Aquatic Insects of North America, pp. 267-297. Kendall/Hunt, Iowa.

Polhemus, J.T. and D.A. Polhemus. 1995. The Trepobatinae (Heteroptera: Gerridae) of New Guinea and surrounding regions, with a review of the world fauna. Part 3. Tribe Trepobatini. *Entomologica Scandinavica* 26: 97-117.

Polhemus, J.T. and D.A. Polhemus. 1999. Introduction to the Leptopodomorpha of Thailand and adjacent countries. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 3 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 14-21. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Sites, R.W., M.R. Willig and R.S. Zack. 1997. Morphology, ontogeny, and adaptation of *Ambrysus mormon* (Hemiptera: Naucoridae): quantitative comparisons among populations in different thermal environments. *Entomological Society of America* 89(1): 12-19.

Williams, D.D. and B.W. Felmate. 1994. Aquatic Insects. Redwood Books, Trowbridge.

Zettel, H. 1994. Revision der Gattung Potamometropsis Lundblad (Insecta: Heteroptera: Gerridae). Annual Naturhistorisches Museum Wien. pp. 75-98.

Zettel, H. 1996. From the Editor's view. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 1-2. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Zettel, H. Introduction to the Helotrephidae (Nepomorpha) in Thailand and adjacent countries. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 2 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 15-18. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Zettel, H. 1999. The genus *Merragata* Buchanan-White, 1877 (Gerromorpha: Hebridae) in Thailand, with notes on the oriental taxa. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 2 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 6-8. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

Zettel, H. and P.P. Chen. 1996. An illustrated key to the Hydrometridae of Thailand. *In* Zettel, H. (ed.), *Amemboa* 2 News and Results on Heteroptera of Thailand, pp. 14-17. Naturhistorisches Museum Wien, Vienna.

ชีววิทยาของปูก่ำ ในเขตอำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่

เสริมศักดิ์ นันทิทรรภ และ ถมรัตน์ นันทิทรรภ

โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

Abstract : Biology of *Thaipotamon* sp. in Amphoe Soongmen, Phrae Province

Sermsak Nandidarbha and Thomrat Nandidarbha

Programme of Biology, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Institute Chiang Mai, Muang, Chiang Mai 50300

The purpose of the study of the biological foundation of *Thaipotamon* sp. which live in the resdential area in Rong Yang Village, Soong Men District, Phrae Province, was to find ways to conserve the *Thaipotamon* sp. which are endangered. It was found that the distribution and the density of *Thaipotamon* sp. depended significantly on the condition of the dampness and the abundance of the food in the living area. The average width of the carapace was 3.90-4.40 centimeters for the females and 2.94-4.40 centimeters for the males. The proportion between males and females was 1 : 1.2. The eating behavior of *Thaipotamon* sp. was that they would come out of their holes to find food during the night time by using their chelipeds to size and tear the food into small pieces and them put into their mouths. The food eated could be living things both plants and animals nearby. The mating season was from May to July. The width of the carapace of *Thaipotamon* sp. which were able to reproduce was 3.1-4.9 centimeters. The period when females had eggs in their abdomen was four months from February to May. The number of the eggs was moderately but insignificantly correlated with the width of the carapace (r = 0.63) the color of the eggs periodically changed from bright reddish orange to pale and finally to black. In one year, the growth of the females by the width of the carapace was between 0.76-3.11 centimeters. The average width of the females was more than that of the males in every month. The width of the carapace of the males and the females was correlated highly and significantly at .01 level. (r for the males = 0.86, and r for the females = 0.86)

Key words: invertebrate, Arthropoda, *Thaipotamon* sp.

บทนำ

การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในโลกตามสภาพการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมยุคใหม่เกิดขึ้นในอัตราที่รวดเร็วมาก นักวิทยาศาสตร์พบว่าสิ่งมีชีวิตต้องสูญพันธุ์ไปจากโลกนี้ประมาณ 3 สปีชีส์ ทุกๆ ชั่วโมง (วิสุทธิ์, 2538) โดยเฉพาะสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่ยังไม่ได้ทำการศึกษาอาจสูญพันธุ์ไปเป็นจำนวนมาก เนื่องจากถูกนำไปบริโภคและถูกคุกคามที่อยู่อาศัย (ไพบูลย์, 2532) จนนำไปสู่การสูญสิ้นเผ่าพันธุ์และรวมไปถึงจุดจบของการก่อกำเนิดชีวิตใหม่ หรือจุดจบของกระบวนการวิวัฒนาการ (ยศ และวิฑูรย์, 2537) เมื่อสภาพการณ์เป็นเช่นนี้ การใช้หลักการทางชีววิทยาเพื่อรักษาสภาพความหลากหลายทางชีวภาพให้คงอยู่ตลอดไป มิให้เกิดการสูญพันธุ์จึงเป็นสิ่งที่ควรกระทำอย่างยิ่ง ทั้งนี้โดยการอนุรักษ์ประชากรในท้องถิ่นให้อยู่อาศัยตามธรรมชาติ (in situ conservation) กับการอนุรักษ์ประชากรนอกถิ่นที่อยู่อาศัย โดยการนำไปเลี้ยงในที่เหมาะสมซึ่งจัดตั้งขึ้นมาใหม่ (ex situ conservation) ซึ่งการอนุรักษ์ด้วยวิธีการแรกดูจะประสบความสำเร็จมากกว่า เพราะสามารถเอื้ออำนวยให้ประชากรดั้งเดิมสามารถปรับตัวได้อย่างต่อเนื่องตามกระบวนการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการของระบบนิเวศภายใต้การจัดการประชากรและระบบนิเวศที่เหมาะสม แต่การอนุรักษ์ด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องรู้ข้อมูลพื้นฐานทางด้านชีววิทยาที่ชัดเจนของสิ่งมีชีวิตเสียก่อน (วิสุทธิ์, 2538)

จากการศึกษาของไพบูลย์ (2542) พบว่า ปูน้ำจืดที่พบในประเทศไทยมีอยู่ 3 วงศ์ คือ วงศ์ Parathelphusidae ได้แก่ ปูนา ปูลำห้วย และปูแม่น้ำ วงศ์ Potamidae ได้แก่ ปูน้ำตก ปูหิน ปูป่า ปูแดง และปูแป้ง และวงศ์ Gecarcinueidae ได้แก่ ปูน้ำตก

สำหรับปูก่ำ ซึ่งพบอยู่ในเขตอำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ จัดอยู่ในวงศ์ Potamidae เป็นพวกปูป่าอาศัยอยู่ในรูตามบริเวณบ้านคนที่ดินชื้นๆ และออกหากินในเวลากลางคืน เป็นพวก nocturnal (Barnes, 1968) ปูก่ำเป็นปูที่มีขนาดใหญ่กว่าปูนา ลำตัวมีสีดำ น้ำตาลหรือม่วงเข้ม ลักษณะสีและกระดองแตกต่างจากปูนา ไม่ได้อาศัยอยู่ตามท้องนาเหมือนปูนาโดยทั่วไป ซึ่งขณะนี้พบว่าจำนวนประชากรปูก่ำลดลงอย่างน่าใจหาย เพราะถูกคุกคามที่อยู่อาศัยและถูกนำไปบริโภคอยู่ตลอดเวลา

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาชีววิทยาของปูก่ำ ซึ่งยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษามาก่อนเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนแนวทางอนุรักษ์ปูก่ำมิให้สูญพันธุ์ โดยได้ทำการศึกษา การแพร่กระจายของปูและความชุกชุม, ศึกษาขนาดความกว้างของกระดองปู และเปรียบเทียบความกว้างของกระดองปูเพศผู้และเพศเมีย, ศึกษาอัตราส่วนเพศ, ศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารและชนิดของอาหารที่กิน, ศึกษาขนาดความกว้างของกระดองปูที่สืบพันธุ์ ได้ศึกษาฤดูปูมีไข่ในรอบปี, ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไข่กับขนาดความกว้างของกระดองปู, ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีไข่, ศึกษาขนาดของการเจริญเติบโตของปูและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความกว้างของกระดองปูกับน้ำหนัก

วิธีการ

การศึกษาวิจัยชีววิทยาปูก่ำ ได้เริ่มทำการสำรวจพื้นที่บริเวณหมู่บ้านร้องแหย่ง ตำบลดอนมูล อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม 2541 และเก็บรวบรวมข้อมูล สุ่มตัวอย่างปูก่ำ ตั้งแต่เดือนถึงเดือนธันวาคม 2542 รวมเวลา 12 เดือน โดยเก็บข้อมูลเดือนละครั้ง และ 2 ครั้ง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม 2542 เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสีไข่ และในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน 2542) เพื่อดูการเจริญเติบโตของลูกปู

สำหรับการศึกษาการเจริญเติบโตของปูก่ำในรอบหนึ่งปี ผู้วิจัยต้องรอระยะเวลาที่ปูก่ำเกิดลูกอ่อน ซึ่งตรงกับเดือนมิถุนายน 2542 จึงสามารถเก็บข้อมูลตามแผนที่วางไว้จนครบหนึ่งปีในเดือนพฤษภาคม 2543 ดังนั้น จึงต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเฉพาะเรื่องนี้อีก 5 เดือน รวมเวลาเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 17 เดือน ในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งจะทำการเก็บข้อมูลครั้งละ 2 วัน โดยกำหนดบริเวณที่ทำการศึกษาเป็น 8 จุด แต่ละจุดมีพื้นที่ 4x4 เมตร ซึ่งแต่ละจุดมีสภาพธรรมชาติและความชุ่มชื้นต่างกัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาการแพร่กระจายของปูและความชุกชุม ทำการสำรวจรูปูตามจุดที่กำหนดไว้ นับจำนวนรูที่มีลักษณะมีขุยดินและรอยขีดข่วน อันเกิดจากการเดินเข้าออกจากรูของปู ซึ่งแสดงว่ายังมีปูอาศัยอยู่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเป็นเปอร์เซ็นต์ของการแพร่กระจายและความชุกชุมของปูก่ำที่นับได้ในช่วงเดือนต่างๆ ในรอบปี นำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปของตารางประกอบคำอธิบาย

2. ศึกษาขนาดความกว้างของกระดองปูและเปรียบเทียบขนาดความกว้างของกระดองปูเพศผู้และเพศเมีย วัดขนาดความกว้างของกระดองปูจากปูที่สุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่าง ทำการแยกเพศ จดบันทึกขนาดไว้ นำค่าเฉลี่ยความกว้างของกระดองปูในแต่ละเดือน เสนอเป็นตารางประกอบคำอธิบายและทำกราฟแท่งเปรียบเทียบขนาดความกว้างของกระดองระหว่างเพศผู้และเพศเมีย

3. ศึกษาอัตราส่วนเพศ ทำการสุ่มตัวอย่างปู แยกเพศ จดบันทึกไว้ นำเพศที่แยกไว้ในแต่ละครั้งมาหาค่าอัตราส่วนเพศเป็นร้อยละจากจำนวนปูทั้งหมด เมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราส่วนเพศในแต่ละครั้งแล้ว พิจารณาว่าเพศใดมีมากหรือน้อยกว่ากัน และอัตราส่วนเพศใดจะพบมากน้อยหรือเท่ากันในเดือนใด นำเสนอผลในรูปตารางประกอบคำอธิบาย

4. ศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารและชนิดของอาหารที่กิน เนื่องจากประชากรปูก่ำมีน้อย การศึกษาครั้งนี้จึงใช้วิธีการสังเกตหรือเฝ้าสังเกต แทนการศึกษาจากกระเพาะอาหาร เพราะไม่ต้องการให้มีผลกระทบต่อจำนวนประชากร จากนั้นทำการถ่ายภาพพฤติกรรมการกินอาหารตามธรรมชาติและชนิดของอาหารที่กิน

5. ศึกษาความกว้างของกระดองปูที่สืบพันธุ์ได้ ทำการสำรวจปูที่กำลังจับคู่ผสมพันธุ์ จากนั้นทำการวัดขนาดความกว้างของกระดองปูทั้งเพศผู้และเพศเมีย แยกเพศ จดบันทึกไว้ จากนั้นนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ความกว้างของกระดองปูที่สืบพันธุ์ได้ นำเสนอในรูปของตารางประกอบคำอธิบาย

6. ศึกษาฤดูปูมีไข่ในรอบปี ทำการสุ่มตัวอย่างปูเพศเมียจำนวน 50 ตัว มาดูไข่บริเวณจับปิ้ง ซึ่งไข่จะมีทั้งสีเหลืองส้ม หรือส้มอมแดง และไข่ที่มีสีกำลังเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (ถ่ายรูปไว้) จากนั้นนับจำนวนปูที่มีไข่ จดบันทึก นำจำนวนปูที่มีไข่ในแต่ละเดือนมาคำนวณเป็นร้อยละจากปูเพศเมียที่สุ่มได้ทั้งหมด

7. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไข่กับขนาดความกว้างของกระดองปู โดยสุ่มตัวอย่างปูที่มีไข่จำนวน 50 ตัว นับจำนวนไข่และวัดขนาดความกว้างของกระดองปู จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองปูกับจำนวนไข่เฉลี่ยในแต่ละเดือนที่ทำการสำรวจ ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) โดยใช้การทดสอบด้วยค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .01 นำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปกราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความกว้างของกระดองปูกับจำนวนไข่

8. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีไข่ของปูก่ำเพศเมียที่มีไข่สีเหลืองส้มหรือส้มปนแดง ประมาณ 50 ตัว โดยการสังเกตและถ่ายภาพความเปลี่ยนแปลงของสีไข่ทุกๆ 2 สัปดาห์ จดบันทึกการเปลี่ยนแปลงของสีไข่จากปูทุกตัวที่ศึกษาโดยละเอียด จากนั้นนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของสีไข่มาหาค่าเฉลี่ยเป็นเปอร์เซ็นต์ในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการสังเกต นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปตารางประกอบคำอธิบาย

9. ศึกษาการเจริญเติบโตของปู โดยการวัดขนาดความกว้างกระดองของลูกปูโดยแยกเพศผู้และเพศเมียเป็นประจำทุกเดือน และทุก 2 สัปดาห์ ในช่วงฤดูฝน รวมตัวอย่างปูทั้งสิ้น 50 ตัว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของขนาดการเจริญเติบโตของปูก่ำที่วัดได้ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ในรอบหนึ่งปี นำผลการวิเคราะห์มานำเสนอในรูปกราฟแท่งแสดงขนาดการเจริญเติบโตของปูก่ำในแต่ละช่วงเวลาที่ศึกษาทั้งเพศผู้และเพศเมีย

10. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความกว้างของกระดองปูกับน้ำหนัก ทำการสุ่มตัวอย่างปู ชั่งน้ำหนัก วัดขนาดความกว้างของกระดองปู จดบันทึก แยกเพศผู้และเพศเมีย รวมตัวอย่างปู 50 ตัว ทำเดือนละครั้ง จากนั้นแยกหาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองกับน้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละครั้งที่เก็บข้อมูล ทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) โดยใช้การทดสอบด้วยค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .01 นำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปกราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความกว้างของกระดองปูกับน้ำหนัก

ผลการวิจัย

จากการศึกษาชีววิทยาของปูก่ำในเขตอำเภอสูงแม่น จังหวัดแพร่ พบลักษณะชีววิทยาของปูก่ำ ดังนี้

1. ปูก่ำมีการแพร่กระจ่ายทั่วไปทุกจุดในบริเวณที่ทำการสำรวจ โดยการแพร่กระจายและความชุกชุมของปูก่ำจะมีความสัมพันธ์กับความชุ่มชื้นและการหาอาหาร เดือนที่พบว่ามีการแพร่กระจายและชุกชุมมากได้แก่ เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ น้อยที่สุดได้แก่ เดือนเมษายน

2. ขนาดความกว้างของกระดองปูเพศเมียเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.90-4.40 เซนติเมตร เพศผู้ 2.94-4.40 เซนติเมตร โดยเพศเมียจะมีขนาดของกระดองเฉลี่ยมากกว่าเพศผู้ทุกเดือน

3. อัตราส่วนเพศระหว่างเพศเมียต่อเพศผู้เท่ากับ 1 : 1.2 เดือนที่พบอัตราส่วนเพศเท่ากัน ได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ พฤษภาคม กรกฎาคม และตุลาคม

4. ปูก่าจะออกจากรูมาหาอาหารในเวลากลางคืน โดยใช้ก้ามทั้งสองช่วยกันจับเหยื่อหรืออาหาร ฉีกหรือดึงอาหารเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วส่งเข้าปาก อาหารที่กิน ได้แก่ สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่มีอยู่ในบริเวณนั้นๆ เช่น ใบไม้ เศษอาหาร เป็นต้น

5. ปูก่ามีการผสมพันธุ์ในเดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม ปูก่าที่สืบพันธุ์ได้มีขนาดความกว้างของกระดองอยู่ในช่วง 3.1-4.9 เซนติเมตร โดยปูก่าเพศเมียที่สืบพันธุ์ได้มีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 เซนติเมตร เพศผู้มีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 เซนติเมตร

6. ฤดูที่ปูเพศเมียมีไข่ที่บริเวณจับปิ้ง จะเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม รวม 4 เดือน

7. จำนวนไข่กับขนาดความกว้างของกระดองปู มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ($r = 0.63$)

8. ไข่ของปูก่ามีการเปลี่ยนแปลงสีของไข่เป็นระยะๆ โดยเริ่มจากในระยะแรกไข่จะมีสีส้มอมแดงสดใส ระยะต่อมาสีของไข่จะซีดอ่อนลงเรื่อยๆ จนเป็นสีส้มอมเหลืองหรือเหลืองอ่อน และจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีดำในที่สุด

9. ในรอบหนึ่งปี ปูก่าเพศเมียมีการเจริญเติบโตโดยมีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.82-3.17 เซนติเมตร เพศผู้ 0.76-3.11 เซนติเมตร ขนาดเฉลี่ยความกว้างของกระดองจะเพิ่มขึ้นทุกครั้งที่มีการสำรวจ และปูเพศเมียจะมีขนาดเฉลี่ยมากกว่าเพศผู้ทุกเดือน

10. ขนาดความกว้างกระดองของปูก่าเพศผู้และเพศเมีย มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักในระดับสูงสอดคล้องกัน (เพศผู้ $r=0.98$, เพศเมีย $r=0.91$)

บทสรุป

จากการศึกษาชีววิทยาของปูก่า ทำให้ได้ข้อมูลที่สำคัญของปูก่าหลายประการ ได้แก่ ข้อมูลทางด้านการแพร่กระจายและความชุกชุม การเปรียบเทียบขนาดความกว้างของกระดอง อัตราส่วนเพศ พฤติกรรมการกินอาหารและอาหารที่กิน ขนาดความกว้างของกระดองปูที่สืบพันธุ์ได้ ฤดูปูมีไข่ ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไข่กับขนาดความกว้างของกระดองปู การเปลี่ยนแปลงของสีไข่ ขนาดการเจริญเติบโตของปู และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความกว้างของกระดองปูกับน้ำหนัก ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่อันจะเป็นประโยชน์แก่วงการวิทยาศาสตร์ และเป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการอนุรักษ์ปูก่ามิให้สูญพันธุ์ สามารถนำไปเผยแพร่ให้ผู้เกี่ยวข้องตลอดจนผู้ที่สนใจได้ศึกษาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 141041

เอกสารอ้างอิง

ไพบูลย์ นัยเนตร. 2532. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง. เอกสารการสัมมนาชีววิทยา ครั้งที่ 7 เรื่องความหลากหลายทางชีววิทยาในประเทศไทย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และองค์การยูเสด.

ไพบูลย์ นัยเนตร. 2542. ปู: สัตว์ถิ่นเดียวของประเทศไทย. คณะกรรมการเอกลักษณ์ของชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

ยศ สันตสมบัติ และวิฑูรย์ ปัญญากุล. 2539. ความหลากหลายทางชีวภาพ: มิติทางสังคมและนิเวศ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนาและโครงการคบไฟ กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2538. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

Barnes Robert, D. 1968. Invertebrate Zoology. 2nd edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia.

อนุกรมวิธานของปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

สัญญา ศุภจันทรา[1] และ ไพบูลย์ นัยเนตร [2]

[1]สถานีวิจัย BRT บ้านห้วยเขย่ง ต.ห้วยเขย่ง อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี 71180

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Abstract: Diversity of Freshwater Crabs in North–Eastern Thailand

Sanya Supajantra[1] and Phaibul Naiyanetr[2]

[1]BRT Research Station, Ban Hui Khayeng, Hui Khayeng, Thong Pha Phum, Khanchanaburi, 71180, [2]Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok, 10330

The diversity of freshwater crabs in north-eastern Thailand was studied from October 1998 to August 2002. A total of 2,274 specimens of freshwater crabs were collected from 19 provinces in north-eastern Thailand. In addition, 246 preserved specimens in the Invertebrate Museum, Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University were studied. Identification and morphological features were based on the studies of Chuensri (1973-1974), Naiyanetr (1992-1994, 2001), Ng & Naiyanetr (1993-1995) and Tawin (1990) using the criteria: characters of carapace, chelae, walking legs, abdomen and gonopods. From this study, 2 families, 11 genera and 32 species were recorded: Family Parathelphusidae, Genus *Chulathelphusa*: *Chulathelphusa brandti*, *C. neisi*, *C.* sp.I, *C.* sp.II, *C.* sp.III, *C.* sp.IV, *C.* sp.V, *C.* sp.VI; Genus *Heterothelphusa*: *Heterothelphusa beauvoisi*; Genus *Mekhongthelphusa*: *Mekhong-thelphusa kengsaphu*; Genus *Sayamia*: *Sayamia bangkokensis*; Genus *Siamthelphusa*: *Siamthelphusa* sp.I; Family Potamidae, Genus *Dromothelphusa*: *Dromothelphusa nayung*; Genus *Esanpotamon*: *Esanpotamon namsom*; Genus *Larnaudia*: *Larnaudia beusekomae*, *L. chaiyaphumi*; Genus *Potamon*: *Potamon bhumibol*, *P. phuphanense*, *P. somchaii*, *P. yotdomensis*, *P.* sp.I, *P.* sp.II, *P.* sp.III, *P.* sp.IV, *P.* sp.V; Genus *Pudaengon*: *Pudaengon mukdahan*, *P. sakonnakorn*, *P. thatphanom*, *P. wanonniwat*, *P.* sp.I; Genus *Thaipotamon*: *Thaipotamon chulabhorn*, *T. dansai*.

Key words: Parathelphusidae, Potamidae, freshwater crabs, taxonomy, north-eastern Thailand

บทนำ

ปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ประกอบด้วยปูน้ำจืด 2 ครอบครัว ได้แก่ 1. ครอบครัว Parathelphusidae ปูน้ำจืดในครอบครัวนี้คือกลุ่มของปูนา และปูลำห้วย 2. ครอบครัว Potamidae ปูน้ำจืดในครอบครัวนี้คือกลุ่มของปูน้ำตก และปูป่า ซึ่งปูน้ำจืด 2 ครอบครัวนี้จัดอยู่ใน Phylum Arthropoda, Subphylum Crustacea, Class Malacostraca, Superoder Eucarida, Order Decapoda, Infraoder Brachyura, Section Brachyrhycha, Superfamily Potamoidea ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีพื้นที่เกือบ 200,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็น 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ประกอบด้วย 19 จังหวัด และมีลักษณะภูมิประเทศแตกต่างกันหลายแบบตามลักษณะทางธรณีสัณฐาน ทำให้ชนิดของปูน้ำจืดที่พบมีลักษณะหลากหลายตามลักษณะของพื้นที่ไปด้วย ปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือ ปูนา ปูลำห้วย ปูป่า และปูน้ำตก โดยกลุ่มปูนาจะมีการกระจายอย่างกว้างขวาง ส่วนปูลำห้วย ปูน้ำตก และปูป่า การกระจายของแต่ละกลุ่มมีขอบเขตจำกัดตามลักษณะทางนิเวศวิทยาและถิ่นอาศัยของแต่ละชนิดเป็นหลัก ปูน้ำจืดมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น มีบทบาทที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ปูน้ำจืดส่วนใหญ่เป็นปูที่ประชาชนตามชนบทนิยมนำมาบริโภค ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือถือว่าปูน้ำจืดเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่หาได้ง่ายโดยเฉพาะปูนา ปูน้ำจืดกลุ่มปูลำห้วยก็เป็นอีกกลุ่มที่นิยมนำมาดองน้ำเกลือขายเพราะมีเนื้อแน่น กินอร่อย แต่จะพบเห็นได้น้อย มีการนำมาจำหน่ายที่ตลาดในบางจังหวัด

เท่านั้น ส่วนปูน้ำตกจะมีการนำมาขายในช่วงหน้าฝน โดยมีชาวบ้านที่อาศัยอยู่ใกล้ๆ กับภูเขาที่มีน้ำตกหรือลำธารไปจับมาขาย ส่วนปูป่าจะมีการกระจายน้อย มีเฉพาะในบางท้องถิ่นเท่านั้น และเป็นที่นิยมบริโภคของชาวบ้านเพราะตัวโตและมีเนื้อมาก อาหารที่ประกอบกันขึ้นจากปูน้ำจืดของคนท้องถิ่นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นมีหลากหลายชนิดแตกต่างกันไป เช่น ปูนานิยมนำมาทำปูดอง ปูเค็ม ส้มตำปู ปูหลน ปูชุบแป้งทอด ลาบปู แกงอ่อมปู ปูลำห้วยนิยมนำมาดองน้ำเกลือ ดองน้ำปลา ใส่ส้มตำ หรือนำมาทำน้ำพริกปู เพราะมีเนื้อแน่น ปูน้ำตกนิยมนำมาย่าง แกงกับหน่อไม้ดอง ทำต้มยำ ทำห่อหมก ปูป่าหรือที่คนในท้องถิ่นเรียกว่าปูแดงหรือปูแป้ง นิยมนำมาทำแกงอ่อม ทำน้ำพริกปู นอกจากนี้ปูน้ำจืดบางชนิดเป็นพาหะของพยาธิใบไม้ในปอด โดยมีรายงานพบพยาธิใบไม้ในปอดชนิด *Paragonimus siamensis* ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีปูนาเป็นพาหะ และจะพบในคนที่รับประทานปูนาดิบๆ เข้าไปโดยไม่ทำให้สุกเสียก่อน

ความรู้ที่ได้จากการศึกษาอนุกรมวิธานของปูน้ำจืด รวมถึงการทราบถึงแหล่งที่พบและการกระจายของปูน้ำจืดแต่ละชนิด สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องแสดงความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ได้ด้วย เช่น การศึกษาของไพบูลย์ (2523) ได้ใช้การกระจายของปูน้ำตกเป็นเครื่องบ่งชี้ความสัมพันธ์ระหว่างทิวเขาต่างๆ และความสัมพันธ์ของเกาะกับแผ่นดินใหญ่ เป็นต้น นอกจากนี้การทราบถึงการกระจายของปูน้ำจืดแต่ละชนิดว่าพบตามจังหวัดใดหรือส่วนไหนของภาค จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาทางด้านการแพทย์ เช่น ทราบว่าปูชนิดที่เป็นพาหะของพยาธิในปอดนั้นจะพบได้ในจังหวัดใดบ้าง จะเห็นว่าปูน้ำจืดมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น

การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของปูน้ำจืดในประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนั้น มีทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศได้ทำการศึกษาไว้ ดังนี้ ค.ศ. 1950: Suvatti จากกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้รายงานว่าพบปูน้ำจืดในประเทศไทย 17 ชนิด ค.ศ. 1973: Chuensri จากคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้เขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์เรื่องปูน้ำจืดของประเทศไทย โดยแปลจาก monograph ของ Bott เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทยจากภาษาเยอรมันเป็นภาษาอังกฤษ และได้เพิ่มเติมข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่พบปูน้ำจืดในประเทศไทยพร้อมทั้งรายงานว่าพบปูน้ำจืดชนิดใหม่ 1 ชนิด ค.ศ. 1980: Naiyanetr จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เขียน crustacean fauna of Thailand พบปูนาแยกตามภาคต่างๆ ของประเทศไทย 6 ชนิด ค.ศ. 1992: Naiyanetr ได้รายงานการค้นพบปูน้ำจืดชนิดใหม่ของไทย 1 ชนิด และในปีเดียวกันยังได้เสนอรายงานทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การค้นพบปูน้ำตกชนิดใหม่ของไทย 5 ชนิด ค.ศ. 1993: Naiyanetr ได้เสนอรายงานปูน้ำจืดชนิดใหม่ของไทยในวารสารวิทยาศาสตร์ Crustaceana คือ *Thaipotamon chulabhorn* ค.ศ. 1993: Ng และ Naiyanetr ได้รายงานการพบปูน้ำจืดชนิดใหม่ และการแก้ไขชื่อวิทยาศาสตร์ของปูน้ำจืดจากประเทศไทย พบว่าเป็นปูน้ำจืดสกุลใหม่ 4 สกุล ซึ่งเป็นปูน้ำจืดชนิดใหม่ 12 ชนิด ค.ศ. 1994: Naiyanetr ได้เสนอรายงานทางวิทยาศาสตร์เรื่องการเปรียบเทียบปูน้ำจืด 2 ชนิด ในสกุล *Dromothelphusa* ของประเทศ และในปีเดียวกันยังได้ศึกษาปูน้ำจืดสกุล *Somanniathelphusa* ใหม่ และทำการตั้งชื่อสกุลของปูน้ำจืดที่ศึกษาเพิ่มเติมจากเดิมอีก 3 สกุล คือ สกุล *Sayamia*, *Esanthelphusa* และ *Chulathelphusa* ค.ศ. 1995: Naiyanetr ได้รายงานการค้นพบปูน้ำจืดชนิดใหม่ของไทยสกุล *Mekhongthelphusa* เพิ่มอีก 1 ชนิด ค.ศ. 1995: Ng และ Naiyanetr ได้เสนอรายงานการพบปูน้ำจืดสกุลใหม่จากตัวอย่างปูน้ำจืดของประเทศไทยและประเทศลาว คือ สกุล *Pudaengon* และพบว่าเป็นปูน้ำจืดชนิดใหม่ 7 ชนิด ค.ศ. 1995: Naiyanetr และ Ng ได้รายงานการค้นพบปูน้ำจืดชนิดใหม่ของประเทศไทย 1 ชนิด ค.ศ. 1997: Naiyanetr และ Ng ได้รายงานการค้นพบปูน้ำจืดชนิดใหม่ของประเทศไทย และเป็นสกุลใหม่อีกด้วย ค.ศ. 1997: Ng และ Naiyanetr ได้ทำการศึกษาปูน้ำจืดสกุล *Siamthelphusa* ใหม่ และได้รายงานว่าพบเป็นชนิดใหม่ 5 ชนิด ค.ศ. 1998: Naiyanetr ได้รายงานอนุกรมวิธานปูน้ำจืดของไทยไว้ใน checklist of crustacean fauna in Thailand ว่าปูน้ำจืดในประเทศไทยประกอบด้วย 3 ครอบครัว 21 สกุล 78 ชนิด ค.ศ. 2001: Naiyanetr ได้เสนอรายงานการพบปูน้ำจืดชนิดใหม่ของประเทศไทย พ.ศ. 2523: ไพบูลย์ นัยเนตร จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาการกระจายของกุ้งและปูน้ำจืดเพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย และความสัมพันธ์ระหว่างเกาะภูเก็ตกับพื้นที่แผ่นดินอำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา โดยใช้ปูนา *Somaniathelphusa juliae* พ.ศ. 2525: นฤมล แสงประดับ ได้เสนอวิทยานิพนธ์เรื่องสัตว์ไม่มี

กระดูกสันหลังที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบปูนา พ.ศ. 2533: ถวิล ประมวล ได้เสนอวิทยานิพนธ์เรื่อง อนุกรมวิธานของปูนาและลักษณะของโกโนพอด, โอมมาติเดีย ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าปูนาในประเทศไทยมี 19 ชนิด ซึ่งจากเดิมมีรายงานไว้เพียง 8 ชนิด และพบว่าปูนาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่พบมี 9 ชนิด พ.ศ. 2542: ไพบูลย์ นัยเนตร ได้จำแนกปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยใช้ลักษณะสัณฐานของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ พบว่าประกอบด้วยปูน้ำจืด 2 ครอบครัว 10 สกุล 21 ชนิด แต่การศึกษาในครั้งนั้นได้ศึกษาในบางพื้นที่เท่านั้น ส่วนการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่ทุกจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งบางพื้นที่ยังไม่มีการเก็บตัวอย่างของปูน้ำจืดมาศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาจากตัวอย่างปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยทุกชนิด ยกเว้นปูนาสกุล *Esanthelphusa* วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาอนุกรมวิธาน การกระจาย ลักษณะถิ่นอาศัย และจัดทำกุญแจในการแยกชนิดของปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

วิธีการ

1. ทำการศึกษาโดยใช้ตัวอย่างที่ได้จากการเก็บในภาคสนาม ซึ่งเริ่มเก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 จำนวน 2,274 ตัว โดยเก็บตัวอย่างปูน้ำจืดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการสอบถามข้อมูลจากคนในท้องถิ่น ประกอบกับการศึกษาจากเอกสารรายงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งตัวอย่างปูน้ำจืดที่เก็บมาได้จะนำมาล้างน้ำทำความสะอาด บันทึกสี และบันทึกภาพขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ จากนั้นนำไปดองด้วยน้ำยาเอทิลแอลกอฮอล์ 70%

2. ทำการศึกษาตัวอย่างปูน้ำจืดที่มีอยู่ในพิพิธภัณฑ์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเลือกศึกษาเฉพาะตัวอย่างที่เก็บมาจากพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 246 ตัว

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างนำตัวอย่างปูน้ำจืดที่ได้มาจำแนกชนิดโดยใช้หลักการของ Chuensri (1973-1974), Naiyanetr (1992-1994, 2001), Ng and Naiyanetr (1993-1995) และ ถวิล (2533) เป็นแนวทางการจำแนกชนิดของตัวอย่างปูน้ำจืด โดยศึกษาจากลักษณะของกระดอง ก้ามหนีบ ขาเดิน ส่วนท้อง และอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ วาดภาพลายเส้นของกระดอง ส่วนท้อง และอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของปูแต่ละชนิด โดยทำการวัดขนาดความกว้างและความยาวของกระดอง (carapace) ใช้หน่วยเป็นเซนติเมตร ศึกษาลักษณะของกระดองส่วน antero-lateral border ว่ามีลักษณะอย่างไร มีหนามแหลมคล้ายฟันหรือไม่ ลักษณะของ epigastric crest ชัดเจนหรือไม่ post-orbital crest ชัดเจนหรือไม่ยาวถึงไหน H-groove ชัดเจนหรือไม่ cervical groove ชัดเจนหรือไม่ semicircular groove ชัดเจนหรือไม่ middle groove ชัดเจนหรือไม่ ขอบหน้าตรงหรือเว้า แล้วจึงศึกษาลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร ซึ่งจะทำการศึกษาอย่างละเอียดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ จากนั้นศึกษาส่วนท้อง ก้ามหนีบ และขาเดิน ว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาอนุกรมวิธานของปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกและลักษณะสัณฐานของอวัยวะสืบพันธุ์ของปูน้ำจืดเพศผู้คู่ที่ 1 จากตัวอย่างปูน้ำจืดที่เก็บอยู่ในพิพิธภัณฑ์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และตัวอย่างที่เก็บเพิ่มเติมจากบริเวณต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ผลการศึกษาพบว่ามีปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 2 ครอบครัว 11 สกุล 32 ชนิด ดังนี้

1. ครอบครัว Parathelphusidae Colosi, 1920 ครอบครัวย่อย Somanniathelphusinae Bott, 1968 ประกอบด้วยปูนำจืด 5 สกุล ดังนี้ 1) สกุล *Chulathelphusa* Naiyanetr, 1994 มี 8 ชนิด ได้แก่ *Chulathelphusa brandti* (Bott, 1968), *Chulathelphusa neisi* (Rathbun, 1902), *Chulathelphusa* sp.I, *Chulathelphusa* sp.II, *Chulathelphusa* sp.III, *Chulathelphusa* sp.IV, *Chulathelphusa* sp.V และ *Chulathelphusa* sp.VI 2) สกุล *Heterothelphusa* Ng & Lim, 1986 มี 1 ชนิด คือ *Heterothelphusa beauvoisi* (Rathbun, 1902) 3) สกุล *Mekhongthelphusa* Naiyanetr, 1985 มี 1 ชนิด คือ *Mekhongthelphusa kengsaphu* Naiyanetr & Ng, 1995 4) สกุล *Sayamia* Naiyanetr, 1994 มี 1 ชนิด คือ *Sayamia bangkokensis* (Naiyanetr, 1982) และ 5) สกุล *Siamthelphusa* Bott, 1968 มี 1 ชนิด คือ *Siamthelphusa* sp.I

2. ครอบครัว Potamidae Ortmann, 1896 ครอบครัวย่อย Potaminae Ortmann, 1896 ประกอบด้วยปูน้ำจืด 6 สกุล ดังนี้ 1) สกุล *Dromothelphusa* Naiyanetr, 1992 มี 1 ชนิด ได้แก่ *Dromothelphusa nayung* Naiyanetr, 1994 2) สกุล *Esanpotamon* Naiyanetr & Ng, 1997 มี 1 ชนิด คือ *Esanpotamon namsom* Naiyanetr & Ng, 1997 3) สกุล *Larnaudia* Bott, 1966 มี 2 ชนิด คือ *Larnaudia beusekomae* (Bott, 1970) และ *Larnaudia chaiyaphumi* Naiyanetr, 1982 4) สกุล *Potamon* Savigny, 1816 มี 7 ชนิด คือ *Potamon bhumibol* Naiyanetr, 2001; *Potamon phuphanense* Naiyanetr, 1992; *Potamon somchaii* Ng & Naiyanetr, 1993; *Potamon yotdomensis* (Naiyanetr, 1984); *Potamon* sp.I; *Potamon* sp.II, *Potamon* sp.III; *Potamon* sp.IV และ *Potamon* sp.V 5) สกุล *Pudaengon* Ng & Naiyanetr, 1995 มี 5 ชนิด คือ *Pudaengon mukdahan* Ng & Naiyanetr, 1995; *Pudaengon sakonnakorn* Ng & Naiyanetr, 1995; *Pudaengon thatphanom* Ng & Naiyanetr, 1995; *Pudaengon wanonniwat* Ng & Naiyanetr, 1995 และ *Pudangon* sp.I และ 6) สกุล *Thaipotamon* Ng & Naiyanetr, 1993 มี 2 ชนิด คือ *Thaipotamon chulabhorn* Naiyanetr, 1993 และ *Thaipotamon dansai* Ng & Naiyanetr, 1993

เมื่อพิจารณาจากถิ่นอาศัยของปูน้ำจืดแต่ละชนิด สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. กลุ่มปูนา ประกอบด้วย ปูน้ำจืด 1 สกุล 1 ชนิด คือ *Sayamia bangkokensis* โดยปูนาจะอาศัยขุดรูอยู่ตามคันนา หรือบริเวณรอบๆ แหล่งน้ำอื่นๆ เช่น ลำห้วยหรือหนองน้ำ ในฤดูฝนสามารถจับได้ง่าย เพราะปูนาจะออกหากินหลังฝนตก แต่ในฤดูแล้งปูจะลงไปอาศัยอยู่ในรู วิธีจับใช้วิธีการขุด ในฤดูนี้รูปูนาจะลึกประมาณ 50-100 เซนติเมตร แล้วแต่ความแห้งแล้งของพื้นที่

2. กลุ่มปูลำห้วยหรือปูแม่น้ำ ประกอบด้วย ปูน้ำจืด 4 สกุล 11 ชนิด คือ 1) สกุล *Chulathelphusa* มี 8 ชนิด ได้แก่ *Chulathelphusa brandti*, *C. neisi*, *C.* sp.I, *C.* sp.II, *C.* sp.III, *C.* sp.IV, *C.* sp.V และ *C.* sp.VI 2) สกุล *Heterothelphusa* มี 1 ชนิด คือ *Heterothelphusa beauvoisi* 3) สกุล *Mekhongthelphusa* มี 1 ชนิด คือ *Mekhongthelphusa kengsaphu* และ 4) สกุล *Siamthelphusa* มี 1 ชนิด คือ *Siamthelphusa* sp.I ปูน้ำจืดในกลุ่มนี้จะพบตามแม่น้ำหรือลำห้วย โดยจะอาศัยอยู่ตามรากพืช ใต้เศษใบไม้ ก้อนหินริมลำธาร หรือซอกหินตามเกาะแก่งในลำน้ำ

3. กลุ่มปูน้ำตก ประกอบด้วย ปูน้ำจืด 3 สกุล 12 ชนิด คือ 1) สกุล *Esanpotamon* มี 1 ชนิด ได้แก่ *Esanpotamon namsom* 2) สกุล *Larnaudia* มี 2 ชนิด ได้แก่ *Larnaudia beusekomae* และ *L. chaiyaphumi* และ 3) สกุล *Potamon* มี 9 ชนิด ได้แก่ *Potamon bhumibol*, *P. phuphanense*, *P. somchaii*, *P. yotdomensis*, *P.* sp.I, *P.* sp.II, *P.* sp.III, *P.* sp.IV และ *P.* sp.V ปูในกลุ่มนี้จะพบอาศัยอยู่ตามซอกหรือใต้ก้อนหินบริเวณลำธารหรือน้ำตกที่เงียบสงบ วิธีการจับจะจับโดยการนำเอาอาหารสดที่มีกลิ่นคาวไปวางล่อ เช่น เครื่องในสัตว์ เมื่อปูได้กลิ่นคาวจะออกมากินทำให้สามารถจับได้โดยสะดวก หรือใช้วิธีงัดดูตามก้อนหิน และล้วงตามซอกหิน ซึ่งปูจะหลบอาศัยอยู่

4. กลุ่มปูป่า ประกอบด้วย ปูน้ำจืด 3 สกุล 8 ชนิด คือ 1) สกุล *Dromothelphusa* มี 1 ชนิด ได้แก่ *Dromothelphusa nayung* 2) สกุล *Pudaengon* มี 5 ชนิด คือ *Pudaengon mukdahan, P. sakonnakorn, P. thatphanom, P. wanonniwat* และ *P.* sp.I และ 3) สกุล *Thaipotamon* มี 2 ชนิด ได้แก่ *Thaipotamon chulabhorn* และ *T. dansai* ปูในกลุ่มนี้จะพบตามชายป่าที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ เช่น รอบๆ ลำธาร โดยจะขุดรูลึก และปกติจะออกหากิน

เวลากลางคืน การจับจะจับในฤดูฝนโดยใช้เสียมขุดรูลงไปแล้วใช้มือล้วงจับออกมา สาเหตุที่ชาวบ้านนิยมจับในฤดูฝน เพราะว่ารูของปูจะไม่ลึกเหมือนฤดูแล้ง โดยทั่วไปจะลึกประมาณ 70-100 เซนติเมตร แต่ในฤดูแล้งปูจะขุดรูลงไปลึกมาก โดยเฉลี่ย จะลึกมากกว่า 150 เซนติเมตรขึ้นไป

จากการศึกษาพื้นที่การกระจายพบว่าปูน้ำจืดแต่ละชนิดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะการกระจาย ดังนี้

1. กลุ่มปูนา
   - *Sayamia bangkokensis* พบที่ จังหวัดเลย
2. กลุ่มปูลำห้วย หรือปูแม่น้ำ
   - *Chulathelphusa brandti* พบที่ จังหวัดเลย
   - *Chulathelphusa neisi* พบที่ จังหวัดอุบลราชธานี
   - *Chulathelphusa* sp.I พบที่ จังหวัดสกลนคร มุกดาหาร และนครพนม
   - *Chulathelphusa* sp.II พบที่ จังหวัดนครพนม
   - *Chulathelphusa* sp.III พบที่ จังหวัดหนองบัวลำภู ขอนแก่น ชัยภูมิ อุดรธานี มหาสารคาม สกลนคร มุกดาหาร ศรีสะเกษ และกาฬสินธุ์
   - *Chulathelphusa* sp.IV พบที่ จังหวัดศรีสะเกษ
   - *Chulathelphusa* sp.V พบที่ จังหวัดนครพนม
   - *Chulathelphusa* sp.VI พบที่ จังหวัดหนองคาย นครพนม และมุกดาหาร
   - *Heterothelphusa beauvoisi* พบที่ จังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี ขอนแก่น และนครราชสีมา
   - *Mekhongthelphusa kengsaphu* พบที่ จังหวัดอุบลราชธานี
   - *Siamthelphusa* sp.I พบที่ จังหวัดนครราชสีมา
3. กลุ่มปูน้ำตก
   - *Esanpotamon namsom* พบที่ จังหวัดอุดรธานี หนองคาย และนครพนม
   - *Larnaudia beusekomae* พบที่ จังหวัดนครราชสีมา
   - *Lanaudia chaiyaphumi* พบที่ จังหวัดชัยภูมิ
   - *Potamon bhumibol* พบที่ จังหวัดเลย ขอนแก่น และอุดรธานี
   - *Potamon phuphanense* พบที่ จังหวัดหนองบัวลำภู ขอนแก่น อุดรธานี สกลนคร มุกดาหาร และอุบลราชธานี
   - *Potamon somchaii* พบที่ จังหวัดกาฬสินธุ์ สกลนคร และมุกดาหาร
   - *Potamon yotdomensis* พบที่ จังหวัดอุบลราชธานี และศรีสะเกษ
   - *Potamon* sp.I พบที่ จังหวัดชัยภูมิ
   - *Potamon* sp.II พบที่ จังหวัดเลย
   - *Potamon* sp.III พบที่ จังหวัดเลย
   - *Potamon* sp.IV พบที่ จังหวัดขอนแก่น
   - *Potamon* sp.V พบที่ จังหวัดอุบลราชธานี
4. กลุ่มปูป่า
   - *Dromothelphusa nayung* พบที่ จังหวัดอุดรธานี
   - *Pudaengon mukdahan* พบที่ จังหวัดมุกดาหาร
   - *Pudaengon sakonnakorn* พบที่ จังหวัดสกลนคร และนครพนม
   - *Pudaengon thatphanom* พบที่ จังหวัดนครพนม

Pudaengon wanonniwat	พบที่ จังหวัดสกลนคร
Pudaengon sp.I	พบที่ จังหวัดเลย
Thaipotamon chulabhorn	พบที่ จังหวัดมหาสารคาม
Thaipotamon dansai	พบที่ จังหวัดเลย

บทสรุป

จากผลการศึกษาอนุกรมวิธานของปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบปูน้ำจืดทั้งสิ้น 32 ชนิด โดยจัดอยู่ใน 2 ครอบครัว ดังนี้ 1. ครอบครัว Parathelphusidae 12 ชนิด 2. ครอบครัว Potamidae 20 ชนิด

ผลการศึกษาในครั้งนี้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับรายงานที่ Naiyanetr (1998) ได้รายงานไว้ใน checklist of crustacean fauna in Thailand พบปูน้ำจืดที่มีลักษณะแตกต่างออกไปอีกหลายชนิด ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นปูน้ำจืดชนิดใหม่ที่ยังไม่มีการค้นพบ 4 สกุล 13 ชนิด ดังนี้

1. สกุล *Chulathelphusa* พบชนิดที่มีลักษณะแตกต่างจากที่รายงานไว้เพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 6 ชนิด คือ *Chulathelphusa* sp.I, *Chulathelphusa* sp.II, *Chulathelphusa* sp.III, *Chulathelphusa* sp.IV, *Chulathelphusa* sp.V และ *Chulathelphusa* sp.VI ซึ่งจากเดิมมีรายงานไว้เพียง 2 ชนิด คือ *Chulathelphusa brandti* กับ *Chulathelphusa neisi*

2. สกุล *Siamthelphusa* พบชนิดที่มีลักษณะแตกต่างจากที่มีรายงานไว้เพิ่มขึ้นจากเดิม 1 ชนิด คือ *Siamthelphusa* sp.I ซึ่งการพบปูน้ำจืดสกุลนี้ยังถือว่าเป็นการพบครั้งแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยอีกด้วย

3. สกุล *Potamon* พบชนิดที่มีลักษณะแตกต่างจากที่รายงานไว้เพิ่มขึ้นจากเดิม 5 ชนิด คือ *Potamon* sp.I, *Potamon* sp.II, *Potamon* sp.III, *Potamon* sp.IV และ *Potamon* sp.V

4. สกุล *Pudaengon* พบชนิดที่มีลักษณะแตกต่างจากที่รายงานไว้ เพิ่มขึ้นจากเดิม 1 ชนิด คือ *Pudaengon* sp.I

ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถยืนยันถึงความหลากหลายทางชีวภาพของปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และเป็นการเพิ่มเติมจำนวนชนิดจากรายงานของ Naiyanetr (1998) ที่ได้รายงานไว้

1. กลุ่มของปูนา พบชนิดใหม่เพิ่มเติม 1 ชนิด ต่างจากผลการศึกษาของ ถวิล (2533) ที่รายงานไว้ คือ *Sayamia bangkokensis* ซึ่งในรายงานของถวิลพบว่ามีการกระจายอยู่บริเวณภาคกลางของประเทศเป็นส่วนใหญ่ ในการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างได้จากบริเวณทุ่งนา บ้านนาหอ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย

2. กลุ่มปูลำห้วย ได้ข้อมูลใหม่คือ ปูน้ำจืดสกุล *Siamthelphusa* ที่ Naiyanetr (1998) ได้รายงานไว้ใน checklist of crustacean fauna in Thailand และไม่เคยมีรายงานการค้นพบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาก่อน ซึ่งเก็บตัวอย่างได้จากว่าน้ำตกกองแก้ว อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา จากการตรวจสอบกับตัวอย่างของปูน้ำจืดสกุล *Siamthelphusa* จากแหล่งที่ใกล้เคียงกัน ซึ่ง Naiyanetr (1998) ได้รายงานไว้ คือ ชนิด *Siamthelphusa variegata* ที่รายงานว่ามีการกระจายอยู่ที่พุแค จังหวัดสระบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ และภาคกลางของไทย การศึกษาครั้งนี้ได้พบลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นปูน้ำจืดชนิดใหม่ คือชนิด *Siamthelphusa* sp.I

3. กลุ่มปูน้ำตก ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องของแหล่งที่อยู่อาศัยดังนี้ *Potamon phuphanense* พบว่ามีการกระจายเพิ่มจากเดิมที่รายงานไว้เฉพาะน้ำตกคำหอม ภูพาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร และที่ผาน้ำย้อย อำเภอหนองพอก จังหวัดร้อยเอ็ด โดยการศึกษาครั้งนี้ได้พบที่ผาแต้ม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี และที่อุทยานแห่งชาติภูเก้า ภูพานคำ อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น และอำเภอหนองแสง จังหวัดอุดรธานี *Potamon somchaii* จากเดิมรายงานว่าพบที่อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม ผลการศึกษาครั้งนี้ได้พบเพิ่มที่ภูพานน้อย อำเภอดงหลวง จังหวัดมุกดาหาร และตามน้ำตกหลายแห่งของเทือกเขาภูพานฝั่งจังหวัดกาฬสินธุ์ เช่นที่ภูแฝก อำเภอนาคู น้ำตกตาดทอง อำเภอเขาวง น้ำตกตาดสูง อำเภอกุฉินารายณ์ และ ภูแล่นช้าง อำเภอห้วยผึ้ง *Potamon yotdomensis* จะพบการกระจายกว้าง คือพบจากอำเภอบุณฑริกเรื่อยลงมาตามเทือกเขาพนมดงรักมาตลอด

แนวของจังหวัดศรีษะเกษ ซึ่งเป็นข้อมูลเพิ่มเติมจากรายงานของ Naiyanetr (1998) ที่พบในอำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี เท่านั้น *Potamon bhumibol* จะมีการกระจายอย่างกว้างขวาง โดยพบที่เทือกเขาในเขตจังหวัดเลย เขตอำเภอสังคม จังหวัดหนองคาย เขตอำเภอนายูง อำเภอน้ำโสม จังหวัดอุดรธานี และเขตอำเภอภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่นด้วย นอกจากนี้การศึกษาในครั้งนี้ได้พบปูน้ำตกเพิ่มขึ้น 1 ชนิดซึ่งยังไม่เคยมีรายงานมาก่อน คือ *Potamon* sp.I พบที่ลำธารในเขตอุทยานแห่งชาติป่าหินงาม อำเภอเทพสถิต จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งลำตัวจะมีขนาดเล็ก โดยมีความกว้างของกระดอง 3-4 เซนติเมตร เท่านั้น *Esanpotamon namsom* ก็พบการกระจายเพิ่มขึ้นที่น้ำตกยูงทอง อำเภอนายูง จังหวัดอุดรธานี น้ำตกเจ็ดสี น้ำตกชะแนน จังหวัดหนองคาย น้ำตกตาดขาม น้ำตกตาดโพธิ์ อำเภอบ้านแพง จังหวัดนครพนม แต่ไม่พบในเขตเทือกเขาภูพานเลย

4. กลุ่มปูป่า ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Naiyanetr (1998) คือมี 4 ชนิด และการศึกษาครั้งนี้ยังได้พบเพิ่มเติมอีก 1 ชนิด คือ *Pudaengon* sp.I ซึ่งยังไม่มีการรายงานมาก่อน ตัวอย่างนี้เก็บมาจากน้ำตกเพ็ญพบอุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย ตัวจะมีขนาดเล็กประมาณ 2-3 เซนติเมตร และที่แปลกคือจะขุดรูอยู่ริมน้ำไม่ได้อยู่ห่างริมน้ำออกไปเหมือนปูป่าชนิดอื่น การศึกษาครั้งนี้พบการกระจายที่เพิ่มขึ้นจากรายงานของ Naiyanetr (1998) ดังนี้ *Pudaengon sakonnakorn* จากที่รายงานว่าพบที่อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ครั้งนี้พบเพิ่มเติมที่อำเภอคำตากล้า อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร และอำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม *Pudaengon wanonniwat* จากที่รายงานว่าพบที่อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร การศึกษาครั้งนี้พบการกระจายเพิ่มเติมในเขตอำเภอบ้านม่วง จังหวัดสกลนครด้วย

กุญแจจำแนกชนิดของปูน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

กุญแจจำแนกครอบครัว

- มีฟันด้านข้างกระดอง ..... Parathelphusidae

- ไม่มีฟันข้างกระดอง ..... Potamidae

กุญแจจำแนกสกุลของ **Parathelphusidae**

1. กระดองโค้งนูน ..... *Sayamia bangkokensis*

   กระดองแบน 2

2. กระดองเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ..... *Mekhongthelphusa kengsaphu*

   กระดองเป็นรูปหกเหลี่ยม 3

3. สัน epigastric cerst กับส่วนต้นของสัน post orbital crest อยู่ห่างกัน ขอบข้างกระดองด้านท้ายสอบเข้ามาก 4

   สัน epigastric cerst กับ ส่วนต้นของสัน post orbital crest อยู่ชิดกัน ขอบข้างกระดองด้านท้ายสอบเข้าเล็กน้อย .....
   ..... *Chulathelphusa*

4. กระดองเรียบไม่มีส่วนนูนสูงเป็นพู ..... *Siamthelphusa* sp.I

   กระดองไม่เรียบ และมีส่วนนูนสูงเป็นพู ..... *Heterothelphusa beauvoisi*

กุญแจจำแนกชนิดของ ***Chulathelphusa***

1. กระดองมีจุดประเป็นลาย 2

   กระดองไม่มีจุดประ 3

2. ปล้องท้องปล้องที่ 6 เป็นรูปคล้ายสี่เหลี่ยมจัตุรัส ..... *Chulathelphusa* sp.IV

ปล้องท้องปล้องที่ 6 คอดเข้า คล้ายรูปคอ ..... *Chulathelphusa neisi*

3. สัน post - orbital crest เฉียงเป็นเส้นตรง 4

สัน post - orbital crest เฉียงเป็นเส้นโค้ง 5

4. ส่วนท้องปล้องที่ 6 เป็นรูปจัตุรัส ด้านกว้างยาวเท่าๆ กับด้านยาว ..... *Chulathelphusa* sp.I

ส่วนท้องปล้องที่ 6 ไม่เป็นรูปจัตุรัส ด้านกว้างจะสั้นกว่าด้านยาว ..... *Chulathelphusa* sp. II

5. ก้ามหนีบด้านใหญ่ นิ้วจะโค้งเป็นช่องกว้าง และนิ้วยาวกว่าฝ่ามือ 6

ก้ามหนีบด้านใหญ่ นิ้วจะโค้งเล็กน้อยนิ้วทั้งสองเกือบชิดกัน และนิ้วจะสั้นกว่าฝ่ามือ 7

6. ด้านฐานของส่วนท้องปล้องที่ 4 จะโค้งลงด้านล่าง ..... *Chulathelphusa brandti*

ด้านฐานของส่วนท้องปล้องที่ 4 จะเป็นเส้นตรง ..... *Chulathelphusa* sp.III

7. ขอบนอกของส่วนท้องปล้องที่ 5 จะเว้าเข้า ด้านฐานจะเป็นเส้นโค้ง ..... *Chulathelphusa* sp.V

ขอบนอกของส่วนท้องปล้องที่ 5 จะโค้งออก ด้านฐานจะเป็นเส้นตรง ..... *Chulathelphusa* sp.VI

กุญแจจำแนกสกุลของ Potamidae

1. กระดองโค้งนูน 2

กระดองแบน 3

2. กระดองนูนเฉพาะส่วนท้าย ..... *Dromothelphusa nayung*

กระดองนูนทั้งส่วนหน้าและส่วนท้าย 4

3. ฟันข้างเบ้าตาเชื่อมรวมกันกับขอบข้างกระดอง ..... *Esanpotamon namsom*

ฟันข้างเบ้าตาแยกกันกับขอบข้างกระดองชัดเจน 5

4. มีขอบข้างกระดอง ..... *Pudaengon*

ไม่มีขอบข้างกระดอง ..... *Thaitpotamon*

5. กระดองบริเวณด้านนอกของร่อง cervical groove ยุบเป็นแอ่งชัดเจน ..... *Larnaudia*

กระดองบริเวณด้านนอกของร่อง cervical groove ไม่ยุบเป็นแอ่งชัดเจน ..... *Potamon*

กุญแจจำแนกชนิดของ *Larnaudia*

1. ส่วนท้องปล้องสุดท้ายด้านปลายจะแหลม ขอบล่างปล้องที่ 6 เว้าเข้า ..... *Larnaudia chaiyaphumi*

1. ส่วนท้องปล้องสุดท้ายด้านปลายจะมนป้าน ขอบล่างปล้องที่ 6 เป็นเส้นตรง ..... *Larnaudia beusekomae*

กุญแจจำแนกชนิดของ *Potamon*

1. เป็นปูน้ำจืดขนาดเล็ก 2

เป็นปูน้ำจืดขนาดใหญ่ 4

2. กระดองเป็นรูปไข่มีปุ่มขรุขระและรอยย่นกระจายอยู่ทั่วไป ..... *Potamon* sp.III

กระดองเป็นรูปสี่เหลี่ยม 3

3. สัน epigastric crest กับ สัน post – orbital crest เชื่อมรวมกัน ..... *Potamon* sp.I

สัน epigastric crest กับ สัน post – orbital crest ไม่เชื่อมรวมกัน ..... *Potamon* sp.II

4. สัน epigastric crest กับ สัน post – orbital crest เชื่อมรวมกัน 5

สัน epigastric crest กับ สัน post – orbital crest ไม่เชื่อมรวมกัน 6

5. post – orbital crest ลากไปจรดขอบสันข้างกระดองโดยไม่ขาดตอน ..... *Potamon phuphanense*

post – orbitalcrest ลากไปจรดขอบสันข้างกระดองแต่จะขาดตอนตรงส่วนปลาย ..... *Potamon yotdomensis*

6. กระดองเรียบ เป็นมันมีรอยย่นหรือปุ่มขรุขระเฉพาะตรงมุมด้านข้างส่วนหน้าเพียงเล็กน้อย 7

กระดองขรุขระ จะมีรอยย่นหรือปุ่มขรุขระกระจายอยู่บริเวณส่วนหน้าของกระดองโดยทั่วไป 8

7. ตรงกลางของร่อง semicircular ของกระดองเป็นมุมแหลม ..... *Potamon somchaii*

ตรงกลางของร่อง semicircular ของกระดองไม่เป็นมุมแหลม ..... *Potamon* sp.V

8. ขอบด้านข้างของส่วนท้องปล้องที่ 5 เว้าเข้าเล็กน้อย ไม่เฉียงมาก ขอบด้านข้างของปล้องที่ 6 โค้งออกเล็กน้อย และไม่เฉียงมาก ..... *Potamon* sp.IV

ขอบด้านข้างของส่วนท้องปล้องที่ 5 เป็นเส้นตรง และเฉียงมาก ขอบด้านข้างของปล้องที่ 6 เป็นเส้นตรงและเฉียงมาก ..... *Potamon bhumibol*

กุญแจจำแนกชนิดของ *Thaipotamon*

1. กระดองเป็นรูปรี ด้านกว้างยาวกว่าด้านยาวอย่างชัดเจน ..... *Thaipotamon dansai*

กระดองเป็นรูปไข่ ด้านกว้างยาวกว่าด้านยาวไม่มากนัก ..... *Thaipotamon chulabhorn*

กุญแจจำแนกชนิดของ *Pudaengon*

1. ตัวขนาดเล็ก กระดองขรุขระ ขอบข้างกระดองยกเป็นสันชัดเจน ..... *Pudaengon* sp.I

ตัวโต กระดองเรียบ ขอบข้างกระดองเป็นสันไม่ชัดเจน 2

2. exopod ของ 3rd maxilliped ยื่นเหลื่อมด้านปลายของ merus ขึ้นไป 3

exopod ของ 3rd maxilliped ไม่ยื่นเหลื่อมด้านปลายของ merus ขึ้นไป ..... *Pudaengon sakonnakorn*

3. Y-shap ที่แบ่งสัน epigastric crest จะลึกและชัดเจนทั้งอันจนถึงปลาย ..... *Pudaengon wanonniwat*

Y-shap ที่แบ่งสัน epigastric crest จะลึกแต่ชัดเจนเฉพาะส่วนต้น 4

4. ขอบกระดองส่วนหน้าไม่มีรอยเว้า ขอบด้านข้างของส่วนท้องปล้องสุดท้ายเป็นเส้นตรง ... *Pudaengon thatphanom*

ขอบกระดองส่วนหน้ามีรอยเว้าเล็กน้อย ขอบด้านข้างของส่วนท้องปล้องสุดท้ายจะเว้าเข้าตรงส่วนปลาย .....

.....*Pudaengon mukdahan*

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 543025 ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยบางส่วน และงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาของศาสตราจารย์กิตติคุณ ไพบูลย์ นัยเนตร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ รวมทั้งข้อคิดเห็นและช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้เอกสารประกอบการศึกษาต่างๆ ผู้เขียนใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

ถวิล ประมวล. 2533. อนุกรมวิธานของปูนาและลักษณะของโกโนพอด, โอมาติเดีย โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤมล แสงประดับ. 2525. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพบูลย์ นัยเนตร. 2523. การใช้กุ้งและปูน้ำจืดแสดงถึงความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย. วารสารภูมิศาสตร์ 3(2): 11-33.

ไพบูลย์ นัยเนตร. 2542. วันที่วางซอล์ค. วิชัยพานิชย์และการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร.

Chuensri, C. 1973. Freshwater Crabs of Thailand. Coll. Fish. Kasetsart Univ., Bangkok.

Chuensri, C. 1974. Key to Freshwater Crabs of Thailand. Coll. Kasetsart Univ., Bangkok.

Naiyanetr, P. 1980. Crustacean fauna of Thailand (Decapoda and Stomatopoda). Dept. Biol., Fac. Sci. Chulalongkorn Univ., Bangkok.

Naiyanetr, P. 1992. *Demanietta sirikit* n. sp., a new freshwater crab from Thailand (Decapoda, Brachyura, Potamidae). *Crustaceana* 62(2): 113-120.

Naiyanetr, P. 1992. Validation of five new species of Thai potamon crabs (Crustacea: Decapoda Brachyura). *Raffles Bull. Zool.* 40(1): 1-7.

Naiyanetr, P. 1993. *Thaipotamon chulabhorn* n. sp., a new freshwater crabs from Thailand (Decapoda, Brachyura, Potamidae) *Crustacaena* 65(1): 1-7.

Naiyanetr, P. 1994. On three new genera of Thai ricefield crabs allied to *Somanniathelphusa* Bott, 1968 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae). *Raffles Bull. Zool*. 42(3): 695-700.

Naiyanetr, P. 1994. On two species of terrestrial crabs of the genus *Dromothelphusa* Naiyanetr, 1992 (Decapoda, Brachyura, Potamidae) from Thailand. *Raffles Bull. Zool*. 42(3): 689-694.

Naiyanetr, P. 1995. The river crabs of the genus *Mekhongthelphusa* Naiyanetr, 1985 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae) with description of a new species from Thailand. *Zool. Med. Leiden*. 69: 365-374.

Naiyanetr, P. 1998. Checklist of crustacean fauna in Thailand (Decapoda and Stomatopoda). *OEPP Biod. Ser*. 5: 105-113.

Naiyanetr, P. 2001. *Potamon bhumibol* n. sp., a new giant freshwater crab from Thailand (Decapoda, Brachyura, Potamidae) *Crustaceana* 74(3): 309-316.

Naiyanetr, P. and P.K.L. Ng. 1997. *Esanpotamon namsom*, a new genus and species of potamid crab (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from a waterfall in north eastern Thailand. *Proc. Bio. Soc. Wash.* 110(3): 417-421.

Ng, P.K.L. and P. Naiyanater. 1993. New and recently described freshwater crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Potamidae, Gecarcinucidae and Parathelphusidae) from Thailand. *Zool. Verh., Leiden*. 284: 1-117.

Ng, P.K.L. and P. Naiyanater. 1995. *Pudaengon*, a new genus of terrestrial crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Potamidae) from Thailand and Laos with description of seven new species. *Raffles Bull. Zool.* 43(2): 355-376.

Ng, P.K.L. and P. Naiyanater. 1997. A revision of the genus *Siamthelphusa* Bott, 1968 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae) with descriptions of five new species from Thailand. *Jour. Nat. Hist.* 31: 1751-1784.

Suvatti, C. 1950. Fauna of Thailand. Dept. Fish, Bangkok, Thailand. pp. 132-177.

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์การแพร่กระจายของช้างป่า *(Elephas maximus* Linnaeus, 1758*)* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ

ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Application of GIS to the Analysis of the Distribution of the Elephant (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) at Phu Khieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province

Supagit Vinitpornsawan

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

The distribution of elephants at Phu Khieo Wildlife Sanctuary, Chaiyaphum Province was conducted using integrated techniques including field surveys, Remote Sensing and GIS. GPS locations and x-y coordinates of elephant sightings and signs from field surveys were the fundamental data. They were used to determine the environmental factors influencing elephant distributions. The goal was to estimate habitat suitability and distribution of elephants in each season.

Analysis of elephant distributions was conducted using a logistic Regression model. The seven factors used for analysis included forest type, stream, saltlick, ranger station, road, elevation and slope. It was found that in the dry season, 3 factors influenced the elephant distribution: saltlick, stream and slope. The model for independent and dependent variables was Y (dry) = 2.9758-0.0004 (saltlick) - 0.0576 (slope) - 0.0008 (stream). In the wet season, 4 factors influenced the distribution: saltlick, stream, slope and ranger station. The model for independent and dependent variables was Y (wet) = 6.8640 - 0.0004 (saltlick) - 0.0818 (slope) - 0.0021 (stream) - 0.0002 (ranger station). The 4 factors affecting the elephant distribution for the whole year were saltlick, slope, stream and road. The model for independent and dependent variables was Y (year) = 4.3146 - 0.0003 (saltlick) - 0.0576 (slope) - 0.0013 (stream) - 0.0001 (road). The percentages of model correction of the elephant distribution map in the dry season, wet season and the whole year were 90.450%, 94.827% and 87.45% respectively. These values indicate that the results were statistically acceptable. This means that the results of the study can be used for wildlife management and elephant conservation and human activity limitation. Moreover it will be a guideline for Phu Khieo Wildlife Sanctuary management.

