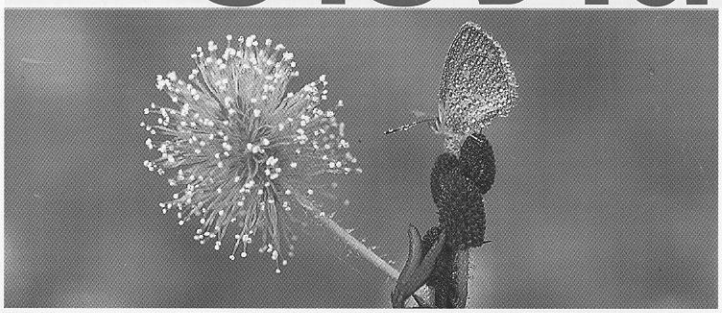
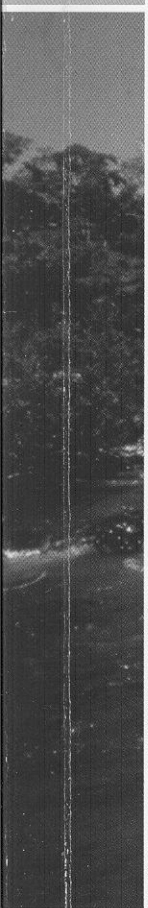
BRT Research Reports 2004

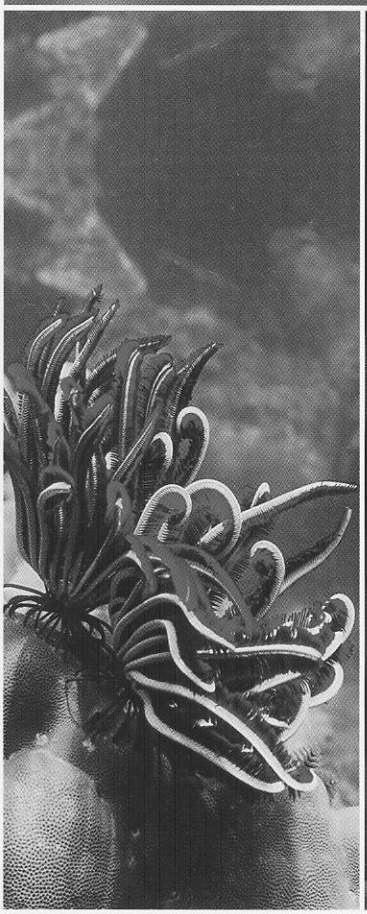
รายงานการวิจัย

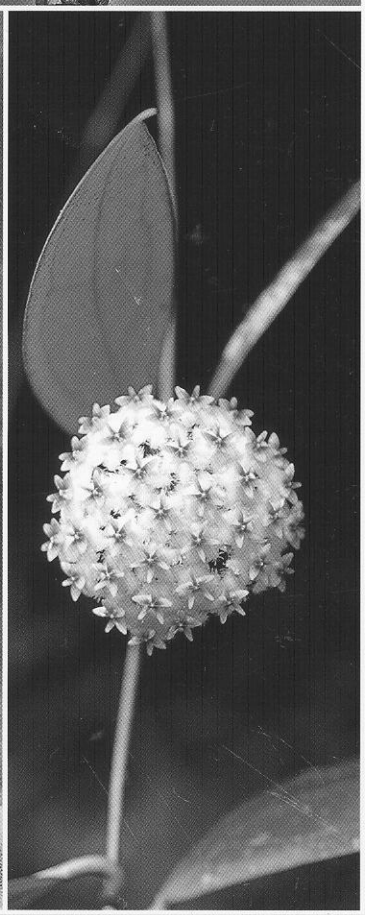
ในโครงการ BRT

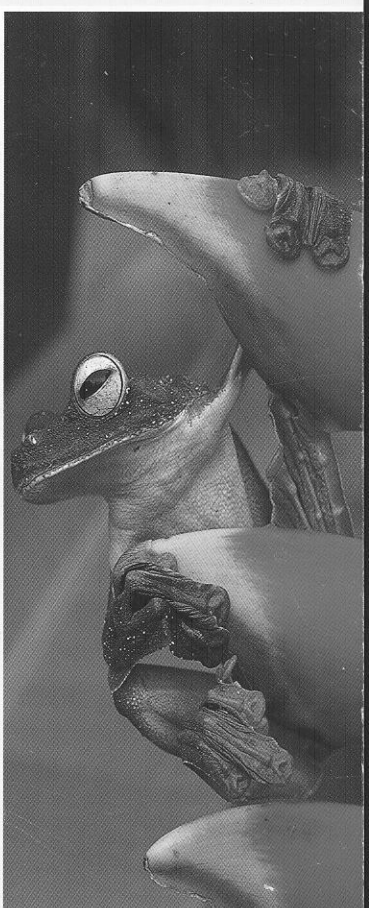
2547











BRT
The Thai Response to Biodiversity

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

Biodiversity Research and Training Program

รายงานการวิจัย

ในโครงการ BRT 2547

BRT Research Reports 2004

The Thai Response to Biodiversity

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และ
ศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

Biodiversity Research and Training Program

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

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2547

BRT Research Reports 2004

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, John Milne, กนกอร โคตรนนท์, เอื้องฟ้า บรรเทาวงษ์, ฤดี รอดรุ่งเรือง และกมลวรรณ เอี่ยมกุล
ภาพประกอบปก	รัตนดิกา เพชรทองมา, ธนพิพัฒน์ วรฤทธิ์ และ ประสิทธิ์ วงษ์พรหม
ออกแบบปก	ชัยเชษฐ์ ต้นถิ่นทอง และ กนกอร โคตรนนท์
รูปเล่ม	แสงดาว ปิยศทิพย์
พิมพ์ที่	ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ โทรศัพท์ 0-2282-2114 โทรสาร 0-2282-3181 ตุลาคม 2547

สำหรับการอ้างอิง	*(หนังสือ-บรรณาธิการ) :* วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ). 2547. รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2547. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ. 334 หน้า. *(บทความในหนังสือ) :* สมศักดิ์ ศิวิชัย และนัฐวุฒิ บุญยืน. 2547. การศึกษาความแตกต่างของราน้ำในประเทศไทย. ใน : รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2547, วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ). หน้า 54-62. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ.

ISBN	974-229-664-2

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, John Milne, Kanokorn Kortrnon, Aruengfha Bantaowong, Rudee Rodrungruang and Kamolwan Aiemkul
Covers	Chaiyachet Tanthinthong and Kanokorn Kortrnon
Layout	Saengdao Piyottip
Printed by	Chuan Printing Press Ltd., Part. Tel: 0-2282-2114 Fax: 0-2282-3181 October 2004
For Citation	*(Book-edited) :* Baimai, V. and R. Tantalakha (eds.) 2004. BRT Research Reports 2004. BRT Program. Chuan Printing Press Ltd.Part., Bangkok. 334 p. *(Paper- edited) :* Boonkerd, T. and R. Pollawatn. 2004. Pteridophyte Flora of Thong Pha Phum National Park, Kanchanaburi Province. *In* BRT Research Reports 2004, V. Baimai and R. Tantalakha (eds.). pp. 14-23. BRT Program. Chuan Printing Press Ltd.Part., Bangkok.

คำนำ

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ได้สนับสนุนทุนวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพ และสร้างนักวิจัยควบคู่ไปกับการเผยแพร่ความรู้และสร้างความเข้าใจให้แก่เยาวชนและสาธารณชนทั่วไปเกี่ยวกับคุณค่าของทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นไทยที่เชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ ตลอดระยะเวลา 9 ปีที่ผ่านมา นักวิชาการและนักศึกษาที่ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากโครงการ BRT ได้ผลิตผลงานวิจัยในหลากหลายมิติด้วยกันและมีความสัมพันธ์กันในระดับหนึ่ง

โครงการ BRT จึงได้รวบรวมองค์ความรู้ต่างๆ ที่ได้จากงานวิจัยเหล่านั้นไว้ในรูปแบบของบทความทางวิชาการและได้ตีพิมพ์เผยแพร่สู่วงการวิจัยไทยและสาธารณชนเป็นประจำทุกปี สำหรับในปี พ.ศ. 2547 นี้มีบทความวิชาการจากการศึกษาวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในโครงการ BRT ที่ได้รับการตีพิมพ์ไว้ในเอกสารเล่มนี้รวมทั้งสิ้น 29 เรื่อง นอกจากนั้นยังได้รวบรวมบทความทางวิชาการจากการบรรยายเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 13-16 ตุลาคม 2546 ที่โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จ.เชียงใหม่ อีก 5 เรื่อง โดยมีเนื้อหาสาระครอบคลุมการศึกษาวิจัยสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ นับตั้งแต่จุลินทรีย์ สาหร่ายและแพลงก์ตอน พืช และสัตว์ รวมถึงภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งล้วนแต่มีคุณค่าทางวิชาการ และเป็นแหล่งค้นคว้าหาความรู้สำหรับผู้ที่สนใจศึกษาวิจัยต่อยอดงานด้านความหลากหลายทางชีวภาพต่อไปในอนาคต

บทความทางวิชาการที่ปรากฏในหนังสือเล่มนี้ เกิดจากงานวิจัยที่นักวิจัย นิสิตนักศึกษา และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ทุ่มเทแรงกายและแรงใจด้วยความยากลำบากในการปฏิบัติงาน ทางคณะผู้จัดทำหนังสือเล่มนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

วิสุทธิ์ ใบไม้

กันยายน 2547

สารบัญ

- รายนามและที่ติดต่อของผู้เขียนเฉพาะชื่อแรก
- ความหลากหลายของมวน (Suborder Heteroptera) ที่อาศัยในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ป่าทองผาภูมิ
  จริยา เล็กประยูร, สุรชัย ลีพิทักรัตน์ และสมมุก มงคลชัยชนะ 1
- Pteridophyte Flora of Thong Pha Phum National Park, Kanchanaburi Province
  Thaweesakdi Boonkerd and Rossarin Pollawatn 14
- ความหลากหลายของพืชมีท่อลำเลียงบริเวณพื้นที่พุหมู่บ้านท่ามะเดื่อ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี
  สุธิรา สระประเทศ, ต่อศักดิ์ สีลานันท์ และบุศบรรณ ณ สงขลา 24
- ความหลากหลายและชีววิทยาของไรฝุ่นในจังหวัดกาญจนบุรี
  อำมร อินทร์สังข์ และสุภัคชา หอมจันทร์ 35
- ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีต่อไรฝุ่น, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)
  อำมร อินทร์สังข์, วรรณะ มหากิตติคุณ และพรพิมล ชื่นชม 43
- การศึกษาความแตกต่างของราน้ำในประเทศไทย
  สมศักดิ์ ศิวิชัย และนัฐวุฒิ บุญยืน 54
- พังไจที่เจริญในต้นพืชป่าไม้ล้มลุก ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
  สายสมร ลำยอง, เนาวรัตน์ ชีพธรรม และพิภพ ลำยอง 63
- Species Diversity of Plecopterans in Yakruae and Phromlaeng Streams, Nam Nao National Park
  Pratum Chaisamsaeng, Narumon Sangpradub and Chutima Hanjavanit 82
- ความหลากหลายและความชุกชุมของผีเสื้อหนอนคืบ (Lepidoptera: Geometridae) ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส
  ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์, ชัยวัฒน์ ประมวล, สุรไกร เพิ่มคำ และศิริพร ทองอารีย์ 85
- The Spider Family Zodariidae in Northern Thailand
  Saowapa Sonthichai and Pakawin Dankittipakul 95
- การจำแนกชนิดและการกระจายของปลาวัยอ่อนแนวปะการัง เกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี
  นิพัทธ์ ส้มกลีบ, ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และอภิชาติ เติมวิชชากร 98
- การศึกษาความหลากหลายและการกระจายทางชีวภูมิศาสตร์ของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
  จารุจินต์ นภีตะภัฏ, เสถียร ช่วยหนู, ยอดชาย ช่วยเงิน และธัญญา จั่นอาจ 114
- ความหลากหลายชนิดของกบตัวเต็มวัยและลูกอ๊อด ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง
  วุฒิ ทักษิณธรรม, วีรยุทธ์ เลาหะจินดา และบุษบง กาญจนสาขา 125
- นิเวศวิทยาบางประการของนกแอ่นกินรังตะโพกขาว (*Collocalia germani* Oustalet) ในอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด
  ภควัติ โพธิ์นาค 134
- การศึกษาวิจัยด้านอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) ในประเทศไทย
  ก่องกานดา ชยามฤต, ธวัชชัย สันติสุข, K. Larsen, P.C. Welzen, H.J. Esser, วีระชัย ณ นคร, ประนอม จันทรโณทัย, ธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ, ราชันย์ ภู่มา, ลีนา ผู้พัฒน์พงศ์, จิรายุพิน จันทรประสงค์ และสุภีร์ ลาร์เสน 139
- เซลล์พันธุศาสตร์ของพันธุ์ไม้วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) ในประเทศไทย
  พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, ทยา เจนจิตติกุล, ชฎาพร เสนาคุณ และวินัย ทองภูบาล 145
- Taxonomic Study in *Argyreia* Lour. (Convolvulaceae) in Thailand
  Chumpol Khunwasi, Busban Na Songkhla and Paweena Traiperm 155

- การศึกษาความหลากชนิดของไม้สกุลไทรในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดยะลาและนราธิวาส
  ภานุมาศ จันทร์สุวรรณ และศิริพร ทองอารีย์ 153
- ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ป่าเชิงปริมาณในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน
  สุนทร คำยอง, ดนัย แสนจันทอง และทนงศักดิ์ ปะระไทย 170
- นิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังที่หนองระเวียง นครราชสีมา
  สุรศักดิ์ ราตรี, สมพงษ์ ธรรมถาวร, อัจฉรา ธรรมถาวร และบัณฑิต โพธิ์น้อย 185
- องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย
  สุธรรม อารีกุล 195
- การศึกษาองค์ความรู้พื้นบ้านในการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ความหลากหลายพันธุ์ข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์ตามแนวชายแดนไทย-ลาว
  เสถียร ฉันทะ 207
- วิวัฒนาการของข้าวป่าและข้าวปลูกของไทย: หลักฐานจากการศึกษายีนกำหนดการสร้างแป้งอมิโลส
  ปรีชา ประเทพา 219
- การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพื่อการท่องเที่ยวเชิงพัฒนา : กรณีศูนย์ศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ
  สงกรานต์ ศรีจันทร์ 231
- การท่องเที่ยวกับการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตชุมชนลำน้ำว้า จังหวัดน่าน
  อภิญญา จิตรวงศ์นันท์ 239
- พัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช
  ชลดรงค์ ทองสง และอนุรักษ์ ปัญญานุวัฒน์ 253
- การประเมินมูลค่าป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร
  นพจิตร เหลืองชื่อสิริ 261
- Antituberculosis Agents from the Thai Sponge, *Brachiaster* sp.
  Saeng-ngam Wonganuchitmeta, Supreeya Yuenyongsawad, Niwat Kaewpradub and Anuchit Plubrukarn 274
- การพัฒนาวิธีการตรวจสารที่มีฤทธิ์ anti-metastasis และสารที่มีพิษ (cytotoxicity test) ต่อเซลล์มนุษย์เพื่อเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดจากพืชและจุลินทรีย์
  โชติกา สุญาณเศรษฐกร, กันวัฒน์ ด่านวิเศษกาญจน และวนิชา วิชัย 281

ภาคผนวก

- การค้นพบฟอสซิลอุรังอุตังในประเทศไทยกับการไขความลับวิวัฒนาการมนุษย์
  เยาวลักษณ์ ชัยมณี 292
- การติดตามศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่
  บุษบง กาญจนสาขา 297
- Replicating the Framework Species Method for Biodiversity Restoration in Northern Thailand
  Prasit Wangpakapattanawong 311
- Siamese Fighting Fish Behavioural Research in Thailand : Effects of Types of Intruders on Male Territorial Defence
  Mullica Jaroensutasinee 316
- Metapopulation and Its Applications in Conservation Biology
  Krisanadej Jaroensutasinee 323

รายนามและที่ติดต่อของผู้เขียนเฉพาะชื่อแรก

ชื่อ-นามสกุล	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
Chumpol Khunwasi	0-2218-5507	0-2252-8979	Chumpol.K@chula.ac.th
Pratum Chaisamsaeng	0-1592-1741	-	chaisamsaeng@yahoo.com
Saeng-ngam Wonganuchitmeta	0-1963-0559	-	saengngam@hotmail.com
Saowapa Sonthichai	0-5394-3346	0-5389-2259	scissnth@cmu.chiangmai.ac.th
Thaweesakdi Boonkerd	0-2218-5502-3	0-2252-8979	Thaweesakdi.B@chula.ac.th
กฤษณะเดช เจริญสุธาสินี	0-7567-2040	0-7567-2004	jkrisana@wu.ac.th
กองกานดา ชยามฤต	0-2561-4292-3 ต่อ 465	0-2561-4824	kchayama@mozart.inet.co.th
จริยา เล็กประยูร	0-2218-5266-67	0-2218-5267	lchariya@hotmail.com
จารุจินต์ นภีตะภัฏ	0-2577-9999 ต่อ 1502	0-2577-9991	-
ชลดรงค์ ทองสง	0-1025-4864	-	-
โชติกา สุญาณเศรษฐกร	0-2564-6700 ต่อ 3467	0-2564-6707	chotika@biotec.or.th
นพจิตร เหลืองช่อสิริ	0-2281-6631	-	nuch79@hotmail.com
นิพัทธ์ ส้มกลีบ	0-1735-1760	-	somkleebn@hotmail.com
บุษบง กาญจนสาขา	0-2940-7159	0-2579-9874	Budsa@hotmail.com
ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์	0-5394-3346 ต่อ 1113	0-5389-2259	prasit.w@chiangmai.ac.th
ปรีชา ประเทพา	0-4372-1728	0-4374-3135	preecha.p@msu.ac.th
พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง	0-2201-5232	0-2354-7172	scpsi@mahidol.ac.th
ภควัติ โพธิ์นาค	0-1908-5027	-	-
ภานุมาศ จันทร์สุวรรณ	0-2577-9999 ต่อ 1503	0-2577-9991	shine_2514@hotmail.com
มัลลิกา เจริญสุธาสินี	0-7567-2030	0-7567-2004	jmullica@wu.ac.th
วุฒิ ทักษิณธรรม	0-6781-0774	-	wutbang@yahoo.com
ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์	0-7428-8530	0-7421-2917	wsupareg@ratree.psu.ac.th
สงกรานต์ ศรีจันทร์	0-6586-4626	-	-
สมศักดิ์ ศิวิชัย	0-2564-6700 ต่อ 3548	0-2564-6707	sivichai@biotec.or.th
สายสมร ลำยอง	0-5394-3346	0-5389-2259	scboi009@chiangmai.ac.th
สุธรรม อารีกุล	0-2562-0404	0-2561-4286	-
สุธิรา สระประเทศ	0-1518-6861	-	suthiras@hotmail.com
สุนทร คำยอง	0-5394-4098 -9	0-5394-4098	agiskhmy@chiangmai.ac.th
สุรศักดิ์ ราตรี	0-4424-2977	0-4424-2977	rsurasak@thaimail.com
อภิญญา จิตรวงศ์นันท์	0-1784-9348	-	apy67@hotmail.com
อำมร อินทร์สังข์	0-2326-4111 ต่อ 6055	0-2326-4314	kiammorn@kmitl.ac.th
เยาวลักษณ์ ชัยมณี	0-2375-4475	0-2202-3754	yaocmn@mozart.inet.co.th
เสถียร ฉันทะ	0-5360-8146	0-5360-8153	chunta7@hotmail.com

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 1-13

BRT 2004
Research Reports

ความหลากหลายของมวน (Suborder Heteroptera) ที่อาศัยในแหล่งน้ำ บริเวณพื้นที่ป่าทองผาภูมิ

จริยา เล็กประยูร, สุรชัย ลีพิทักรัตน์ และ สมมุก มงคลชัยชนะ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Abstract: **Diversity of Aquatic and Semi-aquatic Bugs (Suborder Heteroptera) at Thong Pha Phum Forest**

Chariya Lekprayoon, Surachai Leepitakrat and Sommuk Mongkolchaichana

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

This study was conducted at six locations in both disturbed and undisturbed lotic and lentic habitats at Thong Pha Phum from May 2002 to April 2003. Physical factor data were recorded at the same time as collections of aquatic and semiaquatic bugs were made. Eleven families, forty-one genera and forty-seven species were identified and at least thirty-five unidentified species were found. Twenty species and fourteen genera of Gerridae, the largest group, were found. *Pleciobates tuberculatus* and *Rheumatogonus intermedius* are first records for Thailand. In lotic habitats, *Ptilomera tigrina* (Gerridae) was the most abundant species, forming 16.49% and 17.27% of total collected bugs in the rainy and dry seasons, respectively. Abundances of aquatic and semiaquatic bugs in the dry season were significantly higher than in the rainy season (Mann-Whitney U Test; $P<0.05$). However, there was no significant difference in the species diversity index (H') between seasons. *Limnogonus fossarum, L. nitidus, Limnometra ciliata, L. matsudai, Idiotrephes asiaticus* and *I. polhemusi* were found in lentic habitats with spring water that contained dissolved oxygen lower than 4 mg/l, at 40 °C – 43 °C. Keys to genera of Gerridae, Naucoridae, Helotrephidae, Nepidae and Hydrometridae are presented. Species and locality lists are presented using data from the global information system.

Key words: Heteroptera, Thong Pha Phum, aquatic & semi-aquatic bugs

บทนำ

การศึกษาความหลากหลายของมวนน้ำ (aquatic และ semiaquatic bugs) ครั้งนี้อยู่ในโครงการพัฒนางานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในกรอบของพื้นที่โครงการทองผาภูมิตะวันตก จังหวัดกาญจนบุรี สำหรับในประเทศไทยนั้น การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพยังมีอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะมวนน้ำ ซึ่งเป็นแมลงที่มีความสำคัญ โดยมีบทบาทเป็นตัวควบคุมโดยชีววิธี (biological control agents) ในแหล่งน้ำ และเป็นอาหารของนกและปลา เคยมีรายงานการศึกษามวนน้ำในบางพื้นที่มาก่อนหน้านี้ เช่น บางจังหวัดทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ส่วนพื้นที่อื่นๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันตกและภาคกลาง ยังไม่มีรายงานมาก่อน

สำหรับการศึกษามวนน้ำที่อาศัยในแหล่งน้ำในพื้นที่อำเภอทองผาภูมิ ยังไม่มีการศึกษาและเผยแพร่มาก่อน ผู้วิจัยเห็นว่าพื้นที่ดังกล่าว มีทั้งที่เป็นบริเวณป่าที่สมบูรณ์ห่างไกลการถูกรบกวน บางพื้นที่มีความเชื่อมโยงกับชายแดนพม่า บางพื้นที่เป็นที่อยู่อาศัยของชุมชนหมู่บ้าน บางพื้นที่ห่างไกลชุมชนแต่ยังมีชาวบ้านเข้ามาหาสัตว์และพืชเป็นอาหารเลี้ยงชีพ บางพื้นที่เป็นพื้นที่การเกษตร จากการที่ได้เข้าไปในพื้นที่ในระยะเวลาสั้นๆ เห็นว่าความเจริญทางวัตถุกำลังรุกเข้าไปอย่างรวดเร็ว พื้นที่ที่เคยทุรกันดารมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีผู้เข้าไปใช้ประโยชน์และเปลี่ยนสภาพธรรมชาติมากขึ้นเรื่อยๆ จึงจำเป็นต้องเร่งศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลซึ่งนำไปสู่การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการใช้

ประโยชน์ที่เหมาะสมต่อไป การศึกษาครั้งนี้เน้นหนักไปในทางอนุกรมวิธาน เพื่อให้ทราบว่าในพื้นที่สำรวจมีมวนน้ำชนิดใด และเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์ ปัจจัยทางกายภาพ แหล่งอาศัยย่อย สภาพอากาศ บทบาทของมวนน้ำกับชุมชนของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำเดียวกัน และความสำคัญกับประชาชนในพื้นที่ จากการศึกษารายงานการวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมา พบว่า ความหลากหลายทางชนิดเป็นดัชนีบ่งชี้ความสัมพันธ์กับสภาพภูมิศาสตร์ได้

มวนน้ำซึ่งเป็นแมลงในอันดับ Hemiptera และอยู่ในอันดับย่อย Heteroptera นั้น มีลักษณะเฉพาะคือ มีปีกหน้าที่มีลักษณะแตกต่างกันเป็นสองส่วน คือ ส่วนต้นมีความหนาแข็ง คล้ายแผ่นหนัง และส่วนปลายปีก เป็นเยื่อบางๆ อาจมีเส้นปีกหรือไม่มีเส้นปีก ลักษณะปีกเช่นนี้เรียกว่า hemelytra หรือ hemilytra แต่มีมวนวงศ์ Helotrephidae และ Pleidae มีปีกเหมือนกันตลอดทั้งปีก มวนน้ำมีการเจริญของปีกหลายรูปแบบ เช่น อาจมีปีกแบบสมบูรณ์ แบบครึ่งปีกหรือปีกสั้น หรือไม่มีปีก ปากเป็นจงอย หรือเป็นรูปยาวทรงกระบอก ซึ่งใช้เป็นอวัยวะแทงและดูดของเหลวจากเหยื่อ ขาคู่หน้ามีหลายรูปแบบแต่ส่วนใหญ่ใช้ในการจับเหยื่อ มีแผ่นสามเหลี่ยมขนาดเล็ก (scutellum) แทรกอยู่ตรงโคนปีกคู่หน้า นอกจากนั้นยังมีต่อมกลิ่นตรงส่วนท้องหรือบริเวณอก ซึ่งทำหน้าที่ต่างกันในมวนต่างชนิด มวนในอันดับย่อยนี้คณะผู้วิจัยได้ศึกษาสองกลุ่มเป็นหลัก คือมวนที่อาศัยในน้ำตลอดชีวิต (Infraorder Nepomorpha) และมวนที่อาศัยอยู่เหนือน้ำหรือบนบริเวณที่ชื้น (Infraorder Gerromorpha) มวนสองกลุ่มนี้มีประมาณ 4,000 ชนิด มีการเจริญแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete metamorphosis)

นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่ง คือ Andersen (2002), Nieser (1996, 1997), Polhemus (1990), Dudgeon (1999), Papacek and Zettle (2000), Sites and Polhemus, (2000, 2001), Zettle (1998), Zettle and Chen (1996) ได้ศึกษารวบรวมข้อมูลการศึกษาทางอนุกรมวิธานของมวนน้ำจากที่มีผู้ศึกษาไว้บ้างแล้ว และศึกษาเพิ่มเติมอีกมากมาย รวมทั้งข้อมูลจากประเทศไทย ซึ่งศิริพร (2545) ได้ศึกษามวนน้ำจืดในจังหวัดสกลนคร ทำให้ปัจจุบันนี้มวนน้ำเป็นแมลงกลุ่มที่มีข้อมูลทางวิชาการที่ดีกลุ่มหนึ่ง เป็นรากฐานในการศึกษาต่อทางด้านอนุกรมวิธานได้อย่างดีในทุกภูมิภาคของโลก

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างมวนน้ำจากแต่ละพื้นที่ (sites) ที่กำหนดตามภาพที่ 1 และตารางที่ 1 ในช่วงฤดูฝนเดือนพฤษภาคม กรกฎาคม และตุลาคม 2545 ในช่วงฤดูแล้งเดือนธันวาคม 2545 กุมภาพันธ์ และเมษายน 2546 ทุกถิ่นอาศัยย่อยและวางกับดักแสงไฟใกล้แหล่งน้ำ

2. เก็บรักษาตัวอย่างมวนน้ำใน 70% อัลกอฮอล์ เพื่อการตรวจสอบวินิจฉัยชื่อวิทยาศาสตร์

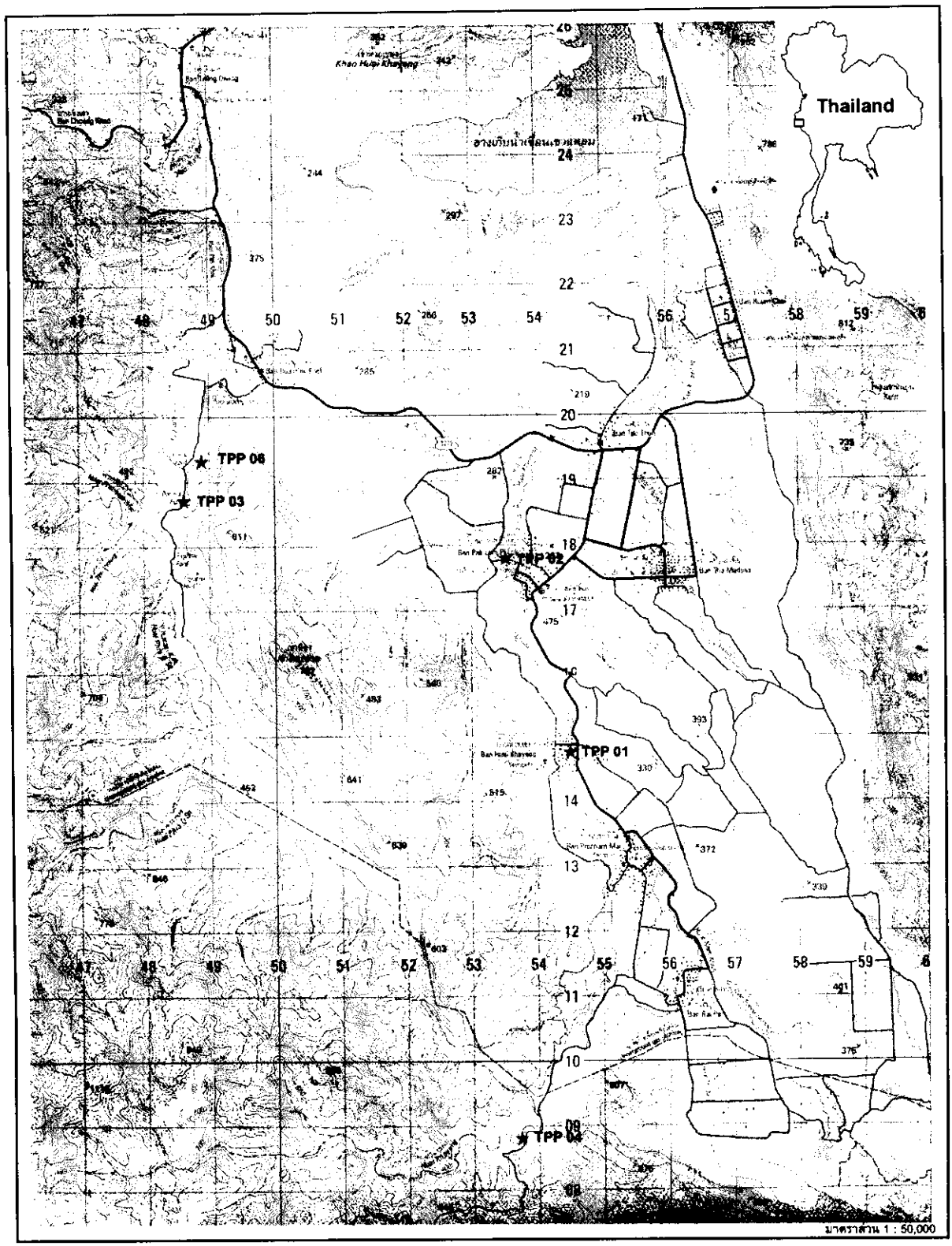
3. เก็บข้อมูลทางกายภาพที่สำคัญ ได้แก่ ความลึกที่แสงส่องถึง อุณหภูมิน้ำและอากาศ ความเร็วกระแสน้ำ ความขุ่นใสของน้ำ ลักษณะตะกอน ความเป็นกรดและด่าง ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) วัดพิกัดภูมิศาสตร์ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)

4. วิเคราะห์ทางสถิติค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity index) โดยใช้ Shannon Weinner index (Krebs, 1999)

ตารางที่ 1. พิกัด (UTM) และความสูง (Alt) แต่ละบริเวณที่เก็บตัวอย่างมวนน้ำ

Site No.	Locations	UTM	Alt. (m.)
TPP 01	ห้วยเขย่ง (Huai Kayeng)	N 1614660/ E 47 454880	222
TPP 02	ลำปิล็อก (Lampilock)	N 1617466/ E 47 453874	193
TPP 03	ห้วยปากคอก (Huai Pak Khok)	N 1618918/ E 47 448938	180
TPP 04	พัสดุกลาง (Patsaduklang)	N 1608972/ E 47 454048	317
TPP 05*	ที่ทำการอุทยาน TPP (TPP Station)	N 1624484/ E 47 436121	907
TPP 06	โป่งพุร้อน (Pong Phu Ron)	N 1619296/ E 47 449012	197

* ไม่ได้แสดงไว้ในแผนที่



ภาพที่ 1. บริเวณที่เก็บตัวอย่าง (★) มวนน้ำในเขตพื้นที่ป่าทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี (ดูรายละเอียดในตารางที่ 1)

ผลการวิจัย

1. จากการสำรวจ เก็บตัวอย่างมวนน้ำทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งและวินิจฉัยในห้องปฏิบัติการ พบมวนน้ำทั้งสิ้น 11 วงศ์ 41 สกุล และ 47 ชนิด และพบอีก 35 รูปแบบสัณฐานที่ยังไม่สามารถวินิจฉัยได้ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 4-15)

ตารางที่ 2. รายชื่อชนิดของมวนน้ำที่สำรวจพบในพื้นที่ที่กำหนดในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

GERROMORPHA

Gerridae

Cylindrostethinae

1. *Cylindrostethus costalis* Schmidt, 1915
2. *Cylindrostethus scrutator* (Kirkaldy, 1899)

Eotrechinae

3. *Amemboa cristata* Polhemus & Andersen, 1984
4. *Amemboa riparia* Polhemus & Andersen, 1984
5. *Amemboa* sp.

Gerrinae

6. *Limnogonus fossarum* (Fabricius, 1775)
7. *Limnogonus nitidus* (Mayr, 1865)
8. *Limnometra ciliata* Mayr, 1865
9. *Limnometra matsudai* (Miyamoto, 1967)
10. *Neogerris* sp.

Halobatinae

11. *Metrocoris nigrofascicoides* Chen & Nieser, 1993
12. *Metrocoris* sp.
13. *Metrocoris tenuicornis* Esaki, 1926
14. *Ventidius malayensis* Hungerford & Matsuda, 1960
15. *Ventidius modulatus* Lundblad, 1933
16. *Ventidius pulai* Cheng, 1965
17. *Ventidius* sp.

Ptilomerinae

18. *Pleciobates tuberculatus* Esaki, 1927
19. *Pleciogonus wongsirii* Chen, Nieser and
20. *Pleciobates* sp.
21. *Ptilomera tigrina* Uhler, 1860
22. *Ptilomera* sp.
23. *Rheumatogonus intermedius* Hungerford, 1933

Rhagadotarsinae

24. *Rhagadotarsus kraepelini* Breddin, 1905

Trepobatinae

25. *Gnomobates kuiteri* (Hungerford & Matsuda, 1958)
26. *Gnomobates* sp.
27. *Noboandelus signatus* Distant, 1910
28. *Noboandelus* sp.

Hebridae

Hebrinae

29. *Hebrus* sp.
30. *Timasius* sp.

Hydrometridae

Hydrometrinae

31. *Hydrometra greeni* Kirkaldy, 1898
32. *Hydrometra longicapitis* Torre-Bueno, 1927
33. *Hydrometra orientalis* Lundblad, 1933
34. *Hydrometra* sp.

Mesoveliidae

35. Unidentifed

Veliidae

Haloveliinae

36. *Strongylovelia* sp.
37. *Baptista* sp.
38. *Microvelia* sp.
39. *Pseudovelia* sp.
40. *Xiphovelia* sp.

Perittopinae

41. *Perittopus asiaticus* Fieber, 1861

Rhagoveliinae

42. *Rhagovelia femorata* Dover, 1928
43. *Rhagovelia rudischuhi* Zettel, 1993
44. *Rhagovelia singaporensis* Yang & Polhemus, 1990
45. *Rhagovelia sondaica* Polhemus & Polhemus, 1988
46. *Rhagovelia sumatrensis* Lundblad, 1922
47. *Rhagovelia* sp.1
48. *Rhagovelia* sp.2

Veliinae

49. *Angelia* sp.

NEPOMORPHA

Helotrephidae

Helotrephinae

50. *Distotrephes shepardi* Zettel & Polhemus, 1998
51. *Helotrephes australis* Zettel & Polhemus, 1998
52. *Helotrephes* sp.
53. *Hydrotrephes septentrionalis* Zettel, 1998
54. *Hydrotrephes* sp.
55. *Idiotrephes asiaticus* Papacek & Zettel, 2000
56. *Idiotrephes polhemusi* Papacek & Zettel, 2000
57. *Tiphotrephes indicus* Distant, 1910

Micronectidae

58. Unidentified

Naucoridae

Aphelocheirinae

59. *Aphelocheirus femoratus* Polhemus & Polhemus, 1988
60. *Aphelocheirus grik* Polhemus & Polhemus, 1988

Cheirochelinae

61. *Gestroiella limnocoroides* Montandon, 1897

Laccocorinae

62. *Ctenipocoris asiaticus* Montandon, 1897
63. *Heleocoris* sp.1
64. *Heleocoris* sp.2
65. *Heleocoris* sp.3

Naucorinae

66. *Naucoris scutellaris* Stal, 1858
67. *Naucoris* sp.1
68. *Naucoris* sp.2
69. *Naucoris* sp.3

Nepidae

Ranatrinae

70. *Cercotmetus asiaticus* Amyot & Serville, 1843
71. *Cercotmetus brevipes* Montandon, 1909
72. *Cercotmetus compositus* Montandon, 1909
73. *Cercotmetus* sp.
74. *Ranatra parmata* Mayr, 1865
75. *Ranatra gracilis* Dallas, 1850
76. *Ranatra longipes* Lansbury, 1972
77. *Ranatra* sp.

Nepinae

78. *Laccotrephes* sp.

Notonectidae

Notonectinae

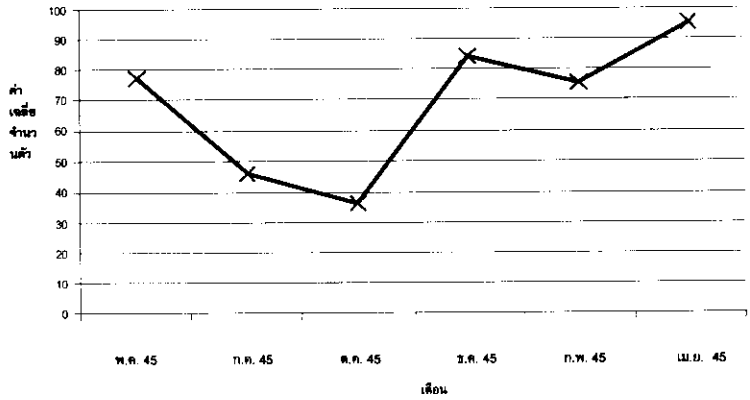
80. *Anisops nigrolineatus* Lundblad, 1933
81. *Enithares* sp.

Pleidae

82. Unidentified

2. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษาครั้งนี้พบว่าแหล่งน้ำในพื้นที่ทองผาภูมิส่วนใหญ่เป็นแหล่งน้ำไหล พบมวนน้ำ 72 ชนิดในแหล่งน้ำไหล (sites TPP 01, TPP 02, TPP 03 และ TPP 04) ซึ่งเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความชุกชุม (Relative abundance) ของมวนน้ำ พบว่า *Ptilomera tigrina* มีค่าสูงที่สุดทั้งสองฤดูกาล (16.49% ในฤดูฝน และ 17.27% ในฤดูแล้ง) ส่วน *Rhagovelia femorata* มีค่าสูงรองลงมา (12.94%) ในฤดูฝน และ *Rhagovelia* sp.2 มีค่าสูงรองลงมา (8.54%) ในฤดูแล้ง จากการสำรวจพบมวนวงศ์ Gerridae, Veliidae และ Naucoridae เป็นกลุ่มเด่นเมื่อเปรียบเทียบกับมวนวงศ์อื่นๆ ในพื้นที่แหล่งน้ำไหลที่สำรวจ

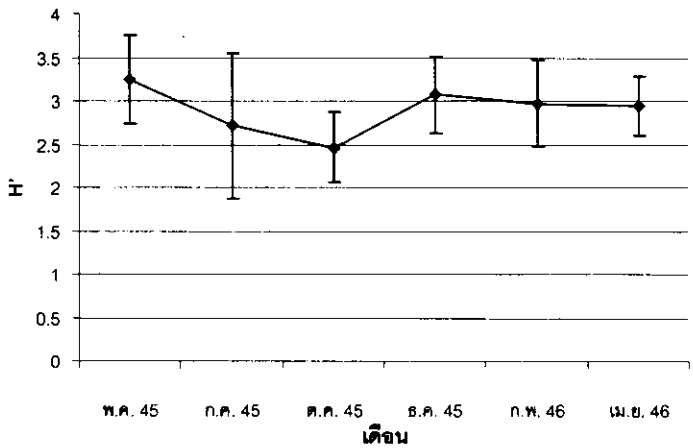


ภาพที่ 2. การเปลี่ยนแปลงความชุกชุม (Abundance) ของมวนน้ำในแหล่งน้ำไหลที่อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2545 – เมษายน 2546

ตารางที่ 3. ค่าเฉลี่ย (mean) ความชุกชุม (abundance) และดัชนีความหลากหลายทางชนิด (H') ของมวนน้ำในแหล่งน้ำไหลระหว่างสองฤดูกาล (seasons)

Seasons	Mean (S.D)*	
	Abundance	H'
Dry (n=12)	82.92 (37.91)[a]	2.997 (0.557)[c]
Rainy (n=9)	53.22 (30.97)[b]	2.770 (0.478)[c]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรชนิดเดียวกันกำกับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ Mann-Whitney U Test; P < 0.05)



ภาพที่ 3. การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความหลากหลาย (H') ของมวนในแหล่งน้ำไหลอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2545 – เมษายน 2546

การเปลี่ยนแปลงด้านจำนวนของมวนน้ำในแต่ละเดือนในแหล่งน้ำไหล ณ บริเวณพื้นที่สำรวจ แสดงในกราฟ (ภาพที่ 2) พบว่า มวนน้ำมีจำนวนตัวลดลงในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม 2545 - ตุลาคม 2545) และจะมีจำนวนตัวมากขึ้นในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม 2545 – เมษายน 2546) ซึ่งผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพบว่าค่าเฉลี่ยความชุกชุมในช่วงฤดูแล้ง (82.92 $\pm$ 37.91) มีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูฝน (53.22 $\pm$ 30.9) อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3)

ในด้านความหลากหลายทางชนิดของมวนในแหล่งน้ำไหล พบว่าค่าเฉลี่ยดัชนีความหลากหลายทางชนิด (H') ทั้งสองฤดูกาลนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือนของค่าเฉลี่ยดัชนีความหลากหลายทางชนิด แสดงด้วยกราฟในภาพที่ 3

3. การศึกษาทางอนุกรมวิธาน

ได้จัดทำคีย์ (key) ในการจัดจำแนกในระดับวงศ์และสกุลดังนี้

คีย์จำแนกวงศ์ Heteroptera

(ดัดแปลงจาก Cheng et al. (2001), Nieser (1996) และ Chen and Zettle (1996))

1. - หนวดสั้นกว่าความยาวส่วนหัว ซ่อนอยู่ใต้ตา มองไม่เห็นจากด้านบน (dorsal side) ....Infraorder Nepomorpha.....2
   - หนวดยาวกว่าความยาวส่วนหัว โผล่ให้เห็นทางด้านหน้า (anterior end) ของตา มองจากด้านบนเห็นได้ชัดเจน.....9
2. - ปากสั้นและฐานปากกว้าง อาจเห็นเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือเป็นจงอย (beak) สั้นๆ หรือปลายตัด.....3
   - ปากยาวเป็นรูปทรงกระบอกหรือเป็นรูปกรวย (rostrum) ลักษณะเป็นปล้องเหมาะสำหรับใช้แทง tarsi คู่หน้ามีลักษณะใช้จับเหยื่อ (raptorial).....4
3. - scutellum ถูกคลุมด้วย pronotum ขนาดลำตัวยาว 3 –10 มิลลิเมตร บางชนิดจงอยปากมีร่องขวาง.....Corixidae
   - scutellum เห็นชัดเจน ขนาดลำตัวยาวน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร จงอยปากไม่มีร่องขวาง.....Micronectidae
4. - ปลายสุดของส่วนท้องเป็นท่อสำหรับใช้หายใจ ยาวมากกว่า 4 มิลลิเมตร 2 เส้น แต่ละเส้นเป็นร่อง.....Nepidae
   - ปลายสุดของส่วนท้องไม่มีรยางค์เป็นท่อ ถ้ามีจะยาวน้อยกว่า 4 มิลลิเมตร.....5
5. - ลำตัวแบน ด้านหลัง-ท้อง เป็นรูปรี ขาคู่หน้ามีลักษณะจับเหยื่อ บางตัวมี femora คู่หน้าแบนกว้าง.....6
   - ลำตัวไม่แบน เป็นรูปยาวหรือครึ่งทรงกลม หรือเป็นรูปไข่ ขาคู่หน้าไม่มีลักษณะจับเหยื่อ femora คู่หน้าเรียวแคบ.....7
6. - ปลายของส่วนท้องมีรยางค์สั้นเป็นคู่ มีตายื่นออกมาจากแนวขอบหัว ส่วนหน้าของ pronotum ไม่เว้า ขาคู่กลางและหลังแบน ลำตัวมีขนาดยาวประมาณ 25 มิลลิเมตร ถึง 60 มิลลิเมตร .....Belostomatidae
   - ไม่มีรยางค์ที่ปลายส่วนท้อง ตาไม่ยื่นจากแนวขอบหัว ส่วนหน้าของ pronotum เว้า ขาคู่กลางและหลังค่อนข้างเรียวเป็นรูปทรงกระบอก ลำตัวมีขนาดยาวไม่เกิน 25 มิลลิเมตร.....Naucoridae
7. - ลำตัวเป็นครึ่งวงกลมหรือรูปไข่ ขาคู่กลางและหลังยาวเท่ากัน ลำตัวยาวน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร.....8
   - ลำตัวยาว มีขาหลังยาวเหมือนใบพายและมีขนละเอียดเป็นแผง ลำตัวยาวมากกว่า 5 มิลลิเมตร .....Notonectidae
8. - หนวดมี 2 ปล้อง หัวและอกรวมกันเห็นรอยแบ่งจางๆ เป็นรูป w บริเวณส่วนอกนูนโค้งไปทางด้านหน้า.....Helotrephidae
   - หนวดมี 3 ปล้อง เห็นรอยแบ่งจางๆ ระหว่างหัวและอกหลัง แนวตาเป็นเส้นตรง ด้านหัวโค้งเล็กน้อย แต่เมื่อดูด้านหน้าเห็นบริเวณส่วนอกค่อนข้างแบน.....Pleidae
9. - ขาหลังมี coxae เล็ก เป็นรูปทรงกระบอกหรือกรวย มีร่องรอบ coxae แบบ socket ปีกอาจเป็นแบบปีกสมบูรณ์ ปีกสั้น หรือไม่มีปีก.....Infraorder Gerromorpha.....10
   - ขาหลังมี coxae ใหญ่ อยู่ในแนวขวาง ร่องรอบ coxae กว้าง มีปีกเป็นแบบสมบูรณ์ ปากยาวถึงหรือเลย coxae ขาหลัง .....Saldidae (Infraorder Leptopodomorpha)
10. - claws โผล่ออกมาตรงบริเวณก่อนปลายสุดของ tarsi .....Subfamily Gerroidae.....11
    - claws โผล่ออกมาตรงบริเวณปลายสุดของ tarsi 12
11. - femora ของขาหลังยาวเท่าส่วนท้อง อกปล้องกลางยาวมากกว่าปล้องอื่นๆ (ดูจากด้านท้อง). ...Gerridae
    - femora ของขาหลังไม่ยาวเท่าส่วนท้อง อกทุกปล้องมีขนาดใกล้เคียงกัน.....Veliidae
12. - หัวยาวเท่าส่วนอก เห็นตาอยู่กึ่งกลางความยาวหัวและอกรวมกัน ลำตัวผอม บาง เรียวคล้ายกิ่งไม้.....Hydrometridae

- หัวสั้นกว่าส่วนอก ตาอยู่ค่อนไปทางด้านหน้าของส่วนอก ลำตัวไม่บางเรียว.....13

13. - tarsi มี 2 ปล้อง ขาหลังไม่มีหนาม ด้านท้องของส่วนหัวมีร่อง ซึ่งมีแผ่นปิดฐานปาก 1 คู่ยื่นออกมา.....Hebridae

- tarsi มี 3 ปล้อง ขาหลังมีหนาม ด้านท้องของส่วนหัวไม่มีร่องและแผ่นปิดฐานปาก.....Mesoveliidae

คีย์จำแนกสกุลของ Gerridae (มวนจิงโจ้น้ำ)

(ดัดแปลงจาก Cheng et al. (2001) และ Chen and Zettle (1998))

1. - เห็นปล้องท้องที่หนึ่งทางด้านท้องชัดเจน ปลายส่วนท้องยาวยื่นเป็นรูปแท่ง..... .....(Rhagadotarsinae).....*Rhagadotarsus*

- ไม่เห็นปล้องท้องที่หนึ่งทางด้านท้อง ปลายส่วนท้องไม่ยาวเป็นรูปแท่ง.....2

2. - femur ขาคู่กลางค่อนข้างอ้วน สั้นกว่า tibia หรือเกือบเท่ากันและมักจะสั้นกว่า femur ขาคู่หลัง.....(Trepobatinae).....3

- femur ขาคู่กลางเรียว ยาวกว่า tibia ของขาคู่กลาง.....4

3. - หนวดปล้องที่สามยาวกว่าหนวดปล้องที่หนึ่งชัดเจน และยาวมากกว่าปล้องที่สอง 3 เท่า ขอบด้านข้างของproctiger (male genital segment) ไม่มีส่วนยื่น femur ของขาคู่หน้าของตัวผู้โค้ง.....*Gnomobates*

- หนวดปล้องที่สามสั้นกว่าหนวดปล้องที่หนึ่งชัดเจน ด้านข้างของ proctiger มีส่วนยื่นเรียวยาวพุ่งไปด้านหน้า femur ของขาคู่หน้าของตัวผู้ค่อนข้างแบน.....*Noboandelu*

4. - metasternum มีต่อมกลิ่นอยู่ด้านข้าง ลำตัวยาวอย่างน้อย 4 เท่าของความกว้าง..... .....(Cylindrostethinae).....*Cylindrostethus*

- metasternum ไม่มีต่อมกลิ่นอยู่ด้านข้าง ลำตัวยาวมากกว่าหรือน้อยกว่า 4 เท่าของความกว้าง.....5

5. - Tarsus คู่หน้ายาว อย่างน้อยยาวครึ่งหนึ่งของความยาว tibia รวมกับ femur และยาวกว่าลำตัว.....(Ptilomerinae).....6

- tarsi คู่หน้าสั้น femur ขาคู่กลางสั้นกว่าหรือเกือบเท่าความยาวลำตัว.....7

6. - femur ขาคู่หลังยาวกว่า femur ขาคู่กลาง ปล้อง tarsi รวมกัน ตัวผู้มีครึ่งหลังของ femur คู่กลางมีขนปุยตลอด และมี parameres สมมาตร ปล้องท้องที่ 7 ของตัวเมียมี connexival spines เห็นชัด ลำตัวยาวมากกว่า 15 มิลลิเมตร.....*Ptilomera*

- femur ขาคู่หลังยาวเกือบเท่าหรือสั้นกว่า femur ขาคู่กลาง ปล้อง tarsi ไม่รวมกัน femur ขาคู่กลางไม่มีขน ลำตัวยาวน้อยกว่า 10 มิลลิเมตร.....8

7. - metasternum เห็นชัดเจน ลำตัวยาว เพรียว มีสัดส่วน ยาว:กว้าง มากกว่า 3:0 9

- metasternum ลดรูปลง เห็นเป็นแผ่นสามเหลี่ยมเล็ก ลำตัวมีสัดส่วน ยาว:กว้าง น้อยกว่า 3:0.....10

8. - หนวดปล้องแรกยาวกว่าหนวดปล้องที่เหลือรวมกัน มี connexival spine ยื่นยาว.....11

- หนวดปล้องแรกสั้นกว่าหนวดปล้องที่เหลือรวมกัน ไม่มี connexival spine .....*Rheumatogonus*

9. - pronotum ไม่ยาว (apterous specimens) หนวดปล้องแรกมีขนเหมือนหนามสีดำ 4-6 อัน มี pretarsal arolia ระหว่าง claws.....12

- pronotum ยาว (apterous specimens) หนวดปล้องแรกไม่มีขนเหมือนหนามสีดำ ไม่มี pretarsal arolia.....13

10. - ด้านข้างของตายื่นเลยมุมของ mesonotum ขาคู่หน้าตัวผู้มี femur เรียว.....*Ventidius*

- ด้านข้างของตาไม่เลยมุม mesonotum ขาคู่หน้าตัวผู้มี femur อ้วน ป้อม มีส่วนเว้า ส่วนนูน..... .....*Metrocoris*

11. - ลำตัวสีอ่อน มีแถบสีดำใหญ่พาดกลาง mesonotum ส่วนหัวมีแถบหัวลูกศรสีดำ ปล้อง genital ของตัวเมียหดกลับเข้าไปในปล้องท้องที่เจ็ดได้.....*Pleciogonus*
    - ลำตัวด้านหลังสีเข้มหรือดำทั้งหมด ส่วนหัวไม่มีแถบหัวลูกศรสีดำ ปล้อง genital ของตัวเมียยื่นพ้นปล้องท้องที่เจ็ด.....*Pleciobates*
12. - ขาคู่หลังสั้นกว่าขาคู่กลางชัดเจน tarsus ปล้องแรกของขาคู่กลางยาวกว่าปล้องที่สอง.....*Amemboa*
    - ขาคู่หลังยาวเกือบเท่าขาคู่กลาง tarsus ปล้องแรกของขาคู่กลางสั้นกว่าปล้องที่สอง.....*Onychotrechus*
13. - หนวดยาวเกือบสองเท่าของความยาวลำตัวหรือมากกว่า pronotal lobe มีสีจาง และมีลายเป็นเส้นสีดำตรงกลาง มี connexival spines ชัดเจน .....*Limnometra*
    - หนวดสั้นกว่าลำตัว pronotal lobe มีสีเข้ม และมีเส้นจางตรงกลาง หรือไม่มี.....14
14. - ด้านหลังส่วนหัวมีสีเข้ม ด้านล่างลำตัวมีสีเข้ม หนวดปล้องแรกยาวเกือบเท่าหรือยาวกว่าหนวดปล้องที่สองรวมกับปล้องที่สาม.....*Aquarius*
    - ด้านหลังส่วนหัวมีจุดกลมสีส้ม หรือเส้นสีจางยาวหรือจุดยาว 1 คู่ ด้านล่างลำตัวมีสีจาง หนวดปล้องแรกสั้นกว่าปล้องที่สองรวมกับปล้องที่สาม.....15
15. - pronotal lobe มีสีเข้มหรือมีเส้นสีเข้มตรงกลาง ส่วนหน้าบน pronotum มีจุดยาวสีจาง 1 คู่.....*Limnogonus*
    - pronotal lobe มีสีเข้ม ส่วนหน้าบน pronotum มีจุดกลมสีจางอยู่ตรงกลาง .....*Neogerris*

คีย์จำแนกชนิดของ Naucoridae (มวนตะพาบ)

(ดัดแปลงจาก Sites et al. (1997))

1. - ส่วนปาก labium ยาวไปทางด้านท้ายลำตัวถึงโคน coxae ขาคู่หน้า หนวดยาวไม่ถึงขอบด้านข้างส่วนหัว.....2
    - ส่วนปาก labium ยาวไปทางด้านท้ายลำตัวเกือบถึงโคน coxae ขาคู่กลาง หนวดยาวเลยขอบด้านข้างส่วนหัว.....5
2. - ขอบด้านท้ายของ pronotum ห่างจาก mesothorax ¼ ของความยาวของ mesothorax และ hemelytra ที่แยกจาก pronotum ลำตัวยาว ≥ 13 มิลลิเมตร .....*Gestroiella limnocoroides*
    - ขอบด้านท้ายของ pronotum ชิดกับด้านหน้าของ mesothorax และ hemelytra ลำตัวยาวน้อยกว่า 13 มิลลิเมตร 3
3. - ขาคู่หน้ามี claw เดี่ยวเล็กๆ มี tarsus 1 ปล้อง.....*Naucoris* spp.
    - ขาคู่หน้ามี claws 2 อันชัดเจน tarsus มี 2 ปล้อง (ยกเว้นตัวเมียของ *Heleocoris* มี 1 ปล้อง).....4
4. - ด้านท้องของปลาย tibia คู่หลังมีหนามอ้วนเรียงแถวขนานกัน 2 แถว หรือมากกว่าตรงบริเวณ subapical และมีขนว่ายน้ำบนแนวกลางของ tibia อัดกันแน่น ไม่มีช่องว่างระหว่างขน.....*Heleocoris* spp.
    - ด้านท้องของปลาย tibia คู่หลังมีหนามอ้วนเรียงตัวเป็นวงล้อมรอบ ปลายหนามพุ่งเฉียงออก มีขนว่ายน้ำบนแนวกลางของ tibia ไม่อัดแน่นและมีช่องว่างระหว่างขน.....*Ctenipocoris asiaticus*
5. - เพศเมียมี subgenital plate ปลายตัด มีขนยาว 4 เส้น ด้านท้องเพศผู้มี tab ยื่นจากขอบด้านท้ายของปล้องท้องที่ห้า ไม่มีแผ่นสีน้ำตาลบนโคน femur และ trochanter ของขาคู่หลัง..... *Aphelocheirus grik*
    - เพศเมียมี subgenital plate เป็นรูปสามเหลี่ยม มีขนยาวสองเส้น และด้านท้องเพศผู้มี tab (ที่ยังไม่ชัดเจน) หรือไม่มี ถ้ามีจะพบแผ่นสีน้ำตาลบริเวณโคน femur และ trochanter ของขาคู่หลัง.....*Aphelocheirus femoratus*

คีย์จำแนกสกุลของ Helotrephidae (มวนน้ำหลังค่อม)

(ดัดแปลงจาก Papacek and Zettle (2000), Sites and Polhemus (2001) และ Zettel (1998))

1. - cephalothorax มีจุดเล็กๆ กระจายห่างๆ ลำตัวยาวมากกว่าหรือน้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร ขอบด้านข้างของ Cephalothorax ปิดใต้ตาไม่ตลอด ตัวเมียมี subgenital plate ไม่สมมาตร.....2
   - cephalothorax มีจุดเล็กๆ แน่น และดูทึบ สีเข้ม ลำตัวยาวมากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 มิลลิเมตร ขอบด้านข้างของส่วนหัวและตาปิดใต้ตาตลอด ตัวเมียมี subgenital plate สมมาตร.....3
2. - ตาถูกแบ่งเป็นส่วนบนและส่วนล่าง subgenital plate ไม่สมมาตรมีส่วนกลางปล้องยื่นยาว..... .....*Distotrephes*
   - ตาไม่ถูกแบ่ง แต่ขอบด้านข้างของ cephalothorax ชนตา subgenital plate มีรอยหยัก 2 ข้าง.....4
3. - ปล้องท้องที่ 4 หรือ 4 และ 5 ด้านท้องมีสันกลางปล้อง..... *Helotrephes*
   - ปล้องท้องที่ 4 และ 5 ด้านท้อง ไม่มีสันกลางปล้อง.....*Hydrotrephes*
4. - ขอบด้านข้างของ cephalothorax ยื่นชนกดลึกที่ตาชัดเจน ด้านท้องปล้องที่ 5 มีสันกลางปล้อง subgenital plateไม่สมมาตร ด้านขวามีร่องเว้าลึก.....*Idiotrephes*
   - ขอบด้านข้างของ cephalothorax แตะที่ตา ด้านท้องปล้องที่ 5 ไม่มีสันกลางปล้อง subgenitalplate เกือบสมมาตรแต่มีร่องแคบๆ สองข้างส่วนกลางของปล้อง .....*Tiphotrephes*

คีย์จำแนกสกุลของ Nepidae (มวนแมงป่องน้ำ)

(ดัดแปลงจาก Sites and Polhemus (2000) และ Nieser (1997))

1. - ลำตัวแบนกว้าง เห็น parasterternites ชัดเจน sterna มีมากกว่าหรือน้อยกว่า 6 ปล้อง..... .....Subfamily Nepinae.....2
   - ลำตัวเป็นรูปยาวทรงกระบอก parasterternites ซ่อนอยู่ใต้ส่วนพับของ Laterotergites..... .....Subfamily Ranatrinae.....3
2. - ขอบลำตัวสองข้างค่อนข้างหนาขนานกัน ช่องหายใจด้านท้องบริเวณ pronotum ลดขนาดหรือไม่มี.....*Laccotrephes*
   - ขอบลำตัวป่องตรงกลางลักษณะคล้ายใบไม้ ช่องหายใจด้านท้องบริเวณ pronotum เห็นชัดเจน .....*Telmatotrephes*
3. - femur ของขาคู่หน้ายาวกว่า pronotum ด้านข้างเห็นขอบนอกของตาไม่ลงมาถึงขอบล่างของหัว..... .....*Ranatra*
   - femur ของขาคู่หน้าสั้นกว่า pronotum ด้านข้างเห็นขอบนอกของตายื่นลงมาถึงขอบล่างของหัว..... .....*Cercotmetus*

คีย์จำแนกชนิดของ Hydrometra (มวนเข็ม)

(ดัดแปลงจาก Zettel and Chen (1996))

1. - ขอบหัวส่วนบนด้านหน้าของ anteclypeus เป็นสามเหลี่ยมมุมกว้าง tarsi ปล้องที่สองของขาคู่หน้ายาวเป็น 1.5 เท่าของปล้องที่สาม.....*Hydrometra longicapitis*
   - ขอบหัวส่วนบนด้านหน้าของ anteclypeus เป็นสามเหลี่ยมมุมแคบ 2
2. - เพศผู้.....3
   - เพศเมีย.....4

3. - ปล้องท้องที่เจ็ดมีร่องกว้างตามขวางปล้อง.....*H. greeni*
   - ปล้องท้องที่เจ็ดไม่มีร่องขวางปล้อง.....*H. orientalis*
4. - ขอบด้านบนของปล้องท้องที่เจ็ดยกขึ้นและมีขนเป็นสีดำยาว.....*H. greeni*
   - ขอบด้านบนของปล้องท้องที่เจ็ดไม่ยกขึ้นและไม่มีขนสีดำ ปลายแหลมของปล้องท้องที่แปดยื่นตรงไปทางด้านท้ายลำตัว.....*H. orientalis*

บทสรุป

การศึกษาและสำรวจพื้นที่แหล่งน้ำในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าพื้นที่หลักเป็นแหล่งน้ำไหล ซึ่งเป็นลำห้วยหรือลำธาร แต่ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาแหล่งน้ำไหลและบางแหล่งน้ำนิ่ง ซึ่งมีสภาพแวดล้อมและปัจจัยทางกายภาพที่น่าสนใจ เพื่อให้ได้ข้อมูลความหลากหลายทางชนิดของมวนน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ ให้มากที่สุดในช่วงเวลาอันสั้นของการศึกษา จากพื้นที่แหล่งน้ำไหล TPP 01 - TPP 02 - TPP 03 - TPP 04 และแหล่งน้ำนิ่ง TPP 05 - TPP 06 นั้น พบมวนน้ำจำนวน 11 วงศ์ คือ Gerridae, Hebridae, Hydrometridae, Mesoveliidae, Veliidae, Helotrephidae, Micronectidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae และ Pleidae 41 สกุล 47 ชนิด และพบอย่างน้อย 35 รูปแบบสัณฐานที่ยังไม่สามารถวินิจฉัยได้ (ตารางที่ 2) ในการสำรวจครั้งนี้พบมวนจิงโจ้น้ำ *Pleciobates tuberculatus* (ภาพที่ 4) ที่ site TPP 03 UTM 1608514 N. 47 454048 E. ALT. 180 เมตร และ *Rheumatogonus intermedius* (ภาพที่ 5) ที่ site TPP 04 UTM 1608514 N 47 454048 E. ALT. 320 เมตร เป็นครั้งแรก (first record) ในประเทศไทย

ในแหล่งน้ำไหล TPP 01 - TPP 02 - TPP 03 - TPP 04 ซึ่งมี ALT. 180 - 320 เมตร มีอุณหภูมิบนผิวน้ำและในน้ำ 25°C ถึง 28°C ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) 5.13 - 8.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) 7.1 - 7.88 พบมวน *Ptilomera tigrina* มากที่สุด มีค่าความชุกชุม (relative abundance) สูงสุดคือในฤดูฝน 16.49% ในฤดูแล้ง 17.27%

ที่น่าสังเกตคือ มวนน้ำ *Pleciogonus wongsirii, Gnomobates kuiteri, Rheumatogonus intermedius, Distotrephes shepardi, Aphelocheirus femoratus* และ *Cercotmetus brevipes* ที่พบในแหล่งน้ำไหล site TPP 04 UTM 1608514 N 47 454048 E ALT. 320 เมตร ในฤดูแล้ง ยังไม่พบในแหล่งน้ำอื่นๆ ที่สำรวจ

ในแหล่งน้ำนิ่ง TPP 05 UTM 1624484 N 47436121E ALT. 907 เมตร ซึ่งมีค่าอุณหภูมิบนผิวน้ำและในน้ำ 18°C ถึง 22°C ค่า DO 2.6 - 6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า pH 5.2 - 5.8 จากการสำรวจตลอดปีพบ *Anisops nigrolineatus*, Mesoveliidae, *Limnogonus nitidus* และ *Limnogonus fossarum* มีค่าความชุกชุมมากตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมวนน้ำทั้งหมดที่พบใน TPP 05 และพบ *Rhagadotarsus kraepelini* และ *Neogerris* sp. เฉพาะที่ TPP 05

ในแหล่งน้ำนิ่ง TPP 06 UTM 1619296 N 47449012 E ALT. 197 เมตร ซึ่งเป็นแหล่งที่มีปัจจัยทางกายภาพแตกต่างกับแหล่งอื่นๆ ชัดเจน เช่น อุณหภูมิบนผิวน้ำและในน้ำ 36°C - 43°C ค่า pH 6.1 - 7.0 ค่า DO 0.16 - 0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ลักษณะของแหล่งน้ำเป็นพุร้อนมีกลิ่นกำมะถันระเหยจางๆ มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสายใยสีขาวของแบคทีเรียกระจายติดกับก้อนหินในน้ำเป็นจำนวนมาก พบ *Limnogonus fossarum, L. nitidus, Limnometra matsudai, L. ciliata, Idiotrephes asiaticus* และ *I. polhemusi* โดยเฉพาะสองชนิดหลังอยู่เป็นกลุ่มในบริเวณน้ำนิ่งขังใกล้ซอกหินซึ่งมีเศษใบไม้ร่วงสะสมอยู่

จากการที่ผู้วิจัยเก็บตัวอย่างตลอดปีและมีการศึกษานำร่องก่อนการกำหนด sites นั้น ทำให้มีโอกาสได้สังเกตและศึกษาตัวอย่างมวนน้ำได้มากและพบว่านอกเขตพื้นที่ที่กำหนดพบมวนน้ำเพิ่มขึ้นอีกหลายชนิดที่ยังไม่พบในพื้นที่ที่กำหนดแต่ได้สำรวจพบในพื้นที่อื่น เช่น พบ *Onychotrechus esakii* ที่น้ำตกเจ็ดมิตร ซึ่งเป็นชนิดที่มีถิ่นอาศัยเฉพาะที่ชันในแนวดิ่งและเป็นที่ชื้น (hygropetric area) และ *Latriovelia* เป็นสกุลที่หายาก เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้ได้ข้อมูลว่ามวน Heteroptera มีความหลากหลายทั้งรูปร่าง โครงสร้าง ผิวลำตัว ลวดลาย และสี เมื่อตรวจสอบผ่านกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง จะเห็นความงดงามตามธรรมชาติที่ไม่น่าเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตเล็กๆ เหล่านี้

จะพึงมีได้ ซึ่งทำให้ต้องนึกถึงหน้าที่ของโครงสร้างและลวดลายเหล่านั้น นอกจากนั้นยังมีความหลากหลายในพฤติกรรมการดำรงชีวิตอยู่ ถิ่นอาศัยย่อย และยังเป็นแมลงที่มีรายงานว่ามีวิวัฒนาการลงสู่ทะเลได้เพียงสกุลเดียว คือ มวนจิงโจ้น้ำ *(Halobates)* ซึ่งมีเพียง 5 ชนิดเท่านั้นที่สำรวจพบในทะเลเปิด (Cheng and Holdway, 1995) นับว่าเป็นแมลงที่ประสบความสำเร็จในเชิงวิวัฒนาการสู่ทะเลเหนือแมลงกลุ่มอื่นๆ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเฉพาะแหล่งน้ำไหล พบว่าค่าความชุกชุมของมวนน้ำในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งอธิบายได้ว่า ในฤดูฝนมีน้ำมาก บางครั้งเกิดน้ำหลากรุนแรง ท่วมสูง ขอบเขตและถิ่นอาศัยย่อยของการเก็บตัวอย่างได้รับผลกระทบ ทำให้บางครั้งไม่สามารถเข้าถึงทำให้ได้ตัวอย่างน้อยและสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงและผันผวนสูง เช่น ตัวอย่างมวนตะพาบซึ่งในฤดูแล้งน้ำค่อนข้างนิ่งหรือไหลช้า จะอาศัยอยู่แทรกตามพื้นทราย กรวด หรือซอกหินนั้น ในฤดูฝนจะสำรวจพบมากตามขอบชายน้ำที่มีพืชห้อยย้อยลงสู่ลำน้ำ แสดงว่ามวนตะพาบเคลื่อนย้ายแหล่งอาศัยทดแทนแหล่งอาศัยเดิม เพื่อให้ทนต่อความรุนแรงจากการพัดพาของกระแสน้ำ และน่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มวนน้ำไม่อยู่ในภาวะที่จะขยายพันธุ์จึงมีผลต่อจำนวนประชากรที่สำรวจได้ในฤดูฝน ส่วนในฤดูแล้งนั้นสภาพน้ำค่อนข้างนิ่ง สงบ กระแสน้ำไหลช้าบ้าง เร็วบ้าง แต่ไม่รุนแรง ทำให้มวนน้ำมีช่วงเวลาในการผสมพันธุ์และให้ลูกเป็นจำนวนมาก สังเกตจากตัวอย่างที่เก็บได้มีมวนน้ำระยะ nymph อยู่เป็นจำนวนมากแต่ไม่ได้ใช้ในการวินิจฉัย อย่างไรก็ตามประชากรตัวเต็มวัยก็มีจำนวนมากเช่นกัน และถิ่นอาศัยย่อยของมวนน้ำซึ่งมีความหลากหลายนั้นก็อยู่ในสภาพที่ปกติสำหรับการดำรงชีวิตของมวนน้ำ

ส่วนค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดของมวนน้ำทั้งสองฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากลำน้ำมีการไหลจากต้นน้ำสู่ปลายน้ำ มวนน้ำชนิดต่างๆ จึงเคลื่อนย้ายได้และมาทดแทนได้ แต่อาจมีต่างชนิดในแต่ละฤดูกาลบ้าง ซึ่งทำให้ต้องติดตามต่อไปสำหรับชนิดที่หายากหรือพบได้น้อย

การศึกษาทางด้านความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ นั้น นอกจากมวนน้ำจะมีบทบาทเป็นตัวควบคุมโดยชีววิธี เช่น กินลูกน้ำยุง ตัวอ่อนของแมลงที่เป็นพาหะนำโรคสู่มนุษย์และสัตว์เลี้ยง รวมทั้งแมลงศัตรูพืชที่ตกลงไปในน้ำ (สุธรรม, 2506) แล้ว ยังพบว่ามวนตะพาบทำหน้าที่เป็นผู้ให้อาศัยกับตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำ (caddisfly larvae) ซึ่งจะเกาะติดบริเวณซอก coxa ของขามวนตะพาบทอดตัวยาวตรงกลางลำตัวด้านล่าง (ventral) เพื่อการนำพาไป (phoresy) ซึ่งแมลงหนอนปลอกน้ำจะได้อาหารและความปลอดภัยเทียบเท่ากับมีปลอกหุ้มตัว นอกจากนี้ยังพบไรน้ำที่เกาะติดกับมวนจิงโจ้น้ำ โดยไรน้ำนั้นอยู่ในระยะตัวอ่อน มีขา 3 คู่ ไรน้ำระยะนี้เป็นปรสิต แต่เมื่อเป็นตัวเต็มวัยจะหากินเป็นอิสระ โดยเป็นตัวห้ำ (Smith and Cook, 1991) ฉะนั้นในสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ มวนน้ำที่อาศัยอยู่จึงมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอื่นทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่

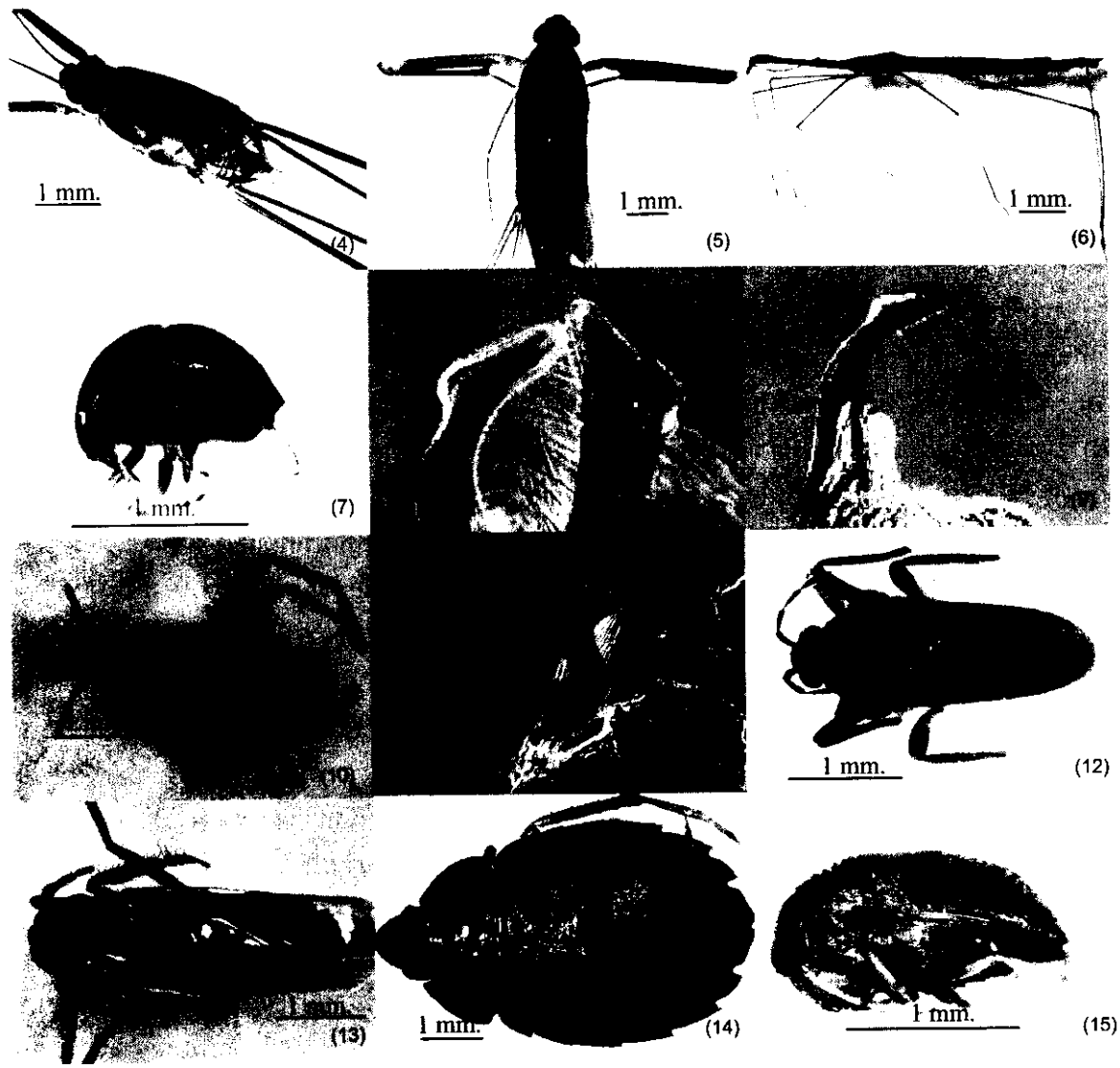
การศึกษาในธรรมชาติได้สังเกตเห็นมวนแมงป่องน้ำ (Nepidae) มีพฤติกรรมแกล้งทำเป็นตายเมื่อถูกสัมผัส พฤติกรรมเช่นนี้แสดงถึงการป้องกันตัวเพื่อความอยู่รอด เป็นตัวอย่างซึ่งชาวบ้านหรือประชาชนในท้องถิ่นโดยเฉพาะเด็กๆ อาจสังเกตเห็นได้เองในธรรมชาติต่างจากเด็กที่อยู่ในเมือง ดังนั้นถ้าสามารถคงสภาพธรรมชาติหรือใกล้เคียงธรรมชาติไว้ได้มากที่สุด นั่นคือการคงแหล่งเรียนรู้ของชุมชนไว้ได้ และถ้าเพิ่มหลักและเหตุผลในทางวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจง่ายๆ ในการอธิบายขยายความรู้ที่เรียกว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นจะเป็นการสร้างความแข็งแกร่งให้บุคลากรในระดับท้องถิ่น ส่งเสริมการเรียนรู้ เพื่อเป็นเกราะป้องกันตัวและชุมชน ชุมชนสามารถดูแลตนเองและสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น ในขณะที่ความเจริญรุกเข้ามาอย่างรวดเร็วได้

การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของมวน Heteroptera นี้ยังเป็นที่รู้จักกันน้อยและอยู่นอกความสนใจมานาน และเป็นกลุ่มที่ศึกษายากอีกกลุ่มหนึ่ง โดยเฉพาะการศึกษาในระดับชนิด ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ (genitalia) ซึ่งมีขนาดเล็กมาก บางชนิดน้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร เป็นลักษณะในการจัดจำแนก จึงต้องการเวลาในการเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาและตรวจสอบเทียบเคียงกับชนิดใกล้เคียง และต้องใช้เวลาในการตรวจสอบจากเอกสารและคีย์ที่มีก่อนอยู่แล้ว ซึ่งมีปัญหาพอสมควรในการให้ได้มาซึ่งเอกสาร และปัญหาใหญ่อีกประการหนึ่งคือหลายวงศ์ยังไม่มีการศึกษามาก่อนหรือมีน้อยมาก ทำให้การรายงานยังติดขัดในระดับชนิด ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่าต้องสนับสนุนให้มีผู้ศึกษามากขึ้น และควรขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมแหล่งน้ำทุกภาคของประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อเป็นฐานข้อมูล

ของประเทศในอนาคต เมื่อมีข้อมูลพื้นฐานทางสัณฐานวิทยาพอเพียงในแต่ละสกุลและชนิดแล้ว จะสามารถเชื่อมโยงกับเทคนิคการวิเคราะห์ทางชีววิทยาโมเลกุลในการหาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการต่อไปได้

การจัดทำคีย์ในรายงานนี้เพื่อนำไปทดลองใช้ประโยชน์ในเบื้องต้นสำหรับพื้นที่ และต้องปรับปรุงคีย์เมื่อสำรวจพบว่ามีสกุลและชนิดเพิ่มขึ้น

ความรู้ที่ได้สามารถใช้เป็นฐานในการศึกษาต่อในพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทย ซึ่งเป็นกลุ่มที่ยังมีข้อมูลในประเทศไทยน้อยมาก และนับเป็นโอกาสอันดีในการเสริมสร้างความเชี่ยวชาญเฉพาะทางให้กับบุคลากรนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้อง ถือเป็นบทบาทสำคัญขององค์กร (BRT) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยพื้นฐานที่ยังเป็นช่วงที่ขาดตอนของประเทศ แต่เป็นรากฐานสำคัญในการก้าวกระโดดต่อไปของการศึกษาทางชีววิทยาโดยเฉพาะความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อเชื่อมโยงกับทางชีววิทยาโมเลกุลนำไปสู่การวิเคราะห์ในเชิงลึก และบางกลุ่มอาจนำไปสู่การพัฒนาในทางเทคโนโลยีชีวภาพต่อไป



ภาพที่ 4-15. มวนน้ำ – Heteroptera; 4-5; Gerridae – 4. *Pleciobates tuberculatus*, 5. *Rheumatogonus intermedius*; 6. Hydrometridae – *Hydrometra greeni*, 7-9; Helotrephidae – 7. *Idiotrephes* sp., 8.-9. aedeagus ของ *I. polhemusi* และ *I. asiaticus*, 10-12; Veliidae – 10.-11. *Rhagovelia sondaica* และ paramere ซ้าย, 12. *Perittopus asiaticus*, 13. Notonectidae – *Anisops* sp., 14. Naucoridae – *Aphelocheirus grik*, 15. Pleidae

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_144018 ขอขอบคุณ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านกีฏวิทยา: ชีววิทยาของผึ้ง ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงและไร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หัวหน้าอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ และทุกท่านที่มิได้กล่าวถึง แต่มีส่วนร่วมทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลงได้

เอกสารอ้างอิง

ศิริพร แซ่เฮง. 2545. การเปรียบเทียบความหลากชนิดของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.

สุธรรม อารีกุล. 2506. มวนที่สำคัญของประเทศไทย. โรงพิมพ์บูรพาศิลป์ กรุงเทพฯ.

Andersen, N.M. 2002. Notes on the microveliinae of Singapore and Peninsular Malaysia with the description of two new species of *Microvelia* westwood (Hemiptera-Heteroptera: Veliidae). *Raffles Bull. Zool.* 50(1): 111-116.

Chen, P.P. and H. Zettel. 1996. An Illustrated Key to the Families of Gerromorpha in Thailand. Amemboa1. Naturhistorches Museum Wein. pp. 10-13.

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. Amemboa 2. Naturhistorches Museum Wein. pp. 24-42.

Cheng, L. and P. Holdway. 1995. Populations of *Halobates* (Hemiptera: Gerridae) across two oceans. *Raffles Bull. Zool.* 43(2): 313-327.

Cheng, L., C.M. Yang and J.T. Polhemus. 2001. Guide to aquatic Heteroptera of Singapore and Peninsular Malaysia. Introduction and key to families. *Raffles Bull. Zool.* 49(1): 121-127.

Cheng, L., C.M. Yang and N.M. Andersen. 2001. Guide to the aquatic Heteroptera of Singapore and Peninsular Malaysia. I. Gerridae and Hermatobatidae. *Raffles Bull. Zool.* 49(1): 129-148.

Dudgeon, D. 1999. Tropical Asian Streams - Zoobenthos, Ecology and Conservation. Nordica Printing Co. Ltd., Aberdeen, Hong Kong.

Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology. Benjamin Cummings, California, U.S.A.

Nieser, N. 1996. An Illustrated Key to the Families of Nepomorpha in Thailand. Amemboa 1. Naturhistorshes Museum Wein. pp. 4-9.

Nieser, N. 1997. A new species of *Ranatra* from Thailand (Insecta: Heteroptera: Nepidae). *Ann. Naturhist. Mus.* Wien 99B: 79-82.

Papacek, M. and H. Zettle. 2000. Revision of the orientalis genus *Idiotrephes* (Heteroptera: Nepomorpha: Helotrephidae). *Eur. J. Entomol.* 97: 201-211.

Polhemus, J.T. 1990. Miscellaneous studies on the genus *Rhagovelia* Mayr (Heteroptera: Veliidae) in southeast Asia and the Seychelles Islands, with keys and descriptions of new species. *Raffles Bull. Zool.* 38(1): 65-75.

Sites, R.W., B.J. Nichols and S. Permkam. 1997. The Naucoridae (Heteroptera) of southern Thailand. *Pan-Pacific Entomologist* 73(2): 127-134.

Sites, R.W. and J.T. Polhemus. 2000. A new species of *Telmatotrephes* (Heteroptera: Nepidae) from Thailand, with distributional notes on congeners. *Aquatic Insects* 23(4): 333-340.

Sites, R.W. and J.T. Polhemus. 2001. Distribution of Helotrephidae (Heteroptera) in Thailand. *J. New York Entomol. Soc.* 109(3-4): 372-391.

Smith, I.M. and D.R. Cook. 1991. Water mites. *In* Thorp, J.H. and A.P. Covic (eds.), Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates, pp. 523-592. Academic Press. Inc., San Diego.

Zettel, H. 1998. Introduction to the Helotrephidae (Nepomorpha) in Thailand and Adjacent Countries. Amemboa 2. Naturhistorsches Museum Wien. pp. 15-18.

Zettel, H. and P.P. Chen. 1996. An Illustrated Key to Hydrometridae of Thailand. Amemboa 1. Naturhistorches Museum Wein. pp. 14-17.

Pteridophyte Flora of Thong Pha Phum National Park, Kanchanaburi Province

Thaweesakdi Boonkerd and Rossarin Pollawatn
Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

A total of 26 families, 69 genera, and 171 species were recorded from Thong Pha Phum National Park, Kanchanaburi Province. Among these, 23 families, 65 genera, and 155 species were ferns, while 3 families, 4 genera and 16 species were fern allies. Among the fern allies, Selaginellaceae had the highest number of species, i.e. 12. Three families of ferns, namely Polypodiaceae, Thelypteridaceae, and Dryopteridaceae were among the common families. Polypodiaceae included 37 species, while Thelypteridaceae and Dryopteridaceae included 25 and 16 species, respectively. According to habitat, it was found that there were 96 species of terrestrial plants, 57 species of epiphytes, 23 species of lithophytes and 2 species of aquatic plants. In addition, 6 species of ferns and fern allies were found in more than one habitat. It was found that 5 species and 1 variety are new records for Thailand, i.e. *Adiantum philippense* L. var. *subjunonicum* H. Christ, *Arachniodes coniifolia* (Moore) Ching, *Belvisia spicata* (L.f.) Mirbel ex Copel., *Loxogramme centicola* M.G. Price, *Polystichum pseudotsus-simense* Ching and *Polystichum scariosum* (Roxb.) C. Morton. It is important to note that three new records, namely *Arachniodes coniifolia, Polystichum pseudotsus-simense* and *Polystichum scariosum* are found only once and in rather small numbers. These species may be extirpated from the country soon if their present habitats continue to be disturbed. Among the 175 taxa, 9 species can not be determined due to the lack of fertile structures as well as of keys to species. It seems likely that 3 out of the 9 unknown species are probably newly recorded taxa for Thailand or new to science, viz. 1 species of *Cyathea* and 2 species of *Pteris* and are worth further investigating.

Key words: Thong Pha Phum National Park, Kanchanaburi Province, ferns and fern allies

Introduction

Thong Pha Phum National Park is located in Kanchanaburi Province, which is a mountainous area in the South-western Thai floristic region. Due to past human activity of mining and logging, resulting in massive deforestation throughout Thong Pha Phum District, it seems likely that this area is not suitable for botanical exploration. So there have been few plant explorations. However, there were some pteridophyte collections in other protected areas of Kanchanaburi Province which recorded 127 species. These species comprised about 20% of the previous records in the Flora of Thailand (Tagawa and Iwatsuki, 1979, 1985, 1988, 1989). It therefore seems likely that this mountainous province is rich in pteridophyte diversity despite a lack of previous information from Thong Pha Phum District. Botanical enumeration of ferns and fern allies at Thong Pha Phum District is scarce and it is necessary to augment biodiversity knowledge, especially pteridophyte diversity of South-western Thailand. The purpose of this present work was to conduct a botanical inventory of ferns and fern allies at Thong Pha Phum National Park, Kanchanaburi Province. The data of pteridophytes obtained from this study may be useful in biodiversity conservation in the near future.

Tagawa and Iwatsuki (1979, 1985, 1988, 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 the Flora of Thailand, Vol. III, Parts 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.

Study site

Thong Pha Phum District covers an area of about 3,655 square kilometers. It is located in Tanao Sri mountain range. It is bounded on the north by Sangkhla Buri District of Kanchanaburi Province, Umphang District of Tak Province, and Ban Rai District of Uthaithanee Province, on the south by Sai Yok District, on the east by Si Sawat District. The park is also a natural border between Thailand and Myanmar in the west. Fig. 1 shows the location of this study site. It is demarcated approximately by the geographical coordinates of 14° 15′ to 15° 00′ north latitude and 98° 15′ to 99° 00′ east longitude (Royal Institute, 2002). Recently, Thong Pha Phum National Park was established covering some parts of the Thong Pha Phum District and covers an area of 1,120 km^2 (Royal Forest Department, n.d.).

In the last six decade, the biodiversity in this area was disturbed by forestry concessions to grant dam construction, a natural gas pipeline and mining. More than 20 mines were allowed to work after issuing mining concessions resulting in massive deforestation throughout the district (N.S. Consultant, 1989). Nowadays, Thong Pha Phum District has more than 20 mines left, covering an area of more than 60 km^2 (Tuleewan, 2000).

The climate of the area is tropical, with high average annual rainfall. Three seasons are observed, i.e. the summer season from February-April, the rainy season from May-October, and the winter season from November-January (Meteorological Department, 2003). The Thong Pha Phum Climatic Station in Kanchanaburi Province is the nearest station.

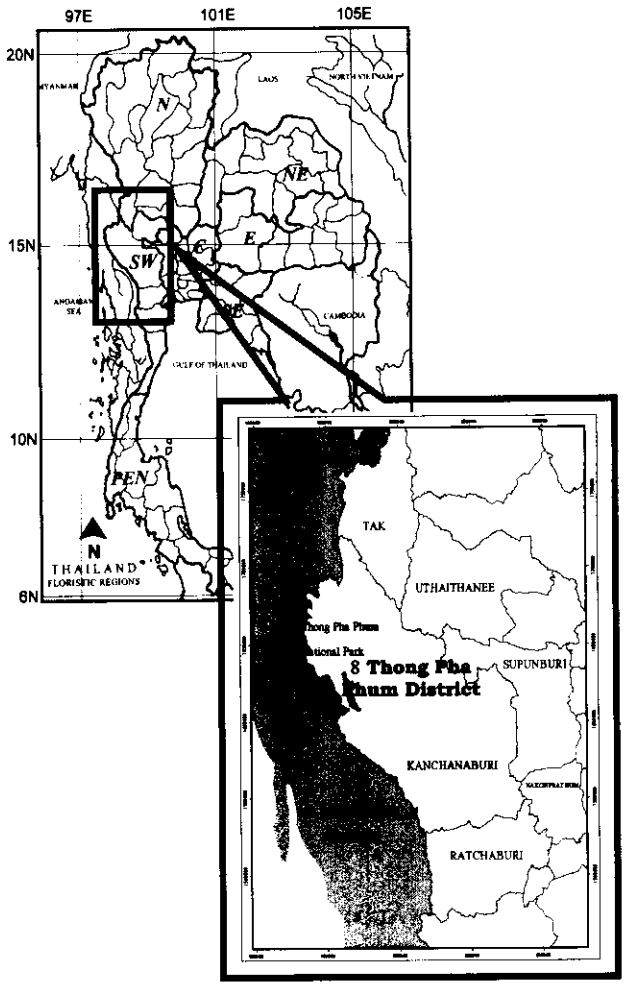


Figure 1. Locations of Thong Pha Phum District and Thong Pha Phum National Park.

Climatological data during the period 1973-2003 shows that the average annual relative humidity was about 79%, while the average maximum relative humidity was 93% and the average minimum relative humidity was 56%. The average annual temperature was 26.8°C. The average maximum temperature was 33.4 °C in April and the average minimum temperature was 20.4 °C in December. The average annual rainfall was 1,775 mm. The highest average monthly rainfall of approximately 349 mm, was observed in August. The lowest average monthly rainfall of about 8.4 mm occurred in December, which is usually the driest month (Meteorological Department, 2003).

The vegetation of Thong Pha Phum National Park, is comprised mainly of moist mixed deciduous forest, and hill evergreen forest (Royal Forest Department, n.d.).

Methodology

Field collections of ferns and fern allies were conducted monthly from January 2002 to December 2003 at Thong Pha Phum National Park. Three duplicates of specimens were collected and photographs were taken of each species. Specimens were gathered along existing forest trails,

extending about 5 m from both sides. Some specific moist areas were selected for repeat visits, such as Sattamitr Waterfall, Pha Suk pass and nearby sites. Field notes 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. Internal and external morphological characters of each specimen were studied. Pteridophyte specimens were identified using keys and descriptions from taxonomic literatures, such as Floras, manuals, monographs, as well as research papers, etc. Botanical names of each specimen were verified by comparison with voucher herbarium specimens deposited at BCU, BKF, BM, L and K. Authors of scientific names and abbreviations used in this paper are in accordance with the standard procedure for quoting authors of plant names (Brummitt and Powell, 1992). The classification system of pteridophytes in this paper follows that of Boonkerd and Pollawatn (2000).

Results and Discussion

A taxonomic survey of ferns and fern allies at Thong Pha Phum National Park was conducted from January 2002 to December 2003. In all, 515 specimens were collected. A total of 26 families, 69 genera, and 171 species were recorded. Among these, 3 families, 4 genera and 16 species were fern allies (Fig. 2), while 23 families, 65 genera and 155 species were ferns (Fig. 3). Among fern allies Selaginellaceae had the highest number of species, i.e. 12. Three families of ferns, namely Polypodiaceae, Thelypteridaceae, and Dryopteridaceae were among the common families. Polypodiaceae included 37 species, while Thelypteridaceae and Dryopteridaceae included 25 and 16 species, respectively. (Appendix 1).

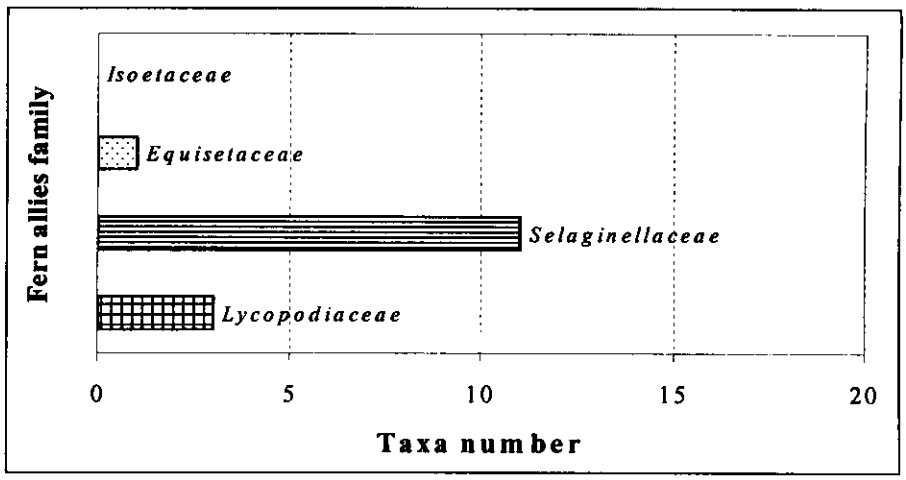


Figure 2. Number of species in each family of fern allies.

1. Habitat and Diversity of Ferns and Fern Allies

Specimen collections were mainly focused in abandoned mines, existing forest in abandoned mine sites, hill evergreen forest near Thong Pha Phum National Park Headquarters, Pha Suk pass and nearby sites. The altitudes of these areas ranged from 200 to 1,050 m. The study area is rather a disturbed forest when compared with other protected areas in Kanchanaburi Province. In hill evergreen forest, tree trunks and branches are usually covered with bryophytes and epiphytic pteridophytes. This forest type has rather deep, humus-rich and highly humid soils. Pteridophytes include common families of ferns, such as Polypodiaceae, Thelypteridaceae, Dryopteridaceae and Aspleniaceae. It was found that ferns and fern allies thrive in various habitats, such as terrestrial, on rock (lithophytes), on tree-branches or tree-trunks (epiphytes) and in water (hydrophytes). Moreover, some species occur in more than one habitat.

A rather high pteridophyte diversity at Thong Pha Phum National Park is probably due to the high annual rainfall of about 5,000 mm in the mountainous area of Tavoy in Myanmar and the park area (Bender, 1983; Meteorological Department, 2003) which results in high air humidity within the park.

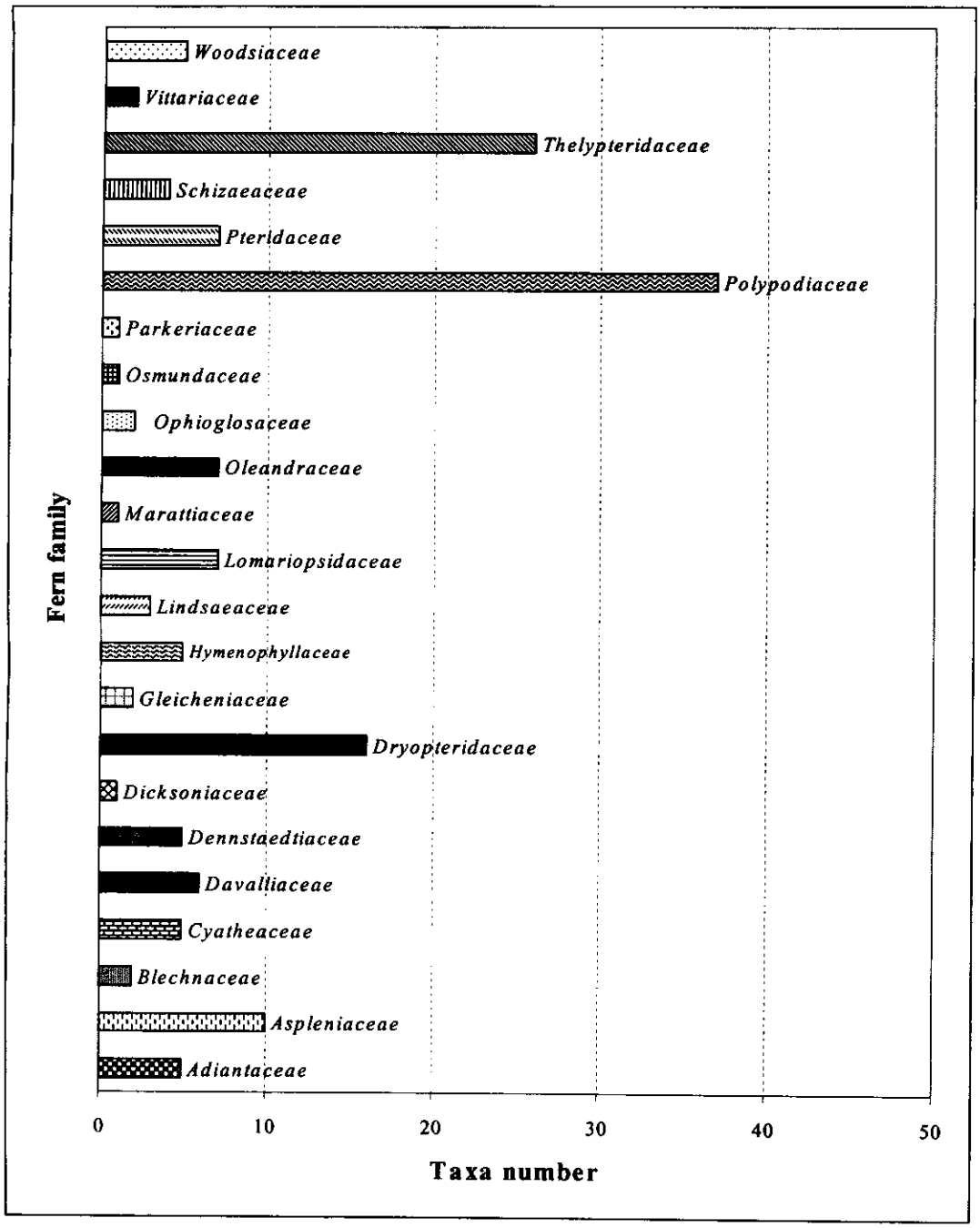


Figure 3. Number of species in each family of ferns.

2. *Terrestrial plants*

It was found that 96 species of pteridophytes were terrestrial plants. Terrestrial habitat includes mountain slopes, shady areas, stream banks and open ground. Common families of ferns and fern allies, such as Selaginellaceae, Dennstaedtiaceae, Dryopteridaceae, Thelypteridaceae, Pteridaceae and Woodsiaceae were found. Most ferns were observed on mountain slopes. The common species included *Adiantum philippense, Cheilanthes tenuifolia, Lygodium polystachyum, Pteris biaurita, Tectaria polymorpha.* These ferns usually occupy humus-rich mountain slopes in shady places. While *Blechnum orientale, Pityrogramma calomelanos, Sphaenomeris chinensis*, can be found on rather dry slopes in semi-shaded areas. Along stream banks, where air humidity is rather high, large terrestrial ferns or tree ferns, such as *Angiopteris evecta, Cibotium barometz* and *Cyathea gigantea* typically grow, while *Cyclosorus interruptus, Pronephrium nudatum,* and *Diplazium esculentum* were found on wet ground, especially along stream banks where sunlight can penetrate to the forest floor. On exposed ground, for

example in mine areas, the two most common terrestrial sun-ferns were *Pteridium aquilinum* var. *wightianum* and *Dicranopteris linearis* var. *linearis*. They form dense long persistent thickets in open places and have become weedy species. Though these two species are sun-loving ferns, they do not normally occur together, because they have different soil preferences. It was found that *Pteridium aquilinum* prefers well-drained soil, whilst *Dicranopteris linearis* grows on clayey soil (Holttum, 1969).

3. Lithophytes

It was found that 23 species of ferns and fern allies were lithophytes. These species grew on bare rocks, humus-rich rocks, muddy rock, in rock crevices or cliffs. Lithophytes were confined to high humidity areas, such as along stream banks. They usually had long creeping rhizomes with numerous clinging roots adhering to the rock surface. Some lithophytes such as *Asplenium apogamum, Bolbitis* spp., *Leptochilus minor* and *Trigonospora ciliata* had become established in muddy rock crevices in partial shade. Some filmy ferns such as *Crepidomanes christii, Crepidomanes latealatum* and *Hymenophyllum exsertum* inhabit muddy rocks or moist cliffs by streams. On some exposed bare rocks or cliffs, some ferns, for example *Oleandra undulata,* adapt themselves through individual changes of habit coinciding with the changing environment, especially in the 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 57 species of ferns and fern allies were epiphytes. In general, these pteridophytes grow on tree trunks, on mossy tree-trunks or on branches of trees. They include common families of ferns, such as Polypodiaceae, Hymenophyllaceae, Aspleniaceae, and Davalliaceae. Examples of common epiphytes are *Huperzia hamiltonii, Hymenophyllum polyanthos, Aglaomorpha coronans, Asplenium yoshinagae, Humata repens, Oleandra musifolia, Araiostegia imbricata, Davallia trichomanoides, Leucostegia immersa,* and *Crypsinus rhynchophyllus*. In the dry season some epiphytes adapt to withstand the dry summer months by reducing the total transpirational frond surface by shriveling. Species such as *Asplenium perakense, Pyrrosia lingua,* and filmy ferns use this strategy to avoid death of the whole plant by desiccation.

5. Aquatic plants

It was found that at least 2 species of ferns and fern allies were restricted to aquatic habitat. Examples included *Equisetum debile* and *Ceratopteris thalictroides.* In addition, *Trigonospora ciliata, Microsorum pteropus* and *Leptochilus minor* usually grow on muddy rocks in streamlets or along stream banks. These ferns often experienced and can withstand floods for a considerable period of times, especially during the rainy season. So they tend to be rheophytes.

6. New records

It was found that 5 species and 1 variety are new records for Thailand, i.e. *Adiantum philippense* L. var. *subjunonicum* H. Christ, *Arachniodes coniifolia* (Moore) Ching, *Belvisia spicata* (L.f.) Mirbel ex Copel., *Loxogramme centicola* M.G. Price, *Polystichum pseudotsus-simense* Ching and *Polystichum scariosum* (Roxb.) C. Morton. It is important to note that three newly recorded species, namely *Arachniodes coniifolia, Polystichum pseudotsus-simense* and *Polystichum scariosum* were found only once and in rather small numbers. These species may be extirpated from the country soon if their present habitats continue to be disturbed.

7. Unidentified species

Among the 175 taxa, 9 species could not be determined to species due to the lack of fertile structures as well as keys. It seems likely that 3 out of the 9 unknown species are probably newly recorded taxa for Thailand or new to science, viz. 1 species of *Cyathea* and 2 species of *Pteris*, and are worth further investigating.

Cyathea sp.

Trunks about 1.6 m or more tall. *Stipes* green, 40-50 cm long, slightly spiny near base; densely covered with scales; scales dark brown, stiff; pneumathodes distinct, elongate, arranged in a

single row; main rachis green, scaly throughout; lower pinnae reduced to 10 cm long, upper pinnae up to 70 cm or more long, 25 cm wide, acuminate at apex; pinnae-rachis scaly; larger pinnules about 2.5 cm apart, 25 in pairs, oblong-lanceolate, to 7 cm long, 1.7 cm wide, gradually narrowing towards acuminate apex, base truncate sessile, lobed nearly to costa; lobes oblique, slightly falcate, round at apex, slightly serrate at margin, to 1 cm long, 3 mm broad; costae scaly throughout; texture papyraceous, deep green, veins simple to forked. *Sori* dorsal on veinlets, close to costules; naked.

Ecology - In semi-shade, along stream in moist mixed deciduous forests at about 750 m altitude.

Pteris sp. I

This unknown species is similar to *Pteris scabripes*, but differs in having undulate margins instead of dentate margins.

Ecology - Terrestrial on damp soil, nearby spring, in mixed deciduous forest, about 650 m altitude.

Pteris sp. II

Rhizome short, erect, bearing a few fronds; scales narrow, concolorous brown, apex long acuminate, up to 3.5 cm long. *Stipe* up to 40 cm long, densely scaly on lower part, light brown. *Lamina* imparipinnate, elliptic to oblong, widest at middle; pinnae simple, lower ones slightly reduced, no auricles, middle pinnae oblong, sessile or subsessile, about 8.5 cm by 1.1 cm, base oblique to rounded or truncate, apex acuminate, margin serrate, terminal pinnae slightly longer, up to 12 cm long; rachis grooved on upper surface, covered with uniseriate multicellular hairs; veins all free or forked. *Sori* marginal, not continuous along margin of pinnae; indusia thin.

Ecology - Terrestrial in fresh water spring at about 250 m altitude.

Note This unknown species is similar to *Pteris vittata*, but differs in having uniseriate multicellular hairs along the rachis and costa; base of pinnae oblique or rounded whereas *Pteris vittata* has cordate base. Sori in *Pteris vittata* usually continuous along margin, but this species has some broken marginal sori.

8. Comparisons with Pteridophytes from other areas

Table 1 shows the numbers of pteridophyte species in 5 protected areas of northern Thailand. It can be seen that species numbers are nearly the same for Doi Inthanon, Doi Suthep-Pui and Thong Pha Phum National Parks. However, the areas of the national parks should be considered. In this case Thong Pha Phum National Park is very much larger than the two important national parks of northern Thailand. It might be expected that if further botanical exploration could be carried out along the Thailand-Myanmar border, there might be some more species found. Anyhow, if we consider the fertility of the areas, it should be noted that Thong Pha Phum National Park has less fertile land since forest disturbance still exists in the area.

Table 1. Pteridophyte diversity in 5 protected areas of northern Thailand and Thong Pha Phum National Park. WS= wildlife sanctuary, NP= national park

Protected area	Altitude (m)	Total area (km^2)	Families	Genera	Species
Doi Chiang Dao WS[1,2,3]	300-2,225	521	18	46	98
Doi Inthanon NP[4]	300-2,565	272	**24**	**67**	**171**
Doi Suthep-Pui NP[5,6]	350-1,685	261	**27**	**65**	**174**
Doi Luang NP[7]	400-1,710	1,170	21	48	87
Khun Korn Waterfall Forest Park[8]	625-1,635	18	24	66	154
Thong Pha Phum National Park	200-1,050	1,120	**26**	**69**	**171**

Notes: [1]Nanakorn (1998); [2]Maxwell (1992); [3]Maxwell (1998); [4]Koyama (1986); [5]Tagawa and Iwatsuki (1979, 1985, 1988, 1989); [6]Maxwell and Elliott (2001); [7]Anusarnsunthorn et al. (1999); [8]Boonkerd and Rachata (2002).

Conclusion

In summary, the results from this study indicate that Thong Pha Phum National Park is one of the areas in the country that is rich in pteridophyte diversity despite its previous forest disturbance as compared with the important protected areas of northern Thailand.

Six new records for Thailand and three potential new species were found which are the highest

numbers in comparison with other pteridophyte explorations, such as Yuyen and Boonkerd, 2002; Boonkerd and Rachata, 2002; Rattanathirakul and Boonkerd, 2003. So, if there are further botanical explorations in this area, especially in bryophytes and flowering plant, it is expected that the total number of plants species in Thailand will be increased. New records and new species tend to be found in this national park.

Acknowledgements

Our thanks to the staff of PTT (Petroleaum Thailand) and Thong Pha Phum National Park for their assistance and cooperation during specimen collection. Our sincere thanks go to the curator and staff of BKF, BM, L and K for their kind permission to study pteridophyte specimens. In addition, we would like to thank the Meteorological Department for providing climatological data of Thong Pha Phum Station.

This work was supported by The TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT R_144021.

References

Anusarnsunthorn, V., P. Rakariyatham, J.F. Maxwell, S. Elliott, R. Kunarak, S. Gardner, P. Sidisunthorn, G. Pakkad and P. Palee. 1999. Survey of the species diversity and geographical distribution of vascular plants in Doi Luang National Park, Chiang Rai. Final report, The Biodiversity Research and Training Program (BRT 139029).

Bender, F. 1983. Geology of Burma. Gebüder Borntraeger, Berlin.

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.

Koyama, H. (ed.) 1986. A Preliminary Checklist of the Pteridophytes and Dicotyledons of Doi Inthanon. Dept. of Bot., Fact. of Sci., Japan: Kyoto Univ. 146 p.

Maxwell, J.F. 1992. Lowland vegetation of Doi Chiang Dao Wildlife Sancturary, Chiang Mai Province, Thailand. *Tiger Paper* 19(3): 21-25.

Maxwell, J.F. 1998. Upland vegetation of Doi Chiang Dao Wildlife Sancturary, Chiang Mai Province, Thailand. *Tiger Paper* 25(3): 5-11.

Maxwell, J.F. and S. Elliott. 2001. Vegetation and vascular flora of Doi Suthep-Pui National Park, Northern Thailand. *Thai Studies in Biodiversity* 5: 1-205.

Nanakorn, W. 1998. Queen Sirikit Botanic Garden. Vol. 5. O. S. Printing House, Bangkok. 206 p.

Meteorological Department. 2003. Climatological data from Thong Pha Phum Climatic Station, Kanchanaburi Province, 1973-2003. Data Processing Subdivision, Climatology Division, Meteorological Department, Bangkok.

N.S. Consultant Ltd. 1989. Environmental impact assessment (EIA) report: patent permit no. 18/2532. Gearvanich, Pilok Subdistrict, Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province.

Rattanathirakul, W. and T. Boonkerd. 2003. Taxonomy of ferns and fern allies at Phu Hin Rong Kla National Park, Phitsanulok Province. *In* BRT Research Report 2003, V. Baimai and R. Tantalakha (eds.), pp. 1-11. BRT Program. Chuan Printing Press Ltd. Part., Bangkok.

Royal Forest, Department. (n.d.). National Park: Sai Yok, Khao Laem, Thong Pha Phum. Brochure.

Royal Institute. 2002. Thai Gazetteer 1. Aroon Publisher Ltd., 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. 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. Chutima Press, Bangkok.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1989. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol. 3 part 4. Phonphan Printing Company, L0td., Bangkok.

Tuleewan, A. 2000. Edge of Thailand at Pilok mine. *In* Thipanan, S. (ed.), Advance Thailand Geographic, pp. 128-147. Rungrueng Printing Ltd., Bangkok.

Yuyen, Y. and T. Boonkerd. 2002. Pteridophyte flora of Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khirikhan Province, Thailand. *Nat. Hist. J. Chulalongkorn Univ.* 2(1): 1-3.

Appendix 1. The Pteridophytes of Thong Pha Phum National Park.
Habit: A = aquatic herb, E = epiphytic herb, L = lithophytic herb, T = terrestrial herb
Habitat: 1 = moist mixed deciduous forest, 2 = disturbed mixed deciduous forest, 3 = hill evergreen forest, 4 = disturbed hill evergreen forest
Abundance: A = abundant, C = common, L = locally abundant, R = rarely found, UC = uncommon

No.	Family	Botanical Name	Habit	Habitat	Abundance
1.	Lycopodiaceae	*Huperzia hamiltonii* (Spreng.) Trevis.	E	4	C
2.		*Huperzia squarosa* (G. Forst.) Trevis.	E	2	UC
3.		*Lycopodiella cernua* (L.) Pic.-Serm.	T	2	A
4.	Selaginellaceae	*Selaginella biformis* A. Braun ex Kuhn	T	2	UC
5.		*Selaginella bisulcata* Spring	T	2	UC
6.		*Selaginella chrysorrhizos* Spring	T	2	UC
7.		*Selaginella delicatula* (Desv. ex Poir.) Alston	L	2	L
8.		*Selaginella helferi* Warb.	T	2	UC
9.		*Selaginella inaequalifolia* (Hook. & Grev.) Spring	T	2	L
10.		*Selaginella lindhardii* Hieron.	T	2	UC
11.		*Selaginella leptophylla* Baker	L	2	L
12.		*Selaginella monospora* Spring	T	2	R
13.		*Selaginella* ornata (Hook. & Grev.) Spring	T	2	UC
14.		*Selaginella willdenowii* (Desv.) Baker	T	2	L
15.		*Selaginella* sp. I	T	2	L
16.	Equisetaceae	*Equisetum debile* Roxb. ex Vauch.	A, T	2	L
17.	Adiantaceae	*Adiantum philippense* L.	T	2	C
18.		*Adiantum philippense* L. var. *subjunonicum* H. Christ	T	2	UC
19.		*Cheilanthes tenuifolia* (Burm. f.) Sw.	T	2	C
20.		*Pityrogramma calomelanos* (L.) Link.	T	2	A
21.		*Taenitis blechnoides* (Willd.) Sw.	T	2	UC
22.	Aspleniaceae	*Asplenium apogamum* N. Murakami et Hatanaka	T	3	UC
23.		*Asplenium confusum* Tardieu & Ching	E	1	R
24.		*Asplenium crinicaule* Hance	E	1	UC
25.		*Asplenium grevillei* Wall. ex Hook. & Grev.	L	1	L
26.		*Asplenium perakense* B. Mathew & H. Christ	E	4	UC
27.		*Asplenium phyllitidis* D. Don	L	1	UC
28.		*Asplenium nidus* L.	L	1	UC
29.		*Asplenium yoshinagae* Makino	E	4	UC
30.		*Asplenium* sp. I	L	1	R
31.		*Asplenium* sp. II	L	1	R
32.	Blechnaceae	*Blechnum orientale* L.	T	2, 4	A
33.		*Brainea insignis* (Hook.) J. Sm.	T	4	UC
34.	Cyatheaceae	*Cyathea borneensis* Copel.	T	2	R
35.		*Cyathea contaminans* (Wall. ex Hook.) Copel.	T	1	UC
36.		*Cyathea gigantea* (Wall. ex Hook.) Holttum	T	1	UC
37.		*Cyathea latebrosa* (C. Presl.) Copel.	T	1	UC
38.		*Cyathea* sp. I	T	1	UC
39.	Davalliaceae	*Araiostegia imbricata* Ching	E	3	UC
40.		*Davallia denticulata* (Burm. f.) Mett. ex Kuhn	E	1	UC
41.		*Davallia solida* (G. Forst.) Sw.	E	1	UC
42.		*Davallia trichomanoides* Blume var. *lorrainii* (Hance) Holttum	E	3	C
43.		*Humata repens* (L. f.) J. Small ex Diels	E, L	3	UC
44.		*Leucostegia immersa* C. Presl	E, L	3	UC
45.	Dennstaedtiaceae	*Histiopteris incisca* (Thunb.) J. Sm.	T	2	UC
46.		*Hypolepis punctata* (Thunb.) Mett. ex Kuhn	T	2	L
47.		*Microlepia hookeriana* (Wall. ex Hook.) C. Presl	T	2	R
48.		*Microlepia speluncae* (L.) T. Moore	T	1, 2	A
49.		*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *wightianum* (J. Agardh) R.M. Tryon	T	2, 4	L
50.	Dicksoniaaceae	*Cibotium barometz* J. Sm.	T	2	UC
51.	Dryopteridaceae	*Arachniodes coniifolia* (Moore) Ching	T	4	R
52.		*Arachniodes henryi* (H. Christ) Ching	T	4	R
53.		*Dryopteris polita* Rosenst.	T	4	R
54.		*Heterogonium gurupahense* (C.Chr.) Holtt.	T	1	R
55.		*Heterogonium sagenioides* (Mett.) Holttum	T	1	R
56.		*Pleocnemia irregularis* (C. Presl) Holttum	T	1	UC

Appendix 1. (continued)

No.	Family	Botanical Name	Habit	Habitat	Abundance
57.		*Polystichum scariosum* (Roxb.) C. Morton	T	4	R
58.		*Polystichum pseudotsus-simense* Ching	T	4	R
59.		*Pteridrys australis* Ching	T	1	L
60.		*Pteridrys syrmatica* (Willd.) C.Chr. & Ching	T	1	L
61.		*Tectaria angulata* (Willd.) C. Chr.	T	1	UC
62.		*Tectaria fuscipes* (Wall. ex Bedd.) C. Chr.	T	1	R
63.		*Tectaria impressa* (Fée) Holttum	T	1	A
64.		*Tectaria polymorpha* (Wall. ex Hook.) Copel.	T	1	C
65.		*Tectaria rockii* C. Chr.	T	1	R
66.		*Tectaria* sp. I	T	1	R
67.	Gleicheniaceae	*Dicranopteris splendida* (Hand.-Mazz.) Tagawa	T	4	L
68.		*Dicranopteris linearis* (Burm. f.) Undrew.	T	2, 4	A
69.	Hymenophyllaceae	*Crepidomanes birmanicum* (Bedd.) K. Iwats.	E	1	L
70.		*Crepidomanes christii* (Copel.) Copel.	E, L	1	UC
71.		*Crepidomanes latealatum* (Bosch) Copel.	E, L	1	UC
72.		*Hymenophyllum exsertum* Wall. ex Hook.	E, L	1	L
73.		*Hymenophyllum polyanthos* (Sw.) Sw.	E	3	L
74.	Lindsaeaceae	*Lindsaea ensifolia* Sw.	T	1	A
75.		*Sphaenomeris chinensis* (L.) Maxon var. *divaricata* (Christ) Kramer	T	1	UC
76.		*Sphaenomeris chinensis* (L.) Maxon var. *rheophila* Kramer	T	2	C
77.	Lomariopsidaceae	*Bolbitis appendiculata* (Willd.) K. Iwats. subsp. *appendiculata*	L	1	UC
78.		*Bolbitis appendiculata* (Wild.) K. Iwats. subsp. *vivipara* var. *vivipara* (Hamilt. ex Hook.) Hennipman	L	2, 3, 4	C
79.		*Bolbitis deltigera* (Bedd.) C. Chr.	L	1	UC
80.		*Bolbitis heteroclita* (C. Presl) Ching	L	1	C
81.		*Bolbitis sinensis* (Baker) K. Iwats. var. *costulata* (Hook.) Tagawa & K. Iwats.	L, T	4	UC
82.		*Bolbitis virens* (Wall. ex Hook. & Grev.) Schott var. *compacta*	L	3	UC
83.		*Elaphoglossum marginatum* (Fée) Moore	E	3	UC
84.	Marattiaceae	*Angiopteris evecta* (G. Forst.) Hoffm.	T	1, 2, 3	C
85.	Oleandraceae	*Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott	T	4	L
86.		*Nephrolepis cordifolia* (L.) C. Presl	T	4	R
87.		*Nephrolepis delicatula* (Decne.) Pic.-Serm.	T	4	R
88.		*Nephrolepis hirsutula* (G. Forst) C. Presl	T	4	L
89.		*Oleandra undulata* (Willd.) Ching	E	3	L
90.		*Oleandra musifolia* (Blume) C. Presl	E	3	C
91.		*Oleandra wallichii* (Hook.) C. Presl	E	3	L
92.	Ophioglossaceae	*Ophioglossum pendulum* L.	E	1	R
93.		*Ophioglossum petiolatum* Hook.	T	2, 4	UC
94.	Osmundaceae	*Osmunda vachellii* Hook.	T	2	R
95.	Parkeriaceae	*Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn.	A	2	UC
96.	Polypodiaceae	*Aglaomorpha coronans* (Wall. ex Mett.) Copel.	E	1, 2, 3, 4	A
97.		*Belvisia henryi* (Hieron. ex C. Chr.) Raymond	E	3, 4	UC
98.		*Belvisia mucronata* (Fée) Copel.	E	3, 4	UC
99.		*Belvisia spicata* (L.f.) Mirbel ex Copel.	E	3, 4	UC
100.		*Colysis hemionitidea* (C. Presl) C. Presl	L	2	UC
101.		*Colysis pedunculata* (Hook. & Grev.) Ching	E	1	UC
102.		*Crypsinus cruciformis* (Ching) Tagawa	E	3	UC
103.		*Crypsinus oxylobus* (Wall. ex Kunze) Sledge	E	3	L
104.		*Crypsinus rhynchophyllus* (Hook.) Copel.	E	3, 4	C
105.		*Drynaria quercifolia* (L.) J. Sm.	E	1	C
106.		*Drynaria rigidula* (Sw.) Bedd.	E	1	C
107.		*Drynaria sparsisora* (Desv.) T. Moore	E	1	UC
108.		*Goniophlebium subauriculatum* (Blume) C. Presl.	E	3, 4	UC
109.		*Lemmaphyllum carnosum* (J. Sm. ex Hook.) C. Presl.	E	4	UC
110.		*Lepisorus bicolor* (Takeda) Ching	E	4	R
111.		*Lepisorus nudus* (Hook.) Ching	E	4	UC
112.		*Lepisorus scolopendrium* (Buch.-Ham. ex D. Don) Mehra & Bir	E	4	UC
113.		*Leptochilus minor* Fée	L	1	L

Appendix 1. (continued)

No.	Family	Botanical Name	Habit	Habitat	Abundance
114.		*Loxogramme centicola* M.G. Price	E	3	UC
115.		*Loxogramme cuspidata* (Zenker) M.G. Price	E	3	UC
116.		*Microsorum nigrescens* (Blume) Pic.-Serm.	E	1	UC
117.		*Microsorum punctatum* (L.) Copel.	E	1	UC
118.		*Microsorum pteropus* (Blume) Copel.	L	1	UC
119.		*Microsorum zippelii* (Blume) Ching	E	1	UC
120.		*Platycerium coronarium* (J.G. Koen. ex C. Muell) Desv.	E	2	R
121.		*Platycerium wallichii* Hook.	E	1, 2	UC
122.		*Pyrrosia adnascens* (Sw.) Ching	E	2	UC
123.		*Pyrrosia albicans* (Blume) Ching	E	2	UC
124.		*Pyrrosia costata* (Presl ex Bedd.) Tagawa & K. Iwats.	E	2	UC
125.		*Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farw. var. *lingua*	E	3, 4	L
126.		*Pyrrosia lingua* var. *heteractis* (Mett. ex Khun) Hovenkamp	E	3, 4	C
127.		*Pyrrosia nuda* (Gies.) Ching	E	3, 4	UC
128.		*Pyrrosia nummulariifolia* (Swartz) Ching	E	3	UC
129.		*Pyrrosia piloselloides* (L.) M.G. Price	E	3	UC
130.		*Pyrrosia stigmosa* (Sw.) Ching	E	2, 4	UC
131.		*Pyrrosia varia* (Kaulf.) Farw.	E	1	UC
132.		*Pyrrosia* sp. I	E	4	R
133.	Pteridaceae	*Pteris biaurita* L.	T	1, 2, 3, 4	A
134.		*Pteris longipes* D. Don	T	3	R
135.		*Pteris mertensioides* Willd.	T	1	UC
136.		*Pteris venusta* Kunze	T	2	UC
137.		*Pteris vittata* L.	T	2	A
138.		*Pteris* sp. I	T	1	R
139.		*Pteris* sp. II	T	1	R
140.	Schizaeaceae	*Lygodium flexuosum* (L.) Sw.	T	2	A
141.		*Lygodium microphyllum* (Cav.) R. Br.	T	2, 4	UC
142.		*Lygodium polystachyum* Wall. ex T. Moore	T	1, 2	C
143.		*Lygodium salicifolium* C. Presl	T	1, 2	C
144.	Thelypteridaceae	*Amphineuron opulentum* (Kaulf.) Holttum	T	2	UC
145.		*Amphineuron immersum* (Blume) Holttum	T	2	UC
146.		*Amphineuron terminans* (J. Sm.) Holttum	T	2	UC
147.		*Christella appendiculata* (Presl) Holttum	T	2	UC
148.		*Christella arida* (D. Don) Holttum	T	2	UC
149.		*Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermy	T	2	UC
150.		*Christella papilio* (C. Hope) Holttum	T	2	UC
151.		*Christella parasitica* (L.) H. Lev.	T	2	UC
152.		*Christella siamensis* Tagawa & K. Iwats.	T	2	UC
153.		*Christella subelata* (Baker) Holttum	T	2	UC
154.		*Christella subpubescens* (Blume) Holttum	T	2	L
155.		*Cyclosorus hirtisorus* (C. Chr.) Ching	T	2	UC
156.		*Cyclosorus interruptus* (Willd.) H. Ito	T	2	L
157.		*Macrothelypteris ornata* (Wall. ex Bedd.) Ching	T	4	UC
158.		*Macrothelypteris torresiana* (Gaudich.) Ching	T	4	L
159.		*Metathelypteris dayi* (Bedd.) Holttum	T	4	R
160.		*Metathelypteris singalanensis* (Baker) Ching	T	4	UC
161.		*Pneumatopteris truncata* (Poir.) Holttum	T	2	UC
162.		*Pronephrium articulatum* (Houlston & T. Moore) Holttum	T	2	UC
163.		*Pronephrium lakhimpurense* (Rosenst.) Holttum	T	2	UC
164.		*Pronephrium nudatum* (Roxb.) Holttum	T	2	A
165.		*Sphaerostephanos hirtisorus* (C. Chr.) Holtt.	T	2	L
166.		*Sphaerostephanos polycarpus* (Blume) Copel.	T	2	L
167.		*Sphaerostephanos* sp. I	T	1	R
168.		*Trigonospora ciliata* (Wall. ex Benth.) Holttum	L	1	L
169.	Vittariaceae	*Antrophyum callifolium* Blume	L	1	UC
170.		*Vittaria taeniophylla* Copel.	E	1	R
171.	Woodsiaceae	*Anisocampium cumingianum* C. Presl	E	1	R
172.		*Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.	T	1, 2	C
173.		*Diplazium donianum* (Mett.) Tardieu	T	3	UC
174.		*Diplazium simplicivenium* Holttum	T	2, 4	UC
175.		*Diplazium tomentosum* Blume	T	1, 3	R

ความหลากหลายของพืชมีท่อลำเลียงบริเวณพื้นที่พุหมู่บ้านท่ามะเดื่อ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

สุธิรา สระประเทศ, ต่อศักดิ์ สีลานันท์ และ บุศบรรณ ณ สงขลา

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Abstract : Diversity of Vascular Plants at Springs in Moo Ban Tha Ma Dua, Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province

Suthira Sraprathet, Tosak Seelanan and Busaban Na Songkhla

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

Springs in Moo Ban Tha Ma Dua are a unique habitat to which water is supplied from underground streams that spring up above ground nearly all year round. The vegetation is still in prime condition and no botanical inventory has yet been made. Thus, the present study has the objective to investigate vascular plants in this area. A survey and collection of vascular plants was carried out from October 2001 to September 2002. In total, 221 specimens accounting for 110 species, 3 subspecies and 7 varieties, were identified, belonging to 93 genera and 47 families. Of all, 17 were ferns and 93 were flowering plants. Among fern families, Polypodiaceae was the richest in number of species, i.e. 5 species in 4 genera. Among flowering plants, Orchidaceae was the richest in number of species, i.e. 23 species in 18 genera. The second richest families were Rubiaceae and Fabaceae with 5 species in 5 genera each, and Asclepiadaceae with 5 species in 2 genera. In another 14 families, 2-4 species were found in each while in the remaining 29 families, only 1 species was found in each. The common species of vascular plants in this area were *Pandanus unicornutus* St. John, *Lasia spinosa* (L.) Thw., *Glochidion littorale* Blume, *Calamus* sp., *Salacca* sp. and *Boesenbergia siamensis* (Gagnep.) P. Sirirugsa, an endemic species to thailand, was also found in the area.

Key words: Kanchanaburi, Thong Pha Phum, vascular plants, springs

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ทั้งหมด 320.7 ล้านไร่ ในจำนวนนี้เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำประมาณ 21.36 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 6.75 ของพื้นที่ โดย "พื้นที่ชุ่มน้ำ" หมายถึง "พื้นที่ลุ่ม พื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะ พื้นที่ฉ่ำน้ำ มีน้ำท่วมขัง พื้นที่พรุ พื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำ ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขังหรือท่วมอยู่ถาวรและชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล ทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม รวมไปถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเล และพื้นที่ของทะเลในบริเวณซึ่งเมื่อน้ำลดต่ำสุดมีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 6 เมตร" (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) ตัวอย่างของพื้นที่ชุ่มน้ำที่ได้รับการจำแนกโดยกรมป่าไม้ใน Wetlands in Thailand มีทั้งสิ้น 42 แห่ง เช่น กว๊านพะเยา บึงบอระเพ็ด อุทยานแห่งชาติสามร้อยยอด เกาะภูเก็ต และพรุโต๊ะแดง เป็นต้น เนื่องจากพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญมาก เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง จึงได้มีการจัดทำอนุสัญญาแรมซาร์ (Ramsar convention) ในปี พ.ศ. 2514 อนุสัญญานี้เป็นข้อตกลงที่ประเทศต่างๆ ได้ร่วมกันจัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันและยับยั้งการสูญหายของพื้นที่ชุ่มน้ำโลก และประเทศไทยได้เข้าร่วมในอนุสัญญานี้เมื่อปี พ.ศ. 2541 โดยได้เสนอพื้นที่ชุ่มน้ำควนขี้เสี้ยน เขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (Ramsar site) เป็นแห่งแรกของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องคือ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (สผ.) ซึ่งได้ดำเนินโครงการสำรวจจัดทำรายชื่อ สถานภาพ และฐานข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย ได้รายงานว่าประเทศไทยมีพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ 61 แห่ง พื้นที่ชุ่มน้ำที่มี

ความสำคัญระดับชาติ 48 แห่ง และพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับท้องถิ่น 19,295 แห่ง ซึ่งมีพื้นที่ชุ่มน้ำที่ต้องได้รับการคุ้มครองและฟื้นฟูอย่างเร่งด่วน 28 แห่ง (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2544)

พื้นที่ชุ่มน้ำที่เป็น "พุ" เป็นพื้นที่ที่มีน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินผุดขึ้นมาท่วมขังพื้นที่เกือบตลอดทั้งปีหรือเป็นบึงขนาดใหญ่ (นภดล, per.com.) บางแห่งยังคงเห็นร่องรอยของพื้นที่เดิมอยู่บ้างและบางแห่งก็เสี่ยงต่อการสูญหายไป ดังที่พบที่บ้านท่ามะเดื่อ หมู่ 1 ตำบลห้วยเขย่ง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในอดีตเป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ต่อเนื่องเป็นผืนใหญ่ แต่หลังจากมีการสร้างเขื่อนวชิราลงกรณ ได้มีการอพยพชุมชนเข้ามาอาศัยอยู่ใกล้บริเวณพื้นที่พุ มีการสร้างถนนตัดผ่านพื้นที่พุปิดกั้นขัดขวางทางเดินของน้ำและเปลี่ยนแปลงเส้นทางน้ำ ทำให้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน โดยพื้นที่บริเวณแรกสภาพป่ายังคงมีความสมบูรณ์ อีกพื้นที่หนึ่งนั้นถูกรบกวนและมีการนำเอาพื้นที่ไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ซึ่งในที่สุดอาจสูญเสียพื้นที่พุในอนาคต เนื่องจากพื้นที่พุมีความสำคัญระดับท้องถิ่นและเสี่ยงต่อการถูกทำลาย จึงควรมีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่ในบริเวณดังกล่าว

การศึกษาพื้นที่ชุ่มน้ำที่ผ่านมามักเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญระดับนานาชาติหรือระดับชาติ หรือมีมาก่อนอนุสัญญาแรมซาร์ ดังเช่นการศึกษาความหลากหลายของพืช โดยคณะวิจัยของ ดร.จำลอง เพ็งคล้าย (Phengklai et al., 1988) ได้ศึกษาพรรณไม้บริเวณแหล่งน้ำซับในบริเวณเส้นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1099 ในช่วงระหว่างกิโลเมตรที่ 97-98 ตั้งอยู่ในเขตอำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ พบพรรณไม้ 99 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพวกหญ้า กก พืชล้มลุก และไม้พุ่มเตี้ย ต่อมาอีก 3 ปีก็ได้ทำการศึกษาพรรณไม้ในป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส (จำลอง และคณะ, 2534) พบพรรณไม้ดอก 109 วงศ์ 437 ชนิด และเฟิร์น 15 วงศ์ 33 ชนิด

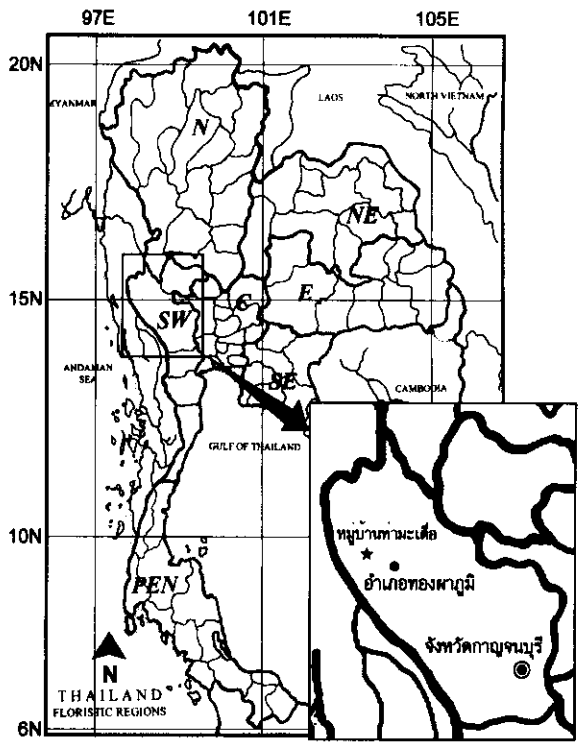
หลังจากที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมในอนุสัญญาแล้ว จึงเริ่มมีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำเพิ่มมากขึ้น โดยมีคณะผู้วิจัยจากหลายสาขาและหลายสถาบันร่วมกันทำการศึกษาซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ดังเช่น ในปี 2543 ได้มีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2543) ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (Ramsar site) เป็นแห่งแรกของประเทศไทย พบพืชมีท่อลำเลียงทั้งหมด 260 ชนิด 199 สกุล 98 วงศ์ เป็นเฟิร์น 21 ชนิด ใบเลี้ยงคู่ 167 ชนิด และใบเลี้ยงเดี่ยว 72 ชนิด อีก 2 ปีต่อมา ได้มีรายงานการศึกษาความหลากหลายของพื้นที่ชุ่มน้ำพรุบ้านไม้ขาว (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545ก) ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต พบพืช 110 ชนิด 65 วงศ์ 99 สกุล ประกอบด้วยเฟิร์น 3 วงศ์ 5 ชนิด พืชใบเลี้ยงเดี่ยว 16 วงศ์ 29 ชนิด พืชใบเลี้ยงคู่ 44 วงศ์ 76 ชนิด ในปีเดียวกันนี้เองก็มีรายงานการศึกษาในพื้นที่ชุ่มน้ำพรุคันธุลี (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545ข) อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยทำการศึกษาในเดือนสิงหาคม 2539 พบพืช 36 ชนิด 22 วงศ์ 36 สกุล นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545ค) ซึ่งได้สำรวจพืชตั้งแต่เดือนธันวาคม 2541 ถึงเดือนมกราคม 2543 พบพืช 23 ชนิด มีพืชเด่นคือ หญ้าคา บัวหลวง เอนอา และเฟิร์น

สำหรับการศึกษาความหลากหลายของพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำในภาคตะวันตกโดยเฉพาะในจังหวัดกาญจนบุรียังไม่ปรากฏเป็นที่แน่นอน การศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งอาจกล่าวโดยสังเขปได้ดังนี้

การสำรวจของนักพฤกษศาสตร์ชาวไทยนำโดยศาสตราจารย์เต็ม สมิตินันท์ ร่วมมือกับนักพฤกษศาสตร์ชาวเดนมาร์กนำโดย Prof. Larsen ศึกษาพรรณไม้ที่จังหวัดกาญจนบุรี (Larsen, 1962) โดยแบ่งสำรวจพื้นที่ 3 บริเวณดังนี้ ส่วนแรกเริ่มสำรวจบริเวณบ้านเก่าทางด้านล่างของแม่น้ำแควน้อย ส่วนที่ 2 สำรวจไปทางด้านล่างของแม่น้ำแควน้อยขึ้นไปทางเหนือจนถึงไทรโยคโดยมีถ้ำไทรโยคเป็นศูนย์กลางการสำรวจ และบริเวณสุดท้ายสำรวจบริเวณน้ำตกเอราวัณ อำเภอศรีสวัสดิ์ อำเภอทองผาภูมิ และอำเภอไทรโยค คณะสำรวจได้รายงานว่าพบสภาพป่าที่มีน้ำท่วมขังเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำหลายบริเวณ และได้เก็บรวบรวมตัวอย่างพรรณไม้ได้ 2,000 หมายเลข แต่ไม่ได้จำแนกว่ามีพรรณไม้ที่หมายเลขที่พบในบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ อีก 3 ปีต่อมา Shimizu นักพฤกษศาสตร์ชาวญี่ปุ่นและคณะผู้ร่วมวิจัยทั้งชาวไทยและชาวญี่ปุ่นทำการ

สำรวจพรรณไม้ร่วมกันทั่วประเทศตั้งแต่ พ.ศ. 2508 ได้ทำการสำรวจพรรณไม้ที่จังหวัดกาญจนบุรี ในอุทยานแห่งชาติเอราวัณบริเวณน้ำตกไทรโยค เก็บรวบรวมตัวอย่างพืชมีท่อลำเลียงได้ 30,000 หมายเลข และพืชไบรโอไฟต์ 1,800 หมายเลข พบพืชชนิดใหม่ของโลก (new species) 2 ชนิด ในสกุล *Pouzolzia* s.l. วงศ์ Urticaceae และสกุล *Impatiens* วงศ์ Balsaminaceae สกุลละ 1 ชนิด (Shimizu et al., 1980) ต่อมาในปี พ.ศ. 2538 J.F. Maxwell ได้สำรวจพรรณไม้บริเวณบ้านเสน่พอง กิ่งอำเภอไร่โว้ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี เก็บตัวอย่างพรรณไม้ได้จำนวน 559 ชนิด พบพืชที่พบครั้งแรกในประเทศไทย (new record) คือ *Neothorelia laotica* Gagnep. ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Capparaceae และพบพืชชนิดใหม่ของโลก คือ *Amorphophallus maxwellii* Hett. และ *Typhounium tentaculatum* Hett. ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Araceae (Maxwell, 1995)

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้คือ เพื่อศึกษาความหลากหลายของพืชมีท่อลำเลียง บริเวณพื้นที่พุหมู่บ้านท่ามะเดื่อ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1. แสดงที่ตั้งของพุบ้านท่ามะเดื่อ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

วิธีการ

1. การศึกษาเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

รวบรวมและศึกษาเอกสารรวมถึงรายงานวิจัยและผลงานตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจพรรณไม้ในภาคตะวันตกโดยเฉพาะจังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดใกล้เคียง และการสำรวจพรรณไม้ในพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับที่ตั้ง พื้นที่ อาณาเขต ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะพืชพรรณ และการคมนาคม

2. สำรวจและการเก็บตัวอย่างพืชมีท่อลำเลียง

2.1 เก็บตัวอย่างและบันทึกภาพถ่ายพืชมีท่อลำเลียงที่ขึ้นอยู่ในบริเวณพื้นที่พุในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545

2.2 บันทึกข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการนำมาใช้ในการจำแนกชนิด เช่น ลักษณะวิสัยนิเวศวิทยา ถิ่นอาศัย ระยะเวลาการออกดอก-ออกผล รูปร่างลักษณะ ขนาด สีของดอก-ผล และความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นต้น

3. จัดทำคำบรรยายของรูปวิธานของพืชแต่ละชนิด การตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาอย่างละเอียดและตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์ของพรรณไม้ โดยใช้รูปวิธานจากเอกสารทางพฤกษอนุกรมวิธาน และศึกษาตัวอย่างพรรณไม้เพิ่มเติมจากตัวอย่างพรรณไม้แห้งที่เก็บมากับตัวอย่างพรรณไม้แห้งชนิดเดียวกับที่เก็บใน (ก) พิพิธภัณฑ์พืช ศาสตราจารย์กสิน สุวตะพันธุ์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ข) พิพิธภัณฑ์พืชกรุงเทพ กรมวิชาการเกษตร และ (ค) หอพรรณไม้ กรมป่าไม้

ผลและสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาความหลากหลายของพืชมีท่อลำเลียงบริเวณพื้นที่พุ หมู่บ้านท่ามะเดื่อ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545 เก็บตัวอย่างได้ทั้งสิ้น 221 หมายเลข

โดยเป็นพืชมีท่อลำเลียงไร้เมล็ด (เฟิร์น) 18 หมายเลข และพืชมีท่อลำเลียงมีเมล็ด 203 หมายเลข ซึ่งทั้งหมดเป็นไม้ดอก แยกเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ 143 หมายเลข และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 60 หมายเลข โดยทราบชื่อวิทยาศาสตร์แล้ว 110 ชนิด 3 ชนิดย่อย 7 พันธุ์ จัดอยู่ใน 93 สกุล 47 วงศ์ ในจำนวนนี้เป็นพืชมีท่อลำเลียงไร้เมล็ด (เฟิร์น) 17 ชนิด 14 สกุล 10 วงศ์ และพืชมีท่อลำเลียงมีเมล็ด ซึ่งแยกเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ 60 ชนิด 52 สกุล 29 วงศ์ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 33 ชนิด 27 สกุล 9 วงศ์ (ภาคผนวก)

ความหลากหลายของพรรณพืชและพืชเด่นในพื้นที่

พืชมีท่อลำเลียงในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อมีเพียง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเฟิร์นและกลุ่มพืชดอก โดยเป็นพืชในกลุ่มเฟิร์น 17 ชนิด ใน 14 สกุล 10 วงศ์ และพืชดอก 93 ชนิด ใน 79 สกุล 37 วงศ์ แยกเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 33 ชนิด และพืชใบเลี้ยงคู่ 60 ชนิด ในกลุ่มเฟิร์นวงศ์ที่พบมากที่สุดคือ Polypodiaceae พบ 5 ชนิด ใน 4 สกุล รองลงมาคือ วงศ์ Thelypteridaceae พบ 3 ชนิดใน 1 สกุล ที่เหลืออีก 8 วงศ์ พบวงศ์ละ 1-2 ชนิด เท่านั้น สำหรับพืชดอก วงศ์ที่พบจำนวนมากที่สุดคือ Orchidaceae โดยพบทั้งสิ้น 23 ชนิด วงศ์ที่พบมากเป็นอันดับสอง พบจำนวน 5 ชนิดเท่ากัน มี 3 วงศ์ คือ Rubiaceae และ Fabaceae พบวงศ์ละ 5 สกุล ส่วน Asclepidaceae พบเพียง 2 สกุล อีก 14 วงศ์ พบวงศ์ละ 2-4 ชนิด ที่เหลืออีก 34 วงศ์ พบวงศ์ละ 1 ชนิด เท่านั้น เมื่อพิจารณาจำนวนสกุลและจำนวนชนิดของพืชมีท่อลำเลียงที่สำรวจพบในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อ พบว่าพรรณไม้แต่ละชนิดมีความหลากหลายในระดับสกุลสูงมาก คือพบถึง 93 สกุล ใน 110 ชนิด และส่วนมากพบเพียงสกุลละ 1 ชนิด เท่านั้น ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่พุแห่งนี้มีความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง

เมื่อพิจารณาลักษณะวิสัยพบว่า ในกลุ่มเฟิร์นส่วนใหญ่จะขึ้นบนดิน โดยพบจำนวน 9 ชนิด ส่วนเฟิร์นอิงอาศัย พบ 8 ชนิด และส่วนมากจะพบขึ้นอยู่ในพื้นที่เปิด มีปริมาณแสงแดดค่อนข้างมาก ส่วนพืชดอกนั้นพบว่าส่วนใหญ่เป็นไม้เลื้อยซึ่งมีจำนวน 24 ชนิด รองลงมาคือ ไม้ต้น 21 ชนิด และพืชย่อยสลาย 1 ชนิด พันธุ์พืชที่พบในพื้นที่พุส่วนมากเป็นไม้ต้นที่มีลำต้นสูง มีขนาดเล็กจนถึงใหญ่มาก ตามลำต้นของไม้ใหญ่จะมีพืชอิงอาศัย เช่น กล้วยไม้ เฟิร์น และไม้เลื้อยเกาะอยู่ค่อนข้างหนาแน่น ทำให้พื้นที่พุร่มและครึ้ม พืชเด่นที่บ่งบอกถึงลักษณะสภาพของพื้นที่พุ คือ เตยใหญ่ (*Pandanus unicornutus*) หว้าน้ำ *(Syzygium oblatum)* ตังหนใบใหญ่ *(Calophyllum soualatti)* กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*) หมีเหม็น (*Litsea glutinosa*) หัวขวาน *(Ardisia fulva)* มันปู *(Glochidion littorale)* ปาล์ม และหวายต่างๆ เช่น หวาย *(Calamus* sp.) และระกำ *(Salacca* sp.) เป็นต้น ไม้เลื้อยที่พบมากคือ เขืองลูกแดง (*Smilax megacarpa*) และนมเมีย *(Hoya micrantha)* พืชล้มลุกที่พบกระจายตามแหล่งน้ำขังคือ ผักหนาม *(Lasia spinosa)* พืชพื้นล่างที่กระจายทั่วทั้งพื้นที่ คือ ว่านพังพอน *(Tacca chantrieri)* และค้อนหมาขาว *(Dracaena angustifolia)* และพืชกินซาก คือ *Cotylanthera caerulea* ซึ่งพบบนซากใบไม้ที่ทับถมกันและตามลำต้นของไม้ใหญ่

แม้ว่าพืชดอกหลายชนิดดังกล่าวข้างต้นจะใช้เป็นดัชนีชี้วัดความชุ่มชื้นของพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อ แต่พืชดังกล่าวก็บ่งบอกถึงความชื้นในดินหรือปริมาณน้ำที่ผิวดินเท่านั้น ในขณะที่พืชกลุ่มเฟิร์นแม้ว่าจะพบน้อยชนิดกว่าแต่ชนิดที่พบนั้นจัดได้ว่าเป็นพืชดัชนีชี้วัดถึงความชื้นในอากาศได้เป็นอย่างดี คือ filmy fern ซึ่งเป็นพืชอิงอาศัยตามต้นไม้ใหญ่และมักพบได้ในบริเวณพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้น มีไอน้ำหรือละอองน้ำมาก (Piggott, 1988) ในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อพบว่ามี filmy fern ขึ้นทั่วไปเพียง 1 ชนิด คือ *Crepidomanes christii* ดังนั้นเมื่อพิจารณาพืชดัชนีทั้งสอง พบว่าพื้นที่พุมีความชุ่มชื้นทั้งในดินและในอากาศค่อนข้างสูง

พืชหายาก

กล้วยไม้ที่พบในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อมี 1 ชนิด ที่เป็นพืชหายาก คือ เทียนลิง (*Dendrobium trinervium*) (Seidenfaden, 1985) กล้วยไม้ชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์น้อยมาก มีรายงานพบที่จังหวัดพังงาและสตูลเท่านั้น ตัวอย่างดองและตัวอย่างแห้งในพิพิธภัณฑ์พืชก็มีเพียง 2-3 ตัวอย่าง เท่านั้น ดังนั้นการพบกล้วยไม้ชนิดนี้ในพื้นที่พุ จึงเป็นการเพิ่มข้อมูลเขตการกระจายพันธุ์และเพิ่มตัวอย่างกล้วยไม้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

พืชที่พบการกระจายพันธุ์ในธรรมชาติครั้งแรก

เอื้องจิตติมา *(Dendrobium chittimae)* เป็นกล้วยไม้ชนิดใหม่ของโลก (new species) ที่พบในตลาดค้ากล้วยไม้ในประเทศไทย แต่ไม่มีรายงานข้อมูลการกระจายพันธุ์ในประเทศไทย เนื่องจากไม่สามารถระบุเขตการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของกล้วยไม้ชนิดนี้ได้ (Seidenfaden, 1997) ดังนั้นการพบกล้วยไม้ชนิดนี้ในพื้นที่พุ จึงเป็นข้อมูลยืนยันได้ว่ากล้วยไม้ชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์ในประเทศไทย และน่าจะมีเขตการกระจายพันธุ์ในภาคตะวันตกเฉียงใต้ อย่างไรก็ตาม ข้อสรุปนี้จะมีความชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อมีผลการศึกษาจากพื้นที่อื่นๆ ของจังหวัดกาญจนบุรีเพิ่มเติม ที่จะยืนยันข้อมูลการกระจายพันธุ์ของกล้วยไม้ชนิดนี้ในประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันมีนักวิจัยกำลังดำเนินการศึกษาความหลากชนิดของพืชวงศ์กล้วยไม้ในพื้นที่ป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรีอยู่ (สลิล และดวงใจ, 2545)

พืชเฉพาะถิ่นของไทย

ในการศึกษาครั้งนี้ พบพรรณไม้ถิ่นเดียว 1 ชนิด ซึ่งมีรายงานว่าพบเฉพาะในเขตพรรณพฤกษชาติภาคตะวันตกเฉียงใต้ของไทย (Sirirugsa, 1992) คือ กระชายสยาม *(Boesenbergia siamensis)* พบในพื้นที่พุแห่งนี้ด้วย โดยพบเฉพาะบริเวณที่มีหินปูนอยู่เท่านั้น

สภาพพื้นที่กับความหลากหลายของพืชมีท่อลำเลียง

สภาพพื้นที่สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและชนิดของพืชมีท่อลำเลียงที่พบ คือ

1. บริเวณพื้นที่พุธรรมชาติ (พื้นที่พุที่ไม่ถูกรบกวน) เป็นพื้นที่ที่มีน้ำขังเกือบตลอดทั้งปีและมีทางน้ำกระจายอยู่ทั่วไป ดินเป็นดินเลนที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสะสมอยู่มาก พื้นดินบางบริเวณประกอบด้วยกรวดและหินปูนเป็นจำนวนมาก ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ขึ้นอยู่จะมีพูพอนหรือรากค้ำยันขนาดใหญ่ ในพื้นที่พุมีสภาพร่มครึ้ม ปริมาณแสงที่ส่องลงสู่พื้นดินน้อย อากาศเย็น ความชื้นสูง มีพรรณไม้ขึ้นหนาแน่น ทั้งพืชที่ขึ้นบนดิน ไม้เลื้อย พืชอิงอาศัย และพืชพื้นล่าง ตัวอย่างเช่น ค้อนหมาขาว *(Dracaena angustifolia)* มันปู *(Glochidion littorale)* เอื้องบายศรี *(Eria lasiopetala)* เขืองลูกแดง *(Smilax megacarpa)* ว่านพังพอน *(Tacca chantrieri)* และเตยใหญ่ *(Pandanus unicornutus)* เป็นต้น กลุ่มพืชที่พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว วงศ์ Orchidaceae ซึ่งพบ 23 ชนิด ใน 18 สกุล วงศ์ที่พบรองลงมามีจำนวน 5 ชนิด เท่ากัน มี 4 วงศ์ คือ Polypodiaceae (ทั้งหมดเป็นเฟิร์นอิงอาศัย) Rubiaceae และ Fabaceae (พบวงศ์ละ 5 สกุล ส่วนมากเป็นไม้ล้มลุกและไม้พุ่ม) ส่วน Asclepidaceae พบเพียง 2 สกุล เท่านั้น (ทั้งหมดเป็นไม้เลื้อย)

2. บริเวณพื้นที่พุที่ถูกรบกวน เดิมเป็นพื้นที่ซึ่งเคยเป็นพุธรรมชาติมาก่อน แต่เนื่องจากบริเวณนี้เป็นพื้นที่จัดสรรให้ชาวบ้านที่อพยพจากการสร้างเขื่อนวชิราลงกรณ จึงมีการใช้พื้นที่ในการเกษตรกรรมบางส่วน สภาพพื้นที่มีน้ำท่วมขังอยู่เกือบตลอดปีเช่นกันแต่พบทางน้ำกระจายอยู่ตรงกลางพื้นที่เท่านั้น บริเวณกลางพื้นที่ดินมีลักษณะเป็นดินเลน รอบๆ เป็นดินแข็ง แห้ง ปริมาณแสงส่องลงสู่พื้นดินมาก ความชื้นต่ำ พรรณพืชที่พบเป็นไม้ต้นขนาดเล็กและไม้พุ่มซึ่งขึ้นหนาแน่นบริเวณตรงกลางที่มีทางน้ำกระจายอยู่เท่านั้น และพบหญ้าคาและกกชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่เปิดโล่ง กลุ่มพืชที่พบมากที่สุดของบริเวณนี้คือ เฟิร์นชนิดต่างๆ เช่น หญ้ายายเภา *(Lygodium salicifolium)* และเกล็ดนาคราช *(Pyrrosia piloselloides)* เป็นต้น

ความหลากหลายของพืชมีท่อลำเลียงในทั้ง 2 บริเวณ พบว่าในพื้นที่พุธรรมชาติ มีพรรณไม้ 100 ชนิด ใน 91 สกุล 45 วงศ์ ขณะที่พุที่ถูกรบกวนมี 29 ชนิด ใน 26 สกุล 10 วงศ์ มีเพียง 19 ชนิดเท่านั้นที่พบในพื้นที่ทั้งสอง โดยส่วนใหญ่เป็นพืชดอก เช่น แข้งกวาง (*Wendlandia tinctoria*) เครือออน (*Congea tomentosa*) หญ้าน้ำดับไฟ (*Lindenbergia philippensis*) หูปากกา (*Thunbergia fragrans*) จิงจ้อขาว (*Merremia umbellata*) และนางแย้มป่า (*Clerodendrum viscosum*) เป็นต้น โดยพบบริเวณที่มีทางน้ำกระจายอยู่เท่านั้น ซึ่งพรรณไม้เหล่านี้น่าจะเป็นพรรณไม้ดั้งเดิมของพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อ

การเปรียบเทียบพรรณไม้ในพื้นที่พุกับพื้นที่อื่นในจังหวัดกาญจนบุรี

1. บ้านเสน่พอง กิ่งอำเภอไร่โว้ อำเภอสังขละบุรี

พบพืชมีท่อลำเลียง 559 ชนิด ใน 118 วงศ์ เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของพืชในพื้นที่ทั้งสองพบว่า พืชในกลุ่มเฟิร์นนั้น ที่บ้านเสน่พองพบมากถึง 39 ชนิด ใน 14 วงศ์ ในขณะที่พื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อพบเพียง 17 ชนิด ใน 10 วงศ์ ซึ่งมี 7 ชนิด ที่พบได้จากทั้งสองพื้นที่โดยพบในพื้นที่ที่ถูกรบกวน เช่น กระแตไต่ไม้ (*Drynaria quercifolia*) และหญ้ายายเภา (*Lygodium salicifolium*) เป็นต้น เมื่อพิจารณากลุ่มไม้ดอก พบว่ามีพรรณไม้ที่พบได้ในพื้นที่พุ 25 ชนิด เช่น พืชในสกุล *Ficus* พบที่บ้านเสน่พอง 9 ชนิด ในขณะที่พื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อพบเพียง 2 ชนิด ซึ่งเป็นคนละชนิดกับที่พบที่บ้านเสน่พอง โดย *Ficus* น่าจะเป็นพืชที่มีอยู่ก่อนแล้วในพื้นที่ ชนิดที่พบในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อจะพบมากบริเวณริมห้วยของพุธรรมชาติ แต่ชนิดที่พบในพื้นที่บ้านเสน่พอง เป็นชนิดที่อยู่ในพื้นที่ที่ถูกรบกวนเป็นส่วนใหญ่

2. เขาวังเขมร อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี

พื้นที่เขาวังเขมรและพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อมีความคล้ายคลึงกันในเรื่องของสภาพภูมิอากาศ คือมีปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงพรรณไม้ที่พบในทั้งสองพื้นที่จะพบว่า มีพรรณไม้ที่พบเหมือนกันน้อย เพียง 16 ชนิด เท่านั้น โดยส่วนมากเป็นพืชที่ขึ้นในสภาพแวดล้อมที่แห้ง มีแสงแดดส่องถึง บริเวณริมห้วยหรือลำธาร ตัวอย่างเช่น พืชในสกุล *Merremia* ซึ่งเป็นไม้เลื้อยที่ขึ้นในบริเวณที่ถูกรบกวนหรือตามไร่ร้างของชาวบ้าน ชอบขึ้นในที่มีแสงแดด ขอบป่า ตามข้างทาง (Na Songkhla and Khunwasi, 1993) ในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อพบเกาะเลื้อยบนต้นหญ้าบริเวณที่ถูกรบกวนเป็นจำนวนมาก ส่วนไม้พุ่มหรือไม้ต้นนั้น สกุลที่พบได้ทั้งเขาวังเขมรและพุบ้านท่ามะเดื่อ คือสกุล *Grewia* ซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นในบริเวณมีแสงแดดมาก พบกระจายเป็นบริเวณกว้างในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อที่ถูกรบกวนแต่จะพบเป็นพุ่มเตี้ยๆ

การเปรียบเทียบพรรณไม้ในพื้นที่พุกับพื้นที่ชุ่มน้ำอื่น ๆ ในประเทศไทย

จากการเปรียบเทียบพรรณไม้ในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อกับพื้นที่ชุ่มน้ำอื่นๆ ในประเทศไทย (ตารางที่ 1) พบว่ามีพรรณไม้ที่เหมือนกันน้อย พรรณไม้ที่เหมือนกันพบมากที่สุดคือ 13 ชนิด ที่เหลืออีก 80 กว่าชนิดไม่เหมือนในพื้นที่ชุ่มน้ำใดๆ เลย ซึ่งอาจเนื่องจากสภาพพื้นที่และสภาพป่าของพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อที่มีลักษณะเฉพาะ มีทางน้ำกระจายทั่วไป รวมถึงปัจจัยทางดินและน้ำ โดยมีแหล่งน้ำจืดจากใต้ดินผุดขึ้นมาท่วมขังเกือบตลอดทั้งปี ค่า pH ประมาณ 6-7 ต่างจากพื้นที่ชุ่มน้ำอื่นๆ ที่ส่วนมากเป็นป่าพรุ เป็นแหล่งน้ำกร่อย ค่า pH ประมาณ 4.5-6 หรือบึงน้ำทะเลสาบขนาดใหญ่ที่ไม่ค่อยมีพืชอื่นนอกจากพืชน้ำขึ้นอยู่ อีกทั้งพื้นที่แต่ละแห่งอยู่ในเขตการกระจายพันธุ์ต่างกัน จึงทำให้พบพืชต่างกับในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อ สำหรับพรรณไม้ที่พบเกือบทุกพื้นที่ชุ่มน้ำคือหว้าน้ำ (*Syzygium oblatum*) ซึ่งเป็นไม้ต้นที่ขึ้นกระจายทั้งที่ราบและตามสันเขาในป่าผลัดใบ มักขึ้นริมลำธารในป่าไม่ผลัดใบ รวมถึงในป่าพรุ พบที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 0-1,200 เมตร (Parnell and Chantaranothai, 2002)

ตารางที่ 1. จำนวนพรรณไม้ในพื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ชุ่มน้ำอื่นๆ

พื้นที่ชุ่มน้ำ	จำนวนพรรณไม้ที่เหมือนกัน (ชนิด)	
	เฟิร์น	ไม้ดอก
ป่าพรุโต๊ะแดง	5	8
พื้นที่ชุ่มน้ำทะเลน้อย	5	5
พรุบ้านไม้ขาว	-	1
พรุคันธุลี	1	1
บึงโขงหลง	-	-

ข้อเสนอแนะ

1. พื้นที่พุบ้านท่ามะเดื่อ เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีแหล่งน้ำจากใต้ดินผุดขึ้นมาท่วมขังเกือบตลอดทั้งปี ทำให้สภาพพื้นที่แตกต่างจากพื้นที่โดยรอบอย่างสิ้นเชิง อีกทั้งมีความหลากหลายของพรรณไม้ค่อนข้างมาก จึงควรมีการอนุรักษ์ไว้เพื่อเป็นแหล่งศึกษาธรรมชาติและแหล่งนันทนาการที่สำคัญของอำเภอทองผาภูมิ

2. ปัจจุบันพื้นที่พุถูกรบกวนค่อนข้างมาก ควรมีการร่วมมือกันระหว่างชาวบ้านและกองร้อยตำรวจตะเวนชายแดนในการดูแลรักษาพื้นที่ คอยระวังเรื่องของไฟทั้งจากธรรมชาติและจากการเผาพื้นที่กสิกรรมรอบๆ พื้นที่พุ ที่อาจทำให้ไฟลุกลามต่อเนื่องไปยังพื้นที่พุได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_145030 และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ขอขอบคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยบางส่วน ชาวบ้านท่ามะเดื่อ และกองร้อยตำรวจตะเวนชายแดนที่ 135 ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จำลอง เพ็งคล้าย, ชวลิต นิยมธรรม และวิวัฒน์ เอื้อจิรกาล. 2534. พรรณไม้ป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส. โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. ส. สมบูรณ์การพิมพ์ กรุงเทพฯ.

สลิล สิทธิสัจจธรรม และดวงใจ ศุขเฉลิม. 2545. ใน: บทคัดย่อโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์ 2545, วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ) หน้า 125. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. บริษัทจิรวัฒน์ เอ็กซ์เพรส จำกัด กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. ทำความเข้าใจกับอนุสัญญาแรมซาร์. รายงานการประชุมหารือ เรื่อง สถานภาพพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย. 2-3 กุมภาพันธ์ 2542 โรงแรมมหานคร กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2543. ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำทะเลน้อย. กระทรวงวิทยาศาสตร์และแผนสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ. 130 หน้า

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2544. ทะเบียนรายนามพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ และระดับชาติของประเทศไทย และมาตรการการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ. รายงานการประชุมหารือ เรื่อง พื้นที่ชุ่มน้ำ: 30 ปี ของอนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ. 1-2 กุมภาพันธ์ 2544 โรงแรมเจ้าพระยาปาร์ค กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2545ก. ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำพรุบ้านไม้ขาว. กระทรวงวิทยาศาสตร์และแผนสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ. 102 หน้า

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2545ข. ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำพรุคันธุลี. กระทรวงวิทยาศาสตร์และแผนสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ. 82 หน้า

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2545ค. ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง. กระทรวงวิทยาศาสตร์และแผนสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ. 76 หน้า

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

Larsen, K. 1962. Priliminary report on the Thai-Danish Botanical Expeditoin of the Kanchanaburi province 1961/1962. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 20(2): 109-119.

Maxwell, J.F. 1995. Vegetation and vascular flora of the Ban Sanch Pawng area, Lai Wo subdistrict, Sanklaburi district, Kanchanaburi province, Thailand. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 43: 131-170.

Parnell, J. and P. Chantaranothai. 2002. Myrtaceae. *In* Santisuk, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol.7 Part 4. pp. 778-914. The Prachachon Press Co. Ltd., Bangkok.

Phengklai, C., W. Sukhon, S. Khao-Iam and R. Phuma. 1988. The vegetation in bog area. *Thai Forest Bulletin (Botany)* 17: 1-105.

Piggott, A.G. 1988. Ferns of Malaysia in Colour. Art Pringting Work, Kualalumpur, Malaysia.

Seidenfaden, G. 1985. Orchid Genera in Thailand XII Dendrobium Sw. Opera Botanica 83. Copenhegen. pp. 1-296.

Seidenfaden, G. 1997. Contribution to the Orchids Flora of Thailand XIII. Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark.

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.

Sirirugsa, P. 1992. A Revision of the genus *Boesenbergia* Kuntze (Zingiberaceae) in Thailand. *The Natural History Bulletin of the Siam Society* 40: 67-90.

ภาคผนวก

ตารางแสดงรายชื่อและปริมาณความมากน้อยของพืชมีท่อลำเลียง บริเวณพื้นที่พุ หมู่บ้านท่ามะเดื่อ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

หมายเหตุ :

*	หมายถึง น้อย	1	หมายถึง พื้นที่พุธรรมชาติ
**	หมายถึง ปานกลาง	2	หมายถึง พื้นที่พุที่ถูกรบกวน
***	หมายถึง มาก		
****	หมายถึง มากที่สุด		

พืชมีท่อลำเลียงไร้เมล็ด (เฟิร์น)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	พื้นที่ที่พบ	ปริมาณ
ASPLENIACEAE			
Asplenium nidus L.	ข้าหลวงหลังลาย	1	***
DRYOPTERIDACEAE			
Tectaria impressa (Fée) Holttum	กูดกวาง	1	**
HYMENOPHYLLACEAE			
Crepidomanes christii (Copel.) Copel.	-	1	****
LINDSAEACEAE			
Lindsaea ensifolia Sw.	หางนกกะลิง	1, 2	
OLEANDRACEAE			
Nephrolepis biserrata (Sw.) Schott	กูดสร้อย	1	**
PARKERIACEAE			
Ceratopteris thalictroides (L.) Brongn.	กูดเพา	1	**
Cheilanthes tenuifolia (Burm. f.) Sw.	โชนผี	1	*
POLYPODIACEAE			
Colysis pedunculata (Hook. & Grev.) Ching	กระเปราะนมแมว	1	**
Drynaria quercifolia (L.) J. Sm.	กระแตไต่ไม้	1, 2	**
Microsorum punctatum (L.) Copel.	กระเปราะหางสิงห์	1	**
Pyrrosia varia (Kaulf.) Farw.	-	1	**
Pyrrosia piloselloides (L.) M.G. Price	เกล็ดนาคราช	1, 2	***
SCHIZAEACEAE			
Lygodium salicifolium C. Presl.	หญ้ายายเภา	1, 2	**
THELYTERIDACEAE			
Thelypteris immerse (Blume) Ching	กูดเมอ	1	***
Thelypteris papilio (Hope.) K. Iwats.	-	1	**
Thelypteris truncata (Poir.) K. Iwats.	กูดก้านแดง	1	**
VITTARIACEAE			
Antrophyum callifolium Blume	ว่านหางนกยูง	1	**

พืชมีท่อลำเลียงมีเมล็ด

1. พืชใบเลี้ยงคู่

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	พื้นที่ที่พบ	ปริมาณ
ACANTHACEAE			
Andrographis laxiflora (Blume) Lindau	หญ้าบังไพร	1	**
Lepidagathis fasiculata Nees	สังกรณีดง	1	***
Thunbergia fragrans Roxb. var. *fragrans*	หูปากกา	1, 2	**
Thunbergia laurifolia Lindl.	รางจืด	1, 2	**

1. พืชใบเลี้ยงคู่ (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	พื้นที่ที่พบ	ปริมาณ
ANNONACEAE			
Anaxagorea luzonensis A. Gray	กำลังวัวเถลิง	1	***
APOCYNACEAE			
Aganosma marginata (Roxb.) G. Don.	โมกเครือ	1	***
Ichnocarpus frutescens (L.) W.T. Aiton.	เถาวัลย์แดง	1	**
Tabernaemontana pauciflora Blume	พริกป่า	1	**
Willughbeia edulis Roxb.	คุย	1	**
ASCLEPIADACEAE			
Dischidia imbricata (Blume) Steud.	เกล็ดนาคราช	1, 2	**
Hoya erythrostemma Kerr	-	1	*
Hoya micrantha Hook.f.	นมเมีย	1	**
Hoya parasitica (Roxb.) Wall. ex Traill	นมพิจิตร	1	***
Hoya parviflora Wight	-	1	**
BIGNONIACEAE			
Pajanelia longifolia (Willd.) K. Schum.	อีโปง	1	
CAPRIFOLIACEAE			
Viburnum punctatum Buch.-Ham.	ชะโอน	1	*
CELASTRACEAE			
Euonymus glaber Roxb.	-	1	**
CLUSIACEAE			
Calophyllum soualatti Burm.f.	ตังหนใบใหญ่	1	***
Garcinia merguensis Wight	นวล	1	**
COMBRETACEAE			
Getonia floribunda Roxb.	ข้าวตอกแตก	1	**
CONVOLVULACEAE			
Argyreia capitiformis (Poir.) Ooststr.	จิงจ้อหลวง	1, 2	**
Merremia umbellata (L.) Hallier.f.	จิงจ้อขาว	1, 2	***
Merremia vitifolia (Burm.f.) Hallier.f.	จิงจ้อเหลือง	2	**
EUPHORBIACEAE			
Chaetocarpus castanocarpus (Roxb.) Thw.	ขี้หนอน	1	**
Glochidion littorale Blume	มันปู	1, 2	****
Mallotus peltatus (Geisel.) Mull. Arg.	สลัด	1	**
FABACEAE			
Abrus pulchellus Wall. ex Thwaites subsp. *Pulchellus*	มะกล่ำเผือก	1	**
Flemingia sootepensis Craib	กาสามปีก	1	***
Millettia brandisiama Kurz	กระพี้จั่น	1	**
Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth. var. *phaseoloides*	ถั่วเสี้ยนป่า	2	***
Uraria crinita (L.) Desv. ex DC.	หางหมาจอก	2	**
FLACOURTIACEAE			
Homalium grandiflorum Benth.	ชุมแสงแดง	1	**
GENTIANACEAE			
Cotylanthera caerulea Lace	-	1	***
LAMIACEAE			

1. พืชใบเลี้ยงคู่ (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	พื้นที่ที่พบ	ปริมาณ
Clerodendrum viscosum Vent.	นางแย้มป่า	1, 2	**
Clerodendrum wallichii Merr.	ระย้าแก้ว	1	**
Hyptis suaveolens (L.) Poit.	แมงลักคา	2	**
Premna collinsiae Craib	ขาเปี่ย	1	**
LAURACEAE			
Litsea glutinosa (Lour.) C.B. Rob.	หมีเหม็น	1	**
MALVACEAE			
Abelmoschus moschatus Medik. subsp. *moschatus*	ชะมดต้น	2	**
MELASTOMATACEAE			
Melastoma orientale Guillaumin	โคลงเคลงตัวผู้	1	**
MORACEAE			
Ficus pyriformis Hook. & Arn.	ลูกคล้าย	1	****
Ficus sagittata Vahl	-	1	***
MYRSINACEAE			
Ardisia fulva King & Gamble. var. *fulva*	หัวขวาน	1	**
MYRTACEAE			
Cleistocalyx nervosum (DC.) Kosterm. var. *nervosum*	-	1	***
Syzygium diospyrifolium (Wall. ex Duthie) S.N. Mitra	ป้องขวาน	1	***
Syzygium oblatum (Roxb.) Wall. ex A.M. Cowan & Cowan var. *oblatum*	หว้าน้ำ	1	****
OLEACEAE			
Jasminum nervosum Lour.	มะลิไส้ไก่	1	**
RANUNCULACEAE			
Clematis smilacifolia Wall.	พวงแก้วกุดั่น	1	**
RUBIACEAE			
Chassalia curviflora Thw.	เข็มพระราม	1	***
Ixora kerrii Craib	เข็มซ่อนก้าน	1	**
Mussaenda sanderiana Ridl.	แก้มขาว	2	**
Paederia thorelii Pitard var. *hirsuta* (Craib) N. Fukuoka	เถาตดหมู	2	**
Wendlandia tinctoria (Roxb.) DC.	แข้งกวาง	1, 2	****
RUTACEAE			
Clausena excavata Burm.f.	หมอน้อย	1	**
Euodia viticina Wall.	มะปีนดำ	1, 2	**
SCROPHULARIACEAE			
Lindenbergia philippensis (Cham.) Benth.	หญ้าน้ำดับไฟ	1, 2	**
Torenia fournieri Linden. ex E. Fourn.	แววมยุรา	1	**
STERCULIACEAE			
Sterculia lanceolata Cav. var. *lanceolata*	ปอผ่าสาม	1	***
TILIACEAE			
Grewia hirsuta Vahl	ข้าวตาก	2	***
VERBENACEAE			
Congea tomentosa Roxb. var. *tomentosa*	เครือออน	1, 2	**

2. พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	พื้นที่ที่พบ	ปริมาณ
ARACEAE			
Lasia spinosa (L.) Thw.	ผักหนาม	1, 2	***
CONVALLARIACEAE			
Peliosanthes teta Andr. subsp. *humilis* (Andr.) Jessop.	โหนดดิน	1	*
DIOSCOREACEAE			
Dioscorea bulbifera L.	ว่านพระฉิม	2	*
DRACAENACEAE			
Dracaena angustifolia Roxb.	ค้อนหมาขาว	1	****
Dracaena gracilis Wall.	-	1	***
ORCHIDACEAE			
Acanthephippium sylhetense Lindl.	-	1	*
Aerides odorata Lour.	เอื้องกุหลาบ	1	**
Appendicula cornuta Blume	หางแมงเงา	1	**
Cleisostoma aspersum (Rchb.f.) Garay	-	1	*
Cymbidium aloifolium (L.) Sw.	กะเรกะร่อน	1, 2	**
Dendrobium anceps Sw.	-	1	**
Dendrobium aphyllum (Roxb.) C.E.C.Fisch.	เอื้องงวงช้าง	1	**
Dendrobium calicopis Ridl.	-	1	***
Dendrobium chittimae Seidenf.	-	1	*
Dendrobium fimbriatum Hook.	เอื้องคำน้อย	1	**
Dendrobium trinervium Ridl.	เทียนลิง	1	*
Eria lasiopetala (Willd.) Omerod	เอื้องบายศรี	1	**
Flickingeria fimbriata (Blume) A.D. Hawkes	เอื้องช้างน้าว	1	**
Gastrochilus obliquus (Lindl.) Kuntze	เสือเหลือง	1	*
Grosourdya appendiculata (Blume) Rchb.f.	เอื้องเล่นลม	1	**
Micropera thailandica (Seidenf. & Smitin.) Garay	-	1	*
Panisia uniflora (Lindl.) Lindl.	เอื้องรงรอง	1	***
Pomatocalpa andamanica (Hook.f.) J.J. Sm.		1	**
Pholidota imbricata W.J. Hook.	เอื้องสายสร้อย	1	**
Robiquetia spathulata (Blume) J.J. Sm.	-	1	*
Renanthera coccinea Lour.	หวายแดง	1	*
Tropidia angulosa (Lindl.) Blume	-	1	**
Vrydayzynea albida (Blume) Blume	-	1	***
PANDANACEAE			
Pandanus unicornutus St. John	เตยใหญ่	1, 2	****
SMILACACEAE			
Smilax megacarpa A.DC.	เขืองลูกแดง	1	****
TACCACEAE			
Tacca chantrieri Andre.	ว่านพังพอน	1	****
ZINGIBERACEAE			
Costus speciosus (Koen.) Sm.	เอื้องหมายนา	1, 2	***
Boesenbergia siamensis (Gagnep.) P. Sirirugsa	กระชายสยาม	1	*

ความหลากหลายและชีววิทยาของไรฝุ่นในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

อำมร อินทร์สังข์ และ สุภัคชา หอมจันทร์

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Abstract: Species Diversity and Biology of House Dust Mites in Amphur Thong Pha Phum, Kanchanaburi Province

Ammorn Insung and Supukcha Homchan

Department of Plant Pest Management Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

House dust samples were collected from 240 selected houses in 10 villages in Amphur Thong Pha Phum, Kanchanaburi province, from January to December, 2002. Dust samples were collected from mattresses in bedrooms and from floors and furniture in living rooms using a vacuum cleaner connected with a mite trap. Mites in samples from 0.1 fine dust were counted and identified in the laboratory. Mite infestation was quantified as the number of mites per gram of dust. A total number of 791 mites was found in bedrooms and living rooms. *Dermathophagoides pteronyssinus* (Trouessart) was the most abundant species (47.28%), followed by *Blomia tropicalis* (Bronswijk) (41.97%), *Cheyletus* sp. (9.61%), *Dermathophagoides farinae* (Hughes) (0.76%) and *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (0.38%). The number of mites usually depended on the type as well as the age of the mattress. Kapok mattresses had the highest numbers of mites (63 mites/g dust), followed by synthetic fiber (34 mites/g dust), mat (21 mites/g dust) and coconut fiber (10 mites/g dust). Mattresses more than 9 years old had the highest numbers of mites (83 mites/g dust), followed by 7-9 year old mattresses (41 mites/g dust), 4-6 year old mattresses (26 mites/g dust) and less than 3 year old mattresses (8 mites/g dust). Biological life tables of *D. pteronyssinus* and *B. tropicalis* were also prepared at 25±1 °C, 61±2% RH and 29±1 °C, 71±2% RH. At 25±1 °C, the biological parameters for both mites were: the net reproductive rate of increase (R_o) = 16.8059 and 29.3551 respectively; the cohort generation time (T_C) = 34.0332 and 23.91 days respectively; the capacity for increase (r_c) = 0.0829 and 0.1413 respectively; the finite rate of increase (λ) = 1.0864 and 1.1518 respectively, and the population doubling time (DT) = 8.3612 and 4.9055 days, respectively. The highest mortality occurred in the egg and larval stages, which were 31 and 46.8%, respectively. At 29±1°C, the biological parameters of both mites were: the net reproductive rate of increase (R_o) = 25.3227 and 34.5174, respectively; the cohort generation time (T_C) = 27.2227 and 20.8001 days, respectively; the capacity for increase (r_c) = 0.1187 and 0.1703, respectively; the finite rate of increase (λ) = 1.1260 and 1.1857, respectively and the population doubling time (DT) = 5.8390 and 4.0702 days, respectively. The highest mortality occurred at the egg stage and larval stage which were 12.50% and 40.21%, respectively.

Key words: species diversity, house dust mite, biological life table

บทนำ

ไรฝุ่น จัดเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่อยู่ใน Phylum Arthopoda เช่นเดียวกับแมลงและแมง แต่มีลักษณะเฉพาะที่จัดอยู่ในอันดับ (Order) Acarina ไรฝุ่นมีขนาดประมาณ 0.3 มิลลิเมตร ชอบอาศัยอยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสูงร้อยละ 60-70 ไม่ชอบแสงสว่าง ดังนั้นในบ้านเรือนจึงพบไรฝุ่นในที่นอน หมอน ผ้าห่ม พรม และที่อื่นๆ เช่น โซฟา ผ้าม่าน ตุ๊กตาที่ใช้วัสดุภายในเป็นเส้นใย เป็นต้น ไรฝุ่นมีชีวิตอยู่ได้โดยการกินเศษขี้ไคล ขี้รังแค และสะเก็ดผิวหนังเป็นอาหาร (วรรณะ และคณะ, 2542)

จากการวิจัยพบว่ากว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของผู้ป่วยโรคภูมิแพ้ มีสาเหตุมาจากไรฝุ่นและสารก่อภูมิแพ้จากมูลของไรฝุ่น อาการของผู้ป่วยภูมิแพ้อันเกิดจากไรฝุ่นเหล่านี้มีหลายอาการ เช่น อาการน้ำมูกน้ำตาไหล ไอ จาม โพรงจมูกอักเสบ ต่อมาก็เป็นหอบหืด หรือหลอดลมตีบตันถึงแก่ชีวิตได้ ไรฝุ่นมีขนาดเล็กมองเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า จากรายงานทั่วโลกพบไรฝุ่นมีอยู่ 36 ชนิด (species) ชนิดที่พบมากที่สุดอยู่ในสกุล (genus) *Dermatophagoides* (มนตรี, 2526)

อำมร (2543) กล่าวว่าไรในโรงเก็บ ได้แก่ ไรที่ปนเปื้อนอยู่ในผลิตผลทางการเกษตร หรือผลิตภัณฑ์อาหาร หลายชนิดยังดำรงชีวิตเป็นไรฝุ่นและเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคภูมิแพ้ที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจ โดยเฉพาะกับผู้ใช้แรงงานในภาคเกษตร

สารที่ทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ได้แก่มูลและเศษคราบไรฝุ่นซึ่งปะปนอยู่กับฝุ่นผงภายในบ้าน ทำให้เกิดเยื่อจมูกอักเสบและอาการหอบหืด ไรที่อยู่ในฝุ่นภายในบ้านเรือนที่สำคัญ คือ *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) *Dermatophagoides farinae* Hughes และ *Euroglyphus maynei* Cooreman ซึ่งไรทั้ง 3 ชนิดนี้จัดอยู่ในวงศ์ (family) เดียวกันคือ Pyroglyphidae (สัมฤทธิ์, 2539)

วรรณะ และคณะ (2542) กล่าวว่ามูลที่ตัวไรฝุ่นปล่อยออกมารวมมากกว่าน้ำหนักตัวถึง 200 เท่า ปริมาณสารภูมิแพ้ 2 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการแพ้ได้ และถ้าสารภูมิแพ้มีปริมาณเกินกว่า 10 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม จะทำให้ผู้ป่วยมีอาการหอบหืดอย่างเฉียบพลัน โดยไรฝุ่นสามารถผลิตสารก่อภูมิแพ้หรือสารที่ทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ (allergen) ซึ่งปะปนอยู่กับฝุ่นผงภายในบ้านเรือน ปัจจุบันสารก่อภูมิแพ้มีอยู่ 10 กลุ่มด้วยกัน แต่กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับอาการภูมิแพ้มากที่สุด คือ Group 1 allergen (เช่น *Der p* I จาก *D. pteronyssinus* และ *Der f* I จาก *D. farinae*) และ Group 2 allergen ซึ่งสารก่อภูมิแพ้จะพบได้มากที่สุดใน Group 1 allergen จัดเป็นเอนไซม์ชนิด cysteine protease เป็นสารที่ละลายน้ำได้ดี แต่จะสลายตัวได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิสูงประมาณ 75 องศาเซลเซียส (Colloff, 1987)

Han - Il. et al. (1997) ได้ทำการศึกษาอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงไร *D. pteronyssinus* และ *D. farinae* พบว่า สูตรอาหารที่ใช้ปลาป่น 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับยีสต์แห้ง 50 เปอร์เซ็นต์ จะเพิ่มปริมาณไร *D. farinae* ได้มากที่สุดหลังจากทำการเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ความชื้น 64 เปอร์เซ็นต์ และ *D. pteronyssinus* เพิ่มจำนวนได้มากที่สุด หลังจากทำการเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ภายใต้อุณหภูมิและความชื้นเดียวกัน

ไร *D. pteronyssinus* มีการเจริญเติบโต 5 ระยะ คือในระยะไข่พบว่ามี ไข่ ตัวอ่อน วัยรุ่น 1 วัยรุ่น 3 (ข้ามระยะวัยรุ่น 2) และตัวเต็มวัย ไข่มีลักษณะกลมรี สีขาวใส ระยะตัวอ่อน มีขา 6 ขา โครงสร้างอวัยวะยังไม่ชัดเจน ระยะวัยรุ่น 1 ใช้เวลาในการเจริญเติบโตเร็ว มีขา 4 คู่ มี acetabular 1 คู่ ที่ genital papillae ที่อยู่ระหว่าง genital opening กับขาคู่ที่ 4 ระยะวัยรุ่น 3 จะมี acetabular 2 คู่ ที่ genital papillae อยู่ระหว่าง genital opening กับ ขาคู่ที่ 4 (Arlian, 1989) ตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้ มีรูปร่างกลม สีขาวใส และมีลายบนผนังลำตัว (fingerprint) ตัวเต็มวัยเพศผู้มีขนาดความยาวประมาณ 420 ไมครอน และกว้าง 245 ไมครอน มี sucker 1 คู่ทางผนังล่างของด้าน idiosoma sucker นี้ใช้จับเพศเมียในระหว่างการผสมพันธุ์ เพศเมียมีขนาดความยาวประมาณ 420 ไมครอน และกว้าง 320 ไมครอน มี genital opening อยู่ระหว่างขาคู่ที่ 3 และ 4 และมี bursa copulatrix เป็นช่องเปิดอยู่ใกล้กันกับทวารหนัก ซึ่ง bursa copulatrix สามารถใช้จำแนกชนิดของไรได้ (Denmark and Cromroy, 2003)

Wu and Hsu (1996) ทำการศึกษาวงจรชีวิตและตารางชีวิตของไรฝุ่น โดยเลี้ยงไรที่อุณหภูมิ 20, 25, 28 และ 35 องศาเซลเซียส พบว่า *D. pteronyssinus* เพศเมียใช้เวลาในการพัฒนาจากไข่ไปเป็นตัวเต็มวัย 72.7, 39.9, 29.1 และ 26.2 วัน ตามลำดับ ส่วนเพศผู้ใช้เวลา 64.4, 39.2, 33.8 และ 25 วัน ตามลำดับ การศึกษา population parameter โดยการคำนวณข้อมูลจากตารางชีวิต พบว่าที่อุณหภูมิดังกล่าว *D. pteronyssinus* มีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o) 6.36, 12.39, 4.46 และ 2.80 ตัว ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (T) 103.5, 70.3, 52.6 และ 48.8 วัน อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากร (λ) 1.0191, 0.0396, 1.0299 และ 1.022 ตัว อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (r) คือ 0.0190, 0.0358, 0.0295 และ 0.0220 ตัวต่อวัน ตามลำดับ

การเจริญเติบโตของ *B. tropicalis* มี 5 ระยะเช่นกัน โดย (Bronswijk et al., 1978) พบว่าวงจรชีวิตของ *B. tropicalis* ตั้งแต่วางไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย 22.9±6.4 วัน การศึกษาอายุขัยของไรเพศผู้และเพศเมียที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าอายุขัยของเพศเมียที่ได้รับการผสมและตัวผู้ที่ทำการผสมแล้วไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p=0.053) โดยมีอายุขัย 32.22±15.4 วัน และ 30.9±17.7 วัน ตามลำดับ อายุขัยของเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเพศเมียที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์ โดยเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์จะมีอายุขัยสั้นกว่าเพศเมียที่ไม่ได้รับการผสม (Mariana et al., 1996)

Wongsathuaythong and Laskshana (1972) เก็บตัวอย่างฝุ่นบนที่นอนใน 15 จังหวัดของประเทศไทย พบไรทั้งหมด 8 วงศ์ ได้แก่ Bdellidae, Cheyletidae, Raphignathidae, Tarsonemidae, Glycyphagidae, Listrophoridae, Pyroglyphidae และ Haplochthoniidae และอยู่ในระหว่างการจำแนกอีก 5 วงศ์ โดยพบไรมากที่สุดที่เขตคลองสาน จำนวน 10,216 ตัวต่อฝุ่น 1 กรัม รองลงมาคือ เขตพระนคร จำนวน 8,811.01 ตัวต่อฝุ่น 1 กรัม เขตบางกะปิ จำนวน 7,925.13 ตัวต่อฝุ่น 1 กรัม เขตที่พบน้อยที่สุดคือเขตราษฎร์บูรณะ พบเพียง 11.28 ตัวต่อฝุ่น 1 กรัม

Bronswijk (1973) ทำการศึกษาไรฝุ่นในบ้านที่มีเด็กเป็นโรคหอบหืดที่ประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นจากที่นอน ห้องนอน และห้องนั่งเล่นเป็นระยะเวลา 1 ปีติดต่อกัน พบไร *D. pteronyssinus* มากที่สุด รองลงมาคือ ไรในวงศ์ Psychodidae, Cheyletidae และไรในอันดับย่อย Gamasida ซึ่งจำนวนที่พบเป็นจำนวนมากพอที่จะทำให้เกิดผลต่อนิเวศวิทยา ในเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม เป็นช่วงเวลาที่มีการแพร่กระจายของไรบนพื้นในห้องนอนมาก เนื่องจากมีสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไร ส่วนบนพื้นห้องนั่งเล่นไรที่มีชีวิตไม่สามารถแพร่กระจายได้ เนื่องจากอุณหภูมิไม่เหมาะสม อาหารไม่เพียงพอ และอยู่ไกลจากห้องนอน พบตัวอย่างของไรบนที่นอนมากกว่าพื้นห้องนั่งเล่น

Charlet et al. (1978) ทำการศึกษาชนิดและจำนวนของไรฝุ่นบนที่นอนและพื้นห้อง ในช่วงเดือนกันยายน 1975 ถึงเดือนมิถุนายน 1976 จากบ้านเรือน 11 หลังคาเรือน ที่เมือง Bogata ประเทศโคลัมเบีย พบว่าไรที่พบอยู่ในกลุ่ม Pyroglyphidae ประกอบด้วย *D. pteronyssinus* 84.5 เปอร์เซ็นต์, *E. maynei* 14.9 เปอร์เซ็นต์ และ *D. farinae* น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ โดยไรที่อยู่ในที่นอนจะมีจำนวนประชากรสูงกว่าที่พื้นห้อง และความหนาแน่นของไรต่ำที่สุดในเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม

Ho (1986) เก็บตัวอย่างฝุ่นในบ้านจากประเทศมาเลเซีย ในปี 1976-1985 พบไร 10 ชนิด โดยไร *D. pteronyssinus* เป็นชนิดที่พบมากที่สุด

Toma et al. (1998) ศึกษาชนิดของไรฝุ่นที่อาศัยอยู่ตามบ้านเรือนที่ไม่มีคนป่วยเป็นโรคภูมิแพ้ ในเมือง Okinawa ประเทศญี่ปุ่น โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นจากที่นอนและพื้นห้องนอนจากบ้านเรือนจำนวน 20 หลังคาเรือน ในเดือนมิถุนายน 1993 ถึงเดือนสิงหาคม 1994 พบว่าไรชนิดที่พบมากที่สุดคือ *D. pteronyssinus* (75-99 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ *B. tropicalis* และ *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) ในขณะที่ *D. farinae* พบในจำนวนน้อย

Mariana et al. (2000) ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นที่เมือง Klang Valley ประเทศมาเลเซีย ในช่วงเดือนมีนาคม 1994 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 1995 พบไรฝุ่น 22 ชนิด 9 วงศ์ โดยพบ *B. tropicalis* มากที่สุด (เฉลี่ย 8.934 ตัวต่อฝุ่น 1 กรัม) รองลงมาคือ *D. pteronyssinus* และ *Malayoglyphus intermedisus* ตามลำดับ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้คือ เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของไรฝุ่นบ้าน ในเขตพื้นที่อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และศึกษาชีววิทยาและตารางชีวิตของไรฝุ่นชนิดที่มีความสำคัญ

วิธีการ

การศึกษาความหลากหลาย

ทำการทดลองโดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นจาก 10 หมู่บ้าน ในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ได้แก่ หมู่บ้านรวมใจ ลำปิล็อก ท่ามะเดื่อ ประจำไม้ ไร่ป่า ห้วยปากคอก บ้านไร่ ห้วยเขย่ง อิต่อง และในตัวเมือง โดยใช้เครื่องดูดฝุ่น

และหลอดดักจับไรฝุ่นที่ได้ออกแบบขึ้นมาโดยเฉพาะในการเก็บตัวอย่างฝุ่น เก็บตัวอย่างฝุ่นหมู่บ้านละ 24 หลังคาเรือน ในห้องนอนและห้องนั่งเล่นของบ้าน โดยในห้องนอนจะเก็บตัวอย่างฝุ่นบนที่นอน ส่วนห้องนั่งเล่นจะดูดที่พื้นและที่ที่นั่งเป็นประจำ จากนั้นทำการจำแนกชนิดและปริมาณของไรในฝุ่น โดยผ่านกระบวนการทำให้ไรมีลำตัวใสโดยแช่ใน lactic acid และทำสไลด์ถาวรโดยจัดเรียงไรลงบนแผ่นสไลด์ด้วยน้ำยา Hoyer's medium นำสไลด์ที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน ก่อนการวินิจฉัยภายใต้กล้อง phase contrast microscope และทำการถ่ายภาพด้วยกล้อง electron microscope การเก็บตัวอย่างทำเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2545 โดยการคำนวณจำนวนไรฝุ่นจะคำนวณจากไรฝุ่นต่อกรัมฝุ่นละเอียด

การศึกษาชีววิทยาและตารางชีวิตของไรฝุ่น

นำตัวอย่างไรฝุ่นชนิดที่มีความสำคัญและที่พบมากจากการเก็บตัวอย่าง มาทำการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาข้อมูลทางชีววิทยาโดยการศึกษาตารางชีวิต โดยเพาะเลี้ยงไร (stock) ในขวดเลี้ยงไรฝุ่นที่มีอาหารหนู จมูกข้าว สาลี และยีสต์เป็นอาหาร ในอัตราส่วน 1:1:0.25 กรัม

ในการศึกษาตารางชีวิตเริ่มต้นจากไข่ไรฝุ่นจำนวน 100 ฟอง ใส่ลงในกรงเลี้ยงไร 20 กรง พร้อมอาหาร เมื่อไข่ฟักทำการสังเกตและตรวจนับอัตราการฟักของไข่ อัตราการรอดชีวิตของวัยอ่อน วัยรุ่นที่ 1 วัยรุ่นที่ 3 และตัวเต็มวัย สัดส่วนของเพศผู้ต่อเพศเมีย และอัตราการวางไข่ของไรในแต่ละวันจนกว่าไรเพศเมียทุกตัวจะตาย โดยทำการศึกษาที่อุณหภูมิ 25±1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 61±2% และที่อุณหภูมิ 29±1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 71±2% โดยใช้สารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์

นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่า biological parameters ดังต่อไปนี้ คือ อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (net reproductive rate of increase = R_o) ชั่วอายุขัยของกลุ่ม (cohort generation time =T_C) อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (finite rate of increase = λ) ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (innate capacity of increase = R_c) และค่าการเพิ่มประชากร เป็นสองเท่า (population doubling time = DT) โดยคำนวณตาม Birch (1948), Laughlin (1965), Harcourt (1969) และ Price (1975)

ผลการวิจัย

การศึกษาความหลากหลาย

จากการเก็บตัวอย่างไรฝุ่นในห้องนอนและห้องนั่งเล่นได้ผลดังนี้ คือ พบไรทั้งหมด 5 ชนิดใน 4 วงศ์ ชนิดที่พบจำนวนมากที่สุดคือ *Dermathophagoides pteronyssinus* (Trouessart) 47.28% รองลงมาคือ *Blomia tropicalis* (Bronswijk) 41.97%, *Cheyletus* sp. 9.61%, *Dermathophagoides farinae* (Hughes) 0.76% และ *Tyrophagus putressantiae* (Schrank) 0.38% (ตารางที่ 1) โดยพบในห้องนอน 587 ตัว และในห้องนั่งเล่น 204 ตัว หากพิจารณาในช่วงตลอดปีของการสำรวจพบว่า ในเดือนพฤศจิกายนพบไรฝุ่นมากที่สุด (94 ตัว) แต่โดยทั่วไปแล้วจำนวนไรฝุ่นที่พบในแต่ละเดือนมีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2)

จากการศึกษาพบว่า ชนิดของที่นอนมีผลต่อจำนวนของไรที่พบ โดยที่นอนที่พบไรมากที่สุดคือที่นอนที่ใช้นุ่นเป็นวัสดุ (63(40-100) ตัว/ฝุ่น 1 กรัม) รองลงมาคือที่นอนใยสังเคราะห์เสื่อ และที่นอนใยมะพร้าว ซึ่งพบไร 34(10-50), 21(0-60) และ 10(0-30) ตัว/ฝุ่น 1 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 1. ชนิดของไรฝุ่นที่พบในห้องนอนและห้องนั่งเล่น ในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม - ธันวาคม 2545

ชนิดของไรฝุ่น	วงศ์	จำนวนไรฝุ่น	%
D. pteronyssinus	Pyroglyphidae	374	47.28
B. tropicalis	Glycyphagidae	332	41.97
Cheyletus sp.	Cheyletidae	76	9.61
D. farinae	Pyroglyphidae	6	0.76
T. putrescentiae	Acaridae	3	0.38
	รวม	**791**	**100**

โดยที่นอนนุ่นจะพบว่าจำนวนไรมีความแตกต่างทางสถิติที่สูงกว่าที่นอนชนิดอื่น ส่วนที่นอนใยมะพร้าวและเสื่อที่เริ่มนำใช้ใหม่ๆ อาจจะไม่พบไรฝุ่นเลย (ตารางที่ 3) นอกจากนี้อายุการใช้งานของที่นอนมีผลอย่างมากต่อจำนวนของไรฝุ่นที่พบ กล่าวคือ ที่นอนที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 9 ปีจะพบไรมากที่สุด (83 (60-170) ตัว/ฝุ่น 1 กรัม) ที่นอนที่มีอายุการใช้งานน้อยลงจะพบไรฝุ่นน้อยลงด้วย และที่นอนที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 3 ปีจะพบไรน้อยที่สุด (8(0-20) ตัว/ฝุ่น 1 กรัม) โดยที่นอนที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 9 ปีขึ้นไปจะพบจำนวนไรมีความแตกต่างทางสถิติสูงกว่าอายุที่นอนระดับอื่น (ตารางที่ 4) โดยทั่วไปลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแต่ละหมู่บ้านไม่มีผลต่อจำนวนของไรที่พบ โดยหมู่บ้านที่พบไรมากที่สุดคืออิต่อง พบไรเฉลี่ย 39 ตัว/ฝุ่น 1 กรัม (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 2. จำนวนของไรฝุ่นที่สำรวจพบในแต่ละเดือน ในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม 2545

เดือน	จำนวนไรฝุ่น / ฝุ่น 0.1 กรัม		
	ในห้องนั่งเล่น	ในห้องนอน	รวม
มกราคม	7	29	36
กุมภาพันธ์	12	33	45
มีนาคม	8	38	46
เมษายน	9	33	42
พฤษภาคม	13	55	68
มิถุนายน	24	60	84
กรกฎาคม	25	47	72
สิงหาคม	32	47	79
กันยายน	27	61	88
ตุลาคม	13	52	65
พฤศจิกายน	25	69	94
ธันวาคม	9	63	72
รวม	**204**	**587**	**791**
เฉลี่ย	**17**	**48.9**	**65.9**

ตารางที่ 3. จำนวนไรฝุ่นที่พบบนฟูกแต่ละชนิดในห้องนอน

ชนิดของที่นอน	จำนวนไรฝุ่นเฉลี่ย/ฝุ่น 1 กรัม
ที่นอนใยมะพร้าว	10c(0-30)
เสื่อ	21bc(0-60)
ที่นอนใยสังเคราะห์	34b(10-50)
ที่นอนที่ใช้นุ่นเป็นวัสดุ	63a(40-100)

ตารางที่ 4. จำนวนไรฝุ่นที่พบในแต่ละช่วงอายุของที่นอน

อายุของที่นอน	จำนวนไรฝุ่นเฉลี่ย/ฝุ่น 1 กรัม
<3 ปี	8c(0-20)
4-6 ปี	26bc(10-40)
7-9 ปี	41b(20-60)
>9 ปี	83a(60-170)

การศึกษาชีววิทยาโดยการศึกษาตารางชีวิตไรฝุ่น

จากการศึกษาตารางชีวิตของไรฝุ่น *D. pteronyssinus* ที่อุณหภูมิ 25±1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 61±2% และที่อุณหภูมิ 29±1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 71±2% และนำมาคำนวณค่าลักษณะทางชีววิทยา พบว่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) มีค่าเท่ากับ 16.8059 และ 25.3227 เท่า ในหนึ่งรุ่นตามลำดับ อายุขัยของกลุ่ม (T_c) ได้แก่ อายุขัยของเพศเมียที่ให้กำเนิดลูกหลานมีค่าเท่ากับ 34.0332 และ 27.2227 วัน ตามลำดับ ค่า

ตารางที่ 5. ลักษณะที่ตั้งทางภูมิศาสตร์และจำนวนไรฝุ่นเฉลี่ยที่พบในแต่ละหมู่บ้าน

หมู่บ้าน	ลักษณะที่ตั้งทางภูมิศาสตร์	จำนวนไรฝุ่นเฉลี่ย/ฝุ่น 1 กรัม
ไร่ป้า	NUTM 1610687 ALT 286 Position 0456490	19c
รวมใจ	NUTM 1620893 ALT 162 Position 0457586	21bc
ลำปิล็อก	NUTM 1617009 ALT 247 Position 0454344	23abc
ประจำไม้	NUTM 1613183 ALT 253 Position 0455685	23abc
บ้านไร่	NUTM 162580 ALT 200 Position 0449596	24abc
ท่ามะเดื่อ	NUTM 1617155 ALT 260 Position 0456305	27abc
ห้วยเขย่ง	NUTM 1613183 ALT 253 Position 0455685	31abc
ในตัวเมือง	NUTM 1629230 ALT 163 Position 0460840	32abc
ห้วยปากคอก	NUTM 1620574 ALT 176 Position 0450017	37ab
อิต่อง	NUTM 1622661 ALT 899 Position 0432501	39a

สัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c) (เป็นค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขณะที่กำหนดให้ประชากรขณะนั้นเจริญในสภาพแวดล้อมที่ไม่จำกัด) มีค่าเท่ากับ 0.0829 และ 0.1187 ตามลำดับ อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) (เป็นจำนวนเท่าที่ประชากรสามารถเพิ่มประชากรได้ในช่วงระยะเวลาที่สังเกต) มีค่าเท่ากับ 1.0864 และ 1.1260 ตามลำดับ ค่าประชากรเพิ่มเป็นสองเท่า (DT) มีค่าเท่ากับ 8.3612 และ 5.8390 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6) โดยพบว่าที่อุณหภูมิทั้งสอง อัตราการตายของไรในระยะไข่ เท่ากับ 31% และ 4% ตามลำดับ ระยะตัวอ่อน 23.1884% และ 12.50% ตามลำดับ ระยะวัยรุ่นที่ 1 คือ 9.43% และ 8.33% ตามลำดับ ระยะวัยรุ่นที่ คือ 3 14.58% และ 6.49% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในระยะไข่และระยะตัวอ่อนมีอัตราการตายมากที่สุด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6. ลักษณะทางชีววิทยาของไร *D. pteronyssinus* ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 61±2% RH และที่อุณหภูมิ 29±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 71±2% RH

ลักษณะทางชีววิทยา	สภาวะที่ใช้เลี้ยง	
	25±1°c, 61±2% RH	29±1°c, 71±2% RH
อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o)	16.8059	25.3227
อายุขัยของกลุ่ม (T_C)	34.0332	27.2227
ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c)	0.0829	0.1187
อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ)	1.0864	1.1260
ค่าประชากรเพิ่มเป็นสองเท่า (DT)	8.3612	5.8390

ตารางที่ 7. ตารางชีวิต (Partial ecological life table) ของไร *D. pteronyssinus* ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 61±2% RH และที่อุณหภูมิ 29±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 71±2% RH

ระยะการเจริญเติบโต (x)	จำนวนไรที่มีชีวิต ณ จุดเริ่มต้นในระยะ x (l_x)		จำนวนไรที่ตายในระยะ x (d_x)		เปอร์เซ็นต์การตายในระยะ x ($100d_x/l_x$)		อัตราการตายต่อรุ่น ($100d_x/n$)	
	25±1°c	29±1°c	25±1°c	29±1°c	25±1°c	29±1°c	25±1°c	29±1°c
ไข่	100	100	31	4	31.00	4.00	31.00	4.00
ตัวอ่อน	69	96	16	12	23.18	12.50	16.00	12.00
วัยรุ่น 1	53	84	5	7	9.43	8.33	5.00	7.00
วันรุ่น 3	48	77	7	5	14.58	6.49	7.00	5.00
ตัวเต็มวัย	41	71	41	71	100.00	100.00	100.00	71.00

ตารางที่ 8. ลักษณะทางชีววิทยาของไร *B. tropicalis* ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 61±2% RH และที่อุณหภูมิ 29±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 71±2% RH

ลักษณะทางชีววิทยา	สภาวะที่ใช้เลี้ยง	
	25±1°c, 61±2% RH	29±1°c, 71±2% RH
อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o)	29.3551	34.5174
อายุขัยของกลุ่ม (T_C)	23.9193	20.8001
ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c)	0.1413	0.1703
อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ)	1.1518	1.1857
ค่าประชากรเพิ่มเป็นสองเท่า (DT)	4.9055	4.0702

ตารางที่ 9. ตารางชีวิต (Partial ecological life table) ของไร *B. tropicalis* ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 61±2% RH และที่อุณหภูมิ 29±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 71±2% RH

ระยะการเจริญเติบโต (x)	จำนวนไรที่มีชีวิต ณ จุดเริ่มต้น ในระยะ x (l_x)		จำนวนไรที่ตาย ในระยะ x (d_x)		เปอร์เซ็นต์การตาย ในระยะ x ($100d_x/l_x$)		อัตราการตายต่อรุ่น ($100d_x/n$)	
	25±1°c	29±1°c	25±1°c	29±1°c	25±1°c	29±1°c	25±1°c	29±1°c
ไข่	100	100	6	8	6.00	8.00	6.00	8.00
ตัวอ่อน	94	92	44	37	46.80	40.21	44.00	37.00
วัยรุ่น 1	50	55	4	17	8.00	30.90	4.00	17.00
วัยรุ่น 3	46	38	7	2	15.21	5.26	7.00	2.00
ตัวเต็มวัย	39	36	39	36	100.00	100.00	39.00	36.00

จากการศึกษาตารางชีวิตของไรฝุ่น *B. tropicalis* ที่อุณหภูมิ 25±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 61±2% RH และที่อุณหภูมิ 29±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 71±2% RH และนำมาคำนวณค่าคุณลักษณะทางชีววิทยาของไร พบว่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o) มีค่าเท่ากับ 29.3551 และ 34.5174 เท่า ในหนึ่งรุ่น ตามลำดับ อายุขัยของกลุ่ม (T_c) มีค่า 23.9131 และ 20.8001 วัน ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c) มีค่าเท่ากับ 0.1413 และ 0.1703 ตามลำดับ อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) มีค่าเท่ากับ 1.1518 และ 1.1857 ตามลำดับ ค่าประชากรเพิ่มเป็นสองเท่า (DT) มีค่าเท่ากับ 4.9055 และ 4.0702 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ไร *B. tropicalis* มีอัตราการตายที่อุณหภูมิและความชื้นทั้งสองในระยะไข่ 6% และ 8% ตามลำดับ ระยะตัวอ่อน 46.80% และ 40.21% ตามลำดับ ระยะวัยรุ่นที่ 1 คือ 8% และ 30.90% ตามลำดับ ระยะวัยรุ่นที่ 3 คือ 15.21% และ 5.26% ตามลำดับ ดังนั้น ในระยะตัวอ่อนมีอัตราการตายมากที่สุด (ตารางที่ 9)

บทสรุป

จากการเก็บตัวอย่างไรฝุ่นในห้องนอนและห้องนั่งเล่นของ 10 หมู่บ้านในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม 2545 พบไรทั้งหมด 5 ชนิดใน 4 วงศ์ ชนิดที่พบมากที่สุด คือ *D. pteronyssinus* 47.28% รองลงมาคือ *B. tropicalis* 41.97%, *Cheyletus* sp. 9.61%, *D. farinae* 0.76% และ *T. putressantiae* 0.38% นอกจากนี้ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนของไรที่สำคัญคือชนิดของที่นอน โดยพบว่าที่นอนที่ทำมาจากนุ่นจะพบไรฝุ่นจำนวนมากกว่าที่นอนชนิดอื่น รองลงมา คือ ที่นอนฟองน้ำใยสังเคราะห์ เสื่อ และใยมะพร้าว ตามลำดับ และอีกปัจจัยหนึ่ง คือ อายุการใช้งานของที่นอน โดยพบว่าที่นอนที่มีอายุการใช้งานมากจะพบไรฝุ่นในปริมาณมากกว่าที่นอนที่มีอายุการใช้งานน้อย และยังพบว่าตำแหน่งของที่นอนบริเวณส่วนหัวพบปริมาณไรฝุ่นมากกว่าส่วนปลายเท้า นอกจากนี้ลักษณะของบ้าน ที่มีลักษณะโปร่ง สะอาด แสงแดดส่องถึง จะพบไรฝุ่นปริมาณน้อยกว่าสภาพบ้านที่มีลักษณะอับ ทึบ แคบ และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า จำนวนไรที่พบในห้องนั่งเล่นและห้องนอนไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีค่าอัตราส่วนที่หลากหลายและพบจำนวนไรฝุ่นในห้องนอนมากกว่าเสมอ นอกจากนี้ ลักษณะพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ไม่น่าจะมีผลต่อจำนวนไรที่พบ เนื่องจากลักษณะไรที่พบในแต่ละหมู่บ้านมีความใกล้เคียงกันมาก ยกเว้นในหมู่บ้านไร่ป้าที่พบจำนวนน้อยกว่าหมู่บ้านอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพหมู่บ้านทุกบ้านมีสภาพโปร่ง ไม่อับทึบ

จากการศึกษาตารางชีวิตและอัตราการขยายพันธุ์ของไร *D. pteronyssinus* และ *B. tropicalis* ที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหารเลี้ยงไรเปรียบเทียบกันที่อุณหภูมิ 25±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 61±2% และที่อุณหภูมิ 29±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 71±2% พบว่า เมื่อพิจารณาค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o) ที่อุณหภูมิ 29±1°C ไรทั้งสองชนิดจะมีอัตราการเพิ่มของประชากรในหนึ่งรุ่นสูงกว่าที่อุณหภูมิ 25±1°C และเมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าไรทั้งสองชนิดมีการเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิดังกล่าว

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการขยายพันธุ์ของไรทั้งสองชนิดที่อุณหภูมิ 29±1°C พบว่าไร *B. tropicalis* มีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (34.5174) สูงกว่าไร *D. pteronyssinus* (25.3227) และยังใช้เวลาในการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่าน้อยกว่าอีกด้วย ดังนั้นในสภาพที่สมบูรณ์ ควรที่จะพบไร *B. tropicalis* มากกว่า *D. pteronyssinus* แต่จากการสำรวจครั้งนี้กลับพบไร *D. pteronyssinus* มากกว่าในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน (47.28 และ 41.97%) ทั้งนี้อาจเกิดจากในสภาพธรรมชาตินั้น ไร *D. pteronyssinus* มีการปรับตัวได้ดีกว่าหรือมีศัตรูธรรมชาติที่น้อยกว่า โดยเฉพาะไร *Cheyetus* spp. อาจจะชอบกินไรชนิดนี้น้อยกว่า นอกจากนี้จากการทดลองยังพบว่าวัยตัวอ่อนของไร *B. tropicalis* ยังมีอัตราการตายที่ค่อนข้างสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้มีอัตราการตายในสภาพธรรมชาติสูงกว่าก็เป็นได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และและศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_144017 บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และชาวบ้านในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

วรรณะ มหากิตติคุณ และคณะ. 2542. ชีววิทยาของไรฝุ่นและการขจัดสารภูมิแพ้จากไรฝุ่น. วารสารกีฏและสัตววิทยา 21(4): 279-282.

มนตรี ตู้จินดา. 2526. โรคภูมิแพ้. กรุงเทพเวชสาร.

สัมฤทธิ์ สิงห์อาชา. 2539. กีฏวิทยา อะคาโรวิทยาการแพทย์และสัตว์แพทย์. หน่วยปรสิตวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

อำมร อินทร์สังข์. 2543. ไรในโรงเก็บและการป้องกันกำจัด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 18(1): 73-76.

Arlian, L.G. 1989. Biology and ecology of house dust mites, *Dermatophagoides* spp. and *Euroglyphus* spp. *Immunol Allergy Clin. North Am.* 9: 339-356.

Birch, L.C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecology* 17: 15-26.

Bronswijk, J.E.M.H.v. 1973. *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897) in mattress and floor dust in a temperature climate (Acari: Byroglyphidae). *J. Medicinal Entomology* 10(1): 63-70.

Bronswijk, J.E.M.H.v., A.W.A.M. de Cock and S. Oshima. 1978. The genus *Blomia oudemans* (Acari: Glycyphsgidae) I. Description of *Blomia tropicalis* sp. N. from house dust in tropical and sub - tropical region. *J. Acarogia* 15(3): 477-489.

Charlet, L.D., M.S. Mulla and M. Sanchez-Medina. 1978. Domestic acari of Colombia: population trends of house dust mites (Acari: Pyroglyphidae) in home in Bogota, Colombia. *Int. J. Acar.* 4(1): 23-31.

Colloff, M.J. 1987. Effect of temperature and relative humidity on development time and mortality off eggs from laboratory and with populations of the European house dust mite *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *Exp. Appl. Acarol.* 3: 279-289.

Denmark, H.A. and H.L. Cromroy. 2003. House dust mites, *Dermathophagoides* spp. [Online]. Availble: http:// creaures.ifas.ufl.edu/urban/house dust mite. htm.

Harcourt, D.G. 1969. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. *Ann. Rev. Entomol.* 14: 175-196.

Han-Il, I.Y.L., T.E. Kim, S.H. Jeon and C.S. Hong. 1997. Mass culture of house dust mites, *Dermatophagoides farinae* and *D. pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Med. Entomol. Zool.* 48(2): 109-116.

Ho, T.M. 1986. Pyroglyphid mites found in house dust in Peninsular Malaysia tropical biomed. *J. Tropical Biomedicine* 3: 89-93.

Laughlin, R. 1965. Capacity for increase, a useful population statistics. *J. Anim. Ecol.* 34: 77-91.

Mariana, A., T.M. Ho and S.K. Heah. 1996. Life-cycle, longevity and fecundity of *Blomia tropicalis* (Acari: Glycyphagidae) in a tropical laboratory. *J. Trop. Med. Plublic Health* 27(2): 392-395.

Mariana, A., T.M. Ho, Sofian-Azirun and A.L. Wong. 2000. House dust mite fauna in the Klang Valley, Malaysia. *J. Trop. Med. Plublic Health* 31(4): 1-10.

Price, P.W. 1975. Insect Ecology. John Wiley and Sons, New York. 514 p.

Toma, T., I. Miyagi, F. Takeda, R. Kishimoto and A. Ahagon. 1998. Mite fauna and abundance in dust collected from bedding and rooms in Okinawa, Japan. *J. Med. Entomol. Zool.* 49(4): 309-319.

Wongsathuaythong, S. and P. Lakshana. 1972. House dust mite survey in Bangkok and other provinces in Thailand. *J. Med. Ass.* 55(5): 273-285.

Wu, H.H. and E.L. Hsu. 1996. The life cycle and bi – sex life table of *Dermatophagoides pteronyssinus* Trouessart and *Dermatophagoide farinae* Hughes. *Chinese J. Entomol.* 16: 77-93.

ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดต่อไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)

อำมร อินทร์สังข์[1], วรรณะ มหากิตติคุณ[2] และ พรพิมล ชื่นชม[1]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520, [2]ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10700

Abstract: **Effects of some Medicinal Plant Extracts on the House Dust Mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)**

Ammorn Insung[1], Vanna Mahakittikun[2] and Pronpimon Chunechom[1]

[1]Department of Plant Pest Management Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520, [2]Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700

Ethanolic extracts obtained from 30 selected medicinal plants were tested against adults of the house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). The mite was tested using directly sprayed application at concentrations of 1, 2 and 3% in special mite cages. The effects of these plant extracts were compared with distilled water that had been mixed with acetone to make a 14% concentration. The mortality of mites was observed at 24 hours after treatment. The four most effective plant extracts were from flowers of clove (*Eugenia caryophyllus*), rhizomes of sweet flag (*Acorus calamus*), roots of derris (*Derris malaccensis*) and seeds of sugar apple (*Annona squamosa*). Extracts from clove at the concentrations of 2 and 3% were very effective against the house dust mite, resulting in 100% mortality, followed by sweet flag extract at the concentrations of 1, 2 and 3%, which resulted in 87.2, 99.6 and 100% mortality, respectively. At these three concentrations, derris extract resulted in 78, 85.2 and 99.4% mortality, respectively, and sugar apple extract resulted in 64.4, 99.6 and 99.2% mortality, respectively.

Fractions of these plant extracts were also tested on adults of the house dust mite using the same method. The effect of these group fractions were compared with different controls consisting of distilled water mixed with wettable power, distilled water mixed with acetone (14%), distilled water (negative control) and distilled water mixed with benzyl benzoate at 0.1% (positive control). The fractions most toxic to *D. pteronyssinus* were the neutral fractions (NE fraction) of clove, sweet flag and derris. The LC_{50} values of the NE fraction and crude extract of clove were 0.017% and 0.01%, respectively; those of sweet flag were 0.062% and 0.133%, respectively; and those of derris were 0.34% and 0.61%, respectively. On the contrary, very low activity was observed for the fraction of sugar apple, for which the LC_{50} of its crude extract was 0.54%.

Key words: house dust mite, medicinal plants, botanical acaricides

บทนำ

หลักการและเหตุผล

ไร (mite) เป็นสิ่งมีชีวิตในกลุ่ม chelicerate arthropods เนื่องจากมีอวัยวะที่เรียกว่า chelicera จัดอยู่ใน Cohort Astigmata (Oconnor, 1982) ไรมีหลายชนิด บางชนิดพบได้บริเวณผิวน้ำ ร่องไม้ พืช มูลสัตว์ ในส่วนหูของแมว ช้าง และควาย เป็นตัวเบียนของนกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม บางชนิดพบปนเปื้อนกับเมล็ดและธัญพืชในโรงเก็บ นอกจากนี้ยังมีไรที่อาศัยและพบได้ตามฝุ่นในบ้านเรือนซึ่งเรียกว่า ไรฝุ่นหรือไรฝุ่นบ้าน (house dust mite)

โรคภูมิแพ้ เป็นภาวะภูมิไวเกิน (hyposensitivity) ที่ร่างกายแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอมที่เรียกว่า สารก่อภูมิแพ้ (allergen) ซึ่งพบว่าประชากรเด็กไทยจะแสดงอาการของโรคภูมิแพ้ประมาณ 2-20% (Boonyarittipong

et al., 1990) โรคภูมิแพ้ที่สำคัญและพบบ่อย ได้แก่ โรคหอบหืด และโรคแพ้อากาศ ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยเช่น สารก่อภูมิแพ้จากแมลงสาบ เชื้อรา ขนสัตว์ และสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้คือ สารก่อภูมิแพ้จากไรฝุ่น ซึ่งแสดงอาการ เช่น เยื่อจมูกอักเสบ ผิวหนังอักเสบ และหอบหืด เป็นต้น (Platts-Mills and Chapman, 1987)

ปัจจุบันประชาชนให้ความสนใจในการดูแลรักษาและป้องกันสุขภาพของตนเองมากขึ้น โดยได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อหาวิธีป้องกันกำจัดและลดปริมาณของไรฝุ่น ได้แก่ การใช้ความร้อน - เย็น สารเคมี การรักษาความสะอาดเครื่องนอนต่างๆ เป็นต้น ซึ่งวิธีดังกล่าวยังไม่มีวิธีการใดเพียงวิธีเดียวที่จะควบคุมกำจัดไรฝุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้สารเคมีก็ยังไม่มีรายงานวิจัยที่ยืนยันว่าได้ผลดีอีกทั้งยังเสี่ยงต่อสารพิษตกค้าง โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้กับที่นอนหรือพรม การควบคุมไรฝุ่นโดยการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นสารจากธรรมชาติที่มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้มากกว่าสารเคมี

จากการศึกษาพบว่ามีไร 11 ชนิด อาศัยอยู่ในบ้านเรือนในทุกทวีปทั่วโลก (Blythe, 1976) สายพันธุ์ที่สำคัญในการก่อโรคภูมิแพ้ ได้แก่ European house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart), American house dust mite, *D. farinae* Hughes และ *Euroglyphus maynei* จากรายงานการสำรวจฝุ่นในประเทศไทยในปี 2538 พบว่า *D. pteronyssinus* เป็นชนิดที่พบได้มากที่สุดในประเทศไทย (ณัฐ, 2538) แหล่งซุกซ่อนของไรฝุ่นในบ้านพบ 90-100% ในที่นอน หมอน ผ้าห่ม และ 70-95% พบตามเฟอร์นิเจอร์ โดยเฉพาะชนิดที่มีเส้นใยและพรม นอกจากนี้ยังพบไรใน Family อื่นๆ ที่อาศัยในบริเวณบ้านและมีความสัมพันธ์กับการก่อโรคภูมิแพ้ ได้แก่ *D. microceras* และไรที่พบปนเปื้อนกับเมล็ดและธัญพืชในโรงเก็บ (storage mite) เช่น *Blomia* spp., *Tyrophagus* spp., *Glycyphagus* spp. และ *Acarus* spp. (Arlian et al., 1984)

วงจรชีวิตและชีววิทยาของไรฝุ่น ไรฝุ่น *D. pteronyssinus* (Trouessart) (Acari: Pyroglyphidae) เป็นไรฝุ่นที่มีขนาดเล็กมากประมาณ 300 ไมโครเมตร (เฉลี่ย 300-400 ไมโครเมตร) (Suggars, 1987) วงจรชีวิตของไรฝุ่นประกอบด้วย 5 ระยะ คือ egg (ไข่), larva (ตัวอ่อน), protonymph (วัยรุ่น 1), tritonymph (วัยรุ่น 3) และ adult (ตัวเต็มวัย) ระยะเวลาจากไข่จนถึงตัวเต็มวัยใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์ และตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 6 สัปดาห์ ตลอดช่วงชีวิตเพศเมียสามารถผลิตไข่ได้ 40-80 ฟอง ไรฝุ่นมีชีวิตอยู่ได้โดยการกินเศษขี้ไคล ขี้รังแค และสะเก็ดผิวหนังเป็นอาหาร การเจริญเติบโตและจำนวนประชากรของไรฝุ่นยังขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของพื้นที่นั้นๆ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 25-30°C และความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมคือ 75-80% (Coloff, 1987)

สารก่อภูมิแพ้ (Allergens) สารก่อภูมิแพ้ที่ไรฝุ่นผลิตออกมามี 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ group I allergens และ group II allergens สำหรับ group I allergens พบมากในมูลของไรฝุ่น เช่น *Der p* I จาก *D. pteronyssinus* มีคุณสมบัติเป็น cysteine proteases (Chua et al., 1988) สลายตัวได้ง่ายที่อุณหภูมิสูงประมาณ 75°C (Lombardero et al., 1990) ขณะที่ group II allergens พบได้มากในผนังลำตัวและคราบของไรฝุ่น เช่น *Der p* II จาก *D. pteronyssinus* มูลของไรฝุ่นมีขนาดประมาณ 10-40 ไมโครเมตร ซึ่งเล็กมากจนสามารถลอยปะปนอยู่ในอากาศและสูดดมเข้าไปได้ (Tovey et al., 1981) ระดับของสารก่อภูมิแพ้ที่สามารถก่อโรคให้กับผู้ป่วย พบว่า สารก่อภูมิแพ้ *Der p* I จำนวน 2 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม ซึ่งเทียบเท่ากับตัวไรฝุ่น 100-500 ตัวต่อฝุ่น 1 กรัม ซึ่ง WHO ได้กำหนดเป็นระดับมาตรฐาน และสารก่อภูมิแพ้ *Der p* I มากกว่า 10 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม จะกระตุ้นให้ผู้ป่วยมีอาการหอบหืดอย่างเฉียบพลัน (Platts-Mills and Chapman, 1987) ในฝุ่นบ้านของคนไทยพบปริมาณของ group I allergens เฉลี่ย 11 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม ในกรุงเทพฯ พบปริมาณของ group I allergens เฉลี่ย 5 ไมโครกรัมต่อฝุ่น 1 กรัม (Vichyanond, 2002)

การป้องกันกำจัดไรฝุ่น มีวิธีการต่างๆ ดังนี้ การเคลื่อนย้ายไรฝุ่นออกจากแหล่งที่อยู่อาศัย (removal of mite habitat) เช่น กำจัดหรือทิ้งเครื่องนอน พรม เฟอร์นิเจอร์ที่ภายในทำจากวัสดุเส้นใยหรือนุ่นที่มีอายุการใช้งานหลายปี การใช้วัสดุคลุมเครื่องนอน (bedcovers) เช่น ผ้าที่มีเส้นใยสานแน่นหรือเคลือบด้วยสารป้องกันไรฝุ่นคลุมเครื่องนอน

เช่น วัสดุที่เส้นใยเคลือบสาร polyurethane (Owen et al., 1990) วัสดุที่ทำจาก nylon (Jirapongsananurak et al., 2000) นอกจากนี้ ชนิดของที่นอนก็มีผลกับปริมาณของไรฝุ่นเช่นกัน โดย Schei et al. (2002) ศึกษาชนิดของที่นอน พบว่า ที่นอนฟองน้ำแบบไม่มีและมีผ้าคลุมจะมีอัตราการสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้มากกว่าที่นอนใยสังเคราะห์แบบมีวัสดุป้องกันการเล็ดลอดของไรฝุ่นและสารก่อภูมิแพ้ 4 เท่า และ 8 เท่า ตามลำดับ การดูดฝุ่น (vacuuming) จากการศึกษา พบว่า การดูดฝุ่นเพียงอย่างเดียวสามารถเคลื่อนย้ายตัวไรฝุ่นออกจากที่นอนหรือพรมได้น้อยกว่า 10% (Korsgaard, 1982) ดังนั้นการดูดฝุ่นจะมีประสิทธิภาพดีขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีอื่นๆ และควรใช้ถุงเก็บฝุ่นแบบที่สามารถป้องกันการเล็ดลอดของไรฝุ่นและสารก่อภูมิแพ้ (Kalra et al., 1990) การซัก (washing) เครื่องนอนเป็นประจำด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิอย่างน้อย 55^{o}C อย่างน้อย 20 นาที สามารถฆ่าตัวไรฝุ่นและกำจัดสารก่อภูมิแพ้ออกจากเครื่องนอนและเฟอร์นิเจอร์ได้ (McDonald and Tovey, 1992; Owen et al., 1990) ส่วนการซักด้วยน้ำเย็นแม้จะไม่สามารถฆ่าไรฝุ่นได้แต่ช่วยลดสารก่อภูมิแพ้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการซักแห้งก็สามารถฆ่าไรฝุ่นได้ (Vandenhove et al., 1993) การใช้ความเย็น (freezing) ในการทดลองของ Dodin and Rak (1993) โดยนำผ้าไปแช่ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นนาน 24 ชั่วโมง พบว่าสามารถฆ่าไรฝุ่นให้ตายได้แม้ว่าสารก่อภูมิแพ้จะไม่ลดลงก็ตาม การใช้เครื่องปรับอากาศ (air filters and ionizers) ที่มีประสิทธิภาพสูง (high efficiency particulate air, HEPA) สามารถลดการสัมผัสกับอนุภาคของสารก่อภูมิแพ้ที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศได้ (Nelson et al., 1988) การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดไรฝุ่น (acaricidal / chemical measures) สารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือ benzyl benzoate, acarosan, tannic acid และ DMS ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น denatures proteins ใช้ลดปริมาณของสารก่อภูมิแพ้เท่านั้น Ridout et al. (1993) ทดสอบประสิทธิภาพของสาร benzyl benzoate และ acarosan ในการควบคุมไรฝุ่น *D. pteronyssinus* หลังการทดลอง 9 เดือน พบว่า ปริมาณสารก่อภูมิแพ้ลดลงถึง 70% อย่างไรก็ตาม ในการป้องกันกำจัดไรฝุ่นควรใช้หลายวิธีการร่วมกันและปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

การศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมไรฝุ่นจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ โดยเฉพาะในด้านความปลอดภัยของผู้ใช้ ในการทดลองของ Russell et al. (1991) ทดสอบประสิทธิภาพของ caffeine กับไรฝุ่น *D. pteronyssinus* พบว่า caffeine สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและการสร้างสารก่อภูมิแพ้ (*Der p* I) ได้ ในขณะที่ Miyazaki (1996) ศึกษาประสิทธิภาพของ *Thujopsis dolabrata* var. *hondae* ต่อไรฝุ่น *D. pteronyssinus* พบว่า น้ำมันของ hiba wood oil มีเปอร์เซ็นต์ในการขับไล่ไรออกไปได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยองค์ประกอบของน้ำมันที่มีผลต่อไรมี 2 ชนิด คือ cedrol และ thujopsene ในการทดลองของ Chang et al. (2001) ซึ่งทดสอบประสิทธิภาพของ essential oils และองค์ประกอบของ *Taiwania cryptomerioides* กับไรฝุ่น *D. pteronyssinus* พบว่าที่ความเข้มข้น 12.6 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร essential oils ทำให้ *D. pteronyssinus* ตาย 67% โดย alpha-cadinol ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของสารนี้มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือมีอัตราการตาย 100% ที่ความเข้มข้น 6.3 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ที่น่าสนใจคือ การทดลองของ Kim et al. (2003) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าไรจากกานพลู *Eugenia caryophyllata* กับไรฝุ่น *D. pteronyssinus* ด้วยวิธีการสัมผัสพบว่า ในกานพลูประกอบด้วย eugenol และอนุพันธ์ของสาร โดย methyleugenol มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นมากที่สุด คือมีค่า LD_{50} 0.67 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ Akendengue et al. (2003) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าไรจากพืช *Uvaria versicolor* กับไรฝุ่น *D. pteronyssinus* ซึ่งสกัดด้วย methanol และ hexane พบว่ามีประสิทธิภาพดีที่สุด คือมีค่า EC_{50} 0.095 และ 0.12 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ Gleye et al. (2003) ทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าไรจาก tonka bean (*Dipterix odorata*) กับไรฝุ่น *D. pteronyssinus* พบว่า cyclohexane extract มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือมีค่า EC_{50} 0.075 กรัมต่อตารางเมตรที่ 24 ชั่วโมง นอกจากการนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการควบคุมไรฝุ่น *D. pteronyssinus* แล้วยังมีการนำมาทดสอบกับไรอีกหลายชนิด เช่น Insung and Boczek (1995a, b) ศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อ mould mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) ซึ่งมีพฤติกรรมเป็นไรฝุ่นชนิดหนึ่ง พบว่า *Artemisia dracunculus* มีประสิทธิภาพต่อไรชนิดนี้มาก โดยมีค่า EC_{50} = 0.76% และทำให้อัตราการสืบพันธุ์ลดลง

วิธีการ

1. *การเพาะเลี้ยงไรฝุ่น*

ไรฝุ่น *D. pteronyssinus* ที่ใช้ในการศึกษา เลี้ยงในขวดเลี้ยงไรฝุ่น (mite bottom) ซึ่งมีอากาศถ่ายเทได้สะดวกและป้องกันการเล็ดลอดของไรฝุ่นได้ดี เก็บขวดเลี้ยงไรฝุ่นไว้ในตู้ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ (mite chamber) ซึ่งมีถาดพลาสติกใส่น้ำกลั่นผสม KCl อิ่มตัว เพื่อรักษาความชื้นภายในตู้และป้องกันการหลบหนีของไรฝุ่นออกนอกตู้ ทำการเปิดตู้นาน 30 นาทีทุกหนึ่งหรือสองวัน เพื่อให้อากาศภายในตู้ถ่ายเท โดยเลี้ยงไรฝุ่นที่อุณหภูมิ 25±1°C และความชื้นสัมพัทธ์ 86±1% อาหารที่ใช้เลี้ยงคืออาหารหนูบดละเอียด จมูกข้าวสาลี (wheat germ) และยีสต์ในอัตราส่วน 1:1:0.25 กรัม ตามลำดับ

2. *การเตรียมพืชสมุนไพร*

คัดเลือกพืชสมุนไพรที่มีแนวโน้มในการนำมาใช้ควบคุมไรฝุ่น *D. pteronyssinus* จำนวน 30 ชนิด (ตารางที่ 1) โดยมีแนวทางในการคัดเลือกจากผลงานวิจัยและเอกสารทางวิชาการที่มีการนำพืชสมุนไพรมาใช้ทดสอบประสิทธิภาพกับไรฝุ่น ไรชนิดอื่นๆ หรือแมลง ดำเนินการตรวจสอบชนิดของพืชสมุนไพรโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านพฤกษศาสตร์ หรือตรวจสอบกับตัวอย่างพืชในพิพิธภัณฑ์พืช กรมวิชาการเกษตร

3. *การสกัดสารจากพืชสมุนไพรเบื้องต้น*

นำส่วนของพืชสมุนไพรที่คาดว่ามีแนวโน้มในการควบคุมไรฝุ่น *D. pteronyssinus* มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ผึ่งลมให้แห้งสนิท แล้วนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า นำมาผสมกับแอลกอฮอล์ 95% ในอัตราส่วนพืชสมุนไพร 25 กรัมต่อแอลกอฮอล์ 250 มิลลิลิตร (1:10) สกัดด้วยเครื่องซอคเลตต์เป็นเวลา 16 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้มาลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่ 40°C จนกระทั่งได้ crude extract แล้วจึงนำมาปรับเป็นความเข้มข้นที่ต้องการทดสอบ คือ 1, 2 และ 3%

4. *การแยกกลุ่ม (fraction) ของสารออกฤทธิ์ในเบื้องต้นโดยวิธี Solvent partitioning*

นำพืชสมุนไพรที่ได้คัดเลือกมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้าจำนวน 500 กรัม แช่ด้วยเมทานอล 2.5 ลิตร และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง กรองสารละลายดังกล่าวด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรองตามลำดับ จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40°C จะได้ crude extract แล้วนำมาละลายด้วยน้ำกลั่น (ในปริมาตรที่สามารถละลาย crude extract ได้หมด) และปรับค่า pH ของสารละลายให้เท่ากับ 3 ด้วย 6 N HCl เติม ethyl acetate ในปริมาตรที่เท่ากับน้ำกลั่นที่ใช้ละลาย crude extract เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้สักครู่ แยกเก็บชั้นน้ำและชั้น ethyl acetate (ทำ 3 ครั้ง) ปรับค่า pH ของชั้นน้ำที่ได้ให้เท่ากับ 7 ด้วย NH_4OH หลังจากนั้นนำสารละลายดังกล่าวมาลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40°C แล้วจึงนำมาทดสอบกับไรฝุ่นตามความเข้มข้นที่ต้องการ ส่วนชั้น ethyl acetate กำจัดน้ำที่ยังหลงเหลืออยู่ด้วย anhydrous $MgSO_4$ แล้วจึงนำมาผสม $NaHCO_3$ ในปริมาตรที่เท่ากับน้ำกลั่นที่ใช้ละลาย crude extract เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้สักครู่ แล้วแยกเก็บชั้น $NaHCO_3$ และชั้น ethyl acetate (ทำ 3 ครั้ง) นำชั้น ethyl acetate ที่ได้มารวมกัน กำจัดน้ำที่ยังหลงเหลืออยู่ด้วย anhydrous $MgSO_4$ หลังจากนั้นนำสารละลายดังกล่าวมาลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40°C แล้วจึงนำมาทดสอบกับไรฝุ่นตามความเข้มข้นที่ต้องการ ส่วนชั้น $NaHCO_3$ ปรับค่า pH ให้เท่ากับ 3 ด้วย 6 N HCl แล้วนำมาผสม ethyl acetate ในปริมาตรที่เท่ากับน้ำกลั่นที่ใช้ละลาย crude extract เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้สักครู่แล้วแยกเก็บชั้นน้ำและชั้น ethyl acetate (ทำ 3 ครั้ง) ชั้นน้ำที่ได้นำมาปรับค่า pH ให้เป็นกลางด้วย NH_4OH ลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40°C หลังจากนั้นจึงนำมาทดสอบกับไรฝุ่นตามความเข้มข้นที่ต้องการ และชั้น ethyl acetate กำจัดน้ำที่ยังหลงเหลืออยู่ด้วย anhydrous $MgSO_4$ นำสารละลายดังกล่าวมาลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40°C (ภาพที่ 1) จนได้ fraction เข้มข้นสูงสุด (100%) แล้วจึงละลายเป็นความเข้มข้นที่ต้องการทดสอบระดับต่างๆ 13 ระดับ

ตารางที่ 1. พืชสมุนไพรที่คาดว่ามีแนวโน้มในการป้องกันกำจัดไรฝุ่น *D. pteronyssinus* (Trouessart)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อภาษาไทย	ส่วนของพืชที่ใช้
1. *Hyptis suaveolens*	Bush Tea Bush	แมงลักคา	ใบ
2. *Polygonum odoratum*	Puk Preaw	แพรว	ใบ
3. *Inula polygonata*	-	หนาด	ใบ
4. *Eupatorium odoratum*	Siam Weed	สาบเสือ	ใบ
5. *Eugenia caryophyllus*	Clove	กานพลู	ดอก
6. *Rauvolfia serpentina*	Rauwolfia	ระย่อมน้อย	หัว
7. *Citrus reticulata*	Tangerine	ส้มเขียวหวาน	เมล็ด
8. *Andrographis paniculata*	Creal Root	ฟ้าทลายโจร	ใบ
9. *Eucalyptus glopulus*	Blue Gum	ยูคาลิปตัส	ใบ
10. *Acorus calamus*	Sweet Flag	ว่านน้ำ	เหง้า
11. *Derris malaccensis*	Derris	หางไหลขาว	ราก
12. *Derris elliptica*	Derris	หางไหลแดง	ราก
13. *Vetiveria zizanioides*	Vetiver Grass	แฝก	ใบ
14. *Acacia concinna*	Acacia	ส้มป่อย	ฝักและเมล็ด
15. *Nicotiana tabacum*	Tabacco	ยาสูบ	ใบ
16. *Piper retrofractum*	Long Pepper	ดีปลี	ผล
17. *Piper nigrum*	Black Pepper	พริกไทยดำ	เมล็ด
18. *Agave americana*	Agave	ป่านศรนารายณ์	ใบ
19. *Codiaeum variegatum*	Croton	โกสน	ใบ
20. *Aglaia odorata*	Mock Lemon	ประยงค์	ใบ
21. *Zingiber cassumunar*	Cassumunar Ginger	ไพล	เหง้า
22. *Streblus asper*	Siamese Rough Bush	ข่อย	ใบ
23. *Azadirachta indica*	Neem	สะเดา	ใบ
24. *Croton tiglium*	Purging Croton	สลอด	เมล็ด
25. *Tinospora tuberculata*	Heart Leavd Moonseed	บอระเพ็ด	ลำต้น
26. *Pueraria candollei*	White Gwow Kreur	กวาวเครือขาว	หัว
27. *Allium sativum*	Garlic	กระเทียม	หัว
28. *Stermona tuberosa*	Stemona	หนอนตายหยาก	ราก
29. *Thunbergia laurifolia*	Babbler's Bill Leaf	รางจืด	ลำต้น
30. *Annona squamosa*	Sugar Apple	น้อยหน่า	เมล็ด

5. การทดสอบสารสกัดจากพืชสมุนไพรกับไรฝุ่น

ใช้พู่กัน 1 เส้นขนสุ่มเขี่ยตัวเต็มวัยของไรฝุ่นเพื่อให้ได้ทั้งเพศผู้และเพศเมียที่มีขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 10 ตัว ใส่ลงในกรงทดสอบไรฝุ่น (mite cage) ซึ่งมีขนาดกว้าง 1.2 นิ้ว x ยาว 2 นิ้ว x สูง 0.45 เซนติเมตร นำ crude extract มาละลายด้วยน้ำกลั่นผสม acetone 14% และสารออกฤทธิ์กลุ่ม NE fraction และ AE fraction ละลายด้วยสารผงช่วยละลายน้ำ (wettable powder) ส่วนสารออกฤทธิ์กลุ่ม AQ fraction 1 และ 2 ละลายด้วยน้ำกลั่น ตวงสารละลายดังกล่าวในปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดพ่นสารขนาดเล็ก แล้วฉีดพ่นโดยตรงลงในกรงทดสอบไรฝุ่น หลังจากนั้นปิดกรงทดสอบไรฝุ่นด้วย cover slide เปรียบเทียบกับการทดลองด้วยน้ำกลั่นผสม acetone 14% น้ำกลั่นผสมสารผงละลายน้ำ น้ำกลั่น (negative control) และน้ำกลั่นผสมสารเคมี benzyl benzoate 0.1% (positive control) ด้วยวิธีการเดียวกัน ในแต่ละการทดลองจะทำการทดสอบ 5 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว บันทึกผลการทดลองโดยการนับจำนวนไรฝุ่นที่ตายที่ 24 ชั่วโมง

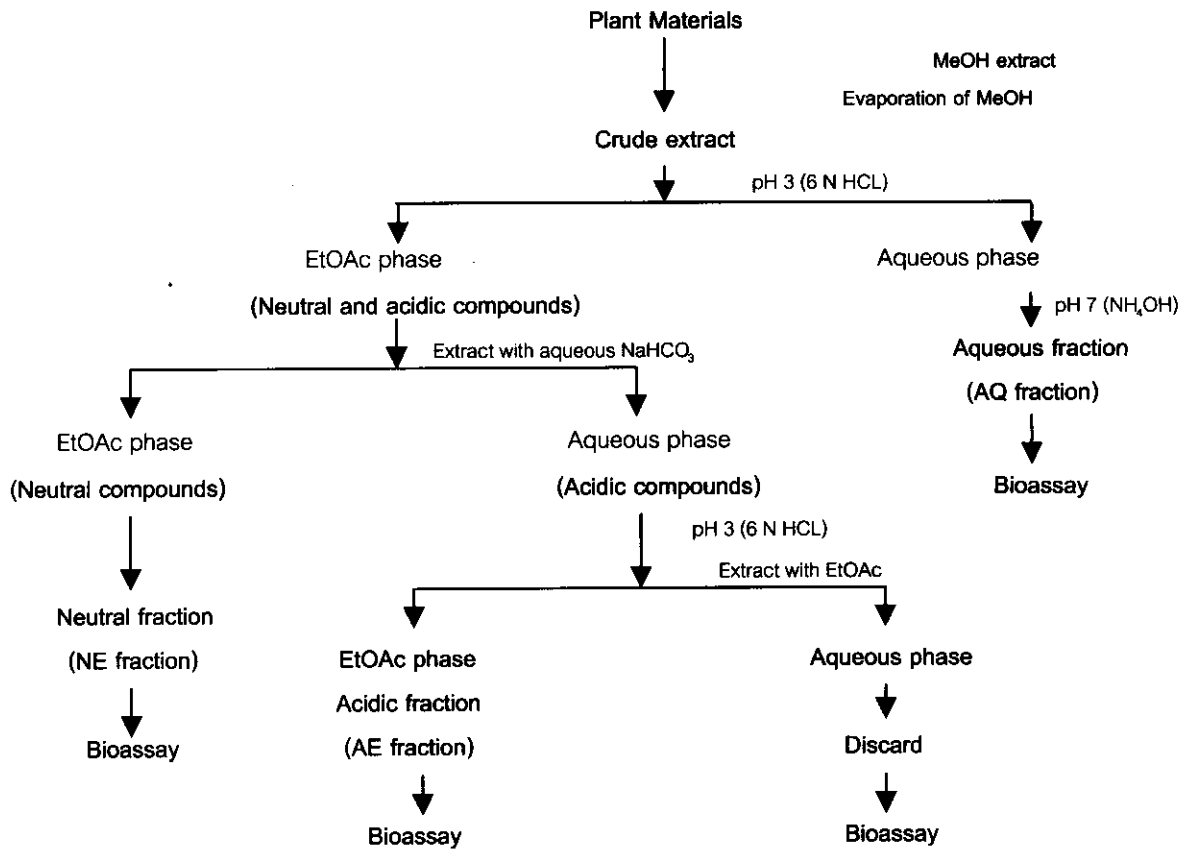
ลักษณะการตายของไรฝุ่น โดยการใช้ปลายพู่กันเขี่ยบริเวณลำตัว เพื่อดูการตอบสนองของไรฝุ่น คือ ไรฝุ่นมีชีวิต (sign of motility) จะแสดงการตอบสนอง หรือเคลื่อนไหว โดยสามารถเดินได้อย่างน้อยเท่ากับความยาวของลำตัว (Knight et al., 1990) ขณะที่ไรฝุ่นไม่มีชีวิต จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง สีสัน เช่น ลำตัวแบน ขาหงิกงอ ไม่ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น หรือขยับขาได้แต่ไม่สามารถเดินได้ภายหลังการสัมผัส (Welty et al., 1988)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบ Completely Random Design (CRD) และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดย

เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของอัตราการตายของไรฝุ่นจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของอัตราการตายของไรฝุ่นจากพืชสมุนไพรชนิดเดียวกันที่ระดับของความเข้มข้นต่างๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของอัตราการตายของไรฝุ่นจากกลุ่มสารออกฤทธิ์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

การหาค่า LC_{50} (50% Lethal Concentration) หาค่า LC_{50} ของ crude extract และกลุ่มของสารออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพดี โดยใช้โปรแกรม SPSS Probit Analysis

การแยกกลุ่มของสารออกฤทธิ์ในเบื้องต้นโดยวิธี Solvent partitioning



ภาพที่ 1. การแยกกลุ่มของสารออกฤทธิ์ในเบื้องต้นโดยวิธี Solvent partitioning (Laosinwattana et al., 1999)

ผลการวิจัย

1. การวิจัยคุณสมบัติของการฆ่าไรฝุ่นในเบื้องต้น จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรทั้ง 30 ชนิดที่ 24 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรทั้งหมดที่ความเข้มข้น 1, 2 และ 3% พบว่า ที่ความเข้มข้น 1% สารสกัดกานพลูมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการฆ่าไรฝุ่น โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่น 99.2% รองลงมา คือ สารสกัดว่านน้ำ และหางไหลขาว โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่นเท่ากับ 87.2 และ 78% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 2% พบว่า สารสกัดกานพลูมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการฆ่าไรฝุ่น คือ มีอัตราการตายของไรฝุ่น 100% รองลงมา คือ สารสกัดว่านน้ำ น้อยหน่า และหางไหลขาว โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่น 99.6, 99.6 และ 85.2% ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 3% พบว่า สารสกัดกานพลูและว่านน้ำยังคงเป็นสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการฆ่าไรฝุ่น คือ มีอัตราการตายของไรฝุ่น 100% เช่นเดียวกัน รองลงมา คือ สารสกัดน้อยหน่า และหางไหลขาว โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่น 99.2 และ 92.4% ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดรางจืด ฟ้าทลายโจร ระย่อมน้อย และยูคาลิปตัส เป็นสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่ไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่น ซึ่งในทั้ง 3 ความเข้มข้นพบว่าอัตราการตายของไรฝุ่นไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับอัตราการตายจากน้ำกลั่นผสมอะซิโตน 14% (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบอัตราการตายของไรฝุ่นเนื่องจากสารสกัดจากพืชสมุนไพร 30 ชนิดที่ 24 ชั่วโมง

สารสกัดจากพืชสมุนไพร	ความเข้มข้น (%)			CV (%)
	1	2	3	
1. กานพลู *(Eugenia caryophyllus)*	99.20 Aa	100.00 Aa	100.00 Aa	0.78
2. ว่านน้ำ *(Acorus calamus)*	87.20 Bb	99.60 Aa	100.00 Aa	6.68
3. หางไหลขาว *(Derris malaccensis)*	78.00 BCb	85.20 Bab	92.40 Aba	9.94
4. แฝก *(Vetiveria zizanioides)*	72.80 Ca	55.60 CDEb	66.00 Deab	15.83
5. ส้มป่อย *(Acacia concinna)*	72.00 Cb	84.40 Ba	76.40 Cdab	14.64
6. น้อยหน่า *(Annona squamosa)*	68.00 CDb	99.60 Aa	99.20 Aa	9.35
7. หางไหลแดง *(Derris elliptica)*	60.80 Dea	61.60 Ca	64.80 Dea	18.59
8. ยาสูบ *(Nicotiana tabacum)*	53.20 Efc	77.20 Bb	85.60 Bca	11.12
9. ดีปลี *(Piper retrofractumf)*	52.80 Efb	58.40 CDb	77.20 Cda	20.38
10. โกสน *(Codiaeum variegatum)*	49.60 Efa	50.40 CDEFa	47.20 FGHIJa	24.24
11. ป่านศรนารายณ์ *(Agave americana)*	49.60 Efb	55.60 CDEb	66.00 Dea	16.79
12. ประยงค์ *(Aglaia odorata)*	48.80 Fa	46.80 DEFGa	57.20 EFGa	22.62
13. ไพล *(Zingiber cassumunar)*	48.40 Fb	63.20 Ca	60.4 Efa	14.70
14. พริกไทยดำ *(Piper nigrum)*	47.60 Fab	55.60 CDEa	44.80 GHIJKb	18.68
15. ข่อย *(Streblus asper)*	47.20 Fa	44.80 EFGHa	52.80 EFGHa	26.16
16. สะเดา *(Azadirachta indica)*	36.80 Ga	33.20 HIa	34.80 JKLa	21.77
17. สลอด *(Croton tiglium)*	34.00 Ga	41.60 FGHa	49.60 FGHIa	43.79
18. แมงลักคา *(Hyptis suaveolens)*	33.60 Ga	34.00 GHIa	32.00 Kla	16.75
19. บอระเพ็ด *(Tinospora tuberculata)*	33.60 Ga	32.00 HIJa	37.60 IJKLa	21.13
20. แพรว *(Polygonum odoratum)*	32.00 Ga	33.20 HIa	39.60 HIJKLa	30.16
21. หนาด *(Inula polygonata)*	30.80 Gha	33.20 HIa	43.20 HIJka	42.17
22. สาบเสือ *(Eupatorium odoratum)*	30.80 Gha	34.00 GHIa	31.60 Kla	32.44
23. กวาวเครือขาว *(Pueraria candollei)*	29.20 Gha	35.60 GHIa	34.00 JKLa	39.19
24. กระเทียม *(Allium sativum)*	28.00 Gha	40.00 FGHa	37.20 IJKLa	43.24
25. หนอนตากหยาก *(Stermona tuberosa)*	19.60 Ha	25.60 IJa	26.00 Lma	44.76
26. ส้มเขียวหวาน *(Citrus reticulata)*	7.20 Ib	20.00 Ja	15.80 Mna	50.31
27. ฟ้าทลายโจร *(Andrographis paniculata)*	2.60 Ia	2.40 Ka	2.60 Oa	116.49
28. ยูคาลิปตัส *(Eucalyptus glopulus)*	2.20 Ib	5.40 Kab	10.60 Noa	81.82
29. ระย่อมน้อย *(Rauvolfia serpentina)*	1.60 Ib	5.00 Kb	10.60 Noa	54.95
30. รางจืด *(Thunbergia laurifolia)*	1.20 Ib	0.00 Kb	0.60 Ob	77.38
31. น้ำกลั่นผสมอะซิโตน 14% (control)	3.80 Ia	3.80 Ka	3.80 Oa	0
CV (%)	**19.46**	**19.35**	**18.99**	-

Within a column, means followed by the same capital letter are not significantly different at the P < 0.01 level by DMRT.
Within a row, means followed by the same small letter are not significantly different at the P < 0.01 level by DMRT.

2. การวิจัยคุณสมบัติของการฆ่าไรฝุ่นจากกลุ่มสารออกฤทธิ์ จากการนำสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพดีมาก คือ สารสกัดกานพลู ว่านน้ำ หางไหลขาว และน้อยหน่า มาสกัดเพื่อแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ในเบื้องต้นด้วยวิธี Solvent partitioning พบว่า กลุ่มสารออกฤทธิ์ในเบื้องต้น ประกอบด้วย Neutral fraction (NE fraction), Acidic fraction (AE fraction), Aqueous phase 1 และ Aqueous phase 2 ในการเปรียบเทียบอัตราการตายจากกลุ่มสารออกฤทธิ์ของสารสกัดกานพลู ว่านน้ำ และหางไหลขาวในเบื้องต้น พบว่า กลุ่มสารออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ NE fraction โดยกลุ่มสารออกฤทธิ์ NE fraction ของสารสกัดว่านน้ำที่ความเข้มข้นมากกว่า 0.15% มีอัตราการตายของไรฝุ่น 100% รองลงมาคือ NE fraction ของสารสกัดกานพลูที่ความเข้มข้นมากกว่า 0.50% มีอัตราการตายของไรฝุ่น 100% เช่นเดียวกัน และ NE fraction ของสารสกัดหางไหลขาวที่ความเข้มข้น 1% มีอัตราการตายของไรฝุ่น 93.8% แต่ NE fraction ของสารสกัดน้อยหน่า พบว่าไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่น โดยที่ความเข้มข้น 1% มีอัตราการตายของไรฝุ่นเพียง 14% (ตารางที่ 3) ในขณะที่ crude extract ของสารสกัดทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 3. เปรียบเทียบอัตราการตายของไรฝุ่นเนื่องจากกลุ่มของสารออกฤทธิ์ NE fraction จากสารสกัดทางไหลขาว ว่านน้ำ กานพลู และน้อยหน่าที่ 24 ชั่วโมง

NE fraction	ความเข้มข้น (%)												
	1	0.75	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.075	0.050	0.025	0.020	0.015	0.010
สารสกัดทางไหลขาว	93.80 A	80.60 B	74.20 B	58.40 B	50.80 B	47.80 B	35.20 B	30.60 C	17.60 C	6.80 C	5.80 BC	5.40 C	1.60 B
สารสกัดว่านน้ำ	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	91.11 A	51.47 B	37.29 B	36.53 B	31.70 AB	24.97 B	17.49 A
สารสกัดกานพลู	100.00 A	100.00 A	100.00 A	96.00 A	100.00 A	84.00 A	94.07 A	100.00 A	97.37 A	76.13 A	58.19 A	48.19 A	29.39 A
สารสกัดน้อยหน่า	14.00 b	6.40 C	9.80 C	4.60C	4.80 C	3.40 C	1.60 C	0.20 D	3.00 C	2.00 C	0.00 C	0.80 C	0.40 B
น้ำกลั่นผสม Wettable power	6.20 C	4.60 C	3.40 C	3.00 C	2.20 C	0.80 C	1.00 C	0.40 C	0.80 C	0.20 C	0.40 C	0.20 C	0.60 B
น้ำกลั่นผสม acetone 14%	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 BC	4.04 C	4.04 B
น้ำกลั่น	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 D	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 B
น้ำกลั่นผสม Benzyl benzoate 0.1%	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A
CV (%)	5.28	17.94	11.06	13.25	20.66	29.45	18.95	26.32	33.64	34.71	56.45	55.42	74.16

Within a column, means followed by the same capital letter are not significantly different at the P < 0.01 level by DMRT.

ตารางที่ 4. เปรียบเทียบอัตราการตายของไรฝุ่นเนื่องจากกลุ่มของสารออกฤทธิ์ crude extract จากสารสกัดทางไหลขาว ว่านน้ำ กานพลู และน้อยหน่าที่ 24 ชั่วโมง

crude extract	ความเข้มข้น (%)												
	1	0.75	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.075	0.050	0.025	0.020	0.015	0.010
สารสกัดทางไหลขาว	72.00 A	52.80 B	40.40 B	42.80 B	35.80 C	48.80 BC	23.20 C	12.00 C	9.80 C	3.60 C	6.60 C	2.40 C	3.80 B
สารสกัดว่านน้ำ	100.00 A	97.97 A	91.72 A	90.77 A	71.95 B	63.79 B	55.10 B	35.62 B	33.87 B	34.26 B	20.88 B	25.05 B	11.39 B
สารสกัดกานพลู	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	94.00 A	72.42 A	72.30 A	49.92 A	4.07 A
สารสกัดน้อยหน่า	73.80 B	67.40 B	55.60 B	49.20 B	43.40 C	23.60 C	17.00 C	13.40 C	8.80 C	1.80 C	3.60 C	3.80 C	5.00 B
น้ำกลั่นผสม Wettable power	6.20 C	4.60 C	3.40 C	3.00 C	2.20 D	0.80 D	1.00 D	0.40 D	0.80 C	0.20 C	0.40 C	0.20 C	0.60 B
น้ำกลั่นผสม Acetone 14%	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 D	4.04 D	4.04 D	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 C	4.04 B
น้ำกลั่น	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 D	0.88 D	0.88 D	0.88 D	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 C	0.88 B
น้ำกลั่นผสม Benzyl benzoate 0.1%	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A	100.00 A
CV (%)	8.47	17.98	29.08	15.41	24.96	31.58	47.82	38.34	46.46	60.35	36.21	51.83	62.59

Within a column, means followed by the same capital letter are not significantly different at the P < 0.01 level by DMRT.

มีประสิทธิภาพดีมากในการฆ่าไรฝุ่น โดยเฉพาะ crude extract ของสารสกัดกานพลูมีประสิทธิภาพดีมากในการฆ่าไรฝุ่น เพราะที่ความเข้มข้นมากกว่า 0.075% มีอัตราการตายของไรฝุ่น 100% รองลงมาคือ crude extract ของสารสกัดว่านน้ำ ที่ความเข้มข้น 1% มีอัตราการตายของไรฝุ่น 100% เช่นเดียวกัน ในขณะที่สารสกัดน้อยหน่าและหางไหลขาวที่ความเข้มข้น 1% มีอัตราการตายของไรฝุ่น 73.8 และ 72% ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ในขณะที่กลุ่มสารออกฤทธิ์ AE fraction, Aqueous phase 1 และ Aqueous phase 2 ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่น พบว่า ไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่น และเมื่อนำอัตราการตายของไรฝุ่นที่ความเข้มข้นต่างๆ ของกลุ่มสารออกฤทธิ์ NE fraction และ crude extract ของสารสกัดทั้ง 4 ชนิดมาวิเคราะห์เพื่อหาค่า LC_{50} พบว่าสารสกัดกานพลู ว่านน้ำ หางไหลขาว และน้อยหน่า มีค่า LC_{50} ของกลุ่มสารออกฤทธิ์ NE fraction เท่ากับ 0.017% (0.013 - 0.021%), 0.06% (0.04 - 0.08%), 0.34% (0.24 - 0.49%) และ 1.95% (1.56 - 2.67%) ตามลำดับ และมีค่า LC_{50} ของ crude extract เท่ากับ 0.01% (-0.03 - 0.03%), 0.13% (0.06 - 0.25%), 0.61% (0.44 - 0.98%) และ 0.54% (0.41 - 0.75%) ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5. แสดงค่า LC_{50} ของกลุ่มสารออกฤทธิ์ neutral fraction (NE fraction) และ crude extract ของสารสกัดแยกส่วนจากหางไหลขาว ว่านน้ำ กานพลู และน้อยหน่าที่ 24 ชั่วโมง

สารสกัดจากพืชสมุนไพร	กลุ่มสารออกฤทธิ์	Intercept	Standard Error	95% Confidance limits	
				LC_{50}	LC_{99}
สารสกัดหางไหลขาว	NE fraction	-1.04765	0.5078	0.34 (0.24-0.49)	1.09 (0.82-1.68)
	Crude extract	-1.18776	0.05235	0.61 (0.44-0.98)	1.80 (1.29-3.22)
สารสกัดว่านน้ำ	NE fraction	-0.79091	0.06291	0.06 (0.04-0.08)	0.24 (0.19-0.35)
	Crude extract	-0.74662	0.05300	0.13 (0.06-0.25)	0.55 (0.37-1.29)
สารสกัดกานพลู	NE fraction	-1.36223	0.12598	0.017 (0.013-0.021)	0.047 (0.038-0.066)
	Crude extract	-0.19208	0.06901	0.01 (-0.03-0.03)	0.14 (0.09-0.33)
สารสกัดน้อยหน่า	NE fraction	-2.13759	0.9529	1.95 (1.56-2.67)	4.06 (3.18-5.75)
	Crude extract	-1.26819	0.5391	0.54 (0.41-0.75)	1.53 (1.17-2.29)

บทสรุป

การวิจัยคุณสมบัติของการฆ่าไรฝุ่นในเบื้องต้น จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในเบื้องต้นทำให้ทราบว่า สารสกัดกานพลู ว่านน้ำ หางไหลขาว และน้อยหน่า เป็นสารสกัดที่มีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าไร (acaricides) ที่มีประสิทธิภาพดีในการฆ่าไรฝุ่น *D. pteronyssinus* โดยที่ระดับความเข้มข้น 1% สารสกัดกานพลู และว่านน้ำ มีประสิทธิภาพดีมากในการฆ่าไรฝุ่น โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่น 99.2 และ 87.2% ตามลำดับ เช่นเดียวกับสารสกัดน้อยหน่าและหางไหลขาว ซึ่งมีประสิทธิภาพดีมากในการฆ่าไรฝุ่นที่ความเข้มข้นมากกว่า 2% โดยมีอัตราการตายของไรฝุ่น 99.6 และ 85.2% ตามลำดับ ส่วนสารสกัดรางจืด ระย่อมน้อย ยูคาลิปตัส และฟ้าทลายโจร เป็นสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่ไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่น

การวิจัยคุณสมบัติของการฆ่าไรฝุ่นจากกลุ่มสารออกฤทธิ์ การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ในเบื้องต้นด้วยวิธี Solvent partitioning พบว่า กลุ่มสารออกฤทธิ์ในเบื้องต้น ประกอบด้วย Neutral fraction (NE fraction), Acidic fraction (AE fraction), Aqueous phase 1 และ Aqueous phase 2 จากการเปรียบเทียบอัตราการตายเนื่องจากกลุ่มสารออกฤทธิ์ในเบื้องต้น พบว่า สารออกฤทธิ์ NE fraction ของสารสกัดกานพลู ว่านน้ำ น้อยหน่า และหางไหลขาว มีประสิทธิภาพดีมากกว่าสารออกฤทธิ์กลุ่มอื่นๆ โดยที่ความเข้มข้น 1% สารออกฤทธิ์ NE fraction ของสารสกัดกานพลูและว่านน้ำ มีอัตราการตายของไรฝุ่น 100% รองลงมาคือหางไหลขาว ซึ่งมีอัตราการตายของไรฝุ่น 93.8% ในขณะที่สารออกฤทธิ์ NE fraction ของสารสกัดน้อยหน่าไม่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่น ส่วนกลุ่มสารออกฤทธิ์อื่นๆ ให้ผลในการฆ่าไรฝุ่นได้น้อย

จากการทดลอง การสกัดพืชสมุนไพรด้วยเครื่องซอคเลตต์ซึ่งใช้ความร้อน และการสกัดสารโดยวิธี Solvent partitioning ซึ่งเป็นการหมัก (maceration) พบว่า ที่ความเข้มข้น 1% ของ crude extract ของสารสกัดกานพลู ว่านน้ำ หางไหลขาว และน้อยหน่า มีอัตราการตายที่ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก แสดงให้เห็นว่าการสกัดสารด้วยวิธีการใช้ความร้อน เช่น การสกัดด้วยเครื่องซอคเลตต์ ไม่ทำให้ secondary plant substance ในพืชสมุนไพรสลายมากกว่าการหมัก ซึ่งการหมักสารเป็นการสกัดสารที่นิยมใช้มากที่สุด (อ้อมบุญ, 2536)

ในการสกัดพืชสมุนไพรเบื้องต้นใช้แอลกอฮอล์ 95% เป็นตัวทำละลาย เนื่องจากแอลกอฮอล์เป็น all purpose solvent ที่ใช้กันมากคือ เมธานอล และเอธานอล ซึ่งมีคุณสมบัติในการทำละลายได้กว้าง ทั้งสารที่มีขั้วและไม่มีขั้ว และยังใช้ทำลายเอนไซม์ในพืชได้ด้วย (นันทวัน, 2536) สอดคล้องกับการทดลองของอรุณ (2544) ซึ่งใช้แอลกอฮอล์สกัดหางไหลขาว และการทดลองของ Abbassy et al. (1998) ซึ่งใช้เอธานอลสกัดหน่อและใบพืช soosan *(Pancratium maritimum)* ในการทดสอบกับไรสองจุด *Tetranychus urticae*

การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ในเบื้องต้นด้วยวิธี Solvent partitioning จากพืชสมุนไพรทั้ง 4 ชนิด พบว่า สารออกฤทธิ์ NE fraction มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการฆ่าไรฝุ่น ซึ่งคล้ายคลึงกับการทดลองของ Kato-Noguchi et al. (2002) ซึ่งสกัดสารจากเปลือก yuzu *(Citrus junos)* ได้กลุ่มสารออกฤทธิ์ NE fraction ยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอมได้ดี และการทดลองของ Laosinwattana et al. (1999) พบว่า กลุ่มสารออกฤทธิ์ NE fraction ยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักโขมเช่นเดียวกัน ดังนั้น จึงควรแยกสารดังกล่าวให้บริสุทธิ์ วิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารทางเคมี ตลอดจนคุณสมบัติต่างๆ รวมทั้งโครงสร้างทางเคมี เพื่อประโยชน์ในการสังเคราะห์สารเลียนแบบธรรมชาติ แล้วนำสารที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นทั้งในห้องปฏิบัติการและสภาพจริงต่อไป

จากการทดลองนำพืชสมุนไพรมาใช้กำจัดไรฝุ่นในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีพืชสมุนไพรหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพดีมากในการฆ่าไรฝุ่น เช่น กานพลู ว่านน้ำ หางไหลขาว และน้อยหน่า แต่จากการศึกษาความเป็นพิษจากพืชดังกล่าว พบว่า ว่านน้ำมีคุณสมบัติถูกตัวตาย เป็นสารไล่และยับยั้งการกินอาหารของแมลง มีฤทธิ์อยู่ได้นาน และมีพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ส่วนหางไหลขาวมีคุณสมบัติเป็นสารไล่ ถูกตัวตาย และกินตาย มีฤทธิ์อยู่ได้ 2-7 วัน มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เมื่อมนุษย์และสัตว์ได้รับสาร rotenone สารจะอุดทางเข้าของผนังกระเพาะอาหารและลำไส้ ผ่านทางไขมันและน้ำมันแล้วไปสะสมที่ตับ แต่ rotenone จะถูก metabolite ได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารที่สามารถละลายน้ำได้ซึ่งจะถูกขับออกมาทางปัสสาวะ (อุดมลักษณ์, 2543) ในขณะที่น้อยหน่ามีคุณสมบัติเป็นสารถูกตัวตาย และกินตาย ไม่มีพิษต่อคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Ahmed, 1984) ส่วนกานพลู ยังไม่มีรายงานยืนยันแน่นอนว่ามีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและมนุษย์ แต่เนื่องจากกานพลูมีราคาแพง ดังนั้นหากต้องการผลิตเพื่อการพาณิชย์จำเป็นต้องหาวิธีการเพื่อเพิ่มการผลิต นอกจากพืชดังกล่าวแล้วยังมีพืชสมุนไพรอีก 2-3 ชนิด ที่มีประสิทธิภาพดีในการฆ่าไรฝุ่น และเหมาะที่จะนำไปใช้พัฒนาต่อเพื่อการพาณิชย์ได้ เช่น หญ้าแฝก และส้มป่อย เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_144011 และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐ มาลัยนวล. 2538. ไรฝุ่นตัวการผลิตสารภูมิแพ้ในบ้านเรือน. จุลสารจุลชีววิทยา ปรสิต อิมมิวโน สัมพันธ์ 8(3): 3-9.

นันทวัน บุณยะประภัศร. 2536. การตรวจสอบทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากพืช. ใน : ยาและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เล่มที่ 1, วันดี กฤษณพันธ์ (ผู้รวบรวม). หน้า 116-129. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อรุณ โสตถิกุล. 2544. ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักของสารสกัดจากพืชพื้นเมืองบางชนิด. ใน : การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 5. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. หน้า 47-54.

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ. 2543. พิษวิทยาและผลกระทบของการใช้สารธรรมชาติ. ใน : การฝึกอบรมเรื่องการใช้สารสกัดโล่ติ๊น หนอนตายหยาก และสะเดาในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช. สำนักวิจัยและพัฒนาการผลิตสารธรรมชาติ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 44-52.

อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. 2536. ขบวนการในอุตสาหกรรมการผลิตพฤกษเภสัชภัณฑ์. ใน : ยาและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เล่มที่ 1, วันดี กฤษณพันธ์ (ผู้รวบรวม). หน้า 20-36. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

Abbassy, M.A., O.A. el-Gougary, S. el-Hamady and M.A. Sholo. 1998. Insecticidal, acaricidal and synergistic effects of soosan, *Pancratium maritimum* extracts and constituents. *J. Egypt. Soc. Parasitol.* 28(1): 197-205.

Ahmed, S., M. Grainge, J.W. Hylin, W.C. Mitchel and J.A. Litsinger. 1984. Some proming plant species foruse as pest control agents under traditional farming system. Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants, pp. 565-580. *In* Proceedings of the Second International Neem Conference. Rauis chholzhausen. Federal Repubic of Germany, May 25-28 1983, Eschebarn.

Akendengue, B., E. Ngou-Milama, H. Bourobou-Bourobou, J. Essouma, F. Roblot, C. Gleye, A. Laurens, R. Hocquemiller, P. Loiseau and C. Bories. 2003. Acaricidal activity of *Uvaria versicolor* and *Uvaria klaineana* (Annonaceae). *Phytother. Res.* 17(4): 364-367.

Arlian, L.G., D.P. Geis and D.L. Vyszenski-Moher. 1984. Antigenic and allergenic properties of the storage mite *Tyrophagus putrescentiae*. *J. Allergy Clin. Immunol.* 74: 166.

Blythe, M. 1976. Some aspects of the ecological study of the house dust mite. *Br. J. Dis. Chest.* 70: 2.

Boonyarittipong, P., M. Tuchinda and N. Vanaprapa. 1990. Prevalence of allergic diseases in children in Bangkok. *J. Pediatr. Soc. Thai.* 29: 24.

Chang, S.T., P.F. Chen, S.Y. Wang and H.H. Wu. 2001. Antimite activity of essential oils and their constituents from *Taiwania cryptomerioides*. *J. Med. Entomol.* 38(3): 455-457.

Chua, K.Y., G.A. Stewart and W.R. Thomus. 1988. Sequence analysis of cDNA coding for a major house dust mite allergen, *Der p* I. *J. Exp. Med.* 167: 175.

Coloff, M.J. 1987. Effects of temperature and relative humidity on development times and mortality of eggs from laboratory and with populations of the European house-dust mites *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *Exp. Appl. Acarol.* 3: 279-289.

Dodin, A. and H. Rak. 1993. Influence of low temperature on the difference stages of the human allergy mite *Dermatophagoides pteronyssinus*. *J. Med. Entomol.* 30: 810-811.

Gleye, C., G. Lewin, A. Laurens, J.C. Jullian, P. Loiseau, C. Bories and R. Hocquemiller. 2003. Acaricidal activity of tonka bean extracts: Synthesis and structure-activity relationships of bioactive derivatives. *J. Nat. Prod.* 66(5): 690-692.

Insung, A. and J. Boczek. 1995a. Effect of some extracts of medicinal and spicy plants on acarid mites. *In* Proceedings of the Symposium on Advances of Acarology in Poland, September 26-27, 1995, Siedlce, pp. 211-223.

Insung, A. and J. Boczek. 1995b. Population parameters of the mould mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Acaridae) reared on food with some plant extracts. *In* Proceedings of the Symposium on Advances of Acarology in Poland, September 26-27, 1995, Siedlce, pp. 224-233.

Jirapongsananurak, O., N. Malainual, P. Sangsupawanich, V. Aungathiputt and P. Vichyanond. 2000. Partial mattress encasing significantly reduces house dust mite antigen on bed sheet surface: a control trial. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 84(3): 305-310

Kalra, S., S.J. Owen and J. Hepworth. 1990. Airborne house dust mite allergen after vacuum cleaning. *Lancet* 336: 449.

Kato-Noguchi, H., T. Yukitoshi, M. Toshihumi, Y. Shosuke and F. Shinsuke. 2002. Isolation and identification of an allelophathic substance from peel of *Citrus junos*. *Phytochem.* 61: 849-853.

Kim, E.H., H.K. Kim and Y.J. Ahn. 2003. Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Agric. Food Chem.* 51(4): 885-889.

Knight, A.L., E.H. Beers, S.C. Hoyt and H. Riedl. 1990. Acaricides bioassays with spider mites (Acari: Tetranychidae) on pome fruit: evaluation of methods and selection of discriminating concentrations for resistance monitoring. *J. Econ. Entomol.* 83 (3): 1752-1760.

Korsgaard, J. 1982. Preventive measures in house-dust allergy. *Am. Rev. Respir. Dis.* 125: 80-84.

Laosinwattana, C., K. Yoneyama, Y. Takeuchi, M. Ogasawara and M. Konnai. 1999. Purification of allelopathic compounds from manilagrass [*Zoysia matrella* (L.) Merr.] plants. *J. Japanese Society of Turfgrass Science* 28(1): 27-36.

Lombardero, M., P.W. Heymann, T. Platts-Mills, J.W. Fox and M.D. Chapman. 1990. Conformation stability of B cell epitopes on group I and group II *Dermatophagoides* spp. allergens: effect of thermal and chemical denaturation on the binding of murine IgE and human IgE antibodies. *J. Immunol.* 144: 1353-1360.

McDonald, L.G. and E. Tovey. 1992. The role of water temperature and laundry procedures in reducing house dust mite populations and allergen content of bedding. *J. Allergy Clin. Immunol.* 90(40): 599-608.

Miyazaki, K. 1996. Effect of Hiba (*Thujopsis dolabrata* variety *hondae*) wood oil on the house mite (*Dermatophogoides pteronyssinus*). *Journal of The Japan Wood Research Society* 46(6): 624-626.

Nelson, H.S., S.R. Hirsch and J.L. Ohman. 1988. Recommendation for the use of residential air-cleaning devices in the treatment of allergic respiratory diseases. *J. Allergy Clin. Immunol.* 82: 661-669.

Oconnor, B. 1982. Evolution ecology of astigmatid mites. *Annu. Rev. Entomol.* 27: 385.

Owen, S., M. Morganstern and J. Hepworth. 1990. Control of house dust mite antigen in bedding. *Lancet* 335: 396-397.

Platts-Mills, T. and M.D. Chapman. 1987. Dust mites: immunology, allergic disease, and environmental control. *J. Allergy Clin. Immunol.* 80: 755-775.

Ridout, S., R. Twiselton, S. Matthews, M. Stevens, L. Matthews, S.H. Arshad and D.W. Hide. 1993. Acarosan and acarex test in the control of house dust mite allergens in the home. *Britist J. Clin. Prac.* 47(3): 141-144.

Russell, D.W., E. Fernandez-Caldas, M.C. Swanson, M.J. Seleznick, W.L. Trudeau and R.F. Lockey. 1991. Caffeine, a naturally occurring acaricide. *J. Allergy Clin. Immunol.* 87(1): 107-110.

Schei, M.A., J.O. Hessen and E. Lund. 2002. House dust mite and mattresses. *Allergy* 57(6): 538.

Suggars, A.L. 1987. House dust mites: a review. *J. Entomol. Sci. Suppl.* 1: 3-15.

Tovey, E.R., M.D. Chapman and T. Platts-Mills. 1981. Mite faeces are a major source of house dust mite allergens. *Nature* 289: 592-593.

Vandenhove, T., M. Soler and J. Birnbaum. 1993. Effect of dry cleaning on the mite allergen levels in blankets. *Allergy* 48: 264-266.

Vichyanond, P. 2002. Pediatric allergy and immunology at Siriraj Hospital. *J. Med. Assoc. Thai.* 85(2): 569-78.

Welty, C., W.H. Reissig, T.J. Dennehy and R.W. Weires. 1988. Comparison of residual bioassay methods and criteria for assessing mortality of cyhexatin-resistant European red mite (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 81(2): 442-448.

การศึกษาความแตกต่างของราน้ำในประเทศไทย

สมศักดิ์ ศิวิชัย และ นัฐวุฒิ บุญยืน

ห้องปฏิบัติการราวิทยา ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

Abstract: A Comparitive Study of Ingoldian Fungi from Different Regions in Thailand

Somsak Sivichai and Nattawut Boonyeun

BIOTEC-Mycology, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Khlong Luang, Pathumthani 12120

Ninety-nine species of Ingoldian fungi were collected from foam samples at various sites in National Parks and in Wildlife Sanctuaries of Thailand. Forty-two fungi were identified to species level, 36 fungi to genus level while 25 fungi are unidentified and await further description. This comparitive study of Ingoldian fungi found that the highest number of species accurred at Khao Yai National Park with 52 species whereas 39 species were found at Bala Hala Wildlife Sanctuary. The lowest species numbers occurred at Sri Pang Nga National Park and Doi Inthanon National Park with 4 and 1 species, respectively. Most fungi found in this study were only recorded once from their collection sites. *Campylospora* sp. 1 was recorded from all sites with the exception at Tone Nga Chang Wildlife Sanctuary and Doi Inthanon National Park. *Triscelophorus monosporus* was reported from all but two sites; it was absent at Nam Nao National Park and Doi Inthanon National Park. There was a contamination problem in the isolation method, so fungal sporulation of all isolates in this study were induced for identification before being sent to the BIOTEC Culture Collection for preservation.

Key words: Ingoldian fungi, diversity, systematics

บทนำ

จากการศึกษาวิจัยราที่พบในแหล่งน้ำจืดตลอดช่วงระยะเวลา 8 ปีที่ผ่านมา มีราที่สำรวจพบไปแล้วมากกว่า 600 ชนิด โดยในจำนวนนี้คาดว่าน่าจะเป็นชนิดใหม่ไม่น้อยกว่า 20% ของราทั้งหมดที่สำรวจพบ ราน้ำชนิดใหม่ที่รายงานและตีพิมพ์ไปแล้วจากประเทศไทยมีจำนวนทั้งสิ้น 9 ชนิด ได้แก่ *Biflagellospora gracilis* Sivichai & Hywel-Jones, *Biflagellospora siamensis* Sivichai & Hywel-Jones, *Biflagellospora papillata* Sivichai & Hywel-Jones (Sivichai and Hywel-Jones, 1999); *Brachydesmiella spathulospora* Goh, Sivichai, K.D. Hyde & Hywel-Jones (Sivichai et al., 1998a); *Melanochaeta garethjonesii* Sivichai & Hywel-Jones (Sivichai et al., 2000); *Micropeltopsis quinquecladium* Jones, Sivichai & Hywel-Jones (Jones et al., 1999); *Monotosporella* state of *Ascotaiwania sawada* Sivichai, Jones & Hywel-Jones (Sivichai et al., 1998b); *Tricladium* state of *Hymenoscyphus varicosporoides* Sivichai, Jones & Hywel-Jones (Sivichai et al., 2003); *Sigmoidea contorta* Marvanova & Hywel-Jones (Marvanova and Hywel-Jones, 2000) ราที่สำรวจพบส่วนใหญ่เป็นราที่ไม่เคยมีรายงานการค้นพบในประเทศไทยมาก่อน (Sivichai, 1999) ส่วนมากจัดอยู่ในกลุ่ม mitosporic fungi และ ascomycetes fungi ราที่อาศัยอยู่ในน้ำนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ lower fungi, lignicolous fungi (ซึ่งเป็นรากลุ่มใหญ่ที่สำรวจและได้รับการศึกษาวิจัยในอดีตที่ผ่านมา) และรากลุ่มสุดท้าย ได้แก่ Ingoldian fungi

Ingoldian fungi จัดเป็นราในกลุ่ม asexual stage ที่อาศัยและพบได้ในแหล่งน้ำจืดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นลำธารน้ำตก แม่น้ำ (lotic habitats) หรือในหนองน้ำ บ่อที่ไม่มีการไหลของแหล่งน้ำ (lentic habitats) โดยลักษณะของราในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะมีการสร้างระยางค์ยื่นออกมา ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นการปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติที่เป็นแหล่งน้ำและยังช่วย

ในการพัดพาไปเกาะบนอินทรีย์วัตถุต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ โดยเฉพาะใบไม้ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถพบรากลุ่มนี้ได้ในโฟมที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ โดยโฟมเหล่านี้จะเป็นแหล่งที่ช่วยดักสปอร์ราชนิดต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ (Barlocher, 1982)

ประวัติเริ่มแรกของรากลุ่มนี้เริ่มจาก de Wildeman (1893, 1894, 1895) ซึ่งเป็นนักราวิทยาคนแรกที่ได้รายงานราในกลุ่มนี้ จำนวน 2 สกุล คือ *Lemonniera* และ *Tetracladium* บนใบไม้ในน้ำ จากนั้นอีกประมาณ 50 ปีต่อมา Ingold (1942) ได้รายงานราในกลุ่มนี้จำนวน 20 ชนิด และเป็นครั้งแรกที่มีการใช้คำว่า "aquatic hyphomycetes" สำหรับเรียกรากลุ่มนี้ จากนั้นก็มีการศึกษาวิจัยราในกลุ่มนี้เป็นจำนวนมากจนกระทั่ง Webster and Descals (1981) ได้ตั้งชื่อราในกลุ่มนี้ว่า Ingoldian fungi เพื่อเป็นการสรรเสริญนักราวิทยาท่านนี้ในฐานะที่เป็นผู้บุกเบิกศึกษาวิจัยราในกลุ่มนี้อย่างทุ่มเท

ในการศึกษาเบื้องต้นของ Ingold (1951, 1954, 1955) พบว่าเชื้อราในกลุ่ม Ingoldian fungi มีความสำคัญในระบบนิเวศในน้ำ โดยเป็นตัวย่อยสลาย (saprophytes) ใบไม้และไม้ นอกจากนี้ยังเป็นอาหารแก่แมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำ (aquatic insect) จนถึงปัจจุบันนี้พบว่ามีการค้นพบราในกลุ่มนี้ไปแล้วมากกว่า 500 ชนิดจากทั่วโลก (Descals, 1997) โดยการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในแถบยุโรปและอเมริกาเหนือ (เขตอบอุ่น) ในขณะที่การศึกษาในเขตร้อนชื้นนั้นมีน้อยมาก และเพิ่งจะเริ่มศึกษากันอย่างจริงจังเมื่อประมาณ 5-6 ปีที่ผ่านมาเท่านั้น นอกจากนี้การศึกษาทางนิเวศวิทยายังพบว่าชนิดและปริมาณของ aquatic hyphomycetes มีความเหมือนและแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัย ฤดูกาล และแหล่งน้ำที่ทำการศึกษา (Fabre, 1998a, b, c)

สำหรับในประเทศไทยนั้นมีรายงานการศึกษารา Ingoldian fungi เพียง 2 ครั้ง เท่านั้น โดย Tubaki et al. (1983) รายงานเป็นจำนวนทั้งสิ้น 40 ชนิด โดยในจำนวนนี้มีจำนวน 20 ชนิดที่มีรายงานการค้นพบแล้ว ในขณะที่อีก 20 ชนิดนั้นยังไม่สามารถจำแนกได้และคาดว่าอาจจะเป็นชนิดใหม่ (new species) ในขณะที่ Marvanova and Hywel-Jones (2000) รายงานราชนิดใหม่ในกลุ่มนี้จากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จำนวน 1 ชนิด

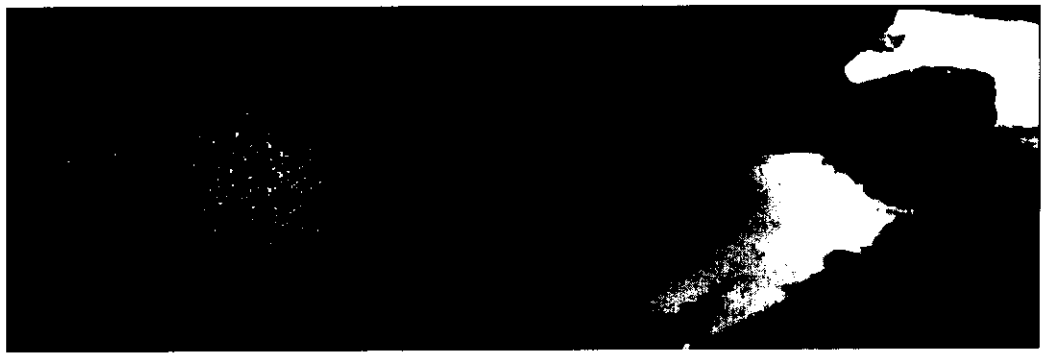
ข้อมูลพื้นฐานของราในกลุ่ม Ingoldian fungi ในประเทศไทย ถือว่ายังมีอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับในเขตอบอุ่น (temperate zone) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษา สำรวจ และวิจัยราในกลุ่มนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการอนุรักษ์ ทั้งในแง่ของความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นในระบบนิเวศ ตลอดจนการนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต เช่น การผลิตเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายใบไม้ เช่น เซลลูเลส ไซลาเนส แพคติเนส (Butler, 1986) หรือการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สาร anguillosporal, anguilloic acid และ anguillolacctone จากรา *Anguillospora longissima* สาร macrocyclic compound cladospolide B จากรา *Anguillospora crassa* (Harrigan et al., 1995) สาร tenellic acids A-D: diphenyl ether derivatives จากรา *Dendrospora tenella* (Oh et al., 1999) เพื่อพัฒนาเป็นยาต่อไปในอนาคต

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาความหลากหลายของราในกลุ่ม Ingoldian fungi จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย พร้อมทั้งเปรียบเทียบถึงความสัมพันธ์ของราในแต่ละแห่ง ตลอดจนการใช้เป็นดรรชนีในการวัดคุณภาพของน้ำและเป็นแนวทางในการอนุรักษ์และรักษาสภาพแวดล้อม การศึกษาถึงความสัมพันธ์ของราในระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและอาศัยเพศ เพื่อทำการแยกเชื้อสำหรับการศึกษาทางอนุกรมวิธาน การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการสร้างสปอร์สำหรับการจำแนกรวมถึงเพื่อส่งไปเก็บไว้ยังห้องปฏิบัติการ BIOTEC Culture Collection สำหรับการศึกษาวิจัยในด้านต่างๆ ต่อไป

วิธีการ

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างราจากตัวอย่างโฟมจากลำธาร (ภาพที่ 1) ในพื้นที่ศึกษาวิจัยในเขตอุทยานแห่งชาติ ทำการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อหาราในกลุ่มนี้ ราที่สำรวจพบทั้งหมดจะถูกแยกและจำแนกตามหลักอนุกรมวิธาน จากนั้นราที่แยกได้จะถูกนำไปศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสร้างสปอร์ทั้งในระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ โดยการเลี้ยงในน้ำเพื่อจำลองสภาพให้เหมือนในระบบนิเวศที่เก็บมาเพื่อช่วยในการจำแนกและหาความสัมพันธ์ของราต่อไป

Ingoldian fungi ส่วนใหญ่จะมีการเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงได้ดีทั้งบน PDA (potato dextrose agar) และ CMA (corn meal agar) อย่างไรก็ดี หลักในการเลี้ยงราแต่ละกลุ่มนั้น ยังขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการศึกษาด้วย เช่น การเลี้ยงราบน CMA ทำให้เกิดการสร้างสปอร์ของราได้ดี ในขณะที่การเลี้ยงบน PDA เหมาะสำหรับการเลี้ยงเพื่อศึกษาทางด้านอนุกรมวิธาน เป็นต้น เมื่อเสร็จสิ้นการศึกษาราจะถูกส่งไปเก็บรักษาไว้ยังห้องปฏิบัติการ BIOTEC Culture Collection



ภาพที่ 1. ตัวอย่างโฟมหรือฟองในน้ำที่ทำการเก็บเพื่อแยกราในกลุ่ม Ingoldian fungi

ผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างจำนวน 14 ครั้ง มีการเก็บตัวอย่างที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นจำนวนมากที่สุด 4 ครั้ง ซึ่งจำนวนครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างนั้นมีมากกว่าแผนงานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างที่เก็บรวบรวมมาได้นั้นมีราในกลุ่ม Ingoldian fungi ค่อนข้างน้อยหรือไม่พบเลยในบางครั้งของการสำรวจ ดังนั้นจึงมีการเพิ่มจำนวนครั้งของการเก็บตัวอย่างเพื่อให้ได้ตัวอย่างสำหรับการศึกษาวิจัย โดยเน้นสำรวจที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นหลัก เนื่องจากสภาพป่ามีความอุดมสมบูรณ์และระยะทางใกล้กับกรุงเทพฯ ตลอดจนวิธีการเก็บตัวอย่างและการแยกราในกลุ่มนี้ต้องติดตามอย่างใกล้ชิดเป็นพิเศษโดยเฉพาะในช่วง 1 วันแรกก่อนที่ราจะเจริญเติบโตและไม่สามารถแยกออกจากกันได้จากการปนเปื้อนของราชนิดอื่น อีกทั้งเทคนิคในการจำแนกยังมีขั้นตอนที่ซับซ้อนกว่าราในกลุ่มอื่น (Descals, 1997)

ความหลากหลายของราในกลุ่ม Ingoldian fungi

จากตัวอย่างทั้งหมด พบว่าสามารถจำแนกราในกลุ่ม Ingoldian fungi ออกเป็นชนิดต่างๆ ในเบื้องต้นได้ 99 ชนิด (ตารางที่ 1) โดยในจำนวนนี้พบที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มากที่สุดถึง 52 ชนิด รองลงมาคือที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าบาลา-ฮาลา จำนวน 39 ชนิด เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จำนวน 21 ชนิด อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จำนวน 19 ชนิด ส่วนที่อุทยานแห่งชาติเขาหลัก และอุทยานแห่งชาติเขาสก พบจำนวน 11 ชนิด เท่ากัน

ราที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Triscelophorus monosporus* โดยพบจาก 6 แหล่งที่ทำการสำรวจ รองลงมา ได้แก่ *Campylospora* sp. 1, *Flabellocladia tetracladia* และ *Triscelophorus acuminatus* พบเป็นจำนวน 5 แหล่ง ในขณะที่ราชนิดอื่นถูกพบลดหลั่นลงมาตามแหล่งที่เก็บตัวอย่าง อย่างไรก็ดี ราส่วนใหญ่ที่สำรวจพบในการศึกษาครั้งนี้พบจากแหล่งเดียวเป็นจำนวนถึง 73 ชนิด และหลายชนิดถูกค้นพบเพียง 1 ตัวอย่าง เท่านั้น

เนื่องจากเทคนิคในการเก็บตัวอย่างราในกลุ่มนี้ไม่สามารถตรวจสอบได้ในเบื้องต้น ณ แหล่งที่เก็บตัวอย่างนั้น ทั้งนี้เนื่องจากไม่ทราบปริมาณสปอร์ของราในแต่ละชนิดว่ามีมากน้อยเพียงใด จนกว่าจะได้ตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอ ซึ่งทำให้บ่อยครั้งในส่วนของตัวอย่างโฟมที่เก็บมาไม่มีสปอร์ของรา Ingoldian ร่วมอยู่ด้วยหรือมีอยู่เป็นจำนวนน้อย อย่างไรก็ดี จากจำนวนรา 99 ชนิด ที่สำรวจพบนั้นเป็นข้อบ่งชี้และยืนยันได้เป็นอย่างดีว่าราในกลุ่มนี้มีความหลากหลายเป็นอย่างยิ่งในประเทศไทย โดยมีตัวอย่างของราที่สำรวจพบ ดังต่อไปนี้

1) *Articulospora tetracladia* (ภาพที่ 2.1) ราชนิดนี้มีรยางค์ยื่นเป็นแขน 4 แฉก และเป็นราที่มีรายงานการค้นพบทั่วโลก โดยเฉพาะในเขตอบอุ่นในแถบประเทศยุโรป Nawawi (1985) ได้รายงานราชนิดนี้จากประเทศมาเลเซีย ในขณะที่ในประเทศไทยพบที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เพียงแห่งเดียวเท่านั้น

2) *Brachiosphaeria tropicalis* (ภาพที่ 2.2) ราชนิดนี้เป็นราที่พบได้บ่อยจากแหล่งต่างๆ ในเขตร้อนชื้น โดยขนาดของสปอร์มีขนาดใหญ่กว่า 200 ไมครอน ทำให้สังเกตเห็นได้ง่าย มีรยางค์ยื่นออกมาจากเซลตรงกลางที่มีลักษณะกลม โดยมีแขนยื่นออกมาประมาณ 3-5 อัน อย่างไรก็ดี ราชนิดนี้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับรา *Actinospora megalospora* ซึ่งชนิดหลังนี้มีรายงานพบเฉพาะในเขตอบอุ่นเท่านั้น

3) *Condylospora spumigera* (ภาพที่ 2.3) ราในสกุลนี้มีทั้งสิ้น 3 ชนิดด้วยกันที่มีรายงานการค้นพบไปแล้ว โดยราชนิดนี้จะมีลักษณะเด่นคือ มีลักษณะคล้ายบูมเมอแรง และที่มุมจะกางออกเป็นมุม 90 องศา ในขณะที่ราในสกุลนี้ชนิดอื่นจะทำมุมกางมากกว่า หรือน้อยกว่า 90 องศา

4) *Flabellospora crassa* (ภาพที่ 2.4) ราชนิดนี้มีลักษณะคล้ายดอกไม้ โดยมีจุดเชื่อมตรงกลางของสปอร์ และมีการสร้างรยางค์ยื่นออกมาจากแกนร่วมตรงกลาง สามารถพบเห็นได้บ่อยในเขตร้อนชื้น และมีรายงานการค้นพบจากประเทศมาเลเซีย และฮ่องกง

5) *Ingoldialla hamata* (ภาพที่ 2.5) ราชนิดนี้เป็นราในกลุ่ม Basidiomycetes เนื่องจากในส่วนของสปอร์มีการสร้าง clamp connection ซึ่งเป็นลักษณะของผนังกั้นที่สำคัญของราในกลุ่ม Basidiomycetes มีอยู่ทั้งสิ้น 3 ชนิด ด้วยกัน โดยราชนิดนี้เป็น type species ของราในสกุลนี้ มีรายงานครั้งแรกที่อัฟริกา (Ingold, 1955) หลังจากนั้นก็มีรายงานจากส่วนต่างๆ ของโลกทั้งออสเตรเลีย มาเลเซีย รวมทั้งประเทศไทย ราชนิดนี้เป็นราในไม่กี่ชนิดที่พบระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ คือ *Sistotrema hamatum*

6) *Tetracladium marchalianum* (ภาพที่ 2.6) ถูกรายงานจากแหล่งต่างๆ ทั่วโลกที่มีการศึกษาราในกลุ่มนี้ โดยการศึกษาครั้งนี้มีการค้นพบทั้งสิ้น 4 ชนิด ราชนิดนี้มีลักษณะเด่นที่แตกต่างจากราชนิดอื่นในสกุลนี้ คือ มีเซลกลมตรงกลางเซลที่ฐานเพียง 1 เซล ในขณะที่ราชนิดอื่นในสกุลนี้จะมีเซลเหนือฐานมากกว่าหนึ่งเซล

7) *Triscelophorus acuminatus* (ภาพที่ 2.7) ถูกค้นพบและตั้งชื่อเป็นครั้งแรกจากประเทศอังกฤษ อย่างไรก็ดีราชนิดนี้ถูกรายงานในเขตร้อนชื้นเป็นจำนวนมาก มีลักษณะเป็นเซลยาว และเป็นกระเปาะขยายใหญ่ที่บริเวณด้านล่างซึ่งเป็นส่วนของเซลที่มีแขนยื่นออกมาเป็นจำนวน 3 แขน

8) *Tricladium brunneum* (ภาพที่ 2.8) สปอร์ของราชนิดนี้มีสีน้ำตาลซึ่งแตกต่างจากราชนิดอื่นในสกุลนี้ มีแกนกลางและรยางค์ซึ่งมีสีอ่อนกว่าแกนกลางยื่นออกมา 2 แขน มีรายงานการค้นพบบ่อยครั้งในที่ราบต่ำ ในขณะที่ในประเทศไทยมีรายงานการค้นพบจากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา เท่านั้น

9) *Dendrospora* sp. (ภาพที่ 2.9) ในการศึกษานี้พบราชนิดนี้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา เท่านั้น โดยลักษณะของราในสกุลนี้จะมีรยางค์ที่งอกออกมาจากแกนกลางเป็นจำนวนมาก และกำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาโดยคาดว่าจะเป็นราชนิดใหม่ของโลก

10) *Culicidospora gravida* (ภาพที่ 2.10) ราชนิดนี้มีลักษณะคล้ายนก โดยมีแกนกลางขนาดใหญ่และมีรยางค์ยื่นออกมาคล้ายปีกนก 2 เส้น

11) unidentified Ingoldian fungus (ภาพที่ 2.11) สปอร์ของราชนิดนี้มีรยางค์ 4 แฉก มีขนาดใหญ่ สังเกตได้ง่าย และจากการสืบค้นพบว่าไม่เคยมีรายงานการค้นพบลักษณะของสปอร์แบบนี้มาก่อน จึงคาดว่าน่าจะเป็นสปอร์ของราชนิดใหม่ของโลก

12) unidentified Ingoldian fungus (ภาพที่ 2.12) ราชนิดนี้มี 6 แฉก มีลักษณะแตกต่างจากราชนิดอื่นที่เคยสำรวจพบ และคาดว่าจะเป็นราชนิดใหม่ของโลกเช่นกัน

- การศึกษาเปรียบเทียบรา Ingoldian fungi จากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย

ข้อมูลที่ได้ของราในกลุ่ม Ingoldian fungi มีทั้งสิ้น 99 ชนิด พบจำนวนชนิดมากที่สุดที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จำนวน 52 ชนิด โดยมีจำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่งของราที่สำรวจพบ ราบางชนิดมีการค้นพบจากหลายแหล่งที่ทำการสำรวจ เช่น *Campylospora* sp. 1 ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นราชนิดใหม่ของโลก มีรายงานการค้นพบจากเกือบทุกแหล่งที่ทำการสำรวจ ยกเว้นในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างและอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ เช่นเดียวกับ

Triscelophorus monosporus ที่มีรายงานการค้นพบจากเกือบทุกแหล่งที่ทำการสำรวจ ยกเว้นในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวและอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ในขณะที่ราในกลุ่มนี้อีกหลายชนิดถูกค้นพบเพียง 1 – 2 ครั้ง เท่านั้น (ตารางที่ 1) นอกจากนี้จากข้อมูลเบื้องต้นของราที่ได้ทำการสำรวจพบจะถูกนำมาจัดทำเป็นคู่มือในการสำรวจและศึกษา พร้อมทั้งจัดทำกุญแจสำหรับการเทียบเคียงราในกลุ่มนี้ต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 1. ราในกลุ่ม Ingoldian fungi ที่สำรวจพบจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย; KY = อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, BL = เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าบาลา-ฮาลา, TG = เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง, NO = อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว, KS = อุทยานแห่งชาติเขาสก, KL = อุทยานแห่งชาติเขาหลัก, SP = อุทยานแห่งชาติศรีพังงา, DI = อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

ลำดับ	ชนิดราที่พบ	แหล่งเก็บตัวอย่างในประเทศไทย							
		KY	BL	TG	NO	KS	KL	SP	DI
1	*Alatospora acuminata*			+					
2	*Alatospora* sp. 1				+				
3	*Alatospora* sp. 2			+					
4	*Anguillospora* sp. 1 (*pseudolongissima*)	+	+	+					
5	*Anguillospora* sp. 2 (*longissima*)	+	+						
6	*Anguillospora* sp. 3	+							
7	*Anguillospora* sp. 4	+							
8	*Anguillospora* sp. 5		+						
9	*Anguillospora* sp. 6		+	+					
10	*Articulospora* sp. 1	+	+						
11	*Articulospora tetracladia*	+							
12	*Brachiosphaera tropicalis*	+	+	+	+		+		
13	*Campylospora chaetocladia*		+	+	+				
14	*Campylospora filicladia*		+	+					
15	*Campylospora* sp. 1	+	+		+	+	+	+	
16	*Campylospora* sp. 2	+				+			
17	*Campylospora* sp. 3		+						
18	*Centrospora* sp. 1		+						
19	*Chaetospermum* sp. 1		+						
20	*Chaetospermum camelliae*	+							
21	*Clavariopsis aquatica*	+			+	+			
22	*Clavariopsis* sp. 1				+				
23	*Clavariopsis* sp. 2				+				
24	*Clavariopsis* sp. 3				+				
25	*Clavatospora tentacula*		+	+	+				
26	*Condylospora spumigena*	+							
27	*Condylospora* sp. 1	+							
28	*Culicidospora gravida*	+							
29	*Dendrospora* sp. 1		+						
30	*Dendrospora* sp. 1			+					
31	*Dicranidion* sp. 1		+						
32	*Diplacladiella scalaroides*			+	+				
33	*Diplocladiella appendiculata*		+	+					
34	*Erynia cornica*						+		
35	*Flabellocladia tetracladia*	+	+	+			+	+	

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดราที่พบ	แหล่งเก็บตัวอย่างในประเทศไทย							
		KY	BL	TG	NO	KS	KL	SP	DI
36	*Flabellospora crassa*	+	+	+	+	+			
37	*Flabellospora verticillata*	+	+	+		+			
38	*Flabellospora multiradiata*	+	+						
39	*Flabellospora* sp. 1	+							
40	*Flagellospora* sp. 2				+				
41	*Flagellospora* sp. 3					+			
42	*Flebellocladia tetracladia*	+							
43	*Geniculospora grandis*	+							
44	*Heliscus* sp. 1		+						
45	*Ingoldiella hamata*						+		
46	*Isthmotricladia laeensis*		+						
47	*Isthmotricladia gombakiensis*	+							
48	*Laridospora* sp. 1	+							
49	*Laridospora appendiculata*	+							
50	*Lemoniera* sp. 1	+							
51	*Lemonniera terrestris*	+							
52	*Lunulospora cymbiformis*	+	+	+			+		
53	*Nawawia filiformis*	+	+			+			
54	*Obeliospora basispira*						+		
55	*Phalangispora constricta*		+						
56	*Speiropsis pedatospora*	+	+		+				+
57	*Tetrachaetum elegans*						+	+	
58	*Tetracladium breve*				+				
59	*Tetracladium marchalianum*				+				
60	*Tetracladium* sp. 1	+							
61	*Tetracladium sertigerum*	+							
62	*Tetraploa aristata*		+		+	+			
63	*Tricladium* sp. 1	+	+						
64	*Tricladium brunneum*		+						
65	*Tricladium angulatum*				+				
66	*Tricladium varicosporoides*	+							
67	*Tricladium chaetocladium*	+							
68	*Triscelophorus acuminatus*	+		+	+	+	+		
69	*Triscelophorus ponapensis*	+	+	+					
70	*Triscelophorus monosporus*	+	+	+		+	+	+	
71	*Triscelophorus* sp. 1		+						
72	Unidentified sp. 1						+		
73	Unidentified sp. 2					+			
74	Unidentified sp. 3		+						
75	Unidentified sp. 4				+				
76	Unidentified sp. 5		+						
77	Unidentified sp. 6		+						

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดราที่พบ	แหล่งเก็บตัวอย่างในประเทศไทย							
		KY	BL	TG	NO	KS	KL	SP	DI
78	Unidentified sp. 7		+						
79	Unidentified sp. 7		+						
80	Unidentified sp. 8			+					
81	Unidentified sp. 9			+					
82	Unidentified sp. 10	+							
83	Unidentified sp. 11	+							
84	Unidentified sp. 12	+							
85	Unidentified sp. 13	+							
86	Unidentified sp. 14	+							
87	Unidentified sp. 15	+							
88	Unidentified sp. 16	+							
89	Unidentified sp. 17	+							
90	Unidentified sp. 18	+							
91	Unidentified sp. 19	+							
92	Unidentified sp. 20	+							
93	Unidentified sp. 21	+							
94	Unidentified sp. 22	+							
95	Unidentified sp. 23	+							
96	Unidentified sp. 24	+							
97	*Varicosporium macrosporum*		+						
98	*Varicosporium* sp. 1		+						
99	*Varicosporium* sp. 2			+					
รวม		52	39	21	19	11	11	4	1

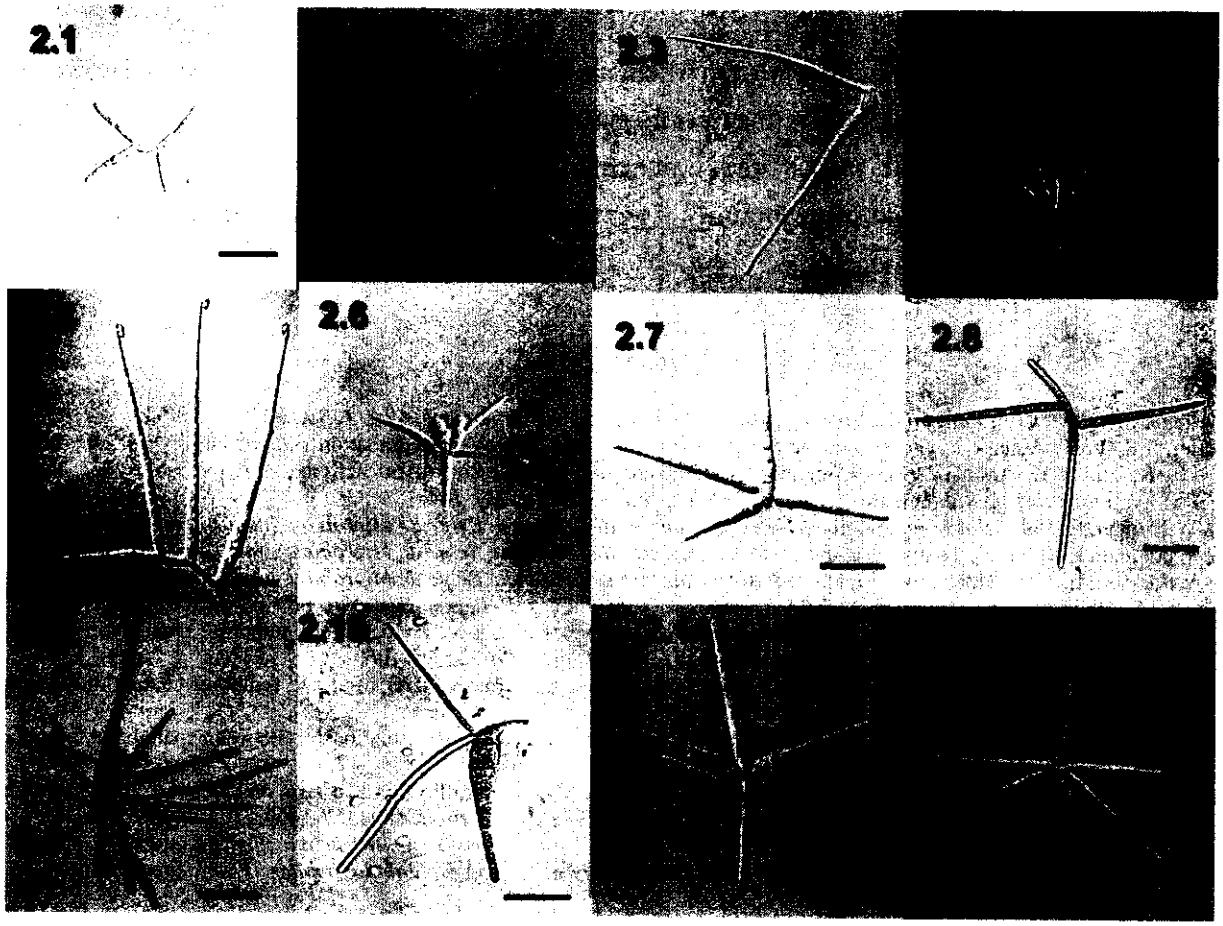
- การศึกษาความสัมพันธ์ของรา (Anamorph/Teleomorph Connection)

จากจำนวนของราในกลุ่มนี้กว่า 500 ชนิดที่มีการรายงานไปแล้วทั่วโลก (Descals, 1997) พบว่ามีการศึกษาความสัมพันธ์ของราที่ค้นพบไปแล้วเพียง 27 ชนิด (Sivichai et al., 2002) และจากการศึกษาเพื่อเสาะหาความสัมพันธ์ของราในกลุ่มนี้ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากราในกลุ่มนี้ทั้งหมดเป็นราในระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ซึ่งตามหลักอนุกรมวิธานแล้วจะไม่มีการจัดระบบราในกลุ่มที่เป็น asexual stage ดังนั้นการจับคู่ของราในกลุ่มนี้กับระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการจัดจำแนกราอย่างถูกระบบ ทั้งนี้เนื่องจากราในกลุ่มที่ถูกรายงานไปแล้วยังมีความสับสนและรอคอยการตรวจสอบใหม่อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งหลักในการจำแนกตามระบบนั้นควรใช้ราที่เป็นระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเป็นหลักในการพิจารณา จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์พบว่าราที่แยกได้และทำการกระตุ้นโดยใช้เทคนิคการเลี้ยงราในน้ำนั้นยังไม่พบราชนิดใดในการศึกษานี้ที่สร้างสปอร์ของราที่อยู่ในระยะสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

- การแยกราเพื่อการศึกษาและใช้ประโยชน์

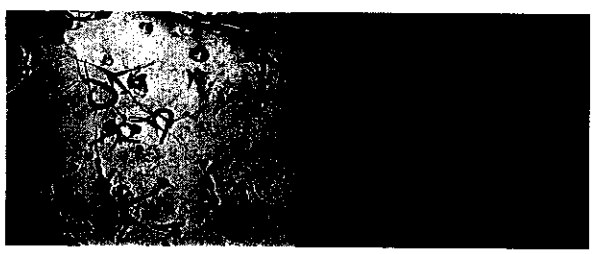
จากการศึกษาพบว่าในการแยกรากลุ่มนี้จากตัวอย่างที่เก็บมานั้นมีความแตกต่างอย่างมากกับการศึกษาราน้ำในกลุ่มที่พบบนไม้ (lignicolous freshwater fungi) (Sivichai, 1999) ทั้งนี้เนื่องจากไม่สามารถรู้ได้ว่าตัวอย่างโฟมที่เก็บมานั้นจะพบปริมาณของราในกลุ่ม Ingoldian fungi มากน้อยเพียงไร เนื่องจากฟองที่ลอยอยู่จะเป็นเพียงตัวดักสปอร์ของราชนิดนี้เท่านั้น ในขณะที่ปริมาณของสปอร์ที่มีอยู่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่าง โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ความสดใหม่ (viability) ของราในกลุ่มนี้ ยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาของสปอร์ที่ถูกพักตัวอยู่ในฟองอีกด้วย (Sakayaroj, 1999) ตลอดจนการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่น (ภาพที่ 3.1 และ 3.2) เช่น แบคทีเรีย ซึ่งมีผลต่อเทคนิคในการแยกและการงอกของรา

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า บางครั้งสปอร์ที่พบในแต่ละชนิดมีน้อยมาก อาจพบเพียงแค่ 1-2 สปอร์ต่อชนิดเท่านั้น ซึ่งมีผลต่อโอกาสในการงอกของราชนิดนั้นๆ อีกทั้งหลังจากที่แยกมาได้แล้ว บ่อยครั้งจะพบว่ามีการปนเปื้อนของสปอร์ราชนิดอื่นที่เกาะอยู่ โดยเฉพาะในกรณีของ Microconidia ซึ่งยากต่อการตรวจสอบ ทำให้หลังการเลี้ยงเชื้อไปแล้วจะพบว่าโคโลนีของราที่แยกได้ไม่ใช่ราตัวที่แยกมาในครั้งแรก ดังนั้นราที่แยกมาได้นั้นจะต้องมีการยืนยันโดยการกระตุ้นให้เกิดการสร้างสปอร์เพื่อใช้ในการจำแนก โดยพบว่าราที่มีการสร้างสปอร์ในน้ำ (static condition) มากกว่า 50% (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 2. (2.1-2.12) ตัวอย่างรา Ingoldian fungi ชนิดต่างๆ

(สเกล 1.1, 1.5, = 30 µm, 1.2 = 50 µm, 1.3, 1.4, 1.7, 1.10 = 20 µm, 1.6, 1.8, 1.9, 1.11, 1.12 = 40 µm)



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างของสปอร์รา Ingoldian fungi ที่มีลักษณะเป็นรยางค์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

ภาพที่ 3.2 ขยายแสดงสปอร์รา Ingoldian fungi ที่มีสปอร์ราชนิดอื่นปนเปื้อนอยู่ด้วย

ภาพที่ 4. แสดงตัวอย่างการพัฒนาการสร้างสปอร์ของรา *Tetracladium marchalianum* ในน้ำ

บทสรุป

จากข้อมูลที่ได้เป็นเพียงการศึกษาในเบื้องต้น เนื่องจากการศึกษาความหลากหลายและนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตมีความสลับซับซ้อนและต้องใช้ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมนานกว่านี้ เพื่อแสดงถึงรูปแบบการแพร่กระจายของราร่วมกับ

ข้อมูลในด้านต่างๆ ที่นำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อราในระบบนิเวศเป็นอย่างมากโดยเฉพาะสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ดีข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของราในกลุ่ม Ingoldian fungi ในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการนำไปสู่การวิจัยในเชิงลึกและมีมิติที่หลากหลายยิ่งขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_145006 ขอขอบคุณกรมป่าไม้สำหรับความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่าง ในส่วนของการจำแนกราได้รับการสนับสนุนทุนจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และความช่วยเหลือของ Dr. Enrique Descals

เอกสารอ้างอิง

Barlocher, F. 1982. Conidium productions from leaves and needles in four streams. *Can. J. Bot.* 60: 1487-1494.

Butler, S.K. 1986. Aquatic hyphomycetes on oak leaves: comparison of growth, degradation and palatability. *In* Suberkropp, K. and T.L. Arsuffi. 1983. Comparison of degradative ability, enzymatic activity, and palatability of aquatic hyphomycetes grown on leaf litter. *Appl. Environ. Microbiol.* 46: 237-244.

De Wildeman, E. 1893. Notes mycologiques. Fasc. 2. *Annales de la Societe Belge de Microbiologique Bruxelles* 17: 35-68.

De Wildeman, E. 1894. Notes mycologiques. Fasc. 3. *Annales de la Societe Belge de Microbiologique Bruxelles* 18: 135-161.

De Wildeman, E. 1895. Notes mycologiques. Fasc. 6. *Annales de la Societe Belge de Microbiologique Bruxelles* 19: 193-206.

Descals, E. 1997. Ingoldian fungi: some field and laboratory techniques. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 40: 169-221.

Fabre, E. 1998a. Aquatic hyphomycetes in three river of southwestern France. I. Spatial and temporal changes in conidial concetration, species richness, and community diversity. *Can. J. Bot.* 76: 99-106.

Fabre, E. 1998b. Aquatic hyphomycetes in three river of southwestern France. II. Spatial and temporal change differences between species. *Can. J. Bot.* 76: 107-114.

Fabre, E. 1998c. Aquatic hyphomycetes in three river of southwestern France. III. Relationship between spatial and temporal dynamics. *Can. J. Bot.* 76: 115-121.

Harrigan, G.G., B.L. Armentrout, J.B. Gloer and C.A. Shearer. 1995. Anguillosporal: a new antibacterial and antifungal metabolite from the aquatic fungus *Anguillospora longissima*. *J. Nat. Prod.* 58: 1467-1469.

Ingold, C.T. 1942. Aquatic hyphomycetes of decaying alder leaves. *Transactions of the British Mycological Society* 25: 339-417.

Ingold, C.T. 1951. Aquatic ascomycetes: *Ceriospora caudae-suis* n. sp. and *Ophiobolus typhae*. *Transactions of the British Mycological Society* 34: 210-215.

Ingold, C.T. 1954. Aquatic ascomycetes: discomycetes from lakes. *Transactions of the British Mycological Society* 37: 1-18.

Ingold, C.T. 1955. Aquatic ascomycetes: further species from the English Lake District. *Transactions of the British Mycological Society* 37: 157-168.

Jones, E.B.G., S.W. Wong, S. Sivichai, D. Au and N.L. Hywel-Jones. 1999. Lignicolous freshwater ascomycota from Thailand: II *Micropeltopsis quinquecladiopsis* sp. nov. *Mycological Research* 103: 729-735.

Marvanova, L. and N.L. Hywel-Jones. 2000. *Sigmoidea contorta* sp. nov. and two rare species from waters in Thailand. *Cryptogamie Mykologie* 21: 13-26.

Nawawi, A. 1985. Aquatic hyphomycetes and other water-brone fungi from Malaysia. *Malay. Nat. J.* 39: 75-134.

Oh, H., T.O. Dwon, J.B. Gloer, L. Marvanova and C.A. Shearer. 1999. Tenellic acids A-D: New bioactive diphenyl ether derivatives from the aquatic fungus *Dendrospora tenella*. *J. Nat. Prod.* 62: 580-583.

Sakayaroj, J. 1999. Biodiversity of aquatic hyphomycetes at Ton Nga Chang Wildlife-Sanctuary. M.Sc. Thesis. Prince of Songkla University.

Sivichai, S. 1999. Tropical Freshwater Fungi: Their Taxonomy and Ecology. Ph.D. Thesis. Portsmouth University. 426 pp.

Sivichai, S., T.K. Goh, K.D. Hyde and N.L. Hywel-Jones. 1998a. The genus *Brachydesmiella* from submerged wood in the tropics, including a new species and a new combination. *Mycoscience* 39: 239-247.

Sivichai, S., N.L. Hywel-Jones and E.B.G. Jones. 1998b. Lignicolous freshwater ascomycota from Thailand: I. *Ascotaiwania sawada* and its anamorph state *Monotosporella*. *Mycoscience* 39: 307-311.

Sivichai, S. and N.L. Hywel-Jones. 1999. *Biflagellospora* (aero-aquatic hyphomycetes) from submerged wood in Thailand. *Mycological Research* 103: 908-914.

Sivichai, S., N.L. Hywel-Jones and S. Somrithipol. 2000. Lignicolous freshwater ascomycota from Thailand: *Melanochaeta* and *Sporoschisma* anamorphs. *Mycological Research* 104: 478-485.

Sivichai, S., E.B.G. Jones and N.L. Hywel-Jones. 2002. Lignicolous freshwater higher fungi with reference to their teleomorph and anamorph stages. *Tropical Mycology* 2: 41-49.

Sivichai, S., E.B.G. Jones and N.L. Hywel-Jones. 2003. Lignicolous freshwater ascomycota from Thailand: *Hymenoscyphus varicosporoides* and its *Tricladium* anamorph. *Mycologia* 95: 340-346.

Tubaki, K., K. Watanabe and L. Manoch. 1983. Aquatic hyphomycetes from Thailand. *Trans. Mycol. Soc.* 24: 451-457.

Webster, J. and E. Descals. 1981. Morphology, distribution and ecology of conidial fungi in freshwater habitats. *In* Cole, G.T. and B. Kendrick (eds.), Biology of Conidial Fungi, Vol. 1, pp. 295-355. Academic Press, New York.

ฟังไจที่เจริญในต้นพืชป่าไม้ล้มลุก ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ ปุย จังหวัดเชียงใหม่

สายสมร ลำยอง[1], เนาวรัตน์ ชีพธรรม[1] และ พิภพ ลำยอง[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

[2]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

Abstract: Endophytic Fungi in Herbaceous Plants in Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai

Saisamorn Lumyong[1], Naowarat Cheaptharm[1] and Pipop Lumyong[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chaing Mai University, Muang, Chiang Mai 50200, [2]Depeartment of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chaing Mai University, Muang, Chiang Mai 50200

Endophytic fungi are fungi that inhabit plant organs at some time in their life. These fungi can colonize internal plant tissues without causing apparent harm to their hosts. Fungal endophytes can have mutualistic relations with their host, live for a certain period as neutral endophytes, or produce symptoms only after appropriate ecological and physical conditions occur (latent pathogen). The objective of this study is to ecologically investigate endophytic fungi and their hosts by isolating endophytic fungi from 7 different herbaceous plants (*Calamus kerrianus*, *Wallichia caryotoides*, *Amomum siamense*, *Alpinia malaccensis*, *Euphobia thymifolia*, *Eupatorium odoratum*, *Musa acuminata*) in Doi-Suthep Pui National Park. Endophytic fungi were isolated using the triple surface sterilization method. Surface-sterilized plant tissues were placed on malt extract agar containing rose Bengal and antibiotic (streptomycin sulfate or chloramphenical), incubated at room temperature (25 °C). The endophytic fungi isolated in this study had great diversity depending on plant species, plant tissues, seasons or study areas. Xylariaceous taxa and mycelia sterilia were the dominant fungal taxa isolated from the 7 herbaceous plants studied. *Colletotrichum* spp. were also dominant fungal taxa isolated from *A. siamense*, *A. malaccensis*, *E. thymifolia*, *E. odoratum* and *M. acuminata*. *Guignardia cocoicola* was frequently isolated from *C. kerrianus*, *W. caryotoides* and *M. acuminata* while *Phomopsis* spp. were frequently isolated from *A. siamense*, *A. malaccensis* and *E. odoratum*. Moreover, new ascomycetes, *Gaeumannomyces amomi* and *Leiosphaerella amomi*, were discovered from leaves and rhizomes of *A. siamense* and *A. malaccensis*. Three unidentified species of *Pyricularia* were isolated from leaves of these two plants with rather high frequency. Molecular techniques (ITS regions including 5.8 S rDNA sequencing) have also confirmed that these *Pyricularia* are distinct. After screening for endophytic fungi which can produce antifungal compounds against plant pathogens, *Fusarium* sp. CMUEF6R-3 was found to have the highest activity against plant pathogens and yeast, *Pyricularia oryzae*, *Macrophomena phaseolina* and *Saccharomyces cerevisiae* EC19, whereas *Guignardia coccoicola* CMUBE1415 showed the highest activity against the banana pathogens, *Colletorichium musae* and *Fusarium oxysporium*. The optimum conditions for *Fusarium* sp. CMUEF6R-3 to produce antifungal compounds were to culture this fungus in medium containing sucrose, yeast extract and cornmeal, and to incubate the culture at room temperature for 7 days. The optimum conditions for *G. coccoicola* CMUBE1415 to produce antifungal compounds were to culture this fugal isolate in medium containing manitol and peptone, pH 6.5, and incubating at 30°C for 11 days.

Key words: endophytic fungi, herbaceous plant, xylariaceoustaxa, mycelia sterilia

บทนำ

ความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) เริ่มได้รับความสนใจหลังจากที่มีการลงนามใน Convention on Biological Diversity ของ 157 ประเทศ ในการประชุมขององค์การสหประชาชาติ เรื่อง Environment and Development ที่เมือง Rio de Janeiro (Hyde and Hawskworth, 1997) ซึ่งมีผลในการส่งเสริมให้มีการศึกษาในเรื่อง

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในประเทศไทย (Hywel-Jones, 1997) แต่ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของจุลินทรีย์ยังมีน้อยมาก (Bull, 1991) ความหลากหลายของเชื้อราที่อาศัยในต้นพืชหรือเชื้อราที่เป็นปรสิตของแมลงนั้นก็เป็นสาขาที่ยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจังในประเทศไทย (Schumaker, 1982) รวมทั้งประเทศอื่นๆ ในเขตร้อน ปัจจุบันมีการรวบรวมเชื้อราที่เกี่ยวข้องกับแมลงในประเทศไทยไว้ 800 ชนิด ซึ่งเป็นเชื้อราชนิดใหม่ที่ยังไม่มีรายงานไว้ 31 ชนิด (0.2% ของราที่พบทั่วโลก) (Hywel-Jones, 1997) เนื่องจากเชื้อรามีแนวโน้มที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพมากขึ้นและยังมีความสำคัญในระบบนิเวศ เช่น การหมุนเวียนสารอาหาร และเป็นดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเก็บรวบรวมและจัดจำแนกเชื้อราก่อนที่จะสูญพันธุ์ จากการศึกษาของ Lumyong et al. (1997) รายงานการกระจายของราเอนโดไฟท์จากกล้าพืชป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย ซึ่งพบราเอนโดไฟท์ 1-5 ชนิด ในกล้าพืช 1 ต้น ซึ่งน้อยกว่า 1 ใน 3 ของราที่พบจากพืชต้นแก่ เชื้อรากลุ่มหลักคือ ราที่ไม่สร้างโครงสร้างในการสืบพันธุ์ซึ่งจัดเป็นกลุ่ม mycelia sterilia รองลงมาคือ *Phomopsis* spp. และ *Xylaria* spp. นอกจากนี้ยังสำรวจพบเชื้อราที่น่าสนใจทางด้านอนุกรมวิธาน อีก 8 ชนิด บางชนิดมีรายงานว่าเป็นราที่หายาก บางชนิดมีรายงานว่าพบเฉพาะในมูลสัตว์ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างรากับพืชที่เป็นโฮสท์ยังคงต้องมีการศึกษาต่อไป โดยเฉพาะในพืชต้นแก่ซึ่งจะเป็นแหล่งรวมความหลากหลายของเชื้อรา

คุณสมบัติหรือความคาดหวังที่จะใช้ราเอนโดไฟท์ให้เป็นประโยชน์โดยเฉพาะการผลิตสารทุติยภูมิชนิดใหม่ (novel secondary metabolites) นั้น เนื่องจากมีรายงานจำนวนมากที่ศึกษาราเอนโดไฟท์แล้วพบสารออกฤทธิ์ชนิดใหม่หลายชนิด นอกจากนี้บริษัท Merk ของสหรัฐอเมริกายังได้ทำสัญญากับรัฐบาลของคอสตาริก้า เพื่อทำการสำรวจและใช้ประโยชน์จากเอนโดไฟท์ร่วมกันเป็นระยะเวลานานถึง 10 ปี ความต้องการสารประกอบชนิดใหม่ที่ผลิตโดยจุลินทรีย์มีเพิ่มมากขึ้นและการค้นหาก็ต้องอาศัยการคัดเลือกจากจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก ราเอนโดไฟท์จึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญทั้งที่มีความหลากหลายในกลุ่มราด้วยกันเองและความหลากหลายเนื่องจากพืชที่เป็นโฮสท์ที่อยู่ในเขตร้อน ดังนั้นจึงคาดว่าจะได้ราต่างชนิดเป็นจำนวนมากจากพืชเขตร้อน ซึ่งรวมทั้ง new species หรือ rare species เพราะพืชป่าเขตร้อนจะเป็นตัวคัดเลือกที่ดี

ปัจจุบันการศึกษาราเอนโดไฟท์ในประเทศไทยมีจำกัด ข้อมูลของรากลุ่มนี้ในด้านลักษณะทางนิเวศวิทยาและบทบาทของรายังไม่เป็นที่เข้าใจดี นอกจากนี้ยังมีความเชื่อว่าราเอนโดไฟท์มีแนวโน้มที่จะผลิตสารออกฤทธิ์ชนิดใหม่หลายชนิด (Bills and Polishook, 1992; Fisher et al., 1984a, b; Brunner and Petrini, 1992) และมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าพืชสมุนไพรบางชนิดมีเชื้อราอาศัยร่วมอยู่ด้วย ซึ่งเชื้อราที่แยกได้จากพืชสมุนไพรนั้นผลิตสารออกฤทธิ์ชนิดเดียวกันกับพืช ตัวอย่างเช่น เชื้อราที่เจริญอยู่ในต้น Yew ซึ่งผลิตสาร Taxol เช่นเดียวกับพืช (Stierle et al., 1993; Pulici et al., 1996) ซึ่งมีการคาดการณ์ว่าสารออกฤทธิ์ที่สร้างขึ้นโดยสมุนไพร อาจจะถูกสร้างขึ้นโดยราที่อาศัยในพืชสมุนไพรนั้นด้วย การได้มาซึ่งราชนิดใหม่ก็คาดหวังว่าจะเป็นแหล่งของสารใหม่ที่มีประโยชน์ที่จะใช้ศึกษาต่อไปได้ นอกจากนี้ยังมีเชื้อราอีกเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในเขตร้อนเช่นประเทศไทยซึ่งเป็นแหล่งที่มีความหลากหลายของพืชพรรณและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่น่าจะมีเชื้อราหลากหลายที่รอการค้นพบ

คำว่า 'endophytes' (เอนโดไฟท์) ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1866 โดย de Bary มีความหมายรวมถึงสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของพืช (Taylor et al., 2000) นอกจากนี้ยังมีความหมายรวมไปถึงสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่ช่วงหนึ่งของวงจรชีวิตอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อพืชแต่ไม่ทำให้พืชแสดงอาการเป็นโรค (Petrini, 1998) ราเอนโดไฟท์เป็นได้ทั้งเชื้อราก่อโรคหรือ symbiont ที่มีความสัมพันธ์กันแบบ mutualism คือสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดที่อยู่ร่วมกันนั้นต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์จากกันและกัน (Clay, 1991; Ingold and Hudson, 1993) ในปัจจุบันมีแบคทีเรียและเชื้อราอยู่หลายชนิดที่เป็นที่รู้จักกันดีว่ามีการอาศัยอยู่ในพืชในลักษณะที่เป็นเอนโดไฟท์ (Petrini, 1998) ใน 20 ปีที่ผ่านมาหลังจากมีการตรวจเจอเชื้อรา ascomycetes และเชื้อรา imperfecti ที่ไม่แสดงอาการบนพืชอาศัยในต้นกล้าของ European conifer แล้ว (Carroll et al., 1977) ก็ได้มีการตรวจสอบพบราเอนโดไฟท์อื่นๆ เพิ่มขึ้นอีกด้วย ราเอนโดไฟท์อาจจะช่วยปกป้องพืชอาศัยของมันได้ เช่น เชื้อราใน Redwood จะทำหน้าที่เป็น antagonist ต่อต้านเชื้อราก่อโรค (Espinosa-García et al., 1996) ในขณะที่ *Acremonium* ซึ่งเป็นราเอนโดไฟท์ในหญ้าหลายชนิด เช่น Tall fescue และ Perennail

ryegrass สามารถช่วยให้พืชอาศัยของมันมีความทนทานต่อความแห้งแล้งมากขึ้น นอกจากนี้ราเอนโดไฟท์ในหญ้ายังสามารถสร้างสารหลายชนิด เช่น ergot, alkaloid, tremogenic, neurotoxins และ paramine (Bacon and Hills, 1996)

ในปัจจุบันแม้ว่าการศึกษาเกี่ยวกับราเอนโดไฟท์จะพบในเขตหนาวมากกว่าเขตร้อน แต่ความสนใจที่จะศึกษาราเอนโดไฟท์ในเขตร้อนก็ขยายตัวเพิ่มขึ้น (Rodrigues and Petrini, 1997) ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการที่นักวิจัยในเขตร้อนมีความรู้ทางด้านเชื้อราเพิ่มมากขึ้น และอีกปัจจัยหนึ่งก็คือจำนวนชนิดพืชในเขตร้อนที่มีมากกว่าในเขตหนาว (Ashton, 1990) Rodrigues (1994, 1996) ได้ศึกษาราเอนโดไฟท์ในใบของ *Euterpe oleraceae* (Amazonian palm) ที่เจริญอยู่ในป่า Brazillian Amazon forest และในใบของ *E. oleraceae* ที่เจริญใน Amazonian floodplain Fröhlich et al. (2000) ได้ตรวจสอบราเอนโดไฟท์ใน *Licuala* sp. จากบรูไนดารุสซาลาม และ *L. ramsayi* จากควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย ในขณะที่ Taylor et al. (1999) ได้ศึกษาราเอนโดไฟท์ที่เจริญในปาล์ม *Trachycapus fortunei* ทั้งในเขตและนอกเขตการกระจายตัวของปาล์มชนิดนี้ในประเทศจีนและนิวซีแลนด์

การศึกษาราเอนโดไฟท์ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่ทำการศึกษาในพืชวงศ์หญ้าที่เจริญในเขตหนาวโดยเฉพาะอย่างยิ่งรา clavicipitaceous endophytes และความเป็นประโยชน์ต่อพืชอาศัยดังกล่าว (Clay, 1991; Dahlman et al., 1991) สำหรับในเขตร้อนมีการศึกษาราเอนโดไฟท์จากพืชล้มลุกหลายชนิด เช่น ไผ่ (bamboo) ในฮ่องกงและประเทศไทย (Umali et al., 1999; Lumyong et al., 2000) กล้วยปลูกและกล้วยป่า (*Musa* spp.) ในออสเตรเลียและฮ่องกง (Brown et al., 1998) และปาล์ม (*Licuala ramsayi* และ *Licuala* sp.) ในออสเตรเลียและบรูไน (Fröhlich et al., 2000; Brown et al., 1998) ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลที่ว่าราเอนโดไฟท์น่าจะเป็นแหล่งที่ดีแหล่งหนึ่งในการค้นหาสารประกอบชีวเคมีที่มีประโยชน์ (biologically active novel compounds) (Dreyfuss and Petrini, 1984; Hyde, 2000) นอกจากนี้การศึกษาเหล่านี้ยังแสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ เช่น อายุใบ ชนิดเนื้อเยื่อ ระยะการเจริญของพืช บริเวณที่พืชเจริญเติบโต และฤดูกาล มีอิทธิพลต่อปริมาณและชนิดของราเอนโดไฟท์ที่พบ

Musaceae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวประกอบด้วย 2 สกุล คือ *Musa* มีทั้งหมด 37 ชนิด และ *Ensete* มี 7 ชนิด (Price, 1995) พืชในวงศ์นี้มีความหลากหลายมากในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และยังพบกระจายทั่วโลกในเขตร้อนชื้น นอกจากนี้ยังพบว่าเป็นพืชการค้าที่สำคัญและมีมูลค่าสูง การศึกษาเชื้อราของกล้วยที่ผ่านมามุ่งเน้นเฉพาะทางด้านโรคพืชและศึกษาในพันธุ์ปลูกเท่านั้น เช่น Brown et al. (1998) ทำการศึกษาราเอนโดไฟท์ในใบกล้วยและคุณสมบัติของราเอนโดไฟท์ที่มีแนวโน้มในการควบคุมราสาเหตุโรคเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมโรคโดยชีววิธี ในขณะที่การศึกษาเชื้อราในพืชวงศ์ขิงส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับรา saprobes และ pathogens (Rao, 1963; Muthappa, 1966; Doi, 1977; Khurana, 1980; Rathaiah, 1980; Vittal, 1981; Pavgi and Upadhyay, 1986; Samuels, 1989; Hyde, 1997)

ราในสกุล *Colletotrichum* และ *Pyricularia* เป็นเชื้อราสาเหตุโรคในพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ธัญพืช ผัก และผลไม้ เชื้อสาเหตุสามารถแพร่กระจายได้ทั่วโลก โดยเฉพาะเขตร้อนและกึ่งร้อน (Asuyama, 1965; Hashioka, 1971, 1973; Ou, 1987) รา *Colletotrichum* เป็นสาเหตุของโรคสำคัญหลังการเก็บเกี่ยวในพืชหลายชนิด ในประเทศไทยมีรายงานการเข้าทำลายของรา *Colletotrichum* ในพืชหลายชนิด เช่น มะม่วง มะละกอ ขนุน ชมพู่ ฝรั่ง เงาะ สตรอเบอรี่ พุทรา ส้ม หอม กระเทียม งา ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เป็นต้น เนื่องจากลักษณะการเข้าทำลายแฝง (latent infection) ซึ่งจะแสดงอาการของโรคเมื่อผลผลิตอ่อนแอหรือสุกแล้วเท่านั้นทำให้ยากต่อการวางแผนป้องกันกำจัด สำหรับรา *P. oryzae* เป็นสาเหตุของโรคใบไหม้ข้าวโดยเชื้อราสามารถเข้าทำลายพืชได้หลายระยะการเจริญเติบโตทั้งในระยะกล้า ระยะเจริญทางใบ ระยะข้าวตั้งท้อง ดังนั้นราสาเหตุโรคพืชทั้งสองจึงทำให้สูญเสียรายได้ในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก (Zeigler et al., 1994; Munaut et al., 2001) เนื่องจากเชื้อราในสกุล *Colletotrichum* และ *Pyricularia* มีความผันแปรทางพฤติกรรมสูง มีพืชอาศัยกว้าง (wide host range) และพืชอาศัยชนิดหนึ่งๆ อาจถูกเข้าทำลายโดยเชื้อราในสกุล *Colletotrichum* หรือ *Pyricularia* ได้หลายชนิด ประกอบกับในปัจจุบันยังมีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อราในกลุ่มนี้น้อย ข้อจำกัดเหล่านี้ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการวางแผนป้องกันกำจัด การกักกันโรค (quarantine) และการคัดพันธุ์ต้านทานโรคของนักปรับปรุงพันธุ์เป็นอย่างมาก

การจำแนกเชื้อราในสกุล *Colletotrichum* และ *Pyricularia* มักพิจารณาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) ความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาศัย (host specificity) ความสามารถทำให้เกิดโรคในพืชทดสอบ (differential cultivar) และรูปแบบการเป็นปรสิต (mode of parasitism) (Sutton, 1992; Sherriff et al., 1994; Kato et al., 2000) แต่หลักเกณฑ์ดังกล่าวยังไม่สามารถใช้จำแนกเชื้อราระดับชนิดได้ดีพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราบางชนิด เช่น *C. gloeosporioides, C. dematium, C. lindemuthianum, P. grisea* และ *P. oryzae* ซึ่งเป็นเชื้อราที่มีความผันแปรสูง (Asuyama, 1965; Sutton, 1992; Borromeo et al., 1993) บางลักษณะที่ตรวจพบไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นชนิดใด บางลักษณะเมื่อทำการจัดจำแนกแล้วสามารถจัดได้หลายชนิดเนื่องจากมีลักษณะคาบเกี่ยวระหว่างชนิด นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวยังเป็นวิธีการที่ยุ่งยาก ใช้เวลานาน ต้องอาศัยประสบการณ์และวิจารณญาณของผู้ทดลอง อีกทั้งลักษณะต่างๆ ที่ใช้ในการจำแนกนี้ยังผันแปรไปตามอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดความสับสนในการจำแนกและการศึกษา (Freeman and Rodriguez, 1993)

ความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราเอนโดไฟท์กับพืชอาศัย มีได้ตั้งแต่การอาศัยอยู่ร่วมกันแบบ symbiosis จนถึงการเป็นเชื้อราก่อโรค ในกรณีของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็น symbiotic อาจมีการค้นพบสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นสารชนิดใหม่และไม่ค่อยมีมากนักที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อและพืชอาศัยที่สนับสนุนกันและกันอยู่ ซึ่งในขณะเดียวกันอาจมีการค้นพบสารออกฤทธิ์ใหม่ที่น่าสนใจสามารถนำไปใช้ทางด้านการแพทย์ อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ประโยชน์บางอย่างของสารออกฤทธิ์ที่รู้จักกันดีคือ สารต่อต้านมะเร็ง สารต่อต้านเชื้อรา สารต่อต้านแบคทีเรีย สารฆ่าแมลง และสารยับยั้งภูมิคุ้มกัน (Strobel, 2002) เชื้อราเอนโดไฟท์แยกได้จากพืชหลายชนิดในป่าดิบและป่าเบญจพรรณตลอดจนพืชจำพวกสน (Carroll et al., 1977; Bertoni and Cabral, 1988; Fisher and Petrini, 1990) นอกจากนี้ยังมีรายงานหลายฉบับที่รายงานไว้ว่าเชื้อราเอนโดไฟท์สามารถพบได้ในพืชอาศัยทุกชนิดที่รวมถึงพืชบกมากกว่า 200 ชนิด และพืชน้ำอีกมากกว่า 20 วงศ์ เช่น สาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ มอส เฟิร์น จิมโนสเปิร์ม พืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชสมุนไพร และไม้เนื้อแข็งบางชนิด (Carroll, 1988; Clay, 1991; Petrini, 1991; Lodge et al., 1996)

โรค anthracnose (*Colletotrichum musae*) เป็นโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญมากชนิดหนึ่งในกล้วย (Waller, 1992) ลักษณะการเกิดโรคจะเป็นรอยแผลดำเกิดขึ้นมาก่อน จากนั้นรอยแผลจะขยายใหญ่และบริเวณตรงกลางจะเป็นรอยบุ๋มลงไปเหมือนมีน้ำเยิ้มอยู่ ถ้ามีการทำลายของโรคอย่างรุนแรงอาจจะเห็นสปอร์ของเชื้อราก่อโรคเจริญอยู่ ปัจจุบันมีการใช้สารเคมีเพื่อลดการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วย (Scott, 1972) ร่วมกับการจุ่มผลในน้ำร้อน (Burden, 1968) และการปรับสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษา (Wade et al., 1993) แต่เนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุเป็นการเข้าทำลายแบบแฝง (latent infection) จึงทำให้ไม่สามารถเห็นอาการจนกว่าผลจะสุก ดังนั้นจึงยากที่จะควบคุมการเกิดโรคได้ ปัจจุบันมีการหาวิธีการใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพมาป้องกันโรคดังกล่าว เช่น การใช้จุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ มาควบคุมโรค รวมทั้งการหายาต้านเชื้อราชนิดใหม่ๆ จากจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ ซึ่ง endophytic fungi ก็จัดเป็นจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่งที่มีศักยภาพในการได้มาซึ่งสารต้านเชื้อราในกลุ่มใหม่ๆ ซึ่งน่าจะเป็นอีกหนทางหนึ่งในการที่จะสามารถควบคุมโรค anthracnose และโรคเหี่ยว (*Fusarium* wilt) โรคที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของกล้วย ซึ่งการใช้สารเคมีควบคุมอย่างเดียวไม่ได้ผล (Stover, 1962)

วัตถุประสงค์

1.) ศึกษานิเวศของราเอนโดไฟท์และพืชอาศัย และแยกราเอนโดไฟท์ (ที่ไม่ใช่ obligate) จากพืชป่าที่เป็นไม้เนื้ออ่อน (herbaceous plants) จำนวน 7 ชนิด คือ พืชวงศ์ปาล์ม 2 ชนิด (หวาย: *Calamus kerrianus* และ เต่ารั้ง: *Wallichia caryotoides*) พืชวงศ์ขิง 2 ชนิด (กุก : *Amomum siamense* และ ข่าป่า : *Alpinia malaccensis*) พืชสมุนไพร 2 ชนิด (น้ำนมราชสีห์: *Euphobia thymifolia* และ สาบเสือ: *Eupatorium odoratum*) และกล้วยป่า (*Musa acuminata*) บริเวณอุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย เชียงใหม่ ตลอด 3 ฤดู และต่างบริเวณที่อยู่

2.) เก็บรวบรวมราเอนโดไฟท์ที่แยกได้ และบ่งบอกชนิดโดยวิธี conventional และ/หรือ molecular technique

3.) สำรวจคุณสมบัติในการสร้างสารออกฤทธิ์ที่ต้านราสาเหตุโรคพืช 2 ชนิด คือโรค rice blast (*Pyricularia grisea*) และ anthracnose ของกล้วย (*Colletotrichum* sp.)