Key words: geographic information system, distribution, elephant, Phukheio wildlife sanctuary

บทนำ

การศึกษาด้านสัตว์ป่าและการศึกษาถึงสภาพพื้นที่ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าในสภาพปัจจุบันนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นต่อการวางแผนและการจัดการพื้นที่อนุรักษ์ ไม่ว่าจะเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าหรืออุทยานแห่งชาติ เนื่องจากคุณลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัยและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ของพื้นที่ในแต่ละแห่งมีผลต่อการปรากฏ การกระจาย และความมากมายของสัตว์ป่าที่แตกต่างกัน การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับการสำรวจทางภาคสนามเพื่อศึกษาการกระจายของสัตว์ป่าและปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีพของสัตว์ป่า ได้แก่ แหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร แหล่งน้ำ และโป่ง เป็นต้น สิ่งเหล่านี้นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง (นริศ, 2540) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาถึงการกระจายของช้างป่าทั้งในช่วงหน้าแล้งและหน้าฝนในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ตลอดจนปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาวิเคราะห์และประมวลผลถึงอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมนั้นๆ ที่ส่งผลต่อการอยู่อาศัยและการกระจายของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยใช้เทคนิคทางสถิติในการสร้างแบบ

จำลองแบบการคาดการณ์ (Russell, 1992) เพื่อดูว่าข้อมูลปัจจัยใดมีความสัมพันธ์กับการคาดการณ์การกระจายของช้างป่า โดยจะเป็นการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศในการศึกษาทางด้านสัตว์ป่าตลอดจนเป็นแนวทางในการวิจัยสัตว์ป่าชนิดอื่นในพื้นที่ต่างๆ ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา คือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลต่อการเลือกใช้ถิ่นที่อยู่อาศัยและการกระจายของช้างป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว และศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับการตรวจสอบภาคพื้นดินในการตรวจสอบการกระจายของช้างป่า

วิธีการ

1. ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 16 ^{0} 5' เหนือ และเส้นแวงที่ 101^{0} 20' ถึง 101^{0} 55' ตะวันออก มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 1,573 ตารางกิโลเมตร หรือ 983,175 ไร่ (ธนู และกิตติ, 2540) สภาพภูมิอากาศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวจัดอยู่ในระบบกึ่งเขตร้อน (tropical savana cimate AW) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งพื้นที่ต่อปีประมาณ 1,100 มิลลิเมตร (สถานีน้ำฝนทุ่งกะมัง, 2543) ประกอบด้วยสังคมพืชที่มีความหลากหลายสูง สามารถจำแนกสังคมพืชได้เป็น 8 ชนิด คือ ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ ป่าสน ป่าไผ่ และทุ่งหญ้า (ธนู และกิตติ, 2540)

2. การสำรวจเก็บข้อมูล

ทำการสำรวจเก็บข้อมูลตำแหน่งของช้างป่าและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยแบ่งการสำรวจเป็น 2 ช่วง โดยพิจารณาตามลักษณะของปริมาณน้ำฝน คือ ฤดูแล้ง ระหว่างเดือนตุลาคม 2543 ถึงเดือนพฤษภาคม 2544 และฤดูฝน ระหว่างเดือนมิถุนายน 2544 ถึงเดือนกันยายน 2544 ทำการศึกษาการกระจายของช้างป่า โดยการวางแนวเส้นทางสำรวจ (line transect) และการสำรวจตามเส้นทาง (route side count) ในบริเวณพื้นที่ที่เลือกเป็นตัวแทนของป่าแต่ละชนิด โดยสำรวจเดือนละ 1 ครั้ง และการสำรวจแต่ละครั้งจะใช้เครื่องหาตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS receiver) ในการตรวจสอบค่าพิกัดบริเวณที่พบร่องรอยของช้างป่ารวมทั้งสำรวจปัจจัยพื้นฐานต่างๆ ที่คาดว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการกระจายของช้างป่า ได้แก่ ความสูง ความลาดชัน ถนน ชนิดป่า แหล่งน้ำ แหล่งโป่ง และที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า จากนั้นนำข้อมูลที่ได้บันทึกลงฐานข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 นำเข้าข้อมูลตำแหน่งพิกัดของช้างป่า โดยข้อมูลพิกัดช้างป่าที่ทำการสำรวจได้ในแต่ละฤดูกาลจะถูกทำการสุ่มเลือกตามระดับชั้นความสูงเพื่อจำแนกข้อมูลไว้สำหรับทำการวิเคราะห์ 80 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ รวมทั้งนำเข้าข้อมูลปัจจัยแวดล้อมพื้นฐานต่างๆ โดย software ARC/INFO และ ARCVIEW หลังจากนั้นทำการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลภายใต้แบบจำลองเชิงภาพ ทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ โดยการใช้หลักการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ logistic regression analysis แบบ forward stepwise ในการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมพื้นฐานต่างๆ แล้วจึงทำการแปลงข้อมูลของปัจจัยต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งการกระจายของช้างป่าเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ภายใต้แบบจำลองเชิงภาพ โดยกำหนดขนาดตารางกริดให้เท่ากับ 100×100 เมตร

3.2 ใช้หลักของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กำหนดพื้นที่ที่มีโอกาสที่ช้างกระจายอยู่ในระดับมาก ค่อนข้างมาก ปานกลาง น้อย น้อยมากหรือไม่พบ โดยการใช้สมการทางสถิติ logistic regression model (Hosmer and Lemeshaw, 1989) ดังสมการ $E(Y/X) = \beta 0 + \beta 1X$ จากนั้นค่าที่ได้จะถูกนำไปแทนค่าในสมการ

$$p(X) = \frac{e^{Y}}{1 + e^{Y}}$$

P(X) = ความน่าจะเป็นหรือค่าคาดหวังแบบมีเงื่อนไข

e = ln e

Y = ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

$Y = \beta 0 + \beta 1X$

ผลที่ได้จะแสดงในลักษณะของระดับการกระจายของช้างป่าที่จะมีโอกาสปรากฏ โดยผลที่ได้ในลักษณะนี้จะนำมาแบ่งระดับของการกระจายของช้างป่าได้ คือ มาก (P(X) = 0.8-1.0) ค่อนข้างมาก (P(X) = 0.6-0.8) ปานกลาง (P(X) = 0.4-0.6) น้อย (P(X) = 0.2-0.4) น้อยมากหรือไม่พบ (P(X) = 0-0.2)

3.3 ตรวจสอบความถูกต้องจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยการใช้ตำแหน่งพิกัดของช้างป่าที่ได้จากสำรวจและสุ่มเลือกมาเป็นตัวแทนในการตรวจสอบความถูกต้อง นำมาซ้อนทับกับแผนที่การกระจายของช้างป่าที่ได้ทำการวิเคราะห์และได้จัดชั้นข้อมูลไว้แล้ว หาสัดส่วนของจำนวนจุดที่ซ้อนทับอยู่ในชั้นข้อมูลที่พบการกระจายกับจุดที่ไม่ซ้อนทับอยู่ในชั้นข้อมูลที่พบการกระจายของช้างป่าทำการเปรียบเทียบและคำนวณเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง

ผลการวิจัย

1. หน้าแล้ง

1.1 พื้นที่อยู่อาศัยและการกระจายของช้างป่า

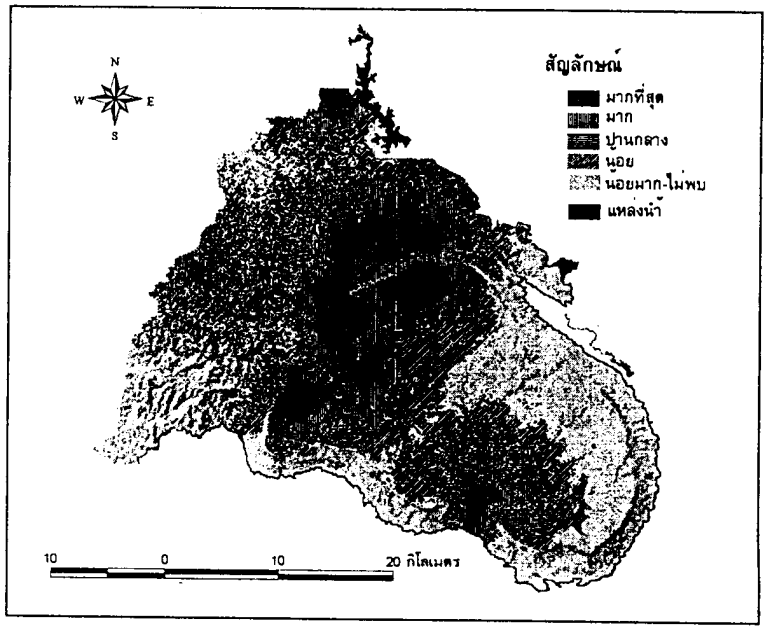
ฤดูแล้งพบช้างป่าหากินอยู่ไม่ไกลจากแหล่งน้ำต่างๆ ในบริเวณป่าดิบเขาและดิบแล้ง ช้างป่ามักเดินหากินวนเวียนในบริเวณใกล้ๆ แหล่งน้ำเพื่อใช้ทุกวัน พบการกระจายมากอยู่ในบริเวณกว้างตั้งแต่ตอนบนของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ตั้งแต่หน่วยพิทักษ์ป่าพรมโซ่ง และพื้นที่ตอนบนใกล้เขื่อนจุฬาภรณ์ จนกระทั่งบริเวณตอนกลางของพื้นที่ซึ่งมีแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์กระจายอยู่ทั่วไป รวมทั้งพื้นที่บริเวณถ้ำครอบ น้ำตกบัวขาวซึ่งมีพืชพันธุ์ที่เป็นอาหารหลายชนิดและมีความอุดมสมบูรณ์และชุ่มชื้นตลอดทั้งปี

1.2 การจัดชั้นข้อมูลการกระจายของช้างป่า เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการกระจายของช้างป่าในช่วงหน้าแล้งพบว่ามีผล 3 ปัจจัย คือ โป่ง ความลาดชันของพื้นที่ และแหล่งน้ำ ซึ่งมีอิทธิพลต่อการกระจายและการเลือกใช้พื้นที่ จากการวิเคราะห์นำมาเขียนในรูปแบบของสมการได้ดังนี้

$$Y\ (dry) = 2.9758 - 0.0004\ saltlick - 0.0576\ slope - 0.0008\ stream \qquad (R^2=0.52)$$

ผลที่ได้ภายหลังจากการจัดชั้นของข้อมูลการกระจายของช้างป่าในช่วงหน้าแล้ง ดังภาพที่ 1

เมื่อทำการจัดชั้นข้อมูลการกระจายของช้างป่าในช่วงฤดูแล้งและทำการตรวจสอบความถูกต้อง พบว่าร้อยละความถูกต้องของพื้นที่ที่ได้มีการจัดชั้นข้อมูลภาพไว้แล้วมีความถูกต้องร้อยละ 90.45 และพื้นที่ที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับชั้นต่างๆ ในช่วงหน้าแล้งสามารถแสดงได้ในรูปแบบสัดส่วนและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับชั้นต่างๆ ได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1. ระดับชั้นต่างๆ ของการกระจายของช้างป่าในช่วงหน้าแล้ง

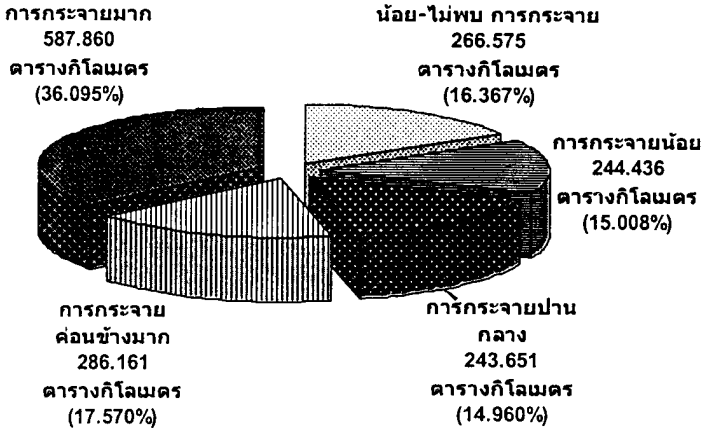
2. หน้าฝน

2.1 พื้นที่อยู่อาศัยและการกระจายของช้างป่า

ช้างป่าสามารถหาอาหารและมีการกระจายได้ในหลายพื้นที่ทั้งบริเวณป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรังและป่าไผ่ และพบว่าช้างป่ามีการกระจายมากอยู่ในบริเวณกว้างตั้งแต่ตอนบนของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ตั้งแต่หน่วย

พิทักษ์ป่าพรมโช้ง และพื้นที่ตอนบนใกล้เขื่อนจุฬาภรณ์ จนกระทั่งถึงบริเวณตอนกลางของพื้นที่ซึ่งมีแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์

2.2 การจัดชั้นข้อมูล เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการกระจายของช้างป่าในช่วงฤดูฝนพบว่ามีปัจจัยที่มีผลอยู่ 4 ปัจจัย คือ โป่ง ความลาดชันของพื้นที่ แหล่งน้ำ และหน่วยพิทักษ์ป่า ที่มีอิทธิพลต่อการกระจายและการเลือกใช้พื้นที่ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาเขียนในรูปแบบของสมการ ได้ดังนี้

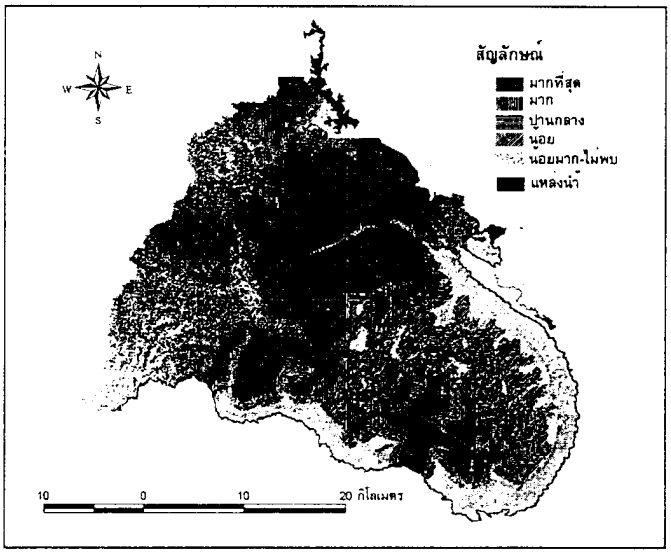


ภาพที่ 2. สัดส่วนและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับชั้นต่างๆ ในช่วงหน้าแล้ง

$$Y\ (wet) = 6.8640 - 0.0004\ saltlick - 0.0818\ slope - 0.0021\ stream - 0.0002\ ranger\ station \quad (R^2=0.72)$$

ผลที่ได้ภายหลังจากการจัดชั้นข้อมูลการกระจายตัวของช้างป่าในช่วงหน้าฝนดังภาพที่ 3

เมื่อทำการจัดชั้นข้อมูลการกระจายของช้างป่าในช่วงหน้าฝนและทำการตรวจสอบพบว่าร้อยละความถูกต้องของพื้นที่ที่ได้มีการจัดชั้นข้อมูลภาพไว้แล้วมีความถูกต้องร้อยละ 94.82 และพื้นที่ที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับชั้นต่างๆ ในช่วงหน้าฝนสามารถแสดงได้ในรูปแบบสัดส่วนและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับชั้นต่างๆ ได้ ดังภาพที่ 4



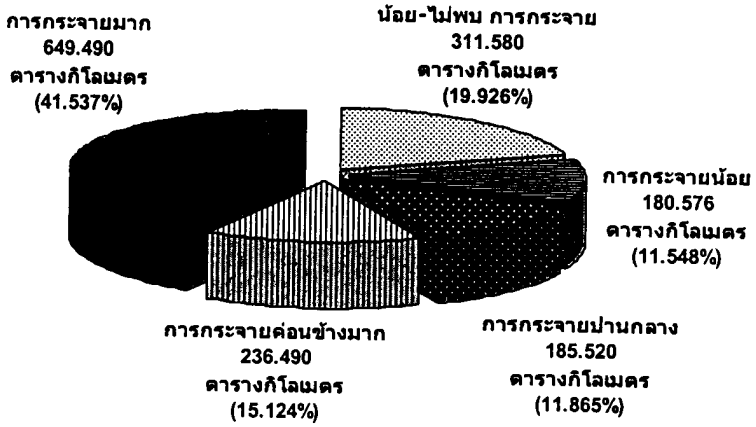
ภาพที่ 3. ระดับชั้นต่างๆ ของการกระจายของช้างป่าในช่วงหน้าฝน

3. ตลอดทั้งปี

3.1 พื้นที่อยู่อาศัยและการกระจายของช้างป่า

ช้างป่าสามารถหากินกระจายอยู่ได้ในหลายพื้นที่โดยเฉพาะบริเวณป่าดิบเขา นอกจากนั้นยังสามารถหากินในป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ป่าเบญจ-พรรณ และป่าไผ่ ในบางช่วงเวลา เนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของปัจจัยหลายๆ ด้านในบริเวณสังคมพืชป่าดิบเขารวมทั้งขนาดของสังคมพืชป่าดิบเขาซึ่งปกคลุมอยู่เป็น

บริเวณกว้างและคงความอุดมสมบูรณ์ พบว่ามีการกระจายมากอยู่ในบริเวณกว้างตั้งแต่ตอนบนของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว คือ ตั้งแต่หน่วยพิทักษ์ป่าพรมโซ้ง และพื้นที่ตอนบนใกล้เขื่อนจุฬาภรณ์ จนถึงบริเวณตอนกลางของพื้นที่ซึ่งมีแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์ตลอดจนบริเวณตอนล่างบางส่วนที่ยังคงสภาพป่าและแหล่งน้ำที่สมบูรณ์ไว้อยู่



ภาพที่ 4. สัดส่วนและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับชั้นต่างๆ ในช่วงหน้าฝน

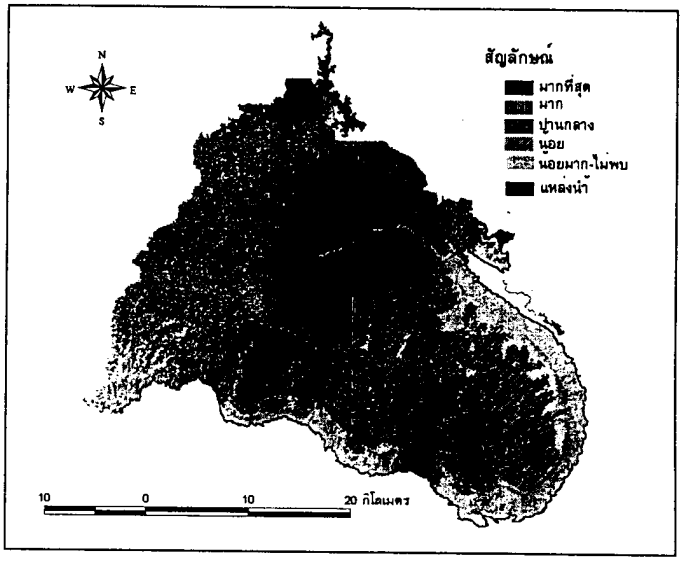
3.2 การจัดชั้นข้อมูล เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการกระจายของช้างป่าตลอดทั้งปีพบว่ามี 4 ปัจจัย คือ โป่ง ความลาดชันของพื้นที่ แหล่งน้ำ และถนน ที่มีอิทธิพลต่อการกระจายและการเลือกใช้พื้นที่ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาเขียนในรูปแบบของสมการ ได้ดังนี้

$$Y\ (year) = 4.3146 - 0.0003\ saltlick - 0.0576\ slope - 0.0013\ stream - 0.0001\ road \quad (R^2=0.44)$$

ผลที่ได้ภายหลังจากการจัดชั้นข้อมูลการกระจายตัวของช้างป่าตลอดทั้งปี ดังภาพที่ 5

เมื่อทำการจัดชั้นข้อมูลการกระจายของช้างป่าตลอดทั้งปีและตรวจสอบความถูกต้อง พบว่าร้อยละความถูกต้องของพื้นที่ที่ได้มีการจัดชั้นข้อมูลภาพไว้แล้วมีความถูกต้องร้อยละ 87.649 และพื้นที่ที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับชั้นต่างๆ ตลอดทั้งปี สามารถแสดงได้ในรูปแบบสัดส่วนและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับชั้นต่างๆ ได้ ดังภาพที่ 6

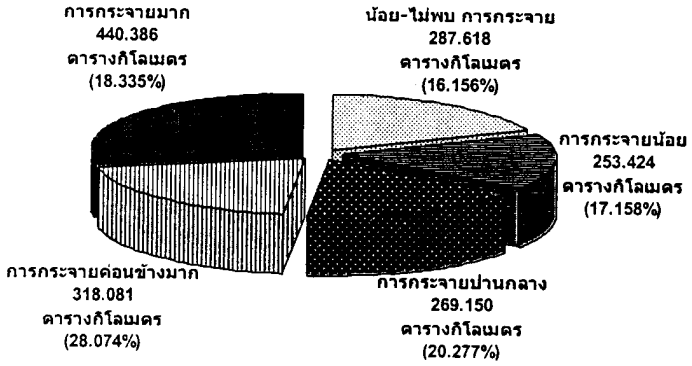
ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถเปรียบเทียบอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกระจายของช้างป่าได้ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 5. ระดับชั้นต่างๆ ของการกระจายของช้างป่าตลอดทั้งปีที่ได้จากการวิเคราะห์

4. ความเป็นไปได้ของการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การกระจายของช้างป่า จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า การนำเอาเทคนิคนี้มาใช้มีความเป็นไปได้และได้ผลอยู่ในระดับที่น่าพอใจ หากพิจารณาจากพื้นที่ที่ได้จัดระดับของการกระจายของช้างป่า พบว่าผลจากการคาดการณ์พื้นที่ที่คาดว่าจะพบการกระจายเมื่อนำข้อมูลตำแหน่งการกระจายของช้างป่าจากการสำรวจในภาคสนามนำมาตรวจสอบความถูกต้อง จากการซ้อนทับลงไปปรากฏว่าจุดที่ได้จากการสำรวจ 250 จุด นั้นส่วนใหญ่พบอยู่ในพื้นที่ที่ได้คาดการณ์ว่าพบการกระจายของช้างป่าในระดับค่อนข้างมาก คือ 232 จุด ค่าร้อยละของความถูกต้องอยู่ที่ 87.469 ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความถูกต้องของการใช้เทคนิคนี้ในการวิเคราะห์การกระจายของสัตว์ป่าว่าสามารถใช้ได้ผลดี และผลการวิเคราะห์เป็นที่น่าเชื่อถือ หากพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างช้างและปัจจัยแวดล้อมที่ได้ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน พบว่ามีความสอดคล้องกับการศึกษานิเวศวิทยาของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานีและตาก ของรองลาภซึ่งรายงานว่าแหล่งน้ำ และแหล่งโป่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกใช้พื้นที่อยู่อาศัยของช้างป่า โดยแหล่งน้ำและแหล่งโป่งนั้น ต้องสามารถรองรับการเข้ามาใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเพียง และมักจะอยู่ไม่ห่างไกลกันมากนัก



ภาพที่ 6. สัดส่วนและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับชั้นต่างๆ ตลอดทั้งปี

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการกระจายของช้างป่า

ปัจจัย	หน้าแล้ง	หน้าฝน	ตลอดปี
ชนิดป่า	ป่าดิบเขา	ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง	ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง
ความสูง (เมตร)	700 - 900	600 - 900	600 - 900
ความลาดชัน (ร้อยละ)	0-15	0-10	0-10
แหล่งน้ำ (ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (เมตร))	244.370	461.394	334.965
ถนน	พบการใช้ประโยชน์น้อย	ใช้เป็นเส้นทางในการหากิน	ใช้เป็นเส้นทางในการหากิน
แหล่งโป่ง (การใช้ประโยชน์)	เป็นบริเวณที่พบแหล่งโป่งขนาดใหญ่	เป็นบริเวณที่พบแหล่งโป่งขนาดใหญ่	เป็นบริเวณที่พบแหล่งโป่งขนาดใหญ่
หน่วยพิทักษ์ป่า (ระยะห่าง)	รัศมี 7 กิโลเมตร	รัศมี 5 กิโลเมตร	รัศมี 7 กิโลเมตร
พื้นที่คลอบคลุม (ตารางกิโลเมตร)	266.574	311.580	440.386

บทสรุป

การกระจายของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนจะอยู่อาศัยในป่าดิบเขาและป่าดิบแล้งมากกว่าป่าชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีสภาพความชุ่มชื้นและเป็นสังคมพืชที่เด่นที่สุดในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

ภูเขียว บริเวณที่พบการกระจายของช้างป่าในระดับปานกลางในช่วงฤดูแล้งพบบริเวณเส้นทางไปบึงมนและบึงแปน และพื้นที่ป่าดิบเขาในบริเวณเส้นทางไปสะพุงเหนือ ในช่วงฤดูฝนพบบริเวณตอนกลางบางส่วนและบริเวณฝั่งตะวันออก ซึ่งประกอบไปด้วยสังคมพืชหลายชนิดที่เป็นแหล่งน้ำและแหล่งอาหารที่ดีแก่ช้างป่า บริเวณที่พบการกระจายน้อยและไม่พบร่องรอยในช่วงของการสำรวจเก็บข้อมูลเลยทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน มักพบบริเวณที่อยู่โดยรอบพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศที่สูงชัน ประกอบกับมีการกระจายของหน่วยพิทักษ์ป่าต่างๆ อยู่โดยรอบ จากข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบพื้นฐานของตัวแบบการถดถอยโลจิสติค (logistic regression model) พบว่าในช่วงหน้าแล้งมี 3 ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของช้างป่า คือ แหล่งโป่ง แหล่งน้ำ และความลาดชัน ส่วนช่วงหน้าฝนพบว่ามี 4 ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายของช้างป่า คือ แหล่งโป่ง แหล่งน้ำ ความลาดชัน และหน่วยพิทักษ์ป่า เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยที่มีต่อการกระจายของช้างป่าตลอดทั้งปีพบว่ามี 4 ปัจจัย คือ โป่ง ความลาดชันของพื้นที่ แหล่งน้ำ และถนน จากการศึกษาพบว่าช้างป่ามีความสัมพันธ์กับปัจจัย keystone resources เช่น แหล่งน้ำ แหล่งดินโป่ง และพืชอาหาร เป็นต้น ซึ่งพบอยู่ตามที่ราบริมแหล่งน้ำ ปัจจุบันพื้นที่คุณลักษณะดังกล่าวถูกมนุษย์เข้ายึดครอง การอนุรักษ์ช้างป่าให้คงอยู่ต้องรักษาพื้นที่เหล่านี้ไว้ให้ได้ นอกจากนั้นการคุ้มครองรักษาพื้นที่ธรรมชาติให้มีขนาดใหญ่และกว้างเพียงพอต่อการดำรงชีพของช้างป่าย่อมเกิดผลดีต่อการอนุรักษ์สัตว์ป่าอื่นๆ เช่น กระทิง วัวแดง กวางป่า และสัตว์กินพืชอื่นๆ ตามไปด้วย และจากเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาการกระจายของช้างป่านั้นพบว่า หากต้องใช้การสำรวจในลักษณะเช่นเดียวกันนี้กับช้างป่าในพื้นที่อื่นหรือสัตว์ป่าชนิดอื่น ควรมีการวางแผนศึกษาเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมทุกสภาพป่าและทุกปัจจัยที่คาดว่าจะเกี่ยวข้อง และนอกจากจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในภาคสนามมาวิเคราะห์แล้ว หากมีข้อมูลทางด้านนิเวศวิทยาอื่นๆ ที่เคยมีผู้ศึกษาวิจัยแล้ว เช่น ขนาดพื้นที่อยู่อาศัย (home range) หรือข้อมูลทางด้านนิเวศวิทยาของสัตว์ป่าชนิดที่เป็นเป้าหมายในพื้นที่อื่น ควรนำมาใช้ร่วมในการวิเคราะห์ด้วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้เทคนิคดังกล่าวให้มีความถูกต้อง และเพื่อให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด ดังนั้นควรมีการศึกษาเทคนิคและวิธีการรวมทั้งการพัฒนาเทคนิคนี้ร่วมกับการศึกษาทางด้านสัตว์ป่าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อเป้าหมายในการจัดการสัตว์ป่าให้สามารถดำรงอยู่ได้ตลอดไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.นริศ ภูมิภาคพันธ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.วันชัย อรุณประภารัตน์ และ ผศ.ดร.สุระ พัฒนเกียรติ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ คุณทศพร นาคนาเกร็ด หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ และเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ทุกท่านที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และการศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_345004

เอกสารอ้างอิง

ธนู หอระตะ และ กิตติ กรีติยุตานนท์. 2540. ความหลากชนิด แหล่งที่อยู่อาศัย และสถานการณ์ของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ. ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่าสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

นริศ ภูมิภาคพันธ์. 2540. เทคนิคการสำรวจทรัพยากรสัตว์ป่า. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สถานีน้ำฝนทุ่งกะมัง. 2543. รายงานปริมาณน้ำฝนประจำปี. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ชัยภูมิ. (อัดสำเนา)

Hosmer, D.W. and S. Lemeshaw. 1989. Applied logistic regression. John Wiley & Sons, New York. 307 pp.

Russell, G. 1992. The ABCs of GIS: An introduction to geographic information systems. *J. For.* 90: 65-70.

ความหลากชนิดและถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน ในอุทยานแห่งชาตินำ้ตกพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี

ณรงค์ฤทธิ์ ศุขปราการ[1] และ จารุจินต์ นภีตะภัฏ[2]

[1]กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เลขที่ 61 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

Abstract: Species Diversity and Habitats of Amphibians and Reptiles at Namtok Phliu National Park, Chanthaburi Province

Narongrit Sukprakarn[1] and Jarujin Nabhitabhata[2]

[1]National Park, Wildlife and Plant Conservation Department, 61 Phahonyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, [2]National Science Museum, Technopolis, Klong 5, Klong Luang, Pathumthani 12120

This species diversity study was carried out in 3 habitat types: moist evergreen forest (3 sites); rubber plantation with evergreen succession of moist evergreen forest community (1 site); and rubber plantation (1 site). It revealed 22 amphibian species, which were classified into 2 orders, 5 families and 15 genera, and 57 reptile species, which were classified in 2 order, 12 families and 43 genera, giving a grand total of 79 species. Comparisons of individual numbers, species numbers and diversity indices of amphibians among sites showed that the Namtok Makok site had the highest values of these parameters. Concerning the reptiles, Namtok Trong Nong Lang plots had the highest individual numbers, the rubber plantation had the highest species numbers and the highest diversity index was seen in the Namtok Makok plot. Comparison of the similarity indices of amphibians among habitat types indicated that the indices differed strongly among them, while those of reptiles were close to one another. Statistical analyses of individual numbers, species numbers and diversity indices of amphibians among seasons, revealed that individual numbers and species numbers of amphibians in the dry season were significantly different to those of the wet season; while the diversity indices were not significantly different at 0.05. The analyses of individual numbers, species numbers and diversity indices of reptiles among the seasons showed non-significant differences at 0.05. Dealing with the relationships between amphibians and environmental factors, it was found that individual numbers, species numbers and diversity indices showed positive relationships to monthly average temperatures, but negative to relative humidity and monthly average precipitation at a 0.05 significance level. The relationships between reptiles and environmental factors showed a negative relationship between individual numbers and average temperature, but positive relationship between species numbers and diversity indices and monthly average temperature at a significance level of 0.01. It was also found that there were negative relationships between species numbers and diversity indices and relative humidity and monthly average precipitation at a significance level of 0.05.

Key words: Namtok Phliu, Namtok Makok, Namtok Trong Nong Lang

บทนำ

ประชากรสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานที่ลดลงทั้งชนิดและจำนวนนั้น มีสาเหตุจากการสูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัย การนำสัตว์ต่างถิ่นเข้าพื้นที่ มลภาวะ การแพร่ของเชื้อโรค การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่ไม่ยั่งยืน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Alford and Richards, 1999; Gibbon et al., 2000) จากอดีตถึงปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง (ธงชัย, 2541; กรมป่าไม้, 2543) ทำให้จำนวนและชนิดของสัตว์ป่าลดลง การเปลี่ยนสภาพป่าธรรมชาติเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เพื่อการพัฒนารูปแบบอื่น เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ถนน และการตั้งถิ่นฐานของชุมชน ทำให้เกิดผลกระทบต่อชนิดและจำนวนของสัตว์ป่าซึ่งต้องปรับตัวในสิ่งแวดล้อมใหม่โดยเฉพาะ

ชนิดที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสมดุลของระบบนิเวศ นอกจากนี้การจัดการพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในปัจจุบัน เป็นลักษณะจัดการพื้นที่ที่ถูกตัดขาดจากป่าอนุรักษ์ผืนใหญ่ (fragmented conservation areas) เป็นผลให้ลดจำนวนของชนิดสัตว์ป่า (sampling Effect) ในพื้นที่ เนื่องจากอนุรักษ์เพียงเฉพาะแห่งเท่านั้น เกิดความอ่อนแอของพันธุกรรมจากการผสมพันธุ์ในกลุ่มประชากรขนาดเล็ก (small populations inbreeding) รวมไปถึงผลกระทบจากอิทธิพลของแนวขอบป่า (edge effects) กระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศในพื้นที่นั้น (ecological imbalances) (Harris, 1984; Norse et al., 1986)

อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว ในอดีตพื้นที่บางแห่งเคยเป็นสวนผลไม้และสวนยางพารา ปัจจุบันกลายเป็นสังคมป่าที่มีการทดแทน มียางพาราและไม้ผลเป็นไม้เด่น พื้นที่ถูกล้อมรอบด้วยพื้นที่เกษตรและชุมชนที่อยู่ห่างจากป่าอนุรักษ์แห่งอื่น จึงไม่มีการแลกเปลี่ยนสายพันธุ์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อการดำรงพันธุกรรม ปัจจุบันการจัดการพื้นที่แห่งนี้ยังขาดข้อมูลความหลากชนิดและสถานภาพประชากรสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศได้ (สวัสดิ์, 2543) รวมทั้งข้อมูลด้านความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและถิ่นที่อยู่อาศัย ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมต่อการปรากฏของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน ดังนั้นผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ในการอนุรักษ์สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน ทั้งในด้านอนุรักษ์ความหลากชนิดและถิ่นที่อาศัยเพื่อเป็นแหล่งรวมพันธุกรรมและรักษาสมดุลของระบบนิเวศ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความหลากชนิดในแต่ละถิ่นที่อยู่อาศัย รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในถิ่นที่อยู่อาศัยตามฤดูกาล ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัว จำนวนชนิด และดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพกับปัจจัยแวดล้อม

วิธีการ

1. การวางแปลงทดลอง

คัดเลือกพื้นที่ศึกษาในสังคมพืชป่าดิบชื้น สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น และในสวนยางพารา จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L 7017 ระวาง 5434 II, 5434 III, 5433 I และ 5433 IV โดยวางแปลงขนาด 50 X 50 เมตร รวม 24 แปลง โดยฝังหลุมดักสัตว์ ในแต่ละแปลงๆ ละ 5 หลุม พร้อมติดตั้งมุ้งตาข่ายสีฟ้า ในบริเวณดังนี้

1.1 ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน จำนวน 3 แปลง

1.2 ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง จำนวน 5 แปลง

1.3 ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก จำนวน 4 แปลง

1.4 สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น จำนวน 8 แปลง

1.5 สวนยางพารา จำนวน 4 แปลง

2. การสำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน

สำรวจเวลากลางวันและกลางคืน โดยวิธี Road Sampling ตามถนน ตามลำธารในบริเวณน้ำตกคลองนารายณ์ และในแปลงตัวอย่างตามข้อ 1. ตามพื้นป่า โคนต้นไม้ โพรงไม้ ใต้ขอนไม้ ในพูพอน ลำต้น เปลือกไม้ และซอกหิน นับจำนวนชนิด จำนวนตัว วัดขนาด ชั่งน้ำหนัก และถ่ายภาพ

3. จำแนกชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน

ตามหลักของ Taylor (1962, 1963, 1965), Nutaphand (1979), Cox (1991), Cox et al. (1998) และหนังสือที่เกี่ยวข้อง เช่น งูพิษในประเทศไทย (ไพบูลย์ และลาวัณย์, 2539) เปรียบเทียบตัวอย่างจากภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ความชุกชุม (abundance)

4.2 ความถี่ (frequency)

4.3 การปรากฏ (appearance)

4.4 เปรียบเทียบจำนวนตัว จำนวนชนิด ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (diversity index) ระหว่างปัจจัยแวดล้อมโดยโปรแกรม SPSS (กัลยา, 2545)

5. สถานที่ทำการศึกษา

อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้วมีเนื้อที่ประมาณ 134.5 ตารางกิโลเมตร หรือ 84,062.5 ไร่ อยู่ทางภาคตะวันออก ละติจูด 12 องศา 38 ลิปดา ถึง 12 องศา 28 ลิปดาเหนือ และลองติจูด 102 องศา 10 ลิปดา ถึง 102 องศา 16 ลิปดาตะวันออก พื้นที่เป็นเทือกเขาสูงที่ซับซ้อน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางในช่วง 20 - 924 เมตร ค่อยๆ ลาดลงทางทิศใต้ มีที่ราบแคบๆ ทั่วไปตามไหล่เขา สภาพป่าเป็นป่าดิบชื้น มีลำห้วยที่มีน้ำตลอดปี ได้รับการประกาศให้เป็นอุทยานแห่งชาติเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2525

สภาพภูมิอากาศ มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้เกิดฤดูหนาว ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ทำให้เกิดฤดูฝน และในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนจะเป็นฤดูร้อน ข้อมูลสถานีตรวจวัดอากาศเกษตรพลิ้ว จันทบุรี คาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514-2543) ปริมาณฝนเฉลี่ย 3,150.7 มม./ปี อุณหภูมิเฉลี่ย/ปี 27.1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย/ปี 78 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

1. ชนิดและปริมาณของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน

พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานรวม 66 ชนิด เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวน 19 ชนิด จาก 1 อันดับ 5 วงศ์ และ 14 สกุล สัตว์เลื้อยคลานจำนวน 47 ชนิด จาก 2 อันดับ 11 วงศ์ และ 38 สกุล รวมสำรวจนอกแปลงตัวอย่าง ทำให้พบจำนวนชนิดทั้งสิ้น 79 ชนิด จาก 4 อันดับ 17 วงศ์ และ 58 สกุล โดยแยกเป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 22 ชนิด จาก 2 อันดับ 5 วงศ์ และ 15 สกุล สัตว์เลื้อยคลานจำนวน 57 ชนิด จาก 2 อันดับ 12 วงศ์ และ 43 สกุล (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานตามถิ่นที่อยู่อาศัย

ถิ่นที่อยู่อาศัย	สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก			สัตว์เลื้อยคลาน		
	วงศ์	จำนวนชนิด	จำนวนตัว	วงศ์	จำนวนชนิด	จำนวนตัว
ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน	4	4	64	7	24	229
ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง	5	10	105	7	27	460
ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก	4	15	265	8	27	284
สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น	5	11	109	8	30	411
สวนยางพารา	4	15	151	6	34	423

2. ความชุกชุม ความถี่ และการปรากฏของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน

จัดกลุ่มความชุกชุม ความถี่ และการปรากฏได้ 3 กลุ่ม จากมากไปหาน้อยตามถิ่นที่อยู่อาศัย ดังนี้

2.1 **ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน**

1) กลุ่มที่มีความชุกชุมมาก ได้แก่ ตุ๊กแกป่าตะวันออก จิ้งเหลนดินจุดดำ จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ และปาดแคระป่า

2) กลุ่มที่มีค่าร้อยละความถี่มาก ได้แก่ อึ่งกรายจันทบุรี ปาดแคระป่า ตุ๊กแกป่าตะวันออก กิ้งก่าแก้ว กิ้งก่าเขาหนามสั้น จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ จิ้งเหลนภูเขาอินเดีย และจิ้งเหลนดินจุดดำ

3) กลุ่มที่มีค่าการปรากฏมาก ได้แก่ จิ้งเหลนดินจุดดำ ปาดแคระป่า จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ และตุ๊กแกป่าตะวันออก

2.2 ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง

1) กลุ่มที่มีความชุกชุมมาก ได้แก่ จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ ตุ๊กแกป่าตะวันออก จิ้งเหลนดินจุดดำ กิ้งก่าแก้ว จิ้งเหลนบ้าน และจิ้งเหลนภูเขาเกล็ดเรียบ

2) กลุ่มที่มีค่าร้อยละความถี่มาก ได้แก่ คางคกบ้าน ปาดแคระป่า ตุ๊กแกป่าตะวันออก จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ กิ้งก่าบินปีกลาย กิ้งก่าแก้ว จิ้งเหลนบ้าน จิ้งเหลนดินจุดดำ จิ้งเหลนเรียวท้องเหลือง งูหมอก จิ้งเหลนภูเขาเกล็ดเรียบ ตุ๊กแกบ้าน และจิ้งจกหางเรียบ

3) กลุ่มที่มีค่าการปรากฏมาก ได้แก่ จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ จิ้งเหลนดินจุดดำ ตุ๊กแกป่าตะวันออก ปาดแคระป่า กิ้งก่าแก้ว จิ้งเหลนภูเขาเกล็ดเรียบ และจิ้งเหลนบ้าน

2.3 ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก

1) กลุ่มที่มีความชุกชุมมาก ได้แก่ ปาดแคระป่า อึ่งข้างดำ อึ่งปุ่ม ตุ๊กแกป่าตะวันออก และกิ้งก่าแก้ว

2) กลุ่มที่มีค่าร้อยละความถี่มาก ได้แก่ เขียดตะปาดอินโดจีน ปาดแคระป่า คางคกบ้าน อึ่งข้างดำ อึ่งปุ่ม อึ่งหลังจุด อึ่งอ่างบ้าน จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ ตุ๊กแกป่าตะวันออก จิ้งจกหางเรียบ กิ้งก่าแก้ว กิ้งก่าบินปีกลาย จิ้งเหลนดินจุดดำ จิ้งเหลนเรียวท้องเหลือง และจิ้งเหลนหลากลาย

3) กลุ่มที่มีค่าการปรากฏมาก ได้แก่ เขียดหลังปุ่มที่ราบ อึ่งหลังจุด คางคกบ้าน ปาดแคระป่า อึ่งข้างดำ และจิ้งเหลนเรียวท้องเหลือง จิ้งเหลนดินจุดดำ จิ้งเหลนเรียวท้องเหลือง จิ้งเหลนภูเขาเกล็ดเรียบ และจิ้งเหลนหลากลาย

2.4 สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น

1) กลุ่มที่มีความชุกชุมมาก ได้แก่ จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ ตุ๊กแกป่าตะวันออก จิ้งเหลนดินจุดดำ จิ้งเหลนลาย จิ้งเหลนเรียวท้องเหลือง จิ้งเหลนภูเขาเกล็ดเรียบ จิ้งเหลนบ้าน กิ้งก่าบินปีกลาย กิ้งก่าแก้ว กบอ่องใหญ่ และเขียดตะปาดอินโดจีน

2) กลุ่มที่มีค่าร้อยละความถี่มาก ได้แก่ กบอ่องใหญ่ เขียดตะปาดอินโดจีน จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ กิ้งก่าแก้ว กิ้งก่าบินปีกลาย จิ้งเหลนเรียวท้องเหลือง ตุ๊กแกป่าตะวันออก จิ้งเหลนดินจุดดำ จิ้งเหลนบ้าน และจิ้งเหลนลาย

2.5 สวนยางพารา

1) กลุ่มที่มีความชุกชุมมาก ได้แก่ คางคกบ้าน กบอ่องใหญ่ เขียดตะปาดอินโดจีน กิ้งก่าหัวแดง จิ้งเหลนภูเขาเกล็ดเรียบ จิ้งเหลนบ้าน ตุ๊กแกบินหางหยัก และจิ้งเหลนห้วยเขมร

2) กลุ่มที่มีค่าร้อยละความถี่มาก ได้แก่ คางคกบ้าน ปาดแคระป่า เขียดตะปาดอินโดจีน อึ่งข้างดำ อึ่งหลังจุด ปาดจิ๋วลายแต้ม อึ่งปุ่ม กบอ่องใหญ่ จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ กิ้งก่าหัวแดง ตุ๊กแกบินหางหยัก จิ้งเหลนบ้าน จิ้งเหลนลาย กิ้งก่าแก้ว จิ้งเหลนหลากลาย จิ้งเหลนห้วยเขมร จิ้งเหลนเรียวท้องเหลือง กิ้งก่าบินปีกส้ม กิ้งก่าบินปีกลาย และงูสายสาบเขียวขวั้นดำ

3) กลุ่มที่มีค่าการปรากฏมาก ได้แก่ กิ้งก่าแก้ว จิ้งจกนิ้วยาวจันทบูรณ์ กิ้งก่าบินปีกลาย และจิ้งเหลนภูเขาเกล็ดเรียบ

3. ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเท่ากับ 2.358 และพบว่าป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอกมีค่ามากที่สุด 2.255 รองลงมา คือ สวนยางพารา 2.254 สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น 2.174 ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง 1.367 และป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน 0.384 ตามลำดับ

4. ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์เลื้อยคลาน

ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์เลื้อยคลานในอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี มีค่าเท่ากับ 2.799 และพบว่า ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก มีค่ามากที่สุด 2.56 รองลงมา คือ สวนยางพารา 2.549 สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น 2.489 ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง 2.343 และป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน 2.090 ตามลำดับ

5. เปรียบเทียบจำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

จำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีจำนวนตัวมากกว่าป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง และสวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น (ตารางที่ 2) เพราะป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอกใกล้แหล่งความชื้นจากอ่างเก็บน้ำและลำธารน้ำตกมะกอก สภาพพื้นที่เป็นที่ราบ ทำให้สามารถพบตัวสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกได้แม้ในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากสภาพพื้นที่ยังคงรักษาความชื้นได้ดี สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น มีจำนวนตัวมากกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน เพราะป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบนอยู่ไกลจากแหล่งน้ำ สภาพพื้นที่มีความชัน จึงพบแต่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่เป็นสัตว์บกเท่านั้น ดังนั้น จำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในถิ่นที่อยู่อาศัยต่างๆ และการปรากฏตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความชื้นและความทนทานต่อความแห้งแล้ง จึงต้องอยู่อาศัยบริเวณใกล้แหล่งน้ำ (Porter, 1972)

ตารางที่ 2. ค่า Significant ของการเปรียบเทียบจำนวนตัวสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก โดย Two – Independent Sample Test วิธี Mann-Whitney U test

สังคมพืช	ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง	ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก	สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น	สวนยางพารา
ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน	.655	.032*	.041*	.858
ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง	-	.014*	.143	.327
ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก	-	-	.006**	.146
สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น	-	-	-	.05

หมายเหตุ: * หมายถึง significant ที่ระดับนัยสำคัญ .05
** หมายถึง significant ที่ระดับนัยสำคัญ .01

จากตารางที่ 3 สวนยางพารากับทุกสังคมพืช (P<0.05, Man) มีปัจจัยที่เป็นแหล่งดูดซับความร้อน เพราะชั้นเรือนยอดของไม้ยางพาราไม่แน่นทึบเท่ากับบริเวณอื่น ปริมาณแสงแดดที่ส่องถึงพื้นป่ามากกว่า จึงทำให้สัตว์เลื้อยคลานบางชนิด เช่น จิ้งเหลนบ้าน จิ้งเหลนหลากลาย กิ้งก่าหัวแดง เป็นต้น ออกมาจากที่หลบซ่อนมากขึ้นทำให้ในแต่ละชนิดมีจำนวนตัวมาก เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่อยู่อาศัยอื่นๆ ที่มีจำนวน

ตารางที่ 3. ค่า Significant ของการเปรียบเทียบจำนวนตัวสัตว์เลื้อยคลาน Two – Independent Sample Test วิธี Mann-Whitney U test

สังคมพืช	ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง	ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก	สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น	สวนยางพารา
ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน	.025*	.858	.065	.034*
ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง	-	.019*	.003**	.027*
ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก	-	-	.087	.021*
สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น	-	-	-	.006**

หมายเหตุ: * หมายถึง significant ที่ระดับนัยสำคัญ .05
** หมายถึง significant ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอกกับป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง (P<0.05, Man) ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่างกับสวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น (P<0.01, Man) และป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่างกับป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน (P<0.05, Man)

จำนวนตัวของสัตว์เลื้อยคลานที่ปรากฏตัวในถิ่นที่อยู่อาศัยต่างๆ มีผลมาจากอุณหภูมิของตัวสัตว์เลื้อยคลานที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม และต้องพึ่งพาแหล่งความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเพื่อการปรับอุณหภูมิภายในตัวรับความร้อนโดยการผึ่งแดดและการเหนี่ยวนำจากสิ่งแวดล้อมที่สัตว์อาศัยอยู่ (Porter, 1972)

7. เปรียบเทียบจำนวนชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

จำนวนชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบใน 5 สังคมพืชมีจำนวนแตกต่างกัน ในป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอกมีจำนวนชนิดมากที่สุด (15 ชนิด) รองลงมา ได้แก่ สวนยางพารา (14 ชนิด) สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น (11 ชนิด) ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง (10 ชนิด) และป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน (4 ชนิด) ตามลำดับการวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางที่ 4) ดังนี้

ตารางที่ 4. ค่า Significant ของการเปรียบเทียบจำนวนชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก Two – Independent Sample Test วิธี Mann-Whitney U test

สังคมพืช	ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง	ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก	สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น	สวนยางพารา
ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน	.167	.026*	.028*	.028*
ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง	-	.014*	.331	.046*
ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก	-	-	.008**	.108
สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น	-	-	-	.087

หมายเหตุ: * หมายถึง significant ที่ระดับนัยสำคัญ .05
** หมายถึง significant ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05, Man) กับป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบนและป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง มีจำนวนชนิดมากกว่า เนื่องจากสภาพพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำอ่างเก็บน้ำมะกอก ทำให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีกิจกรรมได้ตลอดทั้งปี ขณะที่ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน เป็นบริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่าและมีความลาดชันมาก ถึงแม้ว่าลำธารน้ำตกตรอกนองเป็นลำธารที่มีน้ำไหลตลอดปีก็ตาม บริเวณริมลำธารมีความลาดชันมาก ชนิดที่พบในป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนอง เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่เป็นสัตว์บกเท่านั้น

สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05, Man) กับป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน เพราะมีจำนวนชนิดมากกว่า เนื่องจากสวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบ มีความลาดชันน้อยกว่า และอยู่ใกล้แหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังมีถิ่นที่อาศัยที่หลากหลายเช่น โพรงไม้ที่มีน้ำขังซึ่งเป็นแหล่งวางไข่ของปาดตะปุ่มจันทบุรี หรือเขียดตะปาดอินโดจีน เป็นต้น

สวนยางพารามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01, Man) กับป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบนและน้ำตกตรอกนองล่าง เพราะมีจำนวนชนิดมากกว่า เนื่องจากสวนยางพารามีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบ มีลำธารที่มีน้ำไหลตลอดปี จึงเป็นแหล่งรวมของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก นอกจากนี้สภาพพื้นที่ที่เปิดโล่ง ทำให้มองเห็นตัวสัตว์ได้ง่าย โอกาสในการพบจึงมีมากไปด้วย

8. เปรียบเทียบจำนวนชนิดของสัตว์เลื้อยคลาน

จำนวนตัวของสัตว์เลื้อยคลานที่พบใน 5 สังคมพืชมีจำนวนแตกต่างกัน ในสวนยางพารามีจำนวนชนิดมากที่สุด (32 ชนิด) สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น (30 ชนิด) ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก (27 ชนิด) ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง (27 ชนิด) และป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน (24 ชนิด) การวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิดสัตว์เลื้อยคลานของทุกสังคมพืชแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงพบสัตว์เลื้อยคลานได้ในทุกพื้นที่ เพราะสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลจากแหล่งน้ำ (Porter, 1972)

9. จำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกับฤดูกาล

จำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน สวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น และสวนยางพารา มีความสัมพันธ์กับฤดูกาล โดยในฤดูฝนพบจำนวนตัวมากกว่าในฤดูแล้ง ส่วนป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง และป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก มีจำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในช่วงฤดูแล้งมากกว่า เป็นเพราะในป่าดิบชื้นมีถิ่นอาศัยเฉพาะของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เช่น ขอนไม้ พูพอนของต้นไม้ใหญ่ ใต้ซอกหิน ใต้เศษไม้ใบไม้ ในโพรงไม้ ฯลฯ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีความชื้น ชนิดที่พบได้แก่ อึ่งปุ่ม อึ่งข้างดำ และอึ่งหลังจุด

จำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในฤดูแล้งแตกต่างจากฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P< 0.01, Ken) สอดคล้องกับ Leutscher (1963) เพราะสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกส่วนใหญ่มักหลบซ่อนตัวในที่มีความชื้น เช่น ตามใต้ขอนไม้ ก้อนหิน และเศษใบไม้ เขียดตะปาดอินโดจีน และปาดลายเลอะอิสานนั้น พบในบริเวณถิ่นอาศัยเฉพาะที่เป็นแหล่งน้ำขนาดเล็ก ส่วนปาดแคระป่าพบจำนวนค่อนข้างมากในป่าดิบชื้นตลอดทั้งสองฤดู และในช่วงฤดูฝนนั้น การมองเห็นหรือพบตัวสัตว์ในป่าดิบชื้นเป็นไปได้น้อย

10. จำนวนชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกับฤดูกาล

จำนวนชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในฤดูฝนมีจำนวนมากกว่าในฤดูแล้งในป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง และสวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น ส่วนในป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอกและสวนยางพารา มีจำนวนชนิดที่พบในฤดูแล้งเท่ากับจำนวนชนิดที่พบในฤดูฝน เพราะในฤดูแล้งตามพื้นของป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก และสวนยางพารา ยังคงมีความชื้นอยู่ตามใต้ขอนไม้ พูพอน และใต้ก้อนหิน ซึ่งพบอึ่งปุ่ม อึ่งหลังอึ่งข้างดำ ตามขอนไม้ และตามพื้นป่า

การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดที่พบในฤดูแล้งแตกต่างจากฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P< 0.01, Ken) เนื่องจากปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมและการดำรงชีวิต เห็นได้จากในช่วงที่ไม่มีฝนตก อุณหภูมิอากาศสูง และความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างต่ำ พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวนน้อยมาก เพราะหลบซ่อนตัวอยู่ในโพรงหรือรอยแยกของดินที่มีความชื้น เมื่อถึงฤดูฝนซึ่งมีความชื้นสูงขึ้นจึงพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมากขึ้นทั้งจำนวนชนิดและจำนวนตัว (สิริลักษณ์, 2527; ศรีวรรณ, 2534)

11. ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกับฤดูกาล

ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบน ป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองล่าง และในสวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น ในฤดูฝนมีค่ามากกว่าฤดูแล้ง เพราะช่วงฤดูฝน สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกอาศัยอยู่ทั่วไป เนื่องจากสภาพพื้นที่มีความชื้นเหมาะสม ครั้นเมื่อถึงฤดูแล้งสัตว์จะเคลื่อนย้ายไปหาแหล่งน้ำหรือบริเวณที่มีความชื้น การสำรวจจึงพบได้น้อยทั้งชนิดและจำนวนตัว ทำให้ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพในช่วงฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่า ส่วนในป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก และสวนยางพารามีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพในช่วงฤดูแล้งมากกว่าในฤดูฝน เป็นเพราะสภาพพื้นป่าที่ยังคงมีความชื้น ทำให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เข้ามาใช้พื้นที่ดังกล่าวมากทั้งชนิดและจำนวนตัว

12. จำนวนตัวของสัตว์เลื้อยคลานกับฤดูกาล

จำนวนตัวของสัตว์เลื้อยคลานมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล โดยมีจำนวนตัวมากในฤดูแล้ง และน้อยในฤดูฝน เพราะอุณหภูมิที่สูงในช่วงฤดูแล้ง ทำให้สัตว์เลื้อยคลานออกมาปรากฏตัวมาก อุณหภูมิที่สูงช่วยยกอุณหภูมิในตัวสัตว์ ทำให้การเคลื่อนไหวร่างกายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มองหาสัตว์ได้ง่าย ทำให้พบจำนวนมากกว่า การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของสัตว์เลื้อยคลานในฤดูแล้งกับฤดูฝนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.10, Paired – Sample T Test)

13. จำนวนชนิดของสัตว์เลื้อยคลานกับฤดูกาล

จำนวนชนิดของสัตว์เลื้อยคลาน มีความสัมพันธ์กับฤดูกาลตอบสนองต่อจำนวนชนิดไม่เท่ากัน ในฤดูฝนมีจำนวนชนิดน้อยกว่าในฤดูแล้ง ซึ่งเป็นไปตามที่ Zug (1993) ได้กล่าวไว้ว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยทางกายภาพในนิเวศของสัตว์เลื้อยคลาน การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า จำนวนชนิดของสัตว์เลื้อยคลานในฤดูแล้งแตกต่างจากฤดูฝนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05, Ken)

14. ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพในสัตว์เลื้อยคลานกับฤดูกาล

ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์เลื้อยคลาน ในป่าดิบชื้นน้ำตกตรอกนองบนและสวนยางพารา พบว่าในฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 1.865 และ 2.498 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าในฤดูฝนเป็นเพราะสัตว์เลื้อยคลานต้องพึ่งพาแหล่งความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเพื่อปรับอุณหภูมิภายในตัว โดยได้รับความร้อนด้วยการผึ่งแดดและโดยการเหนี่ยวนำจากสิ่งแวดล้อมที่สัตว์อาศัยอยู่ (Porter, 1972) ช่วงฤดูแล้ง สัตว์เลื้อยคลานสามารถเหนี่ยวนำความร้อนได้ตลอดทั้งวัน ขณะที่ฤดูฝนจะได้รับความร้อนจากแสงแดดและสิ่งแวดล้อมเฉพาะช่วงที่มีแสงแดดเท่านั้น ส่วนในป่าธรรมชาติน้ำตกตรอกนองล่าง ป่าดิบชื้นน้ำตกมะกอก และสวนยางพาราที่มีการทดแทนของสังคมพืชป่าดิบชื้น ในฤดูแล้งมีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเท่ากับ 2.286, 2.417 และ 2.385 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าในฤดูฝน อาจเป็นเพราะในฤดูฝนสภาพอากาศมีเมฆมืดครึ้ม สภาพป่ารกทึบ พื้นป่ามีเศษใบไม้กิ่งไม้แห้งจำนวนมาก จึงทำให้การค้นหาตัวสัตว์ทำได้ยาก การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์เลื้อยคลานในฤดูแล้งกับฤดูฝนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05, Paired-Sample T Test) นั่นคือ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ไม่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมและการดำรงชีวิตของสัตว์เลื้อยคลาน เพราะสามารถพบสัตว์เลื้อยคลานได้ตลอดทั้งปี (สิริลักษณ์, 2527; ศรีวรรณ, 2543)

15. ความสัมพันธ์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกับปัจจัยแวดล้อม

ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนกับจำนวนตัว จำนวนชนิด และดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ โดย Spearman Correlation ผลการทดสอบมีดังนี้ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5. ค่า Correlation Coefficient โดย Spearman ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกับปัจจัยแวดล้อม

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)		
	อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน
จำนวนตัว	.655*	.526	.587*
จำนวนชนิด	.627*	.329	.421
ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ	.648*	.342	.371

หมายเหตุ: * หมายถึง significant ที่ระดับนัยสำคัญ .05

15.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวกับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน พบว่า มีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ค่า r = .655

15.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน พบว่า มีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทิศทางเดียวกัน ค่า r = .627

15.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพกับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน พบว่า มีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทิศทางเดียวกัน ค่า r = .648

15.4 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวกับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน พบว่า มีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทิศทางเดียวกัน ค่า r = .587

16. ความสัมพันธ์ของสัตว์เลื้อยคลานกับปัจจัยแวดล้อม

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจำนวนตัว จำนวนชนิด และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์เลื้อยคลานที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้ Spearman Correlation ผลการทดสอบดังนี้ (ตารางที่ 6)

16.1 จำนวนตัวไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน และปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน

16.2 จำนวนชนิดมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน และปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน

16.3 ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนอย่างมีนัยสำคัญ

16.4 จำนวนชนิด และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่จำนวนตัว จำนวนชนิด และดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพไม่สัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน

16.5 อุณหภูมิมีผลต่อกิจกรรมการดำรงชีวิตของสัตว์เลื้อยคลาน เนื่องจากอุณหภูมิร่างกายเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม อากาศเย็นสัตว์เลื้อยคลานจะลดระดับของกิจกรรมลง จึงพบตัวสัตว์เลื้อยคลานได้น้อย สอดคล้องกับ Zug (1993) ที่กล่าวว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยทางกายภาพในนิเวศของสัตว์เลื้อยคลานและกิจกรรมของสัตว์เลื้อยคลานหลายชนิดตอบสนองต่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมเช่นกัน และ Harold (1976) ที่กล่าวว่า การเพิ่มอุณหภูมิของร่างกายในสิ่งแวดล้อมที่มีความเย็น สัตว์เลื้อยคลานหลายชนิดจะนอนภายใต้แสงอาทิตย์จนกระทั่งอุณหภูมิในร่างกายเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับที่พอเพียงในการทำกิจกรรมอย่างปกติ ซึ่งปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ไม่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมและการดำรงชีวิตของสัตว์เลื้อยคลาน เพราะสามารถพบสัตว์เลื้อยคลานได้ตลอดทั้งปี (สิริลักษณ์, 2527; ศรีวรรณ, 2543)

ตารางที่ 6. ค่า Correlation Coefficientโดย Spearman ของสัตว์เลื้อยคลานกับปัจจัยแวดล้อม

สัตว์เลื้อยคลาน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพัทธ์ (r)		
	อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน
จำนวนตัว	.273	-.279	-.294
จำนวนชนิด	.796**	.275	.212
ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ	.900**	.603*	.545

หมายเหตุ: * หมายถึง significant ที่ระดับนัยสำคัญ .05
** หมายถึง significant ที่ระดับนัยสำคัญ .01

บทสรุป

การศึกษาความหลากชนิดและถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนตุลาคม 2544 ถึงเดือนกันยายน 2545 รวม 12 เดือน พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานรวม 79 ชนิด จาก 4 อันดับ 17 วงศ์ และ 58 สกุล เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 22 ชนิด จาก 2 อันดับ 5 วงศ์ และ 15 สกุล สัตว์เลื้อยคลานจำนวน 57 ชนิด จาก 2 อันดับ 12 วงศ์ และ 43 สกุล

การเปรียบเทียบจำนวนตัว จำนวนชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และจำนวนตัวของสัตว์เลื้อยคลานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละสังคมพืช จำนวนชนิดของสัตว์เลื้อยคลานมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะสัตว์เลื้อยคลานสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลจากแหล่งน้ำ จึงสามารถพบได้ทั่วไป

จำนวนตัว จำนวนชนิด และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก มีความสัมพันธ์กับฤดูกาล โดยในฤดูฝนมีจำนวนตัว จำนวนชนิด และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมากกว่าในฤดูแล้ง เพราะต้องอาศัยแหล่งความชื้น ซึ่งตรงกันข้ามกับสัตว์เลื้อยคลาน

ความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงขึ้น พบว่า จำนวนตัว จำนวนชนิด และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมีค่าสูงขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน

ความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมของสัตว์เลื้อยคลาน พบว่า จำนวนตัวไม่สัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน เพราะไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ เนื่องจากจำนวนตัวที่จับได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าไม่สัมพันธ์กัน ส่วนจำนวนชนิด และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนอย่างมีนัยสำคัญ จำนวนตัว และจำนวนชนิด ไม่สัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_145016 ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้วที่ช่วยสำรวจพื้นที่วางแปลงทดลอง คุณธัญญา จั่นอาจ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ รวมทั้งผู้ที่มีส่วนในการปรับปรุงแก้ไขทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2543. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2542. สำนักสารนิเทศ กรุงเทพฯ.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2545. การใช้ SPSS for Window ในการวิเคราะห์ข้อมูล. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซี เค แอนด์ โฟโต้ สตูดิโอ กรุงเทพฯ.

ธงชัย จารุพพัฒน์. 2541. รายงานสถานการณ์ป่าไม้ของประเทศไทยในช่วงระยะเวลา 37 ปี (พ.ศ. 2504 – 2541). ส่วนวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ จินตกูล และลาวัลย์ จันทร์โฮม. 2539. งูพิษในประเทศไทย. สภากาชาดไทย กรุงเทพฯ.

ศรีวรรณ จิระสุขทวีกุล. 2534. ความหลากชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในพื้นที่การใช้ประโยชน์ต่างกันในจังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สวัสดิ์ วงศ์ถิรวัฒน์. 2543. สถานภาพและผลกระทบสัตว์ป่าในพื้นที่โครงการท่อส่งก๊าซธรรมชาติขนอม-สุราษฎร์ธานี. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

สิริลักษณ์ ศรีวิจิตร. 2527. สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำและสัตว์เลื้อยคลานที่พบในบริเวณดินเค็ม อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Alford, R.A. and S.J. Richards. 1999. Global amphibian decline: A problem in applied ecology. *Ann. Rev. Ecol. Systm.* 30: 133-165.

Cox, M.J. 1991. The Snake of Thailand and their Husbandry. Krieger Publishing Company, Florida.

Cox, M.J., P.P. Van Dijk, J. Nabhitabhata and K. Thirakhupt. 1998. A Photographic Guide to Snakes and Other Reptiles of Thailand and Southeast Asia. Asia Book Co., Ltd., Bangkok.

Gibbon, J.W., D.E. Scott, T.J. Ryan, K.A. Buhlmann, T.D. Tuberville, B.S. Metts, J.L. Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy and C.T. Winne. 2000. The global decline of reptile, Déjà Vu amphibians. *Bio. Sci.* 50(8): 653-666.

Harris, L.D. 1984. The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity. The University of Chicago Press, Chicago.

Harold, H. 1976. Reptile Ecology. University of Queensland Press, St. Lucia, Queensland.

Leutscher, A. 1963. A Study of Reptiles and Amphibians. Blandford Press, London.

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. The Wilderness Society, Washington, D.C.

Nutaphand, W. 1979. Turtle of Thailand. Siamfarm, Zoological Garden, Bangkok.

Porter, K.R. 1972. Herpetology. Philadelphia W.B. Saunders Company, New York.

Taylor, E.H. 1962. The amphibians fauna of Thailand. *The University of Kansus Science Bullentin* 43(8): 265-600.

Taylor, E.H. 1963. The lizards of Thailand. *The University of Kansus Science Bullentin* 44(14): 668-1078.

Taylor, E.H. 1965. The serpent of Thailand and adjacent waters. *The University of Kansus Science Bullentin* 45(9): 517-1096.

Zug, G.R. 1993. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic press, Inc., London.

ความหลากชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาจังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส

ธัญญา จั่นอาจ[1], ยอดชาย ช่วยเงิน[1] และ ศิริพร ทองอารีย์[2]

[1]องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[2]สถานีวิจัยสัตว์ป่า ป่าพรุ ป่าฮาลา-บาลา ตู้ ปณ. 3 อ.แว้ง จ.นราธิวาส 96160

Abstract: The Diversity of Herpetofauna in Hala-Bala Wildlife Sanctuary, Yala and Narathiwat Provinces

Tanya Chan-ard[1], Yodchaiy Chuaynkern[1] and Siriporn Thong-aree[2]

[1]National Science Museum, Technopolis, Klong 5, Klong Luang, Pathumthani 12120

[2]Pa Pru Pa Hala-Bala Wildlife Research Station, P.O. Box 3, Waeng, Narathiwat 96160

The herpetofauna of hill forest in Hala Bala Wildlife Sanctuary, Yala and Narathiwat Provinces, located at the extreme south of Thailand was studied between 15 August 2001 and 14 August 2002. A total of 49 Amphibian species and 98 reptile species were found. Of these, 10 were new records for Thailand, including 8 amphibian species, *Leptolalax heteropus*, *Bufo divergens*, *Phrynella pulchra*, *Limnonectes malesianus*, *Rana baramica*, *Philautus petersi*, *Philautus vermiculatus* and *Caudacaecilia larutensis*, and 2 reptile species, namely *Leiolepis baliodeira baliodeira* and *Leiolepis longicauda*. 4 species may be new and endemic to the area: *Rana* cf. *signata*, *Philautus* sp., *Typhlops* sp. and *Macrocalamus* sp. The diversity of herpetofauna in the study area was very close to that found in Penisular Malaysia and the similarity value with this area was higher than that with Phang-nga Province, Upper South of Thailand.

Key words: amphibians, reptiles, Hala Bala Wildlife Sanctuary

บทนำ

ภาคใต้ของประเทศไทยนับตั้งแต่คอคอดกระลงไปถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของคาบสมุทรมลายู ภูมิประเทศประกอบด้วยเทือกเขาที่สำคัญ ได้แก่ เทือกเขาภูเก็ตทางตอนบนซึ่งต่อเนื่องมาจากเทือกเขาตะนาวศรีตอนล่าง เทือกเขานครศรีธรรมราชทางตอนกลาง และเทือกเขาสันกาลาคีรีทางตอนใต้สุดเป็นพรมแดนกั้นระหว่างประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย การกระจายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกของภาคใต้เริ่มมีรายงานตั้งแต่ พ.ศ. 2439 เป็นต้นมา (Laidlaw, 1900, 1901a, 1901b; Boulenger, 1903; Annandale and Robinson, 1903; Gyldenstolpe, 1916; Lonnberg, 1916; Andersson, 1916) จุดที่มีรายงานต่ำที่สุดของภาค ได้แก่ ตำบลตันหยงมัส และบางนรา ในจังหวัดนราธิวาส (Smith, 1916) และอำเภอเบตง จังหวัดยะลา (Taylor, 1962, 1963, 1965, 1970) ตามที่ทราบกันดีว่า พื้นที่คาบสมุทรมลายูเป็นเขตการแพร่กระจายทางชีวภูมิศาสตร์ย่อยแบบซุนดาในหมวดมลายู แต่ความต่อเนื่องของภูมิประเทศที่เป็นเทือกเขาทางตอนบนของพื้นที่อาจจะทำให้เกิดการทับซ้อนของกลุ่มประชากรสัตว์ที่แพร่มาจากเขตย่อยหิมาลัย-อินโดจีนทางตอนบน ซึ่งยังบอกไม่ได้ว่ามีการกระจายลงไปถึงจุดใด เนื่องจากผืนป่าที่อยู่ตอนใต้สุดของภาคใต้ยังมีข้อมูลเหล่านี้ไม่สมบูรณ์ แม้ว่ามีรายงานอยู่บ้างจาก ธัญญา (2539), ฝ่ายโครงการพิเศษฯ สำนักงานป่าไม้เขตปัตตานี (2542) และ Matsui (1998) การศึกษาครั้งนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดและศึกษาต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน เพื่อประมวลความหลากหลายของสัตว์กลุ่มนี้ในผืนป่าตอนใต้สุดของประเทศและเปรียบเทียบความสัมพันธ์เกี่ยวกับการกระจายทางชีวภูมิศาสตร์กับพื้นที่ตอนบนของภาคใต้

วิธีการ

การสำรวจข้อมูลภาคสนามด้านความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลาบาลา จังหวัดนราธิวาส และจังหวัดยะลา ทำโดยการสำรวจแบบทั่วไป (general collecting) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Inger and Colwell (1977) ได้แก่ การสำรวจเป็นแนวในป่าและตามลำธารทั้งกลางวันและกลางคืน บันทึกชนิดที่พบโดยจำแนกด้วยสายตาหรือจับตัวสัตว์มาพิจารณาโดยละเอียด วัดขนาด และบันทึกภาพ กรณีสัตว์ที่จำแนกชนิดไม่ได้ในเบื้องต้นจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างไว้เป็นวัสดุอ้างอิงและเก็บรักษาไว้ ณ ห้องเก็บตัวอย่าง สถานีวิจัยสัตว์ป่า ป่าพรุ ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส

การจำแนกชนิดใช้เทียบกับคำอธิบายและภาพประกอบจาก Boulenger (1912), Smith (1930, 1935, 1943) Taylor (1962, 1963, 1965, 1968, 1970), Berry (1975), Tweedie (1983), Cox (1991), Cox et al. (1998) และ Chan-ard et al. (1999)

ความสัมพันธ์ทางด้านการกระจาย ใช้ค่าความคล้ายคลึง (similarity) ซึ่งคำนวณจากความคล้ายคลึง = 2 x จำนวนชนิดที่เหมือนกันของสองพื้นที่ / จำนวนชนิดในพื้นที่ ก + จำนวนชนิดในพื้นที่ ข (Inger and Voris, 2001)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาพบความหลากหลายของชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในพื้นที่ ประกอบด้วยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 49 ชนิด ใน 2 อันดับ 6 วงศ์ และสัตว์เลื้อยคลาน 98 ชนิด ใน 2 อันดับ 15 วงศ์ ดังนี้

1. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

อันดับ กบ-คางคก (Anura)

วงศ์อึ่งกราย (Megophryidae) 5 ชนิด ได้แก่

อึ่งกรายลายจุด *(Leptobrachium hendricksoni)*, อึ่งกรายหลากลาย *(Leptolalax heteropus)* อึ่งกรายหัวมน *(Megophrys aceras)*, อึ่งกรายขายาว *(Megophrys longipes)* และอึ่งกรายหัวแหลม *(Megophrys nasuta)*

วงศ์คางคก (Bufonidae) 5 ชนิด ได้แก่

คางคกหัวยมลายู *(Ansonia malayana)*, จงโคร่ง *(Bufo asper)*, คางคกแคระมลายู *(Bufo divergens)*, คางคกขายาว *(Leptophryne borbonica)* และคางคกต้นไม้ *(Pedostibes hosii)*

วงศ์อึ่งอ่าง (Microhylidae) 8 ชนิด ได้แก่

อึ่งอ่างบ้าน *(Kaloula pulchra)*, อึ่งแม่หนาว *(Microhyla berdmorei)*, อึ่งบอร์เนียว *(Microhyla borneensis)*, อึ่งลายเลอะ *(Microhyla butleri)*, อึ่งข้างดำ *(Microhyla heymonsi)*, อึ่งน้ำเต้า *(Microhyla ornata)*, อึ่งหลังจุด *(Micryletta inornata)* และอึ่งท้องแดง *(Phrynella pulchra)*

วงศ์กบ-เขียด (Ranidae) 17 ชนิด ได้แก่

กบลายหินภาคใต้ *(Amolops larutensis)*, กบหนอง *(Fejervarya limnocharis)*, กบทูด *(Limnonectes blythii)*, กบห้วยขาปุ่ม *(Limnonectes kuhlii)*, กบหลังตาพับ *(Limnonectes laticeps)*, กบทูดมลายู *(Limnonectes malesianus)*, กบแรด *(Limnonectes plicatellus)*, เขียดลื่น *(Occidozyga laevis)*, กบว้ากเล็ก *(Rana baramica)*, เขียดจิก *(Rana erythraea)*, กบว้ากใหญ่ *(Rana glandulosa)*, กบชะง่อนผาใต้ *(Rana hosii)*, กบอ่อง *(Rana nigrovittata)*, เขียดเขาหลังตอง *(Rana raniceps)*, กบหลังจุดลายใหญ่ *(Rana signata)*, กบหลังจุดลายเล็ก *(Rana* cf. *signata)* และกบกา *(Taylorana hascheana)*

วงศ์ Rhacophoridae 12 ชนิด ได้แก่

ปาดป่าจุดขาว *(Nyctixalus pictus)*, ปาดแคระลายเหลือง *(Philautus petersi)*, ปาดแคระท้องลาย *(Philautus vermiculatus)*, ปาดแคระป่ามลายู *(Philautus* sp.), ปาดบ้าน *(Polypedates leucomystax)*, ปาดข้างดำ

(Polypedates macrotis), ปาดลายเลอะมลายู *(Rhacophorus appendiculatus),* ปาดจุดน้ำเงิน *(Rhacophorus cyanopunctatus),* ปาดเขียวตีนดำ *(Rhacophorus nigropalmatus),* ปาดตีนแดง *(Rhacophorus padalis),* ปาดเขียวตีนแดง *(Rhacophorus prominanus)* และปาดตะปุ่มมลายู *(Theloderma horridum)*

อันดับเขียดงู (Gymnophiona)

วงศ์ Ichthyophiidae 2 ชนิด ได้แก่

เขียดงูดำ *(Caudacaecilia larutensis)* และเขียดงูศุภชัย *(Ichthyophis suphachaii)*

2. สัตว์เลื้อยคลาน

อันดับเต่า (Chelonia)

วงศ์ Bataguridae 4 ชนิด ได้แก่

เต่าใบไม้ *(Cyclemys oldhami),* เต่าหวาย *(Heosemys grandis),* เต่าจักร *(Heosemys spinosa)* และเต่าทับทิม *(Notochelys platynota)*

วงศ์ Testudinidae 1 ชนิด ได้แก่

เต่าหก *(Manouria emys emys)*

วงศ์ Trionychidae 2 ชนิด ได้แก่

ตะพาบธรรมดา *(Amyda cartilaginea)* และตะพาบคอแดง *(Dogania subplana)*

อันดับกิ้งก่าและงู (Squamata)

<u>อันดับย่อย</u> กิ้งก่า (Sauria)

วงศ์ตุ๊กแก (Gekkonidae) 16 ชนิด ได้แก่

ตุ๊กแกป่าหัวโต *(Aeluroscalabotes felinus),* จิ้งจกนิ้วยาวหลังขีด *(Cnemaspis flavolineata),* จิ้งจกนิ้วยาวไทย *(Cnemaspis siamensis),* จิ้งจกหางแบนมลายู *(Cosymbotus craspedotus),* จิ้งจกบ้านหางแบน *(Cosymbotus platyurus),* ตุ๊กแกป่ามลายู *(Cyrtodactylus consobrynus),* ตุ๊กแกป่าลายพาดป่าใต้ *(Cyrtodactylus pulchellus),* ตุ๊กแกป่าลายสี่ขีด *(Cyrtodactylus quadrivirgatus),* จิ้งจกภูเขาสีจาง *(Gehyra mutilata),* ตุ๊กแกหลังจุดคู่ *(Gekko monarchus),* ตุ๊กแกสีเทา *(Gekko smithi),* จิ้งจกบ้านหางหนาม *(Hemidactylus frenatus),* จิ้งจกหางเรียบ *(Hemidactylus garnotii),* จิ้งจกเขาสูงมลายู *(Hemiphyllodactylus typus),* ตุ๊กแกบินหางแผ่น *(Ptychozoon kuhli)* และตุ๊กแกบินหางเฟิน *(Ptychozoon lionatum)*

วงศ์กิ้งก่า (Agamidae) 14 ชนิด ได้แก่

กิ้งก่าเขาสีน้ำตาล *(Acanthosaura armata),* กิ้งก่าพระอินทร์ *(Aphaniotis fusca),* กิ้งก่าเขียวป่าใต้ *(Bronchocela cristatella),* กิ้งก่าแก้ว *(Calotes emma),* กิ้งก่าสวน *(Calotes versicolor),* กิ้งก่าบินคอสีส้ม *(Draco fimbriatus),* กิ้งก่าบินปีกส้ม *(Draco maculatus),* กิ้งก่าบินคอดำ *(Draco melanopogon),* กิ้งก่าบินมลายู *(Draco obscurus),* กิ้งก่าบินปีกห้าแถบ *(Draco quinquefasciatus),* กิ้งก่าบินคอฟ้า *(Draco volans),* กิ้งก่าดงบอร์เนียว *(Gonocephalus bellii),* กิ้งก่าดงคิ้วสัน *(Gonocephalus doriae)* และกิ้งก่าดงใหญ่ *(Gonocephalus grandis)*

วงศ์จิ้งเหลนด้วงสีม่วง (Dibamidae) 1 ชนิด ได้แก่

จิ้งเหลนด้วงสีม่วง *(Dibamus alfredi)*

วงศ์จิ้งเหลน (Scincidae) 6 ชนิด ได้แก่

จิ้งเหลนต้นไม้ *(Dasia olivacea),* จิ้งเหลนลาย *(Lipinia vittigera),* จิ้งเหลนบ้าน *(Mabuya multifasciata),* จิ้งเหลนเกล็ดสัน *(Mabuya novemcarinata),* จิ้งเหลนลายขีด *(Mabuya rugifera)* และจิ้งเหลนเรียวขาเล็ก *(Lygosoma quadrupes)*

วงศ์ตะกวด (Varanidae) 4 ชนิด ได้แก่

ตะกวด *(Varanus bengalensis nebulosus),* ตุ๊ดตู่ *(Varanus dumerilli),* เห่าช้าง *(Varanus rudicoliis)* และเหี้ย *(Varanus salvator)*

อันดับย่อย งู (Serpentes)

วงศ์งูดิน (Typhlopidae) 1 ชนิด ได้แก่

งูดินบาลา *(Typhlops* sp.)