วิธีการ

1. *การแยกเชื้อราเอนโดไฟท์จากพืชชนิดต่าง ๆ*

1.1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

เลือกเก็บเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ จากต้นพืช (ใบ ก้านใบ ลำต้นเหนือดิน หรือลำต้นใต้ดิน) ที่แข็งแรงไม่เป็นโรคใน ฤดูฝน (กรกฎาคม - ตุลาคม 2542) ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2542 - กุมภาพันธ์ 2543) และฤดูร้อน (มีนาคม - พฤษภาคม 2543) ในแต่ละแหล่งสุ่มเก็บตัวอย่างชนิดละ 10 ต้น เก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกแยกกันแล้วนำกลับห้องปฏิบัติการ ทำการล้างตัวอย่างที่เก็บมาด้วยน้ำไหลทันที จากนั้นจึงทำการตัดแยกชิ้นพืชจากตัวอย่างที่เก็บมา โดยใบ (ใช้ทั้งส่วนของเส้นกลางใบและ intervein) ตัดให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร สำหรับก้านใบ ลำต้นเหนือดินหรือลำต้นใต้ดิน ตัดให้มีขนาดยาวประมาณ 5-10 มิลลิเมตร ขึ้นกับชนิดพืช

1.2 การฆ่าเชื้อที่ผิว

ใช้เทคนิคการฆ่าเชื้อที่ผิวเนื้อเยื่อพืชชนิดต่างๆ ตามวิธีของ Fröhlich et al. (2000) ปรับใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮโปคลอไรด์และเวลาที่ใช้โดยใช้ผลจาก pilot experiment ฆ่าเชื้อที่ผิวของชิ้นพืชโดยจุ่มในแอลกอฮอล์ 95% แล้วแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์เข้มข้น 3 - 5% ระยะเวลาขึ้นกับชนิดของพืชตัวอย่าง จากนั้นจึงจุ่มในแอลกอฮอล์ 95% นาน 30 วินาที วางชิ้นพืชบนกระดาษทิชชูที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อทำให้เนื้อเยื่อพืชแห้ง จากนั้นย้ายชิ้นพืชไปวางเลี้ยงบนอาหาร malt extract agar ที่ประกอบด้วย 0.003% rose bengal และ 0.003% streptomycin sulfate บ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 4 - 8 สัปดาห์ ทำการ subculture แล้วย้ายไปเลี้ยงใน petri dish ที่บรรจุ malt extract agar (MEA) จากนั้นจึง incubate ไว้ภายใต้แสง near UV เพื่อกระตุ้นให้เกิดการสร้างสปอร์ ต่อมาทำการ subculture เลี้ยงเชื้อไว้ใน microtube ที่บรรจุ MEA แล้วเก็บเชื้อไว้ที่ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.3 การจัดจำแนกชนิดของราเอนโดไฟท์

เชื้อราที่พบว่ามีการสร้างสปอร์นำมาจำแนกในระดับสกุลหรือชนิด โดยใช้วิธีทางอนุกรมวิธาน (Ellis, 1971, 1976; Carmichael et al., 1980; Sutton, 1980; von Arx, 1981; Hyde, 2000) ส่วนเชื้อที่ไม่พบการสร้างสปอร์นำมาคัดแยกจัดกลุ่มตาม morphospecies โดยอาศัยลักษณะพื้นฐานของโคโลนี surface texture สีของเส้นใย สิ่งที่สร้างออกมา และอัตราการเจริญเติบโต ตามวิธีของ Fröhlich et al. (2000) ส่วน *Colletotrichum* spp. ทำการบ่งบอกชนิดและศึกษาสายวิวัฒนาการโดยใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุล

1.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ค่า isolation prevalence และ intensity จะคำนวณจากสูตรข้างล่างต่อไปนี้ (Bussaban et al., 2001)

$$\text{Isolation prevalence} = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่แยกเชื้อราได้อย่างน้อย 1 ไอโซเลท}}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมดในการทดลอง}} \times 100$$

$$\text{Intensity} = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่แยกเชื้อราชนิดต่างๆ ได้}}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมดในการทดลอง}}$$

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเชื้อราที่แยกได้จากเนื้อเยื่อแก่กับเนื้อเยื่ออ่อนและลำต้นเหนือดินกับลำต้นใต้ดินของแต่ละบริเวณโดยใช้ Mann-Whitney test จำนวนเชื้อราที่แยกได้จากเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ในแต่ละบริเวณระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งโดยใช้วิธี Kruskal-Wallis (Petrini et al., 1982) ในการวิเคราะห์ทั้งหมด ค่า P จะอธิบายในรูป *,$P<0.05$; **,$P<0.01$; ***, $P<0.001$

2. *การคัดกรองการสร้างสารออกฤทธิ์ชีวภาพ*

2.1 ราเอนโดไฟท์และจุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบ

ทำการคัดเลือกหาเชื้อที่ให้สารต่อต้านเชื้อราจากเชื้อราเอนโดไฟท์จำนวน 1,034 ไอโซเลท ที่แยกได้จากพืชพันธุ์พื้นเมืองทางภาคเหนือของไทย จำนวน 12 ชนิด ใช้เชื้อราก่อโรค 2 ชนิด คือ *Pyricularia* sp. และ *M. phaseolina*

และใช้ยีสต์ 2 ชนิดเป็นดัชนีวัดการยับยั้งคือชนิดที่เป็น wild type (*S. cerevisiae* SS553) และชนิดกลายพันธุ์ที่ไม่สามารถสร้าง chitin synthetase I ได้ (*S. cerevisiae* EC19)

2.2 การหมักและการวัดการยับยั้งในการคัดเลือก

ใช้ cork borer ตัดโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหาร malt extract agar ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน ใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุอาหารที่ใช้ในการหมักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วแต่ละชนิดอยู่หลอดละ 5 มิลลิลิตร ทำการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน บนเครื่องเขย่าแบบซ้ายขวาที่อัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที ทดสอบการต้านราเป้าหมายโดยวิธี paper disc agar diffusion method สำหรับเชื้อ *Pyricularia* sp. และ *M. phaseolina* ใช้อาหาร PDA ในการทดสอบ โดยการเลี้ยงเชื้อ *Pyricularia* sp. และ *M. phaseolina* บนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน และ 1 วัน ตามลำดับ จากนั้นจึงนำมาทำการทดสอบหาการต่อต้านเชื้อรา สำหรับยีสต์ทั้งสองชนิดใช้อาหาร YPG broth ในการเลี้ยงเชื้อ โดยเลี้ยงบนเครื่องเขย่าแบบซ้ายขวาที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง บริเวณยับยั้งรอบ paper disc ที่ทำการทดสอบ จะแสดงให้เห็นว่ามีสารต่อต้านเชื้อราที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบอยู่ในน้ำเลี้ยงที่ได้จากการหมัก

2.3 การศึกษาหาอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของรา Fusarium sp. CMUEF6R-3

ตรวจวัดผลของปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตสารออกฤทธิ์ของรา *Fusarium* sp. CMUEF6R-3 ได้แก่ ชนิดอาหาร แหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน และความเข้มข้นของซูโครสที่ใช้

ผลการวิจัย

1. Isolation prevalence and Intensity ของราเอนโดไฟท์

ปาล์ม แยกเชื้อราได้ทั้งหมด 2,619 ไอโซเลท จากชิ้นพืช 1,800 ตัวอย่างจากปาล์มทั้งสองชนิด ค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 20 - 94% ในฤดูฝน 10 - 98% ในฤดูหนาว และ 0 - 52% ในฤดูร้อน เปอร์เซ็นต์ isolation prevalence โดยรวมทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละการทดลอง นำผลการทดลองที่ได้เปรียบเทียบกับการศึกษาเอนโดไฟท์ในปาล์มชนิดอื่นโดยพิจารณาจากค่า isolation prevalence พบว่าค่า isolation prevalence ของ *Licuala ramsayi* และ *Licuala* sp. จากออสเตรเลียและบรูไนมีค่าสูงถึง 80.8 - 89.2% (Fröhlich et al., 2000) ในขณะที่ Rodrigues (1994) ได้รายงานค่า isolation prevalence ที่มีค่าต่ำกว่าคือ 21 - 30% จาก *Euterpe oleracea* Rodrigues and Samuels (1990) รายงานค่า isolation prevalence ที่มีค่าเพียง 12.5% และค่า isolation prevalence จาก *Trachycarpus fortunei* ที่รายงานโดย Taylor et al. (1999) มีค่าอยู่ระหว่าง 23.4 - 57.3%

สาบเสือและน้ำนมราชสีห์ จากตัวอย่างพืชสองชนิด จำนวนชนิดละ 900 ชิ้น สามารถแยกเชื้อราจากสาบเสือและน้ำนมราชสีห์ ได้ 433 และ 136 ไอโซเลท ตามลำดับ พบว่าค่า intensity ของราเอนโดไฟท์ในน้ำนมราชสีห์มีค่าค่อนข้างต่ำกว่าที่เคยมีรายงานมาในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่อื่นๆ สำหรับผลการศึกษาในพืชแถบเขตร้อนอื่นๆ ที่ผ่านมามีรายงานค่า colonization rates ของราเอนโดไฟท์ในปาล์มในอัตราที่แตกต่างกันคือ ค่าต่ำสุดประมาณ 12.5% (Rodrigues and Samuels, 1990) และค่าสูงสุดอยู่ในช่วง 80.8 - 89.2% (Fröhlich et al., 2000) ในพืชพื้นเมือง เช่น กล้วย (*Musa* sp.) มีค่า isolation prevalence 29.6 - 67% (Brown et al., 1998) และ 41.7 - 56.5% (Photita et al., 2001)

เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาล พบว่าค่า isolation prevalence ของราเอนโดไฟท์จากสาบเสือแตกต่างกันไป คือในฤดูร้อนและฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 75 - 78% ซึ่งสูงกว่าฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับค่า isolation prevalence ของราเอนโดไฟท์ในน้ำนมราชสีห์ พบว่า ในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีค่าต่ำกว่าในฤดูฝน คล้ายกับผลการทดลองในกล้วย (*Musa* sp.) จากจังหวัดเชียงใหม่ (Photita et al., 2001)

ขิง จากการเก็บ *A. siamense* และ *A. malaccensis* ในฤดูฝนและฤดูแล้งจำนวน 2,400 ตัวอย่าง พบ isolate prevalence และ intensity ของราเอนโดไฟท์ ดังตารางที่ 1 ค่า isolate prevalence ของแต่ละบริเวณไม่แตกต่างกันทาง

สถิติ แต่พอจะประเมินได้ว่า เนื้อเยื่อของพืชวงศ์ขิงทั้งสองชนิดนี้มีเชื้อรา colonized อยู่สูง คือมี high degree of multiple infection (22–38% ของตัวอย่าง)

ตารางที่ 1.ค่า Isolation prevalence, intensity, multiple infection และ number of taxa of endophytes ของ *(Amomum siamense)* และ ข่าป่า *(Alpinia malaccensis)*

Characteristic	*A. siamense*				*A. malaccensis*			
	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
	ห้วยคอกม้า	สวนสมุนไพร	ห้วยคอกม้า	สวนสมุนไพร	ห้วยคอกม้า	ยอดดอยปุย	ห้วยคอกม้า	ยอดดอยปุย
No. of samples	300	300	300	300	300	300	300	300
No. of isolates recovered	284	362	283	293	266	306	352	271
Total taxa recovered	19	18	23	20	20	17	18	13
Taxa per plant* (means + SD)	8±2	8±1	8±2	7±2	7±1	8±2	7±1	6±1
Taxa per plant (range)	4–12	6–11	5–11	6–11	3–8	4–10	5–10	5–8
Isolate prevalence (%)	73	83.3	70	78.7	70.7	75	83.7	73.7
No.(%) of samples yielding two isolates	54 (25%)	76 (30%)	68 29%)	51 (21%)	41 (19%)	57 (25%)	79 (31%)	46 (21%)
No.(%) of samples yielding > two isolates	5 (2%)	19 (8%)	5 (2%)	3 (1%)	6 (3%)	12 (5%)	11 (4%)	2 (1%)
Intensity (no. of isolates per sample)	0.99	1.21	0.96	0.98	0.89	1.02	1.17	0.90

*Means are not significantly different according to ANOVA ($P < 0.05$)

พืชทั้งสองชนิดในทุกบริเวณ (*A. siamense*: - ห้วยคอกม้า: ฤดูฝนและฤดูแล้ง, สวนสมุนไพร: ฤดูฝน; *A. malaccensis*:- ห้วยคอกม้า: ฤดูฝนและฤดูแล้ง, ยอดดอยปุย: ฤดูฝนและฤดูแล้ง) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของจำนวนเชื้อราที่แยกได้ระหว่างเนื้อเยื่ออ่อนกับเนื้อเยื่อแก่ของทุกตัวอย่าง ยกเว้นใน *A. siamense* ที่เก็บจากสวนสมุนไพร (ฤดูแล้ง) พบว่ามีจำนวนเชื้อราที่แยกได้จากเนื้อเยื่อแก่มากกว่าจากเนื้อเยื่ออ่อนอย่างมีนัยสำคัญ

กล้วยป่า colonization rate (CR) ของการแยกราเอนโดไฟท์ทั้ง 5 บริเวณที่เก็บ ไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่า CR ตามลำดับ คือ สวนสมุนไพร 56.5% บ้านสุเทพ 48.9% สวนพฤกษศาสตร์สิริกิติ์ 48% สันกู่ 47.9% และบริเวณน้ำตกมณฑาธาร 41.7% ปริมาณราเอนโดไฟท์จะแปรผันตามสภาพแหล่งที่เก็บ ตัวอย่างแก่มีปริมาณและชนิดของราเอนโดไฟท์มากกว่าตัวอย่างอ่อนอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.05$) จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าชนิดของเนื้อเยื่อพืช ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านปริมาณและชนิดของราเอนโดไฟท์ ยกเว้นตัวอย่างกล้วยที่เก็บจากบริเวณสวนสมุนไพร พบว่าชนิดเชื้อราที่แยกได้จากกาบใบมีปริมาณน้อยกว่าเนื้อเยื่ออื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.032$) CR ในการศึกษาครั้งนี้ยังมีความใกล้เคียงกับการศึกษาราเอนโดไฟท์ในเขต tropical ซึ่งค่า CR ที่มีการศึกษาต่ำสุดคือ 12.5% (Rodrigues and Samuels, 1990) จนถึงสูงสุดคือ 80.8 - 89.2% (Fröhlich et al., 2000) สำหรับการศึกษาราเอนโดไฟท์ในกล้วยก่อนหน้านี้โดย Brown et al. (1998) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 29.6–67%

2. *Fungal taxonomic composition*

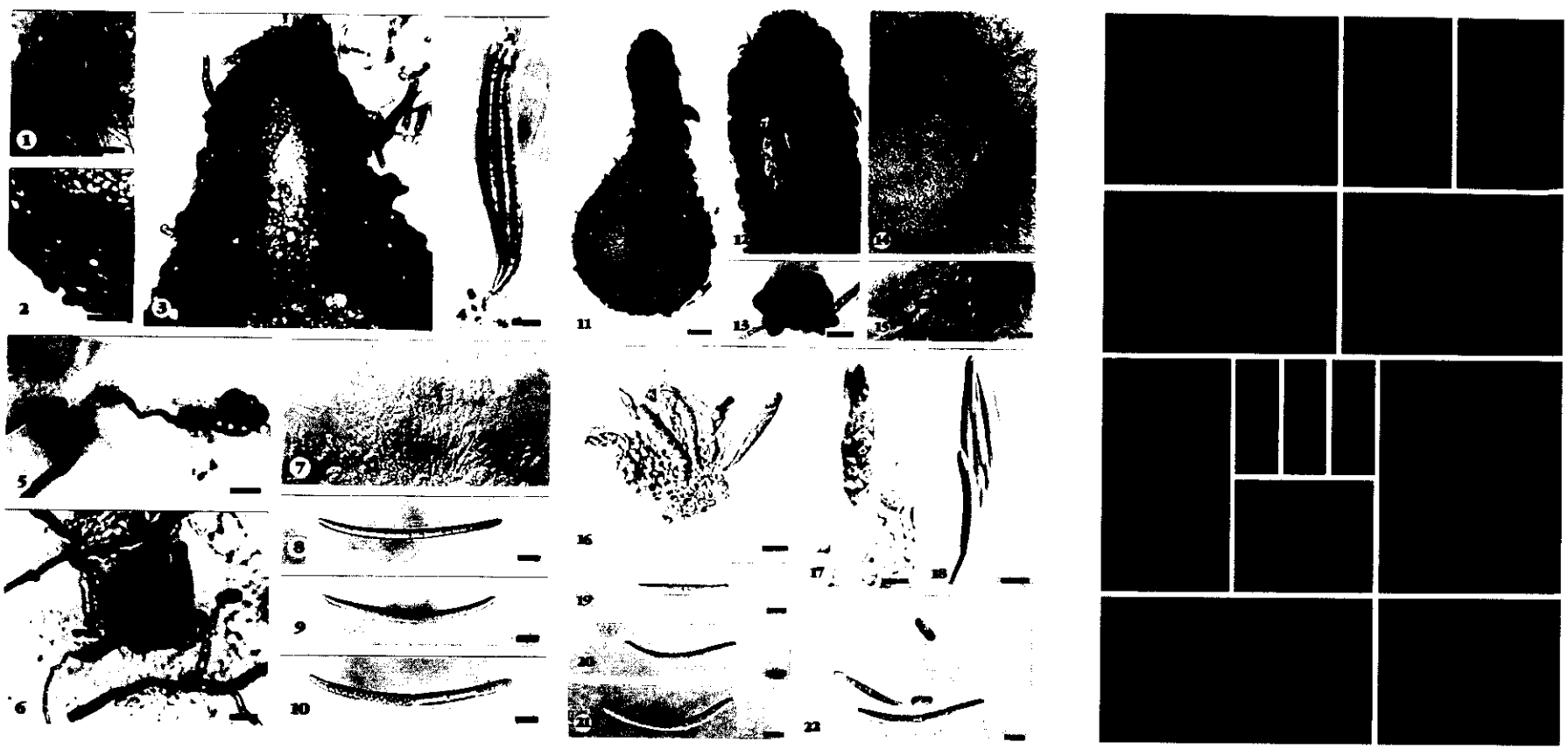
ปาล์ม เชื้อราที่พบว่ามีความถี่ของการแยกได้สูงในปาล์มทั้งสองชนิดคือ *Colletotrichum gloeosporioides*, *Xylaria* sp. 2, *Xylaria* sp. 3, *Xylaria* sp. 4 และ *Xylaria* sp. 9 ซึ่งมีความถี่สูงมากในฤดูฝน ในขณะที่ *Phomopsis* sp. มีความถี่สูงในฤดูหนาว สำหรับ *Calamus kerrianus* ความถี่ของ mycelia sterilia, *Phomopsis* sp., *Xylaria* sp. 2, *Xylaria* sp. 3, *Xylaria* sp. 4 และ *Xylaria* sp. 9 ในส่วนของก้านใบมีค่าสูงกว่าใน vein และ intervein ความถี่ของ

Colletotrichum gloeosporioides ในส่วนของ intervein มีค่าสูงกว่าในส่วนของก้านใบและ vein สำหรับ *Wallichia caryotoides* เชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides, Phomopsis* sp. และ *Xylaria* sp. 3 มีค่าความถี่ในส่วนก้านใบสูงกว่าในส่วน vein และ intervein sterile mycelia *Xylaria* sp. 2, *Xylaria* sp. 4 และ *Xylaria* sp. 9 ในส่วนของ vein มีค่าสูงกว่าในส่วนของก้านใบและ intervein เชื้อราบางชนิดพบเฉพาะในก้านใบ vein หรือ intervein เท่านั้น

สาบเสือและน้ำนมราชสีห์ ในการศึกษาราเอนโดไฟท์จากสาบเสือในครั้งนี้ พบเชื้อราชนิดที่แตกต่างกันทั้งสิ้น 14 taxa กลุ่มเชื้อราที่พบในความถี่สูงสุด ได้แก่ *Colletotrichum* spp., *Fusarium* spp., *Phomopsis* spp., mycelia sterilia และ xylariaceous taxa ในน้ำนมราชสีห์สามารถแยกเชื้อราได้ 11 taxa ซึ่งประกอบด้วยเชื้อรากลุ่มที่พบจำนวนมาก (dominant isolates) ได้แก่ *Acremonium* sp., *Colletotrichum* spp., mycelia sterilia และ xylariaceous taxa จำนวน taxa ของเชื้อราที่ศึกษาในครั้งมีค่าใกล้เคียงกับผลการรายงานอื่นที่ศึกษาในพืชเขตร้อน เช่น พบ 11 taxa ในขิง *Amomum siamense* (Bussaban et al., 2001) 12 taxa ในปาล์ม และ *Alnus rubra* (Rodrigues and Samuels, 1990; Seiber et al., 1991) 13 taxa ใน *Stylosanthes* (Pereira et al., 1993) 23 taxa ใน *Opuntia stricta* (Fisher et al., 1994) และ 25 taxa ในกล้วย *Musa* sp. (Brown et al., 1998) อย่างไรก็ตาม หากจัดจำแนกเชื้อรากลุ่ม mycelia sterilia ตามลักษณะโคโลนีแยกเป็นชนิดย่อย morphospecies ต่างๆ และมีการจำแนกในระดับชนิดให้กับบางสกุล เช่น *Colletotrichum* และ *Fusarium* จำนวน taxa ของราเอนโดไฟท์ที่แยกในครั้งนี้อยู่ในช่วงประมาณ 37 - 62 taxa ซึ่งคล้ายกับผลการศึกษาในพืชเมืองร้อนอื่นๆ เช่น พวกปาล์ม *Livistona* (Guo et al., 1998) กล้วย *Musa acuminata* (Photita et al., 1999) ไผ่ (Umali et al. 1999; Lumyong et al., 2000)

เป็นที่น่าสนใจว่าเชื้อราบางสกุลที่พบค่อนข้างมากในการศึกษาครั้งนี้ เช่น *Acremonium, Colletotrichum, Fusarium* และ *Phomopsis* เป็นกลุ่มเชื้อราก่อโรคในพืชเมืองร้อน ซึ่งน่าจะสนับสนุนคำวินิจฉัยของ Brown et al. (1998) ที่ว่า อาจเป็นไปได้ว่าเชื้อราก่อโรคบางชนิดน่าจะมีบางช่วงชีวิตที่ดำรงอยู่ในสภาพที่เป็นเอนโดไฟท์ อย่างไรก็ตามการพิสูจน์สมมติฐานดังกล่าวควรทำการทดสอบการก่อโรค (pathogenicity test) ของราเอนโดไฟท์กลุ่มที่สงสัยเพื่อเป็นการยืนยันต่อไป

ขิง จากตัวอย่างเนื้อเยื่อ *A. siamense* และ *A. malaccensis* ชนิดละ 1,200 ชิ้น แยกได้เชื้อราจำนวน 1,222 และ 1,195 ไอโซเลท ตามลำดับ สามารถจัดจำแนกชนิดเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างเนื้อเยื่อ *A. siamense* เป็น 33 taxa โดยแบ่งเป็นเชื้อราในกลุ่ม ascomycetes จำนวน 7 ชนิด และกลุ่ม anamorphic fungi จำนวน 26 ชนิด (coelomycete 6 ชนิด และ hyphomycete 20 ชนิด) และจัดจำแนกชนิดเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างเนื้อเยื่อ *A. malaccensis* เป็น 29 taxa โดยแบ่งเป็นเชื้อราในกลุ่ม ascomycetes จำนวน 8 ชนิด และกลุ่ม anamorphic fungi จำนวน 21 ชนิด (coelomycete 6 ชนิด และ hyphomycete 15 ชนิด) นอกจากนี้พบเชื้อ *Colletotrichum, Glomerella, Phomopsis* และ Xylariaceous taxa เป็นเชื้อรากลุ่มที่พบมากที่สุดจากตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชทั้งสองชนิด และเมื่อพิจารณาถึงส่วนที่ซ้ำซ้อนกันของชนิดราเอนโดไฟท์ (ระดับสกุล) พบว่าตัวอย่าง *A. siamense* ที่เก็บในฤดูฝนและฤดูแล้งมีเชื้อราจำนวน 8 และ 7 taxa ตามลำดับ แยกได้จากทั้งตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณสวนสมุนไพรและห้วยคอกม้า และพบเชื้อราจำนวน 6 taxa แยกได้จากทั้งตัวอย่างที่เก็บในฤดูฝนและฤดูแล้ง สำหรับตัวอย่าง *A. malaccensis* ที่เก็บในฤดูฝนและฤดูแล้งมีเชื้อราจำนวน 9 และ 8 taxa ตามลำดับ แยกได้จากทั้งตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณห้วยคอกม้าและยอดดอยปุย และพบเชื้อราจำนวน 9 taxa แยกได้จากทั้งตัวอย่างที่เก็บในฤดูฝนและฤดูแล้ง ฤดูกาลและความแตกต่างทางธรรมชาติของบริเวณที่เก็บตัวอย่างมีอิทธิพลต่อชนิดของราเอนโดไฟท์ที่แยกได้ นอกจากนี้พบรากลุ่ม ascomycetes ชนิดใหม่ (*Gaeumannomyces amomi* และ *Leiosphaerella amomi*) และรา *Pyricularia costina* โดยราในสกุลนี้เป็นชนิดใหม่ (*P. kookicola*, *P. longispora* และ *P. variabilis*) จำนวนหลายชนิดในพืชวงศ์ขิง (ภาพที่ 1ก, ข)



ภาพที่ 1ก). *Gaeumannomyces amomi*, *Leiosphaerella amomi*: 1-13. *Gaeumannomyces amomi*; 1. Ascoma on agar surface. 2. Peridium. 3. Section of neck. 4. Ascus with refractive cylindrical apical ring (arrowed). 5, 6. Irregular shaped hyphopodia. 7. Filamentous paraphyses. 8-10. Long filiform septate ascospores. 11. Section of ascoma. 12. Section of neck. 13. Irregular shaped hyphopodia. 14-22) *Leiosphaerella amomi*; 14. Section of ascoma. 15. Peridium, comprising inner *textura angularis* and *textura intricata* at the outside. 16. Cluster of asci with two types of ascospores. 17. Ascus with oblong hyaline ascospores. 18. Ascus with hyaline lanceolate ascospores. 19-21. Lanceolate ascospores (central septum arrowed in 19). 22. Lanceolate and oblong ascospores. Bars: 1, 2 = 200 µm; 3 = 100 µm; 4-6, 8-10, 13, 17-22 = 10 µm; 7, 12, 15, 16 = 20 µm.; 11, 14 = 50 µm.

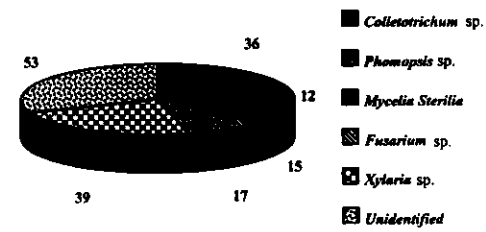
ข). *Pyricularia costina*, *P. kookicola*, *P. longispora* and *P. variabilis*.: 1, 2.) *P. costina* 1. Conidia. 2. Conidiophores with denticles (arrowed) and conidia. 3-5.) *P. kookicola*. 3. Conidiophore and conidia. 4. Conidia with protuberant hilum (arrowed). 5. Matured conidia (arrowed). 6-10.) *P. longispora*. 6. Conidiophore and conidia. 7-9. Conidia. 10. Irregular shaped hyphopodia. 11-13.) *P. variabile*. 11. Conidiophores with swelled intercalary nodes (arrowed) and conidia. 12, 13. One and two septate conidia. Bars = 20 µm.

กล้วยป่า จากการศึกษาครั้งนี้สามารถบ่งบอกชนิดราเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากกล้วยป่าได้ทั้งหมด 61 ชนิด ประกอบด้วย 8 ชนิด และ 34 สกุล โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาคือ ลักษณะโคโลนี และรูปร่างของสปอร์ และเชื้อราในกลุ่ม Xylaria อีก 5 ชนิด และเชื้อราที่ไม่สร้างโครงสร้างสืบพันธุ์ (mycelia sterilia) ทั้งหมด 14 ชนิด จำนวนราเอนโดไฟท์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาเอนโดไฟท์ในพืชเขตร้อนอื่นๆ เช่น *Livistona* palm (Guo et al., 1998), *Licuala* palm (Fröhlich et al., 2000) และ bamboo (Umali et al., 1999; Lumyong et al., 2000) โดยเชื้อราที่แยกได้มากที่สุดคือเชื้อราในกลุ่ม Xylariaceae *Colletotrichum gloeosporioides, Guignardia cocoicola* และเชื้อราในกลุ่ม mycelia sterilia อย่างไรก็ตาม พบว่ามีความแตกต่างของเชื้อราที่แยกได้จากชนิดเนื้อเยื่อพืชที่ต่างกันอาจจะคาดเดาได้ว่าราเอนโดไฟท์บางชนิดมีความจำเพาะต่อเนื้อเยื่อพืช ตัวอย่างเช่นเชื้อราในกลุ่ม Xylariaceous และ *G. cocoicola* จะแยกได้จากใบมากที่สุด เชื้อรา *Pyriculariopsis parasitica* และ *Dactylaria* sp. จะแยกได้จากกาบมากที่สุด ส่วนเชื้อรา *C. gloeosporioides* และ *C. musae* พบมากในส่วนของก้านใบและเส้นกลางใบ

ราเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากกล้วย จำนวน 5 ชนิด คือ *Deightoniella torulosa, Cordana musae, C. musae, G. musae* และ *P. parasitica* ซึ่งเชื้อราทั้งหมดนี้แยกได้จากกล้วยเท่านั้น (Photita et al., 2001) ซึ่งจากผลข้างต้นอาจจะสรุปได้ว่าเชื้อราทั้ง 5 ชนิดนี้เป็นเชื้อราที่สามารถพบได้เฉพาะกับกล้วยเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าราเอนโดไฟท์ที่แยกได้บางชนิดเป็นเชื้อสาเหตุโรคกล้วยอีกด้วย เช่น *Cordana musae* เป็นเชื้อสาเหตุโรค leaf blotch ในขณะที่ *D. torulosa* เป็นเชื้อสาเหตุโรค leaf spot (Ellis, 1976) *G. musae* เป็นเชื้อสาเหตุโรค freckle *C. gloeosporioides* และ *C. musae* เป็นเชื้อสาเหตุโรค antracnose (Holliday, 1980)

3. *การคัดเลือกหาเชื้อราที่สร้างสารออกฤทธิ์*

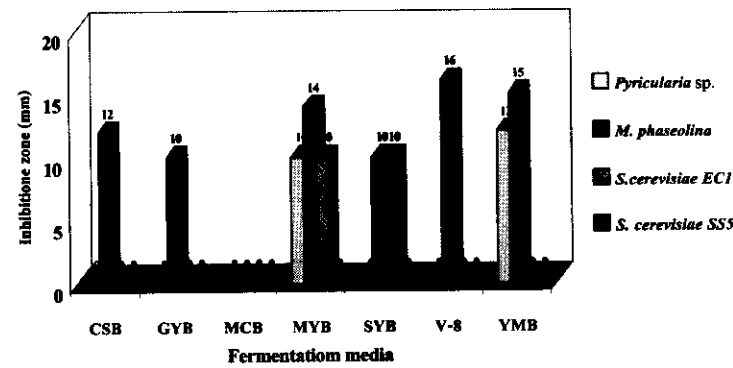
พบว่ามีเชื้อจำนวน 122, 84 และ 22 ไอโซเลท จากเชื้อทั้งหมด 1,034 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Pyricularia* sp., *M. phaseolina* และ *S. cerevisiae* EC19 ตามลำดับ แต่เชื้อทั้งหมดไม่สามารถที่จะยับยั้งการเจริญของ *S. cerevisiae* SS553 ได้ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าเปอร์เซ็นต์ของราเอนโดไฟท์ในพืชแต่ละชนิดจะแสดงถึงระดับการเป็นสารต่อต้านเชื้อราได้แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) จากการตรวจสอบพบว่ามี 172 ไอโซเลท จาก 1,034 ไอโซเลท ที่สามารถผลิตสารต่อต้านเชื้อทดสอบได้อย่างน้อย 1 ชนิด ทำการจำแนกชนิดของราเอนโดไฟท์ที่สามารถสร้างสารต่อต้านเชื้อราได้ ตามลักษณะทาง morphology ของโคโลนีเชื้อ ได้เชื้อที่พบบ่อยจำนวน 5 สกุล ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2. เปอร์เซ็นต์ราเอนโดไฟต์ที่สร้างสารต่อต้านรา

3.1 การศึกษาหาอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราไอโซเลท CMUEF6R-3

สารละลายใสของอาหารที่ใช้ในการหมักที่แสดงการต่อต้านเชื้อราได้มากที่สุด คือ สารละลายใสที่ได้จาก MYB โดยสามารถยับยั้งการเจริญของ *Pricularia* sp., *M. phaseolina* และ *S. cerevisiae* EC19 ด้วยบริเวณยับยั้ง 10, 14 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ ภายหลังการหมักพบว่า pH ของอาหารที่ใช้ในการหมักทุกชนิดมีค่าน้อยกว่า pH เริ่มต้นของอาหาร (ภาพที่ 3) 1% sucrose แสดงการต่อต้านการเจริญของรา *Pricularia* sp., *M. phaseolina*, *S. cerevisiae* EC19 และ *S. cerevisiae* SS553 ได้มากที่สุดด้วยบริเวณยับยั้ง 14, 16, 14 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3. ผลของชนิดอาหารที่มีผลต่อการสร้างสารต้านราของราเอนโดไฟท์ CMUEF6R-3

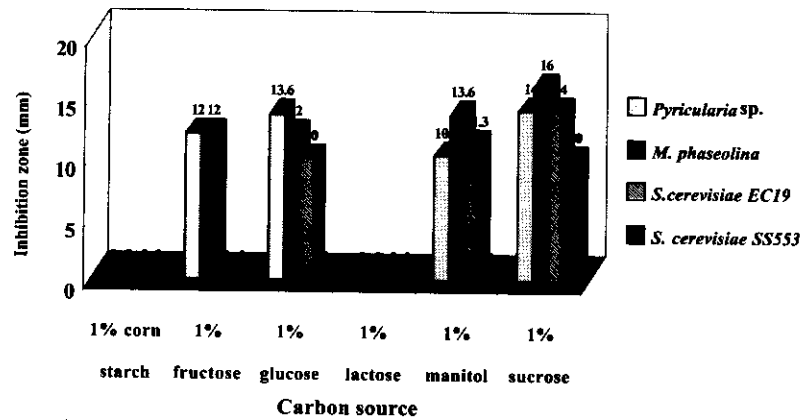
ตารางที่ 2. จำนวนไอโซเลทของราเอนโดไฟท์กับระดับการต่อต้านเชื้อรา

Hosts	Test organisms							
	Pyricularia sp.		*M. phaseolina*		*S. cerevisiae* EC19		*S. cerevisiae*SS553	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Bambusa affinis	67	3	11	0	11	0	11	0
Calamus kerrianus	94	5	94	11	99	0	99	0
Castanopsis acuminatissima	42	8	42	7	37	0	37	0
Cinnamomum iners	167	26	112	5	98	2	98	0
Eupatorium oderradum	306	24	309	30	309	14	309	0
Euphobia thymipholia	80	17	127	17	126	3	126	0
Magrolia lilifera	0	0	51	0	51	0	51	0
Mangifera caloneura	0	0	19	0	19	0	19	0
Musa sp.	0	0	18	5	18	3	18	0
Prunus cerasoides	0	0	88	2	88	0	88	0
Streblus asper var asper	182	28	67	2	86	0	86	0
Wallichia carrotoides	96	11	96	5	92	0	92	0
Total	1034	122	1034	84	1034	22	1034	0

X = จำนวนไอโซเลทของราเอนโดไฟท์ทั้งหมด
Y = จำนวนไอโซเลทของราเอนโดไฟท์ที่สามารถสร้างสารต่อต้านเชื้อราได้

3.1.1 ความเข้มข้นของซูโครส

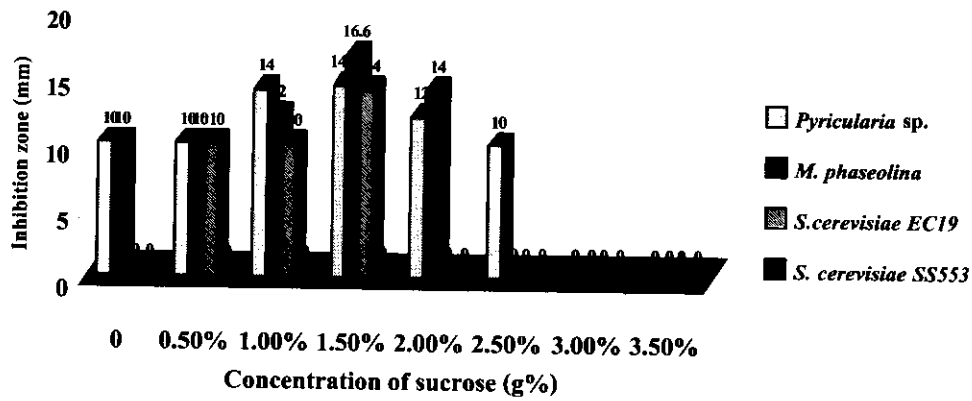
อาหารที่ใช้ในการหมักที่มี 1.5% sucrose แสดงการต่อต้านเชื้อรา *Pricularia* sp., *M. phaseolina* และ *S. cerevisiae* EC19 ได้มากที่สุด ด้วยบริเวณยับยั้ง 14.3, 116.6 และ 14 mm ตามลำดับ ส่วนบริเวณยับยั้งของ *S. cerevisiae* SS553 มีค่าน้อยกว่า 10 มิลลิเมตร แต่ไม่สามารถวัดค่าได้ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4. ผลของแหล่งคาร์บอนต่อการสร้างสารต้านราของราเอนโดไฟท์ CMUEF6R-3

3.1.2 แหล่งไนโตรเจน

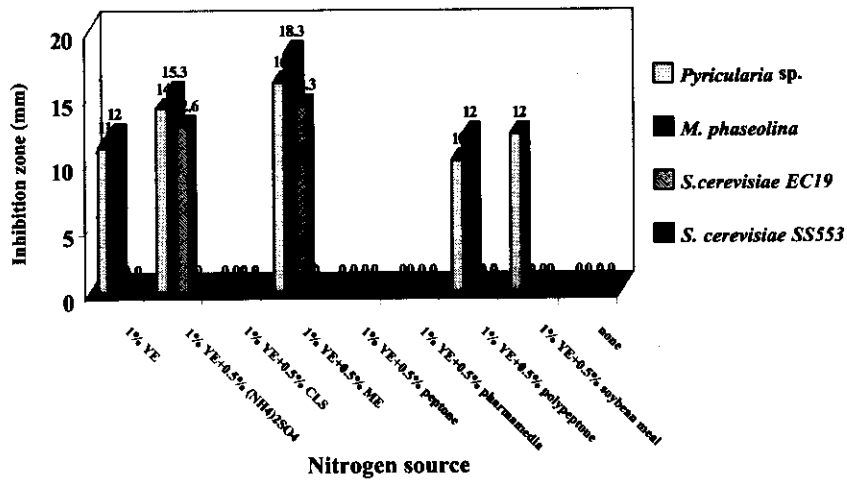
อาหารที่มี yeast extract ความเข้มข้น 1% และ malt extract ความเข้มข้น 0.5% แสดงการต่อต้านเชื้อรา *Pyricularia* sp., *M. phaseolina* และ *S. cerevisiae* EC19 ได้มากที่สุด ด้วยบริเวณยับยั้ง 16, 18.3 และ 114.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนบริเวณยับยั้งของ *S. cerevisiae* SS553 มีค่าน้อยกว่า 10 mm แต่ไม่สามารถวัดค่าได้ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 5. ผลของความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่อการสร้างสารต้านราของราเอนโดไฟต์ CMUEF6R-3

3.1.3 ลักษณะทางอนุกรมวิธานของ CMUEF6R-3

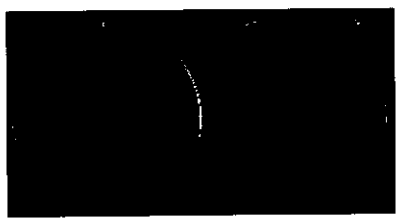
โคโลนีของ CMUEF6R-3 บนอาหาร PDA มีลักษณะละเอียดคล้ายปุยฝ้าย เส้นใยสีชมพู มี septate สร้างสปอร์ 2 ชนิด สปอร์ขนาดเล็ก มีรูปร่างยาว (12.5–17.5 × 5 µm) ต่อกันเป็นสาย ส่วนสปอร์ขนาดใหญ่เป็นรูปเรือแคนนู (85–98 × 10 μm) จากลักษณะดังกล่าว เชื้อราไอโซเลทนี้ คือ *Fusarium* sp.



ภาพที่ 6. ผลของแหล่งไนโตรเจนต่อการสร้างสารต้านราของราเอนโดไฟต์ CMUEF6R-3

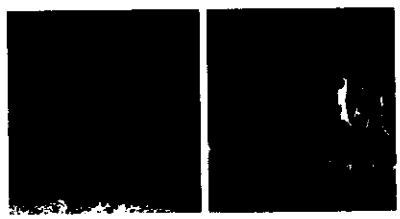
3.1.4 การคัดกรองหาสารต้าน Anthracnose ของกล้วยจากราเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากกล้วยโดยวิธี Dual culture

จากการทดสอบราเอนโดไฟท์ทั้งหมด 250 ไอโซเลท พบว่า 50 ไอโซเลท สามารถยับยั้งการเจริญของราทดสอบทั้งสองชนิด (*Colletotrichum musae* และ *Fusarium oxysporum*) 125 ไอโซเลท สามารถยับยั้งการเจริญเฉพาะรา *C. musae* และไม่มีราเอนโดไฟท์ที่สามารถยับยั้งการเจริญเฉพาะรา *Fusarium* sp. เพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 7. Endophytic strain CMUBE1415 showing inhibition zone against growth of *Colletotrichum musae* on PDA

ราเอนโดไฟท์ *Guignardia cocoicola* CMUBE1415 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบ *C. musae* และ *Fusarium* sp. โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุดคือ 66.9% และ 50.6% ตามลำดับ (ภาพที่ 7) ซึ่งผลของการยับยั้งการเจริญของเชื้อราเอนโดไฟท์ต่อเชื้อราทดสอบทำให้ลักษณะทางสัญฐานวิทยาของเชื้อทดสอบเปลี่ยนไป จากการทดลอง dual culture พบการเปลี่ยนแปลงของเชื้อทดสอบที่ปลายเส้นใยมีการเจริญช้ามาก เส้นใยแตกกิ่งก้านมากและหดสั้นผิดปกติ (ภาพที่ 8) จากผลการทดลองนี้จึงเลือก *Guignardia cocoicola* CMUBE1415 ทำการทดลองขั้นต่อไป



ภาพที่ 8. Change in morphological characteristics of test organisms due to *G. cocoicola* growth was very slow, the hyphae occurred in every direction and there were extreme dwarfed branches.

4. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารต้านเชื้อราของเชื้อราเอนโดไฟท์

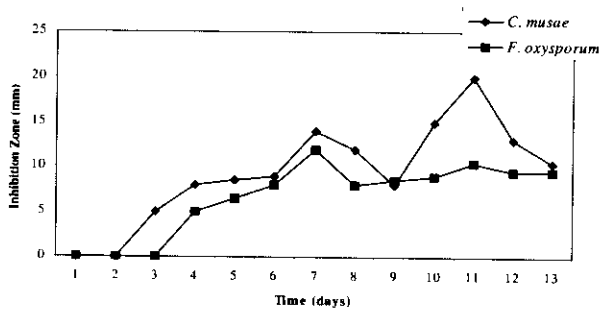
สารสกัดจากน้ำเลี้ยงเชื้อราเอนโดไฟท์ *Guignardia cocoicola* CMUBE1415 ที่หมักในอาหาร F1 ที่มี 3% ซูโครส เป็นแหล่งคาร์บอน และ 0.5% peptone เป็นแหล่งไนโตรเจน ทำให้เกิดวงใสยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบ

มากที่สุด pH และอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 6.5 และ 30°C ตามลำดับ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการสร้างสารต้านเชื้อรา คือ บ่มนาน 11 วัน (ภาพที่ 9)

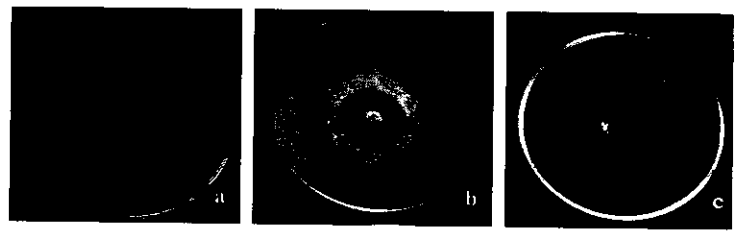
5. ศึกษาลักษณะทางสัณฐานร่วมกับการจัดเรียงลำดับเบสของ ITS (รวมทั้ง 5.8 S) rDNA

5.1 ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา

Colletotrichum: จากการเปรียบเทียบและบ่งบอกชนิดราเอนโดไฟท์ *Colletotrichum* ที่แยกได้จากกล้วย พืชวงศ์ขิง และสาบเสือ โดยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ที่มีลักษณะต่างกันโดยอาศัยลักษณะของโคโลนี (สี เส้นใย และการสร้างสีบนอาหารแข็ง) (ภาพที่ 10) ลักษณะของสปอร์ และ appresoria พบว่าเชื้อราทั้งหมดที่แยกได้มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้าย *C. gloeosporioides* (ตารางที่ 3) และจากการศึกษาอัตราการเจริญของราเอนโดไฟท์แต่ละไอโซเลทที่เลี้ยงในอาหารที่ต่างกันและบ่มที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่าเชื้อรา *Colletotrichum* จะเจริญได้ดีที่สุดเมื่อบ่มที่ 25°C แต่พบว่าอัตราการเจริญไม่มีความต่างกันเมื่อเลี้ยงในอาหาร MA และ RV8



ภาพที่ 9. The effect of incubation time on antifungal production by *Guignardia cocoicola* (strain CMUBE1415).



ภาพที่ 10. Colony of *Colletotrichum* spp. on PDA; a) *C. gloeosporioides* Group 1; b) *C. gloeosporioides* Group 2; c) *C. gloeosporioides* Group 3.

Pyricularia: จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา (สปอร์) ของราเอนโดไฟท์ *Pyricularia* ที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิง และ *Pyricularia* ที่แยกจากพืชวงศ์หญ้า มีลักษณะดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3. Conidial size, shape and growth rate at room temperature on PDA for the morphological groups of *Colletotrichum* sp.

	Conidial shape	Length (μm)			Width (μm)			Growth rate on PDA (mm d^{-1}) (S.E.)		
		Min	Max	Mean (S.E.)	Min	Max	Mean (S.E.)	20°	25°	30°
C. gloeosporioides Group1	Cylindrical	12	20	15.6	3	6	5.4	8.8 (0.4)	11.3 (0.5)	11.4 (1.2)
C. gloeosporioides Group2	Cylindrical	12	16	14.4	6	8	6.4	7.6 (0.3)	9.2 (0.4)	7.3 (0.1)
C. gloeosporioides Group3	Cylindrical	12	24	20.7	6	10	7.9	7.0 (1.0)	8.7 (1.4)	9.6 (0.7)

5.2 Sequence analysis of the ribosomal DNA spacer sequence (ITS)

Colletotrichum: ลำดับเบสของ ITS1 และ ITS2 regions รวมทั้ง 5.8S rDNA ทั้งหมดมีขนาด 581–620 bp จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ของเชื้อรา *Colletotrichum* โดยการวิเคราะห์แบบ parsimony และ distance (neighbor-joining) พบว่า tree topology ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งสองไม่ต่างกัน neighbor-joining tree แสดงความสัมพันธ์ของราเอนโดไฟท์ไอโซเลทต่างๆ ในสกุล *Colletotrichum* ที่แยกได้จากพืชต่างชนิดกัน (ภาพที่ 11) และสามารถแบ่งเชื้อรา

ทั้งหมดได้เป็น 4 กลุ่ม และมีค่า bootstrap support (BS) 97–100% กลุ่ม A (Cluster A) เป็นกลุ่มหลักประกอบด้วยราเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากพืชทุกชนิด

Pyricularia: ลำดับเบสของ ITS1 และ ITS2 regions รวมทั้ง 5.8S rDNA ทั้งหมดมีขนาด 455–623 bp จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ของเชื้อรา *Pyricularia* พบว่า MP tree แสดงความสัมพันธ์ของราเอนโดไฟท์ ราสาเหตุโรคพืช และราซาโพรบไอโซเลทต่างๆ ในสกุล *Pyricularia* และมีความสัมพันธ์ห่างจากราในสกุล *Dactylaria* (outgroup) (97% BS, ภาพที่ 12) เชื้อราไอโซเลทต่างๆ ที่เป็นชนิดเดียวกันรวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน (98–100% BS) รา *Pyricularia costina* ที่แยกจากขิงปกติ (เอนโดไฟท์) และขิงที่แสดงอาการใบจุด (ราสาเหตุโรคพืช) มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันและเป็นชนิดเดียวกัน (100%, 99% BS) ราเอนโดไฟท์ *P. variabilis* มีความสัมพันธ์ห่างจากรา *Pyricularia* ชนิดอื่นๆ มากที่สุด (97% BS) สำหรับ NJ tree พบว่า tree topology ที่ได้คล้ายคลึงกับ MP tree

ตารางที่ 4. Conidial size, septation of *Pyricularia* spp.

Species	Conidia		
	Length (μm)	Width (μm)	Septation
P. angulata Hashioka	18.2–28	4.9–9.1	2
P. costina Sarbajna	22.5–37.5	7.5–10	2
P. grisea (Cooke) Sacc.	17–28	6–9	2
P. higginsii Luttr.	17.5–36.5	5.3–6.5	2
P. junci MacGarvie	15–24	3.2–5.4	1
P. longispora Bussaban	47.1–71.4	5.6–7.6	4 (–5)
P. variabilis Bussaban	15.7–28.6	6.4–9.3	1–2
P. zingiberis Nishik.	18–24	6–7.5	2

บทสรุป

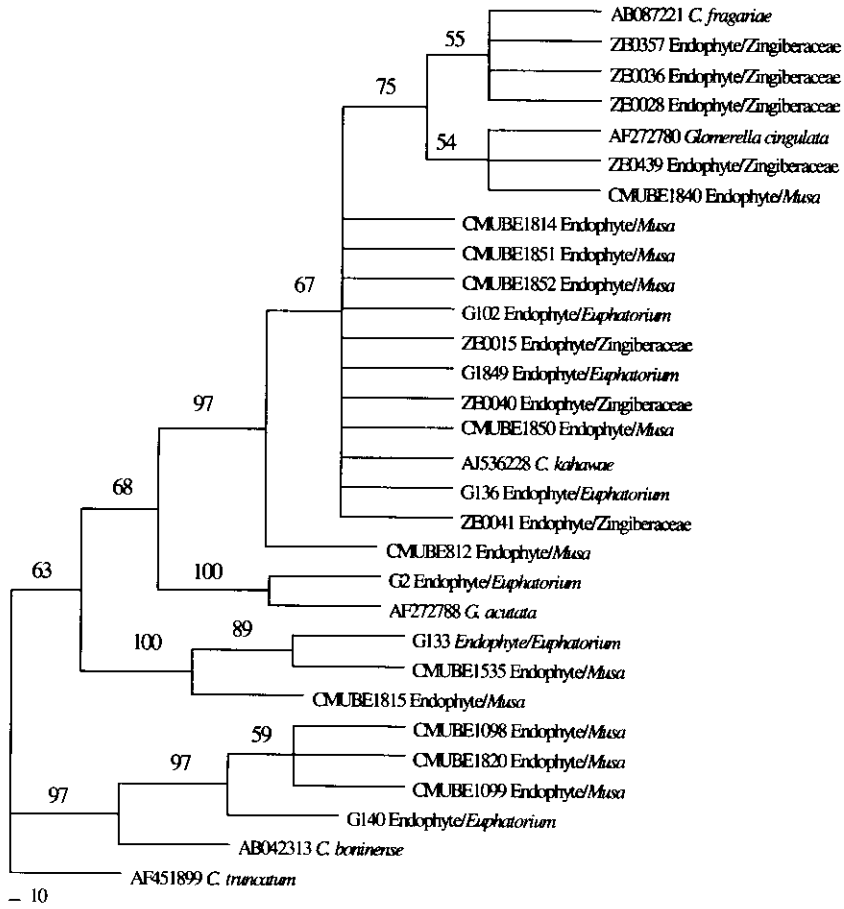
ความหลากหลายของเชื้อรานับเป็นสาขาที่ยังไม่ได้มีการศึกษาอย่างจริงจังในประเทศไทย โดยเฉพาะราเอนโดไฟท์ที่อาศัยในพืช และราที่เป็นปรสิตของแมลง ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของจุลินทรีย์กลุ่มนี้จึงมีน้อยมาก ในขณะที่เชื้อรามีแนวโน้มที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพสูงและยังมีความสำคัญในระบบนิเวศ เช่น การหมุนเวียนสารอาหาร ช่วยการเจริญของพืช เป็นแหล่งอาหาร และยังเป็นดัชนีบ่งบอกการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการศึกษาเก็บรวบรวมและจัดจำแนกเชื้อราครั้งนี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นองค์ความรู้ใหม่สำหรับประเทศไทยด้านความหลากหลายทางชีวภาพ และความสัมพันธ์ในระบบนิเวศของราเอนโดไฟท์กับพืช 4 กลุ่ม คือ ปาล์ม (*Calamus kerrianus* และ *Wallichia caryotoides* Roxb.) ขิง (*Alpinia malaccensis* และ *Amomum siamense*) สมุนไพร (*Eupatorium odoratum* และ *Euphobia thymifolia*) และ กล้วยป่า (*Musa acuminata*) ใน 3 ฤดูกาล (ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว) ซึ่งเจริญในบริเวณอุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ และได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการสร้างสารต้านราที่เป็นสาเหตุโรคพืชที่สำคัญ 3 ชนิด คือ rice blast (*Pyricularia oryzae*) โรค anthracnose ของกล้วย (*colletotrichum* sp.) และโรคเหี่ยวของกล้วย (*Fusarium* sp.) ของราเอนโดไฟท์ที่แยกได้

1. ชนิดของราที่แยกได้

จากสมมติฐานของ Hawsworth (1991) รายงานว่ามีราทั้งหมดในโลกนี้ 1.5 M โดยคำนวณว่ามีรา 5-6 taxa ต่อพืชหนึ่งชนิด จำนวนที่ได้นี้กำลังรอการพิสูจน์ จากผลการศึกษาราเอนโดไฟท์ที่แยกได้จากตัวอย่างต้นพืชป่าที่เป็นไม้เนื้ออ่อนทั้ง 7 ชนิด (หวาย: *Calamus kerrianus*; เต่ารั้ง: *Wallichia caryotoides*; กุก: *Amomum siamense*; ข่าป่า: *Alpinia malaccensis*; น้ำนมราชสีห์: *Euphobia thymifolia*; สาบเสือ: *Eupatorium odoratum*; กล้วยป่า: *Musa acuminata*) ที่เจริญในบริเวณอุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบราเอนโดไฟท์เฉลี่ย 6-9 taxa ต่อพืชหนึ่งชนิด ดังนั้นเชื้อราในโลกนี้น่าจะมีมากกว่าจำนวนดังกล่าว

ในกลุ่มราเอนโดไฟท์ที่ศึกษาพบความหลากหลายแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของพืชอาศัย ส่วนของเนื้อเยื่อพืช ฤดูกาล และแหล่งที่ศึกษา พบรากลุ่ม Ascomycetes และ anmorphic fungi (Hyphomycetes, Coelomycetes) แต่ไม่พบรากลุ่ม Phycomycetes

พบราเอนโดไฟท์ Xylariaceous taxa และ เชื้อราที่ไม่สร้างสปอร์ (Mycelia sterilia) เป็นเชื้อเด่นพบได้ทั่วไปในพืชทั้ง 7 ชนิด *Guignardia cocoicola* ยังพบมากในพืชวงศ์ปาล์ม (หวาย และเต่ารั้ง) และกล้วยป่า *Colletotrichum* spp. พบด้วยความถี่สูงในสาบเสือ น้ำนมราชสีห์ พืชวงศ์ขิง (กุก และข่าป่า) และกล้วยป่า *Phomopsis* spp. เป็นเชื้อรากลุ่มที่พบมากในสาบเสือและพืชวงศ์ขิง นอกจากนี้การใช้วิธีการทางชีวโมเลกุลสามารถใช้ในการบ่งบอกชนิดและหาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. และ *Pyricularia* spp. ได้ดี และทำให้ทราบว่า *Pyricularia* ที่เป็นเอนโดไฟท์กับที่เป็นสาเหตุโรคในขิงเป็นชนิดเดียว

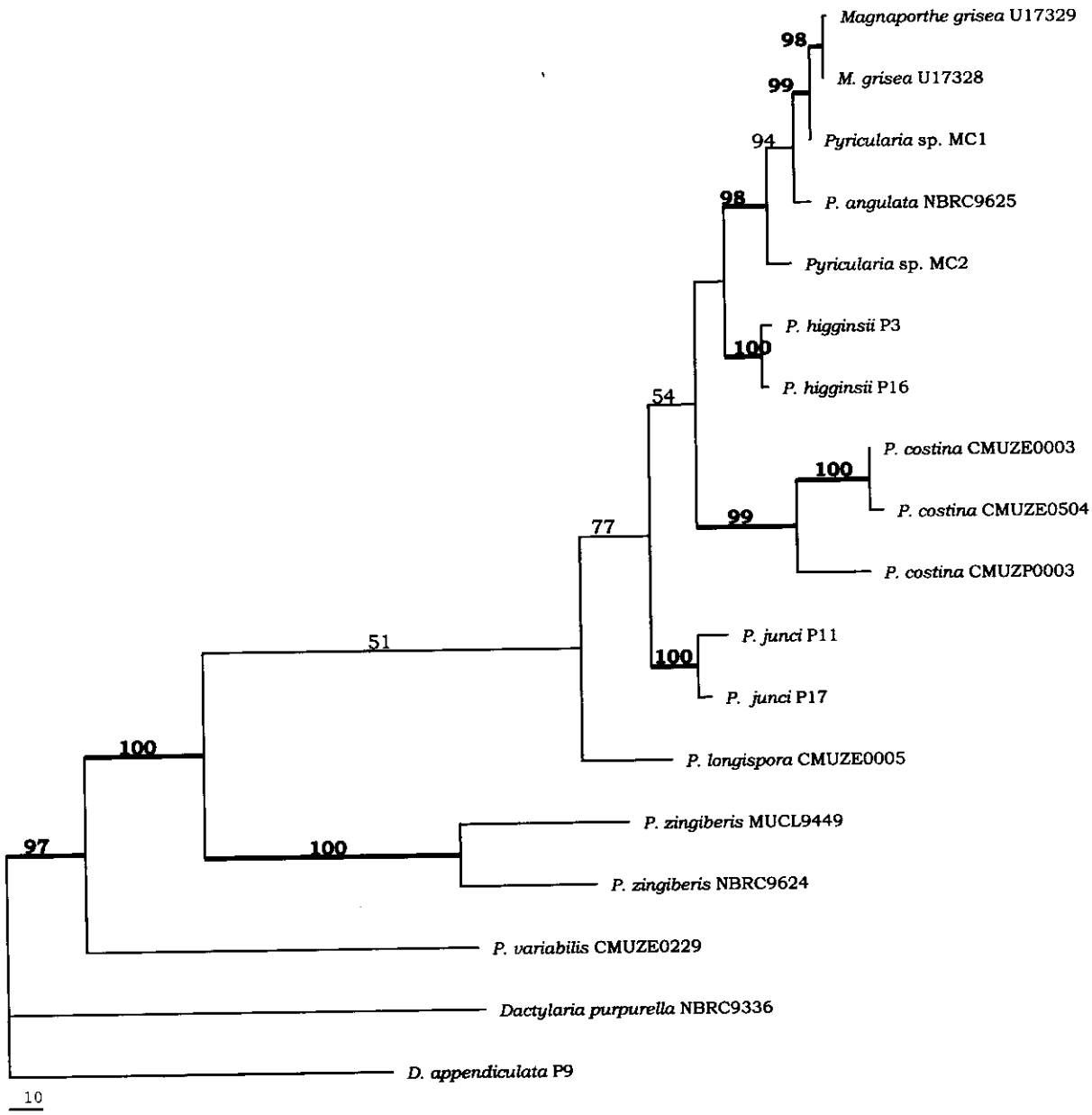


ภาพที่ 11. Consensus tree, base on neighbor-joining analysis of ITS1, ITS2 including rDNA sequences, illustrating the relationship of *Colletotrichum* isolates obtained from endophyte of various host with other species of *Colletotrichum*. Bootstrap confidence levels, base on 1000 resamples are given at the appropriate.

2. *ความจำเพาะต่อชนิดของโฮสท์และเนื้อเยื่อพืช*

ความจำเพาะต่อชนิดของโฮสท์และเนื้อเยื่อพืชพบในราบางชนิด เช่น *Talaromyces flavus* และ *Eupenicillium crustaceum* ที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงมีความจำเพาะเจาะจงต่อเนื้อเยื่อลำต้นใต้ดิน ในขณะที่รา *Phyllosticta* spp. และ *Pyricularia* spp. ที่แยกได้จากพืชวงศ์ขิงเช่นกันมีความจำเพาะเจาะจงต่อเนื้อเยื่อใบ ในกล้วยป่าพบราในกลุ่ม Xylariaceous และ *Guignardia cocoicola* จากใบมากที่สุด *Pyriculariopsis parasitica* และ *Dactylaria* sp. แยกได้จากกาบมากที่สุด ส่วนรา *Colletotrichum gloeosporioides* และ *C. musae* พบมากในส่วนของก้านใบและเส้นกลางใบ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาราเอนโดไฟท์ที่ผ่านมา (Fisher et al.,1994; Rodrigues, 1994; Fisher et al., 1995; Brown et al., 1998) นอกจากนี้ยังพบราชนิดใหม่ (*Gaeumannomyces amomi, Leiosphaerella amomi, Pyricularia kookicola, P. longispora* และ *P. variabilis*) จำนวนหลายชนิดในพืชวงศ์ขิงและไม่พบราดังกล่าวในพืชชนิดอื่นที่ศึกษา

จึงคาดว่ารากลุ่มนี้อาจมีความจำเพาะต่อชนิดของพืชวงศ์ขิง ความต่างกันของชนิดราเอนโดไฟท์ในชนิดพืชหรือเนื้อเยื่อพืชที่ต่างกัน อาจเนื่องมาจากความชอบที่จะ infect เนื้อเยื่อที่ต่างกัน (tissue preferences) ของเชื้อรา (Luginbuhl and Müller, 1980; Widler and Müller, 1984; Rodrigues and Samuels, 1990; von Halmschlager et al., 1993) และอาจมีผลมาจากความสามารถในการใช้สารอาหารต่างๆ ในเนื้อเยื่อพืชนั้นๆ หรือความสามารถในการอยู่รอดกับ substrate ที่จำเพาะ (Rodrigues, 1994) นอกจากนี้ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการ colonize ของเชื้อรา เช่น leaf cuticle tissue texture และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาและทางเคมีของเนื้อเยื่อพืช (Petrini and Carroll, 1981; Stone, 1987)



ภาพที่ 12. One of 2 equally most parsimonious trees inferred from a heuristic search of the ITS1-5.8S-ITS2 rDNA sequence alignment of 18 isolates of *Pyricularia* and *Dactylaria* (outgroup) The size of the branches is indicated with a scale bar. The bootstrap values representing 1000 bootstrap replications are given (when more than 50%) above the branches. Branches ≥ 95% are strongly supported (Felsenstein, 1985) and are shown in bold.

3. ความจำเพาะต่ออายุของเนื้อเยื่อพืช

จากการศึกษาพบว่าตัวอย่างกล้วยป่าที่แก่และอ่อนมีผลต่อจำนวนและชนิดของเชื้อราอย่างเห็นได้ชัดโดยตัวอย่างแก่มีปริมาณและชนิดของราเอนโดไฟท์มากกว่าตัวอย่างอ่อนอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการทดลองนี้ให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาเอนโดไฟท์ที่ผ่านมา (Espinosa–Garcia and Longenheim, 1990; Hata and Futai, 1993; Rodrigues, 1994; Fisher et al., 1995; Brown et al., 1998; Taylor et al., 1999; Fröhlich et al., 2000) การที่เนื้อเยื่อแก่ของพืชมีชนิดและปริมาณของราเอนโดไฟท์มากนั้นอาจเนื่องมาจากเนื้อเยื่อแก่มีระยะเวลาในการบ่มฟักของเชื้อมากกว่า โดยสปอร์ของเชื้อราอาจตกลงบนบริเวณผิวใบของพืชและเจริญเข้าสู่ภายในพืชหรือเข้าสู่พืชโดยตรง

4. ความแตกต่างของฤดูกาลและบริเวณที่เก็บตัวอย่าง

จำนวนและชนิดเชื้อราที่แยกได้จากพืชวงศ์ปาล์ม สาบเสือ และน้ำนมราชสีห์ พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในกรณีที่ทำการเก็บและแยกเชื้อในฤดูที่ต่างกัน โดยพบจำนวนและชนิดราเอนโดไฟท์ในฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อน อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างมากนักของจำนวนและชนิดราเอนโดไฟท์ที่เก็บและแยกเชื้อจากพืชวงศ์ขิงในต่างบริเวณหรือต่างฤดู ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพป่าธรรมชาติพืชวงศ์ขิงนี้เจริญเติบโตภายใต้ไม้ยืนต้นชนิดอื่น ซึ่งสภาพแวดล้อมในแต่ละ microhabitat ไม่ต่างกันมาก ได้รับ inoculum ความชื้นและอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน จากการศึกษาราเอนโดไฟท์ในกล้วยป่าพบว่าในสภาพแวดล้อมที่เป็นป่าธรรมชาติจะมีราหลากหลาย (ชนิดและจำนวน) มากกว่าบริเวณที่เป็นป่าปลูกหรือที่ถูกมนุษย์ทำลาย ทั้งนี้เนื่องจากป่าธรรมชาติเป็นบริเวณที่มีป่าทึบหนาแน่น มีต้นไม้สูงจำนวนมาก และมีความชื้นสูงถึง 80–90% ตลอดทั้งปี ซึ่งอาจจะมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้า infect ของเชื้อรา และเป็นที่สังเกตว่าพบราเอนโดไฟท์ *Pyriculariopsis parasitica, Cordana musae* และ *Deightoniella torulosa* (มีรายงานเป็นราสาเหตุโรคกล้วย) ด้วยความถี่สูงมากในบริเวณที่เป็นป่าปลูกหรือที่ถูกมนุษย์ทำลายเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณที่เป็นป่าธรรมชาติ

ราเอนโดไฟท์บางชนิดสามารถสร้างสารยับยั้งราที่เป็นสาเหตุโรคพืชได้โดยเฉพาะ *Guignardia cocoicola* CMUBE1415 ยับยั้ง *Colletotrichum musae* และ *Fusarium oxysporum* สาเหตุโรคกล้วยได้ดี การสร้างสารยับยั้งพบได้เมื่อเลี้ยงในอาหาร F5 ที่มี manitol และ peptone บ่มที่อุณหภูมิ 30°C pH 6.5 เป็นเวลา 11 วัน ราเอนโดไฟท์ *Fusarium* sp. CMUEF6R-3 สามารถยับยั้งการเจริญของราสาเหตุโรคพืช *Pyricularia oryzae, Macrophomina phaseolina* และยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ได้ดี การสร้างสารยับยั้งพบได้เมื่อบ่มในอาหารที่มี sucrose, yeast extract, corn meal ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 142006

เอกสารอ้างอิง

Ashton, P.S. 1990. Species richness in tropical forests. *In* Holm-Neilaen, L.B. and H. Balslev (eds.), Tropical Forests: Botanical Dynamics, Speciation and Diversity, pp. 239-251. Academic Press.

Asuyama, H. 1965. Morphology, taxonomy, host range, and life cycle of *Piricularia oryzae*. *In* Chandler, R.F.Jr. (ed.), The Rice Blast Disease, pp. 9-22. The Johns Hopkins Press, USA.

Bacon, C.W. and N.S. Hills. 1996. Symptomless grass endophytes: products of co-evolutionary symbioses and their role in the ecological adaptation of grasses. *In* Redlin, S.C. and L.M. Carris (eds.), Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants, pp. 155-178. American Phytopathological Society Press, Minnesota, USA.

Bertoni, M.D. and D. Cabral. 1988. Phyllosphere of *Eucalyptus viminalis* II: distribution of endophytes. *Nova Hedwigia* 46: 491-502.

Bills, G.F. and J.D. Polishook. 1992. Recovery of endophytic fungi from *Chamaecyparis thyroides*. *Sydowia* 44: 1-12.

Borromeo, E.S., R.J. Nelson, J.M. Bonman and H. Leung. 1993. Genetic differentiation among isolates of *Pyricularia* infecting rice and weed hosts. *Phytopathology* 83: 393-399.

Brown, K.B., K.D. Hyde and D.I. Guest. 1998. Preliminary studies on endophytic fungal communities of *Musa acuminata* species complex in Hong Kong and Australia. *Fungal Diversity* 1: 27-51.

Brunner, F. and O. Petrini. 1992. Taxonomy of some *Xylaria* spp. and xylariaceous endophytes by isozyme electrophoresis. *Mycol. Res.* 96: 723-733.

Bull, A.T. 1991. Biotechnology and biodiversity. *In* Hawkswaorth, D.L. (ed.), The Biodiversity of Microorganism and Invertebrate: Its role in Sustainable Agriculture, pp. 203-220. CAB International, Wallingford, UK.

Burden, O.J. 1968. Reduction of banana anthracnose following hot-water treatment of the green fruit. *Qld. J. Agri. Ani. Sci.* 25: 135-143.

Bussaban, B., S. Lumyong, P. Lumyong, E.H.C. McKenzie and K.D. Hyde. 2001. Endophytic fungi from *Amomum siamense*. *Can. J. Microbiol.* 47: 943-948.

Carroll, G. 1988. Fungal endophyte in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont. *Ecology* 69: 2-9.

Carroll, F.E., E. Muller and B.C. Sutton. 1977. Preliminary studies on the incidence of needle endophytes in some European conifers. *Sodowia* 29: 87-103.

Carmichael, J.W., W.B. Kendrick, I.L. Conners and L. Sigler. 1980. Genera of Hyphomycetes. The University of Alberta Press, Alberta, Canada.

Clay, K. 1991. Fungal endophytes: grasses and herbivores. *In* Barbosa, P., P.A. Krisohik and C. Jones (eds.), Microbial Medition of Plant Herbivores Interactions, pp. 199-226. Wiley, New York, USA.

Dahlman, D.L., H. Eichenseer and M.R. Siegel. 1991. Chemical perspectives on endophyte-grass interactions and their implications to insect herbivory. *In* Barbosa, P., V.A. Krichik and C.G. Jones (eds.), Microbial Mediation of Plant-Herbivore Interactions, pp. 227-252. John Wiley and Sons Inc., New York, USA.

Doi, Y. 1977. *Protocreopsis*, a new genus of the Hypocreales. *Kew Bull.* 31: 511-555.

Dreyfuss, M. and O. Petrini. 1984. Further investigations on the occurrence and distribution of endophytic fungi in tropical plants. *Bot. Helv.* 94: 33-40.

Ellis, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England.

Ellis, M.B. 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England.

Espinosa-García, F.J. and J.H. Longenheim. 1990. The leaf fungal endophytic community of coastal redwood population-diversity and special patterns. *New Phytologist* 116: 89-98.

Espinosa-García, F.J., J.L. Rollinger and J.H. Longenheim. 1996. Coastal redwood leaf endophytes: their occurrence, interactions and response to host volatile terpenoids. *In* Redlin, S.C. and L.M. Carris (eds.), Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants, pp. 101-120. American Phytopathological Society press. Minnesota, USA.

Fisher, P.J. and O. Petrini. 1990. A comparative study of fungal endophytes in xylem and bark of *Anus* species in England and Switzerland. *Mycol. Res.* 94: 313-319.

Fisher, P.J., A.E. Anson and O. Petrini. 1984a. Antibiotic activity of some endophytic fungi from ericaceous plants. *Bot. Helv.* 94: 249-253.

Fisher, P.J., A.E. Anson and O. Petrini. 1984b. Novel antibiotic activity of an endophyte *Crytosporiopsis* sp. isolated from *Vacciniu myrtillus*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 83: 145-148.

Fisher, P.J., O. Petrini, L.E. Petrini and B.C. Sutton. 1994. Fungal endophytes from the leaves and twigs of *Quercus ilex* L. from England, Majorca and Switzerland. *New Phytologist* 127: 133-137.

Fisher, P.J., L.E. Petrini, B.C. Sutton and O. Petrini. 1995. A study of fungal endophytes in leaves, stem and roots of *Gynoxis oleifolia* Muchler (Compositae) from Ecuador. *Nova Hedwig.* 60: 589-594.

Freeman, S. and R.J. Rodriguez. 1993. Genetic conversion of a fungal plant pathogen to a non-pathogenic, endophytic mutualist. *Science* 260: 75-78.

Fröhlich, J., K.D. Hyde and O. Petrini. 2000. Endophytic fungi associated with palms. *Mycol. Res.* 104: 1202-1212.

Guo, L.D., K.D. Hyde and E.C.Y. Liew. 1998. A method to promote sporulation in palm endophytic fungi. *Fungal Diversity* 1: 109-113.

Hashioka, Y. 1971. Notes on *Pyricularia* I. Three species parasitic to Musaceae, Cannaceae and Zingiberaceae. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 12: 126-135.

Hashioka, Y. 1973. Notes on *Pyricularia* II. Four species and one variety parasitic to Cyperaceae, Gramineae and Commelinaceae. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 14: 256-265.

Hata, K. and K. Futai. 1993. Effect of the needle aging on the total colonization rates of *Pinus thunbergii* and *Pinus densiflora* needles. *J. Japanese Forest Soc.* 75: 338-341.

Holliday, P. 1980. Fungus Disease of Tropical Crops. Cambridge, Cambridge University Press, UK.

Hyde, K.D. 1997. Additions to the genus *Linocarpon* (Ascomycetes: Hyponectriaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 123: 109-131.

Hyde, K.D. 2000. Improving screening in filamentous fungi. *In* Pointing, S.B. and K.D. Hyde (eds.), Bio-exploitation of Fungi. Fungal Diversity Press, Fungal Diversity Research Series 3: Hong Kong.

Hyde, K.D. and D.L. Hawksworth. 1997. Measuring and monitoring the biodiversity of microfungi. *In* Hyde, K.D. (ed.), Biodiversity of Tropical Microfungi, pp. 11-28. Hong Kong University press, Hong Kong.

Hywel-Jones, N.L. 1997. The biodiversity of invertebrate pathogenic fungi. *In* Hyde, K.D. (ed.), Biodiversity of Tropical Microfungi, pp. 107-119. Hong Kong University press, Hong Kong.

Ingold, C.T. and H.J. Hudson. 1993. The Biology of Fungi. 6th ed. Chapman & Hall, London, UK.

Kato, H., M. Yamamoto, T. Yamaguchi-Ozaki, H. Kadouchi, Y. Iwamoto, H. Nakayashiki, Y. Tosa, S. Mayama and N. Mori. 2000. Pathogenicity, mating ability and DNA restriction fragment length polymorphisms of *Pyricularia* populations isolated from Gramineae, Bambusideae and Zingiberaceae plant. *J. Gen. Plant Pathol.* 66: 30-47.

Khurana, I.P.S. 1980. The Clavariaceae of India. XIV. The genus *Typhula*. *Mycologia* 72: 708-727.

Lodge, D.J., P.J. Fisher and B.C. Sutton. 1996. Endophytic fungi of *Manilkara bidentata* leaves in Puerto Rico. *Mycologia* 88: 733-738.

Luginbuhl, M. and E. Müller. 1980. Endophytische Pilze den oberirdischen rganen von 4 gemeinsam an glechen Standorten achsenden Pflanzen (*Buxus*, *Hedera*, *Ilex*, *Ruscus*). *Sydowia* 33: 185-209.

Lumyong, S., P. Lumyong, S. Ponsomboon and K.D. Hyde. 1997. Endophytic fungi from indigenous dicotyledonous plants at Doi Suthep-Pui Area, Thailand. International Conference on Biodiversity and Bioresources-Conservation and Utilization. 27-29 Nov. Phuket, Thailand.

Lumyong, S., S. Thongantha, P. Lumyong and F. Tomita. 2000. Endophytic fungi from 13 bamboo species in Thailand. *Biotechnology for Sustainable Utilization of Biological Resources in the Tropics* 14: 96-101.

Munaut, F., N.R. Hamaide and H. Maraite. 2001. Molecular and morphological characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* from native Mexican *Stylosanthes* species. *Plant Pathol.* 50: 1-15.

Muthappa, B.N. 1966. A new species of *Sphaceloma* on cardamom from India. *Sydowia* 19: 143-145.

Ou, SH. 1987. Rice diseases. 2nd ed. CAB International, Kew, England. 380 p.

Pavgi, M.S. and R. Upadhyay. 1986. Some parasitic fungi on turmeric from India. *Sydowia* 21: 100-104.

Pereira, J.O., J.L. Azevedo and O. Petrini. 1993. Endophytic fungi of *Stylosanthes*; a first report. *Mycologia* 85: 362-364.

Petrini, O. 1991. Fungal endophytes of tree leaves. *In* Andrews, J.H. and S.S. Monano (eds.), Microbial Ecology of Leaves, pp. 179-197. Springer-Verlag, New York, USA.

Petrini, O. 1998. *What are Endophyte Anyway?* [online]. Available: http://www.bspp.org.uk./icpp98/abstracts/2.9/is.html [2000, November 10].

Petrini, O. and G.C. Carroll. 1981. Endophytic fungi in foliage of some Cupressaceae in Oregon. *Can. J. Bot.* 59: 629-636.

Petrini, O., J. Stone and F.E. Carroll. 1982. Endophytic fungi in evergreen shrubs of Western Oregon: a preliminary study. *Can. J. Bot.* 60: 789-796.

Photita, W., S. Lumyong, P. Lumyong and K.D. Hyde. 1999. Surface sterilization techniques for the isolation of endophytic fungi from *Musa acuminata* (Banana). The 5th Asia Pacific Biochemical Engineering Conference 15 – 18 November 1999, Phuket, Thailand.

Photita, W., S. Lumyong, P. Lumyong and K.D. Hyde. 2001. Endophytic fungi of wild banana (*Musa acuminata*) at Doi Suthep Pui National Park, Thailand. *Mycol. Res.* 105: 1508-1513.

Price, N.S. 1995. The origin and development of banana and plantain cultivation. *In* Gowen, S. (ed.), Bananas and Plantains, pp. 317-381. Chapman and Hall, London, UK.

Pulici, M., F. Sugawara, H. Koshino, G. Okada, J. Uzawa and S. Yoshida. 1997. Metabolites of *Pestaloptiopsis* spp. Endophytic fungi of *Taxus brevifolia*. Phytochemistry 46: 313-319.

Rao, V.G. 1963. Some new records of fungi-imperfecti from India. *Sydowia* 16: 41-45.

Rathaiah, Y. 1980. Leaf spot of turmeric. *Plant Dis.* 64: 104-105.

Rodrigues, K.F. 1994. The foliar fungal endophytes of the Amazon palm *Euterpe oleraceae*. *Mycologia* 86: 376–385.

Rodrigues, K.F. 1996. Fungal endophytes of palms. *In* Redlin, S.C. and L.M. Carris (eds.), Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants, pp. 121-132. American Phytopathological Society Press. Minnesota, USA.

Rodrigues K.F. and O. Petrini. 1997. Biodiversity of endophytic fungi in tropical regions. *In* Hyde, K.D. (ed.), Biodiversity of Tropical Microfungi, pp. 57-69. Hong Kong University Press, Hong Kong.

Rodrigues, K.F. and G.J. Samuels. 1990. Preliminary study of endophytic fungi in tropical palm. *Mycol. Res.* 97: 827-830.

Samuels, G.J. 1989. *Nectria* and *Sesquillium*. *Mem. N.Y. Bot. Gard.* 49: 266-285.

Schumaker, T. 1982. Ascomycetes from Northern Thailand. *Nordic J. Bot.* 2: 257-263.

Scott, K.J. 1972. Transport of banana of ambienc temoeratures using polyethylene bags. *Tropical Agri. (Trinidad)* 48: 245-254.

Seiber, T.N., F. Sieber-Canavesi and C.E. Dorworth. 1991. Endophytic fungi of red alder (*Alnus rubra*) leaves and twigs in British Columbia. *Can. J. Bot.* 69: 407-411.

Sherriff, C., M.J. Whelan, G.M. Arnold, J.F. LaFay, Y. Brygooand and J. Bailey. 1994. Ribosomal DNA sequence analysis reveals new species groupings in the genus *Colletotrichum*. *Exp. Mycol.* 18: 121-138.

Stierle, A., G.A. Strobel and D. Stierle. 1993. Taxol and taxane production by *Taxomyces andreanae*, an endophytic fungus of Pacific yew. *Science* 260: 214-216.

Stone, J.K. 1987. Initiation and development of latent infection by *Rhabdocline parkeri* on Douglas fir. *Can. J. Bot.* 65: 2614-2621.

Stover, R.H. 1962. Intercontinental spread of banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola* Leach). *Tropical Agri. (Trinidad)* 29: 327-338.

Strobel, G.A. 2002. Microbial gifts from rain forests. *Can. J. Pl. Pathol.* 24: 14-20.

Sutton, B.C. 1980. The Coelomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK.

Sutton, B.C. 1992. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. *In* Bailey, J.A. and M.J. Jeger (eds.), *Colletotrichum* Biology, Phytogenic and Control, pp. 1-26. CAB International, Wallingford, UK.

Taylor, J.E., K.D. Hyde and E.B.G. Jones. 2000. The biogeographical distribution of microfungi associated with three palm species from tropical and temperate habitats. *J. Biogeography* 27: 297-310.

Taylor, J.E., K.D. Hyde and E.B.G. Jones. 1999. Endophytic fungi associated with the temperate palm *Trachycarpus fortunei* both within and outside of its natural geographic range. *New Phytopathologist.* 142: 335-346.

Umali, T.E., T.H. Quimio and K.D. Hyde. 1999. Endophytic fungi in leaves of *Bambusa tuldoides*. *Fungal Science* 14: 11-18.

Vittal, B.P.R. 1981. *Xenosporium intermedium* sp. nov., from India. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 76: 513-515.

von Arx, J.A. 1981. The Genera of Fungi Sporulating in Pure Culture. A.R. Gantner (ed.), Germany.

von Halmschlager, E., H. Butin and E. Donaubauer. 1993. Endophytische pilze in blättern und zweigen von *Quercus pertraea*. *European J. Forest Pathol.* 23: 51-63.

Wade, N.C., E.E. Kavanagh and M. Scpiah. 1993. Effects of modified atmosphere storage on banana postharvest disease and the control of bunch main stalk rot. *Postharvest Biol. Tech.* 3: 143-154.

Waller, J.M. 1992. *Colleottrichum* disease of perential and other cash crops. *In* Bailey, J.A. and M.J. Jeger (eds.), Colletotrichum–Biology, Pathology and control, pp. 167-186. CAB International, UK.

Widler, B. and E. Müller. 1984. Untersuchungen über endophytische Pilze von *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Sprengel (*Ericaceae*). *Bot. Helv.* 94: 307-337.

Zeigler, R., S.A. Leong and P.S. Teng. 1994. Rice Blast Disease. CAB International, Wallingford, UK.

Species Diversity of Plecopterans in Yakruae and Phromlaeng Streams, Nam Nao National Park

Pratum Chaisamsaeng, Narumon Sangpradub and Chutima Hanjavanit
Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002, Thailand

Qualitative sampling of stoneflies (Order Plecoptera) from two streams at Nam Nao National Park, Thailand, were conducted monthly from April 2001 to June 2002. Three families and nine genera of Plecopteran larvae were found. They consisted of i) Perlidae, *Neoperla*, *Etrocorema*, *Phanoperla* and *Tetropina*; ii) Nemouridae, *Amphinemura*, *Indonemoura*, *Nemoura* and *Sphaeronemoura;* and iii) Leuctridae, *Rhopalopsole*. Seven species of adult were found: *Neoperla* sp., *N. gordonae* Stark, *N. mnong* Stark, *N. cavaleriei* (Navas), *Etrocorema nigrogeniculatum* (Enderlein), *Amphinemura* sp. and *Rhopalopsole* sp. Both nymphal and adult stages of *Neoperla* and *Amphinemura* were in abundance in both streams. Association between nymphal and adult stages by rearing nymphs in the laboratory succeeded for *N. mnong*, *E. nigrogeniculatum* and *Amphinemura* sp. Morphology of nymphs, genitalia and eggs of adults were described and illustrated. Morphology of genitalia and eggs of each species are very distinctive. Some ecological aspects of stonefly larvae revealed that most stonefly nymphs occupied fast-flowing reaches with deposited leaf packs. Age distribution of larvae indicated an asynchronous development pattern. They emerged during winter to summer. They had a tendency to be non-seasonal and univoltine. Based on gut analyses of larvae, *E. nigrogeniculatum* is a predator and consumed mainly Chironomidae, Simuliidae and detritus.

Key words: Nam Nao National Park, Plecopteran

Introduction

Stoneflies are one of the important components of the benthic community in the lotic ecosystem. Two thousand species have been named. They occur at specific temperatures and at high altitude (Dudgeon, 1999) but are rather poorly known in South East Asia (Stark, 1987). The larvae are primarily associated with clean and cool running water and are sensitive organisms to pollution change (Morse et al., 1990). Four families, 13 genera and 28 species of stoneflies have been recorded from Thailand (Sivec, personal comm.). Due to the limited studies of stoneflies in Thailand, a well established taxonomy of this group is therefore a priority for study.

The purposes of the study are to (i) explore species diversity (ii) to investigate their ecology and (iii) to describe the morphology of larval and adult stages for further studies.

Methodology

1. Study sites

Yakruae (latitude 16°44' 19.7" N and longtitude 101°34'26.4" E) and Phromlaeng (latitude 16°38'24.2" N and longtitude 101°34'52.9" E) streams are located in Nam Nao National Park, Thailand. Substrates are composed of bedrock, boulder, cobble, gravel, sand and leaf packs.

2. Water quality

Some physical and chemical parameters: water and air temperature, water depth, current speed, pH, total dissolved solid (TDS), conductivity and dissolved oxygen (DO) were measured just before specimen sampling. The water quality data was analysed by SPSS 9.0 for Windows.

3. Species diversity

Qualitative sampling of stonefly nymphs was conducted from 4 stations on each stream by hand-picking and their microhabitats were explored. Ultraviolet light-traps were operated over night

for catching adults. All specimens were preserved in 70% ethanol. Fully grown nymphs were reared in the laboratory in order to associate with the adult. Eggs were prepared for SEM following the method of Nopnit (2527) for external morphological studies. Major taxonomic documents used for identification were: Dudgeon (1999), Sivec et al. (1988) etc.

4. Age distribution

The widths (mm) of head capsules between the outer margins of the eyes were measured under a compound microscope for determination of size class. Size classes were determined from head width frequency distributions. To obtain the age distribution pattern of larvae, size frequency distributions were analysed using mean head widths of each month.

5. Gut content analysis

The study of gut analysis followed the method of Cummins (1973).

Results and Discussion

1. Water quality

Water current speed and air temperature of Yakruae stream were significantly lower than those of Phromlaeng stream whereas pH, TDS and conductivity were higher. The DO, water depth and water temperature were not significantly ($p>0.05$) between streams. The water quality variation followed the seasonal cycle. DO was >5.0 mg/l and pH was 5.0-9.0. The results reveal that water quality of both streams are acceptable for aquatic organisms (Abel, 1996). In addition, water temperature, water current, oxygenation and mineralization are important factors for species distribution (Zamora-Munoz et al., 1993).

Table 1. List of stoneflies from Nam Nao National Park.

Larvae	Adults
1. *Neoperla*	*Neoperla* sp.
	N. gordonae
	N. cavaleriei
	N. mnong
2. *Etrocorema*	*E. nigrogeniculatum*
3. *Phanoperla*	-
4. *Tetropina*	-
5. *Amphinemura*	*Amphinemura* sp.
6. *Indonemoura*	-
7. *Nemoura*	-
8. *Sphaeronemoura*	-
9. *Rhopalopsole*	*Rhopalopsole* sp.

2. Species diversity

Qualitative sampling of stoneflies (Order Plecoptera) from Nam Nao National Park, Thailand, were conducted monthly from April 2001 to June 2002. Nine genera of Plecopteran larvae and seven species of adult were found (Table 1, Fig. 1 and 2).

Both nymphal and adult stages of *Neoperla* and *Amphinemura* were the most abundant in both streams and they are widely distributed in Asia (Sivec et al., 1988; Stark, 1987; Zwick, 1981). *Rhopalopsole* was the only Leuctridae found in Asia (Sivec, 1981). The morphologies of eggs of *Neoperla* sp. (Fig. 3a) and *E. nigrogeniculatum* (Fig. 3b) have very distinctive patterns.

3. Microhabitat

Perlidae and Nemouridae nymphs were found in decomposed leaf packs and Leuctridae inhabited sand and cobble. Nevertheless, most stoneflies prefered to inhabit fast-flowing reaches where oxygen replenishment was constant (Hynes, 1976; Morse et al., 1990). Substrate types, water temperature and

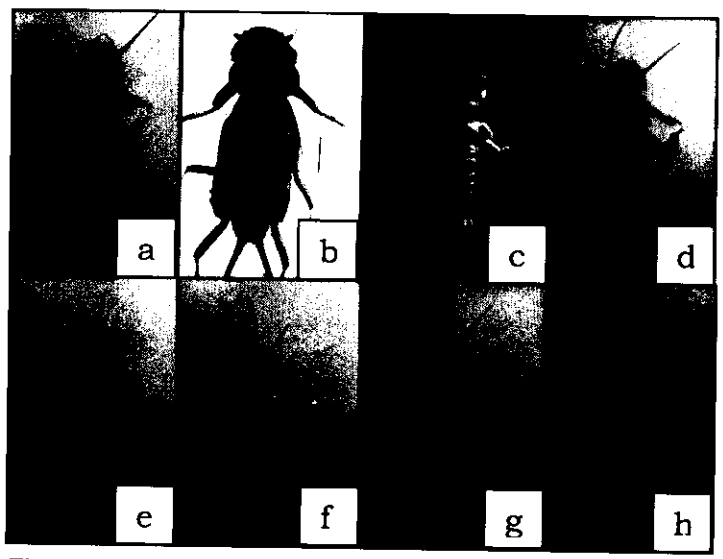


Figure 1. Stonefly larvae (a) *Neoperla*, (b) *Etrocorema*, (c) *Phanoperla*, (d) *Tetropina*, (e) *Amphinemura*, (f) *Indonemoura*, (g) *Sphaeronemoura* and (h) *Rhopalopsole* (scale = 1 mm).

oxygenation play important roles in nymph distribution (Zamora-Munoz et al., 1993).

4. Age distribution

The age distribution of larvae indicated an asynchronous development pattern and they emerged from winter to summer. They had a tendency to be non-seasonal univoltine.

5. Gut content analysis

E. nigrogeniculatum is a predator. The larvae consumed mainly Chironomidae, Simuliidae (90%) and the others ate detritus, filamentous algae, diatoms and plant tissues (10%).

Acknowledgements

This work was supported by the Biodiversity Research and Training Program (BRT T_145004). I would like to thank the headquarters of Nam Nao National Park and Prof. Dr. Ignac Sivec (Slovene Museum of Natural History, Presernava, Slovenia) for their suggestions.

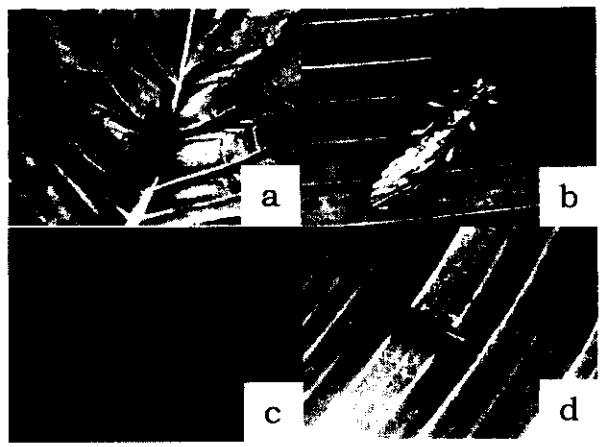


Figure 2. Stonefly adults (a) *E. nigrogeniculatum*, female (b) *E. nigrogeniculatum*, male (c) *N. mnong* and (d) *Amphinemura* sp.

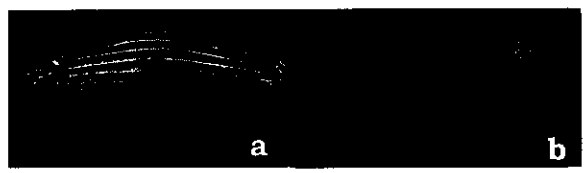


Figure 3. Egg morphology of (a) *Neoperla* sp. and (b) *E. nigrogeniculatum*.

References

Abel, P.D. 1996. Water Pollution Biology 2nd edition. Taylor & Fracis Ltd, London.

Cummins, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annual Review of Entomology* 18: 183-206.

Dudgeon, D. 1999. Tropical Asian Streams: Zoobenthos, Ecology and Conservation. Hongkong University Press, Hongkong.

Hynes, N.B.H. 1976. Biology of Plecoptera. Department of Biology of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada.

Morse, C.J., Y. Lianfang and T. Lixin. 1990. Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality. Hohai University Press, China.

Sivec, I. 1981. Contribution to the knowledge of Nepal stoneflies (Plecoptera). *Aquatic Insects* 3(4): 245-257.

Sivec, I., P.B. Stark and S. Uchida. 1988. Synopsis of the world genera of Perlinae (Plecoptera; Perlidae). *Scopolia* 16: 1-66.

Stark, P.B. 1987. Records and oriental Neoperlini (Plecoptera; Perlidae). *Aquatic Insects* 9(1): 45-50.

Nopnit, W. 2527. Scanning Electron Microscopy; Application for Biological Science. The Scientific and Technological Research Center, Chulalongkorn University, Bangkok.

Zamora-Munoz, C., A. Sanchez-Ortega and J. Alba- Tercedor. 1993. Physico-chemical factors that determine the distribution of mayflies and stoneflies in a High-Mountain Stream in Southern Europe (Sierra Nevada, Southern Spain). *Aquatic Insects* 15(1): 11-20.

Zwick, P. 1981. The south Indian species of Neoperla (Plecoptera; Perlidae). *Oriental Insects* 15(2): 113-126.

ความหลากหลายและความชุกชุมของผีเสื้อหนอนคืบ (Lepidoptera: Geometridae) ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส

ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์[1], ชัยวัฒน์ ประมวล[1], สุรไกร เพิ่มคำ[2] และ ศิริพร ทองอารีย์[3]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[2]ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[3]สถานีวิจัยสัตว์ป่า ป่าพรุ ป่าฮาลา-บาลา ตู้ ปณ.3 อ.แว้ง จ.นราธิวาส 96160

Abstract: Diversity and Abundance of Geometrid Moths (Lepidoptera: Geometridae) in Hala–Bala Wildlife Sanctuary, Narathiwat Province

Suparoek Watanasit[1], Chaiwat Pramual[1], Surakrai Permkam[2] and Siripron Thong-Aree[3]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Had Yai, Songkhla 90112, [2]Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Had Yai, Songkhla 90112, [3]Peat Swamp Hala-Bala Research Station P.O. Box 3, Waeng, Narathiwat 96160

Geometrid moths in the tropical rain forest of Hala–Bala Wildlife Sanctuary (< 200 meters above sea level), Narathiwat Province, southern Thailand, were investigated in terms of species diversity and abundance. Field data were collected every 2 months from July 2001 to July 2002. Three light traps were placed 200 meters apart. Moths were collected every 2 hours between 18.00 – 24.00 h for 3 consecutive nights. Seven hundred and fifty six individuals of geometrid moths comprising 5 subfamilies, 17 tribes, 67 genera and 129 species were collected and identified. According to the numbers of species and individuals, moths in the subfamily Ennominae (79 species, 522 individuals) were the predominant group followed by Geometrinae (32 species, 88 individuals), Desmobathrinae (8 species, 42 individuals), Sterrhinae (7 species, 24 individuals) and Larentiinae (3 species, 80 individuals). The numbers of species and individuals varied with collecting time as follows: 18.00 – 20.00 h (61 species, 199 individuals); 20.00 – 22.00 h (90 species, 298 individuals); 22.00 – 24.00 h (75 species, 259 individuals). However, the most abundant species were *Hypocecis costaria* Guenée, *Omiza lycoraria* Guenée, *Ectropis bhurmitra* Walker, *Hypomecis sommereri* Sato and *Eois memorata* Walker.

No differences in the total number of species or individuals were found between the dry and wet seasons.

Key words: Geometridae, Hala–Bala Wildlife Sanctuary, Narathiwat

บทนำ

ผีเสื้อหนอนคืบจัดอยู่ในวงศ์ Geometridae ซึ่งเป็นวงศ์หนึ่งที่มีความหลากหลายของชนิดมากในอันดับ Lepidoptera เป็นผีเสื้อกลางคืนที่มีขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ตัวหนอนของผีเสื้อหนอนคืบมีลักษณะเด่น คือ ประกอบด้วยขาเทียม 2 หรือ 3 คู่ มีการเคลื่อนที่เป็นแบบคืบคลานจึงมีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น geometer, measuring worm, geometrid moth หรือ inchworm (Waterhouse, 1970; Little, 1972) ผีเสื้อชนิดนี้มีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศ เพราะนอกจากจะเป็นตัวช่วยผสมเกสรของพืช (Nagamitsu and Inoue, 1997) แล้ว ยังใช้เป็นดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์หรือความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม (bioindicator) ได้ เนื่องจากมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมและฤดูกาลได้อย่างรวดเร็ว (Holloway, 1985, 1998)

ผีเสื้อหนอนคืบมีการแพร่กระจายไปทั่วทุกพื้นที่ที่มีพืชอาหาร โดยเฉพาะในป่าดิบชื้นซึ่งมีความหลากหลายของชนิดพืชมาก เช่น ที่บริเวณเกาะบอร์เนียวในประเทศมาเลเซีย สำรวจพบผีเสื้อหนอนคืบทั้งหมด 1,064 ชนิด

(Holloway, 1993, 1996, 1997) ที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า Lanjak – Entimau ในรัฐซาราวัค พบผีเสื้อหนอนคืบทั้งหมด 255 ชนิด (Chey, 2000) ในประเทศไทย Sato (1991, 1995) ได้ทำการศึกษาผีเสื้อหนอนคืบในหลายจังหวัดของไทย โดยเฉพาะที่จังหวัดเชียงใหม่ซึ่งพบเป็นชนิดใหม่ของโลก 4 ชนิด สำหรับในภาคใต้ของไทยนั้น จุฑามาส และคณะ (2542) และมณฑล (2544) ได้ทำการศึกษาผีเสื้อหนอนคืบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา โดยจุฑามาส และคณะ (2542) รายงานว่าผีเสื้อหนอนคืบที่พบอาจเป็นชนิดใหม่ถึง 7 ชนิด สำหรับการสำรวจภายหลังของมณฑล (2544) พบผีเสื้อหนอนคืบทั้งหมด 123 ชนิด ส่วนความหลากหลายของผีเสื้อหนอนคืบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ยังไม่เคยมีรายงานการศึกษามาก่อน

ฤดูกาลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการแพร่กระจาย จำนวนชนิด และความชุกชุมของแมลงในหลายๆ กลุ่ม รวมทั้งกลุ่มผีเสื้อด้วย (Vane - Wright et al., 1984; Samways, 1994) เช่น ผีเสื้อกลางคืนในวงศ์ Pyralidae มีจำนวนชนิดและจำนวนตัวเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูร้อน ขณะที่ผีเสื้อกลางคืนในวงศ์ Geometridae มีจำนวนชนิดและจำนวนตัวลดลงในช่วงฤดูร้อน (Ito et al., 1997) นอกจากนี้ Bosque et al. (1990) รายงานว่าผีเสื้อกลางคืนในวงศ์ Pyralidae ชนิด *Diatraea lineolata* (Walker), *D. sacharlis* (F) และ *Eoreuma loftini* (Dyar) มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นมากในช่วงฤดูฝน

วิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ป่าบาลา เป็นป่าดิบชื้นซึ่งอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ประกอบด้วยพื้นที่ป่าประมาณ 105,625 ไร่ ลักษณะโดยทั่วไปเป็นภูเขาสูงชัน มี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝนและฤดูร้อน มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 2,500 มิลลิเมตร/ปี อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 28 ^{0}C และความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 60% สามารถแบ่งสังคมพืชออกได้เป็น 3 ประเภท คือ สังคมพืชป่าดิบชื้นในระดับต่ำ (tropical lowland rainforest) พบที่ระดับความสูงต่ำกว่า 1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล สังคมพืชป่าดิบเขา (lower montane rainforest) พบกระจายทั่วไปตั้งแต่ 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป และสังคมพืชป่าเขาหินปูน (vegetation over limestone hill) พบที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 500-700 เมตร (ชวลิต, 2543)

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในป่าดิบชื้นพื้นที่ราบต่ำที่ระดับความสูงต่ำกว่า 200 เมตร จากระดับน้ำทะเลเท่านั้น

การเก็บข้อมูล

กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด (จุดที่ 1 อยู่ที่พิกัด 47N0814377, จุดที่ 2 อยู่ที่พิกัด 47N0814464 และจุดที่ 3 อยู่ที่พิกัด 47N08145478) ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่ละจุดห่างกันประมาณ 200 เมตร เก็บตัวอย่างผีเสื้อหนอนคืบด้วยกับดักแสงไฟ (black light) ที่มีกำลังส่องสว่าง 12 โวลต์ โดยใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากถ่านไฟฉาย 1.5 โวลต์ จำนวน 8 ก้อน ที่ติดตั้งไว้ในผ้ามุ้งคล้ายกรดพระธุดงค์ โดยติดตั้งกับดักแสงไฟ 1 กับดัก /1 จุดเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างผีเสื้อหนอนคืบที่มาเล่นแสงไฟซึ่งจะเกาะอยู่ข้างผ้ามุ้งทุกๆ 2 ชั่วโมง โดยเริ่มตั้งแต่เวลา 18.00 น. - 24.00 น. เป็นเวลา 3 คืนติดต่อกัน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2544 - เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2545 โดยเก็บตัวอย่าง 2 เดือนต่อครั้ง

ตัวอย่างผีเสื้อหนอนคืบที่จับได้นำมาจัดท่าทาง และเก็บรักษาไว้ที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ พร้อมบันทึกรายละเอียดในกระดาษบันทึกให้ครบถ้วน และนำไปศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานโดยจำแนกชนิดตามหนังสือ The Moths of Borneo ของ Holloway (1993, 1996, 1997)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows เวอร์ชั่น 10.0 เพื่อเปรียบเทียบผลของฤดูกาลต่อจำนวนชนิดและจำนวนตัวรวม จำนวนตัวในระดับวงศ์ย่อย จำนวนชนิดในระดับวงศ์ย่อย และจำนวนตัวในแต่ละชนิดของผีเสื้อหนอนคืบ โดยใช้การทดสอบทางสถิติแบบ independent - samples T-test

ผลการวิจัย

ความหลากชนิดและความชุกชุมของผีเสื้อหนอนคืบ

จากการศึกษาสำรวจพบผีเสื้อหนอนคืบทั้งหมด 756 ตัว 129 ชนิด ซึ่งจำแนกออกเป็นวงศ์ย่อยได้ 5 วงศ์ย่อย 17 เผ่า 67 สกุล (ตารางที่ 1 และภาคผนวก 1) โดยวงศ์ย่อย Ennominae พบจำนวนชนิดและจำนวนตัวมากที่สุด รองลงมาคือ Geometrinae, Desmobathrinae, Sterrhinae และ Larentiinae ตามลำดับ ได้จัดเรียงจำนวนชนิดที่พบจำนวนตัวมากเป็น 5 อันดับแรก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 และภาพที่ 1

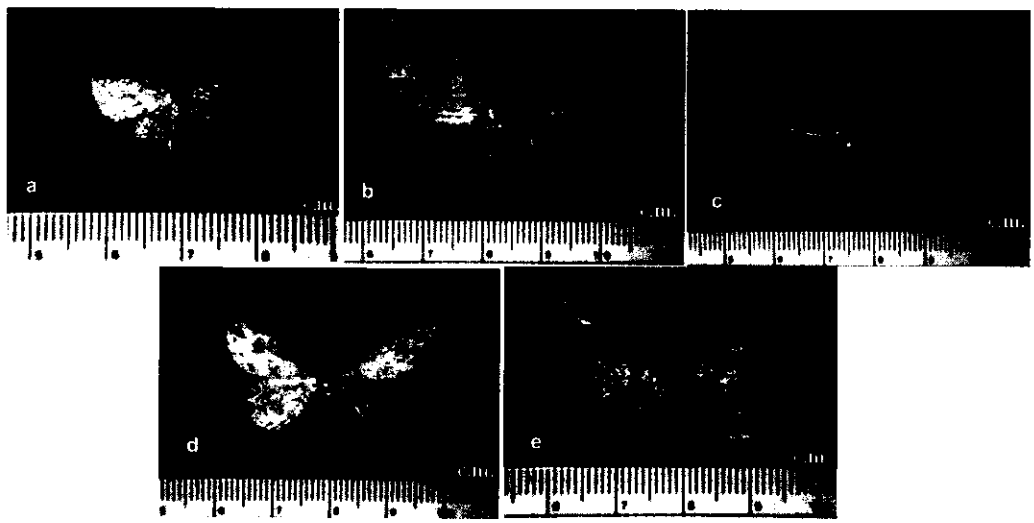
ตารางที่ 1. จำนวนชนิดและจำนวนตัวของวงศ์ย่อยผีเสื้อหนอนคืบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2544-กรกฎาคม 2545

วงศ์ย่อย	จำนวนเผ่า	จำนวนสกุล	จำนวนชนิด (%)	จำนวนตัว (%)
1. Ennominae	11	39	79 (61.24)	522 (69.05)
2. Geometrinae	1	20	32 (24.80)	88 (11.64)
3. Desmobathrinae	2	3	8 (6.20)	42 (5.56)
4. Sterrhinae	2	3	7 (5.43)	24 (3.17)
5. Larentiinae	1	2	3 (2.33)	80 (10.58)
รวม	**17**	**67**	**129 (100)**	**756 (100)**

สำหรับจำนวนชนิดและจำนวนตัวของผีเสื้อหนอนคืบในแต่ละช่วงเวลา พบว่าในช่วงเวลา 18.00 น. – 20.00 น. พบจำนวนชนิดและจำนวนตัวเท่ากับ 61 ชนิด 199 ตัว คิดเป็น 47.29% และ 26.36% ตามลำดับ ขณะที่ช่วงเวลา 20.00 น. - 22.00 น. มีจำนวนชนิดและจำนวนตัวเท่ากับ 90 ชนิด 298 ตัว คิดเป็น 69.77% และ 39.47% ตามลำดับ และในช่วงเวลา 22.00 น. – 24.00 น. สำรวจพบ 75 ชนิด 259 ตัว คิดเป็น 58.14% และ 34.30% ตามลำดับ จำนวนตัวของผีเสื้อหนอนคืบที่พบมากเป็น 5 อันดับแรกในแต่ละช่วงเวลา แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2. จำนวนตัวของผีเสื้อหนอนคืบที่พบมากใน 5 อันดับแรก ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2544-กรกฎาคม 2545

ชนิด	จำนวน (ตัว)	คิดเป็น (%)
1. *Eois memorata*	68	8.99
2. *Hypomecis costaria*	58	7.67
3. *Omiza lycoraria*	43	5.69
4. *Ectropis bhurmitra*	36	4.76
5. *Hypomecis sommereri*	31	4.10



ภาพที่ 1. a – e; ชนิดของผีเสื้อหนอนคืบที่พบเด่นใน 5 อันดับแรก ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา
โดยที่ a = *Eois memorata* Walker, b = *Hypomecis costaria* Guenée, c = *Omiza lycoraria* Guenée,
d = *Ectropis bhurmitra* Walker และ e = *Hypomecis sommereri* Sato

การเปลี่ยนแปลงของผีเสื้อหนอนคืบตามฤดูกาล

แมลงส่วนใหญ่จะรับรู้การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน (Young, 1982) การศึกษาครั้งนี้จึงได้แบ่งฤดูกาลตามหลักเกณฑ์ของ Whitmore (1990) โดยในช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตร จัดเป็นฤดูฝน และในช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร จัดเป็นฤดูแล้ง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามปริมาณน้ำฝนในอำเภอแว้ง ช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2544 - เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2545 (ตารางที่ 4) สามารถแบ่งฤดูกาลเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูฝน อยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2544 และช่วงเดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2545 และช่วงฤดูแล้ง อยู่ในช่วงเดือนมกราคม - เมษายน พ.ศ. 2545

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดและจำนวนตัวของผีเสื้อหนอนคืบในแต่ละวงศ์ย่อยระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง เมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างของทุกรายการ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 3. จำนวนตัวของผีเสื้อหนอนคืบที่พบมากใน 5 อันดับแรกของแต่ละช่วงเวลา ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2544 - กรกฎาคม 2545

ช่วงเวลา	อันดับที่พบ	ชนิด	จำนวนตัว	คิดเป็น %
18.00 – 20.00 น.	1.	*Eois memorata*	35	4.63
	2.	*Cleora determinata*	18	2.38
	3.	*Ectropis bhurmitra*	9	1.19
		Omiza lycoraia	9	1.19
		Zythos turbata	9	1.19
	4.	*Eois pallidula*	8	1.06
	5.	*Ozola turlini*	7	0.92
		Hypomecis subdetractaria	7	0.92
		Hypomecis sommereri	7	0.92
20.00 – 22.00 น.	1.	*Hypomecis costaria*	21	2.78
	2.	*Eois memorata*	19	2.51
	3.	*Ectropis bhurmitra*	14	1.85
		Hypomecis subdetractaria	14	1.85
	4.	*Mesaster albidiscata*	12	1.59
	5.	*Hypomecis sommereri*	11	1.46
		Petelia paroobathra	11	1.46
22.00 - 24.00 น.	1.	*Omiza lycoraia*	26	3.44
	2.	*Amblychia angeronaria*	23	3.04
	3.	*Hypomecis costaria*	17	2.25
	4.	*Chorodna complicataria*	13	1.72
		Hypomecis sommereri	13	1.72
	5.	*Ornithospila submonstrans*	8	1.06

ตารางที่ 4. ปริมาณน้ำฝนรวม (มม.) ในแต่ละเดือนของอำเภอแว้ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2544 - กรกฎาคม 2545 (ที่มา: สถานีตรวจอากาศอำเภอแว้ง จังหวัดนราธิวาส)

เดือน	กค.44	สค.44	กย.44	ตค.44	พย.44	ธค.44	มค.45	กพ.45	มีค.45	เมย.45	พค.45	มิย.45	กค.45
ปริมาณน้ำฝน (มม.)	438.3	182	384.6	511.3	392.7	497.7	86.8	57.5	70.3	35.9	248	158.7	262.4

ตารางที่ 5. ค่าเฉลี่ย (±se) ของจำนวนชนิด จำนวนตัวรวม จำนวนชนิดในแต่ละวงศ์ย่อย และจำนวนตัวในแต่ละวงศ์ย่อยของผีเสื้อหนอนคืบ ระหว่างฤดูฝน (n=5) และฤดูแล้ง (n=2) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2544 - กรกฎาคม 2545

เปรียบเทียบ	ฤดู		t-value	P
	ฝน	แล้ง		
จำนวนชนิด	46.00±7.49	41.00±9.00	0.735	0.495 ns
จำนวนตัวรวม	117.0±23.17	85.50±30.50	0.373	0.724 ns
จำนวนชนิดในแต่ละวงศ์ย่อย				
Ennominae	28.00±3.33	33.00±10.00	-0.651	0.544 ns
Geometrinae	8.40±2.29	8.50±6.50	-0.019	0.985 ns
Desmobathrinae	3.20±0.97	3.50±0.50	-0.275	0.794 ns
Sterrhinae	1.80±0.58	1.00±0	0.820	0.450 ns
Larentiinae	1.60±0.24	2.00±0	–1.633	0.178 ns
จำนวนตัวในแต่ละวงศ์ย่อย				
Ennominae	74.60±12.73	74.50±30.50	0.004	0.997 ns
Larentiinae	14.00±5.57	5.00±3.00	0.092	0.930 ns
Geometrinae	12.80±4.13	12.00±10.00	0.811	0.460 ns
Desmobathrinae	6.60±2.54	4.50±0.50	0.437	0.681 ns
Sterrhinae	3.80±1.77	2.50±0.50	0.952	0.385 ns

หมายเหตุ: ns = non significant (P>0.05)

วิจารณ์ผลการวิจัย

ความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของผีเสื้อหนอนคืบ

การศึกษาความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของผีเสื้อหนอนคืบในบริเวณป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา – บาลา จังหวัดนราธิวาส ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2544 - กรกฎาคม พ.ศ. 2545 พบผีเสื้อหนอนคืบทั้งหมด 756 ตัว 129 ชนิด 67 สกุล 5 วงศ์ย่อย โดยพบผีเสื้อหนอนคืบในวงศ์ย่อย Ennominae มากที่สุด (522 ตัว 79 ชนิด) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chey (2000), Intachat et al. (1999) และ Holloway (1984, 1985, 1989, 1993, 1996, 1997) แสดงให้เห็นว่าผีเสื้อหนอนคืบในวงศ์ย่อยนี้สามารถปรับตัวในเข้ากับสภาพป่าได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะพื้นที่ป่าราบต่ำ ทำให้สามารถแพร่กระจายได้อย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นป่าของประเทศไทยหรือป่าของประเทศมาเลเซีย นอกจากนี้ผีเสื้อหนอนคืบหลายชนิดในวงศ์ย่อย Ennominae ยังมีความชุกชุมของจำนวนตัวอยู่ในอันดับต้นๆ กว่าวงศ์ย่อยอื่นๆ เช่นชนิด *Hypomecis costaria* Guenée, *Omiza lycoraria* Guenée, *Ectropis bhurmitra* Walker และ *Hypomecis sommerei* Sato (ตารางที่ 1) ส่งผลให้วงศ์ย่อย Ennominae มีจำนวนตัวมากกว่าวงศ์ย่อยอื่นๆ

สำหรับช่วงระยะเวลาการศึกษาครั้งนี้พบจำนวนชนิดและจำนวนตัวในช่วงเวลา 20.00 น. - 22.00 น. มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Brehm (2002) ที่ศึกษาในป่าประเทศเอกวาดอร์ และการศึกษาของมณฑล (2544) ซึ่งพบว่าในช่วงเวลา 20.00 น. - 22.00 น. พบจำนวนตัวมากที่สุดเช่นกัน แต่จำนวนชนิดพบมากที่สุดในช่วงเวลา 18.00 น. - 20.00 น. การที่จำนวนชนิดและจำนวนตัวที่พบแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา อาจเนื่องมาจากผีเสื้อหนอนคืบแต่ละชนิดออกหากินในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังเช่นในผีเสื้อกลางคืนกลุ่มอื่นๆ ได้แก่ ผีเสื้อกลางคืนชนิด *Spodoptera exempta* มีความชุกชุมมากหลังจากดวงอาทิตย์ตกประมาณ 3 - 5 ชั่วโมง ขณะที่ผีเสื้อกลางคืนชนิด *Heliothis armiger* และ *Spodoptera litura* มีความชุกชุมมากหลังจากเที่ยงคืน (Muirhead - Thomson, 1991) เป็นต้น

ฤดูกาลกับความหลากหลายของผีเสื้อหนอนคืบ

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าฤดูกาลไม่มีผลต่อจำนวนชนิดและจำนวนตัวรวมของผีเสื้อหนอนคืบในป่าบาลา และเมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดและจำนวนตัวของผีเสื้อหนอนคืบในแต่ละวงศ์ย่อยก็ได้ผลเช่นเดียว

กัน คือฤดูกาลไม่มีผลต่อจำนวนชนิดและจำนวนตัวของผีเสื้อหนอนคืบในแต่ละวงศ์ย่อย ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Guedes et al. (2000) ที่พบว่าผีเสื้อหนอนคืบมีความชุกชุมของจำนวนประชากรในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง และการศึกษาของ Intachat et al. (2001) ที่พบว่าผีเสื้อหนอนคืบมีความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของประชากรในช่วงฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษาในรอบปีแตกต่างกัน โดยเฉพาะปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ โดยการศึกษาของ Guedes et al. (2000) ได้ดำเนินการศึกษาผีเสื้อหนอนคืบในป่ายูคาลิปตัส ประเทศบราซิล ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 116.67 มิลลิเมตร/เดือน อุณหภูมิเฉลี่ย 25°C ส่วนการศึกษาของ Intachat et al. (2001) ทำการศึกษาผีเสื้อหนอนคืบในป่าดิบชื้น ประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 133 มิลลิเมตร/เดือน อุณหภูมิเฉลี่ย 22.2°C สำหรับการศึกษาครั้งนี้พื้นที่ศึกษามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 255.86 มิลลิเมตร/เดือน อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.1°C ดังนั้นลักษณะภูมิอากาศอาจมีผลทำให้จำนวนชนิดและความชุกชุมของผีเสื้อหนอนคืบแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

บทสรุป

ผีเสื้อหนอนคืบเป็นกลุ่มผีเสื้อที่มีความสำคัญมากกลุ่มหนึ่งเพราะใช้เป็นดัชนีวัดความอุดมสมบูรณ์และความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมได้ จากการศึกษาความหลากหลายของผีเสื้อหนอนคืบในป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาสในครั้งนี้ พบผีเสื้อหนอนคืบ 756 ตัว 129 ชนิด 67 สกุล 17 เผ่า ใน 5 วงศ์ย่อยของ Ennominae, Geometridae, Desmobathrinae, Sterrhinae และ Larentiinae โดยช่วงเวลาที่พบจำนวนชนิดและจำนวนตัวมากที่สุดคือช่วงเวลา 20.00 น –22.00 น. และพบว่าฤดูกาล (ฤดูแล้งและฤดูฝน) ไม่มีผลต่อจำนวนชนิดและจำนวนตัวรวมของผีเสื้อหนอนคืบ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะในป่าดิบชื้นระดับต่ำและอยู่ในพื้นที่จำกัดของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จึงทำให้ตัวอย่างของผีเสื้อหนอนคืบที่พบยังไม่เป็นตัวแทนของความหลากหลายทั้งหมด เพราะชนิดของผีเสื้อหนอนคืบที่พบจะแตกต่างกันไปตามระดับความสูงของน้ำทะเล ดังนั้นถ้าได้ทำการศึกษาในหลายระดับความสูงของป่าดิบชื้นย่อมทำให้ได้จำนวนชนิดของผีเสื้อเพิ่มขึ้นกว่าการศึกษาในครั้งนี้

นอกจากนี้ยังพบว่าตัวหนอนของผีเสื้อหนอนคืบมีความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาหารในป่า ดังนั้นถ้าได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชอาหารกับตัวหนอนของผีเสื้อหนอนคืบ ย่อมทำให้ทราบชนิดของผีเสื้อหนอนคืบ และสามารถบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าแห่งนี้ได้เช่นเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_14515 และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร. 2530. แผนที่อำเภอแว้ง (แผนที่ภาพ). กรมแผนที่ทหาร กรุงเทพฯ.

จุฑามาส ผลพันธิน, ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ และสุรไกร เพิ่มคำ. 2542. ความหลากหลายของแมลงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง (เทือกเขาบรรทัด). ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย, วิสุทธิ์ ใบไม้ และคณะ (บรรณาธิการ). หน้า 351-354. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. Workpress printing กรุงเทพฯ.

ชวลิต นิยมธรรม. 2543. พันธุ์ไม้ในป่าฮาลา-บาลา. ฝ่ายโครงการพิเศษ กองแผนงาน กรมป่าไม้. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ.

มณฑล ตันตสุทธิกุล. 2544. ความหลากหลายทางชีวภาพของผีเสื้อหนอนคีบบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จ. สงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศูนย์รีโมทเซนซิ่งและสารสนเทศภูมิศาสตร์ ภาคใต้. 2545. แผนที่แสดงสถานีเก็บข้อมูล 3 สถานี คือ จุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ในป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา อำเภอแว้ง จังหวัดนราธิวาส (แผนที่ภาพ). ศูนย์รีโมทเซนซิ่งและสารสนเทศภูมิศาสตร์ ภาคใต้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา.

Bosque, L.A., J.W. Smith and H.W. Browning. 1990. Seasonality of cornstalk borers (Lepidoptera: Pyralidae) in Northeastern Mexico. *Environmental Entomology* 19(2): 345-356.

Brehm, G. 2002. Diversity of geometrid moths in a montane rainforest in Ecuador. Ph.D. Dissertation. University Bayreuth.

Chey, V.K. 2000. Moth diversity in the tropical rain forest of Lanjak-Entimau, Sarawak, Malaysia. *Malayan Nature Journal* 54(4): 305-318.

Guedes, R.N.C., T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio and A.G.B. Medeiros. 2000. Species richness and fluctuation of defoliator Lepidotera populations in Brazilian plantations of *Eucalyptus grandis* as affected by plant age and weather factors. *Forest Ecology and Management* 137: 179-184.

Holloway, J.D. 1984. The larger moth of Gunung Mulu National Park: a preliminary assessment of their distribution, ecology and potential as environmental indicators. *Sarawak Museum Journal* 2: 150-190.

Holloway, J.D. 1985. Moths as indicator organisms for categorizing rain forest and monitoring changes and regeneration processes. *In* Chadwick, A.C. and S.L. Sutton (eds.), Tropical Rain Forest, pp. 235-242. Leeds Philosophical and Literary Society, Leeds.

Holloway, J.D. 1989. Moths. *In* Lieth, H. and M.J.A. Werger (eds.), Tropical Rainforest Ecosystems of the World, pp. 437-453. Elsevier, Amsterdam.

Holloway, J.D. 1993. The moths of Borneo, Geometridae: Ennominae. *Malayan Nature Journal* 46: 1-309.

Holloway, J.D. 1996. The moths of Borneo, Geometridae: (include Orthostixini), Oenocrominae, Desmobathrinae, Geometrinae, Ennominae. *Malayan Nature Journal* 49: 147-326.

Holloway, J.D. 1997. The moths of Borneo, Geometridae: Sterrhinae, Larentiinae. *Malayan Nature Journal* 51: 1-242.

Holloway, J.D. 1998. The impact of traditional and modern cultivation parctices, including forestry, on Lepidoptera diversity in Malaysia and Indonesia. *In* Newbery, D.M., H.H.T. Prins and N.D. Brown (eds.), Dynamics of Tropical Communities, pp. 567-597. Blackwell Science, London.

Intachat, J., J.D. Holloway and M.R. Speight. 1999. The impact of logging on geometrid moth populations and their diversity in lowland forest of Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science* 11(1): 61-78.

Intachat, J., J.D. Holloway and H. Staines. 2001. Effects of weather and phenology on the abundance and diversity of geometrid moths in a natural Malaysian tropical rainforest. *Journal of Tropical Ecology* 17: 411-429.

Ito, Y., T. Inoe, W. Kong, A. Yamanaka and K. Endo. 1997. Seasonal fluctuations of the proportions of three major moth families and their species in the middle part of Yamagguchi prefecture. *Journal of Entomology* 48(4): 264-270.

Little, V.A. 1972. General and Applied Entomology. Harper & Row Publishers, New York.

Muirhead-Thomson, R.C. 1991. Trap Responses of Flying Insects. Academic Press, London.

Nagamitsu, T. and T. Inoue. 1997. A moth-pollinated dipterocarp that secretes nectar, *Dipterocarpus pachyphyllus* (Dipterocarpaceae). *In* Inoue, T. and A.A. Hamid (eds.), General Flowering of Tropical Rainforests in Sarawak, pp. 180-183. Center for Ecological Research Kyoto University, Kyoto.

Samways, J.M. 1994. Insect Conservation Biology. Chapman & Hall Publisher, London.

Sato, R. 1991. Records of genera *Hypomecis, Cleora* and *Alcis* (Geometridae: Ennominae) from Thailand, with descriptions of three new species and one new subspecies. *Tyo. to Ga.* 42(4): 271-288.

Sato, R. 1995. Records of the Boarmiini (Geometridae: Ennominae) from Thailand II. *Transactions of the Lepidoprological Society of Japan* 46(4): 209-227.

Vane-Wright, R.I., P.R. Ackery and P.J. Devries. 1984. The Biology of Butterflies. Academic Press, London.

Waterhouse, D.F. (ed.) 1970. The Insect of Australia. Melbourne University Press, Victoria.

Whitmore, T.C. 1990. Tropical Rain Forest of the Far East. 2nd ed. Oxford University Press, Oxford.

Young, A.M. 1982. Population Biology of Tropical Insects. Plenum Press, New York.

ภาคผนวกที่ 1. บัญชีรายชื่อชนิดของผีเสื้อหนอนคืบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2544 -กรกฎาคม 2545 ที่พบในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

ชนิด	จำนวนที่พบ (ตัว)		
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	รวม
Subfamily Ennominae			
1. *Hypochrosis subrufa* Bastelberger	0	4	4
2. *H. binexata* Walker	0	8	8
3. *H. pyrrhophaeata* Walker	0	2	2
4. *Omiza lycoraria* Guenée	7	36	43
5. *Celenna festivaria* Fabricius	0	7	7
6. *Achrosis* sp. 1	0	1	1
7. *Achrosis* sp. 2	0	4	4
8. *Mesaster albidiscata* Walker	6	12	18
9. *Ourapteryx podaliriata* Guenée	0	1	1
10. *Yashmakia orsinephes* Prout	5	7	12
11. *Parasynegia fortilineata* Holloway	1	2	3
12. *Borbacha punctipardaria* Holloway	0	2	2
13. *B. bipardaria* Holloway	0	1	1
14. *Plutodes malaysiana* Holloway	1	0	1
15. *P. evaginata* Holloway	1	2	3
16. *P. cyclaria* Guenée	0	1	1
17. *Hyperythra lutea* Stoll	1	4	5
18. *Petelia paroobathra* Prout	7	13	20
19. *P. medardaria* Herrich – Schaffer	3	4	7
20. *P. delostigma* Prout	2	2	4
21. *P. tuhana* Holloway	0	1	1
22. *Astygisa circularia* Swinhoe	0	1	1
23. *A. vexillaria* Guenée	1	1	2
24. *A. metaspila* Walker	1	1	2
25. *Pareumelea eugeniata* Guenée	2	0	2
26. *Xylinophylla hypocausta* Warren	0	3	3
27. *Heterostegane contessellata* Prout	5	0	5
28. *Peratophyga beta* Holloway	1	0	1
29. *P. hypsidesma* Holloway	1	0	1
30. *Zamarada eogenaria* Snellen	1	0	1
31. *Calletaera jotaria* Felder & Rogenhofer	1	1	2
32. *Probithia exclusa* Walker	2	0	2
33. *Godonela avitusaria* Walker	0	5	5
34. *G. nora* Walker	0	3	3
35. *G. mutabilis* Warren	1	0	1
36. *G. translineata* Walker	1	1	2
37. *G. albipuncta* Walker	1	0	1
38. *G. bornusaria* Holloway	1	1	2
39. *Godonela* sp. 1	0	1	1
40. *Godonela* sp. 2	0	1	1
41. *Bracca georgiata* Guenée	0	5	5
42. *Dalima subflavata* Felder & Rogenhofer	0	2	2
43. *Hyposidra picaria* Walker	0	13	13
44. *H. talaca* Walker	0	2	2

ภาคผนวกที่ 1. (ต่อ)

ชนิด	จำนวนที่พบ (ตัว)		
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	รวม
45. *H. incomptaria* Walker	0	6	6
46. *H. infixaria* Walker	0	7	7
47. *Chorodna complicataria* Walker	4	12	16
48. *Amblychia hymenaria* Guenée	2	6	8
49. *A. angeronaria* Guenée	4	23	27
50. *A. cavimargo* Prout	0	1	1
51. *Biston insularis* Warren	1	3	4
52. *Lulotrichia decursaria* Warren	0	8	8
53. *Cusiala bcarmoides acutijuxta* Holloway	0	2	2
54. *Cleora determinata* Walker	1	2	3
55. *Cleora* sp. 1	0	1	1
56. *Ectropis bhurmitra* Walker	2	34	36
57. *E. longiscapia* Prout	2	0	2
58. *Ruttellerona pallicostaria* Moore	0	4	4
59. *Ruttellerona* sp. 1	2	0	2
60. *Ophthalmitis rufilauta* Prout	0	1	1
61. *O. satoi* Holloway	2	5	7
62. *O. virdior* Holloway	0	4	4
63. *O. basiscripta* Holloway	0	3	3
64. *Catoria olivescens* Moore	1	7	8
65. *C. tamsi* Prout	0	2	2
66. *C. sublavaria* Guenée	0	1	1
67. *Hypomecis costaria* Guenée	20	38	58
68. *H. transcissa* Walker	0	1	1
69. *H. subdetractaria* Prout	8	21	29
70. *H. lioptilaria* Swinhoe	3	0	3
71. *H. sommereri* Sato	14	17	31
72. *H. separata* Walker	4	9	13
73. *H. tetragonata* Walker	1	4	5
74. *Hypomecis* sp. 1	0	1	1
75. *Abaciscus shaneae* Holloway	0	1	1
76. *Microcalicha delika* Swinhoe	4	9	13
77. *Microcalicha* sp. 1	1	1	2
78. *Monocerotesa locoscripta* Holloway	1	1	2
79. *Heteralex rectilineata* Guenée	0	2	2
Subfamily Desmobathrinae			
80. *Ozola hollowayi* Scoble & Sommerer	1	1	2
81. *O. turlini* Herbulot	9	12	21
82. *O. edui* Sommerer	0	1	1
83. *Oozola* sp. 1	1	0	1
84. *Celerena signata* Warren	1	6	7
85. *Eumelea rubrifusa* Warren	1	2	3
86. *E. florinata* Guenée	2	2	4
87. *E. ludovicata* Guenée	3	0	3
Subfamily Geometrinae			
88. *Orthorisma netunaria* Guenée	0	2	2

ภาคผนวกที่ 1. (ต่อ)

ชนิด	จำนวนที่พบ (ตัว)		
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	รวม
89. *Herchroma flavibasalis* Warren	0	1	1
90. *Metallophia vitticosta* Walker	2	2	4
91. *Epipristis nelearia* Guenée	0	2	2
92. *Pingasa ruginaria* Guenée	0	6	6
93. *P. rubimontana* Holloway & Sommerer	0	1	1
94. *Dindica olivacea* Inoue	0	1	1
95. *Tanaorhinus rafflesii* Moore	1	2	3
96. *Paramaxates spinivesica* Holloway	0	2	2
97. *Paramaxates* sp. 1	1	1	2
98. *Dooabia puncticostata* Prout	1	0	1
99. *Agathia quinaria* Moore	2	5	7
100. *A. succedanea* Warren	0	2	2
101. *A. arcuata* Moore	1	2	3
102. *A. laetata* Fabricius	0	2	2
103. *A. eromenoides* Holloway	0	1	1
104. *A. largita* Holloway	0	1	1
105. *A. cristifer* Walker	0	1	1
106. *Ornithospila bipunctata* Prout	0	1	1
107. *O. succincta* Prout	0	1	1
108. *O. avicularia* Guenée	1	3	4
109. *O. submonstrans* Walker	2	9	11
110. *Rhombocentra semipurpurea* Warren	1	5	6
111. *Spaniocentra lobota* Holloway	2	5	7
112. *S. megaspilaria* Guenée	0	1	1
113. *Protuliocnemis biplagiata* Moore	0	1	1
114. *Aporandria specularia* Guenée	0	2	2
115. *Episothalma robustaria* Guenée	1	7	8
116. *Thalassodes dissitoides* Holloway	0	1	1
117. *Orothalassodes retaka* Holloway	1	0	1
Subfamily Sterrhinae			
118. *Pelagodes tridens* Holloway	1	0	1
119. *Maxates coelataria* Walker	0	1	1
120. *Chrysocrapeda lunulata* Swinhoe	1	0	1
121. *Perixera decretaria* Walker	2	0	2
122. *P. ochreofusa* Holloway	0	1	1
123. *P. ochraria* Swinhoe	0	1	1
124. *Zythos turbata* Walker	0	15	15
125. *Z. strigata* Warren	0	3	3
126. *Z. obliterata* Walker	0	1	1
Subfamily Larentiinae			
127. *Chrysoclytis morbossa* Prout	1	0	1
128. *Eois memorata* Walker	7	61	68
129. *E. pallidula* Warren	1	10	11
รวม	**177**	**579**	**756**

The Spider Family Zodariidae in Northern Thailand

Saowapa Sonthichai and Pakawin Dankittipakul
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200, Thailand

A total of 361 zodariid spiders were collected during the period December 2001 to 2003 in northern Thailand. They comprised 7 genera and 25 species. These included *Asceua* Thorell (7 species), *Euryeidon* Dankittipakul & Jocqué (6 species), *Heradion* Dankittipakul & Jocqué (2 species), *Mallinella* Strand (7 species), *Storenomorpha* Simon (1 species), and undescribed genera of Cydrelinae and Zodariinae.

Key words: Araneae, Zodariidae, taxonomy, northern Thailand

Introduction

Zodariidae Thorell is a medium-sized family represented by 60 genera and 608 species (Platnick, 2004). The main distribution of the family centers in Africa and Australia. Nonetheless, there are significant taxonomic inventory data gaps in our knowledge of Zodariidae within Southeast Asia as a whole. This region appears to be very poor in zodariids as compared to the former tropical areas and only six genera have been mentioned (Dankittipakul and Jocqué, 2004; Jocqué, 1991; Murphy and Murphy, 2000): *Asceua* Thorell, *Euryeidon* Dankittipakul and Jocqué, *Heradion* Dankittipakul and Jocqué, *Mallinella* Strand, *Storenomorpha* Simon and *Zodarion* Walckenaer, the latter being a doubtful record from the Philippines. This number obviously represents only a small proportion of zodariid genera likely to occur in the region. The data for Thailand and Malaysia in particular are even more scant. Only one species, *Storenomorpha reinholdae* Jocqué & Bosmans, has been recorded from Thailand (Jocqué and Bosmans, 1989) and two species of *Storena* Walckenaer, *S. cinctipes* Simon 1893 and *S. obnubila* Simon 1901, were reported from Malaysia. The latter two do certainly not belong in *Storena,* which is a purely Australian genus (Jocqué and Baehr, 1992), and will probably turn out to belong either to *Asceua* or *Mallinella.* Two additional genera of the Zodariidae were recently established by Dankittipakul and Jocqué (2004): *Euryeidon* is composed of 6 species and is restricted to northern Thailand; *Heradion* is represented by 5 species, only 2 species occurring in Thailand.

Objectives

The objective of this project was to gather baseline data on the spider family Zodariidae in northern Thailand. The data consists of direct measures of spider diversity and relative abundance using a standardized and repeatable survey method.

Methods

During December 2001-2003, spider specimens were collected from the provinces of Chiang Mai, Chiang Rai, Lamphun, Lampang, Nan, Payao, Prae, Uttaradit and Pitsanulok. These included 23 localities and more than 60 sublocalities. The fieldwork was restricted to a number of sites in northern Thailand. Attempts were made to visit National Parks with appropriate terrestrial habitats. Sites were selected based on discussions with ecologists and people familiar with the sites. At some of the sites visited, no data was collected because they had limited terrestrial habitat.

The spiders were observed and data collected using a number of techniques including hand collection, pitfall trapping, leaf litter sieving, sweep netting and beating.

Spider specimens were placed in 70% ethyl alcohol. In the laboratory, collections were sorted taxonomically, and retained in alcohol vials. The left male palps were drawn with both ventral and retrolateral views. Epigynes were drawn in natural and cleared states. The epigynes were cleared by immersing in lactic acid or methyl salicylate solution.

Results

A total of 361 zodariid spiders were collected and examined during the study period, and comprised 7 genera and 25 species (Table 1).

Table 1. List of zodariid spiders examined during the study period.

Genus	Species	Distribution
Asceua Thorell	*A. khunmingensis*	China, northern Thailand
	Asceua sp. 2	**undescribed**, northern Thailand
	Asceua sp. 3	**undescribed**, northern Thailand
	Asceua sp. 4	**undescribed**, Prae
	Asceua sp. 5	**undescribed**, northern Thailand
	Asceua sp. 6	**undescribed**, Chiang Rai
	Asceua sp. 7	**undescribed**, Chiang Mai
Euryeidon Dankittipakul & Jocqué	*E. monticola*	Chiang Mai: Doi Suthep, Doi Inthanon
	E. musicum	Chiang Mai: Fang, Chiang Dao
	E. anthonyi	Chiang Mai: Chiang Dao
	E. sonthichaiae	Chiang Mai: Chiang Dao
	E. consideratum	Chiang Rai: Phan
	E. schwendingeri	Chiang Rai: Wiang Pa Pao
Heradion Dankittipakul & Jocqué	*H. naiadis*	Nakhon Ratchasima
	H. peteri	Chiang Mai: Chiang Rai
Mallinella Strand	*M. labialis* Song & Kim	China, northern Thailand
	Mallinella sp. 1	**undescribed**, Chiang Mai
	Mallinella sp. 2	**undescribed**, northern Thailand
	Mallinella sp. 3	**undescribed**, Lampang, Nan, Prae
	Mallinella sp. 4	**undescribed**, northern Thailand
	Mallinella sp. 5	**undescribed**, northern Thailand
	Mallinella sp. 6	**undescribed**, Chiang Rai
Storenomorpha Simon	*Storenomorpha* sp.	Chiang Rai: Wiang Pa Pao Chiang Mai: Doi Suthep, Doi Inthanon
	Note: Only juveniles of *Storenomorpha* were collected from the provinces of Chiang Rai and Chiang Mai. This could be an undescribed species since the only described species of the subfamily, *S. reinholdae* Jocqué & Bosmans, was collected from Khao Yai National Park. Unfortunately, the specimens died before reaching maturity. Considering the wide distribution of the genus, more species of *Storenomorpha* may occur in Thailand.	
Not yet described Cydrelinae Simon	Closely related to *Cydrela* Thorell but can be distinguished by: Prosoma with protruding carapace; dorsum of abdomen gray or black, clothed with white pubescent; more elongate embolus; membranous tegulum, except for lightly sclerotized conductor; very small eyes; eye formula 2-4-2, anterior eye row strongly procurved; basolateral extension of maxillae elongate; epigyne with median septum; large and compact spermathecae; long copulatory ducts.	
Not yet described Zodariinae Simon	Closely related to *Asceua* Thorell but can be distinguished by: large and deep cymbial fold; granulated carapace; legs with long spines; epigyne provided with median septum; spermathecae posteriorly located; long and superficial copulatory ducts.	

Conclusions

Mallinella and *Asceua* are the most abundant zodariid genera that can be found everywhere in Thailand, including the summit of Doi Inthanon-the highest mountain culminating at 2560 m. The discovery of *Euryeidon* and *Heradion* in this part of the tropics was a surprise as *Asceua* and *Mallinella* were indeed considered the only genera with numerous species. *Euryeidon* and *Heradion* recently described from Thailand and Malaysia are represented by species with a clear preference for rainforest very similar to those of *Mallinella* to which they appear to be strongly related.

The well-developed cephalic part appears to be linked with the faculty of digging specific substrata such as forest litter. Although *Heradion* is a newly discovered genus its distribution is apparently wide. The genus was originally reported from Thailand and Malaysia. Additional material examined from Vietnam and Indonesia clearly expands the known distribution of the genus (unpublished data). More species may occur in Thailand and its neighbors. These findings once more indicate that the forest floor fauna of Southeast Asia is still very superficially known and recent field work in the area has yielded more undescribed supraspecific taxa.

Acknowledgements

We would like to express thanks to the following for their material, literature, data and miscellaneous contributions to the project; Dr. Peter J. Schwendinger (Museum of Natural History, Geneva), Dr. Rudy Jocqué (Musee Royal de l'Afrique Centrale), Professor Volker Mahnert (Université de Genève), Dr. Christa Deeleman-Reinhold, Dr. Xin-Ping Wang (California Academy of Sciences), Dr. Angoon Lewvanich, Dr. Wipada Vungsilabutr (Ministry of Agriculture) and Dr. Darryl M. Small (Royal Melbourne Institute of Technology).

This project was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT R_145002.

References

Dankittipakul, P. and R. Jocqué. 2004. Two new genera of Zodariidae (Araneae) from Southeast Asia. *Revue suisse de Zoologie* 111(4).

Jocqué, R. 1991. A generic revision of the spider family Zodariidae (Araneae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 201: 1-165.

Jocqué, R. and B. Baehr. 1992. A revision of the Australian spider genus *Storena* (Araneae, Zodariidae). *Invertebrate Taxonomy* 6: 953-1004.

Jocqué, R. and R. Bosmans. 1989. A revision of the genus *Storenomorpha* Simon (Araneae, Zodariidae). *Spixiana* 12(2): 125-134.

Murphy, F. and J. Murphy. 2000. An Introduction to the Spiders of South East Asia. Malaysian Nature Society, Kuala Lumpur, 625 p.

Platnick, N.I. 2004. The world spider catalog, version 4.0. American Museum of Natural History, online at http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog 8187 /index.html.

การจำแนกชนิดและการกระจายของปลาวัยอ่อนแนวปะการัง เกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี

นิพัทธ์ ส้มกลีบ[1], ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์[1,2] และ อภิชาติ เติมวิชชากร[3]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[3]กลุ่มอนุกรมวิธานสัตว์น้ำจืด สถาบันพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Identification and Distribution of Coral Reef Fish Larvae at Khangkhao Island, Chonburi Province

Nipat Somkleep[1], Nittarat Paphavasit[1,2] and Apichart Termvidchakorn[3]

[1]Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, [2]Aquatic Resources Research Institute, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, [3]Department of Fisheries, Chatuchak, Bangkok 10900

Identification was conducted and distribution was investigated of fish larvae at Khangkhao Island, Chonburi Province, from June 2001 to September 2002. Sampling was scheduled bimonthly with both day and night samplings. A total of 12 stations were monitored around the island according to the shore profile, reef condition and the distance from the shore. Salinity, temperature and dissolved oxygen were recorded *in situ*.

A total of 43 families of fish larvae that were collected by plankton tows were recorded from the area. Fish larvae in the family Engraulidae formed the dominant group. Fish larvae in the families Gobiidae, Apogonidae, Carangidae, Cynoglossidae and Nemipteridae were next in terms of abundance. Only 6 families of fish larvae were recorded in demersal traps. Fish larvae in the families Pomacentridae comprised the dominant group in demersal traps. The reef of Khangkhao Island, Chonburi Province, served as a nursing, feeding and shelter ground for 19 families of true coral reef fishes. True reef residents found in the area were Apogonidae, Pomacentridae, Gobiidae, Monacanthidae, Carangidae and Sphyraenidae. Other fish, such as those in the families Serranidae, Labridae or Chaetodontidae, were temporary visitors. These coral reef fish larvae showed spatial and temporal variation in terms of abundance. Apart from reef condition, the fish larvae distribution showed significant correlations with salinity.

Key words: Khangkhao Island, fish larvae, coral reef

บทนำ

ระบบนิเวศชุมชนปะการังเป็นระบบนิเวศทางทะเลที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากความหนาแน่นและความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาใช้ประโยชน์จากบริเวณนี้ทั้งในแง่ของการเป็นแหล่งอาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งหลบภัย และแหล่งอนุบาลตัวอ่อน (Goldman and Talbot, 1976; Sales, 1977) กลุ่มปลาเป็นกลุ่มสัตว์ที่สามารถพบเห็นได้ง่ายและชัดเจนที่สุดในบริเวณแนวปะการัง เป็นที่รู้กันดีว่าปลาที่อยู่ในบริเวณแนวปะการังนี้มีความหลากหลายของชนิดสูง (Talbot and Goldman, 1972) ปลาทะเลประมาณ 7,000 ชนิด สามารถพบได้ในบริเวณแนวปะการัง โดยปลาเหล่านี้บางชนิดอาศัยอยู่ถาวรในแนวปะการัง บางชนิดใช้แนวปะการังเป็นบริเวณที่หาอาหาร บางชนิดใช้เป็นแหล่งหลบภัยและวางไข่ (Allen and Steene, 1994) ซึ่งปลาเหล่านี้นอกจากจะมีประโยชน์ในด้านการประมงแล้ว ยังมีประโยชน์ในด้านการท่องเที่ยวเนื่องมาจากรูปร่างและสีสันที่สวยงามของปลาแต่ละชนิดอีกด้วย

ปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณแนวปะการังนั้น โดยส่วนใหญ่มีช่วงชีวิตอยู่สองช่วง ได้แก่ ช่วงที่เป็นปลาวัยอ่อน และช่วงที่ปลามีการเจริญเข้าสู่วัยรุ่นแล้วและเข้ามาอาศัยอยู่อย่างถาวรในบริเวณแนวปะการัง (Sale, 1980) ซึ่งในช่วงที่เป็นปลาวัยอ่อนนั้นปลาเหล่านี้จะถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำและมีการเจริญอยู่ในมวลน้ำ เราสามารถพบปลาในแนวปะการังที่

อยู่ในระยะวัยอ่อนได้ตั้งแต่ในบริเวณแนวปะการังจนถึงบริเวณที่ไกลจากแนวปะการังนับร้อยๆ กิโลเมตร (Leis, 1983) ปลาเหล่านี้จะใช้เวลาอยู่ในมวลน้ำประมาณ 2-20 สัปดาห์ก่อนที่จะเจริญเข้าสู่ระยะวัยรุ่นและเข้ามาอาศัยอยู่ในแนวปะการัง

การศึกษาทางด้านชีววิทยาของปลาวัยอ่อนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อต้องการทราบว่าแหล่งน้ำในบริเวณนั้นๆ เป็นแหล่งกำเนิดและแหล่งอนุบาลปลาวัยอ่อนชนิดใดบ้าง หรือปลาชนิดนั้นๆ ใช้แหล่งน้ำในบริเวณใดเป็นแหล่งวางไข่ และปลาวัยอ่อนที่ออกมาจะมีการเจริญในแหล่งน้ำบริเวณใด ซึ่งในปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ยังมีค่อนข้างน้อย ผลจากการศึกษาเหล่านี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเพื่อนำมาใช้ในการประเมินทรัพยากรปลาซึ่งจะเข้ามาทดแทนประชากรปลาที่มีอยู่ในปัจจุบันได้

บริเวณแนวปะการังเกาะค้างคาว ยังไม่เคยมีผู้เข้าไปทำการศึกษาเกี่ยวกับปลาวัยอ่อน ดังนั้น ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้นอกจากจะได้องค์ความรู้ใหม่ในเรื่องของการจำแนกชนิดปลาวัยอ่อนในแนวปะการังและทำให้ทราบถึงแหล่งวางไข่และแหล่งอนุบาลตัวอ่อนของปลาในแนวปะการังแล้ว ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการังที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของปลาและปลาวัยอ่อนในกรณีที่แนวปะการังบริเวณนี้ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาในด้านต่างๆ ในระยะต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพิจารณาแนวทางเพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

ความหลากหลายของปลาในระบบนิเวศชุมชนปะการัง

ชนิดของปลาในแนวปะการังนั้นมีความหลากหลายมาก (Sale, 1980; Talbot and Goldman, 1972) มีปลาทะเลประมาณ 1,500 ชนิดอาศัยอยู่ในแนวปะการังบริเวณ Great Barrier Reef ประเทศออสเตรเลีย, 500 ชนิดอาศัยอยู่ในแนวปะการังบริเวณทะเล Caribbean, 440 ชนิดอาศัยอยู่บริเวณแนวปะการังของหมู่เกาะ Hawaii ประเทศสหรัฐอเมริกา และ 200 ชนิดอาศัยอยู่ในแนวปะการังของประเทศฟิลิปปินส์ (Goldman and Talbot, 1976) สำหรับประเทศไทยมีปลาอาศัยอยู่ในแนวปะการังประมาณ 300 ชนิด (Mongkolprasit, 1981) โดยประมาณ 200 ชนิด อาศัยอยู่ในบริเวณอ่าวไทย (Manthachitra and Sudara, 1991) และ 265 ชนิดอาศัยอยู่ในบริเวณทะเลอันดามัน (Satapoomin and Chansang, 2002)

ในบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทยนั้น ปลาในแนวปะการังบริเวณนี้มีความหลากหลายค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับบริเวณอื่นๆ เนื่องจากแนวปะการังในบริเวณนี้มีขนาดเล็กและมีความสมบูรณ์ค่อนข้างน้อย (นลินี และวิภูษิต, 2535) จากการศึกษาของ Mongkolprasit and Songsirikul (1988) ที่บริเวณเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง พบปลาในแนวปะการัง 48 ชนิด นลินี และวิภูษิต (2535) ทำการศึกษาโครงสร้างประชากรปลาในแนวปะการังบริเวณจังหวัดชลบุรีและระยอง พบว่า มีปลาที่อยู่ในแนวปะการังทั้งหมด 58 ชนิด ซึ่งจากการศึกษาทั้งสองพบว่าปลากลุ่มเด่นที่พบในแนวปะการังบริเวณฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย ได้แก่ ปลาสลิดทะเล (ครอบครัว Pomacentridae) ปลานกขุนทอง (ครอบครัว Labridae) และปลาอมไข่ (ครอบครัว Apogonidae) ส่วนแนวปะการังบริเวณเกาะค้างคาวนั้น พบว่ามีปลาอาศัยอยู่จำนวน 72 ชนิด โดยปลากลุ่มเด่นที่พบ ได้แก่ ปลาในครอบครัว Pomacentridae และ Labridae เช่นเดียวกับการศึกษาอื่นๆ ที่ทำในบริเวณจังหวัดชลบุรีและระยอง (Menasveta et al., 1987; Thapanand et al., 1988; Duangdee et al., 2000)

ปลาสลิดทะเล ปลานกขุนทอง และปลาอมไข่ จัดเป็นปลาที่สามารถพบได้ทั่วไปในแนวปะการัง (Allen and Steene, 1994) จากการศึกษาของ Leis and Rennis (1983) พบว่า ปลาสลิดทะเลและปลาอมไข่เป็นปลาที่มีไข่แบบติด (demersal egg) โดยปลาทั้งสองครอบครัวนี้จะวางไข่และมีการพัฒนาตัวอ่อนในบริเวณแนวปะการัง (Leis, 1991) ส่วนปลานกขุนทองเป็นปลาที่มีไข่แบบลอย (pelagic egg) (Leis and Rennis, 1983) โดยจะวางไข่ที่บริเวณด้านนอกของแนวปะการัง และเมื่อเป็นปลาวัยอ่อนจะมีการพัฒนาตัวอยู่ในบริเวณที่ไกลจากแนวปะการัง เมื่อพัฒนาตัวจนถึงระยะสุดท้ายของช่วงปลาวัยอ่อนแล้ว ก็จะเคลื่อนตัวเข้ามาอาศัยอยู่ในแนวปะการัง (Leis, 1991)

การศึกษาปลาวัยอ่อนในแนวปะการัง

การศึกษาปลาวัยอ่อนในบริเวณแนวปะการังนั้นในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาเรื่องนี้โดยตรง ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาที่บริเวณหมู่เกาะ Hawaii ประเทศสหรัฐอเมริกา และบริเวณแนวปะการัง Great Barrier Reef ประเทศออสเตรเลีย (Vasques et al., 1998) ซึ่งจากการศึกษาเหล่านี้ ทำให้เราสามารถแบ่งการกระจายของปลาวัยอ่อนในแนวปะการังได้โดยอาศัยลักษณะดังนี้

1. แบ่งการกระจายตามลักษณะของไข่

ลักษณะของไข่ปลานั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ ไข่ที่ลอยอยู่ในมวลน้ำ (pelagic egg) และไข่ที่ไม่ลอยอยู่ในมวลน้ำหรือไข่จมหรือไข่ที่อยู่บริเวณหน้าดิน (demersal egg) จากการศึกษาของ Miller (1974) และ Leis and Miller (1976) ที่บริเวณหมู่เกาะ Hawaii และ Leis (1982) ที่บริเวณรอบเกาะ Oahu, Hawaii สามารถแบ่งการกระจายของปลาวัยอ่อนตามลักษณะของไข่ได้เป็น 2 แบบ คือ

1.1 ปลาวัยอ่อนของปลาในแนวปะการังที่ไม่ได้เกิดจากไข่ที่ลอยอยู่ในน้ำ (ไข่จม) จะกระจายอยู่หนาแน่นบริเวณใกล้กับแนวปะการัง ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Leis and Goldman (1987) และ Milicich (1988) ที่ได้ศึกษาการกระจายของปลาวัยอ่อนบริเวณรอบ Lizard Island, Great Barrier Reef และพบว่าปลาวัยอ่อนที่พบเป็นครอบครัวเด่นในบริเวณนี้ ได้แก่ ปลาอมไข่ (ครอบครัว Apogonidae) ปลาบู่ (ครอบครัว Gobiidae) และปลาสลิดหิน (ครอบครัว Pomacentridae)

1.2 ปลาวัยอ่อนของปลาในแนวปะการังที่เกิดจากไข่ที่ลอยอยู่ในน้ำ จะหนาแน่นมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากฝั่งออกไป ซึ่งปลาวัยอ่อนของปลาในแนวปะการังหลายชนิดนั้นสามารถพบได้ในตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณที่อยู่ห่างออกไปจากฝั่ง (Leis, 1991) เช่น การศึกษาของ Janekarn and Kiorboe (1991) บริเวณทะเลอันดามัน พบว่า มีปลาวัยอ่อนของปลาในแนวปะการังหลายชนิด เช่น ปลากะรัง (ครอบครัว Serranidae) ปลานกขุนทอง (ครอบครัว Labridae) ปลาสลิดทะเล (ครอบครัว Siganidae) พบอยู่ที่บริเวณไกลจากฝั่งออกไป ซึ่งปลาเหล่านี้เป็นปลาที่เกิดจากไข่ลอยทั้งสิ้น

2. แบ่งการกระจายตามการใช้ประโยชน์จากแนวปะการัง

บริเวณแนวปะการังมีบทบาทค่อนข้างน้อยในการเป็นแหล่งอนุบาลปลาวัยอ่อน เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีอัตราการล่าสูงมาก (Johannes, 1978) จากการศึกษาของ Leis (1981) และ Leis and Goldman (1983) ที่บริเวณ Lizard Island, Great Barrier Reef ประเทศออสเตรเลีย สามารถแบ่งกลุ่มปลาวัยอ่อนที่พบในบริเวณแนวปะการังได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มที่พบได้ยากหรือพบน้อย ได้แก่ ปลาข้าวเม่าน้ำลึก (ครอบครัว Holocentridae) ปลาสิงโต (ครอบครัว Scopaenidae) ปลากะรัง (ครอบครัว Serranidae) ปลานกขุนทอง (ครอบครัว Labridae) ปลาผีเสื้อ (ครอบครัว Chaetodontidae) และปลาขี้ตังเบ็ด (ครอบครัว Acanthuridae) ซึ่งปลาในกลุ่มนี้จะไม่ใช้แนวปะการังในการวางไข่และอนุบาลตัวอ่อน

2.2 กลุ่มที่สามารถพบตัวอ่อนในระยะแรกได้ทั่วไปแต่พบตัวอ่อนระยะสุดท้ายได้ยาก โดยปลาวัยอ่อนในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาอมไข่ (ครอบครัว Apogonidae) บางชนิด ปลากะพง (ครอบครัว Lutjanidae) ปลาทราย (ครอบครัว Nemipteridae) ปลาหมูสี (ครอบครัว Lethrinidae) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปลาพวกนี้จะใช้แนวปะการังบริเวณนี้เป็นแหล่งวางไข่และฟักตัวเท่านั้น แต่จะไม่ใช้ในการพัฒนาตัวอ่อน

2.3 กลุ่มที่ตัวอ่อนในระยะแรกและระยะสุดท้ายสามารถพบได้โดยทั่วไป ได้แก่ ปลาอมไข่ (ครอบครัว Apogonidae) บางชนิด ปลาแพะ (ครอบครัว Mullidae) ปลาสาก (ครอบครัว Sphyraenidae) ปลาสลิดหิน (ครอบครัว Pomacentridae) บางชนิด และปลาบู่ (ครอบครัว Gobiidae) ซึ่งแสดงว่าปลาวัยอ่อนเหล่านี้จะเกิดและมีการอนุบาลตัวอ่อนอยู่ในบริเวณแนวปะการัง

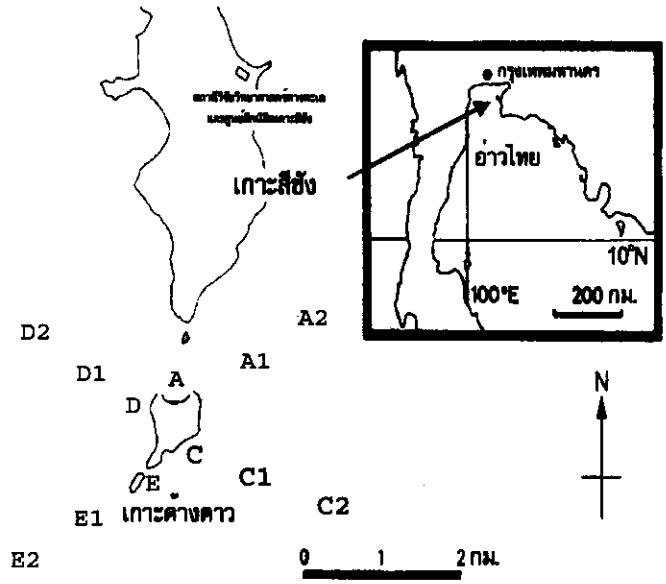
สำหรับในประเทศไทย การศึกษาปลาวัยอ่อนในบริเวณแนวปะการังยังไม่มีผู้ทำการศึกษาโดยตรง แต่จากการศึกษาที่ผ่านมานั้น สามารถสรุปได้ว่ามีปลาในแนวปะการังหลายชนิดเข้าใช้พื้นที่ในบริเวณชายฝั่งเพื่อเป็นแหล่ง

วางไข่และเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงตัวอ่อน เช่น ปลากะพง (ครอบครัว Lutjanidae) ปลาม้าน้ำ (ครอบครัว Syngnathidae) ปลาวัว (ครอบครัว Monacanthidae) ปลาอมไข่ (ครอบครัว Apogonidae) ปลาแพะ (ครอบครัว Mullidae) และปลากระดี่ทะเล (ครอบครัว Pempheridae) ส่วนบริเวณที่ไกลฝั่งออกไปจะพบตัวอ่อนของปลากะรัง (ครอบครัว Serranidae) ปลาสลิดทะเล (ครอบครัว Siganidae) ปลานกขุนทอง (ครอบครัว Labridae) และปลานกแก้ว (ครอบครัว Scaridae) มากกว่าในบริเวณที่ใกล้ฝั่ง (จงกลณี, 2529; Songchitsawat, 1989; วิศิษฐ์, 2531)

วิธีการ

การเก็บตัวอย่างปลาวัยอ่อน

เกาะค้างคาว ตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี บริเวณละติจูดที่ 12°06'35" ถึง 12°07'30" เหนือ ลองจิจูด 100°30'20" ถึง 100°40'50" ตะวันออก (ภาพที่ 1) กำหนดจุดเก็บตัวอย่างปลาวัยอ่อนไว้ 12 สถานี โดยมี 4 สถานีอยู่ในแนวปะการังของเกาะค้างคาว ได้แก่ สถานี A, C, D และ E สถานีเหล่านี้ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้กับดักแพลงก์ตอน (plankton trap) ขนาดตา 330 ไมครอน ปากเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดความกว้างของปากด้านละ 50 เซนติเมตร เพื่อเก็บตัวอย่างปลาวัยอ่อนที่อาศัยอยู่กับก้อนปะการัง ทำการเก็บตัวอย่างทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน โดยในเวลากลางวันจะวางกับดักเวลาประมาณ 7.00 - 17.00 น. ส่วนในเวลากลางคืนจะวางกับดักในเวลาประมาณ 18.00 - 6.00 น. ของวันรุ่งขึ้น ส่วนอีก 8 สถานี เป็นการเก็บตัวอย่างปลาวัยอ่อนที่อาศัยอยู่ในมวลน้ำ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นบริเวณที่ห่างจากแต่ละสถานีดังที่กล่าวมาแล้วในแนวตั้งฉากกับชายฝั่งประมาณ 1 กิโลเมตร โดยกำหนดให้เป็นสถานี A1, C1, D1 และ E1 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่สองกำหนดให้ห่างจากแต่ละสถานีในแนวตั้งฉากกับชายฝั่งประมาณ 2 กิโลเมตร โดยกำหนดให้เป็นสถานี A2, C2, D2 และ E2 ตามลำดับ เก็บตัวอย่างโดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร ขนาดตา 505 ไมครอน ติดเครื่องวัดกระแสน้ำ (flow meter) ทำการลากแพลงก์ตอนในแนวระดับที่บริเวณผิวน้ำ (ความลึก 0-2 เมตร) และที่บริเวณกลางน้ำ (ความลึก 8-10 เมตร) ในทุกสถานี โดยใช้เรือประมงขนาดเล็กลากด้วยความเร็วต่ำ การลากแต่ละครั้งใช้เวลา 5 นาที ทำการเก็บตัวอย่างทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน โดยการเก็บตัวอย่างจะทำพร้อมๆ กับการเก็บตัวอย่างโดยใช้กับดักแพลงก์ตอน ตัวอย่างที่ได้จะถูกนำมาเก็บรักษาไว้ในน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ในน้ำทะเลเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อในห้องปฏิบัติการ ทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 โดยเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 เดือน พร้อมกันนี้ได้ทำการตรวจวัดค่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง ดังนี้



ภาพที่ 1. สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแนวปะการังเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี

- วัดอุณหภูมิและความเค็ม โดยใช้เครื่อง SCT Meter (YSI-model 33)
- วัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยใช้เครื่อง Oxygen Meter (YSI-Model 50B)

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ทำการวิเคราะห์โดยแยกปลาวัยอ่อนซึ่งอยู่ในระยะที่เป็นตัวอ่อน (larva) ถึงระยะปลาวัยอ่อนขั้นหลัง (post-larva) โดยจำแนกถึงระดับวงศ์ (family) ระดับสกุล (genus) หรือระดับชนิด (species) เท่าที่สามารถทำได้ จากนั้นทำการวัดขนาดและวาดรูป ในการจำแนกชนิดของปลาวัยอ่อนใช้ลักษณะดังนี้ คือ ลักษณะของหัวและลำตัว ลักษณะและตำแหน่งของครีบ ลักษณะของทางเดินอาหาร ตำแหน่งของช่องทวาร หนามบนหัวและลำตัว ลักษณะและตำแหน่งของจุดสีและลักษณะที่วัดได้ โดยใช้เอกสารของ Leis and Rennis, 1983; Leis and Transki, 1989; Okiyama, 1988 และ Leis and Carson-Ewart, 2000 ในการจำแนกชนิด

วิเคราะห์ปริมาณปลาวัยอ่อนโดยใช้วิธีนับจำนวนปลาวัยอ่อนแต่ละครอบครัวและจำนวนตัวรวมทั้งหมดในแต่ละสถานี แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าเป็นจำนวนตัวต่อปริมาตรน้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร

วิเคราะห์ความแตกต่างของการกระจายและความหลากหลายของปลาวัยอ่อนในแต่ละสถานีในแต่ละเดือน และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละเดือนและแต่ละสถานีที่ทำการศึกษาโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูลแบบจำแนก 2 ทาง (ANOVA : two-factor without replication) รวมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับความหนาแน่นของปลาวัยอ่อนโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (pearson correlation)

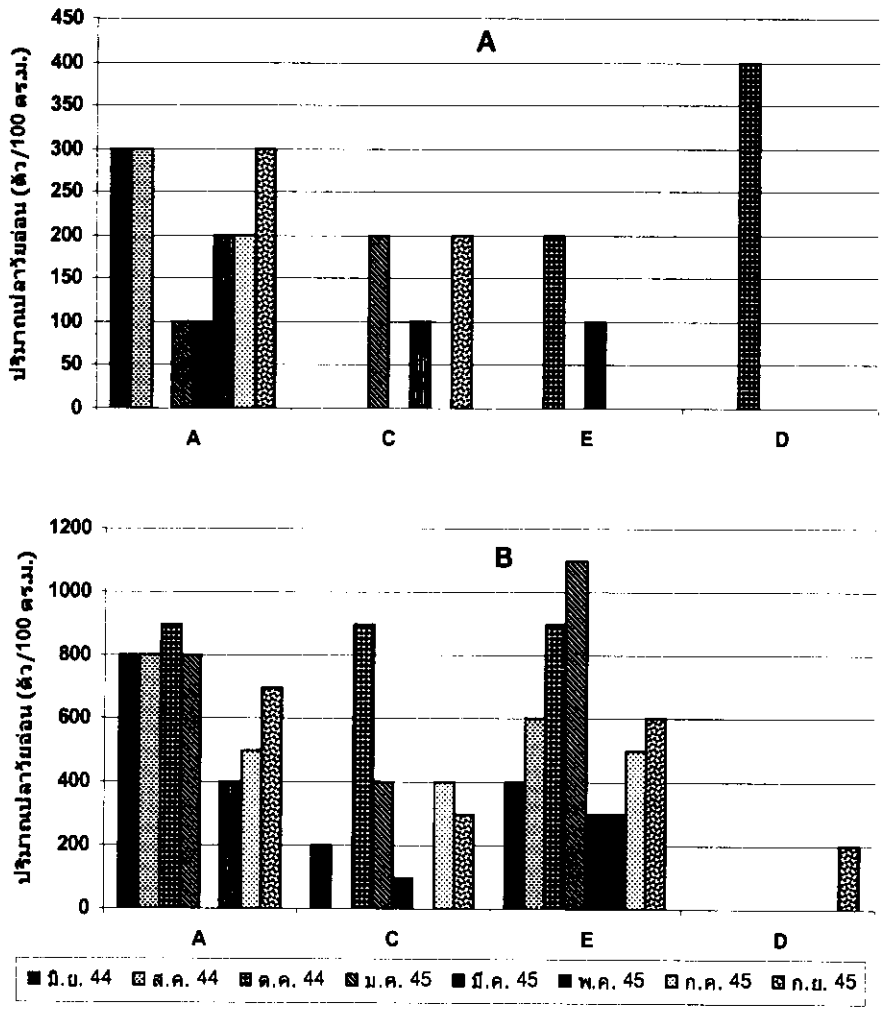
ผลการวิจัย

องค์ประกอบและความหนาแน่นของปลาวัยอ่อนที่พบในบริเวณแนวปะการัง

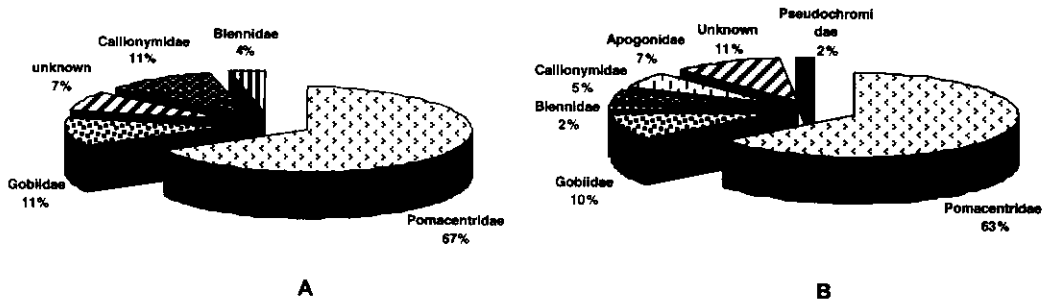
จำนวนชนิดและปริมาณของปลาวัยอ่อนที่เก็บได้จากกับดักแพลงก์ตอนทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืนนั้นมีน้อยมาก เนื่องจากกับดักแพลงก์ตอนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นกับดักแพลงก์ตอนซึ่งวางครอบลงไปบนปะการัง ทำให้ได้ตัวอย่างปลาวัยอ่อนและแพลงก์ตอนสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องทะเลหรืออาศัยอยู่ในซอกหลืบของก้อนปะการังเท่านั้น ส่วนปลาวัยอ่อนที่อยู่ในมวลน้ำไม่สามารถเก็บได้ โดยในช่วงกลางวัน ปริมาณปลาวัยอ่อนรวมมีค่าเท่ากับ 2,700 ตัว/พื้นที่ 100 ตารางเมตร โดยพบมากที่สุดในเดือนกันยายน 2545 (500 ตัว/พื้นที่ 100 ตารางเมตร) และพบน้อยที่สุดในเดือนมีนาคมและเดือนกรกฎาคม 2545 (200 ตัว/พื้นที่ 100 ตารางเมตร) (ภาพที่ 2A) โดยมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 17 ตัว/พื้นที่ 100 ตารางเมตร ส่วนในช่วงกลางคืนนั้นพบว่าปลาวัยอ่อนมีปริมาณรวมเท่ากับ 12,100 ตัว/พื้นที่ 100 ตารางเมตร โดยพบมากที่สุดในเดือนตุลาคม 2544 (2,700 ตัว/พื้นที่ 100 ตารางเมตร) และพบน้อยที่สุดในเดือนมีนาคม 2545 (400 ตัว/พื้นที่ 100 ตารางเมตร) (ภาพที่ 2B) ความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 54 ตัว/พื้นที่ 100 ตารางเมตร

องค์ประกอบของปลาวัยอ่อนที่ได้จากการเก็บตัวอย่างด้วยกับดักแพลงก์ตอนในเวลากลางวันประกอบด้วยปลาวัยอ่อนวงศ์ Pomacentridae ร้อยละ 67 วงศ์ Gobiidae และ Callionymidae ร้อยละ 11 (ภาพที่ 3A) ส่วนในเวลากลางคืนประกอบด้วยปลาวัยอ่อนวงศ์ Pomacentridae ร้อยละ 63 วงศ์ Gobiidae ร้อยละ 10 และวงศ์ Apogonidae ร้อยละ 7 (ภาพที่ 3B)

จำนวนปลาวัยอ่อนที่ได้จากกับดักแพลงก์ตอนในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ท่านอื่น (Milicich, 1988; Fisher and Bellwood, 2002) ทั้งนี้เนื่องจากกับดักแพลงก์ตอนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นกับดักแพลงก์ตอนซึ่งวางครอบลงไปบนปะการัง ทำให้ได้ตัวอย่างปลาวัยอ่อนและแพลงก์ตอนสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องทะเลหรืออาศัยอยู่ในซอกหลืบของก้อนปะการังเท่านั้น อีกทั้งกับดักแพลงก์ตอนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้ล่อเพื่อให้ปลาวัยอ่อนเข้ามาในกับดักซึ่งกับดักแพลงก์ตอนที่ใช้ในการศึกษาของ Miliciich (1988) และ Fisher and Bellwood (2002) นั้นเป็นกับดักแพลงก์ตอนซึ่งลอยอยู่ในมวลน้ำและมีแสงไฟช่วยดึงดูดให้ปลาเข้ามาในกับดักทำให้สามารถเก็บตัวอย่างปลาวัยอ่อนได้มากกว่า นอกจากนี้กับดักแพลงก์ตอนชนิดนี้ยังเก็บปลาวัยอ่อนได้ตั้งแต่ที่เป็นปลาวัยอ่อนระยะแรกจนถึงระยะสุดท้าย และสามารถวางได้หลายระดับความลึก ดังนั้นกับดักแพลงก์ตอนชนิดนี้จึงสามารถใช้ในการศึกษาการกระจายในแนวดิ่งของปลาวัยอ่อนได้อีกด้วย



ภาพที่ 2. ปริมาณปลาวัยอ่อน (ตัว/พื้นที่ 100 ตารางเมตร) ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างโดยกับดักแพลงก์ตอนตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา; A. เวลากลางวัน B. เวลากลางคืน



ภาพที่ 3. องค์ประกอบของปริมาณปลาวัยอ่อนที่ได้จากการเก็บตัวอย่างโดยกับดักแพลงก์ตอนตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา; A. เวลากลางวัน B. เวลากลางคืน

องค์ประกอบและความหนาแน่นของปลาวัยอ่อนที่พบบริเวณแหล่งน้ำรอบเกาะค้างคาว

องค์ประกอบของปลาวัยอ่อนที่พบบริเวณรอบเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี ตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยวิธีการเก็บด้วยถุงลากแพลงก์ตอน มีจำนวนทั้งหมด 6,118 ตัว จำแนกออกได้เป็น 43 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Engraulidae,

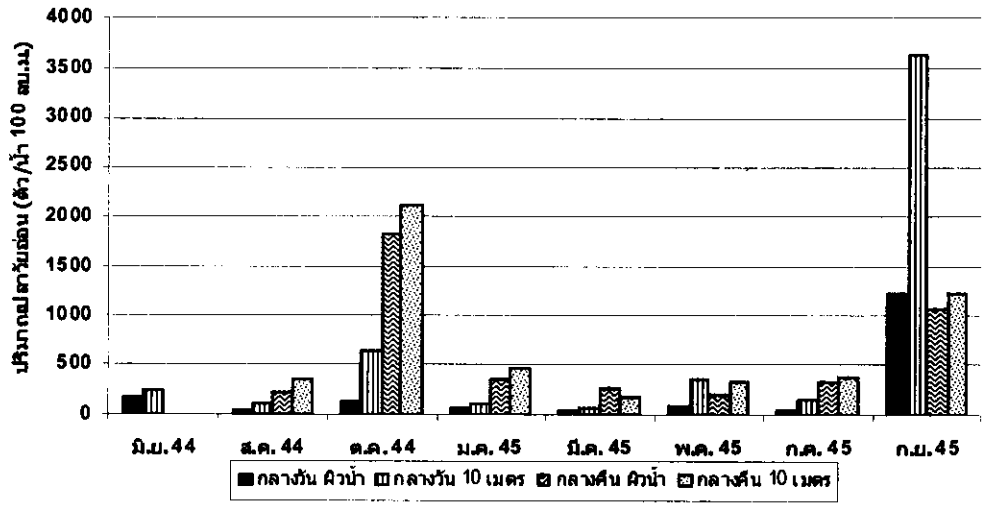
Clupeidae, Synodontidae, Bregmacerotidae, Mugilidae, Atherinidae, Pegasidae, Syngnathidae, Centriscidae, Scorpaenidae, Platycephalidae, Ambassidae, Serranidae, Pseudochromidae, Apogonidae, Sillaginidae, Carangidae, Leiognathidae, Haemulidae, Sparidae, Nemipteridae, Polynemidae, Sciaenidae, Mullidae, Pempheridae, Chaetodontidae, Teraponidae, Scaridae, Labridae, Pomacentridae, Pinguipedidae, Blennidae, Callionymidae, Gobiidae, Sphyraenidae, Psettodidae, Bothidae, Soleidae, Cynoglossidae, Triacanthidae, Monacanthidae, Tetraodontidae และ Diodontidae ส่วนตัวอย่างที่ไม่สามารถจำแนกได้ (unidentified) เป็นตัวอย่างที่ยังมีขนาดเล็กและอยู่ในระยะที่ยังมีถุงอาหารปรากฏอยู่หรือเป็นตัวอย่างที่ชำรุด

ปลาวัยอ่อนที่พบทั้งหมดนั้น วงศ์ Engraulidae, Apogonidae, Carangidae Nemipteridae และ Gobiidae เป็นปลาวัยอ่อนที่พบทุกเดือนตลอดช่วงที่ทำการศึกษา ส่วนปลาวัยอ่อนวงศ์ที่พบค่อนข้างน้อยและพบเพียงบางช่วงในรอบปี ได้แก่ วงศ์ Centriscidae, Sparidae, Scaridae และ Triacanthidae เป็นต้น

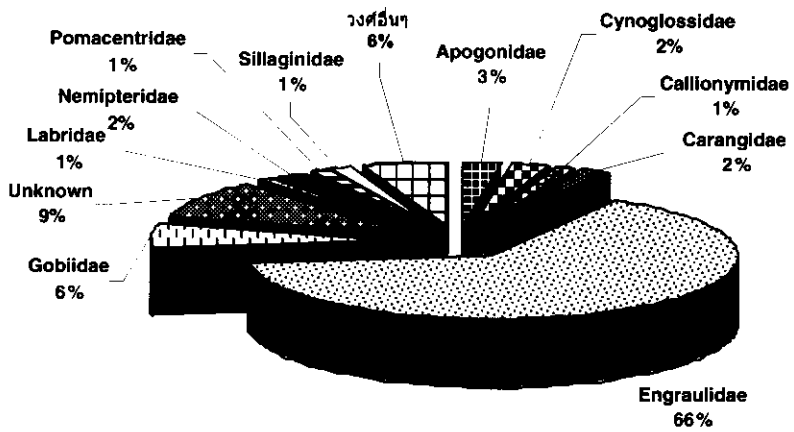
การศึกษาครั้งนี้ พบปลาวัยอ่อนรวมทั้งสิ้น 43 วงศ์ ซึ่งจัดว่าค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่นๆ (วิศิษฐ์, 2531; Songchitsawat, 1989) ทั้งนี้เนื่องมาจากเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างนานและเก็บตัวอย่างทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน ทั้งที่บริเวณผิวน้ำและที่ความลึก 10 เมตร ปลาวัยอ่อนที่พบปริมาณมากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Engraulidae และวงศ์ Gobiidae ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเกี่ยวกับปลาวัยอ่อนในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก โดยปลาวัยอ่อนในวงศ์ Engraulidae นั้น เป็นปลาผิวน้ำที่พบได้ทั่วไปในบริเวณอ่าวไทย (วิศิษฐ์, 2531; Songchitsawat, 1989) ในการศึกษาครั้งนี้พบปลาวัยอ่อนวงศ์นี้ทุกเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่าง โดยมีความหนาแน่นมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน ส่วนปลาในวงศ์ Gobiidae นั้นมีจำนวนสมาชิกในวงศ์มากและมีฤดูวางไข่ไม่พร้อมกันในแต่ละชนิด เราสามารถพบปลาในวงศ์นี้ได้ทั่วไปในแหล่งที่อยู่อาศัยอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นบริเวณป่าชายเลน แนวหญ้าทะเล และแนวปะการัง โดยปลาในวงศ์นี้มีบทบาทสำคัญในแง่ของการเป็นอาหารให้กับสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ส่วนปลาวัยอ่อนของปลาในแนวปะการังที่พบในบริเวณนี้ ได้แก่ ปลาวัยอ่อนในวงศ์ Syngnathidae, Scorpaenidae, Serranidae, Pseudochromidae, Apogonidae, Haemulidae, Nemipteridae, Mullidae, Pempheridae, Chaetodontidae, Pomacentridae, Labridae, Scaridae, Blennidae, Monacanthidae และ Diodontidae ซึ่งปลาโตเต็มวัยของปลาวัยอ่อนเหล่านี้ สามารถพบได้ในบริเวณแนวปะการังเกาะค้างคาว (Duangdee et al., 2000)

ปริมาณปลาวัยอ่อนที่เก็บได้โดยถุงลากแพลงก์ตอนรวมตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษานี้ มีค่าเท่ากับ 16,515 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกันยายน 2545 (7,166 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร) และรองลงมาในเดือนตุลาคม 2544 ซึ่งในทั้งสองช่วงนี้เป็นช่วงที่ความเค็มของน้ำทะเลมีค่าสูงที่สุดตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา สอดคล้องกับงานของ วิศิษฐ์ (2531) ซึ่งทำการศึกษาที่บริเวณอ่าวระยอง พบว่าค่าความหนาแน่นของปลาวัยอ่อนรวมทุกครอบครัวจะมีค่าสูงเมื่อค่าความเค็มมีค่าสูง และการศึกษาของ Suwanrumpha (1977) (อ้างโดย Songchitsawat, 1989) พบว่าความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่าวไทยตอนในจะมีมากในช่วงที่น้ำมีความเค็มสูงเช่นเดียวกัน ซึ่งแพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารให้กับปลาวัยอ่อน ปริมาณปลาวัยอ่อนมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 556 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร ในเดือนมีนาคม 2545 (เดือนมิถุนายน 2544 ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างในเวลากลางคืน จึงไม่นำมาเปรียบเทียบ) (ภาพที่ 4) องค์ประกอบของปลาวัยอ่อนที่พบทั้งหมดเป็นดังภาพที่ 5

ปลาวัยอ่อนที่เก็บได้จากถุงลากแพลงก์ตอนในการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นปลาวัยอ่อนระยะต้น ส่วนปลาวัยอ่อนระยะหลังนั้นพบเพียงบางวงศ์เท่านั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขนาดของถุงลากแพลงก์ตอนเล็กเกินไป ซึ่งการเก็บตัวอย่างปลาวัยอ่อนในทะเลเปิดนั้นควรใช้ถุงลากแบบ Bongo net ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับถุงลากแพลงก์ตอนติดกัน 2 อัน ซึ่งจะทำให้สามารถเก็บตัวอย่างปลาวัยอ่อนได้ปริมาณมากกว่า (อภิชาติ, 2529) นอกจากนี้ปลาวัยอ่อนระยะหลังยังมีความสามารถในการว่ายน้ำและมีการเรียนรู้ในการหลบหลีกอันตรายเพื่อเตรียมพร้อมเข้าสู่ระยะวัยรุ่นต่อไป (Leis, 1991) ซึ่งการศึกษาปลาวัยอ่อนจะมีความชัดเจนและสามารถอธิบายการกระจายหรือการเลือกที่อยู่อาศัยได้ชัดเจนขึ้นหากสามารถเลือกใช้วิธีเก็บตัวอย่างได้เหมาะสมและเพิ่มความถี่หรือช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างให้มากขึ้น



ภาพที่ 4. ปริมาณปลาวัยอ่อนที่ได้จากถุงลากแพลงก์ตอน (ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร) ในแต่ละเดือนตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

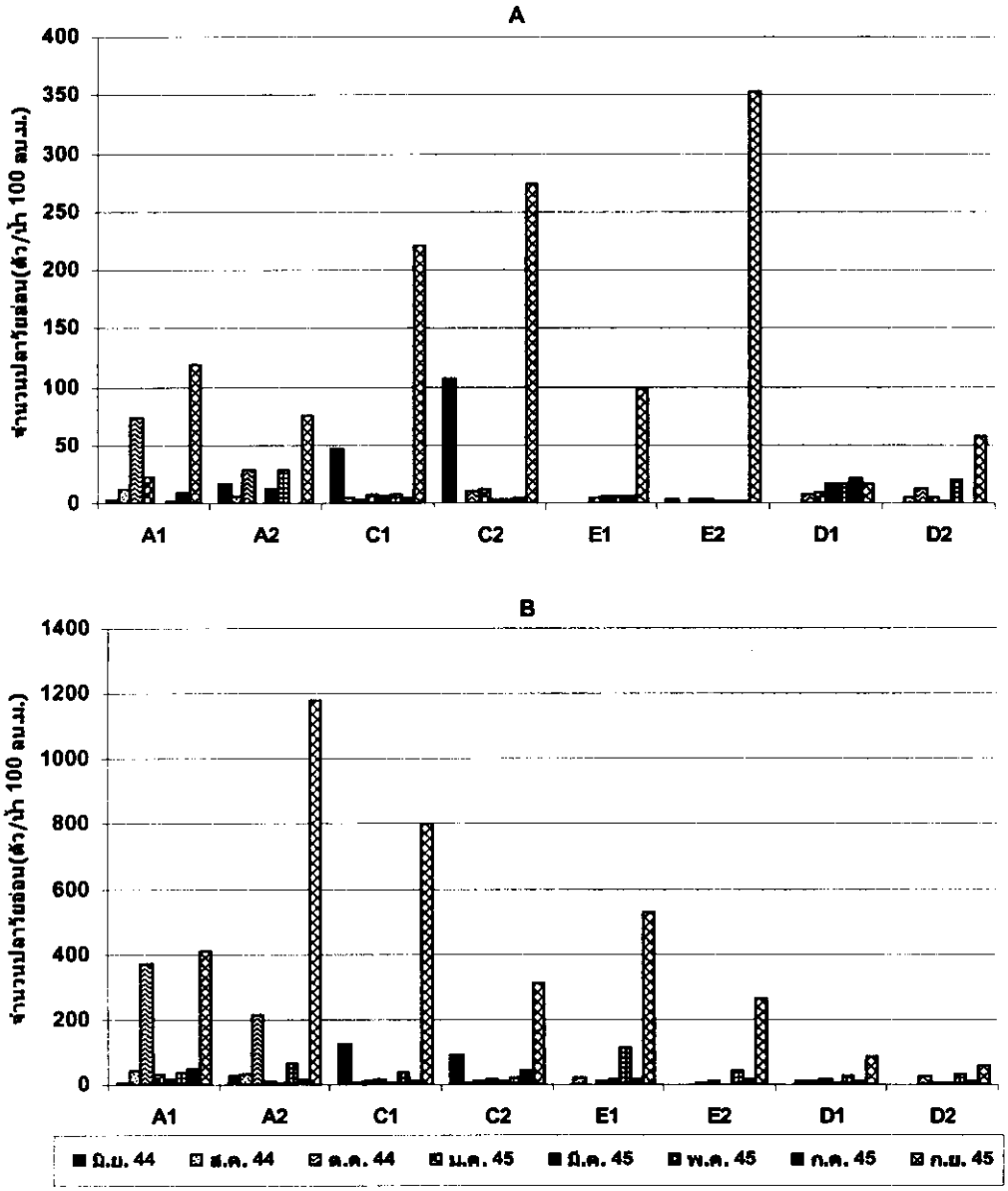


ภาพที่ 5. องค์ประกอบของปริมาณปลาวัยอ่อนที่ได้จากถุงลากแพลงก์ตอนตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

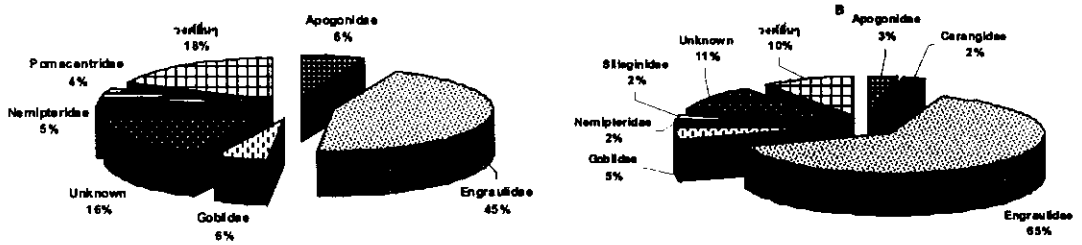
กลุ่มปลาวัยอ่อนที่พบในเวลากลางวัน

ปริมาณปลาวัยอ่อนรวมในเวลากลางวันที่บริเวณผิวน้ำ เท่ากับ 1,800 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร โดยมีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 1,214 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร ในเดือนกันยายน 2545 ส่วนเดือนสิงหาคม 2544 พบปลาวัยอ่อนมีปริมาณน้อยที่สุด (ภาพที่ 6A) ปริมาณปลาวัยอ่อนรวมที่ความลึก 10 เมตร มีค่าเท่ากับ 5,366 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร โดยมีปริมาณสูงสุดในเดือนกันยายน 2545 เท่ากับ 3,640 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร และต่ำสุดในเดือนสิงหาคม 2544 เช่นเดียวกับที่บริเวณผิวน้ำ (ภาพที่ 6B)

องค์ประกอบของปลาวัยอ่อนที่พบในเวลากลางวันที่บริเวณผิวน้ำประกอบด้วย ปลาวัยอ่อนวงศ์ Engraulidae ร้อยละ 45 วงศ์ Gobiidae และ Apogonidae ร้อยละ 6 วงศ์ Nemipteridae ร้อยละ 5 และวงศ์ Pomacentridae ร้อยละ 4 (ภาพที่ 7A) ส่วนที่ความลึก 10 เมตร ส่วนใหญ่ประกอบด้วยปลาวัยอ่อนวงศ์ Engraulidae ร้อยละ 65 วงศ์ Gobiidae ร้อยละ 5 วงศ์ Apogonidae ร้อยละ 3 วงศ์ Carangidae, Sillaginidae และ Nemipteridae ร้อยละ 2 (ภาพที่ 7B)



ภาพที่ 6. ปริมาณปลาวัยอ่อน (ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร) ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างโดยถุงลากแพลงก์ตอนในเวลากลางวันตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา; A. ที่บริเวณผิวน้ำ B. ที่ความลึก 10 เมตร



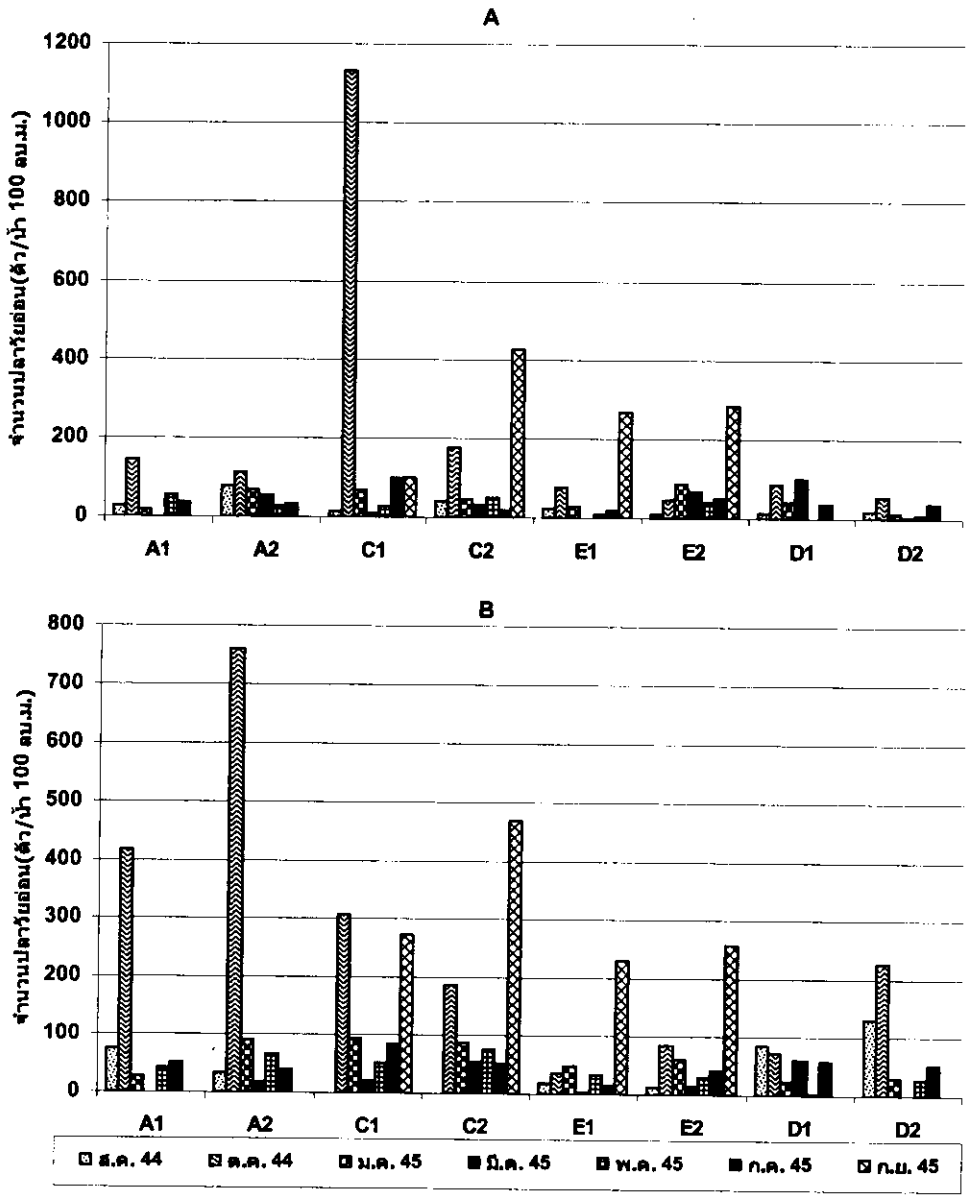
ภาพที่ 7. องค์ประกอบของปริมาณปลาวัยอ่อนที่พบบริเวณรอบเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี ในเวลากลางวันตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา; A. ที่ผิวน้ำ B. ที่ความลึก 10 เมตร

ปริมาณปลาวัยอ่อนที่พบในช่วงกลางวันที่ความลึก 10 เมตร มีมากกว่าที่บริเวณผิวน้ำ แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างระหว่างปริมาณปลาวัยอ่อนที่พบบริเวณผิวน้ำกับที่ความลึก 10 เมตร ที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 95% พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปลาวัยอ่อนชนิดเด่นที่พบในเวลากลางวันทั้งที่บริเวณผิวน้ำและที่ความลึก 10 เมตร ได้แก่ ปลาวัยอ่อนในวงศ์ Engraulidae และพบว่าปลาวัยอ่อนวงศ์นี้มีปริมาณและสัดส่วนมากกว่าที่ความลึก 10 เมตร ส่วนปลาวัยอ่อนชนิดอื่นที่มีปริมาณรองลงมาทั้งที่บริเวณผิวน้ำและที่ความลึก 10 เมตร คือ ปลาวัยอ่อนวงศ์ Apogonidae, Nemipteridae และ Gobiidae ส่วนวงศ์ Pomacentridae นั้น มีปริมาณค่อนข้างมากเฉพาะที่บริเวณผิวน้ำ วงศ์ Carangidae และ Sillaginidae มีปริมาณค่อนข้างมากที่ความลึก 10 เมตร

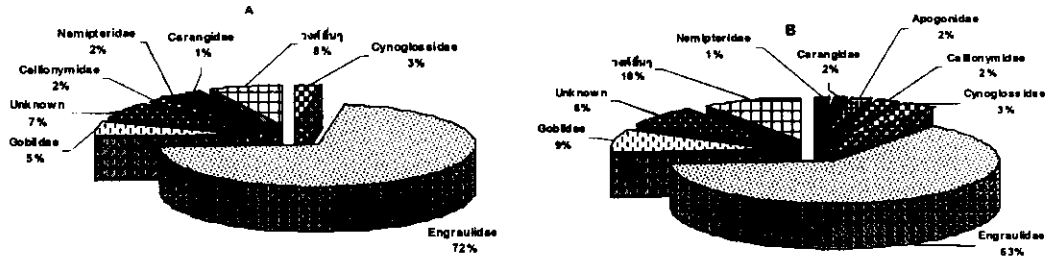
กลุ่มปลาวัยอ่อนที่พบในเวลากลางคืน

ปริมาณปลาวัยอ่อนกลุ่มที่พบในเวลากลางคืนที่ผิวน้ำ มีค่ารวมทั้งหมดเท่ากับ 4,294 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร โดยมีปริมาณสูงที่สุดเท่ากับ 1,826 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร ในเดือนตุลาคม 2544 และน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2545 (ภาพที่ 8A) ส่วนที่ความลึก 10 เมตรนั้น ปริมาณปลาวัยอ่อนรวมมีค่าเท่ากับ 5,053 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร โดยมีปริมาณสูงสุดในเดือนตุลาคม 2545 เท่ากับ 2,101 ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร และต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2544 (ภาพที่ 8B) และเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างระหว่างปริมาณปลาวัยอ่อนที่พบบริเวณผิวน้ำกับที่ความลึก 10 เมตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 8. ปริมาณปลาวัยอ่อน (ตัว/น้ำทะเล 100 ลูกบาศก์เมตร) ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างโดยถุงลากแพลงก์ตอนในเวลากลางคืนตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา: A. ที่บริเวณผิวน้ำ B. ที่ความลึก 10 เมตร

องค์ประกอบของปลาวัยอ่อนที่พบในเวลากลางคืนที่บริเวณผิวน้ำพบว่าประกอบด้วยปลาวัยอ่อนวงศ์ Engraulidae ร้อยละ 72 วงศ์ Gobiidae ร้อยละ 5 วงศ์ Cynoglossidae ร้อยละ 3 (ภาพที่ 9A) ส่วนที่ความลึก 10 เมตร ปลาวัยอ่อนที่พบส่วนใหญ่ประกอบด้วยปลาวัยอ่อนวงศ์ Engraulidae ร้อยละ 63 วงศ์ Gobiidae ร้อยละ 9 วงศ์ Cynoglossidae ร้อยละ 3 (ภาพที่ 9B)



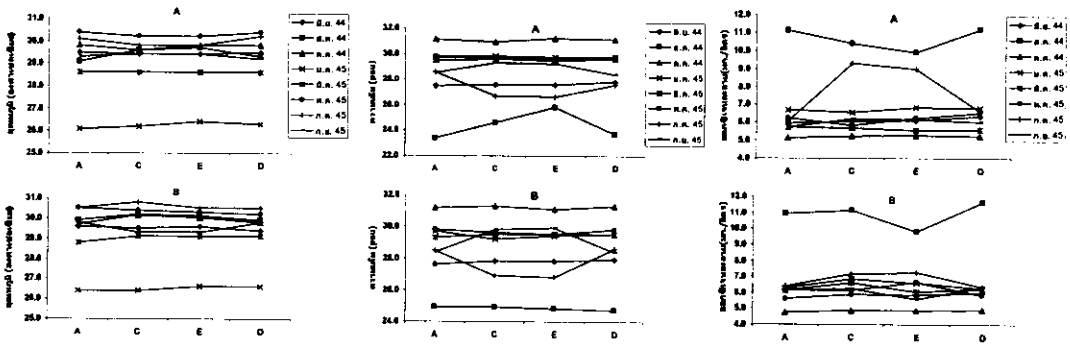
ภาพที่ 9. องค์ประกอบของปริมาณปลาวัยอ่อนที่พบบริเวณรอบเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี ในเวลากลางคืนตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา; A. ที่ผิวน้ำ B. ที่ความลึก 10 เมตร

ปริมาณปลาวัยอ่อนที่ได้จากการเก็บในช่วงกลางวันและกลางคืนนั้น ถึงแม้จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่จำนวนปลาวัยอ่อนที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในเวลากลางคืนมีจำนวนมากกว่าที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในเวลากลางวันอย่างเห็นได้ชัด (Leis, 1982; Vasques et al., 1998) ทั้งนี้มีเหตุผล 2 ประการ คือ ประการแรกในเวลากลางวันปลาวัยอ่อนมีความสามารถในการมองเห็นเครื่องมือที่ทำการเก็บตัวอย่าง ทำให้มันว่ายหลบหลีกเครื่องมือเก็บตัวอย่างได้ (Smith, 1981 อ้างโดย Vasques et al., 1998) และประการที่สอง คือ พฤติกรรมการอพยพในแนวดิ่งในเวลากลางวัน (Leis, 1991) ซึ่งปลาวัยอ่อนจะอพยพลงไปอยู่ในที่ลึกเพื่อหลบหลีกผู้ล่าซึ่งมีมากที่บริเวณผิวน้ำในเวลากลางวันและจะอพยพขึ้นมาในมวลน้ำในเวลากลางคืน นอกจากนี้พฤติกรรมการอพยพในแนวดิ่งในเวลากลางวันนี้ ยังมีผลต่อการกระจายและการดำรงอยู่ (maintain) ของตัวมันเองไม่ให้ถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำอีกด้วย (Kingford, 2001; Leis, 1982)

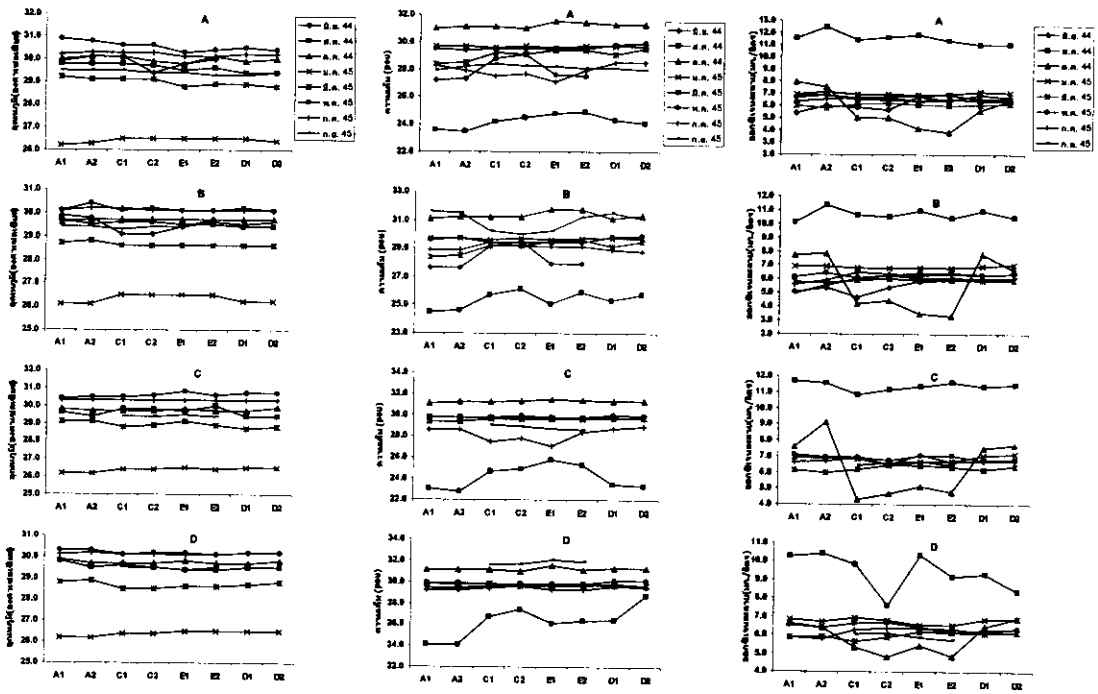
ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณเกาะค้างคาว

ในบริเวณแนวปะการังนั้น อุณหภูมิตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 26.25-30.30 องศาเซลเซียส ในเวลากลางวัน และ 26.50-30.58 องศาเซลเซียส ในเวลากลางคืน โดยในเวลากลางวันอุณหภูมิมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคม 2545 และต่ำสุดในช่วงเดือนมกราคม 2545 ส่วนในเวลากลางคืน อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2545 และต่ำสุดในช่วงเดือนมกราคม 2545 เช่นเดียวกับในเวลากลางวัน ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 24.38-31.08 ส่วนในพันส่วนในเวลากลางวัน และ 24.83-31.23 ส่วนในพันส่วนในเวลากลางคืน โดยทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนค่าความเค็มสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม 2544 และต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม 2544 สำหรับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำบริเวณนี้มีค่าอยู่ในช่วง 5.23 - > 7 มิลลิกรัม/ลิตร ในเวลากลางวัน และ 4.86 - > 7 มิลลิกรัม/ลิตร ในเวลากลางคืน โดยทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคม 2544 และต่ำสุดในช่วงเดือนตุลาคม 2544 (ภาพที่ 10)

อุณหภูมิของน้ำบริเวณรอบเกาะค้างคาวตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาในเวลากลางวันมีค่าอยู่ในช่วง 26.33-30.56 องศาเซลเซียส ส่วนในเวลากลางคืนมีค่าอยู่ในช่วง 26.39-30.60 องศาเซลเซียส โดยทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันคือ 30.6 องศาเซลเซียส ในเดือนพฤษภาคม 2545 ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 24.24-31.31 ส่วนในพันส่วนในเวลากลางวัน และ 24.18-31.83 ส่วนในพันส่วนในเวลากลางคืน โดยในเวลากลางวันและกลางคืนค่าความเค็มเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในเดือนตุลาคม 2544 เท่ากับ 31.32 และ 31.28 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบริเวณนี้มีค่าอยู่ในช่วง 5.67 - > 7 มิลลิกรัม/ลิตร ในเวลากลางวัน และ 5.84 - >7 มิลลิกรัม/ลิตร ในเวลากลางคืน โดยทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2544 เท่ากับ 11.52 และ 11.36 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 10. อุณหภูมิ ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณแนวปะการังเกาะค้างคาว ตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา; A. เวลากลางวัน B. เวลากลางคืน



ภาพที่ 11. อุณหภูมิ ความเค็ม และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ บริเวณรอบเกาะค้างคาว ตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา
A. บริเวณผิวน้ำ เวลากลางวัน B. ที่ความลึก 10 เมตร เวลากลางวัน
C. บริเวณผิวน้ำ เวลากลางคืน D. ที่ความลึก 10 เมตร เวลากลางคืน

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปลาวัยอ่อนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาความสัมพันธ์โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างปริมาณของปลาวัยอ่อนในทุกสถานีที่ทำการศึกษากับค่าปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบว่ากลุ่มปลาวัยอ่อนที่เก็บได้จากถุงลากแพลงก์ตอนที่บริเวณผิวน้ำในเวลากลางวันไม่แสดงความสัมพันธ์กับค่าปัจจัยสิ่งแวดล้อม ส่วนกลุ่มที่ได้จากที่ความลึก 10 เมตรนั้นแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับค่าความเค็ม แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ส่วนปริมาณของปลาวัยอ่อนในกลุ่มที่เก็บได้จากถุงลากแพลงก์ตอนในเวลากลางคืนที่บริเวณผิวน้ำแสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ แต่ไม่แสดงความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความเค็ม ส่วนกลุ่มที่เก็บได้ในเวลากลางคืนที่ความลึก 10 เมตร แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) กับความเค็ม อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. สหสัมพันธ์ (Pearson correlation) ระหว่างปริมาณปลาวัยอ่อนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ปริมาณปลาวัยอ่อนในแต่ละกลุ่ม					
	กลุ่มที่ได้จากถุงลากแพลงก์ตอน				กลุ่มที่ได้จากกับดักแพลงก์ตอน	
	บริเวณผิวน้ำ (กลางวัน)	ที่ความลึก 10 เมตร (กลางวัน)	บริเวณผิวน้ำ (กลางคืน)	ที่ความลึก 10 เมตร (กลางคืน)	กลางวัน	กลางคืน
อุณหภูมิ	0.024	0.095	0.040	0.133	0.035	-0.151
ความเค็ม	0.011	0.322*	0.202	0.430**	0.105	0.115
ออกซิเจนละลายน้ำ	-0.106	-0.125	-0.290*	-0.170	-0.140	-0.143

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), ** มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

การกระจายของปลาวัยอ่อน

สำหรับการกระจายของปลาวัยอ่อนในแต่ละสถานีนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Leis (1982) ซึ่งทำการศึกษาที่บริเวณหมู่เกาะ Hawaii ประเทศสหรัฐอเมริกา และพบว่าปริมาณปลาวัยอ่อนที่พบที่บริเวณห่างจากฝั่ง 200 เมตรกับที่ห่างจากฝั่ง 3 กิโลเมตรนั้นไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าปลาวัยอ่อนที่พบในบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นวงศ์ที่ไม่พบในแนวปะการัง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Leis and Miller (1976) โดยปลาส่วนใหญ่ที่พบในบริเวณนี้เป็นปลาที่อยู่ในทะเลเปิดหรือเป็นปลาในแนวปะการังที่เกิดจากไข่จม เช่น ปลาบู่ ปลาอมไข่ เป็นต้น

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปลาวัยอ่อนของปลาในแนวปะการังที่มีการกระจายอยู่หนาแน่นในบริเวณนี้ ได้แก่ ปลาวัยอ่อนวงศ์ Apogonidae, Gobiidae และ Pomacentridae ซึ่งปลาเหล่านี้เกิดจากไข่จม ส่วนปลาวัยอ่อนของปลาในแนวปะการังซึ่งเกิดจากไข่ลอย เช่น ปลาวัยอ่อนวงศ์ Serranidae, Scaridae หรือ วงศ์ Pempheridae ส่วนใหญ่นั้นพบว่ามีความหนาแน่นค่อนข้างน้อยในบริเวณนี้ ทั้งนี้เนื่องจากไข่ที่ลอยอยู่ในมวลน้ำมีโอกาสที่จะถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำได้ง่ายกว่าไข่ที่จมอยู่บริเวณหน้าดิน

สำหรับปลาวัยอ่อนที่พบในแนวปะการังนั้น (ปลาที่เก็บได้จากกับดักแพลงก์ตอน) ประกอบด้วยปลาวัยอ่อนวงศ์ Apogonidae, Pseudochromidae, Pomacentridae, Gobiidae, Blennidae และ Callionymidae ซึ่งปลาเหล่านี้นั้นล้วนเป็นปลาที่เกิดจากไข่จมทั้งสิ้น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. ชนิดของปลาในแนวปะการังที่พบในบริเวณแนวปะการังเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี และการพบปลาวัยอ่อนในแต่ละระยะของปลาแต่ละวงศ์รวมถึงชนิดของไข่และบริเวณที่เจริญของปลาวัยอ่อนในแต่ละวงศ์

ครอบครัว	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ปลาวัยอ่อน ระยะแรก	ปลาวัยอ่อน ระยะหลัง	ชนิดของไข่	บริเวณที่เจริญของปลาวัยอ่อน
Dasytidae	*Dasyatis kuhlii*	กระเบนจุดฟ้า				
Hemirhamphidae	*Hemirhamphus* sp.				ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Mugilidae	*Mugil* sp.	กะบอก		+	ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Scorpaenidae	*Scorpaenopsis* spp.	สิงโต	+		ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Holocentridae	*Sargocentrum rubrum*	ข้าวเม่าน้ำลึก			ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Serranidae	*Cephalopholis boenak*	กะรัง, เก๋า	+		ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
	Cephalopholis formosa					
	Diploprion bifasciatum	กะรังเมือก				
Apogonidae	*Apogon* spp.	อมไข่	+	+	ไข่จม	แนวปะการังและบริเวณใกล้เคียง
	Agonidae cyanosoma					
	Cheilodipterus artus					
	Cheilodipterus quinquelineatus					
	Cheilodipterus macrodon					
Carangidae	*Atule mate*	หางแข็ง	+	+	ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
	Gnathodon speciosus					
	Selaroides leptolepis					

ตารางที่ 2. (ต่อ)

ครอบครัว	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ปลาวัยอ่อน ระยะแรก	ปลาวัยอ่อน ระยะหลัง	ชนิด ของไข่	บริเวณที่เจริญของ ปลาวัยอ่อน
Lutjanidae	*Lutjanus fulvus*	กะพง			ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
	Lutjanus lutjanus					
	Lutjanus russelli					
	Lutjanus vitta					
Caesionidae	*Caesio xanthonota*					
Centropomidae	*Psammoperca vaigeiensis*	กะพงตาแมว			ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Gerreidae	*Gerres oyana*	ดอกหมาก			ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Haemulidae	*Diagramma pictum*	สร้อยนกเขา	+			
	Plectorhynchus chaetodonnoides					
	Plectorhynchus gibbosus					
Nemipteridae	*Scolopsis ciliatus*	ทรายขาว	+		ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
	Scolopsis margaritifer					
	Scolopsis monogramma					
	Scolopsis vosmeri					
Mullidae	*Upeneus tragula*	แพะ	+		ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Pempheridae	*Pempheris oulensis*	กระตี่ทะเล		+	ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Kyphosidae	*Kyphosus vaigeiensis*					
Chaetodontidae	*Chaetodon octofasciatus*	ผีเสื้อแปดขีด	+		ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
	Chelmon rostratus	ผีเสื้อปากยาว				
Pomacanthidae	*Pomacanthus sexstriatus*	สินสมุทร			ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Ephippidae	*Platax teira*	หูช้าง				
Pomacentridae	*Abudefduf bengalensis*	สลิดหิน	+	+	ไข่จม	แนวปะการังและบริเวณใกล้เคียง
	Abudefduf sexfasciatus					
	Abudefduf vaigeiensis					
	Chromis xanthochira					
	Amblyglyphidodon curacao					
	Amphiprion peridarion					
	Neoglyphidodon melas					
	Neopomacentrus azysron					
	Neopomacentrus cyanomos					
	Neopomacentrus filamentosus					
	Pomacentrus cuneatus					
	Pomacentrus moluccensis					
	Stegates obreptus					
Sphyraenidae	*Sphyraena* sp.	สาก	+	+	ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Labridae	*Halichoeres chloropterus*	นกขุนทอง	+		ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
	Halichoeres dussumieri					
	Halichoeres hoevenii					
	Halichoeres javanicus					
	Halichoeres melanurus					
	Hemigymnus melapterus					
Gobiidae	*Cryptocentrus* sp.	บู่	+	+	ไข่จม	แนวปะการังและบริเวณใกล้เคียง
Siganidae	*Siganus canaliculatus*	สลิดทะเล			ไข่จม	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
	Siganus guttatus					
	Siganus javus					
	Siganus virgatus					
Diodontidae	*Diodon liturosus*	ปักเป้า	+		ไข่ลอย	ทะเลเปิด ด้านนอกแนวปะการัง
Monacanthidae	*Monacanthus chinensis*	วัว	+	+		

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งกลุ่มปลาวัยอ่อนที่พบในบริเวณแนวปะการังตามการศึกษาของ Leis (1981) ตามการใช้ประโยชน์บริเวณแนวปะการังและบริเวณใกล้เคียงของปลาแต่ละชนิดตามระยะการเจริญเติบโตได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

- กลุ่มที่พบได้ยาก ได้แก่ ปลาวัยอ่อนวงศ์ Scorpaenidae, Serranidae, Haemulidae, Mullidae, Pempheridae, Scaridae, Chaetodontidae และ Diodontidae ซึ่งแสดงว่าปลาในกลุ่มนี้จะไม่ใช้แนวปะการังในการวางไข่และอนุบาลตัวอ่อน

- กลุ่มที่สามารถพบตัวอ่อนในระยะแรกได้ทั่วไป แต่พบตัวอ่อนในระยะหลังได้ยาก ได้แก่ ปลาวัยอ่อนวงศ์ Nemipteridae, Labridae และ Blennidae ซึ่งแสดงว่าปลาวัยอ่อนในกลุ่มนี้จะใช้แหล่งน้ำในบริเวณเกาะค้างคาวเป็นแหล่งวางไข่และฟักตัวอ่อนเท่านั้น แต่จะไม่ใช้ในการพัฒนาตัวอ่อน

- กลุ่มที่ตัวอ่อนในระยะแรกและในระยะสุดท้ายสามารถพบได้ทั่วไป ได้แก่ ปลาวัยอ่อนวงศ์ Apogonidae, Carangidae บางชนิด, Pomacentridae และ Sphyraenidae ซึ่งแสดงว่าปลาวัยอ่อนเหล่านี้จะเกิดและมีการพัฒนาตัวอ่อนอยู่ในบริเวณนี้

และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาชนิดของปลาวัยอ่อนที่พบในบริเวณนี้กับชนิดของปลาโตเต็มวัยที่พบในบริเวณแนวปะการังเกาะค้างคาว สามารถสรุปการใช้แนวปะการังเป็นที่อยู่อาศัยของปลาตามระยะการเติบโตต่างๆ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อาศัยอยู่ถาวรในแนวปะการังและแหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียง เป็นกลุ่มปลาที่อาศัยแนวปะการังและบริเวณใกล้เคียงเป็นแหล่งวางไข่ แหล่งอนุบาลตัวอ่อน แหล่งอาหาร และแหล่งอาศัย โดยพบได้ตั้งแต่ระยะที่เป็นปลาวัยอ่อนระยะแรกจนถึงระยะที่เป็นปลาโตเต็มวัย ได้แก่ ปลาวัยอ่อนในวงศ์ Apogonidae, Pomacentridae, Gobiidae และ Monacanthidae ส่วนปลาวัยอ่อนในวงศ์ Carangidae และ Sphyraenidae ซึ่งพบได้ในบริเวณนี้ตั้งแต่ระยะที่เป็นปลาวัยอ่อนระยะแรกจนถึงระยะที่เป็นปลาโตเต็มวัยนั้น ไม่ได้มีแหล่งอาศัยอยู่ในแนวปะการัง แต่จะเข้ามาในแนวปะการังเพื่อหาอาหารเท่านั้น ส่วนกลุ่มที่สองคือกลุ่มที่อาศัยแนวปะการังและแหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงเป็นแหล่งอาศัยเพียงระยะหนึ่งเท่านั้น โดยจะพบได้แค่ระยะวัยอ่อนระยะแรกหรือระยะหลังหรืออาจพบว่าเข้ามาเพื่อใช้แนวปะการังเป็นแหล่งหาอาหารในระยะเต็มวัยเท่านั้น เช่น ปลาวัยอ่อนในวงศ์ Serranidae, Lutjanidae, Labridae หรือวงศ์ Chaetodontidae

จากการศึกษาปลาวัยอ่อนในบริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรีนี้ ทำให้ทราบถึงความสำคัญของแนวปะการังและแหล่งน้ำในบริเวณนี้ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการชี้นำเพื่อให้เห็นคุณค่าของทรัพยากรที่มีอยู่ในบริเวณนี้ เพื่อประกอบการบริหารจัดการทรัพยากรปะการังในบริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนสืบต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_145026

เอกสารอ้างอิง

จงกลณี แช่มช้าง. 2529. ชนิดและการแพร่กระจายของปลาผิวน้ำวัยอ่อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานีถึงจังหวัดนราธิวาส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นลินี ทองแถม และวิภูษิต มัณฑะจิตร. 2535. โครงสร้างสังคมปลาในแนวปะการังบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. *วารสารการประมง* 45(8): 705-714.

วิศิษฐ์ จันทรสกุล. 2531. ชนิดและการแพร่กระจายของปลาวัยอ่อนบริเวณอ่าวระยอง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิชาติ เติมวิชชากร. 2529. การศึกษาลูกปลาวัยอ่อน. *วารสารการประมง* 39(6): 1-16.

Allen and Steene. 1994. Indo-Pacific Coral Reef Field Guide. Tropical Reef Research. Calendar Print, Singapore. 378 p.

Duangdee, T., A. Sopon, S. Jenkitkarn and P. Menasveta. 2000. Species composition and standing crop of coral reef fish in Khang Khao Island, gulf of Thailand. Proceeding of International Symposium on Ecology of Coral Reef Communities in the Gulf of Thailand. pp. 154-165. (in press)

Fisher, R. and B.R. Bellwood. 2002. A light trap design for stratum-specific sampling of reef fish larvae. *J. of Exp. Mar. Bio. Ecol.* 269: 27-37.

Goldman, B. and F.H. Talbot. 1976. Aspect of the ecology of coral reef fishes. *In* Jones, O.A. and R. Endean (eds.), Biology and Geology of Coral Reefs, Vol. 3: biology 2, pp. 125-154. Academic press, New York.

Janekarn, V. and T. Kiorboe. 1991. The distribution of fish larvae along the Andaman coast of Thailand. *Phuket Mar. Biol. Cent. Res. Bull.* 56: 41-61.

Johannes, R.E. 1978. Reproduction strategies of coastal marine fish in the tropics. *Envir. Biol. Fish* 3: 65-84.

Kingford, M.J. 2001. Diel pattern of abundance of presettlement reef fishes and pelagic larvae on a coral reef. *Mar. Biol.* 138: 853-867.

Leis, J.M. 1981. Distribution of fish larvae around Lizard Island, Great Barrier Reef: Coral reef lagoon as refuge. Proc. Int. Coral Reef Sym., 4th 2, pp. 471-477.

Leis, J.M. 1982. Nearshore distribution of larval fish (15 taxa) and planktonic crustaceans (6 taxa) in Hawaii. *Mar. Bio.* 72: 89-97.

Leis, J.M. 1983. Coral reef fish larvae (Labridae) in the East Pacific Barrier. *Copeia* (1983): 826-828.

Leis, J.M. 1991. The pelagic stage of reef fishes: The larval biology of coral reef fishes. *In* Sale, P.F. (ed.), The Ecology of Fishes on the Coral Reefs, pp. 183-230. Academic press, New York.

Leis, J.M. and B. Goldman. 1983. Studies on the biology of larval fishes in the Lizard Island area, Northern Great Barrier Reef. Proc. Great Barrier Reef Conf., pp. 221-225.

Leis, J.M. and B. Goldman. 1987. Composition and distribution of larval fish assemblages in the Great Barrier Reef Lagoon, near Lizard Island Australia. *Aus. J. Mar. Freshw. Res.* 38: 46-125.

Leis, J.M. and J.M. Miller. 1976. Offshore distributional pattern of Hawaiian fish larvae. *Mar. Biol.* 36: 359-367.

Leis, J.M. and D.S. Rennis. 1983. The Larvae of Indo-Pacific Coral Reef Fishes. University of Hawaii Press. 269 p.

Leis, J.M. and T. Transki. 1989. The Larvae of Indo-Pacific Shorefishes. New South Wales University Press. 371 p.

Leis, J.M. and B.M. Carson-Ewart. 2000. The Larvae of Indo-Pacific Coastal Fishes. Brill. 850 p.

Okiyama, M. 1988. An Atlas of Early Stage Fishes in Japan. Tokai University Press, Japan. 1154 p.

Manthachitra, V. and S. Sudara. 1991. Status of coral reef fishes along the west coast of the gulf of Thailand. *In* Alcala (ed.), Proc. Regional Symp. Living Resources in Coastal Areas, pp. 129-134. Manila, Philippines.

Menasveta, P., T. Wongratana, N. Chaithanavisuti and S. Rungsupa. 1987. Species composition and standing crop of coral reef fishes in the Sichang Island, gulf of Thailand. *Galaxea* 5: 115-121.

Milicich, M.J. 1988. The distribution and abundance of presettlement fish in the nearshore waters of Lizard Island. Proc. 6th Int. Coral Reef Sym., Vol. 2, pp. 425-442. Australia.

Miller, J.M. 1974. Nearshore distribution of Hawaiian marine fish larvae: effect of water quality, turbidity and currents. *In* Blaxter, J.H.S. (ed.), The Early Life History of Fish. Springer-Verlag, New York.

Mongkolprasit, S. 1981. Investigation of coral reef fishes in Thai waters. *In* Gomez, E.D., C.E. Birkland, R.W. Budemeier, R.E. Johannes, J.A. Marsh, Jr. and R.T. Tsuda (eds.), Proc. 4th Int. Coral Reef Sym., Vol. 2, pp. 491-496. Philippines.

Mongkolprasit, S. and T. Songsirikul. 1988. Systematic studies of fishes from Ko Samet and adjacent areas, gulf of Thailand, with some new record species. *Fisheries Magazine* 41(1): 45-53.

Sale, P.F. 1977. Maintenance of high diversity in coral reef fish communities. *American Naturalist* 111(978): 337-359.

Sale, P.F. 1980. The ecology of fishes on the coral reefs. *Oceanogr. Mar. Biol.* 18: 367-421.

Satapoomin, U. and H. Chansang. 2002. Structure of reef fishes of Phuket Island, the Andaman Sea. *Phuket Mar. Biol. Cen. Res. Bull.* 64: 25-52

Songchitsawat, A. 1989. Identification and Distribution of Fish Larvae in Chang Island, Trad Province. Department of Marine Science, Chulalongkorn University, Bangkok.

Talbot, F.H. and B. Goldman. 1972. A preliminary report on the diversity and feeding relationships of the reef fishes on One Tree Island, Great Barrier Reef System. Proc. 1st Int. Coral Reef Sym., pp. 425-442. India.

Thapanand, T., S. Chunhabundit and A. Sopon. 1988. Species composition fish caught by entangling net around Khang Khao Island, gulf of Thailand. *Fisheries Magazine* 41(1): 39-44.

Vasques, Y.L., L.U. Ordonez and Sosa-Cordero. 1998. Fish larvae adjacent to a coral reef in the western Caribbian Sea off Mahahual, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 62(1): 229-245.

การศึกษาความหลากหลายและการกระจายทางชีวภูมิศาสตร์ของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จารุจินต์ นภีตะภัฏ[1], เสถียร ช่วยหนู[2], ยอดชาย ช่วยเงิน[1] และ ธัญญา จั่นอาจ[1]

[1]องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[2]สำนักบริหารและจัดการป่าอนุรักษ์นครศรีธรรมราช อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80000

Abstract: Study on Herpetofaunal Diversity and Biogeography in Khao Luang National Park, Nakhon Si Thammarat Province

Jarujin Nabhitabhata[1], Sathien Chaui-nu[2], Yodchai Chauynkern[1] and Tannya Chan-ard[1]

[1]National Science Museum, Khlong Luang, Pathumthani 12120, [2]Division of Conserved Forests Organization and Management, Nakhon Si Thammarat 80000

By reviewing the recent reports and surveying in the field in every two-month, the study on herpetofaunal diversity and biogeography in Khao Luang National Park, Nakhon Si Thammarat Province was carried on all the year round between May 2003 and April 2004. We summarized the species richness of amphibians and reptiles in 34 and 88, with a list of all known animals in studied sites and adjacent areas. Dealing with the analysis of their biogeographical range, we had compared their similarities with those of several areas with locating in different latitudinal ranges and utilized the occurrences of the index species for final decision. It finally revealed that the similarity indices of the animals in Khao Luang was closer to those of Phang-nga and Narathiwat, but far different from those of Petchaburi, Chiang Mai, Nakhon Ratchasima and Chantaburi. Certainly confirmed that the biogeographical range of Khao Luang is more in the Malayan Division of the Sundaic Sub-region than the Indochinese Division of the Indochinese Sub-region.

Key words: Khao Luang National Park, Nakhon Si Thammarat Province, biogeographical range

บทนำ

อุทยานแห่งชาติเขาหลวง มีธรณีสัณฐานเป็นทิวเขาสูง อันเป็นส่วนหนึ่งของทิวเขานครศรีธรรมราชที่ทอดตัวเป็นแนวยาวจากด้านทิศเหนือลงสู่ทางด้านทิศใต้ขนานไปกับชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก ด้านเหนือสุดของเทือกเขานี้เริ่มปรากฏชัดตั้งแต่ด้านทิศตะวันออกของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ผ่านกลางจังหวัดนครศรีธรรมราชสู่จังหวัดตรังและพัทลุง ไปจนถึงจังหวัดสตูล ในช่วงที่พาดผ่านจังหวัดนครศรีธรรมราชมีลักษณะเป็นทิวเขาสูงชัน โดยมีที่ราบตามหุบเขาเล็กน้อย ส่วนที่สูงสุดคือยอดเขาหลวง (1,835 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) ซึ่งเป็นยอดที่สูงที่สุดของเทือกเขานครศรีธรรมราชด้วย ระบบนิเวศบนทิวเขานี้ส่วนใหญ่เป็นสังคมพืชป่าดิบชื้นที่ปกคลุมอยู่อย่างหนาแน่น ปัจจุบันถูกแบ่งแยกจากระบบนิเวศป่าไม้ผืนอื่น ด้วยทางหลวงแผ่นดิน ชุมชนเมือง และพื้นที่เกษตรกรรมที่โอบล้อมโดยรอบผืนป่าของอำเภอท่าศาลา อำเภอพิปูน อำเภอฉวาง อำเภอเมือง อำเภอพรหมคีรี และอำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่ของผืนป่าซึ่งเป็นอุทยานแห่งชาตินี้กลายเป็นระบบนิเวศที่แยกออกจากพื้นที่อื่นๆ สัตว์ที่อาศัยอยู่จึงถูกแบ่งแยกทางพันธุกรรมอย่างถาวร ซึ่งอาจจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดความแตกต่างทางพันธุกรรมจากพื้นที่อื่น เหตุผลอีกประการหนึ่งคือ การขยายตัวทางเศรษฐกิจ ทำให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อขยายพื้นที่เกษตรกรรม กระทบต่อการดำรงชีวิต การอยู่รอด และการสูญไปของสัตว์ ในขณะที่ความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายของสัตว์ในบริเวณนี้ยังขาดความสมบูรณ์

พื้นที่ป่าเขาหลวง ได้รับการประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 (ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 91 ตอนที่ 216 ลงวันที่ 18 ธันวาคม 2517) มีพื้นที่รวม 570 ตารางกิโลเมตร หรือ 356,250 ไร่ ปัจจุบันครอบคลุมพื้นที่ในเขตการปกครอง 5 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ 16 ตำบล

ภูมิประเทศ และธรณีวิทยา

อุทยานแห่งชาติเขาหลวง อยู่บนทิวเขานครศรีธรรมราชตอนบน มียอดเขายอดสูงสุดคือ ยอดเขาหลวง (พิกัด 8 องศา 29 ลิปดา 32 ฟิลิปดาเหนือ และ 99 องศา 44 ลิปดา 38 ฟิลิปดาตะวันออก) สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,835 เมตร พื้นที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 โดยมีแนวสันเขาวางตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้ ทำให้เกิดลำน้ำสำคัญหลายสายไหลออกไปโดยรอบพื้นที่ ได้แก่

ทิศเหนือ มีคลองกรุงชิง ไหลจากตอนกลางของพื้นที่ไปทางทิศเหนือลงสู่คลองกลาย และไหลลงสู่อ่าวไทยในอำเภอท่าศาลา

ทิศตะวันออก มีคลองนอกท่า คลองอ้ายเขียว คลองท่าพุด คลองแปรง และคลองชุมเพลิง ไหลลงสู่อ่าวไทย

ทิศใต้ มีคลองท่าแพ คลองกะโรม ไหลลงมาทางทิศใต้ ไปบรรจบกับแม่น้ำปากพนัง คลองท่าดี และคลองบ้านตาล ไหลออกมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ลงสู่อ่าวไทยที่ปากน้ำนคร

ทิศตะวันตก มีลำธารสาขาของแม่น้ำตาปี ไหลลงทางด้านทิศตะวันตก รวมกันเป็นแม่น้ำตาปี ไหลวกขึ้นไปทางทิศเหนือ แล้วไปลงอ่าวไทยที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ลักษณะทางธรณีวิทยาของเทือกเขาหลวงในจุดนี้ ประกอบไปด้วยหมู่หินตะนาวศรี ซึ่งมีช่วงอายุตั้งแต่ 435-280 ล้านปี หมู่หินทุ่งสง อายุ 500-437 ล้านปี และหมู่หินตะรุเตา อายุ 547-437 ล้านปี

ภูมิอากาศ

บริเวณเขาหลวงซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษานี้ อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้ปริมาณฝนรวมอยู่ในเกณฑ์สูง คือ ในระหว่างช่วงเวลาของการศึกษา (พ.ศ. 2546) มีปริมาณฝนรวม 2831.6 มิลลิเมตร (ค่าเฉลี่ยรายปี 2,381 มิลลิเมตร) โดยมีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 751.1 มิลลิเมตร ในเดือนธันวาคม เฉพาะวันที่ 10 ธันวาคม สูงถึง 219.1 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตกทั้งปี 170 วัน (ค่าเฉลี่ยสูงสุด 615 มิลลิเมตร เดือนพฤศจิกายน จำนวนวันฝนตก 171.9 วัน) อุณหภูมิในพื้นที่ค่อนข้างคงที่ เฉลี่ยสูงสุดระหว่าง 29.5-33.9 องศาเซลเซียส (ค่าเฉลี่ยรายปี 29.7-33.7 องศาเซลเซียส) อากาศร้อนที่สุดในวันที่ 10 มิถุนายน ที่ 36.1 องศาเซลเซียส (เฉลี่ยรายปีที่ 37.9 เดือนกรกฎาคม) และเย็นที่สุดที่ 20.3 องศาเซลเซียส ในวันที่ 18 ธันวาคม (ค่าเฉลี่ยรายปีที่ 17.9 องศาเซลเซียส เดือนมกราคมและกุมภาพันธ์)

ลักษณะถิ่นอาศัยของสัตว์

1. ป่าดิบชื้น อยู่ในบริเวณที่ราบหรือตามหุบ และริมห้วยที่มีความชื้นสูง รวมทั้งบริเวณเชิงเขา ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 300 เมตร แต่ไม่เกิน 1,000 เมตร สังคมพืชในกลุ่มนี้มีเรือนยอดชั้นบนสูง 30-50 เมตร ประกอบด้วยไม้ในวงศ์ยาง ได้แก่ ยางปาย ยางแดง และยางเสี้ยน เรือนยอดไม้ชั้นสองสูง 15-30 เมตร ประกอบด้วย พญาไม้ ก่อเรียน ก่อเล็ก ทองสุก ไม้สาย และสังเครียด ส่วนไม้ชั้นที่สาม ความสูง 5-15 เมตร ได้แก่ สัมโหลก กะเบาลิง และไม้ในวงศ์น้อยหน่าหลายชนิด

2. ป่าดิบเขา อยู่ในช่วงระดับความสูง 1,000-1,500 เมตร สังคมพืชที่พบมีระดับเรือนยอดค่อนข้างสม่ำเสมอ สูงประมาณ 8-15 เมตร ได้แก่ เหมือด กำยาน หัวเต่า มังตาน ติ้ง แดงเขา ก่อเขา และก่อไขเอียด เป็นต้น

3. ป่ารุ่น เป็นสังคมพืชฟื้นฟู หรือเกิดขึ้นทดแทนสภาพธรรมชาติเดิมซึ่งประสบวาตภัย โดยอิทธิพลของพายุโซนร้อน "แฮร์เรียต" ในปี พ.ศ. 2505 และฝนตกหนักจนทำให้ดินเลื่อนไถลจากบนภูเขาทับถมหมู่บ้านหลายแห่งในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2531 นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ป่าที่เสียหายเป็นหย่อมๆ อันเป็นผลกระทบจากการซ่องสุมกำลังของสมาชิกพรรคคอมมิวนิสต์แห่งประเทศไทย ซึ่งจัดตั้งเป็นฐานอยู่บนเทือกเขาหลวง ประมาณปี พ.ศ. 2517-2524 เช่น บริเวณต้นน้ำในเขต อำเภอลานสกา อำเภอพรหมคีรี อำเภอฉวาง อำเภอพิปูน และกิ่งอำเภอนบพิตำ เป็นต้น พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ส่วนใหญ่เป็นไม้เบิกนำ ได้แก่ แสดหรือสอยดาว ปอหูช้าง ล่อ พังแหรใหญ่ กะลอขน หัวกา ทุ้งฟ้า เป็นต้น

4. สวนยางพารา และสวนสมรม เป็นสังคมพืชเกษตรที่รุกล้ำเข้าไป ได้แก่ หมาก มะพร้าว ทุเรียน มังคุด ขนุน เงาะ สะตอ และยางพารา

ประวัติการสำรวจความหลากหลายของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบนเขาหลวง และบริเวณใกล้เคียงในจังหวัดนครศรีธรรมราช

การสำรวจความหลากหลายของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในทิวเขานครศรีธรรมราชตอนบน ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช อันประกอบด้วย เขาหลวง ในเขตอำเภอพิปูน อำเภอฉวาง กิ่งอำเภอช้างกลาง อำเภอลานสกา อำเภอเมือง อำเภอพรหมคีรี และกิ่งอำเภอนบพิตำ เขาวังหีบ ในเขตอำเภอทุ่งสง เขาร่อนพิบูลย์ ในเขตอำเภอร่อนพิบูลย์ เริ่มต้นก่อน พ.ศ. 2459 (ค.ศ. 1916) โดยคณะของ ดร. มัลคอล์ม สมิธ โดยครั้งแรกมีการสำรวจในบริเวณคลองวังหีบและเขาวังหีบ พบสัตว์เลื้อยคลาน 40 ชนิด และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 14 ชนิด ในจำนวนนี้มีสัตว์ชนิดใหม่ของโลกที่พบและตั้งชื่อใหม่จากเขาวังหีบ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 2 ชนิด (Smith, 1916a, b)

หลังจากนั้น ดร. มัลคอล์ม สมิธ ยังคงศึกษาและรายงานความหลากหลายของสัตว์ 2 กลุ่มนี้จากพื้นที่เทือกเขานครศรีธรรมราชเพิ่มเติมเป็นระยะๆ เช่น พ.ศ. 2466 ได้ตีพิมพ์รายงานการค้นพบสัตว์ชนิดใหม่ของโลกจากเขาหลวง 1 ชนิด (Smith, 1923) พ.ศ. 2473 รายงานรายชื่อสัตว์ในภาคใต้ของประเทศไทยและเขตมลายาของประเทศมาเลเซียเพิ่มเติมจากรายชื่อของ ดร. บูเลงเกอร์ (Boulenger, 1920) มีรายชื่อสัตว์ที่ระบุว่ามาจากทิวเขานครศรีธรรมราช ประกอบด้วย สัตว์เลื้อยคลาน 20 ชนิด และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 13 ชนิด โดยตัวอย่างส่วนใหญ่เก็บได้จากเขาราม และเขาร่อนพิบูลย์ (Smith, 1930)

ต่อจากนั้น ดร. ฮิวจ์ สมิธ อดีตผู้อำนวยการสถาบันประมง ณ กรุงวอชิงตัน ดีซี เข้ามารับราชการเป็นที่ปรึกษากรมประมง ในประเทศไทย นำคณะเข้ามาสำรวจและเก็บตัวอย่างสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในจังหวัดนครศรีธรรมราช และเขาหลวง ในบริเวณบ้านท่าดี บ้านหม้อ บ้านหัวท่า บ้านปะเคียน บ้านคีรีวงษ์ และยอดเขาหลวง ระหว่างวันที่ 4-20 กรกฎาคม พ.ศ. 2471 (ค.ศ. 1928) ตัวอย่างทั้งหมดส่งไปวิเคราะห์และเก็บรักษาไว้ ณ พิพิธภัณฑ์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา มีรายงานผลจำนวนสัตว์เลื้อยคลาน 20 ชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 9 ชนิด (Cochran, 1930)

ดร. เอ็ดเวิร์ด เทย์เลอร์ ได้อ้างถึงสัตว์กลุ่มนี้ที่เก็บตัวอย่างได้จากจังหวัดนครศรีธรรมราช ในผลงานตีพิมพ์ระหว่างปี พ.ศ. 2505-2508 กล่าวคือ มีจำนวนสัตว์เลื้อยคลาน 32 ชนิด และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 20 ชนิด โดยรวมรายงานและตัวอย่างของ ดร. มัลคอล์ม สมิธ จากเขาราม เขาร่อนพิบูลย์ เขาวังหีบ และเขาหลวง ซึ่งมีบางชนิดไม่ได้ระบุแหล่งที่มาในรายงานครั้งก่อนๆ และเป็นบันทึกการพบใหม่ในประเทศ เช่น กบเขาท้องลาย (*Rana luctuosa*) จากเขาราม เป็นต้น (Taylor, 1962, 1963, 1965)

ในปี พ.ศ. 2529-2535 คณะของนายจารุจินต์ นภีตะภัฏ จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เข้าไปสำรวจและเก็บตัวอย่างในบริเวณคลองกรุงชิงและคลองกลาย โดยมีรายงานผลการศึกษาอยู่ใน สอส. (2536) ซึ่งพบสัตว์เลื้อยคลาน 40 ชนิด และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 12 ชนิด

หลังจากนั้น คณะของ ดร. มาซาฟูมิ มัตซุย แห่งมหาวิทยาลัยเกียวโต โดยความร่วมมือของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกรมป่าไม้ ได้เข้าไปศึกษาในบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานกรุงชิง ระหว่างวันที่ 23-28 สิงหาคม 2537 (ค.ศ. 1994) มีรายงานจำนวนชนิดสัตว์เลื้อยคลาน 38 ชนิด และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 14 ชนิด (Matsui, 1996)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของชนิด (species richness) ในระบบนิเวศของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในบริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราชตอนบน โดยใช้พื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงเป็นตัวแทน
2. เพื่อเพิ่มเติมข้อมูลการกระจายของชนิดสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในเขตสังคมพืชป่าดิบชื้นทางด้านทิศตะวันออกของภาคใต้ตอนบนให้สมบูรณ์
3. เพื่อรวบรวมตัวอย่างอ้างอิงสำหรับการศึกษาทบทวนด้านอนุกรมวิธานของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในภาคใต้ตอนบน

วิธีการ

การสำรวจข้อมูลของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงในครั้งนี้ ดำเนินการ 2 วิธี ได้แก่

1. การสำรวจทั่วไป (general collecting) เป็นการสำรวจเพื่อให้ทราบชนิดสัตว์ในแหล่งอาศัยเฉพาะ (microhabitats) ที่หลากหลาย ทั้งการค้นหาให้พบตัว การฟังเสียง การวิเคราะห์จากตัวอ่อน ซาก และการเก็บตัวอย่าง โดยในเวลากลางคืนจะดำเนินการสำรวจตามทางเดินศึกษาธรรมชาติหรือตามลำธาร ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งจะพบทั้งสัตว์ที่หากินในเวลากลางวัน (สัตว์จะนอนหลับ ซึ่งง่ายต่อการค้นพบในขณะที่สำรวจเวลากลางคืน) และสัตว์ที่หากินในเวลากลางคืน ส่วนในเวลากลางวันนั้นจะเก็บตัวอ่อนเพื่อวิเคราะห์ชนิด โดยสุ่มทำแปลงตัวอย่าง ขนาด 10 x 10 ตารางเมตร ค้นหาสัตว์ในแปลงดังกล่าว ตลอดจนรื้อ ค้น ขุด ใต้กองวัสดุ

2. การใช้กับดักแบบหลุมโจน (pit-fall traps) โดยการขุดหลุมและฝังปีบลงไปให้ขอบปีบเสมอกับผิวดิน ชุดละ 5 ปีบ แต่ละปีบห่างกัน 5 เมตร และเชื่อมต่อกันด้วยรั้วที่ทำด้วยแผ่นพลาสติกสูงประมาณ 20 เซนติเมตร ศึกษาชนิดและปริมาณของสัตว์ที่อาศัยอยู่ตามพื้นดินที่ตกลงไปในปีบ โดยตรวจกับดักทุกวันจนกว่าจะไม่มีสัตว์ชนิดใหม่ตกลงไปอีก การสำรวจโดยวิธีนี้ใช้กับดักทั้งสิ้น 10 ชุด

การสำรวจทั้ง 2 วิธีนี้ จะบันทึกภาพสัตว์ วัดขนาดความยาวของหัวรวมกับลำตัว (SVL) และหาง ชั่งน้ำหนัก และเลือกเก็บตัวอย่างสัตว์ชนิดที่พิจารณาแล้วว่าไม่ใช่ชนิดหายากหรือก่อผลกระทบต่อประชากรในธรรมชาติ ชนิดละไม่เกิน 10 ตัวอย่าง เพื่อใช้สำหรับเป็นตัวอย่างอ้างอิง (reference materials)

ชื่อทางวิทยาศาสตร์จะใช้ชื่อที่ถูกต้องและทันสมัยที่สุด สำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ใช้ตาม Frost (2000) และ Dubois (1992) เต่าและตะพาบ ใช้ตาม Ernst and Babour (1989) สัตว์เลื้อยคลาน (lizards) ใช้ตาม Welch et al. (1990) และงู ใช้ตาม Welch (1988) ส่วนการจำแนกวิเคราะห์ชนิด ใช้ตาม Berry (1975), Boulenger (1912), Smith (1935, 1943), Taylor (1962, 1963, 1965, 1968, 1970) และ Tweedie (1983)

ดำเนินการศึกษาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2546 ถึงเดือนเมษายน 2547 โดยมีการสำรวจข้อมูลภาคสนามรวม 6 ครั้งๆ ละ 15 วัน แต่ละครั้งมีกำหนดเวลาห่างกัน 2 เดือน

ผลการวิจัย

ความหลากหลายของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

จาการศึกษาความหลากหลายของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงครั้งนี้ พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 34 ชนิด และสัตว์เลื้อยคลาน 88 ชนิด ดังนี้

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

อันดับเขียดงู (Gymnophiona)

วงศ์เขียดงู (Ichthyophiidae) ได้แก่ เขียดงูศุภชัย (*Ichthyophis supachaii*)

อันดับ กบ-เขียด (Anura)

วงศ์อึ่งกราย (Megophryidae) ได้แก่ อึ่งกรายลายเลอะ (*Leptobrachium smithi*), อึ่งกรายหัวมน (*Xenophrys aceras*) และอึ่งกรายขายาว (*X. longipes*)

วงศ์คางคก (Bufonidae) ได้แก่ จงโคร่ง (*Bufo asper*), คางคกบ้าน (*B. melanostictus*) และคางคกแคระ (*B. parvus*)

วงศ์อึ่งอ่าง (Microhylidae) ได้แก่ อึ่งอ่างมลายู (*Kaloula baleata*), อึ่งอ่างบ้าน (*K. pulchra*), อึ่งแม่หนาว (*Microhyla berdmorei*), อึ่งลายเลอะ (*M. butleri*), อึ่งข้างดำ (*M. hascheana*), อึ่งน้ำเต้า (*M. ornata*) และอึ่งหลังจุด (*Micryletta inornata*)

วงศ์กบ-เขียด (Ranidae) ได้แก่ กบหนอง (*Fejervarya limnocharis*), กบทูด (*Limnonectes blythii*), กบหัวโต (*L. macrognathus*), เขียดจะนา (*Occidozyga lima*), เขียดทราย (*O. martensii*), เขียดจิก (*R. erythraea*), กบว้ากใหญ่ (*R. glandulosa*), กบซะง่อนเขาใต้ (*R. hosii*), กบอ่องเล็ก (*R. nigrovittata*), กบเขาหลังตอง (*R. raniceps*) และกบป่าไผ่ (*Taylorana hascheana*)

วงศ์ปาด (Rhacophoridae) ได้แก่ ปาดป่าจุดขาว (*Nyctixalus pictus*), ปาดป่า (*Nyctixalus* sp.), ปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*), ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*), ปาดข้างดำ (*P. macrotis*), ปาดลายเลอะ (*Rhacophorus appendiculatus*), ปาดตีนเหลือง (*R. bipunctatus*), ปาดจุดน้ำเงิน (*R. cyanopunctatus*) และปาดตะปุ่มมลายู (*Theloderma horridum*)

สัตว์เลื้อยคลาน

อันดับเต่า-ตะพาบ (Testudines)

วงศ์เต่าน้ำ (Bataguridae) ได้แก่ เต่าหับ (*Cuora amboinensis*), เต่าใบไม้ (*Cyclemys oldhami*), เต่าจักร (*Heosemys spinosa*), เต่านา (*Malayemys subtrijuga*) และเต่าดำ (*Siebenrockiella crassicollis*)

วงศ์เต่าบก (Testudinidae) ได้แก่ เต่าเหลือง (*Indotestudo elongata*) และเต่าหก (*Manouria emys phayrei*)

วงศ์ตะพาบ (Trionychidae) ได้แก่ ตะพาบธรรมดา (*Amyda cartilaginea*) และตะพาบดำ (*Dogania subplana*)

อันดับกิ้งก่า-งู (Squamata)

อันดับย่อย (Lacertilia)

วงศ์กิ้งก่า (Agamidae) ได้แก่ กิ้งก่าเขาหนามสั้น (*Acanthosaura crucigera*), กิ้งก่าเขียว (*Bronchocela cristatella*) กิ้งก่าแก้ว (*Calotes emma emma*), กิ้งก่าหัวแดง (*Calotes versicolor*), กิ้งก่าบินคอแดง (*Draco blandfordii*), กิ้งก่าบินปีกส้ม (*D. maculatus maculatus*), กิ้งก่าบินคอดำ (*D. melanopogon*), กิ้งก่าบินปีกลาย (*D. taeniopterus*) และกิ้งก่าบินคอสีฟ้า (*D. volans*)

วงศ์ตุ๊กแก (Gekkonidae) ได้แก่ จิ้งจกนิ้วยาวกัมพล (*Cnemaspis kumpoli*), จิ้งจกนิ้วยาวไทย (*C. siamensis*), จิ้งจกหางแบนมลายู (*Cosymbotus craspedotus*), จิ้งจกบ้านหางแบน (*C. platyurus*), ตุ๊กแกป่าโคนนิ้วติด (*Cyrtodactylus brevipalmatus*), ตุ๊กแกป่าลายจุด (*C. peguensis zebraicus*), ตุ๊กแกป่าลายพาดป่าใต้ (*C. pulchellus*), จิ้งจกหินลายกระ (*Gehyra fehlmanni*), จิ้งจกหินสีจาง (*G. mutilata*), ตุ๊กแกบ้าน (*Gekko gecko*), จิ้งจกหางเรียบ (*Hemidactylus garnotii*), จิ้งจกหางหนาม (*H. frenatus*) และตุ๊กแกบินหางเฟิน (*Ptychozoon lionatum*)

วงศ์กิ้งก่าน้อยหางยาว (Lacertidae) ได้แก่ กิ้งก่าน้อยหางยาว (*Takydromus sexlineatus ocellatus*)

วงศ์จิ้งเหลน (Scincidae) ได้แก่ จิ้งเหลนต้นไม้ (*Dasia olivacea*), จิ้งเหลนลายมลายู (*Lipinia surdus*), จิ้งเหลนเรียวขาเล็ก (*Lygosoma quadrupes*), จิ้งเหลนหลากลาย (*Mabuya macularia*), จิ้งเหลนบ้าน (*M. multifasciata*), จิ้งเหลนเกล็ดสัน (*M. novemcarinata*), จิ้งเหลนเรียวใต้ (*Riopa herberti*), จิ้งเหลนภูเขาเกล็ดเรียบ (*Sphenomorphus maculatus*) และจิ้งเหลนภูเขาสีจาง (*S. tersus*)

วงศ์ตะกวด (Varanidae) ได้แก่ ตะกวด (*Varanus bengalensis*), เห่าช้าง (*V. rudicollis*) และเห้ย (*V. salvator*)

อันดับย่อยงู (Serpentes)

วงศ์งูดิน (Typhlopidae) ได้แก่ งูดินหัวขาว (*Ramphotyphlops albiceps*) และงูดินใหญ่มลายู (*Typhlops muelleri*)

วงศ์งูแสงอาทิตย์ (Xenopeltidae) ได้แก่ งูแสงอาทิตย์ (*Xenopeltis unicolor*)

วงศ์งูก้นขบ (Cylindrophiidae) ได้แก่ งูก้นขบ (*Cylindrophis ruffus*)

วงศ์งูเหลือม (Pythonidae) ได้แก่ งูหลามปากเป็ด (*Python brongersmai*) และงูเหลือม (*P. reticulatus*)

วงศ์งูพิษเขี้ยวหลัง (Colubridae)

วงศ์ย่อยงูสิง (Colubrinae) ได้แก่ งูเขียวปากจิ้งจกป่า (*Ahaetulla prasina*), งูปล้องทอง (*Boiga dendrophila*), งูดงคา (*B. drapiezii*), งูเขียวดอกหมาก (*Chrysopelea ornata*), งูสายม่านพระอินทร์ (*Dendrelaphis pictus*), งูปล้องฉนวนทุ่งสง (*Dryocalamus thungsongensis*), งูเถา (*Dryophiops rubescens*), งูทางมะพร้าวมลายู (*Elaphe flavolineata*), งูทางมะพร้าวลายขีด (*E. radiata*), งูทางมะพร้าวหางดำ (*E. taeniura ridleyi*), งูเขียวกาบหมาก (*Gonyosoma oxycephalum*), งูปี่แก้วลายแต้ม (*Oligodon fasciolatus*), งูสิงหางดำ (*Ptyas carinatus*), งูสิงทอง (*P. fuscus*) และงูสิงบ้าน (*P. korros*)

วงศ์ย่อยงูน้ำ (Homalopsinae) ได้แก่ งูสายรุ้ง (*Enhydris enhydris*), งูปลิง (*E. plumbea*) และงูหัวกะโหลก (*Homalopsis buccata*)

วงศ์ย่อยงูลายสอ (Natricinae) ได้แก่ งูลายสอจุดดำขาว (*Rhabdophis chrysargos*), งูลายสาบคอแดง (*R. subminiatus*), งูลายสอใหญ่ (*Xenochrophis piscator*) และงูลายสอลายสามเหลี่ยม (*X. trianguligerus*)

วงศ์ย่อยงูกินทาก (Pareatinae) ได้แก่ งูกินทากหัวโหนก (*Aplopeltura boa*), งูกินทากเกล็ดเรียบ (*Asthenodipsas laevis*) และงูกินทากจุดดำ (*Pareas margaritophorus*)

วงศ์งูพิษเขี้ยวหน้า (Elapidae)

วงศ์ย่อยงูสามเหลี่ยม (Bungarinae) ได้แก่ งูทับสมิงคลา (*Bungarus candidus*), งูสามเหลี่ยม (*B. fasciatus*), งูสามเหลี่ยมหัวแดง (*B. flaviceps flaviceps*), งูเห่าหม้อ (*Naja kaouthia*), งูเห่าดอกส้าน (*N. sumatrana*) และงูจงอาง (*Ophiophagus hannah*)

วงศ์ย่อยงูพริก (Maticorinae) ได้แก่ งูพริกท้องแดง (*Maticora bivirgata*), งูพริกสีน้ำตาล (*M. intestinalis lineata*) และงูปล้องหวายหัวดำ (*M. maculiceps maculiceps*)

วงศ์งูกะปะ (Viperidae) ได้แก่ งูกะปะ (*Calloselasma rhodostoma*), งูปาล์ม (*Trimeresurus borneensis*), งูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) และงูเขียวหางไหม้เมืองนคร (*T. venustus*)

ชนิดที่เป็นสัตว์ถิ่นเดียว (endemic species)

ความสำคัญของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่ป่าเขาหลวง นอกจากจะมีความหลากหลายสูงแล้ว ยังมีชนิดสัตว์ที่เป็นสัตว์ถิ่นเดียวของประเทศ จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ เขียดงูศุภชัย (*Ichthyophis supachaii*), ตุ๊กแกป่าโคนนิ้วติด (*Cyrtodactylus brevipalmatus*), ตุ๊กแกป่าลายจุด (*Cyrtodactylus peguensis zebraicus*), จิ้งจกหินลายกระ (*Gehyra fehlmanni*), จิ้งเหลนเรียวใต้ (*Riopa herberti*), จิ้งเหลนภูเขาสีจาง (*Sphenomorphus tersus*), งูปล้องฉนวนทุ่งสง (*Dryocalamus thungsongensis*) และงูเขียวหางไหม้เมืองนคร (*Trimeresurus venustus*)

นอกจากนี้ ในบริเวณทิวเขานครศรีธรรมราช ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช ยังเป็นแหล่งที่อยู่ต้นแบบ (type locality) ของโลกของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ เขียดงูศุภชัย (*Ichthyophis supachaii*) – นครศรีธรรมราช, กบหลังลายเฉียง (*Rana miopus*) – เขาวังหีบและทุ่งสง, ตุ๊กแกป่าโคนนิ้วติด (*Cyrtodactylus brevipalmatus*) – เขาหลวง, ตุ๊กแกป่าลายจุด (*Cyrtodactylus peguensis zebraicus*) – ร่อนพิบูลย์, จิ้งเหลนเรียวใต้ (*Riopa herberti*) – นครศรีธรรมราช, จิ้งเหลนภูเขาสีจาง (*Sphenomorphus tersus*) – เขาวังหีบและทุ่งสง, งูปล้องฉนวนทุ่งสง (*Dryocalamus thungsongensis*) – ทุ่งสง, งูเขียวหางไหม้เมืองนคร (*Trimeresurus venustus*) – ทุ่งสง

การกระจายทางชีวภูมิศาสตร์

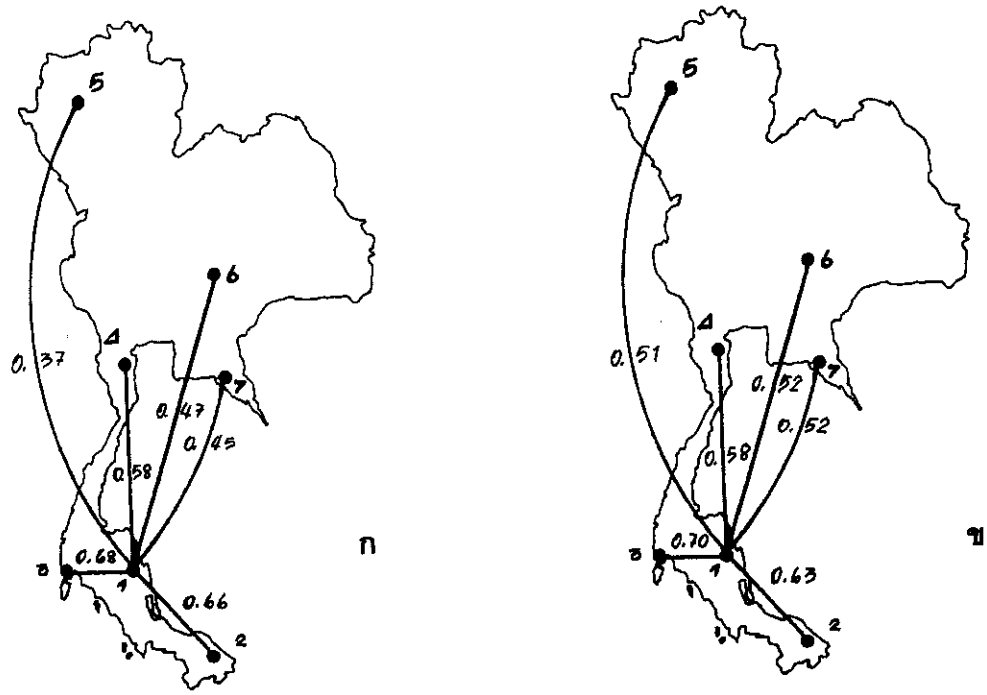
แบบแผนการกระจายทางภูมิศาสตร์ของสัตว์ใน Indomalayan region ซึ่งรวมประเทศไทยด้วย ถูกจำแนกย่อยเป็น subregion ต่างๆ โดยประเทศไทยถูกแบ่งออกเป็น 2 subregion ได้แก่ Indochinese division ใน Indochinese subregion และ Malayan division ใน Sundaic subregion (Corbet and Hill, 1992) โดยทั้งสองเขตถูกแบ่งด้วยเส้นละติจูด 8-9 องศาเหนือ ประมาณแนวจังหวัดพังงา – จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทำให้ป่าเขาหลวงอยู่ในแนวตะเข็บระหว่าง 2 division โดยตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีขึ้นไป ถือเป็นเขตการกระจายแบบ Indochinese division และตั้งแต่จังหวัดพังงาลงมาถือเป็นเขตการกระจายแบบ Malayan division ชนิดสัตว์ที่พบในแต่ละเขต อาจจะจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มอินโดจีน (Indochinese species) ได้แก่ ชนิดสัตว์ที่พบส่วนใหญ่ทางตอนเหนือ (มีการแพร่กระจายตั้งแต่จังหวัดนครราชสีมาขึ้นไปถึงจังหวัดเชียงใหม่) พบในพื้นที่ศึกษา 10 ชนิด เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 3 ชนิด และสัตว์เลื้อยคลาน 7 ชนิด

2. กลุ่มมลายู (Malayan species) ได้แก่ ชนิดสัตว์ที่ส่วนใหญ่พบทางตอนใต้ ถึงจังหวัดนราธิวาส และปกติอาจจะแพร่ขึ้นไปถึงจังหวัดเพชรบุรี พบในพื้นที่ศึกษา 51 ชนิด เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 16 ชนิด และสัตว์เลื้อยคลาน 35 ชนิด

3. กลุ่มที่มีการกระจายกว้าง (Widespread species) ได้แก่ ชนิดสัตว์ที่พบได้ทั่วไป โดยเฉพาะในที่ราบ หรือระดับความสูงไม่เกินไปกว่า 500 เมตร พบในพื้นที่ศึกษา 43 ชนิด เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 14 ชนิด และสัตว์เลื้อยคลาน 29 ชนิด

4. กลุ่มที่มีการกระจายบนภูเขา ซึ่งพื้นที่แยกจากกัน (Montane species with fragmented areas) ได้แก่ กลุ่มที่พบเฉพาะบนภูเขาเท่านั้น อย่างน้อยในป่าที่มีความสูงตั้งแต่ 500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลขึ้นไป โดยพื้นที่ถูกแบ่งแยกออกจากกัน มีอยู่ทั้งในเขตกระจายแบบอินโดจีนและมลายู พบในพื้นที่ศึกษา 18 ชนิด เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 1 ชนิด และสัตว์เลื้อยคลาน 17 ชนิด



ภาพที่ 1. แสดงความคล้ายคลึงของสัตว์ในพื้นที่ป่าเขาหลวง กับพื้นที่อื่นๆ (ก) ความคล้ายคลึงของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (ข) ความคล้ายคลึงของสัตว์เลื้อยคลาน สัญลักษณ์ 1: เขาหลวง 2: นราธิวาส 3: พังงา 4: เพชรบุรี 5: เชียงใหม่ 6: นครศรีธรรมราช 7: จันทบุรี

เมื่อดูความคล้ายคลึง (similarity) โดยคำนวณจากสองเท่าของชนิดที่ตรงกันของ 2 พื้นที่ หารด้วยผลรวมของจำนวนชนิดของทั้งสองพื้นที่ ซึ่งใช้โดย Inger และ Voris (2001) พบว่าความคล้ายคลึงของสัตว์ในป่าเขาหลวงเมื่อเทียบกับในป่าจังหวัดพังงา ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็น 0.68 ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานเป็น 0.70 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดนราธิวาส ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็น 0.66 ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานเป็น 0.63 และเมื่อระยะทางห่างขึ้นทางด้านทิศเหนือ ซึ่งมีความเข้มข้นของการกระจายแบบ Indochinese division มากกว่า ดังกรณีที่เปรียบเทียบกับจังหวัดเพชรบุรี ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็น 0.58 ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานเป็น 0.58 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดเชียงใหม่ ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็น 0.37 ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานเป็น 0.51 เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดนครราชสีมา ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็น 0.47 ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานเป็น 0.52 และเมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดจันทบุรี ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็น 0.45 ความคล้ายคลึงในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานเป็น 0.52 (ภาพที่ 1)

วิจารณ์ผล

จำนวนชนิดของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในการศึกษาครั้งนี้ แม้ว่าจะสอดคล้องกับรายงานการศึกษาความหลากหลายบนทิวเขานครศรีธรรมราชที่ผ่านมาเป็นส่วนใหญ่ ในส่วนที่แตกต่างกัน มีทั้งที่อาจจะเป็นการจำแนกที่ผิดพลาด และบางส่วนอยู่ในบริเวณที่แตกต่างกัน

ชนิดที่เกิดจากสาเหตุแรก ได้แก่ อึ่งกรายตาขาว (*Leptobrachium chapaensis*) และกบชะง่อนหินเหนือ (*Rana livida*) ซึ่งรายงานโดยซีเทค (2545) โดยอึ่งกรายตาขาวพบกระจายเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่ แพร่ไปทางด้านทิศตะวันออกถึงตอนเหนือของประเทศเวียดนาม เป็นสัตว์ภูเขา (montane species) ที่มีเขตกระจายอยู่ทางตอนบนของเขตอินโดจีน (Indochinese subregion) เท่านั้น จึงไม่ควรพบในทิวเขานครศรีธรรมราช ส่วนกบชะง่อนหินเหนือเป็นชนิดที่มีการกระจายตั้งแต่จังหวัดเชียงใหม่จนถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ตามแนวทิวเขาถนนธงชัยและทิวเขาตะนาวศรี ทางด้านทิศตะวันตกของเขตอินโดจีน (Indochinese subregion) ต่อตั้งแต่ทิวเขาภูเก็ตลงมาทางด้านทิศใต้ กบชนิดนี้จะถูกแทนที่ด้วยกบชะง่อนหินใต้ (*Rana hosii*) ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และอยู่ในแหล่งอาศัยแบบแก่งน้ำตกเช่นเดียวกัน ในทิวเขานครศรีธรรมราชจึงมีเฉพาะกบชะง่อนหินใต้เท่านั้น ซึ่งการศึกษาที่ไม่ตรวจสอบตัวอย่างทำให้การจำแนกผิดพลาดได้ง่าย

นอกจากนี้ กบที่มักพบร่วมกับกบชะง่อนหิน ได้แก่ กบลายหิน (*Amolops* sp.) กลับไม่พบในบริเวณทิวเขาหลวงเลย แม้แต่ลูกอ๊อด ที่ปกติถ้ามีกบชนิดนี้อาศัยอยู่จะพบได้ง่ายมาก

ประเด็นที่สอง สัตว์ที่พบจากทิวเขานครศรีธรรมราชทางด้านทิศใต้ของเขาหลวง ได้แก่ เขาวังหีบ ในเขตอำเภอนาบอน (รายงานเดิมอยู่ในเขต อำเภอทุ่งสง) และเขาร่อนพิบูลย์ ใน อำเภอร่อนพิบูลย์ ได้แก่ คางคกห้วยมลายู (*Ansonia malayana*), กบตะนาวศรี (*Ingerana tenasserimensis*), กบเขาท้องลาย (*Rana luctuosa*) และกบหลังลายเฉียง (*Rana miopus*) เป็นต้น

คางคกห้วยมลายู (*Ansonia malayana*) ดร. มัลคอล์ม สมิธ รายงานจากทุ่งสง ในชื่อของคางคกห้วยปีนัง (*A. penagensis*) แต่ Kiew (1984) ได้ตรวจสอบตัวอย่างที่ระบุว่าเป็นคางคกห้วยปีนังทุกตัวอย่างในพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาแห่งสหราชอาณาจักร (British Museum) แล้ว ปรากฏว่าเป็นการจำแนกผิด ตัวอย่างดังกล่าวประกอบด้วยคางคกห้วยมลายู (*A. malayana*) และคางคกห้วยไทย (*A. siamensis*) โดยเฉพาะชนิดหลังได้มาจากเขาช่องจังหวัดตรัง สรุปว่า คางคกห้วยที่พบบนทิวเขานครศรีธรรมราช ควรจะเป็นคางคกห้วยมลายู (*A. malayana*) ซึ่งมีรายงานตั้งแต่ทุ่งสง ลงไปจนสุดทิวเขานครศรีธรรมราชที่จังหวัดสตูล และคางคกห้วยไทย (*A. siamensis*) ตั้งแต่จังหวัดตรังลงไป และเป็นที่น่าสังเกตว่า บริเวณที่พบคางคกห้วยเหล่านี้ เป็นบริเวณที่ลำธารที่เป็นที่อยู่อาศัยไหลลงสู่ทะเลทางฝั่งอันดามัน แต่ส่วนที่อยู่ทางด้านทิศตะวันออกของป่าเขาหลวง เป็นต้นกำเนิดของลำธารที่ไหลลงสู่แม่น้ำตาปี ซึ่ง

ไหลวกไปลงอ่าวไทยที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พื้นที่เชิงเขาทางด้านนี้ เช่น กิ่งอำเภอช้างกลาง อำเภอฉ าง และอำเภอพิปูน เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก เนื่องจากได้รับผลกระทบจากดินเลื่อนไหลจากภูเขา ใน พ.ศ. 2531 และถูกราษฎรถือครอง เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม นอกจากนี้บางแห่งได้ถูกพัฒนาเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ เช่น อ่างเก็บน้ำกะทูน ในอำเภอพิปูน เป็นต้น ดังนั้น ถ้าเคยมีคางคกชนิดนี้อยู่ในป่าเขาหลวง ปัจจุบันก็น่าจะหมดไปแล้ว

กบตะนาวศรี (*Ingerana tenasserimensis*) ปกติ พบในบริเวณทิวเขาตะนาวศรี ในจังหวัดกาญจนบุรี และต่ำลงมาตามทิวเขาภูเก็ต ตั้งแต่จังหวัดชุมพรถึงจังหวัดสุราษฎร์ธานี จะพบกบท่าสาร (*Ingerana tasanae*) แทน รายงานการพบกบตะนาวศรีที่เขารามและเขาร่อนพิบูลย์ (Smith, 1931; Taylor, 1962 อ้างตาม Smith) (เขาร่อนพิบูลย์อยู่ทางด้านทิศตะวันออกของทิวเขานครศรีธรรมราช และลำน้ำจากบริเวณนี้ไหลไปบรรจบกับแม่น้ำปากพนัง ส่วนเขารามยังตรวจสอบไม่ได้ว่าเป็นเขาลูกใด) จึงน่าที่จะต้องตรวจสอบตัวอย่างดังกล่าวเสียใหม่

กบเขาท้องลาย (*Rana luctuosa*) ดร. มัลคอล์ม สมิธ รายงานจากเขาราม และ ดร. เอ็ดเวิด เทย์เลอร์ อ้างตาม พร้อมกับตรวจสอบและตีพิมพ์ภาพตัวอย่างที่ ดร. สมิธ เก็บจากเขารามไว้ด้วย (Taylor, 1962) ดร. สมิธ บรรยายสถานที่พบกบตะนาวศรีที่เขารามไว้ว่า อยู่บริเวณเชิงเขาราม มีหนองน้ำใหญ่อยู่ด้วย ซึ่งน่าจะพบกบเขาท้องลายนี้ด้วยกัน ลักษณะแหล่งอาศัยที่ค่อนข้างเป็นที่ราบแบบนี้ ดร. โรเบิร์ต อิงเกอร์ ผู้เชี่ยวชาญซึ่งรู้จักกบชนิดนี้ดี ในระหว่างที่ทำงานในบอร์เนียวติดต่อกันนานมากกว่า 20 ปี กล่าวว่าแหล่งอาศัยของกบเขาท้องลายก็เป็นลักษณะเช่นนี้ โดยส่วนใหญ่จะพบตามปลักหมูป่า ในระดับความสูง 400-600 เมตร แต่ลักษณะเช่นนี้บนทิวเขาหลวง ถูกถือครองและเปลี่ยนไปเป็นสวนผลไม้และสวนสมรมหมดสิ้นแล้ว

กบหลังลายเฉียง (*Rana miopus*) ดร. มัลคอล์ม สมิธ รายงานจากทุ่งสง ในชื่อ *Rana humeralis* ปรากฏว่ากบชนิดนี้ยังพบอยู่ทางด้านทิศตะวันออก ในเขตจังหวัดกระบี่ (อุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา อำเภอเมือง และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาประ-บางคราม อำเภอคลองท่อม) จังหวัดพังงา จังหวัดสงขลา และจังหวัดยะลา ซึ่งแหล่งอาศัยเหล่านี้ล้วนเป็นที่ราบทั้งสิ้น ดังนั้น จะเห็นว่าการกระจายของกบชนิดนี้อยู่ทางด้านทิศตะวันตกขนานไปกับชายฝั่งอันดามัน และกระจายออกมาทางด้านทิศตะวันออกบ้าง ซึ่งคงจะสิ้นสุดที่เขตอำเภอทุ่งสง หรือถึงแม้จะเลยมาถึงเขาหลวงบ้าง ปัจจุบันก็น่าจะหมดไปแล้ว เนื่องจากแหล่งอาศัยที่เหมาะสมถูกทำลายหมด

การปรากฏของชนิดสัตว์ส่วนใหญ่พบได้ตลอดปีโดยไม่มีปัจจัยด้านภูมิอากาศเข้ามาเกี่ยวข้อง ยกเว้นระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม จะพบปาดในวงศ์ Rhacophoridae และอึ่งอ่างในวงศ์ Microhylidae รวมทั้งกบชนิดอื่นๆ ได้มากกว่าช่วงเวลาที่เหลือ เนื่องจากมีปริมาณฝนตกชุกมาก กบที่อาศัยอยู่ในน้ำขึ้นมาอยู่บนบก ส่วนพวกที่อยู่ใต้ดินและบนต้นไม้ ออกมาผสมพันธุ์ในแอ่งน้ำฝน ทำให้พบสัตว์เหล่านี้ได้ง่ายกว่าช่วงเดือนอื่นๆ ที่มีปริมาณฝนน้อยกว่า

ในด้านการกระจายทางชีวภูมิศาสตร์ ชนิดของสัตว์ที่พบในป่าเขาหลวง ส่วนใหญ่เป็นชนิดสัตว์บนภูเขา (montane species) ที่มีทั้งชนิดที่แพร่กระจายกว้าง (widespread species) และชนิดในเขตมลายู (Malayan division) สูงกว่าตอนบนที่เป็นเขตการกระจายแบบอินโดจีน (Indochinese division) ดังที่กล่าวไว้ในผลการศึกษา) โดยอาจจะพิจารณาถึงกลุ่มต่อกลุ่มได้ ดังนี้

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

<u>กลุ่มเขียดงู</u> (Caecilians) เขียดงูศุภชัย (*Ichthyophis supachaii*) ที่พบในป่าเขาหลวง มีการกระจายขึ้นเหนือสุดเพียงจังหวัดพังงา (Pauwels et al., 2002) แต่กระจายลงไปทางด้านทิศใต้ถึงจังหวัดนราธิวาส (ธัญญา และคณะ, 2546) ซึ่งกลุ่มนี้จัดอยู่ในแบบแผนการกระจายแบบ Malayan division

<u>กลุ่มอึ่งกราย</u> (Toadfrogs) เห็นได้ชัดว่า กลุ่มนี้อยู่ในแบบแผนการกระจายแบบ Malayan division คือ อึ่งกรายหัวมน (*Xenophrys aceras*) และอึ่งกรายขายาว (*X. longipes*) กระจายขึ้นเหนือไปเพียงจังหวัดพังงา (Pauwels et al., 2002) แต่ลงไปทางด้านทิศใต้เลยจังหวัดนราธิวาส (ธัญญา และคณะ, 2546) และเลยเข้าไปในคาบสมุทรมลายูของประเทศมาเลเซีย (Berry, 1975) แม้ว่าอึ่งกรายลายเลอะ (*Leptobrachium smithi*) มีการกระจายไปถึงจังหวัดเชียงใหม่ แต่ประชากรทั้งสองกลุ่มนี้เป็นชนิดที่อยู่บนภูเขา และพื้นที่แยกจากกัน

<u>กลุ่มคางคก</u> (Toads) กลุ่มนี้มีการกระจายกว้าง และพบได้แทบทุกเขตการแพร่กระจาย

กลุ่มอึ่งอ่าง (Narrow-mouthed frogs) เช่นเดียวกันกับกลุ่มคางคก แต่การพบอึ่งอ่างมลายู (*Kaloula baleata*) ในพื้นที่ เป็นดัชนีชี้วัดได้ว่า พื้นที่นี้เป็นเขตการกระจายแบบ Malayan division

กลุ่มกบ-เขียด (Ranids) มีชนิดที่อาจจะชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division ได้แก่ กบว้ากใหญ่ (*Rana glandulosa*), กบชะง่อนหินใต้ (*R. hosii*), เขียดเขาหลังตอง (*R. raniceps*) และกบป่าไผ่ (*Taylorana hascheana*) โดยไม่มีชนิดที่เป็นตัวแทนของเขต Indochinese division เลย แม้ว่าซีเทค (2545) ได้รายงานการพบกบชะง่อนหินเหนือ (*Rana livida*) ไว้ (กบชนิดนี้อยู่ในเขตการแพร่กระจายแบบ Indochinese division) แต่การสำรวจอย่างละเอียดในครั้งนี้ ไม่สามารถยืนยันว่ามีกบชนิดนี้อยู่ และซีเทคไม่สามารถแสดงหลักฐานไม่ว่าจะเป็นภาพถ่ายหรือตัวอย่างอ้างอิง แสดงว่ารายงานดังกล่าวมีความผิดพลาดทางการจำแนก จึงสมควรลบชื่อกบชนิดนี้ออกจากบัญชีรายชื่อสัตว์ในพื้นที่ป่าเขาหลวง และที่น่าแปลกใจประการหนึ่งคือ การสำรวจครั้งนี้ไม่พบกบลายหิน (*Amolops* spp.) และคางคกห้วย (*Ansonia* spp.) ไม่ว่าจะเป็นตัวเต็มวัย หรือลูกอ๊อด

กลุ่มปาด (Rhacophorids) มีชนิดที่อาจจะชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division ได้แก่ ปาดป่าจุดขาว (*Nyctixalus pictus*), ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*), ปาดข้างดำ (*P. macrotis*), ปาดจุดน้ำเงิน (*Rhacophorus cyanopunctatus*) และปาดตะปุ่มมลายู (*Theloderma horridum*) ส่วนชนิดที่มีการกระจายกว้าง และแพร่ลงมาจากเขต Indochinese division ได้แก่ ปาดตีนเหลือง (*Rhacophorus bipunctatus*) และปาดแคระป่า (*Philautus parvulus*)

สัตว์เลื้อยคลาน

กลุ่มเต่าน้ำ (Batagurid turtles) มีชนิดที่อาจจะชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division คือ เต่าจักร (*Heosemys spinosa*) และเต่าใบไม้พม่า (*Cyclemys oldhami*)

กลุ่มเต่าบก (Tortoises) กลุ่มนี้ มีเฉพาะชนิดที่กระจายลงมาจากเขต Indochinese division ได้แก่ เต่าหกดำ (*Manouria emys phayrei*) และเต่าเหลือง (*Indotestudo elongata*)

กลุ่มตะพาบ (Softshell turtles) ชนิดที่ชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division คือ ตะพาบดำ (*Dogania subplana*) ซึ่งกระจายเลยจังหวัดเพชรบุรี (Pauwels et al., 2003) ขึ้นไปถึงจังหวัดอุทัยธานี (Nabhitabhata et al., 2000)

กลุ่มกิ้งก่า (Agamid lizards) ชนิดที่ชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division คือ กิ้งก่าแก้วใต้ (*Calotes emma emma*) และกิ้งก่าเขียว (*Bronchocela cristatella*) ซึ่งชนิดหลังนี้พบเลยขึ้นไปถึงจังหวัดเพชรบุรี (Pauwels et al., 2003)

กลุ่มตุ๊กแก (Geckos) นอกจากชนิดที่ชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division คือ ตุ๊กแกป่าลายพาดปักษ์ใต้ (*Cyrtodactylus pulchellus*), จิ้งจกหางแบนมลายู (*Cosymbotus craspedotus*), จิ้งจกนิ้วยาวกัมพล (*Cnemaspis kumpoli*) และจิ้งจกนิ้วยาวไทย (*C. siamensis*) แล้ว ยังมีชนิดที่กระจายเฉพาะในบริเวณนี้และพื้นที่ใกล้เคียง เช่น ตรัง กระบี่ และพังงา ได้แก่ ตุ๊กแกป่าโคนนิ้วติด (*Cyrtodactylus brevipalmatus*), ตุ๊กแกป่าลายจุด (*C. peguensis zebraicus*) และจิ้งจกหินลายกระ (*Gehyra fehlmanni*) ส่วนชนิดที่มีการกระจายกว้าง เช่น จิ้งจกหางแบน (*Cosymbotus platyurus*), จิ้งจกหางหนาม (*Hemidactylus frenatus*), จิ้งจกหินสีจาง (*Gehyra mutilata*) และตุ๊กแกบ้าน (*Gekko gecko*) หรือชนิดที่อยู่ตามภูเขา เช่น ตุ๊กแกบินหางเฟิน (*Ptychozoon lionatum*) เป็นต้น

กลุ่มกิ้งก่าน้อยหางยาว (Lacertid lizard) กลุ่มนี้มีเพียงกิ้งก่าน้อยหางยาว (*Takydermus sexlineatus*) ซึ่งมีการกระจายกว้าง โดยแพร่มาจากเขต Indochinese division

กลุ่มจิ้งเหลน (Skinks) ชนิดที่ชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division คือ จิ้งเหลนลายมลายู (*Lipinia surda*) แต่จิ้งเหลนส่วนใหญ่ที่พบ เป็นกลุ่มที่มีการกระจายเฉพาะบริเวณนี้ ได้แก่ จิ้งเหลนเรียวใต้ (*Riopa herberti*) และจิ้งเหลนภูเขาสีจาง (*Sphenomorphus tersus*) นอกจากกลุ่มที่มีการกระจายกว้าง โดยเฉพาะที่แพร่ลงมาจากเขต Indochinese division เช่น จิ้งเหลนหลากลาย (*Mabuya macularia*) และจิ้งเหลนบ้าน (*Mabuya multifasciata*) โดยชนิดแรก คือ จิ้งเหลนหลากลาย ยังไม่มีความชัดเจนด้านอนุกรมวิธาน เนื่องจากประชากรในแหล่งที่ต่างกันยังมีความผันแปรเรื่องจำนวนของโครโมโซมซึ่งต้องศึกษาต่อไป

กลุ่มตะกวด (Monitor lizards) กลุ่มนี้มีชนิดที่ชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division คือ เห่าช้าง (*Varanus rudicollis*) และชนิดที่มีการกระจายกว้าง ได้แก่ ตะกวด (*Varanus bengalensis nebulosus*) และเห็ย (*V. salvator*)

กลุ่มงูดิน (Blind snakes) กลุ่มนี้ไม่สามารถบอกลักษณะการกระจายได้อย่างแน่ชัด เนื่องจากสัตว์ที่พบมีการกระจายกว้าง ชนิดที่อาจชี้วัดการกระจายแบบ Malayan division ได้ คือ งูดินมลายู (*Typhlops muelleri*) แต่ชนิดดังกล่าวก็มีการกระจายไปถึงจังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดจันทบุรี (Nabhitabhata et al., 2000)

กลุ่มงูแสงอาทิตย์ (Sun-beamed snake) ได้แก่ งูแสงอาทิตย์ (*Xenopeltis unicolor*) เป็นงูที่มีการกระจายกว้าง

กลุ่มงูก้นขบ (Oriental pipe snake) ได้แก่ งูก้นขบ (*Cylindrophis ruffus*) เป็นงูที่มีการกระจายกว้าง

กลุ่มงูเหลือม (Pythons) มีชนิดที่ชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division คือ งูหลามปากเป็ด (*Python brongersmai*)

กลุ่มงูพิษเขี้ยวหน้า (Colubrid snakes) กลุ่มนี้ประกอบด้วยชนิดงูที่มีจำนวนมากที่สุด จึงมีความหลากหลายสูง ชนิดที่ชี้วัดเขตการกระจายแบบ Malayan division ได้แก่ งูปล้องทอง (*Boiga dendrophila*), งูดงคา (*B. drapiezii*), งูเถา (*Dryophiops rubescens*), งูทางมะพร้าวมลายู (*Elaphe flavolineata*), งูทางมะพร้าวถ้ำ (*E. taeniura ridleyi*), งูสิงทอง (*Ptyas fuscus*) และงูลายสอลายสามเหลี่ยม (*Xenochrophis trianguligerus*) กลุ่มที่มีการกระจายจำกัดเฉพาะในบริเวณนี้ ได้แก่ งูปล้องฉนวนทุ่งสง (*Dryocalamus thgungsongensis*) กลุ่มที่มีการกระจายในเขต Indochinese division ที่แพร่ลงมาต่ำสุด ได้แก่ งูปี่แก้วลายขวั้น (*Oligodon fasciolatus*) และกลุ่มที่มีการกระจายกว้าง ได้แก่ งูเขียวปากจิ้งจก (*Ahaetulla prasina*), งูเขียวดอกหมาก (*Chrysopelea ornata*), งูสายม่านพระอินทร์ (*Dendrelaphis pictus*), งูทางมะพร้าวลายขีด (*Elaphe radiata*) และงูสิงบ้าน (*Ptyas korros*) เป็นต้น

กลุ่มงูพิษเขี้ยวหน้า (Elapid snakes) กลุ่มนี้ค่อนข้างชัดเจนว่าเป็นเขตการกระจายแบบ Malayan division เนื่องจากมีชนิดที่ชี้วัดของเขตดังกล่าว ได้แก่ งูสามเหลี่ยมหัวแดง (*Bungarus flaviceps*), งูเห่าดอกส้าน (*Naja sumatrana*), งูพริกท้องแดง (*Maticora bivirgata*) และงูพริกสีน้ำตาล (*M. intestinalis*) แม้ว่าจะมีชนิดที่มีการกระจายกว้างกระจายอยู่ในพื้นที่ด้วย เช่น งูทับสมิงคลา (*Bungarus candidus*), งูเห่าหม้อ (*Naja kaouthia*) และงูจงอาง (*Ophiophagus hannah*) เป็นต้น

กลุ่มงูกะปะ (Pit vipers) กลุ่มนี้ค่อนข้างเป็นเขตการกระจายเฉพาะ เนื่องจากมีชนิดที่มีการกระจายเฉพาะในบริเวณนี้เป็นตัวชี้วัด คือ งูปาล์ม (*Trimeresurus borneensis*) และงูเขียวหางไหม้เมืองนคร (*Trimeresurus venustus*) แม้ว่าจะมีชนิดที่มีการกระจายกว้าง เช่น งูกะปะ (*Calloselasma rhodostoma*) และงูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*)

ลักษณะการแพร่กระจายทางชีวภูมิศาสตร์ของสัตว์ในป่าเขาหลวง จึงเป็นการกระจายแบบ Malayan division ซึ่งขึ้นมาสูงที่สุดทางด้านฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย และมีการแพร่กระจายของสัตว์ในเขต Indochinese division ลงมาต่ำที่สุดในด้านนี้เช่นเดียวกัน สอดคล้องกับแผนที่การกระจายทางชีวภูมิศาสตร์ของ Corbet และ Hill (1992) นอกจากนั้นการกระจายของสัตว์บางชนิด เช่น อึ่งอ่างมลายู ในวงศ์ Microhylidae มีการเคลื่อนที่จากเขตมลายูเป็นการเคลื่อนที่ขึ้นจากทิศใต้สู่ทิศเหนือ จาก secondary center ในบริเวณกลางคาบสมุทรมลายู ซึ่งเริ่มมาตั้งแต่ยุค Mesozoic และ Cenozoic ในขณะที่สัตว์ส่วนใหญ่ในวงศ์อื่นๆ เคลื่อนที่จากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ ตามทฤษฎีของ Savage (1973) แต่การทับซ้อนของเขตการกระจายทั้งสองแบบ ตลอดจนปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ จากการที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมทั้งสองด้านของทิวเขา ทำให้บริเวณนี้มีลักษณะเฉพาะของการกระจายทางชีวภูมิศาสตร์ที่น่าสนใจ กล่าวคือ มีชนิดสัตว์ที่เป็นสัตว์ถิ่นเดียวของบริเวณนี้

สรุปผล

ความหลากหลายของสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่ศึกษาพบในพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงความสมบูรณ์ด้านชนิดพันธุ์ของสัตว์กลุ่มดังกล่าวที่ค่อนข้างสูง กล่าวคือ มีสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จำนวน 34 ชนิด และสัตว์เลื้อยคลาน จำนวน 88 ชนิด อาศัยอยู่ในแหล่งอาศัยเฉพาะที่หลากหลาย ทั้งในน้ำ บนบก ตั้งแต่ใต้ผิวดิน จนถึงบนต้นไม้ ลักษณะการกระจายของสัตว์ ยืนยันได้ว่า เป็น

ลักษณะการกระจายของชีวภูมิศาสตร์ในแบบ Malayan Division ในเขตการกระจายแบบ Sundaic Subregion ของเขต Oriental Region แต่มีความเฉพาะเจาะจงต่างไปจากศูนย์กลางของเขต Malayan Division ที่มีการกระจายของสัตว์เฉพาะกลุ่ม ซึ่งถือได้ว่าเป็นสัตว์ถิ่นเดียวของบริเวณ และไม่พบที่อื่น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_146009 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

บริษัท ซีเทค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด. 2545. รายงานฉบับสุดท้าย รายงานการสำรวจข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติพื้นฐานและทรัพยากรนันทนาการ ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช.

ชัญญา จั่นอาจ, ยอดชาย ช่วยเงิน และศิริพร ทองอารีย์. 2546. ความหลากชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส. ใน: รายงานการวิจัยในโครงการ BRT ปี 2546, วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตันฑเลขา (บรรณาธิการ). หน้า 245-258. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ.

สำนักงานโครงการจัดทำแผนแม่บทและการจัดการพื้นที่อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า (สอส.). 2536. ข้อมูลพื้นฐานแผนแม่บทการจัดการพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช. หน้า 33-53.

Berry, P.Y. 1975. The Amphibian Fauna of Peninsular Malaysia. Tropical Press, Kuala Lampur. 130 p.

Boulenger, G.A. 1912. A Vertebrate Fauna of the Malay Peninsula from the Isthmus of Kra to Singapore, including the Adjacent Islands. Reptilia and Batrachia, pp. I-XIII, 1-286, fig. 1-7a.

Cochran, D.M. 1930. The Herpetological Collections made by Dr.Hugh M.Smith in Siam from 1923 to 1929. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 77: 1-39, art. II.

Corbet, G.P. and J.E. Hill. 1992. The Mammals of the Indomalayan Region. Oxford Univ. Press. 488 p.

Dubois, A. 1992. Notes sur la classification des Ranidae (amphibiens anoures). *Bull. Soc. Linn. Lyon* 61(10): 305-352.

Ernst, C.H. and R.W. Barbour. 1989. Turtles of the World. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. 313 p.

Frost, D.R. 2000. Amphibian Species of the World: An online reference. V2.20 (1 September 2000). *In* Golay, P., H.M. Smith, D.G. Broadley, J.R. Dixon, C.J. McCarthy, J.-C. Rage, B. Scahatti and M. Toriba (eds.), Endoglyphs and Other Major Venomous Snakes of the World. A checklist. Aire-Geneve, Azimiops S.A. Herpetological Data Center. 478 p.

Inger, R.F. and H.K. Voris. 2001. The biogeographical relations of the frogs and snakes of Sundaland. *J. Biogeography* 28: 863-891.

Kiew, B.H. 1984. A new species of toad, *Ansonia siamensis* (Bufonidae), from the Isthmus of Kra, Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 32(2): 111-115.

Matsui, M. (ed.) 1996. Evolutionary Studies of Small Animals Living in Asian Tropics 1994-1995. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University. 183 p.

Nabhitabhata, J., T. Chan-ard and Y. Chuaynkern. 2000. List of amphibians and reptiles of Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

Pauwels, O.S.G., O. Laohawat, W. Naaktae, C. Puangjit, T. Wisutharom, C. Chimsunchart and P. David. Reptiles and Amphibians Diversity in Phan-Nga Province. *Nat. Hist. J. Chulalongkorn Univ.* 2(1): 25-30.

Pauwels, O.S.G., P. David, C. Chimsunchart and K. Therakupt. 2003. Reptiles of Phetchaburi Province, Western Thailand: a list of species, with natural history notes, and a discussion on the biogeography at the Isthmus of Kra. *Nat. Hist. J. Chulalongkorn Univ.* 3(1): 23-53.

Savage, J.M. 1973. The geographic distribution of frogs: patterns and predictions. *In* Vial, J.L. (ed.), Evolutionary Biology of the Anurans Contemporary Research on Major Problems, pp. 351-445. Univ. Missouri Press, Columbia.

Smith, M.A. 1916a. Description of three new lizards and a new snake from Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam* 2: 44-47.

Smith, M.A. 1916b. On a collection of reptiles and batrachians from peninsular Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam* 2: 148-171.

Smith, M.A. 1917. A list of the batrachians at present known to inhabit Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam* 2: 226-231.

Smith, M.A. 1930. The reptilia and amphibia of the Malay Peninsula. A supplement to G.A. Boulenger, reptilia and amphibia, 1912. *Bull. Raffles Mus.* 3: 1-149.

Smith, M.A. 1931. The Fauna of British India, including Ceylon and Burma. Reptilia and Amphibia, Vol. 1. Loricata and Testudines. London. 185 p.

Smith, M.A. 1935. The Fauna of British India, Ceylon and Burma. Reptilia and Amphibia. Vol.II, Sauria. Taylor and Francis, London. 440 p.

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 p.

Taylor, E.H. 1962. The amphibian fauna of Thailand. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 43(8): 265-599.

Taylor, E.H. 1963. The lizards of Thailand and adjacent waters. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 44(14): 687-1077.

Taylor, E.H. 1965. The serpents of Thailandand 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 p.

Welch, K.R.G., A.S. Cooke and A.S. Wright. 1990. Lizards of the Orient: A Checklist. R.E. Krieger Pub. Com., Malabar. 162 p.

Welch, K.R.G. 1988. Snakes of the Orient: A Checklist. R.E. Krieger Pub. Com., Malabar. 183 p.

BRT

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 126-133

BRT 2004
Research Reports

ความหลากชนิดของกบในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

วุฒิ ทักษิณธรรม[1], วีรยุทธ์ เลาหะจินดา[1] และ บุษบง กาญจนสาขา[2]

[1]ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]ส่วนวิจัยสัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Diversity of Anurans in Khlong Sang Wildlife Sanctuary, Surat Thani Province

Wut Taksintum[1], Virayuth Lauhachinda[1] and Budsabong Kanchanasaka[2]

[1]Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, [2]Wildlife Research, National Parks, Wildlife and Plant Conservation Department, Chatuchak, Bangkok 10900

A study on the diversity of mature frogs and their tadpoles in Khlong Sang Wildlife Sanctuary, Surat Thani Province, was carried out during the period May 2001 to January 2003. The surveys were conducted monthly for approximately 3-4 days each month. This study found 39 species of frogs and/or tadpoles belonging to 18 genera, 5 families, and 1 order. *Chaperina fusca* and *Rhacophorus pardalis* were first records for Thailand. *Meristogenys jerboa,* which has an unclear distribution in Thailand, was also found in this study.

Key words: Khlong Sang Wildlife Sanctuary, frogs, tadpoles

บทนำ

หลักการและเหตุผล

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอันดับ Anura มีผิวหนังอ่อนนุ่มและบาง จึงได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและมลพิษต่างๆ เช่น คุณภาพของน้ำ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น สารเคมี และอื่นๆ (Johnson, 2002) ในปัจจุบันสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจึงเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เป็นอย่างมาก สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกส่วนใหญ่มีประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ เช่น เป็นแหล่งโปรตีน ช่วยกำจัดแมลงศัตรูพืช และยังถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ และไม่มีชนิดใดทำลายพืชผลทางการเกษตร หรือทำอันตรายต่อมนุษย์ แต่ในขณะนี้ความรู้ทางด้านสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นทางด้านจำนวนชนิด ด้านชีววิทยา และนิเวศวิทยายังมีไม่มาก โดยเฉพาะการสำรวจชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่แพร่กระจายอยู่ในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศ จึงควรที่จะมีการศึกษาความหลากชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทยโดยเร็วก่อนที่สัตว์เหล่านี้จะสูญพันธุ์ไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจนถึงปัจจุบัน

การศึกษาทางด้านสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทยและบริเวณข้างเคียงได้มีการสำรวจบ้างแล้ว Gairdner (1915) รายงานว่าพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 3 ชนิดที่จังหวัดราชบุรีและจังหวัดเพชรบุรี คือ จงโคร่ง (*Bufo asper*) กบทูดมลายู (*Rana macrodon*) และปาดบ้าน (*Rhacophorus leucomystax*) และในปีต่อมา Boulenger (1916) ได้รายงานการพบกบชนิดใหม่ในประเทศไทย 1 ชนิด คือ กบตามธารแดง (*Rana doriae*) ซึ่งเก็บตัวอย่างได้จากเขาสระบาป จังหวัดจันทบุรีและแพร่ ต่อมา Smith (1916a) ได้สำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราชและปัตตานี พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งสิ้น 29 ชนิด นอกจากนี้ยังได้ศึกษาลักษณะของลูกกบวัยอ่อนของกบหนอง (*Rana limnocharis*) ซึ่งพบว่ากบชนิดที่อาศัยอยู่ในประเทศไทยมีการผสมพันธุ์ตลอดฤดูฝน และในปีเดียวกัน Smith (1916b) ได้รายงานการรวบรวมสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในสกุล *Occidozyga* 3 ชนิด คือ เขียดหลังปุ่ม (*Occidozyga martensii*) จากกรุงเทพฯ เขียดลื่น (*Occidozyga laevis*) และเขียดจะนา (*Occidozyga lima*) จาก

จังหวัดนครศรีธรรมราช และปัตตานี ต่อมา Smith (1917a) ได้รายงานการพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกชนิดใหม่ของประเทศไทย คือ อึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) จากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และในพื้นที่ดังกล่าวยังพบอึ่งอ่างบ้าน (*Kaloula pulchra*) อึ่งปากขวด (*Glyphoglossus molossus*) และอึ่งแดง (*Caluella guttulata*)

Smith (1917b) ได้รวบรวมรายชื่อสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกรุงเทพฯ ได้จำนวน 14 ชนิด Smith (1917c) ได้สำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในทุกภาคของประเทศไทยและพบจำนวน 52 ชนิด ใน 7 วงศ์ (Family) โดยแยกเป็นวงศ์ Ranidae จำนวน 29 ชนิด วงศ์ Engystomatidae จำนวน 11 ชนิด วงศ์ Discaphidae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ Bufonidae จำนวน 4 ชนิด วงศ์ Pelobatidae จำนวน 4 ชนิด วงศ์ Salamandridae จำนวน 1 ชนิด และวงศ์ Caecilidae จำนวน 2 ชนิด และ Smith (1917d) กล่าวถึงลูกกบวัยอ่อน 16 ชนิดที่พบในภาคเหนือและภาคตะวันออกของไทย และจากการสำรวจได้พบกบชนิดใหม่ของไทยอีก 1 ชนิด คือ กบหูดำ (*Rana cubitalis*) จากดอยช้าง จังหวัดลำปาง ที่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 500 เมตร Smith (1921) รายงานการพบกบท่าสาร (*Rana pullus*) จากจังหวัดชุมพรและได้เปลี่ยนชื่อใหม่เป็น *Rana tasanae* ต่อมา Smith (1922a) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของกบในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยและพบกบชนิดใหม่ คือ กบดอยช้าง (*Rana aenea*) จากดอยช้าง จังหวัดลำปางที่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,500 เมตร และกล่าวถึงอึ่งลายแต้ม (*Microhyla butleri*) ว่ามีการกระจายกว้างขวางทั่วประเทศไทยและคาบสมุทรอินโดจีน

Taylor (1962) สำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทยและพบ 3 อันดับ 9 วงศ์ 100 ชนิด Frith (1977) สำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่จังหวัดภูเก็ตและจังหวัดพังงาระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคมในปีเดียวกัน พบว่ามี 18 ชนิด บุญส่ง (2520) ศึกษาการแพร่กระจายของคางคกในสกุล *Bufo* 4 ชนิดในประเทศไทย พบว่า จงโคร่ง (*Bufo asper*) แพร่กระจายตั้งแต่เทือกเขาตะนาวศรีจนถึงภูเขาในภาคใต้ของจังหวัดยะลา ตรัง นครศรีธรรมราช และชุมพร และขึ้นไปจนถึงจังหวัดกาญจนบุรี คางคกบ้าน (*Bufo melanostictus*) มีการแพร่กระจายทั่วโลก คางคกแคระ (*Bufo parvus*) พบมากทางภาคใต้ ตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปจนถึงจังหวัดยะลา และคางคกหัวราบ (*Bufo macrotis*) พบตั้งแต่จังหวัดกาญจนบุรี เชียงใหม่ ปัตตานี และยังพบในประเทศพม่าด้วย บุญส่ง และคณะ (2520) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของอึ่ง 3 ชนิด คือ อึ่งปากขวด (*Glyphoglossus molossus*) พบได้ทั่วประเทศยกเว้นภาคใต้ อึ่งบ้าน (*Kaloula pulchra*) พบได้ทั่วประเทศ และอึ่งก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) พบที่จังหวัดอุบลราชธานี นครราชสีมา ชลบุรี และประจวบคีรีขันธ์

ชุมพล และวีรชาติ (2525) ได้รายงานการศึกษาชนิดสัตว์ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสกและคลองแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 4 ชนิด คือ คางคกบ้าน (*Bufo melanostictus*) กบนา (*Rana rugulosa*) ปาดหลังสองจุด (*Rhacophorus bimaculatus*) และปาดเขียวหัวสั้น (*Rhacophorus dulitensis*) ธัญญา (2525) สำรวจสัตว์ที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติและเขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาท่าเพชร จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 6 ชนิด จารุจินต์ และปรีชา (2525) ศึกษาชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 5 วงศ์ 7 สกุล 11 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัตว์ที่ยังไม่เคยมีรายงานการพบในพื้นที่มาก่อนแต่เคยพบในภาคอื่นมาแล้ว อนงค์ (2526) สำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวน 1 อันดับ 4 วงศ์ 8 สกุล 19 ชนิด ซึ่งพบในเดือนกรกฎาคมมากที่สุด (18 ชนิด) และพบในเดือนมีนาคมน้อยที่สุด (4 ชนิด) วัฒนา (2527) ศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งแต่เดือนเมษายน 2524 ถึงเดือนเมษายน 2525 พบ 4 วงศ์ 8 สกุล 13 ชนิด ในเดือนสิงหาคม 2524 พบจำนวนมากที่สุดถึง 13 ชนิด และในเดือนพฤศจิกายน 2524 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2525 พบน้อยที่สุดเพียง 2 ชนิด และสรุปว่าปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อจำนวนชนิดและจำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สิริลักษณ์ (2527) สำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณดินเค็มในเขตอำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา พบ 2 วงศ์ 5 สกุล 9 ชนิด

ธัญญา (2530) สำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานีและตากในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2528 พบ 2 อันดับ 6 วงศ์ 26 สกุล 32 ชนิด วันเพ็ญ (2533) สำรวจชนิดสัตว์

สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ระหว่างเดือนมกราคม 2531 ถึงเดือนมีนาคม 2532 พบ 12 วงศ์ 8 สกุล 12 ชนิด และระบุว่าอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน และสภาพแวดล้อม มีผลต่อจำนวนชนิดและจำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ชัญญา (2535) ได้สำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าพรุของประเทศไทยในช่วงเดือนสิงหาคม 2530 ถึงเดือนสิงหาคม 2534 พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 16 ชนิด วิสูตร (2537) สำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาเขียว เขาชมพู่ จังหวัดชลบุรี ในช่วงเดือนมิถุนายน 2535 ถึงเดือนพฤษภาคม 2536 พบ 1 อันดับ 4 วงศ์ 11 สกุล 20 ชนิด ชัญญา (2539) สำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในระดับเบื้องต้นในป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส พบ 5 วงศ์ 11 สกุล 20 ชนิด และ วีรยุทธ์ และคณะ (2542) ศึกษาชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณป่าอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ช่วงเดือนตุลาคม 2541 ถึงเดือนตุลาคม 2542 พบ 5 วงศ์ 17 สกุล 42 ชนิด และมีชนิดที่เป็นรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทย คือ *Leptolalax gracilis*

ส่วนทรัพยากรที่ดินและป่าไม้ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรที่ดินและป่าไม้ กรมป่าไม้ (2541) รายงานในแผนแม่บทการจัดการพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานีว่า จากการสำรวจพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวน 26 ชนิด จาก 7 สกุล 4 วงศ์ ในจำนวนนี้เป็นสัตว์คุ้มครอง 3 ชนิด ได้แก่ จงโคร่ง (*Bufo asper*) คางคกแคระ (*Bufo parvus*) และกบทูด (*Rana blythii*) และชนิดอื่น คือ วงศ์ Pelobatidae ได้แก่ อึ่งกรายหัวมน (*Megophrys aceras*) วงศ์ Bufonidae ได้แก่ คางคกบ้าน (*B. melanostictus*) วงศ์ Ranidae ได้แก่ เขียดลื่น (*Occidozyga laevis*) เขียดหลังปุ่มที่ราบ (*Occidozyga martensii*) เขียดบัว เขียดจิก (*Rana erythraea*) กบเขาสูง (*R. alticola*) กบอ่อง (*R. nigrovittata*) กบเขาหลังตอง (*R. chalconota*) กบซะง่อนหินเมืองใต้ (*R. hosii*) กบว้าก (*R. glandulosa*) กบหลังจุด (*R. signata*) กบนา (*R. rugulosa*) และกบหนอง (*R. limnocharis*) วงศ์ Rhacophoridae ได้แก่ ปาดตีนเหลือง (*Rhacophorus bipunctatus*) ปาดตีนดำ (*R. nigropalmatus*) และปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) วงศ์ Microhylidae ได้แก่ อึ่งอ่างมลายู (*Kaloula baleata*) อึ่งแม่หนาว (*Microhyla berdmorei*) อึ่งบอร์เนียว (*M. borneensis*) อึ่งลายแต้ม (*M. butleri*) อึ่งข้างดำ (*M. heymonsi*) อึ่งน้ำเต้า (*M. ornata*) และอึ่งหลังจุด (*Micryletta inornata*)

จากผลงานศึกษาลักษณะโครงสร้างปากลูกอ๊อดของบุคคลต่างๆ พบว่า ลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญ และใช้ประโยชน์ในทางอนุกรมวิธานได้ เช่น Inger (1966) ศึกษาความสัมพันธ์ของสูตรฟันและความยาวของลำตัวลูกอ๊อด พบว่าโครงสร้างปากของลูกอ๊อดเปลี่ยนแปลงตามขนาดความยาวของลำตัว และได้สรุปว่าโครงสร้างปากของลูกอ๊อดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลูกอ๊อดแต่ละชนิดและแต่ละตัว รวมถึงลำดับขั้นตอนการเติบโต Porter (1972) อธิบายว่าโครงสร้างปากของลูกอ๊อดมีความแตกต่างกันตามขั้นตอนการเติบโตในระยะต่างๆ และโครงสร้างปากจะสมบูรณ์ระหว่างระยะที่ 29-40 คือ มีแถวฟันเจริญเต็มที่ซึ่งตรงกับช่วงที่ลูกอ๊อดมีตุ่มขาหลังยาวเท่ากับหรือมากกว่าเท่าครึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางของตุ่มขาหลัง และหลังจากนี้โครงสร้างปากจะลดรูปลงและหมดไป Leong and Chou (1999) ศึกษาโครงสร้างปากของลูกอ๊อดและบรรยายจำนวนแถวฟันและสูตรฟันตามแนวทางของ Altig โดยการนับจำนวนแถวฟันเริ่มจากฟันที่ริมฝีปากบนและล่างที่ไม่ขาดตอน แล้วจึงนับแถวที่ขาดตอนตามลำดับ ซึ่งคล้ายกับแนวทางของ Inger (1966) แต่ใช้สัญลักษณ์แตกต่างกัน จันทร์ทิพย์ (2543) ศึกษาโครงสร้างปากของลูกอ๊อดจำนวน 34 ชนิด ใน 5 วงศ์ พบว่าแตกต่างกัน ซึ่งแสดงถึงพฤติกรรมการกินอาหารและใช้ในการจัดจำแนกชนิดในช่วงที่เป็นลูกอ๊อดได้ด้วย โกวิท (2545) ศึกษาความหลากชนิดของกบตัวเต็มวัยและลูกอ๊อดในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี พบตัวเต็มวัยจำนวน 29 ชนิด และลูกอ๊อดจำนวน 20 ชนิด และได้ศึกษาโครงสร้างปากของลูกอ๊อดทั้ง 20 ชนิดเพื่อใช้จัดจำแนกชนิด

วิธีการ

1. ศึกษาถึงสภาพนิเวศ สภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศ สำรวจเก็บตัวอย่างและบันทึกข้อมูลทุกเดือน เดือนละ 3-4 วัน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2546 เป็นเวลา 21 เดือน โดยออกสำรวจทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน สำหรับในเวลากลางคืนใช้วิธีส่องไฟ เพื่อให้ได้ตัวอย่างครบถ้วนที่สุด

2. จดบันทึกจำนวนชนิดที่พบ ทั้งตัวเต็มวัย ลูกอ๊อด และไข่ บันทึกสภาพนิเวศบริเวณที่พบ

3. ถ่ายรูปบริเวณที่พบสัตว์ และทำการเก็บตัวอย่างทั้งลูกอ๊อดและตัวเต็มวัย

4. ตรวจสอบชนิดของตัวอย่าง โดยตัวเต็มวัยจะอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา ตัวที่ทราบชนิดแล้วจะปล่อยกลับคืน ส่วนไข่และลูกอ๊อดจะนำกลับมาตรวจสอบและเลี้ยงจนเติบโตเป็นตัวเต็มวัยเพื่อยืนยันอีกครั้ง โดยดูจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาเช่นกัน

5. บันทึกภาพลูกอ๊อด ตัวเต็มวัย และโครงสร้างปาก

ผลการวิจัย

การศึกษาความหลากชนิดของกบตัวเต็มวัยและลูกอ๊อดในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2544 ถึงเดือนมกราคม 2546 พบกบตัวเต็มวัยและลูกอ๊อดจำนวนทั้งสิ้น 5 วงศ์ 18 สกุล 39 ชนิด โดยแยกเป็นวงศ์ Megophryidae จำนวน 4 สกุล 5 ชนิด วงศ์ Bufonidae จำนวน 2 สกุล 4 ชนิด วงศ์ Ranidae จำนวน 7 สกุล 19 ชนิด วงศ์ Rhacophoridae จำนวน 3 สกุล 7 ชนิด และวงศ์ Microhylidae จำนวน 2 สกุล 4 ชนิด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. กบตัวเต็มวัยและลูกอ๊อดจำนวนทั้งสิ้น 5 วงศ์ 18 สกุล 39 ชนิด; X = พบ --- = ไม่พบ

วงศ์และชื่อวิทยาศาสตร์	พบตัวเต็มวัย	พบลูกอ๊อด	ชื่อไทย
Family Megophryidae			
1. *Brachytarsophrys carinensis*	---	X	อึ่งกรายข้างแถบ
2. *Leptobrachium pullum*	---	X	อึ่งกรายตาเหลือง
3. *Leptolalax gracilis*	X	---	อึ่งกรายขาเหลือง
4. *Xenophrys longipes*	X	---	อึ่งกรายขายาว
5. *Xenophrys parva*	---	X	อึ่งกรายห้วยเล็ก
Family Bufonidae			
6. *Ansonia malayana*	X	X	คางคกหัวยมลายู
7. *Bufo asper*	X	X	จงโคร่ง, กง, หมาน้ำ, กาหอง
8. *Bufo melanostictus*	X	---	คางคกบ้าน
9. *Bufo parvus*	X	X	คางคกเล็ก, คางคกแคระ
Family Ranidae			
10. *Amolops larutensis*	X	---	กบนิ้วปาดเมืองใต้
11. *Amolops marmoratus*	X	X	กบนิ้วปาดเมืองเหนือ
12. *Ingerana tasanae*	X	---	กบท่าสาร
13. *Limnonectes blythii*	X	X	กบทูด
14. *Limnonectes doriae*	X	---	กบตามธารแดง
15. *Limnonectes kuhlii*	X	X	กบห้วยขาปุ่ม, กบหมื่น
16. *Limnonectes limnocharis*	X	X	กบหนอง
17. *Limnonectes macrognathus*	X	X	กบหัวโต
18. *Meristogenys jerboa*	---	X	กบนิ้วปาดขายาว
19. *Occidozyga laevis*	X	---	เขียดลื่น
20. *Occidozyga lima*	X	X	เขียดจะนา
21. *Rana alticola*	X	X	เขียดเขาสูง
22. *Rana chalconota*	X	X	เขียดเขาหลังตอง
23. *Rana cubitalis*	---	X	เขียดหูดำ
24. *Rana erythraea*	X	X	เขียดเขียว, เขียดจิก
25. *Rana hosii*	X	---	เขียดชะง่อนหินเมืองใต้
26. *Rana livida*	X	X	เขียดชะง่อนหินเมืองเหนือ

ตารางที่ 1. (ต่อ)

วงศ์และชื่อวิทยาศาสตร์	พบตัวเต็มวัย	พบลูกอ๊อด	ชื่อไทย
27. *Rana nigrovittata*	X	X	เขียดอ่อง
28. *Taylorana hascheana*	---	X	กบก, กบป่าไผ่
Family Rhacophoridae			
29. *Nyctixalus pictus*	X	---	ปาดขายาว, ปาดป่าจุดขาว
30. *Polypedates colletti*	X	X	ปาดนิ้วแยกมลายู
31. *Polypedates leucomystax*	X	X	ปาดบ้าน
32. *Rhacophorus bipunctatus*	X	X	ปาดตีนเหลือง
33. *Rhacophorus nigropalmatus*	---	X	ปาดเขียวตีนดำ
34. *Rhacophorus pardalis*	---	X	ปาดแดงลายเสือ
35. *Rhacophorus reinwardtii*	---	X	ปาดเขียวตีนลาย
Family Microhylidae			
36. *Chaperina fusca*	X	X	อึ่งสันหนาม
37. *Microhyla berdmorei*	X	X	อึ่งแม่หนาว, อึ่งตะไคร่
38. *Microhyla borneensis*	---	X	อึ่งบอร์เนียว
39. *Microhyla heymonsi*	X	X	อึ่งข้างดำ

จากการศึกษาในครั้งนี้พบอึ่งสันหนาม (*Chaperina fusca*) เป็นสกุลและชนิดที่มีรายงานการพบใหม่ของประเทศไทย ปาดแดงลายเสือ (*Rhacophorus pardalis*) เป็นชนิดที่มีรายงานการพบใหม่ของประเทศไทยด้วย (Khonsue and Thirakhupt, 2001) อึ่งกรายขาเหลือง (*Leptolalax gracilis*) เป็นชนิดที่มีรายงานการพบตัวเต็มวัยเป็นครั้งแรกในประเทศไทย กบนิ้วปาดขายาว (*Meristogenys jerboa*) เป็นชนิดที่เคยมีรายงานการพบในอดีต แต่ปัจจุบันถือว่าไม่มีในประเทศไทย (Khonsue and Thirakhupt, 2001) กบท่าสาร (*Ingerana tasanae*) เป็นชนิดที่เป็นสัตว์เฉพาะถิ่น (จารุจินต์, 2532) พบชนิดที่จัดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองประเภทสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (ผ่องพรรณ, 2542) คือ กบท่าสาร (*Ingerana tassanae*) กบทูด (*Limnonectes blythii*) จงโคร่ง (*Bufo asper*) คางคกเล็ก (*Bufo parvus*) คางคกห้วยมลายู (*Ansonia malayana*) และพบชนิดที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ในประเทศไทย (จารุจินต์, 2532) คือ กบท่าสาร (*Ingerana tasanae*) และอึ่งกรายข้างแถบ (*Brachytasophrys carinensis*)

จากการศึกษาสภาพนิเวศที่พบกบตัวเต็มวัยจำนวน 29 ชนิด จำแนกได้เป็น 8 ประเภท คือ

1. แอ่งน้ำขังบนสันเขาที่ระดับความสูง 1,395 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยมีต้นไม้แคระแกร็นขึ้นกระจายอยู่ห่างๆ โดยรอบ ในแอ่งน้ำมีพืชจำพวกกกและหญ้าขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก น้ำในแอ่งค่อนข้างตื้น อุณหภูมิอากาศค่อนข้างต่ำ กบตัวเต็มวัยที่พบ ได้แก่ ปาดนิ้วแยกมลายู (*Polypedates colletti*) และปาดตีนเหลือง (*Rhacophorus bipunctatus*)

2. แอ่งน้ำขังบนโขดหินตามลำห้วยที่มีสภาพค่อนข้างสูงชันที่ระดับความสูงประมาณ 100 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ภายในแอ่งมีใบไม้ทับถมอยู่เป็นจำนวนมาก น้ำในแอ่งค่อนข้างเน่าเสีย กบตัวเต็มวัยที่พบ ได้แก่ อึ่งสันหนาม (*Chaperina fusca*)

3. บริเวณริมลำห้วยที่ค่อนข้างเปิดโล่งมีสภาพเป็นที่ราบ กบตัวเต็มวัยที่พบ ได้แก่ คางคกบ้าน (*Bufo melanostictus*) คางคกเล็ก (*Bufo parvus*) กบหนอง (*Limnonectes limnocharis*) กบทูด (*L. blythii*) เขียดลื่น (*Occidozyga laevis*) เขียดจะนา (*O. lima*) เขียดเขาหลังตอง (*Rana chalconota*) เขียดจิก (*R. erythraea*) เขียดอ่อง (*R. nigrovittata*) อึ่งแม่หนาว (*Microhyla berdmorei*) และอึ่งข้างดำ (*M. heymonsi*)

4. บริเวณซอกก้อนหิน หรือใต้ใบไม้ริมลำห้วยที่มีตลิ่งค่อนข้างสูงชันและเปิดโล่ง ก้อนหินในลำห้วยมีขนาดใหญ่หรือเล็ก น้ำไหลค่อนข้างแรง กบตัวเต็มวัยที่พบ ได้แก่ คางคกห้วยมลายู (*Ansonia malayana*) จงโคร่ง (*Bufo asper*) กบทูด (*Limnonectes blythii*) กบตามธารแดง (*L. doriae*) กบห้วยขาปุ่ม (*L. kuhlii*) กบหัวโต

(*L. macrognathus*) เขียดเขาสูง (*Rana alticola*) เขียดเขาหลังตอง (*R. chalconota*) เขียดชะง่อนหินเมืองใต้ (*R. hosii*) เขียดชะง่อนหินเมืองเหนือ (*R. livida*) เขียดอ่อง (*R. nigrovittata*) และอึ่งแม่หนาว (*Microhyla berdmorei*)

5. บนก้อนหินตามลำห้วยที่ค่อนข้างรกทึบ น้ำไหลแรง ก้อนหินตามลำห้วยมีขนาดใหญ่ และบริเวณที่เป็นน้ำตกสูงชัน กบตัวเต็มวัยที่พบ ได้แก่ กบนิ้วปาดเมืองเหนือ (*Amolops marmoratus*) กบนิ้วปาดเมืองใต้ (*Amolops larutensis*) กบทูด (*Limnonectes blythii*) และเขียดเขาสูง (*Rana alticola*)

6. ริมลำห้วยที่รกทึบ น้ำในลำห้วยไหลแรงหรือช้า หินตามลำห้วยมีขนาดค่อนข้างใหญ่ กบตัวเต็มวัยที่พบ ได้แก่ อึ่งกรายขาเหลือง (*Leptolalax gracilis*) อึ่งกรายขายาว (*Xenophrys longipes*) คางคกห้วยมลายู (*Ansonia malayana*) กบท่าสาร (*Ingerana tasanae*) กบทูด (*Limnonectes blythii*) เขียดเขาสูง (*Rana alticola*) และปาดป่าจุดขาว (*Nyctixalus pictus*)

7. แหล่งน้ำขังตามหนอง บึง หรือตามต้นไม้ที่ถูกน้ำท่วมข้างอ่างเก็บน้ำซึ่งมีสาหร่ายหางกระรอกขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น หรือตามแพที่อยู่ในเขื่อน กบตัวเต็มวัยที่พบ ได้แก่ เขียดจิก (*Rana erythraea*)

8. ภาชนะเก็บกักน้ำของบ้านเรือน กบตัวเต็มวัยที่พบ ได้แก่ ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*)

จากสภาพนิเวศที่พบลูกอ๊อดจำนวน 30 ชนิด จำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. สภาพนิเวศน้ำนิ่ง

1.1 แอ่งน้ำขังบนสันเขาที่ระดับความสูง 1,395 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ดินบริเวณแอ่งเป็นดินเหนียวปนทราย รอบแอ่งน้ำมีต้นไม้แคระแกร็นขึ้นกระจายอยู่ห่างๆ โดยรอบ ในแอ่งน้ำมีพืชจำพวกกกและหญ้าขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก น้ำในแอ่งค่อนข้างตื้น บริเวณที่น้ำลึกที่สุดประมาณ 50 เซนติเมตร ภายในแอ่งมีใบไม้ทับถมอยู่เป็นจำนวนมาก น้ำในแอ่งมีสีชา และมีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ ปาดนิ้วแยกมลายู (*Polypedates colletti*)

1.2 แอ่งน้ำขังตามลำห้วยที่น้ำแห้งขาดตอน หรือมีน้ำไหลเพียงเล็กน้อย ที่ระดับความสูงมากกว่า 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ อึ่งกรายตาเหลือง (*Leptobrachium pullum*) กบห้วยขาปุ่ม (*Limnonectes kuhlii*) กบหูดำ (*Rana cubitalis*) และอึ่งสันหนาม (*Chaperina fusca*)

1.3 แอ่งน้ำขังชั่วคราวบนสันเขาที่ระดับความสูงประมาณ 100 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (เนื่องจากในระดับความสูงประมาณ 100 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางนี้ บางครั้งมีลักษณะเป็นสันระยะทางไกล จึงเรียกว่าสันเขา) ดินบริเวณแอ่งน้ำเป็นดินเหนียวปนทราย มีต้นไม้ขึ้นอยู่โดยรอบ ส่วนใหญ่เป็นไผ่ น้ำในแอ่งค่อนข้างตื้น บริเวณที่น้ำลึกที่สุดประมาณ 30 เซนติเมตร ในแอ่งน้ำมีใบไม้ทับถมอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่เป็นแอ่งน้ำขังขนาดค่อนข้างใหญ่ ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) ปาดตีนเหลือง (*Rhacophorus bipunctatus*) ปาดเขียวตีนดำ (*R. nigropalmatus*) ปาดแดงลายเสือ (*R. pardalis*) ปาดเขียวตีนลาย (*R. reinwardtii*) และอึ่งบอร์เนียว (*Microhyla borneensis*)

1.4 แอ่งน้ำขังบนก้อนหินตามลำห้วยที่มีสภาพค่อนข้างสูงชันที่ระดับความสูงประมาณ 100 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ภายในแอ่งมีใบไม้ทับถมอยู่เป็นจำนวนมาก น้ำในแอ่งค่อนข้างเน่าเสีย ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ คางคกเล็ก (*Bufo parvus*) กบห้วยขาปุ่ม (*Limnonectes kuhlii*) เขียดอ่อง (*Rana nigrovittata*) ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) และอึ่งสันหนาม (*Chaperina fusca*)

1.5 แอ่งน้ำขังนิ่งริมลำห้วยที่ค่อนข้างเปิดโล่งและมีสภาพเป็นที่ราบ หรือแอ่งน้ำขังตามรอยตีนสัตว์ ดินบริเวณแอ่งเป็นดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ดินทรายปนหินขนาดเล็ก หรือเป็นแอ่งน้ำขังบนก้อนหิน ในแอ่งน้ำอาจมีใบไม้ทับถมอยู่บ้าง น้ำในแอ่งมีคุณภาพดี น้ำใส หรือน้ำค่อนข้างเน่าเสีย หรือมีฝ้าสีส้มอยู่ที่ผิวน้ำ ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ คางคกเล็ก (*Bufo parvus*) กบหนอง (*Limnonectes limnocharis*) เขียดเขาหลังตอง (*Rana chalconota*) เขียดอ่อง (*R. nigrovittata*) ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*) อึ่งแม่หนาว (*Microhyla berdmorei*) และอึ่งข้างดำ (*M. heymonsi*)

1.6 แอ่งน้ำตื้นๆ ที่มีน้ำไหลอ่อนๆ หรือแอ่งน้ำขังตามรอยตีนสัตว์ ที่มีน้ำท่วมหลังลูกอ๊อดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น พื้นน้ำเป็นดินโคลนลึก ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ กบหัวโต (*Limnonectes macrognathus*)

1.7 แหล่งน้ำขังตามหนองบึง หรือในอ่างเก็บน้ำบริเวณที่มีสาหร่ายหางกระรอกขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น น้ำในบริเวณดังกล่าวอาจลึกถึง 3-4 เมตร ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ เขียดจิก (*Rana erythraea*)

1.8 ภาชนะเก็บกักน้ำตามบ้านเรือน ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax*)

2. สภาพนิเวศน้ำไหล

2.1 ลำห้วยบริเวณที่เป็นน้ำตกสูงชัน น้ำไหลแรง ลูกอ๊อดเกาะอยู่ตามก้อนหิน ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ กบนิ้วปาดเมืองเหนือ (*Amolops marmoratus*) และคางคกห้วยมลายู (*Ansonia malayana*)

2.2 บริเวณลำห้วยที่เปิดโล่ง และมีพื้นลำห้วยเป็นก้อนหินขนาดประมาณเท่ากำมือ น้ำในบริเวณดังกล่าวตื้น มีใบไม้ติดอยู่ตามก้อนหินบ้างเล็กน้อย ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ กบนิ้วปาดขายาว (*Meristogenys jerboa*)

2.3 บริเวณพื้นลำห้วยทั่วไป น้ำในลำห้วยอาจไหลแรงหรือช้า อาจลึกมากกว่า 1 เมตร หรือลึกเพียง 10 เซนติเมตร พื้นลำห้วยอาจเป็นหิน ทราย ทรายปนหิน หรือดินโคลน ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ กบทูด (*Limnonectes blythii*) กบห้วยขาปุ่ม (*L. kuhlii*) เขียดลื่น (*Occidozyga laevis*) เขียดเขาสูง (*Rana alticola*) เขียดเขาหลังตอง (*R. chalconota*) กบกา (*Taylorana hascheana*) อึ่งกรายตาเหลือง (*Leptobrachium pullum*) และจงโคร่ง (*Bufo asper*)

2.4 บริเวณซอกก้อนหิน หรือใต้ใบไม้ที่ติดอยู่ตามก้อนหินในลำห้วยที่มีน้ำไหล ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ อึ่งกรายข้างแถบ (*Brachytarsophrys carinensis*) และอึ่งกรายห้วยเล็ก (*Xenophrys parva*)

2.5 แอ่งน้ำขังริมลำห้วยที่มีน้ำไหลผ่าน ในแอ่งน้ำอาจมีใบไม้ทับถมอยู่บ้าง น้ำในแอ่งมีคุณภาพดี น้ำในแอ่งบริเวณที่ลึกที่สุด 30 เซนติเมตร ก้นแอ่งมักมีก้อนหินอยู่ซึ่งลูกอ๊อดใช้เป็นที่ซ่อนตัว ลูกอ๊อดที่พบ ได้แก่ คางคกเล็ก (*Bufo parvus*) กบทูด (*Limnonectes blythii*) กบห้วยขาปุ่ม (*L. kuhlii*) เขียดเขาสูง (*Rana alticola*) เขียดเขาหลังตอง (*R. chalconota*) เขียดชะง่อนหินเมืองเหนือ (*R. livida*) เขียดอ่อง (*R. nigrovittata*) และปาดแดงลายเสือ (*Rhacophorus pardalis*)

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาในครั้งนี้ยังมีพื้นที่ที่ยังไม่ได้เข้าไปทำการศึกษาอีกหลายส่วน เนื่องจากขอบเขตของพื้นที่ที่ทำการศึกษามีขนาดใหญ่ ทำให้ไม่สามารถทำการศึกษาได้ครบถ้วนทุกบริเวณ จึงได้เลือกพื้นที่เพื่อทำการศึกษาโดยเฉพาะบริเวณแหล่งน้ำ และพื้นที่ริมลำห้วยซึ่งคาดว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกส่วนใหญ่จำเป็นต้องเข้ามาใช้ประโยชน์จากพื้นที่ โดยเฉพาะการเข้ามาผสมพันธุ์และวางไข่ แต่ก็มีสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบางชนิดที่ไม่จำเป็นต้องเข้ามาใช้ประโยชน์จากพื้นที่นี้ ทำให้จำนวนชนิดของสัตว์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้อาจมีน้อยกว่าความเป็นจริง ดังนั้นการศึกษาในครั้งต่อไปควรจะเพิ่มพื้นที่ที่ทำการศึกษาในส่วนอื่นๆ ด้วย ซึ่งน่าจะทำให้พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกชนิดอื่นๆ เพิ่มเติม

2. ควรมีการศึกษาถึงผลกระทบจากการสร้างอ่างเก็บน้ำต่อสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เนื่องจากมีสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกหลายชนิดที่เคยมีรายงานการพบในอดีต แต่ไม่พบจากการสำรวจครั้งนี้

3. จากการศึกษาในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะในการอนุรักษ์ เช่น ไม่ควรอนุญาตให้ประชาชนขึ้นไปทำกิจกรรมใดๆ ในบริเวณต้นน้ำ และควรเข้มงวดกวดขันกับการลักลอบล่าสัตว์มากขึ้น

4. สำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบางชนิดที่อาศัยอยู่ในสภาพนิเวศที่เฉพาะเจาะจง ควรดูแลสภาพนิเวศนั้นๆ ให้ดำรงอยู่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ต้องขอขอบคุณ อาจารย์จารุจินต์ นภีตะภัฏ คุณธัญญา จั่นอาจ จากองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ คุณเกรียงศักดิ์ ศรีบัวรอด หัวหน้าสถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสงและเจ้าหน้าที่ทุกท่าน คุณพินิต สุวรรณโณ หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และ

ศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_145035

เอกสารอ้างอิง

โกวิท น้อยโคตร. 2545. ความหลากชนิดของกบตัวเต็มวัยและลูกอ๊อดในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทร์ทิพย์ อินธาระ. 2543. การศึกษาโครงสร้างปากที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการกินอาหารของลูกอ๊อดบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุจินต์ นภีตะภัฏ. 2532. ความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทย. ใน: สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และศุภชัย หล่อโลหการ (บรรณาธิการ), การสัมมนาชีววิทยาครั้งที่ 7 เรื่อง "ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย". จัดพิมพ์โดยบริษัท ประชาชน จำกัด กรุงเทพฯ. หน้า 169-204.

จารุจินต์ นภีตะภัฏ และปรีชา หนุนภักดี. 2525. สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำและสัตว์เลื้อยคลานบางชนิดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ใน: การสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย ปีที่ 3 ธันวาคม. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 169-173.

ชุมพล งามผ่องใส และวีรชาติ เทพพิพิธ. 2525. รายงานผลการศึกษาสัตว์ป่าที่เขาสกและคลองแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี. กองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

ธัญญา จั่นอาจ. 2525. รายงานผลการศึกษาสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติและเขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาท่าเพชร จังหวัดสุราษฎร์ธานี. กองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

ธัญญา จั่นอาจ. 2530. การสำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานีและตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธัญญา จั่นอาจ. 2535. สัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าพรุของประเทศไทย. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 2(1): 73-79.

ธัญญา จั่นอาจ. 2539. การสำรวจเบื้องต้นสำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 5(2): 1-9.

บุญส่ง เลขะกุล. 2520. กบทูด และสกุลคางคก. ข่าวนิยมไพร. หน้า 44-49.

บุญส่ง เลขะกุล, วิโรจน์ นุตพันธุ์ และ D. Damman. 2520. สกุลอึ่งและอึ่งอ่าง. ข่าวนิยมไพร. หน้า 29-30.

ผ่องพรรณ ธีมทะมาลา. 2542. สัตว์ป่าในราชอาณาจักรไทย. กรุงเทพฯ.

วัฒนา โฆษิตตานนท์. 2527. การสำรวจชนิดของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันเพ็ญ หุตะเสวี. 2533. การสำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิสูตร พึ่งชื่น. 2537. การสำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาเขียว เขาชมพู่ จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีรยุทธ์ เลาหะจินดา, สวัสดิ์ วงศ์ถิรวัฒน์ และประทีป มีวัฒนา. 2542. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณป่าอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (ผืนป่าตะวันตกรอยต่อของภาคเหนือและภาคใต้). *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 7(1): 24-29.

ส่วนทรัพยากรที่ดินและป่าไม้ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรที่ดินและป่าไม้ กรมป่าไม้. 2541. แผนแม่บทการจัดการพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ส่วนทรัพยากรที่ดินและป่าไม้.

สิริลักษณ์ ศรีวิจิตร. 2527. สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกและสัตว์เลื้อยคลานที่พบในบริเวณดินเค็ม อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนงค์ หัมพานนท์. 2526. การสำรวจชนิดสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกในเขตอำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Boulenger, G.A. 1916. Description of a new frog from Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 2(2): 103-105.

Frith, D.W. 1977. A preliminary list of the amphibian of Phuket Island and adjacent mainland, Peninsular Thailand. *Bull. Nat. Hist. Soc. Siam.* 26(3/4): 192-199.

Gairdner, K.G. 1915. Note on the fauna and flora of Ratburi and Petburi. *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 1(13): 131-156.

Inger, R.F. 1966. The Systematics and Zoogeography of the Amphibia of Borneo. Field Museum of Natural History, Chicago.

Johnson, D.H. 2002. Northern Prairie Wildlife Research Center. Introduction to the Malformed Amphibian Issue. http://www.npwrc. usgs. gov/narcam/backgrnd/backgrnd. Html, October 20, 2002.

Khonsue, W. and K. Thirakhupt. 2001. A checklist of the amphibians in Thailand. *The Natur. Hist. J. of Chulalongkorn Univ.* 1(1): 69-82.

Leong, T.M. and L.M. Chou. 1999. Larval diversity and development in the Singapore Anura (Amphibia). *The Raffles Bull. of Zool.* 47(1): 81-137.

Porter, K.R. 1972. Herpetology. W.B. Saunders Company, Philadelphia.

Smith, M.A. 1916a. On a collection of reptile and batrachians from Peninsular Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 2(3): 121-125.

Smith, M.A. 1916b. On the frog of genus *Oxyglossis*. *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 2(2): 171-175.

Smith, M.A. 1917a. Description of new reptile and new batrachian from Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 2(3): 121-125.

Smith, M.A. 1917b. A list of batrachians at present know to inhibit Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 2(3): 126-131.

Smith, M.A. 1917c. A new frog for Bangkok. *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 2(3): 256-256.

Smith, M.A. 1917d. Description of a new snake and a new frog from Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 2(4): 276-278.

Smith, M.A. 1921. A new name for the frog *Rana pullus*. *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 4(3): 193-193.

Smith, M.A. 1922a. Reptile and batrachians from Siam and Indo-China, (NO. 1). *J. Nat. Hist. Soc. Siam.* 4(4): 203-214.