วงศ์งูแสงอาทิตย์ (Xenopeltidae) 1 ชนิด ได้แก่

งูแสงอาทิตย์ *(Xenopeltis unicolor)*

วงศ์งูก้นขบ (Cylindrophiidae) 1 ชนิด ได้แก่

งูก้นขบ *(Cylindrophis ruffus)*

วงศ์งูเหลือม (Pythonidae) 2 ชนิด ได้แก่

งูหลามปากเป็ด *(Python brongermai)* และงูเหลือม *(Python reticulatus)*

วงศ์งูพิษเขี้ยวหลัง (Colubridae)

วงศ์ย่อย งูกินทาก (Pareatinae) 4 ชนิด ได้แก่

งูกินทากหัวโหนก *(Aplopeltura boa)*, งูกินทากลายขวั้น *(Internatus laevis)*, งูกินทากมลายู *(Internatus malaccanus)* และงูกินทากเกล็ดสัน *(Pareas carinatus)*

วงศ์ย่อย งูพงอ้อ (Calamarinae) 2 ชนิด ได้แก่

งูพงอ้อท้องเหลือง *(Calamaria lumbricoidea)* และงูพงอ้อหัวยาว *(Pseudorhabdion longiceps)*

วงศ์ย่อย งูทางมะพร้าว (Colubrinae) 21 ชนิด ได้แก่

งูเขียวจิ้งจกป่า *(Ahaetulla prasina)*, งูแส้หางม้า *(Boiga cynodon)*, งูปล้องทอง *(Boiga dendrophila)*, งูดงคา *(Boiga drapiezii)*, งูกระ *(Boiga jaspedia)*, งูต้องไฟ *(Boiga nigriceps)*, งูเขียวดอกหมาก *(Chrysopelea ornata)*, งูดอกหมากแดง *(Chrysopelia paradisi)*, งูทางมะพร้าวมลายู *(Coelognatus flavolineatus)*, งูสายม่านพระอินทร์ *(Dendrelaphis pictus)*, งูเถา *(Dryophiops rubescens)*, งูปล้องฉนวนมลายู *(Dryocalamus subannulatus)*, งูทางมะพร้าวถ้ำ *(Elaphe taeniura)*, งูเขียวกาบหมาก *(Gonyosoma oxycephalum)*, งูสายทองมลายู *(Leiopelis baliodeira)*, งูสายทองหางยาว *(Leiopeltis longicauda)*, งูปล้องฉนวนแดง *(Lycodon effraensis)*, งูปล้องฉนวนบ้าน *(Lycodon subcinctus)*, งูพงอ้อภูเขา *(Macrocalamus* sp.), งูปี่แก้วมลายู *(Oligodon purpurascens)* และงูสิงหางดำ *(Ptyas carinatus)*

วงศ์ย่อย งูน้ำ (Homalopsinae) 1 ชนิด ได้แก่

งูปลิง *(Enhydris plumbea)*

วงศ์ย่อย งูลายสอ (Natricinae) 5 ชนิด ได้แก่

งูรังแหคอแดง *(Macropisthodon flaviceps)*, งูลายสาบจุดขาว *(Rhabdophis chrysargos)*, งูลายสาบคอแดง *(Rhabdophis subminiatus)*, งูลายสอสวน *(Xenochrophis flavipunctatus)* และงูลายสอลายสามเหลี่ยม *(Xenochrophis trianguligerus)*

วงศ์งูพิษเขี้ยวหน้า (Elapidae)

วงศ์ย่อย งูสามเหลี่ยม (Bungarinae) 5 ชนิด ได้แก่

งูทับสมิงคลา *(Bungarus candidus)*, งูสามเหลี่ยม *(Bungarus fasciatus)*, งูสามเหลี่ยมหัวแดง *(Bungarus flaviceps)*, งูเห่าสุมาตรา *(Naja sumatrana)* และงูจงอาง *(Ophiophagus hannah)*

วงศ์ย่อย งูพริก (Maticorinae) 2 ชนิด ได้แก่

งูพริกท้องแดง *(Maticora bivirgata)* และงูพริกสีน้ำตาล *(Maticora intestinalis)*

วงศ์งูแมวเซา (Viperidae)

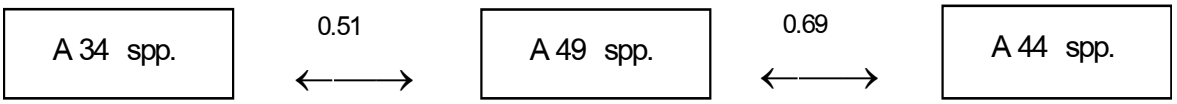
วงศ์ย่อย งูกะปะ (Crotalinae) 5 ชนิด ได้แก่

งูกะปะ *(Calloselasma rhodostoma)*, งูเขียวหางไหม้ฮาเจน *(Trimeresurus hageni)*, งูเขียวหางไหม้ท้องเขียว *(Trimeresurus popeiorum)*, งูเขียวหางไหม้สุมาตรา *(Trimeresurus sumatranus)* และงูเขียวตุ๊กแก *(Tropidolaemus wagleri)*

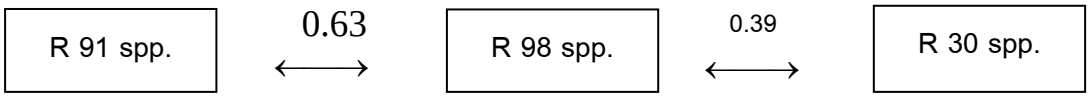
จากจำนวนชนิดของสัตว์ที่พบนี้ มีสัตว์ที่เป็นรายงานใหม่ (new record) ได้แก่ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จำนวน 8 ชนิด คือ อึ่งกรายหลากลาย *(Leptolalax heteropus),* คางคกแคระมลายู *(Bufo divergens),* อึ่งท้องแดง *(Phrynella pulchra),* กบทูดมลายู *(Limnonectes malesianus),* กบว้ากเล็ก *(Rana baramica),* ปาดแคระลายเหลือง *(Philautus petersi),* ปาดแคระท้องลาย *(Philautus vermiculatus)* และเขียดงูดำ *(Caudacaecilia larutensis)* สัตว์เลื้อยคลาน 2 ชนิด คือ งูสายทองมลายู *(Leiolepis baliodeira baliodeira)* และงูสายทองหางยาว *(Leiolepis longicauda)* มีสัตว์ที่อาจจะเป็นชนิดใหม่ของโลก 4 ชนิด เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 2 ชนิด ได้แก่ กบหลังจุดลายเล็ก *(Rana* cf. *signata)* และปาดแคระป่ามลายู *(Philautus* sp.) สัตว์เลื้อยคลาน 2 ชนิด ได้แก่ งูดินบาลา *(Typhlops* sp.) และงูพงอ้อภูเขา *(Macrocalamus* sp.)

3. การแพร่กระจายทางชีวภูมิศาสตร์

การกระจายทางชีวภูมิศาสตร์ของสัตว์ในกลุ่มที่ศึกษา โดยการเปรียบเทียบกับความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานที่มีรายงานจากภาคใต้ตอนบนในจังหวัดพังงา (พิกัดประมาณ 98°30'E 9°0'N) ตามรายงานของ Pauwels et al. (2002) โดยเปรียบเทียบชนิดที่พบเฉพาะในป่าบกบนภูเขา และความหลากหลายของสัตว์ทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ บริเวณป่าตอนเหนือของรัฐตรังกานูในประเทศมาเลเซีย (พิกัดประมาณ 102°36'E 5°25'N) (ภาพที่ 1 และ 2) ตามรายงานของ Dring (1979) (ตารางที่ 1 และ 2) สรุปได้ว่า ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสัตว์ระหว่างผืนป่าในพื้นที่ศึกษากับผืนป่าในจังหวัดพังงาน้อยกว่าผืนป่าในพื้นที่ศึกษากับผืนป่าในเขตมลายูเฉพาะกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกแต่มากกว่าในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน (ซึ่งข้อมูลของสัตว์กลุ่มหลังนี้ยังไม่สมบูรณ์เนื่องจากเป็นสัตว์กลุ่มที่พบตัวยากและค่อนข้างลึกลับ) ตามแผนผังภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ความหลากหลายของสัตว์ในพื้นที่ศึกษามีความเข้มข้นของชนิดสัตว์ในกลุ่มมลายูมากกว่าความหลากหลายของสัตว์ในผืนป่าตอนบนของพื้นที่ศึกษา การกระจายของสัตว์ทางใต้เคลื่อนไปทางตอนบนตามแนวเทือกเขาเมนเรนจ์ (main range) ในประเทศมาเลเซีย ต่อด้วยเทือกเขาสันกาลาคีรี เทือกเขานครศรีธรรมราช และเทือกเขาภูเก็ตในประเทศไทย และสัตว์บางชนิดพบกระจายไปถึงภาคใต้ตอนบน (จงหวัดพังงา) บนเทือกเขาภูเก็ต เช่น อึ่งกรายหัวมน *(Megophrys aceras),* ปาดป่าจุดขาว *(Nyctixalus pictus),* ตุ๊กแกหลังจุดคู่ *(Gekko monarchus),* ตุ๊กแกสีเทา *(Gekko smithii)* เป็นต้น แต่ชนิดสัตว์ทางตอนบนส่วนใหญ่กระจายลงมาไม่ถึงพื้นที่ศึกษา เช่น อึ่งกรายพม่า *(Brachytarsophrys carinensis),* จิ้งจกดินลายจุด *(Dixoneus siamensis),* กิ้งก่าบินคอแดง *(Draco blanfordii)* เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลในพื้นที่ศึกษายังต้องการการสำรวจอย่างต่อเนื่องในระยะยาว เนื่องจากยังมีพื้นที่ที่ยังสำรวจไม่ทั่วถึง และยังไม่พบสัตว์หายากที่มีถิ่นอาศัยเฉพาะและพบตัวยาก



ภาพที่ 1. แสดงค่าความคล้ายคลึงของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (A) ในพื้นที่ศึกษากับพื้นที่ตอนบนและตอนล่างของพื้นที่ศึกษา ดัชนีค่าความคล้ายคลึง = 2 x จำนวนชนิดที่เหมือนกันของสองพื้นที่ / จำนวนชนิดในพื้นที่ ก + จำนวนชนิดในพื้นที่ ข



ตารางที่ 1. แสดงการกระจายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและลักษณะการอยู่อาศัย (Rep= บริเวณสืบพันธุ์; d=การพัฒนาโดยตรง, d* = ลูกอ๊อดพัฒนาอยู่ในไข่, p=แอ่งน้ำบนพื้นดิน,แอ่งน้ำในโพรงไม้, s=ลำธารบนพื้นที่ในระดับต่ำ, st=ลำธารบนพื้นที่ในระดับปาน

กลางถึงระดับสูง. Hor=การกระจายในแนวราบ; r=บริเวณลำธาร, คลอง, n=บริเวณที่ไม่ใช่ลำธาร. Vert=การกระจายในแนวดิ่ง; a=บนต้นไม้, f=ใต้ผิวดิน, q=ในน้ำ, t=บนพื้นดิน. Elv=ระดับความสูงของพื้นที่; m=ชนิดที่พบเฉพาะบนภูเขาระดับสูง; แหล่งที่พบ, 1=ป่าฮาลา-บาลา, 2=ป่าตอนเหนือของรัฐตรังกานู (Dring, 1979), 3=ป่าในจังหวัดพังงา (Pauwels et al., 2001)

Amphibians	Rep	Hor	Vert	Elv	แหล่งที่พบ
Megophryidae					
Brachytarsophrys carinensis	s	n	t		3
Leptobrachium hendricksoni	s	n	t		1
Leptobrachium smithii	s	n	t		3
Leptolalax heteropus	s,st	n,r	t		
Megophrys aceras	s	n	t		1,3
Megophrys longipes	st	n	t	m	1,3
Megophrys nasuta	s	n	t		1,2
Bufonidae					
Ansonia leptopus	s	r	t		2
Ansonia malayana	st	r	t		1,2,3
Bufo asper	s,st	r	q		1,2,3
Bufo divergens	s	r	t		1,2
Bufo parvus	s	r	t		3
Bufo quadriporcatus	s	r	t		2
Leptophryne borbonica	st	r	t		1,2
Pedostibes hosii	s	r	a		1,2
Microhylidae					
Kalophrynus pleurostigma	p	n	t		2,3
Kaloula baleata	p	n	f		3
Kaloula pulchra	p	n	t		1,3
Metaphrynella pollicaris	p	n	t		2
Microhyla berdmorei	p	n,r	t		1,2,3
Microhyla borneensis	p	n	t		1,2
Microhyla butleri	p	n	t		1,2,3
Microhyla heymonsi	p	n	t		1,2,3
Microhyla ornata	p	n	t		1,3
Micryletta inornata	p	n	t		1,3
Phrynella pulchra	p	n	t		1
Ranidae					
Amolops larutensis	s	n	a		1,2,3
Fejervarya limnocharis	p	n	t		1,2,3
Ingerana tasanae	s	r	t		3
Limnonectes blythii	s	r	q,t		1,2,3
Limnonectes doriae					
Limnonectes kuhlii	s	r	q		1,2
Limnonectes laticeps	s	r	q		1,2
Limnonectes macrodon	s	r	q		2
Limnonectes malesianus	s	r	q		1
Limnonectes plicatellus	s	n,r	q,t		1,2
Limnonectes tweedi					2
Occidozyga laevis	p	n,r	q		1,2,3
Occcidozyga martensii	p	n	q		3
Rana alticola	p	n	t		3
Rana baramica	p	r	a		1,2
Rana erythraea	p	r	a,q		1,3
Rana glandulosa	p	r	a		1

ตารางที่ 1. (ต่อ)

Amphibians	Rep	Hor	Vert	Elv	แหล่งที่พบ
Rana hosii	st	r	a		1,2,3
Rana luctuosa	p	n	t		2
Rana miopus		n	t		3
Rana nicobariensis					3
Rana nigrovittata	s	r	q		1,3
Rana raniceps	p,s	r	a		1,2,3
Rana signata	s	r	t		1,2
Rana cf. *signata*	st	r	t		1
Taylorana hascheana	p	n	t		1,3
Rhacophoridae					
Nyctixalus pictus	p	n,r	a		1,2,3
Philautus petersi	d*	n	a		1,2
Philautus vermiculatus	d*	n	a		1,2
Philautus sp.	d*	n	a		1
Polypedates leucomystax	d	n	a		1,2,3
Polypedates macrotis	p	n	a		1,2
Rhacophorus appendiculatus	p	n	a		1,2
Rhacophorus bipunctatus	p	n	a		2
Rhacophorus cyanopunctatus	p	n,r	a		1,2
Rhacophorus nigropalmatus	p	n	a		1,2
Rhacophorus pardalis	p	n,r	a		1,2
Rhacophorus prominanus	p	n,r	a		1
Rhaacophorus reinwardti	p	n,r	a		2
Theloderma horridum	p	n	a		1,2
Theloderma leprosa	p	n	a		2
Icthyophiidae					
Caudacaecilia larutensis	s	r	f		1
Ichthyophis supachaii	s	r	f		1,3
Ichthyophis sp.	s	r	f		2

ตารางที่ 2. แสดงการกระจายของสัตว์เลื้อยคลานและลักษณะการอยู่อาศัย Hor= การกระจายในแนวราบ; r=บริเวณลำธาร, คลอง, n=บริเวณที่ไม่ใช่ลำธาร. Vert= การกระจายในแนวดิ่ง; a=บนต้นไม้, f=ใต้ผิวดิน, q=ในน้ำ, t=บนพื้นดิน. Elv=ระดับความสูงของพื้นที่; m=ชนิดที่พบเฉพาะบนภูเขาระดับสูง. แหล่งอาศัยที่พบ; 1=ป่าฮาลา-บาลา, 2=ป่าตอนเหนือของรัฐตรังกานู (Dring, 1979), 3=ป่าในจังหวัดพังงา (Pauwels et al., 2001)

Reptiles	Hor	Vert	Elv	แหล่งที่พบ
เต่าและตะพาบ Turtles and Softshells				
Bataguridae				
Cyclemys oldhami	r	q		1,2,3
Heosemys grandis	r	q,t		1,2
Heosemys spinosa	n,r	q,t		1,2
Notochelys platynota	r	q		1
Testudinidae				
Indotestudo elongata	n	t		3
Manouria emys emys	n	t	m	3
Manouria emys phayrei	n	t	m	1,2
Trionychidae				
Amyda cartilaginea	r	q		1,3
Dogania subplana	r	q		1,2,3

ตารางที่ 2. (ต่อ)

Reptiles	Hor	Vert	Elv	แหล่งที่พบ
สัตว์เลื้อยคลาน Lizards				
Gekkonidae				
Aeluroscalabotes felinus	n	a		1
Cnemaspis argus	n	a		2
Cnemaspis flavolineata	n	a		1
Cnemaspis siamensis	n	a		1,3
Cosymbotus craspedotus	n	a		1
Cosymbotus platyurus	n	a		1,3
Cyrtodactylus consobrynus	n	a		1,2
Cyrtodactylus elok	n	a		2
Cyrtodactylus oldhami	n	a		3
Cyrtodactylus peguensis zebraicus	n	a		3
Cyrtodactylus pulchellus	n	a		1,3
Cyrtodactylus quadrivirgatus	n	a		1,2
Dixoneus siamensis	n	t/f		3
Gehyra mutilata	n	a		1,2,3
Gekko gecko	n	a		3
Gekko monarchus	n	a		1,3
Gekko smithi	n	a		1,3
Hemidactylus frenatus	n	a		1,3
Hemidactylus garnotii	n	a		1
Hemiphyllodactylus typus	n	a		1,3
Ptychozoon kuhli	n	a		1
Ptychozoon lionatum	n	a		1,2,3
Agamidae				
Acanthosaura armata	n	a		1
Acanthosaura crucigera	n	a		3
Aphaniotis fusca	n	a		1,2
Bronchocela cristatella	n	a		1,2,3
Calotes emma emma	n	a		1,3
Calotes versicolor	n	a		1,3
Calotes sp.	n	a		2
Draco blanfordii	n	a		3
Draco fimbritus	n	a		1
Draco maculatus	n	a		1,3
Draco melanopogon	n	a		1,2
Draco obscurus formosus	n	a		1,2
Draco quinquefasciatus	n	a		1,2
Draco taeniopterus	n	a		2
Draco volans sumatranus	n	a		1,3
Gonocephalus bellii	n,r	a		1
Gonocephalus chamaeleotinus	n,r	a		2
Gonocephalus doriae abbotti	n,r	a		1
Gonocephalus grandis	n,r	a		1,2
Gonocephalus robinsoni	n	a		2
Leiolepis belliana belliana	n	t		3
Dibamidae				
Dibamus alfredi	n	f		1
Scincidae				
Dasia olivacea	n	a		1,3
Lipinia vittigera	n	t		1,3
Lygosoma quadrupes	n	f		1,3

ตารางที่ 2. (ต่อ)

Reptiles	Hor	Vert	Elv	แหล่งที่พบ
Mabuya macularia	n	t		3
Mabuya multifasciata	n	t		1,2,3
Mabuya novemcarinata	n	t		1
Mabuya rugifera	n	t		1
Riopa bowringi	n	t/f		3
Riopa herberti	n	t/f		3
Sphenomorphus maculatus	r	t		3
Sphenomorphus praesignus				2
Sphenomorphus tersus				3
Tropidophorus robinsoni	r	q/t		3
Lacertidae				
Takydromus sexlineatus ocellatus				3
Varanidae				
Varanus bengalensis nebulosus	n,r	a,t		1,2,3
Varanus dumerillii	n	a,t		1
Varanus rudicollis	n	a,t		1,3
Varanus salvator	n,r	a,t		1,3
งู Snakes				
Typhlopidae				
Typhlops sp.	n	f		1
Xenopeltidae				
Xenopeltis unicolor	n	f		1,3
Cylindrophiidae				
Cylindrophis ruffus	n,r	f		1,3
Pythonidae				
Python curtus	n	t		1,3
Python reticulatus	n,r	q,f		1,3
Colubridae				
Pareatinae				
Aplopeltura boa	n	a		1,3
Internatus laevis	n	t		1
Internatus malaccanus	n	t		1
Pareas carinatus	n	t		1
Calamarinae				
Calamaria lumbricoidea	n	f		1
Pseudorhabdion longiceps	n	f		1
Colubrinae				
Ahaetulla fasciolata	n	a		3
Ataetulla prasina	n	a		1,3
Boiga cyanea	n	a		3
Boiga cynodon	n	a		1,3
Boiga dendrophila	n	a		1,2,3
Boiga drapiezii	n	a		1,2,3
Boiga jaspedia	n	a		1,2,3
Boiga nigriceps	n	a		1,2,3
Chrysopelia ornata	n	a,t		1,3
Chrysopelia paradisi	n	a		1,3
Coelognatus flavolineatus	n	t		1,3
Coelognatus radiatus	n	t		3
Dendrelaphis caudolineatus	n	t		3
Dendrolaphis cyanochloris	n	a		3
Dendrelaphis formosus	n	a		3

ตารางที่ 2. (ต่อ)

Reptiles	Hor	Vert	Elv	แหล่งที่พบ
Dendrelaphis pictus	n	a		1,3
Dendrolaphis striatus	n	a		3
Dryocalamus subannulatus	n	a		1,3
Dryophiops rubescens	n	a		1
Elaphe taeniura ridleyi	n	a		1,3
Gonyosoma oxycephalum	n	a		1,3
Leiopeltis baliodeira	n	t		1
Leiopeltis longicauda	n	t		1
Lycodon capucinus	n	t		3
Lycodon effraensis	n	t		1
Lycodon laoensis	n	a		3
Lycodon subcinctus	n	t		1,3
Macrocalamus sp.	n	t/f		1
Oligodon purpurascens	n	t		1,3
Ptyas carinatus	n	t		1
Ptyas korros	n	t		3
Homalopsinae				
Enhydris plumbea	r	q		1,3
Natricinae				
Macropisthodon flaviceps	r	q		1
Rhabdophis crysargos	r	t		1,2,3
Rhabdophis nigrocinctus	n,r	t		3
Rhabdophis subminiatus	n,r	t		1,2
Xenochrophis flavipunctatus	r	q		1,3
Xenochrophis trianguligerus	r	q		1,3
Elapidae				
Bungarinae				
Bungarus candidus	r	t		1,3
Bungarus fasciatus	r	t		1
Bungarus flaviceps	r	t		1,3
Naja kaouthia	n	t		3
Naja sumatrana	n	t		1,3
Ophiophagus hannah	n	t		1,3
Maticorinae				
Maticora bivirgata	n	t		1
Maticora intestinalis	n	t		1,2
Viperidae				
Calloselasma rhodostoma	n	t		1,3
Trimeresurus borneensis	n	a		3
Trimeresurus hageni	n	a		1,3
Trimeresurus popeiorum	n	a		1,2,3
Trimeresurus sumatranus	n	a		1,2
Tropidolaemus wagleri	n	a		1,3

4. การใช้พื้นที่ของสัตว์ในเชิงนิเวศ

จากการสำรวจการปรากฏของสัตว์กลุ่มที่ศึกษาในแนวราบ (horizontal) และในแนวดิ่ง (vertical) พบว่าสัตว์มีการเลือกแหล่งอาศัยในแนวราบและแนวดิ่งที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3 และ 4) ปรากฏว่า สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในบริเวณลำธาร (riparian) ร้อยละ 40.8 พบในแหล่งอาศัยเฉพาะที่หลากหลาย ได้แก่ แก่งหิน ผาน้ำตก บริเวณกลางลำธาร บริเวณริมลำธารซึ่งมีแอ่งน้ำนิ่ง (side pools) หาดทราย ตลิ่งสูงที่มีรากไม้ โพรงดิน โขดหิน และซอกหิน บนตลิ่งมีพืชพรรณต่างๆ ส่วนนอกบริเวณลำธาร (non-riparian) เป็นผืนป่าดิบชื้น ซึ่งปกคลุมไปด้วยพืชชั้นล่าง (over-ground

vegetation) ต่างๆ พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกร้อยละ 40.8 เท่ากัน ส่วนที่พบทั้งสองบริเวณมีร้อยละ 18.4 สำหรับสัตว์เลื้อยคลานซึ่งพบในบริเวณลำธารร้อยละ 13.3 ส่วนใหญ่เป็นสัตว์น้ำหรือสัตว์ที่หากินตามลำธารและสามารถว่ายน้ำได้ดี แต่สัตว์เลื้อยคลานส่วนใหญ่มักพบนอกบริเวณลำธาร คือ พบร้อยละ 76.5 ซึ่งมีความหลากหลายของแหล่งอาศัยเฉพาะ โดยเฉพาะในแนวดิ่งมากกว่า และส่วนที่พบทั้งสองบริเวณมีร้อยละ 10.2

ตารางที่ 3. แสดงจำนวนชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานที่ใช้พื้นที่ในแนวราบของพื้นที่ศึกษา A=สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก, R=สัตว์เลื้อยคลาน, 1=บริเวณลำธาร, 2=นอกบริเวณลำธาร, 3=บริเวณ 1 และ 2

พื้นที่ / กลุ่มสัตว์	1	2	3
A	20 ชนิด (40.8%)	20 ชนิด (40.8%)	9 ชนิด (18.4%)
R	13 ชนิด (13.3%)	75 ชนิด (76.5%)	10 ชนิด 10.2%)

สำหรับแหล่งอาศัยในแนวดิ่ง (vertical) แบ่งแหล่งอาศัยเฉพาะย่อยออกเป็น บริเวณใต้ดิน ได้แก่ ใต้ผิวดินที่ร่วนซุยมีซากอินทรีย์มากหรือใต้ขอนไม้ผุ พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกร้อยละ 4.1 และสัตว์เลื้อยคลานร้อยละ 6.1 ในน้ำ ได้แก่ บริเวณลำธารหรือแอ่งน้ำบนพื้นดิน พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกร้อยละ 12.2 และสัตว์เลื้อยคลานร้อยละ 8.2 บริเวณพื้นดิน ได้แก่ บนผิวดิน ซึ่งมีที่ซ่อนตัวมากมาย เช่น พูพอนไม้ ซอกหลืบของรากไม้ หินโผล่ เป็นต้น พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกร้อยละ 40.8 และสัตว์เลื้อยคลานร้อยละ 28.6 บริเวณบนโขดหิน ต้นไม้ พืชพรรณต่างๆ พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกร้อยละ 36.7 และสัตว์เลื้อยคลานร้อยละ 48.9 นอกจากนั้นยังพบสัตว์บางชนิดในแหล่งอาศัยเฉพาะมากกว่า 1 ประเภท เช่น พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในบริเวณที่เป็นน้ำและพืชพรรณที่อยู่ริมน้ำซึ่งสูงกว่าระดับผิวน้ำ ร้อยละ 2.0 หรือบนพื้นป่าที่ติดกับแหล่งน้ำ ร้อยละ 4.1 เป็นต้น

ตารางที่ 4. แสดงจำนวนชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานที่ใช้พื้นที่ในแนวดิ่งของพื้นที่ศึกษา 1= ใต้ผิวดิน, 2= ในน้ำ, 3= บนผิวดิน, 4= บนต้นไม้, 5= บริเวณ 2 และ 4, 6= บริเวณ 2 และ 3, 7= บริเวณ 3 และ 4, 8= บริเวณ 1 และ 2, A=สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก, R= สัตว์เลื้อยคลาน

พื้นที่ / กลุ่มสัตว์	1	2	3	4	5	6	7	8
A	2 ชนิด (4.1%)	6 ชนิด (12.2%)	20 ชนิด (40.8%)	18 ชนิด (36.7%)	1 ชนิด (2.0 %)	2 ชนิด (4.1%)	-	-
R	6 ชนิด (6.1%)	8 ชนิด (8.2%)	28 ชนิด (28.6%)	48 ชนิด (48.9%)	-	2 ชนิด (2.0%)	5 ชนิด (5.1%)	1 ชนิด (1.0%)

บทสรุป

ความหลากชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นผืนป่าทางตอนใต้สุดของประเทศไทย แสดงโดยรายชื่อสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 49 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 98 ชนิด มีชนิดที่เป็นสัตว์ถิ่นเดียวซึ่งยังจำแนกไม่ได้ถึง 4 ชนิด และเป็นสัตว์ที่เป็นรายงานใหม่ของประเทศ 10 ชนิด การกระจายทางชีวภูมิศาสตร์ในพื้นที่ศึกษาแสดงความใกล้ชิดกับความหลากหลายของสัตว์ที่พบในประเทศมาเลเซียมากกว่าพื้นที่ตอนบนของภาค ซึ่งจะพบเห็นการแพร่ของชนิดสัตว์จากด้านล่างขึ้นไปมากกว่าชนิดสัตว์ที่กระจายจากด้านบนลงมา ทั้งสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานมีการใช้พื้นที่ในเชิงนิเวศได้อย่างหลากหลายและครอบคลุมได้ทั้งพื้นที่ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_144004

การศึกษาครั้งนี้เป็นความร่วมมือระหว่างพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ และสถานีวิจัยสัตว์ป่า ป่าพรุ ป่าฮาลา-บาลา ในสังกัดของส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า

และพันธุ์พืช (กรมป่าไม้เดิม) หนังสือกรมป่าไม้ที่ กษ 0709.35/658 ลงวันที่ 13 ธันวาคม 2544 จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ คุณสุวัฒน์ แก้วสีสุก หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา และเจ้าหน้าที่ที่กรุณาให้ความสะดวกในการเข้าไปในพื้นที่ คุณบำรุง ครุกานันต์ หัวหน้าโครงการอนุรักษ์ธรรมชาติและสัตว์ป่า สวนป่าพระนามาภิไธย ภาคใต้ ส่วนที่ 2 ที่อนุเคราะห์ข้อมูลและตัวอย่างอ้างอิงสำหรับการตรวจสอบทางอนุกรมวิธาน หัวหน้าโครงการจุฬาภรณ์ 9 และเจ้าหน้าที่ในสังกัดสำนักงานป่าไม้จังหวัดยะลา ที่อนุเคราะห์ที่พักและอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานในพื้นที่ของโครงการจุฬาภรณ์ 9 และคุณประสิทธิ์ วงษ์พรม คุณสุชิน ทรัพย์คง และเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยสัตว์ป่า ป่าพรุ ป่าฮาลา-บาลา ทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวก ให้ข้อมูล และช่วยเหลือการศึกษาวิจัยครั้งนี้จนบรรลุวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

ฝ่ายโครงการพิเศษ. 2542. รายงานประจำปี พ.ศ. 2541. โครงการอนุรักษ์ธรรมชาติและสัตว์ป่า สวนป่าพระนามาภิไธย ภาคใต้ พื้นที่ส่วนที่ 2 สำนักงานป่าไม้เขตปัตตานี กรมป่าไม้.

ธัญญา จั่นอาจ. 2539. การสำรวจเบื้องต้นสำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในป่าบาลา จ.นราธิวาส. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย.* ปีที่ 2, ฉบับที่ 1, ธันวาคม 2535, หน้า 73-85.

Andersson, L.G. 1916. Zoological results of the Swedish zoological expedition to Siam. 1911-1912, and 1914, III Batrachians. *Bih. Till. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Stockholm* 55(4): 13-17.

Annandale, N. and H.C. Robinson. 1916. Anthropological and zoological results of an expedition to Perak and Siamese Malay States 1901-1902 undertaken under the auspices of the University of Liverpool. *Fasciculi Malayseuses. Zoo.* 1: 1-300.

Berry, P.Y. 1975. The Amphibians Fauna of Peninsular Malaysia. Tropical Press, Kuala Lampur. 130 pp.

Boulenger, G.A. 1903. Pt.1, Report on the batrachians and reptiles. *In* Annandale, N. and H.C. Robinson (eds.), Fasciculi Malayseuses, Anthropological and Zoological Results of an Expedition to Perak and Siamese Malay States 1901-1902 Undertaken under the Auspices of the University of Liverpool. pp. 131-170, pls. 5-10.

Boulenger, G.A. 1912. A vertebrate fauna of the Malay Peninsula from the Isthmus of Kra to Singapore, including the adjacent Island. Reptilia and Batrachia, pp. I-XIII, 1-286, fig. 1-7a.

Chan-ard, T., W. Grossmann, A. Gumpretcht and K.D. Schulz. 1999. Amphibians and Reptiles of Peninsular Malaysia and Thailand: An Illustrated Checklist. Bushmaster Publication, Wurselen. 240 pp.

Cox, M.J. 1991. The Snakes of Thailand and their Husbandry. Krieger Publishing Company, Florida. 526 pp.

Dring, J.M.C. 1979. Amphibians and reptiles from Northern Trengganu, Malaysia, with descriptions of two new geckos: *Cnemaspis* and *Cyrtodaactylus*. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist.* (Zool) 34(5): 181-241.

Gyldenstolpe, M. 1916. Zoological results of the Swedish zoological expedition to Siam, 1911-1912 and 1914-1915. I. Snakes. *Kungl. Svenska. Vet.-Akad. Handl. Bund.* 55(3): 1-28.

Inger, R.F. and R.K. Colwell. 1977. Organization of contiguous communities of amphibians and reptiles in Thailand. *Ecol. Monograph* (1977) 47: 229-253.

Inger, R.F. and H.K. Voris. 2001. The biogeographical relations of the frogs and snakes of Sundaland. *J. Biogeography* 28: 863-891.

Laidlaw, F.F. 1900. On the frogs collected during the "Skeat Expedition" to the Malay Penisula, 1899-1900. Proc. Zool. Soc. London, 1900, pp. 883-890, pl. 57.

Laidlaw, F.F. 1901a. On a collection of lizards from the Malay Peninsula made by members of the Skeat expedition, 1899-1900. Proc. Zool. Soc. London, 1901(1), pp. 301-311.

Laidlaw, F.F. 1901b. List of a collection of snakes, crocodiles and chelonians from the Malay Peninsula made by members of the Skeat expedition, 1899-1900, with an appendix containing a list of the names of places visited by the "Skeat Expedition" by W.W. Skeat. Proc. Zool. Soc. London, 1901(2), pp.575-586, pl.35.

Lonnberg, E. 1916. Zoological results of the Swedish zoological expedition to Siam. 2 Lizards. *Kungl. Svenska Vet.-Akad. Handl., Stockholm* 55(4): 1-12, figs.1-6.

Matsui, M. (Ed.) 1998. Evolutionary Studies of Small Animals in Thailand II (1996-1997). Kyoto University. 151 pp.

Pauwels, O.S.G., O. Laohawat, W. Naaktae, C. Puangjit, T. Wisutharom, C. Chimsunchart and P. David. 2002. Reptile and amphibian diversity in Phang-nga Province, Southern Thailand. *Nat. Hist. J. Chulalongkorn Univ.* 2(1): 25-30.

Smith, M.A. 1916. On a collection of reptiles and batrachians from peninsular Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam* 2(2): 148-171.

Smith, M.A. 1930. The reptilia and amphibia of the Malay Peninsula from the Istmus of Kra to Singapore, including the adjacent. (A supplement to G.A. Boulenger's Reptilia and Batrachia 1912). *Bull. Raffles. Mus.* 3: 1-119.

Smith, M.A. 1935. The fauna of British India, Ceylon and Burma. Reptilia and Amphibia. Vol.II, Sauria. Taylor and Francis, London. 440 pp.

Smith, M.A. 1943. The fauna of British India, Ceylon and Burma, including the whole Indo-Chinese Subregion. Reptilia and Amphibia. Vol.III, Serpentes. Taylor and Francis, London. 583 pp.

Taylor, E.A. 1962. The amphibian fauna of Thailand. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 43(8): 265-599.

Taylor, E.H. 1963. The lizards of Thailand . *Univ. Kansas Sci. Bull.* 44(14): 687-1077.

Taylor, E.H. 1965. The serpents of Thailand and adjacent waters. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 45(9): 609-1096.

Taylor, E.H. 1968. The Caecilians of the World: A Taxonomic Review. University of Kansas Press, Lawrence.

Taylor, E.H. 1970. The turtles and crocodiles of Thailand and adjacent waters with a synoptic herpetological bibliography. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 49(3): 87-179.

Tweedie, M.W.F. 1983. The Snakes of Malaya. 3rd ed. Singapore National Printers (Pte) Ltd., Singapore. 167 pp.

ภาพแสดงสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานบางชนิดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จ.ยะลา และ จ.นราธิวาส (จากซ้ายไป



ขวา)

แถวที่ 1: คางคกแคระมลายู *(Bufo divergens),* คางคกขายาว *(Leptophryne borbonica),* คางคกต้นไม้ (เพศเมีย) *(Pedostibes hosii)*

แถวที่ 2: อึ่งกรายลายจุด *(Leptobrachium hendricksoni),* อึ่งกรายหลากลาย *(Leptolalax heteropus),* อึ่งหลังจุด *(Micryletta inornata)*

แถวที่ 3: อึ่งท้องแดง *(Phrynella pulchra),* กบทูดมลายู *(Limnonectes malesianus),* กบแรด *(Limnonectes plicatellus)*

แถวที่ 4: กบว้ากเล็ก *(Rana baramica),* กบหลังจุด *(Rana signata),* ปาดแคระท้องลาย *(Philautus vermiculatus)*

แถวที่ 5: ปาดตีนแดง (*Rhacophorus pardalis),* ปาดเขียวตีนแดง *(Rhacophorus prominanus),* เขียดงูดำ *(Caudacaecilia larutensis)*

แถวที่ 6: เต่าหก *(Manouria emys)*, กิ้งก่าเขาสีน้ำตาล *(Acaanthosaura armata)*, กิ้งก่าดงบอร์เนียว *(Gonocephalus bellii)*

ความหลากชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา

โดย ธัญญา และคณะ



ภาพแสดงสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานบางชนิด (ต่อ)

แถวที่ 7: จิ้งจกนิ้วยาวไทย *(Cnemaspis siamensis)*, ตุ๊กแกป่าลายสี่ขีด *(Cyrtodactylus guadrivirgatus)*, ตุ๊กแกป่าใต้ *(Cyrtodactylaus pulchellus)*

แถวที่ 8: ตุ๊กแกสีเทา *(Gekko smithi)*, จิ้งเหลนเรียวขาเล็ก *(Lygosoma quadrupes)*, งูแสงอาทิตย์ *(Xenopeltis unicolor)*

แถวที่ 9: งูกินทากมลายู *(Internatus malaccanus)*, งูดงคา *(Boiga drapezii)*, งูปล้องทอง *(Boiga dendrophila)*

แถวที่ 10: งูสายม่านพระอาทิตย์ *(Dendrelaphis pictus)*, งูสายทองหางยาว *(Liopeltis longicauda)*, งูปล้องฉนวนบ้าน *(Lycodon subcinctus)*

แถวที่ 11: งูสามเหลี่ยมไฟ *(Bungarus flaviceps)*, งูเห่าสุมาตรา *(Naja sumatrana)*, งูพริกท้องแดง *(Maticora bivirgata)*

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2546) 259-275

BRT 2003
Research Reports

การติดตามสำรวจและคุ้มครองสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายของพรานล่าสัตว์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

แอนโทนี เจ ไลนัม[1], ชุติอร กาญวัฒนะกิจ[1,2] และ ชุมพล สุขเกษม[3]

[1]สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย ตู้ ปณ. 170 หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

[2]บัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาชีววิทยาสภาวะแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพระรามหก พญาไท กรุงเทพฯ 10400

[3]กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เลขที่ 61 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: **Monitoring and Protecting Wildlife Targeted by Poachers in Khao Yai National Park**

Antony J. Lynam[1], Chuti-on Kanwatanakid[1,2] and Chumpol Suckasaem[3]

[1]Wildlife Conservation Society Thailand Program, P.O. Box 170 Laksi, Bangkok 10210
[2]Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Rama XI Rd., Phayathai, Bangkok 10400
[3]National Park, Wildlife and Plant Conservation Department, 61 Phahonyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900

Biological diversity in Southeast Asian forests is being eroded. Khao Yai is under such threat. Wildlife at Khao Yai is subject to intense pressure when local people make incursions in to the forest to collect aloewood (*Aquilaria* spp.). The Khao Yai Conservation Project was established to protect wildlife. Rangers and former poachers were recruited to participate in monitoring large mammals and birds targeted by poachers. Camera-trap and line transect techniques were used to establish baseline abundance and spatial trends in target species. Density of Common Muntjac (*M. muntjak*) (1.70 ± 0.78 individuals/km^2) and White-handed Gibbon (*Hylobates lar*) (2.89 ± 1.07 individuals/km^2) was found to be significantly lower than for other Thailand forests with comparable habitats. Tigers are almost extirpated from Khao Yai. Target species maintain their highest abundance in the area close to central management facilities where park protection efforts were concentrated, with abundance declining to the park perimeter. Information on illegal human incursions gathered by the monitoring team was used to follow trends in poaching and help direct patrol efforts to problem areas. Enforcement efforts since 2000 have reduced threats to wildlife by 22.3 ± 5.2%.

Key words: target species, poaching, wildlife monitoring, abundance trends, threat reduction

บทนำ

เขาใหญ่เป็นอุทยานแห่งชาติที่เก่าแก่และมีชื่อเสียงที่สุดในประเทศไทย เป็นอุทยานมรดกของกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ASEAN heritage park) และเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญของทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ จากการศึกษาวิจัยระยะยาวเกี่ยวกับไพรเมท (Brockelman, 1996; Brockelman et al., 1998) และนกเงือก (Poonswad et al., 1991) ทำให้มีข้อมูลของสัตว์กลุ่มดังกล่าวโดยละเอียด แต่นอกจากการศึกษาการกระจายพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่และนกเงือก (Trisurat et al., 1996) เมื่อไม่นานมานี้แล้ว สถานภาพและการกระจายพันธุ์ของสัตว์ป่าชนิดอื่นๆ ในเขาใหญ่ยังเป็นสิ่งที่ไม่มีผู้ใดทำการศึกษา นอกจากนั้นการล่าสัตว์และบุกรุกพื้นที่โดยชาวบ้านในชุมชนต่างๆ รอบอุทยานฯ ซึ่งมีมาตั้งแต่เมื่อเริ่มตั้งอุทยานฯ (Brockelman and Dearden, 1990; Griffin, 1994; Albers and Grinspoon, 1997) ยังเพิ่มปริมาณมากขึ้นในระยะหลังเนื่องจากมีการพัฒนาอุตสาหกรรมการกลั่นไม้กฤษณา (*Aquilaria* spp.) (WCS/GSN, 1999) ปัจจุบันผลกระทบโดยเจาะจงของปัจจัยคุกคามเหล่านี้ต่อสัตว์ป่ายังไม่มีการวัดและบันทึกไว้แต่อย่างใด ขณะนี้การล่าสัตว์จัดเป็นปัจจัยคุกคามที่ร้ายแรงที่สุดต่อสัตว์ป่าในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Bennett and

Rao, 2002) ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับขอบเขตและความรุนแรงของการล่าสัตว์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการกำหนดยุทธศาสตร์เพื่อลดปัจจัยคุกคามและรับประกันความอยู่รอดของประชากรสัตว์ป่า (Madhusudan and Karanth, 2002)

ปัญหาการขาดแคลนข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์ป่าและผลกระทบจากมนุษย์ในเขาใหญ่เกิดจากองค์ประกอบหลายอย่างที่มีมานาน ในอดีตมีเจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติในประเทศไทยน้อยรายที่เคยเข้ารับการฝึกฝนด้านระเบียบวิธีการสำรวจและติดตามสัตว์ป่า และงบประมาณของอุทยานฯ ไม่ได้ครอบคลุมถึงการจัดหาอุปกรณ์เพื่อทำการประเมินสัตว์ป่า ฝ่ายบริหารของอุทยานแห่งชาติให้ความสำคัญกับการท่องเที่ยวแบบดั้งเดิมเป็นอันดับแรก ขณะที่การวิจัยมีบทบาทเพียงเล็กน้อย ประกอบกับปัญหาใหญ่คือ การขาดความเข้าใจในความคิดที่ว่า ประชากรสัตว์ป่าซึ่งอุดมสมบูรณ์ย่อมเกี่ยวเนื่องกับการที่ระบบนิเวศดำเนินอยู่อย่างปกติสุข ซึ่งเป็นเครื่องเพิ่มคุณค่าในเชิงการท่องเที่ยวให้กับอุทยานแห่งชาติ เพื่อแก้ไขปัญหาความขาดแคลนดังกล่าว กรมป่าไม้ โดยความสนับสนุนจากองค์กรอนุรักษ์ระดับนานาชาติประกอบด้วยสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) และ WildAid รวมทั้งหน่วยงานราชการอื่นๆ ทั้งของไทยและต่างประเทศจึงเริ่มดำเนินการโครงการใหม่เพื่อคุ้มครองสัตว์ป่าคือโครงการอนุรักษ์เขาใหญ่ ซึ่งมีเจตนาที่จะลดการล่าสัตว์ในพื้นที่อุทยานฯ โดยฝึกอบรมเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าและลูกจ้างอุทยานฯ เกี่ยวกับระเบียบวิธีในการลาดตระเวนและปราบปรามการล่าสัตว์ มีการจัดกิจกรรมเพื่อปลูกฝังจิตสำนึกแก่ชาวบ้านในชุมชนต่างๆ รอบอุทยานฯ ตลอดจนจัดหาอาชีพอื่นให้เป็นทางเลือกสำหรับผู้ใช้ทรัพยากรป่าไม้

ในการวัดผลความก้าวหน้าของระบบใหม่นี้ รวมทั้งชี้นำการดำเนินการเชิงจัดการ มีการจัดทำโครงการสำรวจโดยใช้หลักวิชาการเพื่อตรวจหาแนวโน้มต่างๆ ของสัตว์ป่า สัตว์ป่าชนิดต่างๆ ที่ถูกล่าในพื้นที่เขาใหญ่ถูกเลือกเป็นสัตว์ที่มุ่งศึกษาในฐานะดัชนีชี้วัดความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ มีการติดตามสำรวจสัตว์ป่าที่นักล่าสัตว์ส่วนใหญ่นิยมล่า ได้แก่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ สัตว์กินเนื้อและสัตว์ที่เป็นเหยื่อ ไพรเมท ช้าง กระรอก เม่น นิ่มหรือลิ่น นกเงือก และไก่ฟ้าบางชนิด สัตว์เหล่านี้มีความอ่อนไหวต่อการล่าเพราะมีอัตราการสืบพันธุ์ต่ำเป็นเหตุให้ประชากรฟื้นตัวได้ช้าหลังจากถูกล่า (สัตว์ป่าขนาดใหญ่) หรือเป็นสัตว์ที่ออกหากินในเวลากลางวันจึงถูกพรานพบเห็นง่าย (กระรอก นกเงือก และไก่ฟ้า) จึงพัฒนาระเบียบวิธีที่สามารถติดตามสำรวจกิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการล่าสัตว์ไปด้วย โดยมีดัชนีชี้วัดจำนวนหนึ่งเพื่อใช้ประเมินทั้งแบบแยกจากกันและประเมินร่วมกัน เพื่อศึกษาแนวโน้มต่างๆ ของสัตว์ป่าและกิจกรรมที่ฝ่าฝืนกฎหมายของมนุษย์ภายในอุทยานฯ รายงานฉบับนี้เป็นการสรุปข้อมูลที่รวบรวมขึ้นในระยะเวลา 30 เดือนแรกของโครงการ เพื่อแสดงแนวโน้มต่างๆ ของสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายและกิจกรรมการล่าสัตว์ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อการจัดการอุทยานฯ ในอนาคตด้วย

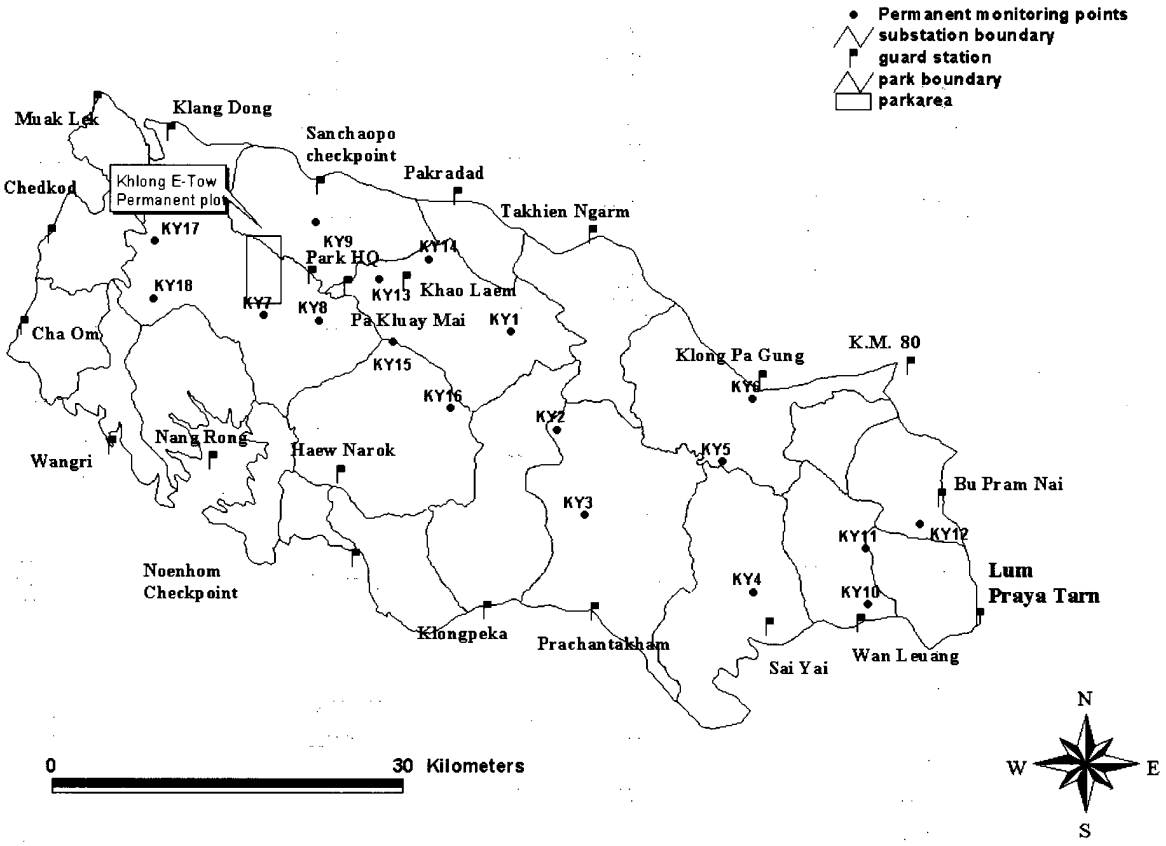
วิธีการ

ระเบียบที่กำหนดไว้สำหรับการติดตามสำรวจสัตว์ป่าพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ คือ (1) เพื่อศึกษาความหนาแน่น (baseline density) ของสัตว์ป่า (2) เพื่อศึกษาแนวโน้มเชิงพื้นที่เกี่ยวกับความชุกชุมของสัตว์ป่า (3) ใช้นี้เป็นแนวทางสำหรับกิจกรรมการจัดการลดการล่าสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมาย

มีการจัดตั้งจุดติดตามสำรวจถาวรขึ้นในพื้นที่ 7 แห่งในอุทยานฯ ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำ 8 ใน 11 ลุ่มน้ำ การติดตามสำรวจทำในมาตราส่วนเชิงพื้นที่ต่างกัน 2 แบบคือ (1) ภายในพื้นที่เก็บข้อมูลขนาด 4X2 กม. บริเวณคลองอีเฒ่าใกล้ที่ทำการอุทยานฯ และ (2) ณ จุดสำรวจซึ่งกระจายอยู่ทั่วอุทยานฯ รวม 18 จุด (ภาพที่ 1) จุดเก็บข้อมูลในข้อ 2 วางกระจายอยู่ตามพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายมากน้อย (Trisurat et al., 1996) และมีระดับการสัญจรของมนุษย์ต่างกันไป (Lynam, 2000)

เทคนิคการติดตามสำรวจที่นำมาใช้มีทั้งสิ้น 3 แบบ โดยแต่ละแบบมีเจตนาที่จะหาตัวเลขดัชนีความชุกชุมของสัตว์ป่าที่มุ่งศึกษาแยกเป็นรายชนิดหรือเป็นกลุ่ม ซึ่งสามารถนำมาใช้ตรวจหาแนวโน้มต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งเชิงพื้นที่และเวลาได้ ในการรวบรวมข้อมูลความหนาแน่น (baseline density) ของสัตว์ป่าที่มุ่งศึกษา ใช้การสังเกตโดยตรงตามแนวสำรวจเส้นตรงระยะทาง 20 กิโลเมตร บริเวณคลองอีเฒ่า แนวสำรวจนี้มีการถางเป็นที่โล่งเป็นระยะๆ เมื่อพบเห็น

สัตว์ป่าหรือได้ยินเสียงร้อง เจ้าหน้าที่ภาคสนามผู้มีความชำนาญเกี่ยวกับสัตว์ป่าในพื้นที่ (อดีตพรานล่าสัตว์) จะเป็นผู้จำแนกชนิดและบันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูลที่จัดทำเป็นมาตรฐาน ข้อมูลที่บันทึกประกอบด้วยชนิดสัตว์ป่า จำนวน ทิศทาง ระยะทางตามแนวสำรวจเส้นตรง เวลา และรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพอากาศ การบันทึกนี้ยังรวมถึงร่องรอยทุติยภูมิด้วย แนวสำรวจเหล่านี้จะมีการเดินสำรวจทุก 4-6 สัปดาห์ ระหว่างเดือนมิถุนายน 2543-มกราคม 2545 โดยมีเจตนาที่จะเก็บข้อมูลการสังเกตสัตว์ป่าแต่ละชนิด 40-60 ครั้ง เพื่อให้ได้ค่าจำกัดความผิดพลาด (confidence limit) ที่จะนำมาใช้ประกอบการประมาณการความหนาแน่น (Buckland et al., 2001) ความหนาแน่นนี้ทำการประเมินโดยใช้โปรแกรม DISTANCE ด้วยฟังก์ชั่นการคำนวณหา effective sampling width ตามแนวสำรวจแต่ละเส้นกับจำนวนของสัตว์ป่าที่พบ แล้วใช้อัตราการพบสัตว์ป่าที่มุ่งศึกษาจากการสังเกตโดยตรงทำการติดตามสำรวจตามระยะเวลา การสำรวจจะเริ่มทำตอนพระอาทิตย์ขึ้น ซึ่งสัตว์ป่าส่วนใหญ่จะมีความตื่นตัวสูงที่สุด (WCS, ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์)



ภาพที่ 1. ที่ตั้งของจุดติดตามสำรวจถาวรในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

สำหรับการติดตามแนวโน้มความชุกชุม ใช้การบันทึกรอยตีนและร่องรอยจากจุดเก็บข้อมูล 18 จุด ตามแนวสำรวจเส้นขนานยาว 2x1 กม. คิดเป็นระยะทาง 36 กม. ข้อมูลที่ได้จะบันทึกไว้ในแบบบันทึกข้อมูลที่จัดเป็นมาตรฐาน ประกอบด้วยชนิดสัตว์หรือชื่อกลุ่ม อายุของร่องรอย ระยะทางตามแนวสำรวจ เวลา และรายละเอียดสภาพอากาศ สำหรับอัตราการพบ (encounter rate-ER) ร่องรอย คำนวณโดยใช้จำนวนร่องรอยที่พบหารด้วยเวลาที่เดินสำรวจ

ลำดับสุดท้ายคือการใช้อุปกรณ์ดักถ่ายภาพด้วยรังสีอินฟาเรดแบบพาสสีฟ (Camtrakker™, Camtrak South Inc., Georgia USA) เพื่อใช้ยืนยันการมีหรือไม่มีของสัตว์ป่าหายากหรือมีนิสัยซ่อนตัวซึ่งปกติแล้วไม่สามารถตรวจพบได้ด้วยการสังเกตโดยตรง เช่น กลุ่มสัตว์กินเนื้อ เป็นต้น การใช้กล้องดักถ่ายภาพยังช่วยให้ได้ข้อมูลความชุกสัมพัทธ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่อื่นๆ เช่น สัตว์กีบ ไพรเมทที่มีนิสัยชอบลงพื้น เม่น และสัตว์ชนิดอื่นๆ ที่เป็นเหยื่อของสัตว์กินเนื้อ อุปกรณ์ดักถ่ายภาพด้วยแสงอินฟาเรดแบบพาสสีฟจะส่งแสงในย่านคลื่นอินฟาเรดเพื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวและความร้อนจากร่างกายสิ่งมีชีวิต เมื่อมีสัตว์เลือดอุ่นเคลื่อนไหวผ่านด้านหน้า อุปกรณ์นี้จะลั่นชัตเตอร์กล้อง

บันทึกภาพพร้อมแฟลช แล้วใช้แบบบันทึกข้อมูลที่จัดทำเป็นมาตรฐานบันทึกข้อมูลสำคัญต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจโดยกล้องดักถ่ายภาพ

การใช้กล้องดักถ่ายภาพแบ่งออกเป็นสองลักษณะภายใต้มาตรฐานการปฏิบัติแบบเดียวกัน (Lynam et al., 2001) ลักษณะแรกเป็นการวางกล้องในกรอบสี่เหลี่ยมจำกัด (แบบอ้างอิงแปลงศึกษา) ณ คลองอีเฒ่า โดยใช้กล้องดักถ่ายภาพจำนวน 10 ชุด เปลี่ยนตำแหน่งติดตั้งทุกเดือน การใช้กล้องดักถ่ายภาพลักษณะที่สอง เป็นการติดตั้งกล้องเป็นคู่ตามจุดเก็บข้อมูลเพื่อเพิ่มโอกาสในการได้ภาพสัตว์ป่าที่มีนิสัยชอบซ่อนตัว เช่น ตามด่านสัตว์ ริมลำธาร ใกล้โป่งหรือปลักสัตว์ (แบบอ้างอิงด่านสัตว์) ตามผลการสำรวจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ทั่วพื้นที่อุทยานฯ เพื่อกำหนดจุดที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งกล้องเก็บข้อมูล (Lynam, 2000) ซึ่งได้เลือกจุดที่เหมาะสมไว้ 18 จุดเพื่อติดตามสำรวจระยะยาว การสำรวจแบบอ้างอิงด่านสัตว์นี้ทำในพื้นที่ 7 แห่งในอุทยานฯ คือ ซับใต้ บึงไผ่ มอสิงโต เขาร่ม ประจันตคาม ไสใหญ่ และว่านเหลือง กับดักถ่ายภาพจะติดตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 วันจึงเก็บกลับและนำฟิล์มมาล้างอัด ดัชนีความชุกสัมพัทธ์ของสัตว์ป่าจากการดักถ่ายภาพได้มาจาก อัตราการได้ภาพ (CR) = จำนวนการได้ภาพ (จำนวนภาพที่บันทึกได้)/100 คืนที่ดักถ่ายภาพ การพัฒนาเทคนิคการติดตามสำรวจที่จัดทำเป็นมาตรฐานเสร็จสิ้นลงในระยะเวลา 6 เดือน ระหว่างเดือนธันวาคม 2542 - มิถุนายน 2543 โดยระดมกำลังเจ้าหน้าที่ภาคสนามและทีมงานเพื่อทำความคุ้นเคยกับระเบียบวิธีและพื้นที่สำรวจ เจ้าหน้าที่ภาคสนามประกอบด้วย เจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าและลูกจ้างชั่วคราวของอุทยานฯ 17 นาย นักศึกษาระดับปริญญาโทและอดีตพรานล่าสัตว์ 5 นาย รวมเป็นคณะทำงานติดตามสำรวจสัตว์ป่า (Wildlife Monitoring Team-WMT)(WCS) โดยเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าที่เข้าร่วมเป็นเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบการติดตามสำรวจสัตว์ป่าของอุทยานฯ โดยตรง ส่วนอดีตพรานมาจากหลายหมู่บ้านรอบๆ เขาใหญ่

ผลการวิจัย

1. แปลงเก็บข้อมูลอย่างเข้มข้น (คลองอีเฒ่า)

มีการสำรวจรวบรวมข้อมูลสัตว์ป่าชนิดที่มุ่งศึกษาในแปลงเก็บข้อมูลอย่างเข้มข้นรวม 16 ครั้ง ระหว่างเดือนมิถุนายน 2543 - มกราคม 2545 ขาดไปเพียงสี่เดือนคือ ตุลาคม 2543 มีนาคม 2544 พฤษภาคม 2544 และตุลาคม 2544 กล้องดักถ่ายภาพสามารถบันทึกภาพนกขนาดใหญ่และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้ทั้งสิ้น 20 ชนิด ส่วนการสำรวจตามเส้นสำรวจพบสัตว์ทั้งสิ้น 26 ชนิด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่ตรวจพบจากการใช้เทคนิคการสำรวจทั้งสองแบบประกอบด้วย ช้างป่า *(Elephas maximus)* หมีควาย *(Ursus thibetanus)* เสือปลา *(Felis viverrina)* กระทิง *(Bos gaurus)* และแมวลายหินอ่อน *(Felis marmorata)* (ตารางที่ 1)

2. กล้องดักถ่ายภาพ

การเก็บข้อมูลและความชุกชุมของสัตว์ป่าจากการบันทึกโดยกล้องดักถ่ายภาพ (ตารางที่ 2) มีการติดตั้งกล้องบริเวณคลองอีเฒ่า 88 จุดเป็นเวลารวม 3,492 คืน สัตว์กินเนื้อที่พบในพื้นที่ประกอบด้วยแมวลายหินอ่อน *(Felis marmorata)* แมวดาว *(Felis bengalensis)* และหมี 2 ชนิด (*Ursus thibetanus* และ *Helarctos malayanus)* สัตว์ป่าที่บันทึกด้วยกล้องดักถ่ายภาพได้มากที่สุด คือ ไก่ฟ้าชนิดต่างๆ (91 ครั้ง/100 คืนดักถ่ายภาพ) และเก้งธรรมดา (76 ครั้ง/100 คืนดักถ่ายภาพ) อัตราการได้ภาพสัตว์ป่าชนิดที่เป็นเป้าหมายบริเวณคลองอีเฒ่า (ภาพที่ 2) พบว่าอัตราการได้ภาพเก้งธรรมดา *(M. muntjak)* เพิ่มขึ้นระหว่างเดือนกันยายนถึงตุลาคม 2544 ส่วนลิงกัง *(Macaca nemestrina)* มีแนวโน้มเช่นเดียวกับเก้งธรรมดา

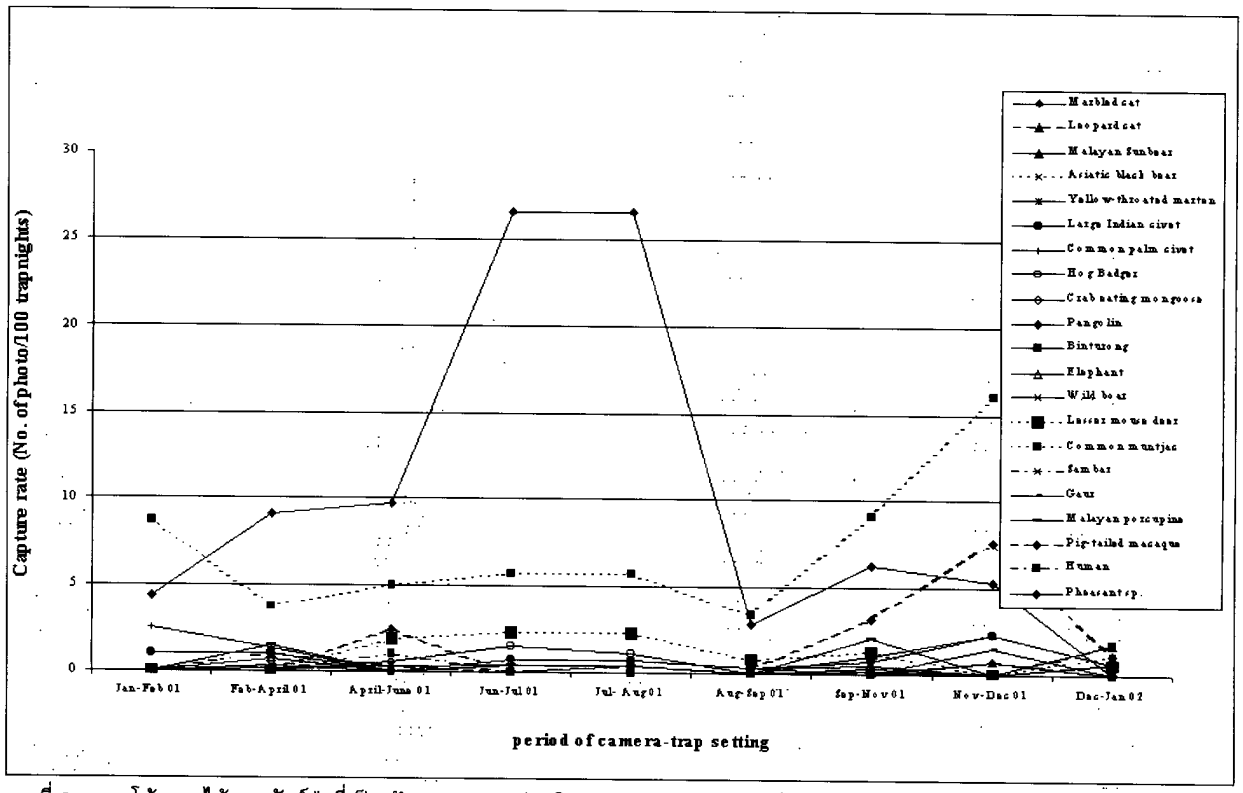
3. การสำรวจตามแนวสำรวจเส้นตรง

การเดินสำรวจตามเส้นสำรวจทั้ง 5 เส้น (A, B, C, D, E) ในระยะเวลา 19 เดือนรวมเป็นระยะทาง 288 กิโลเมตร แนวโน้มความชุกชุมของสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายในการศึกษาจากการสำรวจรอยตีนและร่องรอยระหว่างเดือนเมษายน 2543 - มกราคม 2545 (ภาพที่ 3) พบว่าอัตราการพบรอยตีนและร่องรอยของเก้งธรรมดา *(M. muntjac)* ลดลงระหว่างเดือนเมษายน 2543 - มกราคม 2544 แต่กลับเพิ่มสูงขึ้นระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2544 - สิงหาคม 2544 อัตรา

การพบเก้งธรรมดาลดลงอีกครั้งช่วงครึ่งหลังของเดือนสิงหาคมจนถึงธันวาคม 2544 อัตราการพบหมูป่า *(Sus scrofa)* ขึ้นถึงจุดสูงสุดเป็นเวลาสั้นๆ ในเดือนตุลาคม 2543 แล้วลดลง อัตราการพบร่องรอยของช้างป่า *(E. Maximus)* ขึ้นถึงจุดสูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายน 2543 เมษายน 2544 และธันวาคม 2544 สำหรับอัตราการพบร่องรอยสัตว์ป่าชนิดอื่นๆ ไม่ปรากฏว่ามีแนวโน้มที่ชัดเจนแต่อย่างใด

ตารางที่ 1. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่และนกชนิดต่างๆ ที่พบในการสำรวจตามแนวสำรวจเส้นตรงและกล้องดักถ่ายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษาถาวรคลองอีเฒ่า

เลขที่	ชนิด	ชื่อวิทยาศาสตร์	การสำรวจด้วยกล้องดักถ่ายภาพ	การสำรวจตามแนวสำรวจเส้นตรง
1	Asiatic Black Bear หมีควาย	*Ursus thibetanus*	√	√
2	Binturong หมีขอหรือบินตุรง	*Arctictis binturong*	√	
3	Black Giant Squirrel พญากระรอกดำ	*Ratufa bicolor*		√
4	Common Muntjac เก้งธรรมดา	*Muntiacus muntjak*	√	√
5	Brown Hornbill นกเงือกสีน้ำตาล	*Anorrhinus tickelli*		√
6	Common Palm Civet อีเห็นข้างลาย	*Paradoxurus hermaphroditus*	√	
7	Burmese Striped Tree Squirrel กะเล็นขนปลายหูสั้น	*Tamiops mcclellandi*		√
8	Crab-eating Mongoose พังพอนกินปู	*Herpertes urva*	√	
9	Elephant ช้างป่า	*Elephas maximus*	√	√
10	Fishing Cat เสือปลา	*Prionailurus viverrinus*		√
11	Gaur กระทิง	*Bos javanicus*	√	√
12	Hog Badger หมูหริ่ง	*Arctonyx collaris*	√	
13	Great Hornbill นกกกหรือนกกาฮัง	*Buceros bicornis*		√
14	Large Indian Civet ชะมดแผงหางปล้อง	*Viverra zibetha*	√	
15	Ground Squirrel กระจ้อน	*Rhinosciurus laticaudata*		√
16	Leopard Cat แมวดาว	*Prionailurus bengalensis*	√	
17	Jungle Fowl ไก่ป่า	*Gallus gallus*		√
18	Lesser Mouse Deer กระจงเล็ก	*Tragulus javanicus*	√	√
19	Kalij Pheasant ไก่ฟ้าหลังเทา	*Lophura leucomelana*		√
20	Malayan Porcupine เม่นใหญ่แผงคอยาว	*Hystrix brachyura*	√	
21	Malayan Sun Bear หมีหมา	*Ursus malayanus*	√	
22	Oriental Pied Hornbill นกแก๊ก	*Anthracoceros albirostris*		√
23	Marbled Cat แมวลายหินอ่อน	*Pardofelis marmorata*	√	
24	Pangolin ลิ่นหรือนิ่ม	*Manis javanica*	√	
25	Pheasant ไก่ฟ้า	*Pheasant* sp.	√	√
26	Pig-tailed Macaque ลิงกัง	*Macaca nemestrina*		√
27	Pileated Gibbon ชะนีมงกุฎ	*Hylobates pileatus*		√
28	Silver Pheasant ไก่ฟ้าหลังขาว	*Lophura nycthemera*		√
29	Smooth-coated otter นากใหญ่ขนเรียบ	*Lutrogale perspicillata*		√
30	Sambar กวางป่า	*Cervus unicolor*	√	
31	Treeshrew กระแต	*Tupaia glis*		√
32	Wild Boar หมูป่า	*Sus scrofa*	√	√
33	Variable Squirrel กระรอกหลากสี	*Collosciurus finlaysoni*		√
34	Yellow-thoated Marten หมาไม้	*Martes flavigula*	√	√
35	White-handed Gibbon ชะนีธรรมดา	*Hylobates lar*		√
36	Wreathed Hornbill นกเงือกกรามช้าง	*Rhyticeros undulatus*		√
37	Human มนุษย์	*Homo sapiens*	√	√
	รวม		**20**	**26**



ภาพที่ 2. แนวโน้มการได้ภาพสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมาย ณ แปลงติดตามสำรวจถาวรคลองอีเฒ่า (มกราคม 2544 - มกราคม 2545)

แนวโน้มความชุกชุมจากการพบตัวสัตว์ป่าโดยตรงในระหว่างเดือนเมษายน 2543 - มกราคม 2545 (ภาพที่ 4) การตรวจพบสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายในการศึกษาจากการสำรวจตามแนวสำรวจเส้นตรงโดยรวมจัดว่าต่ำ อัตราการพบเปลี่ยนแปลงขึ้นลงระหว่างเดือนเมษายน - กันยายน 2543 หลังจากนั้นอัตราการพบสัตว์ป่าทุกชนิดจะลดลงจนถึงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2544 และมีนาคม 2544 ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2544 - มกราคม 2545 อัตราการพบสัตว์ป่าบางกลุ่ม โดยเฉพาะชะนีธรรมดาหรือชะนีมือขาว *(H. lar)* และนกเงือก *Bucerotidae* มีความเปลี่ยนแปลงขึ้นลง

เนื่องจากการประเมินค่าจำกัดความผิดพลาดจำเป็นต้องเก็บข้อมูลให้ได้ถึงจำนวนหนึ่งเสียก่อน จึงทำการประเมินความหนาแน่นได้เฉพาะสัตว์ป่าชนิดที่พบบ่อยที่สุด ประกอบด้วย ชะนีมือขาว *(H. lar)* กระรอกหลากสี *(Callosciurus finlaysoni)* ไก่ป่า *(Gallus gallus)* เก้งธรรมดา *(M. muntjac)* ไก่ฟ้าหลังขาว *(Lohura nycthemera)* และลิงกัง *(M. nemestrina)* โดยนำผลการสังเกตตลอดช่วง 18 เดือนมาคำนวณหาค่าตัวแปรในการตรวจพบสัตว์ แล้วจึงประมวลข้อมูลกลับเพื่อประเมินความหนาแน่น อย่างไรก็ตาม ค่าจำกัดความผิดพลาดในการประเมินสำหรับกระรอกหลากสี *(Callosciurus finlaysoni)* ไก่ฟ้าหลังขาว *(Lohura nycthemera)* และลิงกัง *(M. nemestrina)* นั้นจัดว่าค่อนข้างกว้าง