Taylor, E.H. 1962. The amphibian fauna of Thailand. *The Univ. of Kansas Sci. Bull.* 43(8): 312-456.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 134-138

BRT 2004
Research Reports

นิเวศวิทยาบางประการของนกแอ่นกินรังตะโพกขาว (*Collocalia germani* Oustalet) ในอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด

ภควัต โพธิ์นาค

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: **Some Ecological Aspects of Germain's Swiftlet, *Collocalia germani* Oustalet, in Koh Chang National Park, Changwat Trat**

Pakawat Poenak

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

A study of some ecological aspects of Germain's Swiftlet, *Collocalia germani* Oustalet, was conducted at Koh Rang and Koh Toon in Koh Chang National Park, Changwat Trat. Habitat, breeding season, behavior, nest, egg form, chick development, factors affecting bird mortality and destroyed nests were observed from March 2000 to August 2001.

Plant communities of the swiftlet's habitat were tropical moist evergreen forest and beach forest. Nesting areas were in granite caves along the sea shore. The temperature and relative humidity were an average of 27 ^{0}C and over 80%, respectively. The breeding period of Germain's Swiftlet was from February to May. Nests were half cup-shaped and made from bird saliva. Their average dimensions were 4.01 cm width, 6.50 cm length, and 2.59 cm depth. The average nest weight was 7.08 grams. The average nesting period was 39 days. The egg was oval shaped with a thin glossy pure white shell. Average egg size and weight was 13.73 X 12.14 mm and 2.2 grams, respectively. There were 2 eggs per clutch. The egg laying interval was 2-3 days. The average incubation period was 27 days. The young at the hatchling stage were strongly altricial, naked, blind and helpless. The young were able to fly after 42-45 days. Environmental impacts and humans were 2 factors affecting bird mortality and numbers of destroyed nests.

Key words: Germain's swiktlet, *Collocalia germani*, Koh Chang National Park

บทนำ

รังของนกแอ่นกินรังตะโพกขาว (*Collocalia germani*) สามารถนำมาบริโภคได้ ตามความเชื่อของชาวจีนรังของนกในกลุ่มที่เรียกโดยรวมว่านกแอ่นกินรังเป็นยาอายุวัฒนะ ช่วยฟื้นฟูกำลังภายใน และรักษาอาการป่วยจากโรคต่างๆ จึงทำให้รังของนกในกลุ่มนี้มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง แต่ข้อมูลทางวิชาการด้านนิเวศวิทยาและด้านอื่นๆ เกี่ยวกับนกในกลุ่มนี้ยังมีน้อยและไม่กว้างขวางมากนัก การศึกษานิเวศวิทยาบางประการของนกแอ่นกินรังตะโพกขาวในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในเรื่องของลักษณะถิ่นที่อยู่อาศัย พฤติกรรม ลักษณะรังและไข่ การเลี้ยงดูลูกอ่อน ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตายและการสูญเสียรังของนก เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาเป็นแนวทางในการจัดการถิ่นที่อยู่อาศัยของนก การจัดเก็บรังนกอย่างถูกหลักการอนุรักษ์เพื่อให้ได้รับประโยชน์สูงสุดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อจำนวนประชากรของนก และนำมาประยุกต์ในด้านการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรและพัฒนาไปสู่การเพาะเลี้ยงในเชิงเศรษฐกิจต่อไป

วิธีการ

สำรวจแหล่งที่อยู่อาศัยและการสร้างรังของนกแอ่นกินรังตะโพกขาว บริเวณเกาะรังและเกาะตุ้น อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง บันทึกพฤติกรรมทั่วไป พฤติกรรมการสร้างรัง พฤติกรรมการเลี้ยงดูลูกอ่อน ลักษณะรังและไข่ การพัฒนา

ตัวของลูกนกตั้งแต่ฟักออกจากไข่จนบินออกจากรัง โดยการบันทึกน้ำหนัก ความยาวปีกและความยาวแข้ง รวมถึงศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตายและการสูญเสียรังของนก

ผลการวิจัย

1. ลักษณะสังคมพืชที่พบในถิ่นที่อยู่อาศัยของนกแอ่นกินรังตะโพกขาว แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1.1 สังคมป่าดิบชื้น (Tropical moist evergreen forest) เป็นสังคมพืชที่มีความเด่น ขึ้นปกคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของเกาะในบริเวณที่มีดินค่อนข้างลึก และมากกว่าร้อยละ 90 เป็นพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบ โดยมีโครงสร้างทางด้านตั้ง แบ่งเป็น 3 ชั้นเรือนยอด

1.2 สังคมป่าชายหาด (Beach forest) พบเป็นแถบแคบๆ บริเวณริมฝั่งของเกาะที่เป็นหาดทรายและโขดหิน ลักษณะดินตื้น โดยมีโครงสร้างทางด้านตั้ง แบ่งเป็น 3 ชั้นเรือนยอด

ลักษณะสังคมพืชที่พบในถิ่นที่อยู่อาศัยของนกแอ่นกินรังตะโพกขาวคล้ายคลึงกับสังคมพืชที่ขึ้นปกคลุมในบริเวณพื้นที่อาศัยของนกในสกุล *Collocalia* ในประเทศมาเลเซียที่เป็นสภาพสังคมป่าดิบชื้น (Medway, 1961) และลักษณะสังคมพืชบริเวณถิ่นที่อยู่อาศัยของนกแอ่นกินรัง (*Collocalia fuciphaga*) ในประเทศอินเดียซึ่งเป็นลักษณะของสังคมป่าดิบ (Sankaran, 1995)

2. ลักษณะถ้ำที่อยู่อาศัยของนกแอ่นกินรังตะโพกขาว จากการศึกษาถ้ำที่อยู่อาศัยของนกจำนวน 3 ถ้ำ พบว่าเป็นถ้ำหินแกรนิตอยู่ติดทะเลบริเวณริมฝั่งของเกาะ ตรงกับรายงานของ Cranbrook (1984) ว่านกในสกุล *Collocalia* อาศัยอยู่ในถ้ำหินแกรนิตหรือถ้ำหินปูน ความลึกของถ้ำศึกษา 20-50 เมตร อุณหภูมิภายในถ้ำเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 80 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในถ้ำสอดคล้องกับการศึกษาของ Nugroho and Whendrato (n.d.) ในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งรายงานว่าอุณหภูมิภายในถ้ำที่มีนกแอ่นกินรังอาศัยอยู่ ค่อนข้างคงที่อยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 และนกจะสร้างรังกระจายตามผนังถ้ำสูงจากพื้นด้านล่างของถ้ำ 4-10 เมตร ลักษณะของผนังถ้ำบริเวณที่นกใช้สร้างรังขรุขระ ไม่เรียบ และเป็นเหลี่ยมหิน แสงสว่างส่องเข้าถึงบริเวณที่สร้างรังได้เล็กน้อยถึงไม่มีแสงสว่างเลย

3. พฤติกรรมของนกแอ่นกินรังตะโพกขาว จากการศึกษากิจกรรมในรอบวันพบว่านกจะบินออกจากถ้ำไปหากินตั้งแต่ดวงอาทิตย์เริ่มขึ้นเวลาประมาณ 05.30-06.30 น. และใช้เวลาตลอดทั้งวันในการบินหาอาหารในพื้นที่ต่างๆ ในช่วงเย็นดวงอาทิตย์เริ่มตกเวลาประมาณ 18.00-19.00 น. นกจะบินกลับมายังถ้ำที่อยู่อาศัย ในวันที่มีสภาพอากาศมืดครึ้มหรือมีฝนตก นกจะบินออกไปหาอาหารไม่ห่างจากถ้ำที่อยู่อาศัยมากนัก และหากฝนตกนกจะบินกลับมาที่ถ้ำทันที หากมีฝนตกตั้งแต่ช่วงเวลากลางคืนจนถึงเช้าของอีกวันนกจะไม่บินออกจากถ้ำจนกว่าฝนจะหยุดตกหรือเบาลง ซึ่งไม่แตกต่างจากรายงานของ โอภาส (2542)

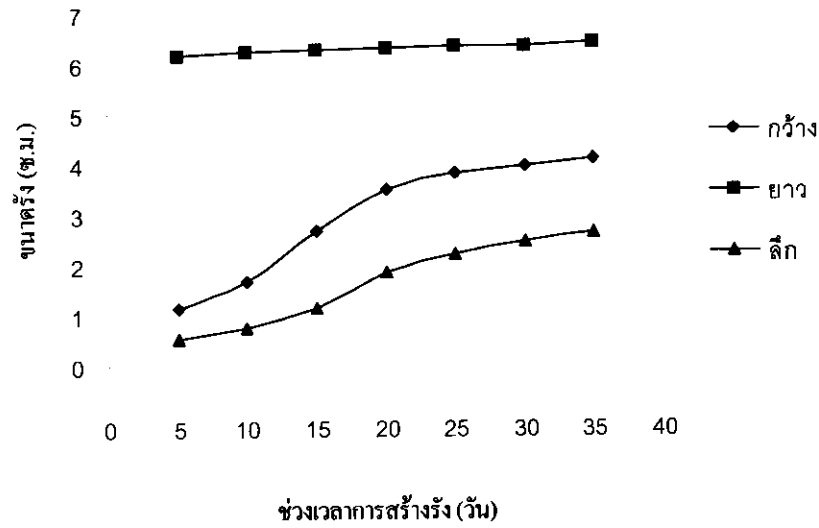
ลักษณะการบินของนกจะใช้วิธีการกระพือปีกทั้ง 2 ข้างขึ้น-ลงอย่างรวดเร็ว สลับกับการกางปีกค้างร่อนในอากาศ การเปลี่ยนทิศทางการบินทำโดยการกระพือปีกข้างใดข้างหนึ่งให้เร็วกว่าอีกข้างหนึ่งเป็นระยะเวลาสั้นๆ ลักษณะการบินตรงกันกับนกแอ่นตะโพกขาวหางแฉก (*Apus pacificus*) จากการศึกษาของ ปัทมาวดี (2544) นกแอ่นกินรังตะโพกขาวมีความสามารถในการใช้เสียงสะท้อนกลับ (echolocation) เพื่อหาทิศทางในถ้ำที่ไม่มีแสงสว่างหรือมีแสงสว่างน้อย โดยนกจะส่งเสียงร้องดัง "แคร๊ก" หรือ "คลิ๊ก" ดังรัวๆ ออกมาเป็นช่วงๆ ในจังหวะที่ไม่สม่ำเสมอ สอดคล้องกับการศึกษาการส่งเสียงสะท้อนกลับในการหาทิศทางของนกในสกุล *Collocalia* คือ ขณะนกบินในที่ที่มีแสงสว่างน้อย นกจะส่งเสียงสะท้อนกลับออกมาแบบไม่ต่อเนื่องเป็นช่วงๆ ระยะห่างของจังหวะการส่งเสียงไม่แน่นอน และเมื่อนกบินในที่มืดสนิทนกจะส่งเสียงสะท้อนกลับที่จังหวะถี่มากขึ้นช่วงการส่งเสียงต่อเนื่องกัน หากนกตกใจจะส่งเสียงร้องในจังหวะถี่มากขึ้นกว่าการส่งเสียงสะท้อนกลับแบบปกติ (Medway, 1959)

นกแอ่นกินรังตะโพกขาวเป็นนกที่กินแมลงขนาดเล็กเป็นอาหาร โดยบินรวมฝูงแล้วโฉบจับแมลงขนาดเล็กที่บินในอากาศ จากการศึกษาไม่พบว่านกลงหาอาหารตามพื้นดินหรือเกาะตามต้นไม้เพื่อหาอาหาร

พฤติกรรมในช่วงฤดูผสมพันธุ์ นกจะเข้าไปอาศัยอยู่ด้านในของถ้ำ มีพฤติกรรมการสร้างรัง วางไข่ และเลี้ยงดูลูกอ่อน ขณะที่มีลูกอ่อนในรังพ่อและแม่นกจะบินนำอาหารมาป้อนแก่ลูกในรัง 2-3 ครั้งต่อวัน

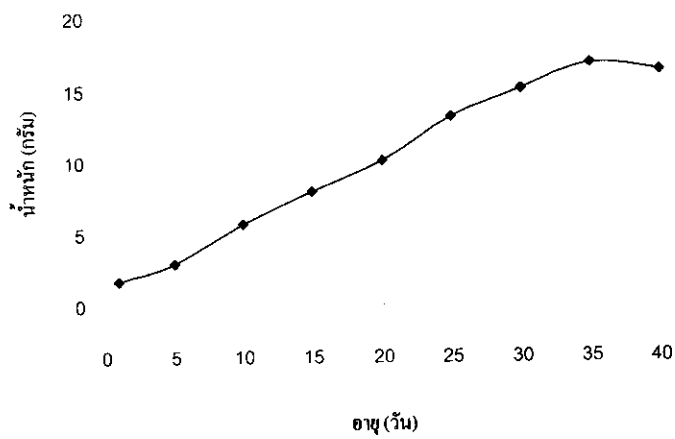
4. ฤดูผสมพันธุ์ของนกแอ่นกินรังตะโพกขาวอยู่ในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม โดยนกเริ่มสร้างรังในเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนมีนาคม ซึ่งต่างจากการศึกษาในนกแอ่นกินรัง ในประเทศเวียดนาม ซึ่งพบว่านกเริ่มสร้างรังในเดือนมกราคม (Nguyen, 1994) ในประเทศอินเดียนกมีช่วงฤดูผสมพันธุ์ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม (Sankaran, 1995) และในประเทศฟิลิปปินส์ พบนกมีช่วงฤดูผสมพันธุ์ระหว่างเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ (Langham, 1980) ความแตกต่างของฤดูผสมพันธุ์ของนกในแต่ละพื้นที่อาจเกิดจากความแตกต่างของปัจจัยแวดล้อมของแต่ละพื้นที่อยู่อาศัยของนก

5. การสร้างรังของนกแอ่นกินรังตะโพกขาวพบในช่วงเวลากลางคืนเป็นส่วนใหญ่ โดยรังของนกสร้างจากของเหลวที่มีลักษณะเป็นเมือกใสผลิตจากต่อมน้ำลาย (salivary gland) ของนกเพียงอย่างเดียวหรืออาจมีขนนกปนบ้างเล็กน้อย โดยนกจะสำรอกเมือกออกมาเชื่อมติดกับผนังถ้ำเป็นแนวครึ่งวงกลม จากนั้นจะเพิ่มขนาดรังให้ใหญ่ขึ้นลักษณะคล้ายรูปถ้วยครึ่งซีก (การเพิ่มขนาดรังดังภาพที่ 1) ระยะเวลาการสร้างรังเฉลี่ย 39 วัน ใกล้เคียงกับระยะเวลาการสร้างรังของนกแอ่นกินรังในประเทศอินโดนีเซีย คือ 30-45 วัน (Nugroho and Whendrato, n.d.) ขนาดรังโดยเฉลี่ย กว้าง 4.01 เซนติเมตร ยาว 6.50 เซนติเมตร ลึก 2.59 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 7.08 กรัม ไข่มีรูปร่างยาวรี ผิวเปลือกไข่เรียบเป็นมัน สีของไข่หลังจากนกวางไข่เป็นสีขาวอมชมพูต่อมาเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น ใน 1 รังมีไข่ 2 ฟอง ไข่ฟองที่สองวางห่างจากฟองแรก 2-3 วัน ขนาดไข่เฉลี่ย 13.73 X 21.14 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 2.2 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ โอภาส (2542) คือ 12.4 X 19.6 มิลลิเมตร ระยะเวลาการฟักไข่ฟองแรกเฉลี่ย 27 วัน ฟองที่สองเฉลี่ย 24 วัน ใกล้เคียงกับนกแอ่นกินรังในประเทศมาเลเซียซึ่งใช้เวลาฟักไข่ฟองแรก 26 วัน และฟองที่สอง 23 วัน (Cranbrook, 1984)



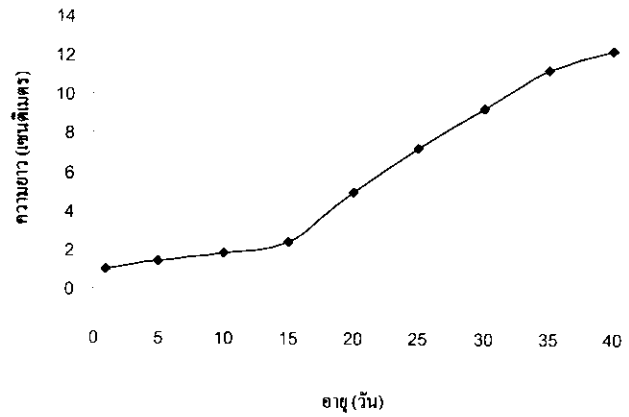
ภาพที่ 1. ขนาดของรังนกแอ่นกินรังตะโพกขาวแต่ละช่วงเวลาการสร้างรัง

6. ลูกนกแอ่นกินรังตะโพกขาวแรกฟักจัดเป็นลูกอ่อนแบบเดินไม่ได้ (altricial) ไม่มีขนปกคลุมลำตัว และยังไม่ลืมตา ใช้เวลาพัฒนาตัวในรัง 42-45 วัน จึงบินออกจากรัง ใกล้เคียงกับนกแอ่นตะโพกขาวหางแฉกจากการศึกษาของ ปัทมาวดี (2544) คือ 38-43 วัน น้ำหนักตัวแรกฟักเฉลี่ย 1.67 กรัม น้ำหนักตัวมากสุดเมื่ออายุประมาณ 35 วัน คือ 16.70 กรัม (ภาพที่ 2) ช่วงก่อนลูกนกบินออกจากรังน้ำหนักตัวจะลดลงเล็กน้อย ความยาวปีกแรกฟักออกจากไข่ยาวเฉลี่ย 0.97 เซนติเมตร ความยาวปีกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อลูกนกอายุ

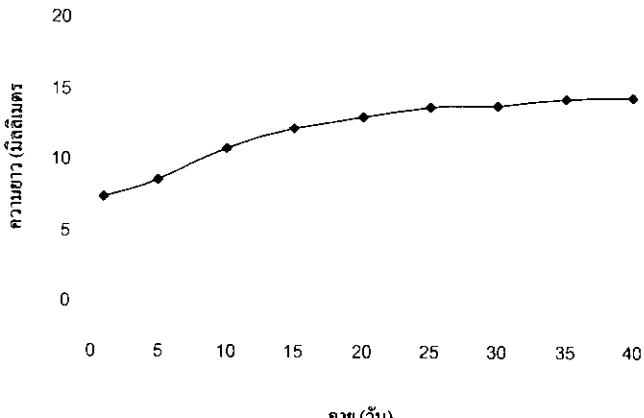


ภาพที่ 2. น้ำหนักลูกนกแอ่นกินรังตะโพกขาว

ประมาณ 15 วัน ความยาวปีกก่อนลูกนกบินออกจากรังเมื่ออายุประมาณ 40 วัน ยาวประมาณ 12.30 เซนติเมตร (ภาพที่ 3) ความยาวแข้งแรกฟักออกจากไข่ยาวเฉลี่ย 7.23 มิลลิเมตร โดยช่วงแรกความยาวแข้งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเมื่ออายุประมาณ 15 วัน ความยาวแข้งจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และเริ่มคงที่เมื่ออายุประมาณ 25 วัน ซึ่งจะมีความยาวประมาณ 13.59 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3. ความยาวปีกของลูกนกแอ่นกินรังตะโพกขาว



ภาพที่ 4. ความยาวแข้งของลูกนกแอ่นกินรังตะโพกขาว

7. ปัจจัยที่มีผลต่อการตายและการสูญเสียรังของนกแอ่นกินรังตะโพกขาวพบ 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่

7.1 ปัจจัยทางธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 2 ประการ ได้แก่

7.1.1 สิ่งมีชีวิต เป็นสัตว์ผู้ล่าที่ล่านกแอ่นกินรังตะโพกขาวเป็นอาหาร ทั้งนกตัวเต็มวัย ลูกนก และทำความเสียหายต่อรังและไข่ของนก พบ 5 ชนิด ได้แก่ เหยี่ยวนกเขาชิครา งูเขียวพระอินทร์ งูเหลือม ตะกวด และเหี้ย สอดคล้องกับการศึกษาของ Nguyen (1997) ในประเทศเวียดนาม ที่รายงานว่าศัตรูของนกแอ่นกินรัง ได้แก่ เหยี่ยว (Falcons) และงู

7.1.2 สภาพแวดล้อม ผลกระทบที่เกิดจากสภาพแวดล้อมส่งผลกับรังนก ไข่นก และลูกนกที่อยู่ในรัง แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อนกตัวเต็มวัย ได้แก่ ความชื้นภายในถ้ำที่อยู่อาศัยของนก ซึ่งทำให้การประสานตัวของรังเสื่อมสภาพ ยึดติดกันไม่ดี จึงหลุดออกจากผนังถ้ำได้ง่าย และน้ำฝนที่ไหลซึมมาจากเพดานถ้ำในช่วงปลายฤดูผสมพันธุ์ ทำให้ส่วนฐานของรังนกที่ยึดติดกับผนังถ้ำเสื่อมสภาพหลุดออกจากผนังถ้ำ สอดคล้องกับการศึกษาในนกแอ่นกินรังในประเทศเวียดนาม ที่พบว่าความชื้นภายในถ้ำจากผลกระทบของคลื่นทำให้รังนกหลุดจากผนังถ้ำ (Nguyen, 1997) และในประเทศอินเดียพบว่าสาเหตุการตายของลูกนกที่อยู่ในรังเกิดจากการที่รังหลุดจากผนังถ้ำเนื่องจากความชื้นภายในถ้ำ (Langham, 1980)

7.2 ปัจจัยจากการกระทำของมนุษย์ จากการจัดเก็บรังนกของบริษัทที่ได้รับสัมปทานจัดเก็บรังนกต่างๆ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อช่วงระยะเวลาการสืบพันธุ์ของนก กล่าวคือนกจะสูญเสียรังไปถึง 2 ครั้ง ก่อนที่จะสามารถวางไข่ได้ ทำให้ช่วงเวลาที่ลูกนกบินออกจากรังอยู่ในช่วงฤดูฝน ซึ่งแมลงที่เป็นอาหารของนกลดลงส่งผลถึงอัตราการรอดตายของลูกนกได้ และในบางกรณีการเก็บรังนกดังกล่าวในบางช่วงพบว่ารังนกบางรังมีไข่และลูกนกอยู่ภายในรังทำให้ไข่และลูกนกที่อยู่ในรังได้รับอันตรายโดยตรง

บทสรุป

จากการศึกษานิเวศวิทยาบางประการของนกแอ่นกินรังตะโพกขาวในอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง พบว่าลักษณะสังคมพืชที่พบในถิ่นที่อยู่อาศัยของนกจำแนกออกได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ สังคมป่าดิบชื้นและสังคมป่าชายหาด ถ้ำที่นกใช้สร้างรังและวางไข่เป็นถ้ำหินแกรนิตบริเวณริมฝั่งทะเล อุณหภูมิภายในถ้ำเฉลี่ย 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 80 นกมีพฤติกรรมการหากินในช่วงเวลากลางวันโดยการบินโฉบจับแมลงขนาดเล็กที่

บินในอากาศเป็นอาหารและกลับมายังถ้ำที่อยู่อาศัยในช่วงเย็น ฤดูผสมพันธุ์ของนกอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม รังนกสร้างจากสิ่งสกัดจากต่อมน้ำลายเป็นรูปถ้วยครึ่งซีก ขนาดโดยเฉลี่ยของรังคือ 4.01 x 6.50 x 2.59 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 7.08 กรัม ระยะเวลาสร้างรังเฉลี่ย 39 วัน ไข่มีรูปร่างกลมรี สีขาวขุ่น ขนาดเฉลี่ย 13.73 x 21.14 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 2.2 กรัม ใน 1 รังมีไข่ 2 ฟอง ระยะเวลาฟักไข่เฉลี่ย 27 วัน ลูกฟักออกจากไข่จัดเป็นลูกอ่อนแบบเดินไม่ได้ ไม่มีขนปกคลุมตัว ไม่ลืมตา ใช้เวลาพัฒนาตัวในรัง 42-45 วัน ปัจจัยที่มีผลต่อการตายและการสูญเสียรังของนกเกิดจาก 2 ปัจจัย ปัจจัยแรก ได้แก่ ปัจจัยทางธรรมชาติ จากผู้ล่าและจากความชื้นภายในถ้ำ ปัจจัยที่สอง ได้แก่ ปัจจัยจากการกระทำของมนุษย์ จากการเก็บรังนกจากบริษัทสัมปทานต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_144016

เอกสารอ้างอิง

ปัทมาวดี เงินจันทร์. 2544. พฤติกรรมของนกแอ่นตะโพกขาวหางแฉก (*Apus pacificus*) บริเวณถ้ำน้ำลอด จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โอภาส ขอบเขตต์. 2542. นกในเมืองไทย เล่ม 2. โรงพิมพ์กรุงเทพฯ กรุงเทพฯ.

Cranbrook, E. 1984. Report on the bird's nest industry in the Baram Distict at Niah. *Sarawak Mus. J.* 33: 143-170.

Langham, N. 1980. Breeding biology of the edible-nest Swiftlet (*Aerodramus fuciphagus*). *Ibis* 122(4): 447-461.

Medway, L. 1959. Echo-location among *Collocalia*. *Nature* (London) 184: 1352-1353.

Medway, L. 1961. The Swiftlets (*Collocalia*) of Niah cave, Sarawak. *Ibis* 104: 224-245.

Nguyen, Q.P. 1994. Breeding and mouth in the edible-nest Swiftlet *Collocalia fuciphaga germani* in Vietnam. *Alauda* 62: 107-115.

Nguyen, Q.P. 1997. Research study on factors (cave micro-climate, food, and human) affecting population size and nest quality of edible-nest swiftlets in Khanh Hoa. *In* Casellini, N., K. Forester and Bui Thi Thu Hien (eds.), The White Gold of the Sea : A case study of sustainable harvesting of swiftlet nest in coastal Vietnam. IUCN, Vietnam.

Nugroho, E. and I. Whendrato. n.d. The farming for edible-nest Swiftlet in Indonesia.

Sankaran, R. 1995. Impact assessment of nest collection on the edible-nest swiftlet in the Nicobar Island. *Oriental Bird Club Bull.* 22: 51-54.

BRT

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 139-145

BRT 2004
Research Reports

การศึกษาวิจัยด้านอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) ในประเทศไทย

ก่องกานดา ชยามฤต[1], ธวัชชัย สันติสุข[1], K. Larsen[2], P.C. Welzen[3], H.J. Esser[4], วีระชัย ณ นคร[5], ประนอม จันทรโณทัย[6], ธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ[1], ราชันย์ ภู่มา[1], ลีนา ผู้พัฒน์พงศ์[1], จิรายุพิน จันทรประสงค์[1] และ สุภีร์ ลาร์เสน[2]

[1]หอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900, [2]Department of Systematic Botany, Aarhus University, Denmark, [3]Rijksherbarium/Hortus Botanicus, Leiden, The Netherland, [4]Department of Vascular Plants, Munchen, Germany, [5]องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180

[6]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

Abstract: Systematic Study of the Family Euphorbiaceae in Thailand

Kongkanda Chayamarit[1], Thawatchai Santisuk[1], Kai Larsen, Peter van Welzen[3], Hans J. Esser[4], Weerachai Nanakorn[5], Pranom Chantharanothai[5], Teerawat Boonthavikoon[1], Rachan Pooma[1], Leena Phuphathanaphong[1], Chirayupin Chantharaprasong[1] and Supee Larsen[2]

[1]Forest Herbarium, National Park, Wildlife and Plant Conservation Department, Chatuchak, Bangkok 10900, [2]Department of Systematic Botany, Aarhus University, Denmark, [3]Rijksherbarium/Hortus Botanicus, Leiden, The Netherlands, [4]Department of Vascular Plants, München, Germany, [5]Queen Sirikit Botanic Garden, Mae Rim, Chiang Mai 50180, [6]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002

A revision of the family Euphorbiaceae in Thailand has been completed. 85 genera comprising 425 species are recognized. Among these, 19 species are introduced, 10 species are described as new, and 6 species await further study as there are inadequate specimens for description of new taxa. 15 species are recorded for the first time in Thailand. 49 species are found only (endemic) in Thailand. 3 new combinations have been made, 1 of which is transferred to a new genus of Southeast Asia. 1 species is raised from infraspecific status, while 3 are reduced to varieties. 3 species are misidentified. 29 new synonyms are proposed. Keys to all genera and species with full descriptions, distributions and uses as well as illustrations and colour pictures will be presented in the Flora of Thailand, volume 8, parts 1 and 2, in the years 2004 and 2005.

Key words: Euphorbiaceae, Flora of Thailand, taxonomy

บทนำ

ไม้วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) เป็นพรรณไม้วงศ์ใหญ่ ทั่วโลกพบจำนวน 300 สกุล 8,000 ชนิด ในประเทศไทยพบ 85 สกุล 425 ชนิด ไม้วงศ์นี้เป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นทางด้านสมุนไพร เช่น พวกเปล้าต่างๆ ขันทองพยาบาท ลูกใต้ใบ ฯลฯ พืชอาหาร เช่น มะไฟ มะยม ฯลฯ พืชเกษตร เช่น มันสำปะหลัง ละหุ่ง ฯลฯ พืชประดับ เช่น คริสต์มาส หางกระรอก ฯลฯ นอกจากนี้ยังเป็นพวกวัชพืช เช่น น้ำนมราชสีห์ หญ้ายาง ฯลฯ และพืชมีพิษ เช่น ตำแยแมว เป็นต้น

พรรณไม้วงศ์นี้เป็นพรรณไม้ที่มีปัญหามากในการวิเคราะห์เพื่อจำแนกชนิด เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีนักพฤกษศาสตร์ท่านใดดำเนินการศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์นี้มาก่อน ดังนั้น เมื่อมีผู้ที่ต้องการจะศึกษาวิจัยสมาชิกของพรรณไม้วงศ์นี้ในขั้นประยุกต์ เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านเภสัชศาสตร์ ด้านเกษตรกรรม หรือด้านป่าไม้ เป็นต้น จึงไม่มีคู่มือที่จะสามารถวิเคราะห์พืชชนิดนั้นๆ ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ หรือถึงแม้ว่าจะสามารถวิเคราะห์ได้โดยดูจากคู่มือพืชวงศ์นี้ในหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศเพื่อนบ้าน ก็พบว่ามีบ่อยครั้งที่ไม่สามารถหาข้อสรุปได้ว่าพืชนั้นๆ เป็นพืชวงศ์ Euphorbiaceae ชนิดใด เนื่องจากคู่มือเหล่านั้นมีข้อมูลไม่สมบูรณ์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาถึงความหลากหลายของพรรณไม้วงศ์นี้ในประเทศไทยโดยเร่งด่วน เพื่อที่จะได้มีข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์

และจำแนกพืชวงศ์เปล้าในประเทศไทย โดยจัดทำเป็นฐานข้อมูล (database) และพิมพ์ในหนังสือ Flora of Thailand ทั้งนี้เพื่อให้ทราบรูปร่างลักษณะ ตลอดจนแหล่งที่อยู่และปริมาณของพืชวงศ์นี้แต่ละชนิด เพื่อวางแผนจัดการอนุรักษ์พันธุ์พืชที่หายากและใกล้จะสูญพันธุ์ ตลอดจนการศึกษาด้านพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของพืชวงศ์นี้ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ต่อไป และเพื่อสนองตอบต่อนโยบายของประเทศในมาตรการและแผนการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน พ.ศ. 2546-2550

เนื่องจากพรรณไม้วงศ์ Euphorbiaceae เป็นพรรณไม้วงศ์ใหญ่ ดังนั้นหากจะให้นักพฤกษศาสตร์เพียงคนเดียวรับผิดชอบศึกษาวิจัยคงต้องใช้ระยะเวลานานนับสิบๆ ปี ดังตัวอย่างพรรณไม้วงศ์ที่มีจำนวนชนิดหลากหลาย เช่น พรรณไม้วงศ์มะเกลือ (Ebenaceae) มี 1 สกุล 65 ชนิด ใช้เวลาศึกษานาน 10 ปี และวงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) มี 18 สกุล 65 ชนิด ใช้เวลาศึกษานาน 7 ปี การศึกษาพรรณไม้วงศ์เปล้า ซึ่งมีถึง 84 สกุล 425 ชนิดนี้ จึงมีการริเริ่มศึกษาร่วมกันระหว่างนักพฤกษศาสตร์ชาวไทยและชาวต่างประเทศ โดยได้จัดเป็นโครงการวิจัยขนาดใหญ่และเชิญชวนนักพฤกษศาสตร์ชาวไทยและชาวต่างประเทศมาทำงานร่วมกัน เพื่อจะได้ย่นระยะเวลาในการศึกษา

วงศ์เปล้า ตั้งโดย A. L. de Jussieu (1824) ต่อมา Takhtajan (1996) ได้จัดพืชวงศ์นี้ไว้ใน Class Magnoliopsida, Subclass Dilleniidae, Superorder Euphorbianae, Order Euphorbiales มีประมาณ 320 สกุล 8,000 ชนิด แพร่กระจายทั่วไปโดยเฉพาะเขตร้อน ทวีปแอฟริกาใต้ แถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ภูมิภาค Irano-Turanian และอเมริกาเหนือ ส่วน Mabberley (1997) และ Webster (1994) ได้รายงานไว้ว่าทั่วโลกมีพรรณไม้วงศ์นี้ประมาณ 317 สกุล 8,100 ชนิด สำหรับการศึกษาในประเทศไทยนั้น ดร. ก่องกานดา ชยามฤต และ Dr. Peter van Welzen (อยู่ระหว่างจัดพิมพ์, 2547) รายงานพบ 84 สกุล 425 ชนิด เพิ่มขึ้นจากการศึกษาของ Airy Shaw (1972) ซึ่งรายงานไว้ 78 สกุล 388 ชนิด โดยไม่รวมสกุล *Buxus, Bischofia* และ *Daphniphyllum*

ในภูมิภาคแถบเอเชียมีการศึกษาพืชวงศ์เปล้าในประเทศต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ดังนี้

ประเทศแถบอินโดจีน (Gagnepain, 1925) รายงานพบ 79 สกุล 447 ชนิด (รวมสกุล *Daphniphyllum* ด้วย)

ประเทศอินเดีย (Hooker, 1954) รายงานพบ 74 สกุล 462 ชนิด

ประเทศภูฏาน (Long, 1987) รายงานพบ 34 สกุล 109 ชนิด

ประเทศมาเลเซีย (Whitmore, 1989) รายงานพบ 71 สกุล 371 ชนิด

ประเทศเวียดนาม (Hô, 1992) รายงานพบ 58 สกุล 422 ชนิด

ประเทศศรีลังกา (Philcox, 1997) รายงานพบ 43 สกุล 137 ชนิด

ประเทศอินโดนีเซีย หมู่เกาะชวา (Backer and Bakhuizen, 1963) รายงานพบ 60 สกุล 237 ชนิด

ประเทศอินโดนีเซีย หมู่เกาะสุมาตรา (Airy Shaw, 1981) รายงานพบ 63 สกุล 277 ชนิด

จากการศึกษาทบทวนโดยนักพฤกษศาสตร์จากอดีตจนถึงปัจจุบัน ทำให้ทราบว่าชื่อวิทยาศาสตร์บางชนิดที่มีรายงานพบในประเทศต่างๆ ได้ถูกยุบกลายเป็นชื่อพ้อง หรือมีการเปลี่ยนสถานะไปเป็นชนิดพันธุ์ย่อย

ลักษณะทั่วไปของพืชวงศ์เปล้า

เนื่องจากเป็นพืชวงศ์ใหญ่จึงได้จัดจำแนกออกเป็นวงศ์ย่อย (subfamily) เผ่า (tribe) และเผ่าย่อย (subtribe) ก่อนที่จะจำแนกระดับสกุล (genus) และชนิด (species) มีลักษณะประจำวงศ์ คือ เป็นพืชล้มลุก ไม้พุ่ม หรือไม้ต้น มักมีน้ำยางสีขาว (latex) ใบเดี่ยวหรือใบประกอบ ติดเรียงสลับหรือตรงข้าม มีหูใบหรือไม่มีหูใบ ช่อดอกออกเป็นช่อแยกแขนง (panicle) ช่อกระจะ (raceme) หรือช่อกระจุก (cyme) ดอกมีขนาดเล็ก สมมาตรตามรัศมี มีเพศเดียว และมักเป็นดอกแยกเพศอยู่ร่วมต้น หรืออาจพบเป็นดอกแยกเพศแยกต้น วงกลีบรวม มักมี 5 กลีบ เรียงเป็น 1-2 วง หรือลดรูป เกสรเพศผู้ มี 1 ถึงจำนวนมาก มักมีจานฐานดอก วงเกสรเพศเมีย คาร์เพลเชื่อม รังไข่มี 3 ช่อง แต่ละช่องมี 1-2 ออวุล ติดแบบห้อยหรือคว่ำ ก้านเกสรเพศเมียมี 3 ก้าน ผลมีหลายแบบ ส่วนมากมี 3 พู เมื่อแก่จะแตกตามรอยประสาน (septicidal) หรือแตกกลางพู (loculicidal) มี 3-6 เมล็ด และมีเอนโดสเปิร์ม (Webster, 1994; Chayamarit and Welzen, inpress)

พรรณไม้วงศ์เปล้าแบ่งเป็น 5 วงศ์ย่อย (ในประเทศไทยพบ 4 วงศ์ย่อย) ได้แก่

1. วงศ์ย่อย Phyllanthoideae

รังไข่แต่ละช่องมี 2 ออวุล ไม่มีน้ำยาง เกลี้ยง ใบเดี่ยว (พบ 3 ใบย่อย (trifoliolate) ในสกุลประดู่ส้ม *Bischofia*) เรียงสลับ พบน้อยที่ใบเรียงตรงข้าม มีหูใบ มีกลีบดอกหรือไม่มีกลีบดอก เมล็ดไม่มีจุกขั้ว ละอองเรณู (pollen grain) แบบ binucleate เป็นแบบ tricolporate ถึง porate

2. วงศ์ย่อย Oldfieldioideae

รังไข่แต่ละช่องมี 2 ออวุล ไม่มีน้ำยาง ใบเดี่ยวหรือใบประกอบ แบบมี 3 ใบย่อย เรียงสลับ เรียงตรงข้าม หรือเรียงเป็นวงรอบ (whorl) มีหูใบหรือไม่มีหูใบ ไม่มีกลีบดอก เมล็ดมีจุกขั้วหรือไม่มีจุกขั้ว ละอองเรณูแบบ binucleate เป็นแบบ colpoidorate ถึง porate ซึ่งวงศ์ย่อยนี้ไม่พบในประเทศไทย

3. วงศ์ย่อย Acalyphoideae

รังไข่แต่ละช่องมี 1 ออวุล ไม่มีน้ำยาง ใบเดี่ยว ส่วนใหญ่ขอบเรียบ มีขนแบบ simple หรือรูปดาว (stellate) มีกลีบดอกหรือไม่มีกลีบดอก ละอองเรณูแบบ binucleate เป็นแบบ tricolporate หรือ triporate

4. วงศ์ย่อย Crotonoideae

รังไข่แต่ละช่องมี 1 ออวุล มักมีน้ำยางสีขาว สีแดง หรือสีเหลือง มีขนแบบ simple รูปดาว (stellate) หรือมีเกล็ดรังแค (lepidote) ใบเดี่ยวหรือใบประกอบ ขอบใบเรียบหรือจักฟันเลื่อย ใบประดับ (bract) มักไม่มีต่อมที่โคน กลีบเลี้ยงเรียงซ้อนเหลื่อมหรือจรดกัน (valvate) มักมีกลีบดอก ละอองเรณูแบบ binucleate หรือ trinucleate เป็นแบบ tricolporate, porate หรือ inaperturate ที่มีเซกซีนแบบ crotonoid pattern

5. วงศ์ย่อย Euphorbioideae

รังไข่แต่ละช่องมี 1 ออวุล มีน้ำยางสีขาว ใบเดี่ยว มักไม่มีขน ใบประดับมักพบต่อมหนึ่งคู่ที่โคนใบ กลีบเลี้ยงเรียงซ้อนเหลื่อมหรือลดรูป เป็นแบบ cyathia (ในสกุล *Euphorbia*) ไม่มีกลีบดอก ละอองเรณูแบบ binucleate หรือ trinucleate เป็นแบบ tricolporate

วิธีการ

1. จัดหากลุ่มทำงาน โดยเชิญนักพฤกษศาสตร์ที่เชี่ยวชาญทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศมาวางแผนการวิจัยร่วมกัน ขณะเดียวกันก็สรรหานักศึกษาที่มีความถนัดและรักที่จะทำงานด้านอนุกรมวิธานพืชเพื่อจะได้ทำการฝึกงานด้านพฤกษอนุกรมวิธานไปตั้งแต่ขั้นแรกของการทำงาน นอกจากนี้ยังกำหนดขั้นตอนการทำงานและมอบหมายหน้าที่โดยแบ่งพรรณไม้เป็นกลุ่มๆ แล้วมอบหมายให้ผู้ร่วมโครงการวิจัยรับผิดชอบตามความถนัดของแต่ละคน

2. สำรวจตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (specimens) ทำการสำรวจและจดบันทึกตัวอย่างพรรณไม้แห้งของพืชวงศ์เปล้าที่ได้มีการเก็บรวบรวมไว้ในหอพรรณไม้ เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นของชนิดพรรณไม้

3. สำรวจและเก็บตัวอย่างภาคสนาม ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้วงศ์เปล้าตามป่าในภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ และนำตัวอย่างพรรณไม้มาผ่านขั้นตอนการเก็บรักษาตามหลักสากล นอกจากนี้พรรณไม้บางชนิดเมื่อนักวิจัยได้ประสบปัญหาในการจำแนก เนื่องจากตัวอย่างไม่สมบูรณ์ จำเป็นจะต้องออกไปสำรวจเฉพาะแห่ง ก็จะตามไปเสาะหาตามสถานที่ที่บันทึกไว้ในบันทึกตัวอย่างพรรณไม้นั้นๆ เพื่อนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ต่อไป

4. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ นำพรรณไม้ที่ผ่านขั้นตอนการเก็บรักษามาตรวจดูรายละเอียดของใบ ดอก และผล โดยทำการศึกษาด้านอนุกรมวิธานเพื่อตรวจหาชื่อที่ถูกต้อง บันทึกไว้เป็นลักษณะสัณฐานวิทยาของพรรณไม้แต่ละชนิด ทำการเปรียบเทียบตัวอย่างพรรณไม้ที่ได้จากการสำรวจกับตัวอย่างพรรณไม้ที่เก็บไว้ในหอพรรณไม้ เพื่อให้ได้ชื่อถูกต้อง พร้อมทั้งวาดภาพลายเส้นพรรณไม้

5. ค้นคว้าเอกสารในห้องสมุด ตรวจเอกสารดูว่าพรรณไม้วงศ์นี้ เท่าที่พบแล้วในประเทศไทยมีกี่ชนิด อะไรบ้าง แต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไร ตรวจสอบดูว่าประเทศใกล้เคียง มีพรรณไม้วงศ์นี้กี่ชนิด อะไรบ้าง และหาการกระจายพันธุ์ของพรรณไม้ชนิดต่างๆ ในวงศ์นี้ด้วย

6. ค้นหาเอกสารต้นฉบับและพรรณไม้ต้นแบบ เพื่อตรวจสอบชื่อพรรณไม้ที่ถูกต้อง การวิจัยขั้นนี้ต้องเดินทางไปยังหอพรรณไม้ในยุโรป คือ หอพรรณไม้คิว กรุงลอนดอน หอพรรณไม้เอดินเบอร์ก บริติชมิวเซียม ประเทศสหราชอาณาจักร หอพรรณไม้มหาวิทยาลัยดับบลิน ประเทศไอร์แลนด์ หอพรรณไม้แห่งชาติ กรุงไลเดน ประเทศเนเธอร์แลนด์ พิพิธภัณฑ์พืชมหาวิทยาลัยโคเปนเฮเกน และมหาวิทยาลัยออร์ฮุส ประเทศเดนมาร์ก หอพรรณไม้กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ซึ่งเป็นหอพรรณไม้ที่มีตัวอย่างพืชวงศ์ Euphorbiaceae อย่างสมบูรณ์และมีห้องสมุดที่มีเอกสารครบถ้วน การค้นหาและวิเคราะห์เอกสารต้นฉบับ ตลอดจนตรวจพรรณไม้ต้นแบบ (type specimen) ของพรรณไม้ชนิดต่างๆ นี้ จะทำให้ได้ทราบว่าพรรณไม้ชนิดใดควรมีชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องอย่างไร หรือพรรณไม้ชนิดใดที่เป็นพรรณไม้ชนิดใหม่ของโลก (new species) ตลอดจนพรรณไม้ใดเป็นพรรณไม้ที่พบใหม่ของประเทศไทย (new record)

7. หาข้อสรุป เมื่อได้ข้อสรุปพรรณไม้วงศ์ Euphorbiaceae ของประเทศไทยแล้ว จึงได้จัดทำรูปวิธานแยกสกุล (key to genera) รูปวิธานแยกชนิด (key to species) รูปวิธานแยกวาไรตี้ (key to varieties) เพื่อใช้สำหรับจำแนกสกุล ชนิด และวาไรตี้ของพืชวงศ์นี้ ตลอดจนบรรยายพืชแต่ละชนิดโดยมีเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่จะสามารถสืบค้นรายละเอียดของพรรณไม้นั้นๆ ต่อไปได้ และยังกล่าวถึงถิ่นกำเนิด การกระจายพันธุ์ นิเวศวิทยา ชื่อเรียกในท้องถิ่นต่างๆ และประโยชน์ของพืชนั้นๆ ด้วย โดยจะจัดพิมพ์เป็นหนังสือ Flora of Thailand ภายหลังจากที่ส่งต้นฉบับให้คณะบรรณาธิการตรวจและยอมรับแล้ว ซึ่งจะตีพิมพ์เป็นจำนวน 2 ตอน

ผลการวิจัย

1. จากการศึกษาด้านอนุกรมวิธานพรรณไม้วงศ์เปล้าในประเทศไทย พบทั้งหมด 85 สกุล 425 ชนิด ข้อมูลของพืชทุกชนิดจัดเตรียมเป็นต้นฉบับเพื่อพิมพ์เป็นหนังสือ Flora of Thailand เล่มที่ 8 ในปี 2547-2548 เป็นจำนวน 2 ตอน ทั้งนี้ต้นฉบับนี้ได้จัดส่งให้บรรณาธิการหนังสือ Flora of Thailand ตรวจและอยู่ในระหว่างการแก้ไข

2. จากพืชทั้งหมด จำนวน 85 สกุล 425 ชนิด มีข้อมูลต่างๆ ดังนี้

2.1 เป็นพรรณไม้ที่พบเป็นชนิดใหม่ของโลก (new species) 10 ชนิด โดยพืชทั้งหมดนี้ได้ทำการตั้งชื่อและประกาศตามหลักการตั้งชื่อพฤกษศาสตร์สากล ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารพฤกษศาสตร์ชั้นนำของโลก ได้แก่

1. *Croton acutifolius* Esser, Thai For. Bull. (Bot.) 29: 51. 2001.
2. *Croton decalvatus* Esser, Thai For. Bull. (Bot.) 29: 53. 2001.
3. *Croton kongkandane* Esser, Novon in press.
4. *Macaranga siamensis* S.J.Davis, Thai For. Bull. (Bot.) 29: 43. 2001.
5. *Macaranga neodenticulata* Whitmore, Thai For. Bull. (Bot.) 29: 61. 2001.
6. *Mallotus hispidospinosus* Welzen & Chayamarit, Kew Bull. 56: 650. 2001.
7. *Mallotus viridis* Welzen & Chayamarit, Kew Bull. 56: 652. 2001.
8. *Mallotus kongkandae* Welzen & Phattarahirankanok, Blumea 46: 67. 2001.
9. *Sauropus poomae* Welzen & Chayamarit, Kew Bull. 56: 652. 2001.
10. *Sauropus temii* Welzen & Chayamarit, Kew Bull. 56: 654. 2001.

2.2 เป็นพืชที่ติดค้างไว้ 6 ชนิด เพื่อรอการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต เพื่อบรรยายเป็นพืชชนิดใหม่ เนื่องจากไม่สามารถหาตัวอย่างเพิ่มเติมได้ เพราะท้องถิ่นที่ต้องตามไปเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมนั้น ปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงสภาพไปจนไม่หลงเหลือสภาพเดิม ได้แก่ พรรณไม้ในสกุล *Antidesma* 1 ชนิด, *Cleistanthus* 1 ชนิด, *Dimorphocalyx* 1 ชนิด *Drypetes* 3 ชนิด และ *Phyllanthus* 1 ชนิด

2.3 เป็นพืชพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย (new record) 14 ชนิด

2.4 เป็นพืชนำเข้า (introduced species) 19 ชนิด ซึ่งอาจนำเข้ามาตั้งแต่อดีตหลายสิบปีแล้วจนปัจจุบันมีการแพร่กระจาย (naturalized) จนกลายเป็นพืชท้องถิ่นไปแล้ว เช่น *Croton tiglium* (สลอด) และ *Phyllanthus acidus* (มะยม) เป็นต้น

2.5 เป็นพรรณไม้ถิ่นเดียวของประเทศไทย (endemic species) 49 ชนิด

3. พืชที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพ มีดังนี้

3.1 เปลี่ยนจากสกุลหนึ่งไปเป็นอีกสกุลหนึ่ง จำนวน 3 ชนิด ได้แก่

3.1.1 *Balakata baccata* (Roxb.) Esser จาก *Sapium baccatum* Roxb.

3.1.2 *Colobocarpos nanus* (Gagnep.) Esser & Welzen จาก *Croton nanus* Gagnep.

3.1.3 *Shirakiopsis indica* (Willd.) Esser จาก *Sapium indicum* Willd.

3.2 ยกระดับจากวาไรตี้ขึ้นเป็นระดับชนิด จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ *Drypetes dasycarpa* (Airy Shaw) Phuph. & Chayamarit จาก *Drypetes indica* (Müll. Arg.) Pax & K. Hoffman. var. *dasycarpa* Airy Shaw. (ดูรายละเอียดใน Thai Forest Bulletin (Botany) no. 28: 160-161. 2000).

3.3 ลดสถานะจากระดับชนิดเป็นวาไรตี้ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่

3.3.1 *Antidesma montanum* Blume var. *microphyllum* (Hemsl.) Petra Hoffm. จาก *A. microphyllum* Hemsl.

3.3.2 *Antidesma montanum* Blume var. *salicinum* (Ridl.) Petra Hoffm. จาก *A. salicinum* Ridl.

3.3.3 *Antidesma montanum* Blume var. *wallichii* (Tul.) Petra Hoffm. จาก *A. oblongifolium* Blume var. *wallichii* Tul.

(ดูรายละเอียดใน Thai For. Bull. (Bot.) No. 28. 2000. หน้า 139-156.)

3.4 พืชในสกุล *Croton*

พืชเดิมคือ *Croton colobocarpus* Airy Shaw ปัจจุบันพืชชนิดนี้เป็นสกุลใหม่ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ สกุล *Colobocarpos* พืชนี้จึงเปลี่ยนเป็นชื่อ *Colobocarpos nanus* Esser

พืชในสกุล *Croton* ที่เป็นชื่อที่ไม่คุ้นกับคนไทย คือ *Croton stellatopilosus* Ohba ซึ่งเดิมได้อ้างอิงผิดเป็น *C. sublyratus* Kurz และเรียกชื่อไทยว่า เปล้าน้อย ซึ่งชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์เฉพาะที่อินเดียเท่านั้น

Croton ชนิดที่พบทั่วไปที่ภาคตะวันออกได้วิเคราะห์ชื่อได้เป็น *Croton decalvatus* Esser.

C. oblongifolius Roxb. ซึ่งใช้มานานนั้น ปัจจุบันเปลี่ยนเป็น *C. roxburghii* N. P. Balakr. เนื่องจากชื่อแรกตั้งไม่ถูกกฎเกณฑ์การตั้งชื่อ

Croton santisukii Airy Shaw กำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาว่าจะจัดอยู่ในชนิดใด เนื่องจากเป็นชนิดที่ไม่น่าจัดอยู่ในกลุ่มนี้

ข้อมูลของ *Croton* ทั้งหมดนี้ดูรายละเอียดใน The Novelties in *Croton* (Euphorbiaceae) from South-East Asia by H.-J. Esser in Novon, 2002.

3.5 ข้อสังเกตของพรรณไม้สกุล *Euphorbia* ดูรายละเอียดใน H.-J. Esser & K. Chayamarit 2001. Notes on *Euphorbia* (Euphorbiaceae) in Thailand. Harvard Papers Botany. 6(1): 261-266.

3.6 พืชสกุล *Lasiococca* พบว่าเป็นพืชสกุลใหม่ของประเทศไทย เนื่องจากมีการวิเคราะห์ระบุชนิดผิดตั้งแต่ต้นซึ่งเป็นพืชคนละวงศ์กัน คือเป็น *Euonymus auriculatus* โดย Craib อยู่ในวงศ์ Celastraceae

3.7 ชื่อพืชวงศ์เปล้าที่กลายเป็นชื่อพ้อง เพิ่มขึ้นใหม่ 29 ชื่อ (syn. nov.) คือ

1. *Antidesma andamanica* Hook.f. = *A. bunius* (L.) Spreng. var. *bunius*

2. *A. plagiorrhynchum* Airy Shaw = *A. forbesii* Pax & K.Hoffm.
3. *A. acuminatissimum* Quisumbing & Merr. = *A. japonicum* Siebold & Zucc. var. *japonicum*
4. *A. kerrii* Craib = *A. montanum* Blume var. *montanum*
5. *A. stenophyllum* Merr. = *A. pendulum* Hook.f.
6. *A. velutinosum* Blume var. *lancifolium* Hook.f. = *A. velutinosum* Blume
7. *A. spaniothrix* Airy Shaw = *A. velutinum* Tul.
8. *Aporosa lophodonta* Airy Shaw = *A. globifera* Hook.f.
9. *Baliospermum montanum* (Willd.) Müll.Arg. = *B. solanifolium* (Burm.) Suresh
10. *Croton calococcus* Kurz = *C. lachnocarpus* Benth.
11. *C. bonianus* Gagnep. = *C. lachnocarpus* Benth.
12. *C. murex* Croizat = *C. lachnocarpus* Benth.
13. *C. trachycaulis* Airy Shaw = *C. lachnocarpus* Benth.
14. *C. argyratus* Blume var. *microcarpus* Gagnep. = *C. sepalinus* Airy Shaw
15. *C. birmanicus* Müll.Arg. = *C. tiglium* L.
16. *C. himalaicus* D.G.Long = *C. tiglium* L.
17. *C. oblongifolius* Roxb. = *C. roxburghii* N.P.Balakr.
18. *C. siamensis* Craib = *C. robustus* Kurz
19. *Chamaesyce coudercii* (Gagnep.) Soják = *Euphorbia bifida* Hook. & Arn.
20. *C. harmandii* (Gagnep.) Sojk = *Euphorbia bifida* Hook. & Arn.
21. *Euphorbia barnhartii* Croizat = *E. lacei* Craib
22. *E. coudercii* (Gagnep.) forma *glaberrima* Gagnep. = *E. bifida* Hook.Arn.
23. *E. kerrii* Craib = *E. sessiliflora* Roxb.
24. *Euonymus auriculatus* Craib = *Lasiococca comberi* Haines
25. *Macaranga kampotensis* Gagnep. = *M. andamanica* Kurz
26. *M. trigonostemonoides* Croizat = *M. andamanica* Kurz
27. *M. denticulata* (Blume) Müll.Arg. var. *pustulata* (King ex Hook.f.) Chakrabarty & Gangopadhyay = *M. denticulata* (Blume) Müll.Arg.
28. *M. adenophylla* Pax & K.Hoffm. = *M. motleyana* (Müll.Arg.) ssp. *griffithiana* (Müll.Arg.) Whitmore
29. *M. glaberrima* var. *kostermansii* Airy Shaw = *M. lowii* King & Hook.f.

4. การใช้ประโยชน์ของพืชวงศ์นี้แบ่งเป็นด้านพืชสมุนไพร พืชและผักกินได้ การใช้ประโยชน์ไม้ และไม้ประดับ ทั้งนี้เพื่อให้นักวิจัยด้านการใช้ประโยชน์พืชได้หยิบยกพืชวงศ์เปล้าที่มีประโยชน์เหล่านี้ไปศึกษาวิจัยด้านประยุกต์ต่อไป

บทสรุป

จากการศึกษาพบพืชวงศ์เปล้าจำนวน 85 สกุล 425 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นพืชนำเข้า (introduced) 19 ชนิด พืชชนิดใหม่ของโลก (new species) 10 ชนิด อีก 6 ชนิด กำลังรอการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อบรรยายเป็นพรรณไม้ชนิดใหม่ พืชที่พบเป็นชนิดใหม่ของประเทศ (new record) จำนวน 15 ชนิด พืชจำนวน 49 ชนิดเป็นพืชถิ่นเดียว (endemic) การเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของพืชมีที่เปลี่ยนจากสกุลหนึ่งไปเป็นอีกสกุลหนึ่งอยู่ 3 ชนิด (new combination) โดย 1 ใน 3

ชนิดนี้เป็นพรรณไม้สกุลใหม่ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และมีพืช 1 ชนิดที่ยกระดับจากวาไรตี้ขึ้นเป็นสกุล 3 ชนิด ลดระดับจากสกุลเป็นวาไรตี้ (variety) และ 3 ชนิดเกิดจากการวิเคราะห์ระบุชนิดผิด มีชื่อพ้องเพิ่มขึ้นใหม่ 29 ชื่อ ได้สร้างรูปวิธานจำแนกสกุล ชนิด และวาไรตี้ของพรรณไม้วงศ์ Euphorbiaceae ของประเทศไทย บรรยายลักษณะพืชแต่ละชนิดโดยละเอียด พร้อมทั้งข้อมูลการกระจายพันธุ์ นิเวศวิทยา การใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยภาพลายเส้นพร้อมทั้งภาพสีของพืชบางชนิด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะตีพิมพ์ในหนังสือ Flora of Thailand เล่มที่ 8 ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ในปี 2547 และ 2548

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุและวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139004

เอกสารอ้างอิง

Airy Shaw, H.K. 1972. The Euphorbiaceae of Siam. *Kew Bull.* 26: 191-490.
Airy Shaw, H.K. 1981. The Euphorbiaceae of Sumatra. *Kew Bull.* 36: 239-374.
Backer, C.A. and R.C. Bakhuizen van Den Brink. 1963. Flora of Java. Vol. 1. Noordhoff-Groningen, Netherland. 648 p.
Gagnepain, F. 1925. Euphorbiaceae. Flore Generale de l' Indo-China 5. Masson et Cie, Paris. 447 p.
Hô, P.H. 1992. An Illustrated Flora of Vietnam. Quyen II Tap 1 Cayco. Maekong Printing, Vietnam. 611 p.
Hooker, J.D. 1954. Flora of British India. Vol. 5. L. Reeve & Co. Ltd., India. 910 p.
Mabberley, D.J. 1997. The Plant Book. The Bath Press, Great Britain. 857 p.
Philcox, D. 1997. Euphorbiaceae. A Revised Handbook to the Flora of Ceylon XI. A.A. Balkema, Rotterdam. 420 p.
Webster, G.L. 1994. Systematics of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81(1-2): 1-401.
Whitmore, T.C. 1989. Tree Flora of Malaya. Vol. 2. Wing Tai Cheung Printing, Hong Kong. 444 p.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 146-154

BRT 2004
Research Reports

เซลล์พันธุศาสตร์ของพันธุ์ไม้วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) ในประเทศไทย

พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง[1], ทยา เจนจิตติกุล[1], ชฎาพร เสนาคุณ[2] และ วินัย ทองภูบาล[3]

[1]ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

[2]สถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44001

[3]โรงเรียนท่าช้างราษฎร์บำรุง อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมา 30230

Abstract: Cytogenetic Study of Euphorbiaceae in Thailand

Puangpaka Soontornchainaksaeng[1], Taya Jenjittikul[1], Chadaporn Senakun[2] and Winai Tongpubal[3]

[1]Department of Plant Science, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400, [2]Walairukhavaj Research Institute, Mahasarakam University, Muang, Mahasarakam 44001, [3]Ta-changratbamrung School, Chaleomprakiat, Nakhonratchasima 30230

Euphorbiaceae were sampled from natural populations in several parts of Thailand. Chromosome number and morphology from various meristematic tissues were investigated using modifed Feulgen squash or propionocarmine squash techniques. Voucher specimens were made for all samples and deposited at the herbaria of the Department of Plant Science, Mahidol University, the Department of Biology, Khon Kaen University and the Royal Garden Suanluang, Rama IX, Thailand. About 203 samples belonging to 45 genera, 161 species, 14 cultivars and 33 unidentified plants were investigated. The propionocarmine squash technique is suitable for chromosome investigation of Euphorbiaceae. Members of this family showed a great diversity of chromosome numbers between and within genera ranging from 2n=16 (*Croton hirtus*) to 124 (*Codieam variegatum*). Most species have very small chromosomes ranging from 1.0 to 8.67 μm in size. *Baccaurea, Breynia, Bridelia, Cnesmone, Glochidion, Jatropha and Macaranga* showed uniform numbers within a genus. The chromosomes of *Acalypha, Euphorbia, Exoecaria and Phyllanthus* were variable in size and number within a genus. Polyploids were found in both natural groups and cultivated plants. Chromosome numbers of more than 140 species were recorded for the first time. B chromosomes were found in some species of *Phyllanthus* and *Exoecaria*.

Results have provided original data on plant cytogenetics. They will not only provide fundamental data for further research, especially as a valuable instrument to give substantial support to plant systematic research and phylogenetics, but will also be useful for plant improvement and fertility prediction. This will provide important suggestions for plant conservation strategies. This genetic diversity study forms an important database called the "Chromosome Atlas of Euphorbiaceae" and is part of the "Chromosome Atlas of Plants in Thailand".

Key words: Euphorbiaceae, chromosome number, meiotic figure, chromosome atlas

บทนำ

ไม้วงศ์เปล้าเป็นพันธุ์ไม้วงศ์ใหญ่ ทั่วโลกพบประมาณ 300 สกุล 8,000 ชนิด ในประเทศไทยมีประมาณ 80 สกุล มากกว่า 400 ชนิด ซึ่งหลายชนิดมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเป็นพืชอาหาร เช่น ผักหวานบ้าน มะยม มะไฟ เป็นต้น เป็นพืชสมุนไพร เช่น เปล้าน้อย ลูกใต้ใบ มะขามป้อม ขันทองพยาบาท และเปล้าต่างๆ เป็นต้น นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ เช่น คริสต์มาส และหางกระรอกแดง และเป็นพืชเกษตร เช่น ยางพารา มันสำปะหลัง ละหุ่ง และสบู่ดำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีบางชนิดที่เป็นวัชพืช เช่น น้ำนมราชสีห์ และเป็นพืชมีพิษ เช่น ตำแยแมว และตาตุ่มทะเล แต่จนถึงปัจจุบันนี้พบข้อมูลทางเซลล์พันธุศาสตร์น้อยมากเนื่องจากการศึกษาต้องใช้เวลาเพื่อหาเทคนิคที่ถูกต้อง สำหรับพืชชนิดหนึ่งๆ และผู้ศึกษาต้องมีความชำนาญมากพอจึงจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งการศึกษาทางเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดจำแนกชนิด หาความสัมพันธ์และวิวัฒนาการของพืช นอกเหนือ

จากการดูลักษณะภายนอกซึ่งอาจไม่ชัดเจนเพียงพอ นอกจากนี้ข้อมูลทางเซลล์พันธุศาสตร์ยังบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของพันธุ์และแนวโน้มที่จะทำการปรับปรุงพันธุ์พืชชนิดนั้นๆ อีกทั้งได้ข้อมูลที่จะบ่งชี้แนวทางในการนำพืชมาใช้ในการวิจัยในด้านต่างๆ ดังนั้นการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์นอกจากจะเป็นการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม (ระดับโครโมโซม) แล้ว ยังได้ข้อมูลพื้นฐานของพืชที่ครบถ้วนเพื่อให้การจำแนกถูกต้องมากยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งหมดจะถูกเก็บอย่างเป็นระบบและจัดทำเป็นโครโมโซมแอทลาส (Chromosome Atlas) เพื่อเป็นฐานข้อมูล และหนังสืออ้างอิงที่สะดวกต่อการค้นคว้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษารายละเอียดของพันธุ์ไม้ และเพื่อเลือกชนิดพืชมาใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง ตลอดจนวางแผนอนุรักษ์พืชที่กำลังจะสูญพันธุ์ และเพื่อการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตพืชตามต้องการ การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาจำนวนและรูปร่างลักษณะโครโมโซมของพันธุ์ไม้วงศ์เปล้าที่พบในประเทศไทย

โครโมโซมของสิ่งมีชีวิตพวกยูแคริโอต มีความแตกต่างกันทั้งในด้านรูปร่าง การเรียงลำดับ และปริมาณสารพันธุกรรม แต่มีส่วนประกอบสำคัญเหมือนกัน ได้แก่ ดีเอ็นเอและโปรตีนฮีสโทน (histone) นอกจากนี้บนโครโมโซมยังพบอาร์เอ็นเอ (อาร์เอ็นเอที่พบบนโครโมโซมนี้ไม่มีบทบาทเกี่ยวกับโครงสร้างของโครโมโซม) แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และเอนไซม์ โครโมโซมแท่งเดียวกันที่พบในระยะต่างๆ ของวัฏจักรเซลล์อาจมีลักษณะแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับการหดและคลายตัวของโครโมโซมและการจับคู่ของโครโมโซม (พวงผกา, 2542b) การศึกษาโครโมโซมพืชจึงเป็นการศึกษาทางพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ที่เป็นประโยชน์ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น และยังเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาความผิดปกติทางพันธุกรรม ซึ่งนำไปใช้ในการบ่งชี้ความเป็นพิษต่อพันธุกรรม (genotoxicity) ของสภาวะแวดล้อม เช่น ความเป็นพิษของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นที่นิยมนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งการศึกษากับพืชต้นแบบทำให้ศึกษาได้ง่าย เสียค่าใช้จ่ายน้อย และเห็นผลเร็ว

ในขณะที่มีการแบ่งเซลล์ โครโมโซมจะมีการหดและคลายตัวไม่เท่ากัน การศึกษาจำนวนและรูปร่างลักษณะของโครโมโซมจึงนิยมศึกษาในระยะเมทาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitotic metaphase chromosome) ของเซลล์ร่างกาย (somatic cell) (มีพืชบางชนิดเท่านั้นที่เห็นโครโมโซมชัดเจนในระยะโพรเฟสและแอนาเฟส) ซึ่งโครโมโซมระยะนี้จะหดสั้น มีความหนา และกระจายได้ง่าย (Mc Leish and Snoad, 1966) โดยสามารถศึกษาได้จากส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ราก ใบอ่อน ใบประดับ กลีบดอก กลีบเลี้ยง และผนังอับเรณูที่ยังมีการแบ่งเซลล์ วิธีนี้ศึกษารายละเอียดโครโมโซมโดยการทำแคริโอไทป์ (karyotype) ซึ่งวิธีศึกษาโครโมโซมจากเซลล์ร่างกายนี้ ปัจจุบันนิยมใช้วิธี Feulgen squash (Darlington and La Cour, 1966) เพราะเป็นวิธีเตรียมเซลล์ที่ได้ผลดีที่สุด มีผู้ดัดแปลงวิธีสควอชเพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น เช่น Sharma and Sharma (1980) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาโครโมโซมด้วยเทคนิคโพรพิโอโนคารมีนสควอช ซึ่งศึกษาได้จากเยิร์มไลน์เซลล์ (germ line cell) โดยดูการจับคู่ (synapsis) ของโครโมโซมที่เหมือนกัน (homologous chromosome) ในระยะเมทาเฟสแรก (first metaphase) มีพืชบางชนิดเท่านั้นที่ศึกษารายละเอียดของโครโมโซมในระยะไดอะไคเนซิส (diakinesis) ของการแบ่งนิวเคลียสไมโอซิส วิธีนี้ศึกษารายละเอียดโครโมโซมโดยการศึกษาไมโอติกฟิเกอร์ (meiotic figure) หรือไมโอติกคอนฟิกูเรชัน (meiotic configuration) การศึกษาโครโมโซมด้วยวิธีนี้สามารถบอกระดับพลอยดี้ (ploidy level) ของสิ่งมีชีวิตได้จากรูปร่างการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกัน เยิร์มไลน์เซลล์ที่นำมาศึกษาการจับคู่ของโครโมโซมได้จากเซลล์กำเนิดถุงเอ็มบริโอ (embryo sac mother cell: EMC, megaspore mother cell, megasporocyte) ในออวูล (ovule) หรือเซลล์กำเนิดเรณู (pollen mother cell: PMC, microspore mother cell, microsporocyte) ในอับเรณู ทั้งสองวิธีดังกล่าวข้างต้นมีขั้นตอนการศึกษาและใช้เครื่องมือที่ไม่ซับซ้อน แต่ผู้ศึกษาต้องมีความชำนาญเพียงพอจึงจะวิเคราะห์ผลได้ถูกต้องแม่นยำ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือและวิธีการในการศึกษาโครโมโซมไปพร้อมๆ กัน เช่น เครื่องมือวิเคราะห์โครโมโซมและบันทึกภาพ (chromosome image analyser system: CHIAS) ซึ่งประกอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนท์ และคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมการศึกษาโครโมโซมของพืชแต่ละชนิด เมื่อใช้เครื่องมือนี้จะสามารถทำแคริโอแกรมออกมาเป็นภาพได้ในเวลา 20 นาที นอกจากนั้นยังมีเครื่องมือที่ใช้ในการตัดโครโมโซม (chromosome

microdissection) ซึ่งประกอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ inverted microscope ติดกับอุปกรณ์ที่มีเข็มตัดที่ทำด้วยแก้ว สามารถตัดชิ้นส่วนโครโมโซมที่ทราบตำแหน่งจำเพาะ และนำไปใช้เป็นดีเอ็นเอติดตามได้อย่างแม่นยำ (Soontornchainaksaeng et al., 2001) ส่วนวิธีการศึกษาโครโมโซมได้พัฒนามาหลายวิธีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาและการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การศึกษาโครโมโซมโดยใช้เอนไซม์ในการย่อยผนังเซลล์ (protoplast drop technique) เพื่อให้โครโมโซมกระจายดี การศึกษาโดยใช้เทคนิคการย้อมแถบโครโมโซมซึ่งเป็นการทำให้บางส่วนของโครโมโซมแต่ละแท่งเสียสภาพด้วยวิธีเดียวกันแล้วย้อมสีทำให้เกิดแถบโครโมโซมที่แตกต่างกัน ยกเว้นโครโมโซมที่เป็นคู่กันจึงจะอยู่ในลักษณะเดียวกัน เทคนิคการย้อมแถบโครโมโซมทำได้หลายวิธี (พวงผกา, 2542a) วิธีนี้มีความยุ่งยากซับซ้อนขึ้นกว่าวิธีพื้นฐาน แต่สามารถวิเคราะห์ผลได้ง่าย ต่อมามีการศึกษาทางเซลล์พันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลด้วยวิธี *In situ* hybridization วิธีนี้ทำให้การศึกษาโครโมโซมมีความแม่นยำ ได้ผลชัดเจน โดยเฉพาะการวิเคราะห์ยีโนมหรือหาตำแหน่งยีนจำเพาะบนโครโมโซม (Soontornchainaksaeng, 1999) เป็นวิธีการที่ต้องใช้วัสดุและเครื่องมือที่มีความซับซ้อน ตั้งแต่การเตรียมตัวติดตาม (probe) การเตรียมเซลล์ และเตรียมสไลด์ การ hybridization การวิเคราะห์ภาพ ดังนั้นค่าใช้จ่ายจะสูงมาก โดยเฉพาะเซลล์พืชมีผนังเซลล์ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเตรียมเซลล์ และโครโมโซมกระจายได้ยาก จะต้องมีวิธีการย่อยผนังเซลล์ซึ่งต้องใช้เอนไซม์ที่มีความจำเพาะสำหรับพืชแต่ละชนิด (Anamthawat-Jónsson, 2001) อย่างไรก็ดีวิธีนี้ให้ผลแม่นยำและวิเคราะห์ผลได้ง่าย และสามารถศึกษาได้ในทุกระยะของวัฏจักรเซลล์ ดังนั้นการศึกษาทางเซลล์พันธุศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตไม่ได้จำกัดว่าจะต้องศึกษาด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับความพร้อมของเครื่องมือและความชำนาญของผู้ศึกษา ตลอดจนการพิจารณาถึงความจำเป็นที่จะต้องลงทุนในการศึกษา ในกรณีของการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชวงศ์เปล้าในประเทศไทย เป็นการศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานซึ่งทั่วโลกมีการศึกษาน้อยมาก สำหรับประเทศไทยแทบจะไม่พบผู้ศึกษามาก่อน (Soontornchainaksaeng, 2004) ดังนั้นการใช้วิธีพื้นฐานที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการอย่างง่ายพร้อมกับมีผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ผลการศึกษา จึงเป็นวิธีที่เหมาะสม

วิธีการ

ตรวจเอกสารเพื่อค้นหาผลงานที่มีมาก่อน เก็บตัวอย่างภาคสนามจากที่ต่างๆ ทั่วประเทศโดยเฉพาะอุทยานแห่งชาติและวนอุทยานแห่งชาติ โดยเก็บตัวอย่างพร้อมกับคณะทำงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับพืชวงศ์เปล้าเพื่อให้ได้ตัวอย่างพืชที่ถูกต้องและสอดคล้องกันมากที่สุด การเก็บตัวอย่างจะเก็บส่วนของพืชเพื่อทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง และเก็บเนื้อเยื่อเจริญจากส่วนต่างๆ ของพืชเพื่อศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ โดยการเตรียมสไลด์ด้วยวิธี Feulgen squash และ/หรือ วิธี Propionocarmine squash ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานที่ใช้เครื่องมืออย่างง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย ศึกษารูปร่างลักษณะและจำนวนโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Olympus-BHA) เลนส์วัตถุกำลังขยาย 100X (100 เท่า) บันทึกภาพที่ชัดเจนที่สุดในลักษณะภาพพิมพ์และภาพสไลด์ สรุปผลการศึกษาจาก 25 เซลล์ พิมพ์ผลงานออกแผยแพร่เป็นระยะ จัดทำฐานข้อมูล และโครโมโซมแอทลาส

ผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

เก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้วงศ์เปล้าจากถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติทั่วประเทศพร้อมทั้งจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้งเพื่ออ้างอิง บางส่วนเก็บไว้ที่ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น และพิพิธภัณฑ์สวนหลวง ร.9 พืชวงศ์เปล้ามีความหลากหลายทั้งที่เป็นไม้ต้น ไม้พุ่ม ไม้เลื้อย และไม้ล้มลุก พบว่ามีโครโมโซมขนาดเล็กมาก ดังนั้นเพื่อให้การศึกษาเป็นไปในแนวทางเดียวกัน และถูกต้องตามพันธุกรรมของพืชมากที่สุด และเห็นโครโมโซมชัดเจนมากยิ่งขึ้นเมื่อมีการจับคู่กัน (synapsis) ของโครโมโซมคู่เหมือนในขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จึงเลือกศึกษาโครโมโซมจากดอกอ่อนเป็นส่วนใหญ่ นับจำนวนและศึกษารูปร่างลักษณะของการจับคู่ของโครโมโซม

ศึกษาโครโมโซมในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีโพรพิโอโน-คาร์มีนสควอช วิเคราะห์จำนวนและรูปร่างลักษณะโครโมโซม 203 ตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยพืชที่ยังไม่ได้ระบุสกุลและชนิด 1 ตัวอย่าง ระบุสกุลแล้วแต่ยังไม่ได้ระบุชนิด 33 ตัวอย่าง ระบุชื่อชัดเจนแล้ว 14 cultivars 161 ชนิด จาก 45 สกุล (ตารางที่ 1) เป็นพืชที่มีการศึกษาเป็นครั้งแรกประมาณ 140 ชนิด โดยรายงานผลการศึกษาในลักษณะจำนวนโครโมโซมไมโอติกฟิเกอร์ และลักษณะทั่วไปของเซลล์ เช่น การมีนิวคลีโอลัส ขนาดเซลล์ การติดสีย้อม เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าพืชวงศ์เปล้าในประเทศไทยมีจำนวนโครโมโซมอยู่ระหว่าง 2n = 16 (*Croton hirtus*) ถึง 2n = 124 (*Codiaeum variegatum*) โครโมโซมของพืชเกือบทั้งหมดมีขนาดเล็กมาก (ความยาวของไบวาเลนท์ = 1.0 - 8.67 ไมครอน)

ตีพิมพ์ผลการศึกษาโดยเปรียบเทียบพืชในสกุลเดียวกัน อ้างอิงการจำแนกชื่อพืชของโครงการศึกษาวิจัยพรรณไม้วงศ์เปล้า ในปัจจุบันได้ตีพิมพ์ผลงานไปแล้ว 3 สกุล และสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

สกุล ***Croton*** ศึกษา 15 ชนิด (ตารางที่ 2) (Soontornchainaksaeng et al., 2003b) จากที่พบในประเทศไทยจำนวน 30 ชนิด พบว่าโครโมโซมย้อมติดสีโพรพิโอ-โนคาร์มีนได้ดีมาก โครโมโซมจับคู่เป็นไบวาเลนท์ในระยะเมทาเฟสแรก ขนาดของไบวาเลนท์อยู่ระหว่าง 1.00-6.00 ไมครอน อยู่ในเซลล์ขนาด 26.67-63.33 ไมครอน โดยมี 14 ชนิด มีจำนวนโครโมโซม 2n = 20 มีเพียงชนิดเดียวคือ *C. hirtus* L. ที่มีจำนวนโครโมโซม 2n = 16 (ภาพที่ 1) จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน = 8 และ 10 แสดงให้เห็นว่าพืชสกุลนี้มีความสมบูรณ์พันธุ์ดีมาก มียีโนมขนาดเล็ก และ *C. hirtus* น่าจะเป็นพืชที่มีวิวัฒนาการมากกว่าชนิดอื่นเนื่องจากเป็นพืชล้มลุกและมีจำนวนโครโมโซมน้อยกว่าพืชชนิดอื่นๆ

สกุล ***Mallotus*** ศึกษา 13 ชนิด (ตารางที่ 3) (Soontornchainaksaeng et al., 2003a) จากที่พบในประเทศไทย 35 ชนิด ลักษณะเด่นของพืชสกุลนี้คือ มักจะพบเซลล์ในระยะไดอะไคเนซิส เห็นนิวคลีโอลัส และรูปร่างลักษณะการจับคู่ของโครโมโซมเป็นไบวาเลนท์ขนาด 1.33-6 ไมครอน อยู่ในเซลล์ขนาด 160-286 ไมครอน โครโมโซมติดสีดีเห็นได้ชัดเจน จำนวนโครโมโซมของพืชสกุลนี้แบ่งออกเป็นสามกลุ่ม (3 cytotypes) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 มี 2n = 20 กลุ่มที่ 2 มี 2n = 22 และกลุ่มที่ 3 มี 2n = 24 (ภาพที่ 2) จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน เป็น x = 10, 11 และ 12 ความแปรผันของจำนวนโครโมโซมในพืชสกุลนี้อาจเกิดจากมีการผสมข้าม และมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมขณะที่มีวิวัฒนาการซึ่งมักจะเกิดขึ้นได้เสมอสำหรับพืชในสกุลเดียวกัน จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า *M. oblongifolius* มี 2n = 20 ซึ่งแตกต่างจาก *M. peltatus* ที่มี 2n = 22 ทุกเซลล์และทุกตัวอย่างที่นำมาศึกษา ซึ่งสนับสนุนการจำแนกชื่อตามหลักอนุกรมวิธานของ Airy Shaw แต่แตกต่างจากการจำแนกของ Welzen (2000) ที่ยุบรวมให้ *M. oblongifolius* เป็นชื่อพ้องของ *M. peltatus* ซึ่งชนิดแรกมีฐานใบไม่เป็นแบบกันปิด (non-peltate) แต่พบว่ามีแบบกันปิด (peltate) ปะปนอยู่เสมอ ส่วนชนิดหลังส่วนใหญ่มีฐานใบแบบกันปิดแต่พบที่มีลักษณะไม่เป็นแบบกันปิดได้เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อจำแนกพืชทั้งสองชนิดให้ได้ข้อมูลชัดเจนมากขึ้น

สกุล ***Jatropha*** (Soontornchainaksaeng and Jenjittikul, 2003) ศึกษาทั้งหมด 5 ชนิด 6 cultivars ที่ปลูกในประเทศไทย (ตารางที่ 4) โครโมโซมติดสีดี จับคู่เป็นไบวาเลนท์ในระยะเมทาเฟสแรกหรือแยกจากกันเป็น 11:11 ในระยะแอนาเฟสแรก ไบวาเลนท์มีขนาดเล็กมาก 1.00-3.67 ไมครอน ทุกชนิดมีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 (ภาพที่ 3) และจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน x = 11 พบว่าผลการศึกษาครั้งนี้เหมือนกับผลการศึกษาจากประเทศอื่นๆ ทำให้สรุปได้ว่าพืชสกุลนี้มีความคงที่ทางพันธุกรรมทั่วโลก (Soontornchainaksaeng and Jenjittikul, 2003)

นอกจากนี้ยังได้รายงานผลการศึกษาโครโมโซมพืชวงศ์เปล้าจำนวน 36 ชนิด (Soontornchainaksaeng and Chaiyasut, 1999) และคณะผู้วิจัยจะได้ตีพิมพ์ผลงานออกเผยแพร่เป็นสกุลอีกต่อไปจนกว่าจะครบ และจากนั้นจะได้ตีพิมพ์รวมเล่มเป็น Chromosome Atlas of Euphorbiaceae in Thailand พร้อม CD-Rom เพื่อจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ และสะดวกต่อการค้นคว้า

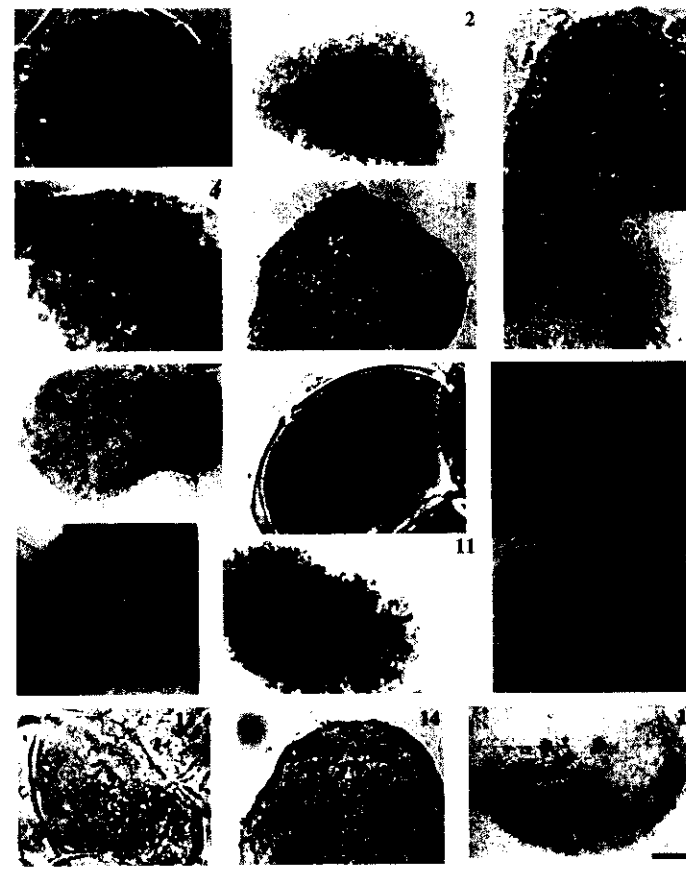
เนื่องจากผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพรรณไม้ในประเทศไทยที่มีมาก่อนแล้ว เพื่อจะได้นำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ทางด้านต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ตลอดจนสามารถเลือกพืชไปใช้ในงานวิจัยได้ถูกต้องเป็นการย่นระยะเวลาในการทำวิจัย และยังเป็นข้อมูลที่แสดงถึงสถานภาพการทำวิจัยทางด้าน

ตารางที่ 1. จำนวนโครโมโซมของพืชวงศ์เปล้า 45 สกุล

สกุล (genus)	จำนวนโครโมโซม (chromosome number; 2n)
Acalypha	20-ca.110
Alchonea	18
Antidesma	26
Aporusa	26-52
Baccaurea Lour.	26
Balakata	44
Baliospermum Bl.	22
Breynia F.R. & G.Foerst.	52
Bridelia	26
Cladogynos	22
Claoxylon Juss.	Ca. 96-104
Cleistanthus Hook.f. ex. Planch.	28-48
Cnesmone Bl.	36
Codiaeum	80-124
Croton	16-20
Drypetes Vahl	40
Epiprinus	20
Euphorbia	16-60
***Excoecaria* L.**	22-ca.120
Fluggea	26
***Glochidion* J.R. & G.Forst.**	52
Hevea	36
Homonoia	44
Hura	44
Jatropha	22
Leptopus Decne.	26-52
Macaranga Thou.	22
Margaritaria	26
Mallotus Lour. Axenfeldia	24
Manihot	20-24
Microstachus	36
Pedilanthus	18
Phyllanthus L.	24-104
Pterococcus	44
Ricinus	20
Sampantaea	22
Sauropus	52
Strophioblachia Boerl.	18
Sumbaviopsis	22
Suregada Roxb. ex. Rottl.	22
Synostemon F. Muell.	46
Thyrsanthera	22
Trewia L.	22
Trigonostemon Bl.	22-44
Vernicia	22

เซลล์พันธุศาสตร์พืชในประเทศไทย อีกทั้งเป็นการป้องกันการทำวิจัยซ้ำซ้อนซึ่งจะมีผลต่อการใช้งบประมาณและสิ้นเปลืองเวลาในการวิจัย จึงได้รวบรวมผลการศึกษาโครโมโซมของพรรณไม้ในประเทศไทยที่มีมาก่อนไว้ใน Chromosome Atlas of Plants in Thailand พร้อมกับได้จัดทำ CD-Rom (Soontornchainaksaeng, 2004) เพื่อความสะดวกในการค้นคว้าอีกทางหนึ่งด้วย

ประเทศไทยยังมีความหลากหลายทางพันธุกรรมพืชอีกเป็นจำนวนมาก นักวิจัยไทยมีความตื่นตัวที่จะทำวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลไปใช้ประโยชน์ จะเห็นได้ว่าประเทศอื่นๆ บางประเทศไม่มีทรัพยากรพันธุ์พืชที่มีความหลากหลายทัดเทียมกับที่มีในประเทศไทย แต่นักวิจัยมีความตั้งใจจริงและได้รับการสนับสนุนทางด้านเงินทุน ทำให้งานวิจัยมีความก้าวหน้าและได้นำผลการวิจัยไปใช้ได้อย่างเป็นสากล จากการทำวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่าส่วนที่ต้องการ



ภาพที่ 1. 1-15) เซลล์กำเนิดเรณู (Pollen mother cells) ระยะเมทาเฟสแรก (metaphase I) และ (anaphase I) ของสกุล *Croton* 1) *C. hirtus* (2n = 16) 2-15) 2n = 20; 2) *C. bonplandianus*, 3) *C. cascarilloides*, 4) *C. caudatus*, 5) *C. hutchinsonianus*, 6) *C. kerrii*, 7) *C. kongensis*, 8) *C. poilanei* (10:10) at anaphase I, 9) *C. robustus*, 10) *C. roxburghii*, 11) *C. stellatopilosus*, 12) *C. thorellii*, 13) *C. tiglium*, 14) *Croton* sp. 1, 15) *Croton* sp. 2

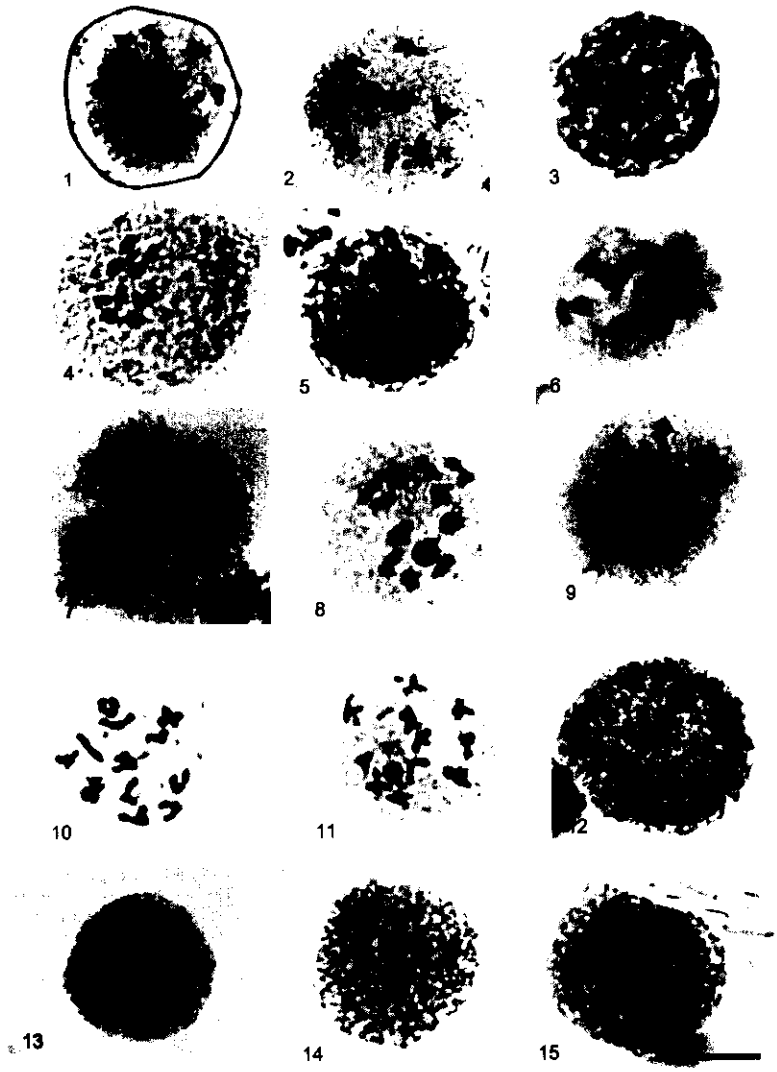
สนับสนุนมากที่สุดคือส่วนที่ใช้ในการเดินทางออกเก็บตัวอย่าง และส่วนที่เป็นปัญหาคือการระบุชื่อพืช เนื่องจากพืชวงศ์เปล้ามีการทำวิจัยทางด้านระบุชื่อและจำแนกพืชอย่างเป็นระบบพร้อมๆ กับการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ ดังนั้นการตีพิมพ์ผลงานจำเป็นต้องมีชื่อพืชที่ถูกต้อง ต้องรอการตีพิมพ์อย่างเป็นทางการของ Flora of Thailand (Euphorbiaceae)

ตารางที่ 2. จำนวนโครโมโซมและการจับคู่ของโครโมโซมของ *Croton* ในประเทศไทย 15 ชนิด: II = bivalent, Ref. = reference number, Prev. = previous record, Coll. No. = Soontornchainaksaeng et al., * = C. Senakun & W. Thongpuban

Species	Chromosome number			Meiotic figure	Record	Locality	Coll. No.
	2n	n	x				
1. *C. bonplandianus* Baillon	20	10	10	10II	Prev.	Prachuap Khiri Khan, Kalasin	087, 161*
2. *C. cascarilloides* Raeusch.	20	10	10	10II	1st	Songkhla	285
3. *C. caudatus* Geiseler	20	10	10	10II	1st	Sa Kaeo	-
4. *C. hirtus* L.Her.	16	8	8	8II	1st	Ubon Ratchathani	160*
5. *C. hutchinsonianus* Hosseus	20	10	10	10II	1st	Kanchanaburi, Phrae	051, 215
6. *C. kerrii* Airy Shaw	20	10	10	10II	1st	Phrae	212
7. *C. kongensis* Gagnep.	20	10	10	10II	1st	Nakhon Ratchasima	4
8. *C. poilanei* Gagnep.	20	10	10	10II	1st	Sakon nakhon	337
9. *C. robustus* Kurz.	20	10	10	10II	Prev	Chiang Mai	024
10. *C. roxburghii* N.P.Balakr.	20	10	10	10II	1st	Kanchanaburi	047
11. *C. stellatopilosus* Ohba	20	10	10	10II	Prev.	Chacheongsao	046
12. *C. thorellii* Gagnep.	20	10	10	10II	1st	Sakon Nakhon	124, 175
13. *C. tiglium* L.	20	10	10	10II	Prev.	Nakhon Pathom	183
14. *Croton* sp. 1	20	10	10	10II	-	Nakhon Ratchasima	255
15. *Croton* sp. 2	20	10	10	10II	-	Chaiyaphum	81

ตารางที่ 3. โครโมโซมจากเซลล์กำเนิดเรณูของสกุล *Mallotus*, II = bivalent, Ref. = reference number, prev. = Soontornchainaksaeng, P. & K. Chaiyasut (1999), Coll. No. = Soontornchainaksaeng et al., *Coll. No. = C. Senakun & W. Tongpubal

Species	Chromosome Number			Meiotic figure	Record /(ref.)	Locality	Coll. No.
	2n	n	x				
1. *M. barbatus* MÜll.Arg.	22	11	11	11II	prev	Prachuap Khiri Khan	148
2. *M. macrostachyus* MÜll.Arg.	22	11	11	11II	1st	Trang	375
3. *M. miquelianus* Boerl.	22	11	11	11II	1st	Songkhla	276
4. *M. montanus* Airy Shaw	22	11	11	11II	1st	Songkhla	281, 291
5. *M. oblongifolius* MÜll.Arg.	20	10	10	10II	1st	Songkhla	278
6. *M. pallidus* Airy Shaw	20	10	10	10II	1st	Prachaup	261
7. *M. paniculatus* MÜll.Arg.	24	12	12	12II	1st	Songkhla	296
8. *M. peltatus* MÜll.Arg.	22	11	11	11II	1st	Chanthaburi	411
9. *M. repandus* MÜll.Arg.	22	11	11	11II	1st	Sa Kaeo	386
10. *M. resinosus* Merr.	24	12	12	12II	1st	Prachuap Khiri Khan	*70
11. *M. spodocarpus* Airy Shaw	24	12	12	12II	1st	Lop Buri	203
12. *M. tiliifolius* MÜll.Arg.	24	12	12	12II	1st	Chumphon	150
13. *Mallotus* sp.	22	11	11	11II	-	Chachoengsao	138



ภาพที่ 2. 1-15) เซลล์ระยะไดอะไคเนซิสของสกุล *Mallotus* จำนวน 13 ชนิด
1-3) 2n = 20; 1) & 2) *M. oblongifolius*, 3) *M. pallidus* 4-11) 2n = 22;
4) *M. barbatus*, 5) *M. macrostachyus*, 6) *M. miquelianus*, 7) *M. montanus*,
8) *M. peltatus*, 9) *M. repandus*, 10 & 11) *Mallotus* sp. 12-13) 2n = 24;
12) *M. paniculatus*, 13) *M. resinosus*, 14) *M. spodocarpus*, 15) *M. tilifolius*
ลูกศรชี้คือนิวคลีโอลัส สเกล = 10 μm

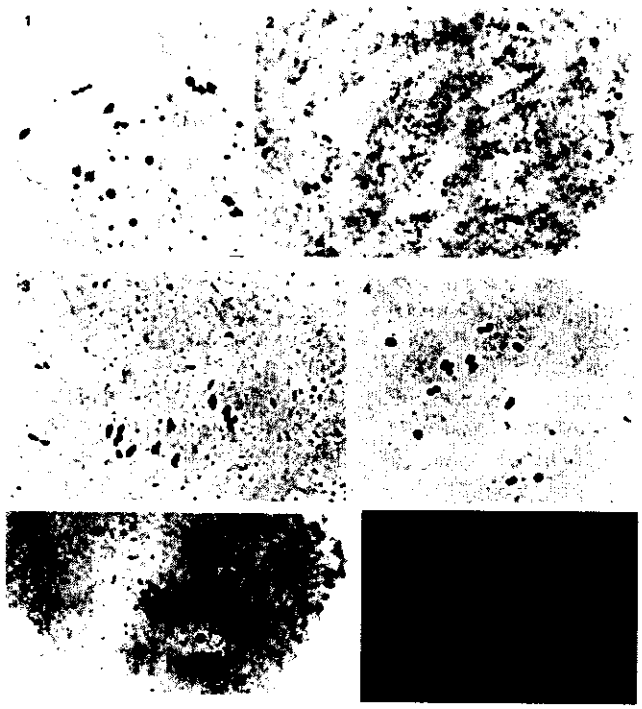
ตารางที่ 4. จำนวนโครโมโซมและการจับคู่ของโครโมโซมของ *Jatropha*: II = bivalent, Ref. = references number, Coll. No. = Soontornchainaksaeng et al.

Species	Chromosome number			Meiotic figure	Previous record (ref.)	Locality	Coll. No.
	2n	n	x				
1. *J. curcas* L.	22	11	11	11II	4, 11, 12, 20, 21	Nakhon Pathom	041
2. *J. gossypiifolia* L.	22	11	11	11:11	4, 11, 12, 20, 21	Nakhon Pathom	042
3. *J. integerrima* Jacq.	22	11	11	11II	11	-	-
"Red flower"	22	11	11	11II	21	Bangkok	194
"Pink flower"	22	11	11	11II	21	Bangkok	195
4. *J. multifida* L.	22	11	11	11II	4, 11, 21	Nakhon Pathom	196
5. *J. podagrica* Hook.	22	11	11	11II	12, 21	Nakhon Pathom	197

การศึกษาทางเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชแต่ละกลุ่มจะมีความแตกต่างกัน ทั้งพื้นที่ทำการศึกษา ธรรมชาติของพืช ซึ่งผู้ศึกษาจะต้องใช้เวลาและหาเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับพืชกลุ่มนั้นๆ การศึกษาครั้งนี้จำเป็นจะต้องศึกษาเพื่อให้ได้ทั้งคุณภาพ และปริมาณมากเพื่อนำมาจัดกลุ่ม และหาองค์ความรู้ที่ได้จากความหลากหลายที่พบ นอกจากนั้นการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชมีหลายเทคนิค ทุกเทคนิคเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ทั้งความชำนาญของผู้ศึกษาและเครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาที่จำเพาะ การที่จะเลือกศึกษาด้วยวิธีการใดขึ้นอยู่กับความจำเป็นที่จะให้ได้ผลลัพธ์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ และจะต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าในด้านค่าใช้จ่าย และระยะเวลาในการทำวิจัย ตลอดจนการมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพันธุ์ไม้วงศ์เปล้ายังดำเนินต่อไป โดยเฉพาะมีการศึกษาพืชในสกุล *Croton* ทั้งทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ กายวิภาค และการเจริญพันธุ์ ซึ่งพืชสกุล *Croton* เกือบทุกชนิดมีคุณสมบัติเป็นสมุนไพร (Chayamarit et al., 2001) มียีโนมขนาดเล็ก มีความคงที่ทางพันธุกรรม ดังนั้นจึงมีศักยภาพที่จะถูกปรับปรุงพันธุกรรมเพื่อเพิ่มศักยภาพทางสมุนไพร และนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน เช่น พืชในสกุลสบู่ดำ (*Jatropha*) (2n = 22, ขนาดไบวาเลนท์เล็กมากประมาณ 1.00-3.67 ไมครอน) ซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพในการเป็นพืชให้น้ำมันอีกชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะในภาวะที่โลกมีน้ำมันในธรรมชาติน้อยลง

ปัจจุบันมีผู้นิยมการศึกษาวิจัยที่ต้องใช้เครื่องมือที่ทันสมัยหรือใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (high technology) จนมองข้ามการศึกษาแบบดั้งเดิมที่ยังให้ผลลัพธ์สำคัญและเป็นประโยชน์ที่แตกต่างออกไป จนบางครั้งคิดว่าวิธีการดั้งเดิมที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยและทำได้ง่ายเป็นวิธีที่ไม่เป็นวิชาการ อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยแต่ละสาขานั้นถ้าจะให้ถูกต้องและแม่นยำจะต้องทำการศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ อย่างมีขั้นตอน แต่ผลลัพธ์จากการศึกษาแต่ละด้านจะนำไปใช้ได้แตกต่างกันอย่างไม่สามารถปฏิเสธได้ บางสาขาเห็นผลชัดเจนเป็นรูปธรรม บางสาขาได้เพียงข้อมูลพื้นฐานที่จะต้องมีผู้เชี่ยวชาญในสาขาอื่นๆ รู้จักนำไปใช้เพื่อการวิจัยต่อยอดจึงจะเป็นประโยชน์ชัดเจน สำหรับการศึกษาทางเซลล์พันธุศาสตร์เป็นไปได้ทั้งแบบที่ได้ข้อมูลพื้นฐานมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น หรือให้ผลลัพธ์ที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ชัดเจน ถ้าศึกษาร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อดูความคงที่ของพันธุ์ หรือศึกษาเพื่อหาตำแหน่งยีน หรือหาเครื่องหมายทางพันธุกรรม (genetic marker) ของพืชบางชนิด เป็นต้น



สเกล = 10 μm

ภาพที่ 3. โครโมโซมในเซลล์กำเนิดเรณูของ *Jatropha*

1. *J. curcas* (2n = 22; 7ringII + 4rodII), Metaphase I
2. *J. gossipifolia* (n = 11; 11:11), Anaphase I
3. *J. integerima* (cv. Red flower) (2n = 22; 6ringII + 5rodII), Metaphase I
4. *J. integerima* (cv. pink flower) (2n = 22; 6ringII + 5rodII), Metaphase I
5. *J. multifida* (2n = 22; 7ringII + 4rodII), Metaphase I
6. *J. podagrica* (2n = 22; 8ringII + 3rodII), Metaphase I

การศึกษาโครโมโซมพืชทำให้ทราบความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชนำไปใช้ในการจำแนกพันธุ์ การหาสายสัมพันธ์ มีประโยชน์ต่อการคาดคะเนขนาดยีโนม ทำให้เลือกพืชไปใช้ประโยชน์ในการวิจัยด้านอื่นๆ ทราบแนวโน้มที่จะทำการปรับปรุงพันธุ์และความคงที่ทางพันธุกรรม

เป็นประโยชน์ต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์พันธุกรรม แต่ผลการศึกษาจะมีประโยชน์เพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับการรู้จักนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น การศึกษาครั้งนี้นอกจากคณะผู้วิจัยจะได้องค์ความรู้จากการวิจัยโดยตรง และยังได้ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมดังกล่าวอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะผู้วิจัยในโครงการศึกษาวิจัยพรรณไม้วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) ซึ่งมี ดร. ก่องกานดา ชยามฤต เป็นหัวหน้าโครงการ และ รศ. โกสุม พีระมาน หัวหน้าโครงการการศึกษาเรณูของพืชวงศ์เปล้าที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการระบุชื่อและการเก็บตัวอย่างพืช งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 140002

เอกสารอ้างอิง

พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง. 2542a. โครโมโซมและพันธุกรรมพืช. เอกสารประกอบการสัมนาเชิงปฏิบัติการการศึกษาโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. วันที่ 15-19 มีนาคม 2542. 59 หน้า.

พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง. 2542b. เซลล์พันธุศาสตร์พืช. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเชิงปฏิบัติการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.วันที่ 15-19 มีนาคม 2542. หน้า 52-63.

Anamthawat- JÓnsson, K. 2001. Molecular cytogenetics of introgressive hybridization in plants. *Meth. In Cell Sc.* 23: 139-148.

Chayamarit, K., T. Suntisuk, K. Larsen, P.V. Welzen, H.J. Esser, W. Nanakorn, P. Chantaranothai, T. Boonthavikoon, R. Pooma, L. Phuphathanaphong, C. Chantaraprasong and S. Larsen. 2001. Systematic Study of the Family Euphorbiaceae in Thailand. *In* BRT Research Report 2001, V. Baimai and R. Kumhom (eds.), Biodiversity Research and Training Program (BRT), Bangkok, Thailand.

Darlington, C.D. and L.P. La Cour. 1966. The Handling of Chromosomes. Georg Allen and Unvin, London.

Mc Leish, J. and B. Snoad. 1966. Looking at Chromosomes. St. Martin's Press Inc., New York.

Sharma, A.K. and A. Sharma. 1980. Chromosomes Techniques (Theory and Practice). 3rd ed. Butterwoths press, London.

Soontornchainaksaeng, P. 2004. Chromosome Atlas of Plants in Thailand. (in press).

Soontornchainaksaeng, P. 1999. Chromosome technology in plant research. *In* Trends of Plant Cell Culture and Biotechnology for Micropropagation, Plant Productions and Crop Improvement, 4-6 October 1999, Room 101, NSTDA Building.

Soontornchainaksaeng, P. and K. Chaiyasut. 1999. Cytogenetic investigation of some Euphorbiaceae in Thailand. *Cytologia* 64(3): 229-234.

Soontornchainaksaeng, P., P. Chantaranothai and C. Senakun. 2003a. Cytogenetic study and taxonomic consideration in some taxa of *Mallotus* Lour. (Euphorbiaceae) in Thailand. *Thai Forest Bull. (Botany)* 31: 113-122.

Soontornchainaksaeng, P., P. Chantaranothai and C. Senakun. 2003b. Genetic diversity of *Croton* L. (Euphorbiaceae) in Thailand. *Cytologia* 68(4): 379-382.

Soontornchainaksaeng, P., T. Jenjittikul, C. Senakun and W. Thongpuban. 2001. Cytogenetic Study of Euphorbiaceae in Thailand. *In* BRT Research Report 2001, V. Baimai and R. Kumhom (eds.), pp. 99-106. Biodiversity Research and Training Program (BRT), Bangkok, Thailand.

Soontornchainaksaeng, P. and T. Jenjittikul. 2003. Karyological study of *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) in Thailand. *Thai Forest Bull. (Botany)* 31: 105-112.

Welzen, P.C. van. 2000. Checklist of the genera of Thai Euphorbiaceae I. *Thai Forest Bull. (Botany)* 28: 59-112.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 155-162

BRT 2004
Research Reports

Taxonomic Study of the Genus *Argyreia* Lour. (Convolvulaceae) in Thailand

Chumpol Khunwasi, Busban Na Songkhla and Paweena Traiperm
Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

A taxonomic study of *Argyreia* Lour. in Thailand was carried out from May 2001 to February 2003. The study was conducted using newly collected fresh materials as well as herbarium specimens deposited at seven herbaria in Thailand, namely the Professor Kasin Suvatabhandhu Herbarium (BCU), the Bangkok Herbarium (BK), the Forest Herbarium (BKF), the Herbarium of the Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University (CMU), the Herbarium of the Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University (KKU), the Herbarium of the Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkhla University (PSU) and the Queen Sirikit Botanic Garden Herbarium (QSBG). A total of 27 species and one variety were found. Descriptions, a key to species, illustrations and photographs were prepared. Eight species are endemic to Thailand, two are new species records for Thailand, viz. *Argyreia fulvocymosa* C.Y. Wu var. *fulvocymosa* and *Argyreia thorelii* Gagnep., and 3 are expected to be new species. Pollen morphology of 21 species and one variety was also studied by light microscopy and scanning electron microscopy. The pollen is monadal, has radial symmetry, and is apolar. The aperture is polypantoporate. The shape of pollen grains is spheroidal. The pollen grain size is 83-118 microns. The exine is echinate. The palynological data do not provide good taxonomic characters for species identification. In addition to photographs from the light microscope, scanning electron microscope photographs of pollens have been included.

Key words: *Argyreia*, Convolvulaceae, revision

Introduction

Argyreia is one of the largest genera of Convolvulaceae. It contains about 90 species and is distributed in tropical continental Asia, Malaysia and Australia (Austin, 1980). Most plants are woody twiners with large showy flowers or inflorescences. The parts of plants are usually covered with various types of indumentum, especially on the outside of midpetaline bands. Fruits are indehiscent, fleshy, leathery berries with an orange, red or purplish to yellowish color (van Ooststroom, 1943; van Ooststroom and Hoogland, 1953; Austin, 1980).

The genus *Argyreia* was first described by Joao de Louriero in 1790, in his Flora Cochinchinensis, and contained 3 species, i.e. *A. obtusifolia* Lour., *A. acuta* Lour. and *A. arborea* Lour. He described this new genus as having a 5-partite corolla with oblong reflexed segments, a capitate emarginate stigma and a subglobular, 4-celled berry. The first two species doubtless belong to the family Convolvulaceae, as representatives of a well-defined genus. However, the last one, *A. arborea* Lour., was later transferred to the Boraginaceae by Hallier in 1898 as a synonym of *Cordia myxa* L. (van Ooststroom, 1943).

In 1824, William Roxburgh established a new genus *Lettsomia*, in the first edition of Flora Indica vol. II, which was very similar to *Argyreia* Lour, except for its 2-locular ovary. He subdivided the *Lettsomia* into two groups according to corolla form, i.e. a campanulate group and an infundibuliform (or rather hypocrateriform) group. From his description, it is clear that all species with campanulate corollas have a biglobular stigma, but the infundibuliform group has a linear stigma (van Ooststroom, 1943).

In 1893 Hallier, in Bot. Jahrb. vol. 16, was the first one who used pollen morphology as an important character in the classification of the Convolvuloideae. (Ferguson, Verdcourt and Poole, 1977 cited in van Ooststroom and Hoogland, 1953). He used the presence of spines on the exine to separate the genera of Convolvulaceae into two groups, namely Echinoconiae, in which pollen grains have spines, and Psiloconiae, in which pollen grains have no spines (Erdtman, 1971). Hallier's system was later adopted by van Ooststroom and Hoogland (1953). He subdivided the family into two

subfamilies, the Cuscutoideae and the Convovuloideae. The last subfamily was then further divided into two tribes, the Convolvuleae (or Psiloconiae group of Hallier f.) and the Impomoeae (or Echinoconiae group of Hallier f.). The *Argyreia* was classified in the tribe *Ipomoeae* with the very closely related genus *Ipomoea* (van Ooststroom and Hoogland, 1953).

The first taxonomic publications about *Argyreia* in Thailand were made by William Grant Craib. He primarily reported 4 species of *Argyreia* in 1911 (*A. obtusifolia* Lour., *A. roxburghii* Choisy var. *siamica*, *A. wallichii* Choisy) and added one more species in 1914 (*A. henryi* (Craib) Craib). A few years later, he reported *Rivea collinsae* Craib found in Thailand, which was later changed to *Lettsomia* and *Argyreia* (Craib, 1911, 1914, 1916).

Data on the Thai species of *Argyreia* was later extended by Arthur Francis G. Kerr. He studied and verified 7 new Thai species of *Argyreia*, but at that time, under the generic name *Lettsomia*, viz. *L. brachypoda* Kerr, *L. breviscapa* Kerr, *L. calcicola* Kerr, *L. ionantha* Kerr, *L. roseopurpurea* Kerr, *L. stenophylla* Kerr and *L. versicolor* Kerr and transferred *Rivea collinsae* to *Lettsomia* (Kerr, 1941). Finally, in 1954, he reported 7 species of *Argyreia* and 21 species of *Lettsomia* found in Thailand (Kerr, 1954).

Materials and Methods

1. Method

Reviewed literature dealing with *Argyreia* emphasized related genera distributed in Thailand and neighbouring countries. Field collections and flowering period observations of *Argyreia* were made in as many provinces of Thailand as possible. The herbarium specimens of *Argyreia* available in the Professor Kasin Suvatabhandhu Herbarium (BCU), the Bangkok Herbarium (BK), the Forest Herbarium (BKF), the Herbarium, Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University (CMU), the Herbarium, Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University (KKU), the Herbarium, Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkhla University (PSU), and the Queen Sirikit Botanic Garden Herbarium (QSBG) were thoroughly studied. Field notes on morphological characters of each specimen such as color, form and size of flowers, kind of fruit, ecological information, habit and some diagnostic characters of each species were made.

2. Laboratory study

The details of external and internal morphological characters of each specimen were studied in the laboratory. Plant specimens were identified using both keys and descriptions from the taxonomic literature. Full descriptions and line drawings of each species were made. Dichotomous keys to species based on significant characters were made. In addition, other information, including ecological data, distribution, and vernacular name for each species, was prepared.

Results

Preliminary taxonomic study of *Argyreia* Lour. in Thailand was carried out between May 2001 and February 2003. There were 27 species and one variety (Table 1, Fig. 1 and Fig. 2).

Table 1. Species, floristic region, distribution, altitude distribution and flowering periods of *Argyreia* Lour. found in Thailand.

Species	Floristic Regions							Altitude Distribution	Flowering Periods
	N	NE	E	SW	C	SE	P		
1. *A. adpressa* (Choisy) Boerl.							*	150 – 965 m	Jul. – Dec.
2. *A. breviscapa* (Kerr) Ooststr.	*	*	*	*	*	*		280 – 850 m	Jul. – Nov.
3. *A. calcicola* (Kerr) Ooststr.		*		*	*			100 m	Jun.
4. *A. capitiformis* (Poir.) Ooststr.	*	*	*	*	*	*	*	50 – 1,600 m	Jul. – Feb.
5. *A. collinsae* (Craib) B. Na Songkhla & P. Traiperm	*		*	*	*	*		20 – 700 m	Sep. - Nov.
6. *A. fulvocymosa* C.Y.Wu var. *fulvocymosa*	*	*			*			725 – 1,650 m	Jul. – Dec.
7. *A. henryi* (Craib) Craib	*							400 – 1,950 m	Sep. - Feb.

Table 1. (continued).

Species	Floristic Regions							Altitude Distribution	Flowering Periods
	N	NE	E	SW	C	SE	P		
8. *A. ionantha* (Kerr) C. Khunwasi & P. Traiperm	*							975 – 1,685 m	Sep. – Jan.
9. *A. kerrii* Craib	*							300 – 1,000 m	Aug. – Nev.
10. *A. lanceolata* Choisy	*	*	*			*		300 – 1,280 m	Jun. – Nov.
11. *Argyreia* cf. *laotica* Gagnep.			*					300 m	Sep. – Nov.
12. *A. maymyo* (W.W. Smith) Raizada	*			*				1000 – 1,500 m	Nov. – Jan.
13. *A. mekongensis* Gagnep. et Courchet	*	*				*		50 m	Jun. – Sep.
14. *A. mollis* (Burm.f.) Choisy	*	*						0 – 1,200 m	Sep. – Mar.
15. *A. nervosa* (Burm.f.) Boj.	Cultivated								Apr. – Sep.
16. *A. obtecta* C.B.Clarke	*	*	*	*	*	*	*	300 – 1,200 m	Aug. – Jan.
17. *A. osyrensis* (Roth) Choisy	*	*	*	*	*	*	*	200 – 800 m	Oct. – Mar.
18. *A. roseopurpurea* (Kerr) Ooststr.							*	100 – 700 m	Jan.
19. *A. roxburghii* Choisy	*							400 m	Jul. – Dec.
20. *A. splendens* (Hornem.) Sweet	*	*						200 – 1,500 m	Sep. – Feb.
21. *A. stenophylla* (Kerr) Staples & P. Traiperm	*			*				700 m	Nov.
22. *A. thorelii* Gagnep.			*					250 m	Jul. – Nov.
23. *A. versicolor* (Kerr) Staples & P. Traiperm		*	*			*		100 m	Oct. – Dec.
24. *A. wallichii* Choisy	*			*				420 – 1,450 m	Oct. – Nov.
25. *Argyreia* sp. 1				*				650 m	Aug. – Nov.
26. *Argyreia* sp. 2	*							1,250 m	Aug. – Sep.
27. *Argyreia* sp. 3	*							1,250 m	Sep. – Dec.

N: northern, NE: north-eastern, E: eastern, SW: south-western, C: central, SE: south-eastern, P: Peninsular.

Discussion and Conclusion

Taxonomy of Argyreia Lour.

From the present study, the sporophytic characters of *Argyreia* exhibit tremendous diversity. Both vegetative and reproductive organs play an important role in determining its generic character down to the level of species. Pollen morphology is one of the most significant characters in the classification of Convolvulaceae (Erdtman, 1952; van Ooststroom and Hoogland, 1953). According to the present investigation, it is however very uniform or displays much less variation in the pollen of *Argyreia*. Thus, pollen morphology seems not to provide such good supporting data for identification to species level within this genus, at least in Thai species.

A combination of characters that can be used in recognizing the majority of *Argyreia* is the woody climber habit, almost all of the vegetative parts (stem, leaf blade, petiole) more or less, with indumentum, calyx distinctly enlarged in fruit, campanulate or funnelform corolla, midpetaline bands usually hariy outside, fleshy or leathery indehiscent fruit and echinate pollen grain.

Habit and Habitat

According to data collected from specimens in various herbaria and from field observation, most *Argyreia* species in Thailand are mainly found in open space with plentiful sunlight, usually at the margins of forests or on grassy lands at high altitude above sea level (Table 1). Sometimes they may be found in the dense areas of forests but then they grow up to the canopy and flowering takes place there.

They are all climbers, usually by using stem coiling or spiraling around other plants. However, *A. henryi* (Craib) Craib has a more or less, shrubby-scandent habit. Sometimes they can be found in more dense parts of forests while all twiner species are most noticeably found growing on other plants along the edges of forests. But some species, viz. *A. stenophylla* (Kerr) Staples & P. Traiperm comb. nov. (ined.) and *A. osyrensis* (Roth) Choisy are typically found to be creepers in open grassland. The stems of these two species are usually not coiled or spiral.

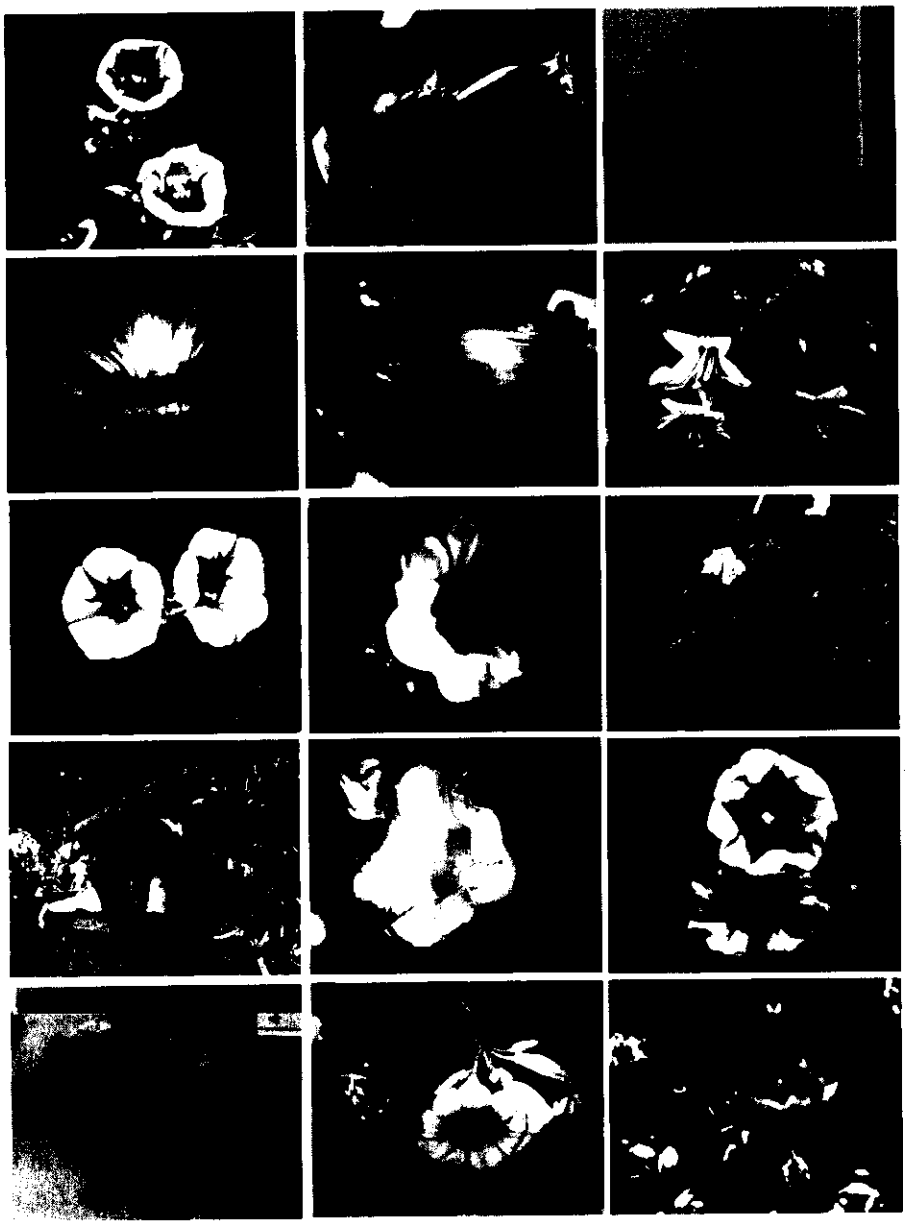


Figure 1. ***Argyreia*** **species.**

row 1. *A. adpressa* (Choisy) Boerl., *A. breviscapa* (Kerr) Ooststr. and *A. calcicola* (Kerr) Ooststr.

row 2. *A. capitiformis* (Poir.) Ooststr., *A. collinsae* (Craib) B. Na Songkhla & P. Traiperm **comb. Nov.** (ined.) and *A. fulvocymosa* C.Y.Wu var. *fulvocymosa*

row 3. *A. henryi* (Craib) Craib, *A. ionantha* (Kerr) C. Khunwasi & P. Traiperm **comb. nov.** (ined). and *A. kerrii* Craib

row 4. *A. lanceolata* Choisy, *A. laotica* Gagnep. and *A. maymyo* (W.W.Smith) Raizada

row 5. *A. mekongensis* Gagnep. et Courchet, *A. mollis* (Burm.f.) Choisy and *A. nervosa* (Burm.f.) Boj.

Leaves

Leaves of *Argyreia* are variable in shape and size. However, their margins are always entire, unlike those of the closely related genus *Ipomoea*, which are lobate or dissected in many species, such as *I. triloba* Linn., *I. nil* (L.) Roth, *I. pes-trigridis* Linn., etc. Leaves of all species are always hairy on the lower surface. The upper surface in most species is also hairy, except in *A. henryi* (Craib) Craib, *A. lanceolata* Choisy, *A. maymyo* (W.W.Smith) Raizada, *A. mollis* (Burm.f.) Choisy, *A. nervosa* (Burm.f.) Boj., *A. splendens* (Hornem.) Sweet, *A. wallichii* Choisy and the unidentified *Argyreia* species no.1 and no.2, in which the upper surfaces of leaves are glabrous or hairy only on the midribs and veins.

Figure 2. *Argyreia* species.

row 1. *A. obtecta* C.B.Clarke, *A. osyrensisi* (Roth) Choisy and *A. roseopurpurea* (Kerr) Ooststr.

row 2. *A. roxburghii* Choisy, *A. splendens* (Hornem) Sweet and *A. stenophylla* (Kerr) Staples & P. Traiperm **comb. nov.** (ined.)

row 3. *A. thorelii* Gagnep., *A. versicolor* (Kerr) Staples & P. Traiperm **comb. nov.** (ined.) and *A. wallichii* Choisy

row 4. *A.*sp. 1, *A.* sp. 2 and *A.* sp. 3

Flower

Flowers of *Argyreia* are bracteate, persistent, occasionally caducous in some species. Persistent bracts are usually large and or rather showy such as in *A. nervosa* (Burm.f.) Boj.

Calyces of *Argyreia* are quincuncial. The third one usually has an irregular or oblique form. They are usually glabrous inside and densely hairy outside, except in *A. breviscapa* (Kerr) Ooststr., *A. collinsae* (Craib) B. Na Songkhla & P. Traiperm comb. nov. (ined.) and unidentified *Argyreia* species no.1, in which their sepals are glabrous on both sides. Margins of sepals are normally entire, but distinctly undulate in *Argyreia splendens* (Hornem.) Sweet.

Petals of *Argyreia* are united and form a gamopetalous flower like Rubiaceae, Apocynaceae, Acanthaceae, etc. However, fusion of petals occurs nearly completely along the whole length of the petals leaving only small tips free. Thus most species of *Argyreia* have entire or shallowly dissected corolla lobes. The main part of the corolla that is widely spread is then part of the corolla tube, which is different from other gamopetalous flowers where the corolla is mostly corolla lobe. However, I found that some particular *Argyreia* species are distinctly and deeply 5-lobed, i.e. *A. fulvocymosa* C.Y.Wu var. *fulvocymosa*, *A. osyrensis* (Roth) Choisy, *A. roseopurpurea* (Kerr) Ooststr., *A. thorelii* Gagnep. and unidentified *Argyreia* no.3. It is noticeable that these species have comparatively small-sized flowers.

When we consider living specimens, we will find that most species of *Argyreia* have thin and delicate papyraceous corollas. However, some species, viz. *A. collinsae* (Craib) B. Na Songkhla & P. Traiperm comb. nov. (ined.), *A. kerrii* Craib, *A.* cf. *laotica* Gagnep., *A. nervosa* (Burm. f.) Boj., *A. osyrensis* (Roth) Choisy, *A. thorelii* Gagnep. and unidentified *Argyreia* species no.1 and no.2 distinctly develop rather thick, fleshy corollas. This character may be used as a character in a key to species, but it disappears when specimens are dried.

As mentioned above, the midpetaline bands of most *Argyreia* are hairy outside. However, three species in this study, i.e. *A. breviscapa* (Kerr) Ooststr., *A. kerrii* Craib and unidentified *Argyreia* species no.1, have completely glabrous corollas.

Stamens and pistils seem to be organs with little variation in *Argyreia*. In the androecium, the base of the filament is usually dilated and hairy above the insertion of the filament on the corolla tube, except in *A. adpressa* (Choisy) Boerl. and *A. roseopurpurea* (Kerr) Ooststr., where the bases of filaments are glabrous.

Distribution

In overview, *Argyreia* can be found throughout the whole country, especially *A. capitiformis* (Poir.) Ooststr., *A. obtecta* C.B.Clarke, and *A. osyrensis* (Roth) Choisy which are distributed in every floristic region. However, some species seem to be limited to particular areas, i.e. *A. adpressa* (Choisy) Boerl. and *A. roseopurpurea* (Kerr) Ooststr., which are recorded only in southern provinces. There is no record of these two species in any floras of northern areas like China (Fang and Staples, 1995), Burma (Kurz, 1877), India (Clarke, 1885) or Indochina (Gagnepain and Courchet, 1915). The same situation is found for *A. henryi* (Craib) Craib, *A. ionantha* (Kerr) C. Khunwasi & P. Traiperm comb. nov. (ined.), *A. kerrii* Craib, *A. roxburghii* Choisy, which seem to be found in the northern floristic regions only. (Table 1). These species have never been reported in floras of the southern regions, like Malaysia (van Ooststroom, 1943, 1945, 1950, 1952; van Ooststroom and Hoogland, 1953) or Indonesia (Backer and Bakhuizen, 1965).

Kerr (1954) reported the occurrence of 28 species of *Argyreia* in Thailand. However, I could not find 4 species that he recorded i.e *A. atropurpurea* (Wall.) Raizada, *A. confusa* Prain, *A. hookeri* C.B.Clarke, *A. maymyensis* (Lace) Raizada, *A. obtusifolia* Lour., even in their original localities. Furthermore there was no specimen determined under these names, deposited in any herbaria in Thailand, except one specimen of *A. hookeri* C.B.Clarke from Singapore collected by Holttum and deposited in BK herbarium. However, two species from my study, are newly recorded for Thailand, i.e. *A. fulvocymosa* C.Y.Wu var. *fulvocymosa* from Phitsanulok and *A. thorelii* Gagnep. from Ubon Ratchathani.

According to the present study, 8 species of *Argyreia* were found to be endemic species to Thailand, i.e *A. breviscapa* (Kerr) Ooststr., *A. calcicola* (Kerr) Ooststr., *A. collinsae* (Craib) B. Na Songkhla & P. Traiperm comb. nov. (ined.), *A. ionantha* (Kerr) C. Khunwasi & P. Traiperm comb. nov. (ined.), *A. kerrii* Craib, *A. roseopurpurea* (Kerr) Ooststr., *A. stenophylla* (Kerr) Staples & P. Traiperm comb. nov. (ined.) and *A. versicolor* (Kerr) Staples & P. Traiperm comb. nov. (ined.). Among these species, *A. roseopurpurea* (Kerr) Ooststr. was found only once and has never been found again. Two of them, *A. stenophylla* (Kerr) Staples & P. Traiperm comb. nov. (ined.) and *A. versicolor* (Kerr) Staples & P. Traiperm comb. nov. (ined.), have only two specimens for each deposited in BK herbarium. No new or recent specimen can be collected any more. These three species together with those previously mentioned by Kerr that were not found in this present study may be also extinct from our country. This may have resulted from deforestation or disturbance of their natural habitat.

Some taxonomic problems in Argyreia

***A. osyrensis* (Roth) Choisy & *Argyreia brachypoda* (Kerr) Ooststr.**

According to the Florae Siamensis Enumeratio, *A. brachypoda* (Kerr) Ooststr. (or *Lettsomia brachypoda* Kerr) was recorded as a true species (Kerr, 1941). This name was first published in the Kew Bulletin by A.F.G. Kerr in 1941 under the name *Lettsomia brachypoda* Kerr, based on the specimen kept by Put no. 2190 deposited at BK. Later, van Ooststroom changed this name to *Argyreia brachypoda* (Kerr) Ooststr. and published in Blumea (van Ooststroom, 1952).

The name *A. osyrensis* (Roth) Choisy was published in 1845, based on its basionym *Ipomoea osyrensis* Roth. The name *A. aggregata* (Roxb.) Choisy was published in 1833 and later treated as a synonym of *A. osyrensis* (Roth) Choisy (van Ooststroom and Hoogland, 1953).

According to the available literature, in the present investigation I found that there is no difference between the description of *Lettsomia brachypoda* described by Kerr (1941) and *Argyreia osyrensis* (Roth) Choisy described by van Ooststroom and Hoogland (1953) in Flora Malesiana vol. 4. and specimen "Put 2190" fits with the description of *A. osyrensis* (Roth) Choisy too. Furthermore, all specimens examined that were determined here as *A. osyrensis* (Roth) Choisy, were previously identified as *A. aggregata* (Roxb.) Choisy (which is treated now as synonym of *A. osyrensis* (Roth) Choisy), and their characters are also in accordance with the description of *A. osyrensis* (Roth) Choisy in Flora Malesiana vol. 4. Thus in the present study, I may treat the name *A. brachypoda* (Kerr) Ooststr., with some hesitation as a synonym of *A. osyrensis* (Roth) Choisy since I have never seen the type specimen of *A. osyrensis* (Roth) Choisy and read its first publication.

***Argyreia obtecta* C.B.Clarke & *Argyreia mollis* (Burm.f.) Choisy**

Argyreia obtecta C.B.Clarke is treated as a synonym of *A. mollis* (Burm.f.) Choisy (van Ooststroom and Hoogland, 1953; Smitinand, 2001). However, I have found that these two species should be separated from each other, according to differences in the indumentum on the upper surface of leaves, sepal arrangement, and shape of corolla, as shown in Table 2 below.

Table 2. Comparison of *Argyreia obtecta* C.B.Clarke and *Argyreia mollis* (Burm.f.) Choisy.

Species	Leaf upper surface	Sepal arrangement	Shape of corolla
A. obtecta C.B.Clarke	appressed hairs	3 outer / 2 inner	funnelform
A. mollis (Burm.f.) Choisy	glabrous	2 outer / 3 inner	campanulate

All specimens that I determined here as *Argyreia obtecta* C.B.Clarke or *A. mollis* (Burm.f.) Choisy will be, on one hand, identified as *A. obtecta* C.B.Clarke by the Flora of British India vol. 4 and Flora Génerale Indo-chine. On the other hand, they will be *A. mollis* (Burm.f.) Choisy by Flora Malesiana, since these two species have the same characters that are used in keys to identification (leaf shape, shape and indumentum of sepal and pistil).

However, in the first published description of *A. obtecta* C.B.Clarke in the Flora of British India it is clearly stated that the upper surfaces of leaves are pilose (Clarke, 1885). The first published description of *A. mollis* (Burm.f.) Choisy (under the name *Convolvulus mollis* Burm.f.) also described the upper surfaces of leaves as glabrous (Burm, 1768). It is clear that the indumentums of these two species are different. Additionally from my investigation, I found that both sepal arrangement and the shape of corolla are different in these two species. Thus I would like to separate these two species and keep their species status.

New combination

According to previously published literature there are four species, namely *A. collinsae* (Craib) B. Na Songkhla & P. Traiperm, comb. nov. (ined.), *A. ionantha* (Kerr) C. Khunwasi & P. Traiperm, comb. nov. (ined.), *A. stenophylla* (Kerr) Staples & P. Traiperm, comb. nov. (ined.), and *A. versicolor* (Kerr) Staples & P. Traiperm, comb. nov. (ined.) that are transferred from *Lettsomia* Roxb. to *Argyreia* Lour.

Dubious species

In this study, there are three species of *Argyreia* Lour. that could not be determined to species level, even though attempts at determination have been made using keys from floras of neighboring countries.

1. *Argyreia* sp. 1 is a woody climber in dry evergreen forest, climbing on small trees at 650 m alt. It is similar to *Argyreia kerrii* Craib, but the details of the indumentum, leaves and sepals, such as, shape and size of lamina, lateral veins, shape and size of sepals and color of indumentum are different.

2. *Argyreia* sp. 2 is a woody climber in deciduous forest, climbing on trees at 1,250 m alt. It looks like *Argyreia splendens* (Hornem.) Sweet. *Argyreia* sp. 2 has subcoriaceous leaves, margin of

sepals undulate and corolla fleshy campanulate. These characters are different from *Argyreia splendens* (Hornem.) Sweet.

3. *Argyreia* sp. 3 is a twining plant of open places, climbing on small trees at 1,250 m alt. It is close to *Argyreia roseopurpurea* (Kerr) Ooststr.. However, the filaments are hairy at the base and a number of lateral nerves are different.

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

Acknowledgements

We are extremely grateful to Assistant Professor Dr. Achara Thammathaworn, Professor Dr. Pranom Chantaranothai, Dr. George W. Staples, Associate Professor Dr. Thaweesakdi Boonkerd, Assistant Professor Chirayupin Chandraprasong, and Dr. Tosak Seelanan for their encouragement and valuable suggestions. We are indebted to Ajarn Rossarin Pollawat and Mrs. Parinyanoot Darumas for their advice and valuable suggestions. We wish to express our sincere thanks to the curators and staff of the following institutions: BCU, BK, BKF, CMU, KKU, PHU and QSBG for their kind permission to study *Argyreia* specimens. This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT T_145006.

References

Austin, D.F. 1980. Convolvulaceae. Flora of Ceylon. Vol. 1. Oxanian Press, Faridabed.

Backer, C.A. and R.C. Bakhuizen van den Brink, Jr. 1965. Convolvulaceae. Flora of Java. Vol. 2. N. V. P. Noodhoft Groningen, The Netherlands.

Choisy, J.D. 1845. Convolvulaceae Orientales. *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Gè-neve.*

Clarke, C.B. 1885. Convolvulaceae. Flora of British India. Vol. 4. L. Reeve & Co., London.

Craib, W.G. 1911. Contribution to the Flora of Thailand. *Kew Bulletin*: 423.

Craib, W.G. 1914. Contribution to the Flora of Thailand. *Kew Bulletin*: 381.

Craib, W.G. 1916. Contribution to the Flora of Thailand. *Kew Bulletin*: 266.

Erdtman, G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy: Angiosperms I. Almqvist and Wiksells, Stockholm.

Erdtman, G. 1971. Handbook of Palynology: Morphology-Taxonomy-Ecology. Munksqaard, Denmark.

Fang, R.C. and G. Staples. 1995. Convolvulaceae. Flora of China. Vol. 16. Science Press, China.

Gagnepain and Courchet. 1915. Convolvulaceae. *Flora Générale de L' Indo – Chine* 4: 228-313.

Kerr, A.F.G. 1941. Contribution to the Flora of Thailand. *Kew Bulletin*: 12-17.

Kerr, A.F.G. 1951-1954. Florae Siamensis Enumeratio. Vol. 3, 2. Siam Society, Bangkok.

Kurz, S. 1877. Forest Flora of British Burma. Vol. 2. Office of the Superintendent of Government Printing, Culcutta.

Roxburgh, W. 1824. Flora Indica. Vol. 2. Mission press, Calcutta India.

Smitinand, T. 2001. Thai Plant Names. Revised ed. Royal Forest Department, Bangkok.

Van Ooststroom, S.J. 1943. The Convolvulaceae of Malaysia, IV. *Blumea* 5: 339-383.

Van Ooststroom, S.J. 1945. A new species of *Argyreia* from Sumatra (Convolvulaceae). *Blumea* 5: 686-691.

Van Ooststroom, S.J. 1950. The Convolvulaceae of Malaysia, VI. *Blumea* 6: 337.

Van Ooststroom, S.J. 1952. The Convolvulaceae of Malaysia, VII. *Blumea* 7: 169-192.

Van Ooststroom, S.J. and R.D. Hoogland. 1953. Convolvulaceae. Flora of Malesiana. Ser. 1, Vol. 4: 388-512.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 163-169

BRT 2004
Research Reports

การศึกษาความหลากชนิดของไม้สกุลไทร ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา - บาลา จังหวัดยะลา และนราธิวาส

ภานุมาศ จันทร์สุวรรณ[1] และ ศิริพร ทองอารีย์[2]

[1]กองวิจัยธรรมชาติวิทยา องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[2]สถานีวิจัยสัตว์ป่า ป่าพรุ-ป่าฮาลาบาลา ตู้ ปณ. 10 อ.แว้ง จ.นราธิวาส 96160

Abstract: **Species Diversity of *Ficus* L. in Hala – Bala Wildlife Sanctuary, Yala and Narathiwat Provinces**

Bhanumas Chantarasuwan[1] and Siriporn Thongaree[2]

[1]Natural Research Division, National Science Museum, Klong Luang, Pathumthani 12120

[2]Hala – Bala Wildlife Research Station, P.O. Box 10, Weang, Narathiwat 96160

An intensive study of the species diversity of figs was done in Hala – Bala Wildlife Sanctuary. The aim was to investigate the species richness of figs in the area and to determine their beneficial values for local humans and wildlife. By intensive survey and specimen collection along 5 transect lines, which were designed to cover all important habitat types, the utilization of figs by wildlife species and humans was able to be observed and recorded in the field. There were altogether 60 fig species, and about 20 mammal and 32 bird species came to visit them at fruiting time. Concerning human use, only 4 fig species, whose tender shoots and sweet fruit were used, were found to be of importance.

Key words: *Ficus* L., Hala – Bala Wildlife Sanctuary, species diversity

บทนำ

การศึกษาด้านความหลากหลายของพรรณไม้สกุลไทรในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก ได้มีการเก็บตัวอย่างไว้พอสมควรโดยนักพฤกษศาสตร์หลายท่านแต่มิได้ตีพิมพ์เป็นรายงานแต่อย่างใด ส่วนใหญ่มักพบตีพิมพ์ปะปนกับพรรณไม้อื่น การศึกษาด้านอนุกรมวิธานของพรรณไม้สกุลไทรที่ศึกษาโดยคนไทยพบเพียง สุมน (2522) ในวิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้สกุลไทรในสะแกราช พบพรรณไม้สกุลไทร 12 ชนิด นอกจากนั้นการอ้างอิงต่างๆ มักจะใช้ตำราที่เป็นของต่างประเทศ เช่น Corner (1965) รายงาน Check-list of *Ficus* in Asia and Australasia with Keys to Identification ใน The Gardens' Bulletin Singapore พบว่ามีพรรณไม้สกุลไทรที่มีเขตการกระจายอยู่ในประเทศไทยประมาณ 100 ชนิด

ฝ่ายโครงการพิเศษ กองแผนงาน กรมป่าไม้ (2543) ได้รายงานการศึกษาความหลากหลายของพรรณไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา และได้ตีพิมพ์หนังสือพันธุ์ไม้ในป่าฮาลา-บาลา แต่ยังมิได้กล่าวถึงความหลากหลายของไม้สกุลไทร ส่วนพื้นที่ใกล้เคียงเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาด้านใต้ของพื้นที่เป็นประเทศมาเลเซียที่อยู่ในเขตพรรณพฤกษชาติเดียวกัน มีเอกสารที่สามารถนำมาอ้างอิงได้คือ The Flora of The Malay Peninsula โดย Ridley (1924) พบไม้สกุลไทรอยู่ 80 ชนิด

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าข้อมูลด้านความหลากหลายของพรรณไม้สกุลไทรในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก ทั้งๆ ที่ไม้สกุลนี้มีประโยชน์มาก ทั้งในแง่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ป่า เป็นสมุนไพร และเป็นไม้ประดับที่สามารถพัฒนาให้มีคุณค่าทางการค้าได้ จึงสมควรจะต้องศึกษาเความหลากชนิดของไม้สกุลนี้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาด้านการจัดการสัตว์ป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาทางอนุกรมวิธาน รวมทั้งเป็นข้อมูลในการจัดทำหนังสือพรรณพฤกษชาติแห่งประเทศไทย (Flora of Thailand) รวมถึงประโยชน์ในด้านอื่นๆ ต่อประเทศชาติต่อไป

วิธีการ

สำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างไม้สกุลไทรในพื้นที่ป่าเฉพาะส่วนป่าบาลา ตามแนวสำรวจหลักจำนวน 5 แนว แนวละ 10 กิโลเมตร และพื้นที่นอกแนวสำรวจ รวมถึงเพิ่มเติมในสวนของชาวบ้านที่อยู่รอบๆ ป่า สำรวจและเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลาติดต่อกัน 12 เดือน นับจำนวนต้นและชนิดของไม้สกุลไทรทุกชนิดที่พบในแนวสำรวจ ต้นที่กำลังออกผลจะทำการเก็บตัวอย่างเพื่อไปจัดทำตัวอย่างพรรณไม้ ในกรณีชนิดที่พบได้ง่ายและมีเขตการกระจายอย่างกว้างขวางทั่วทั้งประเทศจะเก็บตัวอย่างเฉพาะที่จะนำมาบรรยายลักษณะเท่านั้น บันทึกลักษณะเด่นที่สำคัญที่เห็นในธรรมชาติ เช่น สีของน้ำยาง สีของผลสุก ความสูงของต้น รวมถึงสภาพพื้นที่ที่ไม้สกุลไทรชนิดนั้นๆ ขึ้นอยู่ และถ่ายภาพไม้สกุลไทรที่สำรวจพบไว้เป็นหลักฐาน เพื่อใช้ในการจัดทำรายงานผลการศึกษา บันทึกข้อมูลด้านการใช้ประโยชน์ของไม้สกุลไทรโดยการสอบถามจากชาวบ้านที่ใช้ประโยชน์โดยตรง และศึกษาการใช้ประโยชน์โดยสัตว์ป่าในด้านการเป็นอาหารของสัตว์ป่า โดยการสังเกตและบันทึกชนิดของสัตว์ที่กินผลไม้สกุลไทรเป็นอาหาร และบันทึกช่วงเวลาการออกดอกออกผลของไม้สกุลไทรทุกชนิดที่ปรากฏในแนวสำรวจ นำตัวอย่างพรรณไม้ที่เก็บได้ไปจัดทำตัวอย่างพรรณไม้สำหรับอ้างอิง ตรวจจระบุชนิดพรรณไม้เพื่อหาชื่อที่ถูกต้อง โดยตรวจเทียบกับผลงานของ Corner (1959, 1965), King (1969) และ Ridley (1924) และนำตัวอย่างไปตรวจเทียบกับตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ และพิพิธภัณฑ์พืช กรมวิชาการเกษตร เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้อง รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลด้านความหลากหลายของชนิดพันธุ์ ตามสมการของ Simpson (อุทิศ, 2541) จากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานผลการศึกษา

ผลการวิจัย

1. ด้านความหลากหลายทางชนิดพันธุ์

จากการศึกษาพบไม้สกุลไทรในพื้นที่ป่าบาลา จำนวน 60 ชนิด แบ่งได้เป็น 4 สกุลย่อย (subgenus) ดังนี้ สกุลย่อย *Urostigma* (Gasp.) Miq. ส่วนใหญ่เป็นไทรพัน ผลออกตามกิ่งและซอกใบ ดอกแยกเพศ แต่จะพบดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่ภายในผลเดียวกัน มีจำนวน 24 ชนิด สกุลย่อย *Pharmacosycea* Miq. เป็นไม้ต้น ผลออกตามซอกใบหรือกิ่ง พบจำนวน 3 ชนิด สกุลย่อย *Sycomorus* (Gasp.) Miq. เป็นไม้ต้น ผลออกเป็นช่อตามลำต้นและกิ่งขนาดใหญ่ พบ 1 ชนิด และ สกุลย่อย *Ficus* L. เป็นไม้ต้น ไม้พุ่ม ไม้เถา บางชนิดมีการดำรงชีพเป็นพืชอิงอาศัย ผลออกตามกิ่ง ซอกใบ หรือตามเถา พบจำนวน 32 ชนิด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. รายชื่อไม้สกุลไทรแบ่งตามสกุลย่อย

สกุลย่อย	ชนิด	ชื่อไทย / ชื่อท้องถิ่น (ยาวี)	ความหนาแน่น	ค่าความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่น
Urostigma (Gasp.) Miq.	1. *Ficus annulata* Blume	ไทร	0.000014	1.194539
	2. *F. altissima* Blume	กร่าง	0.000010	0.853242
	3. *F. benjamina* L.	ไทรย้อย	0.000016	1.365188
	4. *F. binnendykii* King	-	0.000014	1.194539
	5. *F. consociata* Blume	ไทรใหญ่	0.000010	0.853242
	6. *F. callophylla* Blume	ไทร/ยือกา	0.000014	1.194539
	7. *F. caulocarpa* (Miq.) Miq.	ไทร	0.000024	2.047782
	8. *F. crassiramea* (Miq.) Miq. subsp. *crassiramea*	-	0.000010	0.853242
	9. *F. cucurbitina* King	-	0.000006	0.511945
	10. *F. depressa* Blume	-	0.000002	0.170648

ตารางที่ 1. (ต่อ)

สกุลย่อย	ชนิด	ชื่อไทย / ชื่อท้องถิ่น (ยาวี)	ความหนาแน่น	ค่าความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่น
Urostigma (Gasp.) Miq.	11. *F. dubia* Wall. ex King	-	0.000070	5.972696
	12. *F. drupacea* Thunb.	ลุงขน	0.000016	1.365188
	13. *F. globosa* Blume	ไทรลูกกลม	0.000006	0.511945
	14. *F. kochummeniana* C.C.Berg	-	0.000002	0.170648
	15. *F. microcarpa* L.f.	ไทรย้อยใบทู่	0.000004	0.341297
	16. *F. pellucidopunctata* Griff.	ไทรตอก	0.000008	0.682594
	17. *F. pisocarpa* Blume	-	0.000020	1.706485
	18. *F. stricta* Miq.	-	0.000010	0.853242
	19. *F. subcordata* Blume	ไทร	0.000004	0.341297
	20. *F. subgelderi* Corner	ไทรกรัง	0.000012	1.023891
	21. *F. sumatrana* Miq.	ไทรใบเล็ก	0.000014	1.194539
	22. *F. sundaica* Blume	-	0.000034	2.901024
	23. *F. virens* Ait.	ผักเลือด	0.000020	1.706485
	24. *F. xylophylla* Wall. ex Miq	ไทรใหญ่	0.000046	3.924915
Pharmacosycea Miq	25. *F. callosa* Willd.	มะเดื่อกวาง	0.000006	0.511945
	26. *F. nervosa* Heyne ex Roth subsp. *nervosa*	โพขนุน	0.000002	0.170648
	27. *F. vasculosa* Wall. ex Miq.	มะเดื่อทอง/ ฮากอบือเต๊ะ	0.000012	1.023891
Sycomorus (Gasp.) Miq.	28. *F. racemosa* L.	มะเดื่ออุทุมพร	0.000002	0.170648
Ficus L.	29. *F. auriculata* Lour.	เดื่อหว้า/ ฮากอบาเด๊าะ	0.000086	7.337884
	30. *F. araneosa* King	-	0.000010	0.853242
	31. *F. beccarii* King	-	0.000016	1.365188
	32. *F. chartacea* Wall. ex King	มะเดื่อขี้นก	0.000004	0.341297
	33. *F. deltoidea* Jack	มะจอเต๊ะ	0.000008	0.682594
	34. *F. disticha* Blume subsp. *disticha*	-	0.000026	2.218430
	35. *F. fulva* Reinw.	ไทรใบขน	0.000050	4.266212
	36. *F. fistulosa* Reinw	ชิ้ง/ฮากอนียา	0.000082	6.996587
	37. *F. geocarpa* Teysm. ex Miq.	-	0.000012	1.023891
	38. *F. gilapong* Miq.	-	0.000054	4.607509
	39. *F. glandulifera* Wall.	-	0.000002	0.170648
	40. *F. grossularioides* Burm.	-	0.000012	1.023891
	41. *F. heterophylla* L.f.	สลอดน้ำ		
	42. *F. heteropleura* Blume	ไทร	0.000006	0.511945
	43. *F. hispida* L.f.	มะเดื่อปล้อง/ ฮากอ	0.000026	2.218430
	44. *F. ischnopoda* Miq.	มะเดื่อน้ำ/ซูนอ	0.000014	1.194539
	45. *F. laevis* Blume	มะเดื่อเทา		
	46. *F. lepicarpa* Blume	ช้าลูกโพ	0.000118	10.068259
	47. *F. obpyramidata* King	โพะ/ฮากอฮากอ	0.000008	0.682594

ตารางที่ 1. (ต่อ)

สกุลย่อย	ชนิด	ชื่อไทย / ชื่อท้องถิ่น (ยาวี)	ความหนาแน่น	ค่าความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่น
Ficus L.	48. *F. parietalis* Blume	มะเดื่อขน	0.000004	0.341297
	49. *F. pisifera* Wall.	-	0.000030	2.559727
	50. *F. punctata* Thunb.	เดื่อเถาใบใหญ่	0.000014	1.194539
	51. *F. sagittata* Vahl	-	0.000008	0.682594
	52. *F. schwarzii* Koord.	เดื่อเพาะ/ ฮากอกายู	0.000090	7.679181
	53. *F. scortechinii* King	เดื่อดิน/ ฮากอตาโมง	0.000014	1.194539
	54. *F. semicordata* Miq.	เดื่อปล้องหิน/ ฮากอบูลู	0.000002	0.170648
	55. *F. sinuata* Thunb.	-	0.000042	3.583618
	56. *F. subulata* Blume	-	0.000004	0.341297
	57. *F. tinctoria* Forst.f. subsp. *gibbosa* (Blume) Corner	กร่าง	0.000002	0.170648
	58. *F. trichocarpa* Blume	-	0.000008	0.682594
	59. *F. variegata* Blume	ผูก	0.000012	1.023891
	60. *F. villosa* Blume	-		
		รวม	0.001172	100

หมายเหตุ : *F. laevis* Blume, *F. villosa* Blume และ *F. heterophylla* L.f. พบอยู่นอกแนวสำรวจจึงไม่นำมาคิดค่าความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่น

จากจำนวนที่พบทั้ง 60 ชนิดนี้ จัดเป็นพืชชนิดใหม่ของประเทศไทย (new records) จำนวน 7 ชนิด คือ สกุลย่อย *Urostigma* Miq. มี 3 ชนิด ได้แก่ *Ficus binnedykii* King, *F. depressa* Blume และ *F. dubia* Wall. ex King สกุลย่อย *Ficus* L. มี 4 ชนิด ได้แก่ *Ficus araneosa* King, *F. beccarii* King, *F. geocarpa* Teysm. และ *F. gilapong* Miq.

ข้อมูลค่าความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่นที่ได้ ทำให้ทราบว่าในบรรดาไม้สกุลไทรที่พบในป่าบาลานั้น ชนิดที่มีโอกาสพบได้มากที่สุด คือ *F. lepicarpa* Blume รองลงมาคือ เดื่อเพาะ (*F. schwarzii* Koord.) และเดื่อหว้า (*F. auriculata* Lour.) ตามลำดับ ซึ่งทั้งสามชนิดนี้อยู่ในสกุลย่อย *Ficus* L. เป็นไม้ต้นที่ขึ้นได้ในพื้นที่ชื้น มีเขตการกระจายกว้างโดยเฉพาะทางภาคใต้ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก

เมื่อนำค่าความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่นที่ได้ไปหาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ โดยใช้สมการ ของ Simpson ดังนี้

$$D = 1 - \Sigma(Pi)^2$$

เมื่อ D = ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของ Simpson

S = จำนวนชนิดพันธุ์

Pi = เป็นค่าโอกาสของต้นไม้แต่ละต้นในชนิดพันธุ์

เมื่อแทนค่า Pi ด้วยค่าความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่นจากตารางที่ 1 ผลที่ได้จากสมการมีค่าเท่ากับ 0.957006 แสดงว่าพรรณไม้สกุลไทรในป่าบาลานี้มีความหลากหลายค่อนข้างสูง

2. *ประโยชน์ของไม้สกุลไทร*

ประโยชน์ของไม้สกุลไทรในป่าบาลา แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ประโยชน์ที่มีต่อมนุษย์ และประโยชน์ที่มีต่อสัตว์ป่า

2.1. ประโยชน์ที่มีต่อมนุษย์ จากการศึกษาพบว่า มีการใช้ประโยชน์จากไม้สกุลไทรโดยการนำมาเป็นอาหาร 4 ชนิด ได้แก่ *Ficus obpyramidata* King, *F. fistulosa* Reinw. ex Blume, *F. virens* Ait. และ *F. auriculata* Lour. (ตารางที่ 2) เป็นยาสมุนไพร 2 ชนิด ได้แก่ *F. obpyramidata* King และ *F. deltoidea* Jack (ตารางที่ 3) เป็นไม้ประดับ 11 ชนิด ได้แก่ *F. deltoidea* Jack, *F. benjamina* L., *F. callosa* Willd., *F. xylophylla* Wall. ex Miq., *F. pellucidopunctata* Griff., *F. annulata* Blume, *F. heteropleura* Blume, *F. tinctoria* Forst.f. subsp. *gibbosa* (Blume) Corner, *F. caulocarpa* (Miq.) Miq., *F. microcarpa* L.f. และ *F. sundaica* Blume

ตารางที่ 2. ไม้สกุลไทรที่นำมาเป็นอาหาร

ชนิด	ส่วนที่นำมาใช้	รูปแบบของอาหาร		
		อาหารคาว	ของหวาน	ผัก
1. *Ficus obpyramidata* King	- หน่วยผลแก่	- แกงกับเนื้อ หรือไก่	- นึ่งให้สุกคลุกผสมมะพร้าวขูดและน้ำตาล รสชาดเหมือนมันเทศ	-
2. *F. fistulosa* Reinw. ex Blume	- หน่วยผลอ่อน	-	-	- ผักแกล้มขนมจีน จิ้มกับน้ำพริก หรือกินกับบูดู
3. *F. virens* Ait.	- ยอดอ่อน	- ลวกในน้ำกะทิ กินกับน้ำพริก	-	-
4. *F. auriculata* Lour.	- ยอดอ่อน - หน่วยผลต้นเพศเมียสุก	- -	- - กินเป็นผลไม้ รสชาดเปรี้ยวๆ ฝาดๆ ปนหวานนิดๆ	- จิ้มกับน้ำพริกหรือกินกับบูดู

ตารางที่ 3. ไม้สกุลไทรที่นำมาใช้เป็นสมุนไพร

ชนิด	ส่วนที่นำมาใช้	โรคที่รักษา	วิธีการใช้
1. *Ficus obpyramidata* King	หน่วยผลอ่อน	ท้องเสีย	เคี้ยวหน่วยผลอ่อนประมาณ 2 ลูกให้ละเอียดแล้วกลืน
2. *F. deltoidea* Jack	ทั้งต้น	นกเขาของผู้ชายไม่ขัน	นำส่วนของพืชทั้งต้น ทั้ง 2 ชนิดย่อย คือชนิดใบใหญ่และชนิดใบเล็ก นำไปตากแห้ง แล้วชงกินแทนน้ำ ติดต่อกัน 2 – 3 เดือน

2.2 ประโยชน์ต่อสัตว์ป่า ประโยชน์ของไม้สกุลไทรที่มีต่อสัตว์ป่าที่สำคัญคือ หน่วยผลของไม้สกุลไทรเป็นอาหารของสัตว์ป่า โดยสัตว์ป่าที่กินหน่วยผลไทรเป็นอาหารมีไม่น้อยกว่า 52 ชนิด แบ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 20 ชนิด และนก 32 ชนิด

จากการเฝ้าสังเกตชนิดสัตว์ที่กินหน่วยผลไม้สกุลไทรพบว่า สัตว์แต่ละชนิดมิได้กินหน่วยผลไม้สกุลไทรทุกชนิด ตำแหน่งการเกิดของหน่วยผล ขนาดของหน่วยผล ขนาดของสัตว์ และปริมาณของพืชอาหารมีผลต่อสัตว์ กล่าวคือ พวกที่ออกหน่วยผลตามลำต้นบริเวณโคนต้น หรือที่ออกตามไหลที่ทอดเลื้อยไปตามพื้นดิน เช่น *F. auriculata* Lour., *F. scortechinii* King และ *F. semicordata* Miq. พบเพียงกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่หากินตามพื้น ได้แก่ เก้ง กระจงควาย หมูป่า และกลุ่มชะมด อีเห็น กินเป็นอาหาร ส่วนกลุ่มสัตว์ที่หากินในระดับเรือนยอด เช่น นกต่างๆ ชะนี ค่าง ลิง กระรอก กินหน่วยผลไม้สกุลไทรที่ออกตามกิ่งและซอกใบ โดยพบว่าไม่ลงมากินหน่วยผลที่ออกตามพื้นดินเลย แต่ก็มีกลุ่มสัตว์ที่หากินตามพื้นดิน สามารถกินหน่วยผลไม้สกุลไทรที่ออกตามซอกใบได้ เช่น หมูป่ากินหน่วยผลของ *F. dubia* Wall. ex King ที่ร่วงตามพื้นดิน หรือชะมด อีเห็น สามารถปีนขึ้นไปกินบนต้นได้

ขนาดของสัตว์และขนาดของหน่วยผล เห็นได้ค่อนข้างชัดเจนในกลุ่มของนก กล่าวคือ กลุ่มนกเงือกมักเลือกกินหน่วยผลไม้สกุลไทรที่มีขนาดตั้งแต่ 1 เซนติเมตร ขึ้นไป ส่วนนกขนาดเล็ก เช่น กลุ่มนกกาฝาก มักเลือกกินหน่วยผลไม้สกุลไทรที่มีขนาดเล็กกว่า 1 เซนติเมตร เช่น หน่วยผลของ *F. pisifera* Wall. และหากศึกษาลึกลงไปถึงจำนวนตัวของนกขนาดเล็กและขนาดของหน่วยผลแล้วพบว่า นกขนาดเล็กส่วนใหญ่จะกินหน่วยผลที่โตได้ไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร

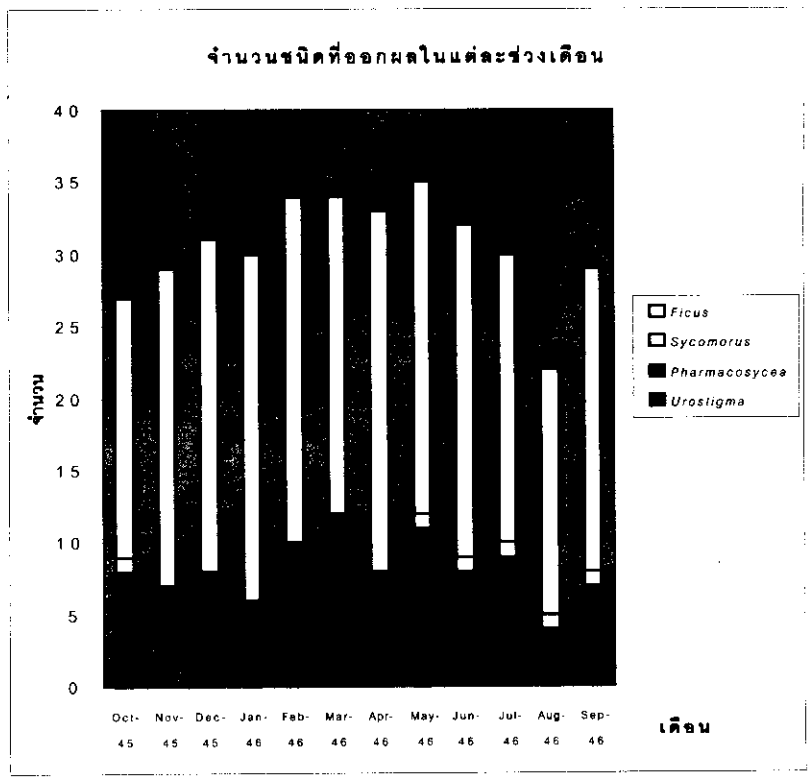
มีบางตัวที่กินขนาดโตไปกว่านั้นได้บ้างซึ่งเป็นสัดส่วนที่น้อย โดยนกเหล่านี้มีวิธีการกินคือจิกฉีกกินแต่พอคำ เช่น นกเขาเปล้าธรรมดา นกโพระดกคางแดง และนกโพระดกเดราเหลือง ที่สามารถกินหน่วยผลไม้สกุลไทรได้ทุกขนาด หากหน่วยผลขนาดเล็กก็จะจิกและกลืนทั้งหน่วย ส่วนหน่วยผลที่มีขนาดโตเกินกว่าจะกลืนได้ทั้งหน่วยอย่าง *F. dubia* Wall. ex King ก็จะค่อยๆ จิกฉีกกินแต่พอคำ

นอกจากไม้สกุลไทรแล้วในป่าบาลายังมีไม้ชนิดอื่นที่ออกผล จึงเป็นทางเลือกให้สัตว์ป่าสามารถเลือกกินอาหารที่มันชอบได้ ส่วนในกลุ่มของไม้สกุลไทรนั้นแต่ละวันไม่ได้สุกเพียงต้นเดียวหรือชนิดเดียว หากแต่มีหลายชนิดและหลายต้นที่สุกพร้อมๆ กัน ดังนั้นโอกาสในการเลือกกินจึงเปิดกว้างสำหรับสัตว์ป่า

3. ด้านชีพลักษณ์

การศึกษาทางด้านชีพลักษณ์จะเน้นเฉพาะช่วงการออกหน่วยผล จากการศึกษาเก็บข้อมูลเป็นเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2545 ถึง เดือนกันยายน 2546 พบว่า ไม้สกุลไทรในป่าบาลา มีช่วงเวลาการออกหน่วยผลต่อเนื่องกันตลอดทั้งปี โดยแบ่งเป็นสองระดับ คือ

3.1 ในระดับสกุล พบว่าไม้สกุลไทรแต่ละชนิดออกหน่วยผลให้เห็นตลอดทั้งปี และเมื่อนำข้อมูลจากการสำรวจไปจัดทำเป็นแผนภูมิแท่ง เพื่อดูภาพรวมของการออกหน่วยผล พบว่าเดือนที่ไม้สกุลไทรออกหน่วยผลน้อยชนิดที่สุดคือ เดือนสิงหาคม (จำนวน 22 ชนิด) และช่วงเดือนที่ออกหน่วยผลมากที่สุดคือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์จนกระทั่งถึงเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง โดยเดือนที่ไม้สกุลไทรออกหน่วยผลมากชนิดที่สุดคือ เดือนพฤษภาคม (จำนวน 35 ชนิด) (ภาพที่ 1)



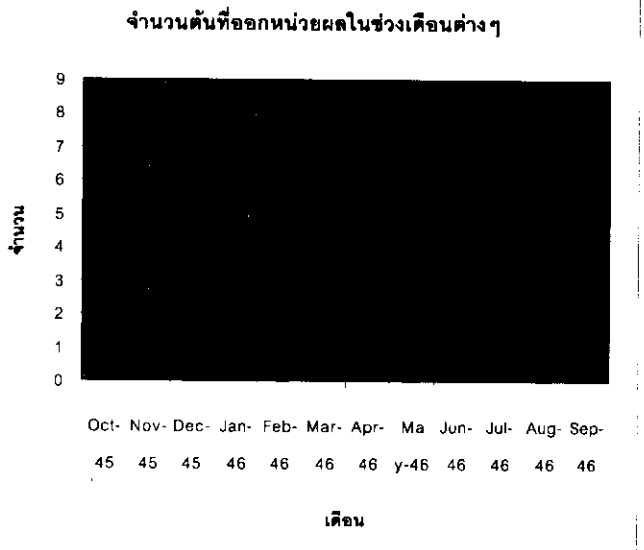
ภาพที่ 1. จำนวนชนิดของไม้สกุลไทรที่ออกหน่วยผลในแต่ละช่วงเดือน แยกตามสกุลย่อย

3.2 ในระดับชนิดพันธุ์ เนื่องจากไม้สกุลไทรอาศัยแมลงช่วยในการผสมเกสร ซึ่งชนิดของแมลงจะจำเพาะเจาะจงกับชนิดไทร และแมลงเหล่านี้จะมีอายุได้ไม่เกิน 24 ชั่วโมงภายหลังออกจากหน่วยผลไทร ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่ไม้สกุลไทรทุกชนิดมีช่วงการออกหน่วยผลต่อเนื่องกันตลอดทั้งปี จากการเลือกเก็บข้อมูลจาก *F. dubia* Wall ex King ซึ่งต้นหนึ่งๆ สามารถออกหน่วยผลได้ไม่เกิน 2 ครั้งใน 1 ปี โดยเลือกตัวอย่างมา 20 ต้น พบว่า *F. dubia* Wall ex King ในพื้นที่ป่าบาลา มีการออกหน่วยผลต่อเนื่องกันตลอดทั้งปี มีช่วงที่ออกหน่วยผลมากต้นที่สุดคือ เดือนเมษายนและพฤษภาคม ซึ่งช่วงที่ออกหน่วยผลมากที่สุดดังกล่าวเป็นช่วงฤดูแล้งสำหรับป่าบาลาแห่งนี้ (ภาพที่ 2)

บทสรุป

จากการศึกษาความหลากชนิดของไม้สกุลไทรในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา โดยศึกษาเฉพาะส่วนป่าบาลา พบพรรณไม้สกุลไทร 60 ชนิด ใน 4 สกุลย่อย คือ *Urostigma* (Gasp.) Miq. 24 ชนิด *Pharmacosycea* Miq. 3 ชนิด *Sycomorus* (Gasp.) Miq. 1 ชนิด และ *Ficus* L. 32 ชนิด จาก 60 ชนิดนี้ เป็นพรรณไม้ชนิดใหม่ของประเทศ

ไทย จำนวน 7 ชนิด และพบว่ามนุษย์นำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหาร 5 ชนิด เป็นสมุนไพร 2 ชนิด และเป็นไม้ประดับ 11 ชนิด นอกจากนี้หน่วยผลของไม้สกุลไทรยังเป็นอาหารของสัตว์ป่า พบว่ามีสัตว์ป่าจำนวน 52 ชนิด ที่กินหน่วยผลไทรเป็นอาหาร โดยเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม 20 ชนิด และนก 32 ชนิด ไม้สกุลไทรในป่าบาลาส่วนใหญ่ออกหน่วยผลต่อเนื่องกันตลอดทั้งปี โดยช่วงเดือนที่ออกหน่วยผลมากชนิดที่สุด คือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง



ภาพที่ 2. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นที่ออกหน่วยผลต่อช่วงเดือนต่างๆ ของ *F. dubia* Wall. ex King

ข้อเสนอแนะ

พรรณไม้สกุลไทรบางชนิดที่ใช้เป็นอาหารมีศักยภาพเพียงพอในการพัฒนาส่งเสริมเป็นไม้เศรษฐกิจได้ เช่น *F. obpyramidata* King ซึ่งเป็นไม้ที่พบได้ทั่วไปตามริมน้ำ สามารถออกหน่วยผลได้ตลอดทั้งปี รสชาดของหน่วยผลไม่แตกต่างจากมันเทศ และจากการสำรวจในตลาดสุไหงโก-ลก พบหน่วยผลของไม้ชนิดนี้วางขายอยู่ จึงควรเผยแพร่กรรมวิธีการนำมาประกอบอาหารให้แพร่หลายกว่านี้ และบางชนิด เช่น *F. auriculata* Lour. หากนำมาปรับปรุงพันธุ์ให้หน่วยผลมีรสชาดดีกว่าเดิม จะสามารถส่งเสริมให้เป็นไม้เศรษฐกิจที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะแข่งกับมะเดื่อฝรั่ง (*F. carica* L.) ได้ นอกจากนี้ไม้สกุลไทรส่วนใหญ่ยังเป็นพืชอาหารของสัตว์ป่า จึงควรมีการศึกษาข้อมูลทางด้านโภชนาการ คุณค่าทางอาหาร การขยายพันธุ์ และนิเวศวิทยา เพื่อที่จะนำไปใช้ในการจัดการสัตว์ป่าได้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_145012 ขอขอบคุณ อาจารย์จารุจินต์ นภีตะภัฏ อาจารย์สุมน มาสุธน Professor C.C. Berg ที่คอยให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการตรวจความถูกต้องในการจำแนกชนิดไม้สกุลไทร ขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยสัตว์ป่า ป่าพรุ-ป่าฮาลา บาลา คณะเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา และทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้

เอกสารอ้างอิง

ชวลิต นิยมธรรม (บรรณาธิการ) 2543. พันธุ์ไม้ในป่าฮาลา – บาลา. ฝ่ายโครงการพิเศษ กองแผนงาน กรมป่าไม้. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ. 152 หน้า.

สุมน มาสุธน. 2522. การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้สกุลไทรในสะแกราช. วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 74 หน้า.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2541. นิเวศวิทยา: พื้นฐานเพื่อการป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 563 หน้า.

Corner, E.J.H. 1959. Taxonomic notes on *Ficus* Linn., Asia and Australia. *Gardens Bulletin Singapore*. Vol. XVII.: 368-513.

Corner, E.J.H. 1965. Check list of *Ficus* in Asia and Australia with key to identification. *Gardens Bulletin Singapore*. Vol. XXI.:1-196.

King, G. 1969. The Species of *Ficus* of the Indo-Malayan and Chinese Countries. Whesley Ltd., New York.

Ridley, H.N. 1924. The Flora of the Malay Peninsula. Vol. III. L. Reeve & Co., Ltd., London. pp. 325-350.

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ป่าเชิงปริมาณในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สุนทร คำยอง, ดนัย แสนจันทอง และ ทนงศักดิ์ ปะระไทย

ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

Abstract: Quantitative Floral Diversity of Forests in Pang Ma Pha District, Mae Hong Son Province

Soontorn Khamyong, Danai Seanchanthong and Tanongsak Parathai

Department of Soil Science and Conservation, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200

The quantitative floral diversity of six forest communities in Pang Ma Pha District, Mae Hong Son Province, was studied for one year from September 2002-August 2003. A total of 104 sample plots of 40 m X 40 m (16, 10 X 10 m subplots) were used for vegetation survey in the following communities: dry dipterocarp forest (DDF), mixed deciduous forest (MDF), dry dipterocarp-mixed deciduous forest (DDF-MDF), pine-dry dipterocarp forest (P-DDF), pine-lower montane forest (P-LMF) and lower montane forest (LMF). The number of plots were 15, 15, 25, 25, 12 and 12, respectively, in these forest communities. Stratified random sampling was used to cover forest sites on the ridge, on both the upper slope and lower slope. Each plot was located on a 1:50,000 topographic map. Altitude, slope aspect, slope gradient, parent rocks, etc. were recorded. In each plot, stem girth at 1.3 m above ground of all tree species ($\geq$1.5 m tall) were measured, and height and crown width were estimated. Numbers of seedlings and ground-cover species were counted in 2, 5 m X 5 m quadrates placed at the plot center.

A total of 269 species in 179 genera and 71 families were found in these forest communities. There were 90, 108, 128, 63, 85 and 184 species of trees and woody climbers in DDF, MDF, DDF-MDF, Pine-DDF, P-LMF and LMF, respectively. The DDF had the highest tree density (198 trees/rai) while the stem basal area was highest in DDF-MDF (4.23 m^3/rai), and thus implied high wood production. LMF had the highest species diversity index. Forest conditions were relatively good in MDF, DDF-MDF and LMF, intermediate for DDF and P-LMF, and rather low for P-DDF. The DDF and DDF-MDF had the highest similarity (75.0%), and the lowest similarity occurred between MDF and P-LMF (28.0%).

Many factors influenced floral diversity in these forest communities particularly topography, altitude, parent rocks, moisture, soil, etc. Limestone, granitic and sedimentary rocks were found in this area, which influenced soil characteristics.

Key words: quantitative floral diversity, forest communities

บทนำ

การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรทางชีวภาพป่าไม้ของประเทศควรจะต้องมีข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับทรัพยากรชีวภาพต่างๆ ที่มีอยู่ในป่าอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะพืชพรรณไม้และสัตว์ป่า รวมทั้งความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างทรัพยากรทางชีวภาพกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ลักษณะดิน ความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล แสง อุณหภูมิ ความชื้น หินต้นกำเนิดดินและอื่นๆ ซึ่งรวมกันเป็นระบบนิเวศของป่าไม้

ความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้สามารถจำแนกออกได้เป็นหลายระดับ ตั้งแต่ระบบนิเวศลงไปจนถึงระดับสังคมสิ่งมีชีวิต ชนิดพันธุ์ และพันธุกรรม ตามลำดับ ซึ่งจะมีความผันแปรแตกต่างกันไปตามพื้นที่ นับตั้งแต่ระดับภูมิภาคลงไปถึงระดับจังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน และระดับระบบนิเวศเล็กๆ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ ความหลากหลายของพืชพรรณไม้ สัตว์ป่า และจุลินทรีย์

ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าไม่ควรมีแต่เพียงจำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ (species richness) และรายชื่อของพืช (species list) รวมทั้งข้อมูลเชิงอธิบายอื่นๆ เท่านั้น แต่ควรจะต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับความ

หลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในเชิงปริมาณ (quantitative data) (Greg-Smith, 1983; Kreb, 1985; Kershaw and Looney, 1985) ซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวนประชากรของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดและการขึ้นกระจายอยู่ตามพื้นที่ (spatial distribution) เพื่อที่จะสามารถกล่าวได้อย่างชัดเจนว่าพันธุ์ไม้ชนิดใดเป็นพืชหาง่ายหรือพืชหายาก รวมทั้งจะได้ทราบถึงธรรมชาติด้านต่างๆ ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับความต้องการปัจจัยสิ่งแวดล้อมสำหรับการดำรงชีพ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าจะสามารถพบพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งๆ ได้ในพื้นที่ใด มีจำนวนมากน้อยเพียงใด และมีสภาพของสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร ข้อมูลดังกล่าวจัดเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญสำหรับการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรพืชแต่ละชนิดในรูปแบบต่างๆ ซึ่งรวมถึงวิธีการนำไปขยายพันธุ์และปลูกในพื้นที่อื่นๆ

จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีพื้นที่ทั้งหมด 12,681.26 ตารางกิโลเมตร ประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่เป็นภูเขา และร้อยละ 10 เป็นพื้นที่ราบ มีพื้นที่ป่าไม้อยู่ประมาณร้อยละ 69.13 ของพื้นที่จังหวัด หรือคิดเป็นพื้นที่ 8,767 ตารางกิโลเมตร (กรมป่าไม้, 2543) ซึ่งมีพื้นที่ป่าไม้มากเป็นอันดับที่สามรองจากจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดตาก พื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางโดยอยู่ในช่วงประมาณ 200-2,000 เมตร แบ่งการปกครองออกเป็น 6 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอปาย อำเภอขุนยวม อำเภอแม่ลาน้อย อำเภอแม่สะเรียง อำเภอสบเมย และอำเภอปางมะผ้า เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาจึงทำให้มีความหลากหลายของทรัพยากรชีวภาพมากและมีความผันแปรไปตามพื้นที่มากเช่นกัน มีภูเขา 3 แนวที่ก่อให้เกิดความผันแปรของสภาพภูมิประเทศและส่งผลต่อความผันแปรของความหลากหลายของพืชพรรณไม้ป่า คือ ทิวเขาถนนธงชัยตะวันตก ทิวเขาถนนธงชัยกลาง และทิวเขาถนนธงชัยตะวันออก ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าหลายแห่งสำหรับเป็นแหล่งอนุรักษ์ทรัพยากรทางชีวภาพ ได้แก่ อุทยานแห่งชาตินน้ำตกแม่สุริน อุทยานแห่งชาติถ้ำปลาและน้ำตกผาเสื่อ อุทยานแห่งชาติสาละวิน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ยวมฝั่งขวา เป็นต้น ปัจจุบันมีอุทยานแห่งชาติใหม่ๆ อีกหลายแห่งที่กำลังรอการประกาศจัดตั้งอย่างเป็นทางการ พื้นที่ที่เหลือเป็นป่าสงวนแห่งชาติและวนอุทยาน รวมทั้งแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติต่างๆ

ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ สังคมพืช และระบบนิเวศป่าไม้เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรพืชแต่ละชนิดในหลายรูปแบบ โดยเฉพาะชนิดพันธุ์ไม้ที่ให้คุณประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น คุณค่าทางด้านนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร คุณค่าด้านการพักผ่อนหย่อนใจและความสวยงามตามธรรมชาติ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ คุณค่าทางด้านเศรษฐกิจและสังคมจากของป่าทั้งผลผลิตจากป่าที่เป็นเนื้อไม้และที่ไม่ใช่เนื้อไม้ เป็นต้น

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพป่าไม้ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีการศึกษากันน้อยมากและแทบจะไม่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ ซึ่งอาจเป็นเพราะจังหวัดแม่ฮ่องสอนอยู่ห่างไกล การคมนาคมไม่สะดวก ประกอบกับเป็นจังหวัดชายแดนที่อาจมีอันตรายหรือความไม่ปลอดภัยสูง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ป่าเชิงปริมาณ ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนประชากรของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด การขึ้นกระจายตามพื้นที่ และสถานภาพของพันธุ์ไม้ในแต่ละสังคมพืชชนิดต่างๆ บริเวณพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการอนุรักษ์หรือจัดการป่าไม้ รวมทั้งการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

วิธีการ

ทำการสำรวจพื้นที่เบื้องต้นตามเส้นทางต่างๆ ในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า โดยใช้แผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศ (1:50,000) ประกอบการสำรวจ เพื่อศึกษาชนิดของสังคมพืชป่าไม้ที่พบในพื้นที่ต่างๆ ก่อนที่จะทำการวางแปลงสุ่มตัวอย่าง การศึกษาสังคมพืชป่าไม้แต่ละชนิดใช้วิธีการวิเคราะห์สังคมพืช (Plant community analysis)

1. วิธีการวางแปลงสุ่มตัวอย่าง

ทำการวางแปลงขนาด 40 เมตร X 40 เมตร (ภายในแบ่งออกเป็นแปลงย่อยขนาด 10 เมตร X 10 เมตร จำนวน 16 แปลง) โดยวิธีการ Stratified random sampling จำนวนทั้งหมด 104 แปลง โดยแบ่งเป็นป่าเบญจพรรณและ

ป่าเต็งรังอย่างละ 15 แปลง ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณและป่าสนผสมป่าเต็งรังอย่างละ 25 แปลง ป่าสนผสมป่าดิบเขาและป่าดิบเขาอย่างละ 12 แปลง ทั้งนี้จำนวนแปลงสุ่มตัวอย่างที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของสังคมพืชว่ามีมากเพียงใด (ภาพที่ 1) ทำการวางแปลงให้กระจายครอบคลุมลักษณะภูมิประเทศและวัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกัน ได้แก่ พื้นที่บริเวณยอดเขา ไหล่เขา และเชิงเขา ตามทิศด้านลาดต่างๆ เพื่อให้ครอบคลุมสังคมพืชให้มากที่สุด ภายในแปลงสุ่มตัวอย่างแต่ละแปลงทำการวัดเส้นรอบวงของลำต้นที่ระดับ 1.30 เมตร จากพื้นดินของพันธุ์ไม้ยืนต้นทุกชนิดและทุกขนาดที่สูงตั้งแต่ 1.50 เมตร ขึ้นไป ประมาณค่าความสูงและขนาดทรงพุ่ม นับจำนวนกล้าไม้และพืชพื้นล่างชนิดต่างๆ ในแปลงย่อยขนาด 5 เมตร X 5 เมตร จำนวน 2 แปลง ที่วางอยู่ภายในแปลงใหญ่

2. การวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณของพันธุ์ไม้

ลักษณะเชิงปริมาณของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ความถี่ ความหนาแน่น ความเด่น และดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา สำหรับสังคมพืชป่าไม้แต่ละชนิดนั้นทำการหาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์และความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืช ค่าดัชนีบ่งชี้สภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ โดยประยุกต์จาก Shannon-Wiener function (Krebs, 1985)

2.1 ความถี่ของพันธุ์ไม้ (Frequency)

ความถี่ของพันธุ์ไม้ชนิด ก. = $\frac{\text{จำนวนแปลงสุ่มตัวอย่างที่พบพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{จำนวนแปลงสุ่มตัวอย่างทั้งหมด}} \times 100$

ความถี่สัมพัทธ์ของพันธุ์ไม้ชนิด ก. = $\frac{\text{ความถี่ของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{ผลรวมของค่าความถี่ของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}} \times 100$

2.2 ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ (Density)

ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ชนิด ก. = $\frac{\text{จำนวนต้นทั้งหมดของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{จำนวนแปลงสุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาทั้งหมด}}$ (ต้น/แปลง)

ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของพันธุ์ไม้ชนิด ก. = $\frac{\text{ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{ผลรวมของค่าความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}} \times 100$

2.3 ความเด่นของพันธุ์ไม้ (Dominance)

ความเด่นสัมพัทธ์ของพืชชนิด ก. = $\frac{\text{พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}} \times 100$

2.4 ดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพันธุ์ไม้ (Ecological importance value index, IVI)

ดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ชนิด ก. = ความถี่สัมพัทธ์ + ความหนาแน่นสัมพัทธ์ + ความเด่นสัมพัทธ์

ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของพันธุ์ไม้ชนิด ก. = $\frac{\text{ดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ชนิด ก.}}{\text{ผลรวมของดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ทุกชนิด}} \times 100$

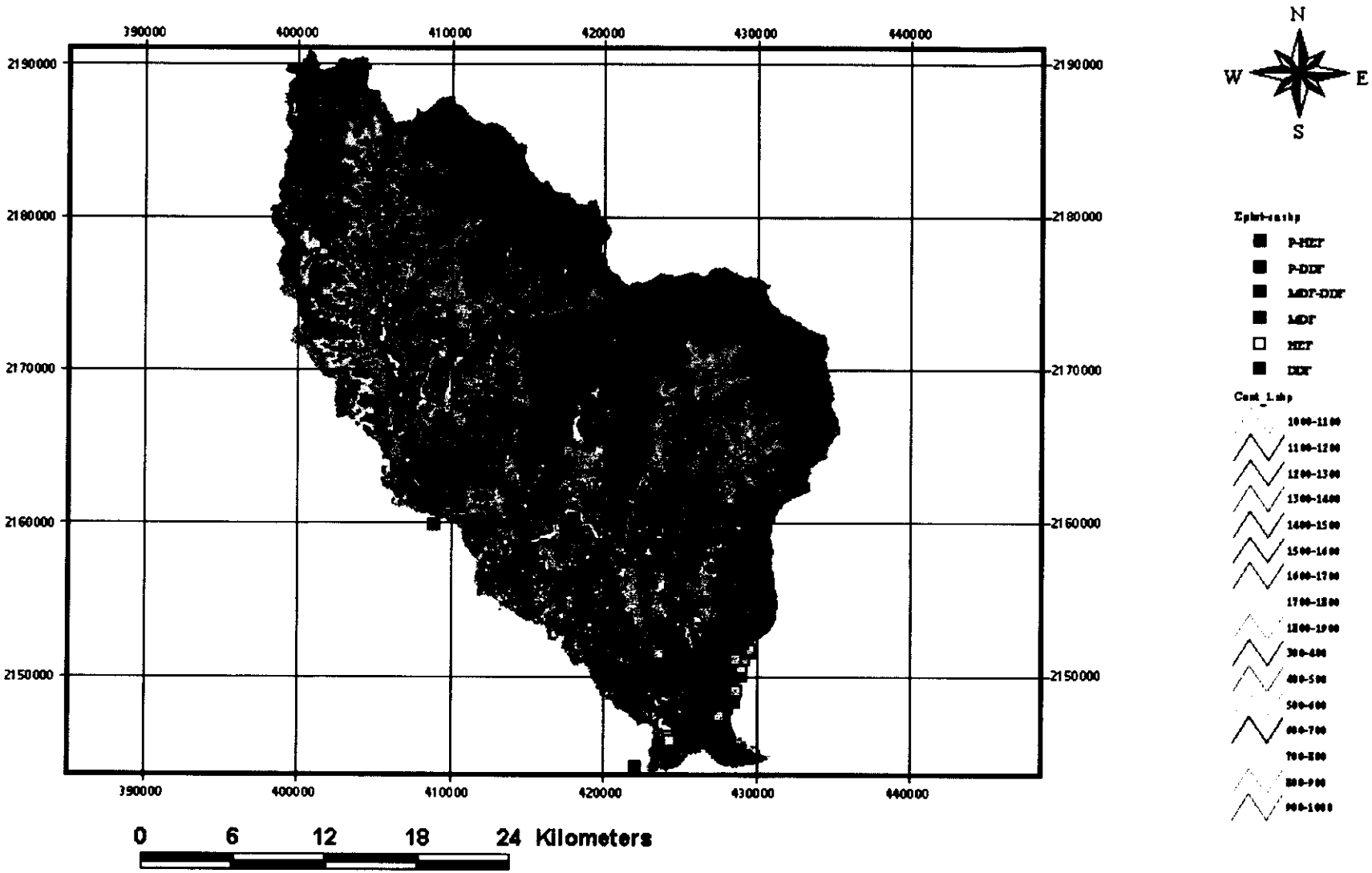
2.5 ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ (Shannon-Wiener index of species diversity, SWI)

$$\text{Shannon-Wiener Index (SWI), } H = -\sum_{i=1}^{s} (p_i)(\log_2 p_i)$$

เมื่อ H = ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืชนั้นๆ

S = จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ทั้งหมดในสังคมพืชนั้น

P_i = สัดส่วนจำนวนต้นของพันธุ์ไม้ชนิด i ต่อจำนวนต้นของพันธุ์ไม้ทุกชนิด



ภาพที่ 1. การกระจายของแปลงสุ่มตัวอย่างตามระดับความสูงของพื้นที่ ในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

2.6 ดัชนีบ่งชี้สภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ (Forest condition index, FCI)

FCI = Sum (SWI_1+SWI_2+SWI_3+.....SWI_n

เมื่อ SWI_1 = ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ที่มีขนาดลำต้นอยู่ในช่วง 0-10 เซนติเมตร

SWI_2 = ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ที่มีขนาดลำต้นอยู่ในช่วง 10-20 เซนติเมตร

SWI_3 = ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ที่มีขนาดลำต้นอยู่ในช่วง 20-30 เซนติเมตร

SWI_n = ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ที่มีขนาดลำต้นอยู่ในช่วง ...n... เซนติเมตร

2.7 ความคล้ายคลึงของสังคมพืช (Similarity of plant communities)

สัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึง = $\frac{2\,Sab}{a+b} \times 100$

(Coefficient of similarity)

เมื่อ Sab = จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบทั้งสองสังคมพืช

a = จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในสังคมพืช a.

b = จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในสังคมพืช b.

ผลการวิจัย

1. การจำแนกชนิดของสังคมพืชป่าไม้

ชนิดของพันธุ์ไม้เด่น (dominant tree species) ที่ขึ้นอยู่ในสังคมพืชป่าไม้ใช้เป็นตัวจำแนกชนิดของป่าไม้และสังคมพืชป่าไม้ในพื้นที่อำเภอป่างมะผ้า โดยสามารถแบ่งป่าไม้ออกเป็น 4 ชนิด คือ (1) ป่าเต็งรัง (2) ป่าเบญจพรรณ (3) ป่าสน และ (4) ป่าดิบเขา และแบ่งออกเป็น 6 สังคมพืช คือ (1) ป่าเต็งรัง (2) ป่าเบญจพรรณ (3) ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ (4) ป่าสนผสมป่าเต็งรัง (5) ป่าสนผสมป่าดิบเขา และ (6) ป่าดิบเขา ชนิดพันธุ์ไม้ที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ป่าเต็งรัง คือ พลวง เต็ง และรัง (ไม่พบไม้เหียง) (วงศ์ Dipterocarpaceae) ป่าเบญจพรรณใช้ไม้สัก (วงศ์ Labiatae) ป่าสนใช้ไม้สนสองใบและสนสามใบ (วงศ์ Pinaceae) ป่าดิบเขาใช้ไม้ก่อตีและก่อแป้น (วงศ์ Fagaceae) สำหรับป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ ป่าสนผสมป่าเต็งรัง และป่าสนผสมป่าดิบเขาใช้พันธุ์ไม้เด่นจากป่าทั้งสองชนิดที่ผสมกันอยู่เป็นตัวบ่งชี้ชนิดของสังคมพืช

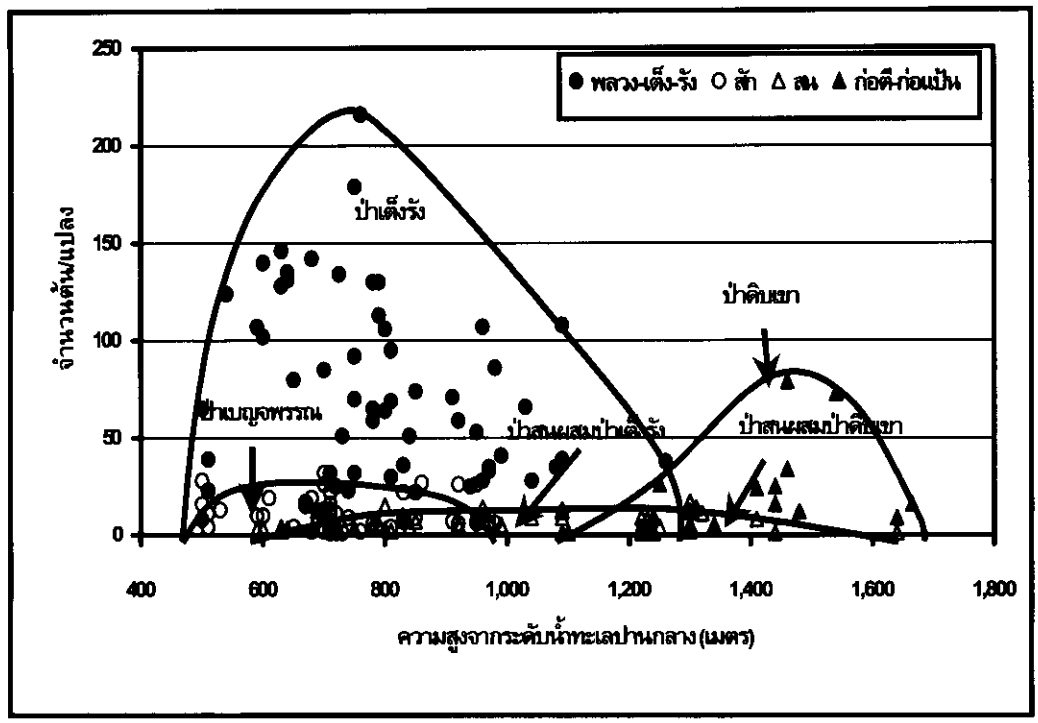
การกระจายตามพื้นที่ของสังคมพืชป่าไม้พิจารณาจากการกระจายตามพื้นที่ของชนิดพันธุ์ไม้เด่น พบว่าสังคมพืชป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ พบในพื้นที่ที่มีระดับความสูง 500-1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่หินปูน สังคมพืชป่าสนผสมป่าเต็งรังพบที่ระดับความสูง 800-1,200 เมตร ที่เป็นหินทราย ขณะที่สังคมพืชป่าสนผสมป่าดิบเขาและป่าดิบเขา พบที่ระดับความสูงตั้งแต่ 1,000-1,600 เมตร และพบทั้งในพื้นที่หินแกรนิตและหินทราย (ภาพที่ 2)

2. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืชป่าไม้

พบพันธุ์ไม้ยืนต้นทั้งหมด 269 ชนิด ใน 177 สกุล และ 17 วงศ์ มีพันธุ์ไม้ที่ไม่สามารถจำแนกได้ 6 ชนิด รวมทั้งหมด 16,532 ต้น (104 แปลง) พันธุ์ไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae พบมากที่สุดคือ 22 ชนิด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ไม้ในวงศ์ Fagaceae และ Leguminosae-Papilionoideae จำนวน 18 และ 17 ชนิด ตามลำดับ

รูปแบบการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ พบว่า มีไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ 79 ชนิด ที่พบมากที่สุดคือพันธุ์ไม้ในวงศ์ Dipterocarpaceae ได้แก่ ไม้พลวง เต็ง และรัง ตามลำดับ ไม้ยืนต้นขนาดกลางพบ 81 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Fagaceae เช่น ก่อตี ก่อหมาก ก่อแพะ เป็นต้น สำหรับไม้ยืนต้นขนาดเล็กพบ 57 ชนิด ที่สำคัญ ได้แก่ แข้งกวาง ปอยาบ และเคาะ ไม้พุ่มและไม้เลื้อยมี 45 ชนิด พบไม้ไผ่ 5 ชนิด และปาล์มอีก 2 ชนิด

ด้านสถานภาพของพันธุ์ไม้พบว่า เป็นพันธุ์ไม้ที่พบน้อยหรือหายาก 160 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ในสังคมพืชป่าดิบเขา โดยเฉพาะไม้ก่อต่างๆ สำหรับพันธุ์ไม้ที่พบประปรายและพบปานกลางมีอยู่ 48 และ 13 ชนิด ตามลำดับ โดยสามารถพบได้ในสังคมพืชหลายชนิด ส่วนพันธุ์ไม้ที่พบได้ทั่วไปมีอยู่ 48 ชนิด (ตารางภาคผนวก)



ภาพที่ 2. การขึ้นกระจายอยู่ตามพื้นที่ของสังคมพืชป่าไม้ชนิดต่างๆ ตามระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

3. พันธุ์ไม้ที่เป็นองค์ประกอบในสังคมพืชป่าไม้

ลักษณะเชิงปริมาณต่างๆ ทางนิเวศวิทยาของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดที่พบใน 6 สังคมพืชป่าไม้ของพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน (ตารางที่ 1) มีดังนี้

3.1 สังคมพืชป่าเต็งรัง

พบพันธุ์ไม้ 90 ชนิด ใน 72 สกุล 40 วงศ์ และไม่สามารถจำแนกชนิดได้ 1 ชนิด จำนวนทั้งหมด 3,101 ต้น (15 แปลง) พันธุ์ไม้ในวงศ์ถั่ว (Leguminosae) พบมากที่สุด รองลงมาคือ วงศ์เข็ม (Rubiaceae) และวงศ์ Euphorbiaceae ตามลำดับ สำหรับกล้าไม้และพืชพื้นล่างสำรวจพบทั้งหมด 89 ชนิด กล้าไม้ที่พบมาก ได้แก่ เก็ดดำ เต็ง รักใหญ่ พลวง ติ้วขน และขี้มด ตามลำดับ พืชพื้นล่างที่สำคัญคือ เขิงแข้งม้า เอ็นอ้าน้อย กระเจียว กระชาย และกล้วยไม้ดิน เป็นต้น

ไม้เต็งและรังเป็นพันธุ์ไม้ที่มีความถี่มากที่สุด (93.33%) พบกระจายอยู่ทั่วไปในป่า ส่วนไม้พลวงมีค่าความถี่เพียง 40% จึงพบเป็นหย่อมในบางพื้นที่ พันธุ์ไม้ที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุดคือไม้เต็ง (34 ต้นต่อไร่) รองลงมาได้แก่ พลวง และรัง สำหรับค่าความเด่นนั้นพบว่าไม้รังมีค่ามากที่สุด (25.03% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด) แสดงว่ามีผลผลิตทางชีวภาพมากกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น รองลงมาคือ เต็ง และพลวง ส่วนพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ มีค่าความเด่นน้อย ดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของไม้เต็งมีมากที่สุด (14.63% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด) แสดงว่าเป็นพันธุ์ไม้ที่มีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมในป่ามากกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น รองลงมาคือ รัง และพลวง ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรังพบว่ามีค่าค่อนข้างสูง (SWI = 4.79) ส่วนความอุดมสมบูรณ์ของป่าเต็งรังอยู่ในระดับปานกลาง (FCI = 68.07)

3.2 สังคมพืชป่าเบญจพรรณ

ป่าเบญจพรรณพบมากในพื้นที่ที่เป็นหินปูน ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชจึงค่อนข้างซับซ้อน สำรวจพบพันธุ์ไม้ 108 ชนิด ใน 82 สกุล และ 38 วงศ์ จำนวนทั้งหมด 2,211 ต้น (15 แปลง) พบพันธุ์ไม้ตระกูลถั่ว (Leguminosae) มากที่สุดคือ 17 ชนิด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae, Rubiaceae และ Labiatae จำนวน 9, 7 และ 6 ชนิด ตามลำดับ จำนวนกล้าไม้และพืชพื้นล่างที่พบมี 92 ชนิด ซึ่งมีความหลากหลายมาก กล้าไม้ที่พบมากที่สุดคือ ตู่ด้อง รองลงมา ได้แก่ เก็ดดำ ปอเลียง เสี้ยวดอกขาว มะเม่าสาย ปอยาบ และแดง ตามลำดับ ส่วนกล้าไม้สักพบจำนวนปานกลาง

พันธุ์ไม้ที่พบทั่วไปในป่ามี 9 ชนิด ได้แก่ ไม้สัก แดง รกฟ้า ปอเลียง มะเม่าสาย เพกา ตู่ค้อง และตะครอ พันธุ์ไม้ที่พบปานกลางมี 4 ชนิด คือ เก็ดดำ ตะเคียนหนู ตะครำ และคูน พันธุ์ไม้ที่เหลือพบอยู่น้อย ส่วนไม้สักและไม้แดงพบได้ทั่วไปในป่า (ความถี่ = 100%) โดยมีความหนาแน่น 15.3 และ 12 ต้น/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น ค่าความเด่นของไผ่ซางและไผ่ข้าวหลามมีค่ามากที่สุด เนื่องจากคิดจากขนาดของกอไผ่ ดัชนีความสำคัญของไผ่ซางมีค่ามากที่สุด (23.27% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด) สำหรับไม้ยืนต้นนั้นไม้สักมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ แดง รกฟ้า ปอเลียง มะเม่าสาย และเพกา ตามลำดับ ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ของป่าเบญจพรรณมีค่าสูง (SWI = 5.30) และสภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้อยู่ในระดับอุดมสมบูรณ์ดี (FCI = 80.54)

3.3 สังคมพืชป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ

เป็นสังคมพืชที่มีสภาพแวดล้อมที่กำกึ่งระหว่างป่าเต็งรังกับป่าเบญจพรรณ สำรวจพบพันธุ์ไม้ 128 ชนิด ใน 106 สกุล 45 วงศ์ จำนวนทั้งหมด 4,573 ต้น (25 แปลง) พบพันธุ์ไม้ตระกูลถั่ว (Leguminosae) มากที่สุด รองลงมาได้แก่ พันธุ์ไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae และ Rubiaceae กล้าไม้และพืชพื้นล่างพบ 95 ชนิด กล้าไม้ที่มีความหนาแน่นมากที่สุด คือ พลวง (532 ต้น/ไร่) รองลงมา ได้แก่ มะเม่าสาย เก็ดดำ รกฟ้า เต็ง ขี้มด และรักใหญ่ ตามลำดับ

ไม้พลวงเป็นพันธุ์ไม้ที่พบมากที่สุด (21 ต้น/ไร่) รองลงมาคือ รัง เต็ง ปอยาบ สัก และรกฟ้า ตามลำดับ ค่าดัชนีความสำคัญของไม้รังมีค่ามากที่สุดคือ 9.18% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด รองลงมาคือ พลวง (8.66%) รกฟ้า (6.35%) เต็ง (6.03%) และสัก (5.77%) ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ (SWI) และค่าดัชนีบ่งชี้สภาพความอุดมสมบูรณ์ (FCI) มีค่า 5.26 และ 83.14 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้สูงและสภาพป่าอยู่ในระดับอุดมสมบูรณ์มาก

3.4 สังคมพืชป่าสนผสมป่าเต็งรัง

ป่าสนผสมป่าเต็งรังมีลักษณะเป็นป่าโปร่ง สำรวจพบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 63 ชนิด ใน 49 สกุล และ 30 วงศ์ จำนวน 3,833 ต้น (25 แปลง) พันธุ์ไม้ตระกูลถั่ว (Leguminosae) พบมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae, Fagaceae และ Rubiaceae ตามลำดับ พันธุ์ไม้ที่พบมากที่สุดคือ พลวง รองลงมา ได้แก่ เต็ง เคาะ รักใหญ่ สนสองใบ และดาวราย ตามลำดับ กล้าไม้และพืชพื้นล่างมี 65 ชนิด กล้าไม้ที่พบมากที่สุดคือ เต็ง รองลงมา ได้แก่ พลวง ติ้วขน และรักใหญ่ สำหรับสนสองใบและสนสามใบมีจำนวนกล้าไม้น้อย

ไม้พลวงมีความหนาแน่น ความเด่น และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยามากที่สุด (59 ต้น/ไร่, 34.54%, 26.0%) รองลงมาคือ เต็ง เคาะ และรักใหญ่ สำหรับไม้สนสองใบและสนสามใบมีความหนาแน่นค่อนข้างน้อย (5.8 และ 0.5 ต้น/ไร่) แต่ไม้สนสองใบมีค่าความเด่นค่อนข้างมากคือ 27.5% ขณะที่ไม้สนสามใบมีค่าเพียง 2.2% ค่าดัชนีความสำคัญของไม้สนสองใบมีค่า 12.51% ผลรวมของค่าดัชนีความสำคัญของไม้พลวง เต็ง และรัง (Dipterocarps) มีค่ารวมกันเท่ากับ 39.56% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด ขณะที่ไม้สนสองใบและสนสามใบมีค่าเท่ากับ 13.61% ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืชป่าสนผสมป่าเต็งรังมีค่าต่ำ (SWI = 3.42) และมีสภาพความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (FCI = 47.23) ซึ่งเกิดจากความสามารถในการสืบต่อพันธุ์ของไม้สนอยู่ในระดับต่ำและมีการเจาะโคนต้นสนเพื่อเอาไม้เกี๊ยะ ซึ่งทำให้ไม้สนขนาดใหญ่ล้มตายและลดจำนวนลง

3.5 สังคมพืชป่าสนผสมป่าดิบเขา

พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 85 ชนิด ใน 66 สกุล และ 34 วงศ์ มีจำนวน 1,275 ต้น (12 แปลง) พบพันธุ์ไม้ในวงศ์ก่อ (Fagaceae) มากที่สุดคือ 13 ชนิด รองลงมาคือ พันธุ์ไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae, Rubiaceae และ Anacardiaceae พันธุ์ไม้ที่พบมากที่สุดคือ แข้งกวาง รองลงมา ได้แก่ ก่อหมาก สนสามใบ เก็ดดำ และก่อตี ตามลำดับ กล้าไม้และพืชพื้นล่างสำรวจพบทั้งหมด 57 ชนิด กล้าไม้ที่พบหนาแน่นมากที่สุดคือ เก็ดดำ รองลงมา ได้แก่ ขี้มด ก่อตี ส้มปี้ ข้าวสารป่า และค่าหด ตามลำดับ พืชพื้นล่างพบมากที่สุดคือ กะตีดแมว

สังคมพืชชนิดนี้มีไม้สนสามใบขึ้นเป็นไม้ชั้นเรือนยอดบน สูง 35-40 เมตร ซึ่งสูงเด่นมากกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นมีไม้ก่อชนิดต่างๆ เป็นไม้ชั้นเรือนยอดรอง ต้นไม้ขนาดเล็กที่พบหนาแน่นมากคือ แข้งกวาง (10.5 ต้น/ไร่) สำหรับไม้สนสามใบนั้นพบ 6.8 ต้น/ไร่ แต่มักจะมีลำต้นขนาดใหญ่ ไม้ก่อที่พบมาก ได้แก่ ก่อหมาก (8.5 ต้น/ไร่) และก่อตี (8.4 ต้น/ไร่) สนสามใบมีความเด่นมากกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ (36.7% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด) และมีค่าดัชนีความสำคัญมากที่

สุด (15.99% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด) ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ (SWI) มีค่าเท่ากับ 5.10 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างสูง และมีดัชนีบ่งชี้สภาพความอุดมสมบูรณ์เท่ากับ 65.74 ซึ่งอยู่ในสภาพที่ดีปานกลาง

3.6 สังคมพืชป่าดิบเขา

โดยทั่วไปป่าดิบเขาในพื้นที่อำเภอปางมะผ้าเคยถูกแผ้วถางทำไร่เลื่อนลอยและเป็นทุ่งร้างมาก่อน โดยเหลือป่าดิบเขาเป็นหย่อมๆ ที่กำลังมีการฟื้นตัว การสุ่มตัวอย่างได้ดำเนินการในบริเวณที่ป่าเหลืออยู่เป็นหย่อม ซึ่งบางแห่งมีสภาพค่อนข้างรกทึบ แต่บางแห่งเป็นป่าโปร่งที่ผ่านการถูกรบกวนมามาก พบพันธุ์ไม้ 184 ชนิด ใน 129 สกุล และ 61 วงศ์ จำนวนทั้งหมด 1,539 ต้น (12 แปลง) พันธุ์ไม้ในวงศ์ Euphorbiaceae และ Fagaceae พบมากที่สุด รองลงมา ได้แก่พันธุ์ไม้ในวงศ์ Rubiaceae, Anacardiaceae, Lauraceae และ Leguminosae ตามลำดับ ก่อตีเป็นพันธุ์ไม้ที่พบมากที่สุด (17.33 ต้น/ไร่) รองลงมา ได้แก่ เหมือดคนตัวเมีย แข้งกวาง เก็ดดำ และก่อแป้น ตามลำดับ กล้าไม้และพืชพื้นล่างพบ 100 ชนิด ซึ่งต้นกะตีดแมวเป็นพืชพื้นล่างที่มีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือ กล้าไม้ของเก็ดดำ ก่อตี ก่อแดง มะขามป้อม และมะเม่าสาย ตามลำดับ

ค่าความเด่นของไม้ก่อแป้นมีมากกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น (9.04% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด) รองลงมาคือ ก่อตี ก่อแดง และก่อเดือย ตามลำดับ พันธุ์ไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุดคือ ก่อตี (7.82% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด) รองลงมาคือ ก่อแป้น ก่อแดง เหมือดคนตัวเมีย แข้งกวาง เก็ดดำ ก่อแดง และทะโล้ ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืชป่าดิบเขา (SWI) มีค่าเท่ากับ 6.05 ซึ่งแสดงว่ามีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้มากกว่าสังคมพืชป่าไม้ชนิดอื่น และมีสภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่าอยู่ในระดับค่อนข้างมาก (FCI = 80.37)

4. การเปรียบเทียบลักษณะของสังคมพืชป่าไม้

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของสังคมพืชป่าไม้ชนิดต่างๆ ในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน (ตารางที่ 1) พบว่า ป่าดิบเขามีจำนวนชนิดพันธุ์ไม้มากกว่าป่าชนิดอื่น รองลงมาคือ ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าสนผสมป่าดิบเขา และป่าสนผสมป่าเต็งรัง ตามลำดับ ขณะที่ความหนาแน่นเฉลี่ยของพันธุ์ไม้มีมากที่สุดในป่าเต็งรัง (198 ต้น/ไร่) โดยมีความหนาแน่นของต้นไม้ขนาดต่างๆ ผันแปรแตกต่างกัน พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมของพันธุ์ไม้ทุกชนิดนั้น พบว่าป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณมีค่ามากที่สุด (4.23 ลูกบาศก์เมตร/ไร่) แสดงว่ามีแนวโน้มให้ผลผลิตของเนื้อไม้มากกว่าป่าชนิดอื่น เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้พบว่าป่าดิบเขามีค่ามากที่สุด (SWI = 6.05) แสดงว่าป่าดิบเขามีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้มากกว่าป่าชนิดอื่นๆ สภาพของป่าค่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์สูงในบริเวณที่เป็นป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ และป่าดิบเขา สภาพป่ามีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางในบริเวณป่าเต็งรังและป่าสนผสมป่าดิบเขา แต่ค่อนข้างต่ำในบริเวณที่เป็นป่าสนผสมป่าเต็งรัง สำหรับค่าความคล้ายคลึงกันของสังคมพืชป่าไม้ (ตารางที่ 2) พบว่า สังคมพืชป่าไม้เหล่านี้มีค่าความคล้ายคลึงกันอยู่ผันแปรระหว่าง 28-75% โดยพบว่าป่าเต็งรังและป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด (75.0%) ขณะที่ป่าเบญจพรรณและป่าสนผสมป่าดิบเขามีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุด (28.0%) แสดงให้เห็นถึงชนิดของพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ในสังคมพืชทั้งสองว่ามีมากหรือน้อย

ตารางที่ 1. การเปรียบเทียบลักษณะเชิงปริมาณทางนิเวศวิทยาของสังคมพืชป่าไม้ชนิดต่างๆ ในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลักษณะเชิงปริมาณ	ป่าเต็งรัง	ป่าเบญจพรรณ	ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ	ป่าสนผสมป่าเต็งรัง	ป่าสนผสมป่าดิบเขา	ป่าดิบเขา
ขนาดแปลงสุ่มตัวอย่าง (ตร.ม.)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
จำนวนแปลงสุ่มตัวอย่าง (แปลง)	15	15	25	25	12	12
(1) จำนวนชนิดพันธุ์	90	108	128	63	85	184
(2) จำนวนสกุล	72	83	106	50	66	129
(3) จำนวนวงศ์	37	38	45	30	34	61
(4) จำนวนต้นทั้งหมด	3,101	2,211	4,573	3,833	1,275	1,539

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ลักษณะเชิงปริมาณ	ป่าเต็งรัง	ป่าเบญจพรรณ	ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ	ป่าสนผสมป่าเต็งรัง	ป่าสนผสมป่าดิบเขา	ป่าดิบเขา
ความหนาแน่นเฉลี่ย (ต้น/ไร่)	198	122	171	153	106	128
(1) ≤ 50 cm stem girth	143	88	128	112	71	88
(2) 50-100 cm stem girth	41	19	29	31	23	27
(3) 100-200 cm stem girth	13	13	13	9	12	12
(4) > 200 cm stem girth	1	2	1	1	1	1
พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวม						
ลบ.ม./ไร่	4.00	3.70	4.23	3.83	3.45	3.61
ลบ.ม./เฮกแตร์	25.00	23.15	26.44	23.94	21.56	22.56
Shannon-Wiener Index (SWI) (Species diversity index)	4.79	5.30	5.26	3.42	5.10	6.05
Forest Condition Index (FCI)	68.07	80.54	83.14	47.23	65.74	80.37
ระดับความอุดมสมบูรณ์ของป่า	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	ค่อนข้างสูง	ค่อนข้างต่ำ	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง

ตารางที่ 2. ค่าความคล้ายคลึง (%) ของสังคมพืชป่าไม้ 6 ชนิด ในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

DDF	100					
MDF	59	100				
MDF-DDF	75	68	100			
P-DDF	60	39	50	100		
P-LMF	43	28	35	54	100	
LMF	41	38	43	34	52	100
	DDF	MDF	MDF-DDF	P-DDF	P-LMF	LMF

บทสรุป

การศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เชิงปริมาณในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้ ได้แก่ ชนิดของสังคมพืช ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนประชากรและการกระจายตามพื้นที่ ตลอดจนปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อพืชพรรณไม้ สังคมพืช และระบบนิเวศ นอกจากนี้ยังได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของทรัพยากรพืชป่าแต่ละชนิดในอำเภอปางมะผ้าว่าเป็นพืชที่พบทั่วไป พบปานกลางหรือพืชหายาก รวมถึงอิทธิพลของพันธุ์ไม้ที่มีต่อระบบนิเวศบริเวณนั้นๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับวางแผนจัดการทรัพยากรป่าไม้ในด้านต่างๆ โดยเฉพาะด้านการอนุรักษ์และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ตลอดจนเป็นแนวทางสำหรับใช้ศึกษาวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวข้องต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_345003

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2543. http://www.forest.go.th เนื้อที่ป่าไม้ของประเทศไทย. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

Greig-Smit, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. 3rd ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 359 p.

Kershaw, K.A. and J.H.H. Looney. 1985. Quantitative Dynamic Plant Ecology. 3rd ed. Edward Arnold (Australia) Pty. Ltd., 282 p.

Krebs, C.J. 1985. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 3rd ed. Harper & Row Publishing Company, New York, 800 p.

ตารางภาคผนวก รายชื่อและสถานภาพของพรรณไม้ในป่าชนิดต่างๆ ในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลำดับที่	วงศ์	ชื่อพันธุ์ไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะพรรณไม้	สถานภาพ
1	1. Alangiaceae	1. ปรู่	*Alangium salviifolium* (L.f.) Wangerin subsp.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
2	2. Anacardiaceae	1. กุ๊ก	*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
3		2. มะกอก	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
4		3. มะม่วงป่า	*Mangifera caloneura* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
5		4. มะม่วงหัว	*Buchanania lanzan* Spreng.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
6		5. มะมือ	*Choerospondias axillaris* (Roxb) B.L.Burtt & Hill	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
7		6. มะห้อ	*Spondias lakonensis* Pierre	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
8		7. มะเหลี่ยมต้น	*Rhus succedanea* L.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
9		8. มะเหลี่ยมหิน	*Rhus javanica* L. var. *chinensis* (Mill.) T.Yamaz.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
10		9. รักขน	*Semecarpus anacardium* Linn.f.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
11		10. รักขาว	*Semecarpus cochinchinensis* Engl.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
12		11. รักขี้หมู	*Semecarpus albescens* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
13		12. รักเขา	*Gluta obovata* Craib.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
14		13. รักใหญ่	*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
15	3. Annonaceae	1. ขางหัวหมู	*Miliusa velutina* (Dunal) Hook.f. & Thomson	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
16		2. เครือนมวัว	*Anomianthus dulcis* (Dunn) J.Sinclair	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
17		3. นมควาย	*Fissistigma minuticalyx* (McGregor & W.W.Sm.)	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
18		4. ปอขี้แฮด	*Goniothalamus laoticus* (Finet & Gagnep.) Ban	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
19		5. ปอขี้แฮด 2	*Miliusa lineata* (Craib) Aston	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
20	4. Apocynaceae	1. โมกมัน	*Wrightia arborea* (Dennst.) Mabb.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
21		2. โมกหลวง	*Holarrhena pubescens* Wall. ex G.Don.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
22	5. Aquifoliaceae	1. เน่าใน	*Ilex umbellulata* Loes.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
23	6. Araliaceae	1. ต้างนก	*Trevesia* sp.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
24		2. หนวดปลาหมึก	*Schefflera bengalensis* Gamble	ไม้พุ่ม/กึ่งเลื้อย	พืชหายาก
25		3. อ้อยช้าง	*Heteropanax fragrans* (Roxb. ex DC.) Seem.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
26	7. Asclepiadaceae	1. เถาเอ็นอ่อน	*Cryptolepis buchanani* Roem. & Schult.	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
27	8. Bignoniaceae	1. แคดอกขาว	*Dolichandrone serrulata* (DC.) Seem.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
28		2. แคทราย	*Stereospermum colias* (Buch.-Ham. ex Dillwyn)	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
29		3. แคบิด	*Fernandoa adenophylla* (Wall. ex G.Don)	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
30		4. แคฝอย	*Stereospermum cylindricum* Pierre ex Dop.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
31		5. แคลาย	*Stereospermum neuranthum* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
32		6. แคหางค่าง	*Markhamia stipulata* Seem. var. *stipulata*	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
33		7. เพกา	*Oroxylum indica* (L.) Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
34	9. Bombacaceae	1. งิ้วป่า	*Bombax anceps* Pierre var. *anceps*	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
35	10. Burseraceae	1. ตะคร้ำ	*Garuga pinnata* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
36		2. มะเกิ้ม	*Canarium subulatum* Guillaumin	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
37		3. มะแฟน	*Protium serratum* Engl.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชพบปานกลาง
38	11. Caesalpiniaceae	1. คูน	*Cassia fistula* L.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
39		2. เสี้ยวดอกขาว	*Bauhinia variegata* L.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
40	12. Celastraceae	1. มะแตกเครือ	*Celastrus paniculata* Willd.	ไม้เลื้อย	พืชที่พบบ้าง
41	13. Combretaceae	1. ตะแบกเลือด	*Terminalia mucronata* Craib & Hutch.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
42		2. รกฟ้า	*Terminalia alata* Heyne ex Roth	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
43		3. สมอไทย	*Terminalia chebula* Retz. var. *chebula*	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
44		4. สมอพิเภก	*Terminalia bellerica* (Gaertn.) Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
45		5. เห็ว	*Anogeissus acuminata* (Roxb. ex DC.) Guill. &	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
46	14. Compositae	1. ยาแก้มะโหกต้น	*Vernonia volkameriifolia* DC.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
47		2. ยาแก้หลวง	*Gochnatia decora* (Kurz) Cabr.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก

ตารางภาคผนวก (ต่อ)

ลำดับที่	วงศ์	ชื่อพันธุ์ไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะพรรณไม้	สถานภาพ
48	15. Cycadaceae	1. ปรงเขา	*Cycas pectinata* Griff.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
49	16. Datiscaceae	1. สมพง	*Tetrameles nudiflora* R.Br. ex Benn.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
50	17. Dilleniaceae	1. ส้าน	*Dillenia aurea* Sm.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
51		2. ส้านใบเล็ก	*Dillenia ovata* Wall. ex Hook.f. & Thomson	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
52		3. ส้านเห็บ	*Dillenia parviflora* Grill.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
53		4. ส้านใหญ่	*Dillenia obovata* (Blume) Hoogland	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
54	18. Dipterocarpaceae	1. เต็ง	*Shorea obtusa* Wall. ex Blume	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
55		2. รัง	*Shorea siamensis* Miq.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
56		3. พะยอม	*Shorea roxburghii* G.Don.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
57		4. พลวง	*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
58	19. Ebenaceae	1. กล้วยฤาษี	*Diospyros glandulosa* Lace	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
59		2. ตะโก	*Diospyros* sp.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
60		3. ตับเต่า	*Diospyros ehretioides* Wall. ex G.Don	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชพบปานกลาง
61		4. ถ่านไฟผี	*Diospyros rhodocalyx* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
62		5. มะเกลือ	*Diospyros mollis* Griff.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
63		6. มะพลับ	*Diospyros* sp.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
64	20. Elaeocarpaceae	1. มะมุ่น	*Elaeocarpus sphaericus* (Gaertn.) K.Schum.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
65	21. Ericaceae	1. ดาวราย	*Craibiodendron stellatum* (Pierre) W.W.Sm	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
66		2. เม่าแดง	*Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
67		3. สัมปี้	*Vaccinium sprengelii* (G.Don) Sleumer	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
68	22. Euphorbiaceae	1. ข้าวสาร	*Phyllanthus columnaris* Müll.Arg.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
69		2. ขี้มด	*Glochidion hirsutum* (Roxb.) Voigt	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
70		3. ไคร้มด	*Glochidion eriocarpus* Champ.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
71		4. ตะกวม	*Sapium insigne* Benth.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
72		5. เปาหนาม	*Bridelia retusa* (L.) A.Juss.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
73		6. เปาหนามเครือ	*Bridelia stipularis* (L.) Blume	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
74		7. เปาหนามดง	*Bridelia tomentosa* Blume	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
75		8. เปล้าหลวง	*Croton roxburghii* N.P.Balakr.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
76		9. พะองเขา	*Calophyllum polyanthum* Wall. ex Choisy	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
77		10. มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica* L.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
78		11. มะคังดง	*Ostodes paniculata* Blume var. *paniculata*	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
79		12. มะไฟ	*Baccaurea ramiflora* Lour.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
80		13. มะเม่าขน	*Antidesma montanum* Blume var. *wallichii*	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
81		14. มะเม่าไข่ปลา	*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.	ไม้พุ่มเล็ก	พืชหายาก
82		15. มะเม่าควาย	*Antidesma bunius* (L.) Spreng. var. *bunius*	ไม้พุ่มเล็ก	พืชหายาก
83		16. มะเม่าสร้อย	*Antidesma acidum* Retz.	ไม้พุ่มเล็ก	พืชหายาก
84		17. มะเม่าสาย	*Antidesma sootepense* Craib	ไม้พุ่มเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
85		18. มะเม่าเหล็ก	*Antidesma velutinosum* Blume	ไม้พุ่มเล็ก	พืชหายาก
86		19. มันปลา	*Glochidion sphaerogynum* (Müll.Arg.) Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
87		20. มันปลาขน	*Glochidion hongkongense* Müll.Arg.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
88		21. สลีนก	*Balakata baccata* (Roxb.) Esser	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
89		22. เหมือดหลวง	*Aporosa villosa* (Wall. ex Lindl.) Baill.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
90	23. Fagaceae	1. ก่อกระดุม	*Quercus semiserrata* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
91		2. ก่อก้างค้าง	*Lithocarpus garrettianus* (Craib) A.Camus	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
92		3. ก่อด่าง	*Lithocarpus lindleyanus* (Wall.) Camus	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
93		4. ก่อเดือย	*Castanopsis acuminatissima* (Blume) A.DC.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชพบปานกลาง
94		5. ก่อแดง	*Quercus kingiana* Craib	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป

ตารางภาคผนวก (ต่อ)

ลำดับที่	วงศ์	ชื่อพันธุ์ไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะพรรณไม้	สถานภาพ
95	23. Fagaceae	6. ก่อตี	*Castanopsis purpurea* Barnett	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
96		7. ก่อนก	*Lithocarpus polystachyus* (A.DC.) Rehder	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
97		8. ก่อน้ำ	*Castanopsis calathiformis* (Skan) Rehder &	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
98		9. ก่อแป้น	*Castanopsis diversifolia* (Kurz) King	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
99		10. ก่อพวง	*Lithocarpus fenestratus* (Roxb.) Rehder	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชพบปานกลาง
100		11. ก่อแพะ	*Quercus kerrii* Craib	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
101		12. ก่อระงัง	*Lithocarpus truncatus* (King) Rehd. & Wils.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
102		13. ก่อเลื่อมเงิน	*Lithocarpus sootepensis* (Craib) A.Camus	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
103		14. ก่อหม่น	*Lithocarpus glandifolius* (D.Don) Bigwood	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
104		15. ก่อหมาก	*Quercus brandisiana* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
105		16. ก่อหัววอก	*Castanopsis armata* Spach	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
106		17. ก่อหัวหมู	*Lithocarpus finetii* A.Camus	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
107		18. ก่อแอบ	*Quercus helferiana* A.DC.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
108	24. Flacourtiaceae	1. กรวยป่า	*Casearia grewiifolia* Vent.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
109		2. ตะขบป่า	*Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
110		3. มะแตกต้น	*Casearia flexuosa* Craib	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
111		4. สีเสื้อ	*Homalium ceylanicum* (Gardner) Benth.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
112	25. Gnetaceae	1. เครือมะเมื่อย	*Gnetum leptostachyum* Blume	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
113	26. Gramineae	1. ไผ่ข้าวหลาม	*Cephalostachyum pergracile* Munro.	ไม้ไผ่	พืชที่พบทั่วไป
114		2. ไผ่ซาง	*Bambusa membranacea* (Munro) C.M.A.	ไม้ไผ่	พืชที่พบทั่วไป
115		3. ไผ่บง	*Bambusa nutans* Wall.	ไม้ไผ่	พืชพบปานกลาง
116		4. ไผ่ไร่	*Gigantochloa albociliata* (Munro) Munro	ไม้ไผ่	พืชที่พบบ้าง
117		5. ไผ่ไล่ลอ	*Gigantochloa nigrociliata* (Buse) Kurz	ไม้ไผ่	พืชหายาก
118	27. Guttiferae	1. ติ้วขน	*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer subsp.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
119		2. นวล	*Garcinia merguensis* Wight	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
120		3. พะวา	*Garcinia speciosa* Wall.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
121	28. Icacinaceae	1. บอม	*Gomphandra tetrandra* (Wall.) Sleum.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
122		2. บอม-2	*Apodytes dimidiata* E. Mey. ex Arn.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
123		3. มะขม	*Pittosporopsis kerrii* Craib	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
124	29. Juglandaceae	1. ค่าหด	*Engelhardtia spicata* Blume var. *colebrookeana*	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชพบปานกลาง
125		2. ย้อยจั่น	*Engelhardtia serrata* Blume	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
126	30. Labiatae	1. กาสามปีก	*Vitex peduncularis* Wall. ex Schauer	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
127		2. ช้าแป้น	*Callicarpa arborea* Roxb	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
128		3. ซ้อ	*Gmelina arborea* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
129		4. ตีนนก	*Vitex pinnata* Linn.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
130		5. ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชพบปานกลาง
131		6. สัก	*Tectona grandis* L.f.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
132		7. สักขี้ไก่	*Prema tomentosa* Willd.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
133	31. Lauraceae	1. ตองขาว	*Lindera metcalfiana* Allen	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
134		2. ตองลาด	*Actinodapne henryi* Gamble	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
135		3. ตองหอม	*Phoebe lanceolata* (Wall. ex Nees) Nees	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
136		4. ตะไคร้ต้น	*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
137		5. สทีปดง	*Phoebe cathia* (D.Don) Kosterm.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
138		6. สทีปดำ	*Phoebe paniculata* Nees	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
139		7. หน่วยนกงุ้ม	*Beilschmiedia gammieana* King ex Hook.f.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
140		8. หมีเหม็น	*Litsea glutinosa* (Lour.) C.B.Rob.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
141		9. อบเชย	*Cinnamomum bejolghota* Sweet	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก

ตารางภาคผนวก (ต่อ)

ลำดับที่	วงศ์	ชื่อพันธุ์ไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะพรรณไม้	สถานภาพ
142	32. Lecythidaceae	1. กระโดน	*Careya sphaerica* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
143	33. Leguminosae-Papilionoideae	1. กำวเครือ	*Millettia extensa* Benth.	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
144		2. เก็ดดำ	*Dalbergia cultrata* Graham ex Benth.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
145		3. เก็ดแดง	*Dalbergia dongnaiensis* Pierre	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชพบปานกลาง
146		4. คราม่ำ	*Indigofera caloneura* Kurz	ไม้พุ่ม	พืชหายาก
147		5. เครือเขา	*Endosamara racemosa* (Roxb.) R.Geesink	ไม้เลื้อย	พืชที่พบทั่วไป
148		6. เครือพันชั้าย	*Spatholobus parviflorus* (DC.) Kuntze	ไม้เลื้อย	พืชพบปานกลาง
149		7. เครือไหล	*Millettia pachycarpa* Benth.	ไม้เลื้อย	พืชที่พบทั่วไป
150		8. เครือไหล 2	Unidentified	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
151		9. เครือไหลแดง	*Millettia caerulea* Baker	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
152		10. ฉนวน	*Dalbergia nigrescens* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
153		11. ประดู่ต้อง	*Dalbergia ovata* Graham.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
154		12. ทองหลางป่า	*Erythrina subumbrans* (Hassk.) Merr.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
155		13. ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
156		14. ปี้เครือ	*Dalbergia velutina* Benth.	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
157		15. ปี้จั่น	*Millettia brandisiana* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
158		16. ปี้พง	*Dalbergia cana* Graham ex Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
159		17. แสมสาร	*Senna garrettiana* (Craib) Irwin & Barneby	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
160	34. Lythraceae	1. ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana* Pierre ex Gagnep.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
161		2. เสลาใบเล็ก	*Lagerstroemia tomentosa* Presl	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชพบปานกลาง
162		3. เสลาเปลือกหนา	*Lagerstroemia villosa* Wall. ex Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
163		4. อินทนิลบก	*Lagerstroemia macrocarpa* Wall.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
164	35. Magnoliaceae	1. จำปีป่า	*Michelia floribunda* Finet & Gagnep.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
165	36. Malpighiaceae	1. ช้างเผือก	*Hiptage benghalensis* (L.) Kurz subsp.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
166	37.Melastomataceae	1. ตะมองกอง	*Memecylon plebejum* Kurz var. *ellipsoideum*	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
167	38. Meliaceae	1. ตาเสือ	*Aphanamixis polystachya* (Wall.) R.Parker	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
168		2. ยมหอม	*Toona ciliata* M.Roem.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
169		3. ยมหิน	*Chukrasia tabularis* A.Jass.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
170	39. Menispermaceae	1. กลิ้งกลางดง	*Stephania venosa* (Blume) Spreng.	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
171		2. เครือขมิ้น	*Anamirta cocculus* (L.) Wight & Arn.	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
172	40. Mimosaceae	1. กางขี้มอด	*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
173		2. แดง	*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub. Var. *kerrii* (Craib	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
174		3. ผักแหละ	*Acacia melagadena* Desv. var. *megaladena*	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
175		4. มะขามแป	*Archidendron clypearia* (Jack) I.C.Nielsen	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
176		5. สะบ้าลิง	*Entada glandulosa* Pierre ex Gagnep.	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
177		6. มะกล่ำต้น	*Adenanthera pavonina* L.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
178	41. Moraceae	1. เดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
179		2. ไทร	*Ficus* sp. 1	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
180		3. ไทร (กร่าง)	*Ficus* sp. 2	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
181		4. ไทรใบสารภี	*Ficus* sp. 3	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
182		5. โพธิ์	*Ficus* sp. 4	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
183		6. ม้ากระทืบโรง	*Ficus foveolata* Wall.	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
184		7. หาด	*Artocarpus lacucha* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
185	42. Myricaceae	1. บ๊วยต้น	*Myrica esculenta* Buch.-Ham.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
186	43. Myristicaceae	1. เลือดควาย	*Knema angustifolia* (Roxb.) Warb.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
187		2. เลือดควายใหญ่	*Knema linifolia* (Roxb.) Warb.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
188	44. Myrsinaceae	1. จ้ำต้น	*Ardisia colorata* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก

ตารางภาคผนวก (ต่อ)

ลำดับที่	วงศ์	ชื่อพันธุ์ไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะพรรณไม้	สถานภาพ
189	44. Myrsinaceae	2. รังกะแท้	*Rapanea yunanensis* Mez	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
190	45. Myrtaceae	1. เคาะ	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Peter G.Wilson & J.T.Waterh. var. *rufescens* (Hance) J.Parn. & Nic Lughadha	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
191		2. มะห้า	*Syzygium albiflorum* (Duthie & Kurz) Bahadur & R.C.Guar	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
192		3. หว้า	*Syzygium cumini* (L.) Skeels	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
193	46. Nyssaceae	1. ตางคก	*Nyssa javanica* (Blume) Wangerin.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
194	47. Ochnaceae	1. ตาลเหลือง	*Ochna intergerrima* (Lour.) Merr.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
195	48. Olacaceae	1. ขี้หนอน	*Schoepfia fragrans* Wall.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
196	49. Oleaceae	1. เครือมะลิ	*Jasminum adenophyllum* Wall. ex C.B.Clarke	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
197		2. จันทร์ทอง	*Fraxinus floribunda* Wall.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
198		3. มะกอกดอน	*Schrebera swietenioides* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
199	50. Palmae	1. ปุ๋มเป้ง	*Phoenix loureiri* Kunth	ปาล์ม	พืชหายาก
200		2. หมากป่า	*Areca laosensis* Becc.	ปาล์ม	พืชหายาก
201	51. Pinaceae	1. สนสองใบ	*Pinus merkusii* Royle ex Gordon	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
202		2. สนสามใบ	*Pinus kesiya* Royle ex Gordon	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
203	52. Pittosporaceae	1. ไก่ขาว	*Pittosporum nepaulense* (DC.) Rehd. & Wilson	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
204	53. Proteaceae	1. เหมือดคนตัวผู้	*Heliciopsis terminalis* (Kurz) Sleumer	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
205		2. เหมือดคนตัวเมีย	*Helicia nilagirica* Bedd.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
206	54. Rhamnaceae	1. มะควัด	*Zizyphus rugosa* Lam.	ไม้พุ่มกึ่งเลื้อย	พืชที่พบทั่วไป
207		2. เล็บเหยี่ยว	*Zizyphus oenoplia* (L.) Mill. var. *oenoplia*	ไม้พุ่มกึ่งเลื้อย	พืชที่พบบ้าง
208	55. Rosaceae	1. ตะเกรานำ้	*Eribotrya bengalensis* (Roxb.) Hook.f. forma *bengalensis*	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
209	56. Rubiaceae	1. กระทุ่ม	*Metadina trichotoma* (Zoll. ex Merr.) Bakh.f.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
210		2. กระทุ่มหนู	*Metadina trichotoma* (Zoll. & Mor.) Bakh.f.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
211		3. กว้าว	*Haldina cordifolia* (Roxb.) Ridsdale	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
212		4. แก้มขาว	*Mussaenda sanderiana* Roxb.	ไม้พุ่มกึ่งเลื้อย	พืชหายาก
213		5. ข้าวจี่	*Canthium parvifolium* Roxb.	ไม้พุ่มเล็ก	พืชหายาก
214		6. ข้าวสารป่า	*Pavetta tomentosa* Roxb. ex Sm. var. *tomentosa*	ไม้พุ่มเล็ก	พืชที่พบบ้าง
215		7. เข็มป่า	*Ixora cibdela* Craib	ไม้พุ่ม	พืชหายาก
216		8. แข้งกวาง	*Wendlandia tinctoria* (Roxb.) DC.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
217		9. คอไก่เขียว	*Tarennoidea wallichii* (Hook.f.) Tirveng. & Sastre	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
218		10. คัดเค้า	*Oxyceros horridus* Lour.	ไม้พุ่มกึ่งเลื้อย	พืชหายาก
219		11. คำมอกน้อย	*Gardenia obtusifolia* Roxb. ex Kurz	ไม้พุ่มเล็ก	พืชที่พบบ้าง
220		12. คำมอกหลวง	*Gardenia coronaria* Buch.-Ham.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
221		13. เค็ด	*Catunaregam tomentosa* (Blume ex DC.) Tirveng.	ไม้พุ่มเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
222		14. ตุ้มกว้าว	*Mitragyna rotundifolia* (Roxb.) Kuntze	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
223		15. มะดังแดง	*Gardenia erythroclada* (Kurz) Tirveng.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชพบปานกลาง
224		16. หนามนึ่ง	*Vangueria pubescens* Kurz	ไม้พุ่มเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
225		17. อุโลก	*Hymenodictyon orixense* (Roxb.) Mabb.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชพบปานกลาง
226	57. Rutaceae	1. กระแจะ	*Naringi crenulata* (Roxb.) Nicolson	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
227		2. สามง่าม	*Euodia roxburghiana* (Cham.) Benth. ex Hook.f.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
228	58. Sapindaceae	1. ตะคร้อ	*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบทั่วไป
229		2. มะเฟืองป่า	*Lepisanthes tetraphylla* (Vahl) Radlk.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
230		3. ลำไยป่า	*Paranephelium xestophyllum* Miq.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก

ตารางภาคผนวก (ต่อ)

ลำดับที่	วงศ์	ชื่อพันธุ์ไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะพรรณไม้	สถานภาพ
231	59. Sapotaceae	1. ละมุดป่า	*Xantoris burmanica* (Collett & Hemsl.) P.Royen	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
232	60. Simaroubaceae	1. สีฟัน	*Harrisonia perforata* (Blanco) Merr.	ไม้พุ่มเล็ก	พืชที่พบบ้าง
233	61. Staphyleaceae	1. ม่วงก้อม	*Turpinia cochinchinensis* (Lour.) Merr.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
234		2. มะกอกพราน	*Turpinia pomifera* (Roxb.) DC.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
235	62. Sterculiaceae	1. ตองเต่าขน	*Pterospermum grandiflorum* Craib	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
236		2. ปอด้อก	*Sterculia urena* Roxb. var. *thorelii* (Pierre)	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
237		3. ปอฝ้าย	*Firmiana colorata* (Roxb.) R.Br.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
238		4. ปอฟาน	*Sterculia guttata* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
239		5. ปอเลียง	*Sterculia hypochra* Pierre	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
240		6. ปอหูช้าง	*Sterculia villosa* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
241	63. Strychnaceae	1. แสลงใจ	*Strychnos nux-vomica* L.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
242	64. Styracaceae	1. กำยาน	*Styrax benzoides* Craib	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
243	65. Symplocaceae	1. เหมือดขน	*Symplocos macrophylla* Wall ex DC. subsp.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
244		2. เหมือดเขา	*Symplocos sumuntia* Buch.-Ham. ex D.Don	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
245		3. เหมือดใบหอก	*Symplocos* sp.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
246		4. เหมือดหอม	*Symplocos racemosa* Craib	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบทั่วไป
247	66. Theaceae	1. ไก่แดง	*Temstroemia gymnanthera* (Wight & Arn.)	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
248		2. ทะโล้	*Schima wallichii* (DC.) Korth	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชพบป่านกลาง
249		3. ปลายสาน	*Eurya acuminata* DC. var. *wallichiana* Dyer	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
250		4. พิกุลป่า	*Adinandra intergerrima* T.Anderson ex Dyer	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
251		5. เมี่ยงผี	*Pyrenaria diospyricarpa* Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
252		6. สารภี	*Anneslea fragrans* Wall.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชที่พบบ้าง
253	67. Tiliaceae	1. เครือชะมวง	Unidentified	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
254		2. ปอตีนเต่า	*Colona winitii* (Craib) Craib	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
255		3. ปอยาบ	*Colona flagrocarpa* Craib var. *siamica* Craib	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบทั่วไป
256		4. ปอยาบขี้ไก่	*Grewia laevigata* Vahl	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
257		5. ปอยาบใบมน	*Grewia eriocarpa* Juss.	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชที่พบบ้าง
258		6. ปอยาบใบยาว	*Colona flagrocarpa* (C.B.Clarke) Craib	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
259		7. ปอยาบมื่น	*Colona floribunda* (Kurz) Craib	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก
260		8. เลียง	*Berrya mollis* Wall. ex Kurz	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชที่พบบ้าง
261	68. Ulmaceae	1. แก้งขี้พระร่วง	*Celtis timorensis* Span.	ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่	พืชหายาก
262	69. Verbenaceae	1. เครือช้างเผือก	Unidentified	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
263		2. เครือมะเม่า	Unidentified	ไม้เลื้อย	พืชที่พบบ้าง
264		3. เครือออน	*Congea tomentosa* Roxb.	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
265	70. Vitaceae	1. เครือเขาน้ำ	*Tetrastigma leucostaphyllum* (Dennst.) Mabb.	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
266		2. เครือองุ่น	*Tetrastigma quadrangulatum* Gagnep. & Craib	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
267	71. Xanthophyllaceae	1. ขางขาว	*Xanthophyllum virens* Roxb.	ไม้ยืนต้นขนาดกลาง	พืชหายาก
268		2. เครือเปลือกแดง	Unidentified	ไม้เลื้อย	พืชหายาก
269	-	1. unknown	Unidentified	ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก	พืชหายาก

นิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังที่หนองระเวียง นครราชสีมา

สุรศักดิ์ ราตรี[1], สมพงษ์ ธรรมถาวร[2], อัจฉรา ธรรมถาวร[3] และ บัณฑิต โพธิ์น้อย[4]

[1]สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

[2]สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

[3]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

[4]ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: The Reproductive Ecology of Trees in Dry Dipterocarp Forest at Nong Rawiang, Nakhon Ratchasima

Surasak Ratree[1], Sompong Thammathaworn[2], Achra Thammathaworn[3] and Bundit Ponoy[4]

[1]Rajamangala Institute of Technology, Northeastern Campus, Muang, Nakhon Ratchasima 30000, [2]School of Biology, Institute of Science, Suranaree University of Technology, Muang, Nakhon Ratchasima 30000, [3]Department of Biology, Faculty of Science, Muang, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, [4]Silvicultural Research Division, Forestry Research Office, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

The study was carried out during the years 2000 to 2002. The objectives of the research were to make a plant species list, to observe flowering phenomena and pollinators, to test pollen germination efficiency, to study seed production, seed dispersal, seed quality and to make a morphological database of fruits and seeds.

The trees of this forest comprised 38 species, 33 genera and 22 families. The value of the Shannon-Wiener index of diversity was 2.09. *Shorea siamensis, Xylia xylocarpa, Ellipanthus tomentosus* and *Sindora siamensis* were the 4 dominant tree species. Light intensity and evaporation were the most influential factors affecting flowering with relative correlations of 67.10 and 61.50%, respectively. *Xylocopa* sp. and *Trigona apicalis* were the most frequent flower pollinators. The pollen germination of the 4 dominant tree species was less than 32%. *Sh. siamensis, X. xylocarpa* and *Si. siamensis* had seed germination rates of more than 80%, but *E. tomentosus* had only 16.25%. Reproductive success of *Sh. siamensis, X. xylocarpa, E. tomentosus* and *Si. siamensis* were 5.57, 0.01, 40.89 and 0.41%, respectively. The mature fruits of *Sh. siamensis, E. tomentosus* and *Si. siamensis* were attacked by insects since being on the parent trees; these insects consisted of *Omiodes* sp., *Araecerus* sp. and *Carpophilus* sp., respectively. The dispersal radii of mature fruit of *Sh. siamensis* and *X. xylocarpa* were greater than 30 and 18 meters, respectively.

Key words: flowering phenomena, pollinators, pollen germination efficiency

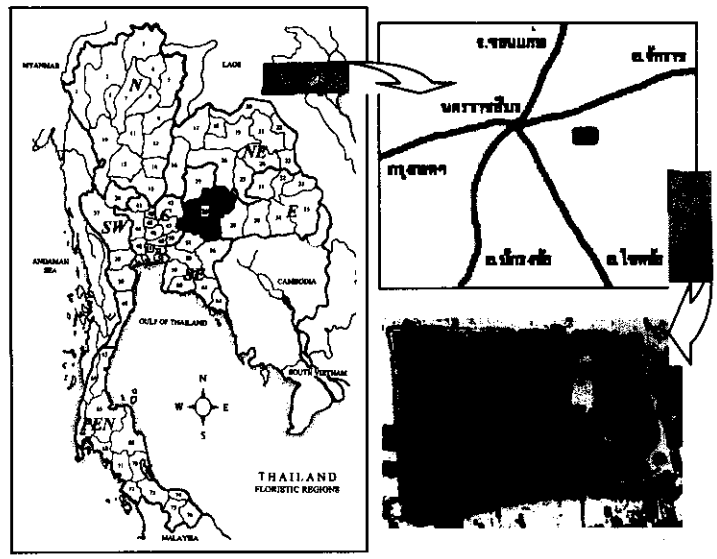
บทนำ

ป่าเต็งรังเป็นสังคมพืชที่ปรากฏอยู่เฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เท่านั้น ในประเทศไทยจากการสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2525 พบว่ามีพื้นที่ป่าเต็งรังถึง 31.25% ของพื้นที่ป่าทั้งประเทศ โดยเป็นป่าที่พบมากที่สุดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมป่าไม้, 2542) และมีความสำคัญมากชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากมีไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจหลากหลายชนิด จึงเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีค่ายิ่งของประเทศ ปัจจุบันพื้นที่ป่าเต็งรังได้ลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากถูกบุกรุกหรือลักลอบตัดไม้นำมาใช้ประโยชน์ ทำให้ป่าเต็งรังของประเทศส่วนใหญ่อยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรม จำเป็นที่ผู้ที่เกี่ยวข้องต้องเข้าไปดำเนินการปลูกป่าทดแทนอย่างเร่งด่วน แต่ปัญหาสำคัญที่ประสบคือการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ไม้ยืนต้นเพื่อนำมาผลิตกล้าไม้ ทั้งนี้เพราะการออกดอกและผสมเกสรของแม่ไม้มีความผันแปรไม่แน่นอน บางปีออกดอกมาก บางปีน้อย บางครั้งดอกร่วงก่อนเกิดการปฏิสนธิ การปฏิสนธิไม่ได้ผลหรือติดผลไม่สมบูรณ์

ทำให้ปริมาณเมล็ดที่เก็บรวบรวมได้มีความผันแปรตามไปด้วย (Owens et al., 1991) และเมล็ดพันธุ์มักประสบปัญหาในเรื่องคุณภาพ เช่น มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ ไม่สามารถเก็บรักษาความมีชีวิตของเมล็ดไว้ได้นาน เป็นต้น จากการสำรวจพบว่าพรรณไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) เป็นพรรณไม้โครงสร้างหลักที่สำคัญของป่าเต็งรัง ซึ่งในแต่ละปีต้นไม้เหล่านี้มีการโปรยผลเพื่อการสืบพันธุ์เป็นจำนวนมาก แต่จำนวนลูกไม้ (sapling) และไม้หนุ่ม (poling) ที่เหลือรอดจากปีก่อนๆ มีน้อยมาก ทำให้เกิดการขาดช่วงของการดำรงพันธุ์

สาเหตุของปัญหาต่างๆ เหล่านี้ยังขาดการศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้จึงก่อให้เกิดแนวคิดในการศึกษานิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังขึ้น โดยภารกิจหลักของการวิจัยมุ่งไปที่ปัญหาการถดถอยในการกระจายพันธุ์ของไม้ต้น โดยศึกษากระบวนการสืบพันธุ์ของไม้ต้นในป่าเต็งรังทั้งระบบ ซึ่งในรายละเอียดจะเน้นเฉพาะพันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่ คาดว่าผลจากการวิจัยจะทำให้ได้แนวทางในการวางแผนจัดการให้พรรณไม้ประสบความสำเร็จในการดำรงพันธุ์ตามธรรมชาติ เป็นแนวทางในการจัดการผลิตเมล็ดไม้ป่า ได้หลักการทำนายแนวโน้มของสภาพสังคมพืช สำหรับการวางแผนจัดการอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่ป่าในอนาคต

การวิจัยนี้ใช้พื้นที่ในบริเวณป่าหนองระเวียง ต.หนองระเวียง อ.เมือง จ.นครราชสีมา ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้ง 14° 56' 53.1" N ถึง 14° 57' 44.6" N และเส้นแวง 102° 10' 07.6" E ถึง 102° 11' 27.4" E อยู่ห่างจากตัวเมืองนครราชสีมาไปทางทิศตะวันออกประมาณ 12 กิโลเมตร มีขนาดพื้นที่ 2,500 ไร่ (ภาพที่ 1) ป่าแห่งนี้ในอดีตเป็นที่สาธารณประโยชน์และผ่านการทำไม้มาก่อน ปัจจุบันมีลักษณะเป็นป่าทุติยภูมิที่กำลังฟื้นสภาพและอยู่ในความดูแลของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่บางส่วนใช้เป็นสถานที่ฝึกงานของนักศึกษา จัดเป็นสวนสมเด็จพระบรมราชินีนาถ และพื้นที่ประมาณ 1,000 ไร่ อยู่ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ป่าหนองระเวียงเป็นป่าเบญจพรรณผสมกับป่าเต็งรัง โดยมีพื้นที่ของป่าเต็งรังประมาณ 700 ไร่ ทำการสำรวจข้อมูลในภาคสนามและศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 – 2545



ภาพที่ 1. แผนที่แสดงพื้นที่ป่าหนองระเวียง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

การศึกษานิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของพืชเป็นการศึกษาตั้งแต่พืชออกดอก พัฒนาเป็นผล แพร่กระจายเมล็ด จนกระทั่งงอกเป็นต้นกล้า (Ghazoul, 1997) ปัญหาที่ไม้ป่าไม่ออกดอกติดผล มีสาเหตุมาจากความแปรปรวนในการออกดอกของพืช โดยพบว่าไม้ป่าส่วนใหญ่มีความแปรปรวนในการออกดอกสูง เช่น พืชใน *Dipterocarpus* sp. จะมีช่วงในการออกดอกติดผลดีเป็นเวลา 20-30 ปี และมีระยะทิ้งช่วงในระหว่างการออกดอกติดผลนั้น 1-6 ปี (Owens et al., 1991)

Corlett (1993) ได้ศึกษา phenology ของไม้ต้นจำนวน 105 ชนิดในป่า shrubland ฮ่องกง ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 3 ปี พบว่ารูปแบบของ phenology มีความแตกต่างกันมากในแต่ละฤดูใน 1 ปี แต่จะมีความแตกต่างกันน้อยมากเมื่อเทียบกันระหว่างปี ช่วงที่ไม้ต้นออกดอกมากที่สุดอยู่ในเดือนพฤษภาคม และช่วงที่ติดผลมากที่สุดอยู่ในเดือนธันวาคมถึงกันยายน ส่วน Elliott et al. (1994) ได้ศึกษาไม้ต้นจำนวน 128 ชนิด ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เป็นเวลามากกว่า 3 ปี พบว่ามีจำนวนชนิดของไม้ต้นออกดอกมากที่สุดในเดือนมีนาคมและน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน มีจำนวนชนิดของไม้ต้นติดผลมากที่สุดในเดือนเมษายนและน้อยที่สุดในเดือนมกราคม โดยปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกติดผลคือความชุ่มชื้นในดิน และกลไกการแพร่กระจายของเมล็ด นอกจากนั้น เกริก (2540) ได้จัดทำ

ฐานข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดของไม้ยืนต้นในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จำนวน 140 ชนิด พบว่าชนิดของผลที่พบมากคือผลสดซึ่งพบตลอดทั้งปี รองลงมาคือผลแห้งซึ่งพบมากในช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน โดยผลที่มีขนาดใหญ่จะพบตลอดทั้งปี ส่วนผลที่มีขนาดเล็กจะพบมากในเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน

เชิดศักดิ์ (2539) ได้ศึกษานิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของพืชป่าในบางขั้นตอนของการทดแทนที่จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า พันธุ์พืชในแปลงมีการออกดอกมากในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมีนาคม ส่วนใหญ่เป็นดอกสมบูรณ์เพศ จำนวนชนิดพืชที่ออกดอกรายเดือนและมีความสัมพันธ์กับปัจจัยภูมิอากาศสูงสุดคือกลุ่มพืชล้มลุก ปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกของพืชมากที่สุดคือ ความเข้มของแสงเฉลี่ยรายเดือน แมลงที่สำคัญในการถ่ายเรณูของพืชคือ ชันโรง ผึ้งโพรง และผึ้งมิ้ม ตามลำดับ โดยมีช่วงการเข้าตอมดอกไม้สูงสุดระหว่างเวลา 8.00 - 11.00 น. Webber (1991) รายงานว่าในพืชหลายชนิด วิธีการทดสอบการงอกของเรณู สามารถนำมาหาความสัมพันธ์กับผลผลิตของเมล็ดพันธุ์ได้ เช่นใน *Picea glauca* เปอร์เซ็นต์ความงอกของเรณูมากกว่า 80% จะให้ผลผลิตของเมล็ดในขั้นดี, 50-80% ขั้นปานกลาง, 30-50% ขั้นต่ำ และน้อยกว่า 30% อยู่ในขั้นต่ำมาก

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ดอกไม้ป่าร่วงก่อนกำหนดและเมล็ดไม่งอก เนื่องมาจากการเข้าทำลายของแมลง ฉวีวรรณ (2533) รายงานว่า แมลงที่เป็นศัตรูต่อดอกและเมล็ดไม้ป่ามีหลายชนิด เช่น เพลี้ยกระโดดขนาดเล็กดูดกินน้ำเลี้ยงจากช่อดอกสัก หนอนของผีเสื้อกลางคืนเจาะทำลายเมล็ดไม้เหียงและมะค่าแต้ หรือหนอนของด้วงงวงกัดทำลายเมล็ดไม้รังและสีเสียด เป็นต้น

Krugman and Jenkinson (1974) พบว่า การที่กล้าไม้จะมีชีวิตรอดและสามารถเจริญเติบโตภายใต้เรือนยอดของแม่ไม้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้น้อยมาก เนื่องจากปัจจัยทางด้านแสงสว่างและการแข่งขันของเรือนราก การที่เมล็ดไม้แพร่กระจายออกไปรอบๆ แม่ไม้ ทำให้เมล็ดมีสภาพแวดล้อมที่อาจจะเหมาะสมต่อการงอกและมีชีวิตอยู่ ขณะที่พรพิทักษ์ (2539) ได้ศึกษาการแพร่กระจายและลักษณะการงอกของเมล็ดยางนาและยางแดง พบว่าการแพร่กระจายของดอก ผลอ่อน และผลแก่ของไม้ยางทั้ง 2 ชนิด มีความหนาแน่นมากที่สุดในระยะที่อยู่ในรัศมีของเรือนยอดแม่ไม้ ผลแก่ใช้เวลาในการร่วงหล่นจนหมดต้นประมาณ 2 สัปดาห์ โดยสามารถแพร่กระจายด้วยลมได้ไกลกว่า 50 เมตร ผลอ่อนและผลแก่ถูกแมลงทำลายมากกว่า 50% อัตราการงอกของเมล็ดลดลงเมื่ออายุหลังการร่วงหล่นเพิ่มขึ้น และเมล็ดมีความมีชีวิตประมาณ 1 เดือน

วิธีการ

1. ศึกษาสภาพพื้นที่และปัจจัยแวดล้อมทั่วไปของป่าหนองระเวียง เก็บข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และแผนที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งบันทึกข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมของป่าเป็นรายเดือน ได้แก่ ความชื้น pH และอุณหภูมิของดิน อุณหภูมิของอากาศ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษา

2. สำรวจชนิดพืชและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน วางแปลงตัวแทนโดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับชนิดพืช (Greig-Smith, 1983) เก็บข้อมูลชนิดและจำนวนไม้ยืนต้นในแปลงตัวแทนที่มี DBH 3 เซนติเมตรขึ้นไป, จัดทำบัญชีรายชื่อชนิดพันธุ์ไม้, หาค่าดัชนีความสำคัญของพรรณพืชแต่ละชนิด, จัดทำคำบรรยายลักษณะและรูปวิธานจำแนกสกุลและชนิด พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดินจากแปลงตัวแทนแปลงละ 3 จุด ใน 3 ช่วงฤดูกาล (เมษายน, กันยายน และธันวาคม) นำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

3. ศึกษาการออกดอกของไม้ยืนต้น และความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมและพาหะถ่ายเรณู สำรวจชนิดพันธุ์ไม้ยืนต้นที่มีการออกดอกทุกๆ เดือนในช่วงระยะเวลา 1 ปี ศึกษาลักษณะต่างๆ ของดอก ได้แก่ ประเภทของช่อดอก รูปร่างของดอก สีของกลีบดอก ตำแหน่งที่เกิดดอก ขนาดของดอก และระดับของอับเรณูกับยอดเกสรตัวเมียภายในดอก วิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดไม้ต้นที่มีการออกดอกทุกเดือน ร่วมกับข้อมูลสภาพแวดล้อมในพื้นที่ในช่วงเวลาเดียวกันในระยะเวลา 1 ปี เลือกชนิดไม้เด่นในพื้นที่เป็นตัวแทนในการศึกษาพฤติกรรมของพาหะ

ถ่ายเรณูจำนวน 4 ชนิด บันทึกชนิด ช่วงเวลา และพฤติกรรมของพาหะถ่ายเรณู ที่เข้ามาตอมดอกไม้ภายในเวลา 5 นาทีของทุกต้นชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 - 17.00 น. บันทึกจำนวนแมลงทั้งหมดภายใน 1 วัน เพื่อหาอัตราความถี่การลงตอมดอกไม้ของแมลงแต่ละชนิด เดือนละ 2 ครั้ง

4. ศึกษาคุณภาพเรณู นำเรณูที่เจริญเต็มที่ของไม้ยืนต้นมาทดสอบการงอกในจานเลี้ยงเชื้อและสไลด์ โดยการเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้น (Brewbaker and Kwack, 1963) หาเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของเรณูต่อจำนวนละอองเรณูทั้งหมดที่ส่องพบในกล้องจุลทรรศน์ในแต่ละจอภาพ จำนวน 20 จอภาพ

5. ศึกษาผลผลิตเมล็ด การแพร่กระจาย และลักษณะการงอกของเมล็ดพันธุ์ไม้เด่น ทำการคัดเลือกแม่ไม้ที่ขึ้นเดี่ยว มีความสูงไม่ต่ำกว่า 6 เมตร มีเรือนยอดที่สมบูรณ์ ชนิดละ 4 ต้น โดยแม่ไม้ที่มีดอกผลแพร่กระจายโดยลม จะใช้ตะแกรง 4 เหลี่ยมขนาด 50 x 50 ตารางเซนติเมตร รองรับดอกผลโดยวางเป็นแนว 8 ทิศทางตั้งฉากกัน แต่ละทิศทางวางตะแกรงทุกระยะ 2 เมตร ยาวเลยพื้นที่การปกคลุมของเรือนยอดแม่ไม้ไปราว 40 เมตร (ดัดแปลงจาก พรพิทักษ์, 2539) ส่วนแม่ไม้ที่มีดอกผลร่วงหล่นไม่ไกลจากต้นแม่ จะใช้ตาข่ายไนล่อนปูพื้นรอบลำต้นจนถึงปลายทรงพุ่มเพื่อรองรับดอกผลที่ร่วง นับจำนวนดอก ผลอ่อน และผลแก่ของแม่ไม้ที่ร่วงหล่นทุกสัปดาห์จนกระทั่งร่วงหมดต้น คำนวณหาปริมาณดอกผลที่แม่ไม้ผลิตได้ทั้งหมด หาค่าความสำเร็จในการสืบพันธุ์ หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการร่วงหล่นของดอกผลกับช่วงเวลา วัดขนาดผลและปีกผลที่ร่วงหล่นตามระยะทางต่างๆ นับจำนวนผลอ่อนและผลแก่ที่ถูกทำลายโดยแมลง หาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ไม้เด่นบนพื้นป่า รวมทั้งศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าไม้ในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต

6. ศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดพันธุ์ของไม้ยืนต้นที่เจริญเต็มที่มาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเมล็ดโดยการฉายรังสีเอกซ์ (Simak, 1980) ทดสอบความงอกมาตรฐาน (ISTA, 1996) และทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยการหาดัชนีการงอก และการจำแนกความแข็งแรงของต้นกล้า (AOSA, 1983)

7. ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ด เก็บรวบรวมผลและเมล็ดของไม้ต้นในป่าเต็งรัง จำนวน 37 ชนิด วัดขนาดความกว้าง ยาว และหนาของผลจำนวน 20 ผลต่อชนิด วัดขนาดของเมล็ดจำนวน 20 เมล็ด ทำการสุ่มกรณีที่ใน 1 ผลมีมากกว่า 1 เมล็ดขึ้นไป คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ศึกษากลุ่มและชนิดของผล สีของผลก่อนและขณะสุก จำนวนเมล็ดใน 1 ผล ศึกษาชนิด สี และรูปร่างของเมล็ด หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด วาดรูปผลและเมล็ด

8. การวิเคราะห์ข้อมูล หาค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ โดยใช้สถิติ simple linear correlation และ simple regression, วิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูล 2 treatments แบบ two way ANOVA, วางแผนการทดลองสำหรับข้อมูลที่มีตั้งแต่ 3 treatments ขึ้นไปแบบ CRD และ RCBD

ผลการวิจัย

1. การสำรวจชนิดพืช

ผลการวางแปลงตัวแทนในพื้นที่วิจัยได้ขนาดแปลงที่เหมาะสมคือ ขนาด 40 x 40 ตารางเมตร จำนวน 8 แปลง สำรวจพบพรรณไม้ยืนต้นที่มี DBH 3 เซนติเมตร ขึ้นไปในแปลงตัวแทนทั้งหมด 38 ชนิด 33 สกุล 22 วงศ์ ตามบัญชีรายชื่อในตารางที่ 1 พรรณไม้มีความหนาแน่นรวม 982 ต้น/เฮกแตร์ พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ 11.70 ตารางเมตร/เฮกแตร์, มีค่าดัชนีความหลากชนิดของพรรณไม้ (Shannon-Wiener index) เท่ากับ 2.09, การแบ่งชั้นความสูง มี 2 ชั้นเรือนยอด คือ ชั้นบน (> 10 เมตร) และชั้นล่าง (< 10 เมตร) จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินใน 8 แปลงตัวแทน พบว่าดินชั้นบนเป็นชนิด loamy sand ดินชั้นล่างเป็น sandy loam หน้าดินตื้น มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่า รังเป็นพันธุ์ไม้เด่นที่สุดในพื้นที่ มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 35.03% รองลงมาคือ แดง คำรอก และมะค่าแต้ ตามลำดับ โดยรังมีลักษณะของสีก้านช่อดอกและสีปีกผลแตกต่างกัน 3 ประเภท คือ ก้านช่อดอกสีเหลือง ปีกผลสีเหลือง ก้านช่อดอกสีแดง ปีกผลสีแดง ก้านช่อดอกสีเหลือง

ปีกผลสีแดง และคำรอกมีลักษณะของดอกแตกต่างกัน 3 ประเภท คือ ยอดเกสรตัวเมียสั้นเป็นหมัน ยอดเกสรตัวเมียยาวเป็นหมัน และยอดเกสรตัวเมียยาวสืบพันธุ์ได้

ตารางที่ 1. รายชื่อพรรณไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังที่หนองระเวียง

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ช่วงออกดอก
Anacardiaceae		
Buchanania lanzan Spreng.	มะม่วงหัวแมงวัน	ม.ค. – ก.พ.
Lannea coromandelica (Houtt.) Merr.	กุ๊ก	ก.พ. – มี.ค.
Apocynaceae		
Wrightia arborea (Dennst.) Mabb.	โมกมัน	มี.ค. – เม.ย.
Burseraceae		
Canarium subulatum Guillaumin	มะกอกเกลื้อน	มี.ค. – เม.ย.
Caesalpinioideae		
Bauhinia racemosa Lam.	ชงโคนา	เม.ย.
Erythrophleum succirubrum Gagnep.	พันชาด	มิ.ย.
Senna garrettiana (Craib) Irwin & Barneby	แสมสาร	เม.ย. – ต.ค.
Sindora siamensis Teijsm. & Miq. var. *siamensis*	มะค่าหนาม	เม.ย. – พ.ค.
Sindora siamensis Teijsm. & Miq. var. *maritima* (Pierre) K. & S.S. Larsen	มะค่าลิง	เม.ย. – พ.ค
Connaraceae		
Ellipanthus tomentosus Kurz var. *tomentosus*	คำรอก	พ.ย. – มี.ค.
Dipterocarpaceae		
Dipterocarpus intricatus Dyer	ยางกราด	ธ.ค. – มี.ค.
Shorea obtusa Wall. ex Blume	เต็ง	ก.พ. – มี.ค.
Shorea roxburghii G.Don	พะยอม	ม.ค. – ก.พ.
Shorea siamensis Miq.	รัง	ม.ค. – มี.ค.
Ebenaceae		
Diospyros ehretioides Wall. ex G.Don	ตับเต่าต้น	ก.พ. – มี.ค.
Euphorbiaceae		
Aporosa villosa (Wall. ex Lindl.) Baill.	เหมือดโลด	ม.ค. – ก.พ.
Bridelia retusa (L.) A.Juss.	เต็งหนาม	มิ.ย. – ก.ค.
Phyllanthus emblica L.	มะขามป้อม	ธ.ค. – มี.ค.
Guttiferae		
Cratoxylum cochinchinense (Lour.) Blume	ติ้วเกลี้ยง	มี.ค. – พ.ค.
Cratoxylum formosum (Jack) Dyer subsp. *pruniflorum* (Kurz) Gogel.	ติ้วขน	ก.พ. – มี.ค.
Irvingiaceae		
Irvingia malayana Oliv. ex A.W.Benn.	กระบก	เม.ย.
Labiatae		
Vitex pinnata L.	ตีนนก	พ.ค. – มิ.ย.
Lecythidaceae		
Careya sphaerica Roxb.	กระโดน	ธ.ค. – มี.ค.
Lythraceae		
Lagerstroemia floribunda Jack	ตะแบก	ก.พ. – พ.ค.
Melastomataceae		
Memecylon edule Roxb.	พลองเหมือด	มี.ค. – พ.ค.
Meliaceae		
Chukrasia tabularis A.Juss.	ยมหิน	ก.ค. – ก.ย.

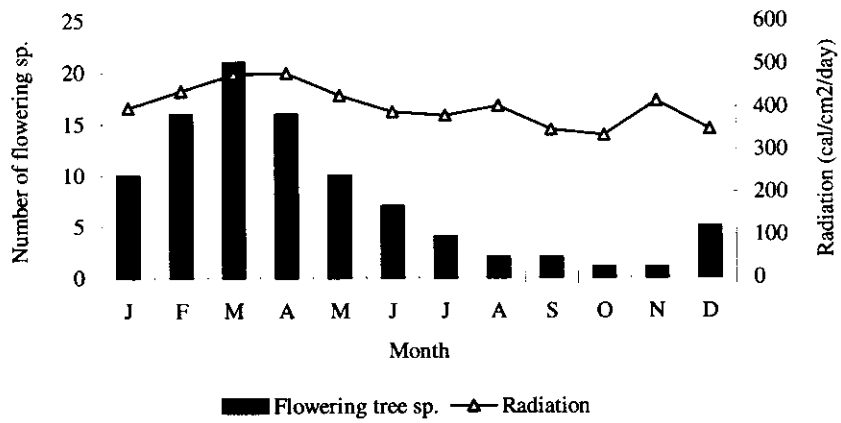
ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง	ช่วงออกดอก
Mimosoideae		
Albizia lebbeck (L.) Benth.	พฤกษ์	มี.ค. – เม.ย.
Xylia xylocarpa (Roxb.) Taub. var. *kerrii* (Craib & Hutch.) I.C.Nielsen	แดง	ก.พ. – มี.ค.
Moraceae		
Artocarpus lacucha Roxb.	มะหาด	ธ.ค. – ก.พ.
Ochnaceae		
Ochna integerrima (Lour.) Merr.	ช้างน้าว	ม.ค. – มี.ค.
Papilionoideae		
Pterocarpus macrocarpus Kurz	ประดู่	มี.ค.
Rubiaceae		
Gardenia sootepensis Hutch.	คำมอกหลวง	มี.ค. – เม.ย.
Haldina cordifolia (Roxb.) Ridsdale	ขว้าว	เม.ย. – มิ.ย.
Morinda coreia Ham.	ยอป่า	เม.ย. – มิ.ย.
Morinda elliptica Ridl.	ยอเถื่อน	เม.ย. – มิ.ย.
Rothmannia wittii (Craib) Bremek.	หมักม่อ	มี.ค. – เม.ย.
Sapindaceae		
Schleichera oleosa (Lour.) Oken	ตะคร้อ	ก.พ. – มี.ค.
Strychnaceae		
Strychnos nux-vomica L.	แสลงใจ	มี.ค. – เม.ย.

2. *การศึกษาการออกดอกของไม้ยืนต้น, ความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมและพาหะถ่ายเรณู*

พบว่ามีพันธุ์ไม้ยืนต้นจำนวน 36 ชนิด จาก 38 ชนิด ออกดอกในช่วง 1 ปีที่ทำการศึกษา ดอกส่วนใหญ่มีรูปทรงเป็นรูปถ้วย (55.26%) ซึ่งเป็นรูปทรงที่ผึ้งชอบลงไปหาอาหารเพราะสามารถเข้าไปถึงน้ำหวานและละอองเรณูได้สะดวก (Bell, 1991) กลีบดอกสีเหลือง (52.63%) ซึ่งเป็นสีที่ดึงดูดความสนใจของแมลงผสมเกสรโดยเฉพาะผึ้งต่างๆ ได้ดี (Scogin, 1983) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกอยู่ในช่วง 0.1-1.0 เซนติเมตร (55.26%) ช่อดอกเป็นแบบ panicle และ raceme (43.90%) เกิดดอกที่บริเวณปลายยอดมากที่สุด (55.26%) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ช่วยส่งเสริมการผสมเกสรและแพร่กระจายเมล็ดได้ง่าย เป็นดอกสมบูรณ์เพศ 81.58% โดยดอกเหล่านี้มีชนิดที่ระดับเกสรตัวเมียอยู่เหนือเกสรตัวผู้ถึง 47.37% แสดงให้เห็นว่าการถ่ายละอองเรณูและผสมเกสรต้องอาศัยสื่อผสมเกสรต่างๆ เข้ามาช่วยถ่ายละอองเรณูให้เกิดขึ้น

พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่มีแนวโน้มออกดอกไปในทางเดียวกัน (ภาพที่ 2) คือ มีจำนวนชนิดพืชที่ออกดอกเพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคมต่อเนื่องกันไปจนสูงสุดในเดือนมีนาคม และเริ่มลดลงในเดือนเมษายน ขณะที่ความเข้มแสงเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคมและเมษายนเช่นกัน โดยมีค่าเท่ากับ 475.79 และ 479.14 Cal/cm^2 ตามลำดับ



ภาพที่ 2. ความสัมพันธ์ของความเข้มแสงต่อการออกดอกของพันธุ์ไม้ในแต่ละเดือน

พันธุ์ไม้จะมีการออกดอก ผสมเกสร ตลอดจนโปรยเมล็ดขยายพันธุ์เสร็จสิ้นก่อนถึงฤดูฝนในเดือนมิถุนายน ซึ่งในช่วงที่พืชมีการออกดอกเพิ่มขึ้นนี้จะสังเกตพบแมลงผสมเกสรที่สำคัญในจำนวนและความสม่ำเสมอที่มากขึ้นเช่นกัน แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวร่วมกันระหว่างพืชและแมลงผสมเกสรได้เป็นอย่างดี พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกของพืชมากที่สุดคือความเข้มแสง รองลงมาคือการคายระเหย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 67.10% และ 61.50% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเชิดศักดิ์ (2539) ที่พบว่าความเข้มแสงเฉลี่ยรายเดือนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกของพืชป่ามากที่สุด

แมลงที่สำคัญในการถ่ายเรณูและผสมเกสรของพืช คือ แมลงภู่ (*Xylocopa* sp.) และชันโรง (*Trigona apicalis*) โดยช่วงการตอมดอกไม้สูงสุดในดอกรังและมะค่าแต้ของแมลงภู่และชันโรงคือเวลา 10.00, 12.00 น. และเวลา 12.00, 9.00 น. ตามลำดับ จะเห็นว่าแมลงทั้ง 2 ชนิดนี้มีพฤติกรรมออกหาอาหารในพื้นที่เดียวกันแต่คนละช่วงเวลาทำให้ไม่ต้องแก่งแย่งแข่งขันกันมากนัก แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวเพื่อการอยู่ร่วมกันของแมลงผสมเกสรที่สำคัญทั้ง 2 ชนิดนี้

3. การศึกษาคุณภาพเรณู

พบว่าเรณูของพันธุ์ไม้เด่นทั้ง 4 ชนิด มีความงอกต่ำกว่า 32% และพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเปอร์เซ็นต์การงอกเรณูของดอกคำรอก 3 ประเภท คือ ยอดเกสรตัวเมียสั้นเป็นหมัน ยอดเกสรตัวเมียยาวเป็นหมัน และยอดเกสรตัวเมียยาวสืบพันธุ์ได้ และระหว่างเปอร์เซ็นต์ความงอกเรณูของดอกมะค่าแต้หนามกับมะค่าลิง

เปอร์เซ็นต์ความงอกเรณูของพันธุ์พืชกลุ่มเป้าหมายมีความแตกต่างกันตั้งแต่ 3.90% ในดอกติ้วเกลี้ยง (*Cratoxylum cochinchinense*) จนถึง 30.31% ในดอกตะคร้อ (*Schleichera oleosa*)

4. การศึกษาผลผลิตเมล็ด การแพร่กระจาย และลักษณะการงอกของเมล็ดพันธุ์ไม้เด่น

4.1 รัง ช่วงเวลาการเริ่มร่วงหล่นของดอกจนถึงสิ้นสุดการร่วงหล่นของผลแก่รังที่ทำการศึกษา มีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยอยู่ระหว่างวันที่ 3 กุมภาพันธ์ - 28 เมษายน 2545 หรือประมาณ 85 วัน ผลแก่ส่วนใหญ่มีระยะเวลาการร่วงหล่นประมาณ 45 - 55 วัน จะเห็นว่าปริมาณการผลิตดอก ผลอ่อน และผลแก่ของแม่ไม้รังแต่ละต้นมีความแตกต่างกันมาก โดยมีอัตราส่วนของดอก : ผลอ่อน : ผลแก่ของแม่ไม้รังที่ร่วงหล่นเฉลี่ยเท่ากับ 20.87 : 5.50 : 1 และมีค่าความสำเร็จในการสืบพันธุ์เท่ากับ 5.57 ± 1.66% ผลของต้นรังส่วนใหญ่ถูกหนอนผีเสื้อกลางคืน (*Omiodes* sp.) เข้าทำลายตั้งแต่อยู่บนต้นแม่ไม้ โดยพบผลถูกแมลงทำลาย 72.25% เมล็ดของแม่ไม้รังในปีที่ทำการศึกษา สามารถงอกและตั้งตัวได้น้อยมากในสภาพธรรมชาติ เนื่องจากฝนทิ้งช่วงและความชื้นในดินต่ำมาก เมล็ดมีลักษณะการงอกแบบไฮโปเจียล

พบว่าดอก ผลอ่อน และผลแก่ของต้นแม่ไม้รัง มีการแพร่กระจายอย่างหนาแน่นมากที่สุดบริเวณใต้เรือนยอดแม่ไม้ และลดลงตามลำดับในบริเวณที่ห่างจากต้นแม่ไม้มากขึ้น โดยขนาดเรือนยอด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้น และความสูงของแม่ไม้ไม่สัมพันธ์กับปริมาณดอก ผลอ่อน และผลแก่ ส่วนขนาดเฉลี่ยของผลและน้ำหนักผล มีความสัมพันธ์เด่นชัดในทิศทางตรงข้ามกันกับระยะทางการแพร่กระจายผลโดยลม แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดของปีกผล นอกจากนั้นผลแก่ของต้นรัง สามารถแพร่กระจายด้วยลมได้ระยะทางไกลมากกว่า 30 เมตร และขนาดความสูงของแม่ไม้เพียงปัจจัยเดียวไม่สัมพันธ์กับระยะทางการแพร่กระจายของผล

4.2 แดง ช่วงเวลาการเริ่มร่วงหล่นของดอกจนถึงสิ้นสุดการร่วงหล่นของฝักแก่แดง อยู่ระหว่างวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2543 - 26 มีนาคม 2544 หรือประมาณ 1 ปี ปริมาณการผลิตดอกและฝักแก่ของแม่ไม้แดงแต่ละต้นมีความแตกต่างกันมาก โดยมีอัตราส่วนของดอก : ฝัก ของแม่ไม้แดงที่ร่วงหล่นเฉลี่ยเท่ากับ 166.44 : 1 และมีค่าความสำเร็จในการสืบพันธุ์เท่ากับ 0.010 ± 0.014% ลักษณะฝักแดงที่ผิดปกติ มีสาเหตุมาจากถูกแมลงและเชื้อราเข้าทำลาย พบจำนวน 79.98% ส่วนลักษณะเมล็ดที่ผิดปกติมีสาเหตุจากเมล็ดฝ่อ ถูกหนอนและเชื้อราเข้าทำลาย พบจำนวน 37.54% เมล็ดของแม่ไม้แดงในปีที่ทำการศึกษาสามารถงอกและตั้งตัวได้บ้างในสภาพธรรมชาติ โดยมีลักษณะการงอกแบบอิพิเจียล

ฝักแก่แดงของแม่ไม้ที่ศึกษาสามารถแตกและดีดตัวได้ไกลตั้งแต่ 11.30-18.00 เมตร โดยขนาดของเรือนยอดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับระยะทางการแพร่กระจายของฝัก แต่ขนาดของเรือนยอด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้น และความสูงของแม่ไม้ไม่สัมพันธ์กับปริมาณดอก ฝักแก่ และเมล็ด

4.3 คำรอก ต้นคำรอกที่เป็นหมันจะพบดอกร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก โดยมีช่วงเวลาการร่วงหล่น ระหว่างวันที่ 5 มกราคม - 5 มีนาคม 2543 หรือประมาณ 60 วัน ส่วนต้นคำรอกที่สืบพันธุ์ได้ มีช่วงเวลาการเริ่มร่วงหล่นของดอกจนถึงสิ้นสุดการร่วงหล่นของผลแก่อยู่ระหว่างวันที่ 17 มกราคม - 18 กรกฎาคม 2543 หรือประมาณ 184 วัน โดยดอกและผลจะร่วงอยู่ภายใต้ร่มเงาของต้นแม่เป็นส่วนใหญ่ ผลแก่มีระยะเวลาการร่วงหล่นประมาณ 80-84 วัน ปริมาณการผลิตดอกและผลของต้นแม่ไม้คำรอกแต่ละต้นมีค่าใกล้เคียงกันโดยมีอัตราส่วนของดอก : ผล เฉลี่ย 1.20 : 1 และมีค่าความสำเร็จในการสืบพันธุ์เท่ากับ 40.89 ± 1.58%

นอกจากนี้พบว่าความสูงของต้นแม่ไม้คำรอกมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของดอก เมล็ดคำรอกส่วนใหญ่ถูกหนอนเหลือง (*Araecerus* sp.) เข้าทำลายตั้งแต่อยู่บนต้นแม่ไม้ โดยพบเมล็ดถูกแมลงทำลาย 66.89% เมล็ดของต้นแม่ไม้คำรอกในปีที่ทำการศึกษาสามารถงอกได้ดีในสภาพธรรมชาติ แต่มีอัตราการอยู่รอดของต้นกล้าต่ำมากเพียง 3.52% เนื่องจากเมล็ดส่วนใหญ่ถูกแมลงทำลาย ต้นกล้าที่งอกจะเป็นต้นกล้าผิดปกติและมีชีวิตอยู่ได้ไม่นาน สำหรับเมล็ดมีลักษณะการงอกแบบอิพิเจียล

4.4 มะค่าแต้ ช่วงเวลาการเริ่มร่วงหล่นของดอกจนถึงสิ้นสุดการร่วงหล่นของผลแก่มะค่าแต้อยู่ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม 2543 - 28 มกราคม 2544 หรือประมาณ 257 วัน โดยดอกและผลจะร่วงอยู่ภายใต้ร่มเงาของต้นแม่เป็นส่วนใหญ่ ผลแก่มีระยะเวลาการร่วงหล่นประมาณ 103-160 วัน ปริมาณการผลิตดอกและฝักของต้นแม่ไม้มะค่าแต้แต่ละต้นมีความแตกต่างกันมากโดยมีอัตราส่วนของดอก : ฝัก เฉลี่ยเท่ากับ 41.50 : 1 และมีค่าความสำเร็จในการสืบพันธุ์เท่ากับ 0.41 ± 0.29%

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้นและความสูงของต้นแม่ไม้มะค่าแต้มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของฝักแก่และของเมล็ด เมล็ดมะค่าแต้ส่วนใหญ่ถูกด้วงปีกแข็ง (*Carpophilus* sp.) เข้าทำลายตั้งแต่อยู่บนต้นแม่ไม้ โดยพบเมล็ดถูกแมลงทำลาย 31.76% ในปีที่ทำการศึกษาพบว่าเมล็ดสามารถงอกและตั้งตัวได้พอสมควรในสภาพธรรมชาติ และมีลักษณะการงอกแบบอิพิเจียล

5. การศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์

พบว่าเมล็ดพันธุ์ไม้ยืนต้นในกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 13 ชนิด จาก 32 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมากกว่า 75% ส่วนเมล็ดพันธุ์ไม้เด่น 3 ชนิด (รัง แดง และมะค่าแต้) มีความงอกมากกว่า 80% ยกเว้นเมล็ดพันธุ์คำรอกมีความงอกเฉลี่ยเพียง 16.25% โดยพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเมล็ดรัง 3 ประเภท ในด้านเปอร์เซ็นต์ความงอกและเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต, ระหว่างเมล็ดแดง 4 ต้น ในด้านเปอร์เซ็นต์ความงอก เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรง และดัชนีการงอก, ระหว่างเมล็ดคำรอก 4 ต้น ในด้านเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต และระหว่างเมล็ดมะค่าแต้หนามกับมะค่าลิง ในด้านเปอร์เซ็นต์ความงอก เปอร์เซ็นต์ความแข็งแรง และดัชนีการงอก นอกจากนั้นพบค่าดัชนีการงอกของเมล็ดมีค่าสูงสุดเท่ากับ 79.17 ในเมล็ดพฤกษ์ (*Albizia lebbeck*) และ 71.25 ในเมล็ดแสมสาร (*Senna garrettiana*)

6. ข้อมูลทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดของไม้ยืนต้น

มีพันธุ์ไม้ยืนต้นจำนวน 37 ชนิด จาก 38 ชนิด ติดผลในช่วงปีที่ทำการศึกษา โดยติดผลสูงสุดในช่วงแรก 16 ชนิดในเดือนมีนาคมและเมษายน และติดผลช่วงหลังสูงสุด 10 ชนิด ในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ชนิดของผลที่พบมากที่สุดคือ ผลสดและผลแห้งแล้วแตก อย่างละ 15 ชนิด ซึ่งพบการติดผลกระจายตัวตลอดทั้งปี พบว่าพันธุ์ไม้ที่อาศัยลมช่วยในการกระจายพันธุ์จะติดผลสูงสุดในเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด และพันธุ์ไม้ที่อาศัยสัตว์เป็นตัวกระจายพันธุ์ จะติดผลสูงสุดในเดือนมีนาคมและกันยายน

บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้วางแปลงตัวแทนขนาด 40 x 40 ตารางเมตร จำนวน 8 แปลง สำรวจพบไม้ยืนต้น 38 ชนิด ใน 33 สกุล และ 22 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดของพรรณไม้เท่ากับ 2.09 พบว่าต้นรังเป็นพันธุ์ไม้เด่นที่สุดในพื้นที่

รองลงมาคือ แดง คำรอก และมะค่าแต้ ตามลำดับ โดยรังมีลักษณะของสีก้านช่อดอกและสีปีกผลแตกต่างกัน ส่วนคำรอกมีลักษณะของดอกแตกต่างกันอย่างละ 3 ประเภท และพบว่าคุณสมบัติทางเคมีของดินทั้ง 8 แปลงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พฤติกรรมการออกดอกของไม้ยืนต้นในรอบปี พบพันธุ์ไม้ออกดอกมากในช่วงเดือนมกราคม - พฤษภาคม และออกดอกสูงสุดในเดือนมีนาคม ส่วนใหญ่เกิดดอกบริเวณปลายยอด เป็นดอกสมบูรณ์เพศ 81.58% โดยดอกเหล่านี้มีชนิดที่ระดับเกสรตัวเมียอยู่เหนือเกสรตัวผู้ถึง 47.37% ปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกของชนิดพืชมากที่สุดคือ ความเข้มแสง และการคายระเหย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 67.10 และ 61.50% ตามลำดับ แมลงที่สำคัญในการถ่ายเรณูและผสมเกสรของพืชคือ แมลงภู่ (*Xylocopa* sp.) และ ชันโรง (*Trigona apicalis*) ช่วงการตอมดอกไม้สูงสุดในดอกรังและมะค่าแต้ของแมลงภู่และชันโรง คือเวลา 10.00, 12.00 น. และ เวลา 12.00, 9.00 น. ตามลำดับ

พบว่าเรณูของพันธุ์ไม้เด่นทั้ง 4 ชนิด มีความงอกต่ำกว่า 32% และพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเปอร์เซ็นต์ความงอกเรณูของดอกคำรอก 3 ประเภท และระหว่างเรณูของดอกมะค่าแต้หนามกับมะค่าลิงเปอร์เซ็นต์ความงอกเรณูของพันธุ์พืชกลุ่มเป้าหมายมีความแตกต่างกันตั้งแต่ 3.90% ในดอกติ้วเกลี้ยง (*Cratoxylum cochinchinense*) จนถึง 30.31% ในดอกตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) ส่วนเมล็ดพันธุ์ไม้ยืนต้นในกลุ่มเป้าหมายจำนวน 13 ชนิด จาก 32 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมากกว่า 75% เมล็ดพันธุ์ไม้เด่น 3 ชนิด (รัง แดง และมะค่าแต้) มีความงอกมากกว่า 80% ยกเว้นเมล็ดพันธุ์คำรอกมีความงอกเฉลี่ยเพียง 16.25% พบค่าดัชนีการงอกของเมล็ดมีค่าสูงสุดเท่ากับ 79.17 ในพฤกษ์ (*Albizia lebbeck*) และ 71.25 ในแสมสาร (*Senna garrettiana*)

ผลแก่ของต้นรังสามารถแพร่กระจายด้วยลมได้ไกลกว่า 30 เมตร ขณะที่ฝักแก่ไม้แดงจะแตกและดีดตัวได้ไกลถึง 18 เมตร ค่าความสำเร็จในการสืบพันธุ์ต้นรัง แดง คำรอก และมะค่าแต้ เท่ากับ 5.57, 0.01, 40.89 และ 0.41% ตามลำดับ เมล็ดของรัง คำรอก และมะค่าแต้ ส่วนใหญ่ถูกแมลงเข้าทำลายตั้งแต่อยู่บนต้นแม่ไม้ ได้แก่ แมลง *Omiodes* sp., *Araecerus* sp. และ *Carpophilus* sp. ตามลำดับ ในปีที่ศึกษาพบว่าเมล็ดรังสามารถงอกและตั้งตัวได้น้อยมากในสภาพธรรมชาติ เมล็ดแดงและมะค่าแต้สามารถงอกและตั้งตัวได้ปานกลาง ส่วนเมล็ดคำรอกสามารถงอกได้ดีแต่มีอัตราการอยู่รอดของต้นกล้าต่ำมาก โดยปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝน และแมลงศัตรูพืชเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดและการตั้งตัวของต้นกล้ามากที่สุด นอกจากนั้นยังพบว่าพันธุ์ไม้ที่อาศัยลมช่วยในการกระจายพันธุ์ จะติดผลสูงสุดในเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด และพันธุ์ไม้ที่อาศัยสัตว์เป็นตัวกระจายพันธุ์ จะติดผลสูงสุดในเดือนมีนาคมและกันยายน

ข้อเสนอแนะ

1. ผลผลิตของไม้ยืนต้นในป่าเขตร้อน มักจะแปรปรวนมากในแต่ละต้นและในแต่ละปี การติดตามผลการวิจัยทางนิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดควรศึกษาอย่างต่อเนื่อง 3 - 4 ปี เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและแน่นอน

2. การศึกษานิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของไม้ยืนต้น ควรรวมไปถึงพันธุ์ไม้กลุ่มอื่นๆ ด้วย เช่น พันธุ์ไม้เด่นในป่าเบญจพรรณ

3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการป้องกันความสูญเสียในส่วนของผลอ่อน ซึ่งมีการร่วงหล่นในอัตราที่สูงมาก เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์

4. การสูญเสียเมล็ดของพันธุ์ไม้เด่น สาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งมาจากการทำลายของแมลง จึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับวงจรชีวิตของแมลงที่เข้ามาทำลายอย่างละเอียดต่อไป

5. ควรศึกษาหาสาเหตุที่ไม่สามารถเพาะเมล็ดเต็งหนาม (*Bridelia retusa*) และติ้วขน (*Cratoxylum formosum*) ให้งอกได้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 543028

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2542. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย 2542. สำนักสารนิเทศ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

เกริก ผักกาด. 2540. ฐานข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลและเมล็ดของไม้ยืนต้นในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ฉวีวรรณ หุตะเจริญ. 2533. แมลงป่าไม้ของไทย. แสงเทียนการพิมพ์ กรุงเทพฯ.

เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่. 2539. นิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของพืชป่าในบางขั้นตอนการทดแทน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรพิทักษ์ ปัญญารัตน์. 2539. การแพร่กระจายและลักษณะการงอกของเมล็ดยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) และยางแดง (*Dipterocarpus turbinatus* Dyer). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOSA. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32 to the handbook on seed testing. The Association of Official Seed Analysts.

Bell, A.D. 1991. Plant Form: An Illustrated Guide to Flowering Plant Morphology. Oxford University Press, Oxford.

Brewbaker, J.L. and B.H. Kwack. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *American Journal of Botany* 50: 859-865.

Corlett, R.T. 1993. Reproductive phenology of Hong Kong Shrubland. *Journal of Tropical Ecology* 9: 201-210.

Elliott, S., S. Promkutkaew and J.F. Maxwell. 1994. The phenology of flowering and seed production of dry tropical forest trees in northern Thailand. *In* Drysdale, R.M., S.E.T. John and A.C. Yapa (eds.), Proceedings: International Symposium a Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed, pp. 52-62. ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre Project, Muak-Lek, Saraburi, Thailand.

Ghazoul, J. 1997. Field Studies of Forest Tree Reproductive Ecology. ASEAN Forest Tree Seed Centre Project, Muak-Lek, Saraburi, Thailand.

Greig-Smith, P. 1983. Quantitative Plant Ecology: Studied in ecology. Volume 9, (3rd ed.). Blackwell Scientific, Oxford.

ISTA. 1996. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.* 24. Zurich, Switzerland.

Krugman, S.L. and J.L. Jenkinson. 1974. Pinus. *In* Agriculture Handbook 450: Seed of woody plants in the United States, pp. 1-16. Forest Science, USDA, Washington, D.C.

Owens, J.N., P. Somsathapornkul and S. Tangmitchareon. 1991. Studying Flowering and Seed Ontogeny in Tropical Forest Trees. ASEAN-CANADA Forest Tree Seed Centre Project. Muak-Lek, Saraburi, Thailand.

Scogin, R. 1983. Visible floral pigments and pollinators. *In* Joes, C.E. and R.J. Little (eds.), Handbook of Experimental Pollination Biology, pp. 160-172. Van Nostrand Reinhold, NY, U.S.

Simak, M. 1980. X-ray Radiography in Research and Testing of Forest Tree Seeds. Dep.of Silviculture, Swedish Univ. of Agriculture Science, Rapporter No. 3, Umear. 34 p.

Webber, J.E. 1991. Interior spruce pollen management manual. Land management report no. 70. Research Branch, Ministry of Forests, British Columbia, Canada.

BRT

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 195-206

BRT 2004
Research Reports

องค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย

สุธรรม อารีกุล

มูลนิธิโครงการหลวง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Current Knowledge of Wild Plants Utilized by Hilltribes in Northern Thailand

Sutharm Areekul

The Royal Project, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

The objective of this project is to investigate and review the current knowledge of wild plants utilized by hilltribes in Northern Thailand. The study covered areas where Royal Projects occurred, which included four Royal Research Centers and thirty three Royal Project Development Centers, located in Lumpoon, Chiang Mai, Chiang Rai and Mae Hong Son Provinces. The areas are inhabited by Lahu, Karen, Shan, Yao, Palau, Lisu, Akha, Hmong, Lawa, Yunnanese and Mien hilltribes. The investigation covered hilltribe knowledge and current research in the literature on wild plants, which included wherever possible information on scientific and vernacular names, plant descriptions, propagation and distribution, hilltribes, native and foreign uses, nutritive, medicinal, plant protective and other propertities, and their chemical constituents. A total number of 428 plant species were completed and have been included in this report.

Key words: Royal Research Centers, hilltribes

บทนำ

พื้นที่บนที่สูงเขตภูเขาทางภาคเหนือของไทย เป็นท้องถิ่นที่อยู่อาศัยของชาวเขาหลายเผ่ามามากกว่าหนึ่งศตวรรษ มีทั้งเผ่ามูเซอ กะเหรี่ยง เย้า ปะหล่อง ลีซอ อีก้อ ม้ง ลัวะ ไทยใหญ่ จีนฮ่อ และพม่า ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งในด้านสังคม ประเพณี วัฒนธรรม ความเชื่อ และความเป็นอยู่ แต่ก็มีการยังชีพโดยอาศัยทรัพยากรในป่าเหมือนกัน โดยเฉพาะพืชป่าที่ขึ้นอยู่ในท้องถิ่นแต่ละแห่งที่มีภูมิอากาศคล้ายกันหรือแตกต่างกันไป โดยใช้ประโยชน์ทั้งในด้านเป็นอาหาร เครื่องเทศ เครื่องดื่ม ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม ทำสีย้อม ทำเครื่องประดับ เป็นเชื้อเพลิง หรือใช้สร้างบ้านที่อยู่อาศัย ตลอดจนการใช้ประโยชน์อื่นๆ นับเป็นที่รวมภูมิปัญญาท้องถิ่นอันหลากหลายของชาวเขาเผ่าต่างๆ เป็นอย่างดี

เมื่อพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จเยี่ยมชาวเขาในปี พ.ศ. 2512 นั้น ได้ทรงเล็งเห็นถึงความสำคัญที่จะต้องหาพืชชนิดอื่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาให้ชาวเขาปลูกทดแทนการปลูกฝิ่น เพื่อให้ชาวเขามีรายได้สูงกว่าการปลูกฝิ่น อันจะส่งผลให้เลิกการปลูกฝิ่นซึ่งเป็นพืชเสพย์ติดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชน และต่อความมั่นคงของชาติ จึงได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมจัดตั้งสถานีเกษตรหลวงอ่างขางขึ้นเป็นแห่งแรกในปี พ.ศ. 2512 โดยพระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์ เพื่อเปิดโอกาสให้นักวิจัยนำพืชต่างถิ่นเมืองหนาวไปทำการวิจัยและส่งเสริมให้มีการเพาะปลูก จนกระทั่งประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดียิ่ง สามารถขจัดการปลูกฝิ่นออกไปจากประเทศได้ และโครงการหลวงก็ได้ขยายตัวออกไป จนปัจจุบันมีสถานีวิจัยเกษตรหลวง 4 แห่ง ศูนย์พัฒนาเกษตรหลวง 32 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัดในภาคเหนือ อันได้แก่ ลำพูน เชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน มีพื้นที่ที่ชาวเขาอยู่อาศัยภายใต้ความดูแลของโครงการหลวงถึง 50,000 ไร่เศษ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับพืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์นั้นยังทำกันน้อย (สุธรรม และอำนวย, 2521; Anderson, 1993) กว่าจะได้เริ่มทำการสำรวจและรวบรวมภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของพืชป่าของชาวเขาบนดอยอ่างขาง และได้พบว่าชาวเขาได้นำพืชป่าเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ไม่น้อยกว่า 275 ชนิด ซึ่งมีทั้งพืชที่เป็นอาหาร เครื่องเทศ เครื่องดื่ม ยาชูกำลัง ยารักษาโรค ยาป้องกันกำจัดศัตรูพืช พืชให้สี แต่โครงการนี้ก็ต้อง

หยุดชะงักลงเนื่องจากขาดแคลนงบประมาณ จนกระทั่งมาถึงปี พ.ศ. 2542 จึงได้ทำการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นใหม่ และในปี พ.ศ. 2545 ได้เริ่มต้นที่จะผลิตเป็นตำรา

โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตตำราเกี่ยวกับองค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย เพื่อเฉลิมฉลองพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ทรงมีสายพระเนตรอันยาวไกล ทรงอุทิศพระองค์และพระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์เพื่อช่วยเหลือชาวเขามาโดยตลอด โดยมีเป้าหมายเพื่อให้อนุชนรุ่นหลังได้เห็นคุณค่าของทรัพยากรของชาติที่มีอยู่ เพื่อจะได้เกิดความรู้สึกหวงแหน อนุรักษ์ และใช้ทรัพยากรในพื้นที่อย่างคุ้มค่า มิให้สูญหายไปตามกาลเวลา สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน การศึกษาวิจัย และการส่งเสริมอุตสาหกรรมของประเทศได้อย่างแท้จริง

วิธีการ

ในการดำเนินการครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมพืชชนิดต่างๆ ที่ชาวเขาในเขตพื้นที่ทำการของโครงการหลวงใช้ประโยชน์มาวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล และตรวจค้นเอกสารต่างๆ ที่มีผู้วิจัยเอาไว้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งในด้านชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อท้องถิ่น ลักษณะพืช การขยายพันธุ์ และการใช้ประโยชน์ของชาวเขา ชาวบ้านพื้นล่าง และชาวบ้านในต่างประเทศ รวมถึงองค์ความรู้ทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพของเส้นใย น้ำมันหอมระเหย เนื้อไม้ ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ฤทธิ์ทางด้านอารักขาพืช บทบาททางนิเวศวิทยาและสารในพืช ทั้งนี้แล้วแต่การใช้ประโยชน์ของพืชแต่ละชนิดที่แตกต่างกันไป เพื่อให้ได้องค์ความรู้ในทุกด้าน

ผลการวิจัย

พืชป่าในที่นี้หมายถึงพืชทั้งหลายที่ขึ้นในป่าธรรมชาติหรือป่าปลูก ซึ่งชาวเขาได้นำมาใช้ประโยชน์เพื่อการดำรงชีพ แต่มีพืชบางชนิดซึ่งเป็นส่วนน้อย แต่เดิมเป็นพืชปลูก ต่อมาได้กระจายพันธุ์เข้าไปในป่า กลายเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ในธรรมชาติในป่า และชาวเขาได้นำมาใช้ประโยชน์โดยมิได้ปลูกนั้นก็ได้รวมพืชเหล่านี้เข้าไว้ด้วย ซึ่งในที่นี้มีพืชป่าจำนวน 428 ชนิด ที่ได้ดำเนินการโดยเสร็จสมบูรณ์แล้ว ทั้งนี้มิได้รวมพืชปลูก ซึ่งชาวเขาปลูกเพื่อใช้บริโภคและเพื่อขายเป็นรายได้ พืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ที่ได้ดำเนินการจนเสร็จสมบูรณ์แล้ว มีดังต่อไปนี้

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
1.	*Abelmoschus moschatus* Medik. ssp. *moschatus*	ชะมดต้น
2.	*Abelmoschus moschatus* Medik. ssp. *tuberosus* (Span.) Borss. Waalk.	โสมชะบา
3.	*Acacia catechu* (L.f.) Willd.	สีเสียดแก่น
4.	*Acacia concinna* (Willd.) DC.	ส้มป่อย
5.	*Acacia farnesiana* (L.) Willd.	กระถินเทศ
6.	*Acacia megaladena* Desv. var. *megaladena*	หนามขี้แรด
7.	*Acacia pennata* (L.) Willd. ssp. *insuavis* (Lace) I.C.Nielsen	ชะอม
8.	*Acalypha hispida* Burm.f.	หางกระรอกแดง
9.	*Acalypha siamensis* Oliv. ex Gage	ชาข่อย
10.	*Achyranthes aspera* L.	พันงู
11.	*Achyrospermum wallichianum* (Benth.) Benth. ex Hook.f.	ส่าฮอม
12.	*Acmella oleracea* (L.) R.K.Jansen	ผักเผ็ด
13.	*Acorus calamus* L.	ว่านน้ำ
14.	*Acorus gramineus* Soland.	ว่านน้ำเล็ก
15.	*Adenanthera pavonina* L.	มะกล่ำตาช้าง
16.	*Aeginetia indica* Roxb.	ดอกดินแดง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
17.	*Aerva sanguinolenta* Blume	เครือข้าวตอก
18.	*Aeschynanthus andersonii* C.B.Clarke	ว่านไก่แดง
19.	*Aesculus assamica* Griff.	มะเนียงน้ำ
20.	*Afzelia xylocarpa* (Kurz) Craib	มะค่าโมง
21.	*Aganosma marginata* (Roxb.) G.Don	โมกเครือ
22.	*Agastache rugosa* (Fischer & C.Meyer) Kuntze	เท่าเชียง
23.	*Agapetes hosseana* Diels	สะเภาลม
24.	*Agapetes parishii* C.B.Clarke	ประทัดดอย
25.	*Agave americana* L.	มะลิลา
26.	*Agave sisalana* Perrine	ป่านศรนารายณ์
27.	*Ageratum conyzoides* L.	สาบแร้งสาบกา
28.	*Ageratum houstonianum* Mill.	สาบเสือม่วง
29.	*Aglaonema costatum* N.E.Br.	ใบสามสี
30.	*Agrimonia nepalensis* D.Don var. *nepalensis*	ฮ่องไหว
31.	*Albizia chinensis* (Osbeck) Merr.	กางหลวง
32.	*Alecta avensis* (Benth.) Merr.	ข่วงควา
33.	*Allium chinensis* G.Don	กระเทียมจีน
34.	*Allophyllus cobbe* (L.) Raeusch.	ต่อไส้
35.	*Alocacia cucullata* (Lour.) G.Don	ว่านนกคุ่ม
36.	*Alocacia everardii* Gagnep.	บอนผา
37.	*Alocacia macrorrhizos* (L.) G.Don	กระดาด
38.	*Aloe vera* (L.) Burm.f.	ว่านหางจระเข้
39.	*Alpinia blepharocalyx* K.Schum.	กาทุ้ก
40.	*Alpinia malaccensis* (Burm.) Roscoe	ข่าป่า
41.	*Alpinia zerumbet* (Pers.) Burtt & R.M.Sm.	ข่าคม
42.	*Alstonia macrophylla* Wall. ex G.Don	ทุ้งฟ้า
43.	*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.	สัตตบรรณ
44.	*Alternanthera bettzickiana* (Regel) G.Nicholson	ผักเป็ดแดง
45.	*Alternanthera sessilis* (L.) DC.	ผักเป็ดไทย
46.	*Amalocalyx microlobus* Pierre ex Spire	หยั่งสมุทร
47.	*Amaranthus caudatus* L.	ผักขมใบแดง
48.	*Amaranthus lividus* L.	ผักขม
49.	*Amaranthus spinosus* L.	ผักขมหนาม
50.	*Amaranthus tricolor* L.	ผักขมสวน
51.	*Amaranthus viridis* L.	ผักขมหัด
52.	*Amomum megalocheilos* (Griffith) Baker	เร่วดอย
53.	*Amomum siamense* Craib	เร่วไทย
54.	*Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst.) Nicolson	บุกคางคก
55.	*Ananus cosmosus* (L.) Merr.	สับปะรด
56.	*Anaphalis margaritaceae* (L.) Benth. & Hook.f.	หนาดดอย
57.	*Angelica acutiloba* (Siebold & Zucc.) Kitagawa	ดังกุย
58.	*Angiopteris evecta* (G.Forst.) Hoffm.	ว่านกีบแรด
59.	*Aneslia fragrans* Wall.	สารภีป่า
60.	*Anomianthus dulcis* (Dunn) J.Sinclair	นมวัว

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
61.	*Anona reticulata* L.	น้อยโหน่ง
62.	*Anona squamosa* L.	น้อยหน่า
63.	*Antiaris toxicaria* (Pers.) Lesch.	น่อง
64.	*Antidesma acidum* Retz.	เม่าสร้อย
65.	*Autidesma ghaesembilla* Gaertn.	เม่าไข่ปลา
66.	*Autidesma sootepense* Craib	มะเม่าสาย
67.	*Aporosa villosa* (Wall. ex Lindl.) Baill.	เหมือดควาย
68.	*Aporosa wallichii* Hook.f.	เหมือดวอน
69.	*Araiostegia pulchra* (Don) Copel.	กูดยูง
70.	*Aralia foliolosa* (Wall.) Seem.	ต้างนก
71.	*Aralia montana* Blume	ค้นหามเสือ
72.	*Araucaria bidwillii* Hook.	สนหนามดำ
73.	*Araucaria cunninghamii* D.Don	สนหนามขาว
74.	*Archidendron clypearia* (Jack) I.C.Nielsen	มะขามแป
75.	*Ardisia crenata* Sims var. *crenata*	ตาไก่ใบกว้าง
76.	*Ardisia elliptica* Thunb.	รามใหญ่
77.	*Ardisia polycephala* Wall. ex A.DC.	พิลังกาสา
78.	*Ardisia virens* Kurz	ตาห่านเขา
79.	*Ardisia villosa* Roxb.	กำลังช้างเผือก
80.	*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.	ตาว
81.	*Argyreia capitiformis* (Poir.) Ooststr.	ฝนแสนห่า
82.	*Argyreia nervosa* (Burm.f.) Bojer	ใบระบาด
83.	*Argyreia splendens* (Hornem.) Sweet	มันฤาษี
84.	*Argyria wallichii* Choisy	เขี่ยพันยะ
85.	*Artemisia atrovirens* Hand.-Mazz.	ลูดวย
86.	*Artemisia austroyunnanensis* Ling & Y.R.Ling	ขี่เต๊อะ
87.	*Artemisia pallens* Wall. ex Besser	โกฏจุฬาลัมพา
88.	*Artemisia vulgaris* L.	ผักเหี้ย
89.	*Artocarpus hypagereus* Hance ex Benth.	โป่ไปรั
90.	*Artocarpus lacucha* Roxb.	หาด
91.	*Asparagus filicinus* Buch.-Ham.	ม้าสามตอน
92.	*Aspidistra* sp.	ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า
93.	*Aspidistra sutepensis* K.Larsen	นางแลว
94.	*Averrhoa carambola* L.	มะเฟือง
95.	*Ayapana triplinervis* (Vahl ex Blume) R.M.King & H.Robinson	เกี๋ยงพาไย
96.	*Azadirachta indica* A.Juss. var. *indica*	สะเดาอินเดีย
97.	*Azadirachta indica* A.Juss. var. *siamensis* Valeton	สะเดาไทย
98.	*Baccaurea ramiflora* Lour.	มะไฟ
99.	*Baliospermum solanifolium* (Burm.) Suresh	ตองแตก
100.	*Balanophora abbreviata* Blume	โหราบอน
101.	*Bambusa bambos* (L.) Voss	ไผ่ป่า
102.	*Bambusa nutans* Wall.	ไผ่บง
103.	*Bambusa pallida* Munro	ไผ่ผิ่ว
104.	*Bambusa polymorpha* Munro	ไผ่หอม

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
105.	*Banbusa tulda* Roxb.	ไผ่บงดำ
106.	*Bambusa tuldoides* Munro	ไผ่บงขาว
107.	*Bambusa ventricosa* McClure	ไผ่น้ำเต้า
108.	*Bambusa vulgaris* Schrad. ex H.Wendl. var. *vulgaris*	ไผ่เหลือง
109.	*Bambusa vulgaris* Schrad. ex H.Wendl. var. *striata* (Lodd.) Gamble	ซางดำ
110.	*Barleria cristata* L.	อังกาบ
111.	*Barleria lupilina* Lindl.	เสลดพังพอน
112.	*Barleria strigosa* L.	สังกรณี
113.	*Basella alba* L.	ผักปลัง
114.	*Bauhinia acuminata* L.	กาหลง
115.	*Bauhinia bracteata* (Graham ex Benth.) Baker	ปอเจี๋ยน
116.	*Bauhinia monandra* Kurz	โยทะกา
117.	*Bauhinia nervosa* (Wall. ex Benth.) Baker	เสี้ยวแก้ว
118.	*Bauhinia ornata* Kurz	ปอเกี๋ยน
119.	*Bauhinia purpurea* L.	ชงโค
120.	*Begonia inflata* C.B.Clarke	ส้มกุ้ง
121.	*Begonia kerrii* Craib	ส้มห้วย
122.	*Balamcanda chinensis* (L.) DC.	ว่านหางช้าง
123.	*Bennincasa hispida* (Thunb.) Cogn.	ฟัก
124.	*Berchemia floribunda* Wall.	ย่อสพายควาย
125.	*Betula alnoides* Buch.-Ham. ex G.Don	กำลังพญาเสือโคร่ง
126.	*Bidens bipinnata* L.	หญ้าแหลมนกไส้
127.	*Bidens biternata* (Lour.) Merr. & Sherff	กันจ้ำ
128.	*Bidens pilosa* L.	ปินนกไส้
129.	*Bischofia javensis* Blume	เติม
130.	*Bixa orellana* L.	คำแสด
131.	*Blumea balsalmifera* (L.) DC.	หนาดใหญ่
132.	*Blumea fistulosa* (Roxb.) Kurz	ผักกาดขี้หมา
133.	*Blumea lacera* (Burm.f.) DC.	หนาดวัว
134.	*Blumea lanceolaria* (Roxb.) Druce	เขียงผ่าช้าง
135.	*Blumea membranacea*	หนาดดิน
136.	*Blumeopsis falcata* (Kuntze) Merr.	ผักกาดโดก
137.	*Boehmeria chiangmaiensis* Yahara	เชืองแข้งม้า
138.	*Boehmeria sidaefolia* Wedd.	แมะเคยที
139.	*Boerhavia chinensis* (L.) Asch. & Schweinf.	ขี้อันเครือ
140.	*Boerhavia diffusa* L.	ผักขมหิน
141.	*Bombax ceiba* L.	งิ้ว
142.	*Bombax insigne* Wall.	งิ้วป่า
143.	*Borassus flabellifer* L.	ตาล
144.	*Bougainvilla spectabiles* Willd.	เฟื่องฟ้า
145.	*Brassaiopsis ficifolia* Blume	ต้างเดื่อ
146.	*Brassaiopsis glomerulata* (Blume) Regel	ต้างผา
147.	*Breynia fruticosa* (L.) Müll.Arg.	ก้างปลาขาว
148.	*Breynia retusa* (Dennst.) Alston	ก้างปลาแดง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
149.	*Bridelia glauca* Blume	สิวาละที
150.	*Broussonetia kurzii* (Hook.f.) Corner	สะแล
151.	*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.	ปอกระสา
152.	*Brucea mollis* (Wall.) Kurz	ลางจืด
153.	*Buddleja asiatica* Lour.	ราชาวดีป่า
154.	*Buddleja davidii* Franch.	ราชาวดีม่วง
155.	*Butea monosperma* (Lam.) Taub.	ทองกวาง
156.	*Byttneria pilosa* Roxb.	กำยานเครือ
157.	*Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd.	ตันหยง
158.	*Caesalpinia enneaphylla* Roxb.	หนามผีป่าย
159.	*Caesalpinia mimosoides* Lam.	ช้าเรือด
160.	*Caesalpinia pulcherima* (L.) Swartz	หางนกยูงไทย
161.	*Caesalpinia sappan* L.	ฝาง
162.	*Caladium bicolor* Vent.	บอนสี
163.	*Caladium xhortulanum* Birdy	บอนสีลูกผสม
164.	*Calamus floribundus* Griff.	หวายหนามขาว
165.	*Calamus kerrianus* Becc.	หวายไส้ไก่
166.	*Calamus rudentum* Lour.	หวายแย้
167.	*Callicarpa arborea* Roxb. var. *arborea*	ช้าแป้น
168.	*Calotropis gigantea* (L.) Dryander ex W.T.Aiton	รัก
169.	*Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *assamica* (Mast.) Kitam.	เมี่ยง
170.	*Canabis sativa* L.	กัญชา
171.	*Canarium subulatum* Guillaumin	มะเกิ้ม
172.	*Canavalia cathartica* Thouars	ถั่วกระเป๋า
173.	*Canna edulis* Ker Gawl.	พุทธรักษากินหัว
174.	*Canna indica* L.	พุทธรักษา
175.	*Canthium parvifolium* Roxb.	หนามมะเค็ด
176.	*Capillipedium parviflorum* (R.Br.) Stapf	หญ้าขนหนู
177.	*Capparis spinosa* L. var. *mariana* (Jacq.) K.Schumann	หันพริก
178.	*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.	เล่าดีก
179.	*Cardamine hirsuta* L.	ผักกาดน้อย
180.	*Cardiospermum helicacabum* L.	โคกกระออม
181.	*Carex baccans* Nees	หญ้าคมบาง
182.	*Careya sphaerica* Roxb.	กระโดน
183.	*Caryota mitis* Lour.	เต่าร้างแดง
184.	*Caryota urens* L.	เต่าร้าง
185.	*Cassia bakeriana* Craib	กัลปพฤกษ์
186.	*Cassia fistula* L.	ราชพฤกษ์
187.	*Cassytha filiformis* L.	สังวาลพระอินทร์
188.	*Castanopsis acuminatissima* (Blume) A.DC.	ก่อเดือย
189.	*Castanopsis argyrophylla* King ex Hook.f.	ก่อหยุม
190.	*Castanopsis armata* Spach	ก่อหรั่ง
191.	*Castanopsis diversifolia* (Kurz) King	ก่อแป้น
192.	*Castanopsis indica* (Roxb.) A.DC.	ก่อลิ้ม

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
193.	*Castanopsis tribuloides* (Sm.) A.DC.	ก่อใบเลื่อม
194.	*Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep.	เครือพัดห้า
195.	*Cayratia trifolia* (L.) Domin	เครือพัดสาม
196.	*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.	นุ่น
197.	*Celosia argentea* L.	หงอนไก่ไทย
198.	*Celtis tetrandra* Roxb.	ขี้หนอนคาย
199.	*Centella asiatica* (L.) Urb.	บัวบก
200.	*Centipeda minima* (L.) A.Braun & Asch.	กระต่ายจันทร์
201.	*Cephalostachyum pergracile* Munro	ไผ่ข้าวหลาม
202.	*Cephalostachyum virgatum* Kurz	ไผ่เฮียะ
203.	*Cheilanthus farinosa* (Forsak) Kalilk.	กูดดำ
204.	*Chloranthus erectus* (Buch.-Ham.) Verdc.	หอมไก่
205.	*Chloranthus nervosus* Coll & Hemsl.	หอมไก่เหลือง
206.	*Chloranthus spicatus* (Thunb.) Makino	เนียมอัม
207.	*Chlorophytum intermedium* Craib	ว่านน้ำป่า
208.	*Chlorophytum orchidastrum* Lindl.	ว่านน้ำเขา
209.	*Chromolaena odoratum* (L.) R.M.King & H.Rob.	สาบเสือ
210.	*Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet	อบเชย
211.	*Cinnamomum camphora* (L.) J.Presl	การบูร
212.	*Cinnamomum crenulicupulum* Kosterm.	ฮางแกง
213.	*Cinnamomum iners* Reinw. ex Blume	ฮางแกง
214.	*Cinnamomum subavenium* Miq.	สุรามะริด
215.	*Cinnamomum* spp.	ชินนาโมมัม
216.	*Cinnamomum tamala* (Hamilton) Nees & Eberm.	แกง
217.	*Cissampelos hispida* Forman	กันปิดขน
218.	*Cissus carnosa* Roxb.	เถาคัน
219.	*Cissus hastata* Miq.	ส้มสันดาน
220.	*Cissus javana* DC.	ตาตดะกั่วเถา
221.	*Cissus repanda* Vahl	เถาวัลย์ปูน
222.	*Cissus repens* Lam.	เครือเขาคัน
223.	*Citrus medica* L. var. *medica*	ส้มโอมะละกอ
224.	*Claoxylon indicum* (Reinw. Ex Blume) Endl. ex Hassk.	ขางน้ำผึ้ง
225.	*Clausena excavata* Burm.f.	สันโสก
226.	*Clausena lansium* (Lour.) Skeels	มะไฟจีน
227.	*Clausena longipes* Craib	เพี้ยฟาน
228.	*Cleidion speciflorum* (Burm.f.) Meer.	ดีหมี
229.	*Cleistanthus hirsutulas* Hook.f.	แก้วน้ำ
230.	*Clematis buchananiana* DC.	กำปองหลวง
231.	*Clematis siamensis* J.R.Drumm. & Craib	ข้าวตอก
232.	*Clematis smilacifolia* Wall.	พวงแก้วกุดั่น
233.	*Cleome gynandra* L.	ผักเสี้ยน
234.	*Clerodendrum chinense* (Osbeck) Mabb.	ปิงหอม
235.	*Clerodendrum colebrookianum* Walp.	ปิงขาว
236.	*Clerodendrum japonicum* (Thunb.) Sweet	ปิง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
237.	*Clerodendrum kaempferi* (Jacq.) Siebold ex Steud.	ปิ๋งตาไก่
238.	*Clerodendrum paniculatum* L.	นมสวรรค์
239.	*Clerodendrum petasites* (Lour.) S.Moore	เท้ายายม่อม
240.	*Clerodendrum serratum* (L.) Moon var. *wallichii* C.B.Clarke	อัคคีทวาร
241.	*Clitoria macrophylla* Wall. ex Benth.	อัญชัญป่า
242.	*Clitoria ternatea* L.	อันชัญ
243.	*Cnestis palala* (Lour.) Merr.	มะสักหลาด
244.	*Coccinia grandis* (L.) Voigt	ตำลึง
245.	*Codariocalyx motorius* (Houtt.) Ohashi	ข้อยนางรำ
246.	*Codonopsis javanica* (Blume) Hook.f.	ยมเปรียง
247.	*Coelogyne trinervis* Lindl.	เอื้องหมาก
248.	*Coelorachis grandulosa* (Trin.) Stapf	หญ้าข้าวป่า
249.	*Coix lachryma-jobi* L. var. *lachryma-jobi*	เดือย
250.	*Coix puellarum* Bal	มะเดือยหิน
251.	*Colocasia esculenta* (L.) Schott	ตุน
252.	*Colocasia gigantea* (Blume ex Hassk.) J.D.Hooker	โหรา
253.	*Combretum deciduum* Collet & Hemsl.	แหนเครือ
254.	*Commelina bengalensis* L.	ผักปลาบใบกว้าง
255.	*Commelina diffusa* Burm.f.	ผักปลาบใบเรียว
256.	*Congea tomentosa* Roxb.	เครือออน
257.	*Connarus cochinchinensis* (Baill.) Pierre	ถอบแถบ
258.	*Connarus semidecandrus* Jack	ถอบแถบเครือ
259.	*Conyza sumatrensis* (Retz.) Walker	หญ้าข้าวไหม่
260.	*Cordyline fruticosa* (L.) Göpp.	มะผู้มะเมีย
261.	*Corymbia citridora* (Hook.) K.D.Hill	ยูคาลิปขาว
262.	*Corypha umbraculicifera* L.	ลาน
263.	*Cosmos caudatus* Kunth	ดาวเรืองพม่า
264.	*Cosmos sulphureus* Cav.	ดาวกระจาย
265.	*Costus speciosus* (Koen.) Sm.	เอื้องหมายนา
266.	*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S.Moore	ผักกาดช้าง
267.	*Crateva magna* (Lour.) DC.	กุ่มน้ำ
268.	*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume	ติ้วเกลี้ยง
269.	*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer ssp. *pruniflorum* (Kurz) Gogel.	ติ้วขน
270.	*Crinum amabile* Don	พลับพลึงแดง
271.	*Crinum asiaticum* L.	พลับพลึง
272.	*Crotalaria albida* Heyne ex Roth	หิ่งหายใบเล็ก
273.	*Crotalaria assamica* Benth. ex DC.	มะหิ่งน้ำ
274.	*Crotalaria bracteata* Roxb. ex DC.	มะหิ่งดง
275.	*Crotalaria ferruginea* Graham ex Benth.	ตานฟัก
276.	*Crotalaria pallida* Aiton	หิ่งเม่น
277.	*Crotalaria quinguefolia* L.	หิ่งห้อย
278.	*Crotalaria spectabilis* Roth	มะหิ่งเม่น
279.	*Crotalaria verrucosa* L.	หิ่งหายใบใหญ่
280.	*Croton cascarilloides* Raeusch.	เปล้าน้ำเงิน

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
281.	*Croton crassifolius* Geiseler	พังดี
282.	*Croton robustus* Kurz	เปล้าเลือด
283.	*Croton roxburghii* N.P.Balakr.	เปล้าใหญ่
284.	*Croton sublyratus* Kurz	เปล้าน้อย
285.	*Cryptostegia grandiflora* R.Br.	บานบุรีม่วง
286.	*Curcuma aeruginosa* Roxb.	ว่านมหาเมฆ
287.	*Curcuma alismatifolia* Gagnep.	ขมิ้นโคก
288.	*Curcuma parviflora* Wall.	กระเจียวขาว
289.	*Curcuma roscoeana* Wall.	ขมิ้นแดง
290.	*Curcuma zedoaria* (Berg) Rascoe	ขมิ้นขึ้น
291.	*Cuscuta australis* R.Br.	เครือคำ
292.	*Cuscuta chinensis* Lam.	ฝอยทอง
293.	*Cuscuta reflexa* Roxb.	เครือเขาคำ
294.	*Cyanotis axillaris* Roem. & Schult.	ผักปลาบนา
295.	*Cyanotis cristata* Roem. & Schult.	หญ้าหัวรากน้อย
296.	*Cyanotis fasciculata* Schult.	ผักปลาบดอย
297.	*Cyathea latebrosa* (Wall. ex Hook.) Copel.	กูดต้น
298.	*Cyathea spinulosa* Wall. ex Hook.	กูดต้นก้ามหนาม
299.	*Cyathula prostata* Blume	หญ้าพันงูแดง
300.	*Cycas pectinata* Griff.	ปรงเขา
301.	*Cycas revoluta* Thunb.	ปรงญี่ปุ่น
302.	*Cycas siamensis* Miq.	ปรงเหลี่ยม
303.	*Cydista aequinoctialis* (L.) Miers	เครือน้อย
304.	*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle	ตะไคร้หอม
305.	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	หญ้าแพรก
306.	*Cyperus cyperoides* (L.) Kuntze	หญ้ารังกา
307.	*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendtner	มะเขือเทศต้น
308.	*Dalbergia cana* Graham ex Kurz	กระพี้นางนวล
309.	*Dalbergia foliaceae* Wall.	กระพี้เครือ
310.	*Dalbergia nigrescens* Kurz	ฉนวน
311.	*Dalbergia stipulaceae* Roxb.	ขามเครือ
312.	*Datura metel* L. var. *metel*	ลำโพง
313.	*Debregeasia longifolia* (Burm.f.) Wedd.	ไข่ปลา
314.	*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.	หางนกยูงฝรั่ง
315.	*Dendrobium cariniferum* Rchb.f.	เอื้องเงินแดง
316.	*Dendrobium crumenatum* Sw.	หวายตะมอย
317.	*Dendrobium nobile* Lindl.	เอื้องเค้ากิ่ว
318.	*Dendrocalamus brandisii* (Munro) Kurz	ไผ่บงใหญ่
319.	*Dendrocalamus giganteus* (Wall.) Munro	ไผ่เป๊าะ
320.	*Dendrocalamus hamiltonii* Nees & Arn. ex Munro	ไผ่หก
321.	*Dendrocalamus latiflorus* Munro	ไผ่ซางคำ
322.	*Dendrocalamus membranaceus* Munro	ไผ่ซางนวล
323.	*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees	ไผ่ซาง
324.	*Dendrolobium triangulare* (Retz.) Schindl. ssp. *triangulare*	กระดูกอึ่ง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
325.	*Derris elliptica* (Roxb.) Benth.	หางไหล
326.	*Desmodium diffusum* DC.	เหนียวหมา
327.	*Desmodium floribundum* (D.Don) Sweet	ยาเลือดแข้
328.	*Desmodium gangeticum* (L.) DC.	อีเหนียว
329.	*Desmodium heterocarpon* (L.) DC. spp. *heterocarpon*	ขางคันนา
330.	*Desmodium megaphyllum* Zoll. var. *megaphyllum*	แปบกวางเล็ก
331.	*Desmodium microphyllum* (Thunb. ex Murray) DC.	ขางเครือ
332.	*Desmodium multiflorum* DC.	เครือจานดง
333.	*Desmodium oblongum* Wall. ex Benth.	หนาดคำ
334.	*Desmodium renifolium* (L.) Schindler	ตาลส้านดอย
335.	*Desmodium triflorum* (L.) DC.	หญ้าเกล็ดหอย
336.	*Desmos sootepense* (Gaib.) J.F.Maxwell	สามสาย
337.	*Dianella ensifolia* (L.) DC.	หญ้าหนูต้น
338.	*Dicellostylis zizyphifolia* (Griff.) Phuph.	เศวตตามร
339.	*Dichrocephala bicolor* (Roth.) Schlelchland	หญ้าก้นหนู
340.	*Dichrocephala integrifolia* (L.f.) Kuntze	ผักชีดอย
341.	*Dicliptera roxburghiana* Nees	หญ้าขี้นาก
342.	*Dichroa febrifuga* Lour.	ฮอมดง
343.	*Dillenia aurea* Sm.	มะส้าน
344.	*Dillenia indica* L.	มะตาด
345.	*Dillenia obovata* (Blume) Hoogland	ส้านใหญ่
346.	*Dillenia parviflora* Griff.	ส้านหิ่ง
347.	*Dillenia pentagyna* Roxb.	ส้านช้าง
348.	*Dinetus racemosus* (Wall.) Sweet	พุงเครือแดง
349.	*Dioscorea alata* L.	มันเสา
350.	*Dioscorea bulbifera* L.	ว่านพระฉิม
351.	*Dioscorea cirrhosa* Lour.	ทุ่มเลือด
352.	*Dioscorea esculenta* (Lour.) Burkill	มันมือเสือ
353.	*Dioscorea glabra* Roxb.	มันดง
354.	*Dioscorea hispida* Dennst.	กลอย
355.	*Dioscorea pentaphylla* L.	มันคันขาว
356.	*Diospyros ehretioides* Wall. ex G.Don	ตับเต่าต้น
357.	*Diospyros malabarica* (Desr.) Kostel. var. *siamensis* (Hochr.) Phengklai	มะพลับ
358.	*Diospyros mollis* Griff.	มะเกลือ
359.	*Diplaziam esculentum* (Retz.) Sw.	ผักกูดขาว
360.	*Diplazium polypodioides* Blume	กูดย่อย
361.	*Diploclisia glaucescens* (Blume) Diels	เครือไส้ไก่
362.	*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don	ยางนา
363.	*Dipterocarpus costatus* C.F.Gaertn.	ยางปาย
364.	*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.	เหียง
365.	*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.	พลวง
366.	*Dischidia major* (Vahl) Merr.	จุกโรหินี
367.	*Disporum calcaratum* D.Don	ว่านหัวสิบ
368.	*Disporum cantoniense* Merr.	ว่านข้าวเย็น

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
369.	*Docynia indica* (Andr.) Decne.	มักขี้หนู
370.	*Dolichandrone serrulata* (DC.) Seem.	แคขาว
371.	*Dombeya wallichii* (Lindl.) Benth. & Hook.f.	พุดตานน้อย
372.	*Dracaena angustifolia* Roxb.	ค้อนหมาขาว
373.	*Dracaena loureiri* Gagnep.	จันทน์ผา
374.	*Dregea volubilis* (L.f.) Hook.f.	กระทุงหมาบ้า
375.	*Drymaria diandra* Blume	หญ้าเกล็ดหอย
376.	*Dryopteris cochleata* (D.Don) C.Chr.	กูดดอย
377.	*Duabanga grandiflora* (Roxb. ex DC.) Walp.	ลำพูป่า
378.	*Dumasia leiocarpa* Benth.	ซื่อแซ
379.	*Dumasia villosa* DC.	แห่พันชั้น
380.	*Dunbaria bella* Prain	ขางครั่ง
381.	*Dysoxylum andamanicum* King	มะดูก
382.	*Elaeagnus conferta* Roxb.	สลอดเถา
383.	*Elaeagnus latifolia* L.	มะหลอด
384.	*Elaeocarpus angustifolius* Blume	มะมุ่นดง
385.	*Elaeocarpus grandiflorus* Sm.	ไครย้อย
386.	*Elaeocarpus hygrophilus* Kurz	มะกอกน้ำ
387.	*Elephantopus scaber* L.	โดไม่รู้ล้ม
388.	*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.	ข้าวป้างสามง่าม
389.	*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	หญ้าตีนกา
390.	*Eleutherine bulbosa* (Miller) Urban	ว่านหมาก
391.	*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.	ว่านหอมแดง
392.	*Eleutherococcus trifoliatus* (L.) S.Y.Hu	ผักแปม
393.	*Elsholtzia blanda* Benth.	ผักอุมปุม
394.	*Elsholtzia kachinensis* Prain	ผักเลือน
395.	*Embelia ribes* Burm.f.	สัมจี้
396.	*Embelia sessiliflora* Kurz	มะขุย
397.	*Emilia sonchigolia* (L.) DC. ex Wight	หางปลาช่อน
398.	*Engelhardtia serrata* Blume	ย้อยจั่น
399.	*Engelhardtia spicata* Blume	ค่าหด
400.	*Entada rheedi* Spreng.	สะบ้า
401.	*Equisetum debile* Roxb. ex Vaucher	หญ้าถอดบ้อง
402.	*Eranthemum tetragonum* A.Dietr. ex Nees	จ้าฮ่อม
403.	*Eriobotrya bengalensis* (Roxb.) Hook.f.	ตะเกรานำ้
404.	*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.	ปี่แป้
405.	*Eriolaena candollei* Wall.	ปอเลียงฝ้าย
406.	*Eryngium foetidum* L.	ผักชีฝรั่ง
407.	*Erythrina stricta* Roxb.	ทองเดือนห้า
408.	*Erythrina subumbrans* (Hassk.) Merr.	ทองหลางป่า
409.	*Erythrina variegata* L.	ทองหลางลาย
410.	*Erythropalum scandens* Blume	ผักรด
411.	*Etlingera elatior* (Jack) R.M.Sm.	ดาหลาขาว
412.	*Etlingera littorallis* (Koenig) Giseke	ปุดใหญ่

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อพื้นเมือง
413.	*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.	ยูคาลิปตัสแดง
414.	*Eugenia uniflora* L.	มะยมฝรั่ง
415.	*Euodia glomerata* Craib	มะม่วงน้อย
416.	*Euodia meliaefolia* Benth.	เพี้ยกระทิง
417.	*Euodia triphilla* DC.	บ่าเค็ด
418.	*Euonymus sootepensis* Craib	กาหลัง
419.	*Eupatorium adenophorum* Sprengel	สาบหมาสาบแมว
420.	*Eupatorium stoechadosmum* Hance	สันพร้าหอม
421.	*Euphorbia antiquorum* L.	สลัดไดป่า
422.	*Euphorbia cyathophora* Murr.	ใบต่างดอก
423.	*Euphorbia heterophylla* L.	หญ้ายาง
424.	*Euphorbia hirta* L.	น้ำนมราชสีห์
425.	*Euphorbia neriifolia* L.	สัมเช้า
426.	*Eurya acuminata* DC. var. *wallichiana*	แพปั้นจั่น
427.	*Eurysolen gracilis* Prain.	หนวดแมว
428.	*Excoecaria oppositifolia* Griff	ตังตาบอด

บทสรุป

โครงการนี้ได้ดำเนินการเกี่ยวกับความรู้เรื่องพืชป่าที่ชาวเขาใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทยเสร็จสิ้นสมบูรณ์ไปแล้ว 428 ชนิด จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น ยังมีพืชป่าอีกไม่น้อยกว่า 500 ชนิด ที่ยังมิได้มีการสำรวจให้เด่นชัดถึงการใช้ประโยชน์ของชาวเขา ตลอดจนรวบรวมความรู้ต่างๆ ที่มีผู้วิจัยกันมาทำเป็นตำราให้สมบูรณ์ จึงสมควรที่จะสนับสนุนให้ดำเนินการต่อไปจนกว่าจะเสร็จสมบูรณ์

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับเงินทุนอุดหนุนจากมูลนิธิโครงการหลวงและส่วนหนึ่งจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_745001

เอกสารอ้างอิง

สุธรรม อารีกุล และอำนวย อ่อนละมูล. 2521. พืชอาหารและยาของชาวเขา ณ ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. รายงานประจำปี โครงการเกษตรที่สูง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 254 หน้า.

Anderson, E.F. 1993. Plants and People of the Golden Triangle: Ethnobotany of the hill tribes of Northern Thailand. Dioscorides Press, Portland, Oregon, 279 p.

องค์ความรู้พื้นบ้านในการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ความหลากหลายพันธุ์ข้าว ของกลุ่มชาติพันธุ์ตามแนวชายแดนไทย-ลาว

เสถียร ฉันทะ

โรงพยาบาลเวียงแก่น อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย 57310

Abstract: Local Knowledge of Conservation and Utilization of Rice Diversity among Ethnic Communities along the Thai - Lao Border

Satian Chunta

Wiangkan Hospital, Wiangkan, Chiang Rai 57310

The aim of this research project "Local Knowledge of Conservation and Utilization of Rice Diversity among Ethnic Communities along the Thai – Laos Border" is to understand and explain the indistinct relationship between rice diversity and local knowledge of ethnic groups along the Thai – Laos border in upper northern Thailand. There is special emphasis on the repertoire of knowledge regarding rice biological resource management, production systems, ecosystems, and modes of thought among various ethnic groups in a community and natural interaction context.

The research found rice diversity sustainability depended on local knowledge of rice utilization, which is important for land, water, and forest management in regard to rice diversity conservation. Therefore, research on natural rehabilitation and policy development for sustaining rice diversity should address cultural diversity and indigenous knowledge, which are the basic conditions for the pursuit of sustainable development.