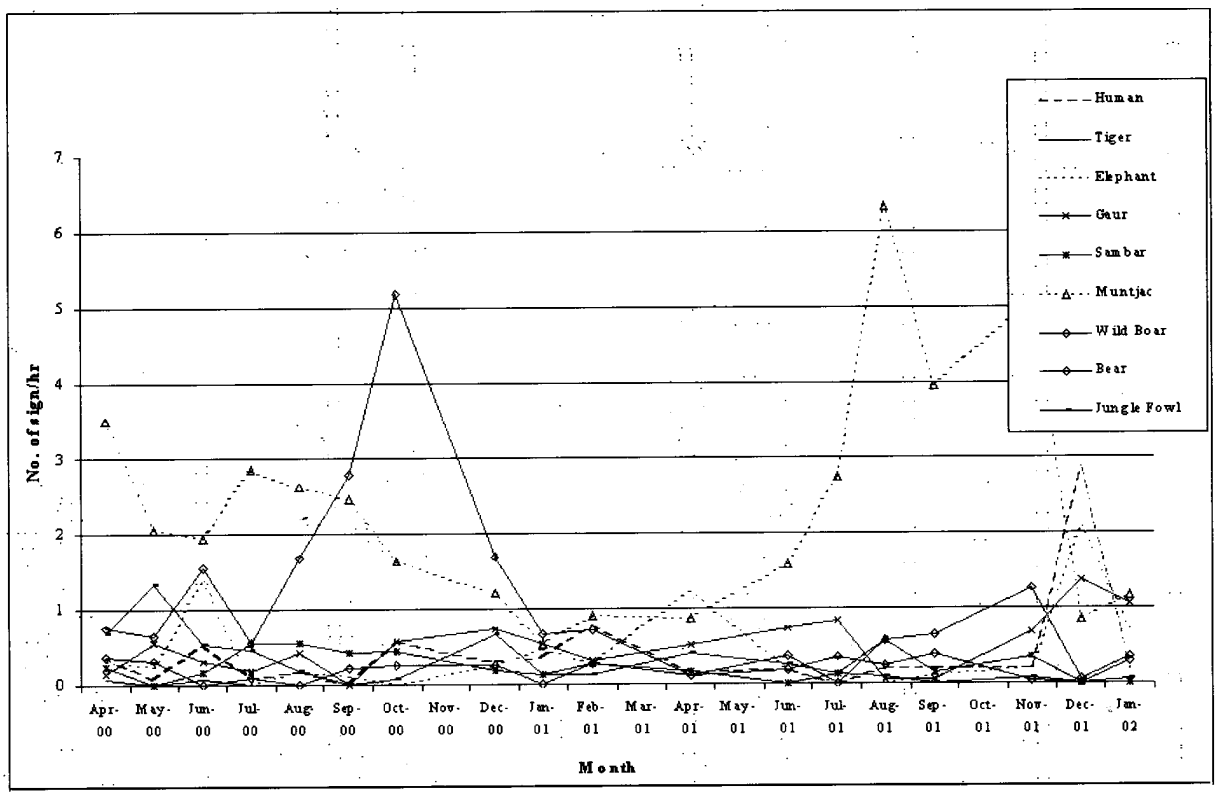
4. การสัญจรของมนุษย์บริเวณคลองอีเฒ่า

มีการบันทึกร่องรอยของผู้ลักลอบล่าสัตว์ในพื้นที่ศึกษาคลองอีเฒ่าในอัตราต่ำตลอดระยะเวลาการศึกษา ร่องรอยดังกล่าวประกอบด้วยรอยเท้า รอยมีด และค่ายพักแรมเก่า สามารถบันทึกภาพผู้ลักลอบล่าสัตว์โดยกล้องดักถ่ายภาพได้เป็นครั้งคราว แม้ว่าพรานที่เข้ามาในพื้นที่หลายครั้งจะรู้จักหลีกเลี่ยงกล้องดักถ่ายภาพ

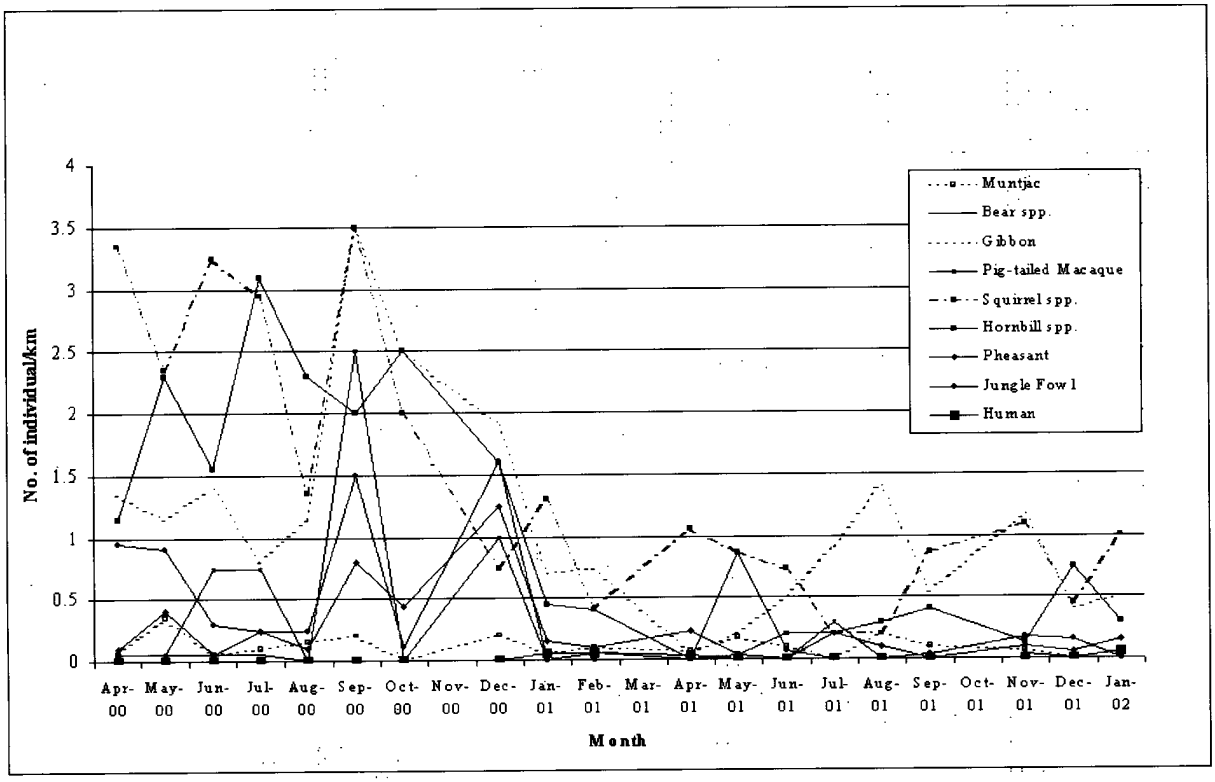
5. แนวโน้มเชิงพื้นที่ของสัตว์ป่าทั้งอุทยานฯ

แนวโน้มที่ชัดเจนที่สุดของสัตว์ป่า คือ แนวโน้มเชิงพื้นที่ทางด้านความชุกชุมเต็มพื้นที่อุทยานฯ (ภาพที่ 5-7) เมื่อพิจารณาสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิดรวมกันจะเห็นว่าอัตราการพบรอยตีนและร่องรอยลดลงอย่างชัดเจนตามระยะห่างจากที่ทำการอุทยานฯ ($p<0.05$; ภาพที่ 5) ยิ่งกว่านั้น อัตราการได้ภาพสัตว์ป่าที่มุ่งศึกษา (รวมทั้งไก่ฟ้าแต่ไม่รวม

นกเงือก) จากกล้องดักถ่ายภาพก็ลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามระยะทางด้วย ($p<0.05$; ภาพที่ 6) การพบตัวสัตว์ที่มุ่งศึกษา (รวมทั้งไก่ฟ้าและนกเงือก) ก็ลดลงในทิศทางเดียวกัน แม้ว่าแนวโน้มจะไม่ชัดเจน ($p<0.01$; ภาพที่ 7)

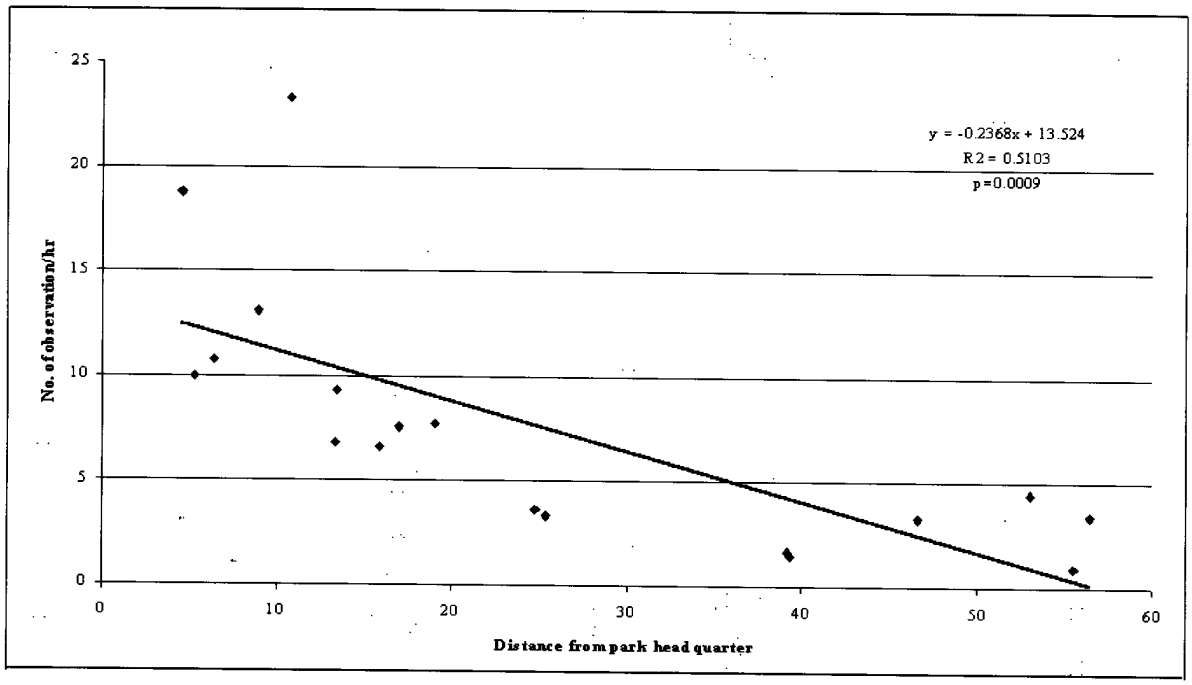


ภาพที่ 3. แนวโน้มการพบรอยตีนและร่องรอยสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมาย ณ คลองอีเฒ่า (เมษายน 2543 – มกราคม 2545)

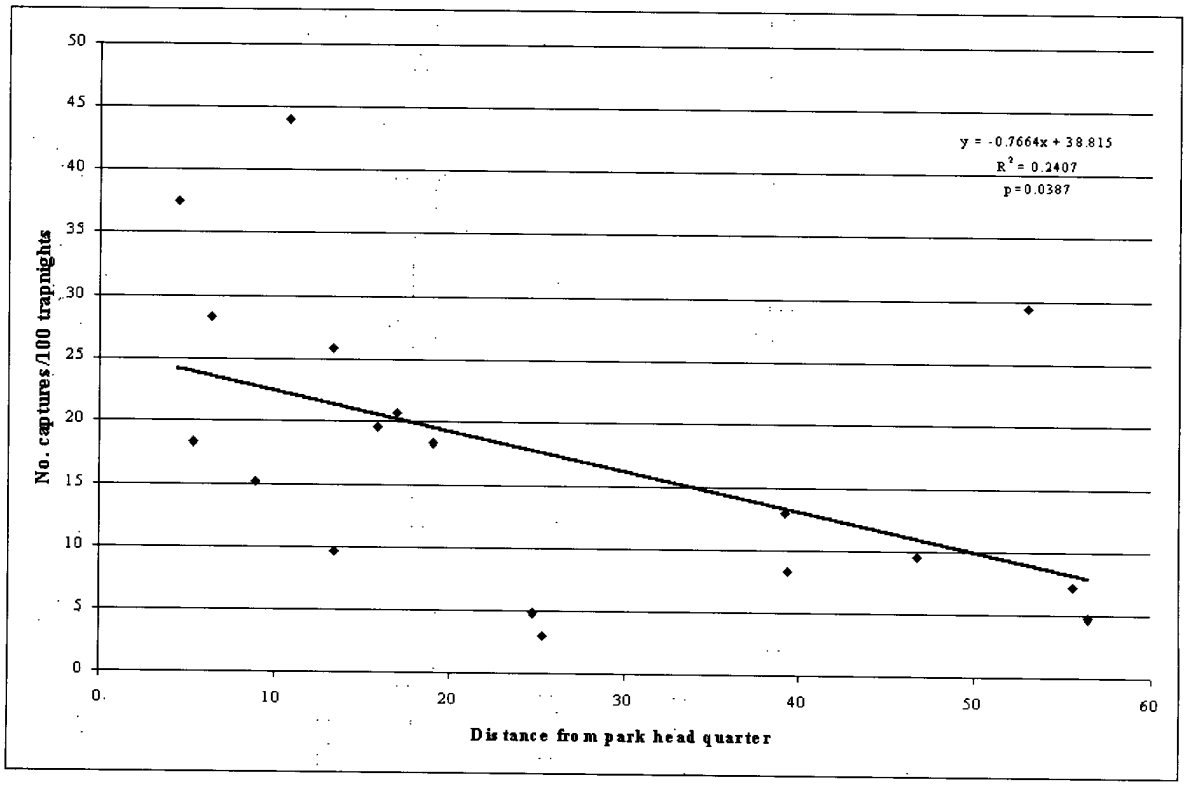


ภาพที่ 4. แนวโน้มอัตราการพบตัวสัตว์จากการสังเกตสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมาย ณ คลองอีเฒ่า (เมษายน 2543 – มกราคม 2545)

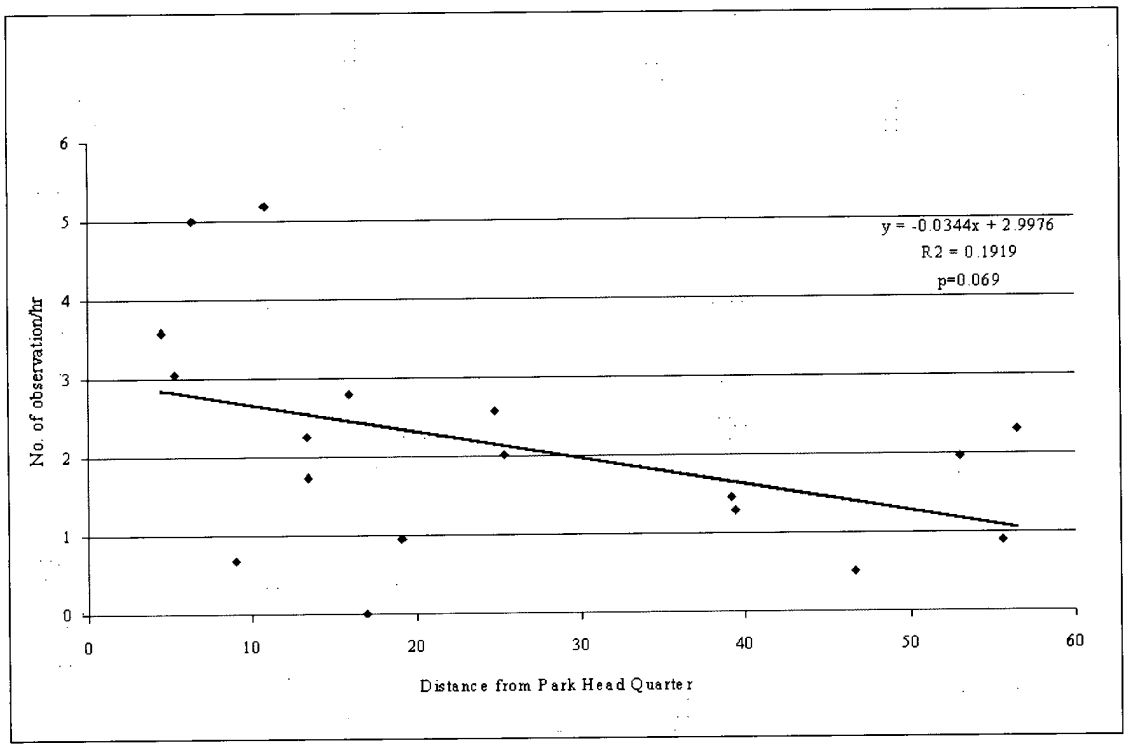
การสัญจรของมนุษย์และอัตราการได้ภาพสัตว์ป่า (ภาพที่ 8) โดยการสัญจรของมนุษย์จาก KY4 (ไสใหญ่) KY10 และ KY12 (ว่านเหลือง) นั้นสูงกว่าอัตราการได้ภาพสัตว์ป่าจากจุดเดียวกัน จุดติดตั้งกล้อง 12 จุด (ร้อยละ 67) มีอัตราการได้ภาพสัตว์ป่าสูงกว่าการสัญจรของมนุษย์ และไม่มีการสัญจรของมนุษย์เลยในจุดติดตั้งกล้อง 4 จุดด้วยกัน โดยรวมจุดที่มีอัตราการได้ภาพสัตว์ป่าสูงที่สุดอยู่ที่ KY8 (มอสิงโต) KY9 (บึงไผ่) KY11 (ว่านเหลือง) KY13 (เขาแหลม) และ KL18 (ซับใต้)



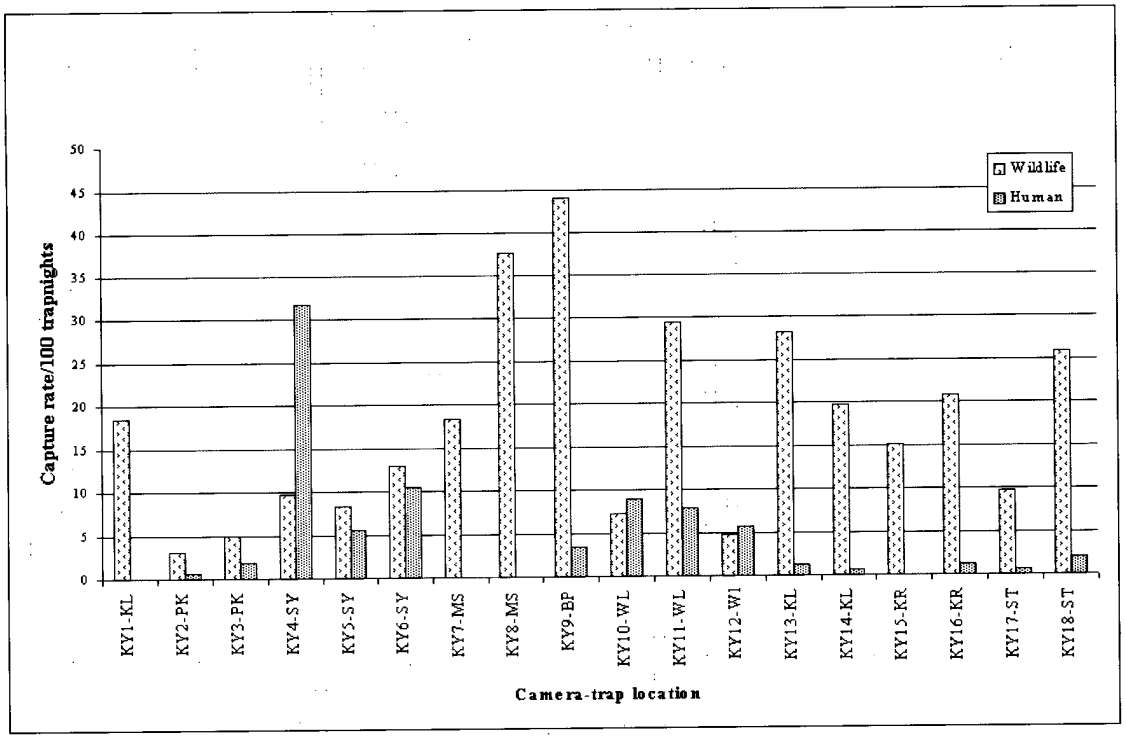
ภาพที่ 5. แนวโน้มการพบสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายจากการสำรวจรอยตีนและร่องรอยตามระยะทางจากที่ทำการอุทยานแห่งชาติ



ภาพที่ 6. แนวโน้มการได้ภาพสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายจากการใช้กล้องดักถ่ายภาพตามระยะทางจากที่ทำการอุทยานแห่งชาติ



ภาพที่ 7. แนวโน้มการพบสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายแยกตามระยะทางจากที่ทำการอุทยานแห่งชาติ



ภาพที่ 8. อัตราการได้ภาพการสัญจรของผู้ลักลอบและสัตว์ป่า ณ จุดติดตามสำรวจถาวร 18 จุด (มกราคม 2544 - มกราคม 2545)

บทสรุป

พื้นที่ที่ทำการติดตามสำรวจในการศึกษาครั้งนี้ทั้ง 2 จุด คือ คลองอีเฒ่าและบึงไผ่เป็นพื้นที่ที่มีการติดตามสำรวจนกเงือกและชะนีมาเป็นเวลานาน (Brockelman, 1996; Poonswad et al., 1991) พื้นที่เหล่านี้เป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ตลอดปีสำหรับนกกินผลไม้และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เมื่อพิจารณาทั่วทั้งอุทยานฯ พบว่าพื้นที่ที่น่าจะเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของนกเงือกและชะนีคือบริเวณคลองอีเฒ่าและพื้นที่รายรอบ รวมทั้งบริเวณทิศตะวันออกของเขาร่มน้อยและ

หุบเขาสมอปูน (Trisurat et al., 1996; Poonswad, 1995) สำหรับบริเวณชายเขตอุทยานฯ พบนกเงือกและชะนีน้อยมากหรือไม่พบเลย โดยเฉพาะทางทิศตะวันออกและทิศใต้ซึ่งผู้ลักลอบล่าสัตว์สามารถบุกรุกเข้ามาในอุทยานฯ ได้ง่าย เพราะสภาพพื้นที่ไม่เป็นอุปสรรคและไม่มีการลาดตระเวนป้องกัน การกระจายพันธุ์เชิงพื้นที่ของกระทิง หมี กวาง ช้าง ป่า นกเงือก และชะนี อาจเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลหรือเมื่อปัจจัยเกี่ยวกับมนุษย์หรือปัจจัยทางนิเวศวิทยาเกิดความเปลี่ยนแปลง (Trisurat and Lynam, 2001)

1. ความหนาแน่นของประชากรสัตว์ป่า

เทคนิคการสำรวจตามแนวสำรวจเส้นตรงเคยถูกใช้เพื่อประเมินความหนาแน่นของประชากรสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในป่าเขตร้อนมาแล้วหลายชนิด (Plumptre and Reynolds, 1994; Plumptre, 2000) ผู้ศึกษาได้ทำการประเมินความหนาแน่นของสัตว์ป่าบางชนิดที่มุ่งศึกษาในเขาใหญ่ (ตารางที่ 3) โดยใช้แนวทางที่จัดทำเป็นมาตรฐาน (Buckland et al., 2001) พบว่าความหนาแน่นของชะนีมือขาว *(H. Lar)* ที่คลองอีเฒ่า (1.8-4.0 ตัว/กม.^{2}) นั้นจัดว่าต่ำกว่าค่าความหนาแน่นของสัตว์ป่าชนิดนี้ในถิ่นที่อาศัยแบบเดียวกันในภูเขียว (9.9-11.9; Borries et al., 2003) ซึ่งอยู่ทางภาคเหนือของไทยมาก ค่าประเมินความหนาแน่นของชะนีและความหนาแน่นของฝูงที่คลองอีเฒ่ามีความแตกต่างกันสูงมาก CV=35-37% (ตารางที่ 3) ผลเหล่านี้อาจเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง ประการแรก ชะนีเป็นสัตว์ป่าที่ถูกล่าในพื้นที่คลองอีเฒ่าจึงทำให้ค่าความหนาแน่นต่ำลงตามธรรมชาติ จุดศึกษาของ Reichard และ Borries et al. (2003) นั้นอยู่ใกล้ถนนในอุทยานฯ และมีการลาดตระเวนบ่อยจึงได้รับการคุ้มครองดีกว่า ขณะเดียวกันหากมีการล่าชะนี ผู้ศึกษาก็จะตรวจพบสัตว์ยากขึ้นเนื่องจากสัตว์จะหลบหนีทันทีที่มองเห็นผู้ศึกษา ทำให้อาจไม่พบชะนีบางตัวที่อาศัยอยู่ในพื้นที่และประเมินความหนาแน่นได้ค่าต่ำกว่าความเป็นจริง หากมีชะนีบางตัวที่ตรวจไม่พบจริง การประเมินขนาดของฝูงน่าจะได้ค่าที่แตกต่างกันมากออกมา อย่างไรก็ตามขนาดของฝูงชะนีที่คลองอีเฒ่าที่ประเมินนั้นมีค่า coefficient of variation ต่ำ (ร้อยละ 12) แสดงว่าการนับจำนวนชะนีในฝูงเป็นไปอย่างค่อนข้างแม่นยำ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเสนอว่าการล่าสัตว์เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ความหนาแน่นของประชากรชะนีที่คลองอีเฒ่าต่ำ การที่ค่าประเมินความหนาแน่นของชะนีและความหนาแน่นของกลุ่มมีความแตกต่างกันมากอาจเป็นเพราะทักษะของผู้สังเกตแตกต่างกัน คือใช้คนในพื้นที่ 3 คนซึ่งมีระดับของประสบการณ์ไม่เท่ากันเข้าไปทำงานแกะรอยสัตว์ที่คลองอีเฒ่า การนับจำนวนชะนีจึงต่างกันไปตามแต่คนนับ อีกประการคือค่าประเมินความหนาแน่นของฝูงชะนีที่คลองอีเฒ่า (1.2 ฝูง/กม.^{2}) จัดว่าต่ำกว่าที่ภูเขียว (2.6 ฝูง/กม.^{2}) และเขาใหญ่เอง (5.0; Brockelman et al., 1998; 4.0; Reichard, ไม่ตีพิมพ์) การที่ขนาดฝูงต่ำกว่านั้นอาจอธิบายได้ทางหนึ่งว่าเป็นเพราะที่คลองอีเฒ่ามีสัตว์ที่อยู่ลำพังไม่เป็นสมาชิกของกลุ่มใด เช่น สัตว์ก่อนเต็มวัยมากกว่าที่อื่น หรือไม่ก็เป็นเพราะการล่าทำให้ขนาดฝูงในคลองอีเฒ่าลดลง

ความหนาแน่นของลิงกัง *(M. nemestrina)* ที่เขาใหญ่ (2.1-13.0 ตัว/กม.^{2}) ก็แตกต่างกันมากกว่าที่ภูเขียว (2.6-7.3 ตัว/กม.^{2}) และโดยเฉลี่ยต่ำกว่าที่พบในมาเลเซีย (17.9; Crockett and Wilson, 1980 ใน Borries et al., 2003) mean group size ที่พบ (12.6-31) สูงกว่าที่พบในภูเขียวเล็กน้อย (7.7-22.7) แต่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษาในมาเลเซีย (อ้างอิงจาก Borries et al., 2003) ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของฝูงที่คลองอีเฒ่า (0.35 ฝูง/กม.^{2}) ใกล้เคียงกับที่ภูเขียว (0.3; Borries et al., 2003) ส่วนลิงนั้นแม้จะถูกพรานในเขาใหญ่ล่าเป็นอาหารก็ยังถูกล่าไม่มากเท่าชะนีซึ่งทั้งถูกล่าเป็นอาหารและจับไปขายเป็นสัตว์เลี้ยง

ความหนาแน่นของเก้งธรรมดา *(M. muntjak)* ที่คลองอีเฒ่า (0.9-2.5 ตัว/กม.^{2}) จัดว่าน้อยกว่าที่มีการศึกษาในสภาพถิ่นที่อาศัยแบบเดียวกันใน Bhadra ประเทศอินเดีย (4.9-5.9 ตัว/กม.^{2})(Karanth and Nichols, 2000) และใน Nagarahole ประเทศอินเดียด้วย (4.3 ตัว/กม.^{2})(Karanth and Sunquist, 2000) แต่ใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าฝนในอุทยานแห่งชาติ Bukit Berisan Selatan (BBSNP) ในอินโดนีเซีย (1.27-5.58 ตัว/กม.^{2}) (O'Brien et al., manuscript) เก้งธรรมดา *(M. muntjak)* จัดว่าเป็นเหยื่อที่เสือโคร่งและหมาไนชอบ (Karanth and Sunquist, 2000) ทั้ง Bhadra และ Nagarahole เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์กีบมากมายหลายชนิดจึงมีความหนาแน่นของเสือโคร่งสูงถึง 3.42-11.9 ตัว/100 กม.^{2} ความหนาแน่นของเสือโคร่งใน BBSNP สูงเพียงครึ่งเดียวของที่ Bhadra (1.6 ตัว/100 กม.^{2}) สำหรับเขาใหญ่ ฐาน

ของสัตว์ที่เป็นเหยื่อสำหรับสัตว์ที่กินเนื้อ เมื่อเทียบกับพื้นที่ทั้งสองแห่งนี้จัดว่าเล็กกว่ามากจึงมีความหนาแน่นของเสือโคร่งต่ำกว่าตามไปด้วย (0.38 ตัว/100 กม.^{2}; Lynam et al., 2002)

ผู้ศึกษาเชื่อว่าการประเมินสำหรับไก่ป่า ไก่ฟ้าหลังขาว และกระรอกหลากสีเป็นการประเมินครั้งแรกที่มีการทำในป่าประเทศไทย ค่าประเมินความหนาแน่นและความหนาแน่นของฝูงสำหรับไก่ฟ้ามีค่า CV's สูง (>50%) ซึ่งชี้ว่าความสามารถของผู้สังเกตต่างกัน แม้กระรอกหลากสีจะเป็นสัตว์ที่พบเห็นได้ไม่ง่าย แต่กลับเป็นสัตว์ที่ถูกตรวจพบมากที่สุดจากการสำรวจตามแนวสำรวจเส้นตรง (n=117; ตารางที่ 3) ดังนั้นค่า CV's สำหรับความหนาแน่นและความหนาแน่นฝูงจึงอยู่ที่ <20% และค่าประเมินความหนาแน่นที่ได้นั้นจัดว่าแม่นยำเชื่อถือได้

2. วิธีการติดตามสำรวจที่เหมาะสม

เนื่องจากการประเมินค่า absolute abundance สามารถทำได้กับสัตว์ป่าเพียงไม่กี่ชนิด การตรวจพบสัตว์ในการสำรวจตามแนวสำรวจเส้นตรงจึงเป็นวิธีที่ให้ผลน้อยสำหรับติดตามสำรวจดัชนีต่างๆ ยิ่งมีปริมาณการพบน้อยการประเมินค่ายิ่งทำได้ยาก การติดตามสำรวจ absolute abundance สำหรับสัตว์ป่าเหล่านี้ขณะที่ประชากรลดจำนวนลงจึงเป็นสิ่งที่ทำไม่ได้ ต้องเป็นประชากรที่กำลังเพิ่มจำนวนขึ้นเท่านั้น (เพื่อให้ปริมาณการพบเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลา) เทคนิคการติดตามสำรวจที่มีประโยชน์มากที่สุดสำหรับการตรวจหาความเปลี่ยนแปลงด้านความชุกชุมของสัตว์ป่าในเขาใหญ่คือ ใช้ดัชนีสัมพัทธ์จากการพบรอยตีนและร่องรอยกับการตั้งกล้องดักถ่ายภาพที่ได้กลายมาเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการติดตามสำรวจสัตว์ป่าหายากที่เป็นปัญหาในการศึกษาในสภาพแวดล้อมต่างๆ อย่างกว้างขวางตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 19 (Champion, 1928; Chapman, 1927; Griffith and van Schaik, 1993; Lynam et al., 2001) สำหรับเขาใหญ่ การใช้กล้องดักถ่ายภาพทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่นำมาใช้ทดสอบแบบจำลองการกระจายเชิงพื้นที่ของสัตว์ป่าหลายชนิด (Trisurat and Lynam, 2001) เพื่อตรวจจับสัตว์ป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ และเพื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของสัตว์กับพื้นที่อื่นๆ (Lynam et al., 2002) ตัวอย่างเช่น ความหนาแน่นของเสือโคร่ง *(Panthera tigris)* ที่เขาใหญ่ (0.22-0.54 ตัว/กม.^{2}) นับว่าต่ำที่สุดในพื้นที่ป่า 11 แห่งในทวีปเอเชีย ภาพถ่ายเสือโคร่งทั้งหมดจากเขาใหญ่ที่ได้จากกล้องดักถ่ายภาพเป็นภาพจากพื้นที่ส่วนกลางของอุทยานฯ ซึ่งมีการจัดการทุ่งหญ้าเพื่อให้สัตว์กีบขนาดใหญ่มีหญ้าระบัดเป็นอาหาร ระหว่างปี 2544 ที่มีการดักถ่ายภาพเพื่อติดตามสำรวจอย่างต่อเนื่อง ไม่พบเสือโคร่งเพิ่มเติมอีกเลยทำให้เชื่อว่าสัตว์ชนิดนี้สูญพันธุ์จากพื้นที่คลองอีเฒ่าไปแล้วหรือใกล้จะสูญพันธุ์อย่างยิ่ง ตรงกันข้ามกับหมาไน *(Cuon alpinus)* ซึ่งพบว่ามีความชุกชุมสูงขึ้น โดยเฉพาะในบริเวณทุ่งหญ้าที่มีการจัดการซึ่งเคยพบเสือโคร่งมาก่อน การติดตามสำรวจที่ทำไปนั้นมีมาตราส่วนไม่ละเอียดพอที่จะสามารถตรวจจับแนวโน้มทางประชากรบริเวณทุ่งหญ้าโดยเฉพาะได้ การวิจัยที่จะทำในเขาใหญ่ในอนาคตจึงควรมีการศึกษานิเวศวิทยาและพฤติกรรมของหมาไน ประกอบกับการติดตามสำรวจหมาไนและเหยื่อด้วย

ข้อด้อยอันหนึ่งของการดักถ่ายภาพคือ ค่าใช้จ่ายทั้งในการจัดซื้อ บำรุงรักษา และในการปฏิบัติงาน ปัจจุบันอุปกรณ์ที่ซื้อจากท้องตลาดซึ่งผู้ศึกษาใช้ในการสำรวจในประเทศไทยมีราคาชุดละประมาณ 16,800 บาท และมีค่าใช้จ่าย 630 บาทต่อชุด เป็นค่าฟิล์ม ค่าล้างอัด และค่าแบตเตอรี่อัลคาไลน์ รวมทั้งจำเป็นต้องซ่อมบำรุงเป็นประจำเพื่อเปลี่ยนเซนเซอร์และชุดวงจรที่อ่อนไหวต่อความร้อนและความชื้นทำให้ต้องเปลี่ยนอยู่เรื่อยๆ โดยใช้ช่างผู้ชำนาญเท่านั้น

ในทางตรงข้าม การเก็บข้อมูลรอยตีนและร่องรอยเป็นวิธีที่เรียบง่ายและค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก ทั้งยังสามารถฝึกอบรมให้เจ้าหน้าที่อุทยานฯ ทำได้ ซึ่งการฝึกอบรมของผู้ศึกษาที่จัดให้แก่เจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าเขาใหญ่ก็มีเนื้อหาครอบคลุมถึงระเบียบวิธีการเก็บข้อมูลรอยตีนและร่องรอยด้วย (WCS, 2001) และเคยนำมาใช้เพื่อติดตามสำรวจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย (Steinmetz, manuscript) หากอัตราการพบร่องรอยสัตว์ป่าสอดคล้องกับความชุกชุมที่พบจริง ตัวเลขการนับร่องรอยและรอยตีนที่ทำในเส้นสำรวจถาวรหรือเส้นทางเดินป่าสั้นๆ ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และนำมาผ่านกระบวนการทางสถิติเพื่อให้ครอบคลุมความหลากหลายของรูปแบบถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าและการใช้ประโยชน์โดยมนุษย์ ก็จะมีความเหมาะสมในการติดตามสำรวจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ต่อไป โดยมากเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าเองก็มีความรอบรู้เกี่ยวกับพื้นที่และมีทักษะด้านสัตว์ป่าเป็นอย่างดี เช่น รู้จักร่องรอยสัตว์ป่า จึงต้องการเพียงการฝึกอบรมวิธีการจดบันทึกการสังเกตและบันทึกข้อมูลเท่านั้นก็สามารถใช้ระเบียบวิธีนี้อย่างได้ผล

ตารางที่ 2. การเก็บข้อมูลและจำนวนสัตว์ป่าที่บันทึกได้จากกล้องดักถ่ายภาพ ณ คลองอีเผ่า (มกราคม 2544-มกราคม 2545)

หมายเลข	เดือน	Marbled Cat แมวลายหินอ่อน	Leopard Cat แมวดาว	Malayan Sunbear หมีหมา	Asiatic Black Bear หมีควาย	Yellow-throated Marten หมาไม้	Large Indian Civet อีเห็นใหญ่	Common Palm Civet อีเห็นธรรมดา	Hog Badger หมูหริ่ง	Crab-eating Mongoose พังพอนหนู	Pangolin ลิ่น	Binturong หมีควาย	Elephant ช้าง	Wild Boar หมูป่า	Lesser Mouse Deer กระจง	Common Muntjac เก้งธรรมดา	Sambar กวาง	Gaur กระทิง	Malayan Porculine เม่น	Pig-tailed Macaque ลิงกัง	Human คน	*Pheasant* sp. ไก่ฟ้า	ร่วมกันทั้งหมดที่ถ่ายได้	จำนวนครั้งที่ถ่ายได้ทั้งหมด	จำนวนสัตว์ที่ถ่ายได้ทั้งหมด
1	ม.ค.-ก.พ. 44	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	12	46	10	275
2	ก.พ.-เม.ย. 44	0	7	0	2	1	7	9	0	0	0	0	5	0	0	24	0	2	10	0	0	58	125	10	619
3	เม.ย.-มิ.ย. 44	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	7	18	0	0	0	9	4	35	77	9	360
4	มิ.ย.-ก.ค. 44	0	0	0	1	0	2	0	4	0	0	1	0	0	6	15	1	0	1	0	0	70	101	9	263
5	ก.ค.-ส.ค. 44	0	0	0	1	0	2	0	3	0	0	1	0	0	6	15	1	0	1	0	0	70	100	10	468
6	ส.ค.-ก.ย. 44	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3	12	0	0	0	1	0	10	29	10	283
7	ก.ย.-พ.ย. 44	0	0	2	0	2	5	3	2	0	0	0	1	7	8	57	1	0	13	20	0	39	160	10	626
8	พ.ย.-ธ.ค. 44	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	21	0	2	0	10	0	7	48	10	258
9	ธ.ค.-ม.ค. 45	0	0	3	2	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	31	0	0	0	2	3	0	45	10	340
รวม		1	9	5	6	4	24	20	11	1	1	2	6	11	31	217	3	4	25	42	7	301	731	88	3,492

ตารางที่ 3. ผลประเมินความหนาแน่นของนกขนาดใหญ่และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิดที่มุ่งศึกษา ณ คลองอีเฒ่า (มิถุนายน 2543-มกราคม 2545)

ชนิด	ปริมาณข้อมูล (n)	ขนาดกลุ่ม			ESW (m)			อัตราการพบ			ความหนาแน่นของกลุ่ม (กลุ่ม/Km^2)		
		เฉลี่ย	SE	CV (%)	เฉลี่ย	SE	CV (%)	เฉลี่ย	SE	CV (%)	เฉลี่ย	SE	CV%
Pig-tailed Macaque (*M. nemestrina*)	13	21.78	9.22	42.34	64.39	23.85	37.03	0.04	0.02	44.26	0.35	0.20	57.71
Silver Pheasant (*L. nycthemera*)	11	3.41	1.17	34.41	84.10	24.19	28.76	0.04	0.02	41.91	2.27	1.15	50.83
White-handed Gibbon (*H. lar*)	31	2.41	0.30	12.26	44.55	99.01	22.22	0.10	0.03	27.02	1.20	0.42	34.99
Variable Squirrel (*C. finlayson*)	117	1.38	0.06	4.31	23.11	27.90	12.60	0.35	0.05	14.82	7.70	1.46	19.11
Jungle Fowl (*G. gallus*)	12	1.28	0.15	11.96	23.58	83.66	35.48	0.04	0.01	34.68	0.88	0.44	49.61
M. muntjak (*M. muntjak*)	11	1.00	0.00	0.00	11.21	39.55	35.30	0.04	0.01	29.20	1.70	0.78	45.81

ชนิด	ปริมาณข้อมูล (n)	ความหนาแน่น (ตัว/Km^2)			จำนวนสัตว์ ในแปลงศึกษาคลองอีเฒ่า (8 Km^2)	แบบจำลองคณิตศาสตร์
		Average	SE	CV%		
Pig-tailed Macaque (*M. nemestrina*)	13	7.6	5.44	71.58	60.80	Half-normal key, k(y) = Exp(-y**2/(2*A(1)**2))
Silver Pheasant (*L. nycthemera*)	11	7.74	4.75	61.38	61.92	Half-normal key, k(y) = Exp(-y**2/(2*A(1)**2))
White-handed Gibbon (*H. lar*)	31	2.89	1.07	37.07	23.12	Half-normal key, k(y) = Exp(-y**2/(2*A(1)**2))
Variable Squirrel (*C. finlayson*)	117	10.64	2.08	19.59	85.12	Half-normal key, k(y) = Exp(-y**2/(2*A(1)**2))
Jungle Fowl (*G. gallus*)	12	1.13	0.58	51.03	9.04	Half-normal key, k(y) = Exp(-y**2/(2*A(1)**2))
M. muntjak (*M. muntjak*)	11	1.70	0.78	45.81	8.56	Half-normal key, k(y) = Exp(-y**2/(2*A(1)**2))

3. แนวโน้มเชิงเวลาของสัตว์ป่า

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่และนกหลายชนิดในเขาใหญ่มีความหนาแน่นต่ำกว่าเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆ โดยรวมพบว่าความถี่ในการพบสัตว์ป่าชนิดที่มุ่งศึกษาส่วนใหญ่ต่ำ และมีการพิจารณาแนวโน้มต่างๆ ของสัตว์ป่าเป็นกลุ่มหรือทุกชนิด ระหว่างเดือนมิถุนายน 2543 - เมษายน 2545 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่และนกจำนวนหนึ่งสามารถพบได้ง่ายในพื้นที่เก็บข้อมูลที่คลองอีเฒ่า ประกอบด้วย หมีหมา ช้างป่า หมีควาย กระทิง แมวดาว เสือลายเมฆ นกเงือกชนิดต่างๆ ไก่ป่า และไก่ฟ้าหลังเทา แม้จะไม่พบเสือโคร่งแต่พบสัตว์กินเนื้อชนิดอื่นซึ่งเป็นเครื่องชี้ว่ามีทรัพยากรเหยื่อเพียงพอ ชะนีและนกเงือกเป็นดัชนีชี้วัดสำคัญของสภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่า โดยทั่วไปสัตว์ทั้งสองจะอาศัยอยู่ในป่าดิบและป่าเบญจพรรณซึ่งมีแหล่งอาหารพอเพียง สัตว์เหล่านี้มีความอ่อนไหวต่อการล่าแม้เพียงในปริมาณเล็กน้อย ดังนั้น การที่พบสัตว์อาศัยในคลองอีเฒ่าก็เป็นดัชนีชี้ให้เห็นว่าแรงกดดันจากการล่านั้นยังไม่สูงจนเกินขีดจำกัด

ความชุกชุมของไก่ฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นระหว่างเดือนเมษายน - กันยายน 2543 อาจอธิบายได้ว่าเกิดจากกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูผสมพันธุ์ (Khobkhet, 1988) อัตราการพบเก้งธรรมดา *(M. muntjak)* และลิงกัง *(M. nemestrina)* เพิ่มขึ้นระหว่างเดือนกันยายน - ธันวาคม 2543 จุดสูงสุดของอัตราการพบเกี่ยวข้องกับความชุกชุมของอาหารที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ตัวอย่างคือการมีแหล่งอาหารตามฤดูกาลแหล่งใหญ่ เช่น *Choerospondia axillaries* อยู่ตามด่านสัตว์ ซึ่งนำกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าไปติดตั้งอาจทำให้บันทึกได้ผลตอบสนองเชิงพฤติกรรมซึ่งทำให้อัตราการได้ภาพเพิ่มสูงขึ้น

แนวโน้มความชุกชุมของสัตว์ป่าที่เป็นเป้าหมายก็สามารถตรวจพบได้จากจำนวนรอยตีนและร่องรอยเช่นเดียวกัน ระหว่างเดือนเมษายน 2543 - มกราคม 2545 (ภาพที่ 4) อัตราการพบเก้งธรรมดา *(M. muntjak)* มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ ขณะที่อัตราการพบหมูป่า *(S. Scrofa)* ลดลงหลังจากเดือนพฤศจิกายน 2543 การลดลงนี้มีเหตุผลหลายประการ 1) คืออาหารที่เคยมีอาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไป 2) อัตราการสัญจรของมนุษย์ในพื้นที่อาจเพิ่มขึ้นทำให้สัตว์ป่าเปลี่ยนไปใช้พื้นที่บริเวณอื่นเป็นผลตอบสนองต่อการล่าหรือการรบกวนในรูปแบบอื่น อัตราการพบสัตว์ป่าโดยรวมลดลงหลังเดือนกันยายน 2543 (ภาพที่ 5) ซึ่งอาจเป็นผลตอบสนองโดยรวมต่อการสัญจรของมนุษย์ซึ่งเพิ่มขึ้นในพื้นที่ศึกษาเมื่อนักหาไม้หอมเริ่มเข้ามาในบริเวณคลองอีเฒ่าเพื่อหาต้นไม้หอม *Aquilaria* spp. ที่ไม่ได้ถูกเก็บไปก่อน

ไม่มีหลักฐานยืนยันว่าประชากรของสัตว์ป่าชนิดใดในคลองอีเฒ่ากำลังเพิ่มจำนวนขึ้น แม้ว่าการอพยพตามฤดูกาลหรือการตอบสนองต่อการรบกวนโดยมนุษย์อาจเป็นสาเหตุให้เกิดความเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาของความชุกชุมตามที่พบในการสำรวจ ส่วนใหญ่ประชากรของสัตว์ป่าที่มุ่งศึกษา โดยเฉพาะสัตว์ขนาดใหญ่ เช่น เสือโคร่ง และกระทิงอาจจะกำลังลดลง เนื่องจากสัตว์เหล่านี้มีปริมาณน้อยมากอยู่แล้วการตรวจจับการลดลงของประชากรสัตว์เหล่านี้จึงมีปัญหาในการปฏิบัติ

4. การกระจายพันธุ์ของสัตว์ป่าขนาดใหญ่และการล่าสัตว์

จากการศึกษาก่อนหน้านี้ (Trisurat et al., 1996) และการสำรวจเต็มพื้นที่อุทยานฯ (Lynam, 2000) รวมทั้งการติดตามสำรวจระหว่างปี 2543 - 2545 (ภาพที่ 5-7) ชี้ว่าพื้นที่บริเวณรอบที่ทำการอุทยานฯ เป็นที่ที่มีสัตว์ป่าซึ่งเป็นเป้าหมายอาศัยอยู่มากที่สุด และพื้นที่ห่างไกลจากที่ทำการอุทยานฯ โดยเฉพาะที่อยู่ใกล้ชายเขตอุทยานฯ มีความชุกชุมของสัตว์ป่าต่ำที่สุด ในพื้นที่ชายขอบเหล่านี้พบว่าสัตว์ป่าขนาดใหญ่อาจสูญพันธุ์ไปจากพื้นที่แล้ว เหลือเพียงชะมดอีเห็น กระรอก และสัตว์ป่าขนาดเล็กอื่นๆ นับเป็นตัวอย่างของการล่าลงมาตามห่วงโซ่อาหาร ซึ่งเป็นรูปแบบที่พัฒนาให้เห็นได้ชัดเจนในบางส่วนของภาคเหนือของประเทศไทย (Tungittiplakorn and Dearden, 2002)

รูปแบบทั่วไปของสัตว์ป่าที่ปรากฏนี้ส่วนหนึ่งอธิบายได้ว่าเกิดจากการขาดเขตกันชนระหว่างชุมชนกับพื้นที่สำคัญสำหรับสัตว์ป่าในอุทยานฯ การที่มีขอบตัดชัดเจนตามแนวเขตอุทยานฯ หมายความว่ากิจกรรมของมนุษย์นั้นเกิดขึ้นในบริเวณที่ต่อเนื่องโดยตรงกับถิ่นที่อาศัยของสัตว์ป่า โดยสัตว์ป่าต้องพบกับมนุษย์ในจำนวนที่ไม่แน่นอน และหมดไปจากบริเวณเมื่อถูกล่าหรือถิ่นที่อยู่อาศัยถูกบุกรุกทำลาย (Woodroffe and Ginsberg, 1998) รวมทั้งปัจจัยที่มีมานานคือกิจกรรมผิดกฎหมายของมนุษย์โดยเฉพาะการล่าสัตว์ ในอดีตการลาดตระเวนปราบปรามมักกระจุกตัวอยู่บริเวณตอนกลางของอุทยานฯ ใกล้ที่ทำการขณะที่พื้นที่บริเวณรอบนอกถูกละเลยไป (Albers and Grinspoon, 1997) พื้นที่

หลายแห่งทางสุดทิศตะวันออกและทิศใต้ของอุทยานฯ ดูจะเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาการล่าสัตว์มากที่สุด และอาจเป็นเช่นนี้มาตั้งแต่เตรียมประกาศเขตอุทยานฯ จึงเป็นพื้นที่ที่ยากต่อการจัดการ เห็นได้จากภาพถ่ายชาวบ้านซึ่งมีถึง 78 ภาพในการสำรวจโดยการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพเพียง 3 ครั้ง การสัญจรของมนุษย์มีสูงเป็นพิเศษบริเวณไสใหญ่ (KY4, 5, 6) และว่านเหลือง (KY10, KY11, KY12) (ภาพที่ 8) เมื่อยี่สิบปีก่อนพื้นที่เหล่านี้เป็นที่หลบซ่อนของผู้ก่อการร้ายคอมมิวนิสต์ เจ้าหน้าที่รัฐไม่สามารถเข้าพื้นที่ได้และมีการล่าสัตว์ป่าอย่างไร้การควบคุม

ไม่นานมานี้การรบกวนของมนุษย์จากการท่องเที่ยวกลายเป็นปัจจัยสำคัญที่คุกคามสัตว์ป่าและถิ่นที่อยู่อาศัยบริเวณฝั่งตะวันออกของอุทยานฯ พื้นที่นี้มีการสัญจรของมนุษย์สูงในฤดูฝนซึ่งกิจกรรมการล่องแพกำลังได้รับความนิยมนักท่องเที่ยวรบกวนสัตว์ป่าโดยการส่งเสียงดัง กิจกรรมค่ายพักแรม และการเดินผ่านพื้นที่ที่อ่อนไหว โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่าการที่ความชุกชุมของสัตว์ป่าต่ำเป็นผลจากแรงกดดันจากการล่าสัตว์อย่างหนักในอดีตทำให้ประชากรสัตว์ไม่มีโอกาสที่จะฟื้นตัวได้เนื่องจากกิจกรรมเพื่อการจัดการและการควบคุมการรบกวนโดยมนุษย์ที่มีอยู่ยังไม่พอเพียง

5. การประเมินการลดลงของภัยคุกคาม

หากการจัดการอุทยานฯ มีการให้ลำดับความสำคัญกับการลดการล่าสัตว์ กิจกรรมเพื่อการอนุรักษ์ทั้งหมดก็ควรจะให้ผลที่สร้างความก้าวหน้าไปสู่เป้าหมายนี้ด้วย ระเบียบวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประเมินว่าการดำเนินโครงการมีผลลดปัจจัยคุกคามต่อสัตว์ป่ามากน้อยเพียงใดคือการทำการประเมินการลดปัจจัยคุกคาม (Threat Reduction Assessments -TRA)(Salafsky and Margoluis, 1999) ซึ่งประกอบด้วยการให้เจ้าหน้าที่โครงการทำรายการปัจจัยการคุกคามต่างๆ และจัดลำดับความสำคัญตามแกนสามแกน คือ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ความรุนแรงของการคุกคามและความเร่งด่วนในการแก้ไข จากนั้นจึงนำลำดับที่จัดไว้มาใช้กำหนดลำดับรวมของปัจจัยคุกคามทั้งหมด แล้วให้เจ้าหน้าที่โครงการประเมินว่าปัจจัยคุกคามแต่ละอย่างได้ลดลงมากน้อยเพียงใดเมื่อมีการดำเนินการโครงการ คะแนนดิบที่ว่านี้เป็นเครื่องชี้ว่าปัจจัยคุกคามใดบ้างที่ลดลง โดยเทียบกับอันดับของปัจจัยคุกคามก็จะให้ผลออกมาเป็นค่าดัชนีการลดภัยคุกคาม (TRA Index)

ในฐานะแนวทางหนึ่งเพื่อตรวจวัดว่าระดับของการล่าสัตว์ลดลงมากเพียงใดจากการดำเนินการโครงการอนุรักษ์เขาใหญ่ คณะทำงานติดตามสำรวจสัตว์ป่า ซึ่งประกอบด้วยชาวบ้านที่เป็นอดีตพรานล่าสัตว์ในเขาใหญ่ 2 คน ปัจจุบันรับจ้างเป็นผู้ตามรอยสัตว์ป่า และนักวิจัย 2 คน ซึ่งมีประสบการณ์การทำงานในโครงการมากกว่า 2 ปี ได้ใช้กระบวนการที่เป็นมาตรฐาน (Salafsky and Margoluis, 1999) ทำการประเมินผลการลดความคุกคาม โดยปัจจัยคุกคามสำหรับสัตว์ป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่สามารถแบ่งออกเป็น 1. การล่าสัตว์ป่า (เพื่อยังชีพ) 2. การล่าสัตว์ป่า (เพื่อการค้า) 3. การรบกวนถิ่นที่อาศัยของสัตว์ป่า (บุกรุกแผ้วถาง) 4. การรบกวนถิ่นที่อาศัยของสัตว์ป่า (เก็บผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่ไม้ใช้สอย) และ 5. การก่อสร้างถนน เจ้าหน้าที่โครงการฯ ทั้งสี่ประเมินว่าการลดลงของภัยคุกคามสัตว์ป่าอันเป็นผลจากการดำเนินโครงการมีค่าเท่ากับ 22.3+/-5.2%

ข้อเสนอแนะ

1. การติดตามสำรวจแนวโน้มต่างๆ ของสัตว์ป่าเป็นมาตรการสำคัญที่จะทำการอนุรักษ์ให้ได้ผล แม้จะเป็นไปไม่ได้ที่จะติดตามสำรวจสัตว์ป่าครบทุกชนิด แต่สัตว์บางชนิดสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้ เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่และนก
2. หากสามารถใช้กล้องดักถ่ายภาพได้ก็จะทำการติดตามสำรวจสัตว์ป่าเฉพาะชนิดได้ โดยเฉพาะสัตว์ป่าหายากหรือมีนิสัยชอบหลบซ่อน ซึ่งปกติสัตว์เหล่านี้ยากที่จะจำแนกจากร่องรอยและน้อยครั้งที่จะพบเห็นตัว
3. แนวโน้มเชิงพื้นที่ของสัตว์ป่าปรากฏชัดเจนทั่วทั้งอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยความชุกชุมของสัตว์ป่าลดลงจากบริเวณที่ทำการอุทยานฯ ไปยังชายเขตอุทยานฯ รูปแบบดังกล่าวส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่พื้นที่ห่างไกลในอุทยานฯ ปราศจากการดูแลเป็นเวลานาน ประกอบกับการที่พื้นที่เหล่านี้มีการล่าสัตว์เพิ่มมากขึ้น การลาดตระเวนโดยเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าและลูกจ้างอุทยานฯ ควรมุ่งเน้นไปที่พื้นที่ดังกล่าว

4. เจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าและลูกจ้างควรตั้งใจบันทึกการพบสัตว์ป่าขณะออกลาดตระเวน ทั้งที่เป็นการพบตัว รอยตีน ร่องรอย และซากที่ถูกผู้ลักลอบล่าตามกองไฟในค่ายพักแรม รวมทั้งหลักฐานเกี่ยวกับสัตว์ป่าอื่นๆ ข้อมูลดังกล่าวควรได้รับการบรรจุเข้าไปในฐานข้อมูลที่เก็บรักษาไว้ที่ที่ทำการอุทยานฯ
5. เจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าและลูกจ้างที่เข้าร่วมกิจกรรมป้องกันและปราบปรามควรมีโอกาสเข้ารับการฝึกทบทวนเพื่อรักษาทักษะและระดับความสนใจในการอนุรักษ์สัตว์ป่าไว้
6. อัตราการจับกุมผู้ลักลอบล่าสัตว์โดยเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าขณะทำการลาดตระเวนในเขาใหญ่และการยึดของกลางไม้กฤษณาซึ่งเป็นเป้าหมายของผู้ลักลอบเป็นไปอย่างสม่ำเสมอระหว่างเดือนมกราคม 2543 - เดือนมิถุนายน 2545 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแรงกดดันของสัตว์ป่าจากกิจกรรมผิดกฎหมายของมนุษย์ยังคงอยู่ อย่างไรก็ตาม ทัศนคติของผู้ลักลอบดูจะเปลี่ยนไป เจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่ายืนยันว่าผู้ลักลอบกระทำผิดที่ถูกจับกุมส่วนใหญ่ไม่ได้พกพาอาวุธหรือกับดักสัตว์ แม้ข้อสังเกตนี้จะยังไม่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณแต่ก็พอจะชี้ให้เห็นได้ว่าการล่าสัตว์อาจลดลง
7. กิจกรรมการท่องเที่ยวในเขาใหญ่จำเป็นต้องมีการจัดการและจัดระเบียบ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการใช้งานสูงและใกล้ที่ทำการและที่ไสใหญ่
8. จากการประเมินโดยคณะทำงานติดตามสำรวจสัตว์ป่าพบว่าโครงการอนุรักษ์เขาใหญ่ประสบความสำเร็จ สามารถลดการคุกคามสัตว์ป่าในอุทยานฯ ลงได้ประมาณร้อยละ 22
9. การอนุรักษ์สัตว์ป่าอย่างมีประสิทธิภาพจะสามารถบรรลุได้ด้วยความร่วมมือระหว่างบุคลากรและกลุ่มต่างๆ นักวิจัย ชาวบ้าน องค์กรเอกชนและเจ้าหน้าที่อุทยานฯ ควรร่วมงานกันและแบ่งปันข้อมูลตลอดจนเทคนิคในการปฏิบัติงาน โดยนำข้อมูลมาปรับปรุงสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้ตรงกับปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการบริหารจัดการอุทยานฯ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่อนุญาตให้ทำการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณเทวินทร์ มีทรัพย์ ผู้ช่วยหัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ช่วยประสานงานโครงการ ขอบคุณคุณอาทิตย์ เบียดนอก คุณทองใบ เจริญดง คุณสมชาย เชิงเขา คุณประวิง กลิ่นไกล คุณระวัง กลิ่นไกล คุณ Lee Middleton คุณดุสิต งอประเสริฐ คุณ Valerie van Breugel และ คุณปฐม ยิ้มขาว ที่ช่วยเหลืองานภาคสนาม รวมทั้งเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าและลูกจ้างชั่วคราวของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่รวม 13 คน ที่เข้าร่วมการฝึกภาคปฏิบัติในการติดตามสำรวจสัตว์ป่า ขอบคุณคุณอลงกต ชูแก้ว คุณอุดมศักดิ์ ปริญญาสุทธินันท์ และคุณวราภรณ์ รักษาชาติ จากโครงการอนุรักษ์เขาใหญ่ (Khao Yai Conservation Project) ที่ช่วยประสานงานภาคสนามและยานพาหนะ ดร. ยงยุทธ ไตรสุรัตน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นผู้ออกแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับโครงการและช่วยวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน Dr. Ullas Karanth ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจตามแนวสำรวจเส้นตรง คุณพันทิพา พัฒนแก้ว ช่วยจัดทำแผนที่และวิเคราะห์ข้อมูล คุณกลศ บุญทวี แปลรายงานฉบับภาษาไทย การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก US Fish and Wildlife Service Tiger and Rhino Fund, โปรแกรมพิเศษของ TRF/BIOTEC เพื่อการวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพและการฝึกอบรม (BRT 243001), "Save the Tiger Fund" โครงการร่วมระหว่าง National Fish and Wildlife Foundation (NFWF) และ ExxonMobile Corporation, คุณ John และ Surindar Morgan และสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (Wildlife Conservation Society-WCS)

เอกสารอ้างอิง

Albers, H.J. and E. Grinspoon. 1997. A comparison of the enforcement of access restrictions between Xishuangbanna Nature Reserve (China) and Khao Yai National Park (Thailand). *Environmental Conservation* 24(4): 351-362.

Bennett, E.L. and M. Rao. 2002. Hunting and Wildlife Trade in Tropical and Subtropical Forests: Results of a Meeting Held in Khao Yai National Park, Thailand. Wildlife Conservation Society, Bangkok. 33 pp.

Borries, C., E. Larney and A. Koeing. 2003. The diurnal primate community in the dry evergreen forest of Phu Khieo Wildlife Sanctuary (Northeast Thailand). *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 50(1): 75-88.

Brockelman, W.Y. 1996. Behavior, Evolution and Conservation of Thai Gibbon. National Research Council, Bangkok. 72 pp.

Brockelman, W.Y. and P. Dearden. 1990. The role of nature trekking in conservation: a case-study in Thailand. *Environmental Conservation* 17(2): 141-147.

Brockelman, W.Y., U. Reichard and U. Treesucon. 1998. Dispersal, pair formation and social structure in gibbons *(Hylobates lar). Behaviour Ecology Sociobiology* 42: 329-339.

Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers and L. Thomas. 2001. Introduction to Distance Sampling. Oxford University Press, Oxford.

Champion, F.W. 1928. With a Camera in Tiger-land. Doubleday, Doran and Company, New York.

Chapman, F.M. 1927. Who treads our trails. *National Geographic* 52(3): 331-345.

Griffin, J.G. 1994. An evaluation of protected area management: a case study of Khao Yai National Park. *Tigerpaper* 21: 15-23.

Griffiths, M. and C.P. van Schaik. 1993. Camera-trapping: a new tool for the study of elusive rain forest animals. *Tropical Biodiversity* 1: 131-135.

Karanth, K.U. and J.D. Nichols. 2000. Ecological Status and Conservation of Tigers in India: Final Technical Report to the Division of International Conservation, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. and Wildlife Conservation Society, New York, Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.

Karanth, K.U. and M.E. Sunquist. 2000. Behavioural correlates of predation by tiger *(Panthera tigris),* leopard *(Panthera perdus)* and dhole *(Cuon alpinus)* in Nagarahole, India. *J. Zool. Lond.* 250: 255-265.

Khobkhet, O. 1988. Bird of Thailand, Sarakadee Press, Bangkok.

Lynam, A.J. 2000. Effects of Human Landuse on Faunal Abundance in Some Thai Forest Reserves. Final Report to The National Research Council of Thailand. Wildlife Conservation Society, Bangkok. 49 pp.

Lynam, A.J., A. Rabinowitz, S.T. Khaing and T. Myint. 2002. Comparative Status and Distribution of Tigers in Thailand and Myanmar. Society for Conservation Biology, 16th Annual Meeting, University of Kent, UK.

Lynam, A.J., K. Kreetiyutanont and R. Mather. 2001. Conservation status and distribution of the Indichinese tiger *(Panthra tigris corbetti)* and other large mammals in a forest complex in northeastern Thailand. *Natural History Bulletin of the Siam Society* 49: 61-75.

Madhusudan, M.D. and K.U. Karanth. 2002. Local hunting the conservation of large mammals in India. *Ambio* 31: 49-54.

O'Brien, T., H.T. Wibisono and M.F. Kinnaird. manuscript. Crouching tigers, hidden prey: status of Sumatra tigers in the Bukit Barisan Selatan National Park, Sumatra, Indonesia.

Plumptre, A.J. and V. Reynolds. 1994. The impact of selective logging on the primate populations in the Budongo Forest Reserve, Uganda. *Journal of Applied Ecology* 31: 631-641.

Plumptre, J.A. 2000. Monitoring mammal populations with line transect techniques in African forest. *Journal of Applied Ecology* 37: 356-368.

Poonswad, P. 1995. Nest site characteristics of four sympatric species of hornbills in Khao Yai National Park, Thailand. *Ibis* 137: 183-191.

Poonswad, P., A. Tsuji, R. Liewviriyakit and N. Jiratwatkavi. 1991. Biology of Hornbills in Khao Yai National Park. *Journal of Wildlife in Thailand* 1: 31-40.

Salafsky, N. and R. Margoluis. 1999. Threat reduction assessment: a practical and cost-effective approach to evaluating conservation and development projects. *Conservation Biology* 13: 830-841.

Steinmetz, R. menuscript. Monitoring abundance and habitat use of large terrestrial mammals after sustained poaching in Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary, Thailand.

Trisurat, Y. and A.J. Lynam. 2001. Testing predictive models of the distributions of threatened large fauna at Khao Yai National Park, Thailand. Society for Conservation Biology Annual Meeting, Honolulu, Hawaii.

Trisurat, Y., A. Eiumnoh, P. Tharnchai and K. phongpanit. 1996. A Geographical Study of Wildlife Abundance in Khao Yai National Park, Thailand. Report submitted to Thailand Research Fund. School of Environment, Resources and Development, Asian Institute of Technology, Bangkok.

Tungittiplakorn, W. and P. Dearden. 2002. Hunting and wildlife use in some Hmong communities in Northern Thailand. *Nat. Hist. Bull. Soc.* 50(1): 57-73.

WCS. 2001. Report on Wildlife Survey and Monitoring Techniques: A Training for Khao Yai National Park Rangers. Wildlife Conservation Society, Thailand Program, Bangkok. 23 pp.

WCS/GSN. 1999. Report on How to Reduce Poaching of Aloewood and Wildlife in Khao Yai National Park. Wildlife Conservation Society/Global Survival Network, Bangkok. 12 pp.

Woodroffe, R. and J.R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* 280: 2126-2128.

The Role of Birds in the Regeneration of Forest in Northern Thailand

George Gale, Andrew J. Pierce and Puntipa Pattanakaew
King Mongkut's University of Technology Thonburi, School of Bioresources & Technology, Division of Natural Resources Management, 83 Moo 8, Thakham, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand

Knowledge of the role of birds in natural regeneration processes could be used to increase the speed and reduce the costs of forest restoration. The objectives of this study were to determine: (1) whether artificial bird perches placed in sites undergoing natural and human-assisted regeneration could be used as a method for increasing seed deposition and seedling recruitment and (2) which local and landscape vegetation features influence input of bird-dispersed seeds. We examined seed rain and seedling recruitment beneath a total of 96 perches on eight plots located in two different sites in northern Thailand. The first site, Pha Daeng (PD), contained three naturally regenerating plots, which ranged from nearly treeless and grass-dominated, to nearly 40% bamboo canopy cover. The second site, Ban Mae Sa Mai (BMSM), contained three, one-year old "framework species" forest restoration plots and two naturally regenerating plots, one nearly treeless and another with ~25% woody groundcover.

A total of 23,453 bird-dispersed seeds, from at least 64 plant species were collected from the seed traps between July 1999 and September 2002. Significantly more seeds were collected from beneath perches (19,798) than from control points (sites without perches) (3,655). The results also indicated that species richness and numbers of bird-dispersed seeds were significantly higher beneath perches than at control points for both sites. The effect of perches on seed input was generally greatest where the height of the vegetation on the plots was less than the height of the perches, and where the percentage of forest cover surrounding the plots was also high.

Most importantly, significantly more survived seedlings survived under perches (254) than at control sites (111), although the magnitude of the difference between perches and control points was not as large as compared with seeds.

Weeding had no significant effect on seedling recruitment. The positive and negative effects of weeding may be of equal consequence resulting in little overall effect.

Canopy cover on the plots was positively correlated with the number of observations of frugivorous birds, and the seed input into the control traps, but was not correlated with seed input beneath perches. This suggested that perches were less effective at sampling seed input when the vegetation became taller than the perches, but that total seed input continued to increase as canopy cover increased.

Bird sightings and species richness were also significantly higher in plots located in the more forested site (PD). The number of observations of frugivorous birds was significantly different among plots, and was positively correlated with both the number of trees and number of fruiting plants on the plots.

Vegetation structure in the immediate neighborhood (≤ 70 m) of the plots had relatively little effect on frugivorous birds compared to vegetation structure inside the plots. However, vegetation structure generally affected the species composition of seed input and birds on the plots because most of the seeds and birds were those associated with and/or tolerant of disturbance. The results also indicated that plots with a higher percentage of forest in their surroundings, and that were closer to forest had a higher density and species richness of birds and seed input.

In summary, at least during early stages of forest restoration, artificial bird perches can increase seedling recruitment. Although our results suggest that perches are not as effective as restoration plantations, perches can be used as a supplemental tool which can be implemented in conjunction with more intensive plantation methods to reduce costs.

Key words: forest restoration, bird perches, seed dispersal, seedling recruitment

Introduction

For Thailand and many other tropical countries, large-scale deforestation is occurring rapidly (FAO, 1997). Although official figures are higher, the true forest area in Thailand probably covers less than 20% of the country (Hirsch, 1990), compared with an estimate of 53% from the early 1960's (Leungaramsri and Rajesh, 1992). Large-scale deforestation increases soil erosion, diminishes watershed quality, destroys habitat, and also interferes with rural development (Attwater, 1996; Ganjanapan, 1996).

Without restoration efforts, denuded landscapes may remain in a stage of primary succession for an indefinite period (Robinson et al., 1992). One challenge to restoration ecologists is to develop a cost-efficient means of restoring the original ecological function of such degraded areas.

While it is theoretically possible to replant large, deforested areas, current methods in Thailand are labor-intensive and prohibitively expensive (23,500 to 187,500 baht per hectare[1] [Elliott, *pers. comm*.]). Strategies that encourage natural regeneration processes could reduce the need for such plantings. Utilizing plant reproduction strategies and pre-existing seed sources may also promote landscape succession (Dalamacio, 1987; Jensen and Pfeifer, 1989; Goosem and Tucker, 1995). However, insufficient seed dispersal is a constraint to succession of degraded areas. Therefore, attracting seed-dispersing animals might accelerate natural regeneration (Pickett, 1982; Robinson et al., 1992; Robinson and Handel, 1993).

While some species of plants can offer seed-disseminators fruit rewards, studies have shown that the density of frugivorous birds increases with the structural complexity of the vegetation alone (McDonnell and Stiles, 1983). Robinson and Handel's (1993) studies of experimental plantations showed a positive correlation between vegetation height and the density of new seedling recruits, suggesting that fruit-eating birds are drawn towards the taller plants in early successional habitats. This supports the finding, based on a study conducted in the northeastern U.S., that frugivorous birds using early successional fields prefer perches that are taller than the surrounding vegetation (McDonnell, 1986).

In separate studies, McClanahan and Wolfe (1992) and McDonnell and Stiles (1983) indicated that forest birds used perches placed in unplanted, primary successional landscapes. For both investigations, the number of bird-dispersed seeds was significantly higher beneath perches than in control (areas without perches) seed traps. McClanahan and Wolfe found that diversity of plant genera was also higher beneath perches. Their study went on to follow seedling recruitment which, while low (0.06% of seed-fall), was two times greater beneath perches. The authors suggested that the harsh conditions of primary succession might have limited seed germination and seedling survival. Similar results were also found in Costa Rica (Holl, 1998) in terms of seed input, but there was no significant effect on seedling recruitment. In Thailand, as in other regions, weedy grasses (such as *Thysanolaena latifolia*) also often dominate deforested areas (Maxwell, 1989). Weeds may out-compete seedlings of forest tree species or prevent their seeds from reaching the soil (Loik and Holl, 1999). Therefore, weedy species may need to be periodically cleared, during some parts of the year, to increase seedling recruitment.

Although, erecting perches in deforested areas is likely to increase the input of bird dispersed seeds, frequencies of perch use by birds may also depend on the characteristics of the local landscape. The number and species richness of birds visiting perches might vary with a site's distance from reproductive trees, proximity to fruit rewards, amount of forest cover, or the amount of human disturbance.

Methodology

1. Study area

This study was conducted at two deforested sites in northern Thailand. Ban Mae Sa Mai (BMSM) is a Hmong hill tribe community at the north end of Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province (18° 52' N, 94° 51' E), approximately 1,207-1,310 m in elevation. Five plots were

established (numbered 4-8). Plots 4-6 were located on three, 0.64 hectare "framework species" plantations established by the Forest Restoration Research Unit (FORRU) in June of 1998 (see FORRU, 1998; Elliott et al., 2000 for additional site description and planting methods). Most of the 29 species of planted trees were between 0.5 and 2.5 meters tall when our perches, traps, etc. were installed in June 1999. The ground flora of all plots was mostly herbs particularly *Pteridium aquilinum* and composites, e.g. *Eupatorium* sp. The percent composition of these species changed seasonally, and as a result of weeding for plantation maintenance. Planted plots were weeded every four to six weeks in the rainy season (June - October). (Our observations also suggested that weeding reduced the density and species richness of birds [R. Scott and S. Elliott, *unpubl. Data*], *see Results*).

Plots 7 and 8 were created in March of 2001 when it became clear that FORRU trees would grow taller than the perches on plots 4 –6. They were located in naturally regenerating areas 100-200 m from plots 4 and 5 respectively. All BMSM plots were protected by firebreaks and surrounded by either FORRU plantations or fields dominated by *Imperata cylindrica, Thysanolaena latifolia* and *Pteridium aquilinum*.