Key words: ethnic groups, local knowledge, rice diversity

บทนำ

ข้าว เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญต่อมวลมนุษยชาติมาหลายพันปีที่มีประชากรกว่าครึ่งโลกใช้บริโภคเป็นอาหารหลัก ข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตระกูลหญ้าจัดอยู่ในสกุล *Oryza* สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในเขตร้อน (tropical zone) และในเขตอบอุ่น (temperate zone) (ฐิรวุฒิ และพรพนา, 2539) ตำนานเกี่ยวกับความเป็นมาของสายพันธุ์ข้าวที่มนุษย์เราได้เพาะปลูกและบริโภคนั้นยังเป็นประเด็นที่นักวิชาการตั้งสมมติฐานถกเถียงและยังหาข้อสรุปไม่ได้ แต่มีนักวิชาการได้จัดแบ่งสายพันธุ์ข้าวออกเป็น 2 ชนิด คือ ข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* L.) และข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima* Steud) (สงกรานต์, 2531) และจากการศึกษาพบว่า ในสมัยก่อนมีการแยกข้าวออกเป็น 30 - 40 ชนิด แต่หลังจากวิเคราะห์แล้วพบว่ามีประมาณ 23 ชนิด เป็นข้าวป่า (wild rice) 21 ชนิด อีก 2 ชนิด เป็นข้าวปลูก (cultivated rice) ข้าวที่บริโภคกันทั่วโลก คือ ข้าว *Oryza sativa* L. หรือข้าวเอเชีย และข้าว *Oryza glaberrima* Steud หรือข้าวแอฟริกา โดยที่ข้าวเอเชียจะมีคุณภาพและให้ผลผลิตดีจึงเป็นที่นิยมกันทั่วโลก ข้าวเอเชียตระกูล *Oryza sativa* สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวเม็ดป้อม (Joponica) นิยมปลูกในเขตหนาว ได้แก่ ประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี สหรัฐอเมริกา และข้าวเม็ดยาว (Indica) นิยมปลูกในเขตร้อน ได้แก่ ประเทศไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดีย ลาว และข้าวชวา (Javadica) ที่นิยมปลูกเฉพาะในประเทศอินโดนีเซีย ส่วนข้าวแอฟริกามีการปลูกเฉพาะทางด้านตะวันตกของทวีปแอฟริกาเท่านั้น

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรกว่าครึ่งหนึ่งของประเทศเป็นชาวนาและบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก คนไทยผูกพันกับข้าวทั้งในด้านสังคม ประเพณี และวัฒนธรรม สำหรับการปลูกข้าวในประเทศไทยนั้นจากหลักฐานโบราณคดีได้ชี้ชัดถึงร่องรอยการปลูกข้าวจากหลักฐานที่พบเปลือกข้าวจำนวนมากในเศษเครื่องปั้นดินเผาในหลุมศพที่ตำบลโนนนกทา อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น มีอายุอย่างน้อย 5,000 ปี ซึ่งถือว่าเป็นหลักฐานที่เก่าแก่ที่สุด ซึ่งนักมานุษยวิทยาบางท่านเรียกสังคมไทยว่า *สังคมวัฒนธรรมข้าว* (เอี่ยม, 2538) และด้วยประเทศไทยเป็นประเทศใน

เขตร้อน ที่ราบลุ่ม มีน้ำเพียงพอ ในอดีตจึงมีสายพันธุ์ข้าวที่ดีเกือบ 500 ชนิด ก่อนที่จะค่อยๆ ลดลงเหลือไม่กี่สายพันธุ์ในปัจจุบัน สายพันธุ์ข้าวมิได้มีความผูกพันเฉพาะกับชาวไทยพื้นราบเท่านั้นหากแต่แผ่กระจายไปทุกกลุ่มชาติพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นการก่อรูปของรัฐไทยทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และพิธีกรรม (ศรีศักร, 2531; เอี่ยม, 2538)

แม้ว่าข้าวจะมีความสำคัญต่อคนไทยทั้งในอดีตและปัจจุบันเพียงใดก็ตาม แต่สิ่งที่ดูเหมือนจะถูกละเลยในงานศึกษาเกี่ยวกับเรื่องข้าวก็คือองค์ความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายของพันธุ์ข้าวและบทบาทของเกษตรกรในฐานะนักพัฒนาและอนุรักษ์พันธุกรรมพื้นบ้านที่สั่งสมและผูกพันกับข้าวมานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลา 3-4 ทศวรรษที่ผ่านมาของการปฏิวัติเขียว (green revolution) ที่ทำให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตที่เน้นการส่งเสริมการผลิตเพื่อขาย กลายมาเป็นตัวทำลายความหลากหลายทางชีวภาพและลดคุณค่าของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อการจัดการทรัพยากรชีวภาพของชาวบ้านทั้งในด้านการเกษตร เช่น เมล็ดพันธุ์พืชพื้นบ้าน ซึ่งได้ถูกทำให้ด้อยคุณค่าลงและถูกแทนที่ด้วยพันธุ์พืชใหม่ๆ ที่เน้นการปลูกพืชเชิงเดี่ยว (monoculture) ส่งเสริมให้มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเร่งผลผลิต รวมถึงการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ตลอดจนเครื่องจักรกลการเกษตรเข้ามาใช้ในระบบการผลิต ส่งผลให้มีการขยายพื้นที่เพื่อปลูกพืชพาณิชย์เชิงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ปอ เป็นต้น ซึ่งเป็นการเร่งให้มีการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อขยายพื้นที่เพาะปลูก นอกจากนี้การส่งเสริมการเพาะปลูกพืชเชิงเดี่ยวยังเป็นการทำลายองค์ความรู้และศักยภาพของเกษตรกร ทำลายการควบคุมการผลิตของท้องถิ่น และทำลายระบบการพึ่งพาตนเองของชุมชนลง ดังเช่นที่หลายชุมชนในปัจจุบันกำลังประสบอยู่คือ เกษตรกรต้องพึ่งพาเมล็ดพันธุ์พืชจากภายนอกในการนำมาเพาะปลูก เช่น สายพันธุ์ข้าว กข. ชนิดต่างๆ ที่รัฐบาลส่งเสริม ซึ่งไม่สามารถจะเก็บเป็นเชื้อพันธุ์เพื่อปลูกในปีต่อไปได้ เพราะจะเกิดการกลายพันธุ์ เป็นต้น

ระบบการเกษตรแผนใหม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในแบบแผนและวิถีการผลิตดั้งเดิม เกษตรกรรมแบบพื้นบ้านในชุมชนถูกแทนที่ด้วยเกษตรกรรมแผนใหม่ที่มีเป้าหมายเพื่อการค้าและการส่งออก ทำให้การปลูกพืชเพื่อยังชีพหลายชนิดแบบผสมผสานเปลี่ยนมาเป็นฟาร์มเกษตรขนาดใหญ่ที่ปลูกพืชเพียงไม่กี่ชนิด ความหลากหลายของพันธุ์พืชพันธุ์สัตว์พื้นเมืองที่เคยมีอยู่อย่างดาษดื่นและมีความสอดคล้องกลมกลืนกับนิเวศท้องถิ่นเริ่มสูญหายไปจากชุมชน โดยเฉพาะสายพันธุ์ข้าวซึ่งมีงานศึกษาหลายชิ้นที่แสดงให้เห็นถึงการลดน้อยถอยลงของพันธุ์ข้าวพื้นเมือง เช่น การศึกษาของกฤษฎา (2540) พบว่า ในอดีตนั้นชาวบ้านมีการคัดเลือกและเก็บพันธุ์ข้าวไร่ไว้ไม่ต่ำกว่า 26 สายพันธุ์ และพันธุ์ข้าวนาไม่ต่ำกว่า 28 สายพันธุ์ ซึ่งมีการคัดสรรแลกเปลี่ยนหมุนเวียนกันอยู่ในชุมชน แต่ปัจจุบันพันธุ์ข้าวดังกล่าวได้สูญหายไปจากชุมชนจนเหลือเพียงไม่กี่สายพันธุ์และเป็นสายพันธุ์ที่หน่วยงานของรัฐได้ส่งเสริมเท่านั้น ทำนองเดียวกันกับการศึกษาของเสถียร (2542, 2543) ที่พบว่าในปัจจุบันชาวขมุและชาวไทลื้อมีการเพาะปลูกข้าวเพียงไม่กี่สายพันธุ์เมื่อเทียบกับในอดีตที่ผ่านมาที่มีการปลูกข้าวหลากหลายสายพันธุ์ที่สอดคล้องเหมาะสมกับระบบนิเวศของท้องถิ่น

การเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตมิได้ส่งผลกระทบต่อชาวไทยพื้นราบเท่านั้น หากแต่แผ่ขยายไปทุกพื้นที่ทุกกลุ่มชาติพันธุ์ โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ซึ่งมีระบบนิเวศที่หลากหลายและมีกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ ได้อาศัยอยู่มาช้านาน มีระบบการผลิตที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตนที่สอดคล้องกับระบบนิเวศของท้องถิ่น เช่น ลีซอ อาข่า มัง เมี่ยน ลาฮู่ ปกากะญอ และลัวะ/ถิ่น เป็นต้น รวมทั้งคนไทกลุ่มต่างๆ เช่น ไทยวนหรือคนเมือง ไทลื้อ/ไทยอง ไทใหญ่ เป็นต้น กลุ่มชนต่างๆ เหล่านี้มีการรังสรรค์ระบบการผลิตที่เอื้อหนุนและพึ่งพิงกับธรรมชาติแวดล้อม ซึ่งความรู้เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรชีวภาพเหล่านี้เป็นพัฒนาการทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนและชุมชนกับธรรมชาติแวดล้อม ดังเช่น ชาวกะเหรี่ยงหรือปกากะญอ (ประเสริฐ, 2541) ที่พบว่ามีระบบการผลิตเกี่ยวกับการทำไร่หมุนเวียนที่เกื้อหนุนกับธรรมชาติแวดล้อม มีองค์ความรู้เกี่ยวกับการเพาะปลูกพันธุ์พืชธัญญาหารต่างๆ รวมทั้งการปลูกข้าวไร่ที่เชื่อมโยงความเชื่อเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติและอำนาจเหนือธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีคิดเกี่ยวกับธรรมชาติที่แสดงให้เห็นถึงสัมพันธภาพอันลึกซึ้งระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติและสะท้อนให้เห็นถึงวิธีคิดที่มองมนุษย์เป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบนิเวศ มนุษย์จึงมิได้เป็นเพียงผู้ใช้ประโยชน์จากธรรมชาติเท่านั้น หากแต่ต้องมีการดูแลรักษาธรรมชาติแวดล้อมด้วยการใช้ประโยชน์เท่าที่จำเป็นและด้วยความอ่อนน้อมถ่อมตน ตระหนักรู้ในคุณค่าและบุญคุณของธรรมชาติไปพร้อมๆ กัน (ยศ, 2542)

จากที่กล่าวมาถึงความสำคัญของข้าวและผลพวงที่เกิดจากกระบวนการส่งเสริมช่วงยุคปฏิวัติเขียวที่ได้ทำให้องค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรชีวภาพโดยเฉพาะพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ ที่รังสรรค์สืบทอดมาตั้งแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบันเริ่มลดน้อยถอยลง ทั้งเรื่องเกี่ยวกับองค์ความรู้หรือภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเองและสายพันธุ์ของข้าวเอง จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องดำเนินการสำรวจองค์ความรู้พื้นบ้านในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายพันธุ์ข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรชีวภาพที่มีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นพื้นฐานของความหลากหลายทางวัฒนธรรม สังคม และเศรษฐกิจของแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนบนพื้นฐานของการพึ่งพาตนเองของชุมชนต่อไป

วิธีการ

1. สำรวจพื้นที่ โดยเริ่มต้นสำรวจและคัดเลือกหมู่บ้านพื้นที่ศึกษาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีเงื่อนไขในการคัดเลือก เช่น เป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่บริเวณแนวชายแดนไทย – ลาวที่ค่อนข้างเก่า สภาพทรัพยากรธรรมชาติสมบูรณ์และมีระบบการจัดการทรัพยากร เช่น ป่าชุมชน เหมืองฝาย เป็นต้น มีระบบการผลิตทางการเกษตรในการทำนาและ/หรือทำไร่ข้าวตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยทำการเลือกพื้นที่ตามเงื่อนไขดังกล่าวได้ 6 แห่ง คือ กลุ่มชาติพันธุ์ขมุ มัง เมี่ยน อาข่า ไทยวน และไทลื้อ

2. จัดเวทีชาวบ้านเพื่อกำหนดกรอบและแนวทางการดำเนินกิจกรรมของโครงการและคัดเลือกผู้ช่วยนักวิจัยในพื้นที่ของแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ให้เป็นผู้ช่วยเก็บข้อมูลภาคสนาม

3. เก็บข้อมูลภาคสนาม นักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยซึ่งเป็นคนในชุมชนแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ร่วมกันเก็บข้อมูลภาคสนามในประเด็นต่างๆ ดังนี้ ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ประวัติความเป็นมาของชุมชน พัฒนาการตั้งถิ่นฐาน ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ระบบการจัดการทรัพยากร ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ประกอบในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีคิด (system of thought) ของกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ กับการจัดการทรัพยากรดิน น้ำ ป่า ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับระบบการผลิตข้าวในวิถีชีวิต รวมทั้งการทำมาหากินในชีวิตประจำวัน โดยเน้นเก็บข้อมูลองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวในวิถีชีวิตที่เชื่อมโยงทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม จารีตประเพณี และความเชื่อ ซึ่งจะเป็นข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการจัดการระบบการผลิต การเลือกพื้นที่ การเตรียม การดูแลรักษาต้นข้าว ความรู้ความเป็นมาของข้าว การคุ้มครองป้องกันข้าว วิธีการที่ชาวบ้านจำแนกแยกแยะสายพันธุ์ข้าว การบำรุงรักษา เก็บรวบรวม และการคัดเลือกสายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ รวมทั้งข้อปฏิบัติ เช่น การพยากรณ์เกี่ยวกับ ดิน ฟ้า อากาศ เป็นต้น

4. จัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์ข้าว ได้วางกรอบเกี่ยวกับการจัดทำฐานข้อมูลที่เป็นลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เป็นลักษณะทางพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน กรอบในการจัดทำข้อมูลสัณฐานวิทยาพันธุ์ข้าวในครั้งนี้จึงเป็นการให้ความสำคัญในการจำแนกแยกแยะลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะที่สังเกตได้จากภายนอก โดยทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายพันธุ์ข้าวทั้งในอดีตและปัจจุบัน และนำพันธุ์ข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบันมาจำแนกแยกแยะลักษณะสัณฐานวิทยาทางกายภาพและสรีรวิทยา โดยแบ่งเป็นประเภทกว้างๆ คือ ข้าวไร่ (upland rice) และข้าวนาดำ (wetland rice or paddy rice) และจำแนกเป็นชนิดข้าวเหนียวและข้าวเจ้า

ผลการวิจัย

1. ความหลากหลายทางระบบนิเวศกับความหลากหลายพันธุ์ข้าว

ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยมีสภาพภูมิประเทศที่แวดล้อมไปด้วยภูเขา ประชากรในภูมิภาคนี้จึงมีการตั้งถิ่นฐานทั้งบนพื้นที่ราบ เช่น ชาวไทยวน ไทลื้อ ไทใหญ่ ไทยอง เป็นต้น และบนพื้นที่สูง เช่น มัง เมี่ยน อาข่า ลาฮู่ ลีซู ขมุ ลัวะ ปกากะญอ เป็นต้น การตั้งชุมชนของแต่ละกลุ่มซึ่งมีความลดหลั่นกันตามความสูงของระดับน้ำทะเล ทำให้กลุ่มชาติพันธุ์แต่ละกลุ่มมีองค์ความรู้ในการจัดการทรัพยากรแตกต่างกันออกไปตามระบบนิเวศที่ตนเองอาศัยอยู่ โดยเฉพาะระบบการผลิตข้าวเพื่อการยังชีพ จากการศึกษาพบว่า กลุ่มชนที่อาศัยอยู่ตามที่ราบลุ่มน้ำจะมีการจัดการที่ดินและน้ำด้วยการทำนาปลูกข้าวเป็นหลัก ขณะที่กลุ่มชนบนพื้นที่สูงจะทำไร่ข้าวเป็นหลัก

ระบบนิเวศกับการจัดการทรัพยากรของกลุ่มชาติพันธุ์มีความสัมพันธ์กับความหลากหลายพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูก และการคัดเลือกข้าวไว้ทำเชื้อพันธุ์ที่แตกต่างกันออกไป และแต่ละปีก็จะมีการหมุนเวียนเชื้อพันธุ์ข้าวของแต่ละครัวเรือน เพื่อการอนุรักษ์พันธุ์ดั้งเดิมไว้และมีการแลกเปลี่ยนพันธุ์ข้าวชนิดใหม่มาปลูกทดแทน เนื่องจากข้าวเป็นพืชเคยที่หรือเบื่อที่ซึ่งจะเกิดกลายพันธุ์สูงเมื่อปลูกสายพันธุ์เดิมซ้ำกันหลายปี นอกจากนี้พบว่ามีการจำแนกระบบการผลิตข้าวออกเป็นการทำไร่ปลูกข้าว และการทำนาปลูกข้าว ซึ่งการทำนานั้นมีการจำแนกย่อยออกเป็น 2 ลักษณะ คือ นาที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว เรียกว่า นาดอน และนาที่มีการจัดการทรัพยากรน้ำที่อาศัยเหมืองฝาย เรียกว่า นาโฮ่ง การจำแนกระบบนิเวศของกลุ่มชาติพันธุ์สอดคล้องกับสถาบันวิจัยข้าวระหว่างชาติ ซึ่งจำแนกระบบนิเวศการปลูกข้าวออกเป็น 4 ประเภท คือ ข้าวนาชลประทาน ข้าวนาน้ำฝน ข้าวนาน้ำลึกหรือข้าวขึ้นน้ำ และข้าวไร่

การจำแนกระบบนิเวศดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรในการเลือกชนิดพันธุ์ข้าวมาปลูก ซึ่งงานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับระบบนิเวศของเกษตรกรทั้งในภาคเหนือ กลาง อีสาน และใต้ ของ Rambo (1991), Rigg (1993), Tanabe (1994), กฤษฎา (2540) และวิมล (2544) พบว่าความแตกต่างของระบบนิเวศในไร่นานำไปสู่การปลูกข้าวหลากหลายสายพันธุ์ เช่น นาดอนจะปลูกข้าวพันธุ์เบาหรือข้าวดอ นาลุ่มหรือนาโฮ่งจะปลูกข้าวพันธุ์หนักหรือข้าวปี เช่นเดียวกับการศึกษาของจันทบูรณ์ (Sutthi, 1989) ที่พบว่ากลุ่มชนบนพื้นที่สูง เช่น มัง และลาหู่ญี มีการปลูกข้าวบนพื้นที่สูงเหนือระดับน้ำทะเลกว่า 1,000 เมตร ไม่น้อยกว่า 400 สายพันธุ์

การศึกษาบทบาทการอนุรักษ์และพัฒนาพันธุกรรมข้าวโดยชุมชนของฐิรวุฒิ และพรพนา (2539) พบว่าทั้งชาวปกากะญอ กะเหรี่ยง ลาหู่ญี และอาข่า มีปัจจัยทางระบบนิเวศเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งต่อการอนุรักษ์และพัฒนาพันธุ์ข้าว ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบจากการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่ากลุ่มชาติพันธุ์ในภาคเหนือตอนบนมีการจัดการความหลากหลายของสายพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมและสอดคล้องกับระบบนิเวศของตนเอง ซึ่งกลุ่มชนบนพื้นที่สูง เช่น ชาวขมุมีการทำไร่และทำนาปลูกข้าวถึง 21 สายพันธุ์ มังทำไร่ปลูกข้าวถึง 25 สายพันธุ์ เมี่ยนทำไร่และทำนาปลูกข้าวถึง 14 สายพันธุ์ อาข่ามีการทำไร่และทำนาปลูกข้าวอยู่ 8 สายพันธุ์ ส่วนในพื้นที่ราบชาวไทยวนมีการทำนาและทำไร่ปลูกข้าวถึง 10 สายพันธุ์ และไทลื้อทำนาปลูกข้าวถึง 7 สายพันธุ์ (ตารางที่ 1) ซึ่งพันธุ์ข้าวแต่ละชนิดก็จะมีวิธีการจัดการปลูกที่ต่างออกไป

ตารางที่ 1. แสดงจำนวนพันธุ์ข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์ที่ปลูกในชุมชนปัจจุบัน

กลุ่มชาติพันธุ์	ขมุ	มัง	เมี่ยน	อาข่า	ไทยวน	ไทลื้อ
ข้าวเจ้า	3	14	9	4	3	3
ข้าวเหนียว	18	11	5	4	7	4
รวม	21	25	14	8	10	7

นอกจากนี้ยังพบว่าสภาพแวดล้อมธรรมชาติของทรัพยากร ดิน น้ำ ป่า และภูมิอากาศมีผลต่อการจัดการระบบการผลิตข้าวรวมทั้งพืชอีกหลากหลายชนิดที่ปลูกเพื่อเป็นอาหารและยา และองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศมีความสัมพันธ์กับความหลากหลายของพันธุ์ข้าว โดยแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์จะมีเทคนิควิธีการทั้งที่คล้ายคลึงและแตกต่างกันในการจัดการระบบนิเวศเพื่อการผลิต งานศึกษาของปิ่นแก้ว (2539) และประเสริฐ (2541) ได้ชี้ให้เห็นถึงองค์ความรู้ของชาวกะเหรี่ยงในการพัฒนาระบบการเกษตรสำหรับปลูกข้าว ซึ่งมีจำนวนพันธุ์ข้าวถึง 55 สายพันธุ์ และองค์ความรู้ดังกล่าวเป็นองค์ความรู้ที่เอื้อต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า เกษตรกรมีองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการระบบการผลิตและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม เช่น การจัดการป่าชุมชน การจัดการเหมืองฝายที่เกื้อหนุนต่อระบบการผลิต และองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบการผลิตปลูกข้าวนั้นจะต้องอาศัยทักษะความชำนาญที่สั่งสมเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ชีวิตและสืบทอดมาหลายชั่วอายุคน เช่น องค์ความรู้เกี่ยวกับดินที่จะเลือกเป็นพื้นที่ปลูกข้าวแต่ละชนิดพันธุ์ของมัง ขมุ เมี่ยน และอาข่า หรือการพยากรณ์อากาศ ปริมาณน้ำฝนจากธรรมชาติของชาวมัง ขมุ ไทยวน ไทลื้อ การจัดการเหมืองฝายของไทยวน ไทลื้อ และอาข่า เป็นต้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงเสนอว่า *การอนุรักษ์ระบบนิเวศการเกษตรแบบพื้นบ้านของเกษตรกรทั้งพื้นราบและบนพื้นที่สูงจะเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรชีวภาพข้าวที่ยั่งยืน* เพราะระบบนิเวศเพื่อการผลิตดังกล่าวเป็นการอนุรักษ์สายพันธุ์ข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ ที่มีระบบการผลิตเพื่อการปลูกข้าวยังชีพเป็นพืชหลักและยังเป็นการอนุรักษ์สายพันธุ์พืชพื้นบ้านรวมทั้งพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในไร่ นา สวนของเกษตรกรควบคู่ไปด้วยกัน

2. *ความหลากหลายทางวัฒนธรรมกับความหลากหลายพันธุ์ข้าว*

การศึกษาครั้งนี้พบว่าความหลากหลายทางวัฒนธรรมเป็นเงื่อนไขที่สำคัญต่อการอนุรักษ์และการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์ ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาทั้งกลุ่มชนบนพื้นที่สูงและพื้นราบมีประเด็นของความหลากหลายทางวัฒนธรรมที่ส่งผลต่อความหลากหลายพันธุ์ข้าวและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ดังนี้

ประการแรก การรักษาสายพันธุ์พืชพื้นบ้านและพันธุ์ข้าวไม่ได้มาจากเงื่อนไขของการคัดสรรและพัฒนาคุณสมบัติของข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่สอดคล้องกับระบบนิเวศเท่านั้น แต่ชาวนาทั้งพื้นราบและพื้นที่สูงยังมีเหตุผลที่เป็นเงื่อนไขและแรงจูงใจที่อยู่เบื้องหลังของการอนุรักษ์สายพันธุ์ข้าว ดังเช่น งานศึกษาของกฤษฎา (2540), เสถียร (2542) และยศ (2542) ที่พบว่าการอนุรักษ์และพัฒนาสายพันธุ์ข้าวของชาวนานั้นนอกจากเงื่อนไขของระบบนิเวศแล้ว วัฒนธรรมการกินและรสนิยมการบริโภคยังเป็นเงื่อนไขที่สำคัญ เช่น คุณสมบัติของข้าวที่มีความนุ่ม กลิ่นหอม กินอร่อย หุงขึ้นหม้อ ข้าวสำหรับไว้ทำขนม ไว้ใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เป็นต้น วัฒนธรรมการกินและรสนิยมการบริโภคของกลุ่มชาติพันธุ์ที่ศึกษาก็มีเหตุผลและแรงจูงใจเช่นเดียวกันทั้งกลุ่มชนบนพื้นที่สูงและพื้นราบ สายพันธุ์ข้าวหลากหลายสายพันธุ์จึงยังคงมีการผลิตซ้ำเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว ความหลากหลายทางวัฒนธรรมการกินและรสนิยมการบริโภคของแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ทำให้มีการบริโภคข้าวที่แตกต่างกัน เช่น ขมุ ไทลื้อ ไทยวน จะบริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก ส่วนม้ง อาข่า เมี่ยน จะบริโภคข้าวเจ้าเป็นอาหารหลัก แต่มิได้หมายความว่าแต่ละกลุ่มจะบริโภคข้าวชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ทั้ง 6 กลุ่มยังมีการบริโภคทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเป็นอาหารรอง ทำให้มีการปลูกทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้าในทุกกลุ่มชาติพันธุ์ หรือวัฒนธรรมการกินอย่างเช่นชาวม้งที่ปลูกข้าวพันธุ์แบล่เจ่าคั่วแกล่ ด้วยเหตุผลที่ข้าวพันธุ์ดังกล่าวมีคุณลักษณะที่หอม เมื่อนำมาต้มจะมีกลิ่นคล้ายไข่ไก่ จึงกลายเป็นพันธุ์ที่นิยมนำมาทำข้าวต้มเป็นต้น ซึ่งเป็นเหตุผลอีกประการหนึ่งของการอนุรักษ์ความหลากหลายสายพันธุ์ข้าวไว้

นอกจากนี้ยังพบว่า การรักษาสายพันธุ์ข้าวไว้นั้นยังขึ้นอยู่กับความเชื่อ โชคชะตา และการถูกโฉลกระหว่างสายพันธุ์ข้าวกับครัวเรือนที่ปลูกทั้งในชาวเมี่ยน อาข่า ขมุ และม้ง โดยสายพันธุ์ข้าวที่ปลูกแล้วเจริญเติบโตดีให้ผลผลิตสูงติดต่อกันก็จะถูกคัดสรรและเก็บสายพันธุ์ไว้ปลูกในปีถัดๆ ไป เพราะเชื่อว่าเป็นสายพันธุ์ข้าวที่ถูกโฉลกกับครัวเรือนของตนเอง สายพันธุ์หลายสายพันธุ์จึงถูกเก็บรักษาสายพันธุ์ไว้ด้วยเหตุผลดังกล่าวที่นับว่าเป็นอีกเหตุหนึ่งของการอนุรักษ์ความหลากหลายพันธุ์ข้าวไว้

ประการที่สอง วิธีคิดเกี่ยวกับข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์นั้นมีความเชื่อมโยงและการให้คุณค่าต่อข้าวที่อิงระบบคิดและความเชื่อของอำนาจศักดิ์สิทธิ์เหนือธรรมชาติ จากตำนานกำเนิดข้าวจนถึงการแสดงออกผ่านพิธีกรรมต่างๆ ที่มีต่อข้าวตั้งแต่กระบวนการผลิตไปจนถึงการนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งพบว่าในกลุ่มชนพื้นที่ราบ เช่น ไทลื้อ ไทยวน มีการปฏิบัติต่อข้าวผ่านความเชื่อทางพุทธศาสนา พราหมณ์ และผี ที่แสดงออกผ่านการประกอบพิธีกรรมในระบบการผลิต เช่น การเซ่นไหว้ผีนาผีไร่ ผีขุนน้ำ ผีเหมืองฝาย เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์เชิงอำนาจระหว่างอำนาจเหนือธรรมชาติ ธรรมชาติ และมนุษย์ ที่นำไปสู่อุดมการณ์อำนาจในการจัดการทรัพยากรและการจัดความสัมพันธ์ทางสังคม และเมื่อสิ้นสุดการเก็บเกี่ยวผลผลิตก็จะนำมาประกอบพิธีกรรมทางพุทธศาสนา เช่น การถวายทานข้าวใหม่เพื่อเป็นการแสดงความกตัญญูกตเวทีต่อบรรพบุรุษและผู้ที่ให้กำเนิดข้าวที่ช่วยหล่อเลี้ยงชีวิต

งานศึกษาหลายชิ้นได้ชี้ให้เห็นอย่างสอดคล้องต้องกัน เช่น งานศึกษาของห้องปฏิบัติการทางมานุษยวิทยาของอีสาน (2534) กล่าวถึงการแสดงออกของวิธีคิดที่มีต่อข้าวผ่านพิธีกรรมในการทำบุญข้าวประดับดินและบุญข้าวสากของคนอีสาน งานศึกษาของวิมล (2544) พบว่าคนทางภาคใต้ก็มีการประกอบพิธีกรรมเกี่ยวกับข้าวทั้งในระบบการผลิตและการนำมาใช้ประโยชน์ เช่นเดียวกับการศึกษาของเอี่ยม (2538) และงามพิศ (2545) ที่พบว่าคนทางภาคกลางนั้นมีความคิด ความเชื่อ และการให้คุณค่าต่อข้าว โดยเชื่อว่าแม่โพสพเป็นมารดาแห่งพืชพันธุ์ ผู้ดูแลข้าวจะต้องมีการเซ่นไหว้และประกอบพิธีกรรมทั้งในกระบวนการผลิตและเมื่อเสร็จสิ้นการเก็บเกี่ยว อาริยา (2542) ได้ศึกษาบทสะท้อนวิธีคิดของชุมชนเกี่ยวกับผ้าป่าข้าวที่เชียงคำ จังหวัดพะเยา พบว่าชาวไทยวนยังมีการผลิตซ้ำแนวคิดเกี่ยวกับบาปบุญและความเชื่อเกี่ยวกับข้าวว่ามีจิตวิญญาณและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ กับการทำบุญเพื่อตอบแทนบุญคุณของข้าว แม้ว่าสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางสังคมเศรษฐกิจของชุมชนจะเปลี่ยนไป เช่นเดียวกับกรอบภาพรวมของประเทศไทยในรอบเดือนพฤษภาคมของทุกปีจะมีการผลิตซ้ำทางความคิดและวัฒนธรรมที่มีต่อข้าวคือพิธีแรกนาขวัญที่พระมหากษัตริย์ทรงเป็นผู้ประกอบพิธีเพื่อความเป็นสิริมงคลและสร้างขวัญกำลังใจให้กับพสกนิกรในการประกอบอาชีพทางการเกษตร (สงกรานต์, 2544)

ทำนองเดียวกันกลุ่มชนบนพื้นที่สูงเช่น ขมุ มัง เมี่ยน และอาข่า ก็พบว่าพิธีกรรมเป็นสัญลักษณ์ของการแสดงออกของวิธีคิดที่มนุษย์มีต่อข้าวและธรรมชาติแวดล้อม โดยชาวขมุนั้นมีการให้คุณค่าและประกอบพิธีกรรมผ่านความเชื่อเรื่องผีทั้งในระบบการผลิตและการนำข้าวมาใช้ประโยชน์ เช่นเดียวกับชาวมังที่ให้คุณค่าต่อข้าวผ่านความเชื่อเรื่องผี เรื่องขวัญข้าว และความสัมพันธ์ระหว่างข้าว ธรรมชาติ และการเวียนว่ายตายเกิด จึงมีการประกอบพิธีกรรมเช่นไหว้ผีบรรพบุรุษและเรียกขวัญข้าว แม้ว่าครัวเรือนของชาวมังบางส่วนจะเปลี่ยนไปนับถือศาสนาคริสต์แต่วิธีคิดที่แสดงออกต่อข้าวโดยการนำเอาข้าวไปประกอบพิธีกรรมในโบสถ์เป็นการตอกย้ำให้เห็นถึงการให้คุณค่าที่มีต่อข้าว ชาวเมี่ยนเองก็มีวิธีคิดและให้คุณค่าต่อข้าวผ่านความเชื่อเรื่องผีและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ มีการเซ่นไหว้ผีไร่และการเรียกขวัญข้าวเมื่อเสร็จสิ้นการเก็บเกี่ยว ความคิดความเชื่อดังกล่าวยังเป็นกุศโลบายของการอนุรักษ์สายพันธุ์ข้าวดั้งเดิมของตนเองไว้ เช่น พันธุ์ข้าวเบี้ยวหม่ากู่และเบี้ยวอง ซึ่งคล้ายคลึงกับชาวชาวปกากะญอที่ทำพิธีแทงข้าวเจ็ดหลุมก่อนทำการปลูกข้าวในไร่ที่ต้องใช้พันธุ์ดั้งเดิมของครัวเรือนตนเอง เป็นต้น

ส่วนชาวอาข่ามีงานศึกษาหลายชิ้นชี้ให้เห็นถึงวิธีคิดที่มีต่อการจัดการระบบการผลิตและการปลูกข้าวที่พิธีกรรมจะถูกผลิตซ้ำในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตในกลุ่มอาข่าที่นับถือผี (ไกรสิทธิ์ และคณะ, 2543) ซึ่งนักมานุษยวิทยาอย่าง Kammerer (1989) สรุปว่า "ข้าวเป็นแกนหลักของวัฒนธรรมอาข่า โดยมีบทบาทสำคัญในทุกพิธีกรรมในรอบปี รวมถึงการเลี้ยงผีบรรพบุรุษประจำปีของอาข่า" สำหรับอาข่าที่ศึกษาพบว่าได้เปลี่ยนการถือผีเป็นการนับถือคริสต์ศาสนาแต่การแสดงออกและการให้คุณค่าต่อข้าวยังคงปฏิบัติและผลิตซ้ำความคิดทางวัฒนธรรมผ่านพิธีกรรมรูปแบบใหม่นั่นคือการทำพิธีกรรมกินข้าวใหม่ของครัวเรือนและของชุมชนในวันคริสต์มาสแทนพิธีกรรมเช่นไหว้ผีแบบเดิมจึงอาจกล่าวได้ว่าวิธีคิดของกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีการให้คุณค่าต่อข้าวนั้นได้แสดงออกผ่านพิธีกรรมที่มีความสัมพันธ์ของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม และการจัดการทรัพยากรซึ่งนักมานุษยวิทยาบางท่านเรียกว่าเป็น "ภูมิทัศน์วัฒนธรรม" (ยศ, 2542) ที่ไม่ใช่เป็นเพียงการปรับตัวของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมแต่เป็นการก่อเกิดและการสร้างองค์ความรู้ของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับระบบนิเวศที่อาศัยอยู่และการใช้ประโยชน์ผ่านการบริหารจัดการของชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ *ด้วยเหตุนี้เราจึงอาจกล่าวได้ว่าข้าวเป็นสัญลักษณ์ของปฏิบัติการทางวัฒนธรรม และระบบศีลธรรมในการผลิตของกลุ่มชาติพันธุ์*

ประการที่สาม พบว่าความหลากหลายทางวัฒนธรรมกับการจัดการความหลากหลายพันธุ์ข้าวนั้นเป็นความสัมพันธ์ทางการผลิตระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ ระหว่างมนุษย์กับมนุษย์ด้วยกัน และระหว่างมนุษย์กับอำนาจเหนือธรรมชาติบนพื้นฐานความเชื่อเรื่องผี อำนาจสิ่งศักดิ์สิทธิ์ และคริสต์ศาสนาของคนพื้นที่สูง และความเชื่อเรื่องพุทธพราหมณ์ ผี ของกลุ่มคนพื้นราบผ่านการผลิตซ้ำทางวัฒนธรรมทั้งในระบบการผลิตและการใช้ประโยชน์จากข้าวที่เลื่อนไหลตามบริบทของสภาพแวดล้อม ตำนานกำเนิดข้าวที่คล้ายคลึงกันของแต่ละกลุ่มชาติพันธ์เป็นอุดมการณ์ที่ตอกย้ำแนวคิดเรื่องความเป็นธรรมที่มีต่อธรรมชาติและผู้คนในสังคมและมีการผลิตซ้ำผ่านพิธีกรรมการกินข้าวใหม่ทั้งในพื้นที่สูงและคนพื้นราบ

นอกจากนี้ยังพบว่าในอาข่าเองมีการจัดตั้งธนาคารข้าวของชุมชนเพื่อเป็นที่เก็บข้าวไว้คอยช่วยเหลือให้กับครัวเรือนที่ขาดแคลนข้าวในแต่ละปีได้หยิบยืมไปใช้ ส่วนในคนพื้นราบ เช่น ไทลื้อ ไทยวนนั้น พบว่าการประกอบพิธีถวายทานข้าวใหม่เป็นประจำทุกปีนอกจากจะถวายข้าวทางพุทธศาสนา และมอบให้กับอำนาจสิ่งศักดิ์สิทธิ์แล้วยังมีการแบ่งปันข้าวให้ปู่ล่ามที่คอยเก็บปิ่นโตข้าววัด และปู่จารย์ที่เป็นผู้นำทางพิธีกรรมของชุมชนเพื่อเป็นการตอบแทนบุญคุณที่ได้ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมรอยต่อของความเชื่อทางจิตใจผ่านพิธีกรรมต่างๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงแนวคิดความเป็นธรรมต่อสังคม ซึ่ง ยศ (2542) กล่าวว่าความเป็นธรรมทางสังคมเป็นเงื่อนไขของความเป็นธรรมต่อระบบนิเวศ ดังนั้นเราจะเห็นว่าวิธีคิดที่แต่ละกลุ่มชนมีต่อข้าวนั้นเป็นเรื่องของความกตัญญูกตเวทีที่แสดงออกทางความคิดความเชื่อผ่านพิธีกรรมต่างๆ ทั้งในระบบการผลิต การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการจัดความสัมพันธ์ทางสังคม งานวิจัยชิ้นนี้จึงเสนอว่า *การทำความเข้าใจระหว่างสัมพันธภาพอันลึกซึ้งระหว่างความหลากหลายทางวัฒนธรรมกับความหลากหลายพันธุ์ข้าวจะเป็นหนทางหนึ่งของการอนุรักษ์ การพัฒนา และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายพันธุ์ข้าวที่ยั่งยืน*

3. การใช้ประโยชน์และความมั่นคงของอาหารกับการจัดการความหลากหลายพันธุ์ข้าว

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มชาติพันธุ์ทั้ง 6 กลุ่มนั้น พบว่าการใช้ประโยชน์จากข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์แต่ละกลุ่มนั้นมีทั้งคล้ายคลึงและแตกต่างกันตามองค์ความรู้การใช้ประโยชน์ในวิถีชีวิตของตนเอง ซึ่งสามารถจำแนกและนำเสนอได้เป็น 3 ประเด็น คือ

ประการแรก การใช้ประโยชน์จากข้าวโดยตรงและส่วนประกอบของข้าว เช่น ฟางข้าว แกลบ รำ ปลายข้าว เป็นต้น จากการศึกษาพบว่ากลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ มีการใช้ประโยชน์จากข้าวที่หลากหลายตามเงื่อนไขของชนิดพันธุ์ข้าวและองค์ความรู้การใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ที่คล้ายคลึงและแตกต่างกันออกไปที่พอจะประมวลองค์ความรู้การใช้ประโยชน์ดังกล่าวได้ ดังนี้คือ 1) การใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหาร 2) การใช้ประโยชน์เพื่อสุขภาพ 3) การใช้ประโยชน์เพื่อทำขนม 4) การใช้ประโยชน์เพื่อประกอบพิธีกรรม 5) การใช้ประโยชน์เพื่อเลี้ยงสัตว์ 6) การใช้ประโยชน์เพื่อการแลกเปลี่ยน 7) การใช้ประโยชน์เพื่อเศรษฐกิจและขาย 8) การใช้ประโยชน์เพื่อทำเหล้า 9) การใช้ประโยชน์ในระบบการผลิต 10) การใช้ประโยชน์เพื่อช่วยแปรรูปอาหาร การใช้ประโยชน์ดังกล่าวจึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการคงอยู่ของความหลากหลายพันธุ์ข้าว

ประการที่สอง จากการศึกษาพบว่าองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายพันธุ์ข้าวนั้นผู้หญิงจะเป็นผู้ที่มีบทบาทในการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวทั้งในกลุ่มชนบนพื้นที่สูงและคนพื้นราบทั้งในผืนไร่ นา สวน และการเก็บหาพืชผักอาหารจากป่า พบว่าตั้งแต่เริ่มกระบวนการผลิตผู้หญิงจะเป็นผู้ที่คัดเลือกและเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวไว้สำหรับปลูกและในระบบการผลิตตั้งแต่การปลูกข้าว การดูแลดายหญ้า การเก็บเกี่ยว การคัดสรรและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวสำหรับปลูกในปีต่อไป การนำข้าวมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น การหุง การทำขนม การแปรรูปอาหารในครัวเรือนล้วนแล้วแต่เป็นบทบาทที่โดดเด่นของผู้หญิงซึ่งในชาวปกากะญอเองมีภาษิตว่า "ไร่หมุนเวียนเป็นของผู้หญิง นาเป็นของผู้ชาย" ที่แสดงให้เห็นถึงการยอมรับนับถือจากชุมชนว่าผู้หญิงเป็นผู้ที่ละเอียดรอบคอบ เป็นนักสะสมและรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ดี (ยศ, 2542) จึงกล่าวได้ว่าผู้หญิงเป็นผู้จัดการควบคุมการผลิตและการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายพันธุ์ข้าวของครอบครัวและชุมชน

ประการที่สาม เป็นเรื่องเกี่ยวกับความมั่นคงของอาหาร ซึ่ง Anderson (1994) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายหลักของการผลิตคือเป้าหมายผลผลิตเพื่อความอยู่รอด ซึ่งเงื่อนไขที่นำไปสู่ความอยู่รอดย่อมแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ เงื่อนไขดังกล่าวจึงเป็นหนทางแห่งยุทธวิธีในการปรับตัวที่แตกต่างกันของกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีการปลูกข้าวในแต่ละพื้นที่และการเลือกชนิดพันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูก ซึ่งพบว่ากลุ่มชาติพันธุ์ที่ศึกษามีจุดมุ่งหมายหลักคือเป้าหมายผลผลิตที่จะได้รับจากการลงทุนลงแรงเพื่อให้ได้ข้าวที่เพียงพอกับการเก็บไว้บริโภคได้ตลอดปี จึงทำให้กลุ่มชาติพันธุ์ที่ปลูกข้าวคัดสรรเลือกพันธุ์ พัฒนาและอนุรักษ์สายพันธุ์ข้าวที่สนองตอบความต้องการของตนเองไว้ด้วยเหตุผลของการใช้ประโยชน์และเป้าหมายเพื่อความมั่นคงของอาหารจึงทำให้มีความหลากหลายสายพันธุ์ข้าวทั้งในท้องนาและผืนไร่ของกลุ่มชาติพันธุ์ งานวิจัยชิ้นนี้จึงเสนอว่า *การพัฒนาหรือส่งเสริมกิจกรรมใดๆ ที่มีผลต่อการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพโดยเฉพาะเรื่องข้าวควรคำนึงถึงสิทธิชุมชนและบทบาทของผู้หญิงในการมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรและควรเคารพถึงองค์ความรู้ของท้องถิ่นที่เป็นพื้นฐานของแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน*

4. ระบบการผลิตและความยืดหยุ่นของเกษตรกรกับการจัดการทรัพยากรชีวภาพข้าว

จากการศึกษาพบว่าระบบการผลิตของเกษตรกรชาวนาทั้งพื้นราบและพื้นที่สูงนั้นไม่สามารถที่จะดำเนินการหรือจัดการระบบการผลิตแบบดั้งเดิมของตนเองดังอดีต เช่น การทำไร่หมุนเวียนของกลุ่มชนบนพื้นที่สูง แม้ว่าบางกลุ่มจะพยายามผลิตซ้ำระบบการผลิตที่เป็นวิถีปฏิบัติของตนเองก็ทำได้เพียงบางครัวเรือนที่มีที่ดินมากและมีอยู่หลายแห่งเท่านั้น แต่โดยส่วนมากแล้วแต่ละครัวเรือนมีที่ดินจำกัดที่ไม่สามารถจะจัดการระบบการผลิตแบบดั้งเดิมของตนเองได้อีก แต่จากการศึกษาพบว่ากลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ มีการปรับตัวที่ยืดหยุ่นเพื่อที่จะจัดการระบบการผลิตให้ได้รับผลผลิตที่เป็นเป้าหมายสูงสุดดังที่กล่าวมา ซึ่งมีอยู่ 2 ประการคือ

ประการแรก เป็นการปรับตัวและความยืดหยุ่นเกี่ยวกับการจัดการที่ดินเพื่อการผลิต ซึ่งพบว่ากลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ โดยเฉพาะกลุ่มชนบนพื้นที่สูงที่ได้รับผลกระทบมากกว่าคนพื้นราบเนื่องจากความจำกัดของระบบนิเวศนั้นมีความยืดหยุ่นและยุทธวิธีการปรับตัวเกี่ยวกับการจัดการระบบการผลิตที่แตกต่างกัน โดยอาข่า ขมุ และเมี่ยนมีการปรับระบบการผลิตคือเริ่มมีการทำนาข้าวซึ่งเดิมนั้นทั้งขมุและเมี่ยนมีเพียงการทำไร่ปลูกข้าวเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่ามังและเมี่ยนมีการปรับตัวเมื่อที่ดินถูกจำกัดคือทำการเช่าที่ดินของกลุ่มชาติพันธุ์อื่นที่อยู่ใกล้เคียงเพื่อหมุนเวียนปลูกข้าว เช่นเดียวกับชาวนาพื้นราบอย่างไทยวนครัวเรือนที่ไม่มีที่นาก็จะทำไร่ข้าวควบคู่กับการปลูกพืชอื่นๆ ประเด็นคือชาวไร่ชาวนากลุ่มชาติพันธุ์เหล่านี้มิได้ถูกจองจำ กักขัง และยอมจำนนกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากนโยบายการจัดการทรัพยากรของรัฐ แต่กลุ่มชนเหล่านี้มีการต่อสู้ การปรับตัวที่เลื่อนไหลให้สามารถดำเนินวิถีชีวิตและจัดการระบบการผลิตและการจัดการทรัพยากรได้อย่างมีศักดิ์ศรี

ประการที่สอง เป็นการปรับตัวและความยืดหยุ่นเกี่ยวกับการจัดการเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าว พบว่าในกลุ่มชาติพันธุ์ที่ไม่สามารถหมุนเวียนที่ดินเพื่อปลูกข้าวได้เนื่องจากขาดแคลนทุนทรัพย์โดยเฉพาะกลุ่มคนยากจนแต่กลุ่มคนเหล่านี้มีการเอาใจใส่ต่อการปลูกและดูแลไร่ข้าวมากกว่ากลุ่มคนที่มีฐานะดี ผลผลิตข้าวที่ได้รับจะสูงกว่ากลุ่มคนที่มีฐานะแม้พื้นที่การปลูกจะน้อยกว่า และพบว่ากลุ่มคนจนเหล่านี้เป็นผู้ที่ควบคุมทรัพยากรพันธุกรรมข้าวหรือมีพันธุ์ข้าวที่ปลูกหลากหลายมากกว่าคนรวย การปลูกข้าวหลากหลายสายพันธุ์เป็นยุทธวิธีการปรับตัวเพื่อรักษาผลผลิตที่เป็นเป้าหมายสูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่ายุทธวิธีดังกล่าวจำเป็นต้องมีการแลกเปลี่ยนสายพันธุ์ข้าว ซึ่งมีทั้งการแลกเปลี่ยนภายในกลุ่มชาติพันธุ์เดียวกัน แลกเปลี่ยนระหว่างเครือญาติ ระหว่างเพื่อนบ้านในชุมชนเดียวกัน แลกเปลี่ยนระหว่างชุมชน และระหว่างกลุ่มชาติพันธุ์ เช่น การหยิบยืมพันธุ์ข้าวเจ้ามาจากมัง เมี่ยน ของชาวขมุ หรือไทยวน หรือการทดลองนำพันธุ์ข้าวส่งเสริม เช่น กข.6 หรือ กข.15 มาปลูก เป็นต้น

5. *บทบาทของเกษตรกรในฐานะนักจัดการทรัพยากรพันธุกรรม*

จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรที่มีระบบการผลิตด้วยการปลูกข้าวทั้งพื้นที่สูงและพื้นราบนั้นเป็นผู้ที่มีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่อความหลากหลายพันธุ์ข้าว การอนุรักษ์และการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวของกลุ่มชาติพันธุ์นั้นพบว่าข้าวเป็นพืชที่มิอาจดำรงคงทนอยู่ได้อย่างโดดเดี่ยว เพราะสายพันธุ์ข้าวแต่ละชนิดจะมีการกลายพันธุ์เมื่อปลูกติดต่อกันซ้ำที่หลายปี การจัดการเพื่อคงสายพันธุ์ดั้งเดิมและการพัฒนาสายพันธุ์ใหม่จึงเป็นองค์ความรู้ของชาวนาที่ได้ทดลองผ่านทางห้องปฏิบัติการในท้องไร่ท้องนามาหลายชั่วอายุคน

งานศึกษาหลายชิ้นได้ชี้ให้เห็นและสนับสนุนถึงบทบาทของเกษตรกรในฐานะนักจัดการทรัพยากรพันธุกรรม เช่น การศึกษาของ Sutthi (1989) ที่พบว่าลาหู่ญีนั้นมีการคัดสรรพันธุ์ข้าวอยู่ 2 ลักษณะ คือ ประการแรก การคัดข้าวไว้ทำพันธุ์จากเมล็ดข้าวที่หล่นจากรวงก่อนในตอนนวด เพราะข้าวที่หล่นก่อนนั้นเป็นข้าวที่มีลักษณะที่สมบูรณ์ น้ำหนักดี เมล็ดไม่ลีบ และประการที่สองคือ การคัดเลือกข้าวไว้ทำพันธุ์จากกอข้าวที่ให้รวงดี มีจำนวนเมล็ดต่อรวงสูง ทำนองเดียวกันการศึกษาในปกากะญอ กะเหรี่ยง ลาหู่ญี และอาข่า ของจิรวุฒิ และพรพนา (2539) พบว่าเกษตรกรพื้นที่สูงมีการอนุรักษ์และพัฒนาพันธุ์ข้าวที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะการคัดเลือกพันธุ์ข้าวแบบ mass selection ที่มีการคัดเลือกข้าวที่มีลักษณะแตกต่างไปจากข้าวเดิมที่ทำพันธุ์ไว้มาทดลองปลูกและขยายพันธุ์ต่อ หรือแม้กระทั่งในเขตที่ราบลุ่มมีชลประทานเหมาะสมต่อการปลูกพืชพันธุ์ส่งเสริม ชาวนาจำนวนไม่น้อยก็ยังคงมีการทดลองเพื่อปรับปรุงสายพันธุ์ข้าวของตน เช่น ชาวนารายหนึ่งในฟิลิปปินส์ที่พบว่าในนาที่ตนปลูกข้าวพันธุ์ส่งเสริม IR-36 มีข้าวบางชนิดขึ้นแซมและเก็บเกี่ยวคัดเลือกเอาเมล็ดที่สมบูรณ์มาขยายพันธุ์ปลูกในปีต่อมาและหลังจากคัดเลือกสายพันธุ์ติดต่อกันหลายปีจนได้พันธุ์ข้าวที่ดีเยี่ยมและตั้งชื่อว่า บอร์กาดอล ที่กลายมาเป็นพันธุ์ข้าวที่ได้รับความนิยมและขายได้ราคาดีในเวลาต่อมา (Salazar, 1992 อ้างในยศ, 2546)

การศึกษาครั้งนี้ก็เช่นเดียวกันพบว่าทั้งกลุ่มชนพื้นที่สูง เช่น ชาวขมุ มัง เมี่ยน อาข่า และกลุ่มคนพื้นราบ เช่น ไทยวน และไทลื้อ ยังคงมีการรักษาสายพันธุ์ข้าวดั้งเดิมของตนเองไว้จำนวนหนึ่ง ด้วยการคัดเลือกพันธุ์ที่มีความสมบูรณ์ของกอข้าว รวงยาว เมล็ดอวบอิ่ม จำนวนเมล็ดต่อรวงสูง เป็นต้น ขณะเดียวกันก็มีการพัฒนาสายพันธุ์

ข้าวใหม่จากการสังเกตพันธุ์ข้าวที่แทรกขึ้นมาปะปนกับข้าวที่ปลูก มีการเก็บและทดลองนำมาปลูกต่อ หากเป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการก็จะเก็บและขยายพันธุ์สืบทอดต่อกันมาในชุมชน เช่น มีการค้นพบพันธุ์ข้าวเจาะเอ๊กและพันธุ์เจาะขะเจ้ากล้อกที่มีขนคายของขมุ ข้าวพันธุ์ฮ่งโล่เยี่ยนและฮ่งโล่เจี๋ยนของชาวเมี่ยน แต่พันธุ์ข้าวชนิดใดหากไม่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการก็จะถูกทิ้งไป เช่น พันธุ์ข้าวแซลโกของอาข่า และข้าวแพร่ของไทลื้อ เป็นต้น

บทบาทดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงองค์ความรู้หรือภูมิปัญญาที่เกิดจากการทดลองผ่านห้องเรียนธรรมชาติและวิถีชีวิต ซึ่ง Millar (1994) กล่าวว่าการทดลองทางด้านเทคโนโลยีของเกษตรกรนั้นเกิดขึ้นด้วยเหตุผล 4 ประการ คือ 1) การทดลองที่เกิดจากความสงสัยอยากรู้อยากเห็น 2) การทดลองเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากการทำการเกษตร 3) การทดลองเพื่อปรับเทคโนโลยีให้เข้ากับเงื่อนไขท้องถิ่น และ 4) การทดลองที่เกิดจากแรงผลักดันทางสังคมเพื่อสร้างความสามัคคีในสังคม เช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ ที่พบว่า นอกจากการเรียนรู้และทดลองของเกษตรกรบนพื้นที่สูงแล้ว กลุ่มชนพื้นที่ราบ เช่น ไทยวน ไทลื้อเองก็มีการเรียนรู้เรื่องสายพันธุ์ข้าวด้วยเช่นเดียวกัน พันธุ์ข้าวส่งเสริม เช่น พันธุ์ กข. หอมมะลิ เกษตรกรมิได้นำมาลงมือปลูกเต็มพื้นที่ทีเดียวทั้งหมดหากแต่มีการเรียนรู้โดยสังเกตจากคนที่ปลูกก่อนว่าให้ผลผลิตเป็นอย่างไร และหากนำมาปลูกที่ของตนเองก็จะปลูกแต่เพียงเล็กน้อยก่อนเพื่อทดลองดูว่าจะให้ผลผลิตดีหรือไม่หากให้ผลผลิตที่ดีก็จะปลูกและขยายพื้นที่ปลูกต่อไป ดังนั้นเราจะเห็นว่าเกษตรกรไม่เคยรับเทคโนโลยีจากข้างนอกโดยปราศจากการทดลองพิสูจน์ของพวกเขาก่อน (Reijntjes, 1992)

นอกจากนี้คุณลักษณะพันธุ์ข้าวก็นับว่าเป็นอีกเหตุผลหนึ่งของการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ความหลากหลายพันธุ์ข้าวของเกษตรกร โดยข้าวแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ต่างกัน เช่น พันธุ์ข้าวเหนียว และพันธุ์ข้าวเจ้า พันธุ์ข้าวเบาหรือพันธุ์ข้าวดอ และพันธุ์ข้าวหนักหรือข้าวปีที่ต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์และระบบนิเวศการผลิตในไร่และนา เป็นต้น ซึ่งพบว่าเงื่อนไขของการอนุรักษ์และพัฒนาสายพันธุ์ข้าวนอกจากคุณสมบัติแล้ว คุณลักษณะตามสัณฐานวิทยาพันธุ์ข้าวก็เป็นเหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ สายพันธุ์ข้าวนอกจากจะตอบสนองเป้าหมายการผลิต ความต้องการของผู้บริโภค และการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ แล้ว ความทนทานต่อโรคและแมลง ความไวแสง อายุการเจริญเติบโตและเก็บเกี่ยว ความต้องการปริมาณน้ำ การใช้ที่ดิน เป็นสิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญต่อความพอเพียงของผลผลิตข้าวที่จะได้รับในแต่ละปีที่ปลูก พันธุ์ข้าวที่มีคุณลักษณะที่ดีก็จะถูกรักษาสายพันธุ์ไว้ องค์ความรู้ของเกษตรกรหรือนวัตกรรมทางการเกษตรจึงถูกสร้างสรรค์ขึ้นมาจากการกระทำของเกษตรกรในฐานะที่เป็นผู้กระทำตามสถานการณ์ (Bebbington, 1994)

ซึ่งประเด็นเดียวกันนักมานุษยวิทยาอย่าง ยศ (2542) พบว่า ชุมชนท้องถิ่นและเกษตรกรที่ดำเนินชีวิตร่วมกับธรรมชาติแวดล้อมได้ทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลรักษาและใช้ประโยชน์จากความหลากหลายหรือเป็นผู้จัดการทรัพยากรพันธุกรรมที่มีนัยสำคัญสองประการคือ *ประการแรก* การควบคุมจัดการสายพันธุ์พืช หมายถึง ศักยภาพในการควบคุมระบบการผลิตทั้งหมดตั้งแต่การเลือกว่าจะปลูกพืชชนิดใด สายพันธุ์อะไร ความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของพืชแต่ละชนิดพันธุ์ ลักษณะดินและพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชแต่ละชนิด ปริมาณผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ เทคนิควิธีการปลูก การควบคุมปริมาณน้ำ การกำจัดวัชพืช การจัดการแรงงาน การแบ่งปันผลผลิต การคัดเลือก การเก็บรักษาและแลกเปลี่ยนสายพันธุ์ *ประการที่สอง* ชุมชนมีกระบวนการการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีการสั่งสม สืบทอด และแลกเปลี่ยนความรู้ทั้งภายในชุมชนและระหว่างชุมชนอย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นเครือข่ายการเรียนรู้และมีการผลิตองค์ความรู้ในลักษณะที่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง กระบวนการดังกล่าว *"เป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้กับการจัดการทรัพยากรพันธุกรรม"* (ยศ, 2546) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ก็เช่นเดียวกันมีกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวในการคัดเลือกและรักษาพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับระบบนิเวศและการใช้ประโยชน์ หรืออาจกล่าวได้ว่าการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายพันธุ์ข้าวเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรพันธุกรรมข้าว ด้วยเหตุนี้งานวิจัยชิ้นนี้จึงเสนอว่า *ควรส่งเสริมและสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ชุมชนที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่นที่จะช่วยพลิกฟื้นศักยภาพและสร้างความเข้าใจต่อการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของชุมชนและภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการจัดการทรัพยากรพันธุกรรม*

6. การเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และสภาพแวดล้อมกับความหลากหลายพันธุ์ข้าว

การศึกษาชุมชนทั้งพื้นราบและพื้นที่สูงที่ผ่านมาพบว่าชุมชนไม่ได้ดำรงสถานะที่หยุดนิ่ง หากแต่มีการเคลื่อนไหว เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา งานศึกษาสังคมชาวนาไทลื้อของ Moerman (1968) พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีทางการผลิต เครื่องมือการผลิต การใช้เครื่องจักรกล การปลูกพืชพาณิชย์ การเปลี่ยนแปลงระบบการผลิต การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ของแรงงาน ความต้องการสินค้าจากตลาด และความต้องการเงินสด ทำให้สังคมชาวนาต้องพึ่งพาพลังภายนอกที่อยู่เหนือการควบคุมของชุมชน สังคมเมือง ตลาด และรัฐชาติเริ่มมีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตทำให้ชุมชนชาวนาต้องปรับตัวกับอิทธิพลจากความสัมพันธ์กับโลกภายนอกเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับชาวนาไทยวนที่พบว่าในช่วงสี่ทศวรรษที่ผ่านมากระบวนการพัฒนาภายใต้แนวคิดทุนนิยมที่เน้นการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการเข้ามาของพืชพาณิชย์ที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบันผืนไร่ข้าวของชาวไทยวนแทบจะหมดไปจากชุมชนในสถานการณ์ปัจจุบัน (เสถียร, 2543)

การศึกษาในชุมชนพื้นที่สูงก็เช่นเดียวกันพบว่าชุมชนพื้นที่สูงต่างก็ได้รับผลพวงแห่งการพัฒนาที่เน้นการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะการส่งเสริมการปลูกพืชพาณิชย์บนพื้นที่สูง งานวิจัยหลายชิ้นได้สนับสนุนเหตุผลดังกล่าว เช่น งานการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตข้าวไร่ของ Charal (1996) และ Kammerer (1989) กล่าวว่า "โครงการพัฒนาใดๆ ที่สนับสนุนการปลูกพืชเศรษฐกิจและละเลยการสนับสนุนการปลูกข้าวไม่เพียงแต่เป็นการทำลายฐานการพึ่งตนเองของอาข่าหากแต่จะนำไปสู่การทำลายวัฒนธรรมของอาข่าอีกด้วย" เช่นเดียวกัน Sutthi (1989) ที่ศึกษากลุ่มชนพื้นที่สูงมาตลอดกล่าวว่า "การสนับสนุนการเกษตรชนภูเขาโดยชนพื้นราบไม่เพียงแต่ดำเนินไปอย่างผิดทางเท่านั้นหากแต่นำไปสู่การเสื่อมสลายของพันธุกรรมพืชพื้นเมืองและพันธุ์ข้าวของชาวเขา" ซึ่งงานหลายชิ้นดังกล่าวฉายให้เห็นภาพของความเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจของคนบนพื้นที่สูงที่ถูกกระบวนการพัฒนาดูดกลืนและทำลาย เช่นเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าระบบการผลิต โดยเฉพาะการปลูกพืชพาณิชย์ การพึ่งพาตลาดภายนอกนั้นกำลังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่มิใช่ทุกครัวเรือนที่มุ่งผลิตเพื่อขายเสียทีเดียว หลายๆ ครัวเรือนในชุมชนทั้งพื้นที่สูงและพื้นราบยังมีการผลิตเพื่อการยังชีพควบคู่ไปกับการผลิตเพื่อขายพร้อมๆ กัน

การศึกษาในครั้งนี้จึงวิเคราะห์และพิจารณาจากข้อมูลของชุมชนซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นมิได้เป็นไปในลักษณะที่เป็นรูปแบบตายตัวเสียทีเดียวทั้งหมด ชุมชนทั้งพื้นที่สูงและพื้นราบมิได้ทำการผลิตที่มุ่งเพื่อการขายอย่างเดียวยังมีการผลิตที่เป็นลักษณะของการผสมผสานคือ *"ผลิตเพื่อการยังชีพควบคู่กับการผลิตเพื่อขาย"* ซึ่งงานศึกษาของ Kunstadter (1970, 1978), Wongprasert (1974), ประเสริฐ (2541), กฤษฎา (2540), ยศ (2542) และเสถียร (2542, 2543) ได้ชี้ให้เห็นถึงระบบการผลิตที่ชุมชนยังมีการปลูกพืชอาหาร พืชสมุนไพร พืชใช้สอยที่หลากหลายตามระบบนิเวศนา ไร่ สวน และป่า ที่เป็นศูนย์กลางของความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น

เราคงไม่ปฏิเสธว่าการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตเชิงเดี่ยวที่เน้นการปลูกพืชพาณิชย์เพื่อขายทำให้ความหลากหลายสายพันธุ์ข้าวและพันธุ์พืชพื้นบ้านทั้งพืชอาหารและยาลดลงอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ขณะเดียวกันก็พบว่ายังมีชุมชนอีกจำนวนไม่น้อยที่มีการจัดการระบบการผลิตทั้งเพื่อการยังชีพและการผลิตเพื่อขาย ซึ่งยศ (2546) ได้ให้เหตุผลสนับสนุนชุมชนชาวนาว่ากระบวนการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตที่ส่งผลต่อการลดลงของสายพันธุ์พืชพื้นบ้านนั้นมีกระบวนการที่ซับซ้อนและมิอาจทำความเข้าใจหรืออธิบายจากมุมมองแบบเส้นตรงที่พูดถึงพัฒนาการจากประเพณีไปสู่ความทันสมัยเสมอไป เช่น การหวนกลับของเกษตรกรชาวนารายย่อยในการจัดการทรัพยากรพันธุกรรมข้าวของชาวบ้านหาดเด็ด ดังนั้นการละทิ้งสายพันธุ์พืชพื้นบ้านมิได้เกิดขึ้นกับทุกครัวเรือนเหมือนกันหมด (Zimmerer, 1996 อ้างใน ยศ, 2546) เช่นเดียวกันกับการศึกษากลุ่มชนทั้ง 6 กลุ่มที่ผ่านมาของเราพบว่าทั้งชนบนพื้นที่สูง เช่น ม้ง เมี่ยน อาข่า และขมุ รวมทั้งชาวนาพื้นราบอย่าง ไทยวน และไทลื้อนั้น มิได้ละทิ้งสายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไปเสียทั้งหมดแต่หากยังมีการเก็บสายพันธุ์ข้าวเหล่านี้ไว้เพื่อการผลิตและการใช้ประโยชน์ที่หลากหลายตามองค์ความรู้พื้นบ้านของตนเองอย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ยังพบว่ากระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจยังมีอิทธิพลต่อวิถีชีวิต สังคมวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ ซึ่งพบว่าชาวขมุได้นำเอาวัฒนธรรมทางการผลิตมานำเสนอความเป็นตัวตนของตนเองในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาโดยมีการผลิตซ้ำทางวัฒนธรรมและสร้างเครือข่ายชนเผ่าขมุขึ้นเพื่อสร้างความสัมพันธ์เชิงอำนาจระหว่างกลุ่มชาติพันธุ์และชนชั้นนำทางสังคมอย่างเช่นข้าราชการและนักการเมืองเพื่อแสดงความเป็นตัวตนของคนขมุหรือการแสดงถึงอัตลักษณ์ทางชาติพันธุ์ที่หากเรามองดูประวัติศาสตร์ของชาวขมุที่ถูกเหยียดหยามมาตลอด การหยิบยืมเอาวัฒนธรรมทางการผลิตโดยเฉพาะพิธีกรรมของกระบวนการผลิตในไร่ข้าวมาเป็นเครื่องมือในการเปิดพื้นที่ทางสังคม จะเห็นว่าชนชั้นชาวนาชาวไร่และกลุ่มคนด้อยโอกาสเริ่มสร้างอำนาจในการต่อรอง สร้างความสัมพันธ์เชิงอำนาจเพื่อแสดงออกถึงอัตลักษณ์ของกลุ่มชาติพันธุ์ วัฒนธรรมการผลิตโดยเฉพาะระบบการผลิตแบบดั้งเดิมเริ่มถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแสดงออกของการต่อสู้ทางวัฒนธรรมกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเศรษฐกิจของกระแสโลกในสถานการณ์ปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

1. การอนุรักษ์และเก็บสายพันธุ์ข้าวของศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ (gene bank) ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ได้เก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวไว้จำนวน 23,903 ตัวอย่าง เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองไทยจำนวน 5,928 ตัวอย่าง กระบวนการอนุรักษ์ดังกล่าวเป็นลักษณะของการอนุรักษ์แบบ **ex situ conservation** เป็นการแยกส่วนที่ไม่ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของเกษตรกรชาวนา รวมทั้งบทบาทของการเกษตรกรซึ่งเป็นผู้ที่มีองค์ความรู้ทั้งระบบนิเวศ ระบบการผลิต การใช้ประโยชน์ และการอนุรักษ์พันธุ์ข้าว งานศึกษาวิจัยชิ้นจึงเสนอว่า *กระบวนการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายพันธุ์ข้าวจำเป็นต้องกระทำในลักษณะของการอนุรักษ์แบบ in situ conservation* เพราะสายพันธุ์ข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีความเหมาะสมกับระบบนิเวศท้องถิ่น การนำเอาสายพันธุ์ข้าวออกไปจากบริบทของระบบนิเวศย่อมจะทำให้คุณสมบัติและคุณลักษณะสายพันธุ์ข้าวเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม รวมทั้งเป็นการเอาทรัพยากรและองค์ความรู้ออกไปจากท้องถิ่น ดังนั้นการกระทำใดๆ ที่เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรพันธุกรรมโดยเฉพาะความหลากหลายพันธุ์ข้าวควรให้ความสำคัญกับ *"สิทธิเกษตรกรชาวนาและต้องรับรองสิทธิชุมชนดังกล่าว"* ในฐานะเจ้าขององค์ความรู้และเป็นทั้งผู้ผลิต ใช้ประโยชน์ อนุรักษ์ และพัฒนาทรัพยากรชีวภาพข้าวที่แท้จริง

2. การสนับสนุนให้มีการศึกษาและการอนุรักษ์ระบบเกษตรพื้นบ้านแบบดั้งเดิม เช่น การทำไร่ข้าว ที่เป็นพื้นฐานของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อก่อให้เกิดการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพรวมทั้งความหลากหลายของสายพันธุ์ข้าวด้วย

3. การสนับสนุนและส่งเสริมความหลากหลายทางวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ และกระบวนการเรียนรู้ของชุมชน ซึ่งเป็นพื้นฐานขององค์ความรู้พื้นบ้านในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ เช่น เหมืองฝาย นา ป่าชุมชน และความหลากหลายของสายพันธุ์พืชอาหาร พืชสมุนไพร พืชใช้สอยรวมทั้งความหลากหลายสายพันธุ์ข้าวด้วย

4. ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการศึกษาและพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่หลากหลายสาขาวิชาชีพ เพื่อยกระดับคุณค่าของทรัพยากรชีวภาพข้าวทั้งด้านเกษตร สังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ โดยเน้นองค์ความรู้พื้นบ้านหรือภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นพื้นฐานที่สำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจาก "โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย" (โครงการ BRT) ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบพระคุณครู ท่านอาจารย์ ยศ สันตสมบัติ ศูนย์ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้คำแนะนำด้วยดีตลอดมา ขอบพระคุณท่านอาจารย์มิ่งสรรพ์ ขาวสะอาด ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้โอกาสพบปะแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาการเรื่อง

ข้าวกับนักวิชาการจากแขนงต่างๆ ขอบพระคุณท่านอาจารย์กนก อาจารย์เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม และอาจารย์ศันสนีย์ จำจด ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานสัณฐานวิทยาพันธุ์ข้าว ขอบคุณน้องๆ ที่ช่วยทำงานเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของชุมชน เพื่อนนักวิจัยชาวบ้านที่เป็นทั้งผู้ให้ข้อมูลเป็นล่าม และคอยช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล และพันธุ์ข้าว ขอบคุณเพื่อนๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำ และสุดท้ายขอขอบพระคุณแด่พี่น้องกลุ่มชาติพันธุ์พื้นที่ศึกษาที่คอยตอบคำถามและให้ข้อมูลความรู้ที่เป็นประโยชน์มหาศาลต่อการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา บุญชัย. 2540. พลวัตชุมชนล้านนาในการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา กรุงเทพฯ.

ไกรสิทธิ์ สิทธิโชดก และคณะ. 2543. รายงานการวิจัยการเสริมสร้างศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอาข่า. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

งามพิศ สัตย์สงวน. 2545. วัฒนธรรมข้าวในสังคมไทย : การคงอยู่และการเปลี่ยนแปลง. บริษัทเท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับบลิเคชั่น จำกัด กรุงเทพฯ.

ฐิรวุฒิ เสนาคำ และพรพนา ก๊วยเจริญ. 2539. พันธุกรรมข้าว บทบาทการอนุรักษ์และพัฒนาโดยชุมชน. เครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือกโลกดุลยภาพ กรุงเทพฯ.

ปิ่นแก้ว เหลืองอร่ามศรี. 2539. ภูมิปัญญานิเวศวิทยาชนพื้นเมือง ศึกษากรณีชุมชนกะเหรี่ยงในป่าทุ่งใหญ่นเรศวร. โครงการฟื้นฟูชีวิตและธรรมชาติ กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ ตระการศุภกร. 2541. การสืบทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบการทำไร่หมุนเวียนของชุมชนเผ่ากะเหรี่ยง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษานอกระบบ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยศ สันตสมบัติ. 2542. ความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. นพบุรีการพิมพ์ เชียงใหม่.

ยศ สันตสมบัติ. 2546. พลวัตและความยืดหยุ่นของสังคมชาวนา : เศรษฐกิจชุมชนภาคเหนือและการปรับกระบวนทัศน์ว่าด้วยชุมชนในประเทศโลกที่สาม. บริษัทวิทอินดีไซน์ เชียงใหม่.

วิมล ดำศรี. 2544. วัฒนธรรมข้าวและพลังอำนาจชุมชนรอบทะเลสาบสงขลา. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพฯ.

ศรีศักร วัลลิโภดม. 2531. ข้าวกับพัฒนาการของรัฐในประเทศไทย. ใน: ข้าวไพร่-ข้าวเจ้าของชาวสยาม. ศิลปวัฒนธรรมพิเศษ กรุงเทพฯ.

สงกรานต์ จิตรากร. 2531. ข้าว : ความสำคัญและวิวัฒนาการ. ใน: ข้าวไพร่-ข้าวเจ้าของชาวสยาม. ศิลปวัฒนธรรมพิเศษ กรุงเทพฯ.

สงกรานต์ จิตรากร. 2544. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับข้าวไทย. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

เสถียร ฉันทะ. 2542. วิถีชมุ : ภูมิปัญญาพื้นบ้านกับการจัดการทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ. รายงานทดลองนำเสนอ ศูนย์ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เสถียร ฉันทะ. 2542. ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพพืชสมุนไพร : กรณีศึกษาในวิถีชีวิตชุมชนไทลื้อ จังหวัดเชียงราย การศึกษาค้นคว้าแบบอิสระ หลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เสถียร ฉันทะ. 2543. วิถีคนเมืองแห่งล้านนา : ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพพืชอาหารและยา. รายงานทดลองนำเสนอ ศูนย์ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ห้องปฏิบัติการทางมานุษยวิทยาของอีสาน. 2534. บุญข้าวประดับดินและบุญข้าวสาก พิธีกรรม ข้าวและมนุษย์ในบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของอีสาน. ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษวิทยา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาริยา เศวตามร์. 2542. ผ้าป่าข้าว : บทสะท้อนวิธีคิดของชุมชน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพฯ.

เอี่ยม ทองดี. 2538. ข้าว : วัฒนธรรมและการเปลี่ยนแปลง. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มติชน กรุงเทพฯ.

Anderson, L.E. 1994. The Political Ecology of the Modern Peasant : Calculation and Community. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Bebbington, A. 1994. Composing Rural Livelihood : from farming system to Food System in People Knowledge. *In* Agricultural Research an EX tension Practice , Scoones, I. and J. Thompson (eds.). Intermediate Technology Publication, London.

Sutthi, C. 1989. Highland agriculture : from better to worse. *In* Hill Tribe Today : Problem in Chang, Mckinnon, J. and B. Vinne (eds.). White Lotus, Bangkok.

Thong – Ngam, C. 1996. Changing role of upland rice in diversified production systems in a hill tribe village of Chiang Rai Province. Master of science (Agriculture) in Agricultural systems. Chiang Mai University.

Kammerer, C.A. 1989. Territorial imperatives : Akha ethnic identity and Thailand's National Integration. *In* Hill Tribes Today: Problem in Chang, Mckinnon, J. and B. Vinne (eds.). White Lotus, Bangkok.

Kunstadter, P. 1970. Subsistence agricultural economics of Lua? and Karen hill farmers of Mae Sariang District, North western Thailand. International Seminar on Shifting Cultivation and Economic Development in Northern Thailand, Land Development Department, Bangkok.

Kunstadter, P., E.C. Chapman and S. Sabhasri. 1978. Farmers in the Forest : Economic Development and Marginal Agriculture in Northern Thailand. East-West Center, Honolulu.

Moerman, M. 1968. Agricultural Chang and Peasant Choice in a Thai Village. University of California Press, Berkley.

Millar, D. 1994. Experimenting farmers in Northern Ghana. *In* Beyond Farmer First : Rural People Knowledge. *In* Agricultural Research and Extension Practice, Scoones, I. and J. Thompson (eds.). Intermediate Technology Publication, London.

Rambo, A. 1991. The Human Ecology of Rural Research Management in Northeast Thailand. Khonkaen University, Khonkaen.

Reijnties, C. 1992. Farming for the Future. Leusden, ILEIA, Nethelands.

Rigg, J. 1993. Rice water and land : strategies of cultivation on the Khorat Plateau, Thailand. South East Asia Research. Vol.1 No.2.

Wongprasert, S. 1974. Lahu Agriculture and Society. M.A. thesis. University of Sydney, Sydney.

Shigehara, T. 1994. Ecology and Practice Technology : Peasant Farming System in Thailand. White Lotus, Bangkok.

วิวัฒนาการของข้าวป่าและข้าวปลูกของไทย: หลักฐานจากการศึกษายีนกำหนดการสร้างแป้งอมิโลส

ปรีชา ประเทพา

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.เมือง จ.มหาสารคาม 44000

Abstract: Genome Evolution of Wild and Cultivated Rices in Thailand: Molecular Evidences from the Waxy Gene

Preecha Prathepha

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

Eighty-two rice varieties were selected to explore *Waxy (Wx)* gene diversity and *indica-japonica* differentiation of chloroplast DNA. A comparison of the 5' splice site in the first intron was also made between glutinous and non-glutinous rice. Almost all upland rice from ethnic groups in northern Thailand were characterized as the *japonica* type based on having the *Pst*I-*12* fragment in cpDNA, whereas most rainfed lowland varieties from other parts of Thailand were *indica*. It was found that low-amylose and glutinous rices were characterized by the Wx^b allele based on a G-to-T base substitution, whereas non-glutinous rice with intermediate and high amylose content carried the Wx^a allele. Four *Wx* microsatellite allele $(CT)_n$ repeats, (n = 16,17,18 and 19) were found in glutinous rice. Non-glutinous rice showed five *Wx* microsatellite alleles (n = 11, 16, 17, 18 and 19). The $(CT)_{17}$ allele was the prominent allele in Thai populations. In addition, the $(CT)_{11}$ allele was found only in intermediate and high amylose rice varieties from southern Thailand. This exploration of DNA-based genetic markers is important since it enhances our ability to describe and manipulate sources of genetic variation for rice breeding programs.

In addition, the cDNA sequences of GBSS mRNA of two cultivated rice varieties (*O. sativa* spp. *indica*) and wild rice (*O. nivara*) were analyzed to identify the utilization of splice sites. Sequencing analysis of cDNA from two clones of KDML 105 revealed two alternative 5' splice sites, two nucleotides upstream from the CT repeat (position –91) and one nucleotide (position –1) upstream from the true 5' splice site. In contrast, the high-amylose variety Srirak and high amylose wild rice (*O. nivara*) showed only the true 5' splice site. Moreover, a 3' cryptic splice site 5 bases further downstream of exon 2 was observed in both low-and high-amylose rice samples in this study. The cryptic splice sites found in the low-amylose variety KDML105 may be caused by the effects of single-base substitution (G to T) at the 5' splice site of the first intron of the *Waxy* gene, which resulted in all aberrant transcripts accumulating in the endosperm. Both wild-type and aberrant transcripts were observed in the two rice samples with high amylose content.

Key words: *Oryza sativa*, Waxy gene, RNA splicing, chloroplast genome

บทนำ

วิวัฒนาการของการกำเนิดข้าวปลูกนั้นได้มีการเสนอเอาไว้ว่า "การกำเนิดขึ้นของข้าวปลูกต้นแบบมีจุดเริ่มต้นในหลายพื้นที่ของภูมิภาคเอเชีย โดยพื้นที่ที่เป็นจุดกำเนิดจะมีรูปพรรณสัณฐานทางกายภาพแบบวงกลมขนาดใหญ่ เริ่มต้นจากบริเวณทางตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดียไล่เรียงมายังพม่า ไทย ลาว และเวียดนาม แล้วย้อนขึ้นไปยังจีนแผ่นดินใหญ่ บริเวณพื้นที่อันกว้างใหญ่นี้เองที่เป็นจุดกำเนิดของข้าวปลูกต้นแบบซึ่งได้อุบัติขึ้นเมื่อหลายพันปีที่ผ่านมา (Chang, 1976; Cheng et al., 2003) ซึ่งบริเวณนี้นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่าเป็นแหล่งกำเนิดข้าวเหนียว (glutinous rice) อีกด้วย (Olsen and Purugganan, 2002) ผลจากการที่มนุษย์ปลูกและคัดเลือกข้าวในหลายแห่งที่เริ่มต้นจากพันธุกรรมที่แตกต่างหลากหลาย ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวมากมายนับพันนับหมื่นสายพันธุ์กระจัดกระจายตามท้องถิ่นต่างๆ คาดว่ามีสายข้าวพันธุ์ปลูกทั่วโลกไม่น้อยกว่า 120,000 สายพันธุ์ (Khush, 1997)

สายพันธุ์ข้าวปลูกของไทยในสมัยโบราณนั้น มีหลักฐานการพบเปลือกข้าวปลูกที่มีอายุเก่าแก่ถึง 4,000 ปี หรือมากกว่านั้นถูกฝังอยู่ใต้ดินในประเทศไทย 3 แห่ง คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบแกลบข้าวที่ถ้ำปุงฮุง เมล็ดมีรูปร่างเรียวยาว (slender type) ที่จัดอยู่ในกลุ่มอินดิกา ซึ่งสันนิษฐานว่าเป็นแกลบข้าวเจ้า และพบแกลบข้าวเหนียวที่มีรูปร่างเมล็ดใหญ่ (large type) และจัดอยู่ในกลุ่มจาวานิกา คาดว่าคนที่อาศัยบนภูเขาในสมัยนั้นปลูกข้าวในสภาพข้าวไร่ในทางภาคเหนือ สำหรับจังหวัดขอนแก่น พบร่องรอยแกลบข้าวประทับบนเครื่องปั้นดินเผาที่บ้านโนนนกทา เมล็ดมีรูปร่างป้อม (round type) สันนิษฐานว่าเป็นข้าวเหนียว จัดอยู่ในกลุ่มจาปอนิกาที่เจริญได้ดีในสภาพพื้นที่ลุ่ม และจังหวัดอุดรธานี พบรอยประทับบนเครื่องปั้นดินเผาที่แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง แกลบข้าวมีลักษณะเมล็ดป้อมเช่นเดียวกันกับแกลบข้าวที่พบที่บ้านโนนนกทา และสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นข้าวเหนียวที่อยู่ในกลุ่มจาปอนิกา (ชิน, 2531) แต่นักวิชาการข้าวสันนิษฐานว่าแกลบข้าวที่พบที่บ้านเชียงนั้นน่าจะเป็นข้าวเหนียวที่จัดอยู่ในกลุ่มอินดิกา (Somrith, 1992) กล่าวโดยสรุปคือ สายพันธุ์ข้าวปลูกในสมัยก่อนประวัติศาสตร์มีทั้งข้าวที่มีรูปร่างเมล็ดเรียว เมล็ดใหญ่ และเมล็ดป้อม และข้าวเหล่านั้นมี 3 ประเภท คือ อินดิกา จาปอนิกา และจาวานิกา การที่บอกว่าข้าวมีรูปร่างเมล็ดแบบใดแบบหนึ่ง จัดอยู่ในประเภทใดนั้น ล้วนแล้วแต่เป็นข้อสันนิษฐานทั้งสิ้น ยังไม่มีการศึกษาว่าเป็นสปีชีส์หรือเป็นซับสปีชีส์ใดๆ

สมมติฐานที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการของข้าวปลูกคือ สมมติฐานที่เสนอโดย Sano et al. (1980) กล่าวคือ ข้าวป่าที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกคือ ข้าวป่าชนิด *Oryza rufipogon* เป็นข้าวข้ามปี วิวัฒนาการมาเป็นข้าวที่มีลักษณะกึ่งข้าวป่า (wild intermediate) และวิวัฒนาการต่อไปเป็นข้าวป่าอายุปีเดียว (*Oryza nivara*) และข้าวปลูก (*Oryza sativa*) ซึ่งแนวคิดนี้มีความเป็นไปได้สูงมาก เนื่องจากข้าวป่าที่มีลักษณะก้ำกึ่งข้าวป่ามีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูงและมีการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติได้ดี จึงเป็นที่ต้องตาของมนุษย์ซึ่งจะเก็บมาเป็นอาหารและปลูกคัดเลือกลักษณะต่างๆ ตามความต้องการ ในแต่ละท้องที่มีวัตถุประสงค์ในการคัดเลือกลักษณะต่างๆ ของข้าวแตกต่างกัน เนื่องจากมีความแตกต่างกันของสภาพแวดล้อมรวมทั้งอาจจะมีการผสมข้ามระหว่างวัชพืชที่มีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรมกับข้าว จึงก่อให้เกิดความหลากหลายของสายพันธุ์ข้าวขึ้นทั่วโลก ซึ่งพันธุ์ข้าวเหล่านั้นมีความเหมาะสมที่จะปลูกในสภาพแวดล้อมแตกต่างกันไป

การศึกษาถึงจีโนมของข้าวป่าโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ เพื่อค้นหาหลักฐานเชื่อมโยงระหว่างจีโนมของข้าวป่าและข้าวปลูกของไทยนับว่ามีความสำคัญ เพราะข้าวปลูกของไทยน่าจะมีวิวัฒนาการมาจากข้าวป่าที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติในประเทศไทยและถูกนำมาปลูกคัดเลือกโดยบรรพบุรุษของคนไทย และข้อมูลที่ได้อาจจะนำไปเชื่อมโยงกับหลักฐานทางโบราณคดีที่ถูกขุดค้นในไทยเพื่อสนับสนุนการกำหนดสปีชีส์หรือซับสปีชีส์ของแกลบข้าวที่ยังไม่มีการระบุมาก่อน นอกจากนี้การศึกษาจีโนมข้าวปลูกของไทยโดยใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมาย ทำให้ได้องค์ความรู้ใหม่ทางพันธุศาสตร์เชิงประชากรและดีเอ็นเอเครื่องหมายเหล่านั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการคัดเลือกต้นข้าวในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้

เครื่องหมายดีเอ็นเอในจีโนมข้าวป่าและข้าวปลูกของไทย

ดีเอ็นเอเครื่องหมายที่ใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงความใกล้ชิดทางพันธุกรรมระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกของไทย ซึ่งมีรายงานการศึกษาการปรากฏและการกระจายของ p-SINE1-r2 ในประชากรของข้าวป่าและข้าวปลูกที่มีจีโนมแบบ AA นั้น ปรากฏผลดังตารางที่ 1 (Prathepha, 2003b)

ข้อมูลจากตารางที่ 1 สรุปได้ว่าในข้าวปลูกที่ศึกษาจำนวน 106 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นข้าวที่มีอายุปีเดียว (annual form) ในประชากรข้าวชนิดนี้จะปรากฏอิเลเมนต์นี้ในจีโนมที่บริเวณ intron ที่ 10 ของแวคซียีนทุกสายพันธุ์ ส่วนในประชากรข้าวป่าชนิด *O. nivara* ซึ่งมีอายุขัยปีเดียวเช่นกันพบว่ามีอิเลเมนต์นี้ในประชากรเป็นส่วนใหญ่ มีจำนวนเล็กน้อยที่ไม่พบอิเลเมนต์นี้ในจีโนมและรวมทั้งพบว่ามีเพียง 1 สายพันธุ์เท่านั้นที่พบว่าเป็นเฮตเทอโรไซโกต ในประชากรข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* ที่ศึกษาจากตัวอย่างจำนวน 112 สายพันธุ์ พบว่าส่วนมากจะไม่พบอิเลเมนต์ชนิดนี้ (96/112) ถ้าจะพบอิเลเมนต์นี้จะพบในสภาพเฮตเทอโรไซโกต (43/112) และไม่พบว่าอิเลเมนต์ชนิดนี้ปรากฏในมวลสมาชิกของข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* ในแบบฮอโมไซโกต หลักฐานทางโมเลกุลนี้แสดงให้เห็นว่าข้าวป่าปีเดียวมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับข้าวปลูกมากกว่าข้าวป่าข้ามปี และแสดงให้เห็นว่าข้าวป่าข้ามปีมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมมากกว่า

ข้าวป่าปีเดียวและข้าวปลูกเนื่องจากจีโนไทป์ที่แสดงโดยดีเอ็นเอเครื่องหมายนี้มีสภาพเป็นเฮตเทอโรไซโกตในประชากรข้าวป่าอายุข้ามปี ในขณะที่จีโนไทป์แบบนี้มีน้อยหรือไม่มีเลยในประชากรข้าวป่าอายุปีเดียวและข้าวปลูก

ตารางที่ 1. การกระจายของ p-SINE1-r2 ที่พบใน waxy gene ในประชากรของข้าวปลูกและข้าวป่าที่มีจีโนม AA

สปีชีส์	นิสัย	จำนวนสายพันธุ์	มี p-SINE1-r2 ในจีโนม (+)	ไม่มี p-SINE1-r2 ในจีโนม (-)	เฮตเทอโรไซโกต (-/+)
O. sativa	อายุปีเดียว	106	106	0	0
O. nivara	อายุปีเดียว	58	55	2	1
O. rufipogon	อายุข้ามปี	112	0	69	43
	รวม	276	161	71	44

ดีเอ็นเอเครื่องหมาย ORF 100 ในคลอโรพลาสต์จีโนม

ข้าวปลูกเอเชีย (*Oryza sativa* L.) แบ่งออกเป็น 3 ซับสปีชีส์ คือ อินดิกา จาปอนิกา และจาวานิกา พันธุ์ข้าวที่จัดอยู่ในซับสปีชีส์อินดิกา เมล็ดมีรูปร่างเรียว พันธุ์ข้าวที่อยู่ในซับสปีชีส์จาปอนิกาที่ปลูกในเกาหลี จีน ญี่ปุ่น นั้นจะเรียกว่าเป็นจาปอนิกาในเขตอบอุ่น (temperate japonica) พันธุ์ข้าวเหล่านี้เมล็ดมีรูปร่างป้อม ในขณะที่ซับสปีชีส์จาวานิกาที่ปลูกในอินโดนีเซียนั้นจะเรียกว่าเป็นจาปอนิกาในเขตร้อน (tropical japonica) มีหลักฐานที่แสดงความแตกต่างระหว่างข้าวซับสปีชีส์อินดิกาและจาปอนิกา คือ มีดีเอ็นเอเครื่องหมายชนิดหนึ่งที่มีตำแหน่งอยู่ในจีโนมของคลอโรพลาสต์ ดีเอ็นเอเครื่องหมายชนิดนี้เรียกว่า open reading frame 100 (ORF 100) โดยลำดับดีเอ็นเอบริเวณ ORF 100 มีเบสจำนวน 69 เบสขาดหายไปในพันธุ์ข้าวที่จัดอยู่ในซับสปีชีส์อินดิกา แต่พบในสายพันธุ์ข้าวที่จัดอยู่ในซับสปีชีส์จาปอนิกา (Kanno et al., 1993)

มีรายงานวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงความพยายามที่จะเชื่อมโยงให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการของจีโนมในข้าวป่าและข้าวปลูกโดยใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมาย ORF 100 โดย Sun et al. (2004) ใช้ตัวอย่างข้าวป่าชนิด *Oryza rufipogon* ที่เก็บรวบรวมจากจีน (70) เอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ อินเดีย (27) ไทย (17) พม่า (12) บังคลาเทศ (6) กัมพูชา (5) อินโดนีเซีย (2) มาเลเซีย (6) และฟิลิปปินส์ (1) พบว่า ข้าวป่าจากจีนมีสัดส่วน 1:1 (33:37) ของความเป็นอินดิกาต่อจาปอนิกา ข้าวป่าในอินเดีย บังคลาเทศ และพม่า มีสัดส่วนของความเป็นจาปอนิกามากกว่าอินดิกา ในขณะที่สัดส่วนของความเป็นอินดิกามากกว่าจาปอนิกาพบในข้าวป่าจากศรีลังกา ไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ข้าวพื้นเมืองของจีนซึ่งมี 2 กลุ่มคือ hsien (อินดิกา) และ keng (จาปอนิกา) มีรายงานว่า ข้าวในกลุ่มอินดิกาจะไม่มี 69 คู่เบสของดีเอ็นเอบริเวณ ORF 100 ส่วนข้าวในกลุ่มจาปอนิกาจะมี 69 คู่เบสของดีเอ็นเอบริเวณดังกล่าว (Chen et al., 1994)

Yamanaka et al. (2001) ได้เก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่ (*Oryza sativa*) ทางภาคเหนือของลาว (แขวงอุดมไซและแขวงหลวงน้ำทา) ที่ปลูกข้าวไร่แบบเลื่อนลอย (slash-and-burn fields) และศึกษาว่าข้าวเหล่านี้จัดอยู่ในซับสปีชีส์ใด โดยใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมาย ORF 100 ซึ่งสรุปได้ว่าพันธุ์ข้าวที่ปลูกในพื้นที่เหล่านี้ส่วนมากจัดอยู่ในซับสปีชีส์จาปอนิกา และพบว่าสายพันธุ์ข้าวหลายสายพันธุ์เกิดขึ้นจากการผสมข้ามระหว่าง 2 ซับสปีชีส์นี้ โดยพันธุ์จาปอนิกาจะเป็นต้นแม่ หมายความถึงการถ่ายเทยีนจะมีทิศทางจากข้าวพันธุ์ที่เป็นอินดิกาไปยังสายพันธุ์ที่เป็นจาปอนิกา ซึ่งเกิดขึ้นได้ในประชากรธรรมชาติของข้าวประมาณ 1% (Morishima et al., 1992)

ดีเอ็นเอเครื่องหมาย Wx microsatellite ในยีน waxy

ยีน waxy มีรายงานว่ามีอยู่ 2 อัลลีล คือ อัลลีล a (Wx^a) และอัลลีล b (Wx^b) โดยอัลลีล b เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเบสเริ่มต้นของ intron 1 กล่าวคือมีการเปลี่ยนแปลงของเบส G ไปเป็นเบส T ที่ตำแหน่งเริ่มต้นของ intron 1 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเบสเช่นนี้เคยมีรายงานมาก่อนหน้านี้ คือที่ตำแหน่งเดียวกันนี้เบส G (อัลลีล a) เปลี่ยนแปลงไปเป็นเบส T (อัลลีล b) การเปลี่ยนแปลงของเบสเช่นนี้มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของยีน waxy โดยอัลลีล b มีการแสดงออกน้อยกว่าอัลลีล a ประมาณ 10 เท่า (เมื่อใช้ปริมาณแวคซีโปรตีนเป็นตัวเปรียบเทียบ) และข้าวที่ยีนนี้มีอัลลีล b จะมี

GBSS mRNA 2 แบบ คือ แบบที่สมบูรณ์และแบบที่ผิดปกติ ขณะที่ข้าวที่ยีนมีอัลลีล a จะพบเฉพาะ GBSS mRNA ที่สมบูรณ์เท่านั้น และมีรายงานว่าใน GBSS mRNA ที่ผิดปกตินั้นมีนิวคลีโอไทด์ส่วนที่เป็นทั้ง 5' และ 3' splice site ติดอยู่บริเวณรอยต่อของ exon 1 - exon 2 อัลลีล Wx^a พบมากในข้าวกลุ่มอินดิกาเพราะข้าวกลุ่มนี้มีปริมาณอมิโลสระดับปานกลาง (20-25%) และระดับสูง (>25%) ในขณะที่อัลลีล Wx^b พบมากในข้าวกลุ่มจาปอนิกาซึ่งข้าวกลุ่มนี้เป็นข้าวเหนียวและข้าวเจ้าที่มีปริมาณอมิโลสต่ำ (<19%) (Sano, 1984)

บริเวณ exon 1 ของยีน waxy มีลำดับเบสที่เป็นไมโครแซทเทลไลซ์แบบ CT ที่สามารถใช้เป็นดีเอ็นเอเครื่องหมายสำหรับใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ (physico-chemical property) ของข้าวและดีเอ็นเอเครื่องหมายนี้ใช้ในการศึกษาความหลากหลายของพันธุ์ข้าว (Bligh et al., 1998; Bao et al., 2002)

การเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการจีโนมของข้าวที่ใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมายในข้าวป่าและเชื้อพันธุ์ข้าวของไทย ทำให้ได้องค์ความรู้ที่มองเห็นการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการของข้าวป่าและข้าวปลูกที่ปลูกตามที่ต่างๆ ของไทยซึ่งมีระบบนิเวศที่แตกต่างกันจากเหนือจรดใต้ มองเห็นการเปลี่ยนแปลงของยีนในจีโนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิวัฒนาการของยีน waxy ในบริบทของข้าวป่าและข้าวปลูกของไทย ยีนนี้เป็นยีนที่กำหนดการสร้างแป้งอมิโลส ซึ่งปริมาณแป้งอมิโลสใช้เป็นลักษณะบ่งชี้ถึงคุณภาพการหุงต้มของข้าวพันธุ์ต่างๆ ถ้ามีการศึกษาแบบองค์รวม (holistic study) โดยการศึกษายีน waxy ในพื้นที่ศึกษา (area-based) ที่เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ (main land) ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ไทย ลาว และเวียดนาม จะทำให้มองเห็นพลวัตของยีนในมุมของการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการของยีน waxy ในประชากรข้าวทั้งข้าวป่าและข้าวปลูกในพื้นที่นี้ได้

วิธีการ

1. ตัวอย่างพันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวที่ใช้สำหรับการศึกษาครั้งนี้มีรายชื่อและแหล่งที่เก็บดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งมีจำนวน 82 พันธุ์ 85 ตัวอย่าง

2. ดีเอ็นเอเครื่องหมาย

2.1 ดีเอ็นเอเครื่องหมาย ORF 100

ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการของเชื้อพันธุ์ข้าวไทย คือ การขาดหายไปหรือมีอยู่ของเบส 69 เบสของดีเอ็นเอบริเวณ ORF 100 ในจีโนมของคลอโรพลาสต์ โดยใช้เทคนิค PCR และอะกาโรสเจลอิเลคโทรฟอริซิส โดยใช้ไพรเมอร์ที่ออกแบบโดย Kanno et al. (1993)

2.2 ดีเอ็นเอเครื่องหมาย *Wx* microsatellite (CT repeat)

ใช้เทคนิค PCR และ DNA sequencing ไพรเมอร์ที่ใช้ได้จากการออกแบบคือ ไพรเมอร์ F ที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังนี้ 5'-ACCATTCCTTCAGTT CTTTGTCT-3' และไพรเมอร์ R ซึ่งมีลำดับนิวคลีโอไทด์ดังนี้ 5'TAG CAT GTA TGA GAC TAC TTG TAA 3' โดยไพรเมอร์ทั้งสองมีเบสที่เป็น G และ C คิดเป็น 39.1% และ 33.3% ตามลำดับ

2.3 อัลลีลของยีน waxy (Wx^a, Wx^b) ในประชากรข้าวไทย

ใช้วิธีการศึกษาเดียวกันกับการศึกษาดีเอ็นเอเครื่องหมาย CT repeat โดยอัลลีล a จะมีเบสเริ่มต้นของ intron 1 คือ G ขณะที่อัลลีล b มีเบสเริ่มต้นของ intron 1 เป็น T ซึ่งข้าวบางพันธุ์จะใช้วิธี RCP-RFLP แยกความแตกต่างระหว่าง 2 อัลลีลนี้ ซึ่งจะย่อย PCR products ได้เฉพาะของพันธุ์ข้าวที่มีจีโนไทป์ที่มีอัลลีล a โดยใช้เอนไซม์ *ACC*I (Prathepha, 2003a)

2.4 GBSS mRNA ในข้าวป่าและข้าวปลูกที่มีอมิโลสแตกต่างกัน

พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอมิโลสต่ำ (ขาวดอกมะลิ 105) อมิโลสสูง (ศรีรักษ์) สายพันธุ์ข้าวป่าชนิด *O. nivara* ที่มีปริมาณอมิโลสสูง ถูกเลือกมาเป็นตัวแทนศึกษารูปแบบของ GBSS mRNA โดยใช้เทคนิค RT-PCR และ DNA sequencing

การศึกษานี้จะสกัด mRNA ของยีน waxy จากเมล็ดข้าวที่ยังไม่สุกแก่ โดยมีอายุเมล็ดหลังจากออกดอกประมาณ 18 วัน กระบวนการสกัดแยก mRNA จะใช้ TRIZOL reagent (Life Technologies, BRL) และกระบวนการสังเคราะห์ cDNA และ RT-PCR จะใช้ชุดทดลอง SUPERSCRIPT™ One-Step RT-PCR with PLATINUM® *Taq* (Life Technologies, BRL) ที่ใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อยีนนี้ซึ่งออกแบบโดย Cai et al. (1998) เมื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณที่ต้องการแล้วจะนำไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ exon 1 - exon 2 เพื่อตรวจสอบความผิดปรกติของการตัดต่อ intron 1

ตารางที่ 2. รายชื่อพันธุ์ข้าวเหนียวและข้าวเจ้าที่ใช้ในการทดลอง

Cultivars' name	Species/ subspecies[a]	Cultural type/ Ethnic group	Locality/ Province	Endosperm type[b]/ %AC	(CT)n	G/T	Type of rice[c]
1. Ang Jemg Jahn	*O. sativa*/J	Rainfed lowland/Thai	Central Thai/Petchaburi	NW(15.6%)	17	T	L
2. Bael Jao Juor	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	NW(12.9%)	17	T	L
3. Bael Plao Chong	*O. sativa*/I	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	W(3.5%)	17	T	L
4. Bael Cha Plau	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	W(3.4%)	17	T	L
5. Bael Der	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	NW(15%)	17	T	L
6. Bael Jai	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	NW(14.3%)	17	T	L
7. Bael Jao Blao	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	W(3.4%)	16	T	L
8. Bael La Mi	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	NW(15.1%)	17	T	L
9. Bael Leu	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	W(3.5%)	16	T	L
10. Bao Bud	*O. sativa*/J	Upland/Mien	Northern/Chiang Rai	W(3.6%)	17	T	L
11. Bao Pae	*O. sativa*/J	Upland/Mien	Northern/Chiang Rai	NW(12.9%)	16	T	L
12. Be Dao	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	NW(14.3%)	18	T	L
13. Be Dao Derk	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Tak	W(4.0%)	17	T	L
14. Be Di Nong	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Tak	W(2.3%)	16	T	L
15. Be Jah	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	W(2.4%)	16	T	L
16. Be Lao Da	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Tak	W(2.5%)	17	T	L
17. Be Lia Tia Tao	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	NW(15.6%)	16	T	L
18. Biawku	*O. sativa*/J	Upland/Mien	Northern/ Chiang Rai	W(3.6%)	17	T	L
19. Chao Ni	*O. sativa*/J	Upland/Karen	Northern/Tak	NW(16.5%)	18	T	L
20. Chawlung	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Pattani	NW(23.4%)	17	G	L
21. Chiangpatthalung	*O. sativa*/J	Rainfed lowland/Thai	Southern/ Phatthalung	NW(28.9%)	11	G	L
22. Daw Wi	*O. sativa*/J	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Ubol Ratchathani	W(6.8%)	17	T	L
23. Daw Kaw Diaw	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Ubol Ratchathani	W(8.5%)	17	T	L
24. Daw Khaew Ngoo	*O. sativa*/J	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Ubol Ratchathani	W(7.2%)	18	T	L
25. Daw Khao	*O. sativa*/ND	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Ubol Ratchathani	W(6.8%)	17	T	L
26. Daw Lai	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Ubol Ratchathani	W(5.6%)	ND	T*	L
27. Daw Tia	*O. sativa*/I	Rainfed lowland	Northeastern/ Ubol Ratchathani	NW(17.5%)	16	T	L
28. E-Loob	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Ubol Ratchathani	W(7.8%)	18	T	L
29. E-Nok	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Ubol Ratchathani	W(8.6%)	18	T	L

ตารางที่ 2. (ต่อ)

Cultivars' name	Species/ subspecies[a]	Cultural type/ Ethnic group	Locality/ Province	Endosperm type[b]/ %AC	(CT)n	G/T	Type of rice[c]
30. Ga Saen	*O. sativa*/J	Upland/Thai	Northeastern/ Sakon Nakhon	W(7.5%)	ND	T*	L
31. Gaen Jahn	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(29.3%)	11	G	L
32. Hahng Yi 71	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Mahasarakham	W(6.8%)	19	T	I
33. Hao' Kaen Du	*O. sativa*/J	Upland/Thai	Northeastern/Mukdahan	W(8.7%)	17	T	L
34. Hawm Jan	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern Thai	NW(26%)	11	G	L
35. Hawm Mali	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/Yasothon	NW(15%)	17	T	L
36. Hua Nah	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Songkla	NW(24.9%)	17	G	L
37. Ja Lai	*O. sativa*/J	Upland/Khamu	Northern/Chiang Rai	W(4.3%)	17	T	L
38. Ja Ngai	*O. sativa*/J	Upland/Khamu	Northern/Chiang Rai	W(4.1%)	ND	T*	L
39. Jam Pah	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(28%)	11	G	L
40. Jaw Haw	*O. sativa*/J	Upland/Lisu	Northern/Chaing Rai	NW(17.5%)	17	T	L
41. Jek Chuey	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Central/Phetchaburi	NW(27.5%)	11	G	I
42. Kala	*O. sativa*/J	Upland/Hmong	Northern/Chiang Rai	W(3.6%)	17	T	L
43. KDML105	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Nakhon Phanom	NW(14.7%)	17	T	L
44. KDML105	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/ Thai	Northeastern/Roi Et	NW(13.5%)	17	T	L
45. KDML105	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Mahasarakham	NW(14%)	17	T	L
46. Kha Jao	*O. sativa*/J	Upland/Khamu	Northern/Chiang Rai	NW(11%)	17	T	L
47. Khao Hawm	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Central/Suphanburi	NW(13.4%)	17	T	L
48. Khao Ruang Yao	*O. sativa*/J	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(25%)	16	G	L
49. Khao' Chao	*O. sativa*/J	Rainfed lowland/ Tai Dam	Western/Vietnam	NW(20%)	17	T	L
50. Khao' Dam 90%	*O. sativa*/J	Rainfed lowland/Thai	Central/Suphanburi	NW(17.2%)	17	T	L
51. Khao' Dam 50%	*O. sativa*/J	Rainfed lowland/Thai	Cental/Suphanburi	NW(14.7%)	17	T	L
52. Khao' Niaw	*O. sativa*/J	Rainfed/Tai Dam	Western/Vietnam	W(5.9%)	17	T	L
53. Khao' Rai Kaset	*O. sativa*/I	Upland/Thai	Northeastern/Mukdahan	W(9.8%)	17	T	L
54. Khao' Sakon Nakhon	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Sakon Nakhon	W(8.5%)	16	T	I
55. Khem Tawng	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(26.1%)	17	G	L
56. Khitom	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/Mukdahan	W(8.5%)	18	T	L
57. Lai Noi	*O. sativa*/J	Upland/Khamu	Northern/Chiang Rai	W(3.9%)	17	T	L
58. Leb Nok Patthani	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/ Patthalung	NW(23.8%)	18	G	L
59. Leuang Lao Khan	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Western/ Kanchanaburi	NW(28.4%)	19	G	L
60. Leuang Pratew	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Central/Phetchaburi	NW(30.3%)	11	G	I
61. Leuang152	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Songkla	NW(24%)	ND	G	I
62. Ling Bao	*O. sativa*/I	Upland/Mien	Northern/Chiang Rai	NW(12.9%)	17	T	L
63. Ma Yom	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	NortheasternThai	W(7.8%)	18	T	L
64. Mali Hawm	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Central/Suphanburi	NW(17%)	17	T	L

ตารางที่ 2. (ต่อ)

Cultivars' name	Species/ subspecies[a]	Cultural type/ Ethnic group	Locality/ Province	Endosperm type[b]/ %AC	(CT)n	G/T	Type of rice[c]
65. Mali Hawm (breeding line no. 10)	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Central/Suphanburi	NW(15.6%)	17	T	L
66. Nangphaya132	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(28.3%)	11	G	I
67. Niaw Ubol 2	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Sakon Nakhon	W(7.9%)	19	T	I
68. Pan Pae	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Ubol Ratchthani	W(8.7%)	17	T	L
69. Paung Tawng	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(38.3%)	11	G	L
70. Phatthalung 60	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(28.5%)	ND	G	I
71. Pheuak Nam	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(30.5%)	11	G	I
72. Pimneonklog	*O. sativa*/J	Upland/Khamu	Northern/Chiang Rai	W(2.8%)	ND	T*	L
73. Pimneonyim	*O. sativa*/J	Upland/Khamu	Northern/Chiang Rai	W(4.3%)	ND	T*	L
74. Pon Ngahm	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Ubol Ratchathani	W(7.1%)	ND	T*	L
75. Pong' Aew	*O. sativa*/ I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/Mukdahan	W(8.7%)	18	T	L
76. PSL60-1	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Central/ Phitsanulok	NW(17.8%)	17	T	I
77. PSL60-2	*O. sativa*/J	Irrigated lowland/ Thai	Central/Phitsanulok	NW(30.8%)	11	G	I
78. Puang Rai 2	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Petchaburi	NW(30.5%)	11	G	I
79. Ramtang	*O. sativa*/J	Upland/Khamu	Northern/Chiang Rai	W(3.6%)	ND	T*	L
80. RD 13	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(27.8%)	11	G	I
81. RD 15	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/Yasothon	NW(16.5%)	17	T	I
82. RD 6	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/ Mahasarakham	W(5.9%)	16	T	I
83. RD 6	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/Roi Et	W(3.9%)	18	T	I
84. Si Rak	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Southern/Patthalung	NW(28%)	11	G	L
85. U Kham	*O. sativa*/I	Rainfed lowland/Thai	Northeastern/Mukdahan	W(6.5%)	18	T	L

* determined by digestion with ACC I

[a] I = *indica*; J = *japonica* ; assessed by deletion or addition of ORF100 in cp-DNA.

[b] W= waxy; NW=nonwaxy, [c] L= landrace rice, I= improved-rice cultivar.

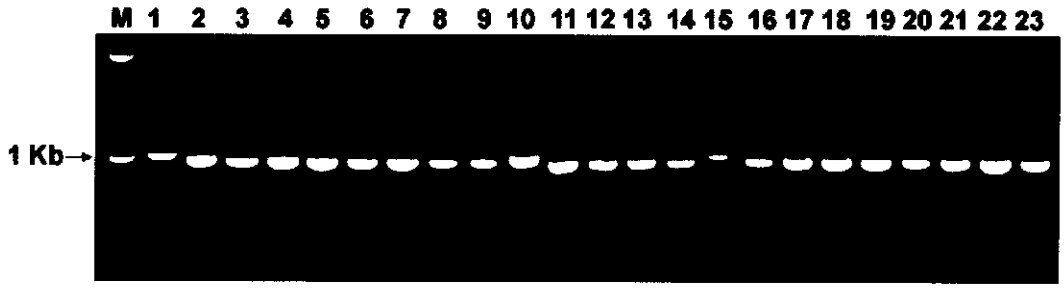
ND = not determined

ผลการวิจัย

1. *ความหลากหลายของคลอโรพลาสต์จีโนมในเชื้อพันธุ์ข้าวไทย: ดีเอ็นเอเครื่องหมาย ORF 100*

ความแตกต่างระหว่างข้าวในกลุ่มอินดิกาและจาปอนิกาแสดงให้เห็นโดยใช้เทคนิค PCR และอะกาโรสเจล อิเลคโตรฟอริซิส (ภาพที่ 1) ตัวอย่างข้าวปลูกจำนวน 82 พันธุ์ (85 ตัวอย่าง) มีความหลากหลายของคลอโรพลาสต์จีโนมแตกต่างกันตามสภาพภูมิศาสตร์ (ตารางที่ 2) ข้าวพื้นบ้านภาคเหนือที่เป็นข้าวไร่ที่ชนเผ่าต่างๆ ปลูกนั้น พบว่าส่วนมากเป็นข้าวที่จัดอยู่ในกลุ่มจาปอนิกาและมีข้าวในกลุ่มอินดิกา 2 พันธุ์เท่านั้น คือ แบลเปลาซองและลิ้งเบ้า ข้าวไร่ที่ปลูกในภาคอีสานมีทั้งข้าวในกลุ่มอินดิกาและจาปอนิกา ข้าวนาสวนของภาคกลางส่วนมากจัดอยู่ในกลุ่มอินดิกา ยกเว้นพันธุ์ข้าวดำ อั้งเจิงจาน ที่จัดอยู่ในกลุ่มจาปอนิกา พันธุ์ข้าวจากภาคใต้ ส่วนมากจัดอยู่ในกลุ่มอินดิกา มีเพียงพันธุ์

เฉี้ยงพัทลุง และขาวรวงยาวที่จัดอยู่ในกลุ่มจาปอนิกา การที่พบว่าพันธุ์ข้าวนาสวนของภาคกลางจัดอยู่ในกลุ่มจาปอนิกานั้น ซึ่งผู้วิจัยสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นพันธุ์ข้าวที่ถูกนำมาจากทางตอนเหนือของพื้นที่หลักของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ทางตะวันตกของเวียดนามติดต่อกับด้านตะวันออกของลาว โดยชนเผ่าไทดำที่อพยพลงมาทางใต้จนมาถึงภาคกลางของไทยเมื่อครั้งอดีต (Schliesinger, 2000) และหลักฐานที่ได้จากการศึกษานี้ยืนยันข้อสันนิษฐานดังกล่าวคือ ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างข้าวเหนียวและข้าวเจ้าพื้นบ้านจากหมู่บ้านไทดำแห่งหนึ่งที่อยู่ทางตะวันตกของเวียดนาม พบว่าข้าวทั้ง 2 พันธุ์นี้จัดอยู่ในกลุ่มจาปอนิกา



ภาพที่ 1. รูปแบบของคลอโรพลาสต์ในจีโนมข้าวจำนวน 23 สายพันธุ์ ที่ศึกษาโดยใช้เทคนิค PCR
ช่องที่ 1 และ 2 เป็นพันธุ์ข้าวมาตรฐานที่มีคลอโรพลาสต์แบบจาปอนิกาและอินดิกา ตามลำดับ, ช่องที่ 10 และ 15 เป็นพันธุ์ข้าวที่มีคลอโรพลาสต์แบบจาปอนิกา, ที่เหลือเป็นพันธุ์ข้าวที่มีคลอโรพลาสต์แบบอินดิกา, M= ดีเอ็นเอเครื่องหมายที่ทราบขนาดโมเลกุล

การประยุกต์ใช้เทคนิคระดับโมเลกุลนี้สามารถใช้ในกระบวนการตรวจสอบพันธุ์ข้าวที่ใช้เป็นพันธุ์แม่ของสายพันธุ์ข้าวหรือพันธุ์ข้าวที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมพันธุ์ได้ การทดลองนี้ได้ใช้พันธุ์ข้าวที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมพันธุ์ ได้แก่ พิษณุโลก 60-1 พิษณุโลก 60-2 ข้าวเหนียวสกลนคร และข้าวเหนียวอุบล 2 เป็นต้น ซึ่งจากการวิเคราะห์ระดับโมเลกุลโดยใช้วิธีตามที่กล่าวมาขั้นต้น พบว่าข้าวพันธุ์ที่ใช้แม่พันธุ์อยู่ในกลุ่มจาปอนิกาจะแสดงเครื่องหมายดีเอ็นเอ ORF 100 เป็นจาปอนิกา ได้แก่ พิษณุโลก 60-2 ได้จากคู่ผสมระหว่าง กข 1 และ BR 51-91-6//SPR6726-134-124/IR43 ขณะที่พันธุ์พิษณุโลก 60-1 ได้จากคู่ผสมระหว่างขาวดอกมะลิ 105 และนางมลเอส 4 // IR 26 ข้าวเหนียวสกลนครได้จากการผสมเดี่ยวระหว่างข้าวหอมอัมกับพันธุ์ กข 10 และพันธุ์เหนียวอุบล 2 ได้จากคู่ผสมระหว่างข้าวเหนียวสันป่าตองและ IR 21848-65-3-2//IR21848-65-3-2 ซึ่งข้าว 3 พันธุ์หลังนี้จัดอยู่ในกลุ่มอินดิกา

2. *ความหลากหลายของอัลลีลของยีน waxy ในเชื้อพันธุ์ข้าวไทย*

ข้าวเหนียวและข้าวเจ้าที่มีอมิโลสต่ำ (<20%) มีอัลลีลชนิด Wx^b ทุกพันธุ์ ซึ่งระบุโดยเบสแรกของ intron 1 เป็นเบส T ขณะเดียวกันข้าวเจ้าในกลุ่มอมิโลสปานกลางและสูง (>20%) มีอัลลีลชนิด Wx^a ระบุโดยเบส G ซึ่งเป็นเบสแรกของ intron 1 ในยีน waxy (ตารางที่ 2) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Prathepha (2003a) และ Wanchana et al. (2003)

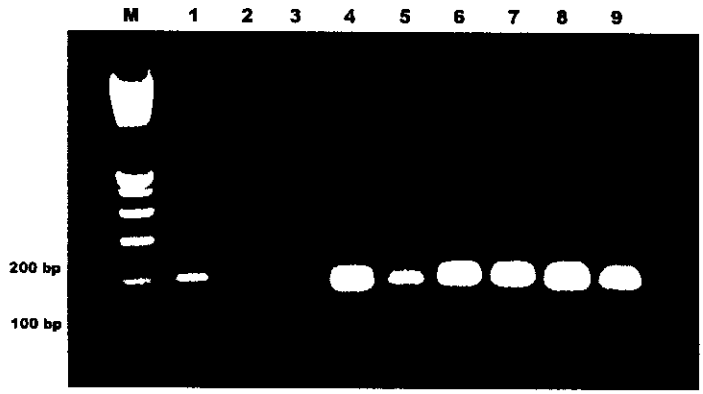
3. *ความหลากหลายของ Wx microsatellite หรือ $(CT)_n$ ในเชื้อพันธุ์ข้าวไทย*

ข้าวเหนียวจำนวน 48 พันธุ์ มี 4 อัลลีล ที่ระบุโดย CT repeat คือ n = 16, 17, 18 และ 19 ขณะที่ข้าวเจ้าจำนวน 35 พันธุ์ มี 5 อัลลีล คือ n=11, 16, 17, 18 และ 19 อัลลีลที่พบมากที่สุดในเชื้อพันธุ์ข้าวไทยคือ $(CT)_{17}$ (ตารางที่ 2) ซึ่งในเชื้อพันธุ์ข้าวเหนียวของไทยมีอัลลีลเป็นแบบเดียวกันกับเชื้อพันธุ์ข้าวเหนียวของจีน และอัลลีล $(CT)_{17}$ พบมากที่สุดเช่นเดียวกันกับในเชื้อพันธุ์ข้าวเหนียวของจีน Bao et al. (2002) ในเชื้อพันธุ์ข้าวเจ้าพบว่าอัลลีล $(CT)_{11}$ พบเฉพาะในข้าวเจ้าที่มีอมิโลสสูงที่ได้จากภาคใต้เท่านั้น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Bergman et al. (2001) ที่พบว่าในเชื้อพันธุ์ข้าวอเมริกาที่มีอัลลีล $(CT)_{10}$ และ $(CT)_{11}$ จะมีปริมาณอมิโลสสูง ในขณะที่พันธุ์ที่มีอัลลีล $(CT)_{17}$ และ $(CT)_{18}$ มีปริมาณอมิโลสต่ำ การศึกษาในเชื้อพันธุ์ข้าวไทยครั้งนี้พบความแปรปรวนของอัลลีลในข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6

ซึ่งมีอัลลีล 2 แบบ คือ n=16 และ 18 สันนิษฐานว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีความหลากหลายของอัลลีลในตำแหน่งนี้ ของยีน waxy ซึ่งข้าวเหนียวพันธุ์นี้เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์แบบชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยการใช้รังสีแกมมาใน ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งมีอัลลีล $(CT)_{17}$

4. GBSS ทรานสคริปส์ของข้าวป่าและข้าวปลูก

การแสดงออกของ GBSS gene ในระดับ mRNA6 ข้าวเจ้าที่มีอมิโลสต่ำพันธุ์ KDML105 ข้าวที่มีปริมาณอมิโลสสูงพันธุ์ศรีรักษ์ และข้าวป่าที่มีอมิโลสสูง (*O. nivara*) ข้าวเจ้าพันธุ์ KDML105 และพันธุ์ศรีรักษ์ เมื่อทำ RT-PCR แล้วเกิดแถบที่ได้จากปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ภาพที่ 2, 3)



ภาพที่ 2. ภาพถ่ายเจลที่ได้จากการใช้เทคนิค RT-PCR โดยใช้ไพรเมอร์ GBSS484 และ GBSS466
ช่องที่ 1-3 = ข้าวขาวดอกมะลิ 105, ช่องที่ 4-6 = ข้าวพันธุ์ศรีรักษ์, ช่องที่ 7-9 = ข้าวป่า (*Oryza nivara*),
M = ดีเอ็นเอเครื่องหมายที่ทราบขนาดโมเลกุล

4.1 ผลจากการทำ RT-PCR โดยใช้ไพรเมอร์ GBSS484 กับ GBSS466

- ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ข้าวในกลุ่มอมิโลสต่ำ) เมื่อทำ RT-PCR เกิดแถบ 2 แถบ มีขนาด 120 และ 210 คู่เบส
- ในข้าวป่าที่มีปริมาณอมิโลสสูง เมื่อทำ RT-PCR เกิดแถบ 2 แถบ ขนาด 210 และ 300 คู่เบส

4.2 ผลจากการวิเคราะห์ DNA sequences

- KDML105 120 bp: ลำดับเบสของปลายด้าน 3' ของ exon 1 ขาดหายไปจำนวน 77 bp ไม่พบลำดับเบสส่วนที่เป็น intron 1 ติดอยู่ส่วนปลาย 3' ของ exon 1 และลำดับเบสของ exon 2 เริ่มต้นตามปกติคือ TGCAGAGT...
- KDML105 210 bp: ลำดับเบสเกือบทั้งหมดของ exon 1 แต่เบสตำแหน่งสุดท้ายคือ G ขาดหายไป ไม่พบลำดับเบสส่วนที่เป็น intron 1 และเบสจำนวน 5 เบส คือ TGCAG บริเวณปลาย 5' ขาดหายไป
- *O. nivara* 210 bp: exon 1 ครบสมบูรณ์ ไม่มีเบสส่วนที่เป็น intron 1 ติดอยู่ แต่พบว่าเบสจำนวน 5 เบส (TGCAG) ที่ปลาย 5' ของ exon 2 ขาดหายไป
- *O. nivara* 300 bp: เป็น GBSS mRNA แบบสมบูรณ์

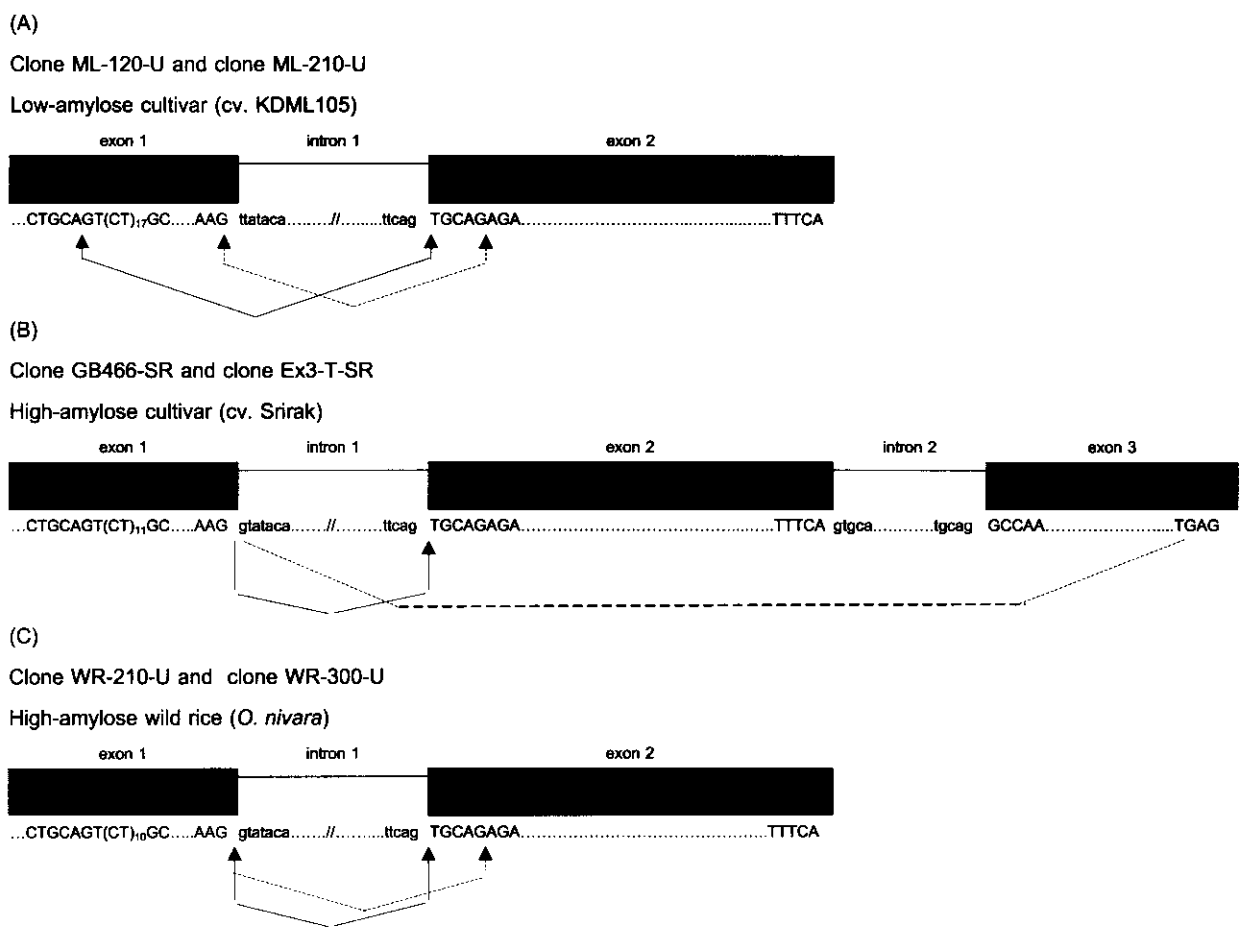
4.3 ผลจากการทำ RT-PCR โดยใช้ไพรเมอร์ GBSS484 กับ GBSSEXON3 และวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ (cDNA clone no. 2 (Ex 3-T-SR))

- ในข้าวพันธุ์ศรีรักษ์ (ข้าวที่มีปริมาณอมิโลสสูง) เมื่อทำ RT-PCR เกิดแถบ 1 แถบ มีขนาดประมาณ 210 คู่เบส

- ผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์พบว่า มี DNA sequence ของ exon ครบ แต่นิวคลีโอไทด์ของ exon 2 ขาดหายไปทั้งหมด และมีลำดับนิวคลีโอไทด์ของ exon 3 เริ่มจากปลาย 5' จนถึงลำดับนิวคลีโอไทด์ที่เป็นบริเวณให้ไพรเมอร์จับ

4.4 ผลจากทำ RT-PCR โดยใช้ไพรเมอร์ GBSS 484 และ GBSS466 และการวิเคราะห์ DNA sequences ในข้าวพันธุ์ศรีรักษ์

- ในข้าวพันธุ์ศรีรักษ์ พบว่า DNA sequence ทั้งหมดที่วิเคราะห์เป็นบริเวณ exon 1 (เริ่มจากส่วนที่เป็นไพรเมอร์ GBSS484) ครบถ้วนสมบูรณ์ต่อด้วยนิวคลีโอไทด์ส่วนที่เป็น exon 2 ที่เริ่มต้นด้วยเบสเริ่มต้นของ exon 2 คือเบส T และตามด้วยเบสอื่นๆ ที่เป็นส่วนของดีเอ็นเอส่วนนี้จนกระทั่งถึงบริเวณที่ให้ไพรเมอร์ GBSS466 เข้าจับ (cDNA clone no. 10(3)(GBSS466-SR))



ภาพที่ 3. ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ cDNA บริเวณที่มีการตัดต่ออาร์เอ็นเอของยีนแวคซี
A = ข้าวกลุ่มอมิโลสต่ำ (พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105), B = ข้าวกลุ่มอมิโลสสูง (พันธุ์ศรีรักษ์) และ C = ข้าวป่า *Oryza nivara* ที่อยู่ในกลุ่มอมิโลสสูง

การทำ RT-PCR โดยใช้ตัวอย่าง mRNA ของข้าวที่ใช้ศึกษาประสบความสำเร็จ 6 ครั้ง และศึกษาลำดับ cDNA ของยีนแวคซีจำนวน 6 โคลนดังกล่าวเป็นข้าวที่มีปริมาณอมิโลสต่ำ 2 โคลน และข้าวที่มีอมิโลสสูง 4 โคลน พบว่ามีการตัดต่อ 6 แบบ (6 splicing patterns) ข้าวอมิโลสต่ำ มี splice donor site จำนวน 2 แบบ คือ CA/GT ของโคลน KDML105-120-U CA/GT (อยู่ใน exon 1) และ AA/GG ของโคลน KDML105-210-U (อยู่ที่รอยต่อระหว่างปลาย exon 1 - intron 1) และมี splice acceptor site จำนวน 2 แบบ คือ AG/TG (แบบปกติ) และ AG/AG (แบบแฝง หรือ cryptic site) ทั้งสองโคลนถือว่าเป็น GBSS mRNA แบบผิดปกติ

ในข้าวที่มีปริมาณอมิโลสสูง พบว่ามีการตัดต่อ mRNA ในตัวอย่างข้าวที่ศึกษาจำนวน 4 แบบ โดยมี splice donor site เพียงแบบเดียวคือ AG/GT ซึ่งเป็นแบบปกติ ขณะที่พบว่า splice acceptor site มีจำนวน 2 แบบ คือ แบบปกติ AG/TG และ AG/AG เป็นแบบแฝง ข้อค้นพบที่แตกต่างระหว่างข้าวกลุ่มอมิโลสต่ำและสูง คือ ในข้าวกลุ่มแรกไม่พบ GBSS mRNA แบบปกติเลย ในขณะที่ข้าวกลุ่มอมิโลสสูงพบทั้ง GBSS mRNA แบบปกติและแบบผิดปกติ

จากผลการศึกษานี้จะพบว่ารูปแบบของ GBSS mRNA ที่พบมีความหลากหลาย แสดงให้เห็นว่าในกระบวนการ RNA splicing นั้น บริเวณ intron 1 จะมี 5′ acceptor site ที่หลากหลาย หรือมีแบบแฝง (cryptic acceptor site) ทำให้เกิด GBSS mRNA ที่มี splicing pattern ที่แตกต่างกันระหว่าง GBSS mRNA แต่ที่น่าสังเกตคือ ในข้าวอมิโลสต่ำคือ KDML105 ใน GBSS mRNA ไม่พบว่ามีส่วนใดส่วนหนึ่งของ intron 1 ติดอยู่ ข้อค้นพบนี้แตกต่างไปจากผลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ที่มีรายงานเอาไว้ (Cai et al., 1998)

การศึกษานี้มีข้อค้นพบในการตัดต่ออาร์เอ็นเอของยีน waxy ในข้าวกลุ่มอมิโลสต่ำใช้พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และในข้าวกลุ่มอมิโลสสูงใช้ข้าวป่า *Oryza nivara* และข้าวพันธุ์ศรีรักษ์ คือ ดีเอ็นเอของยีนนี้ บริเวณที่ถูกถอดรหัสแต่ไม่ถูกแปลรหัส หรือ 5′UTR คือ exon 1 ที่เกิดมิวเทชันของนิวคลีโอไทด์ G เป็น T ที่ตำแหน่ง splice donor site ของ intron 1 ทำให้มี splice donor site ที่แฝง (cryptic) อยู่ด้าน 3′ ของ exon1 และมี splice acceptor site ที่แฝงอยู่ใน exon 2 และ exon 3 และถูกใช้งานแทนทำให้นิวคลีโอไทด์ด้าน 3′ ของ exon 1 ขาดหายไป รวมทั้งนิวคลีโอไทด์ด้าน 5′ ของ exon 2 ที่ขาดหายไป ซึ่งการตัดต่ออาร์เอ็นเอของยีน waxy ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่ามีการตัดต่อที่เป็นแบบไม่ปกติทั้งหมด (มีการขาดหายไปของนิวคลีโอไทด์) ขณะเดียวกันในข้าวกลุ่มอมิโลสสูงพบได้ทั้งที่เป็นแบบปกติ (นิวคลีโอไทด์ครบ) และแบบไม่ปกติเช่นเดียวกันกับข้าวกลุ่มอมิโลสต่ำ และการเป็นข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้านั้นมีหลักฐานทางพันธุกรรมที่ใช้อธิบายได้จากการแสดงออกของยีน waxy ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Isshiki et al. (1998) ได้รายงานว่า ข้าวที่มีปริมาณอมิโลสสูง คือ ข้าวที่มีอัลลีล Wx^a (ระบุโดยความเข้มของโปรตีนแวคซี จากการใช้เทคนิค SDS-PAGE) จะมีเบสเริ่มต้นของ intron 1 เป็น G ทุกพันธุ์ (Labelle, Bluebonnet 50, TKM 1, IR 58, IR 57311) ส่วนข้าวที่มีปริมาณอมิโลสต่ำ (Minuhikari, Notohikari, Toride 1, Kinmaze) คือข้าวที่มีอัลลีล Wx^b (โปรตีนแวคซีมีน้อยกว่าอัลลีล Wx^a) จะมีเบสเริ่มต้นของ intron 1 เป็น T การเปลี่ยนแปลงเบส G ไปเป็น T ส่งผลทำให้กระบวนการตัดต่ออาร์เอ็นเอจนกระทั่งได้ Wx^b ทรานสคริปส์ เป็นอย่างไรนั้น พบว่า Wx^b ทรานสคริปส์ มี 2 แบบ คือ แบบที่สามารถทำงานได้และแบบที่ทำงานไม่ได้ Wx^b ทรานสคริปส์ ที่สามารถทำงานได้นั้นจะมีจุดตัดที่บริเวณ exon 1 ตรงตำแหน่งที่ 2 ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่าง exon 1 - intron 1 ซึ่งตัดได้ 2 แบบ คือ (ตรงตำแหน่งดาว * และ **)

... ATCTGCAA*G**T tatacatata ...

5′ -Exon- 3′ 5′ -Intron- 3′

การวิเคราะห์ cDNA จำนวน 12 ชิ้นโดยไม่เกี่ยวข้องกัน พบว่า ได้ตำแหน่งละ 3 ชิ้น Wx^b ทรานส์คริปส์เหล่านี้มีประมาณ 17.5% เมื่อเทียบกับ Wx^a ทรานส์คริปส์ ในข้าวที่มีอัลลีล Wx^a

ส่วน Wx^b ทรานส์คริปส์ ที่ไม่สามารถทำงานได้นั้น การตัดต่ออาร์เอ็นเอเกิดขึ้นที่ exon 1 แต่ตัดตรงตำแหน่ง +46-+47 (A*G) เมื่อนับเบส +1 เป็นเบสเริ่มต้นของ exon 1 ทำให้ผลการตัดจะมีเบสส่วนที่เป็น exon 1 และ intron 1 ติดอยู่ เรียก Wx^b ทรานส์คริปส์ แบบนี้ว่า unspliced Wx^b transcripts

ต่อมาได้มีการรายงานถึงผลการศึกษาการแสดงออกของยีนแวคซีในระดับโปรตีนและระดับ mRNA ในข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเพื่ออธิบายถึงกลไกการแสดงออกที่ทำให้ข้าวเจ้าพันธุ์ที่มีอมิโลสต่ำมีปริมาณอมิโลสสะสมในเมล็ดน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่มีการแสดงออกของยีนนี้ได้มาก ซึ่งทำให้ข้าวพันธุ์นั้นๆ มีการสะสมอมิโลสได้มาก และกลไกการแสดงออกของยีนนี้ในข้าวเหนียว ผลงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการโดย Isshiki et al. (2001) และรายงานว่าในข้าวเจ้าพันธุ์ Kinmaze มีอัลลีล Wx^b, ข้าวเจ้า Kinmaze กลายพันธุ์เป็นข้าวเหนียว และข้าวเหนียวจาปอนิกาพันธุ์ Mussshimochi มีปริมาณของ GBSS mRNA แบบสมบูรณ์ (ไม่มีดีเอ็นเอส่วน intron 1 ติดอยู่) และ GBSS mRNA แบบไม่สมบูรณ์ (unspliced GBSS mRNA มีดีเอ็นเอส่วน intron 1 ติดอยู่) เช่นเดียวกันกับที่เคยมีรายงานในทำนองนี้ แต่ผลงานที่น่าสนใจคือ ทีมวิจัยทีมนี้พบว่า GBSS mRNA แบบสมบูรณ์พบในข้าวทั้งสามชนิดนี้ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน

คือ GBSS mRNA แบบสมบูรณ์ในข้าวเจ้ากลายพันธุ์ และข้าวเหนียว พบในปริมาณเพียง 20% ของปริมาณที่พบในข้าวเจ้า Kinmaze ส่วน GBSS mRNA ที่ไม่สมบูรณ์มีปริมาณไม่แตกต่างกันในข้าวทั้งสามชนิด แต่ที่น่าสนใจคือ ครึ่งชีวิต (half-life) ของ GBSS mRNA แบบสมบูรณ์ในข้าวเจ้ากลายพันธุ์และข้าวเหนียว เท่ากับ 5.3 นาที ในขณะที่ GBSS mRNA แบบสมบูรณ์ของข้าวเจ้ามีครึ่งชีวิตเท่ากับ 17.5 นาที จากผลการตรวจสอบสาเหตุดังกล่าวของนักวิจัยทีมนี้พบว่า มีกลไกธรรมชาติที่เรียกว่า **"Nonsense-mediated decay"** หรือ NMD เกิดขึ้นกับ GBSS mRNA แบบสมบูรณ์ของข้าวเจ้ากลายพันธุ์และข้าวเหนียว

ต่อมามีรายงานว่าข้าวเหนียวที่จัดอยู่ในกลุ่มจาปอนิกาและอินดิกา มีดีเอ็นเอขนาด 23 คู่เบสสอดแทรกอยู่บริเวณ exon 2 ของยีน waxy ส่งผลทำให้เกิดการแปลรหัสไม่ตลอดสายดีเอ็นเอเนื่องจากเกิด "termination codon" (TGA) ขึ้นภายใน exon 2 ซึ่งสันนิษฐานว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีนนี้ในข้าวเหนียวที่ส่งผลให้ปริมาณอมิโลสในเอ็นโดสเปิร์มของข้าวเหนียวมีน้อยหรือแทบไม่มีเลย (Wanchana et al., 2003)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยีน waxy ในข้าวได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ BRT ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติมาอย่างต่อเนื่อง จนทำให้ได้องค์ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับยีนนี้ในเชื้อพันธุ์ของข้าวไทยทั้งที่เป็นข้าวป่าและข้าวปลูก ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

ชิน อยู่ดี. 2531. ข้าว: จากหลักฐานโบราณคดีในไทย. ใน: สุจิตต์ วงษ์เทศ (บรรณาธิการ), ข้าวไพร่ข้าวเจ้าของชาวสยาม. เรือนแก้วการพิมพ์ กรุงเทพฯ. หน้า 39-44.

Bergman, C.J., J.T. Delgado, A.M. McClung and R.G. Fjellstrom. 2001. An improved method for using a microsatellite in the rice waxy gene to determine amylase class. *Cereal Chem.* 78: 257-260.

Bao, J.S., H. Corke and M. Sun. 2002. Microsatellite in starch-synthesizing genes in relation to starch physiochemical properties in waxy rice (*Oryza sativa* L.). *Theor. Appl. Genet.* 105: 898-905.

Bligh, H.F.J., P.D. Larkin, P.S. Roach, C.A. Jones, H. Fu and P.D. Park. 1998. Use of alternate splice sites in granule-bound starch synthase mRNA from low-amylose rice varieties. *Plant Mol. Biol.* 38: 407-415.

Cai, X.L., Z.Y. Wang, Y.Y. Xing, J.L. Zhang and M.M. Hong. 1998. Aberrant splicing of intron 1 leads to the heterogeneous 5' UTR and decreased expression of waxy gene in rice cultivars of intermediate amylose content. *Plant J.* 14: 459-65.

Chang, T.T. 1976. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rice. *Euphytica* 25: 425-441.

Chen, W.B., Y.I. Sato, I. Nakamura and H. Nakai. 1994. *Indica-japonica* differentiation in Chinese rice landraces. *Euphytica* 74: 195-201.

Cheng, C., R. Motohashi, S. Tsuchimoto, Y. Fukuta, H. Ohtsubo and E. Ohtsubo. 2003. Polyphyletic origin of cultivated rice: based on the interspersion pattern of SINEs. *Mol. Biol. Evol.* 20: 67-75.

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.

Isshiki, M., Y. Yamamoto, H. Satoh and K. Shimamoto. 2001. Nonsense-mediate decay of mutant *waxy* mRNA in rice. *Plant Physiology* 125: 1388-1395.

Kanno, A., N. Watanabe, I. Nakamura and A. Hirai. 1993. Variations in chloroplast DNA from rice (*Oryza sativa*): differences between deletions mediated by short direct-repeat sequences within a single species. *Theor. Appl. Genet.* 86: 579-584.

Khush, G.S. 1997. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Mol. Biol.* 35: 25-34.

Morishima, H., Y. Sano and H.I. Oka. 1992. Evolutionary studies in cultivated rice and its wild relatives. *Oxford Surveys in Evolutionary Biology* 8: 135-184.

Olsen, K.M. and M.D. Purugganan. 2002. Molecular evidence on the origin and evolution of glutinous rice. *Genetics* 162: 941-950.

Prathepha, P. 2003a. Characterization of waxy microsatellite classes that are closely linked to the rice waxy gene and amylose content inThai rice germplasm. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 25: 1-8.

Prathepha, P. 2003b. Distribution of p-SINE1-r2 at the Wx locus in cultivated and wild rice in Thailand. *International Rice Research Notes* 28: 26-27.

Sano, Y., H. Morishima and H.I. Oka. 1980. Intermediate perennial-annual populations of *Oryza perennis* found in Thailand and their evolutionary significance. *Bot. Mag. (Tokyo)* 93: 291-305.

Sano, Y. 1984. Differential regulation of waxy gene expression in rice endosperm. *Theor. Appl. Genet.* 68: 467-73

Schliesinger, J. 2000. Ethnic Groups of Thailand: Non-Tai-Speaking Peoples. White Lotus, Bangkok, Thailand.

Somrith, B. 1992. Rice: number one export crop, in the 1992 technical report of the Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, pp. 11-30.

Sun, C., X. Wang and Z. Li. 2004. From *indica* and *japonica* spliting in common wild rice DNA to the origin and evolution of Asian cultivated rice. (http://www.carleton.ca/~bgordon/Rice/papers/SUN98.htm

Wanchana, S., T. Toojinda, S. Tragoonrung and A. Vanavichit. 2003. Duplicated coding sequence in the waxy allele of tropical glutinous rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Science* 165: 1193-1199.

Yamanaka, S., R. Ishikawa, Y. Fukuta, I. Nakamura, T. Sato and Y.I. Sato. 2001. Evaluation of upland rice genetic resources in northern Laos. *Rice Genetic Newsletter* 18: 9-10.

การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพื่อการท่องเที่ยวเชิงพัฒนา : กรณีศูนย์ศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

สงกรานต์ ศรีจันทร์

สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

Abstract: **Resource Environment Management for Developmental Tourism: A Case Study of Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Under the Royal Initiative Project**

Songkran Srichan

Man and Environment Management, Graduate School, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200

This study, namely, "Resource and Environmental Management for Tourism Development: A Case Study of Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Under the Royal Initiative Project" aimed at: (1) studying the context of the center; (2) studying the potential of resources management as a developmental tourism source; (3) finding out guidelines and measures to develop the center as a tourism development source and (4) analyzing and recommending guidelines for conservation of biodiversity of the center as a tourism development source.

Data were collected through various means, such as surveying, interviewing, using questionaires and focus group discussions. Descriptive statistic techniques, namely, frequency and percentage distributions, and SWOT analysis were employed in addition to a content analysis in the data analysis.

The findings were as follows:

1) The center was originally founded at the site for the purposes of agricultural research, demonstration, and study suitable for the geographical area. It was intended to provide opportunities for local people and the public to learn and apply what they had acquired in their daily life. It was not originally designed for tourism purposes; 2) What appears in the center, especially physical aspects, basic facilities and utilities, biodiversity and activities, seemed to enable the development of the center as a potential tourism site. However, a lack of personnel, financial support, and of some facilities limited its use for tourism purposes; 3) The center might be developed as a tourism site for exchanges of experiences and learning among the public, not the place for economic or business profit making; 4) Biodiversity within the center as the result of the center's management was found to be a charming factor among other tourism attractions.

Moreover, there are some significant strengths and weaknesses found from the SWOT analysis, as far as tourism development in the center in concerned. Among them are: biodiversity, natural beauty and activities. On the other hand, some weaknesses such as limitations of some sorts of facilitites and of tourism management were found.

Key words: Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, SWOT analysis

บทนำ

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ ถูกจัดตั้งขึ้นตามแนวพระราชดำริของพระบาสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเพื่อให้เป็นสถานที่สำหรับทำการศึกษาค้นคว้า ทดลอง วิจัย และพื้นที่สาธิตกิจกรรมการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพภูมิศาสตร์และสังคมของท้องถิ่น เมื่อการค้นคว้าวิจัยและทดลองประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์แล้ว จักได้ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ให้แก่ประชาชน เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตประจำวัน การดำเนินการตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2525 เป็นต้นมา ศูนย์ฯ มีกิจกรรมที่ค้นคว้าทดลองจนประสบความสำเร็จแล้วจำนวนมากมายหลายกิจกรรม

ความสำเร็จดังกล่าว ทำให้มีผู้สนใจเข้าไปศึกษาดูงานเป็นจำนวนมาก พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเล็งเห็นว่า อยากให้ผู้เข้าไปเที่ยวชมได้เกิดการเรียนรู้และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์แทนการเข้าไปเที่ยวชมเพื่อความบันเทิงเพียงอย่างเดียวเหมือนการท่องเที่ยวโดยทั่วไป พระองค์จึงทรงมีพระราชปรารภว่า อยากให้ศูนย์ฯ เป็นพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติที่มีชีวิตและสถานที่ท่องเที่ยวเชิงพัฒนา ที่สามารถส่งเสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงพัฒนาแทนการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวทั่วไป (Mass tourism)

จากการทบทวนไม่พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวเชิงพัฒนาโดยตรง แต่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้อยู่ 3 ลักษณะคือ (1) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้โดยตรง ซึ่งเป็นการศึกษาเรื่อง "ทัศนคติของเกษตรกรหมู่บ้านบริเวณรอบศูนย์ฯ ต่อการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ" โดย ศักดิ์ชาย (2541) และการศึกษาเรื่อง "การประเมินผลการดำเนินงานของหมู่บ้านโดยรอบศูนย์ฯ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ" โดย ศันสนีย์ (2538) และ นงเยาว์ (2544) ซึ่งศึกษา "ความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องเรื่องศักยภาพของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร" (2) งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวและการท่องเที่ยว ซึ่งพบว่ามีงานของประกอบศิริ (2545) ศึกษาเรื่อง "ศักยภาพการจัดการการท่องเที่ยวเชิงพัฒนาของชุมชนริมกว๊านพะเยา" และงานของบุญทา (2544) ศึกษาเรื่อง "แผนการตลาดการท่องเที่ยวบ้านควายไทย" และ (3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ซึ่งพบว่ามีงานที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ 3 ชิ้น คือ งานของสมโภชน์ (2543) ศึกษาเรื่อง "นิเวศวิทยาการจัดการทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่น" งานวิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2540) ซึ่งได้ศึกษาหลักการและแนวคิดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ และงานของจิตศักดิ์ และคณะ (2540) ซึ่งได้ศึกษาและรวบรวมแนวคิดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศว่าควรมีองค์ประกอบสำคัญอะไรบ้าง

การศึกษาเรื่อง "การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพื่อการท่องเที่ยวเชิงพัฒนา" เป็นการศึกษาศักยภาพและความพร้อมของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ เพื่อส่งเสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงพัฒนา

วิธีการ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 การศึกษานี้กำหนดประชากรไว้ 4 กลุ่ม ดังนี้

1) บุคลากรของศูนย์ฯ ระดับผู้บริหาร หัวหน้าหน่วยงาน/หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่ และลูกจ้าง รวมจำนวน 550 คน

2) นักท่องเที่ยวชาวไทยทั้งชายและหญิง ผู้เข้าไปเที่ยว/เยี่ยมชมศูนย์ฯ (ประมาณจากสมุดผู้เข้าเยี่ยมชมศูนย์ฯ 2 เดือนๆ ละประมาณ 800 คน) รวมจำนวนประมาณ 1,600 คน

3) นักวิชาการ คณาจารย์ และ/หรือ ภูมิปัญญาท้องถิ่น รวมจำนวน 10 คน

4) ชุมชน/หมู่บ้านที่ตั้งถิ่นฐานโดยรอบบริเวณศูนย์ฯ 10 ชุมชน การศึกษานี้กำหนดศึกษาจากผู้นำชุมชน/องค์กรซึ่งอาจเป็นกำนัน ผู้ใหญ่บ้าน สมาชิกสภาองค์การบริหารส่วนตำบลหรือประธานบริหาร อบต. เป็นต้น

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กรอบการสุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาวิจัยได้กำหนดให้มีการสุ่มตัวอย่างและเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1) บุคลากรของศูนย์ฯ ซึ่งประกอบด้วยระดับผู้บริหาร หัวหน้าหน่วยงาน/หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่และลูกจ้าง ซึ่งมีทั้งสิ้นประมาณ 550 คน การศึกษานี้ได้สุ่มจำนวน 30 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling technique)

2) นักท่องเที่ยวชาวไทยทั้งชายและหญิง จำนวน 231 คน กำหนดขนาดตัวอย่างตามโอกาสทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 จากตารางของ Krejcie and Morgan (1970 อ้างโดยต่าย, 2543) ได้ใช้

วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (accidental sampling technique) ในการกำหนดเวลา 2 เดือน โดยแยกเป็นวันราชการ (จันทร์-ศุกร์) จำนวน 200 คน (เดือนละ 100 คน) และวันหยุดสุดสัปดาห์ (เสาร์-อาทิตย์) จำนวน 31 คน (เดือนละ 16 และ 15 คน ตามลำดับ)

3) นักวิชาการ/คณาจารย์ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 คน โดยใช้วิธีการกำหนดเลือกนักวิชาการ คณาจารย์จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และมหาวิทยาลัยแม่โจ้

4) ชุมชน/หมู่บ้านผู้ให้ข้อมูลหลัก ผู้ศึกษาวิจัยได้สุ่มตัวอย่างชุมชน/หมู่บ้านโดยรอบบริเวณศูนย์ฯ จำนวน 3 ชุมชน/หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 1 บ้านตลาดขี้เหล็ก หมู่ที่ 2 บ้านป่าไผ่ และหมู่ที่ 10 บ้านห้วยบ่อทอง จากนั้นได้ขอความร่วมมือจาก อบต. นัดหมายผู้นำชุมชนจำนวน 10 คนเพื่อทำการสัมมนากลุ่มเฉพาะ (focus group discussion)

2. ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการศึกษานี้มีอยู่ 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ หมายถึง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นศึกษาและเก็บรวบรวมได้จากแหล่งปฐมภูมิ ซึ่งหมายถึง บุคคล สิ่งของ สิ่งพิมพ์ หรือสถานที่ศึกษาโดยตรง เช่น ข้อมูลบริบทของพื้นที่ สิ่งอำนวยความสะดวก และการบริหารจัดการด้านการท่องเที่ยว ข้อมูลเหล่านี้เก็บรวบรวมได้จากบุคลากรของศูนย์ฯ การสำรวจ และการสังเกตโดยตรงในพื้นที่ศึกษา

2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ หมายถึง ข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับการศึกษา แต่ไม่สามารถเก็บได้โดยตรงจากบุคคลหรือจากพื้นที่จริง เช่น ความเป็นมาของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ ข้อมูลสถิติตัวเลข ตลอดจนแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลเหล่านี้เก็บรวบรวมได้จากการทบทวนเอกสารรายงานผลการศึกษาวิจัย และอาจรวมไปถึงการสัมภาษณ์ ภูมิปัญญา หรือผู้ทรงคุณวุฒิในท้องถิ่น

3. เครื่องมือ/วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่จำเป็นจากหลายแหล่ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุม สามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อตอบประเด็นปัญหาการวิจัยได้อย่างครบถ้วน เครื่องมือที่สำคัญประกอบด้วย

3.1 แบบสอบถาม ซึ่งใช้รวบรวมข้อมูลการบริหารจัดการ การบริการสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานต่างๆ ตลอดจนศักยภาพ และปัญหา/อุปสรรคที่มีต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวภายในศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้

3.2 ประเด็นการสัมภาษณ์การสนทนากลุ่มเฉพาะและร่วมประชุมสัมมนา

3.3 ประเด็นการสำรวจและการสังเกต เครื่องมือ 2 ประเภทนี้ได้ใช้ในการรวบรวมข้อมูลบริบท และศักยภาพการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศูนย์ฯ เป็นสำคัญ

3.4 ประเด็นการวิเคราะห์เพื่อทบทวนเอกสาร ผู้ศึกษาได้ใช้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล หลักการแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อค้นพบจากการศึกษาวิจัยในลักษณะเดียวกันกับการศึกษานี้ เพื่อประโยชน์ในการอภิปรายผล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้มิได้มุ่งเน้นที่การเปรียบเทียบความแตกต่างและ/หรือความเกี่ยวพันระหว่างตัวแปร จึงมิได้มีการตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ด้วยเหตุนี้การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จึงใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยวิธีการเชิงพรรณนา (descriptive techniques) มากกว่าการใช้วิธีการทางสถิติอ้างอิง (inferential statistics) เพื่อให้เห็นภาพและเข้าใจง่ายขึ้น การวิเคราะห์สำหรับการศึกษานี้จะแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ด้วยวิธีการเชิงพรรณนา วิธีการนี้ได้ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ลักษณะส่วนบุคคลของผู้ให้ข้อมูล
2) บริบทของพื้นที่
3) ศักยภาพการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

สำหรับวิธีการทางสถิติที่ใช้นอกเหนือจากการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) และพรรณนาเป็นสำคัญแล้ว การแจกแจงความถี่และร้อยละ (frequency & percentage distributions) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) รวมทั้งการวิเคราะห์ตารางไขว้ (crosstab analysis) ได้ถูกนำมาใช้ด้วยเช่นเดียวกัน

โดยข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยว คะแนนความพึงพอใจ คะแนนความหลากหลายทางชีวภาพ คะแนนสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข และคะแนนประสบการณ์และการเรียนรู้ ใช้การวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนตัวแปรอื่นๆ ที่เหลือทั้งหมดใช้การวิเคราะห์ด้วยการแจกแจงความถี่และการกระจายร้อยละ

4.2 การวิเคราะห์จุดแข็ง-จุดอ่อน (SWOT analysis) วิธีการนี้ได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวกับจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคของศูนย์ฯ ที่อาจมีผลต่อการส่งเสริมและพัฒนา เพื่อนำไปสู่แนวทางและมาตรการในการพัฒนาด้านการท่องเที่ยวต่อไป

4.3 การวิเคราะห์ปัจจัยเกื้อหนุน การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบศักยภาพใน 2 แนวทางคือ การวิเคราะห์บริบทและเนื้อหาจากข้อมูลที่ได้ในการสำรวจภาคสนาม และการวิเคราะห์ศักยภาพการพัฒนาด้วยการเทียบค่าที่ได้จากการประเมินของผู้เข้าไปเที่ยว/เยี่ยมชมด้วยแบบประเมิน (rating scale) ซึ่งเก็บรวบรวมโดยอาศัยแบบสอบถามเป็นเครื่องมือ

ผลการวิจัย

1. บริบทของศูนย์ศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ด้วยพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ทรงมีพระราชประสงค์จะให้มีสถานที่เพื่อการศึกษาค้นคว้า ทดลอง วิจัย และสาธิตด้านการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพภูมิศาสตร์และสภาพภูมิสังคมของแต่ละภูมิภาคของประเทศ ตลอดจนเผยแพร่ผลการศึกษาที่ประสบความสำเร็จให้แก่ราษฎรเพื่อสามารถนำไปปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ต่อมาได้มีการจัดตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนาดังกล่าวขึ้น 6 แห่ง กระจายอยู่ตามภาคต่างๆ ของประเทศ กรณีของภาคเหนือพระองค์ทรงเลือกพื้นที่ต้นน้ำห้วยฮ่องไคร้ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 8,500 ไร่ ซึ่งส่วนใหญ่เคยเป็นป่าเต็งรังมาก่อน เป็นศูนย์กลางในการค้นคว้า ทดลอง และเผยแพร่ผลการศึกษาให้แก่ส่วนราชการและเกษตรกรทั่วไป โดยมีการจัดตั้งอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2525 วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการจัดตั้งศูนย์ฯ ประกอบด้วย

1) เพื่อศึกษาการพัฒนาแหล่งน้ำ
2) เพื่อศึกษาการพัฒนาเกี่ยวกับพัฒนาป่าไม้ 3 อย่าง 3 วิธี
3) เพื่อศึกษาการพัฒนาด้านปศุสัตว์และโคนม
4) เพื่อศึกษาการพัฒนาด้านประมง
5) เพื่อศึกษาการพัฒนาด้านการเกษตรกรรม
6) เพื่อศึกษาการพัฒนาด้านเกษตรอุตสาหกรรม

หลังจากศูนย์ฯ ถูกจัดตั้งและดำเนินการมาแล้ว 20 ปี ได้มีการดำเนินการศึกษา ทดลอง และวิจัยตามแนวพระราชดำริจำนวนมากมายหลายโครงการ สำหรับโครงการหรืองานวิจัยที่ไม่ประสบผลสำเร็จอันเนื่องมาจากปัจจัยจำกัดต่างๆ ซึ่งไม่เหมาะต่อการขยายผลนั้น ทางศูนย์ฯ ได้เก็บรวบรวมไว้เป็นตัวอย่างและ/หรือบทเรียน กรณีของโครงการงานวิจัยที่ประสบผลสำเร็จ เช่น ด้านแหล่งน้ำ การก่อสร้างอ่างน้ำและฝายต้นน้ำลำธาร ด้านดิน การใช้หญ้าแฝกเป็นแถบพืชอนุรักษ์สำหรับพื้นที่เกษตรบนที่ดอนภาคเหนือ ด้านพืชพันธุ์ไม้ ป่าไม้ และสัตว์ป่า ในการพัฒนาป่าไม้ 3 อย่าง 3 วิธี ด้านอนุรักษ์และพัฒนาอาชีพเลี้ยงกบ มีการพัฒนารูปแบบวิธีการเลี้ยงกบนาและกบบลูฟร็อคให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และบ่อเลี้ยงแบบต่างๆ ด้านการตลาด มีการจัดกลุ่มเกษตรกรและการแปรรูปผลผลิต เป็นต้น การขยายผลการศึกษา ทดลอง วิจัยของศูนย์ฯ ไปสู่เกษตรกรและประชาชนทั่วไปในลักษณะการสาธิตและส่งเสริมเผยแพร่เริ่มเมื่อประมาณปี 2535 เป็นต้นมา ซึ่งผลของการศึกษา ทดลอง วิจัยที่ได้ผลแล้วสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นวิธีการง่ายๆ และประหยัด ราษฎรมีอาชีพ สามารถพึ่งตนเองได้ พร้อมทั้งยกระดับรายได้และคุณภาพชีวิต

แนวทางในการดำเนินการแต่ละกิจกรรมของศูนย์ฯ สามารถกล่าวโดยสรุป ได้ดังนี้

1) วิจัยและศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบที่เหมาะสมของฝายต้นน้ำ (check dam) ในด้านความคงทนและความสามารถในการกักเก็บน้ำ

2) ดำเนินการศึกษาและพัฒนาด้านรูปแบบในการพัฒนาป่าไม้ของแต่ละท้องถิ่น

3) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ภายใต้ระบบการจัดการดินที่ต่างกัน

4) ศึกษาระบบนิเวศ ดำเนินการเพื่อให้คงไว้ซึ่งการอยู่ร่วมกันอย่างดีระหว่างสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในทุกรูปแบบของการพัฒนาทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ

5) ดำเนินการทดสอบหาพันธุ์พืชที่เหมาะสมกับท้องถิ่น

6) ศึกษาและพัฒนาเกษตรกรรมแบบประณีตในลักษณะของการศึกษาและสาธิต เพื่อให้เกิดแนวคิดแก่เกษตรกรและประชาชนทั่วไป

7) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการฟาร์มโคนม การจัดการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และพืชอาหารสัตว์ในสภาพป่าพื้นที่ต้นน้ำ

8) พัฒนาและบริหารการประมงในอ่างเก็บน้ำ

9) การอนุรักษ์พัฒนาพันธุ์กบ ดำเนินการศึกษาศักยภาพของสัตว์มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำในส่วนของการพัฒนาอาชีพ และผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

10) ดำเนินการพัฒนาอาชีพราษฎรบริเวณพื้นที่ชุมชนหรือหมู่บ้านรอบบริเวณศูนย์ฯ และพื้นที่ใกล้เคียง

กรณีของความหลากหลายทางชีวภาพของศูนย์ฯ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสภาพของป่าไปในทางที่ดีขึ้น การเจริญเติบโตของต้นไม้และกล้าไม้ดีขึ้น ในส่วนของจำนวนชนิดของพันธุ์ไม้พบว่ามีเพิ่มมากขึ้นกว่าแต่ก่อน ผลการสำรวจของฝ่ายศึกษาและพัฒนาป่าไม้ เมื่อปี พ.ศ. 2540 พบว่ามีพันธุ์ไม้เพิ่มขึ้นถึงกว่า 90 ชนิด ในส่วนของความหลากหลายของพันธุ์สัตว์ก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนกพันธุ์ต่างๆ จากการศึกษาโดยเจ้าหน้าที่ของศูนย์ฯ ระหว่าง พ.ศ. 2532 - พ.ศ. 2533 พบว่ามีนกทั้งหมด 118 ชนิด จำแนกเป็นนกประจำถิ่นที่พบเห็นได้ง่าย 87 ชนิด และนกย้ายถิ่นอีก 31 ชนิด การสำรวจเมื่อ พ.ศ. 2540 - พ.ศ. 2543 พบว่าจำนวนชนิดของพันธุ์นกเพิ่มเป็น 128 ชนิด ทั้งนี้รวมไปถึงการพบสัตว์ชนิดอื่น เช่น ไก่ป่า เก้ง กระต่าย และหมูป่า เพิ่มขึ้นด้วย

2. ศักยภาพการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของศูนย์ฯ เพื่อการท่องเที่ยวเชิงพัฒนา

พิจารณาจากบริบทของสถานที่ การบริหารจัดการตามเป้าประสงค์ของศูนย์ฯ ตลอดจนอุปสงค์และอุปทานด้านการท่องเที่ยวที่มีสภาพการณ์โดยทั่วไปเหมือนปัจจุบัน ต้องยอมรับว่าศูนย์ฯ สามารถพัฒนาศักยภาพการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ภายในศูนย์ฯ เพื่อการท่องเที่ยวเชิงพัฒนาได้ดีในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เห็นศักยภาพการจัดการดังกล่าวได้ดีขึ้นดังนี้

2.1 ศูนย์การถ่ายทอดประสบการณ์และการเรียนรู้

ศูนย์ฯ ได้บริหารจัดการในการถ่ายทอดประสบการณ์และการเรียนรู้ด้วยดีตลอดมา โดยมีการบรรยายสรุปในห้องประชุม เส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ ซึ่งนอกจากจะมีต้นไม้ดั้งเดิมหรือต้นไม้พันธุ์ใหม่ๆ แล้ว ยังมีแปลงสมุนไพรที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์โดยเป็นยารักษาโรคได้ การเยี่ยมชมศูนย์ฯ สาธิต และกิจกรรมต่างๆ ตลอดจนงานขยายผลสู่ประชาชนทั่วไปที่สนใจจะศึกษาและนำความรู้ดังกล่าวกลับไปปฏิบัติ เป็นต้น

ด้วยความพร้อมในด้านสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการฝึกอบรมและเรียนรู้จากประสบการณ์ รวมทั้งความพร้อมด้านบุคลากรและประสบการณ์จากการศึกษา ค้นคว้า และทดลอง ศูนย์ฯ จึงเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะถูกกำหนดให้เป็นแหล่งเรียนรู้สำคัญสำหรับผู้สนใจ ซึ่งสามารถจัดให้เป็นศูนย์การเรียนรู้ต่อเนื่องหรือศูนย์เรียนรู้ตลอดชีวิตตามแนวทางการปฏิรูปการศึกษาได้ ทั้งนี้เพราะความเป็นแหล่งวิชาการที่ไม่หยุดนิ่ง มีการศึกษาค้นคว้าให้เหมาะสมกับสถานการณ์และสภาพแวดล้อมอยู่โดยตลอด

2.2 การจัดการป่าไม้และแหล่งต้นน้ำลำธารเพื่อการศึกษา

การอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพป่าจากที่เคยแห้งแล้งให้กลับมามีความหลากหลายทั้งในประเภทของพืชและจำนวนของสัตว์มีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น กลายเป็นแหล่งต้นน้ำที่ให้ความชุ่มชื้นกับพื้นที่ศูนย์ฯ ได้อย่างดี ดังจะเห็นได้จากอ่างเก็บน้ำหลายแห่งที่มีน้ำเต็มตลอดทั้งปี อีกทั้งมีความชุ่มชื้นของบรรยากาศภายในป่าไม้ของศูนย์ฯ ผู้สนใจสามารถเยี่ยมชม รับฟังการบรรยายสรุป ตลอดจนการเที่ยวชมพื้นที่ป่าภายในและพื้นที่โดยรอบศูนย์ฯ เพื่อการศึกษา

2.3 กิจกรรมการดูนกและส่องสัตว์

ความหลากหลายของพืชที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานของศูนย์ฯ ทำให้มีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดปรากฏในพื้นที่ ซึ่งในปัจจุบันมีพันธุ์ไม้เพิ่มขึ้นกว่า 90 ชนิด มีจำนวนนกเพิ่มขึ้นเป็น 122 ชนิด และมีสัตว์ป่ากลับคืนถิ่นไม่ว่าจะเป็นนกยูงป่า เก้ง กวาง กระต่ายป่า และหมูป่า เป็นต้น ศูนย์ฯ มีความเห็นที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประเภทการดูนกและส่องสัตว์ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการท่องเที่ยวเชิงพัฒนา

2.4 การเยี่ยมชมเพื่อศึกษาวัฒนธรรมชุมชน/หมู่บ้านรอบบริเวณศูนย์ฯ

ความสำเร็จระดับหนึ่งจากการดำเนินงานของศูนย์ฯ ได้มีส่วนทำให้ชุมชน/หมู่บ้านรอบบริเวณศูนย์ฯ ได้รับประโยชน์ โดยการนำประสบการณ์และการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การเลี้ยงปลา การทำเกษตรแบบเศรษฐกิจพอเพียง การเลี้ยงกบ การเพาะเห็ด และอื่นๆ วิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นของชุมชนเหล่านี้เป็นแหล่งสำหรับการศึกษาดูงานอย่างดี เพื่อยืนยันผลงานในการดำเนินงานของศูนย์ฯ ดังที่กล่าวแล้ว

2.5 การจัดมหกรรมประจำปีของศูนย์ฯ

กิจกรรมที่สามารถส่งเสริมและสนับสนุนการท่องเที่ยวเชิงพัฒนาของศูนย์ฯ ได้อีกรูปแบบหนึ่งคือการจัดมหกรรมประจำปีของศูนย์ฯ การจัดงานนี้ควรจัดทำเป็นงานประจำทุกปี ระยะเวลา 5-7 วัน โดยมีการนำผลิตภัณฑ์ของศูนย์ฯ มาจัดแสดงและจำหน่าย จัดนิทรรศการและสัมมนาวิชาการ เปิดโอกาสให้ชุมชนโดยรอบนำสินค้าและ/หรือผลิตภัณฑ์ร่วมแสดงและจัดจำหน่าย

2.6 การจัดชุมชน/หมู่บ้าน สำหรับนักท่องเที่ยวแบบ home-stay

ศูนย์ฯ สามารถเพิ่มศักยภาพส่วนนี้ ด้วยการสร้างอาคารที่พัก (ที่เหมาะสมและไม่เป็นการทำลายสภาพแวดล้อมของศูนย์ฯ) โดยมีการบริหารจัดการเชิงการท่องเที่ยว เช่น การเก็บค่าบริการตามความเหมาะสม จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประสบการณ์ตามความสนใจแบบเบ็ดเสร็จ (package) ของแต่ละกลุ่มผู้เข้าเยี่ยมชม ดูแลสิ่งแวดล้อมให้กับศูนย์ฯ และดูแลด้านความปลอดภัยให้แก่ผู้เยี่ยมชมอย่างมีประสิทธิภาพ

2.7 การจัดค่ายวิชาการ (environment camp)

จากการศึกษานี้พบว่าผู้เยี่ยมชมกลุ่มหนึ่งซึ่งถือว่ามีขนาดใหญ่พอสมควรคือ นิสิตนักศึกษา และนักเรียน บุคคลกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เดินทางไปเป็นหมู่คณะและใช้เวลาค่อนข้างสั้นในการรับฟังบรรยายสรุปของศูนย์ฯ หากได้มีการจัดค่ายสิ่งแวดล้อม โดยการพักแรมและศึกษาแบบมีส่วนร่วมภายในศูนย์ฯ ระยะเวลา 2-3 วัน ตามกระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาจะเป็นการเปิดโอกาสให้บุคคลกลุ่มเป้าหมายนี้ซาบซึ้งและเรียนรู้ประสบการณ์จากศูนย์ฯ ได้ดีขึ้น

3. แนวทางและมาตรการในการพัฒนาศูนย์ฯ เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงพัฒนา

เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักของศูนย์ฯ มิได้อยู่ที่การท่องเที่ยว ดังนั้นการพัฒนาหรือส่งเสริมการท่องเที่ยวในพื้นที่ศูนย์ฯ ต้องไม่ขัดต่อเจตนารมย์แห่งแนวพระราชดำริ ดังนั้น แนวทางและมาตรการสำคัญในการพัฒนาศูนย์ฯ เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงพัฒนา ควรประกอบด้วย

1) ไม่ควรเน้นการบริหารจัดการเชิงธุรกิจที่หวังผลกำไร

2) ต้องคำนึงถึงความยั่งยืนของระบบนิเวศด้วยการคงสภาพหรือเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพให้กับพื้นที่ให้มากที่สุด

3) ส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรของศูนย์ฯ ให้มีความรู้เรื่องการท่องเที่ยวและการบริหารจัดการด้านการท่องเที่ยวเพื่อรับผิดชอบงานด้านนี้โดยตรง

4) เน้นการมีส่วนร่วมของประชาชนให้มากที่สุด ในทุกขั้นตอนของการพัฒนา

ข้อเสนอแนะ

ด้านการบริหารจัดการ

1) ศูนย์ฯ มีทรัพยากรที่สำคัญเชิงการท่องเที่ยว (กิจกรรมต่างๆ รวมถึงความหลากหลายทางชีวภาพ) ที่เป็นสิ่งดึงดูดนักท่องเที่ยวอยู่แล้ว ไม่ควรมีการสร้างหรือพัฒนาสิ่งอื่นใดที่เกินความจำเป็น อันอาจทำให้วัตถุประสงค์หลักของศูนย์ฯ เสียไป

2) ต้องจำกัดนักท่องเที่ยวหรือผู้สนใจเข้าไปเที่ยวชมทั้งปริมาณและคุณภาพ ทั้งนี้เพื่อมิให้เกินศักยภาพในการรองรับของพื้นที่ และมิให้มีการประกอบกิจกรรมบางอย่างของนักท่องเที่ยว ซึ่งเป็นกิจกรรมเชิงทำลาย (destructive activities)

3) เพื่อคงไว้ซึ่งพระราชประสงค์การส่งเสริมทางการท่องเที่ยว ต้องดำเนินไปในลักษณะของการถ่ายทอดประสบการณ์และการเรียนรู้อย่างแท้จริง ไม่มุ่งหวังผลตอบแทนหรือกำไรจากผู้มาเที่ยวชม

4) พัฒนาศักยภาพ ความรู้ และความสามารถ รวมทั้งการปรับเปลี่ยนทัศนคติในการทำหน้าที่ของบุคลากร โดยให้มีความรู้ความเข้าใจเรื่องการท่องเที่ยว และการบริหารจัดการด้านการท่องเที่ยวมากขึ้น ด้วยการเปิดโอกาสให้เรียนรู้ ฝึกอบรม ศึกษาดูงาน หรืออื่นๆ แล้วแต่กรณี

5) จำเป็นต้องมีการปฐมนิเทศนักท่องเที่ยวทุกครั้งและทุกกลุ่มก่อนการเยี่ยมชม เพื่อให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้นว่าพวกเขาควรปฏิบัติตนอย่างไรระหว่างการเที่ยวชม

6) สิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน ถ้าจะมีการสร้างเพิ่มเติมต้องไม่มีผลกระทบต่อภูมิทัศน์และทัศนียภาพโดยทั่วไปของศูนย์ฯ ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและกลมกลืนกับสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ

7) การส่งเสริมการท่องเที่ยวของศูนย์ฯ ไม่ควรโฆษณาประชาสัมพันธ์เหมือนแหล่งท่องเที่ยวอื่นทั่วไป ซึ่งเน้นจำนวนนักท่องเที่ยวมากๆ (mass tourism) ตรงกันข้าม ศูนย์ฯ ควรเน้นนักท่องเที่ยวหรือผู้สนใจเฉพาะกลุ่ม ซึ่งจะได้ประโยชน์จากประสบการณ์และการเรียนรู้โดยตรง

8) กิจกรรมของศูนย์ฯ ที่ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษคือ การจัดค่ายประสบการณ์และการเรียนรู้ โดยการให้บุคลากรกลุ่มต่างๆ ที่สนใจได้เข้าพักแรมในลักษณะของค่าย (camping) ตามความเหมาะสมกับหลักสูตรและกิจกรรมที่ต้องการจะถ่ายทอดแก่กลุ่มผู้สนใจ

9) กิจกรรมด้านการท่องเที่ยว ควรเป็นกิจกรรมการท่องเที่ยวแบบ "เพลิน" กล่าวคือ ให้ผู้เที่ยวชมเกิดความสนุกสนาน (playing) และ "เรียนรู้" (learning) ควบคู่กันไป

10) เปิดโอกาสให้ชุมชนท้องถิ่น (หรือชุมชนภายนอกแล้วแต่กรณี) มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวให้มากที่สุด อาจเป็นในรูปของการเข้าร่วมเป็นกรรมการส่งเสริมการท่องเที่ยวของศูนย์ฯ การจัดกิจกรรมเสริมและ/หรือ การนำผลิตภัณฑ์ของชุมชนมาจัดจำหน่าย เป็นต้น

ด้านหลักการ

1) การส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยวของศูนย์ฯ ควรนำกิจกรรมเชิงนันทนาการ ซึ่งเน้นความสนุกสนานเพลิดเพลินมาผนวกเข้ากับประสบการณ์และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เยี่ยมชมเกิดความซาบซึ้งและนำไปใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง

2) ควรบูรณาการกิจกรรมและ/หรือโครงการต่างๆ ของศูนย์ฯ ให้เชื่อมโยงกันเป็นระบบ เป็นขั้นตอน ซึ่งจะทำให้ง่ายในการเรียนรู้

3) ควรมีการปรับปรุงหรือพัฒนาเทคนิคการนำเสนอที่สามารถถ่ายทอดประสบการณ์และการเรียนรู้ได้ในวงกว้าง

4) เปิดโอกาสให้สาธารณชนได้เข้าถึงและสัมผัสประสบการณ์และการเรียนรู้ได้ตามพื้นฐานความสนใจของแต่ละคน

5) เพื่อมิให้การส่งเสริมและการพัฒนาการท่องเที่ยวมีผลกระทบต่อระบบนิเวศของศูนย์ฯ ควรมีการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 เขต (zones) ดังนี้

- พื้นที่จำกัดเฉพาะของศูนย์ฯ (private zone) : หมายถึง พื้นที่สงวนเฉพาะเพื่อการศึกษาวิจัยของศูนย์ฯ จำกัดการเที่ยวชม
- พื้นที่กึ่งจำกัดเฉพาะของศูนย์ฯ (simi – private zone) : หมายถึง พื้นที่สำหรับการศึกษาวิจัย แต่อนุญาตให้ บุคคลเฉพาะบางกลุ่มเข้าเยี่ยมชมได้
- พื้นที่กึ่งสาธารณะของศูนย์ฯ (simi – public zone) : หมายถึง พื้นที่ที่เปิดให้ประชาชนเข้าเที่ยวชมได้ แต่มีการจำกัดกิจกรรมและการเข้าถึงบ้างตามความจำเป็น
- พื้นที่สาธารณะของศูนย์ฯ (public zone) : หมายถึง พื้นที่สาธารณะเปิดให้ประชาชนทุกกลุ่มเข้าสัมผัสและเที่ยวชมได้โดยไม่จำกัด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณ รศ.ดร. อนุรักษ์ ปัญญานุวัฒน์, รศ. ประหยัด ปานดี, ผศ. กรรณิการ์ ภู่ประเสริฐ, อาจารย์คณิต ธนูธรรมเจริญ และสำคัญที่สุดสำหรับผู้ที่มีส่วนสนับสนุนให้งานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีคือ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_446004

เอกสารอ้างอิง

จิตศักดิ์ พุฒจร และคณะ. 2540. โครงการวิเคราะห์ศักยภาพเพื่อจัดทำทำเนียบแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (รายงานความก้าวหน้า). สาขาวิชาการจัดการการท่องเที่ยว สำนักวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

ต่าย เชี่ยงฉี (บรรณาธิการ). 2543. ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง/ค่าพารามิเตอร์และค่าสถิติ. การเขียนโครงการวิจัยทางสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. นนทบุรีการพิมพ์ เชียงใหม่. หน้า 114-143.