Pha Daeng (PD) is a Lahu hill tribe community approximately 30-km north of BMSM of similar elevation and forest type (Maxwell, 1988, 1989). The PD plots (1-3) were in deforested areas approximately 1 to 2 km from the village. These plots were closer to the surrounding forest, i.e., degraded mixed evergreen/deciduous and hill-evergreen forest, than those at BMSM (see results Vegetation Section). Plot 1 was established in November of 1999 (later than the other plots because the original plot, established in May 1999, had to be moved due to a disagreement amongst the villagers). Approximately, half of this site had been planted with corn and harvested in October 1999, just prior to plot establishment. Plot 2 was established in May 1999 in a recently (1-2 years) abandoned agricultural field dominated by *Thysanolaena, Imperata* and *Phragmites vallatoria*. Plot 3 was established in May 1999 in a recently (< 1 year) cleared patch of bamboo forest. Bamboo, shrubs, and young or coppicing trees were slashed and burned just before the site was claimed for research. Vegetation structure of this plot is the most complex and bamboo grew to a height of over 3m before being cut back to 1m in November of 1999.

2. Plot construction

Eight plots, 20 x 35 m were established, 5 in BMSM and 3 in PD, in early successional areas, at least 100 meters from each other to ensure some habitat variation and some spatial independence in bird usage. (Fig. 1).

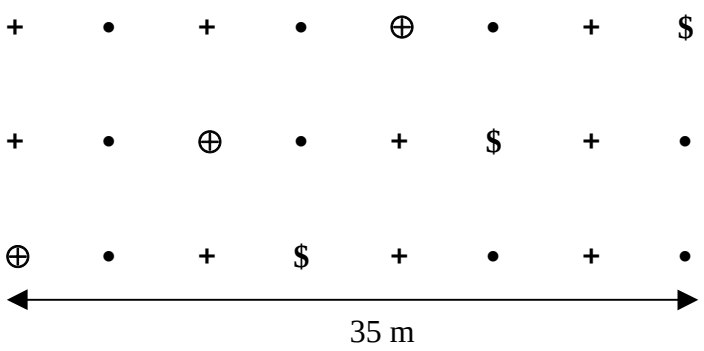


Figure 1. Plot design: treatments were 5 m apart on a row and each row was separated by 10 m. Each plot consisted of six treatments in an unbalanced design. The + indicates perch sites that were weeded (6 replicates / plot), + perch sites not weeded (3 replicates), ⊕ perches with seed traps (3 replicates), • control points (no perches) that were weeded (6 replicates), • control sites not weeded (3 replicates), and $ control points with seed traps (3 replicates).

3. Perch design

Perch construction was simple and inexpensive, using locally available materials. The main part of the perch consisted of one 3-m vertical bamboo pole, approximately 7 cm in diameter. In addition, two 0.8-m pieces of bamboo were fitted through holes cut into the pole, 0.30 m and 0.25 m below the top. These two pieces were placed at right angles to form four perpendicular "branches". The base of each perch was buried 0.5 m below ground for support. After placement in the ground, the "branches" were approximately 2.25 and 2.20 m above the ground and clearly visible (at the start of the project) above the surrounding vegetation. The top "branch" pointed in a direction parallel to the long axis of the plot, while the other branch was oriented parallel to the plot's short axis (Fig. 2).

4. Seed-traps

Seed-traps were circular, 1 meter in diameter, and built from 1.7-mm mesh, plastic netting secured to a wire frame. Four or more, 0.3 m high bamboo legs support each trap. The main pole of the perch was fitted vertically through a small hole cut in the center of the trap and the netting was then sewn tightly to the shaft so that no seeds pass through (Fig. 2). Traps of the same design were placed at points without perches.

5. Seed collection

For each plot, seeds were collected on the same day from both control and perch seed-traps once per month.

6. Weed control

In order to test the effects of weeds on seed germination and seedling survival, and insure that all new seedlings were not the product of existing plants, all vegetation within a 1 meter diameter of perch bases and control points was removed prior to plot establishment. On each plot weeds were then allowed to grow back on 3 perch points and 3 control points, while the remaining 6 perch points and 6 control points were weeded. On weeded plots, weeds were removed every month during the rainy season (May-October) and as needed during the dry season.

The seed bank was also tested on sites that have been recently deforested (< 1 year) to insure that seedlings are not the products of seeds dispersed before the start of our project. Preliminary data from the study area suggested that most of the tree species seed bank does not remain viable for more than 10 months and is probably completely destroyed by burning (Hardwick and Elliott, 1992).



Figure 2. Researcher collecting seeds from a seed trap below a perch.

7. Seedling surveys

Every 2 to 3 months the treatments were examined for bird-dispersed seedlings. They were individually tagged to enable their survival to be followed.

8. Bird surveys

Once per month we surveyed bird species on all plots. Plots were initially surveyed for 3 hours/plot, beginning 15 minutes after sunrise, this was reduced to 2 hours per plot in June 2000 due to the addition of plots 7 and 8. The survey order was changed each day and each month to avoid time-activity biases. All species and number of individuals, on and within 5 m of the plot were recorded. The vegetation or perch they were using was also recorded.

9. Vegetation characteristics that affect bird-dispersed seedling recruitment: Landscape vegetation surveys

We defined landscapes as areas 10 x 10 km square surrounding each of the two study sites. To compare the amount and distribution of different land use / land cover types within the landscape we used IRS panchromatic satellite images (resolution 5.8 m, acquired on 24 April 2001) as baseline

data. Interpretation of the satellite images was done visually using on-screen digitizing with ENVI 3.2 software. Interpretation was aided by using 1:50,000 topographic maps and a Landsat TM satellite image from the Thai Royal Forest Department which identified the major forest types. Digitizing errors were edited with PC Arc/Info version 3.4 software and displayed using ArcView 3.1. Ground checks were done along the roads and other areas that were not difficult to access. We classified the land use / land cover of PD into eight main categories: 1) Degraded forest (the areas that used to be forest but had been changed to mostly grassland or abandoned agriculture fields) 2) Evergreen forest 3) Deciduous forest 4) Bamboo and deciduous forest 5) Regenerating forest (plantation site and/or secondary forest) 6) Mixed urban and agriculture 7) Water 8) Open areas (bare ground without agriculture fields). The above eight plus 2 additional categories 9) Unidentified forest type and 10) Buildings were used for the classification of the BMSM landscape.

10. Vegetation structure surveys

We used vegetation surveys on each plot to determine which factors were correlated with the presence of birds and seeds they disperse (see below).

11. Within-plot surveys

All vegetation inside the plots was surveyed and divided by vegetation type. These categories were grass, fern, herbaceous weed, bamboo, woody species < 1 m in height and woody species > 1 m in height. The canopy cover, height of vegetation, and ground cover of vegetation was also estimated in the plots. For the woody species > 1 m, stem diameter breast height (DBH) and height was also measured. The height and width of bamboo clumps was also estimated. The data was collected during February 2000–April 2000 (dry season) and October–November 2000 (wet season). Vegetation maps were drawn for each plot.

12. Canopy cover

Canopy cover was measured with an ocular tube, following methods described by James and Shugart (1970). On each plot, canopy cover was measured at 16 points between rows, five m from each treatment site. Cover data was collected every 6-12 months from Jul 1999 to September 2002.

13. Ground cover estimation

To estimate ground cover, the plot was divided into 14 sections. Each section was located between two perches and two adjacent controls. Percent cover and abundance of all vegetation types was estimated [grass (or all plants with a grass – like form), ferns (the plots had only *Pteridium aqualinum*), herbaceous weeds (all forms of weeds that were not ferns or grass), bamboo, bare (areas without vegetation cover), litter (dead plants or dead leaves), woody species < 1 m] within each section. These were estimated according to a "total estimate scale" (Smith, 1990; see below). Scores per section were combined to give ground cover and abundance estimates for each plot.

Total Estimate Scale (Smith, 1990)

+ Individuals of a species sparsely present in the stand; coverage very small
1 Individuals plentiful, but coverage small
2 Individuals very numerous if small; if large, covering at least 5% of area
3 Individuals few or many, collectively covering 6-25% of the area
4 Individuals few or many, collectively covering 26-50% of the area
5 Plants cover 51-75% of the area
6 Plant species cover 76-100% of the area

To quantify the ground cover distribution patterns we used the methods of Braun-Blanquet (1951).

14. Neighborhood surveys

We defined a neighborhood as an area approximately 100 x 175 m surrounding the experimental plots. We used a grid to divide the neighborhood into plots, each plot with the same dimensions as the experimental plots. At every corner of each plot we used the Global Positioning System (GPS) to identify the coordinates for comparison with a satellite image. Vegetation in all plots was measured using the Braun-Blanquet (1951) total estimate scale to estimate both ground cover vegetation and vegetation over 1.5 m in height. The vegetation types were mostly the same as described above including grass, ferns, herbaceous weeds, bamboo, bare and litter. In addition, woody species

< 1.5 m, woody species > 1.5-3 m and trees > 3 m in height were measured within each section as above. The neighborhood vegetation was surveyed during the same time period as the within-plot surveys.

15. GIS analysis

We used Idrisi 32 software to analyze the level of fragmentation in the landscape. The fragmentation index is a value that has a range between 0 and 1. If the polygons are classified mostly into the same class, the fragmentation index becomes 0. If polygons are in a class different from adjacent polygons, the fragmentation index becomes 1. We also roughly estimated the distance from each plot to the nearest forest patch using the measuring tool of ArcView.

16. Statistical analysis

We used one-way ANOVA and multiple comparison statistics with SPSS software and MS Excel for the statistical and graphical analyses.

Results

Fire was a persistent problem in both study sites. In February and March of 2001 most of plots 7 and 1 were burned, destroying the traps and perches and temporarily removing grassy vegetation. We rebuilt the perches and traps and continued to monitor these plots as before (see below) because there was sufficient time to monitor recovery. In March 2002, however fires from agricultural areas destroyed all three plots in PD (plots 1-3) and all observations, with exception of seedling survival checks, were terminated at PD because there was not sufficient time to monitor plot recovery.

1. Seeds

A total of 23,453 bird-dispersed seeds, from at least 64 species of plant were collected from the seed traps (Complete lists of all seeds, seedlings, and birds observed on the plots are available from the first author). The vegetation types of the seeds were: 31.6% herbs, 20.6% shrubs, 15.9% trees, 18.2% treelets, 10.6% climbers/vines and 3.1% unidentified. More than 90 % of the seeds came from species associated with disturbed areas. Furthermore, most of these species were relatively small and produced small fruits (< 10 mm, Maxwell et al., unpublished data). The highest peak of seed input appeared to be during the early dry season (November - January, Fig. 3). The numbers of bird-dispersed seeds were significantly higher below perches (19,798) than at control points (3,655) (Mann Whitney $P < 0.0001$) (Fig. 4).

2. Germination results: perches versus controls

Between July 1999 and September 2002, 859 bird dispersed seedlings germinated in the plot treatments (beneath perches or at controls). The plant habit types of the seedlings were: 27.6% trees, 5.9% treelets, 51.0% shrubs and 4.7% climbers/vines. Significantly more seedlings germinated below perches (652) than at controls (207) (Mann Whitney U test, $P<0.0001$).

3. Seedling survival

Survival was measured as recruited seedlings at least 1 year old and alive at the end of the study period. Due to the fires at Pha Daeng we used data for all the plots up to February 2002 and did separate tests on the BMSM plots up until September 2002. However no statistical difference was found when using all the plots or just BMSM plots. By the end of the project (September 2002) there were 859 seedlings, and 486 from two species, *Melastoma malabathricum* (390 seedlings) and *Trema orientalis* (96 seedlings). If we examined only up to February 2002, 365 seedlings survived one year or more on the plot treatments. Significantly more survived under perches (254) than at control sites (111), Mann Whitney U $P<0.001$ (Fig. 5).

4. Weeding experiments

Of the 652 seedlings at perches (as of September 2002), 419 were at weeded perches and 233 at non-weeded perches (there were twice as many weeded treatments as non-weeded). No difference was found between the two treatments, (Mann Whitney U test $P > 0.2$).

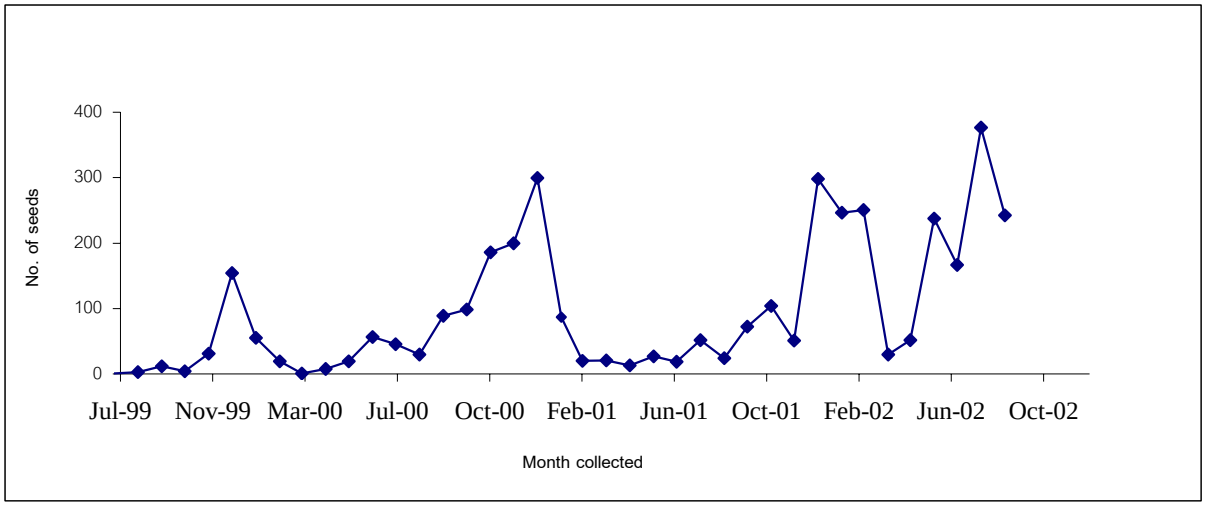


Figure 3. Average number of bird-dispersed seeds per plot collected between July 1999 and September 2002 (perches and controls combined).

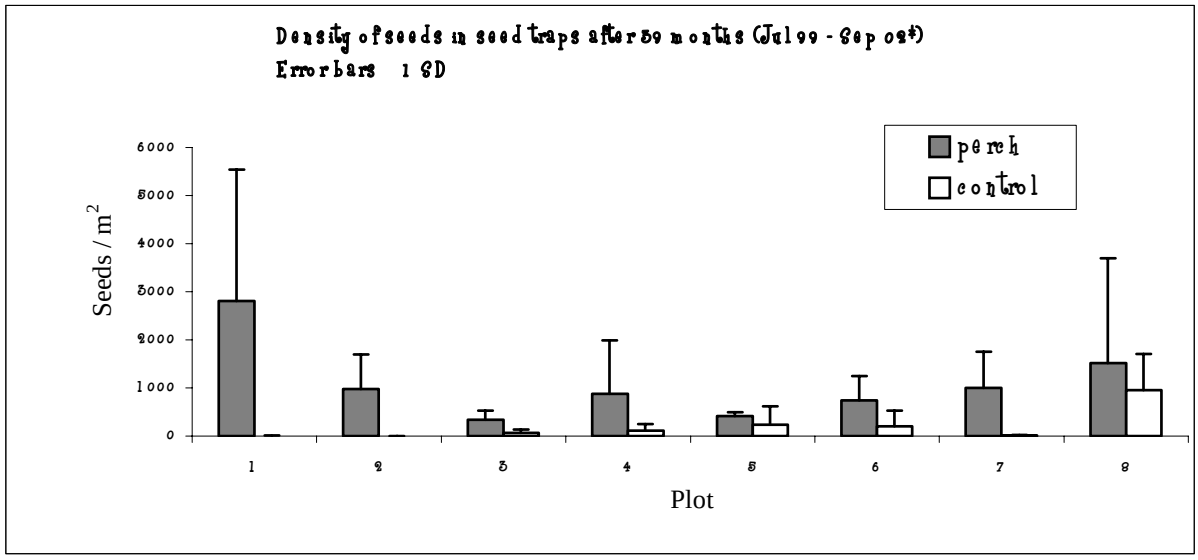


Figure 4. Plot seed input-perches and controls. The numbers of bird-dispersed seeds were significantly higher below perches (Mann Whitney $P < 0.0001$). (*Data for plots 1-3, includes only up to February 2002).

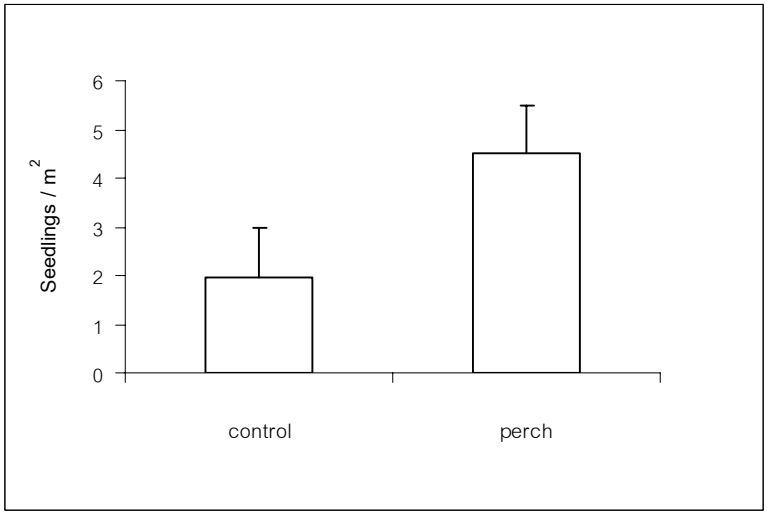


Figure 5. Density of seedlings that had survived > 1 year by Feb 2002 all plots combined. Treatments are significant, (Mann-Whitney U, $P < 0.001$).

5. *Birds*

In 622 hours of observations at the eight plots 3,695 independent bird sightings were made of 105 species. At BMSM, 61 independent sightings of 12 species were seen on perches and at Pha Deang 99 sightings of 24 species were seen on perches (Table 1). Bulbuls (Family Pycnonotidae) were probably responsible for most of the seed dispersal in the project area, which also agrees with previous seed dispersal studies from the Indomalayan region (Corlett, 1998). Although not strictly frugivorous, Bulbuls were sighted frequently (> 400 observations) on the plots, while no barbets (Genus *Megalaima*), pigeons (Family Columbidae), or other large frugivores were recorded during the surveys, although there were a few casual observations of these species prior to and during the project period.

Table 1. Number of total birds and frugivores observed on perches relative to total hours of observation time.

Plot	Hours of obs.	No. birds on perches	Birds/hr	No. frugivores	Frugivores/hr
1	60	38	0.63	11	0.18
2	78	41	0.53	3	0.04
3	78	20	0.26	1	0.01
4	92	12	0.13	1	0.01
5	92	11	0.12	2	0.02
6	92	29	0.32	8	0.09
7	65	7	0.11	1	0.02
8	65	2	0.03	0	0.00
Total	622	160	0.26	27	0.04

6. *Vegetation of landscapes surrounding the study sites*

The results suggested that PD had more forest area, less urban and agriculture and fewer degraded areas than BMSM (Table 2). Total forest area around PD was approximately 80% while BMSM had approximately 60%. BMSM was more fragmented than PD and their fragmentation indexes were 0.004 and 0.002 respectively. All plots were located in degraded or regenerating areas but plot 3 was located at the edge of a deciduous forest and next to agriculture fields, and this plot was covered mostly by bamboo. The plots at BMSM were further from forest than plots at PD. Plot 8 had the greatest distance to forest (480 m) while plot 7 was 148 m from the nearest forest patch. Plots 1 and 2 were located on degraded and regenerating areas surrounded by agricultural fields and abandoned fields but the distance to forest edge was 24 and 58 m, respectively. The forest near plots 1 and 2 was mostly bamboo and deciduous forest. Plots 4, 5 and 6 were located on plantation plots and surrounded by agricultural fields and abandoned fields, and the distance to forest was 214, 442 and 126 meters respectively.

Table 2. Percentage of each land use/land cover in 10 km × 10 km areas surrounding each study site.

Land use	PD	BMSM
Degraded forest	3.63	10.20
Evergreen forest	53.93	25.07
Deciduous forest	24.73	33.34
Bamboo and deciduous forest	0.49	0.53
Unidentified forest type	-	1.55
Regenerating forest	0.08	2.76
Mixed urban and agriculture	17.07	26.08
Water	0.05	0.05
Open	0.01	0.15
Buildings	-	0.27
Total	100.00	100.00

7. *Vegetation structure inside the plots: ground vegetation structure*

We used the average of the vegetation scores from the dry and wet seasons to describe the ground vegetation inside the plots (Table 3). Only BMSM plots had ferns (*Pteridum aquilinum* (L.) Kuhu ssp. *Aquillium* var. *wightianum* (Ag.) Try.). Fern was very abundant at BMSM and grew back quickly after fire or weeding. Plot 5 had the highest fern score (after the 2001 rainy season the trees on plot 5 became tall with greater canopy cover and shaded most of the weedy plants out). Plots 2 and 8 were dominated by grass (*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Needs) C.E. Hubb. ex Hubb & Vaugh and *Thysanolaena latifolia* (Roxb. ex Horn) Honda) which also easily grow back after fire or weeding. Plot 7 had abundant grass and fern, while the groundcover of plots 4 and 6 was dominated by HW. Plot 3 had the highest scores for bamboo and woody species (< 1 meter). Bare, grass and litter were not significantly different among plots. Fern cover on plots 5, 6 and 7 was significantly different from other plots (SNK test, $P < 0.001$).

8. Canopy cover

Canopy cover increased dramatically over the course of the project (Fig. 6). In particular, the forest restoration plots (plots 4, 5 & 6) had achieved a nearly closed canopy within 2.5 years after starting with almost zero cover. Plot 3 achieved nearly 100% cover as well, but this plot already had a partial (~38%) canopy cover of fast-growing bamboo in 1999. The other plots (particularly 2 and 7) remained largely unchanged and grass covered during the entire 3-year period. Part of the reason for the slow regeneration on plots 1 and 7 was probably also caused by the fires in 2001 (see above).

9. Structure of vegetation in neighborhood areas

Vegetation structure surrounding each plot was collected once in the dry season (March and April 2000) and once in the wet season (October and November 2000). The same scoring as the ground vegetation inside the plot was used. The results suggested that most of the vegetation was significantly different between wet and dry seasons. As in within-plot results, grass, ferns and herbaceous weeds (HW) decreased during the dry season except for around plot 3 where they increased. HW surrounding plot 3 had higher scores in the wet season because PD plots had agricultural fields nearby. In the wet season these contained rice or vegetables but in the dry season after harvesting, these areas were covered by either grass, HW or bare ground.

Table 3. Average of estimated vegetation scores of ground vegetation inside the plots.

Plot	grass	fern	HW *	litter	bare	bamboo	woody *
1	3.5^{a}	0.0^{a}	3.1^{bc}	2.1^{a}	1.2^{a}	0.8^{a}	1.5^{ab}
2	5.2^{a}	0.0^{a}	0.6^{a}	0.5^{a}	2.2^{a}	0.0^{a}	0.4^{a}
3	2.6^{a}	0.0^{a}	2.7^{bc}	1.6^{a}	2.0^{a}	3.0^{b}	2.9^{c}
4	2.5^{a}	0.8^{b}	4.2^{c}	3.2^{a}	1.7^{a}	0.1^{a}	0.8^{a}
5	1.5^{a}	3.9^{b}	3.2^{b}	2.9^{a}	1.0^{a}	0.0^{a}	0.5^{a}
6	2.4^{a}	2.9^{b}	4.2^{c}	3.0^{a}	1.0^{a}	0.0^{a}	0.6^{a}
7	3.3^{a}	3.8^{b}	0.5^{a}	2.8^{a}	0.3^{a}	0.0^{a}	1.5^{ab}
8	4.4^{a}	0.4^{a}	1.4^{ab}	2.4^{a}	1.0^{a}	0.0^{a}	2.4^{bc}

* HW = herbaceous weeds, woody = woody species shorter than 1 m. Plot scores with the same letters within a column were not significantly different (Student-Newman-Keuls [SNK] test, SNK test, $P > 0.05$)

10. Seed input relative to birds and vegetation

There was no correlation between numbers of observations of frugivorous birds and seed input per month ($r = 0.06$, $P > 0.05$). The perches were, however, more attractive to birds when they were taller than the surrounding vegetation. When other natural perches became available, artificial perch use declined as a proportion of total plot usage. However, overall seed input appeared to increase with time as the vegetation regenerated or the plantations matured (Fig. 7). Total seed input was greater at perches than those at control points by a ratio of approximately 5.4:1. The ratio of seed input, perches to controls was highest for plot 1 (927 to 1) and was lowest on plots 5 and 8 (1.5 to 1) (Table 4).

Table 4. Total number of seeds and the ratio of seeds collected beneath perches versus collected in controls by plot.

	Plot								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	Total
Control	7	3	150	258	544	479	17	2197	3655
Perch	6492	2302	767	2046	835	1748	2307	3301	19798
Total	6499	2305	917	2304	1379	2227	2324	5498	23453
Ratio Perch : Control	927.4	767.3	5.1	7.9	1.5	3.6	135.7	1.5	5.4

The increase in canopy cover was found to be positively correlated with an increase in the number of trees on the plot ($r = 0.62$). More importantly, there was a positive correlation between canopy cover and seeds collected at control traps ($R^2 = 0.66$, $P < 0.01$; Fig. 8) suggesting there was an overall increase in seed input as plots became more complex in structure.

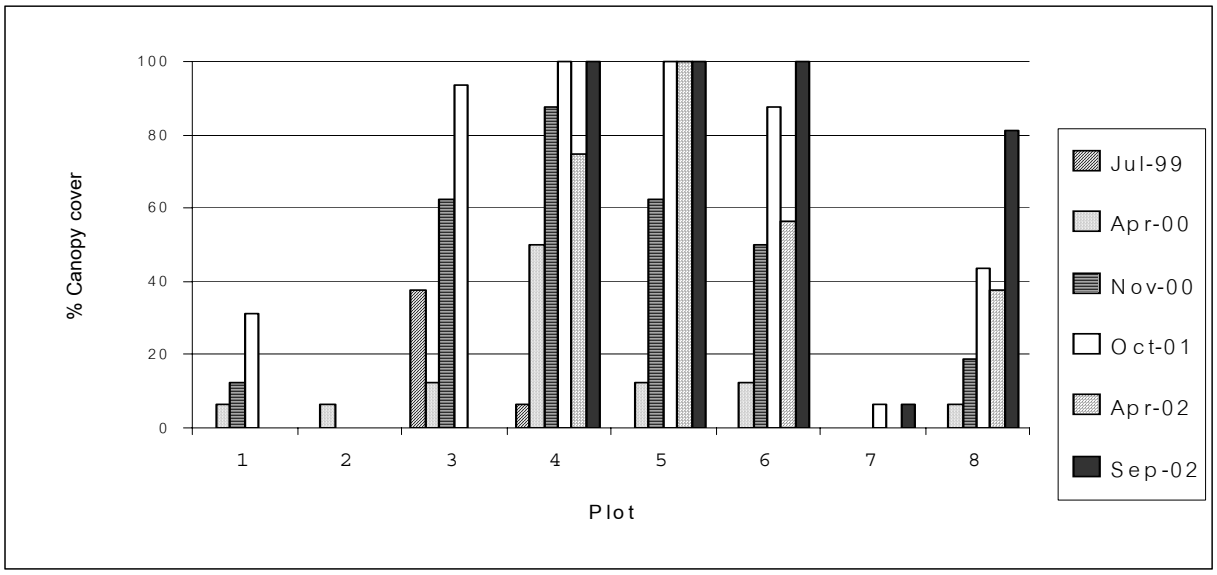


Figure 6. Plot percent canopy cover between July 1999 and September 2002. Data collected in July 1999, was prior to the establishment of plots of 1, 7 and 8, although all of these areas had nearly no canopy cover at that time. The second estimate of canopy cover at plot 3 decreased because the bamboo on the plot was cut back to make the perches more visible. Due to fire damage, plots 1-3 did not have canopy cover recorded in 2002. The decreases recorded in April 2002 on plots 4, 6, and 8 were probably due to measurements being taken at the end of the dry season when fewer trees were in leaf (S. Elliot *unpubl. data*).

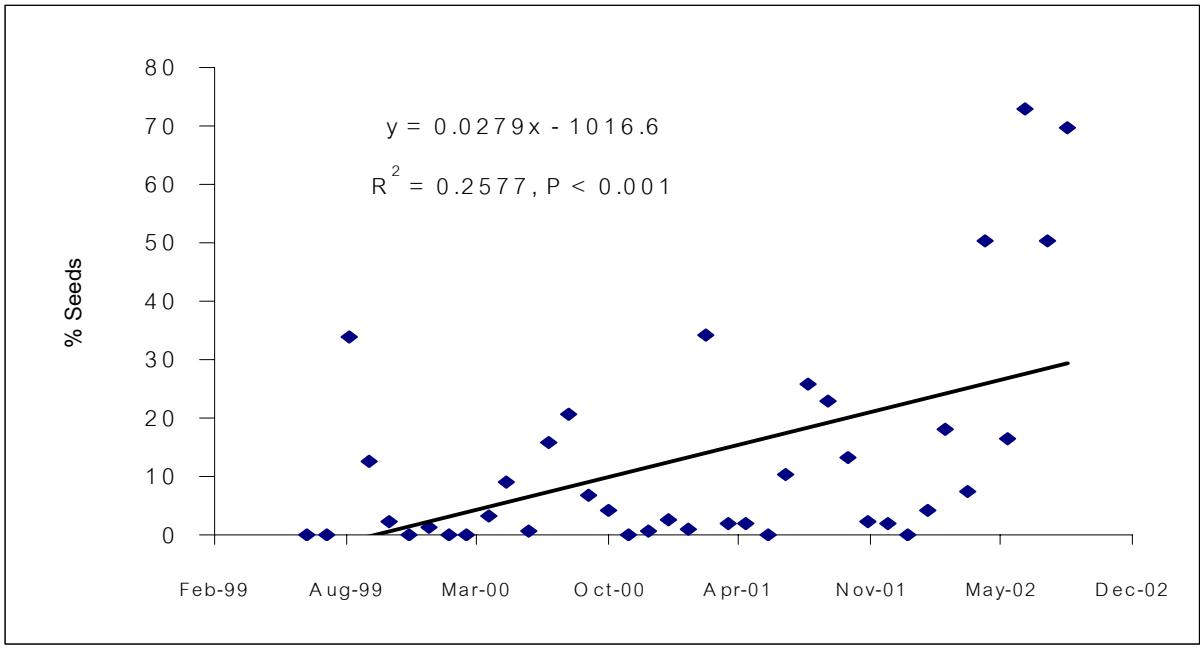


Figure 7. Percentage of seeds found in the control seed traps as a percentage of total plot seed input versus time (Jul 1999–Sept 2002).

Discussion

1. Seeds and seedling recruitment

The results clearly show that artificial perches placed in deforested areas attract seed-dispersing birds and there was a highly significant increase in seed rain and germination below these compared to areas with no perches. Perches have been shown to increase seed rain (e.g. McClanahan and Wolfe, 1992; Holl, 1998a) but the increase in germination has rarely been demonstrated, and this is the first time such processes have been demonstrated in Asia. Survival below perches was also

higher than at controls, although the absolute numbers were low reflecting the generally low germination and survival rates of all seeds and seedlings in the wild. This was similar to what has been found previously as well (McClanahan and Wolfe, 1992; Holl, 1998). *Melastoma malabathricum* and *Trema orientalis*, two disturbance associated species, accounted for over 50% of the recruits are particularly important early successional species throughout Asia (Banerjee, 1995) and *Melastoma* fruits in particular are frequently eaten by birds and other wildlife (Tan,

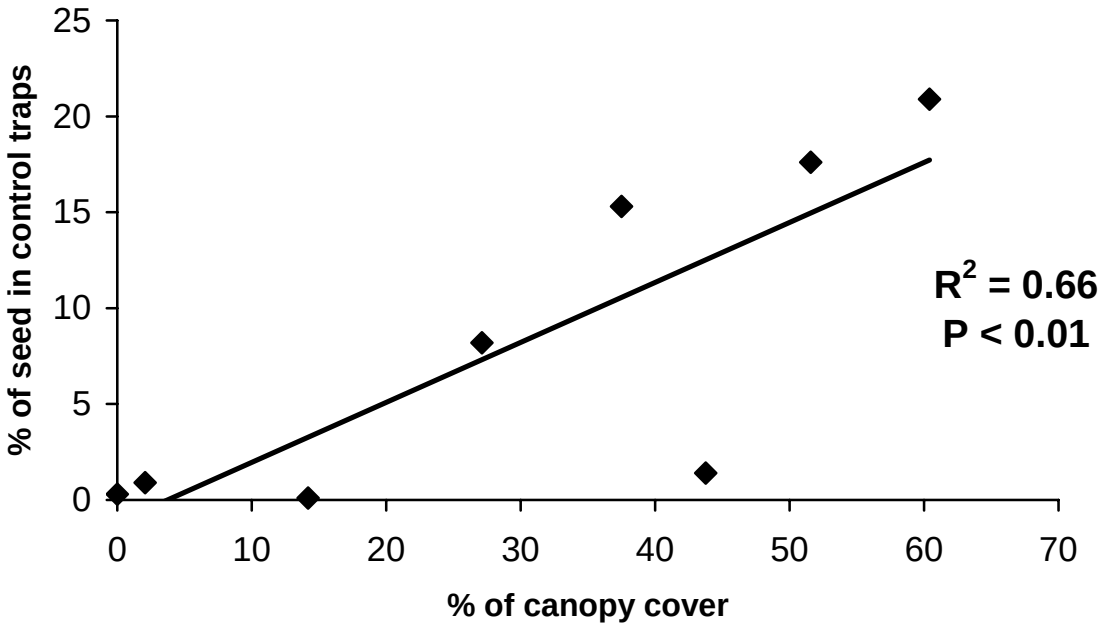


Figure 8. The relationship between % canopy cover and the percentage of seeds collected in control traps in the 8 plots (for the year 2000).

2001).

Weeding appeared to have little effect on seedling survival unlike other studies (Holl, 1998b). Two possible reasons for this have counteractive effects. Weeding in the early stages of regeneration creates open areas that inhibit species that will not grow in direct sunlight. Unweeded areas may reduce seedling survival due to competition from surrounding vegetation, which in some cases was made up of densely packed grasses (Holl, 1998b).

23,453 bird-dispersed seeds, from at least 64 species were found in seed traps during the course of the project. 36 of these species were not found to germinate at non-seed trap points. Most of these were collected in small numbers and/or on very few occasions so overall input into the non-traps sites is likely to have been very low. Seed predation may also have had an effect as it is often naturally quite high (Holl, 1998) whereas predation from seed traps similar to those in this project have been found to be low (Chapman and Chapman, 1999). Together with generally very low germination rates in the wild (McClanahan and Wolfe, 1992) this probably explains why these species were not found germinating. However, there are a few species where numerous seeds have been collected but no germination observed.

Saurauia roxburghii was found in large numbers but only in the last four months of the project and only on one plot so presumably had not had a chance to germinate or seedlings were too small to identify. *Callicarpa arborea* is perhaps the biggest anomaly having been recorded regularly from several plots throughout the project in large numbers. These seeds had germination rates of up to 67% when fruits were collected ripe and the seeds sown in a nursery (FORRU, 2000). Many of the seeds from the traps may have been immature as bulbuls were seen to be feeding on fruits before they were ripe (A. Pierce, *pers. obs.*). and other similar projects have found no *Callicarpa* germinating (McClanahan and Wolfe, 1992). McClanahan and Wolfe (1992) also found very low recruitment rates in the field (0.056% for 12 genera over a 7-year study).

Conversely a few species were found to germinate at non-trap sites that were not collected as seeds. For all of these, very few individuals (< 4) were found germinating, except for 2 species of *Ficus hirta and F. semicordata* (it is possible that these species were misidentified during the earlier stages of the project.

2. Birds

Although numbers of frugivorous birds seen on the perches were low they are used often enough to produce the significant affects on seed input and recruitment into the plots described above. However, if the surrounding vegetation grows above the perches they become less attractive to birds which is an important consideration if future restoration projects want to involve the use of artificial perches. Closing of canopy meant a more open understorey more typical of forested areas. This allowed the return of several bird species one would not expect in open degraded areas, such as White-rumped Shama (*Lonchura striata*) and Hill Blue Flycatcher (*Cyornis banyumas*). For at least these two species there did seem to be at least an increase in the frequency of observations (data not shown).

Conclusions

In summary, at least during early stages of restoration, artificial bird perches can increase seed input and seedling recruitment. This method is very inexpensive relative to intensive restoration plantings which require seed collection, sowing and growing in a nursery, planting out, etc., in addition to all the associated labor, while the methods described here require only erecting and maintaining perches, with minimal weeding. However, a comparison of canopy cover data and other vegetation measures between plots using restoration plantations versus those undergoing natural regeneration from this and other studies (Elliott et al., 2000), clearly indicate that restoration plantations are much more effective for restoring forest in highly disturbed sites than using only perches. Furthermore, success with perches probably also depends on the availability of particularly disturbance tolerant, early successional species such as *Melastoma malabathricum* and *Trema orientalis*, while relatively few late succession species ever recruited beneath perches. Thus, we recommend that perches be used as a supplement in conjunction with restoration plantings, such as at the edges of plantations or erecting rows of perches to "connect" plantations together, particularly during the first two to three year immediately after planting when plants are short.

Acknowledgements

This project was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT 142029. Special thanks to J. F. Maxwell for seed and plant identifications and for Dr. Stephen Elliott for sharing his ideas on project design. Thanks to the FORRU staff for their support and use of facilities during the project. Also thanks to Mr. Jayee Tongteung the headman of Pha Daeng for acting as a liaison with the villagers and providing food and accommodation during our field visits. Finally, thanks to Ms. Rebecca Scott for helping to get this project started and Ms. Tidarach Toktang for her invaluable assistance with field data collection.

References

Attwater, R. 1996. Catchment management in Phetchabun, Thailand: local stakeholders and the institutional environment. *In* Philip, H. (ed.), Seeing Forests for Trees: Environment and Environmentalism in Thailand. Silkworm Books, Chiang Mai, Thailand.

Banerjee, A. 1995. Rehabilitation of Degraded Forests in Asia. World Bank Technical Paper, ISSN 0253-7494; no. 270. Washington, DC.

Braun-Blanquet, J. 1951. Pflanzensoziologie: Grundzuge der Vegetationskunde, 2nd ed. Springer, Vienna.

Chapman, A. and L.J. Chapman. 1999. Forest restoration in abandoned agricultural land: A case study from East Africa. *Conservation Biology* 13: 1301-1311.

Corlett, R.T. 1998. Frugivory and seed dispersal by vertebrates in the Oriental (Indomalayan) region. *Biol. Rev.* 73: 413-448.

Dalamacio, M.V. 1987. Assisted natural regeneration: a strategy for cheap, fast and effective regeneration of denuded forest lands. Unpublished manuscript. Philippines Department of Environment and Natural Resources, Region 8, Tacloban City, Philippines.

Elliott, S., P. Navakitbumrung, S. Zangkum, C. Kuarak, J. Kerby, D. Blakesley and V. Anusarnsunthorn. 2000. Performance of six native species, planted to restore degraded forestland in northern Thailand and their response to fertilizer. *In* Elliott, S., J. Kerby, K. Hardwick, D. Blakesley, K. Woods and V. Anusarnsunthorn (eds.), Restoration for Wildlife Conservation, Chiang Mai University.

FAO. 1997. State of the World's Forests 1997, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, pp. 66.

FORRU (Forest Restoration Research Unit). 1998. Forests for the future: Growing and planting native trees for restoring forest ecosystems. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand.

FORRU. 2000. Tree seeds and seedlings for restoring forests in northern Thailand. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand.

Ganjanapan, S. 1996. Indigenous and scientific concepts of forest and land classification in northern Thailand. *In* Philip, H. (ed.), Seeing Forests for Trees: Environment and Environmentalism in Thailand. Silkworm Books, Chiang Mai, Thailand.

Goosem, S. and N.I.J. Tucker. 1995. Repairing the rainforest: Theory and practice of rainforest re-establishment. Wet Tropics Management Authority, Cairns, Queensland, Australia.

Hardwick, K. and S. Elliott. 1992. Factors affecting germination of tree seeds from dry tropical forests in northern Thailand. Research Report, Chiang Mai University.

Hirsch, P. 1990. Forests, forest reserve, and forest land in Thailand. *Geographical Journal* 156: 166-74.

Holl, K.D. 1998. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture. *Restoration Ecology* 6: 253-261.

Holl, K.D. 1998a. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture?. *Restoration Ecology* 6: 253-261.

Holl, K.D. 1998b. Effects of above- and below-ground competition of shrubs and grass on *Calophyllum brasiliense* (Camb.) seedling growth in abandoned tropical pasture. *Forest Ecology & Management* 109: 187-195.

James, F.C. and H.H. Shugart. 1970. A quantitative method of habitat description. *Audubon Field Notes* 24: 727-736.

Jensen, C.L. and S. Pfiefer. 1989. Assisted natural regeneration: a new reforestation approach for DENR*. Report to U.S.A.I.D., Manila, and the Philippines Department of Environment and Natural Resources.

Lekagul, B. and P.D. Round. 1991. Birds of Thailand. Saha Karn Bhaet Co., Bangkok, Thailand.

Leungaramsri, P. and N. Rajesh. 1992. The future of people and forests in Thailand after the logging ban. Project for Ecological Recovery, Bangkok, Thailand.

Loik, M.E. and K.D. Holl. 1999. Photosynthetic responses to light for rainforest seedlings planted in abandoned pasture, Costa Rica. *Restoration Ecology* 7: 382-391.

Maxwell, J.F. 1988. The vegetation of Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province, Thailand. *Tiger Paper* 15: 4 (Oct.-Dec.): 6-14.

Maxwell, J.F. 1989. Botanical notes on the vascular flora of Chiang Mai Province, Thailand. *Natural History Bulletin Siam Society* 37: 178-181.

McClanahan, T.R. and R.W. Wolfe. 1992. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: The role of birds and perches. *Conservation Biology* 7: 279-288.

McDonnell, M.J. 1986. Old field vegetation height and the dispersal pattern of bird-disseminated woody plants. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 113: 6-11.

McDonnell, M.J. and E.W. Stiles. 1983. The structural complexity of old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. *Oecologia* 56: 109-116.

Pickett, S.T. 1982. Population patterns through twenty years of old-field succession. *Vegetatio* 49: 15-59.

Robinson, G.R and S.N. Handel. 1993. Forest restoration on a closed landfill: Rapid addition of new species by bird dispersal. *Conservation Biology* 7: 271-277.

Robinson, G.R., S.N. Handel and V.R. Schmalhofer. 1992. Survival, reproduction, and recruitment of woody plants after 14 years on a reforested landfill. *Environmental Management* 16: 265-271.

Smith, R.L. 1990. Ecology and Field Biology, Harper Collins Publishers.

Tan, R. 2001. Straits Rhododendron *Melastoma malabathricum*. http://www.naturia.per.sg/buloh/plants/melastoma.htm, (Accessed 29 April 2003).

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2546) 289–299

BRT 2003
Research Reports

Initial Density Estimates for 10 Rare and Endangered Birds in a Relatively Undisturbed Lowland Tropical Forest

George Gale[1] and Siriporn Thongaree[2]

[1]King Mongkut's University of Technology Thonburi, School of Bioresources & Technology, Division of Natural Resources Management, 83 Moo 8, Thakham, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand

[2]Bala-Hala Wildlife Research Station, National Park and Wildlife Research Division, Natural Resource Conservation Office, Royal Forestry Department, Paholyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

Density estimates of wildlife are preferable to relative indices because they provide better data for wildlife management, however density estimates for many of the threatened species in Thailand and the region are lacking. Here we attempted to estimate the densities of 14[a] globally or nationally threatened or otherwise rare species in Bala, which is part of Thailand's HalaBala Wildlife Sanctuary on the Thai-Malaysia border and one of the few remaining areas of lowland forest in Thailand. Focal species included the Great Argus pheasant, (*Argusianus argus*), nine species of hornbills: Rhinoceros (*Buceros rhinoceros*), Great (*B. bicornis*), Helmeted (*B. vigil*), Black (*Anthracoceros malayanus*), Bushy-crested (*Anorrhinus galeritus*), White-crowned (*Aceros comatus*), Wrinkled (*A. corrugatus*), Wreathed (*A. undulatus*) and Plain-pouched (*A. subruficollis*), and lesser-known species including: Wallace's Hawk-eagle (*Spizaetus nanus*),Giant Pitta (*Pitta caerulea*),Garnet Pitta (*P. granatina*) and Rail-babbler (*Eupetes macrocerus*). Variable-width line transect surveys were used to estimate the densities and distributions of the focal species. Once per month we surveyed 11 transects during a 16-month period (January 2001 - April 2002) using trails, old logging roads, and one paved road. A total of 1531 observations of 2559 individuals of the 14 species were made during the observation period. Density estimates were only possible for seven of these species due to insufficient sample sizes presumably due to low densities. The mean density estimate for Great Argus was 0.20 individuals/km^2 (0.06-0.61, 95% confidence interval) and was likely to have been a significant underestimate, perhaps by as much as a factor of seven, due to the low number of visual observations and our inability to obtain reliable estimates from the numerous vocal detections. Estimates for Rhinoceros and Helmeted Hornbills were 2.31 (1.57-3.39) and 0.99 (0.49-2.03) respectively and were similar or slightly above densities reported elsewhere. Estimates for Great 0.18 (0.10-0.31), Bushy-crested 0.38 (0.20-0.73), Wrinkled 0.09 (0.04-0.19) and Wreathed Hornbills 0.88 (0.52-1.48) were generally below and often well below estimates from other areas in the region. Although density estimates for Black, White-crowned, and Plain-pouched Hornbills were not possible our data suggested that their densities were also quite low (< 0.10 individuals/km^2) compared with elsewhere. Although not the focus of this research, reasons for differences between this and other areas (assuming that most of the estimates were unbiased) were likely the result of differences in food resources and perhaps levels of human disturbance, but require further investigation. For the other four species insufficient data was available to draw conclusions other than that the densities of these species are likely to be very low (< 0.10 individuals/km^2). It is recommended that future studies apply more rigorous sampling methods than was used here, and that the use of preexisting trails and roads should be avoided because they are more likely to produce biased estimates compared with systematic or random sampling.

Key words: Density estimation, hornbills, *Argusianus argus*, lowland forest

[a] The original proposal included 10 species, including Bat Hawk (*Macheiramphus alcinus*) and Large wren-babbler (*Napothera macrodactyla*). Both of these are present in Bala, but were never observed during the surveys so they were not mentioned in the report. Another six species including Great Argus, (*Argusianus argus*), Great Hornbill (*Buceros bicornis*), Bushy-crested Hornbill (*Anorrhinus galeritus*), White-crowned Hornbill (*Aceros comatus*), Wreathed Hornbill (*A. undulatus*) and Rail-babbler (*Eupetes macrocerus*) were added to the study because of their conservation status and their presence during the surveys.

Introduction

Relatively undisturbed lowland (< 200-m elevation) forest is now rare in the Sundaic region (Lambert and Collar, 2002), particularly in southern Thailand where greater than 95% of the natural forest has been destroyed (Round, 1988). Because lowland forest is so rare, many of Thailand's threatened bird species reside in the remaining fragments of lowland forest (Round, 1988). Although the presence or absence of threatened species is now fairly well documented for the remaining lowland forest and other forests of Thailand (Round, 1988; Robson, 2002), density estimates generally have not been done, particularly in Thailand (although see Marsden, 1999; Anggraini et al., 2000 for surveys in the region). Without estimates of density from different areas of the Sundas, it will be more difficult to estimate the total population size of such species and therefore make estimates of their long-term probability of survival much less precise. Furthermore, without density data (or some measure of detectability) it is difficult to make predictions about trends in populations or habitat suitability because relative indices generally cannot be compared through time or among sites due to potential differences in the probability of detection (Karanth and Nichols, 1998; Fancy and Sauer, 2000; and see also the *Recommendations* section below).

Here we proposed to estimate the densities of 14 threatened or otherwise uncommon species of birds in a lowland forest fragment. In addition, we attempted to use relatively inexperienced field workers to conduct the surveys. With the status of many forest bird species under such dire threats and the number of highly trained tropical ornithologists limited, we believed that it was essential to utilize enthusiastic, but less experienced local personnel. Although conducting complete surveys of the entire avian community is especially valuable, these generally can only be done by highly trained, highly experienced individuals because the species richness can be very high in lowland forests and most (> 85%) identifications have to be done by ear due to the density and height of the vegetation (Hamel et al., 1996; Rosenstock et al., 2002). Inexperienced observers however, can be trained to monitor a small number of species relatively quickly.

Methodology

1. *Focal species*

We focused on nine species of hornbill and five other threatened/rare species (see Table 1 for species names and conservation status). Hornbills (family Bucerotidae) are particularly sensitive indicators of forest condition and human disturbance because they require large tracts of unfragmented forest with large fruiting trees for feeding and nesting, and they are large, which makes them targets for hunting (Poonswad, 1998; Lambert and Collar, 2002). The Wrinkled hornbill (the rarest of the hornbills in Thailand) and Plain-pouched are of particular concern because they are restricted to level lowland, evergreen forest (Lekagul and Round, 1991). Of the other species, Wallace's Hawk Eagle is mostly restricted to evergreen lowland and lowland slope forests in Thailand, while Giant Pitta, is also restricted to lowland forests below 800 meters (Lekagul and Round, 1991).

2. *Study site*

The Bala forest, is part of the Thai, Hala-Bala Wildlife Sanctuary, on the Thai-Malaysia border (5°37’ N, 101°08’ E). The Sanctuary is 111.5 km^2 in area isolated from other forests by agricultural lands on the Thai side of the border (although the larger Hala portion of the Sanctuary lies approximately >7 km to the west) and a mix of forest and agriculture on the Malaysian side. Bala ranges in elevation from 50 to 960 m above mean sea level and is broadly classified as tropical lowland evergreen forest. Rainfall is considerable and is moderately seasonal. During the first year of the study (2001) rainfall was > 4,700 mm (see below). Bala has also been partly logged prior to the 1989 logging ban, but the details are unavailable at this time. However, with the presence of nine species of hornbills, the site is still probably one of the richest in the region (M. Kinnaird *pers. comm.*).

Table 1. Focal species and their conservation status (source ARCBC 2003). Species occur in the order of Robson (2000).

Species	Conservation status (source & status)		
	CITES	**IUCN Red Databook**	**Thai Red List**
Great Argus	II	-	Vulnerable
Argusianus argus			
Rhinoceros Hornbill	II	-	Threatened
Buceros rhinoceros			
Great Hornbill	I	Near-threatened	Vulnerable
Buceros bicornis			
Helmeted Hornbill	I	Near-threatened	Vulnerable
Buceros vigil			
Black Hornbill	II	Near-threatened	Threatened
Anthracoceros malayanus			
Bushy-crested Hornbill	II	-	Vulnerable
Anorrhinus galeritus			
White-crowned Hornbill	II	-	Vulnerable
Aceros comatus			
Wrinkled Hornbill	II	Near-threatened	Endangered
Aceros corrugatus			
Wreathed Hornbill	II	Near-threatened	Vulnerable
Aceros undulatus			
Plain-pouched Hornbill	I	Vulnerable	Threatened
Aceros subruficollis			
Wallace's Hawk-eagle	II	Vulnerable	Threatened
Spizaetus nanus			
Giant Pitta	-	Near-threatened	Threatened
Pitta caerulea			
Garnet Pitta	-	-	Threatened
Pitta granatina			
Rail-babbler	-	-	Rare
Eupetes macrocerus			

We used variable-width line transect surveys to estimate the densities and distributions of our focal species following the methods of Bibby et al., (1992). Once per month we surveyed 11 transects, which varied in length from approximately 3 to 11.4 km, during the 16-month period (January 2001 - April 2002). Transects were > 200 m from adjacent transects to minimize the double counting of individuals. All transects were surveyed 15 times, except for two transects which were surveyed 16 and 14 times. Most transects followed existing trails, old logging roads, including one paved road, in lieu of straight lines due to the density of the vegetation and the steep terrain. Consequently, due to the subjectively placed transects, density estimates could be heavily biased and should be interpreted with caution, such that the estimates should only be applied to the areas along the trails rather than the entire study area (Buckland et al., 2001; J. Nichols, USGS Wildlife Biologist, *pers. comm.*). Fortunately, we believed these trails covered a sufficient portion of the study area to be representative of most habitats in the forest, except for the northern-most section which was largely unsurveyed. The transects were marked every 100 meters and partly surveyed using GPS to assist in locating birds. Survey work was carried out by observers who had been working in the sanctuary for

several weeks before starting the surveys and were familiar with focal species prior to the start of the surveys. Observers were rotated among transects to reduce some potential observer bias. Starting and ending points of the transects were reversed whenever possible to avoid biases associated with time of day. Observers also trained as a group to estimate distance both visually and aurally to reduce biases in such estimates.

On each transect, observers recorded (1) focal species (and sex when possible), (2) number of individuals, (3) detection cue (visual, vocal, or flying), (4) location of the observer on the transect, (5) estimated distance between observer and the focal species, (6) angle between the observer and the bird, (as well as true compass direction to estimate positions on the GIS maps), (7) and relevant notes related to the observation such as the presence of a "dancing ground" for Argus pheasants or fruiting figs or other large fruiting tree species for hornbills. Because the density estimate is a 'snap-shot' in time, birds that were observed flying (i.e., those flying birds that were not seen leaving the area near the transect), were not used to estimate the density following Buckland et al. (2001).

3. ***Analyses***

Average density estimates for the sampled areas were developed using DISTANCE software (Thomas et al., 2002). In general, we followed the recommendations of Buckland et al. (2001) and used by others for estimating the densities of the same or similar species in the region (Kinnaird et al., 1996; Marsden, 1999; Anggraini et al., 2000). For all species, birds were entered as clusters and distance data was grouped automatically by the software or into distance intervals if a better model fit could be obtained. Only visual observations were used because distance estimations on the aural observations were in some cases unreliable and generally did not fit available detection functions. In addition, it was recommended that visual and aural detections not be combined, as they would likely provide different detection functions (S. Strindberg, Wildlife Conservation Society, *pers. comm*). Cluster size was estimated using mean observed cluster size, otherwise size-bias regression (regression of cluster size against distance, to test whether larger cluster were more detectable at greater distances) was used when the regression was significant at $\alpha = 0.15$. Models were fit using the default settings which used the automated sequential selection and the Akaike's Information Criteria (AIC) stopping rule. One of three models were used to fit detection probability functions: uniform, half-normal, or hazard, using cosine-adjustment terms. We also found that truncating the furthest observations (usually between 10-15% of the right tail of the distribution) was often required to obtain results. For the Great Argus data we left truncated observations directly on the transect to reduce "heaping" of observations due to rounding errors (Buckland et al., 2001). We chose models with the lowest coefficient of variation of the density estimate (following Kinnaird et al., 1996), or the lowest AIC function (when using different models, but the same distance intervals and other input parameters, following Buckland et al., 2001).

Results

Eleven transects were sampled approximately once per month for 16 months between January of 2001 and April of 2002. A total of 1,531 observations of 2,559 individuals of 14 species were made during the observation period (Table 2). The majority of all the observations were aural rather than visual (75.5% versus 18.6%, and 5.9% observed flying). The majority of these observations (91.8%) were made by three observers working individually, while an additional 7.0% were made by these individuals working with one other observer, and the remaining 1.2% were made by a fourth individual.

The number of monthly observations varied considerably during the course of the year. Ignoring the first survey period which was spread over three months (January-March), the total number of individuals counted ranged from 112 during March of 2001 to 216 in February of 2002. Because the number of observations was too small in any given month, we could only use simple count trends to examine monthly variation. Counts of Rhinoceros and Helmeted Hornbills were moderately correlated ($r = 0.60$, $p < 0.05$) as well as Wreathed Hornbills and Argus ($r = 0.53$, $p < 0.05$), while Wrinkled and Great Hornbills were negatively correlated ($r = -0.55$, $p < 0.05$). However, there was generally little correlation among the focal species during the year (Fig. 1), such that there was no clear trend to suggest which months surveys might be conducted most efficiently. The Great

Argus was the only species that showed a noticeable periodicity in number of observations, such that there appeared to be a peak in August during a somewhat drier period, (Fig. 1 and 2), however this was based on only one year of observation. There was also no significant correlation between the total number of observations and the number of visual observations, nor was there a significant correlation between total monthly rainfall and the total number of monthly observations (Pearson Correlation or Spearman Rank Correlation, $p > 0.05$; Fig. 2).

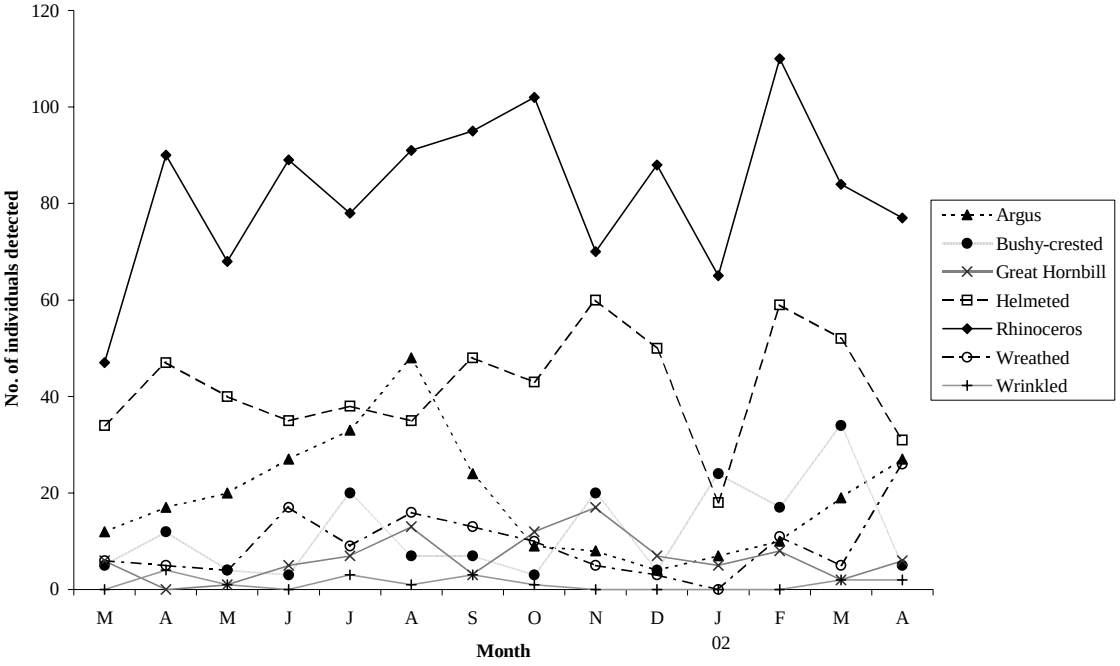


Figure 1. Number of individuals detected of the seven most common focal species observed in the Bala portion of the Hala-Bala Wildlife Sanctuary between March 2001 and April 2002 (see Table 1 for scientific names and conservation status).

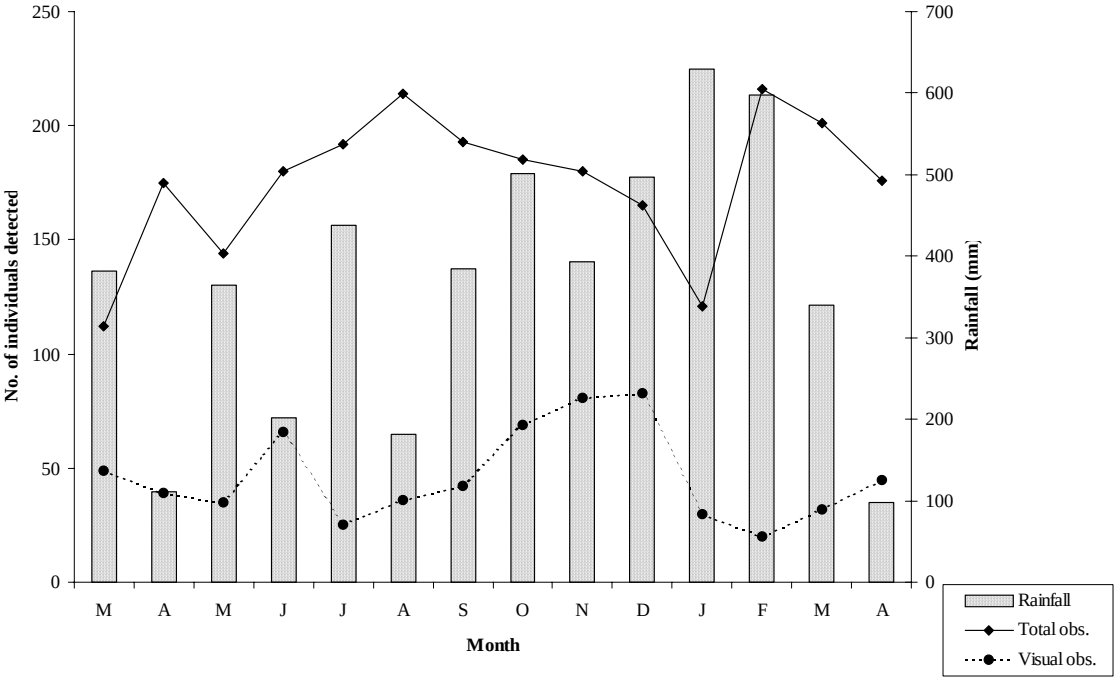


Figure 2. Total rainfall and total number of individual birds of the 14 target species detected between March 2001 and April 2002 in the Bala portion of the Hala-Bala Wildlife Sanctuary. (Rainfall data from the Waeng district meteorological station approximately 10 km from the study area).

Density estimates were only possible for seven of the 14 species due to insufficient sample sizes presumably caused by low densities (Table 2, see Table 1 for Scientific names). The density estimates from this study for Rhinoceros and Helmeted Hornbills were generally near or above densities reported elsewhere, whereas estimates for Bushy-crested and Wreathed Hornbills well below previous estimates, often by a factor of more than ten. Great Hornbills were also considerably lower in density than reported from India (Raman and Mudappa (*in press*), but nesting densities from northeast India 0.33 pairs/km^2 (Datta and Rawat *in press*) appeared to be similar to densities reported here. Other species, densities were highly variable, but were generally either similar or considerably lower than reported elsewhere (see Table 3).

As with Marsden (1999), the coefficient of variation of the density estimates was relatively large, and less than 20% only when the number of sample observations was greater than 80. Although, this sample size was only achieved for Rhinoceros Hornbill (Table 2), we found even with observations as few as 11, we were able to obtain estimates with a coefficient of variation of 36%, which was equal to or often better than previous studies with birds (Marsden, 1999; Nelson and Fancy, 1999). However, for other species where there was insufficient detections to provide estimates, we tried to incorporate simple spot-mapping methods and GIS maps using ArcView 3.1 in which we estimated a minimum number of individuals present in the study area (see below).

Although the number of detections for some species (Helmeted Hornbill, Great Argus, and Wreathed Hornbill) were either greater than or approximately equal to 80, most were aural rather visual. The detection probability of species based on aural observations was noticeably higher (~1.0) than from visual observations (≤ 0.6), but the aural observations could not be incorporated into the analyses because we were not able to achieve adequate model fit presumably due to distance estimation errors.

In addition, the Great Argus estimate from distance sampling was likely to have been significantly underestimated. Based on highly simplified spot-mapping described above, 18 different territories were spot-mapped within 100 m of the trails/transects, which assuming that every individual present within this radius was detected and that distances of ≤ 100 m could be estimated accurately, translated into a crude estimate of 1.39 pairs /km^2, assuming one female per male. This estimate was more than ten times higher than the estimate obtained from distance sampling, though similar to estimates of Davison (1981) from west-central Malaysia. We attribute this difference to the fact that visual observations were quite rare for this vocal, but shy species (visual detection probability of 0.33, aural detection probability = 1.0). Although, we attempted to use distance interval categories to reduce aural distance estimation problems it was not possible to achieve adequate model fit.
For White-crowned Hornbill, a maximum of four birds was observed at any one time, and on one occasion two pairs of birds were recorded in different locations simultaneously. For the study area, there appeared to be at least three distinct clusters, with one of the clusters possibly representing two breeding pairs and two others representing at least two other males. Thus, the minimum estimate for the study area was six individuals.

For the remaining species similar, highly simplified techniques were used. For Plain-pouched Hornbills, six independent observations were made of clusters between May 2001 and March 2002, with all the observations occurring between the months of March and August suggesting that it was present in the breeding season in Bala, but moved out of the area during the non-breeding season. The maximum number of individuals observed at any one time was four, indicating the presence of at least four individuals. For the Black Hornbill, there were a total of three individuals observed, with at least one pair, and one additional male observed in widely separated locations, indicating the presence of at least three individuals. For Wallace's Hawk-eagle, there were four independent observations of this species during the study period, and it was likely that no more than two unique individuals were ever present. For Giant Pitta, there were only two widely spaced observations suggesting a minimum of two individuals. For the Malaysian Rail-babbler and Garnet Pitta, only one individual was observed during the study period.

Table 2. Summary of observations, detections, detection rates and density estimates for Bala Wildlife Sanctuary based on 16 months of observations (February 2001-April 2002).

Species	Observation type (number of observed clusters)					Detections & Detection rate		Density estimate (individuals / km^2)				
	Visual	Aural	Flying	Total	Average group size	Total no. of individuals detected	Individuals detected / km of transect surveyed	No. of clusters used for analysis	Estimate	Lower 95% CI	Upper 95% CI	%CV
Rhinoceros Hornbill	112	476	41	629	1.9	1191	1.17	93	2.31	1.57	3.39	19.2
Helmeted Hornbill	48	366	12	426	1.4	611	0.60	41	0.99	0.49	2.03	36.8
Great Argus	13	249	0	262	1.1	280	0.27	10	0.20	0.06	0.61	58.0
Bushy-crested Hornbill	14	24	3	41	4.2	174	0.17	14	0.38	0.20	0.73	32.2
Wreathed Hornbill	50	11	17	78	1.9	149	0.15	42	0.88	0.52	1.48	25.7
Great Hornbill	23	21	10	54	1.7	92	0.09	18	0.18	0.10	0.31	28.2
Wrinkled Hornbill	11	2	2	15	1.4	21	0.02	11	0.09	0.04	0.19	36.3
White-crowned Hornbill	6	4	0	10	1.8	18	0.02	-[a]	-	-	-	-
Plain-pouched Hornbill	3	0	3	6	2.0	12	0.01	-	-	-	-	-
Wallace's Hawk-eagle	2	0	2	4	1.0	4	< 0.01	-	-	-	-	-
Black Hornbill	2	0	0	2	1.5	3	< 0.01	-	-	-	-	-
Giant Pitta	0	2	0	2	1.0	2	< 0.01	-	-	-	-	-
Garnet Pitta	1	0	0	1	1.0	1	< 0.01	-	-	-	-	-
Rail-babbler	1	0	0	1	1.0	1	< 0.01	-	-	-	-	-
Total	286	1155	90	1531	1.7	2559	>2.50	-	> 5.03	-	-	-

[a] Insufficient number of detections to estimate density

Table 3. Density estimates (individuals / km^2) for Asian hornbill species found in Bala as compared with studies elsewhere in Eastern and South East Asia.

Species	Davison (1981) [W. central Malaysia]	Kemp (1995)[a] [Malaysia & Indonesia]	Angraini et al. (2000) [S.W. Sumatra]	Whitmore (1984)[b] [C. Malaysia]	Van Schaik Unplubl. Report[b] [N. Sumatra]	Leighton (1982) [E. Kalimantan]	Raman and Mudappa (in press) [S.W. Ghats, India]	this study [S. Thailand]
Great Argus	1.5-2.25	-	-	-	-	-	-	0.20 [1.39][d]
Rhinoceros Hornbill	-	2.8 (0.8-20)	2.60	0.5	3.11	1.10	-	2.31
Helmeted Hornbill	-	3.1 (0.25-16.7)	1.90	0.5	0.83	0.30	-	0.99
Bushy-crested	-	3.5 (1.25-5.8)	3.05	2.5	4.28	6.20	-	0.38
Wrinkled Hornbill	-	0.6 (0.10-0.7)	-	-	0.10	5-21[b]	-	0.09
Wreathed Hornbill	-	2.9 (0.8-6.7)	7.50	-	1.05	10-46[b]	-	0.88
White-crowned Hornbill	-	1.8 (0.5-3.1)	-	present[c]	-	4.20	-	< 0.10[e]
Black Hornbill	-	1.9 (0.5-4.0)	-	2.0	-	2.70	-	< 0.10[e]
Plain-pouched Hornbill	-	-	-	-	-	-	-	< 0.10[e]
Great Hornbill	-	-	-	-	-	-	3.4-9.55	0.18

Discussion

Because we are interested in the long-term management of relatively rare or threatened species we believe it is necessary to have unbiased estimates of density, which incorporate some estimate of detectability, rather than just presence/absence or relative abundance. However, distance sampling requires four primary assumptions: (1) animals on or very near the transect lines are detected 100% of the time (2) animals are detected before they move (either naturally or in response to the observer) (3) distances to animals are known accurately and (4) sampling transects or points are randomly located (Buckland et al., 2001).

Regarding assumptions one and two, because hornbills are large and relatively vocal birds, detection probability close to the observer is probably relatively high as suggested by other studies with hornbills (Marsden, 1999), but they may flush fairly easily depending on the human hunting pressure in the area (Marsden, 1999). During this survey, there was some evidence of premature flushing for two species Great Argus which were particularly difficult to detect visually (see below) and possibly Great Hornbill. Such movements away from observers would tend to bias density estimates downward (Buckland et al., 2001), and may account for the lower than expected estimates for both of these species.

During our surveys it was difficult to achieve adequate confidence in our aural distance estimations (assumption three) because the hornbill and pheasant calls could potentially carry for hundreds of meters (Leighton, 1982; G. Gale *pers. observ.*). If distances were under or over-estimated by as little as 10% on line transects, then the density estimate would have been under or overestimated 9-11% (Buckland et al., 2001). For surveys of birds whose calls travel long distances, aural observations are unlikely to be reliable unless extensive training is done by estimating distances from birds of known locations, and even if with extensive training it is not clear that accurate distance estimates can be obtained due to the wide variety of conditions which can alter human perceptions of sound (Waide and Narins, 1988). However, others have found it possible to estimate distances by sound if limited to short-distances with highly trained observers (a maximum of 100 to 120 m) (Gates, 1995; Marsden, 1999). When accurate distance estimation is not possible, it is generally recommended to divide data into four to eight distance intervals (Buckland et al., 2001; Rosenstock et al., 2002). The number of intervals should be large enough to keep the level precision of the detection function high, but not so large as to make distance estimation difficult and time consuming. For example, intervals bounded at 10, 25, 50, 100, 200 and > 200 m can be used, and this decreases risks of distance estimation errors provided that observations are grouped into the proper category (Rosenstock et al. 2002). It is also recommended to keep the last interval unbounded (such as > 200 m). Fortunately for our study, we had sufficient numbers of visual observation for six species to achieve reasonable estimates in the absence of reliable aural observations.

Also related to assumptions three and four is the use of straight-line transects. Straight line transects maybe preferable over points because they increase the probability of detection for uncommon/rare species and it is easier to estimate the distance from the animal to the transect line if the lines are straight (Marsden, 1999), however in rugged terrain and/or dense vegetation, it is often too difficult and/or time-consuming to cut straight transects. While, using trails or other curving transects is theoretically possible (Hiby and Krishna, 2001), they are subject to significant bias and must be used with extreme caution. Furthermore, if curving transects are used then the observer must estimate the shortest distance from the animal to the nearest point on the path. This can be quite difficult if the observer does not know exactly where they are on the path and/or if they are not particularly familiar with the curves of the path, which is often the case in dense forest and/or rugged terrain. Also when using many different paths for surveys, it is important to insure that the paths/transects are sufficiently separated to reduce double counting. For example, Marsden (1999) recommended 200 m separation between point locations in forested habitats and 400 m in more open habitats. GIS and GPS can help map out trails and mark observer positions relative to the trail's curves in areas where the path is winding and vegetation dense. However, the GPS estimates have to be accurate (< ± 5 m or depending on the width of the distance categories) to derive reliable density estimates.

Alternatively, variable circular plots (VCP) are probably logistically simpler and require fewer assumptions. Furthermore, VCPs can be used along trails with less bias, if points are positioned 50 m perpendicular to the trails (Marsden, 1999). VCP counts also do not require the observer to record angles, which could be another source of error when estimating distances. The drawback of VCPs is that it may require a large number of sample points (2000 points, *e.g.* Marsden, 1999) to estimate densities of rare species, and distance estimates must be precise because the error increases with the square of the distance. Finally, for some very rare species or species with very low levels of detectability it simply may not be practical to estimate density with either variable circular plots or variable line transects.

Specific recommendations for estimating densities and monitoring wildlife populations in Bala and elsewhere in Thailand

1. Density estimates are preferable to managing wildlife, particularly threatened species, because population size is a key indicator in estimating long-term survival. Furthermore, without estimates of detectability it will be difficult if not impossible to compare survey results over time or space (Karanth and Nichols, 1998; Fancy and Sauer, 2000). In other words, because $\hat{N} = \frac{C}{\hat{p}}$ (where $\hat{N}$ = the estimated abundance, C = count of target species and $\hat{p}$ = the estimated detection probability), it is quite possible that if the detectability of a target species in a site with open vegetation is twice as high compared with a densely vegetated site (where for example $\hat{p}$ = 1 versus $\hat{p}$ = 0.5), the animal counts could be exactly the same (C = 50, for example) but the true densities would be twice as high in the densely forested site ($\hat{N}$ = 100 versus $\hat{N}$ = 50) [see Fig. 3 for another example].

2. Thus, using sampling methods that estimate detection probability is critical to obtaining estimates of abundance of target species that are repeatable and comparable in space and/or time. Because of the annual variability in most biological indicators, it may require 10 or more years of data to identify population trends. If data are collected using similar methods that measure detection probability, by having comparisons to other locations and having repeated surveys over time, it may be possible to identify patterns of decline sooner.

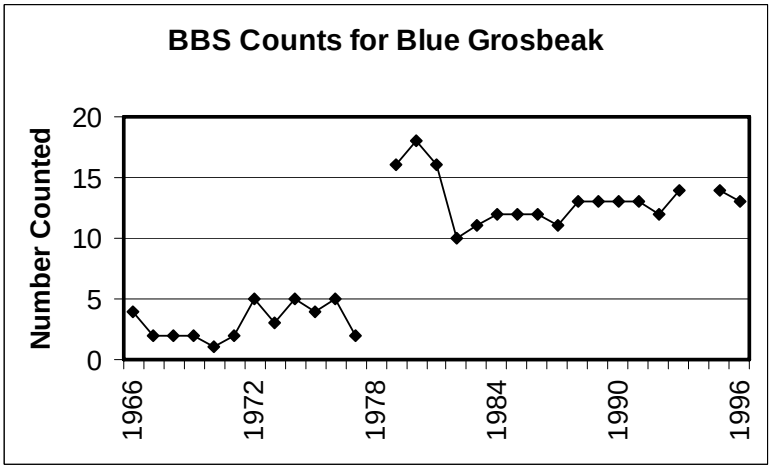


Figure 3. The counts of Blue Grosbeak (*Guiraca caerulea*) obtained on this Breeding Bird Survey (BBS) route from North America suggest that the population has increased during the 30-year period of 1966-1996, with a large population increase between 1978 and 1982. However, based on data from other BBS routes and various studies, there was no indication that the Blue Grosbeak population had actually increased. The pattern of counts shown above may have resulted entirely from changes in observers that surveyed this BBS route. The counts between 1966 and 1977 were obtained by one observer, then another observer ran the route in 1979 and in 1981-1984, a third observer did the 1980 count, a fourth observer did the 1986 count, and a fifth observer did the 1995-1996 counts. Without estimates of detection probability, we must assume that the apparent increase in the population between the 1960s and 1980s was probably caused by observer change, which numerous studies have shown is a major problem (*e.g.*, Kepler and Scott, 1981; Sauer et al. 1994). Furthermore, observers are not the only factor that can cause large differences in detection probability. [data and description from Fancy and Sauer 2000]

3. For sampling species such as hornbills, sampling along roads and trails should be avoided because roads and trails are normally not set randomly nor systematically, and are therefore likely to sample an area in a way that may be difficult to understand, and more likely to provide biased estimates. For uncommon large mammals such as tiger, elephant, bear, etc. sampling along animal trails is

often necessary to increase capture probabilities (Karanth and Nichols, 1998), but this technique can estimate densities only when individuals can be recognized. In such cases, mark-recapture techniques can be utilized. However, variable width line transects can be used to estimate density of such animals from dung counts (Marques et al., 2001).

4. Future surveys in Bala should avoid using the roads and pre-existing trails as in this survey because of the sampling problems it causes, particularly the road. It is therefore recommended that habitats of Bala be demarcated using GIS/Remote Sensing and sampled following some form of stratified random design, whereby different habitat types are sampled in proportion to their presence (e.g., if 10% of the area is classified as "lowland" forest and 15% "disturbed" forest then approximately 10% of the samples should occur in "lowland" habitat and 15% of the samples in "disturbed"). Furthermore, straight line transects are preferable to point surveys (VCPs) because surveying lines is likely to increase the encounter rates of low-density species. Although long, straight lines may be difficult in this habitat, it seems possible that several short transects of 2 to 4 kilometers should be usable. If straight lines are not possible, then VCPs are a viable alternative, but there is still the problem of getting to randomly placed points particularly if there is no existing grid or an extensive trail network. Although some researchers have used points samples located 50 m perpendicular to the left and right of trails (Marsden, 1999; Marsden and Pilgrim, 2003), this may still be biased and should be avoided if possible.

5. Finally, due to limitations in time and resources, sampling should be designed to obtain the maximum amount of information for management purposes, with the least cost. Because the densities of target organisms are so low, it seems unlikely that density estimates would be possible on a monthly basis to determine the optimum month for sampling. However, sampling could be carried out more intensively during a single period of 2 to 4 weeks during a year and this should provide sufficient data for monitoring purposes. This would also have the added advantage of keeping within year variation in detectability to a minimum. The choice of a sampling period is problematic because different species are more easily detected at different months of the year, such that species such as Great Argus appear to be most detectible in August while hornbills appear to be most detectable either before nesting or after nestlings fledge. Choosing between these two periods may depend on other factors such as rainfall which may interfere with surveys or other factors such as the potential biases caused by sampling newly fledged juveniles together with adults. Densities of very rare species such as Giant Pitta probably cannot be effectively estimated through distance sampling, and may require other intensive methods such as spot mapping.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT_143017. We are grateful to Pilai Poonswad and Margaret Kinnaird for much helpful advice regarding the biology of hornbills and for references. Thanks also to A. Datta, D. Mudappa, T. Raman and G. Rawat, for providing copies of their manuscripts in press. Thanks also to S. Strindberg and J. Nichols for technical references and advice concerning distance sampling. Finally, many thanks to Prasit Wongprom, Rusananing, and Suvit and their colleagues of Bala for all their hard work and enthusiasm in data collection, data entry, as well as their logistical support for GG in Bala.

References

Anggraini, K., M. Kinnaird and T. O'Brien. 2000. The effects of fruit availability and habitat disturbance on an assemblage of Sumatran hornbills. *Bird Conservation International* 10: 189-202.

ASEAN Regional Centre for Biodiversity Conservation. 2003. Biodiversity data. http://www.arcbc.org.ph viewed January 2003.

Bibby, C.J., N.D. Burgess and D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, London.

Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers and L. Thomas. 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford Univ. Press, Oxford.

Datta, A. and G.S. Rawat. In press. Foraging patterns of sympatric hornbills in the non-breeding season in Arunachal Pradesh, north-east India. *Biotropica.*

Davison, G.W.H. 1981. Sexual selection and the mating system of *Argusianus argus* (Aves: Phasianidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 15: 91-104.

Fancy, S. and J. Sauer. 2000. Recommendations for inventorying and monitoring landbirds in national parks. http://www.nature.nps.gov/im/monitor/npsbird.doc. Accessed 14 May 2003.

Gates, J.E. 1995. Point count modifications and breeding bird abundances in central Appalachian forests. *In* Ralph, C.J., J.R. Sauer and S. Droege (eds.), Monitoring Bird Populations by Point Counts. Albany, California: USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149, pp.135-144. (available at http://www.rsl.psw.fs.fed.us/projects/wild/gtr149/pg135_144.pdf)

Hamel, P., W. Smith, D. Twedt, J. Woehr, E. Morris, R. Hamilton and R. Cooper. 1996. A land manager's guide to point counts of birds in the southeast. General Technical Report SO-120, United States Dept. of Agriculture.

Hiby, L. and M.B. Krishna. 2001. Line transect sampling from a curving path. *Biometrics* 57: 727-731.

Karanth, K.U. and J.D. Nichols. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79: 2852-2862.

Kemp, A.C. 1995. Bird Families of the World: The Hornbills, Bucerotiformes. Oxford University Press, Oxford.

Kepler, C.B. and J.M. Scott. 1981. Reducing bird count variability by training observers. *In* Ralph, C.J. and J.M. Scott (eds.), Estimating numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian Biology* 6: 366-376.

Kinnaird, M.F., T.G. O' Brien and S. Suryadi. 1996. Population fluctuation in Sulawesi red-knobbed hornbills: tracking figs in space and time. *Auk* 113: 431-440.

Lambert, F.R. and N.J. Collar. 2002. The future for Sundaic lowland forest birds: long-term effects of commercial logging and fragmentation. *Forktail* 18: 127-146.

Leighton, M. 1982. Fruit resources and patterns of feeding, spacing and grouping among sympatric Bornean hornbills (Bucerotidae). Ph.D. dissertation, Univ. California, Davis.

Lekagul, B. and P.D. Round. 1991. Birds of Thailand. Saha Karn Bhaet Co., Bangkok, Thailand.

Lloyd, H., A. Cahill, M. Jones and S. Marsden. 1998. Estimating bird densities using distance sampling. *In* Bibby, C., M. Jones and S. Marsden (eds.), Expedition Field Techniques, pp. 35-52. Expedition Advisory Centre, Royal Geographical Society, London.

Marques, F.F.C., S.T. Buckland, D. Goffin, C. Dixon, D.L. Borchers, B.A. Mayle and A.J. Peace. 2001. Estimating deer abundance from line transect surveys of dung: sika deer in southern Scotland. *Journal of Applied Ecology* 38: 349-363.

Marsden, P. 1999. Estimation of parrot and hornbill densities using a point count distance sampling method. *Ibis* 141: 377-390.

Marsden, P. and J.D. Pilgrim. 2003. Factors influencing the abundance of parrots and hornbills in pristine and disturbed forests on New Britain, PNG. *Ibis* 145: 45-53.

Nelson, J.T. and S.G. Fancy. 1999. A test of the variable circular-plot method where exact density of a bird population was known. *Pacific Conservation Biology* 5: 139-43.

Poonswad, P. (ed.). 1998. The Asian Hornbills: Ecology and Conservation. *Thai Studies in Biodiversity*. No. 2: 1-336.

Raman, T.R.S. and D. Mudappa. In press. Correlates of hornbill distribution and abundance in rainforest fragments in the southern Western Ghats, India. *Bird Conservation International.*

Robson, C. 2000. Field Guide to the Birds of Thailand and South-East Asia. Asia Books.

Rosenstock, S.S., D.R. Anderson, K.M. Giesen, T. Leukering and M.F. Carter. 2002. Landbird counting techniques: current practices and an alternative. *Auk* 119: 46-53.

Round, P.D. 1988. Resident forest birds in Thailand: their status and conservation. ICBP, Cambridge, UK.

Sauer, J.R., B.G. Peterjohn and W.A. Link. 1994. Observer differences in the north American breeding bird survey. *Auk* 111: 50-62.

Thomas, L., J.L. Laake, S. Strindberg, F.F.C. Marques, S.T. Buckland, D.L. Borchers, D.R. Anderson, K.P. Burnham, S.L. Hedley and J.H. Pollard. 2002. Distance 4.0. Release 1. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/.

Waide, R.B. and P.M. Narins. 1988. Tropical forest bird counts and the effect of sound attenuation. *Auk* 105: 296-302.

Whitmore, T.C. 1984. Tropical Rain Forests of the Far East, 2nd ed., Clarendon, Oxford.

Monitoring Plant–Animal Relations on the Mo Singto Long Term Biodiversity Research Plot

Warren Y. Brockelman[1], Thawatchai Santisuk[2], Chen Nan[3], Chumpon Suckaseam[4], Anuttara Natalang[3], George Gale[5] and J.F. Maxwell[6]

[1]Center for Conservation Biology, ISTRD, Mahidol University, Salaya, Nakhon Phathom 73170, Thailand, [2]The Forest Herbarium, Royal Forest Department, Paholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand [3]National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, NSTDA, 73/1 Rajdhevee, Bangkok 10400, Thailand [4]National Park Division, Royal Forest Department, Paholyothin Road, Bangkok 10900, Thailand, [5]Division of Natural Resources Management, King Monkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140, Thailand, [6]CMU Herbarium, Biology Department, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50202, Thailand

The Mo Singto biodiversity research plot has been recensused and all trees were reidentified and measured during 2000–2001. This was done to correct some initial misidentifications and to better synchronize the initial dbh measurements. All large vines (mostly woody lianas) > 3 cm in diameter were measured and tagged during the same period and the numbers of independent stems (genets) were inventoried. A total of 199 species of trees ≥10 cm dbh in 61 families are recorded on the 30-ha plot, with a mean density of 546 individuals per ha, and with a basal area of 2.97 m^2/ ha. The 2 most abundant species are *Ilex chevalieri* (6.2% of stems) and *Sloanea sigun* (6.1% of stems). The liana census revealed 122 species on the plot of which 105 have been identified to species. The 2 most abundant species are *Uncaria scandens* (6.2% of stems) and *U. macrophylla* (5.0% of stems) (Rubiaceae). The most diverse families of lianas (out of 33 families) are Apocynaceae (14 species), Leguminosae (13 species), Rubiaceae (9 species) and Annonaceae (8 species). Seven species of *Ficus* (Moraceae) are also lianas. At least 35 species of trees and shrubs <10 cm dbh have been identified, and 87 species of ground vegetation. The phenology of figs has been studied intensively for 3 years, including 15 species. The figs include 8 species of free-standing trees, 7 species of hemiephiphytes (stranglers), and 7 of woody climbers. Eight species of figs tend to be partly seasonal, and 5 species fruit in all seasons. One new species of tree found on the plot is new to science; it has been named *Pouteria stellibacca* Maxw. (Sapotaceae), and another species in a new record for Thailand: *Homalia cochinchinensis* (Lour.) Druce (Flacourtiaceae) (*Nat. Hist. Bull Siam Soc*. 50 (1): 89-97). The Mo Singto plot has been used for the study of gibbon diet, foraging and ranging behavior, seed dispersal by gibbons, bird population density, ecology of lianas, ecology of dung beetles and forest succession.

Key words: plant, Mo Singto biodiversity research plot, Khao Yai National Park

Introduction

The Mo Singto biodiversity research plot in Khao Yai National Park was initiated in 1996 for the purpose of facilitating studies of forest ecology, community dynamics, plant-animal relations, and the ecology and ranging behavior of gibbons (Brockelman, 1998). Gibbon studies have been on-going since 1980 (Brockelman et al., 1998; Raemaekers and Raemaekers, 1985a, 1985b; Raemaekers et al., 1984; Reichard, 1995; Reichard and Sommer, 1997). During 2000–2002, the first census of trees and lianas was completed, and voucher specimens have been collected and processed. The objectives of the project during the last 2 years have been to: (1) improve and continue management of the permanent biodiversity research plot for use by researchers; (2) expand the plant inventory to include small trees, shrubs, lianas and herbs, and initiate phenological studies of trees; (3) promote use of the plot for the study of plant–animal relations, monitoring of exploitation of populations, and natural product research.

The plot has been used especially for the study of gibbon diet, ranging behavior, and seed dispersal (Kanwattanakid and Brockelman (in preparation); Whitington, 1992; Whitington and Treesucon, 1991). In addition, at least 8 other M.Sc. and Ph.D. Projects concerned with forest community ecology have been carried out. There are summarized below.

Methodology

1. Tree census

The original census and mapping of trees over 10 cm dbh on the Mo Singto plot was carried out during 1998 through 2000. It was decided to repeat the first census and mark the POM (Point of measurement) each tree with red paint. As mapping of trees had been completed before (except for new recruits), the process was completed within about 8 months, during Oct. 2000 – June 2001. After the completion of the recensus last year, we input all the data into the software program TreeXY. The minimum size limit was not lowered to 1 cm because of a shortage manpower, and because of incomplete development of the TreeXY database for handling multiple inputters in the forest.

Reidentification of trees on 30 random quadrats (1 in each column) was done by J.F. Maxwell in the forest. Out of 569 trees, 34 (6 percent), were wrongly identified. An error rate of 6 percent is regarded as somewhat excessive, and steps were taken to reduce it during the last part of the project. A total of 1,204 trees were later corrected, 7.3 percent of the total. The number of tree species now stands at 199, an addition of 14 species.

The original plot area was 28.56 ha. It was decided to try to increase the plot to an even 30 ha, by including 3 of the omitted rows at the bottom (36 quadrats). Also 12 quadrats were added on the southeast end (in column 46), where gibbon group A sometimes ranged off the plot. The additional survey and mapping were completed in early 2002.

2. Liana inventory

The woody climber (or liana or "woody vine") inventory at Mo Singto begun in 1999 has been continued, and at least 150 species of lianas have been recorded in the Mo Singto area. A census of all lianas on the plot with stems over 3 cm in diameter was carried out during Sept. 2000 – March 2001 (Fig. 1). Lianas were recorded in two ways—as ramets and as genets. A **ramet** is a stem that ascends a tree. The host tree number is recorded, and this provides the location coordinates of the stem. A ramet is a stem or a branch of a **genet**, which is an individual climber plant as it leaves the ground. Each genet and ramet was tagged with a numbered aluminum tag. A genet may produce several ramets as it grows. Genets are putatively distinct genetic individuals which originated as seeds. The diameter of genets is measured 1.3 m from the point of origin in the ground. It was decided to inventory both ramets and genets on the plot because both are of interest, but for different types of analysis.



Figure 1. Lianas are tagged in the Mo Lianas are tagged in the Mo Singto Plot.

3. Herbarium work

The herbarium at the Center for Conservation Biology at the ISTRD, Mahidol University, now includes the following sections:

1. Main dried pressed collection, arranged alphabetically by family
2. Liquid collection; delicate flowers etc. preserved in alcohol
3. Woody climber leaf and photo collection
4. Seed collection, for study of animal fruit diets

A complete listing of specimens with collectors name and number, type of material, habit, tree number (if from a tagged tree) and number of duplicates has been made. This includes a total of 1,647 specimens of 806 species with reproductive material on sheets. Original specimens of reproductive material collected in duplicate are distributed to the Forest Department (BKF). It is the goal to collect flower and fruiting material of every species on the plot. At present, there are specimens with reproductive material and labels for about 86% of the tree species and about 80% of the climbers on the plot.

The seed collection has been growing rapidly also, as several projects, including those collected by researchers Chuti-On Kanwatanakid, Janya Jadejaroen, and Tomasso Savini. At present, it contains at least 100 species of identified seeds.

The woody climber photo collection has over 100 species most of which are identified.

4. Phenology of trees and figs

Phenological observations have been carried out at least once per month starting in July of 2001. Approximately 550 trees of 60 species are being checked. So far, nearly 3 years of data have been collected, but there has not been time for summary of these data into tables and figures.

Study of phenology of all figs on the plot has also been initiated and about 5 years of data have been accumulated.

5. Plot management

The project has produced GIS maps of the plot showing 5-m contour intervals (based on elevations obtained in the original survey of the terrain), streams, quadrat corners, trails, elevations and all combinations of these features.

At present, these maps are being upgraded to include the total 30 ha now included in the plot. They can be used by field workers in moving about the plot, or in publications showing data output.

6. Gibbon ranging and foraging

Field assistants have been assigned to follow gibbon groups A, B, C, E, H, N and T, with particular emphasis on groups that have old juveniles and subadults. They try to track subadults when they disperse to determine when and where they establish new families, and collect activity budget data and observations on foraging and ranging.

In August of 2002, a new protocol for collecting data on group A whose territory occupies the 30-ha plot was implemented. Instead of doing the customary 5-min interval sampling, they note down the numbers of the trees that the gibbons enter for any behavioral activity, and time social behaviors observed with a stopwatch. In particular, we wish to know the trees in which grooming, singing, aggression, sleeping, feeding, and defecation (to study seed dispersal) occur. The majority of trees, however, are just used for "travel". These data are being entered into the computer and an analysis of ranging path on the plot, and lists of trees with species and sizes used for all types of activity, will be made.

Results

1. Tree inventory

A preliminary output of plot tree flora is available, which shows numbers of individuals and basal areas of each species. The data may be summarized as follows.

	total	per ha
Number of families	61	–
Number of genera	142	–
Number of species	199	–
Number of individuals ≥ 10 cm dbh	16,375	545.8
Number of stems at 1.3 m	16,963	565.5
Total basal area, m^2	864.93	29.67
Basal area as percent of plot area	0.297	–

The top 20 families and species have been analysed by numbers of species, individuals, and basal area for each taxon (Table 1). The top family is Lauraceae, with 10 percent of the species on the plot. This family also leads in numbers of individuals and basal area. Euphorbiaceae ranks second in number of species, but because 14 of its species are relatively rare (< 1 tree per ha), it ranks only 16th in number of individuals and 14th in basal area. Six species of Euphorbiaceae, in fact, have only one individual on the plot (versus no species of Lauraceae). Moraceae is 3rd in number of tree species, of which 14 are *Ficus*, which includes 7 species of hemiepiphytes ("strangler figs") and 8 species of free-standing trees. Meliaceae is also high in number of species (13) and number of individuals (in second place, but virtually tied with Elaeocarpaceae), followed by Myrtaceae (9 species) and Annonaceae (7 species).

2. Climbers (lianas)

The first census of lianas has been completed. All lianas >3 cm in diameter at breast height have been tagged and identified. A total of 9,510 genets and 11,526 ramets were measured on the plot. A total of 105 species were identified to species and 9 forms to genus, and 6 additional "unknown" species with 10 individuals are also recorded. The remaining unknowns must be watched so that flowers or fruits can be collected.

The top 25 species of lianas on the plot are as follows:

	Species	No. genets (%)
1	*Uncaria scandens*	594 (6.2)
2	*Uncaria macrophylla*	480 (5.0)
3	*Sabia limoniacea*	404 (4.2)
4	*Tetracera indica*	387 (4.1)
5	*Tetrastigma laoticum*	355 (3.7)
6	*Morinda umbellata*	316 (3.3)
7	*Premna flavescens*	307 (3.2)
8	*Celastrus approximata*	304 (3.2)
9	*Ichnocarpus polyanthus*	298 (3.1)
10	*Sphenodesme pentandra*	294 (3.1)
11	*Epigynum griffithianum*	239 (2.5)
12	*Guania leptostachya*	237 (2.5)
13	*Urceola micrantha*	231 (2.4)
14	*Spatholobus harmandii*	197 (2.1)
15	*Caelospermum truncatum*	194 (2.0)
16	*Mucuna macrocarpa*	192 (2.0)
17	*Urceola laevigata*	187 (2.0)
18	*Neuropeltis racemosa*	177 (1.9)
19	*Cyathostemma micranthum*	171 (1.8)
20	*Salacia chinensis*	167 (1.8)
21	*Iligera pierrei*	156 (1.6)
22	*Tetrastigma* aff. *pyraforme*	152 (1.6)
23	*Ericibe elliptilimba*	148 (1.6)
24	*Oxyceros longiflora*	134 (1.4)
25	*Diplecteria barbarta*	124 (1.3)

Two species of Rubiaceae in the genus *Uncaria* top the list with a combined 11% of stems. These are dominant species in treefall gaps, and very aggressive climbers in the sunlit areas. Apart from these, it is remarkable how little dominance exists in this list. In fact, there is slightly less dominance and more evenness than there is in the tree species list. Out of 127 species, 13 are represented by a single stem and 5 species by only 2 stems. A total of 54 species occur at a density of less than one per hectare, and would therefore be considered "rare". This is nearly half the species on the plot.

3. Small trees and shrubs 1–10 cm dbh

Trees and shrubs have not been censused on the whole plot yet; it is anticipated that this will be carried out during 2003 – 2004. However, 10 quadrats have been censused in rows 24 and 25 where the plot overlaps secondary forest, as part of student senior research and masters' projects. Opportunistic collections have also been made when reproductive material has been seen.

Table 1. Summary of the top 20 families, genera, and species on the plot.

Top 20 families:

Family	No. spp. (%)	Family	No. indiv. (%)	Family	Basal area, m^2 (%)
1. Lauraceae	20 (10.0)	Lauraceae	1,872 (11.4)	Lauraceae	90.0 (10.4)
2. Euphorbiaceae	19 (9.5)	Meliaceae	1,083 (6.6)	Elaeocarpaceae	71.8 (8.3)
3. Moraceae	17 (8.5)	Elaeocarpaceae	1,082 (6.6)	Dipterocarpaceae	67.8 (7.8)
4. Meliaceae	13 (6.5)	Aquifoliaceae	1,023 (6.2)	Anacardiaceae	56.7 (6.6)
5. Myrtaceae	9 (4.5)	Icacinaceae	911 (5.6)	Fagaceae	49.0 (5.7)
6. Annonaceae	7 (3.5)	Sapindaceae	808 (4.9)	Myrtaceae	45.3 (5.2)
7. Rubiaceae	6 (3.0)	Symplocaceae	788 (4.8)	Ulmaceae	37.2 (4.3)
8. Leguminosae	6 (3.0)	Cornaceae	768 (4.7)	Aquifoliaceae	36.2 (4.2)
9. Anacardiaceae	5 (2.5)	Dipterocarpaceae	766 (4.7)	Sapindaceae	34.1 (3.9)
10. Elaeocarpaceae	5 (2.5)	Fagaceae	765 (4.7)	Symplocaceae	33.9 (3.9)
11. Icacinaceae	5 (2.5)	Myrtaceae	747 (4.6)	Cornaceae	32.8 (3.8)
12. Theaceae	5 (2.5)	Ulmaceae	736 (4.5)	Moraceae	32.8 (3.8)
13. Dipterocarpaceae	4 (2.0)	Rubiaceae	662 (4.0)	Meliaceae	31.0 (3.6)
14. Fagaceae	4 (2.0)	Myristicaceae	497 (3.0)	Euphorbiaceae	30.6 (3.5)
15. Guttiferae	4 (2.0)	Annonaceae	454 (2.8)	Icacinaceae	22.9 (2.6)
16. Rosaceae	4 (2.0)	Euphorbiaceae	441 (2.7)	Rubiaceae	22.5 (2.6)
17. Sterculiaceae	4 (2.0)	Theaceae	373 (2.3)	Annonaceae	19.4 (2.2)
18. Ulmaceae	4 (2.0)	Anacardiaceae	301 (1.8)	Theaceae	14.9 (1.7)
19. Bignoniaceae	3 (1.5)	Thymelaeaceae	240 (1.5)	Rosaceae	14.0 (1.6)
20. Flacourtiaceae	3 (1.5)	Escalloniaceae	218 (1.3)	Magnoliaceae	13.7 (1.6)

Table 1. (continued)
Top 20 genera:

Genera	No. spp. (%)	Genera	No. indiv. (%)	Genera	Basal area, m^2 (%)
1. *Ficus*	14 (7.0)	*Ilex*	1,024 (6.2)	*Sloanea*	68.0 (7.9)
2. *Litsea*	5 (2.5)	*Sloanea*	1,007 (6.1)	*Dipterocarpus*	65.5 (7.6)
3. *Elaeocarpus*	4 (2.0)	*Symplocos*	788 (4.8)	*Choerospondias*	50.9 (5.9)
4. *Cinnamomum*	4 (2.0)	*Mastixia*	768 (4.7)	*Cinnamomum*	46.4 (5.4)
5. *Aglaia*	4 (2.0)	*Dipterocarpus*	756 (4.6)	*Ilex*	36.2 (4.2)
6. *Syzygium*	4 (2.0)	*Nephelium*	736 (4.5)	*Gironniera*	35.0 (4.0)
7. *Mallotus*	3 (1.5)	*Beilschmiedia*	728 (4.4)	*Symplocos*	33.9 (3.9)
8. *Chisocheton*	3 (1.5)	*Gironniera*	708 (4.3)	*Mastixia*	32.8 (3.8)
9. *Beilschmiedia*	3 (1.5)	*Gonocaryum*	590 (3.6)	*Nephelium*	32.2 (3.7)
10. *Lithocarpus*	3 (1.5)	*Cinnamomum*	580 (3.5)	*Ficus*	31.5 (3.6)
11. *Eugenia*	2 (1.0)	*Knema*	479 (2.9)	*Castanopsis*	31.1 (3.6)
12. *Mangifera*	2 (1.0)	*Lithocarpus*	447 (2.7)	*Cleistocalyx*	30.7 (3.5)
13. *Polyalthia*	2 (1.0)	*Cleistocalyx*	414 (2.5)	*Beilschmiedia*	23.3 (2.7)
14. *Ilex*	2 (1.0)	*Aidia*	399 (2.4)	*Lithocarpus*	17.9 (2.1)
15. *Alchornea*	2 (1.0)	*Aglaia*	360 (2.2)	*Balakata*	16.4 (1.9)
16. *Hopea*	2 (1.0)	*Polyalthia*	340 (2.1)	*Prunus*	13.9 (1.6)
17. *Glochidion*	2 (1.0)	*Castanopsis*	318 (1.9)	*Syzygium*	13.8 (1.6)
18. *Macaranga*	2 (1.0)	*Syzygium*	307 (1.9)	*Michelia*	13.7 (1.6)
19. *Calophyllum*	2 (1.0)	*Litsea*	259 (1.6)	*Aquilaria*	11.3 (1.3)
20. *Machilus*	2 (1.0)	*Walsura*	258 (1.6)	*Schima*	11.2 (1.3)

Top 20 species:

Species	No. indiv. (%)	Species	Basal area, m^2 (%)
1. *Ilex chevalieri*	1021 (6.2)	*Sloanea sigun*	68.0 (7.9)
2. *Sloanea sigun*	1007 (6.1)	*Dipterocarpus gracilis*	65.5 (7.6)
3. *Mastixia pentandra*	768 (4.7)	*Choerospondias axillaris*	50.9 (5.9)
4. *Symplocos cochinchinensis*	768 (4.7)	*Ilex chevalieri*	36.1 (4.2)
5. *Dipterocarpus gracilis*	756 (4.6)	*Gironniera nervosa*	35.0 (4.0)
6. *Nephelium melliferum*	736 (4.5)	*Symplocos cochinchinensis*	33.5 (3.9)
7. *Gironniera nervosa*	708 (4.3)	*Mastixia pentandra*	32.8 (3.8)
8. *Gonocaryum lobbianum*	590 (3.6)	*Nephelium melliferum*	32.2 (3.7)
9. *Knema elegans*	479 (2.9)	*Castanopsis acuminatissima*	31.1 (3.6)
10. *Cinnamomum subavenium*	475 (2.9)	*Cleistocalyx operculatus*	30.7 (3.5)
11. *Cleistocalyx operculatus*	414 (2.5)	*Cinnamomum subavenium*	26.1 (3.0)
12. *Aidia densiflora*	399 (2.4)	*Ficus altissima*	23.2 (2.7)
13. *Lithocarpus thomsonii*	364 (2.2)	*Cinnamomum ilicioides*	19.9 (2.3)
14. *Beilschmiedia maingayi*	346 (2.1)	*Balakata baccata*	16.4 (1.9)
15. *Beilschmiedia glauca*	327 (2.0)	*Lithocarpus thomsonii*	14.7 (1.7)
16. *Castanopsis acuminatissima*	318 (1.9)	*Beilschmiedia maingayi*	14.6 (1.7)
17. *Polyalthia simiarum*	269 (1.6)	*Michelia baillonii*	13.7 (1.6)
18. *Walsura robusta*	258 (1.6)	*Prunus javanica*	12.1 (1.4)
19. *Aquilaria crassna*	240 (1.5)	*Aquilaria crassna*	11.3 (1.3)
20. *Nauclea orientalis*	227 (1.4)	*Schima wallichii*	11.2 (1.3)

Total trees: 16,375
Total species: 199
Total basal area: 864.93 m^2

4. Ground vegetation

Ground vegetation has been collected in order to be able to distinguish it from woody plant seedlings, and in anticipation of studies of the ground environment and its plants (Fig. 2). These species include herbs, grasses and ferns and their allies. The list includes 87 species in 38 families. Virtually all of these have herbarium material as they have been summarized from the herbarium list.

5. *Phenology of figs (Ficus* spp.*)*

A total of 135 figs on or very near the plot were observed each month for 3 years during 2002 and smaller numbers were observed in previous years. These data are pooled in the following analysis. Figs are major food species of gibbons and a wide variety of other mammals and birds, so that any study of seasonal food availability must take figs into consideration. There are 15 species of fig "trees" on the plot, 8 of which are real free-standing trees, and 7 of which are hemiepiphytes which begin life as epiphytes on the branches of large trees and eventually extend column roots down into the soil and become massive trees, eventually killing their host trees. Five more species of *Ficus* are woody climbers which were included in the liana census. The lianas were not included in the phenology study.



Figure 2. Seedling of *Cherospondias axillaries* (Anacardiaceae), a common fruiting species on the Mo Singto Plot.

The species have different fruiting habits, and the fruiting of trees is not synchronized within species. Fig fruit is available throughout the year, although the winter seems to be the season of heaviest fruiting. Below are comments on the species with sufficient data to show any trends.

- *Ficus altissima,* 12 Hep: Individual trees fruit about once a year. Fruiting does not occur in the same season each year. In 1998 it occurred mostly during Jan.– Apr., in 1999 during June – Oct., in 2000 during Jan. – July, and in 2001 mostly during Oct. – Dec. The majority of fruiting was in the first 6 months of the year. The period of deciduousness was generally July – Nov.

- *Ficus annulata*, 21 Hep: Trees fruited in an average of 29 percent of years. Fruiting was distributed rather evenly throughout the year. Deciduousness occurred through the year, with a peak in Jan. – Feb.

- *Ficus concinna,* 4 Hep: Only 1 tree fruited, once per year.

- *Ficus fistulosa,* 13 Trees: 6 trees fruited, 1 in 2000, 5 others in 2001 and at least 6 in 2002. Only 1 tree was ever seen deciduous, in Feb. 2000.

- *Ficus geniculata,* 1 Hep: Fruited once per year, during Mar.– July. Deciduous once, in Oct. 2000.

- *Ficus glaberrima,* 10 Trees: 6 trees fruited in 3 years, some twice, at unpredictable times. Sometimes trees were deciduous at fruiting, but not all. Fruiting was aseasonal.

- *Ficus hirta,* 5 Trees: In 2000 all trees fruited from June – Dec. and in 2001, in Aug. – Sept. The length of fruiting was highly variable, but longer in 2000 than in 2001. Fruiting occurred during June – Dec.

- *Ficus hispida*, 3 Trees: All trees had fruit most of the time, in 2000 - 2001. In 2002 fruiting was reduced.

- *Ficus kurzii,* 2 Hep: Fruited at all times of the year, but most often in Jan. and Feb. Fruiting period short, not more than 1 month.

- *Ficus lamponga*, 9 Trees: Only 3 trees fruited during the study period, always during Dec. – Mar. Trees were deciduous at least once per year, generally in the dry season during Oct. – Apr. Fruiting occurred Jun. – Nov. none in Jan. or Feb.

- *Ficus microcarpa*, 1 Hep: Fruited in Dec. – Feb.

- *Ficus stricta,* 7 Hep: Most trees fruited every year, but the duration of fruiting and the intervals between fruiting months were highly variable. Fruiting occurred throughout the year, but most often during Jan. – May. Deciduousness occurred between Aug. and Nov.

- *Ficus tinctoria,* 22 Trees: Only 3 trees fruited, all during Mar. – July in 2000. No fruiting in 2001. 6 trees were deciduous, all in 2000 also.

- *Ficus variegata,* 3 Trees: Neither of these trees fruited in 2000–2001, but both are known to have fruited in earlier years. Deciduous at least once per year, in different months.

- *Ficus vasculosa,* 4 Trees: One large tree fruited 5 times in 4 years, at unpredictable times. Three other trees did not fruit.

In conclusion, 8 species tended to be or were wholly seasonal, usually (5 species) preferring the dry season, and 3 preferring other times of the year. Six species fruited in all seasons of the year, and 4 of these appeared to show no seasonal preference at all. It is clear, however, that 3 years of intensive observation is insufficient to characterize the fruiting patterns by species.

6. New species on the plot

Two new species of trees were discovered on the plot, one a new record for Thailand and the other a species new to science. These are described in a paper by Warren Y. Brockelman, Panarat Charoenchai and J.F. Maxwell which in the *Natural History Bulletin of the Siam Society* 50(1): 89-97. Below is reprinted the abstract of the paper.

A new species of tree, *Pouteria stellibacca* Maxw. (Sapotaceae), and a new species record for Thailand, *Homalium cochinchinense* (Lour.) Druce (Flacourtiaceae), have been discovered in the Mo Singto area of Khao Yai National Park, Central Thailand, at about 14° N latitude. The *Pouteria* trees, reaching 35 m in height, are deciduous and buttressed and have (among other distinct characters) 5-lobed fruit. Their vegetative and reproductive characters are described herein. Both species were found in primary, seasonal evergreen forest, the *Pouteria* at 675–780 m and the *Homalium* at about 800 to 1,175 m elevation.

7. Gibbon social group changes

For the long-term study of population birth and death rates and dispersal age and distance, it is necessary to maintain observations of the changes in each group each month. The major events that have occurred in the local population of 9 groups that are regularly observed, are given below: A current list of the membership of the groups is shown in table 2.

Group A: In October of 2000, the subadult Christopher of group C invaded group A and rapidly replaced the resident adult male Fearless as the mate of Andromeda. By November of that year Christopher was copulating frequently and duetting with the female while Fearless stayed some distance away. There were two males in this socially polygynous group until April of 2001 when Fearless left and joined group T (composed of Brenda and Fearless' son Amadeus and an infant).

In August of 2001, female subadult Akira left her parental group A and stayed with T group for about a week, then was seen several times in the range of group E. Akira is the only female to have been seen dispersing from her natal group without having obtained a mate.

Group T: This group was seen by WYB on 21 Jan. 2001 to have a new dark infant that was estimated to have been born in August of 2000. In April of 2001, after Fearless joined the group, the infant was missing. In late April Amadeus left the group and was seen with a new buff female over the Mo Singto ridge to the west (trail N10 and UA). Fearless then became the sole mate of Brenda, until Amadeus returned to the group in July and resumed copulating with her. On or just before 17 July 2002 a new baby (T2) was born. Fearless is possibly the father, but we are unsure.

Group B: No changes in this group of 3 individuals occurred during the period. The young juvenile Bua was found to be a male.

Group C: The infant Choos, born on 25 Sept. 1999 (± 2 d), was weaned in March of 2002, at the relatively late age of 2 years 7 months. The female subadult Cyrana left the group in July 2001, age 8 years 8 months, and moved to group E.

Group E: This group consisted of Bard (old lar male displaced from group B by Chet) and Emanuelle (pileated female) during the project period. Both Cyrana and Akira joined the group temporarily after leaving their parental groups. Cyrana joined the group in early July of 2001; Emanuelle tried to chase her out of the territory (July 7). Cyrana copulated with Bard. She was last seen in E group on July 14.

Group H: the young juvenile Hom disappeared from the group and a carcass of a light juvenile was found in H territory on October 10. The skull was definitely juvenile and it is believed to be the 3 y 1 m juvenile Hom. It shows a probable puncture wound below the left eye. In September also, a new (light) infant was seen, estimated birthday September 4. The subadult male Haley was still in the group at the end and he solos frequently, and is becoming more separated from the group.

Group M: The subadult male Marty left the group in or before July 2001, and the group has consisted of adults Marlon and Marilyn and now subadult female Mali.

Group N: There were no changes in group N during the period. The group boldly invaded the territory of group A in August 2002, to eat *Aphananthe cuspidata* fruits below the spring and were chased out by group A. Subadult male Nithat frequently sings solo and is partly separate from the group.

Group R: Subadult Elias invaded this group around 9 October 2000 and apparently killed off the resident male Actionbaby in late November, as the remains of the carcass of Actionbaby were discovered by Claire and WYB on December 5. The 1-year old infant of Brit was killed on November 27, most likely by the new male Elias. A new infant was born (R4 L) on January 16, 2002.

Table 2. List of members of gibbon groups in the Mo Singto area.
Ages as of Dec. 2002

Group	Code, Name	Date first seen	Estimated birth date	+ or –	Present age (y-m)	Date left group?
A	**A0fL Andromeda**	Apr 80	<68		**>34 y**	
	C3mD Christopher	O ct. 00	Dec.? 86	3 m	**16-0**	From **C**
B	**B0fD Brigit**	Apr 80	<66		**>36 y**	
	C2mL Chet	25 Apr 94	Nov? 83	1 y	**19-1**	From **C**
	B6mL Bua	7 Nov 97	1 Nov 97	6 d	**5-1**	
C	**C0fD Cassandra**	May 80	<70		**>32 y**	
	C0mL Cassius (2)	8 Jun 83	<73		**>29 y**	
	C6mL Chikyu	16 Nov 96	14 Nov 96	1 d	**6-1**	
	C7mD Choos	27 Sept 99	25 Sept 99	2d	**3-2**	
E	**E5fP Emanuellle**	19 Apr 97	<89		**>13 y**	
	B0mD Bard	Apr 97	<66		**>36**	
H	**H0fL Hannah**	7 Sept 92	<82		**>20 y**	
	F2mL Felix	7 Sept 92	16 Jan 78	1 d	**24-11**	
	H3mL Haley	Oct 92	4 Oct 92	1 w	**10-2**	
	H4mL Hima	Feb 96	15 Oct 95	1 m	**7-2**	
	H6mL Hatsakorn	11 Sept 01	4 Sept 01	1 w	**1-3**	
M	**M0mD Marlon**	Jan 78	<64		**>38 y**	
	M0fL Marilyn	28 Mar 93	<80		**>22**	
	M7fL Mali	Oct 94	Jan 94	3 m	**8-11**	
N	**N0fL Natasha**	?Apr 77	<67		**>35 y**	yes
	C1mD Claude	Jan 94	<79	1 y	**>23 y**	
	N3mD Nithat	16 Oct 94	1 Oct 94	10 d	**8-2**	
	N4 D Noi	3 Mar 99	3 Mar 99	0	**3-9**	
R	**B3fD Brit**	20 Apr 93	Jan 84	6 m	**18-11**	
	E1mD Elias		Jan.? 90	6 m	**12-11**	
	R1mL Roaster	Nov 93	Oct 93	2 w	**9-2**	
	R2fD Roong	20 Oct 96	16 Oct 96	2 d	**6-2**	
	R4 L	18 Jan 02	17 Jan 02	1 d	**0-11**	
T	**B4fL Brenda**	Sept 99	Nov? 87	5 m	**15-1**	
	A3mD Amadeus	Sept 99	Oct 87	1 m	**15-2**	
	F1mD Fearless		Jul 74	6 m	**28-5**	
	T2	17 Jul 02	15 Jul 02	1 w	**0-5**	

8. Animal–plant relations

Dung beetles – Study of the role of dung beetles (Scarabeidae) in the secondary dispersal of seeds in gibbon dung, has now been completed by M. Sc. Student Janya Jadejaroen at Mahidol University. She is writing up her thesis. She has also contributed many specimens to the seed collection.

Aquilaria crasssna trees – Mr. Zhang Lixin, is finishing his study of the population of *Aquilaria crassna*, the "mai hom" tree poached for its aromatic properties (Brockelman et al., 2002; Srikosamartara and Brockelman, 2002) (Figs. 3-4). He has completed a census of all trees >1 cm dbh and all seedlings in an area of 9 ha in the southeast part of the plot. He will attempt to (1) determine growth rates of all size classes, (2) determine size-specific mortality rates, (3) determine production and survival of seeds, and (4) try to determine what the main dispersal agents are. At present, he is in the process of preparing his thesis.



Figure 3. A*quilaria crassna* trees are cut by poachers in Khao Yai.

Dispersal and recruitment of selected woody climbers – Ph.D. student Chanpen Wongsriphuak is about to begin her study of dispersal and recruitment of some selected species of climbers. She is mapping of gaps and other environmental variables in the forest to prepare for studies of survival and recruitment.

Ecology and distribution of woody climbers – Ph.D. student Kanok Lertpanich has completed mapping and identifying woody climbers to prepare for his study of their site preferences, host preferences, and abundance. He has input the data into his computer in Excel files and has summarized it himself, as the TreeXY program is not yet prepared to analyze climber data. He has surveyed the texture of the soils of the plot from 40 samples from different environment types (as presented above). He has done a multivariate analysis of the effect of environment on liana abundance. Primarily results show that soil, terrain and vegetation independent variables show no effects on liana diversity and abundance. Some species, however show distinctly different spatial distribution patterns.



Figure 4. Mr. Zhang Lixin at his fruit-fall traps under an *Aquilaria crassna* (Gritsana) tree.

Dispersal and regeneration of secondary forest species – M.Sc. student Supreeda Tangprasertsiri is in the middle of a study of the regeneration of trees and shrubs at the north edge of the plot, for her thesis. Twenty new quadrats have been surveyed on the north side in the secondary forest, and she will census all trees and shrubs down to 1 cm dbh in a 1-ha are. She will study the dispersal mechanisms of the species in relation to distance from the mature forest. This area had been cleared for farming before the park was created, and started regenerating when fires became less frequent, around 20 years ago (Fig. 5).



Figure 5. Saplings ≥ 1cm in diameter are tagged in the secondary forest near the Mo Singto Plot.

Discussion

It is of interest to compare the flora of the plot with that of the seasonal dry evergreen forest at Huai Kha Khaeng (Bunyavejchewin et al., 2002. The HKK plot is larger (50 ha) and has censused all trees and shrubs down to 1 cm dbh, but rough comparisons of rankings and percent composition can be made. The number of tree families on the two plots is exactly the same, but the HKK plot has more species due primarily to the smaller diameter size limit. Euphorbiaceae, Moraceae, Annonaceae and Rubiaceae rank high on both plots, but the Khao Yai plot has more Lauraceae (20 vs. 9 species), Myrtaceae (9 vs. 4), Icacinaceae (5 vs. 0), Elaeocarpaceae (5 vs. 1), and Theaceae (5 vs. 2). The HKK plot, however, has more Leguminosae (16 vs. 6 species), Sapindaceae (11 vs. 2), Rutaceae (9 vs. 3), Verbenaceae (8 vs. 1), Flacourtiaceae (8 vs.

3), Lythraceae (7 vs. 2), and Dipterocarpaceae (7 vs. 4). The major environmental differences between the Khao Yai plot and the HKK plot are the higher elevation, higher rainfall, and more humid conditions of the former.

The Khao Yai plot shows remarkably little dominance in canopy species. No species has more than 6.2 percent of the individuals or 7.6 percent of the basal area. At HKK, the most abundant species in individuals over 10 cm dbh was *Polyalthia viridis*, having 11.8 percent of the total. In Khao Yai, the dominant dipterocarp, *Dipterocarpus gracilis*, has only 4.6 percent of stems and ranks second in basal area. This is in contrast to lower elevation evergreen forests in which one or two dipterocarp species tend to dominate the upper canopy. On the Khao Yai plot, approximately 20 species of trees reach tall emergent status (> 40 m height).



Figure 6. Fruit of the woody vine *Elaeagnus conferta*, an animal-dispersed species highly prized by gibbon.

As the data on climbers have not yet been input into the database, their relatives abundance cannot be completely analysed. However, preliminary analysis shows it to be highly skewed, much like the tree abundance curve, and conforms to the log series distribution. Preliminary analysis also shows that soil, slope, and forest canopy factors have little or no affects on liana diversity and abundance, although they may affect individual species distributions. It seems likely that lianas are at least partly dispersal limited, and grow opportunistically in gaps and other places offering climbing support. A study of effects of animal (such as gibbon) dispersal on recruitment and distribution of seedlings may be rewarding. Many species of lianas do rely on gibbons in part for dispersal of seeds (Fig. 6). There is a certain suite of trees and some woody climbers that seem particularly adapted to gibbon consumers: with relatively large seeds, and husks that must be torn open with the canines of gibbons. These fruit species are consumed almost completely and exclusively by gibbons. These are most likely the species for which territorial defense has evolved. Continuing studies are being made on these species in the Mo Singto Plot to determine just how important gibbons are in overcoming dispersal limitation which appears to limit success of forest plants, and in helping to maintain the diversity of both trees and lianas in the forest. A lot more research remains to be done to demonstrate the value of gibbons in forest conservation, but the first steps are being taken on the Mo Singto plot.

Acknowledgement

This work was supported by TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 242001.

References

Brockelman, W.Y. 1998. Long term ecological research plot for the study of animal diets in Khao Yai National Park. *In* Poonsawad, P. (ed.), The Asian Hornbills: Ecology and Conservation. Thai Studies in Biodiversity, No. 2., pp. 307-310.

Brockelman, W.Y., P. Charoenchai and J.F. Maxwell. 2002. A new tree species (Sapotaceae) and a new tree species record (Flacourtiaceae), from Khao Yai National Park, Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 50: 89-97.

Brockelman, W.Y., M. Griffiths, M. Rao, R. Ruf and N. Salafsky. 2002. Enforcement mechanisms. *In* Terborgh, J., C. van Schaik, L. Davenport and M. Rao (eds.), Making Parks Work: Strategies for Preserving Tropical Nature, pp. 265–278. Island Press, Washington, D.C.

Brockelman, W.Y., U. Reichard, U. Treesucon and J.J. Raemaekers. 1998. Dispersal pair formation and social structire in gibbons (*Hylobates lar*). *Behavorial Ecology and Sociobiology* 42: 329-339.

Bunyavejchewin, S., P.J. Baker, J.V. Lafrankie and P.S. Ashton. 2002. Floristic composition of a seasonal dry evergreen forest at Huai Kha Khang Wildlife Sanctuary, Western Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 50: 125-134.

Kanwattanakid, C. and W.Y. Brockelman. Characteristics of fruit consumed by the white-handed gibbon (*Hylobates lar*) in Khao Yai National Park, Central Thailand (in preparation)

Lertpanich, K. and W.Y. Brockelman. Lianas and constraint factors relationship in Mo Singto Biodiversity Research Plot, Khao Yai National Park, Thailand (in preparation)

Raemaekers, J.J. and P.M. Raemaekers. 1985a. Field playback of loud calls to gibbons (*Hylobates lar*): territorial, sex-specific and species-specific responses. *Animal Behavior* 53: 481-493.

Raemaekers, J.J. and P.M. Raemaekers. 1985b. Long-range vocal interactions between groups of gibbons (*Hylobates lar*). *Behavior* 95: 26-44.

Raemaekers, J.J., P.M. Raemaekers and E.H. Haimoff. 1984. Loud calls of the gibbon (*Hylobates lar*): repetoire, organization and context. *Behavior* 91: 146-189.

Reichard, U. 1995. Extra-pair copulations in a monogamous gibbon *(Hylobates lar). Ethology* 100: 99-112.

Reichard, U. and V. Sommer, 1997. Group encounters in a wild gibbons (*Hylobates lar*): Agonism, affiliation, and the concept of infanticide. *Behavior* 34: 1135-1174.

Srikosamatara, S. and W.Y. Brockelman. 2002. Conservation of protected areas in Thailand: A diversity of problems, a diversity of solutions. *In* Terborgh, J., C. van Schaik, L. Davenport and M. Rao (eds.), Making Parks Work: Strategies for Preserving Tropical Nature, pp. 218-231. Island Press, Washington, D.C.

Whitington, C.L. 1992. Interactions between *lar* gibbons and pig-tailed macaques at fruit sources. *American Journals of Primatology* 26: 61-64.

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. *Natural History Bulletin of the Siam Society* 39: 111-112.

การประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดจากการไม่ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติ: กรณีศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดตาก

โสภณ นฤชัยกุศล[1], ปิติ กันตังกุล[2], โสมสกาว เพชรานนท์[3] และ วิพักตร์ จินตนา[4]

[1]โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย 73/1 ชั้น 5 อาคาร สวทช. ถ. พระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400, [2]ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900, [3]ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900, [4]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: **Economic Evaluation of Non-Use Values of Natural Resources: A Case Study of Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary, Kanchanaburi and Tak Provinces**

Sopon Naruchaikusul[1], Piti Kantangkul[2], Somskaow Bejranonda[3] and Vipak Jintana[4]

[1]Biodiversity Research and Training Program, 5th Floor, NSTDA Building, 73/1 Rama VI Road, Bangkok 10400, [2]Department of Agricutural and Resource Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University, Bangkok 10900, [3]Department of Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University, Bangkok 10900, [4]Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

This study aimed to assess non-use values of natural resources in Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary by using the Contingent Valuation Method (CVM) with a dichotomous referendum type in the form of double bound questions. It also aimed to measure non-user's Willingness To Pay (WTP). The study found that the mean WTP to conserve the whole natural resources and environment of Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary was 726.98 baht per person per year or equal to approximately 24,239 million baht per year in non-use values. The mean WTP for conservation of the Indochinese tiger in Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary was 760.32 baht per person per year or equal to approximately 25,350 million baht per year in non-use values. The factors affecting willingness to pay consisted of: the starting bid; individual income; gender; marital status; being unemployed/job seeking; knowing or hearing information about Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary; individual experience in visiting other protected areas; being an eastern inhabitant. The results can be used as basic information to make decisions concerning natural resource and environmental management policies in the future.

Key words: economic valuation, contingent valuation method (CVM), dichotomous referendum, willingness to pay (WTP), Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary

บทนำ

ผืนป่าตะวันตกของประเทศไทยนั้นถือว่าเป็นผืนป่าที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ มีเนื้อที่กว่า 11.7 ล้านไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด คือ กำแพงเพชร ตาก นครสวรรค์ อุทัยธานี สุพรรณบุรี และกาญจนบุรี ประกอบไปด้วยพื้นที่อนุรักษ์ที่มีทั้งที่เป็นพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า อุทยานแห่งชาติ และพื้นที่เตรียมประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติ รวม 17 แห่ง โดยมีพื้นที่ทุ่งใหญ่นเรศวร-ห้วยขาแข้ง ซึ่งได้รับการจัดตั้งเป็นมรดกโลกเป็นแกนกลาง และเป็นแหล่งทรัพยากรทางชีวภาพของประเทศไทย (กรมป่าไม้, 2543) ซึ่งเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรยังจัดเป็นสถานที่หนึ่งในไม่กี่สิบแห่งในโลกที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) สูงมาก พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแห่งนี้มีชื่อเรียกว่า South East Asian Vavilov Centre หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นสถานที่ที่มีจำนวนชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และยังเป็นที่รวมของสารพันธุกรรม (genetic material) เกือบครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ในโลก (คณะวนศาสตร์, 2532)

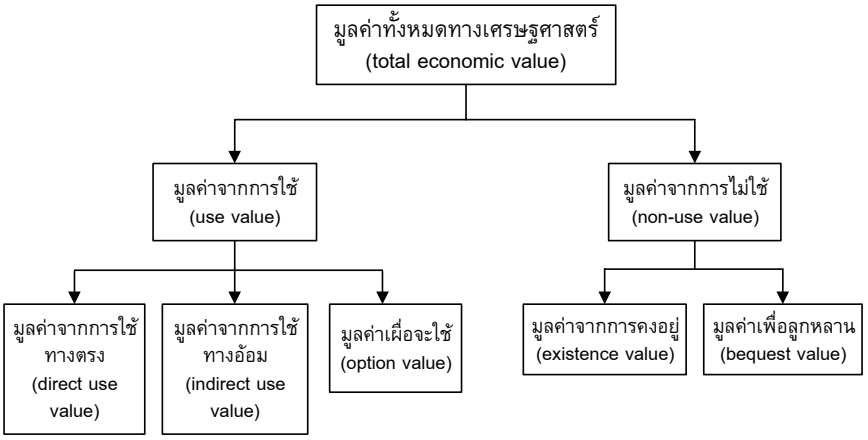
โดยในช่วงที่ผ่านมาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรประสบปัญหาการบุกรุกแผ้วถางป่าและลักลอบล่าสัตว์มาโดยตลอด และป่าไม้ซึ่งเปรียบเสมือนแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และสถานที่หลบภัยของสัตว์ป่าถูกทำลายลง ตลอดจนประสบปัญหาด้านกำลังเจ้าหน้าที่ซึ่งมีอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่รับผิดชอบที่มีขนาดใหญ่ และการเดินทางภายในพื้นที่ยังยากลำบากและมีอันตราย ซึ่งการประเมินค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรจะช่วยให้หน่วยงานผู้รับผิดชอบในการดูแลรักษาพื้นที่สามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาตัดสินใจกำหนดแนวนโยบายด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการวางมาตรการอนุรักษ์และป้องกันพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมูลค่าของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรนั้นประกอบด้วย มูลค่าที่เกิดจากการใช้ (use value) ได้แก่ มูลค่าที่ประชาชนได้รับจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (non-timber forest products) เป็นต้น สำหรับมูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ (non-use value) ประกอบด้วย มูลค่าจากการคงอยู่ (existence value) ซึ่งเป็นประโยชน์ที่ประชาชนได้รับจากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เมื่อทราบว่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้นยังอยู่ในสภาพที่ดี และมูลค่าเพื่อลูกหลานในอนาคต (bequest value) ซึ่งเป็นประโยชน์ที่ประชาชนได้รับเมื่อทราบว่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมยังอยู่ในสภาพที่ดี เพราะลูกหลานหรือประชาชนรุ่นหลังสามารถใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

ดังนั้นในการประเมินค่าเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงสวัสดิการของสังคมอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติที่มีลักษณะเฉพาะตัวของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร และลักษณะของป่าผืนใหญ่ที่สุดของประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุดแห่งหนึ่ง รวมถึงความเป็นมรดกโลกทางธรรมชาติ จะเห็นได้ว่ามูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรนั้นถือได้ว่าเป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะทำการประเมินค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้วยวิธีการสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินค่า (Contingent Valuation Method: CVM) จากการอนุรักษ์และคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร และการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีน ซึ่งเป็นสัตว์ป่าที่เป็นแกนหลักของระบบนิเวศในการคุ้มครองสัตว์ป่าชนิดอื่นๆ ในระบบนิเวศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ตลอดจนศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดมูลค่าความเต็มใจจ่ายของประชาชน

การศึกษาเอกสาร

1. มูลค่าโดยรวมทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

Barbier (1989) ได้กล่าวถึงมูลค่าทั้งหมดทางเศรษฐศาสตร์ (total economic value) ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ มูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ (use value) และมูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ประโยชน์ (non-use value) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1. มูลค่ารวมทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
(ที่มา: ดัดแปลงจาก Dixon and Pagiola, 1998)

เรณู (2543) ได้ให้คำจำกัดความของมูลค่าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมไว้ (ภาพที่ 1) ดังต่อไปนี้

มูลค่าทั้งหมดทางเศรษฐศาสตร์ (total economic value) ในที่นี้แยกได้เป็นมูลค่าจากการใช้ของบุคคล (individual preference) โดยทั่วไปแล้วคนแต่ละคนจะมีมูลค่าที่เกิดจากความรู้สึกนึกคิด (held value) มูลค่านี้คือพื้นฐานของความชอบ (preference) ของแต่ละคน และเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากร (สมพร, 2540) ซึ่งมูลค่าในส่วนนี้ประกอบด้วย

1. มูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ (use value) หมายถึง การที่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมกับประชาชน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 มูลค่าจากการใช้ประโยชน์ทางตรง (direct use value) หมายถึง การที่ประชาชนในฐานะผู้บริโภคได้รับประโยชน์โดยตรงจากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น การเข้าชมอุทยานแห่งชาติ การเก็บหาของป่าหรือผลิตภัณฑ์ที่มิใช่เนื้อไม้ (Non-Timber Forest Products: NTFPs)

1.2 มูลค่าจากการใช้ประโยชน์ทางอ้อม (indirect use value) หมายถึง การที่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่เป็นปัจจัยการผลิตอย่างหนึ่ง และให้ประโยชน์ต่อประชาชนทางอ้อม อันเนื่องมาจากลักษณะของทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ป่าธรรมชาติให้ความชุ่มชื้นรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ

1.3 มูลค่าจากการเก็บไว้เผื่อใช้ในอนาคต (option value) หมายถึง การสงวนทรัพยากรหรือพื้นที่ธรรมชาติไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคต (ดิเรก และพรเพ็ญ, 2538) ถือเป็นคุณค่าพิเศษที่ผู้บริโภคยินดีจะจ่ายสำหรับทรัพยากรธรรมชาติซึ่งยังไม่มีความต้องการใช้ในขณะนี้ เป็นการสร้างความมั่นใจ กล่าวคือ ไม่ต้องเสี่ยงว่าเมื่อตนเองจะใช้สิ่งของนั้นจะไม่มีหรือหมดสภาพไปแล้ว (โสภิณ, 2537) และเป็นมูลค่าที่สังคมให้แก่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อเก็บไว้ใช้ในอนาคตหากต้องการใช้ ซึ่งการใช้เป็นไปได้ทั้งการใช้ประโยชน์ทางตรงและการใช้ประโยชน์ทางอ้อม

2. มูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ประโยชน์ (non-use value) หมายถึง คุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจากการที่ไม่ได้ใช้ทรัพยากรโดยตรง แต่บุคคลหรือสังคมมีความต้องการให้สินค้าสิ่งแวดล้อมนี้ดำรงอยู่เพื่อตนเองหรือบุคคลอื่นในอนาคต (ดิเรก และพรเพ็ญ, 2538) หรือการที่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ประโยชน์กับประชาชนในรูปของการสร้างความรู้สึกที่ดีเมื่อทราบว่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาพที่ดี โดยที่ประชาชนไม่ได้รับประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้นเลยไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม แบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

2.1 มูลค่าจากการคงอยู่ (existence value) หมายถึง มูลค่าที่ประชาชนประเมินให้แก่ทรัพยากรธรรมชาติ เพราะพอใจที่ทรัพยากรธรรมชาติคงสภาพอยู่ไม่ถูกทำลายไป ซึ่งสามารถประเมินค่าได้จากการที่ประชาชนในสังคมรุ่นปัจจุบันมีแนวคิดของการเก็บรักษาป่าไว้เป็นป่าอนุรักษ์ ถึงแม้จะไม่เคยได้ใช้ประโยชน์จากป่านี้เลยและเชื่อมั่นว่าจะไม่มีโอกาสได้ใช้ประโยชน์ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อมแต่ก็ต้องการให้ป่าดำรงอยู่ก่อให้เกิดคุณประโยชน์ในด้านการรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ การดำรงอยู่ของป่าธรรมชาติที่สมบูรณ์ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าและพืชพรรณที่หายาก ตลอดจนพิจารณาอิทธิพลของทรัพยากรป่าไม้ที่มีผลต่อภูมิอากาศโลก (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2543)

2.2 มูลค่าจากการเก็บไว้เผื่อลูกหลาน (bequest value) หมายถึง มูลค่าที่เกิดจากการมิได้ใช้เองของคนในรุ่นปัจจุบัน แต่ด้วยความหวงแหน ภาคภูมิใจ จึงอยากเก็บรักษาไว้ให้ลูกหลานในรุ่นต่อๆ ไปได้เห็น ได้รู้จัก และเผื่อจะได้ใช้ประโยชน์ในโลกอนาคตของลูกหลานด้วย จัดเป็นมูลค่าที่ประชาชนในสังคมประเมินให้ในฐานะที่เป็นป่าอนุรักษ์อีกส่วนหนึ่ง เพราะแม้จะไม่ได้มีโอกาสได้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากธรรมชาตินั้นโดยตรง แต่ทรัพยากรยังมีลักษณะที่สร้างความพึงพอใจให้แก่มวลมนุษย์ เพราะทัศนียภาพที่งดงามสมควรจะเก็บรักษาไว้ให้อนุชนรุ่นต่อๆ ไปได้ร่วมกันเป็นเจ้าของ เผื่อมาเที่ยวชม อีกทั้งยังเกิดความรู้สึกหวงแหนอยากอนุรักษ์ไว้เป็นสมบัติของประเทศ (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2543)

2. รูปแบบการตั้งคำถามที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้รูปแบบการตั้งคำถามปลายปิด (close-ended) ด้วยเทคนิคคำถามแบบ dichotomous referendum format หรือ discrete-response format ซึ่งเป็นการถามโดยใช้แนวคำถามที่เสนอค่าเงินเริ่มต้น (bid) และผู้ตอบสัมภาษณ์จะตอบเพียงยอมรับหรือปฏิเสธค่าเงินเริ่มต้นที่เสนอ หากเป็นการเสนอค่าเงินเริ่มต้นเพื่อให้ผู้ตอบสัมภาษณ์เลือกตอบรับหรือปฏิเสธเพียงค่าเดียวจะเรียกแนวการตั้งคำถามแบบนี้ว่า single bound question และหากเสนอค่าเงินเริ่มต้นหลายค่าจะเรียกแนวการตั้งคำถามแบบนี้ว่า multiple bound question

Cameron and James (1987) เสนอให้ใช้วิธีการตั้งคำถามปลายปิด และราคาเสนอสองราคา (double bound) กล่าวคือ เป็นการตั้งคำถามปลายปิดว่า ผู้ตอบสัมภาษณ์เต็มใจจ่าย B บาท เพื่อสนับสนุนโครงการ ก. หรือไม่ โดยจะมีตัวเลือกให้ผู้ตอบสัมภาษณ์ตอบเพียงแค่ “ยินดีจ่าย (yes)” หรือ “ไม่ยินดีจ่าย (no)” หากผู้ตอบสัมภาษณ์ “ยินดีจ่าย” ก็ให้เพิ่มราคาเสนอขึ้นอีกหนึ่งเท่าของราคาเสนอครั้งแรก (ราคา B_u) แล้วให้เลือกตอบว่า “ยินดีจ่าย” หรือ “ไม่ยินดีจ่าย” ในทางกลับกันหากผู้ตอบสัมภาษณ์ตอบ “ไม่ยินดีจ่าย” ตั้งแต่ราคาเสนอแรกก็ให้ลดราคาเสนอลงมาครึ่งหนึ่งของราคาเสนอในครั้งแรก (ราคา B_l)

จากคำถามแบบ dichotomous referendum format สามารถนำข้อมูลมาประมาณฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม (cumulative distribution function: c.d.f.) แล้วนำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจ่าย และค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายได้ (Johansson, 1993)

3. การกำหนดค่าเงินเริ่มต้นและค่าเงินขั้นที่สอง

การกำหนดค่าเงินเริ่มต้น (B) ควรกำหนดอย่างน้อย 4 กลุ่ม แต่ไม่ควรเกิน 6 กลุ่ม (เรณู, 2542 อ้างถึง Allberini, 1995) ซึ่งค่าเงินเริ่มต้นเหล่านี้หาได้โดยการทดสอบแบบสอบถาม (pretest questionnaire) และนำผลการสำรวจที่ได้มาหาค่าฐานนิยม โดยเลือกค่าฐานนิยมที่มากที่สุด 4 ค่า สำหรับวิธีคำถามปลายปิดสองขั้น (double bounded close-ended) นั้น เมื่อได้ค่า B แล้วสามารถกำหนดค่า B_u ได้โดยกำหนดให้ B_u มีค่าเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งเท่าจากค่า B และกำหนดให้ค่า B_l มีค่าลดลงครึ่งหนึ่งจากค่า B โดยที่ในการเก็บตัวอย่างจะกระจายค่า bid แต่ละค่าลงไปในกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษาเป็นสัดส่วนที่เท่าเทียมกัน

4. ค่าขอบบนและขอบล่าง

ในการใช้วิธีคำถามปลายปิดสองขั้น (double bounded closed-ended) นั้น เมื่อผู้ตอบสัมภาษณ์สนองตอบค่าจำนวนเงินเริ่มต้น (B) แล้วผู้วิจัยก็จะสอบถามต่อหากผู้ตอบสัมภาษณ์ยอมรับค่า B นักวิจัยก็จะเพิ่มค่าเงินเริ่มต้นขึ้นเป็น B_u แต่ถ้าผู้ตอบสัมภาษณ์ปฏิเสธค่า B นักวิจัยก็จะลดค่าเงินเริ่มต้นลงเป็น B_l และถามต่อไปว่ายังยอมรับในค่า bid นี้หรือไม่ ซึ่งความเป็นไปได้ที่ผู้ตอบสัมภาษณ์จะสนองตอบต่อค่า bid ต่างๆ มีอยู่ 4 เหตุการณ์

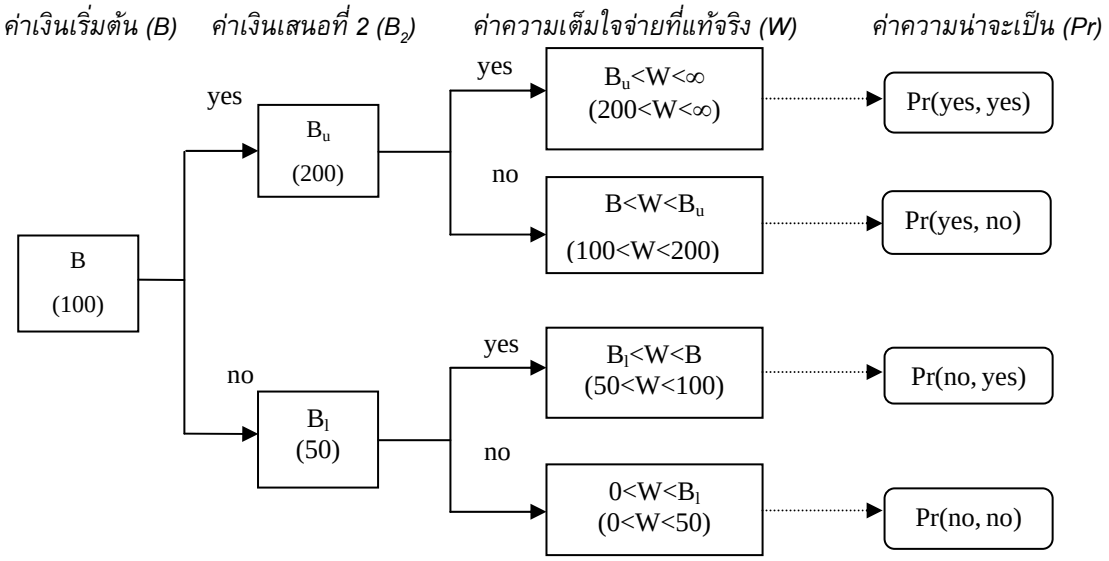
จากภาพที่ 2 กำหนดให้ W คือ ค่าความเต็มใจจ่ายที่แท้จริง (real WTP) ของผู้ตอบสัมภาษณ์ โดยที่ความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่ผู้ตอบสัมภาษณ์จะตอบสนองจำนวนเงินเริ่มต้น (B) ที่ผู้สัมภาษณ์เสนอในกรณีของคำถามปลายปิดสองขั้นมี 4 เหตุการณ์ (ภาพที่ 2) ดังนี้

เหตุการณ์ที่ 1 ผู้ตอบสัมภาษณ์ยอมรับทั้งค่า B และค่า B_u ถือว่าเป็นกรณี “yes, yes” ค่าความเต็มใจจ่ายของผู้ตอบสัมภาษณ์อยู่ระหว่างค่า B_u และค่าอนันต์ ($B_u<W<\infty$) โดยในที่นี้เรียกค่า B_u ว่าค่าขอบล่าง (lower bound) และค่าอนันต์ (∞) ว่าค่าขอบบน (upper bound) จะเรียกความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นี้ว่า Pr(yes, yes)

เหตุการณ์ที่ 2 ผู้ตอบสัมภาษณ์ยอมรับค่า B แต่ปฏิเสธค่า B_u ถือว่าเป็นกรณี “yes, no” ค่าความเต็มใจจ่ายของผู้ตอบสัมภาษณ์อยู่ระหว่างค่า B และค่า B_u ($B<W<B_u$) โดยในที่นี้เรียกค่า B ว่าค่าขอบล่างและค่า B_u ว่าค่าขอบบน จะเรียกความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นี้ว่า Pr(yes, no)

เหตุการณ์ที่ 3 ผู้ตอบสัมภาษณ์ปฏิเสธค่า B แต่ยอมรับค่า B_l ถือว่าเป็นกรณี “no, yes” ค่าความเต็มใจจ่ายของผู้ตอบสัมภาษณ์อยู่ระหว่างค่า B_l และค่า B ($B_l <W< B$) โดยในที่นี้เรียกค่า B_l ว่าค่าขอบล่าง และค่า B ว่าค่าขอบบน จะเรียกความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นี้ว่า Pr(no, yes)

เหตุการณ์ที่ 4 ผู้ตอบสัมภาษณ์ปฏิเสธทั้งค่า B และค่า B_l ถือว่าเป็นกรณี “no, no” ค่าความเต็มใจจ่ายของผู้ตอบสัมภาษณ์อยู่ระหว่างค่า 0 และค่า B_l ($0<W<B_l$) โดยในที่นี้เรียกค่า 0 ว่าค่าขอบล่าง (lower bound) และค่า B_l ว่าค่าขอบบน จะเรียกความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นี้ว่า Pr(no, no)



ภาพที่ 2. ผลที่เป็นไปได้จากคำถามปลายปิดสองขั้นในกรณีที่ค่า B เท่ากับ 100 บาท/คน/ปี (เพ็ญพร, 2542)

5. ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมในการศึกษา

Mitchell and Carson (1989) กล่าวว่าการศึกษาด้วยวิธีการสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินค่า (CVM) นั้น เพื่อลดค่าความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ซึ่งโดยปกติข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นจะมีลักษณะที่กระจัดกระจายออกจากค่าเฉลี่ย (mean) โดยเสนอให้ใช้จำนวนตัวอย่างในการศึกษา 600-1,500 ตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนประชากร

6. การประเมินค่าที่เกิดจากการไม่ใช้

ในการประเมินค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ของการอนุรักษ์และคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร และมูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ของการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ทำได้โดยนำค่าคาดหวังของความเต็มใจจ่ายของประชาชนที่ไม่เคยใช้ประโยชน์จากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรมาคูณกับจำนวนประชากรวัยแรงงาน โดยจะใช้ค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายแทนค่าคาดหวังของความเต็มใจจ่าย เนื่องจากค่าความเต็มใจจ่ายเป็นค่าที่ไม่สามารถทราบค่าขอบบนและค่าขอบล่าง ทำให้ค่ามัธยฐานความเต็มใจจ่ายไม่สามารถใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้มีการเก็บตัวอย่างจำนวนมาก จึงทำให้ข้อมูลมีลักษณะการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ดังนั้นการใช้ค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายจึงมีความเหมาะสมกว่าการใช้ค่ามัธยฐานความเต็มใจจ่าย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในส่วนของมูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ประโยชน์ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร โดยใช้วิธีการสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินค่าออกมาเป็นตัวเงิน (monetary value)
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดมูลค่าที่เป็นตัวเงินที่ประชาชนเต็มใจจ่าย เพื่อให้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรยังคงอยู่ในสภาพที่ดี และสามารถสืบทอดต่อไปยังลูกหลานหรือประชาชนรุ่นหลัง

วิธีการ

1. การสุ่มตัวอย่าง

ในการเลือกจังหวัดที่ใช้เป็นตัวแทนในการเก็บตัวอย่างจากประชาชนทั่วไปที่ไม่เคยเข้าใช้ประโยชน์ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ทำการเก็บตัวอย่างเป็นรายภาคตามการแบ่งของสำนักงานสถิติแห่งชาติปี พ.ศ. 2544 สามารถแบ่งออกเป็น 7 ภาค ประกอบด้วย กรุงเทพและปริมณฑล ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ และทำการคัดเลือกจังหวัดตัวแทนของแต่ละภาคโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของระดับรายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรของแต่ละจังหวัดเปรียบเทียบกับรายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในแต่ละภาค เนื่องจากค่าความเต็มใจจ่ายมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับรายได้ (ธนาภรณ์, 2543; สิทธินันท์, 2544) โดยเลือกจังหวัดที่มีรายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรใกล้เคียงกับรายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในแต่ละภาคมากที่สุด และทำการเก็บตัวอย่างตามสัดส่วนประชากรของแต่ละภาค โดยตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานั้นสามารถคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 0.001 ของประชากรของแต่ละภาคที่ถูกเลือกเพื่อใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา 96 ตัวอย่าง จังหวัดชัยภูมิ 424 ตัวอย่าง จังหวัดชุมพร 168 ตัวอย่าง จังหวัดพิษณุโลก 248 ตัวอย่าง จังหวัดปทุมธานี 192 ตัวอย่าง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 72 ตัวอย่าง และจังหวัดเพชรบุรี 80 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 1,280 ตัวอย่าง

ในการประเมินค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร และของเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรนั้น ใช้แบบสัมภาษณ์ 2 ชุด คือ แบบสัมภาษณ์ชุดที่ 1 เป็นการสอบถามความเต็มใจจ่ายของประชาชนทั่วไปเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร และแบบสัมภาษณ์ชุดที่ 2 เป็นการสอบถามความเต็มใจจ่ายของประชาชนทั่วไปเพื่ออนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร โดยแบบสัมภาษณ์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทางเศรษฐสังคม (socio-economics) เป็นส่วนที่เกี่ยวกับรายได้ อาชีพ เพศ อายุ พื้นฐานการศึกษา สถานภาพ ซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะนำมาใช้เป็นตัวแปรอิสระสำหรับตรวจสอบว่าปัจจัยใดบ้างที่มีนัยสำคัญทางสถิติกำหนดขนาดของค่าความเต็มใจจ่าย

ส่วนที่ 2 การสร้างสถานการณ์สมมติหรือตลาดเทียม (hypothetical market) ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสำรวจด้วยวิธี CVM เพราะเป็นการให้ผู้ตอบสัมภาษณ์เปิดเผยค่าความเต็มใจจ่าย โดยใช้คำถามปลายปิดแบบ Dichotomous Referendum Format ตลอดจนระบุวิธีการจ่ายเงินและมีการเตือนให้ผู้ตอบสัมภาษณ์ตระหนักถึงข้อจำกัดของรายได้ เพื่อไม่ให้เกิดความเอนเอียงของข้อมูล

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร เช่น ความเห็นเกี่ยวกับการอนุรักษ์และคุ้มครองเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร เป็นต้น เพื่อตรวจสอบระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์พันธุ์พืชและสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เพราะการรู้จักหรือมีความคุ้นเคยกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรของผู้ตอบสัมภาษณ์จะมีส่วนในการกำหนดค่าความเต็มใจจ่าย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษารายละเอียดเขตรักษาพันธุ์เพื่อให้เข้าใจคุณลักษณะที่มีอยู่

2. แบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย

ในการประเมินมูลค่าจากการไม่ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และจำนวนเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร โดยใช้แบบจำลองของ Cameron (1988) ในกรณีรูปแบบคำถามปิดสองขั้น (double bound) เพื่อกะประมาณค่าคาดหวังของความเต็มใจจ่าย [E(WTP)] รวมทั้งใช้พิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายสามารถเขียนเป็นแบบจำลองได้ดังนี้ (ดัดแปลงจาก Sukharomana, 1998 อ้างใน ธนาภรณ์, 2543)

$$LOG\ (LOWERTYN_i,\ UPPERTYN_i) = /distribution\ function \qquad (1)$$

$$LOG\ (LOWERTYN_i, UPPERTYN_i) = f(X_i) / distribution\ function \quad (2)$$

กำหนดให้

$LOWERTYN_i$ คือ ค่าขอบล่าง (lower bound) ของค่าความเต็มใจจ่ายในการรักษาไว้ซึ่งปริมาณหรือคุณภาพของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทั้งหมด และการอนุรักษ์เสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรของผู้ตอบสัมภาษณ์คนที่ i

$UPPERTYN_i$ คือ ค่าขอบบน (upper bound) ของค่าความเต็มใจจ่ายในการรักษาไว้ซึ่งปริมาณหรือคุณภาพของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทั้งหมด และการอนุรักษ์เสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรของผู้ตอบสัมภาษณ์คนที่ i

$f(X_i)$ คือ ฟังก์ชันของตัวแปรอิสระ X_i ที่กำหนดค่าความเต็มใจจ่ายของผู้ตอบสัมภาษณ์คนที่ i

X_i คือ เวคเตอร์ของตัวแปรอิสระของผู้ตอบสัมภาษณ์คนที่ i

/distribution function คือ ชนิดของฟังก์ชันการกระจายสะสมที่ใช้วิเคราะห์ เพื่อใช้ในการประมาณค่าความเต็มใจจ่ายซึ่งการศึกษานี้จะใช้ชนิดของฟังก์ชันการกระจายสะสม 3 ชนิด

สมการที่ (1) ถือเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการประมาณค่า และเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของความเต็มใจจ่าย ซึ่งเทอมทางขวามือ คือ ฟังก์ชันการกระจายสะสมของค่าความเต็มใจจ่ายชนิดต่างๆ และสมการที่ (2) เป็นแบบจำลองซึ่งใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่าย โดย Cameron (1988) แนะนำไว้ว่าควรกำหนดให้มีฟังก์ชันการกระจายสะสมของค่าความเต็มใจจ่ายที่มีการกระจายแบบ lognormal weibull และ loglogistic จากนั้นค่อยเลือกว่าจะใช้ฟังก์ชันการกระจายสะสมในรูปแบบใดที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากค่าสถิติ Log-likelihood ที่มีค่ามากที่สุดหรือมีค่าติดลบน้อยที่สุด

สำหรับการประมาณค่า β และค่า σ ซึ่งเป็นค่าคงที่ (intercept) และค่า scale ที่ได้จากการประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์ตามลำดับ เพื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย (mean) และค่ามัธยฐาน (median) รวมถึงช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยและมัธยฐาน (confidence interval: CI) ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่า pseudo R^2 ของค่าความเต็มใจจ่าย กรณีการคำนวณภายใต้ฟังก์ชันการกระจายสะสมแบบ log-normal สามารถทำได้ ดังนี้

$$\text{mean WTP} = \exp(\beta + 0.5\sigma^2) \quad (3)$$

$$\text{median WTP} = \exp(\beta) \quad (4)$$

$$\text{CI of mean WTP} = \text{mean WTP} \pm 1.96\ (\text{SD of mean WTP}) \quad (5)$$

$$\text{CI of median WTP} = \text{median WTP} \pm 1.96\ (\text{SD of median WTP}) \quad (6)$$

$$\text{pseudo } R^2 = 1 - (\ln L / \ln L_0) \quad (7)$$

กำหนดให้

SD คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการคำนวณ

$\ln L_0$ คือ ค่าสถิติ log-likelihood ของสมการที่ (1)

$\ln L$ คือ ค่าสถิติ log-likelihood ของสมการที่ (2)

3. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่าย

เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ที่ใช้ในการประเมินมูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้มีขนาดใหญ่ (มากกว่า 30 ตัวอย่าง) และมีความเป็นอิสระจากกัน ดังนั้นในการทดสอบค่าเฉลี่ยของค่าความเต็มใจจ่ายที่ได้จากประชากรทั้งสองกรณีจึงใช้ค่าสถิติ Z ในการทดสอบ โดยมีสมมติฐานหลัก (H_o) และสมมติฐานรอง (H_a) ดังนี้

H_o : ค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจ่ายในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร และค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรมีค่าไม่แตกต่างกัน

H_a : ค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจ่ายในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร และค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรมีค่าแตกต่างกัน

สำหรับสูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าสถิติ Z หาได้จาก

$$z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - d}{\sqrt{\frac{SD_1^2}{n_1} + \frac{SD_2^2}{n_2}}} \qquad (8)$$

กำหนดให้

Z คือ ค่าสถิติมาตรฐานที่มีการกระจายแบบปกติ

$\overline{X}_1$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร (กลุ่มตัวอย่างที่ 1)

$\overline{X}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร (กลุ่มตัวอย่างที่ 2)

d คือ ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ต้องการทดสอบ โดยในที่นี้กำหนดให้ค่า d เท่ากับ 0 $(d = \mu_1 - \mu_2 = 0)$

SD_1 คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $\overline{X}_1$

SD_2 คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $\overline{X}_2$

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การประมาณค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของความเต็มใจจ่าย การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และกลุ่มตัวอย่างที่ 2 และการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่าย รวมถึงการประเมินมูลค่าจากการไม่ใช้ประโยชน์ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรออกมาเป็นตัวเงิน

1. ค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของความเต็มใจจ่าย

ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ฟังก์ชันการกระจายสะสมของค่าความเต็มใจแบบ log-normal (log-normal distribution function) เนื่องจากให้ค่า log-likelihood สูงสุด (ติดลบน้อยที่สุด) ทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งการคำนวณค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานความเต็มใจจ่ายของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และกลุ่มตัวอย่างที่ 2 สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3) และสมการที่ (4) ตามลำดับ สำหรับช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของความเต็มใจจ่ายใช้สูตรในสมการที่ (5) และ (6) ตามลำดับ โดยกำหนดให้ค่า β คือ ค่าคงที่ (intercept) และค่า σ คือ ค่า scale ที่ได้จากการคำนวณ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. ค่าสถิติที่ได้จากการใช้ฟังก์ชันการกระจายสะสมแบบ lognormal ของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2

ค่าสถิติ	กลุ่มตัวอย่างที่ 1	กลุ่มตัวอย่างที่ 2
ค่า Log-likelihood ของสมการที่ (1)	-678.47	-679.68
ค่า Log-likelihood ของสมการที่ (2)	-482.04	-493.92
ค่า intercept (β)	6.23	6.24
ค่า scale (σ)	0.85	0.88

เมื่อแทนค่า β และค่า σ ลงในสมการ จะได้ค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 ที่ใช้เป็นตัวแทนประชาชนทั่วไปที่ไม่เคยเข้าใช้ประโยชน์ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายมีค่าเท่ากับ 726.98 และ

760.32 บาทต่อคนต่อปี โดยมีช่วงของค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 649.95 ถึง 804.01 และ 674.01 ถึง 846.63 บาทต่อคนต่อปี ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่ามัธยฐานของความเต็มใจจ่ายสูงสุดเท่ากับ 506.15 และ 515.35 บาทต่อคนต่อปี โดยมีช่วงของค่ามัธยฐานอยู่ระหว่าง 464.23 ถึง 548.06 และ 470.86 ถึง 559.84 บาทต่อคนต่อปี ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

โดยที่ค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 28.95 และ 27.33 หมายความว่า ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษาซึ่งประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านทัศนคติ ปัจจัยทางเศรษฐกิจ-สังคม เป็นต้น สามารถอธิบายตัวแปรตามคือ ค่าความเต็มใจจ่ายได้ร้อยละ 28.95 และ 27.33 ที่เหลือเป็นปัจจัยอื่นๆ จะเห็นได้ว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากในการสอบถามทัศนคติไม่สามารถสอบถามได้หมด ยังคงมีปัจจัยด้านทัศนคติด้านอื่นๆ อีกร้อยละ 71.05 และ 72.67 ตามลำดับที่สามารถอธิบายค่าความเต็มใจจ่าย (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของความเต็มใจจ่ายของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และกลุ่มตัวอย่างที่ 2

หน่วย: บาท/คน/ปี

ค่าสถิติ	กลุ่มตัวอย่างที่ 1	กลุ่มตัวอย่างที่ 2
ค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจ่าย (mean WTP)	726.98	760.32
ช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่าย**	649.95-804.01	674.01-846.63
ค่ามัธยฐานของความเต็มใจจ่าย (median WTP)	506.15	515.35
ช่วงความเชื่อมั่นของค่ามัธยฐานความเต็มใจจ่าย**	464.23-548.06	470.86-559.84

หมายเหตุ : ** ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่าย

เมื่อแทนค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และจำนวนตัวอย่างลงในสมการที่ (8) จะได้ค่าสถิติมาตรฐาน Z เท่ากับ -14.29 ซึ่งสรุปได้ว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 หมายความว่าค่าเฉลี่ยของค่าความเต็มใจจ่ายของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร มีค่าแตกต่างกับค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายของการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

3. ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่าย

จากตารางที่ 3 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร (กลุ่มตัวอย่างที่ 1) ประกอบด้วย จำนวนเงินเริ่มต้น (startbid) และรายได้รวมที่ใส่ค่า log (ln_t_inc) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าความเต็มใจจ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และ 95 ตามลำดับ โดยที่ค่าความยืดหยุ่นของรายได้มีค่าเท่ากับ 0.0818 กล่าวคือ หากกลุ่มตัวอย่างมีรายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 กลุ่มตัวอย่างจะมีความเต็มใจจ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0818 สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความเต็มใจจ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ประกอบด้วย เพศ (gender) และสถานภาพการแต่งงาน (married)

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร (กลุ่มตัวอย่างที่ 2) ประกอบด้วย จำนวนเงินเริ่มต้น (startbid) รายได้รวมที่ใส่ค่า log (ln_t_inc) ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าความเต็มใจจ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยมีค่าความยืดหยุ่นของรายได้เท่ากับ 0.1211 ซึ่งหมายความว่าหากกลุ่มตัวอย่างมีรายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 กลุ่มตัวอย่างจะมีความเต็มใจจ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.1211 และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าความเต็มใจจ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ประกอบด้วย ปัจจัยการเคยได้ยิน/รู้จักเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร (known) และประสบการณ์ในการเข้าเยี่ยมชมหรือทำกิจกรรมในพื้นที่อนุรักษ์ (pa_exp) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความเต็มใจจ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ประกอบด้วย สถานภาพการแต่งงาน (married)

4. มูลค่าจากการไม่ใช้ประโยชน์

ในการประเมินมูลค่าจากการไม่ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร สามารถทำได้โดยนำค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจ่ายมาคูณกับจำนวนประชากรวัยแรงงานของประเทศไทย (อายุ 13 - 60 ปี) เนื่องจากเป็นประชากรที่มีรายได้และมีความสามารถในการสละทุนทรัพย์ เพราะรายได้เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดค่าความเต็มใจจ่ายทางเศรษฐศาสตร์ โดยในการศึกษาครั้งนี้จะใช้จำนวนประชากรที่อยู่ในวัยแรงงาน ปี พ.ศ. 2543 ซึ่งมีประชากรวัยแรงงานเท่ากับ 33,341,900 คน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2544) และค่าเฉลี่ยของความเต็มใจจ่ายเท่ากับ 726.98 และ 760.32 บาทต่อคนต่อปี ดังนั้นมูลค่าจากการไม่ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรเท่ากับ 24,238.89 และ 25,350.51 ล้านบาทต่อปี หรืออาจกล่าวได้ว่ามีมูลค่าอยู่ระหว่าง 21,670.57 ถึง 26,807.22 และ 22,472.77 ถึง 28,228.42 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ

ตารางที่ 3. ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และกลุ่มตัวอย่างที่ 2

ปัจจัย	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2	
	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า P-value	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่า P-value
Intercept	4.4490	0.0001	4.2511	0.0001
Startbid	0.0018***	0.0001	0.0018***	0.0001
ln_t_inc	0.0818**	0.0155	0.1211***	0.0034
Gender	-0.0967**	0.0376	-	-
married	-0.1023**	0.0284	-0.2093***	0.0004
known	-	-	0.1048*	0.0769
pa_exp	-	-	0.1045*	0.0775
education				
- primary	0.2952*	0.0634	-	-
- second	0.2674*	0.0980	-	-
- high_s	0.2980*	0.0616	-	-
- vocation	0.2829*	0.0875	-	-
- degree	0.2693	0.1011	-	-
location				
- north	-0.0290	0.7165	-	-
- northe	-0.0201	0.7918	-	-
- east	0.2991***	0.0063	-	-
- west	0.1370	0.1849	-	-
- south	-0.0472	0.5910	-	-
- central	0.0629	0.5791	-	-
career				
- governor	-	-	-0.0726	0.4891
- private	-	-	0.0131	0.9151
- office	-	-	-0.0219	0.8265
- labor	-	-	0.1128	0.2841
- house_w	-	-	-0.2467*	0.0591
- student	-	-	0.0253	0.8223
- unemploy	-	-	0.3464*	0.0563
- farmer	-	-	0.1196	0.8949
log-likelihood (lnL)	-482.0411		-493.9240	
number of observation (N)	640		640	

หมายเหตุ : * ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90
** ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
*** ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

บทสรุป

1. เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ พบว่า สถานการณ์สมมติในการอนุรักษ์และคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีมูลค่า

น้อยกว่ามูลค่าที่ได้จากการสร้างสถานการณ์สมมติในการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างสถานการณ์สมมติในกลุ่มตัวอย่างที่ 2 นั้น กลุ่มตัวอย่างอาจเห็นภาพและมีความเข้าใจชัดเจนกว่าสถานการณ์สมมติของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 เพราะเสือโคร่งอินโดจีนอาจเป็นสัตว์ป่าที่ประชาชนให้ความสนใจ ตลอดจนต้องการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีนในธรรมชาติเอาไว้ และเห็นได้ว่าวิธีการสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินค่านั้น การสร้างสถานการณ์สมมติและความสอดคล้องของสถานการณ์สมมติกับสภาพความเป็นจริงเพื่อใช้ประกอบการสอบถามในการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก กล่าวคือ หากสถานการณ์สมมติมีความแตกต่างกันแล้วจะทำให้ค่าความเต็มใจมีความแตกต่างกันด้วย และหากสถานการณ์สมมติสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากขึ้นอาจส่งผลให้ค่าความเต็มใจจ่ายเพิ่มมากขึ้น

2. การกำหนดจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการประเมินค่าโดยวิธีการสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินค่านั้นควรมีจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาไม่ต่ำกว่า 600 ตัวอย่าง หากตัวอย่างที่ใช้มีขนาดใหญ่จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันยิ่งขึ้น

3. จากผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่าปัจจัยรายได้มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของธนาภรณ์ (2543) และ สิทธินันท์ (2544)

4. หากพิจารณาค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายที่ได้จากการศึกษาของทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง มาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ประชาชาติต่อหัวในปี พ.ศ. 2541 ซึ่งมีมูลค่าเท่ากับ 75,627 บาท/คน/ปี พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายเท่ากับ 726.98 บาท/คน/ปี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.96 ของผลิตภัณฑ์ประชาชาติต่อหัว และกลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายเท่ากับ 760.32 บาท/คน/ปี คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1 ของผลิตภัณฑ์ประชาชาติต่อหัว

5. เมื่อพิจารณาผลการศึกษาที่ได้ร่วมกับผลการศึกษาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งของคณะเศรษฐศาสตร์ (2541) และ ธนาภรณ์ (2543) พบว่าผลการศึกษาในกรณีของคณะเศรษฐศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในปี พ.ศ. 2541 ซึ่งมีมูลค่าจากการไม่ใช้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งไว้เท่ากับ 28,383 ล้านบาทต่อปี เมื่อพิจารณาร่วมกับมูลค่าจากการไม่ใช้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรซึ่งมีมูลค่าเท่ากับ 25,350.51 ล้านบาทต่อปี ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าพื้นที่มรดกโลกทางธรรมชาติของประเทศไทย (เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่-ห้วยขาแข้ง) มีมูลค่าเท่ากับ 53,733.51 ล้านบาทต่อปี สำหรับผลการศึกษาในกรณีของธนาภรณ์ (2543) พบว่าค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายของประชาชนในการอนุรักษ์และคุ้มครองพื้นที่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งเท่ากับ 1,636.06 บาทต่อคนต่อปี คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 54,549.35 ล้านบาทต่อปี เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าเฉลี่ยความเต็มใจจ่ายเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรเท่ากับ 760.32 บาทต่อคนต่อปี คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 25,350.51 ล้านบาทต่อปี ดังนั้นมูลค่าของพื้นที่มรดกโลกทางธรรมชาติของประเทศไทยเท่ากับ 79,899.86 ล้านบาทต่อปี

6. ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์และคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ประกอบด้วย จำนวนเงินเริ่มต้น รายได้รวม และการมีภูมิลำเนาอยู่ในภาคตะวันออก ซึ่งค่าความเต็มใจจ่ายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับเป็นปัจจัยข้างต้น สำหรับปัจจัยเพศ และสถานภาพการแต่งงาน เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าความเต็มใจจ่ายมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อการอนุรักษ์และคุ้มครองเสือโคร่งอินโดจีน ซึ่งเป็นสัตว์ป่าที่เป็นแกนหลักของระบบนิเวศในการคุ้มครองสัตว์ป่าชนิดอื่นๆ ในระบบนิเวศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ประกอบด้วย จำนวนเงินเริ่มต้น รายได้รวม การเคยได้ยิน/รู้จักเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ประสบการณ์ในการเข้าเยี่ยมชมหรือทำกิจกรรมในพื้นที่อนุรักษ์ และการมีสถานภาพว่างงาน/กำลังอยู่ระหว่างหางานทำ ซึ่งค่าความเต็มใจจ่ายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปัจจัยเหล่านี้ สำหรับปัจจัยสถานภาพการแต่งงาน และการประกอบอาชีพแม่บ้านนั้น เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าความเต็มใจจ่ายมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม

7. ในการประเมินมูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ พบว่ามูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรมีมูลค่าเท่ากับ 24,238.89 ล้านบาทต่อปี และ

มูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ของเสือโคร่งอินโดจีนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรมีมูลค่าเท่ากับ 25,350.51 ล้านบาทต่อปี

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_444002 และได้รับทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท-เอก จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทั้งนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ปิติ กันตังกุล ประธานกรรมการ ผศ.ดร.โสมสกาว เพชรานนท์ กรรมการวิชาเอก ผศ.ดร. วิพักตร์ จินตนา กรรมการวิชารอง และ รศ.ดร. วิชา นิยม ผู้แทนบัณฑิต ตลอดจน อ.ดร เพ็ญพร เจนการกิจ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่มีคุณค่าในการดำเนินการวิจัย ผศ.ดร. นริศ ภูมิภาคพันธุ์ รศ.ดร.โอภาส ขอบเขตต์ ดร.อนรรฆ พัฒนวิบูลย์ หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออกและด้านตะวันตก ฝ่ายวิชาการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก โครงการจัดการผืนป่าตะวันตก กองทุนสัตว์ป่าโลก สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร Mr. Peter Cutter สำหรับข้อมูลเสือโคร่งในประเทศไทยและในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันตก หัวหน้าสถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยนาท อุดรธานี อยุธยา ชัยภูมิ เพชรบุรี ชุมพร และพิษณุโลกที่กรุณาเอื้อเฟื้อที่พักระหว่างการเก็บข้อมูล สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ๆ ที่ให้โอกาสและกำลังใจแก่ข้าพเจ้าในการศึกษาและจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2543. ที่ตั้งของผืนป่าตะวันตก. ผืนป่าตะวันตก. แหล่งที่มา: http://www.forest.go.th/WEFCOM/wfc/ wfc.html, 16 พฤศจิกายน 2543.

คณะวนศาสตร์. 2532. รายงานฉบับสมบูรณ์แผนแม่บทการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร จังหวัดกาญจนบุรี-ตาก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

คณะเศรษฐศาสตร์. 2541. การประเมินคุณค่าทรัพยากรในพื้นที่ป่าอนุรักษ์: กรณีศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์ และพรเพ็ญ วิจักษณ์ประเสริฐ. 2538. วิธีการประมาณคุณค่าสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วารสารความรู้นักเศรษฐศาสตร์ไทยปี 2538. กรุงเทพฯ.

ธนาภรณ์ กระสวยทอง. 2543. การประเมินมูลค่าจากการมิได้ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ญพร เจนการกิจ. 2542. มูลค่าที่เกิดจากการไม่ใช้ของมรดกทางธรรมชาติของโลก. วารสารเศรษฐศาสตร์เกษตร. ปีที่ 18 ฉบับที่ 2 (ธันวาคม 2542) หน้า 24-48.

เรณู สุขารมณ์. 2542. การสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินค่า (Contingent Valuation Approaches). เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่องการประเมินค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อภาคเมืองและภาคอุตสาหกรรม โดยวิธีทางเศรษฐศาสตร์. โครงการ THAITREM-98-02. หน้า 195-211.

เรณู สุขารมณ์. 2543. ประมวลสารชุดวิชา: เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม (หน่วยที่ 1-7). บัณฑิตศึกษาสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2544. จำนวนประชากรจำแนกตามสถานภาพแรงงาน ปี พ.ศ. 2534-2543. กองคลังข้อมูลและสนเทศสถิติ. กรุงเทพฯ.

โสภิณ ทองปาน. 2537. มูลค่าของสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ: มูลค่าของการเก็บไว้เผื่อจะใช้. วารสารเศรษฐศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (กรกฎาคม-ธันวาคม 2537) หน้า 23-31.

สมพร อิสวิลานนท์. 2540. เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: หลักและทฤษฎี. KU/RPRM, คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. 2543. การศึกษาพัฒนาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม. รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

สิทธินันท์ วิวัฒนาพรชัย. 2544. การประเมินมูลค่าจากการมิได้ใช้ของสัตว์ป่าที่ใกล้สูญพันธุ์และทรัพยากรธรรมชาติของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Barbier, E.B. 1989. The Economic Value of Ecosystems: Tropical Wetlands. LEEC Gatekeeper, Series 89-02. London Environmental Economics Centre, London.

Cameron, T.A. 1988. A new paradigm of valuing non-market goods using referendum data: maximum likelihood estimation by censored logistic regression. *Journal of Environmental Economics and Management* 15: 355-379.

Cameron, T.A. and M.D. Jame. 1987. Efficient estimation methods for close-ended contingent valuation surverys. *The Review of Economics Statistics* 52: 551-563.

Dixon, J. and S. Pagiola. 1998. Economic analysis and environmental assessment. Environmental Assessment Sourcebook, *Update* 23: 1-14.

Johansson, P.-O. 1993. Cost-Benefit Analysis of Environmental Change. Cambridge University Press, London.

Mitchell, R.C. and R.T. Carson. 1989. Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Resources for The Future, Washington, DC.

การฟื้นฟูและพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการทอผ้าย้อมสีธรรมชาติ

ระวีวรรณ ศรีทอง[1] และ อัจลา รุ่งวงษ์[2]

[1]โครงการพัฒนาระบบนิเวศเกษตรและอนุรักษ์พันธุ์พืช ตู้ ปณ. 15 อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี 72180

[2]ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตู้ ปณ. 1111 เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10903

Abstract: Revival and Development of Karen Indigenous Knowledge about Dye-producing Plants

Raweewan Srithong[1] and Atjala Rungwong[2]

[1]Project for Agroecology Development and Plant Genetic Resource Conservation, P.O. Box 15 Danchang, Suphanburi 72180, [2]The Regional Community Forestry Training Center for Asia & the Pacific, P.O. Box 1111, Kasetsart University, Bangkhen, Bangkok 10903

This research has verified indigenous knowledge of Karen women about dyeing methods of three basic colors - red, black/dark blue and yellow - from 7 plant species in 8 dyeing treatments. Relative to industrial standards for textiles, traditional dyeing techniques have proved their quality in terms of color fastness, and fastness to water and washing at moderate to fairly good scales. Nonetheless, fastness to light is poor.

Results of the research have been applied to making natural-dyed, hand-woven cloth as an income generation activity for cooperating Karen weaving artisans. The activity directly helps increase cash income and creates employment for the cooperating women.

Participatory action research (PAR), the methodology used in this research, is an important mechanism contributing to the learning process of Karen women for enhancement of their indigenous knowledge related to dye-producing plants and dyeing techniques, raising awareness of conservation of biological diversity, and strengthening community organization for development initiatives, and especially, gender roles in sustainable natural resource management. The latter can be seen clearly from the fact that Karen weaving artisans formulate management plans for dye-producing plant resources in the natural habitat *in situ*, which includes utilization, regeneration, and conservation, as well as *ex situ* collection of some species in home gardens.

Key words: indigenous knowledge, natural dyes, biological resource management, gender, rural development

บทนำ

สืบเนื่องจากผลการวิจัยเรื่อง “องค์ความรู้ดั้งเดิมของกะเหรี่ยงเกี่ยวกับการใช้พืชให้สีในการย้อมผ้า” มีข้อสรุปสำคัญ ประการแรกคือ องค์ความรู้เกี่ยวกับพืชให้สีในการย้อมผ้าที่สืบทอดกันมาเริ่มสูญหายไป เพราะสภาพเศรษฐกิจสังคมที่เข้ามาเปลี่ยนรูปแบบวิถีชีวิตและการผลิตของชุมชน ประการที่สอง ชุมชนมีวิธีการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืนในรูปของข้อห้าม ความเชื่อ และพิธีกรรมต่างๆ แต่จากการที่ชุมชนมิได้นำองค์ความรู้ที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างต่อเนื่อง ทำให้วิธีการจัดการเหล่านี้ไม่ได้รับการสืบทอด จึงค่อยๆ หมดความสำคัญลง ประการสุดท้าย สตรีกะเหรี่ยงมีความสามารถในการทอผ้าพื้นบ้านกันแทบทุกคน จึงน่าที่จะนำความรู้นั้นมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมในด้านเศรษฐกิจชุมชนได้ (ระวีวรรณ และอัจลา, 2540) ซึ่งประเด็นหลังนี้สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ ผะอบ และคณะ (2536) ซึ่งได้ทำการศึกษาผ้าทอกะเหรี่ยงเช่นกัน

ความรู้เกี่ยวกับการใช้พืชให้สีและวิธีการย้อมสีด้ายของสตรีกะเหรี่ยงแบบดั้งเดิมนั้น ยังไม่สามารถบอกได้ถึงความชัดเจนเกี่ยวกับคุณภาพของสีที่ย้อม ถ้าหากนำมาใช้ในสภาพปัจจุบันจะมีความเหมาะสมหรือไม่ เพราะองค์ความรู้เกี่ยวกับการย้อมสีธรรมชาตินี้ขาดช่วงการปฏิบัติสืบทอดที่ต่อเนื่อง ผู้รู้ส่วนมากไม่ได้มีประสบการณ์ตรงในการย้อม เป็นเพียงผู้บอกเล่าเท่านั้น

การพัฒนาชนบทแบบทันสมัยที่อิงความรู้และค่านิยมแบบตะวันตกและวางเป้าที่การพัฒนาอุตสาหกรรมนั้น ในด้านหนึ่งได้นำสู่ความเติบโตทางเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ แต่ในทางกลับกัน ภาคชนบทซึ่งถูกใช้เป็นฐานทางการผลิตและการโผนทะยานสู่ความเจริญเติบโตในระยะแรกๆ นั้น กลับไม่ได้รับผลพวงของการพัฒนาอย่างเป็นธรรม การพัฒนาในอดีตได้ก่อให้เกิดปัญหาอันเป็นผลกระทบของการพัฒนาต่อภาคชนบทหลายประการ ได้แก่ ความเหลื่อมล้ำในการกระจายรายได้ การพึ่งพาภายนอก ปัญหายาเสพติด ภาวะหนี้สินล้นพ้นตัวของเกษตรกรและของชาติ การอพยพแรงงานและการกดขี่แรงงาน มลภาวะในสภาพแวดล้อม และที่เลวร้ายกว่านั้นก็คือ ความล่มสลายของชุมชนท้องถิ่นและการทำลายล้างทรัพยากรและสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ เป็นต้น (Pasuk and Baker, 1998; Belloet et al., 1998) ดังนั้นรูปแบบการพัฒนาอันพึงประสงค์จึงจำเป็นต้องมีความสอดคล้องต่อสภาพทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ของสังคมที่ซึ่งการพัฒนานั้นกำลังดำเนินอยู่

การศึกษาเอกสาร

1. การพัฒนาที่สมดุล ชุมชนเข้มแข็ง

บุญเทียน (2531) เป็นคนแรกๆ ที่มีแนวคิดเกี่ยวกับการนำเอามิติทางวัฒนธรรมของชุมชนมาเป็นองค์ประกอบในงานพัฒนา ทั้งนี้บุญเทียนมองว่า วัฒนธรรม (culture) เป็น “บทสรุปของความคิดหรือการปฏิบัติ หรือคุณค่าทั้งหมดที่ให้แก่สังคม รวมทั้งเป็นโครงสร้างด้านการทำมาหากิน (เศรษฐกิจ) ด้านอุดมการความเชื่อ และด้านของอำนาจการตัดสินใจ (การเมือง)” ลักษณะทั้งหมดเหล่านี้เป็นผลจากวิวัฒนาการทางประวัติศาสตร์ของชุมชนและสังคม ซึ่งจะเกาะเกี่ยวกันอย่างแยกไม่ออก ในความหมายนี้ วัฒนธรรม จะครอบคลุมถึงเรื่องของ จิตสำนึก (consciousness) อุดมการณ์ (ideology) ค่านิยม (values) ศาสนา (religion) และเอกลักษณ์ (idenity) ซึ่งมีอยู่ในชุมชน โดยที่แต่ละชุมชนอาจจะมีบางสิ่งที่แตกต่างกัน แต่ก็มีหลายสิ่งหลายอย่างร่วมกัน

การศึกษาวัฒนธรรมเป็นการทำความเข้าใจถึงวิถีชีวิตทั้งหมดของชาวบ้าน ตลอดจนการเข้าใจถึงพลังที่มีอยู่ในชุมชน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดทิศทางของงานพัฒนาด้วย

ศ. เสน่ห์ จามริก (วิวัฒน์, 2536) มีความเห็นที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ การพัฒนาควรมาจากคนในท้องถิ่น โดยเน้นการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นและองค์ความรู้ดั้งเดิมที่มีอยู่มาใช้ในการพัฒนาและจัดการทรัพยากรธรรมชาติ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การยอมรับสิทธิชุมชนของคนในท้องถิ่นในการใช้และการดูแลจัดการทรัพยากรธรรมชาติโดยชุมชนเอง

ศ. เสน่ห์ เห็นว่า “ความจริงแล้วชนบทไทยมิได้ขาดภูมิปัญญา สามารถที่จะพึ่งและพัฒนาตนเอง หากแต่ว่าขีดความสามารถที่ว่านี้ ตลอดจนความเชื่อมั่นในตนเองต้องมาถูกลิดรอนภายใต้กระแสการพัฒนาที่มุ่งแต่จะตอบสนองศูนย์อำนาจทางเศรษฐกิจ การเมืองภายนอก และเป็นไปเพื่อผลประโยชน์อันคับแคบของกลุ่มชนส่วนน้อยภายในชาติ กระแสวัฒนธรรมทางวิชาการและนโยบายแห่งรัฐก็ถูกหลอมให้เอียงไปในทำนองเดียวกัน อันล้วนเป็นปฏิปักษ์ต่อบูรณภาพและศักยภาพสร้างสรรค์ของชุมชนชนบท” (สีลาภรณ์ และคณะ, 2538)

ในปี 2537 ได้มีการประชุมของกลุ่มองค์กรพัฒนาเอกชนและนักวิชาการ เพื่อกำหนดกรอบและตัวชี้วัดสำหรับการพัฒนาชนบท ซึ่งมีข้อสรุปเกี่ยวกับกรอบหรือแนวทางสำหรับการพัฒนาชนบทในความหมายใหม่ไว้อย่างน่าสนใจ กล่าวคือ การนำเสนอให้มีการพิจารณาประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของคนในชนบท 3 ประเด็น ได้แก่

1. ความสามารถของชุมชนในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อม โดยมีตัวชี้วัด ได้แก่ กระบวนการในการพัฒนาจิตสำนึกเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การจัดองค์กรและภาวะผู้นำภายในชุมชน การจัดการและเทคนิควิธีในการจัดการทรัพยากรทั้งในระดับครัวเรือน ชุมชน และเครือข่าย

2. การพัฒนาอาชีพและวิถีการผลิตที่พึงปรารถนา ทั้งนี้เป้าหมายของการพัฒนาอาชีพอยู่ที่การพึ่งตนเองกับการเข้าสู่ตลาดทางเลือกที่มีการค้าอย่างเป็นธรรม ส่วนวิถีการผลิตที่พึงปรารถนา หมายถึง วิถีการผลิตที่นำไปสู่ความสมดุลของชีวิตและระบบนิเวศ การให้คุณค่าต่อภูมิปัญญาชาวบ้านและเทคโนโลยีพื้นบ้านในการนำมาผสมผสาน

เข้ากับความรู้ตลอดจนเทคนิคใหม่ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในชุมชนให้มากที่สุด รวมทั้งการนำสู่การพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีของชุมชนด้วย เป็นต้น

3. ความเข้มแข็งขององค์กรชุมชนมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ องค์กรชุมชนทางวัฒนธรรม กับองค์กรเฉพาะวัตถุประสงค์ ในการพิจารณาความเข้มแข็งขององค์กรชุมชนนั้น จะมองที่การนำเอามิติทางวัฒนธรรมมาผสมผสานเข้ากับกิจกรรม ประสิทธิภาพในการตอบสนองปัญหา การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ การจัดการกลุ่ม ภาวะผู้นำ การแบ่งสรรผลประโยชน์ และการเป็นที่ยอมรับจากองค์กรภายนอก เป็นต้น

แนวคิดใหม่เกี่ยวกับการพัฒนาที่ให้ความสำคัญกับชุมชนท้องถิ่นในลักษณะดังกล่าวนี้ ได้รับการตอกย้ำโดย ประเวศ (2542) ซึ่งเห็นว่า ทางรอดของสังคมไทยในปัจจุบันควรเป็นการสร้างความเข้มแข็งของเศรษฐกิจพื้นฐาน หรือที่รากฐานของสังคม เศรษฐกิจพื้นฐานสัมพันธ์อยู่กับครอบครัว ชุมชน วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม พร้อมกันไป เป็นเศรษฐกิจที่ไม่ทอดทิ้งฉีกขาดออกจากกัน แต่เป็นเศรษฐกิจบูรณาการที่เชื่อมโยงชีวิตจิตใจ สังคม และสิ่งแวดล้อม หรืออีกนัยหนึ่งก็คือเป็นเศรษฐกิจที่แท้จริง ซึ่งสามารถเชื่อมโยงชีวิตจิตใจ สังคม สิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีดุลยภาพ

การพัฒนาจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีองค์ความรู้และข้อมูลที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่เฉพาะให้มากที่สุด ทั้งนี้ก็เพื่อความยั่งยืนของการพัฒนา อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่า ความรู้ดังกล่าวจะไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ภายในพื้นที่ที่มีบริบทแตกต่างกันออกไปได้ ดังนั้นการพัฒนาที่ยั่งยืนในบริบทของเราเองควรมีนัยในหลายมิติ กล่าวคือ

มิติทางเศรษฐกิจ คือ นำสู่การสร้างงาน การพัฒนาอาชีพ และการสร้างรายได้ที่มั่นคง โดยมีความสอดคล้องกับสถานภาพของตนเอง

มิติทางสังคมและการเมือง คือ นำสู่ความเสมอภาคและความเกื้อกูลกันของคนในสังคม การมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจในกิจการที่จะมีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของตนเอง

มิติทางวัฒนธรรม คือ นำสู่ความภาคภูมิใจในวัฒนธรรมของตนเอง การสืบทอด และพัฒนา

มิติทางการศึกษาและการเรียนรู้ คือ การสร้างจิตสำนึกเพื่อการพึ่งตนเอง ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ และเสริมศักยภาพคนในชุมชนให้สามารถวิเคราะห์ปัญหา การหาทางออก และความสามารถที่จะดำเนินกิจกรรมการพัฒนาไปได้ด้วยตนเองในระยะยาว

มิติทางนิเวศและสิ่งแวดล้อม ความรู้ในปฏิสัมพันธ์ของระบบนิเวศทางธรรมชาติกับระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม จิตสำนึกในคุณค่าของทรัพยากร และการใช้อย่างยั่งยืนเพื่อลูกหลานในอนาคต

2. ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการพัฒนาและการจัดการทรัพยากรชีวภาพ

ยศ (2542) ให้ความหมายของ “ภูมิปัญญาท้องถิ่น” ว่า “เป็นองค์ความรู้ที่พัฒนาขึ้นในบริบททางกายภาพและวัฒนธรรม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับระบบนิเวศชุดหนึ่ง” ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความผูกพันอย่างแนบแน่นระหว่างภูมิปัญญากับท้องถิ่น ความรู้กับระบบนิเวศ ตามทัศนะของ ศ.ยศ สันตสมบัติ นั้น ภูมิปัญญาท้องถิ่นจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งถือว่าความรู้เป็นสากลและแยกออกต่างหากกับธรรมชาติ แต่ภูมิปัญญาท้องถิ่นจะพัฒนาและสืบต่อกันมาบนฐานของสัมพันธภาพอันแนบแน่นระหว่างชุมชนกับธรรมชาติ ในงานศึกษาของ ศ.ยศ สันตสมบัติ ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์อันละเอียดอ่อนระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพกับความหลากหลายทางวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์และชุมชนท้องถิ่นในภาคเหนือของไทย

ชุมชนในฐานะผู้จัดการทรัพยากรพันธุกรรม มีนัยสำคัญ 2 ประการ กล่าวคือ 1) การควบคุมจัดการสายพันธุ์พืชหมายถึงศักยภาพในการควบคุมระบบการผลิตทั้งหมด 2) ชุมชนมีกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เป็นชุมชนเรียนรู้ที่มีการสั่งสม ถ่ายทอด และแลกเปลี่ยนความรู้ทั้งภายในและระหว่างชุมชนอย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นเครือข่ายการเรียนรู้ และมีการผลิตองค์ความรู้ในลักษณะที่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง

ในทำนองเดียวกัน วิสุทธิ์ (2538) เห็นว่า องค์ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรชีวภาพของบรรพชนไทยที่ได้รับการสั่งสมมานาน เป็นปัจจัยควบคุมให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนมาโดยตลอดนั้น ปรากฏในภาพลักษณ์ของ

“ภูมิปัญญาไทย” และ “ปราชญ์ชาวบ้าน” ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีพื้นบ้านอันมีคุณค่ายิ่งต่อการนำมาใช้ในการพัฒนาสมัยใหม่โดยใช้ควบคู่กับเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่

อนึ่ง ในการสร้างกระบวนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนนั้น Fisher (1995) เสนอว่า จำเป็นต้องยอมรับในความจำเป็นที่ต้องผสานการอนุรักษ์เข้ากับการพัฒนา ความชอบธรรมของสิทธิของคนท้องถิ่นในการประกันความมั่นคงทางเศรษฐกิจในอนาคต และคุณค่าในการแสวงหาการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันของคนท้องถิ่นในการพิทักษ์และการจัดการสภาพแวดล้อม

3. บทบาทสตรีและผ้าทอพื้นบ้านเพื่อการพัฒนา

การทอผ้า ถือเป็นกิจกรรมสำคัญที่สตรีในอดีตทุกชนชาติเป็นผู้มีบทบาทหน้าที่อย่างสำคัญในการจัดหาให้แก่สมาชิกทุกคนในครอบครัว ไม่เพียงแต่จำเพาะเครื่องนุ่งห่มเท่านั้น ผ้าที่ทอขึ้นเพื่อใช้ในพิธีกรรมต่างๆ ทุกประเภท ต่างล้วนแล้วแต่เกิดจากฝีมือของสตรีทั้งสิ้น ดังนั้น องค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสิ่งทอ ไม่ว่าจะเป็นพืชที่นำมาใช้ทำเส้นใย พืชที่ใช้ย้อมสี รวมทั้งการคิดค้นประดิษฐ์ลวดลายต่างๆ บนผืนผ้าเหล่านี้ เป็นสิ่งที่ต้องอาศัยทักษะ ความชำนาญ และประสบการณ์การเรียนรู้ที่สืบต่อกันมาจากคนรุ่นหนึ่งสู่คนอีกรุ่นหนึ่ง

ผ้าทอพื้นบ้านเป็นการผลิตขึ้นเพื่อใช้ในวิถีชีวิตประจำวัน มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตตั้งแต่เกิดจนตาย อย่างเช่น ผ้าห่อเด็กแรกเกิด และผ้าห่อศพคนตาย ซึ่งเป็นการทอขึ้นเพื่อใช้เป็นการเฉพาะ ส่วนความสำคัญของผ้าที่ใช้ในทางศาสนา และประเพณีวัฒนธรรม สามารถสะท้อนโลกทัศน์ของคนในชนบทได้ในหลายแง่มุม อย่างน้อยงานศิลปะบนผ้าทอก็แสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์และองค์ความรู้ของผู้หญิง (Kalayakunavuti, 1996) บางชนชาติสื่อ หรือบอกเล่าถึงเรื่องราวความเป็นไปทางประวัติศาสตร์ อุดมการณ์ทางสังคม และการต่อสู้ของชนชาติ ลงบนผืนผ้า ผ่านทางลวดลายต่างๆ (ทรงศักดิ์ และแพททรีเซีย, 2539; เรณู, 2539; ชนิดา, 2541) ในขณะที่ชาวกะเหรี่ยงก็แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในธรรมชาติและความสัมพันธ์ของสรรพสิ่งในระบบนิเวศรอบๆ ตัวผ่านลงบนลายผ้าของตนด้วยเช่นกัน

ปัจจุบันงานทอผ้าของช่างทอผ้าพื้นบ้านได้เปลี่ยนวัตถุประสงค์จากการผลิตเพื่อใช้เองไปสู่ระบบการผลิตเพื่อการขายเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีนัยสำคัญ 2 ประการ กล่าวคือ ประการแรก เป็นการแสดงให้เห็นว่าชุมชนท้องถิ่นเห็นความสำคัญของภูมิปัญญาความรู้และทักษะของตนที่มีอยู่ สามารถนำมาแปรให้เป็นฐานการผลิตทางเศรษฐกิจภายในครัวเรือนได้ ประการที่สอง นำสู่การผลิตที่อาจไม่ได้ใส่ใจกับความเป็นเอกลักษณ์ และลดคุณค่าของตนเองลง จนกลายเป็นการผลิตแบบแรงงานรับจ้างผลิตภายในครัวเรือน (home worker) การผลิตดังกล่าว ก่อให้เกิดผลกระทบต่างๆ ทั้งต่อตัวผู้ผลิต และชุมชนท้องถิ่นตามมา อาทิเช่น ช่างทอผ้าต้องยอมรับสภาพราคาซื้อที่ต่ำโดยมีพ่อค้าเป็นผู้กำหนด และการได้รับพิษจากสารเคมีในการฟอกย้อมเส้นด้ายด้วยสีเคมีตามใบสั่งของพ่อค้า สารเคมีที่นำมาใช้ย้อมเส้นด้ายเหล่านี้ สามารถปนเปื้อนและสะสมอยู่ในสภาพแวดล้อมของชุมชน เป็นต้น

มีงานศึกษาวิจัยเกี่ยวกับหัตถกรรมในภาคเหนือ พบว่า งานหัตถกรรมของชาวเขามีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ ประการแรก ตลาดผลผลิตของงานหัตถกรรมที่เติบโตขึ้นในประเทศไทยและตลาดในต่างประเทศ ประการที่สอง หนทางอื่นๆ ในการดำรงชีพของชาวเขาลดความสำคัญลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำไร่เลื่อนลอย ประกอบกับเมื่อมีนักท่องเที่ยวเข้าไปในหมู่บ้าน ซึ่งเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และนักท่องเที่ยวเหล่านี้ต่างพากันหาซื้อของที่ระลึก การรื้อฟื้นงานหัตถกรรมในหมู่ชาวเขา ไม่ว่าจะเป็นผ้าทอมือ การปักลายผ้า การทำเครื่องเงิน และงานทำโลหะต่างๆ สิ่งเหล่านี้บางครั้งก็เป็นการริเริ่มของพวกชาวเขากันเอง หรือไม่ก็โดยการส่งเสริมของหน่วยงานรัฐ องค์กรพัฒนาเอกชน และ พวกพ่อค้านักธุรกิจ (อัมพร, 2539; Kater, 1993)

เมื่อสตรีช่างทอผ้าพื้นบ้านกลายมาเป็นแรงงานรับจ้างผลิตภายในครัวเรือน หรือทำการผลิตตามใบสั่ง ส่งผลให้องค์ความรู้ของสตรีที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพด้านสิ่งทอดังกล่าวถูกลดบทบาทและความสำคัญลง จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะให้มีการวิจัยเพื่อทำการสำรวจและบันทึกองค์ความรู้ท้องถิ่นของผู้หญิงให้มากขึ้น รวมทั้งวิธีการอันเฉพาะต่างๆ ในการใช้ประโยชน์และการรักษาทรัพยากรธรรมชาติอันหลากหลายนี้เอาไว้ อย่างไรก็ตาม คนทำวิจัยก็ต้องมีความชัดเจนว่า งานวิจัยนั้นเป็นไปเพื่อการเอามาใช้ประโยชน์ หรือเป็นการวิจัยที่จะช่วยเพิ่มพูนขีดความสามารถ

เพื่อเพิ่มพลังอำนาจให้กับผู้หญิง การยอมรับในองค์ความรู้ท้องถิ่นของผู้หญิงจะนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่าผู้หญิงจะต้องมีบทบาทหลักในฐานะของผู้ทำการตัดสินใจ และการกำหนดทิศทางของการวิจัยด้วย (Zweifel, 1997)

วัตถุประสงค์

1. ตรวจสอบองค์ความรู้ดั้งเดิมในการย้อมสีธรรมชาติ และทำการทดสอบคุณภาพความคงทนของสีย้อม
2. นำเอาทักษะความรู้เดิมมาพัฒนาต่อยอด ในการสร้างรายได้เสริมนอกภาคเกษตรให้แก่กลุ่มสตรีกะเหรี่ยงที่บ้านห้วยหินดำจำนวน 15 ครัวเรือน
3. ศึกษาแนวทางในการสนับสนุนบทบาทหญิงชายในการจัดการด้านการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพของท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

วิธีการ

การวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม PAR (Participatory Action Research) ซึ่งเป็นการวิจัยที่พัฒนามาจากแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kurt Lewin (อาวรณ์, 2541) ที่ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางทั้งในงานพัฒนาชนบท การศึกษา การสาธารณสุข การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. เป็นกระบวนการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มคนที่มีปัญหาหรือมีความสนใจอยากเห็นการเปลี่ยนแปลงร่วมกัน
2. เป็นกระบวนการวิจัยที่เชื่อมการปฏิบัติกับการวิจัยไว้ด้วยกัน
3. เป็นการสร้างกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน (learning process)
4. เป็นกระบวนการวิจัยที่เน้นให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง (collaborator) มีส่วนร่วมในการตัดสินใจตลอดกระบวนการวิจัย เป็นการตัดสินใจร่วมกันเป็นกลุ่ม (collective decision) และการร่วมมือเป็นกลุ่ม (collective action)
5. เป็นกระบวนการวิจัยที่เป็นวงจรต่อเนื่องของการวางแผน (planning) การลงมือปฏิบัติตามแผน (action) การสังเกต (observation) วิธีการปฏิบัติและผลของการปฏิบัติ การสะท้อนความคิดเห็นเชิงวิพากย์ (critical reflection) ต่อวิธีการปฏิบัติและผลของการปฏิบัติ เพื่อที่จะร่วมกันวางแผนใหม่ (re-planning) โดยทำอย่างเป็นวงจรต่อเนื่อง
6. เป็นกระบวนการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการกระตุ้นสนับสนุน (facilitation) และผู้กระตุ้นสนับสนุน (facilitator)
7. การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เหมาะสำหรับการหาทางเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงสถานการณ์หรือโครงการที่ซับซ้อน ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นตรงไหน และจะทำอะไรต่อไป

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมก็คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นเพียงกรอบวิธีการวิจัยโดยรวม (methodology) เท่านั้น ดังนั้นในแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยสามารถนำเทคนิคหรือรูปแบบวิธีการวิจัยอื่นๆ ทั้งทางวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์หรือทางสังคมศาสตร์มาใช้ได้ตามความเหมาะสม

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการที่หมู่บ้านห้วยหินดำ หมู่ที่ 6 ตำบลวังยาว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยมีประเด็นย่อยของการวิจัย 3 ประเด็นได้แก่ 1) การตรวจสอบองค์ความรู้เกี่ยวกับการย้อมสีธรรมชาติตามภูมิปัญญาดั้งเดิมโดยการใช้ตัวชี้วัดทางอุตสาหกรรมเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบ 2) การนำเอาความรู้ท้องถิ่นไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนา โดยกระบวนการทำงานร่วมกับกลุ่มสตรีทอผ้า และ 3) การจัดการทรัพยากรชีวภาพโดยชุมชน ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนนี้คณะวิจัยใช้วิธีการประกอบกันเพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินชุมชนแบบเร่งด่วน และการประเมินทรัพยากรชุมชนแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์ผู้รู้ท้องถิ่น การใช้แบบสอบถาม การสังเกตอย่างมีส่วนร่วม การใช้เวทีประชุมกลุ่ม การศึกษาดูงานภายนอก การเสริมข้อมูลเอกสารหนังสือเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในการทำงานของกลุ่มสตรีทอผ้า การทดสอบผลการย้อมสีในห้องปฏิบัติการ และการจัดเวทีสัมมนาสรุปผล

บ้านห้วยหินดำ เป็นชุมชนชาวไทยเชื้อสายกะเหรี่ยง เชื้อสายย่อยกะเหรี่ยงโป (Pwo) ที่มีการอพยพย้ายถิ่นมาอยู่ในจังหวัดสุพรรณบุรีก่อนสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ มีประเพณีวัฒนธรรมท้องถิ่นอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของตนอง รวมทั้งมีกลุ่มสตรีทอผ้าที่ยังคงมีการทอผ้าแบบพื้นบ้านไว้ใช้เอง

ในรอบทศวรรษที่ผ่านมา บ้านห้วยหินดำได้ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และระบบนิเวศชุมชน อันเป็นผลพวงของการพัฒนาระบบทุนนิยม และความทันสมัย (modernization) ในรูปของสัมปทานป่าไม้ ถนน ไฟฟ้า และการปลูกพืชเชิงเดี่ยวเพื่อการค้า หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ชุมชนบ้านห้วยหินดำได้เผชิญกับปัญหาอันเป็นผลกระทบจากการพัฒนากระแสหลักมาแล้วในระดับหนึ่ง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแสวงหารูปแบบของการพัฒนาที่เหมาะสมกับชุมชนท้องถิ่นของตนเอง พร้อมกันนี้ชาวบ้านห้วยหินดำยังได้ริเริ่มจัดตั้งองค์กรชุมชนเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในรูปของป่าชุมชนมาแล้วระดับหนึ่งด้วย

1. การตรวจสอบองค์ความรู้เกี่ยวกับการย้อมสีธรรมชาติ

นักวิจัยได้จัดเวทีเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยให้กลุ่มสตรีทอผ้าได้รับทราบและคัดเลือกสมาชิกกลุ่มสตรีทอผ้า จำนวน 15 คน เข้าร่วมเป็นทีมวิจัย ซึ่งต่อมามีการกำหนดแผนงานและแบ่งความรับผิดชอบทุกขั้นตอนร่วมกัน ทั้งนี้ทีมวิจัยได้ร่วมกันกำหนดการทดสอบออกเป็น 3 กลุ่มสี ได้แก่ สีแดง จากรากยอ *(Bixa orellana)* สีดำ/น้ำเงิน จากใบฮ่อม (*Strobilanthes cusia)* ต้นคราม (*Indigofera tinctoria)* และเปลือกกระดังงาป่า (*Dubanga grandiflora)* และสีเหลือง จากเมล็ดคำแสด (*Bixa orellana*) ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 กรรมวิธี และแต่ละกรรมวิธีมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมด้ายก่อนการย้อม 2) การเตรียมน้ำสีสำหรับย้อม 3) การย้อมสีด้าย และนำไปทอเป็นชิ้นผ้า

เส้นด้ายที่ผ่านกระบวนการย้อมและทอเป็นชิ้นผ้าแล้วจะถูกนำไปทดสอบคุณภาพของสีย้อมตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ณ ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยทดสอบคุณสมบัติของสีย้อมใน 3 ด้าน คือ 1) ความคงทนต่อการซักล้าง 2) ความคงทนต่อการขัดถู และ 3) ความคงทนต่อแสง

ภายหลังจากทราบผลการทดสอบแล้ว จึงจัดเวทีเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ และนำความรู้ที่ได้นี้ไปพัฒนาเทคนิคการย้อมสีใหม่ๆ และปรับปรุงรูปแบบการทอผ้าเพื่อยกระดับคุณภาพของงานหัตถกรรมผ้าทอย้อมสีธรรมชาติสำหรับการจำหน่ายต่อไป

2. การนำเอาองค์ความรู้ไปใช้ต่อยอดในการพัฒนากลุ่มสตรีทอผ้า

การนำทักษะ ความรู้ ด้านการทอผ้าย้อมสีธรรมชาติของสตรีกะเหรี่ยงบ้านห้วยหินดำ มาเป็นกิจกรรมในการพัฒนากลุ่ม/องค์กรสตรีทอผ้าเพื่อสร้างรายได้เสริม โดยมุ่งเน้นที่การรวมกลุ่มทำกิจกรรมทอผ้าย้อมสีธรรมชาติที่เปิดโอกาสให้สตรีทอผ้าเข้ามามีส่วนร่วมคิด ร่วมทำ และร่วมตัดสินใจในการพัฒนารูปแบบการจัดการองค์กรเพื่อเสริมสร้างการพึ่งตนเอง

3. การพัฒนาแนวทางบทบาทหญิงชายในการจัดการทรัพยากรชีวภาพ

การเชื่อมโยงกิจกรรมการทอผ้าย้อมสีธรรมชาติเข้ากับการจัดการทรัพยากรชีวภาพโดยชุมชน เน้นที่การจัดการพันธุกรรมพืชที่ใช้ในการย้อม โดยการลงพื้นที่สำรวจและประเมินสภาพทรัพยากรพันธุ์พืชให้สีในสภาพป่าธรรมชาติ และพื้นที่ที่มีการเก็บใช้ร่วมกันกับกลุ่มสตรีทอผ้า ทั้งช่วงเริ่มการวิจัยและช่วงหลังการวิจัย

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจัดเวทีสรุป และจัดทำแผนการจัดการทรัพยากรพืชที่ใช้ในการย้อมสี เพื่อนำเสนอเข้าสู่แผนแม่บทการจัดการทรัพยากรชีวภาพของชุมชนบ้านห้วยหินดำต่อไป

ผลการวิจัย

1. การตรวจสอบองค์ความรู้ดั้งเดิมในการย้อมสีธรรมชาติ

กรรมวิธีการย้อมสีตามความรู้ดั้งเดิมของสตรีกะเหรี่ยงมีทั้งการย้อมร้อนและย้อมเย็น การย้อมร้อนหมายถึงการนำน้ำสีไปต้มพร้อมเส้นด้ายเพื่อให้ความร้อนเป็นตัวช่วยสกัดให้ตัวสีออกมา และทำให้เส้นด้ายดูดซับน้ำสีดียิ่งขึ้น ซึ่ง

ได้แก่ การย้อมสีแดงจากรากยอ การย้อมสีดำจากเปลือกกระดังงาป่า และสีเหลืองจากเมล็ดคำแสด ส่วนการย้อมเย็นหมายถึงการแช่หมักพืชให้สีในโอ่ง ซึ่งใช้สำหรับการย้อมสีจากต้นฮ่อมและคราม นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำด่าง (base) จากขี้เถ้าไม้ไผ่ หรือไม้เปล้า มาย้อมเส้นด้ายก่อนที่จะนำด้ายไปย้อมในน้ำสี ซึ่งน้ำด่างจากขี้เถ้านี้จะเป็นตัวช่วยดูดซับตัวสี (pigment) ในขณะย้อมให้ติดเข้ากับเส้นด้ายฝ้ายดียิ่งขึ้น (ดูในกรอบ)

ผลการทดสอบคุณภาพสีย้อมในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่า สีย้อมธรรมชาติตามกรรมวิธีแบบดั้งเดิมมีคุณสมบัติในการติดสีได้ดีทั้งความคงทนต่อการซักล้างและการขัดถูในทุกกรรมวิธี แต่จะมีปัญหาความซีดจางหากได้รับแสงแดดเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตาม จุดอ่อนนี้สามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการย้อมทับ (top dye) หลายๆ ครั้ง

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการย้อมสีให้มีคุณภาพนั้น ได้แก่ การใช้น้ำขี้เถ้าเพื่อแช่เส้นด้ายในช่วงเตรียมการก่อนการย้อมสี ซึ่งกรรมวิธีนี้ สามารถนำไปใช้กับการย้อมสีจากพืชได้ทุกชนิด นอกจากนี้การใช้ตัวติดสี (mordant dye) ที่มีอยู่ในธรรมชาติก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง เช่น น้ำโคลน น้ำสนิมเหล็ก ใบไม้ที่มีรสเปรี้ยว น้ำปูน และน้ำขี้เถ้า เป็นต้น ความรู้และเทคนิคใหม่ที่ได้จากการทดลองนี้ กระตุ้นให้กลุ่มสตรีเริ่มทดลองย้อมกับพืชที่ไม่เคยใช้ย้อมมาก่อนมากขึ้น เช่น เปลือกมะกอกเกลื่อน ใบหมามุ่ย ใบหูกวาง เป็นต้น

การสกัดสีจากส่วนต่างๆ ของพืช มีวิธีการอยู่ 2 กรรมวิธี คือ การหมัก หรือที่เรียกว่าการย้อมเย็น และการต้ม หรือที่เรียกว่าการย้อมร้อน สำหรับการย้อมสีนั้น แบ่งตามลักษณะของการย้อมได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ การย้อมสีโดยตรง (direct dye), การย้อมสีโดยการใช้ความเป็นกรด (acid) และด่าง (basic) แบบผสมผสานเข้าด้วยกัน, การย้อมโดยการแช่หมักในอ่างหมึก (vat dye) และการย้อมโดยใช้ตัวติดสี (mordant dye)

กรรมวิธีการย้อมสีดังกล่าว ถ้าโดยตัวสีจากพืช (pigment) เองจะไม่สามารถยึดติดสีให้ติดและคงทนอยู่ได้นาน ดังนั้น ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ตัวสีจากพืชสามารถยึดติดกับสิ่งที่นำไปย้อมให้ติดสีได้ ก็คือตัวยึดสี (fastness of colors) โดยสามารถแบ่งตัวยึดสีนี้ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ตัวดูดสี หรือ แทนนิน (tannin) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้มากในกรณีการย้อมเส้นฝ้าย เพราะเส้นฝ้ายจะมีข้อด้อยในการดูดซับน้ำสี คุณสมบัติของแทนนินนี้จะเป็นตัวช่วยในการดูดซับสารที่ให้สีจากพืชได้ดี และทำให้สีติดแน่นยิ่งขึ้น สารแทนนินนี้จะมีอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืช ที่มีรสฝาด และ/หรือ ฝาด เช่น ยางจากไม้ประดู่ เปลือกหมาก เป็นต้น

ตัวติดสี หรือ มอร์แดนท์ (mordant) คุณสมบัติของสารชนิดนี้จะช่วยทำให้สีที่ย้อมจากพืชยึดติดกับสิ่งที่นำมาย้อมให้เกิดการติดสีได้ดียิ่งขึ้น หรือบางครั้งทำให้ตัวสีเดิมที่ย้อมเปลี่ยนแปลงไป อาจเข้มขึ้นหรือจางลง หรืออาจเปลี่ยนเป็นสีใหม่ที่มิใช่สีเดิม ตัวมอร์แดนท์นี้ได้แก่ สารจำพวกวัตถุธาตุต่างๆ เช่น สารส้ม สนิมเหล็ก จุนสี กรด ด่าง ปูนกินหมาก น้ำมันทั้งจากพืช และสัตว์ หรือส่วนที่ได้จากพืชที่มีรสเปรี้ยว หรือแม้แต่น้ำขี้เถ้าที่ได้จากการเผาไม้ต่างๆ ก็ถือว่าเป็นตัวติดสีด้วยเช่นเดียวกัน (ระวีวรรณ และอัจลา, 2540; Lemmens et al., 1992)

2. การต่อยอดความรู้เดิมเพื่อสร้างรายได้เสริม

เดิมนั้นครัวเรือนของชาวกะเหรี่ยงจะดำรงชีพอยู่อย่างพอเพียง และมีรายได้เป็นเงินสดไม่มากนักจากการเก็บหาหน่อไม้ในฤดูฝนซึ่งราคาต่ำกิโลกรัมละ 1 - 4 บาท แล้วแต่ว่าหน่อไม้มีมากหรือน้อย เมื่อมีการดำเนินโครงการวิจัย ทำให้สตรีกะเหรี่ยงหันมาทอผ้าย้อมสีธรรมชาติมากขึ้น ส่งผลให้มีทางเลือกในการทำงานและการสร้างรายได้ให้กับครอบครัวเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับกลุ่มผู้สูงอายุและสตรีแม่ลูกอ่อน

สำหรับการจำหน่ายผลิตภัณฑ์นั้นกลุ่มได้ร่วมกันปลูกสร้างร้านค้าของตนขึ้นเพื่อจำหน่ายผ้าทอให้กับคนที่เข้ามาเที่ยวในหมู่บ้าน โดยไม่จำเป็นต้องนำผ้าไปจำหน่ายข้างนอก นับว่าเป็นการดึงคนจากภายนอกชุมชนให้เข้ามาเรียนรู้วิถีชุมชนโดยทางอ้อม ในช่วงที่ดำเนินโครงการวิจัย (2542/2543) กลุ่มได้ผลิตผ้าออกมาจำหน่ายจำนวนทั้งสิ้น 807 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าสินค้ารวม 93,824 บาท และสามารถจำหน่ายได้เป็นเงิน 81,986 บาท โดยมีสมาชิก 25 คน เฉลี่ยแล้วมีรายได้ 3,279 บาทต่อคน นอกจากนี้กลุ่มยังมีรายได้จากการจำหน่ายเส้นด้ายฝ้ายและเงินที่หักจากการจำหน่ายผ้าของสมาชิกเข้ากองทุนกลุ่มสตรีทอผ้า รวมแล้วมีเงินคงเหลือหลังเสร็จสิ้นงานวิจัยนี้ จำนวน 44,284 บาท

3. แนวทางในการสนับสนุนบทบาทหญิงชายในการจัดการด้านการอนุรักษ์

ทีมวิจัยได้จัดกระบวนการให้กลุ่มสตรีทอผ้านำความรู้จากงานวิจัยไปใช้ในกิจกรรมการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของชุมชน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้แต่เดิมมักจะเน้นที่บทบาทของผู้ชายเป็นหลักเพราะถือว่าเป็นผู้นำครอบครัว กระบวนการวิจัยมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมสถานภาพและบทบาทของสตรีภายในครัวเรือนและกิจกรรมส่วนรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมของคณะกรรมการป่าชุมชน กล่าวคือ เวลาที่คณะกรรมการป่าชุมชนทำการประชุมประจำเดือน นอกจากกลุ่มสตรีทอผ้าจะเข้าร่วมประชุมด้วยแล้ว ทางกลุ่มสตรีทอผ้ายังได้สละเงินที่ได้จากการจำหน่ายผ้าของกลุ่มและแรงงานบางส่วนมาทำอาหารเลี้ยงคนที่มาเข้าร่วมประชุมทุกครั้ง นอกจากนี้กิจกรรมขององค์กรป่าชุมชนหลายกิจกรรมก็มีสตรีจากกลุ่มทอผ้าเข้าร่วมด้วย เช่น การเดินตรวจป่า เป็นต้น

ปัจจุบันสตรีเริ่มมีความเข้าใจในบทบาทของตนเองมากขึ้น จึงเริ่มที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมในการคิดและการตัดสินใจในงานของชุมชนมากขึ้น การแสดงบทบาทของหญิงกับชายในชุมชนเป็นไปตามความถนัดของแต่ละคนมากขึ้น สตรีทอผ้าคนหนึ่งกล่าวว่า “เราไม่ได้มองว่าการทำป่าชุมชนเป็นเรื่องของผู้ชาย แต่เราคิดว่าหากเป็นเรื่องภายนอกครอบครัว เราไม่อยากเข้าไปยุ่งเพราะผู้ชายเขาเข้าไปยุ่งเกี่ยวแล้ว พวกผู้หญิงก็ควรอยู่ทางบ้านทำงานบ้านให้ดี” [1]

จากการที่สตรีทอผ้าได้ร่วมเดินสำรวจสภาพทรัพยากรพืชที่ใช้ในการย้อมพบว่า พรรณไม้ที่สามารถนำมาใช้ย้อมสีได้นั้นส่วนใหญ่จะนำมาจากสวนหลังบ้านที่มีการปลูกอยู่ก่อน และบางส่วนจากป่าบริเวณรอบๆ ไร่นา ส่วนการเก็บหาพืชที่ใช้ย้อมในสภาพป่าสมบูรณ์นั้นมีน้อยมาก สาเหตุดังกล่าวเป็นเพราะพรรณไม้ที่นำมาใช้ในการย้อม รวมทั้งไม้ที่ใช้เผาทำเป็นขี้เถ้าล้วนเป็นไม้ธรรมชาติที่มีอยู่ทั่วไปและหาใช้ได้ค่อนข้างหลากหลาย อาทิ เช่น ใบมะม่วง ใบหูกวาง เปลือกเพกา เมล็ดคำแสด ไม้ไผ่ป่า ไม้เปล้า เป็นต้น

การได้เดินสำรวจพันธุ์ไม้ทำให้กลุ่มสตรีทอผ้าเกิดการตระหนักและเห็นคุณค่าของพันธุ์ไม้นานาพรรณที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการย้อมสี จึงได้มีการกำหนดแผนการใช้และการจัดการทรัพยากรพืชให้สีขึ้น 3 แผนงาน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. แสดงแผนการจัดการทรัพยากรพืชให้สี

แผนการจัดการ	วัตถุประสงค์	วิธีการดำเนินงาน
1. แผนการใช้ประโยชน์ทรัพยากร	เพื่อกำหนดวิธีการในการเก็บใช้ให้สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพทรัพยากรที่มีอยู่	เป็นการกำหนดวิธีการเก็บใช้ส่วนต่างๆ และลักษณะการเก็บหา ตั้งแต่เมล็ด เปลือก แก่น ราก ใบ ดอก และผล อาทิเช่น ในการใช้เปลือกต้นไม้ จะต้องไม่ถากเปลือกบนต้นเดียวกันจนรอบต้น แต่ให้เว้นระยะจุดที่ถากและต้องมีการนำดินมาพอกปิดรอยผิวที่ถากไว้เพื่อให้เยื่อเปลือกหุ้มเร็วขึ้น เป็นต้น
2. แผนการฟื้นฟูทรัพยากร	เพื่อฟื้นฟูพันธุ์ไม้ให้สีทั้งที่ไม่มี หรือมีน้อยให้กลับคืนมา และมีปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้ภายในชุมชน	ทำการขยายพันธุ์ และนำมาปลูกเสริม/ทดแทน เช่น ต้นฮ่อม ต้นคราม เป็นต้น
3. แผนการอนุรักษ์ทรัพยากร	เพื่อเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมของระบบนิเวศธรรมชาติ ให้เหมาะแก่การอยู่อาศัยของพืชดั้งเดิม	นำแผนการจัดการพืชให้สีนี้ เข้าสู่แผนแม่บทการจัดการทรัพยากรชีวภาพโดยชุมชนในรูปของการจัดการป่าชุมชน

อนึ่ง การควบคุมการใช้พืชยังคงอยู่ภายใต้ระบบคิด ความเชื่อ ประเพณี และข้อห้ามต่างๆ ที่เกี่ยวกับการย้อมที่ยังคงถือปฏิบัติสืบต่อกันมา อาทิเช่น การย้อมสีแดงจากรากยอ สตรีแม่ลูกอ่อนที่บุตรอายุยังไม่ถึง 3 ปี จะไม่ทำการย้อมรากยอ โดยเชื่อกันว่า กลิ่นสีย้อมจากรากยอจะทำให้เด็กเจ็บป่วยไม่สบายได้ เป็นต้น ขณะเดียวกันกลุ่มสตรีทอผ้ายังได้รื้อฟื้นการปลูกฝ้ายพันธุ์พื้นเมืองพร้อมกับทำการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้สำหรับการหีบเมล็ดและการปั่นเส้นด้ายเพื่อเป็นวัตถุดิบในการพึ่งตนเองในระยะยาวอีกด้วย

[1] นางลัดดาวัลย์ งามยิ่ง อายุ 28 ปี (2542) บ้านห้วยหินดำ ต. วังยาว อ. ด่านช้าง จ. สุพรรณบุรี

4. ผลที่ได้รับอื่น ๆ

4.1 ด้านการเรียนรู้ จากการจัดเวทีสัมมนาขึ้นในหมู่บ้าน เพื่อให้มีการสรุปประเมินการดำเนินงานของทีมวิจัยกลุ่มสตรีทอผ้าที่เข้าร่วมงานวิจัยนี้ ได้แสดงความคิดเห็นถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ และผลที่ได้รับจากกระบวนการวิจัย ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1.) การได้เข้าไปมีส่วนในการสืบค้นความรู้จากผู้เฒ่าผู้แก่ด้วยตนเอง ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการย้อมสีจากพืชธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น

2.) เกิดการเรียนรู้เทคนิควิธีการย้อมสีจากพืชใหม่ๆ โดยอาศัยความรู้เดิมเป็นฐานในการพัฒนาคุณภาพการย้อมสี

3.) การประยุกต์เทคนิควิธีการทอผ้าโดยนำลวดลายเก่าๆมาเป็นฐานในการพัฒนาฝีมือและรูปแบบการทอ

4.) การรื้อฟื้นระบบคุณค่าของประโยชน์ในการนำทรัพยากรทั้งที่เป็นตัวบุคคลและพืชมาใช้ อันนำไปสู่การสำนึกในบุญคุณ และความสำคัญในการที่จะรักษาประเพณีวัฒนธรรม รวมทั้งทรัพยากรชีวภาพของชุมชนให้คงอยู่สืบไป

4.2 ด้านการสืบทอดวัฒนธรรม การทอผ้าทำให้สตรีกะเหรี่ยงเกิดความตระหนักและความภาคภูมิใจในคุณค่าของวัฒนธรรม ตลอดจนการให้ความสำคัญกับองค์ความรู้ดั้งเดิมในด้านอื่นๆ เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการสืบทอดองค์ความรู้ด้านการทอผ้าแบบธรรมชาติ กล่าวคือ เกิดกลุ่มเด็กผู้หญิงเล็กๆ 5-6 คน หันมาเล่นทอผ้า โดยเป็นการเล่นที่เลียนแบบการทอผ้าของผู้ใหญ่ จากคำบอกเล่าของผู้เป็นแม่เด็กกล่าวว่า "ในสมัยที่ตนยังเป็นเด็กเล็กๆ ก็เล่นทอผ้าแบบนี้เช่นเดียวกัน"[2] พอเริ่มมีทักษะขึ้นมา ผู้เป็นแม่ก็จะเริ่มเดินด้ายให้ก่อนและให้ลูกสาวหัดทอ เมื่อเริ่มทอคล่องขึ้น จากนั้นจึงจะให้ลูกสาวเดินด้ายทอผ้าเอง โดยมีแม่เป็นผู้สอนการออกแบบลายผ้าแบบต่างๆ เพิ่มเติม ณ จุดนี้ วิถีดังกล่าวกำลังย้อนกลับคืนมาอีกครั้ง ย่อมแสดงให้เห็นว่า การสืบทอดวัฒนธรรมการทอผ้านี้จะยังคงดำรงอยู่และมีผู้สืบต่อ หลังจากที่เคยขาดหายไปในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

4.3 ด้านการบริหารจัดการองค์กร การที่สตรีกะเหรี่ยงได้ทำงานกลุ่มร่วมกันกับสมาชิกทอผ้าคนอื่นๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ๆ ที่แตกต่างไปจากเดิมมากมาย อาทิเช่น รู้จักการทำงานที่เป็นระบบแบบแผน มีขั้นตอน และเรียนรู้ที่จะจดบันทึกข้อมูลและเรื่องราวต่างๆ ในระหว่างการประชุมพูดคุยกันในกลุ่ม การศึกษาดูงาน การอ่าน ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับทำให้สตรีกะเหรี่ยงมีการพัฒนาศักยภาพในด้านการทำงานร่วมกันเพิ่มขึ้น แม้ว่าบางคนจะไม่เคยเรียนหนังสือมาก่อนแต่ก็สามารถทำงานกลุ่มร่วมกันได้ ซึ่งภายหลังเสร็จสิ้นงานวิจัยนี้ได้เกิดเครือข่ายระหว่างหมู่บ้านที่ทีมวิจัยได้เข้าไปเก็บข้อมูลโดยสัมภาษณ์ผู้รู้ จึงเกิดการเชื่อมต่อและขยายผลกิจกรรมทอผ้าย้อมสีธรรมชาติ อันจะนำสู่แนวทางการเชื่อมร้อยเครือข่ายเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนใกล้เคียง เพื่อขยายฐานการพัฒนาท้องถิ่นต่อไป

นอกจากผลที่ได้รับดังกล่าวข้างต้นนั้นแล้ว ยังมีเบี้ยรายทางให้เก็บเกี่ยวมากกว่าที่ได้ตั้งเป้าหมายเอาไว้ในโครงการนี้ อาทิเช่น การพัฒนาขีดความสามารถด้านการจัดการองค์กรทางเศรษฐกิจของคนชนบท โดยการเกิดกลุ่มออมทรัพย์ขึ้น การสร้างความสมดุลทางสังคมในระดับครัวเรือนและชุมชน การให้คุณค่าและความสำคัญต่อความยั่งยืนของกิจกรรมการพัฒนาประสานกับการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนท้องถิ่นอย่างเข้าใจ เป็นต้น

บทสรุป

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR) เป็นเครื่องมือในการสร้างสังคมเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักวิจัยจากภายนอกกับกลุ่มชาวบ้านที่ได้รับประโยชน์ควบคู่ไปกับการพัฒนา อันเป็นการแสวงหาองค์ความรู้เพื่อขยายพรมแดนแห่งความรู้ ความยั่งยืนของงานพัฒนาชนบทในระยะยาว ซึ่งขึ้นอยู่กับการสร้างความเข้มแข็งและเพิ่มขีดความสามารถให้คนในท้องถิ่นสามารถดำเนินกิจกรรมการพัฒนานั้นๆ ไปได้อย่างต่อเนื่อง และมีพลวัตในการที่จะปรับปรุงรูปแบบการพัฒนาให้สอดคล้องกับสภาพของปัญหาทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงไปทุกขณะ ซึ่งโครงการพัฒนานั้นๆ จะถูกนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ภายในชุมชนโดยชุมชนเอง ถือว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับโครงการพัฒนาในระดับรากหญ้าที่มีความเฉพาะเจาะจงของพื้นที่ ที่มีสภาพปัญหาที่ซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทำงานร่วมกับกลุ่มคนที่ไม่ผ่านระบบการศึกษาแบบทางการมาก่อน ซึ่งมีขีดจำกัดใน

[2] นางจะวี งามยิ่ง อายุ 38 ปี (2542) บ้านห้วยหินดำ ต. วังยาว อ. ด่านช้าง จ. สุพรรณบุรี

การเข้าถึงข้อมูลหรือองค์ความรู้ใหม่ๆ ผ่านทางการอ่าน หรือการฝึกอบรมในระยะสั้นๆ ดังนั้น การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมจึงเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการสร้างกระบวนการเรียนรู้ ทั้งในแง่ของการแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ผ่านการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงที่ยาวนาน และในแง่ของการสร้างหลักประกันให้กับความยั่งยืนของงานพัฒนาและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้กับคนชนบท

จากผลการดำเนินงานศึกษาวิจัย ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาบนฐานการจัดการทรัพยากรชีวภาพโดยชุมชนมีส่วนร่วม 5 ประการ ได้แก่

1. การตรวจสอบคุณภาพสีย้อมโดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ทำให้ทราบถึงจุดอ่อนจุดแข็ง หรือข้อดีข้อเสียในการย้อมสีตามความรู้แบบดั้งเดิม นอกจากนี้ กลุ่มสตรีทอผ้าที่ร่วมทีมวิจัยยังเกิดความมั่นใจในกรรมวิธีการย้อมตามความรู้ของตน และนำความรู้เดิมนั้นมาพัฒนาต่อยอด ผสานกับความรู้ที่ได้เรียนรู้เพิ่มเติมจากการทดลองปฏิบัติจนเกิดการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการย้อมสีใหม่จากพืชชุดใหม่ขึ้นมาบนฐานของความรู้เดิม

2. การนำเอาองค์ความรู้ของคนท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ร่วมกับทรัพยากรชีวภาพที่มีอยู่ในท้องถิ่น ทำให้เกิดกิจกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนที่เหมาะสมต่อชุมชน และทรัพยากรธรรมชาติ

3. การที่คนในท้องถิ่นรู้ถึงคุณค่าและประโยชน์ของการนำเอาทรัพยากรชีวภาพของท้องถิ่นมาใช้อย่างเข้าใจและเหมาะสม เพื่อตอบสอบความต้องการทางเศรษฐกิจของตนเองนั้น ได้ส่งผลให้เกิดจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรชีวภาพของชุมชนอย่างยั่งยืน

4. กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นวิธีการสร้างกระบวนเรียนรู้ ที่พัฒนาศักยภาพของทรัพยากรมนุษย์ในท้องถิ่นให้รู้จักวิธีการจัดการทรัพยกรชีวภาพ และการพัฒนากิจกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการของตนเอง และสภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม โดยยังคงรักษาประเพณีวัฒนธรรมอันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่นไว้ได้

5. แนวทางการพัฒนากิจกรรมที่ตั้งอยู่บนฐานขององค์ความรู้ดั้งเดิมของชุมชน และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนที่สอดคล้องกับความต้องการของคนในชุมชน จะนำไปสู่กระบวนการพัฒนาและการพึ่งตนเองในอนาคตของชุมชนได้อย่างยั่งยืน

จากการศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ผลที่ได้จากงานวิจัยได้สะท้อนถึงผลอันเกิดขึ้นจากกระบวนการพัฒนาโดยการใช้ฐานองค์ความรู้และทรัพยากรที่ชุมชนมีอยู่สามารถทำให้ชุมชนพึ่งตนเองได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้โดยอาศัยการทอผ้าย้อมสีธรรมชาติและการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นเครื่องมือในการสร้างกระบวนการเรียนรู้

2. การวิจัยนี้ได้สร้างกลุ่ม/องค์กรให้กับกลุ่มสตรีกะเหรี่ยงที่จะเป็นฐานในการพัฒนากิจกรรมของตนเองออกไป อย่างไรก็ตาม สิ่งที่น่าติดตามต่อจากกระบวนการวิจัยนี้คือ บทบาทหญิงชายต่อการกำหนดทิศทางงานพัฒนาและการแก้ไขปัญหาภายในชุมชนร่วมกัน การศึกษาวิจัยบทบาทหญิงชายเพื่อการพัฒนาและการจัดการทรัพยากรท้องถิ่นนี้จะนำไปสู่กระบวนการสร้างความเข้มแข็งขององค์กรท้องถิ่นเพื่อการพึ่งตนเองได้ในระยะยาว

3. ถึงแม้ว่าปัจจุบันกลุ่มจะสามารถจำหน่ายผลผลิตของตนเองได้ภายในชุมชน แต่การตลาดก็ยังมีความสำคัญซึ่งเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม ทั้งในแง่ปัจจัยทางการตลาดภายนอกที่จะมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อกลุ่มสตรีทอผ้า และการบริหารจัดการองค์กรภายในซึ่งเป็นธุรกิจชุมชน เพื่อให้กลุ่มเท่าทันต่อกลไกตลาดและสามารถสร้างการต่อรองเพื่อผลประโยชน์ที่เป็นธรรมต่อกลุ่มและชุมชนในระยะยาวได้

4. การวิจัยซึ่งนอกจากจะเป็นการแสวงหาองค์ความรู้ใหม่ ควรที่จะต้องสร้างกระบวนการวิจัยที่เปิดโอกาสให้คนชนบทได้เข้าไปมีส่วนร่วมและทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์เพื่อการแก้ไขปัญหาให้กับตนเอง จัดกระบวนการวิจัยที่นำสู่การสร้าง “สังคมแห่งการเรียนรู้” (learning society) และเป็นกลไกเสริมศักยภาพของคนชนบท

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เกิดขึ้นได้เพราะความเมตตาจากท่านอาจารย์ ดร. สมศักดิ์ สุขวงศ์ ผู้อำนวยการศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ที่กรุณาแนะนำให้ผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดและรูปแบบงานพัฒนาชนบทที่อิงกับการจัดการทรัพยากรท้องถิ่นโดยชาวบ้านในชุมชนระดับรากหญ้าในรูปของงานศึกษาวิจัย ซึ่งได้รับการสนับสนุน

จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 341018

ขอขอบคุณ คุณนิตยา นวลศิริ ที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานการทดสอบผลการย้อมสีธรรมชาติ และท่านอาจารย์อนันต์เสวก เหว่ซึ่งเจริญ แห่งภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่กรุณาช่วยตรวจสอบคุณภาพผลการทดสอบสีย้อม รวมทั้งที่ปรึกษาทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ คุณนิตยา กิจติเวชกุล คุณสมยศ สุภาพร เหมินทร์ และคุณสุรพงษ์ กองจันทึก ที่ให้ข้อชี้แนะและการเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาการทำงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

งานวิจัยนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปหากขาดผู้ร่วมทีมวิจัยที่ดี และมีความกระตือรือร้นที่จะร่วมเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้แก่ คุณอัจลา รุ่งวงษ์ ผู้ช่วยนักวิจัย และกลุ่มสตรีกะเหรี่ยงที่เป็นช่างทอผ้าพื้นบ้าน ทั้งผู้วิจัยและกลุ่มสตรีที่เป็นผู้ร่วมวิจัยต่างได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ร่วมกัน และก่อให้เกิดประสบการณ์ใหม่ๆ ที่ดีร่วมกันตลอดระยะเวลา 2 ปีของการดำเนินงาน นอกจากนี้ ขอขอบคุณ คุณพยงค์ ศรีทอง ที่ช่วยตรวจทานรายงานต้นฉบับรวมทั้งสมาชิกครอบครัวศรีทองที่ให้โอกาส เวลา และกำลังใจในการทำงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

หากงานวิจัยนี้มีข้อบกพร่องผิดพลาดประการใด ในฐานะหัวหน้าโครงการวิจัยขอน้อมรับผิดแต่เพียงผู้เดียว และขอยกความดีทั้งหลายทั้งปวง ที่เป็นผลจากงานวิจัยนี้ให้แก่ กลุ่มสตรีกะเหรี่ยงทอผ้าย้อมสีธรรมชาติ แห่งบ้านห้วยหินดำ

เอกสารอ้างอิง

ชนิดา ตั้งถาวรสิริกุล. 2541. สื่อสัญลักษณ์ผ้าลาวเวียงจันท์. มูลนิธิโครงการตำราสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ทรงศักดิ์ ปรางค์วัฒนากูล และแพทรีเซีย ซีสแมน แน่นหนา. 2539. ผ้าไทลื้อ การผลิตซ้ำทางวัฒนธรรม. ใน: Proceedings of the 6th International Conference on Thai Studies Vol. II, Chaing Mai, Thailand, 14th-17th October, pp. 671-684.

บุญเทียน ทองประสาน. 2531. แนวคิดวัฒนธรรมชุมชนในงานพัฒนา. สภาคาทอลิกแห่งประเทศไทยเพื่อการพัฒนา.

ประเวศ วะสี. 2542. เศรษฐกิจพอเพียงและประชาสังคม แนวทางพลิกฟื้นเศรษฐกิจสังคม. สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน.

ผะอบ นะมาตร์ และคณะ. 2536. ผ้าและการสืบทอดความรู้เรื่องผ้า: กรณีศึกษากะเหรี่ยงโปว์ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี และสุพรรณบุรี. สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ.

ยศ สันตสมบัติ. 2542. ความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. จัดพิมพ์โดยศูนย์ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. นพบุรีการพิมพ์.

ระวีวรรณ ศรีทอง และอัจลา รุ่งวงษ์. 2540. รายงานผลการวิจัยเรื่ององค์ความรู้ดั้งเดิมของกะเหรี่ยงกับการใช้พืชให้สีในการย้อมผ้า: กรณีศึกษากะเหรี่ยงโป 5 หมู่บ้านรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย.

เรณู อรรฐาเมศร์. 2539. ผ้าไทยใหญ่ จากมาวโหลงสู่ล้านนาในบริบทของการเปลี่ยนแปลงทางสังคมวัฒนธรรม. ใน: Proceedings of the 6th International Conference on Thai Studies Vol. II, Chaing Mai, Thailand, 14th-17th October, pp. 805-819.

วิวัฒน์ คติธรรมนิตย์ (บรรณาธิการ). 2536. ความหลากหลายทางชีวภาพกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2538. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สีลาภรณ์ นาครทรรพ และฉลวยลักษณ์ สินประเสริฐ (บรรณาธิการ). 2538. ตัวชี้วัดสำหรับงานพัฒนาชนบท: ประสบการณ์จากนักพัฒนา. จัดพิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา.

อัมพร ศรประสิทธ์. 2539. ผ้าทอพื้นบ้านภาคใต้ คุณค่าแห่งภูมิปัญญาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน. ใน: Proceedings of the 6th International Conference on Thai Studies Vol. II, Chaing Mai, Thailand, 14th -17th October, pp. 843-861.

อาวรณ์ โอภาสพัฒนกิจ. 2541. การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม: ทางเลือกในการเสริมสร้างพลังอำนาจสตรีชนบท. เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อสนับสนุนงานวนศาสตร์ชุมชน. ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันที่ 14-16 ธันวาคม. (เอกสารอัดสำเนา)

Bello, W., S. Cunningham and L. Kheng Poh. 1998. A Siamese Tragedy: Development & Disintegration in Modern Thailand. A Food First Book.

Fisher, R.J. 1995. Collaborative Management of Forests for Conservation and Development: Issues in Forest Conservation. IUCN/ WWF.

Kater, A. 1993. Indigenous learning in crafts: a pilot research effort. *Indigenous Knowledge & Development Monitor* 1(1): 20-22.

Lemmens, R.H.M.J. and N. Wulijarni (eds.). 1992. Plant Resources of South-East Asia, No. 3: Dye and Tannin-Producing Plants. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia.

Phongpaichit, P. and C. Baker. 1998. Thailand's Boom and Bust. Silkworm Books.

Kalayakunavuti, R. 1996. The role and the status of women production and marketing of hand woven textile in Southern Thailand. Proceedings of the 6th International Conference on Thai Studies Vol. II, Chaing Mai, Thailand, 14th-17th October, pp. 231-241.

Zweifel, H. 1997. Biodiversity and the appropriation of women's knowledge. *Indigenous Knowledge & Development Monitor* 7(1): 7-9.

องค์ความรู้ชุมชนเพื่อการฟื้นฟูและพัฒนาการปลูกพืชและไม้พื้นเมือง ภายในบริเวณบ้าน จ.เชียงราย

เทวินทร์ อัครศิลากุล และ มานิตย์ พรมเสน

สมาคมสร้างสรรค์ชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ACED) เลขที่ 9 หมู่ 13 ต.ดอยลาน อ.เมือง จ.เชียงราย 57000

Abstract: Local Knowledge of Plant Cultivation in Chiang Rai Province for Use in Social and Economic Development

Thewin Akarasirakul and Manit Promsen

Association for Community and Ecology Development: ACED, 9 Moo 13, Doilan Sub-District, Muang, Chiang Rai 57000

The objective of this research is to study the local wisdom of the northern people living in the flat land, especially their thinking system, their beliefs, and their customs in order to help one another in the use of natural resources for self reliance.

The findings of the research indicate that local northern people have knowledge in selecting 183 kinds of plants from the forest to grow on their land which is called a "Family Forest". The body of knowledge on planting, maintaining and using the plants has been transferred into cultural belief. The plants grown can be classified into four categories, namely food plants, herbs, useful trees, and auspicious trees.

Since 1989, Chiangrai province has been promoted as a trading and tourist area according to the economic development policy of the sub-region in Mae Kong basin, comprising China, Burma, Thailand and Laos PDR. This policy has officiated the means of production as well as the way of life of rural people. Eventually, the people have to depend on technology rather than being self-reliant. This causes social problems in the communities at present.

The researcher recommends that local wisdom, especially the body of knowledge on planting, maintaining and the use of plants in home lands should be promoted for economic and social development of the area. This will eventually support the self-reliance of small farmers in Thai society in the future.

Key words: local knowledge, management, family forest

บทนำ

จากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง และสังคมของประเทศไทยในช่วงระยะเวลา 40 ปีที่ผ่านมา ได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อมในชุมชนท้องถิ่นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ยังผลให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพต่างๆ ในขณะเดียวกันก็ได้ส่งผลให้เกิดปัญหาสำคัญที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับวิกฤติทางทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนด้วย คือ "วิกฤติทางวัฒนธรรม" ซึ่งได้แก่วิธีคิด และภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นองค์ความรู้ของการรู้จักพึ่งพาตนเองได้ถูกทำลายลง ตัดขาดจากรากเหง้าและความเป็นไท เข้าสู่กระแสของวิถีชีวิตแบบบริโภคนิยม รูปแบบการดำรงชีวิต วัฒนธรรม ความเชื่อและภูมิปัญญาท้องถิ่นต้องเปลี่ยนแปลงไปและปรับตัวไปตามกระแสการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่าการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

จังหวัดเชียงรายซึ่งเป็นจังหวัดที่มีชายแดนติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้านถึง 3 ประเทศ มีประชากรที่มีความหลากหลายทางชาติพันธุ์สูง ทั้งชาติพันธุ์พื้นราบและชนเผ่าบนที่สูง มีลักษณะภูมิประเทศทั้งที่ราบ ที่ดอน และที่สูง ครอบคลุมพื้นที่ 16 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ มีความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ป่าไม้ที่เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำสายสำคัญหลายสาย คือ แม่น้ำกก แม่น้ำจัน แม่น้ำคำ แม่น้ำหงาว แม่น้ำลาว และแม่น้ำอิง ซึ่งแม่น้ำสายสำคัญต่างๆ เหล่านี้ไหลลงสู่แม่น้ำโขงซึ่งเป็นแม่น้ำสำคัญของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ป่าไม้และแม่น้ำสำคัญทั้ง 7 สาย ได้ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพในจังหวัดเชียงรายมีความสมบูรณ์ไปด้วย ซึ่งความสมบูรณ์ดังกล่าวได้หล่อเลี้ยงชุมชนท้องถิ่นในจังหวัดเชียงรายไม่ว่าจะเป็นชาติพันธุ์ไทยวน ไทเขิน และไทลื้อ ที่ได้พัฒนาองค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน ซึ่งองค์ความรู้ดังกล่าวนั้นเป็นภูมิปัญญาที่ประสานสอดคล้องกับวิถีการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่นอย่างแยกกันไม่ออก บรรพบุรุษชุมชนท้องถิ่นล้านนาได้สั่งสมประสบการณ์และเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกับธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพมาอย่างต่อเนื่องและยาวนาน ชุมชนท้องถิ่นสามารถเรียนรู้ เลือกใช้ คัดสรร ปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาองค์ความรู้การใช้ประโยชน์จากพันธุ์พืชและพรรณไม้ท้องถิ่นได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ความรู้ในการเลือกสรรพันธุ์พืชและพรรณไม้ตามธรรมชาติมาปลูกในบริเวณบ้าน เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่นล้านนาในด้านต่างๆ คือ ประโยชน์ทางด้านสมุนไพร อาหาร เครื่องใช้สอย และด้านมงคลต่างๆ องค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์พืชพื้นบ้านนี้ เป็นองค์ความรู้ที่สำคัญยิ่งที่นำมาสู่การเรียนรู้และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากระแสการพัฒนาประเทศตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจสมัยใหม่จะส่งผลให้ชุมชนท้องถิ่นปรับตัวในการดำรงชีวิตไปตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของสังคม แต่รูปแบบการใช้ประโยชน์จากพันธุ์พืชท้องถิ่นของชุมชนท้องถิ่นที่ได้คัดสรรมาปลูกไว้ในบริเวณบ้านนั้นยังมีอยู่ให้เห็นในพื้นที่ต่างๆ ของจังหวัดเชียงราย และด้วยความหลากหลายทางด้านชาติพันธุ์ของคนพื้นเมืองในจังหวัดเชียงรายและลักษณะของภูมินิเวศที่แตกต่างกันประกอบกับความอุดมสมบูรณ์ของความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ ได้ก่อให้เกิดความแตกต่างทางด้านวัฒนธรรมในการใช้ประโยชน์จากพันธุ์พืชพื้นเมืองด้วย และยังได้ก่อให้เกิดรูปแบบของการใช้ประโยชน์เชิงอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืนด้วยเช่นกัน เสถียร (2542) ได้อธิบายว่า รูปแบบการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นรูปแบบของการสั่งสมประสบการณ์ในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพันธุ์พืชพื้นเมืองอย่างชาญฉลาด เป็นประโยชน์ต่อมหาชนมากที่สุด และกระจายการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรโดยทั่วถึงด้วย ดังนั้น การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพจึงมิใช่แค่เพียงการเก็บรักษาไว้เฉยๆ แต่ต้องนำมาใช้ประโยชน์ให้ถูกต้อง ซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขเวลาและสภาพของทรัพยากรพันธุ์พืชดังกล่าวด้วย

ปัจจุบันองค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์จากพืชพื้นเมืองอย่างสมดุลของคนพื้นเมืองล้านนานั้น กลับมีแนวโน้มลดลงตามกระแสการพัฒนาประเทศที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว องค์ความรู้ดังกล่าวยังไม่ได้รับการถ่ายทอดสู่เยาวชนคนพื้นเมืองรุ่นใหม่อย่างเป็นระบบ และยังไม่มีการศึกษา ค้นคว้า รวบรวมองค์ความรู้ดังกล่าวไว้เพื่อการศึกษาอย่างเป็นระบบ ความต่อเนื่องของการสืบสานองค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์จากพืชพื้นเมืองจึงไม่ได้รับการฟื้นฟูและพัฒนาให้เกิดความต่อเนื่องได้ ดังนั้นควรมีการจัดการองค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์จากพืชพื้นเมืองโดยการนำมาปลูกไว้ภายในบริเวณบ้านของชุมชนท้องถิ่นล้านนา และพัฒนาฟื้นฟูให้ดำรงอยู่คู่กับสังคมล้านนาต่อไปด้วยกระบวนการศึกษาวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ที่เป็นระบบ

ด้วยเหตุนี้ เพื่อให้ฐานความคิดเกี่ยวกับการวางนโยบายการพัฒนาระบบการศึกษาตามแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับใหม่ที่ให้ความสำคัญกับการสร้างหลักสูตรท้องถิ่น ตลอดจนนโยบายและแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในทุกระดับมีความกระจ่างชัดเป็นรูปธรรมของการพัฒนาที่นำไปสู่ทิศทางการพึ่งตนเองของเกษตรกรและชุมชนอย่างแท้จริง จึงได้เริ่มต้นการวิจัยองค์ความรู้ชุมชนเพื่อการฟื้นฟูและพัฒนาการปลูกพืชและไม้พื้นเมืองภายในบริเวณบ้าน เพื่อศึกษาค้นคว้าและรวบรวมองค์ความรู้ชุมชนท้องถิ่นพื้นบ้านจังหวัดเชียงรายไว้อย่างเป็นระบบ และพัฒนาองค์ความรู้นี้ถ่ายทอดและส่งเสริมให้เยาวชนได้เรียนรู้ภูมิปัญญาของบรรพบุรุษอย่างยั่งยืนต่อไป

ภูมิปัญญาท้องถิ่น (Indigenous knowledge) นั้น มีผู้สนใจมากขึ้นเมื่อทศวรรษที่ผ่านมา ทั้งในส่วนองค์กรของรัฐและองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) การเข้าใจถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เข้าใจถึงวัฒนธรรมชุมชน ซึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นอาจมองได้เป็นสองระดับ คือด้านหนึ่งเป็นสิ่งที่มองเห็นชัดเจนเป็นรูปธรรม เช่น กรรมวิธีในการเพาะปลูกหรือเทคโนโลยีพื้นบ้าน ส่วนอีกด้านหนึ่งคือด้านที่เป็นอุดมการณ์ที่คอยกำกับหรือมีบทบาทสำคัญอยู่เบื้องหลังเทคโนโลยีนั้นๆ นั่นคืออุดมการณ์ในการดำรงชีวิตของผู้คนนั่นเอง (ฉลาดชาย, 2537) อุดมการณ์เป็นวิธีคิดของ

ชาวบ้านหรือที่เรียกกันว่า “สามัญสำนึก” (common sense) ซึ่งแท้ที่จริงแล้วไม่ใช่เรื่องง่ายๆ แต่สามัญสำนึกเป็นระบบวัฒนธรรม เป็นองค์ความรู้ และความคิดที่มีการจัดระบบ Geertz (ฉลาดชาย, 2537) ได้กล่าวไว้ว่า “หลักการของสามัญสำนึกคือการแสดงออกโดยตรง ซึ่งประสบการณ์ที่ผู้คนอย่างมนุษย์เราเรียกกันอย่างพล่อยๆ ว่า “สามัญสำนึกธรรมดา” นี่แหละ คือหลักการบางประการที่มีเหตุผลและวางอยู่บนรากฐานของประสบการณ์ที่เป็นจริงคือภูมิปัญญาพื้นบ้าน ภูมิปัญญาชาวบ้านที่สังคมไม่สู้จะให้คุณค่าแต่สำหรับชาวบ้านแล้วมันมีประโยชน์โดยตรงมากมายต่อชีวิตของพวกเขา”

เสรี (2529) ได้อธิบายถึงการแสดงออกซึ่งภูมิปัญญาชาวบ้านว่า จะสะท้อนออกมาใน 3 ลักษณะที่สัมพันธ์ใกล้ชิดกัน คือ

1. ความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกัน คือความสัมพันธ์ระหว่างคนกับโลก สิ่งแวดล้อม สัตว์ พืช และธรรมชาติ
2. ความสัมพันธ์กับคนอื่นๆ ที่อยู่ร่วมกันในสังคมหรือชุมชน
3. ความสัมพันธ์กับสิ่งศักดิ์สิทธิ์ สิ่งเหนือธรรมชาติ สิ่งที่มองไม่เห็นไม่สามารถสัมผัสได้ทั้งหลาย

ทั้ง 3 ลักษณะนี้คือสามมิติของเรื่องเดียวกัน คือ ชีวิตชาวบ้านสะท้อนออกมาถึงภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิตอย่างมีเอกภาพเหมือนสามมุมของรูปสามเหลี่ยม ภูมิปัญญาจึงเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิตของชาวบ้าน

ในประเทศไทยมีงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรทางชีวภาพและองค์ความรู้ของชนพื้นเมือง ได้แก่ การศึกษาการกล่อมเกลาทางสังคมในด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของชนเผ่ากะเหรี่ยง พบว่า การให้คุณค่าของสิ่งแวดล้อมธรรมชาติและการกล่อมเกลาทางสังคมของชุมชนโดยกระบวนการเรียนรู้ การถ่ายทอดที่ผ่านบรรพบุรุษและ การปฏิบัติตามพิธีกรรม มีผลต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ (ตุลวัตร, 2536) การศึกษาการพัฒนาโดยใช้ภูมิปัญญาชาวบ้าน และการมีส่วนร่วมมีความสำคัญในเชิงบวกต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของเกษตรกรอยู่ในระดับที่สูงมาก (ธัญวัฒน์, 2538) และการศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพพืชสมุนไพร กรณีศึกษาในวิถีชีวิตชุมชนไทลื้อ จังหวัดเชียงราย พบว่า ชุมชนท้องถิ่นมีภูมิปัญญาเป็นชุดองค์ความรู้ที่พัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่องซึ่งสะท้อนให้เห็นวิธีคิด โลกทัศน์ และความเชื่อในการให้คุณค่าของชุมชนที่มีต่อสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติและสิ่งเหนือธรรมชาติ และอีกประการหนึ่งคือสะท้อนให้เห็นถึงองค์ความรู้ที่เป็นความรู้เชิงเทคนิคกับการจัดการทรัพยากร โดยเฉพาะความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพร ภูมิปัญญาท้องถิ่นดังกล่าวมีการเรียนรู้ การถ่ายทอด และการปรับตัวท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงทางสังคมผ่านครอบครัว เครือญาติ และหมอพื้นบ้านของชุมชนที่มีการใช้ประโยชน์ การอนุรักษ์ฟื้นฟูสมุนไพรตามระบบนิเวศต่างๆ และนำไปสู่การดำรงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพพืชสมุนไพรอยู่ 2 ระดับ คือ 1) ระดับครอบครัว และเครือญาติ 2) ระดับชุมชน

จากงานการศึกษาดังกล่าว ได้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของทรัพยากรชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์ ความสัมพันธ์ของชนพื้นเมืองกับความหลากหลายทางชีวภาพเกิดขึ้นเนื่องจากการดำรงชีพของมนุษย์จำเป็นต้องใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อใช้เป็นอาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ตลอดจนเป็นที่พักผ่อนทางด้านจิตใจ ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานในการมีชีวิตรอดนั่นเอง การใช้ประโยชน์ดังกล่าวทำให้เกิดวิธีการต่างๆ ที่แสดงออกต่อธรรมชาติแวดล้อม เช่น การให้ความเคารพต่อธรรมชาติ และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ หรืออำนาจเหนือธรรมชาติ โดยการสะท้อนผ่านทางความคิด ความเชื่อที่สืบทอดกันมายาวนานของชุมชนแต่ละชุมชนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับนิเวศวิทยาของชุมชนนั้นๆ (ฉลาดชาย, 2537)

ดังนั้นความอยู่รอดของชนพื้นเมืองและชุมชนท้องถิ่นจึงขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของความหลากหลายทางชีวภาพเป็นสำคัญ องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ศึกษาการใช้ยาของประชาชนในประเทศกำลังพัฒนา โดยประมาณว่าร้อยละ 80 ของประชาชนในประเทศกำลังพัฒนาพึ่งพาอาศัยยาพื้นบ้านเพื่อการสนองความจำเป็นในการดูแลรักษาสุขภาพมูลฐาน โดยที่ร้อยละ 85 ของยาพื้นบ้านเกี่ยวข้องกับการใช้สารที่ได้มาจากพืช (Wilson et al., 1998 อ้างใน วิวัฒน์, 2537) การศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพในชุมชนใดชุมชนหนึ่งจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจวัฒนธรรมชุมชน ระบบคิด โลกทัศน์ องค์ความรู้ การให้คุณค่าโดยวิเคราะห์เชิงองค์รวม (holistic approach) ซึ่งมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

การใช้ประโยชน์พันธุ์พืชพื้นเมืองในชุมชนท้องถิ่นล้านนานั้น มีงานศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าชุมชนท้องถิ่นมีภูมิปัญญาในการใช้ประโยชน์จากพันธุ์พืชพื้นเมืองมาผสานกับวิถีการดำรงชีวิตได้อย่างสมดุล ดังงานศึกษาทางด้านมานุษยวิทยาในแง่วัฒนธรรมชุมชน (บุญช่วย, 2498) ที่ศึกษามานานกว่า 48 ปี พบว่า ภายในบริเวณรั้วบ้านของชุมชนท้องถิ่นเชียงรายมักปลูกต้นหมาก มะพร้าว มะม่วง ลำไย มะปราง ส้มโอ กล้วย อ้อย ต้นไผ่ ฯลฯ บางบ้านทำสวนครัวปลูกพืชล้มลุก เช่น ผักกาด กะหล่ำปลี ผักชี หัวหอม ฯลฯ เพื่อใช้ทำอาหาร ส่วนการเจ็บป่วยแทนที่จะไปหาหมอแผนปัจจุบัน กลับไปหาหมอแผนโบราณ หมอดู หมอทางไสยศาสตร์ ต้มรากไม้ สมุนไพร เป่าเวทย์มนต์คาถา และทำตามคำแนะนำของหมอดู นอกจากนี้ยังมีงานศึกษาพืชพื้นบ้านภาคเหนือของ กมลาภรณ์ (2536) ที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ชาวบ้านที่เป็นคนเมืองได้ใช้ประโยชน์จากพืชพื้นบ้านจำนวนถึง 168 ชนิด บทบาทและคุณค่าของพืชพื้นบ้านต่อการดำเนินชีวิตของชาวบ้านมีมากมายหลายด้าน ตั้งแต่ใช้เป็นอาหาร เครื่องปรุงรส พืชผักที่เป็นยาสมุนไพร ไปจนถึงการใช้พืชผักทางด้านศาสนาและวัฒนธรรมท้องถิ่น เช่น ประกอบพิธีกรรม การสืบชะตา การเอาข้าวขึ้นยุ้ง พืชผักที่ใช้ในประเพณี เช่น งานสงกรานต์ งานยี่เป็ง พืชผักที่มีคุณค่าหรือขายได้ พืชผักที่มีคุณค่าด้านนิเวศ เช่น พืชที่ช่วยยึดตลิ่งริมน้ำ พืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการย้อมสีผ้า และพืชที่มีคุณค่าด้านศิลปะและความงดงาม มีการนำเอาลวดลายของพืชผักไปปรากฏบนปูนปั้นหน้าอุโบสถ บนลายผ้าตีนจก เป็นต้น

ส่วนใหญ่งานศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านโดยเฉพาะภาคเหนือจะเป็นการศึกษาสำรวจถึงชนิดพืชที่ใช้ประโยชน์ในกลุ่มชาติพันธุ์พื้นเมือง เช่น งานศึกษาของปรัชญา และคณะ (2537) ได้ศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวมังลาย หมู่บ้านแม่สาใหม่ พบว่ามีการใช้สมุนไพรจำนวน 40 ชนิด ใน 36 สกุล 28 วงศ์ ซึ่งพืชที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพืชที่นำมาจากป่าและบางส่วนปลูกเอง

นอกจากนี้ วราภรณ์ และคณะ (2538) ได้ศึกษาสำรวจการใช้สมุนไพรของชาวเขาและการใช้สมุนไพรของชาวอาข่าในจังหวัดเชียงราย พบว่า จากการสำรวจการใช้พืชสมุนไพรในชนเผ่าเย้าจำนวน 2 หมู่บ้าน พบว่ามีการใช้พืชสมุนไพรจำนวน 74 ชนิด ในชาวอาข่าจำนวน 2 หมู่บ้าน มีการใช้พืชสมุนไพรจำนวน 64 ชนิด และในชาวปกากญอบ้านป่าเกี๊ยะมีการใช้จำนวน 48 ชนิด และ ยศ (2542) ได้แยกแบบแผนการใช้ประโยชน์จากพืชพื้นบ้านออกเป็น 4 ด้านด้วยกัน คือ การใช้เป็นอาหารและยารักษาโรค ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านประเพณีพิธีกรรม และการใช้ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ

จะเห็นได้ว่า ภูมิปัญญาหรือองค์ความรู้ในการใช้ประโยชน์จากพืชพื้นบ้านของชุมชนท้องถิ่นนั้น มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กันอย่างลึกซึ้งกับแนวความคิด โลกทัศน์ ประเพณี วัฒนธรรม ชาติพันธุ์ ของชุมชนท้องถิ่น ตลอดจนยังมีความสมดุลกับความหลากหลายทางชีวภาพในชุมชนท้องถิ่นอีกด้วย

วิธีการ

1. การสำรวจพื้นที่

แนวทางในการดำเนินโครงการเริ่มต้นด้วยการสำรวจพื้นที่เพื่อคัดเลือกหมู่บ้านเป้าหมาย ทำการวิจัยและเก็บข้อมูลโดยวางกรอบขอบเขตพื้นที่ไว้ว่า จะต้องครอบคลุมพื้นที่ทุกลุ่มน้ำสายหลักของจังหวัดเชียงราย คือ หมู่บ้านในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำกก ลุ่มน้ำอิง ลุ่มน้ำลาว ลุ่มน้ำแม่จัน ลุ่มน้ำแม่คำ และลุ่มน้ำหงาว โดยให้มีพื้นที่ที่ครบทั้ง 3 ระบบตามลักษณะนิเวศวิทยาของภาคเหนือตอนบน คือ หมู่บ้านที่ตั้งในพื้นที่สูง หมู่บ้านที่ตั้งในพื้นที่ดอน และหมู่บ้านที่ตั้งในพื้นที่ราบ และมีขอบเขตเฉพาะหมู่บ้านที่เป็นกลุ่มชาติพันธุ์พื้นเมืองล้านนาคือ ไทยวน ไทลื้อ ไทเขิน ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มชาติพันธุ์นี้ เป็นชาติพันธุ์ส่วนใหญ่ของเชียงราย และมีเงื่อนไขอื่นๆ เช่น เป็นหมู่บ้านเก่าแก่ตั้งมานานพอสมควร มีผู้รู้หรือปราชญ์ชาวบ้านที่ยังสืบทอดภูมิปัญญาหรือองค์ความรู้ในการปลุกพืชภายในบริเวณบ้านเอาไว้ เป็นต้น

ซึ่งจากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากจำนวน 150 หมู่บ้าน ได้ทำการคัดเลือกตามกรอบและเงื่อนไขดังกล่าวจึงได้พื้นที่หมู่บ้านศึกษาวิจัยจำนวน 50 หมู่บ้าน

2. การกำหนดกรอบและกิจกรรมโครงการ

เมื่อสามารถคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายสำหรับการศึกษาวิจัยเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการจัดเวทีสัมมนาร่วมกับชาวบ้าน ซึ่งเป็นผู้รู้หรือผู้ทรงคุณวุฒิในหมู่บ้านเป้าหมายต่างๆ รวมทั้งนักวิชาการจากสถาบันการศึกษาในท้องถิ่น

จังหวัดเชียงราย และผู้ทรงคุณวุฒิจากสภาวัฒนธรรมจังหวัดเชียงราย เพื่อร่วมกันกำหนดกรอบและแนวทางในการดำเนินงานของโครงการ ทั้งการศึกษาวิจัยการพัฒนากิจกรรมต่างๆ และการสรุปติดตาม พร้อมกันนี้ได้คัดเลือกตัวแทนของแต่ละหมู่บ้านเป็นผู้ช่วยในการเก็บข้อมูลในพื้นที่และดำเนินกิจกรรมพัฒนาต่างๆ ด้วย

3. การเก็บข้อมูลและกิจกรรมโครงการ

3.1 การเก็บข้อมูลภาคสนามในหมู่บ้านเป้าหมาย จะทำการสำรวจข้อมูลพื้นฐานตามประเด็นที่กำหนดไว้ โดยสัมภาษณ์ผู้รู้หรือปราชญ์ชาวบ้าน รวมถึงการเดินสำรวจสภาพทางกายภาพของหมู่บ้านและการสังเกตการณ์อย่างมีส่วนร่วมกับชุมชนในพิธีกรรม หรือประเพณีต่างๆ ของหมู่บ้าน

3.2 การจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับพืชพันธุ์ต้นไม้ที่ปลูกภายในบริเวณบ้าน โดยนำเอาภาพถ่ายพันธุ์พืชมาจำแนกชื่อตามภาษาท้องถิ่น และภาษากลาง จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บได้ทั้งที่เป็นความคิด ความเชื่อ ตำนาน นิทานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง มาบันทึกในโปรแกรมจัดเก็บข้อมูลของโครงการ

3.3 การจัดฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้ในด้านการเพาะและขยายพันธุ์พืช สมุนไพร และต้นไม้ต่างๆ ให้กับเกษตรกรและเด็กนักเรียนระดับประถมศึกษาที่สนใจเข้าร่วมโครงการ รวมทั้งส่งเสริมการจัดเวทีให้เกษตรกรแต่ละครอบครัว หมู่บ้าน และโรงเรียนต่างๆ มีการแลกเปลี่ยนและแบ่งปันเมล็ดพันธุ์ ต้นกล้า กิ่งชำ พืชผัก ต้นไม้ และสมุนไพรต่างๆ ด้วย

3.4 จัดประชุมเชิงปฏิบัติการร่วมระหว่างทีมวิจัยกับชาวบ้าน ตลอดจนนักวิชาการ ผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นประจำทุก 2 เดือน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อมูล ประสบการณ์การเก็บข้อมูลภาคสนามและนำเสนอแนวทางการฟื้นฟูการปลูกป่าครอบครัวต่อไป

ผลการวิจัย

จังหวัดเชียงรายเป็นพื้นที่ที่มีนิเวศวิทยาที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคเหนือตอนบน เพราะมีสภาพทางนิเวศวิทยาที่เป็นที่ตั้งของชุมชนชาติพันธุ์ต่างๆ ที่มีอยู่ในภาคเหนือตอนบนทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาติพันธุ์ล้านนาดั้งเดิม ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ราบลุ่มที่มีความสูงต่ำกว่า 400 เมตร เป็นเขตที่ราบลุ่มตามแอ่งต่างๆ ในเขตภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่-ลำพูน แอ่งที่ราบเชียงราย-พะเยา และแอ่งที่ราบลำปาง ซึ่งกลุ่มชาติพันธุ์ที่ตั้งรกรากอยู่ในเขตนี้ได้แก่ ชาวไทยวนหรือโยนก (คนเมือง) ไทใหญ่ และไทลื้อหรือยอง (ยศ, 2542)

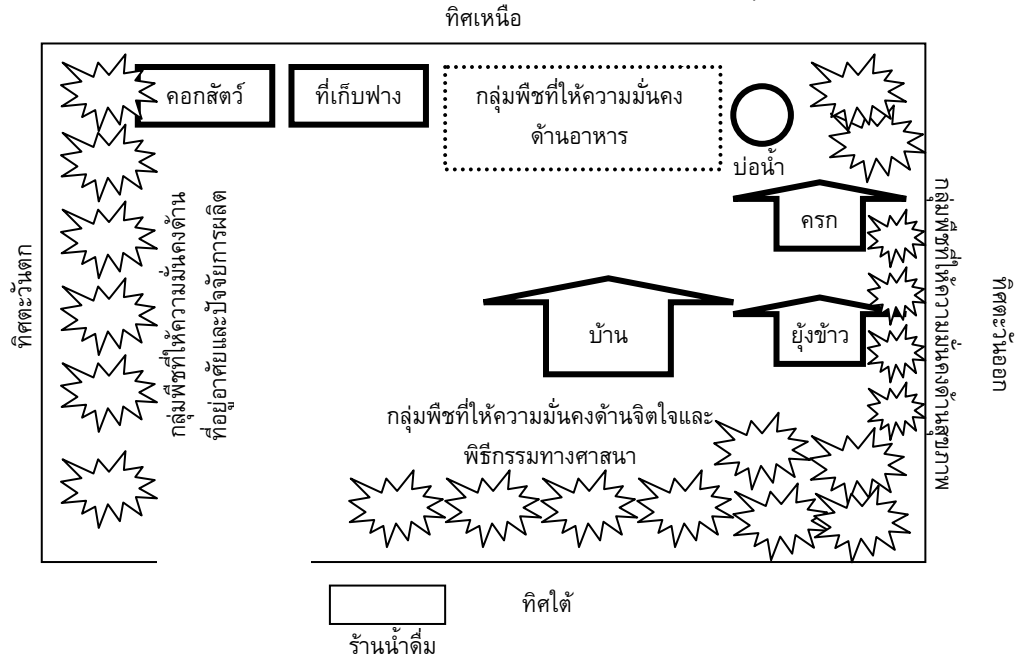
กลุ่มชาติพันธุ์ไทยวน ไทเขิน และไทลื้อ เป็นกลุ่มชาติพันธุ์ส่วนใหญ่ของจังหวัดเชียงราย มีถิ่นฐานอยู่ในแถบที่ราบลุ่มเชียงราย-พะเยามายาวนาน จากการศึกษาพบว่าเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ส่วนใหญ่ของอาณาจักรล้านนา มีพื้นที่ครอบคลุมตั้งแต่เมืองสิบสองปันนา (จีน) เมืองเชียงตุง (พม่า) เมืองเชียงทอง (ลาว) โดยได้อพยพเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัยไปตามลำน้ำโขง (อานันท์, 2544)

กลุ่มชาติพันธุ์ไทยวน ไทเขิน และไทลื้อ มักจะถูกเรียกรวมๆ ว่า “คนเมือง” แม้ว่าทั้ง 3 กลุ่มชาติพันธุ์จะมีภาษา การแต่งกาย และวัฒนธรรมประเพณีบางอย่างที่แตกต่างกันก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มชาติพันธุ์อื่นๆ มองว่าระบบการผลิตและระบบความสัมพันธ์กับธรรมชาติและสิ่งที่อยู่เหนือธรรมชาติของคนไทยวน ไทเขิน และไทลื้อนั้นเหมือนกันมาก โดยลักษณะการตั้งถิ่นฐานของกลุ่มคนพื้นเมืองทั้ง 3 ชาติพันธุ์ มักจะอาศัยอยู่รวมกันเป็นหมู่บ้าน ซึ่งกระจัดกระจายอยู่ตามพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ 7 สายหลักของเชียงราย คือ พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำกก แม่น้ำจัน แม่น้ำคำ แม่น้ำลาว แม่น้ำอิง แม่น้ำหงาว และแม่น้ำโขง โดยที่ตั้งของชุมชนชาติพันธุ์เหล่านี้จะตั้งอยู่ตามเนินเขาหรือที่ดอนซึ่งเป็นพื้นที่ที่น้ำท่วมไม่ถึง และยังพบว่ามีคนเมืองพื้นราบซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ไทยวน ได้ไปตั้งถิ่นฐานสร้างครอบครัวและชุมชนทำการเกษตรในพื้นที่สูงเขตป่าดงดิบและป่าเบญจพรรณเพื่อทำสวนเมี่ยง เช่น ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลาว ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอเวียงป่าเป้า อำเภอแม่สรวย และอำเภอพาน

“ภูมิปัญญา” ของคนพื้นเมืองล้านนานั้น มีฐานมาจากความสัมพันธ์ 3 ด้าน คือ ความสัมพันธ์ระหว่างคน คนกับธรรมชาติ และคนกับสิ่งเหนือธรรมชาติ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ก่อให้เกิดการสั่งสมทางด้านความคิด ประเพณี

และวัฒนธรรมของคนเมืองสู่การพึ่งพาอาศัยทรัพยากรธรรมชาติอย่างเป็นระเบียบ เกื้อกูลซึ่งกันและกัน ภูมิปัญญาดังกล่าวได้สั่งสมและสืบเนื่องเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ความสัมพันธ์ทางด้านการใช้ที่ดิน ใช้พันธุกรรม ตลอดจนการมีวิถีชีวิตที่สัมพันธ์กับระบบนิเวศ จึงเป็นเงื่อนไขสำคัญในการสร้างวัฒนธรรมและการดำเนินวิถีชีวิตของคนพื้นเมืองล้านนามาโดยตลอด (เจริญ, 2540) และด้วยโลกทัศน์ที่อ่อนน้อมต่อธรรมชาติ ชุมชนล้านนาจึงมีวิถีชีวิตเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับพืชพันธุ์ธรรมชาติที่ชุมชนได้พึ่งพาอาศัยและเก็บกินในฐานะปัจจัยสี่ (ชัชวาล, 2542)

จากการศึกษาองค์ความรู้ชุมชนเพื่อการฟื้นฟูและพัฒนาการปลูกพืชภายในบริเวณบ้านของคนพื้นเมืองล้านนา (ไทยวน ไทเขิน และไทลื้อ) จังหวัดเชียงราย พบว่า คนพื้นเมืองล้านนามีองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดระบบนิเวศและการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพพันธุ์พืชภายในบริเวณบ้านมายาวนาน โดยมีองค์ความรู้ในการคัดเลือกพันธุ์พืช พันธุ์ไม้จากป่าธรรมชาติที่เกิดขึ้นบนภูเขา ริมแม่น้ำ ริมลำห้วย ริมหนองน้ำ หรือริมถนน ที่เคยบริโภค เคยใช้ประโยชน์มาเป็นปัจจัยในการดำเนินชีวิตและการผลิต โดยนำมาปลูกไว้ภายในบริเวณบ้านของตนเอง จำนวนถึง 183 ชนิด โดยมีการจัดวางตำแหน่งของพืชที่ปลูกในพื้นที่บริเวณทั้ง 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก อย่างเหมาะสมและถูกต้องตามหลักการทางชีววิทยาของพืช ซึ่งพืชที่คัดเลือกมาปลูกไว้ภายในบริเวณบ้านดังกล่าวนี้สามารถจำแนกตามการใช้ประโยชน์เพื่อความมั่นคงในชีวิตระดับครอบครัวด้านต่างๆ ครอบคลุมทั้งสิ้น 4 ด้าน (ภาพที่ 1) คือ



ภาพที่ 1. แผนผังการปลูกพืชภายในบริเวณบ้านของคนพื้นเมืองล้านนา

1) กลุ่มพืชที่ให้ความมั่นคงทางด้านอาหาร พืชกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยพืชผักสวนครัวต่างๆ ที่นำมาใช้ประกอบอาหาร เช่น ผักกาด ผักชี ต้นหอม พริก มะเขือ ข่า ตะไคร้ ขมิ้น มะกรูด มะนาว กระเพรา โหระพา แมงลัก ฯลฯ โดยจะปลูกไว้ทางทิศเหนือของตัวบ้าน ทั้งนี้การปลูกบ้านตามความเชื่อของคนพื้นเมืองล้านนา ด้านทิศเหนือจะต้องเป็นด้านหลังบ้าน โดยบริเวณนี้จะมีบ่อน้ำตื้นอยู่เพื่อง่ายต่อการใช้ประโยชน์ทั้งการดื่ม (ทั้งคนและสัตว์ทุกชนิดที่เลี้ยงไว้) ซักล้างและเพื่อการเกษตรภายในบ้านด้วย ดังนั้นบริเวณนี้จึงเป็นพื้นที่ที่มีดินที่มีคุณภาพ ชุ่มน้ำ และบริเวณที่จะปลูกพืชผักสวนครัวนี้ ชาวบ้านจะล้อมรั้วด้วยไม้ไผ่ผ่าเป็นซีกเล็กๆ สูงจากพื้นดินประมาณ 2 เมตร ซึ่งชาวบ้านเรียกรั้วนี้ว่า “ฮั้วฮี้” โดยล้อมรอบทั้งสี่ด้าน เพื่อป้องกันการจิกกิน และเหยียบย่ำจากสัตว์เลี้ยงต่างๆ เช่น ไก่ เป็ด วัว ควาย เป็นต้น ในจำนวนของกลุ่มพืชที่ปลูกภายในบริเวณบ้านที่ให้ประโยชน์ทางด้านอาหาร ทั้งที่ปลูกอยู่ในสวนครัวและในตำแหน่งอื่นๆ ในบริเวณบ้านดังกล่าวนี้มีจำนวนถึง 113 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 62 ของจำนวนพืชที่ปลูกภายในบริเวณบ้านทั้งหมด

2) กลุ่มพืชที่ให้ความมั่นคงปลอดภัยด้านสุขภาพและโรคภัยไข้เจ็บ พืชกลุ่มนี้จะประกอบด้วย พืชพันธุ์ที่ใช้เป็นยาสมุนไพรเพื่อแก้ไขปัญหาสุขภาพและโรคภัยไข้เจ็บ ซึ่งการใช้สมุนไพรของหมอพื้นเมืองมักจะเป็นตำรับที่มีตัวยาหลากหลายชนิดผสมกัน นับเป็นความชาญฉลาดของบรรพบุรุษที่สามารถนำพืชสมุนไพรที่มีอยู่หลากหลายมาใช้

ประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาสุขภาพเพื่อให้สามารถดำรงเผ่าพันธุ์ต่อไปได้ โดยองค์ความรู้ในเรื่องการใช้สมุนไพรเพื่อความมั่นคงปลอดภัยด้านสุขภาพของคนนั้น คนพื้นเมืองล้านนาได้มีการสืบทอดรุ่นต่อรุ่นมาอย่างยาวนานและบางอย่างก็ได้มีการจดบันทึกลงใน “ใบลาน” หรือ “ปั๊บสา” ซึ่งเป็นหนังสือบันทึกข้อมูลของบรรพบุรุษล้านนาในอดีตและตกทอดเป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์มาจนถึงปัจจุบัน กลุ่มพืชที่ใช้ประโยชน์เพื่อสุขภาพด้านยาสมุนไพรดังกล่าวนี้ ชาวบ้านจะปลูกทางด้านทิศตะวันออกของตัวบ้าน โดยมีความเชื่อว่าทิศตะวันออกเป็นทิศแห่งความเจริญรุ่งเรืองมีโชคลาภ และจะช่วยเสริมสร้างให้สมุนไพรมีตัวยาที่มีฤทธิ์ มีพลังมากยิ่งขึ้น

ด้วยความเชื่อเกี่ยวกับทิศดังกล่าวนี้ ชาวบ้านพื้นเมืองล้านนาจึงนิยมนอนโดยหันศีรษะไปทางทิศตะวันออกและทิศนี้ชาวบ้านมักจะตั้งฉางข้าวเพื่อเก็บข้าวเปลือก และตั้งครกกระเดื่องสำหรับตำข้าวด้วย ดังนั้นจึงพบว่าพื้นที่บริเวณนี้และต่อเนื่องไปจรดกับบริเวณที่ปลูกผักสวนครัวเป็นพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากเหมาะสมต่อการปลูกพืชสมุนไพรที่ให้ประโยชน์ทางยาและอาหาร โดยพืชพันธุ์ที่ใช้ประโยชน์เป็นยาสมุนไพรเพื่อแก้ไขปัญหาสุขภาพนี้ มีจำนวนทั้งสิ้นถึง 137 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 74 ของพืชทั้งหมดที่ปลูกไว้ภายในบริเวณบ้าน

3) กลุ่มพืชที่ให้ความมั่นคงทางด้านที่อยู่อาศัยและปัจจัยการผลิต พืชกลุ่มนี้ประกอบไปด้วยไม้ผล ไม้ยืนต้นและไม้ไผ่ประเภทต่างๆ ซึ่งพืชเหล่านี้จะให้ประโยชน์ทางด้านการนำมาใช้เพื่อซ่อมแซมบ้านพักอาศัย ผลิตเป็นเครื่องมือทางการเกษตรต่างๆ หรือนำมาจักสานเป็นเครื่องใช้ในครัวเรือน โดยจะปลูกไว้ทางด้านทิศตะวันตกและปลูกติดรั้ว เพราะมีความเชื่อว่าทิศตะวันตกเป็นทิศที่จะนำมาซึ่งความชั่วร้าย ภยันตรายต่างๆ ดังนั้น การปลูกต้นไม้ยืนต้นที่แข็งแรงและไม้ไผ่ที่แน่นหนา อายุยืนยาว จะช่วยป้องกันอันตรายต่างๆ ได้ ทั้งนี้หากวิเคราะห์เชื่อมโยงกับความเชื่อของคนเมืองเกี่ยวกับการสร้างบ้านแล้วจะเห็นว่า คนเมืองล้านนามีความเชื่อว่าการปลูกสร้างบ้านจะต้องไม่ปลูกสร้างตรงกลางของพื้นที่บ้านแต่จะปลูกเยื้องไปทางทิศตะวันออก และจะไม่ปลูกต้นไม้ไว้ใกล้บ้านหรือติดกับตัวบ้าน เพราะเชื่อว่าจะทำให้ “ขึด” โดยอธิบายว่าต้นไม้ใหญ่จะแย่งอากาศหายใจทำให้คนที่อาศัยในบ้านไม่สบาย (มณี, 2537) ด้วยเหตุนี้ จึงเห็นได้ว่าการที่คนเมืองมีกฎเกณฑ์หรือวัฒนธรรมความเชื่อว่าการปลูกพันธุ์ไม้ยืนต้น และไม้ไผ่ทางทิศตะวันตกก็เพื่อให้ไกลจากตัวบ้านนั่นเอง ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันอันตราย หากมีพายุหรือไฟไหม้ป่า ก็จะทำให้ตัวบ้านปลอดภัยได้ โดยพืชพันธุ์ที่ปลูกไว้เพื่อความมั่นคงทางด้านที่อยู่อาศัยและปัจจัยการผลิตนี้ มีจำนวนถึง 78 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 42 จากพืชทั้งหมดที่ปลูกในบริเวณบ้าน

4) กลุ่มพืชที่ให้ความมั่นคงทางด้านจิตใจและพิธีกรรมทางศาสนา พืชกลุ่มนี้ประกอบด้วยไม้ดอกไม้ประดับที่มีความสวยงาม และไม้ผลที่มีความหมายซึ่งสัมพันธ์กับความเชื่อในพิธีกรรมทางศาสนา ตลอดจนการใช้ประกอบในงานประเพณีต่างๆ โดยจะปลูกพืชกลุ่มนี้ทางด้านทิศใต้ซึ่งเป็นบริเวณหน้าบ้าน เพราะเชื่อว่าการปลูกต้นไม้และดอกไม้ที่มีชื่อเป็นมงคลและสวยงามจะทำให้บ้านมีมงคลและเจริญรุ่งเรือง ดังนั้นพืชที่คัดเลือกมาปลูกในบริเวณนี้มักจะเป็นพืชที่นอกจากจะมีความสวยงามหรือมีกลิ่นหอมแล้ว จะต้องมีชื่อที่เป็นมงคลด้วย เช่น ใบเงิน ใบทอง ดอกแก้ว มะยม ขนุน เป็นต้น ซึ่งพืชที่ให้ความมั่นคงทางด้านจิตใจและพิธีกรรมทางศาสนาที่นำมาปลูกไว้ภายในบริเวณบ้านมีจำนวนทั้งสิ้น 42 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 23 ของพืชที่ปลูกในบริเวณบ้านทั้งหมด

หากพิจารณาชนิดของพืชพันธุ์ที่คนพื้นเมืองคัดเลือกนำมาปลูกไว้ภายในบริเวณบ้าน จำนวน 183 ชนิด ดังกล่าว จะเห็นว่าคนพื้นเมืองล้านนามีความชาญฉลาดอย่างยิ่งที่รู้จักคัดเลือกพืชพันธุ์ที่สามารถให้คุณค่ามากว่า 1 ด้านมาปลูก เช่น พืชกลุ่มที่ปลูกเป็นอาหารก็สามารถนำเอาใบ ราก ลำต้น หรือดอกผลไปทำเป็นยาสมุนไพรได้ เช่น ขมิ้น ตะไคร้ มะกรูด เป็นต้น หรือพืชที่ปลูกเพื่อการใช้สอยซ่อมแซมบ้านก็สามารถใช้เป็นอาหารได้ด้วย เช่น สะเดา และไผ่ชนิดต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังชี้ให้เห็นถึงภูมิปัญญาของคนพื้นเมืองล้านนาที่เข้าใจนิเวศวิทยาของพืชแต่ละชนิดเป็นอย่างดี จนสามารถจัดวางตำแหน่งการปลูกพืชภายในบริเวณบ้านให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับทิศทางของลม อากาศ แสงแดด ตัวบ้าน และการใช้ชีวิตของคนภายในบ้าน โดยผสมผสานความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับความเชื่อในเรื่องโชคลางซึ่งเป็นสิ่งที่เหนือธรรมชาติ อันเป็นกุศโลบายในการจัดระบบนิเวศภายในบ้านได้อย่างลึกซึ้งอีกด้วย

บทสรุป

องค์ความรู้ของคนพื้นเมืองล้านนาในการปลูกพืชภายในบริเวณบ้านคือภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ สั่งสมจากประสบการณ์ผ่านระยะเวลาและสภาพปัญหาที่เกิดจากการสัมพันธ์ ปะทะ สังสรรค์กับ

อำนาจต่างๆ ที่มาจากภายนอกชุมชน เช่น รัฐบาล สถาบัน องค์กรธุรกิจ ตลาด หรือกลไกทางการเมืองการปกครองอื่นๆ ซึ่งเป็นโครงสร้างอำนาจการปกครองและวัฒนธรรมที่ชาวบ้านและชุมชนท้องถิ่นไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นวิถีแห่งการพึ่งตนเองในระดับครอบครัวดังกล่าว จึงต้องสร้างองค์ความรู้เพื่อรักษาและพัฒนาการจัดการระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านให้ยั่งยืน เหมาะสม และสอดคล้องกับคนภายในบ้านและชุมชนในทุกๆ ด้าน

ความรู้ในการปลูกพืชภายในบริเวณบ้านดังกล่าวนี้ เป็นการสร้างหลักประกันและความมั่นคงเพื่อการพึ่งตนเองในการดำเนินชีวิตและพัฒนาระบบการผลิตให้ยั่งยืน โดยสามารถรวบรวมคัดสรรพืชพันธุ์ต้นไม้จากธรรมชาติมาปลูกไว้ใช้ประโยชน์ได้อย่างครอบคลุมตามความต้องการพื้นฐานของปัจจัยชีวิตและปัจจัยการผลิต รวมทั้งยังให้คุณค่าและความอบอุ่นทางด้านจิตใจตามความเชื่อทางศาสนาและสิ่งเหนือธรรมชาติด้วย โดยมีจำนวนถึง 183 ชนิด และด้วยข้อจำกัดทางนิเวศของถิ่นที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน เช่น ระหว่างครอบครัวที่ตั้งบ้านเรือนอยู่ในพื้นที่ลุ่มใกล้กับแม่น้ำกับครอบครัวที่อยู่ที่ดอนหรือที่สูง ฯลฯ ประกอบกับธรรมชาติทางชีววิทยาของพันธุ์พืช เช่น ต้นมะแข่วน ที่ปลูกได้เฉพาะพื้นที่ดอนและที่สูงเท่านั้น สภาพการณ์ดังกล่าวนี้เป็นตัวควบคุมหรือผูกร้อยให้ครอบครัวหรือชุมชนท้องถิ่นคนพื้นเมืองล้านนาระหว่างครอบครัวและระหว่างชุมชนต้องมีการแลกเปลี่ยน พึ่งพาอาศัย เชื่อมโยง และค้าขายผลผลิตพืชพันธุ์ต่างๆ ร่วมกัน ถือได้ว่าเป็นความชาญฉลาดในภูมิปัญญาท้องถิ่นของบรรพบุรุษคนพื้นเมืองล้านนา ที่มิได้มุ่งหวังเฉพาะเพื่อสร้างความมั่นคงจนสามารถพึ่งตนเองได้ในระดับครอบครัวเท่านั้น แต่ยังมุ่งหวังให้เศรษฐกิจและสังคมของชุมชนได้รับการพัฒนาอย่างรอบด้านอีกด้วย

การศึกษาองค์ความรู้หรือภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพึ่งตนเองด้วยวิธีการจัดระบบนิเวศการปลูกพืชภายในบริเวณบ้าน โดยศึกษากรณีการปลูกพืชภายในบริเวณบ้านของคนพื้นเมืองล้านนา จังหวัดเชียงราย ทำให้สามารถยืนยันได้อย่างชัดเจนว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการปลูกป่าครอบครัวหรือการจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้าน เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการพึ่งตนเองของเกษตรกรและการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

ผลการศึกษาวิจัยองค์ความรู้ชุมชนหรือภูมิปัญญาท้องถิ่นในการปลูกพืชภายในบริเวณบ้าน ได้แสดงให้เห็นว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นในการปลูกป่าครอบครัวหรือการจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้าน เป็นปัจจัยสำคัญของการพึ่งตนเองของเกษตรกรและการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนเพื่อการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นและความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนี้

1) การสนับสนุนส่งเสริมการปลูกป่าครอบครัวหรือการจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านอย่างถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับระบบนิเวศของชุมชนแต่ละพื้นที่และแต่ละแห่ง โดยมีฐานองค์ความรู้อ้างอิงตามภูมิปัญญาท้องถิ่น

2) การสนับสนุนส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยภูมิปัญญาท้องถิ่นในการปลูกพืชภายในบริเวณบ้านหรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเปิดโอกาสให้องค์กรท้องถิ่น องค์กรชุมชน องค์กรเอกชน หรือสถาบันการศึกษาในท้องถิ่น เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) โรงเรียน วิทยาลัย สถาบันราชภัฏ ฯลฯ เป็นผู้เข้ามามีส่วนร่วมการศึกษาวิจัยดังกล่าว

3) การสนับสนุนส่งเสริมให้มีการบรรจุภูมิปัญญาท้องถิ่นในการปลูกป่าครอบครัวหรือจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านเป็นหลักสูตรท้องถิ่นประจำโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาที่มีความหมายทางวิชาการ และมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนของสถาบันการศึกษา รวมทั้งใช้เป็นหนังสืออ่านประกอบการเรียน

4) การสนับสนุนส่งเสริมการปฏิรูปที่ดินให้เกษตรกรหรือคนจนมีที่ดินเพื่ออยู่อาศัยและเพียงพอต่อการปลูกป่าครอบครัว หรือการจัดระบบนิเวศภายในบริเวณบ้านเพื่อการพึ่งตนเอง

5) การสนับสนุนส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัย อนุรักษ์ รวบรวม และเพาะขยายพันธุ์พืชพื้นบ้านอย่างจริงจัง โดยอยู่ภายใต้การมีส่วนร่วมจากหลายๆ ฝ่าย เช่น ชุมชนท้องถิ่น สถาบันการศึกษา และส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ

แห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 340003 ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ ศ.วิสุทธิ์ ใบไม้ หัวหน้าโครงการ BRT ที่ให้โอกาสแก่สมาคมสร้างสรรค์ชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ACED) และผู้วิจัยในการดำเนินโครงการจนสำเร็จลุล่วงทุกประการ

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.อานันท์ กาญจนพันธุ์ อาจารย์ประจำคณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นายกสมาคมสร้างสรรค์ชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ACED) ที่ให้ความไว้วางใจมอบหมายให้ผู้วิจัยรับผิดชอบโครงการและยังเป็นอาจารย์ที่คอยสั่งสอนชี้แนะวิธีคิดและวิธีวิจัยในการพัฒนาอย่างยั่งยืน และอาจารย์จตุรงค์ บุณยรัตนสุนทร อุปนายกสมาคมฯ ซึ่งเป็นอาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ที่ช่วยเพิ่มเติมข้อมูลความรู้ใหม่ๆ แก่ผู้วิจัยและทีมงานอย่างใกล้ชิด

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ยิ่งยง เทาประเสริฐ อาจารย์วรรณะ รัตนพงศ์ อาจารย์วิทยา วรรณศิริ นักวิชาการจากสถาบันราชภัฏเชียงราย ที่ให้คำปรึกษาทางด้านข้อมูล ความรู้ที่เกี่ยวข้องด้านวัฒนธรรมการวิจัย และวิธีการมองประเด็นปัญหาชุมชน อาจารย์แปลก เตชะบุญ จากวิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยีเชียงราย ที่ให้ข้อมูลความรู้ทางด้านชีววิทยาพันธุ์พืชพื้นเมืองต่างๆ ซึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาผสมผสานกับองค์ความรู้ท้องถิ่นอย่างถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิจากสภาวัฒนธรรมจังหวัดเชียงราย ได้แก่ อาจารย์เลื่อน ธนะเพศท์ อาจารย์บุญยัง ชุมศรี อาจารย์ชรินทร์ แจ่มจิตต์ อาจารย์ประคองศรี ธนะเพศท์ ที่คอยให้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับวัฒนธรรมคนเมืองล้านนา และยังคอยเอื้ออำนวยในการประสานงานกับผู้ทรงคุณวุฒิประจำท้องถิ่นของแต่ละชาติพันธุ์ให้ผู้วิจัยและทีมงานในการปฏิบัติงานโครงการด้วย

นอกจากนี้ ขอขอบคุณผู้อาวุโส ผู้นำ ชุมชน พระสงฆ์ อาสาสมัครชาวบ้านที่คอยช่วยประสานงาน ให้ที่พักและช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนถึงเจ้าหน้าสมาคมสร้างสรรค์ชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ACED) คุณมานิตย์ พรมเสน คุณกิตติ ตรีราช คุณฑัตพงษ์ วงศ์พุ่ม คุณประนอม เชิมชัยภูมิ คุณนัฏวัลย์ บั้งเงิน คุณวิไล คำเงิน คุณกนกวรรณ เตชะติ ที่ทุ่มเทพลังกาย พลังใจ และพลังสมองในการปฏิบัติงานร่วมกันจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กมลาภรณ์ เสราดี. 2536. วัฒนธรรมความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของพืชผักพื้นบ้านภาคเหนือ. วิทยานิพนธ์สังคมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชามานุษยวิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

เจริญ คัมภีร์ภาพ. 2540. สิทธิชุมชนและทรัพยากรชีวภาพในสังคมไทย, สารัตถะแห่งสิทธิชุมชนในทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่น. เครือข่ายสิทธิภูมิปัญญาไทย กรุงเทพฯ.

ฉลาดชาย รมิตานนท์. 2537. ความเชื่อทางศาสนา พิธีกรรม ความเชื่อทางวิทยาศาสตร์, ความเชื่อและพิธีกรรม: ภูมิปัญญาชาวบ้านไทย-ไท. เอกสารประชุมสัมมนาวิทยาลัยครูเชียงใหม่. เอกสารหมายเลข 1. หน้า 1-2.

ชัชวาล ทองดีเลิศ. 2542. ดินแดนแห่งทรัพยากร สืบสานล้านนา สืบต่อลมหายใจแผ่นดิน. เชียงใหม่.

ตุลวัตร พานิชเจริญ. 2536. การกล่อมเกลาทางสังคมในด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง. วิทยานิพนธ์การศึกษานอกระบบ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธัญวัฒน์ นันท์ธนะวานิช. 2538. การศึกษาการพัฒนาโดยใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ: กรณีศึกษาโครงการพัฒนาที่สูงสามหมื่น. วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญช่วย ศรีสวัสดิ์. 2498. สามสิบชาติในเชียงราย. โรงพิมพ์รับพิมพ์ พระนคร.

ปรัชญา ศรีสง่า, ปริทรรศน์ ไตรสนธิ และชูศรี ไตรสนธิ. 2537. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวมังลาย: พฤกษศาสตร์ไทยในอนาคต. เอกสารการประชุมสัมมนา องค์การสวนพฤกษศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มณี พยอมยงค์. 2537. ประเพณีสิบสองเดือนล้านนาไทย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

ยศ สันตสมบัติ. 2542. ความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. นพบุรีการพิมพ์ เชียงใหม่.

วราภรณ์ ปัณณวลี. 2538. การสำรวจการใช้สมุนไพรของชาวเขาและการใช้สมุนไพรของชาวอีก้อในจังหวัดเชียงราย. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิวัฒน์ คติธรรมนิตย์. 2537. วัฒนธรรมกับความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายทางชีวภาพกับการพัฒนาที่ยั่งยืน. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา กรุงเทพฯ.

เสถียร ฉันทะ. 2542. การศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพพืชสมุนไพร: กรณีศึกษาในวิถีชีวิตชุมชนไทลื้อ จังหวัดเชียงราย. หน้า 12-13.

เสรี พงศ์พิศ. 2529. คืนสู่รากเหง้า. สำนักพิมพ์เทียนวรรณ กรุงเทพฯ.

อานันท์ กาญจนพันธุ์. 2544. วิธีคิดเชิงซ้อนในการวิจัยชุมชน: พลวัตและศักยภาพของชุมชนในการพัฒนา. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย กรุงเทพฯ.