นงเยาว์ ใจห้อ. 2544. ความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องเรื่องศักยภาพของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร (Agro-tourism). การค้นคว้าอิสระศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญทา ชัยเลิศ. 2544. แผนการตลาดการท่องเที่ยวบ้านควายไทย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประกอบศิริ ภัคดีพินิจ. 2545. ศักยภาพการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมของชุมชนริมกว้านพะเยา: กรณีศึกษาชุมชนบ้านฮ่องไฮ ตำบลแม่ใส อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา. การค้นคว้าแบบอิสระ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศักดิ์ชาย สมใจ. 2541. ทัศนคติของเกษตรกรหมู่บ้านรอบบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริต่อการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ. การค้นคว้าอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศันสนีย์ นิติธรรมยง. 2538. การประเมินผลการดำเนินงานหมู่บ้านรอบบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. การค้นคว้าอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2540. การดำเนินการเพื่อกำหนดนโยบายการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ. มิถุนายน.

สมโภชน์ ศรีโกสามาตร. 2543. นิเวศวิทยา การจัดการทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่น. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 247-271.

การท่องเที่ยวกับการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตชุมชนลำน้ำว้า จังหวัดน่าน

อภิญญา จิตรวงศ์นันท์

สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

Abstract: Tourism and Changes in Folk Ways along the Numwa River Bank, Nan Province

Apinya Jittrawongnun

Man and Environment Management, The Graduate School, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200

This qualitative research entitled, "Tourism and Changes in Folkways along the Numwa River Bank, Nan Province," aimed to study the Numwa river bank community situation and folkways both before and after the coming of tourism, as well as trends for the future; changes in folkways and impacts of such change in the community; and to determine ways to mitigate negative impacts and to develop suitable tourism management measures in the community. The data collection methods used in this study consisted of in-depth interviews, informal interviews, participant and non-participant observations, group discussions and questionnaires. The sample populations were tourists, villagers's agents and involved authorities. Ethnographic Futures Research was applied for analysis of the changes in folkways and the effects of such changes.

The key findings of the study were as follows:

1. The community had a tourist site with a diversity of natural resources such as forest, cataracts and a fish nurturing area. The folkways involved with these natural resources, in return, have resulted in the preservation of trees, plants, wild animals and aquatic animals. The important pull factors were factors such as nature and soft adventure tourism sources, which resulted in tourism in the community.

2. Changes in the community after tourism were found at a moderate level, with persons being involved in tourism. The villagers adapted themselves gradually to such changes differently. The distinct change in the folkways was economic change, while social and cultural folkways were not much affected. Change was also found in the physical environment. Changes in the folkways were found to be positive while negative effects were found on water resources management.

3. Mitigation of the effects of changes could be: to strengthen the community in tourism, form a rubber rafting navigators group, control the number of entrepreneurs, manage tourism by a local authority, prevent effects on ecologically important areas, set rules and regulations for tourists, and provide activities managed by the villagers. Suitable measures of tourism management for the community should be on a participatory and benefit sharing principle, as conducted by a semi-independent organization for sustainable tourism.

Key words: social changes, folkway, tourism management, sustainable tourism

บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีค่ายิ่งต่อการดำรงชีวิต นอกจากจะมีคุณค่าในด้านการอุปโภคบริโภคแล้ว แหล่งน้ำต่างๆ ยังเป็นแหล่งสะสมทรัพยากรชีวภาพที่ล้ำค่า เป็นแหล่งกำเนิดพืชพรรณและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ดำรงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพและความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศในพื้นที่นั้นๆ ให้คงอยู่ได้อีกด้วย ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความเป็นอยู่และความอยู่รอดของมนุษย์ เพราะความหลากหลายทางชีวภาพเป็นทรัพยากรธรรมชาติอย่างหนึ่งที่เป็นที่พึ่งพาอาศัยของมนุษย์ โดยเป็นปัจจัย 4 สำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม (วิสุทธิ์, 2538) ดังนั้นหากแหล่งน้ำในระบบนิเวศใดๆ ประสบปัญหาย่อมจะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศนั้นๆ ประสบปัญหาด้วย

ลำน้ำว้า เป็นสายน้ำที่สำคัญสายหนึ่งในอำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน ในด้านการท่องเที่ยวบุคคลทั่วไปรู้จักกันดีในฐานะที่เป็นลำน้ำที่มีการล่องแก่งและสวยงาม เป็นที่นิยมแห่งหนึ่งของประเทศไทย แต่ในอีกด้านหนึ่ง ลำน้ำว้าก็เป็นแหล่งน้ำที่หล่อเลี้ยงชุมชนตามลำน้ำและเป็นต้นน้ำสำคัญที่มีลำน้ำสาขาอีกมากมายหล่อเลี้ยงประชาชนทั้งจังหวัด และไหลไปบรรจบเป็นน้ำเจ้าพระยาหล่อเลี้ยงประชาชนชาวไทยด้วยในที่สุด กระแสการอนุรักษ์ธรรมชาติในปัจจุบันได้ทำให้มีการนิยมการท่องเที่ยวชมธรรมชาติมากขึ้น เสน่ห์อย่างหนึ่งที่ทำให้พื้นที่ลำน้ำว้าได้รับความนิยมจากผู้ชื่นชมธรรมชาติและการผจญภัยโดยการล่องแก่ง ก็คือความอุดมสมบูรณ์ของป่าและน้ำ พืชพรรณ สัตว์ป่า และสัตว์น้ำที่หลากหลาย สายน้ำที่ใสสะอาด แก่งหิน และวังน้ำจำนวนมากที่สร้างความตื่นเต้น ตื่นตาตื่นใจแก่ผู้ล่องแก่งโดยไม่เสียงอันตรายมากนัก ดังนั้นในช่วงเวลา 8 ปีที่ผ่านมาหลังจากที่ริเริ่มกิจกรรมการล่องแก่งในลำน้ำว้า จึงมีนักท่องเที่ยวเพิ่มจำนวนขึ้นทุกๆ ปี รวมทั้งจำนวนผู้ประกอบการด้านการท่องเที่ยวก็เพิ่มมากขึ้นไปด้วย และอาจมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในอนาคตจากการประชาสัมพันธ์และการส่งเสริมการท่องเที่ยวของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย ซึ่งแน่นอนว่าย่อมจะสามารถสร้างรายได้และพัฒนาเศรษฐกิจให้กับชุมชนและประเทศไทยอย่างมาก

อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ไม่อาจมองข้ามไปจากการพัฒนาการท่องเที่ยว ก็คือ ผลกระทบที่เกิดตามมาทั้งด้านบวกและด้านลบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบทางด้านลบที่เกิดกับสภาพธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และชุมชน เนื่องจากอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวนั้นจำเป็นต้องพึ่งพาสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ทางสังคม และศิลปวัฒนธรรม ตลอดจนแรงงานบริการในชุมชน สภาพการณ์การพัฒนาการท่องเที่ยวที่ขาดการวางแผนที่ชัดเจนโดยเน้นภาคธุรกิจมากเกินไป ทำให้ที่ผ่านมาพื้นที่ท่องเที่ยวต่างๆ ของประเทศไทยใช้ทรัพยากรการท่องเที่ยวจนก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของแหล่งท่องเที่ยว และมีปัญหาวิกฤต การสำรวจใน ปี พ.ศ. 2540 พบว่า มีแหล่งท่องเที่ยวเสื่อมโทรม และปัญหาวิกฤตทั้งหมด 172 แห่ง กระจายอยู่ 49 จังหวัด (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2540) ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ความล่มสลายของชุมชนที่ผ่านมาในแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ นี้ คงเป็นตัวอย่างได้ดีที่เราไม่อาจมองข้ามได้ และควรจะใช้เป็นบทเรียนที่สำคัญในการพัฒนาการท่องเที่ยวในแหล่งอื่นๆ อีกต่อไป การท่องเที่ยวที่ผ่านมาเป็นไปในลักษณะของการตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวและธุรกิจการท่องเที่ยวมากจนเกินไป จนทำให้มองข้ามความเปราะบางของระบบนิเวศและชุมชนที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว ผู้ประกอบการมองข้ามชุมชน สภาพธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งแท้จริงแล้วถือเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยวที่สำคัญ ในพื้นที่ลำน้ำว้าซึ่งมีสภาพธรรมชาติที่สมบูรณ์ทั้งป่าเขา และลำน้ำว้า มีความหลากหลายทั้งพืชพรรณ สัตว์ป่า และสัตว์น้ำ จากการดูแลรักษาของชุมชนในการฟื้นฟูสภาพป่าที่เคยเสื่อมโทรมให้กลับสมบูรณ์ขึ้นอีกครั้ง และเมื่อป่าสมบูรณ์ สายน้ำที่เคยแห้งขอดก็กลับสมบูรณ์ขึ้นอีกครั้ง พร้อมทั้งการเพิ่มขึ้นของสัตว์น้ำและพันธุ์ปลาที่เคยสูญพันธุ์ไป เช่น ปลาหมูอารีย์ ทั้งนี้ด้วยความร่วมมือกันของชุมชนต่างๆ ใน อำเภอแม่จริม และการสนับสนุนจากองค์กรเครือข่ายกลุ่มฮักเมืองน่านทำให้มีการสร้างเครือข่ายกลุ่มองค์กรที่เข้มแข็งในการดูแลรักษาป่าและน้ำ เรื่อยมาจนกระทั่งคงความสมบูรณ์อยู่จนถึงปัจจุบัน

การท่องเที่ยวช่วยให้ชุมชนในบริเวณลำน้ำว้าได้รับผลกระทบด้านบวกมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นในด้านการพัฒนาสาธารณูปโภค และมีรายได้เสริมจากการรับจ้างเพิ่มขึ้น แต่การท่องเที่ยวก็อาจส่งผลกระทบด้านลบ หรือการเปลี่ยนแปลงที่ไม่พึงประสงค์ต่อชุมชนได้ เช่น ความเสื่อมโทรมของสภาพธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีวภาพของลำน้ำสายหลักของชุมชนที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต และการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชน ซึ่งจะส่งผลให้การดำรงชีวิตของคนในชุมชนที่ผูกพันกับธรรมชาติและลำน้ำต้องประสบกับปัญหาต่อไป เพราะเมื่อการท่องเที่ยวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชน ก็ย่อมที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อความสัมพันธ์ในสังคมด้วย เพราะแบบแผนความสัมพันธ์ไม่ได้ดำรงอยู่ลอยๆ แต่สัมพันธ์อยู่กับวิถีชีวิตของผู้คนในสังคมนั้นอย่างแนบแน่น ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชนลำน้ำว้าก็ย่อมที่จะส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์ที่ชุมชนมีกับลำน้ำว้าด้วย เช่น การใช้ประโยชน์ การอุปโภคบริโภค การอนุรักษ์ การจัดการ เป็นต้น

การป้องกันผลกระทบทางลบที่อาจเกิดขึ้นหรืออาจมีความรุนแรงในอนาคต ซึ่งนักวิจัยและนักวิชาการหลายท่านมีความเห็นว่าควรที่จะให้ชุมชนซึ่งเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยตรงมาก (stakeholders) จากกิจกรรมการท่องเที่ยวในพื้นที่ในที่นี้คือลำน้ำว้าที่สุดได้มีส่วนร่วมในการควบคุมดูแล และแสดงความคิดเห็นต่อผู้ที่จะเข้ามาประกอบธุรกิจ

ท่องเที่ยวในปัจจุบัน ซึ่งผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจว่า การมีส่วนร่วมของชุมชน คือ การจ้างแรงงานในชุมชนเข้ามาเป็นแรงงานบริการ รวมทั้งการทำความเข้าใจและให้ความรู้กับชุมชนถึงสิทธิของชุมชนในอันที่จะสามารถควบคุม ดูแล และป้องกันทรัพยากรธรรมชาติ อันเป็นประโยชน์ของชุมชนได้ โดยในพื้นที่ศึกษาชุมชนบริเวณลำน้ำว้านั้นมีองค์กรชุมชนและมีองค์กรเครือข่ายที่เข้มแข็งในการดูแลรักษาป่าและน้ำอยู่แล้ว ซึ่งมีศักยภาพเพียงพอที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมในการจัดการพัฒนาการท่องเที่ยวที่เหมาะสมได้ แต่อย่างไรก็ตาม การที่จะเข้าไปร่วมดำเนินการอย่างมีส่วนร่วมนั้นจะต้องเกิดขึ้นจากความต้องการของชุมชนเป็นที่ตั้ง ดังนั้น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตชุมชนหลังจากการเข้ามาของการท่องเที่ยว และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตชุมชนจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้ชุมชนได้คิดและวิเคราะห์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งในปัจจุบันชุมชนอาจมองข้ามไป

จากสถานการณ์ดังกล่าว จึงทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชนในด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม หลังจากมีการท่องเที่ยวเข้ามาในพื้นที่ลำน้ำว้า และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชนลำน้ำว้าทั้งทางบวกและทางลบ ในด้านการจัดการน้ำของชุมชน การอนุรักษ์น้ำของชุมชน ระบบความเชื่อค่านิยม การเผยแพร่แนวคิดเกี่ยวกับน้ำของชุมชน รวมทั้งการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำ เช่น การอุปโภคบริโภค และการนันทนาการของชุมชน โดยให้ชุมชนได้วิเคราะห์ปัญหาร่วมไปกับผู้วิจัย หาแนวทางลดผลกระทบทางลบ และหาแนวทางการจัดการพัฒนาการท่องเที่ยวที่เหมาะสมต่อไป ทั้งนี้คาดว่าจะนำมาซึ่งองค์ความรู้ในการรักษาและอนุรักษ์แหล่งน้ำซึ่งเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชน รวมทั้งยังเป็นการพัฒนาที่มาจากความต้องการของชุมชน มีความเหมาะสมตามวิถีชีวิตของชุมชน และเป็นการพัฒนาจากรากหญ้า ตามแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนอย่างแท้จริงซึ่งจะคงความยั่งยืนต่อทั้งการท่องเที่ยวและพื้นที่ท่องเที่ยว

วิธีการ

โครงการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) เพื่อทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชน และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชน หลังจากการเข้ามาของการท่องเที่ยว นอกจากนี้ในส่วนของการท่องเที่ยวที่เข้ามาในชุมชนยังได้ใช้การประเมินผลจากแบบสอบถามประกอบด้วย โดยดำเนินการศึกษาตามขั้นตอน

1. การสำรวจพื้นที่เพื่อคัดเลือกหมู่บ้านในชุมชนลำน้ำว้าเป็นพื้นที่ศึกษา โดยมีเงื่อนไขภายใต้กรอบการศึกษาจึงได้คัดเลือกหมู่บ้านน้ำว้า หมู่บ้านน้ำปุ๋ และหมู่บ้านห้วยทรายมูล เนื่องจากเป็นหมู่บ้านที่มีความเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวล่องแก่งโดยตรง และพื้นที่ของหมู่บ้านอยู่ในบริเวณลำน้ำว้าที่มีการท่องเที่ยวล่องแพ ทั้งแพไม้ไผ่ และแพยาง กล่าวคือที่หมู่บ้านน้ำว้า เป็นจุดขึ้นแพไม้ไผ่ หรือแพยาง เพื่อล่องไปยังบ้านน้ำปุ๋ ซึ่งเป็นจุดลงแพไม้ไผ่ หรือขึ้นแพยาง และบ้านห้วยทรายมูลเป็นทางผ่านเข้าไปยังอุทยานแห่งชาติแม่จริมเพื่อขึ้นแพยาง ทำให้ชุมชนได้สัมผัสกับการท่องเที่ยว จึงมีโอกาสได้รับผลกระทบและเกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าหมู่บ้านอื่น

2. การดำเนินการวิจัยภาคสนามตามกรอบและกิจกรรมโครงการ โดยการสัมภาษณ์เจาะลึก การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการจากผู้รู้เกี่ยวกับพื้นที่ศึกษา ผู้นำที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ และผู้ให้ข้อมูลหลักที่เป็นชาวบ้านในพื้นที่ตามประเด็นที่กำหนดไว้ การสำรวจพื้นที่ และสังเกตการทำกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน ผู้ประกอบการท่องเที่ยว และนักท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังได้เก็บข้อมูลแบบสอบถามเกี่ยวกับการตลาดการท่องเที่ยว และความสามารถในการรองรับการท่องเที่ยวของพื้นที่กับนักท่องเที่ยวจำนวน 217 คน รวมทั้งการสนทนากลุ่มตัวแทนชุมชน โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการประเมินอนาคตภาพทางสังคม (ethnographic future research : EFR) (สมาคมวิจัยเชิงคุณภาพแห่งประเทศไทย, 2538) เพื่อประเมินผลกระทบทางลบที่อาจเกิดขึ้นจากการท่องเที่ยวในอนาคต และหาแนวทางลดผลกระทบทางลบ และแนวทางการจัดการการท่องเที่ยวที่เหมาะสมของชุมชน

ผลการวิจัย

ชุมชนลำน้ำว้า ประกอบด้วย หมู่บ้านน้ำว้า หมู่บ้านน้ำปุ๋ และหมู่บ้านห้วยทรายมูล อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน ตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ที่แวดล้อมไปด้วยป่าเขาและลำน้ำว้าที่อุดมสมบูรณ์ มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงทั้งพืชและสัตว์ โดยจากการสำรวจของอุทยานแห่งชาติแม่จริม พบว่า ป่าไม้ในพื้นที่ชุมชนลำน้ำว้ามีสภาพป่าที่มีความหลากหลายแตกต่างกันถึง 6 ชนิด นอกจากนี้ยังมีสัตว์ป่า นก มากมายหลายชนิด และสัตว์น้ำ พันธุ์ปลาอีกกว่า 50 ชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปลาหมูอารีย์ (ภาพที่ 1) จากการสำรวจพบว่าลำน้ำว้าเป็นลำน้ำเพียงแห่งเดียวในประเทศไทยที่ยังคงพบปลาหมูอารีย์จำนวนมาก (วิชัย, 2545) เนื่องจากมีอุปนิสัยรักสงบ ชอบอยู่รวมกันเป็นฝูงตามโพรงไม้หรือโขดหิน บริเวณแหล่งน้ำไหลเชี่ยว มีการถ่ายเทของน้ำตลอดเวลา คุณสมบัติของน้ำดี มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูง นอกจากนี้ยังเป็นปลาที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำ ถ้าหากว่าคุณภาพน้ำมีสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ปลาหมูอารีย์จะตายก่อนปลาชนิดอื่นๆ หรือว่ายหนีไปอาศัยตามแหล่งน้ำที่มีความบริสุทธิ์ที่เหมาะสมกว่า ปัจจุบันปลาหมูอารีย์ที่จับได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติมีจำนวนลดลงเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำต่างๆ ได้เปลี่ยนแปลงสภาพไปจากเดิมจากสาเหตุหลายประการ เช่น การเพิ่มประชากร การพัฒนาประเทศด้านต่างๆ รวมทั้งการสูญเสียสมดุลธรรมชาติที่เหมาะสมส่งผลให้ปริมาณปลาหมูอารีย์ลดลงด้วย เพราะสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยาไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการแพร่พันธุ์ ส่วนการผสมเทียมและการทดลองเลี้ยงยังไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นการที่ลำน้ำว้ายังมีปลาหมูอารีย์อาศัยอยู่จำนวนมากแสดงให้เห็นถึงคุณภาพน้ำที่ดี ซึ่งชาวบ้านยังได้ใช้ปริมาณของปลาที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ เช่น ปลาหมูอารีย์ นี้ในการวัดคุณภาพน้ำของลำน้ำว้าเพื่อเฝ้าระวังปัญหาที่จะเกิดกับลำน้ำและสัตว์น้ำด้วย

ภาพที่ 1. ปลาหมูอารีย์ (*Botia sidthimunkii* Klausewitz)

ลำน้ำว้าไหลผ่านซอกเขาทำให้มีเกาะแก่งและวังปลามากมายที่เป็นแหล่งอาศัยและเพาะพันธุ์ของปลา ด้วยสภาพความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติทำให้ชุมชนลำน้ำว้าได้ใช้ทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ในการดำรงชีวิตและยึดอาชีพเกษตรกรโดยปลูกข้าวไร่ที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก มีวิถีชีวิตที่เรียบง่าย ปัจจัยในการดำรงชีวิต ทั้งการอุปโภคและบริโภคสามารถหาได้จากธรรมชาติทำให้ชุมชนมีความผูกพันและให้คุณค่ากับป่าเขาและลำน้ำ แม้จะมีการพัฒนาสาธารณูปโภคต่างๆ แต่วิถีชีวิตส่วนใหญ่ก็ยังคงเรียบง่ายพึ่งพิงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอยู่ เนื่องจากชุมชนมีระบบการผลิตแบบดั้งเดิมและมีรายได้ต่ำ

การท่องเที่ยวในพื้นที่ลำน้ำว้าเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2537 โดยมีปัจจัยที่สำคัญ คือ ความสวยงามของสภาพธรรมชาติป่าเขาและลำน้ำว้า กิจกรรมการท่องเที่ยวล่องแก่งแพยางที่มีความสนุกสนาน ตื่นเต้นท้าทาย โดยไม่เสี่ยงอันตรายมากนัก ตลอดจนวิถีชีวิตที่เรียบง่ายของชุมชน แต่การพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับนักท่องเที่ยวในชุมชนลำน้ำว้ายังคงมีน้อยทำให้ชุมชนลำน้ำว้าได้รับประโยชน์จากการท่องเที่ยวค่อนข้างน้อย และแม้ว่าชุมชนจะมีการรวมกลุ่มทำแพไม้ไผ่และแสวงหาประโยชน์จากการท่องเที่ยวด้านต่างๆ แต่การขาดความสามารถด้านการตลาด ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการท่องเที่ยวและงานด้านบริการ รวมทั้งขาดการประสานงานกับผู้ประกอบการแพยางทำให้การดำเนินการของชุมชนไม่ได้ผลเท่าที่ควร

1. การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตชุมชนลำน้ำว้า และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตชุมชน

การเข้ามาของการท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชนลำน้ำว้าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชนลำน้ำว้าแต่โดยรวมแล้วยังไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก จากการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงร่วมกับตัวแทนชาวบ้าน พบว่า เนื่องจากการมีส่วนร่วมของชุมชนกับการท่องเที่ยวและการได้สัมผัสนักท่องเที่ยวอย่างใกล้ชิดของชุมชนยังค่อนข้างน้อย รวมทั้งพื้นฐานของสังคมชนบทที่ยังคงยึดถือแนวทางการดำเนินชีวิตแบบดั้งเดิมอยู่ กล่าวคือ แม้ว่าชุมชนจะมีโอกาสติดต่อกับสังคมภายนอกมากขึ้นนับตั้งแต่มีการพัฒนาสาธารณูปโภค แต่ชุมชนก็ยังมีวิถีชีวิตและระบบการผลิตที่พึ่งพิงธรรมชาติเป็นหลัก มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างช้าๆ เนื่องจากข้อจำกัดของชุมชนที่มีรายได้

ต่ำมาก ในขณะเดียวกันชุมชนก็เรียนรู้ที่จะยอมรับการเปลี่ยนแปลงเฉพาะที่เหมาะสมกับชุมชน แม้ว่าที่ผ่านมาชุมชนได้มีการปฏิสัมพันธ์กับคนภายนอกมากขึ้นก็ตาม

กระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชุมชนลำน้ำว้าหลังจากการเข้ามาของการท่องเที่ยว คือ การเรียนรู้และการปรับตัวซึ่งมีความจำเป็นต่อการอยู่รอดในสภาพความเปลี่ยนแปลงที่เข้ามากระทบชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจที่ทำให้ชุมชนลำน้ำว้าต้องพึ่งพิงภายนอกมากขึ้น อาจกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของชุมชนลำน้ำว้ามีเหตุผลทางด้านอาชีพและรายได้เป็นตัวกระตุ้นให้ชุมชนที่เคยอยู่อาศัยกันอย่างเงียบสงบไม่กล้าแสดงออก กลับแสดงความกระตือรือร้น และพยายามที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ที่เข้ามาในชุมชน

หลังจากการเข้ามาของการท่องเที่ยว ชุมชนลำน้ำว้าได้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตด้านเศรษฐกิจที่ค่อนข้างชัดเจน คือ การท่องเที่ยวได้สร้างอาชีพเสริมให้แก่ชุมชนทำให้ชุมชนมีรายได้ที่เพิ่มขึ้นและมีโอกาสทำงานในชุมชนไม่ต้องออกไปรับจ้างนอกชุมชนอีก แต่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นกับบางส่วนของชุมชน ซึ่งเกิดจากความสามารถในการปรับตัวของบุคคลที่แตกต่างกันเนื่องจากคนเรามีสถานภาพ ความคิด และพฤติกรรมที่แตกต่างกัน (วรรณี, 2540) ผู้ที่ปรับตัวเข้ามารับงานบริการด้านการท่องเที่ยวได้ก่อนมักจะเป็นบุคคลที่มีการติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลภายนอก มีความคล่องแคล่ว และเคยออกไปทำงานนอกหมู่บ้าน ทำให้มีการปรับตัวยอมรับการเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าคนกลุ่มอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่ามีปัจจัยบังคับให้ชุมชนมีการปรับตัวยอมรับการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น เช่น ความรู้สึกไม่มั่นคงของราคาพืชผลทางการเกษตร ความไม่มั่นคงของรายได้จากการรับจ้างและขายของป่า รวมทั้งการเห็นกิจการท่องเที่ยวในชุมชนก้าวหน้าขึ้นและสร้างรายได้ที่ดี เหล่านี้ล้วนเป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจในชุมชนลำน้ำว้าทั้งสิ้น ซึ่งสุวิทย์ (2536) ได้ให้ทัศนะในทำนองเดียวกันว่า การที่บุคคลได้พบเห็นสภาพสังคมรอบข้างที่เปลี่ยนแปลงไปหรือการที่ได้พบและเห็นคนอื่นมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นแล้วอยากมีตามส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตทางด้านสังคมและวัฒนธรรมหลังจากการเข้ามาของการท่องเที่ยวในชุมชนลำน้ำว้าไม่เด่นชัดนัก ชุมชนมีการเปลี่ยนแปลงโดยการปรับตัวต่อประเด็นดังกล่าวเพื่อให้สามารถดำรงอยู่ในสังคมได้ในสภาพเงื่อนไขทางสังคมที่เปลี่ยนไปแต่ก็ไม่ได้ทำให้ชุมชนเปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิง เช่น การปรับตัวสร้างความสัมพันธ์ทางสังคมใหม่กับคนนอกชุมชน ได้แก่ ผู้ประกอบการแพยางและนักท่องเที่ยวเพื่อสร้างเครือข่ายทางสังคมใหม่รักษาผลประโยชน์ด้านรายได้และอาชีพของตน ในขณะที่ความสัมพันธ์ทางสังคมกับคนในชุมชนยังมีลักษณะของการช่วยเหลือเกื้อกูลกันด้วยแรงกายและแรงใจอยู่เช่นเดิม วิถีชีวิตของชุมชนที่มีความผูกพันแนบแน่นกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ป่าเขา และลำน้ำว้า แสดงออกผ่านทางวัฒนธรรมและประเพณีต่างๆ เป็นลักษณะสังคมวัฒนธรรมที่ยังคงความเป็นชุมชนชนบทไว้อย่างชัดเจน ระบบการผลิตส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อยังชีพ มีการช่วยเหลือเกื้อกูลกันระหว่างสมาชิกในชุมชน แม้ว่าจะถูกแทรกแซงจากระบบเศรษฐกิจภายนอกชุมชน เช่น การผลิตเพื่อการค้า และการเข้ามาของธุรกิจการท่องเที่ยว สิ่งที่ยึดโยงให้ชุมชนลำน้ำว้ายังคงความเป็นชุมชนท้องถิ่น คือ ระบบความสัมพันธ์ทางสังคมของคนในชุมชนและระบบความเชื่อ ประเพณี พิธีกรรมต่างๆ รวมทั้งความรัก ความผูกพัน ความสามัคคี และการมีผลประโยชน์ระดับชุมชนร่วมกัน ซึ่งสะท้อนออกมาจากการที่ชุมชนลำน้ำว้าสามารถร่วมกันอนุรักษ์ป่าไม้และสัตว์น้ำ และสามารถดำรงสถานภาพในการดำเนินกิจกรรมอยู่ได้ยาวนาน เช่นเดียวกับการศึกษาของสุวณี (2544) ที่พบว่า การท่องเที่ยวไม่ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมในชุมชนปกากะญอ เพราะชุมชนยังมีรูปแบบการผลิตแบบดั้งเดิมและการสัมผัสกับนักท่องเที่ยวมีน้อย นอกจากนี้ในด้านปัญหาสังคมในชุมชนลำน้ำว้า การท่องเที่ยวกลับเป็นปัจจัยผลักดันที่ทำให้ปัญหาสังคมที่เคยมีในชุมชนลดน้อยลง เนื่องจากการเพิ่มกฎระเบียบ มีความชัดเจนและเข้มงวดขึ้นในการควบคุมพฤติกรรมที่เป็นปัญหาของชุมชนเพื่อรักษาภาพพจน์ของชุมชน

อย่างไรก็ตามได้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมกับผู้ที่เข้าไปประกอบอาชีพเสริมรับจ้างเกี่ยวกับการท่องเที่ยวขึ้น เช่น อำนาจการต่อรองของชาวบ้านน้อยลงเนื่องจากต้องพึ่งพิงรายได้จากผู้ประกอบการและนักท่องเที่ยว การร่วมกิจกรรมทางสังคมมีเวลาจำกัดมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจีรพร (2544) ที่พบว่าการเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในชุมชนที่มีการท่องเที่ยวจากที่เคยปฏิบัติเป็นประจำเริ่มมีความห่างเหิน และชาวบ้านที่ต้องพึ่งพาการท่องเที่ยวนอกจากต้องพึ่งพิงรายได้แล้วยังต้องทำตามผู้สั่งด้วยทำให้อำนาจต่อรองของชาวบ้านลดลงไป (ชยันต์, 2538)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมของเยาวชนในชุมชนในปัจจุบันนั้น ชุมชนเชื่อว่าพลังยึดเหนี่ยวของครอบครัวและชุมชนยังคงสามารถควบคุมเด็กในชุมชนได้ แม้ว่าการท่องเที่ยวจะทำให้เยาวชนได้สัมผัสกับนักท่องเที่ยวมากขึ้นแต่ข้อจำกัดของชุมชน เช่น รายได้ สภาพสังคม ทำให้การแสดงพฤติกรรมต่างๆ ถูกจำกัดไม่ให้เปลี่ยนแปลงมากนัก

การเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมทางกายภาพถือว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อชุมชนลำน้ำว้า เนื่องจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพไม่ว่าจะเป็นสภาพอากาศ ต้นไม้พืชพรรณ หรือลำน้ำ ล้วนแล้วแต่เป็นทรัพยากรที่มีค่าของชุมชน และเนื่องจากการท่องเที่ยวแบบผจญภัยกึ่งอนุรักษ์ธรรมชาติมีความเกี่ยวพันอยู่กับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยตรง หากการดำเนินการไม่คำนึงถึงหลักการจัดการท่องเที่ยวแบบยั่งยืนอาจทำให้ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย และนั่นหมายความว่า คุณค่าเชิงการพัฒนาการท่องเที่ยวในรูปแบบนี้อาจหมดไป (โครงการศึกษาวิจัยการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม, 2545) ชุมชนลำน้ำว้าเป็นชุมชนซึ่งมีพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ และมีความหลากหลายทั้งพืชพรรณ สัตว์ป่าและสัตว์น้ำนานาชนิด โดยการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นในชุมชนในปัจจุบันไม่ได้เป็นเศรษฐกิจที่สำคัญกับชุมชนมากนัก หากไม่มีการท่องเที่ยว ชุมชนก็ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่หากสภาพสิ่งแวดล้อมของชุมชนถูกทำลายไปชุมชนจะไม่สามารถอยู่ได้เลย เนื่องจากวิถีชีวิตของชุมชนที่ยังคงพึ่งพิงความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและสัตว์ในการดำรงชีวิต จากการศึกษาพบว่า ที่ผ่านมาการท่องเที่ยวยังไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับสภาพอากาศ ต้นไม้พืชพรรณ และสภาพของลำน้ำว้ามากนัก เนื่องจากลักษณะการท่องเที่ยวเป็นการล่องแก่งซึ่งส่วนใหญ่นักท่องเที่ยวล่องผ่านจึงไม่ได้สัมผัสกับต้นไม้พืชพรรณ อีกทั้งการท่องเที่ยวยังมีมากเฉพาะช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวเท่านั้นจึงไม่สร้างความกดดันให้กับพื้นที่มากนัก นอกจากนี้การใช้ปริมาณสัตว์น้ำในการตรวจวัดคุณภาพน้ำปรากฏว่า สภาพน้ำในลำน้ำว้ายังมีคุณภาพที่ดีอยู่แม้ว่าจะมีการท่องเที่ยวเข้ามา เช่นเดียวกับที่โครงการศึกษาวิจัยการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า การล่องแก่งอาจยังไม่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ แต่กิจกรรมเกี่ยวเนื่อง เช่น การสร้างที่พักแรม การเล่นแค้มป์ไฟ อาจมีส่วนทำให้เกิดการสูญเสียในชนิดของพืชและสัตว์บางอย่างได้ ดังนั้นการที่สิ่งแวดล้อมทางกายภาพในพื้นที่ชุมชนลำน้ำว้ายังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น ส่วนหนึ่งก็เนื่องมาจากการที่ยังไม่มีการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกรองรับนักท่องเที่ยวมากนัก ทำให้นักท่องเที่ยวสามารถทำกิจกรรมในพื้นที่ได้อย่างจำกัด

อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงสำคัญที่เริ่มสร้างปัญหาให้กับชุมชน คือ ปัญหามลภาวะ ขยะและสิ่งปฏิกูลจากการท่องเที่ยวที่มีมากขึ้น และส่วนใหญ่เป็นขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ปัญหาขยะจึงเป็นปัญหาสำคัญที่ปัจจุบันชุมชนลำน้ำว้าต้องแบกรับภาระโดยที่ชุมชนเองก็ไม่ได้รับการกระจายผลประโยชน์จากการท่องเที่ยวเท่าที่ควร เช่นเดียวกับการศึกษาของสุพล (2538) ปุสตี และคณะ (2535) และสุรีย์ (2539) ที่พบว่า การท่องเที่ยวได้สร้างปัญหาขยะจำนวนมากให้กับชุมชนในพื้นที่ท่องเที่ยว

วิถีชีวิตของชุมชนชนบทมีความสัมพันธ์อย่างแนบแน่นกับสภาพธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว เนื่องจากการก่อตั้งชุมชนเกิดขึ้นจากการต่อสู้เพื่อให้ทุกคนมีอยู่มีกิน ในพื้นที่ชุมชนลำน้ำว้าซึ่งแวดล้อมไปด้วยป่าไม้ ขุนเขา และลำน้ำว้า วิถีชีวิตของชุมชนจึงมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมต่างๆ อย่างแนบแน่น ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตชุมชน ย่อมส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์ของชุมชนกับลำน้ำว้าทั้งด้านบวกและลบไม่มากก็น้อย จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชนลำน้ำว้าได้ส่งผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบต่อความสัมพันธ์ของชุมชนกับลำน้ำว้า เช่น การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจชุมชนที่มีอาชีพเสริมและรายได้มากขึ้นได้ส่งผลดีต่อการอนุรักษ์น้ำของชุมชน เนื่องจากชุมชนให้การเอาใจใส่ในการอนุรักษ์ และมีการเข้าไปใช้ประโยชน์ลำน้ำว้าในการหาอาหารน้อยลง ส่วนผลกระทบด้านลบ คือ ทำให้การจัดการน้ำของชุมชนมีความยากลำบากขึ้น เนื่องจากมีการเข้ามาใช้ประโยชน์โดยคนหลายกลุ่ม เช่น ผู้ประกอบการ นักท่องเที่ยว รวมทั้งการถ่ายทอดแนวคิดของชุมชนซึ่งส่วนใหญ่เป็นแนวคิดที่สัมพันธ์กับการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมของชุมชน แต่การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชน เช่น การหาปลาตามลำน้ำมีน้อยลง เนื่องจากการมีรายได้เพิ่มขึ้นทำให้กระบวนการถ่ายทอดแนวคิดจากผู้ใหญ่สู่เยาวชน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการถ่ายทอดโดยการเรียนรู้จากการสังเกตจดจำแล้วนำไปทดลองปฏิบัติมีจำกัด ซึ่งอาจจะส่งผลเสียต่อการดำรงชีวิตในพื้นที่ลำน้ำว้า

ต่อคนรุ่นต่อไป เป็นต้น ซึ่งเอกวิทย์ (2544) กล่าวว่า การถ่ายทอดความรู้และการเรียนรู้จากการทำจริงได้ส่งต่อไปยังคนรุ่นหลังด้วยการสาธิตวิธีการ การสั่งสอนด้วยการบอกเล่าเป็นกระบวนการเรียนรู้และการปรับตัวของชาวไทย

อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชนลำน้ำว้าหลังจากมีการท่องเที่ยว ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อระบบความเชื่อและค่านิยมของชุมชนต่อน้ำมากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเชื่อเรื่องผีที่ยังคงดำรงอยู่ และสามารถควบคุมให้ชุมชนไม่กล้าละเมิดหรือทำผิดต่อแหล่งน้ำ ซึ่งฉลาดชาย (2537) กล่าวว่า ความเชื่อดำรงอยู่ได้เพราะมีการผสมผสานกันระหว่างความเชื่อทางศาสนา ได้แก่ พุทธ พราหมณ์ และผี ที่ได้ประสานกันเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตของชุมชน สามารถตอบสนองความต้องการทางกายใจของคนในสังคมได้ และมีการถ่ายทอดความเชื่อสอดคล้องกับเงื่อนไขของการเปลี่ยนแปลงของสังคม โดยชุมชนลำน้ำว้ามีสถาบันครอบครัวที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดและควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การส่งเสริมการท่องเที่ยวเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาประเทศ แต่สังคมและวัฒนธรรมบางอย่างของชุมชนเป็นอุปสรรคในการพัฒนา ซึ่งทางการพัฒนาแนวเศรษฐกิจหรือทฤษฎีขั้นตอนความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมีความเชื่อว่าบรรดาวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณีพื้นบ้านต่างๆ ที่เคยมีอยู่ในชุมชนล้วนแต่เป็นอุปสรรคขัดขวางความเจริญก้าวหน้าและความทันสมัย (กาญจนา, 2538) แต่ผลจากการพัฒนาโดยละเลยวัฒนธรรมและประเพณีของชุมชนที่ผ่านมากลับเพิ่มปัญหาต่างๆ มากขึ้น เช่น ความเสื่อมโทรมทางสังคม ความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่าการพัฒนาที่มุ่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรมของชุมชนมิใช่เป็นแนวทางการพัฒนาที่แท้จริง

สำหรับพื้นที่ชุมชนลำน้ำว้านั้นการที่ชุมชนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากนัก เป็นผลดีกับชุมชนและการท่องเที่ยว เนื่องจากวิถีชีวิตของชุมชนที่เรียบง่ายผูกพันอยู่กับธรรมชาติแตกต่างจากสังคมที่มีความเจริญเป็นปัจจัยดึงดูดที่สำคัญประการหนึ่งของการท่องเที่ยว การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชนที่มากเกินความเหมาะสมกับสภาพชุมชนย่อมทำให้เกิดการล่มสลายของชุมชนและเสน่ห์ทางการท่องเที่ยวในที่สุด ซึ่งแนวทางที่จะทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ โดยไม่ทำให้ชุมชนสูญเสียเอกลักษณ์ทางสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม คือการพัฒนาโดยให้ชุมชนมีส่วนร่วมดำเนินการ

2. แนวทางลดผลกระทบทางลบและแนวทางการจัดการท่องเที่ยวที่เหมาะสมของชุมชน

จากการสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่มเกี่ยวกับผลดีและผลเสียของการท่องเที่ยวที่เข้ามาในชุมชนลำน้ำว้า พบว่า ชุมชนค่อนข้างมีทัศนคติที่ดีกับการท่องเที่ยวที่เข้ามาในชุมชน ซึ่งในปัจจุบันชุมชนยังไม่เห็นว่าการท่องเที่ยวได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่ชุมชนมากจนส่งผลกระทบทางลบหรือความยากลำบากในการดำเนินชีวิตแต่อย่างใด นอกจากปัญหาด้านขยะซึ่งมีจำนวนมากขึ้นทำให้บางครั้งเกิดปัญหาการจัดการ

อย่างไรก็ตามผลกระทบด้านลบที่เกิดขึ้นกับชุมชนโดยชุมชนเริ่มให้ความสนใจและคาดการณ์ว่าอาจส่งผลกระทบในอนาคตเป็นผลกระทบจากประเด็นความสัมพันธ์ของชุมชนกับลำน้ำว้าและผลกระทบทางลบด้านอื่นด้วย ดังนี้

1. ความไม่เท่าเทียมกันในการใช้ประโยชน์จากลำน้ำว้าระหว่างผู้ที่ได้รับประโยชน์จากการท่องเที่ยว และผู้ที่ไม่ได้รับประโยชน์จากการท่องเที่ยว อาจทำให้เกิดความขัดแย้งกันในอนาคต

2. ความเป็นส่วนตัวและพื้นที่ส่วนตัวของชุมชนลดลง เนื่องจากมีการเข้ามาใช้พื้นที่ลำน้ำว้าจากคนภายนอก ทำให้ชุมชนรู้สึกอึดอัดและสูญเสียความเป็นส่วนตัว ไม่สามารถทำกิจกรรมบริเวณลำน้ำว้าได้โดยสะดวก

3. การทำลายแหล่งอนุรักษ์พันธุ์ปลาท้องถิ่นจากการรบกวนจากกิจกรรมของนักท่องเที่ยวและปัญหาขยะที่ชุมชนดูแลได้ไม่ทั่วถึงซึ่งอาจสะสมจนเกิดปัญหาในอนาคต

4. การจัดการน้ำของชุมชนมีความยากลำบากมากขึ้น เนื่องจากมีการเข้ามาใช้ประโยชน์จากลำน้ำว้าจากคนหลายกลุ่ม เช่น ผู้ประกอบการ และนักท่องเที่ยว

5. การถ่ายทอดแนวความคิดต่างๆ ของชุมชนแก่เยาวชน เช่น การทำไร่ การจับปลา มีน้อยลง เพราะชาวบ้านเอาเวลาไปทำงานด้านการท่องเที่ยว รวมทั้งเยาวชนมีความสนใจงานด้านการท่องเที่ยวมากขึ้นเนื่องจากรายได้ดีกว่า

6. การทำลายความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่บริเวณลำน้ำว้าของนักท่องเที่ยวโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เช่น การเหยียบย่ำหรือเก็บพืชพรรณ การส่งเสียงดัง เป็นต้น

7. จำนวนและประเภทของขยะที่มีความหลากหลายและมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดความยากลำบากแก่ชุมชนในการจัดการและดูแลได้ไม่ทั่วถึง

8. การทิ้งขยะของนักท่องเที่ยวบางกลุ่มที่ขาดความรับผิดชอบทำให้เกิดผลเสียต่อลำน้ำว้าและเกิดอันตรายต่อชาวบ้าน เช่น อันตรายต่อเด็กๆ ที่ลงไปเล่นน้ำ เป็นต้น

9. จำนวนผู้ประกอบการมากขึ้น ทำให้เกิดการแข่งขัน และไม่เอาใจใส่กับการดูแลสิ่งแวดล้อม

10. การเอาเปรียบของผู้ประกอบการเนื่องจากชาวบ้านที่สนใจรับจ้างบังคับแพยางมีมากขึ้นทำให้ผู้ประกอบการมีทางเลือกในการจ้าง อาจทำให้เกิดการกดราคาค่าจ้าง

11. การเลียนแบบพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวโดยเฉพาะเยาวชนในชุมชนที่ได้มีโอกาสสัมผัสกับนักท่องเที่ยวมากขึ้น

12. การละทิ้งอาชีพเดิมของชาวบ้านเพราะรายได้จากการท่องเที่ยวมีมากกว่า

จากผลกระทบด้านลบดังกล่าว ชุมชนจึงได้เสนอแนวทางที่คาดว่าน่าจะสามารถช่วยลดผลกระทบดังกล่าวได้ ดังนี้

1. การสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนเกี่ยวกับการท่องเที่ยว เนื่องจากปัจจุบันชุมชนยังไม่มีอำนาจต่อรองด้านการท่องเที่ยวเท่าที่ควร รวมทั้งยังไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ของชุมชนในการดูแลรักษาผลประโยชน์ของชุมชนไม่ให้ถูกละเมิดจากการท่องเที่ยว

2. การรวมกลุ่มผู้รับจ้างบังคับแพยาง เพื่อเป็นการสร้างอำนาจต่อรองกับผู้ประกอบการเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเอาเปรียบในเรื่องค่าจ้าง

3. การควบคุมจำนวนผู้ประกอบการแพยาง เนื่องจากผู้ประกอบการที่มากเกินไปทำให้เกิดการแข่งขันในการให้บริการนักท่องเที่ยวและไม่เอาใจใส่ดูแลสิ่งแวดล้อมเท่าที่ควร

4. การให้หน่วยงานท้องถิ่น เช่น องค์การบริหารส่วนตำบลเข้ามาดูแลการท่องเที่ยวอย่างจริงจัง โดยเฉพาะการจัดการขยะจากการท่องเที่ยว ซึ่งในอนาคตชุมชนอาจไม่สามารถจัดการได้โดยลำพัง

5. การป้องกันพื้นที่ที่มีความเปราะบางทางระบบนิเวศโดยการกันให้เป็นเขตสงวนและแบ่งพื้นที่เฉพาะสำหรับการท่องเที่ยว

6. การเพิ่มกฎ กติกา สำหรับนักท่องเที่ยวให้มีความชัดเจน และจัดทำป้ายบริเวณแหล่งท่องเที่ยวให้นักท่องเที่ยวได้เห็นอย่างชัดเจน

7. การสร้างความตระหนักให้ชุมชนเห็นความสำคัญของการท่องเที่ยวว่าเป็นเพียงอาชีพเสริม ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชนบางฤดูกาลเท่านั้น

8. เพิ่มกิจกรรมการท่องเที่ยวที่สามารถสร้างรายได้ที่ทั่วถึงให้กับชุมชน โดยให้ชุมชนเป็นผู้ดำเนินการ

จากการสนทนากลุ่มและการคาดหวังของตัวแทนชาวบ้าน พบว่า การท่องเที่ยวที่เหมาะสมกับชุมชนที่ชุมชนคาดหวังคือ การท่องเที่ยวที่ชุมชนสามารถได้รับประโยชน์และไม่ส่งผลให้การดำเนินชีวิตประจำวันของชุมชนต้องประสบกับความยากลำบาก โดยมีการกระจายรายได้ให้กับชุมชนอย่างทั่วถึง รวมทั้งไม่ทำลายความหลากหลายทางชีวภาพ สภาพธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของชุมชน

แนวทางการจัดการการท่องเที่ยวที่เหมาะสมของชุมชนลำน้ำว้าควรเป็นการจัดการตามแนวทางการท่องเที่ยวแบบยั่งยืน ซึ่งเป็นการท่องเที่ยวที่คำนึงถึงความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อสภาพแหล่งท่องเที่ยวที่สามารถดึงดูดใจให้มาเยี่ยมเยียน ในขณะเดียวกันก็อนุรักษ์สภาพธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของแหล่งท่องเที่ยวอันเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยวควบคู่ไปด้วย โดยใช้ทรัพยากรท่องเที่ยวอย่างชาญฉลาดให้เกิดประโยชน์สูงสุดและยาวนานที่สุดแต่ก่อให้เกิดผลกระทบทางลบต่อ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมของชุมชนน้อยที่สุด

แนวทางการจัดการการท่องเที่ยวที่เหมาะสมของชุมชนสามารถประมวลจากความคิดเห็นของชุมชนและกรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย ได้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านรูปแบบการท่องเที่ยวที่เหมาะสม

เนื่องจากในปัจจุบันรูปแบบการท่องเที่ยวหลักของพื้นที่ท่องเที่ยวลำน้ำว้าเป็นการล่องแก่งแพยาง ซึ่งเปิดโอกาสให้ชุมชนเป็นเพียงผู้รับจ้างบังคับแพ ชุมชนไม่สามารถที่จะเป็นผู้ประกอบการเองได้เนื่องจากขาดแคลนเงินทุน จึงไม่ได้มีส่วนร่วมในการดำเนินการ ดังนั้นชุมชนจึงควรจะมีการพัฒนารูปแบบการท่องเที่ยวรูปแบบอื่นๆ ที่ชุมชนสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเองเพื่อกระจายรายได้ให้แก่ชุมชน ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้

1.1 การพัฒนารูปแบบการท่องเที่ยวจากการสำรวจทรัพยากรในชุมชนลำน้ำว้าที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อรองรับการท่องเที่ยว พบว่า ชุมชนลำน้ำว้าซึ่งประกอบด้วยหมู่บ้านน้ำว้า หมู่บ้านน้ำปุ๋ และหมู่บ้านห้วยทรายมูล ต่างก็มีทรัพยากรที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อรองรับการท่องเที่ยวแตกต่างกันออกไป คือ ในหมู่บ้านน้ำปุ๋ มีโรงเรียนประถมศึกษาซึ่งปัจจุบันได้ปิดไปแล้วแต่มีอาคารเรียนไม้ที่ยังอยู่ในสภาพดีและตั้งอยู่ในพื้นที่ใกล้ลำน้ำว้า ซึ่งชุมชนเห็นว่าสามารถจะปรับปรุงให้เป็นที่พักนักท่องเที่ยวและขายของที่ระลึกแก่นักท่องเที่ยวได้ นอกจากนี้ในชุมชนยังมีกลุ่มแม่บ้านซึ่งมีความสามารถในการทำอาหาร ดังนั้นหมู่บ้านน้ำปุ๋จึงสามารถที่จะดำเนินการรับรองนักท่องเที่ยวในลักษณะกลุ่มทัวร์ได้ นอกจากนี้ชาวบ้านน้ำปุ๋ยังเคยมีประสบการณ์ในการรับนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เข้ามาพักในบ้านในลักษณะคล้ายโฮมสเตย์ซึ่งชุมชนก็สามารถจัดการได้อย่างดี ดังนั้นชุมชนจึงเห็นว่าการจัดบ้านพักแบบโฮมสเตย์อาจเป็นรูปแบบการท่องเที่ยวหนึ่งที่เหมาะสมกับชุมชน แต่ในปัจจุบันชุมชนไม่ได้มีการดำเนินการแต่อย่างใด เนื่องจากไม่มีความรู้เพียงพอและยังไม่เข้าใจการจัดบ้านพักแบบโฮมสเตย์เท่าใดนัก

ในหมู่บ้านน้ำว้า ซึ่งสืบเชื้อสายมาจากชนเผ่าถิ่นที่ยังคงมีความเชื่อที่จะไม่ให้คนนอกครอบครัวเข้าไปในบ้านนั้นเป็นข้อจำกัดที่ไม่สามารถนำรูปแบบการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์มาดำเนินการได้ แต่หมู่บ้านน้ำว้าก็มีทรัพยากรที่สามารถนำมาพัฒนาเพื่อรองรับการท่องเที่ยวได้ เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการล่องแพไม้ไผ่และมีกลุ่มแพไม้ไผ่ รวมทั้งมีหาดทรายที่สวยงามซึ่งชุมชนสามารถปรับปรุงให้เป็นสถานที่กางเต็นท์แก่นักท่องเที่ยว โดยอาจมีการปรับปรุงห้องน้ำที่มีอยู่ให้มีความสะดวกมากขึ้น และศาลาที่มีอยู่ยังสามารถนำมาใช้เป็นศูนย์ให้บริการแก่นักท่องเที่ยวและขายสินค้าหัตถกรรมของหมู่บ้านได้ นอกจากนี้กิจกรรมการล่องแพไม้ไผ่ของนักท่องเที่ยวซึ่งนิยมนำอาหารไปรับประทานในแพในลักษณะปิกนิคนั้น ชุมชนสามารถจัดเป็นโปรแกรมให้กับนักท่องเที่ยวได้โดยร่วมกับกลุ่มแม่บ้านจัดเตรียมอาหารพื้นเมืองให้นักท่องเที่ยวที่ต้องการได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มรายได้และกระจายรายได้ซึ่งในปัจจุบันได้มีการดำเนินการบ้างแล้วแต่ไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน

สำหรับหมู่บ้านห้วยทรายมูล เนื่องจากเป็นทางผ่านเข้าไปยังอุทยานแห่งชาติแม่จริมจึงทำให้มีนักท่องเที่ยวเดินทางผ่านเข้าออกเป็นจำนวนมาก ชุมชนเห็นว่าควรที่จะพัฒนาศาลาเอนกประสงค์ของชุมชนซึ่งตั้งอยู่ริมถนนบริเวณทางเข้าอุทยานฯ ให้เป็นศูนย์กลางขายผลิตภัณฑ์ของชุมชนซึ่งอาจเป็นผลิตภัณฑ์จากชุมชนต่างๆ ในอำเภอแม่จริมเพื่อให้นักท่องเที่ยวหาซื้อได้ง่ายและช่วยกระจายรายได้ให้กับชุมชน

1.2 การพัฒนารูปแบบการท่องเที่ยวที่ต้องได้รับการส่งเสริมจากภายนอกชุมชนร่วมด้วย มีรูปแบบการท่องเที่ยวหลายรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับชุมชนลำน้ำว้าแต่เนื่องจากชุมชนไม่มีความรู้และประสบการณ์ดีพอจึงไม่สามารถดำเนินการได้ จำเป็นที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องอบรมให้ความรู้แก่ชุมชนหรือริเริ่มให้ชุมชนก่อน โดยรูปแบบการท่องเที่ยวที่มีความเหมาะสมกับชุมชนลำน้ำว้าสามารถพิจารณาเรียงลำดับได้ดังนี้

1.2.1 การจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (ecotourism) คือ การจัดการท่องเที่ยวที่เน้นการศึกษาธรรมชาติเป็นหลัก รวมทั้งพิจารณาศึกษาวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับธรรมชาติหรือระบบนิเวศเช่น ต้นไม้ สัตว์ป่า แหล่งน้ำ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ โดยมุ่งเน้นให้ความรู้มากกว่าความบันเทิงเพียงอย่างเดียว และเป็นการท่องเที่ยวที่มีการวางแผนและเรียนรู้ร่วมกันระหว่างชาวบ้านกับนักท่องเที่ยวโดยชุมชนสามารถให้ความรู้แก่นักท่องเที่ยวเกี่ยวกับระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม ต้นไม้ พืชพรรณที่มีความแตกต่างหลากหลายของพื้นที่ลำน้ำว้า ซึ่งชาวบ้านในชุมชนต่างมีความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศในชุมชนของตนเป็นอย่างดี ดังนั้นนอกจากการได้นำเอาภูมิความรู้ท้องถิ่นต่างๆ มาเผยแพร่แก่สังคมที่ชาวบ้านสามารถทำได้แล้วยังทำให้ชุมชนมีรายได้จากโปรแกรมการท่องเที่ยวทางนิเวศเพิ่มเติมอีกด้วย ซึ่งสามารถจัดได้ในระหว่างการล่องแพหรือการเดินท่องเที่ยวบริเวณริมลำน้ำว้า ซึ่งจะสร้างความ

น่าสนใจและมีความเหมาะสมกับนักท่องเที่ยวที่ต้องการเรียนรู้สภาพธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียน นักศึกษา

1.2.2 การจัดการท่องเที่ยวเกษตร (agro-tourism) ในลักษณะที่ให้นักท่องเที่ยวได้ร่วมทำกิจกรรมระยะสั้น เนื่องจากชุมชนลำน้ำว้ามีระบบการผลิตแบบดั้งเดิมคือการปลูกพืชไร่ที่อาศัยน้ำฝน รวมทั้งในบางส่วนยังคงใช้การเก็บเกี่ยวแบบดั้งเดิม เช่น การฟาดข้าวแบบดั้งเดิม ชุมชนสามารถจัดทำแปลงสาธิตการทำการเกษตรแบบดั้งเดิมให้นักท่องเที่ยวได้ร่วมกิจกรรมได้ การท่องเที่ยวเกษตรนี้จะทำให้นักท่องเที่ยวได้ท่องเที่ยวชมธรรมชาติของชุมชนและเรียนรู้วิถีชีวิตของเกษตรกรในการทำการเกษตร การหาอาหารในชีวิตประจำวัน เช่น การจับสัตว์น้ำด้วยเครื่องมือ และวิธีการแบบพื้นเมือง การเก็บของป่าตามฤดูกาล เป็นต้น ซึ่งชุมชนยังสามารถขายผลผลิตทางการเกษตร หรือผลผลิตจากธรรมชาติได้อีกด้วย

1.2.3 การพักในชุมชนแบบ bed and breakfast คือ การจัดบริการที่พักและอาหารเช้าให้กับนักท่องเที่ยวโดยแยกส่วนออกจากชาวบ้าน อาหารที่จัดให้แก่นักท่องเที่ยวเป็นอาหารง่ายๆ เพียงมื้อเดียว คือ มื้อเช้า อาจเป็นขนมปัง ไข่ดาว และกาแฟ ก็จะมีการจัดให้กับนักท่องเที่ยวเพียงเท่านี้เหมือนๆ กัน นักท่องเที่ยวที่เข้ามาพักในลักษณะนี้จะเข้ามาพักค้างคืนและได้รับการบริการเฉพาะอาหารเช้าจากชุมชนแล้วจึงออกไป ไม่ได้มีการเข้าพักแบบระยะยาวเหมือนกับการพักแบบ home stay และไม่ได้มีการให้บริการมากไปกว่านี้ ซึ่งมีความเหมาะสมกับชุมชนลำน้ำว้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งหมู่บ้านน้ำว้า เนื่องจากชุมชนสืบเชื้อสายจากชนเผ่าถิ่นที่ยังคงมีความเชื่อและข้อห้ามไม่ให้ผู้อื่นเข้าไปยังห้องนอนหรือบ้านของตนเอง ซึ่งหมู่บ้านมีแนวคิดที่จะสร้างที่พักนักท่องเที่ยวที่มีขนาดเล็กซึ่งก็มีพื้นที่ว่างที่สามารถจัดสร้างบ้านพักหลังเล็กที่เรียบง่ายได้อยู่หลายแห่ง เช่น บริเวณที่ว่างใกล้ๆ โรงเรียน การจัดที่พักให้กับนักท่องเที่ยวในลักษณะนี้จึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่งของชุมชน

1.2.4 การจัดการท่องเที่ยวแบบบ้านพักชุมชนแบบโฮมสเตย์ (home stay) คือ การจัดบ้านของชาวบ้านที่มีห้องหรือพื้นที่พอจะรับแขกผู้มาเยือนได้ โดยเจ้าของบ้านมีความยินดีที่จะแบ่งปันให้นักท่องเที่ยวได้เข้าพักทั้งเจ้าของบ้านและนักท่องเที่ยวต่างเปิดใจที่จะเรียนรู้วิถีชีวิตความเป็นอยู่ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและวัฒนธรรมซึ่งกันและกัน โดยที่ทั้งสองฝ่ายต่างมีความพึงพอใจและทราบรายละเอียดของกันและกันก่อน นักท่องเที่ยวที่ต้องการเรียนรู้วิถีชีวิตและความเป็นอยู่ของพื้นบ้านจะได้เข้าอยู่อาศัยร่วมกับชาวบ้าน ได้เรียนรู้วิถีชีวิตด้วยการเข้ามาสัมผัสและใช้ชีวิตเช่นเดียวกับชีวิตประจำวันของชาวบ้าน ทั้งการนอน การบริโภคอาหาร และการดำเนินชีวิต โดยชุมชนไม่ต้องจัดเตรียมให้ความสะดวกสบายแก่นักท่องเที่ยวมากนัก ชาวบ้านอยู่อย่างไรนักท่องเที่ยวก็อยู่อย่างนั้น ชาวบ้านเพียงแต่เตรียมห้องพักให้เป็นสัดส่วน และเตรียมอาหารซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับที่ชาวบ้านบริโภคตามปกติ ซึ่งการจัดการท่องเที่ยวลักษณะนี้ ทำให้ชาวบ้านนำทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์โดยไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายมากนัก ซึ่งชุมชนเองก็สามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง

ลักษณะการจัดการท่องเที่ยวแบบโฮมสเตย์นี้อาจมีการจัดการโดยต้องคำนึงถึงข้อจำกัดทางวัฒนธรรมของชุมชนร่วมด้วยเพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้งทางวัฒนธรรมระหว่างนักท่องเที่ยวกับเจ้าของบ้านขึ้น เช่นในหมู่บ้านน้ำว้าซึ่งสืบเชื้อสายมาจากชนเผ่าถิ่น และยังคงมีความเชื่อที่ไม่ให้คนนอกเข้าไปในบ้าน การจัดการท่องเที่ยวในลักษณะนี้จึงไม่เหมาะสม ส่วนในหมู่บ้านน้ำปุ๋และหมู่บ้านห้วยทรายมูลนั้น อาจสามารถทำได้แต่ก็ต้องมีการให้ความรู้ความเข้าใจแก่ชุมชนให้ถ่องแท้ก่อน รวมทั้งทำความเข้าใจถึงข้อดี ข้อเสีย และความสามารถในการจัดการของ ชุมชนด้วย เนื่องจากการจัดการบ้านพักแบบโฮมสเตย์นี้อาจทำให้เกิดการล่วงเกินความเป็นส่วนตัวของเจ้าของบ้านบ้าง ซึ่งชาวบ้านก็ต้องเปิดใจเพื่อเรียนรู้ความแตกต่างทางวัฒนธรรมของนักท่องเที่ยวด้วย

2. ด้านผลประโยชน์ของชุมชน

ผลประโยชน์ของการท่องเที่ยวในรูปแบบของรายได้มีส่วนสำคัญต่อชุมชนแหล่งท่องเที่ยวมาก เนื่องจากชุมชนลำน้ำว้าเป็นชุมชนที่มีรายได้ค่อนข้างต่ำ การพัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชนจำเป็นที่จะต้องให้ชุมชนมีรายได้ที่เพิ่มขึ้น เพื่อที่จะได้สามารถนำไปพัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชน การพัฒนาการท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชนลำน้ำว้าส่วนหนึ่งก็เพื่อเป็นการกระจายรายได้สู่ชุมชน ดังนั้นการจัดการการท่องเที่ยวที่เหมาะสมของชุมชนก็ควรที่จะสามารถทำให้

ชุมชนได้รับผลประโยชน์ที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ชุมชนให้ความสำคัญกับกิจกรรมการท่องเที่ยวและช่วยกันดูแลรักษาการท่องเที่ยวให้ยั่งยืนต่อไปได้ ซึ่งผลประโยชน์ของชุมชนเกิดขึ้นจากการดำเนินการดังนี้

2.1 การตลาดการท่องเที่ยวของชุมชนลำน้ำว้า แม้ว่าชุมชนจะมีรูปแบบการท่องเที่ยวที่เหมาะสมกับชุมชนแล้วแต่หากขาดการจัดการด้านการตลาดที่เหมาะสมก็อาจทำให้ธุรกิจการท่องเที่ยวของชุมชนไม่สามารถประสบความสำเร็จได้ จึงต้องมีการจัดการการตลาดการท่องเที่ยวของพื้นที่ท่องเที่ยวลำน้ำว้าด้วยเพื่อให้การท่องเที่ยวของชุมชนสามารถสร้างรายได้ได้อย่างแท้จริง อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ต้องคำนึงถึงร่วมด้วยคือเป้าหมายหลักของการท่องเที่ยวในชุมชน ซึ่งต้องการให้เกิดการกระจายรายได้จากการท่องเที่ยว ในขณะเดียวกันก็ไม่เกิดผลกระทบทางลบต่อชุมชนและทรัพยากรธรรมชาติ ดังนั้นการจัดการด้านการตลาดก็ควรที่จะตอบสนองต่อเป้าหมายดังกล่าวด้วย โดยเมื่อพิจารณาส่วนประสมทางการตลาดแล้วการส่งเสริมการท่องเที่ยวของชุมชนลำน้ำว้าที่ได้มีการเสนอรูปแบบมานั้น ควรจะเน้นกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะเฉพาะคือเป็นนักท่องเที่ยวที่มีคุณภาพ มีความต้องการที่จะเรียนรู้วิถีชีวิตชุมชนและอนุรักษ์ธรรมชาติอย่างแท้จริง เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบทางลบแก่ชุมชนและทรัพยากรธรรมชาติของชุมชน ซึ่งสามารถดำเนินการตามส่วนประสมทางการตลาดได้ดังนี้

2.1.1 สินค้า (product) สินค้าทางการท่องเที่ยวของพื้นที่ชุมชนลำน้ำว้า จัดได้ว่าเป็นสิ่งดึงดูดใจทางการท่องเที่ยวประเภทธรรมชาติและวิถีชีวิตของชุมชน คือ มีสภาพธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม กิจกรรมการท่องเที่ยว และวิถีชีวิตของชุมชนที่เป็นเสน่ห์สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวที่ชื่นชอบการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และต้องการเรียนรู้สภาพธรรมชาติและวิถีชีวิตชุมชนได้

2.1.2 ราคา (price) การตั้งราคาควรให้มีความเหมาะสมกับนักท่องเที่ยวกลุ่มเป้าหมาย เช่น นักเรียน นักศึกษา ข้าราชการ เป็นต้น และต้องพิจารณาต้นทุนต่างๆ ที่ต้องใช้ด้วย เช่น ค่าที่พัก ค่าอาหาร ค่าแรงงาน ซึ่งต้องมีความเหมาะสมและสร้างความพึงพอใจแก่ทั้งชุมชนและนักท่องเที่ยว

2.1.3 ช่องทางการจัดจำหน่าย (place) การเสนอรูปแบบการท่องเที่ยวของชุมชนลำน้ำว้าโดยการประสานความร่วมมือกับผู้ประกอบการแพยางหรือบริษัทนำเที่ยวต่างๆ ที่นำนักท่องเที่ยวเข้ามาล่องแก่งลำน้ำว้าโดยเสนอทางเลือกให้ผู้ประกอบการทราบ นอกจากนี้ควรจัดเสนอไปยังกลุ่มเป้าหมายโดยตรง เช่น ติดต่อไปยังสถาบันการศึกษา เป็นต้น

2.1.4 การส่งเสริมการตลาด (promotion) การโฆษณาประชาสัมพันธ์รูปแบบการท่องเที่ยวของชุมชนมีความจำเป็นมากเนื่องจากรูปแบบการท่องเที่ยวเป็นรูปแบบใหม่ที่ไม่เคยมีในชุมชนลำน้ำว้ามาก่อน จึงจำเป็นที่จะต้องมีการประชาสัมพันธ์ซึ่งสามารถผ่านสื่อได้หลายทาง เช่น วิทยุ แผ่นพับ แผ่นป้าย การทำเว็บไซต์ หนังสือส่งเสริมการท่องเที่ยวต่างๆ รวมทั้งการส่งเอกสารไปยังหน่วยงานราชการต่างๆ อย่างไรก็ตาม การประชาสัมพันธ์ก็ไม่ควรมีมากเกินไป เพื่อป้องกันไม่ให้มีนักท่องเที่ยวเข้ามายังชุมชนเป็นจำนวนมากซึ่งอาจสร้างผลกระทบกับชุมชน การส่งเสริมการตลาดนี้อาจเจาะจงไปยังกลุ่มเฉพาะเพื่อให้ได้นักท่องเที่ยวที่มีคุณภาพและต้องการเรียนรู้ชุมชนอย่างแท้จริง เช่น ในสถานศึกษา เป็นต้น

2.2 ประสานความร่วมมือกับผู้ประกอบการ เนื่องจากที่ผ่านมาชุมชนกับผู้ประกอบการล่องแพไม่ค่อยได้มีการประสานความร่วมมือกันนักจึงทำให้ชุมชนไม่ได้รับการกระจายผลประโยชน์เท่าที่ควรซึ่งส่วนหนึ่งก็เนื่องจากชุมชนไม่มีความพร้อม เช่น ในเรื่องอาหารและที่พัก หากชุมชนมีการจัดการในเรื่องดังกล่าวแล้วประสานงานกับผู้ประกอบการจะทำให้ชุมชนได้รับผลประโยชน์จากการท่องเที่ยวมากขึ้น

2.3 การให้ผู้ประกอบการที่เข้ามาใช้พื้นที่ในการล่องแพหักรายได้ส่วนหนึ่งให้กับชุมชนลำน้ำว้าเพื่อที่ชุมชนจะใช้ในการพัฒนาหมู่บ้าน เช่น การดูแลลำน้ำว้า การจัดการขยะจากนักท่องเที่ยว เป็นต้น ซึ่งการหักรายได้จากผู้ประกอบการนี้อาจคิดจากการมาล่องแพต่อเที่ยว ในปัจจุบันการล่องแพไม้ไผ่มีการหักรายได้ส่วนหนึ่งจำนวน 50 บาทต่อเที่ยวให้กับชุมชนลำน้ำว้าแต่การล่องแพยางไม่ได้มีการดำเนินการดังกล่าว ทั้งๆ ที่มีการใช้พื้นที่ลำน้ำว้าในการให้บริการนักท่องเที่ยวมากกว่าแพไม้ไผ่

3. ด้านการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชน

ทรัพยากรธรรมชาติของชุมชนถือว่าเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยวที่สำคัญมาก ที่ได้ดึงดูดให้มีนักท่องเที่ยวเข้ามาเที่ยวในชุมชนจำนวนมากและก่อให้เกิดรายได้แก่ชุมชน อย่างไรก็ตาม ทรัพยากรธรรมชาติที่มีความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชนลำน้ำว้านี้ก็มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของชุมชนอย่างมาก ซึ่งการพัฒนาการท่องเที่ยวในพื้นที่ใดๆ นั้นจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงขีดความสามารถในการรองรับการท่องเที่ยวของพื้นที่ท่องเที่ยวนั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีความเปราะบางทางระบบนิเวศสูง ชุมชนลำน้ำว้าเป็นชุมชนซึ่งมีพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทั้งพืชพรรณ สัตว์ป่าและสัตว์น้ำนานาชนิด จึงควรมีแนวทางการจัดการการท่องเที่ยวที่เหมาะสมเพื่อรักษาทรัพยากรธรรมชาติของชุมชน ได้แก่

3.1 การจัดแบ่งเขตพื้นที่ในพื้นที่ท่องเที่ยว (zoning) โดยเป็นการแบ่งพื้นที่ในแหล่งท่องเที่ยวออกเป็นเขตต่างๆ ตามความสำคัญของระบบนิเวศและกิจกรรมที่ยอมรับได้เพื่อควบคุมกิจกรรมของแต่ละพื้นที่ให้เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพของทรัพยากรการท่องเที่ยวและการใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ยังอาจจัดแบ่งเขตพื้นที่โดยมีการจัดพื้นที่สำหรับนักท่องเที่ยวไว้เป็นการเฉพาะเพื่อป้องกันผลกระทบทางสังคมที่จะเกิดกับชุมชนด้วย เช่น เขตอนุรักษ์พันธุ์ปลาของชุมชน พื้นที่ต้องห้ามของชุมชนที่ผูกติดกับความเชื่อต่างๆ เช่น ศาลผี และพื้นที่บ้านของชาวบ้าน เป็นต้น รวมทั้งกำหนดและควบคุมกิจกรรมที่นักท่องเที่ยวสามารถทำได้ในแหล่งท่องเที่ยว เนื่องจากกิจกรรมบางอย่างของนักท่องเที่ยวได้ทำลายความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เช่น การเล่นแค้มป์ไฟ การเหยียบย่ำ การเก็บตัวอย่างพืช การจัดกิจกรรมบันเทิงที่ส่งเสียงดัง และการใช้เครื่องกระจายเสียง เป็นต้น

3.2 การกำหนดขีดความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยว โดยควรกำหนดขีดความสามารถในการรองรับปริมาณนักท่องเที่ยวของพื้นที่ กำหนดระยะเวลาและช่วงฤดูกาลในการเข้ามาท่องเที่ยวให้ชัดเจนเพื่อให้สภาพธรรมชาติได้พักฟื้น และไม่สร้างความกดดันให้กับพื้นที่มากเกินไป โดยต้องให้ชุมชนตระหนักอยู่เสมอว่าการท่องเที่ยวเป็นเพียงกิจกรรมที่สร้างรายได้เสริมจึงควรที่จะทำอย่างพอเพียงไม่ควรที่จะเห็นแก่รายได้มากจนเกินความสามารถที่พื้นที่จะรับได้

เมื่อพิจารณาจากพื้นฐานวัฒนธรรม การปกครองท้องถิ่น ขนบธรรมเนียมประเพณี และวิถีชีวิตของชุมชนลำน้ำว้าแล้ว แนวทางที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติควรเป็นไปในรูปแบบขององค์กรกึ่งอิสระไม่เป็นทางการจนเกินไป โดยมีระบบการได้รับผลประโยชน์ร่วมกันในการจัดรูปแบบองค์กร บทบาทในการมีส่วนร่วมได้แก่ การให้ข้อมูล การวางแผน การจัดการควบคุมดูแล การจัดบริการ การจัดกิจกรรมอนุรักษ์ หากชุมชนมีส่วนร่วมมากหรือมีอำนาจเพียงพอในการควบคุมการท่องเที่ยวก็จะช่วยให้เกิดการพัฒนาคนได้อย่างดี อีกทั้งสามารถจัดสรรผลประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและเกิดการกระจายรายได้สู่ชุมชนมากขึ้น โดยการที่จะให้ชุมชนมีส่วนร่วมสิ่งสำคัญที่จำเป็นที่สุดคือการให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในรูปแบบของการท่องเที่ยว การดูแลรักษาทรัพยากรการท่องเที่ยวและสิ่งแวดล้อม และการประสานงานกับหน่วยงานภายนอก

บทสรุป

ชุมชนลำน้ำว้ามีองค์ความรู้ในการจัดการกับความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เข้ามาในชุมชน ทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตอย่างถอนรากถอนโคน และยังคงความเป็นชุมชนชนบทอยู่ได้ ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

1. องค์ความรู้ในการจัดการทรัพยากรป่าไม้และแหล่งน้ำของชุมชน ซึ่งเกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับธรรมชาติ ซึ่งชุมชนทราบว่าหากขาดธรรมชาติแล้วชุมชนไม่สามารถอยู่ได้ จากการใช้ชีวิตอยู่กับป่าไม้และลำน้ำได้ทำให้ชุมชนสั่งสมความรู้ต่างๆ จากการดำรงชีวิต เช่น ประโยชน์ของต้นไม้ พืชพรรณชนิดต่างๆ เขตอาศัยของต้นไม้ สัตว์น้ำ พืชน้ำชนิดต่างๆ ทำให้ชุมชนมีการแบ่งพื้นที่ป่าและลำน้ำออกเป็นส่วนต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการใช้สอยและอนุรักษ์ โดยมีความเชื่อและพิธีกรรมเป็นเครื่องมือควบคุมทางสังคมร่วมด้วย เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

2. องค์ความรู้ในการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชน การที่ชุมชนลำน้ำว้ายังคงความหลากหลายทางชีวภาพของพืชพรรณ สัตว์ป่า สัตว์น้ำ ได้จนถึงปัจจุบันนี้ เกิดจากการจัดการดูแลรักษาของคนในชุมชน ซึ่งทราบว่าความหลากหลายทางชีวภาพเป็นหลักประกันความมั่นคงในชีวิต ความหลากหลายของสายพันธุ์พืชและสัตว์ เป็นหลักประกันปริมาณและความต่อเนื่องของผลผลิตของชุมชน ทำให้เกิดความมั่นคงในระบบนิเวศของชุมชน ชุมชนมีองค์ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของพืชและสัตว์ที่มีความเชื่อมโยงกันเป็นระบบ และต่างก็พึ่งพากันหากขาดป่าจะขาดน้ำและสัตว์น้ำซึ่งเป็นอาหารของชุมชน ชุมชนก็จะประสบความยากลำบากในการดำรงชีวิต รวมทั้งความหลากหลายของพืชพรรณที่เป็นอาหารของชุมชน ในขณะเดียวกันก็เป็นอาหารของสัตว์ด้วย

นอกจากนี้ ความรู้ที่ได้สั่งสมมาทำให้ชุมชนสามารถสังเกตเห็นและจัดการกับปัญหาที่เกิดจากความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดกับพืชพรรณและสัตว์น้ำ เช่น การลดลงของสัตว์น้ำบางชนิดที่สามารถชี้วัดคุณภาพของน้ำ ซึ่งทำให้ชุมชนสามารถจัดการกับสิ่งแวดล้อมก่อนที่จะกลายเป็นปัญหาใหญ่ได้

3. การบูรณาการองค์ความรู้ต่างๆ ของชุมชน ทำให้ชุมชนสามารถนำองค์ความรู้ต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วมาจัดการการท่องเที่ยวเพื่อให้เกิดความยั่งยืนของชุมชนได้ ดังนี้

3.1 การนำเอาองค์ความรู้ของชุมชนเกี่ยวกับประโยชน์ของพืชพรรณต่างๆ มาถ่ายทอดให้กับนักท่องเที่ยว ซึ่งจะทำให้นักท่องเที่ยวได้เห็นคุณค่าของพืชพรรณ รวมทั้งชุมชนและเยาวชนมีความภูมิใจและเห็นคุณค่าของพืชพรรณในชุมชนที่สามารถสร้างรายได้และสร้างชื่อเสียงให้กับชุมชน ซึ่งจะทำให้เกิดความหวงแหนและร่วมมือกันดูแลรักษา

3.2 การนำองค์ความรู้ของชุมชนเกี่ยวกับคุณลักษณะและแหล่งอาศัยของพืชพรรณ สัตว์น้ำ มาใช้ในการจัดการให้การท่องเที่ยวอยู่ในเขตที่เหมาะสม โดยไม่สร้างผลกระทบต่อพืชพรรณหรือสัตว์น้ำที่มีความสำคัญกับชุมชน

3.3 การนำองค์ความรู้ของกระบวนการเรียนรู้ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เชื่อมโยงกันในการดูแลรักษาทรัพยากรการท่องเที่ยว เพื่อให้สามารถป้องกันและแก้ไขปัญหาจากการท่องเที่ยวได้ทันท่วงที ก่อนที่จะก่อให้เกิดผลกระทบทางลบมากจนเกินกำลังของชุมชนที่จะจัดการได้

3.4 การนำองค์ความรู้ด้านภูมิปัญญาต่างๆ ของชุมชนมาผสมผสานกับองค์ความรู้สมัยใหม่นอกชุมชน เช่น ความรู้ด้านการตลาด รูปแบบการท่องเที่ยว โดยผ่านการเรียนรู้และสร้างเครือข่ายกับหน่วยงานต่างๆ นอกชุมชน เพื่อสร้างรูปแบบ กฎระเบียบ ที่เหมาะสมในการดำเนินธุรกิจการท่องเที่ยว

ข้อเสนอแนะ

1. ชุมชนลำน้ำว้ามีทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพสูง การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของพืชพรรณต่างๆ จะเป็นประโยชน์ต่อชุมชน และทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่

2. การศึกษาขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ลำน้ำว้าอย่างรอบด้าน ทั้งทางกายภาพ สังคม และนิเวศวิทยาให้ลึกซึ้งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวในอนาคต

3. ศึกษาหาความเหมาะสมของการสร้างและใช้เกณฑ์มาตรฐาน สำหรับวัดขีดความสามารถในการรองรับของแหล่งท่องเที่ยวตามฤดูกาล สถานที่ และบริบท โดยควรครอบคลุมความหลากหลายทางชีวภาพด้วย และให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholders) มีส่วนร่วมในการดำเนินการ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_446002 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความเมตตาจากรองศาสตราจารย์ ดร. อนุรักษ์ ปัญญานุวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการ และให้ความเอาใจใส่ แนะนำ ช่วยเหลือ ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. มนัส สุวรรณ ที่กรุณารับเป็นกรรมการ และให้แนวคิดดีๆ ตั้งแต่เข้าเรียน รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์กรรณิการ์ ภู่ประเสริฐ ทั้งในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ให้กำลังใจ ตลอดระยะเวลาของการศึกษา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม และอาจารย์คณิต ธนูธรรมเจริญ ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบ ช่วยให้คำแนะนำเพิ่มเติม

ความกรุณาจากชาวชุมชนลำน้ำว้า หมู่บ้านน้ำว้า หมู่บ้านน้ำปุ๋ และหมู่บ้านห้วยทรายมูล ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและมีน้ำใจให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อดีตผู้ใหญ่ชิ พรมเกษา ผู้ใหญ่สม แก้วใส ผู้ใหญ่ชุม ทองคำ อดีตผู้ใหญ่เจริญ ประทอง และผู้ใหญ่วุ่น ประทอง รวมทั้ง น้าวา น้าสนิท พี่วิชัย อาจารย์วิไล ครูสายหยุด ครูจุ่ม เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติแม่จริมที่ช่วยอำนวยความสะดวก และให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล ขอขอบพระคุณทุกท่านจากใจ หากมีสิ่งใดขาดตกบกพร่องหรือเกิดความผิดพลาด ผู้วิจัยขออภัยเป็นอย่างยิ่ง และหวังว่าการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผู้สนใจศึกษา และโดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนลำน้ำว้า ให้คงความเป็นชุมชนที่มีเอกลักษณ์และสภาพธรรมชาติสิ่งแวดล้อมที่สวยงามต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา แก้วเทพ. 2538. การพัฒนาแนววัฒนธรรมชุมชน โดยถือมนุษย์เป็นศูนย์กลาง. สภาคาทอลิกแห่งประเทศไทยเพื่อการพัฒนา กรุงเทพฯ.

โครงการศึกษาวิจัยการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2545. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาและจัดทำคู่มือการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวประเภทผจญภัยกึ่งอนุรักษ์ธรรมชาติ (ล่องแก่ง, พายเรือแคนู, ปีนหน้าผา). การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.

จีรพร ศรีวัฒนานุกูลกิจ. 2544. การท่องเที่ยวกับความเปลี่ยนแปลงในชุมชนชาวเขา. สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ฉลาดชาย รมิตานนท์. 2537. ผีเจ้านาย. โรงพิมพ์พายัพ ออฟเซทนรินทร์ กรุงเทพฯ.

ชยันต์ วรรธนะภูติ. 2538. บทนำ เวทีผู้ถูกท่องเที่ยว. สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปุสตี อาคมานนท์ มอนซอน และคณะ. 2535. โครงการศึกษาผลกระทบของการท่องเที่ยวเดินป่าต่อสภาวะแวดล้อมและประชาชนในท้องถิ่น. รายงานการวิจัย.

วรรณี ดวงดีทวีรัตน์. 2540. การปรับตัวของครอบครัวในชุมชนชนบทในสภาพการเปลี่ยนแปลงของสังคม. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษานอกระบบ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิชัย นิลคง. 2545. รูปแบบการอนุรักษ์พันธุ์ปลาท้องถิ่นของชุมชนลำน้ำว้า ตำบลน้ำพาง อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2538. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. 2540. โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาการท่องเที่ยวไทยเสนอต่อการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. รายงานผลการศึกษา.

สมาคมวิจัยเชิงคุณภาพแห่งประเทศไทย. 2538. การวิจัยเชิงคุณภาพ กับการศึกษาผลกระทบทางสังคมและวัฒนธรรมของโครงการพัฒนา. อรุณการพิมพ์ กรุงเทพฯ.

สุพล ศิริพรรณพร. 2538. การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในแหล่งท่องเที่ยว: กรณีศึกษาบริเวณชายฝั่งทะเลเมืองระยอง. การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรีย์ บุญญานุพงศ์. 2539. ผลกระทบจากการส่งเสริมการท่องเที่ยว: ศึกษากรณีจังหวัดแม่ฮ่องสอน. สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุวณี ทรัพย์พิบูลย์ผล. 2544. การท่องเที่ยวเชิงนิเวศกับการเปลี่ยนแปลงของชุมชนปกากะญอ (กะเหรี่ยง) บ้านแม่กลางหลวงและบ้านอ่างกาน้อย อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าอิสระศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุวิทย์ คุณกิตติ. 2536. การเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและวิถีชาวบ้าน. ใน: สัมพันธ์ เตชะอธิก (บรรณาธิการ), แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสังคมไทย. สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอกวิทย์ ณ ถลาง. 2544. ภาพรวมภูมิปัญญาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. อมรินทร์พริ้นติ้ง กรุงเทพฯ.

พัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ชลดรงค์ ทองสง[1] และ อนุรักษ์ ปัญญานุวัฒน์[2]

[1]สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

[2]ภาควิชาส่งเสริมการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

Abstract: **Development in Resource Management of the Civil Society Khao Luang Range, Nakhon Si Thammarat Province**

Chondarong Tongsong[1] and Anurak Panyanuwat[2]

[1]Man and Environment Management, Graduate School, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200, [2]Department of Education Extention, Faculty of Education, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200

This research focussed on the qualitative development of natural resource management by Khao Luang range civil society, Nakhon Si Thammarat Province. Research data were collected by the use of formal interviews, informal interviews, participant observations and focus group discussions.

The data were then analyzed by grouping according to their functions and social in-depth interview relationships. The findings of this study were are follows:

1. Development of natural resource management.

The Khao Luang range civil society was formed by the community and related agencies from both governmental and private sectors. It aimed to mutually manage natural resources for sustainable development.

2. Process of natural resource management.

There were 4 sub-processes determined within the process of natural resource management of the Khao Luang range civil society. These were: (1) group process; (2) participation process; (3) network development within the society; and (4) mutual interaction within the society.

These sub-processes, existed continuously within the society, networking members and agency members. Such a collective process was a core factor initiating the development of natural resource management of this civil society in the given areas.

3. Factors relating to natural resource management.

The factors relating to natural resource management in the study area consisted of 3 types. The first were internal factors consisting of community participation, local wisdom transfer, mutual learning processes and a body of knowledge construction in natural resource management in Khao Luang range civil society.

The second were external factors consisting of government policies and other external assistance. The third were problems and obstacles such as capitalism, mass tourism, and the national sanctuary act.

4. Results of natural resource management.

Results of natural resource management could be classified into 2 parts. The first was the effect on the national park such as the reduction in destruction of natural resources and the development of a good relationship between the national park office and the civil society organization members. The second was the effect on the community distribution and the empowerment of community organizations.

In conclusion, the research found that there were some bodies of knowledge existing within the dimension of natural resource management in Khao Luang.

These were bodies of knowledge in natural resources, natural resource management and an integration of sub bodies of knowledge in the management dimension. These could form appropriate guidelines for sustainable natural resource management.

Key words: Luang range civil society, Nakhon Si Thammarat Province

บทนำ

อุทยานแห่งชาติเขาหลวงเป็นอุทยานแห่งชาติที่มีความสำคัญแห่งหนึ่งของภาคใต้ เพราะเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญไว้อย่างมากมาย เช่น บัวแฉก *(Dipteris conjugata)* กล้วยไม้สิงโตอาจารย์เต็ม *(Bulbophyllum smitinandii)* เอื้องสายเสริต *(Coclogyne rechussenii)* เฟิร์นมหาสดำ *(Cyathea podophylla)* และนกกินปลีหางยาวเขียว (Green Tailed) เป็นต้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้สามารถพบได้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงเท่านั้น แต่ในปัจจุบันอุทยานแห่งชาติแห่งนี้ได้สูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไปอย่างมาก จนมีผลทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในภาคใต้เป็นอย่างมากมาย เช่น เหตุการณ์โศกนาฏกรรมน้ำท่วมและโคลนถล่มอย่างรุนแรงที่หมู่บ้านกะทูน อ.พิปูน จ.นครศรีธรรมราช และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของภาคใต้ในปัจจุบัน

ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นในพื้นที่ใดๆ ก็ตาม จำเป็นที่จะต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ ภาคเอกชน ตลอดจนประชาชนในพื้นที่ โดยการสร้างองค์กรแห่งความร่วมมือขึ้นมาจึงจะสามารถเป็นการดำเนินการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ยั่งยืนได้ พื้นที่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวงก็เช่นเดียวกัน เนื่องจากพื้นที่รอบๆ เขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวงมีชุมชนอาศัยตั้งบ้านเรือนถิ่นฐานอยู่โดยรอบ ดังนั้นในการที่จะสามารถจัดการทรัพยากรธรรมชาติในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงอย่างยั่งยืนได้นั้น มีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องอาศัยความร่วมมือในการจัดการจากทุกๆ ชุมชนที่อยู่โดยรอบพื้นที่ โดยผ่านองค์กรแห่งความร่วมมือขึ้นมา คือ "ประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง"

การวิจัยเรื่อง "พัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง" มีปัญหาการวิจัยว่าชุมชนรอบเขาหลวงมีภูมิหลังและประวัติความเป็นมาอย่างไร อะไรเป็นเหตุให้เกิดองค์กรสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดการรวมตัวขององค์กรสิ่งแวดล้อมของแต่ละชุมชนมาเป็นเครือข่าย และอะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดพัฒนาการของเครือข่าย โดยการศึกษาในครั้งนี้จะทำการศึกษาโดยมีการแบ่งพัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติออกเป็นยุคต่างๆ ตามการเปลี่ยนแปลงที่มีอิทธิพลต่อพัฒนาการของประชาคม จะเริ่มตั้งแต่ยุคพึ่งพิงธรรมชาติ ยุคคอมมิวนิสต์ ยุคอุทยานแห่งชาติ ยุคการท่องเที่ยว ยุคองค์กรชุมชน และยุคเครือข่าย เพื่อแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ตลอดจนมีการศึกษาถึงกระบวนการในการจัดการ และปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติรวมไปถึงผลของการจัดการที่เกิดขึ้นทั้งในชุมชนและในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง ผลการศึกษาครั้งนี้จะมีประโยชน์อย่างมากในการส่งเสริมศักยภาพของเครือข่ายชุมชนในการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนเป็นการนำบทเรียนในการศึกษาไปใช้ในการแก้ไขปัญหาของชุมชนอื่นๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อื่นๆ อีกได้

วิธีการ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

1.1.1 ผู้นำขององค์กรสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นของชุมชนต่างๆ ในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง จำนวน 16 องค์กร

1.1.2 เจ้าหน้าที่ในสมาคมเพื่อนเกลอเทือกเขาหลวง จำนวน 4 คน

1.1.3 สมาชิกในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง คือ สมาชิกในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงที่ไม่ได้เป็นผู้นำขององค์กรสิ่งแวดล้อม

1.1.4 หน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ อุทยานแห่งชาติเขาหลวง การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย นักวิชาการจากองค์กรต่างๆ องค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น องค์กรพัฒนาเอกชน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้นำขององค์กรสิ่งแวดล้อมของชุมชนต่างๆ และเจ้าหน้าที่ของสมาคมเพื่อนเกลอเทือกเขาหลวงใช้ประชากรทั้งหมดในการให้ข้อมูล คือ ผู้นำองค์กรสิ่งแวดล้อมของชุมชนต่างๆ จำนวน 16 คน และเจ้าหน้าที่ในสมาคมเพื่อนเกลอเทือกเขาหลวงจำนวน 4 คน ส่วนสมาชิกในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้การสุ่มตัวอย่างแบบ snowball sampling จากผู้ให้ข้อมูลหลักสอบถามว่าควรจะไปศึกษาจากบุคคลใดอีกเพื่อขอข้อแนะนำ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนได้ข้อมูลเพียงพอ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ (infomal interview) เป็นการพูดคุยในบรรยากาศที่เป็นไปตามโอกาสที่จะอำนวยให้ ไม่มีพิธีรีตอง ผู้วิจัยใช้วิธีนี้เพื่อค้นหาข้อมูลในเรื่องการก่อเกิดและพัฒนาการของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง และปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมฯ เป็นข้อมูลที่ได้จากผู้นำองค์กรสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นสมาชิกในประชาคมฯ และเจ้าหน้าที่จากสมาคมเพื่อนเกลอเทือกเขาหลวง ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้เก็บจากภาคสนามโดยตรง

2.2 วิธีการสังเกต (observation) เป็นการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและผลของกิจกรรมต่างๆ ที่ได้เกิดขึ้นโดยผู้วิจัยจะใช้วิธีการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (participant observation) และการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมผสมผสานกันไปในบางครั้งด้วย ผู้วิจัยใช้วิธีนี้เพื่อศึกษาข้อมูลในเรื่องกระบวนการและผลงานในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง ข้อมูลในส่วนนี้ได้จากการเข้าไปมีส่วนร่วมและสังเกตจากกิจกรรมต่างๆ ของชุมชนและประชาคมฯ ที่จัดขึ้น

2.3 การประชุมกลุ่ม โดยทั่วไปประชาคมเพื่อนเกลออนุรักษ์เทือกเขาหลวงมีการประชุมกลุ่มเป็นประจำอยู่แล้ว ผู้วิจัยจึงอาศัยการประชุมทั่วไปของประชาคมฯ ในการตรวจสอบข้อมูลไปด้วย โดยจะเข้าไปตรวจสอบข้อมูลกับการประชุมกลุ่มใหญ่ประมาณ 3-4 ครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ ข้อมูลที่ต้องการ คือ พัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยได้ข้อมูลจากผู้นำองค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชนและสมาชิกในประชาคมฯ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้เป็นกระบวนการที่มิได้แยกส่วนออกมาจากกระบวนการในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นทำการศึกษา ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการวิจัยเป็นเครื่องมือนำทางในการเก็บข้อมูลสนาม โดยผู้วิจัยมีการจัดระบบในการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ดังนี้

3.1 การจำแนกและจัดระบบ (typology and taxonomy) เมื่อได้ข้อมูลสนามมาแล้ว ขั้นตอนแรกก็คือการจำแนกและการจัดหมวดหมู่ข้อมูล มีวัตถุประสงค์สำคัญคือ การจัดข้อมูลที่กระจัดกระจายให้อยู่เป็นระบบ เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษา

3.1.1 การจำแนกประเภทของปรากฏการณ์ (typology) เป็นการจัดหมวดหมู่ และจำแนกประเภทปรากฏการณ์ให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อให้เข้าใจความหลากหลายของปรากฏการณ์และบริบทของสังคม

3.1.2 การจัดระบบข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ (taxonomy) เป็นการจำแนกข้อมูลออกเป็นระบบที่มีความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงหน้าที่ (functional analysis) คือการศึกษาถึงการเกิดขึ้นและมีอยู่ของพฤติกรรมนั้น มีบทบาทหน้าที่บางประการที่เป็นคุณประโยชน์ เกื้อหนุนทำให้เกิดกระบวนการประชาคมขึ้นมา

3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสังคมและกลุ่ม (pattern of behavior) เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์และรูปแบบของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในกลุ่มเครือข่ายประชาคมฯ

3.4 การวิเคราะห์ผลและการเปลี่ยนแปลง เพื่อการเข้าใจถึงสิ่งปรากฏทางกายภาพ และผลที่เกิดขึ้นต่อกลุ่มทางสังคม

ผลการวิจัย

1. พัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง มีพัฒนาการมาตั้งแต่การจัดการทรัพยากรธรรมชาติโดยชุมชนเริ่มตั้งแต่ การอยู่อาศัยอย่างพึ่งพิงไปกับธรรมชาติ การทำลายทรัพยากรอย่างล้างผลาญเพื่อสนองความต้องการในด้านต่างๆ มาถึงในยุคที่ทรัพยากรธรรมชาติร่อยหรอลง ตลอดจนการจัดสรรทรัพยากรที่ไม่ลงตัว และได้ก่อให้เกิดการแย่งยิงทรัพยากรธรรมชาติขึ้นมา จนมาถึงเมื่อธรรมชาติถูกทำลายลงไป จนไม่สามารถที่จะรักษาสมดุลย์ของธรรมชาติเอาไว้ได้ และเมื่อเกิดภัยธรรมชาติขึ้นมา ธรรมชาติจึงไม่สามารถที่จะบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ ดังเช่นเหตุการณ์น้ำท่วมและโคลนถล่มอย่างรุนแรงเมื่อปี พ.ศ. 2531 ที่ได้ทำลายชีวิตและทรัพย์สินของคนในชุมชนรอบอุทยานแห่งชาติเขาหลวงไปอย่างมหาศาล สอดคล้องกับที่แรมโบ (Rambo, อ้างใน ลำแพน, 2540) ได้กล่าวว่า สังคมมนุษย์และสังคมพืชเป็นสังคมที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ทั้งสองมีองค์ประกอบมีสายสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างกัน ในสังคมมนุษย์โครงสร้างทางสังคมซึ่งประกอบด้วยหน่วยต่างๆ เริ่มจากปัจเจกชน ครอบครัว กลุ่มและองค์กรต่างๆ มีระบบเศรษฐกิจ ระบบการเมือง ระบบการปกครอง ฯลฯ เชื่อมโยงและยึดหน่วยย่อยต่างๆ เอาไว้ ส่วนในสังคมพืชประกอบขึ้นด้วยโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิตมีความเชื่อมโยงกันด้วยวงจรต่างๆ เช่น วงจรอาหาร วงจรแร่ธาตุ ฯลฯ สังคมมนุษย์และสังคมต้นไม้จะมีการถ่ายทอดความสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งอาจเป็นการส่งเสริมและการทำลายซึ่งกันและกัน เช่น สังคมมนุษย์จะใช้ประโยชน์จากป่ามากเกินไป จนป่าไม้ไม่อาจที่จะรักษาความสมดุลย์เอาไว้ได้ ก็ให้เกิดความเสื่อมโทรมและยังทำให้เกิดอุทกภัย ความแห้งแล้ง เป็นต้น ซึ่งชุมชนรอบอุทยานแห่งชาติเขาหลวงก็ได้รับผลกระทบที่เกิดขึ้นอย่างแสนสาหัส จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้ชุมชนได้เรียนรู้ถึงคุณค่าของธรรมชาติและต้องการที่จะรักษาสมดุลย์ของธรรมชาติเอาไว้ ในยุคนี้จึงได้เกิดองค์กรสิ่งแวดล้อมในชุมชนรอบอุทยานแห่งชาติเขาหลวงขึ้นมา

ในช่วงแรกของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติโดยองค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชน การจัดการจะเป็นไปในลักษณะของการจัดการแบบแยกส่วนของแต่ละองค์กร ออกจากกันอย่างเป็นเอกเทศ ทั้งการจัดการในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการจัดการด้านการท่องเที่ยว ซึ่งการจัดการแบบแยกส่วนนี้ได้ก่อให้เกิดปัญหาตามมาทั้งปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ และปัญหาความขัดแย้งภายในชุมชนและระหว่างชุมชน ซึ่งปัญหาเหล่านี้ได้ทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ องค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในอุทยานแห่งชาติเขาหลวง ทั้งองค์กรจากภาครัฐ องค์กรพัฒนาเอกชน องค์กรชุมชน ตลอดจนนักวิชาการจากสถาบันต่างๆ ต้องเข้ามาร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งข้อสรุปของปัญหาก็คือ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ และชุมชนโดยรอบไม่สามารถที่จะจัดการอย่างแยกส่วนได้ การจัดการที่ยั่งยืนนั้นจำเป็นที่จะต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจของทุกๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ดังที่ประเวศ (2539) ได้กล่าวว่า ถ้าเปรียบเทียบสังคมที่อ่อนแอเหมือนกับกองทรายที่กระจัดกระจายไร้ความหมาย แต่ครั้งมีการก่อกองทรายขึ้นเป็นเจดีย์ก็เกิดความสำคัญและงดงามขึ้น การก่อเจดีย์ในที่นั้นเปรียบเสมือนการสร้างโครงสร้างที่เข้มแข็งยึดโยงภายในสังคม การแก้วิกฤตทางสังคมหรือความอ่อนแอของสังคมจึงได้แก่การทำให้สังคมมีโครงสร้างที่เข้มแข็งนั่นเอง โครงสร้างนี้ครอบคลุมถึงคนในสังคมโดยรวม ซึ่งมีรากฐานเริ่มตั้งแต่การรวมตัวกันขององค์กรต่างๆ ที่เข้มแข็ง ในปี พ.ศ. 2543 จึงได้เกิดการร่วมมือกันขององค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติเขาหลวงขึ้น เป็น "ประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง"

2. กระบวนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงเป็นการรวมตัวกันร่วมมือในการดำเนินการจัดการทรัพยากรธรรมชาติขององค์กรต่างๆ ซึ่งมีลักษณะการรวมตัวกันด้วยความสมัครใจ ไม่ได้มีระเบียบปฏิบัติที่เป็นระเบียบแบบแผนมากนัก แต่กระบวนการดำเนินงานก็มีความเข้มแข็งอยู่พอสมควร ทั้งจากการใช้กระบวนการกลุ่มการดำเนินงานร่วมกันและการปฏิสัมพันธ์กันภายในประชาคมฯ ซึ่งจะเกิดขึ้นอยู่เสมอ ทั้งจากกิจกรรมของประชาคมฯ กิจกรรมของเครือข่ายย่อยภายในประชาคมฯ ในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงจะมีความสัมพันธ์เกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดพัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง

3. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง

ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติขององค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชนในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้มีปัจจัยที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนี้

3.1 ปัจจัยภายใน คือ อิทธิพลจากภายในชุมชนประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงที่มีส่วนผลักดัน หรือส่งเสริมให้เกิดพัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ **ประการแรกคือ ความเข้มแข็งขององค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชน** เนื่องจากชุมชนรอบอุทยานแห่งชาติเขาหลวงค่อนข้างที่จะมีความเป็นชุมชนอยู่สูง กล่าวคือภายในชุมชนยังมีระบบเครือญาติ ระบบเพื่อนฝูง ระบบอาวุโสที่ยังมีความผูกพันกันค่อนข้างเข้มแข็ง ตลอดจนลักษณะความสัมพันธ์ของชุมชนชาวใต้จะมีลักษณะค่อนข้างพิเศษกว่าภาคอื่น คือ มีความใจกว้าง ใจถึง และความเป็นนักเลงสูง ดังที่จรูญ (2542) ได้กล่าวไว้ในวัฒนธรรมการเมืองชาวใต้ว่า ชาวใต้นิยมความจริงใจตรงไปตรงมา นิยมยกย่องผู้อาวุโส ให้ความเคารพนับถือผู้สูงอายุ นิยมความเป็นกันเอง เคารพความเป็นมนุษย์ซึ่งกันและกัน รักญาติพี่น้องและนิยมความเป็นนักเลงใจกว้าง ใจถึง จากลักษณะความสัมพันธ์ในลักษณะนี้เอง ทำให้การดำเนินกิจกรรมต่างๆ ภายในชุมชนค่อนข้างราบรื่นความขัดแย้งในการทำงานมีน้อย **ประการที่สองคือ การมีส่วนร่วมของชุมชน** แต่เดิมวัฒนธรรมของชาวใต้ก็ได้เกิดกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนอยู่เป็นประจำอยู่แล้ว เช่น การ "ออกปาก" (ลงแขก) ในการทำกิจกรรมต่างๆ ซึ่งหมายถึงการขอให้เพื่อนบ้านช่วยกันลงแรงทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้งานหนักหรืองานเร่งด่วนสำเร็จลุล่วงโดยที่ผู้ร่วมลงแรงไม่คิดค่าแรง ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะพบได้ในชุมชนชนบททั่วไป แต่สำหรับภาคใต้คุณลักษณะเช่นนี้จะค่อนข้างเข้มข้นกว่าภาคอื่นๆ ดังที่ฉัตรทิพย์ และพูนศักดิ์ (2540) ได้กล่าวว่าสาเหตุที่วัฒนธรรมการ "ออกปาก" หรือ "ลงแขก" ของชาวใต้ค่อนข้างมีความเข้มข้นสูงส่วนหนึ่งเป็นเพราะหมู่บ้านภาคใต้มีสมาชิกในหมู่บ้านเดียวกันเป็นญาติพี่น้องกันจำนวนมาก ดังคำว่า "โน่นก็น้า นี่ก็ลุง" อีกทั้งชาวใต้ยังมีวัฒนธรรมพิเศษคือชอบไปมาหาสู่พบปะจับกลุ่มพูดคุยกันอยู่บ่อยครั้ง ความผูกพันและความสนิทสนมที่เกิดขึ้นจึงเกิดวัฒนธรรมในลักษณะ "เพื่อนเกลอ" หรือ "ผูกเกลอ" ขึ้นมา ซึ่งการจัดการทรัพยากรธรรมชาติขององค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชนในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงก็ได้นำเอาวัฒนธรรมในลักษณะนี้มาใช้ ในการมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติร่วมกัน **ประการที่สามคือ ระบบการถ่ายทอดความรู้ภูมิปัญญา** สำหรับชุมชนในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงส่วนใหญ่จะเป็นชุมชนเก่าแก่มีประวัติความเป็นมายาวนาน มีการสืบทอดประเพณี วัฒนธรรม ตลอดจนความรู้ภูมิปัญญาจากในอดีตสืบทอดกันมาถึงปัจจุบัน ซึ่งลักษณะการสืบทอดความรู้ภูมิปัญญาเหล่านี้จะผสมผสานไปกับวิถีชีวิต ตลอดจนประเพณี วัฒนธรรมต่างๆ ที่สืบทอดกันมา เช่น หนังตะลุง มโนราห์ พิธีเบิกป่า พิธีทำบุญหน้าท่า เป็นต้น ซึ่งจุดมุ่งหมายของประเพณีเหล่านี้ก็เพื่อความเคารพยำเกรงและเพื่อให้คนในชุมชนดูแลรักษาทรัพยากรนั่นเอง **ประการที่สี่คือ กระบวนการเรียนรู้ร่วมกันในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง** เนื่องจากชุมชนในพื้นที่รอบอุทยานแห่งชาติเขาหลวงจะมีการตั้งถิ่นฐานชุมชนอยู่บริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกัน สามารถไปมาหาสู่กันได้อยู่เสมอ ตลอดจนการเข้าไปใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ป่าเขาหลวงชุมชนก็มีโอกาสพบปะพูดคุยไปมาหาสู่ซึ่งกันและกันมานานแล้ว จนมาถึงยุคที่มีองค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชนเกิดในชุมชนรอบอุทยานแห่งชาติเขาหลวง ชุมชนก็ได้นำเอาความสัมพันธ์ที่เคยมีมาเหล่านี้มาใช้ในการร่วมกันจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงด้วย เช่น เมื่อชุมชนใดชุมชนหนึ่งมีปัญหาในการดำเนินการก็สามารถไปแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับชุมชนอื่นๆ ที่ดำเนินการมาก่อน หรือสามารถแก้ปัญหานั้นๆ ได้เป็นต้น ซึ่งจากความสัมพันธ์เหล่านี้ทำให้องค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชนในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันอย่าสม่ำเสมอ ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงจะค่อนข้างมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันขององค์กรต่างๆ เพราะมีลักษณะของชุมชนและทรัพยากรที่คล้ายคลึงกัน ทำให้กระบวนการเรียนรู้มีประโยชน์อย่างมากที่จะก่อให้เกิดพัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง **ประการที่ห้า คือ การสร้างองค์ความรู้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ** ในชุมชนรอบอุทยานแห่งชาติเขาหลวงได้ผ่านช่วงเวลาและเหตุการณ์ต่างๆ มามากมายตั้งแต่ยุคพึ่งพิงธรรมชาติ ยุคการทำลายธรรมชาติ ยุคแย่งชิงทรัพยากร ยุคอุทกภัย จนมาถึงยุคองค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชน ซึ่งตลอดเวลาที่ผ่านมาชุมชนก็มีการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติขึ้นมาเรื่อยๆ ดังนั้นในแต่ละยุคแต่ละสมัยก็จะเกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ ในการจัดการ

ทรัพยากรธรรมชาติขึ้นมา เช่น ในยุคที่ชุมชนทำลายทรัพยากรธรรมชาติจนเกิดผลกระทบเป็นอุทกภัยครั้งใหญ่ที่คร่าชีวิตและทรัพย์สินของชุมชนไปเป็นจำนวนมาก ชุมชนจึงได้เรียนรู้และพัฒนาองค์ความรู้ที่มีอยู่เดิมมาเป็นองค์ความรู้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ชุมชนสามารถอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน หรือจะเป็นในปัจจุบันที่นอกจากชุมชนจะดำเนินกิจกรรมการอนุรักษ์ธรรมชาติเพียงอย่างเดียว เมื่อมีกระแสการพัฒนาการท่องเที่ยวขึ้นมา ชุมชนก็มีการพัฒนาองค์ความรู้ในการอนุรักษ์ธรรมชาติมาผนวกเข้ากับกิจกรรมการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นได้อย่างลงตัว เป็นต้น

3.2 ปัจจัยภายนอก คือ อิทธิพลจากภายนอกชุมชนที่มีส่วนช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดพัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง **ประการแรกคือ นโยบายจากภาครัฐ** ซึ่งในปัจจุบันภาครัฐได้หันมาให้ความสำคัญต่อชุมชนท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติภายในชุมชนมากขึ้นตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 8 จนถึงฉบับที่ 9 ในปัจจุบัน ตลอดจนรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 มาตรา 43, 46, 49, 56, 78, 79 โดยเฉพาะหมวด 9 ซึ่งเป็นหมวดที่ว่าด้วยการปกครองส่วนท้องถิ่นโดยตรงตั้งแต่มาตรา 282 ถึง 290 ได้ให้แนวทางที่เป็นอำนาจขององค์การบริหารส่วนตำบลในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นอย่างเต็มที่ ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง ก็ได้มีองค์กรการปกครองส่วนท้องถิ่นที่เข้ามีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติหลายชุมชนด้วยกัน ทั้งการให้ความช่วยเหลือในด้านงบประมาณ การให้การสนับสนุน ตลอดจนการให้ความสะดวกในด้านต่างๆ เป็นต้น **ประการที่สองคือ ความช่วยเหลือจากภายนอก** ทั้งจากภาครัฐ เอกชน สถาบันการศึกษาและองค์กรพัฒนาเอกชน (NGO_S) ซึ่งกลุ่มต่างๆ เหล่านี้ได้เข้ามาช่วยเหลือในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านเงินทุนสนับสนุนการให้ความรู้ การสร้างความเข้มแข็งให้องค์กร เป็นต้น ซึ่งองค์กรที่เข้ามามีส่วนช่วยเหลือในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง คือ สมาคมเพื่อนเกลอเทือกเขาหลวง การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย สาขาการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ กองทุนสนับสนุนการวิจัย กองทุนเติมสีเขียวให้เขาหลวง มูลนิธิอาสาสมัครเพื่อสังคม มูลนิธิโกมลคีมทอง สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นต้น ซึ่งองค์กรเหล่านี้ก็เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดพัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง

3.3 ปัญหาและอุปสรรค ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงนอกจากจะมีปัจจัยที่ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดพัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงแล้ว ก็ยังมีปัจจัยที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงด้วย นั่นก็คือ ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ **ประการแรกคือ กระแสทุนนิยม** ตั้งแต่เกิดแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 ขึ้นในปี พ.ศ. 2504 ประเทศไทยได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งในด้านอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม การพัฒนาอย่างก้าวกระโดดนี้เองก็เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว อุทยานแห่งชาติเขาหลวงก็เช่นเดียวกัน แม้จะเป็นพื้นที่ห่างไกลจากตัวเมือง การพัฒนาต่างๆ ก็ยังเข้าไปถึง เช่น การพัฒนาด้านการเกษตรที่ส่งเสริมให้ชาวบ้านปลูกพืชเชิงเดี่ยวแทนการปลูกพืชแบบผสมผสานเหมือนอย่างเดิม ป่ายางที่เคยมีพืชหลายชนิดก็เปลี่ยนมาเป็นสวนยางพาราพันธุ์ดีที่ต้องปลูกเป็นพืชเชิงเดี่ยว ต้องใช้ยาใช้ปุ๋ย ใช้สารเคมีเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ได้ผลผลิตคุ้มค่ากับการลงทุน จากกระแสของพืชพาณิชย์เหล่านี้มีส่วนสำคัญที่ทำให้พื้นที่ป่าในอุทยานแห่งชาติเขาหลวงถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว และนอกจากนั้นการพัฒนาด้านทุนนิยมที่เกิดขึ้นก็ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชุมชน จากเดิมที่เคยอยู่อาศัยแบบเรียบง่าย พออยู่พอกิน ก็เปลี่ยนมาเป็นการอยู่เพื่อความสะดวกสบาย หรูหรา มีหน้ามีตา เหมือนกับสังคมภายนอกที่ได้ออกไปสัมผัส ซึ่งการพัฒนาแบบทุนนิยมนี้จะเป็นตัวเร่งให้เกิดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติเพื่อนำมาเป็นปัจจัยการผลิตในการผลิตอย่างรวดเร็ว **ประการที่สอง คือ การท่องเที่ยวแบบมวลชน (Mass tourism)** จากการขายตัวของกิจกรรมการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้น นอกจากจะก่อให้เกิดการพัฒนาและกระจายรายได้ให้กับชุมชนแล้ว กิจกรรมการท่องเที่ยวที่เกินขีดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ก็ทำให้เกิดผลกระทบในทางลบด้วยเช่นกัน ดังที่เกิดขึ้นในอุทยานแห่งชาติเขาหลวงและชุมชนโดยรอบ เช่น ปัญหาการจัดการขยะ ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติจากกิจกรรมการท่องเที่ยว ปัญหาความปลอดภัยของนักท่องเที่ยว ปัญหาค่าครองชีพภายในชุมชนสูงขึ้น ปัญหาความขัดแย้งภายในชุมชน เป็นต้น ซึ่งนำชัย (2542) ได้กล่าวว่า

การพัฒนาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว นอกจากจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การสร้างงานสร้างอาชีพและการพัฒนาระบบการคมนาคม โทรคมนาคม และโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ แล้ว การพัฒนาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นยังก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านชีวกายภาพ ด้านสังคมและศิลปวัฒนธรรม ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง **ประการที่สาม คือ พระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ** แต่เดิมชุมชนรอบป่าเขาหลวงมีการเข้าไปใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ป่าเขาหลวงอยู่สม่ำเสมอ จนเมื่อมีการประกาศจัดตั้งอุทยานแห่งชาติเขาหลวงขึ้นในวันที่ 18 ธันวาคม 2517 พื้นที่หมู่บ้านและพื้นที่ทำกินบางส่วนตกอยู่ในเขตอุทยานทำให้ชาวบ้านไม่สามารถเข้าไปใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ป่าเขาหลวงดังเดิมได้ จึงทำให้เกิดความรู้สึกที่แปลกแยกกับอุทยานฯ คนในชุมชนถือว่าป่าเขาหลวงไม่ได้เป็นทรัพยากรของพวกเขา แต่กลับไปเป็นของอุทยานฯ พวกเขาจึงไม่จำเป็นที่จะต้องดูแลรักษาอีกต่อไป หลังจากประกาศพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงขึ้น จึงมักเกิดปัญหาความขัดแย้งระหว่างชุมชนกับอุทยานแห่งชาติเขาหลวงขึ้นอยู่เป็นประจำ เช่น ปัญหาการลักลอบตัดไม้ ลักลอบล่าสัตว์ ปัญหาพื้นที่อุทยานซับซ้อนพื้นที่ทำกิน ปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อเป็นพื้นที่ทำกิน เป็นต้น ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างอุทยานกับชุมชนมีความสัมพันธ์ที่ไม่สู้ดีนัก ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแก้ปัญหาในส่วนนี้เป็นลำดับแรก

4. ผลของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง

ในการดำเนินการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง ได้เกิดผลขึ้นใน 2 ด้านด้วยกัน **ประการแรกคือ ผลของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีผลต่ออุทยานแห่งชาติเขาหลวง** ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง ได้ส่งผลอย่างมากในการลดลงของการทำลายทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง เพราะการที่มีองค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชนเกิดขึ้นรอบๆ อุทยานฯ ก็เปรียบเสมือนมีการสร้างเกราะป้องกันการทำลายทรัพยากรธรรมชาติขึ้นรอบๆ อุทยานแห่งชาติเขาหลวงนั่นเอง และการร่วมกันทำงานที่เกิดขึ้นระหว่างชุมชนกับอุทยานฯ ยังก่อให้เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างอุทยานฯ กับชุมชนอีกด้วย เพราะการทำงานร่วมกันของทั้ง 2 ฝ่าย ทำให้ทั้ง 2 ฝ่ายได้มีโอกาสที่จะพบปะพูดคุย ทำงานร่วมกันอย่างสม่ำเสมอ จึงมีโอกาสในการที่จะแก้ไขปัญหาความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างอุทยานฯ กับชุมชน **ประการที่สอง คือ ผลของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติต่อชุมชน** ซึ่งองค์กรสิ่งแวดล้อมชุมชนที่เข้ามามีบทบาทในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง ทำให้ชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากร ได้เกิดจิตสำนึก มีความรักความหวงแหนในทรัพยากร ตลอดจนการเข้ามาของชุมชนในการร่วมกันดำเนินการจัดการทรัพยากรธรรมชาติยังได้ก่อให้เกิดการกระจายรายได้สู่ท้องถิ่นอีกด้วย ทั้งจากกิจกรรมการท่องเที่ยวและการเข้าไปใช้ประโยชน์ในทรัพยากรธรรมชาติจากอุทยานแห่งชาติเขาหลวง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดความเข้มแข็งมาสู่องค์กรชุมชน เพราะคนในชุมชนมีโอกาสที่จะเกิดปฏิสัมพันธ์และมีการทำงานร่วมกันมากยิ่งขึ้น ชุมชนมีโอกาสใช้เวทีในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในการสร้างความผูกพัน การไกล่เกลี่ยความขัดแย้งและการสร้างความสามัคคีให้แก่องค์กรชุมชน

สุดท้ายแล้วผลในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงก็คือการเกิดองค์ความรู้ในเรื่องทรัพยากรธรรมชาติและการเกิดองค์ความรู้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงที่ยั่งยืนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา

1) ในการสนับสนุนการดำเนินงานของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และองค์กรต่างๆ ควรเป็นไปรูปแบบเดียวกัน จึงจะสามารถทำให้เกิดการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ยั่งยืนได้

2) ประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงควรมีการรวมตัวกันอย่างชัดเจนขององค์กรต่างๆ และควรมีการจดทะเบียนจัดตั้งเป็นกลุ่มหรือสมาคมที่ถูกต้องตามหลักของกฎหมาย ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์และเอื้ออำนวยต่อการดำเนินการของบประมาณ และเพื่อให้มีพลังในการขับเคลื่อนต่อไป

3) การดำเนินงานของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง ส่วนใหญ่จะเกิดจากการดำเนินงานขององค์กรชุมชน ภาครัฐจึงควรให้ความสำคัญและให้การสนับสนุนมากกว่านี้ โดยเฉพาะอุทยานแห่งชาติเขาหลวงซึ่งเป็นหน่วยงานที่ดูแลพื้นที่

4) กระบวนการการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง เป็นกระบวนการที่ชุมชนท้องถิ่นได้เข้ามามีบทบาทในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นของตนเองโดยตรง จึงถือว่ามีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการสร้างบทเรียนของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง เพื่อการศึกษาเรียนรู้ของคนในชุมชนเอง และชุมชนอื่นๆ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาวิจัย

1) การศึกษาวิจัยทางด้านสังคมเป็นเรื่องที่มีความสลับซับซ้อน เนื่องจากผู้วิจัยมีปัญหาข้อจำกัดในหลายด้าน เช่น ด้านเวลา งบประมาณ และความสามารถในด้านต่างๆ จึงไม่อาจที่จะศึกษาได้อย่างละเอียดและลึกซึ้ง การศึกษาวิจัยจึงควรมีทีมงานที่มีความสามารถในหลากหลายสาขาวิชา เพื่อการที่จะเข้าไปศึกษาได้อย่างละเอียดและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2) พัฒนาการในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวง เป็นกระบวนการดำเนินการที่มีการเคลื่อนไหวและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นเสมือนการศึกษาจากอดีตมาจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นในอนาคตจึงควรมีการศึกษาวิจัยต่อไปอีก

3) การศึกษาวิจัยเพื่อการสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนนับว่ามีความสำคัญต่อชุมชนในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติเป็นอย่างมาก ดังนั้นหน่วยงานต่างๆ เช่น มหาวิทยาลัยหรือองค์กรสนับสนุนการวิจัยต่างๆ ควรให้ความสำคัญและให้การสนับสนุน

4) การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับชุมชนหรือสังคมควรเปิดโอกาสให้คนในท้องถิ่นได้เข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการศึกษาวิจัยเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานการวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_446001

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตานุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์ ปัญญานุวัฒน์ ศาสตราจารย์ ดร.มนัส สุวรรณ และรองศาสตราจารย์ ดร.ชูเกียรติ ลีสุวรรณ์ ที่ให้คำชี้แนะและให้คำปรึกษา ตลอดจนชาวบ้านในชุมชนรอบอุทยานแห่งชาติเขาหลวงและองค์กรต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในประชาคมอนุรักษ์เทือกเขาหลวงที่ได้ให้ความร่วมมือและเปิดโอกาสให้ผู้ศึกษาได้ดำเนินการจนประสบผลสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จรูญ หยูทอง. 2542. วารสารทักษิณคดี. ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 มกราคม 2542.

ฉัตรทิพย์ นาถสุภา และพูนศักดิ์ ชานิกรประดิษฐ์. 2540. เศรษฐกิจหมู่บ้านภาคใต้ฝั่งตะวันออกในอดีต. บริษัทดอมแพดพริ้นท์ จำกัด กรุงเทพฯ.

นำชัย ทะนุผล. 2542. แนวคิดและวิธีการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ. สาขาพัฒนาการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

ประเวศ วะสี. 2539. ประชาคมจังหวัด : กลไกเสริมการมีส่วนร่วมในการพัฒนา. เอกสารอัดสำเนา.

สำแพน จอมเมือง. 2540. บทบาทธุรกิจชุมชน ที่มีผลต่อความเข้มแข็งของชุมชนในการจัดการป่าชุมชน กรณีศึกษาตำบลศิลาแลง อ.ปัว จ.น่าน. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

การประเมินมูลค่าป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

นพจิตร เหลืองช่อสิริ

สำนักพัฒนาสังคมและคุณภาพชีวิต สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพฯ 10100

Abstract: An Evaluation of Mangrove Forest in Bang Khun Thian District, Bangkok

Nopphachit Luangchosiri

Quality of Life and Social Development, National Economic and Social Development Board, Pomprap Sattruphai, Bangkok 10100

The objective of this study was to determine the monetary value of the Bang Khun Thian mangrove forest in terms of option value and existence value of Bang Khun Thian mangrove forest based on the contingent valuation method (CVM). The CVM was conducted by questionnaire to survey Bangkok people's willingness to pay (WTP). The population sampled in this research were Bangkok people who were in the labor force and have domicile in Bangkok. Seven hundred and eighty samples were taken and 761 completed questionnaires were analyzed. The research also studied factors that affect WTP of people which reflect the value of the Bang Khun Thian mangrove forest. It was found that the option value was 489,968,280.62 baht per year, including the existence value amount of 662,653,619.06 baht per year. Thus, the value of the Bang Khun Thian mangrove forest is approximately 1,152,621,899.68 baht per year. The factors that affect WTP for conservation of mangroves for future usage and the existence of Bang Khun Thian mangrove forest are income per month, status, education level, distance from the mangrove forest and quality of the interviews. These factors have a linear relation with WTP.

Key words: Bang Khun Thian mangrove forest, monetary value

บทนำ

นับวันป่าชายเลนจะมีความสำคัญต่อประชาชนและประเทศมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่ามหาศาล ทั้งในด้านป่าไม้ ประมง สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ จากการสำรวจพบว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าชายเลนมากเป็นอันดับ 9 ของประเทศในเขตร้อนแถบเอเชีย ซึ่งในอดีตมีความอุดมสมบูรณ์มาก แต่ในปัจจุบันได้ถูกเปลี่ยนสภาพไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ จนทำให้พื้นที่ป่าชายเลนลดลงอย่างรวดเร็วและรุนแรงจนน่าวิตก โดยจากสถิติข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2504-2539 พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนลดลงอย่างต่อเนื่อง จาก 2,299,375 ไร่ ในปี พ.ศ. 2504 เหลือเพียง 1,047,390 ไร่ ในปี พ.ศ. 2539 หรือลดลงไปเกือบครึ่ง อย่างไรก็ตาม ในช่วงปี พ.ศ. 2540-2543 พื้นที่ป่าชายเลนในประเทศมีอัตราการเพิ่มมากขึ้น จาก 1,047,390 ไร่ ในปี พ.ศ. 2539 เพิ่มเป็น 1,525,998 ไร่ ในปี พ.ศ. 2543 เนื่องจากกรมป่าไม้ได้เร่งดำเนินโครงการพัฒนาพื้นที่ป่าชายเลนเขตอนุรักษ์เพื่อแก้ปัญหาในอดีต (กรมป่าไม้, 2543)

สำหรับเขตบางขุนเทียนเป็นพื้นที่เพียงแห่งเดียวของกรุงเทพมหานครที่ติดทะเล ซึ่งในอดีตพื้นที่ชายฝั่งทะเลบางขุนเทียนเป็นแนวป่าชายเลนที่มีสภาพเป็นพื้นที่ลุ่ม น้ำท่วมถึง และมีความสมบูรณ์มาก จนในปี พ.ศ. 2532 ได้มีมติของคณะรัฐมนตรีให้จำแนกพื้นที่ป่าชายเลนบางขุนเทียนออกจากป่าไม้ถาวรแห่งชาติ โดยกรมป่าไม้ได้มอบพื้นที่ให้เป็นที่ดินในความดูแลของกรุงเทพมหานคร จำนวน 2,735 ไร่ และต่อมาได้มีการจัดพื้นที่บริเวณนี้ให้ประชาชนเข้ามาทำกิน ส่งผลให้ป่าชายเลนถูกบุกรุกทำลายเพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นวังกุ้ง และจากการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำหมุนและคลื่นทะเลบริเวณปากอ่าวไทย ทำให้ชายฝั่งทะเลถูกกัดเซาะพังทลายและจมหายไปในทะเล พื้นที่ที่สูญหายไปนี้เป็นป่าชายเลนทั้งสิ้น ซึ่งจากการสำรวจพื้นที่ป่าชายเลนบางขุนเทียนในปี พ.ศ. 2544 พบว่า เหลือพื้นที่ป่าชายเลนตามแนวชายฝั่งทะเลเพียง 200 ไร่เศษ เท่านั้น (สำนักพัฒนาชุมชน, 2544)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่จะต้องแก้ไขปัญหาเพื่อไม่ให้สูญเสียป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียนซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติอันเป็นประโยชน์จนหมดไป ซึ่งแนวทางหนึ่งคือ การอนุรักษ์และฟื้นฟูเพื่อให้ประชาชนได้ใช้ประโยชน์ร่วมกัน และเพื่อรักษาระบบนิเวศให้มีความอุดมสมบูรณ์ อีกทั้งให้เป็นแหล่งความหลากหลายทางชีวภาพต่อไป อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการอนุรักษ์ป่าชายเลนจะมีคุณประโยชน์ต่อมนุษย์และสังคมนานัปการ แต่การอนุรักษ์จะต้องมีต้นทุนในการฟื้นฟูและดูแลรักษาพื้นที่อนุรักษ์ให้อยู่ในสภาพที่ดี และในฐานะที่กรุงเทพมหานครเป็นผู้ดูแลและป้องกันมิให้เกิดการกระทำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทรัพยากรธรรมชาติ จึงต้องตัดสินใจว่าควรจะอนุรักษ์พื้นที่ดังกล่าวอย่างไร โดยคำนึงถึงต้นทุนและผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการอนุรักษ์พื้นที่นั้นด้วย แต่เนื่องจากลักษณะของป่าชายเลนซึ่งถือเป็นทรัพยากรที่ไม่มีราคา และมีลักษณะเป็นสินค้าสาธารณะ (public goods) จึงมีการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่จนมีสภาพเสื่อมโทรมลงไป ซึ่งลักษณะดังกล่าวทำให้ยากต่อการประเมินมูลค่า และมูลค่าที่ประเมินได้มักต่ำกว่าค่าที่ควรจะเป็น ส่งผลให้เกิดการจัดสรรทรัพยากรที่ไม่เหมาะสม และไม่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่สังคม

ฉะนั้น การประเมินมูลค่าของป่าชายเลนว่ามีมากน้อยเพียงใด จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการเป็นข้อมูลให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประกอบในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าว เพราะมูลค่าที่ได้จากการประเมินมูลค่านี้จะสะท้อนให้เห็นผลประโยชน์ต่อประชาชนเนื่องจากการอนุรักษ์ป่าชายเลนให้คงอยู่และสงวนไว้ใช้ในอนาคต ในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกทำการประเมินมูลค่าป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียนให้เป็นตัวเงิน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดการป่าชายเลนให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

TDRI and HIID (1995) ศึกษาเรื่อง "Green Finance: A Case Study of Khao Yai National Park" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ หามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของอุทยานฯ และแนวทางการจัดการอุทยานฯ เพื่อปรับปรุงผลประโยชน์ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่มีต่อผู้บริโภค โดยทำการประเมินมูลค่าของอุทยานฯ ในการใช้ประโยชน์เชิงนันทนาการด้วยวิธีการวัดค่าใช้จ่ายในการเดินทางของบุคคล (individual travel cost method: ITCM) และวัดมูลค่าที่เกิดจากการไม่ได้ใช้ประโยชน์ โดยการประเมินมูลค่าที่เกิดจากการสงวนไว้ใช้ในอนาคตและมูลค่าที่เกิดจากความต้องการให้คงอยู่ต่อไป ด้วยวิธีการประเมินมูลค่าจากเหตุการณ์สมมติ (CVM) และใช้รูปแบบคำถามแบบ bidding games และ payment card ได้ผลการศึกษาดังนี้

1) การประเมินมูลค่าเขาใหญ่ โดยวิธี ITCM ได้ใช้วิธีประมาณค่า 3 แบบ คือ แบบ poison ซึ่งได้มูลค่าของเขาใหญ่เท่ากับ 870 ล้านบาทต่อปี แบบกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) จะมีมูลค่าเท่ากับ 1,191 ล้านบาทต่อปี และแบบ negative binomial regression จะมีมูลค่า 884.4 ล้านบาทต่อปี

2) การประเมินมูลค่าเขาใหญ่เพื่อการอนุรักษ์ในปัจจุบันและอนาคต โดยวิธี CVM แบ่งออกเป็น การประเมินมูลค่าความยินดีจ่ายของนักท่องเที่ยวและผู้ที่ไม่เคยมาท่องเที่ยวเขาใหญ่ ซึ่งพบว่า นักท่องเที่ยวมีความยินดีจ่ายเพื่อการอนุรักษ์เฉลี่ย 730 บาทต่อคนต่อปี ส่วนผู้ที่ไม่เคยมาท่องเที่ยวเขาใหญ่ยินดีจ่ายเพียง 183 บาทต่อคนต่อปี

ธนาภรณ์ (2543) ศึกษาเรื่อง "การประเมินมูลค่าจากการมิได้ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความเต็มใจจ่ายของของประชาชนที่ไม่เคยเข้าใช้ประโยชน์ (non-user) ในเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าฯ เพื่อประเมินมูลค่าจากการมิได้ใช้ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 พิจารณาจากการคงอยู่หรือหมดไปของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม และกรณีที่ 2 พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าความเต็มใจจ่ายที่ได้จากทั้ง 2 กรณี ซึ่งเก็บตัวอย่างทั้งหมด 570 ราย แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาในกรณีที่ 1 จำนวน 190 ราย และในกรณีที่ 2 จำนวน 380 ราย โดยใช้วิธี CVM และใช้คำถามแบบ referendum ในรูปของ double bound และวิเคราะห์โดยใช้ฟังก์ชันการกระจายสะสมแบบ log-normal เพื่อคำนวณหามูลค่า

ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเต็มใจจ่ายเฉลี่ยในกรณีที่ 1 เท่ากับ 1,108.33 บาทต่อคนต่อปี และกรณีที่ 2 เท่ากับ 1,636.06 บาทต่อคนต่อปี และมูลค่าจากการมิได้ใช้ฯ ที่ได้จากกรณีที่ 1 เท่ากับ 44,320 ล้านบาทต่อปี และกรณีที่ 2 เท่ากับ 65,440 ล้านบาทต่อปี และพบว่ามูลค่าที่ได้จากทั้ง 2 กรณี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากจำนวนตัวอย่างในการศึกษาน้อยเกินไป และการสร้างสถานการณ์สมมติที่ใช้ใน 2 กรณีมีความแตกต่างกัน

โดยปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจจ่ายของกรณีที่ 1 ได้แก่ รายได้ ค่า bid เริ่มต้น และภูมิลำเนาของผู้ถูกสัมภาษณ์ที่อยู่ในจังหวัดตาก ส่วนกรณีที่ 2 ได้แก่ รายได้ ค่า bid ขนาดพื้นที่ และระดับความสมบูรณ์ของป่า (จำนวนช้างป่า)

อิศเรศ (2543) ศึกษาเรื่อง "การประเมินมูลค่าการอนุรักษ์เต่าทะเลในประเทศไทย" มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมูลค่าของการอนุรักษเต่าทะเลในรูปตัวเงินจากความยินดีจ่ายของประชาชนผู้ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากเต่าทะเล ด้วยวิธี CVM ใช้คำถาม 2 รูปแบบ คือ close-end iterative และ open-end รวมทั้งใช้วิธี OLS ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความยินดีที่จะจ่าย โดยเก็บแบบสอบถามจำนวน 300 ตัวอย่าง จาก 3 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร ชลบุรี และสระแก้ว เพื่อเป็นตัวแทนประชากรที่มีรายได้สูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า มูลค่าของการอนุรักษ์เต่าทะเลเฉลี่ยต่อคนต่อปีเท่ากับ 263.13 บาท เมื่อนำมาคูณกับจำนวนประชากรที่อยู่ในวัยแรงงานของประเทศไทยประมาณ 32.5 ล้านคน จะได้มูลค่าของการอนุรักษ์เต่าทะเลในประเทศไทยเท่ากับ 8,552 ล้านบาทต่อปี โดยจังหวัดที่มีความยินดีจ่ายสูงสุดคือกรุงเทพมหานคร และจังหวัดที่ให้ค่าความยินดีจ่ายต่ำสุดคือสระแก้ว สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความยินดีจ่ายของประชาชนมีเพียงรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ในการศึกษาคำถามแต่ละประเภทให้ค่าเฉลี่ยของความยินดีที่จะจ่ายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การตอบสนองของผู้ถูกสัมภาษณ์ในการใช้คำถามแต่ละประเภทจะใช้เวลาต่างกัน

วิธีการ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการออกแบบสอบถามประชาชนถึงความยินดีที่จะจ่ายเพื่อนำมาประเมินมูลค่า และข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มีการรวบรวมจากเอกสาร สถิติต่างๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาวิเคราะห์

2. วิธีการสำรวจ ทำการสุ่มตัวอย่างประชากรที่กำลังอยู่ในวัยแรงงานและมีภูมิลำเนาอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 4,412,400 คน (สำนักงานสถิติ, 2545) โดยได้กำหนดขนาดตัวอย่างที่สุ่มจำนวน 780 ตัวอย่าง และใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างเฉพาะกลุ่มผู้ใช้และผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียนกลุ่มละ 390 ตัวอย่าง และได้สมมติเหตุการณ์เกี่ยวกับการตั้งมูลนิธิอนุรักษ์ป่าชายเลนบางขุนเทียนขึ้น เพื่อจัดหาเงินทุนในการดูแลรักษาและจัดการป่าชายเลนบางขุนเทียน โดยให้ประชาชนระบุถึงความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อนำไปหามูลค่าของป่าชายเลนบางขุนเทียนต่อไป

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ***แบบสอบถาม*** ที่ใช้เทคนิคคำถาม 2 แบบ ได้แก่ open-ended (OPEN) และ close-ended iterative โดยแบ่งออกเป็น close-ended single low value (CSL) และ close-ended single high value (CSH) ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับเขตป่าชายเลนบางขุนเทียน ส่วนที่ 2 การสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินมูลค่า ส่วนที่ 3 ลักษณะเศรษฐกิจและสังคมของผู้ถูกสัมภาษณ์ และส่วนที่ 4 ความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ visual aids ที่ใช้การ์ดข้อมูล 4 ใบ และรูปถ่าย 4 รูป เป็นเครื่องมือประกอบในการให้ข้อมูลผู้ถูกสัมภาษณ์ เพื่อลดปัญหาความเอนเอียงทางด้านข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ เปรียบเทียบค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยที่ได้จากคำถามแต่ละแบบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายด้วยวิธี (OLS) ซึ่งจะได้ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย จากนั้นหามูลค่าของป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียน โดยนำค่าเฉลี่ยของความยินดีที่จะจ่าย คูณด้วยจำนวนประชากรที่ทำการศึกษา

แนวคิดและทฤษฎี

1. การประเมินค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยวิธีทางเศรษฐศาสตร์ เป็นการพยายามตีค่าของคุณประโยชน์ (values) ในทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่พึงมีต่อมนุษย์ในด้านใดด้านหนึ่ง ทั้งนี้ คุณประโยชน์จะมี

ค่ามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของมนุษย์ เช่น ความจำเป็นในการใช้ทรัพยากร ค่านิยม และความเต็มใจที่จะจ่าย เป็นต้น ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องจะเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ดังนั้น มูลค่าที่ประเมินได้แม้จะใช้หลักการเดียวกันก็สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้เช่นกัน จึงควรตระหนักว่าการประเมินมูลค่าของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเป็นการประเมินประโยชน์ขั้นต่ำสุดของทรัพยากรหนึ่งๆ หรือเป็นการประเมินเพียงบางส่วนเท่านั้น (ธันวา, 2540)

2. มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของสิ่งแวดล้อม สามารถประเมินได้จากมูลค่าความพอใจส่วนเกินของผู้บริโภค ซึ่งแบ่งออกได้เป็น (อดิศร์, 2543)

2.1) มูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ (use value) คือ มูลค่าที่เกิดจากการที่สิ่งแวดล้อมให้ประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมกับประชาชน ซึ่งประกอบด้วย *มูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์โดยทางตรง* (direct use value) และ *มูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์โดยทางอ้อม* (indirect use value)

2.2) มูลค่าที่เกิดจากการมิได้ใช้ประโยชน์ (non-use value) คือ มูลค่าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจากการที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ทั้งในปัจจุบันหรืออนาคต แต่ต้องการให้คงมีสิ่งแวดล้อมนั้นๆ อยู่ แบ่งออกเป็น *มูลค่าที่เกิดจากการเลือกที่จะให้คงอยู่ต่อไป* (existence value) และ *มูลค่าเพื่อลูกหลาน* (bequest value)

2.3) มูลค่าที่เกิดจากการเลือกที่จะสงวนไว้ใช้ในอนาคต (option value) คือ มูลค่าที่บุคคลต้องการสงวนทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นการใช้ทางตรงหรือทางอ้อม

3. วิธีการประเมินมูลค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การประเมินมูลค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยวิธีทางเศรษฐศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 วิธีหลัก (Hufschmidt et al., 1983) คือ 1) วิธีการใช้ราคาตลาด (market price) 2) วิธีการใช้ราคาตลาดตัวแทน (surrogate price) และ 3) วิธีการสมมติเหตุการณ์ให้ประมาณค่า (contingent valuation method: CVM)

สำหรับวิธี CVM นั้น เป็นการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคนิคการสำรวจ เพื่อสอบถามความเต็มใจที่จะจ่ายต่อสิ่งแวดล้อมจากบุคคลในสังคมโดยตรง สามารถนำมาใช้กับการประเมินมูลค่าได้ทุกประเภท ซึ่งวิธีการนี้จะใช้แบบสอบถามเพื่อสอบถามความเต็มใจที่จะจ่าย (willingness to pay: WTP) หรือความเต็มใจที่จะได้รับการชดเชย (willingness to accept: WTA) ของผู้บริโภค อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงในปริมาณหรือคุณภาพของสินค้าและบริการในสถานการณ์ที่สมมติ (hypothetical situation) ให้เหมือนสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงมากกว่าที่จะวัดพฤติกรรมจริงของผู้บริโภค (Mitchell and Carson, 1990) โดยมีข้อสมมติที่สำคัญ ดังนี้

1) มูลค่าของสินค้าทุกชนิดสามารถที่จะแสดงออกมาในรูปของตัวเงิน

2) บุคคลสามารถที่จะสะท้อนถึงมูลค่าของสินค้าได้โดยผ่านความเต็มใจที่จะจ่าย

3) มูลค่าที่บุคคลแสดงออกมานั้นเป็นมูลค่าที่เกิดขึ้นจริงกับบุคคลนั้น

4. แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

การประเมินมูลค่าของค่าความเต็มใจที่จะจ่ายนั้นจะพบว่า ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเป็นฟังก์ชันกับปัจจัย 3 กลุ่ม (TDRI and HIID, 1995) คือ ปัจจัยลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ปัจจัยปริมาณข้อมูลข่าวสารหรือความรู้ในการให้มูลค่าสินค้าของผู้ใช้ประโยชน์ และปัจจัยสภาพแวดล้อมของการสัมภาษณ์ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรในแต่ละปัจจัยกับความเต็มใจที่จะจ่ายได้ดังสมการที่ (1)

$$WTP_i = f(Y_i, E_i, A_i, S_i, St_i, Kn_i, T_i, Di_i, Q_i, C_i) \quad .....(1)$$

โดยที่ WTP_i = ความเต็มใจที่จะจ่ายของตัวอย่าง i (หน่วย : บาท)

Y_i = รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของตัวอย่าง i (หน่วย : บาท)

E_i = ระดับการศึกษาของตัวอย่าง i เป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) โดย 0 หมายถึง ระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี และ 1 หมายถึง ระดับการศึกษาเท่ากับหรือสูงกว่าปริญญาตรี

A_i = อายุของตัวอย่าง i (หน่วย : ปี)

S_i = เพศของตัวอย่าง i เป็นตัวแปรหุ่น โดย 0 หมายถึง เพศหญิง และ 1 หมายถึง เพศชาย

St_i = สถานภาพของตัวอย่าง i เป็นตัวแปรหุ่น โดย 0 หมายถึง สถานภาพโสด/หย่าร้าง/แยกกันอยู่ และ 1 หมายถึง สถานภาพสมรส

Kn_i = ความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของตัวอย่าง i เป็นตัวแปรหุ่น โดย 0 หมายถึง ไม่รู้และไม่เข้าใจ และ 1 หมายถึง รู้และเข้าใจ

T_i = จำนวนครั้งที่เข้าไปทำกิจกรรมหรือเข้าไปใช้ประโยชน์ป่าชายเลนของตัวอย่าง i

Di_i = ระยะห่างจากป่าชายเลนบางขุนเทียนของตัวอย่าง i เป็นตัวแปรหุ่น โดย 0 หมายถึง ผู้ที่อาศัยไกลจากป่าชายเลนบางขุนเทียนออกไปหรือผู้ที่อาศัยอยู่นอกเขตบางขุนเทียน และ 1 หมายถึง ผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้ป่าชายเลนบางขุนเทียนหรือผู้ที่อาศัยอยู่ในเขตบางขุนเทียน

Q_i = คุณภาพของการสัมภาษณ์ตัวอย่าง i เป็นตัวแปรหุ่น โดย 0 หมายถึง การสัมภาษณ์ไม่มีคุณภาพ และ 1 หมายถึง การสัมภาษณ์มีคุณภาพ

C_i = บุคคลอื่นที่ร่วมระหว่างสัมภาษณ์ตัวอย่าง i เป็นตัวแปรหุ่น โดย 0 หมายถึง ไม่มีบุคคลอื่นร่วมระหว่างการสัมภาษณ์ และ 1 หมายถึง มีบุคคลอื่นร่วมระหว่างการสัมภาษณ์

เมื่อพิจารณาปัจจัยแต่ละกลุ่ม และให้สมมติฐานเพื่อคาดการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับความเต็มใจที่จะจ่ายของผู้ถูกสัมภาษณ์ พบว่า

1. ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม สามารถแสดงรสนิยมที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลได้ และอาจมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายของผู้ถูกสัมภาษณ์ในวิธีที่แตกต่างกันไป ดังนี้

1.1) ระดับรายได้มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเต็มใจที่จะจ่าย เมื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นสินค้าปกติแล้ว ดังนั้น ผู้ที่รายได้เฉลี่ยต่อเดือนสูงจะมีความยินดีที่จะจ่ายมากกว่าผู้มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำ

1.2) ระดับการศึกษามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความเต็มใจที่จะจ่าย คือ ผู้ที่มีการศึกษาสูงจะมีความเต็มใจที่จะจ่ายสูงกว่าผู้ที่มีการศึกษาต่ำ เนื่องจากเข้าใจและเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรมากกว่า

1.3) อายุมีความสัมพันธ์กับความเต็มใจที่จะจ่าย คือ ผู้ที่มีอายุน้อยจะมีความเต็มใจที่จะจ่ายสูงกว่าผู้ที่มีอายุมาก เมื่อให้ระดับรายได้และสถานภาพทางสังคมเหมือนกัน เนื่องจากผู้ที่มีอายุน้อยมีช่วงชีวิตที่เหลือมากกว่า รวมทั้งความตระหนักทางสังคมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมีให้เห็นมากขึ้น

1.4) เพศมีความสัมพันธ์กับความเต็มใจที่จะจ่าย คือ เพศชายมีความเต็มใจที่จะจ่ายสูงกว่า เนื่องจากเพศชายมีแนวโน้มที่จะสนใจและมีโอกาสใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติมากกว่าเพศหญิง

1.5) สถานภาพมีความสัมพันธ์กับความเต็มใจที่จะจ่าย คือ ผู้ที่มีสถานภาพสมรสจะมีความเต็มใจที่จะจ่ายน้อยกว่าผู้มีสถานภาพโสด เพราะผู้ที่สมรสแล้วจะให้ความสำคัญกับการบริโภคที่เกี่ยวข้องกับครอบครัวมากกว่า

2. ปริมาณข้อมูลข่าวสารหรือความรู้ในการให้มูลค่าสินค้า มีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะจ่าย กล่าวคือ ความเต็มใจที่จะจ่ายจะขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจในการให้มูลค่าของผู้ถูกสัมภาษณ์เมื่อให้ปัจจัยอื่นคงที่ โดยคาดหวังว่าผู้ที่รู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของทรัพยากรธรรมชาติและชอบทำกิจกรรมทางธรรมชาติจะเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติมากกว่าผู้ที่มีลักษณะตรงกันข้าม ซึ่งปัจจัยกลุ่มนี้ ได้แก่ 1) การชอบกิจกรรมที่เกี่ยวกับป่าชายเลน 2) ผู้ที่มีความรู้และตระหนักถึงป่าชายเลน และ 3) ระยะห่างจากป่าชายเลนบางขุนเทียน กล่าวได้ว่าผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้ป่าชายเลนบางขุนเทียนจะได้รับข้อมูลข่าวสารและมีความเป็นเจ้าของมากกว่าผู้ที่อาศัยอยู่ไกลออกไป ดังนั้น ผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้จะมีผลกระทบต่อความเต็มใจที่จะจ่ายมากกว่าผู้ที่อาศัยไกลออกไป และเมื่อความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของป่าชายเลนมากขึ้น คาดว่าความเต็มใจของผู้ถูกสัมภาษณ์จะเพิ่มขึ้นด้วย (สำหรับสินค้าปกติ)

3. สภาพแวดล้อมของการสัมภาษณ์ อาจมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายของผู้ถูกสัมภาษณ์ ในที่นี้มี 2 ตัวแปร คือ 1) การประเมินค่าจิตวิสัยของการยกตัวอย่างในเรื่องคุณภาพของการสัมภาษณ์ที่ขึ้นอยู่กับความเข้าใจของผู้ตอบความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วม และพยายามที่จะตอบสนอง 2) บุคคลอื่นที่ร่วมฟังระหว่างสัมภาษณ์ ซึ่งทั้ง 2 ตัวแปรอาจส่งผลต่อการกำหนดค่าความเต็มใจที่จะจ่ายให้มีค่าสูงหรือต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

ผลการวิจัย

จากการสำรวจภาคสนามในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2546 พบว่าแบบสอบถามที่สมบูรณ์และสามารถนำมาวิเคราะห์ได้มี 761 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 97.6 ของตัวอย่างทั้งหมด คือ กลุ่มผู้ใช้ประโยชน์จำนวน 383 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 98.2 จาก 390 ตัวอย่าง และกลุ่มผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์จำนวน 378 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 96.9 จาก 390 ตัวอย่าง ซึ่งได้แบ่งผลการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม

ผู้ใช้ประโยชน์จากเขตป่าชายเลน ผลการสำรวจพบว่า ตัวอย่างเป็นเพศชายร้อยละ 58.5 และเพศหญิงร้อยละ 41.5 มีอายุตั้งแต่ 17-65 ปี ส่วนใหญ่อยู่ในวัยทำงานและมีอายุอยู่ในวัยกลางคน โดยร้อยละ 28.7 มีอายุ 30-39 ปี และร้อยละ 29.2 มีอายุ 40-49 ปี ตัวอย่างร้อยละ 81.7 มีสถานภาพสมรส และร้อยละ 14.9 มีสถานภาพโสด ซึ่งตัวอย่างมีอาชีพเป็นเกษตรกร/ทำประมงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 39.9 และร้อยละ 52.7 ของกลุ่มตัวอย่างจบการศึกษาเพียงระดับประถมศึกษา โดยตัวอย่างมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ในช่วง 5,001-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 38.9 มีเพียงร้อยละ 4.2 เท่านั้นที่มีรายได้ต่ำกว่า 2,500 บาท โดยเฉลี่ยแล้วตัวอย่างจะมีรายได้ประมาณ 8,604.26 บาทต่อเดือน

ผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลน พบว่า ตัวอย่างเป็นเพศชายร้อยละ 55.3 และเพศหญิงร้อยละ 44.7 มีอายุตั้งแต่ 18-63 ปี ส่วนใหญ่อยู่ในวัยทำงาน โดยร้อยละ 24.9 มีอายุ 20-29 ปี และร้อยละ 31.7 มีอายุ 30-39 ปี และตัวอย่าง มีสถานภาพสมรสคิดเป็นร้อยละ 73.8 ซึ่งตัวอย่างประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย และพนักงานบริษัท/รับจ้างในจำนวนใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 42.1 และ 39.4 ตามลำดับ โดยร้อยละ 43.7 ของกลุ่มตัวอย่างจบการศึกษาเพียงระดับประถมศึกษา และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5,001-10,000 บาท ร้อยละ 41.8 มีเพียงร้อยละ 3.2 เท่านั้นที่มีรายได้ต่ำกว่า 2,500 บาท โดยเฉลี่ยแล้วตัวอย่างจะมีรายได้ประมาณ 8,675.74 บาทต่อเดือน

ส่วนที่ 2 การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับป่าชายเลน

ผู้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลน พบว่า ตัวอย่างร้อยละ 98.4 และ 98.2 เคยได้ยินและรู้ความหมายของคำว่า "การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ" และทราบมาก่อนแล้วว่ากรุงเทพมหานครมีพื้นที่ป่าชายเลนอยู่ในเขตบางขุนเทียน โดยร้อยละ 82.8 ของตัวอย่างได้รับทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับป่าชายเลนบางขุนเทียนจากเพื่อน ญาติและสมาชิกในครอบครัว สำหรับในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา (มีนาคม 2545 – มีนาคม 2546) ตัวอย่างร้อยละ 44.1 เข้าไปทำกิจกรรมในเขตป่าชายเลนบางขุนเทียนประมาณ 1-3 ครั้ง และร้อยละ 30.3 มากกว่า 11 ครั้ง โดยการใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนของตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นการปลูกป่าและท่องเที่ยวชมธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 35.0 และ 33.4 ตามลำดับ ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชายเลน พบว่า ตัวอย่างเห็นว่าการจัดทำโครงการอนุรักษ์เป็นเรื่องที่สำคัญถึงร้อยละ 96.6 และตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าสมควรที่จะอนุรักษ์ป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียนให้คงอยู่ต่อไป ซึ่งเหตุผลในการอนุรักษ์คือ เพื่อรักษาสมดุลทางธรรมชาติของระบบนิเวศ เผื่อว่าจะได้ใช้ประโยชน์ในอนาคต และเพื่อให้คนรุ่นหลังได้มีโอกาสเห็นหรือรับรู้ว่ายังคงมีป่าชายเลนอยู่

ผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลน พบว่า ร้อยละ 96.6 ของตัวอย่างเคยได้ยินและรู้ความหมายของคำว่า "การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ" และเคยทราบมาก่อนว่ากรุงเทพมหานครมีพื้นที่ป่าชายเลนอยู่ในเขตบางขุนเทียนถึงร้อยละ 89.2 แต่ไม่เคยเข้าไปทำกิจกรรมหรือใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดังกล่าว โดยร้อยละ 66.7 ของตัวอย่างได้รับทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับป่าชายเลนบางขุนเทียนจากเพื่อน ญาติ และสมาชิกในครอบครัว นอกจากนี้ ตัวอย่างเห็นว่าการจัดทำโครงการอนุรักษ์เป็นเรื่องที่สำคัญถึงร้อยละ 97.1 และเห็นสมควรที่จะอนุรักษ์คุ้มครองป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียนให้คงอยู่ต่อไป โดยมีเหตุผลในการอนุรักษ์คือ เพื่อรักษาสมดุลทางธรรมชาติของระบบนิเวศ เพื่อให้คนรุ่นหลังได้รับรู้ว่ายังคงมีป่าชายเลนอยู่เช่นกัน

ส่วนที่ 3 ความเห็นของผู้สัมภาษณ์

ระหว่างการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้ประโยชน์นั้น ผู้สัมภาษณ์เห็นว่า การสัมภาษณ์มีคุณภาพดีเยี่ยม ร้อยละ 61.8 และคุณภาพปานกลางร้อยละ 37.6 โดยตัวอย่างไม่มีผู้ช่วยตอบหรือให้คำปรึกษาในระหว่างการสัมภาษณ์ ร้อยละ 63.6 ทั้งนี้ ตัวอย่างมีความเข้าใจในการเรื่องการอนุรักษ์เป็นอย่างดี และให้ความสนใจการสัมภาษณ์ครั้งนี้เป็นอย่างมาก รวมทั้งพยายามที่จะเสนอแนวทางและข้อคิดเห็นในการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าชายเลนแห่งนี้ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเพื่อเป็นการสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนบริเวณนี้

สำหรับความเห็นต่อกลุ่มตัวอย่างผู้ไม่ใช้ประโยชน์นั้น เห็นว่า ในการสัมภาษณ์ค่อนข้างมีคุณภาพปานกลางและดีเยี่ยม คิดเป็นร้อยละ 50.5 และ 44.7 ของตัวอย่าง ตามลำดับ และระหว่างการสัมภาษณ์ตัวอย่างไม่มีผู้ช่วยตอบคำถามร้อยละ 72.0 อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างนี้ได้ให้ความสนใจและพยายามที่จะตอบคำถามน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุมาจากผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์นั้นไม่มีความใกล้ชิดผูกพันกับป่าชายเลนบางขุนเทียน และอาจเข้าใจผิดว่า "หากตอบคำถามแล้วจะต้องจ่ายเงินจริงทั้งที่ตนไม่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนเลย" จึงไม่พยายามที่จะตอบคำถามหรือสนใจการสัมภาษณ์เท่าที่ควร

ส่วนที่ 4 การประเมินมูลค่าป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียน

แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ มูลค่าของการสงวนไว้ใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวในอนาคต โดยการสัมภาษณ์ผู้ใช้ประโยชน์และไม่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียน และมูลค่าของการคงอยู่ต่อไป โดยการสัมภาษณ์ผู้ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียน ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1 มูลค่าของการสงวนไว้ใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวในอนาคต

4.1.1 ผู้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียน

ผลการศึกษาความเต็มใจที่จะจ่ายในการบริจาคเงินเพื่ออนุรักษ์เขตป่าชายเลนบางขุนเทียนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในอนาคต พบว่า ผู้ใช้ประโยชน์ร้อยละ 87.5 เต็มใจที่จะบริจาคเงิน มีเพียงร้อยละ 12.5 เท่านั้นที่ไม่เต็มใจบริจาค เนื่องจากเห็นว่าการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ เหล่านี้เป็นหน้าที่ที่รัฐบาลจะต้องรับผิดชอบ และร้อยละ 83.6 ของผู้ใช้ประโยชน์คาดว่าในอนาคตจะมาเยี่ยมชมหรือมาใช้ประโยชน์ในเขตป่าชายเลนบางขุนเทียนอีกครั้ง นอกจากนี้ ผู้ใช้ประโยชน์ร้อยละ 98.2 ยังเห็นด้วยกับการพัฒนาและฟื้นฟูเขตป่าชายเลนเพื่อส่งเสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์อีกแหล่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร เนื่องจากต้องการให้มีแหล่งท่องเที่ยวใกล้กรุงเทพมหานคร รวมทั้งเพื่อเป็นการสร้างรายได้ให้กับชุมชนอีกทางหนึ่งด้วย

สำหรับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายของกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากคำถามทั้ง 3 แบบ พบว่า จำนวนเงินต่ำสุดมีค่า 20-50 บาทต่อปี จำนวนเงินสูงสุดมีค่า 500 บาทต่อปี และจำนวนเงินที่เต็มใจจะจ่ายเฉลี่ยมีค่า 103.55-207.34 บาทต่อปี ทั้งนี้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากคำถามทั้ง 3 แบบ มีค่าค่อนข้างสูง (72.09-112.14) แสดงว่าข้อมูลมีการกระจายค่อนข้างมาก และเมื่อเปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยที่ได้จากการใช้คำถามแต่ละแบบโดยเปรียบเทียบกันเป็นคู่ (paired-sample t test) พบว่า ความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยที่ได้จากคำถามแต่ละแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ การใช้จุดเริ่มต้นที่มีค่าสูงกับจุดเริ่มต้นที่มีค่าต่ำในการสอบถามนั้นจะให้ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายแตกต่างกัน แสดงว่าการประเมินมูลค่าด้วยวิธี CVM นี้ ยังเกิดความเอนเอียงเนื่องมาจากการใช้รูปแบบคำถามที่มีจำนวนเงินเริ่มต้นที่แตกต่างกัน รวมทั้งเกิดปัญหาความเอนเอียงอันเนื่องมาจากพฤติกรรมของผู้ถูกสัมภาษณ์ ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะจ่าย และส่งผลให้มูลค่าที่ได้สูงหรือต่ำกว่ามูลค่าที่ควรจะเป็น

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ตามแบบจำลองดังสมการที่ (1) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยประกอบด้วย รายได้เฉลี่ยต่อเดือน สถานภาพ ระยะห่างจากป่าชายเลนบางขุนเทียน และคุณภาพของการสัมภาษณ์ โดยที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ดังสมการที่ (2)

$$WTP_i = 59.33 + 0.008Y_i - 54.96St_i + 28.07Di_i + 36.97Q_i \quad .....(2)$$

(3.108)** (8.281)** (4.214)** (2.185)* (3.539)**

R square = 0.227, Adjusted R square = 0.219, F test = 27.79** และตัวเลขในวงเล็บคือ ค่า t-test

* หมายถึง ตัวแปรดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ณ ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95

** หมายถึง ตัวแปรดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม ณ ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 99

จากสมการข้างต้นพบว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์เป็นไปตามสมมติฐาน กล่าวคือ

(1) ผู้ใช้ประโยชน์มีความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อสงวนป่าชายเลนบางขุนเทียนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตเท่ากับ 59.33 บาทต่อปี แม้ไม่มีปัจจัยใดๆ มากำหนด เนื่องจากผู้ใช้ประโยชน์เห็นว่าป่าชายเลนมีความสำคัญ

(2) ความเต็มใจที่จะจ่ายมีความสัมพันธ์ในทางตรงกับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน กล่าวคือ หากรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น 1 บาท จะทำให้ความยินดีที่จะจ่ายเพิ่มขึ้น 0.008 บาทต่อปี

(3) ความเต็มใจที่จะจ่ายมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับสถานภาพ

(4) ระยะห่างจากป่าชายเลนมีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่าย

(5) การสัมภาษณ์ที่มีคุณภาพจะส่งผลต่อความเต็มใจที่จะจ่าย

สำหรับการคำนวณหาจำนวนเงินที่เต็มใจจะจ่ายเฉลี่ยสามารถทำได้ด้วยการแทนค่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยในสมการที่ (2) โดยแทนค่าตัวแปรรายได้ต่อเดือนด้วยรายได้เฉลี่ยของผู้ใช้ประโยชน์ ซึ่งเท่ากับ 8,604.26 บาทต่อเดือน ทั้งนี้ในสมการได้ใช้ตัวแปรหุ่น 3 ตัวแปร ซึ่งมีค่าเพียง 2 ค่า คือ 0 และ 1 ซึ่งไม่สามารถแทนด้วยค่าเฉลี่ยได้ จึงต้องแยกสมการออกเป็น 8 กรณี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยของผู้ใช้ประโยชน์ในแต่ละกรณี

กรณี	constant	$0.008Y_i$	$- 54.96St_i$	$28.07Di_i$	$36.97Q_i$	WTP_i (บาท/คน/ปี)
(1)	59.33	68.83	- 54.96	28.07	36.97	138.24
(2)	59.33	68.83	- 54.96	28.07	0	101.27
(3)	59.33	68.83	- 54.96	0	36.97	110.17
(4)	59.33	68.83	- 54.96	0	0	73.20
(5)	59.33	68.83	0	28.07	36.97	193.20
(6)	59.33	68.83	0	28.07	0	156.23
(7)	59.33	68.83	0	0	36.97	165.13
(8)	59.33	68.83	0	0	0	128.16

ที่มา: จากการคำนวณ, 2546

จากนั้นทำการหาจำนวนผู้ที่มาใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียนในรอบ 1 ปี โดยนำสัดส่วนตัวอย่างในแต่ละกรณีมาคูณกับจำนวนประชากรผู้ที่มาใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียนใน 1 ปี เช่น กรณีที่ 1 ผู้ใช้ประโยชน์ที่มีสถานภาพสมรส อาศัยอยู่ใกล้ป่าชายเลน และการสัมภาษณ์มีคุณภาพ มีจำนวนตัวอย่าง 153 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด คูณกับจำนวนประชากรผู้ใช้ประโยชน์ 39,333 คน[3] ได้ประชากรในกรณีนี้เท่ากับ 15,733 คน จากนั้นคำนวณอีก 7 กรณีที่เหลือ และนำจำนวนเงินที่เต็มใจจะจ่ายเฉลี่ยแต่ละกรณีคูณด้วยจำนวนคนที่เข้ามาใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียนในรอบ 1 ปี นำค่าที่ได้มารวมกัน จะได้มูลค่าการสงวนป่าชายเลนบางขุนเทียนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตของกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์เท่ากับ 5,028,353.24 บาทต่อปี (ตารางที่ 2)

[3] จำนวนผู้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียน หาได้จากจำนวนผู้ที่อยู่ในวัยแรงงานและมีภูมิลำเนาอยู่ในแขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน จำนวน 24,733 คน (สำนักทะเบียนท้องถิ่นเขตบางขุนเทียน, 2546) รวมกับนักท่องเที่ยวที่มาท่องเที่ยวในเขตป่าชายเลนบางขุนเทียนประมาณ 14,600 คนต่อปี (ส่งเสริม, 2546) ซึ่งเท่ากับ 39,333 คน

ตารางที่ 2. มูลค่าการสงวนป่าชายเลนบางขุนเทียนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตของผู้ใช้ประโยชน์

กรณี	ความยินดีที่จะจ่ายเฉลี่ย (บาท/คน/ปี)	จำนวนผู้ใช้ประโยชน์ในรอบ 1 ปี (คน)	มูลค่าการสงวนป่าชายเลนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตของผู้ใช้ประโยชน์ในรอบ 1 ปี (บาท/ปี)
(1)	138.24	15,733	2,174,929.92
(2)	101.27	9,873	999,838.71
(3)	110.17	3,697	407,298.49
(4)	73.20	2,872	210,230.40
(5)	193.20	3,579	691,462.80
(6)	156.23	1,455	227,314.65
(7)	165.13	1,219	201,293.47
(8)	128.16	905	115,984.80
รวม		39,333	5,028,353.24

ที่มา: จากการคำนวณ, 2546

4.1.2 ผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียน

ผลการศึกษาความเต็มใจที่จะจ่ายในการบริจาคเงินเพื่ออนุรักษ์เขตป่าชายเลนบางขุนเทียนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในอนาคต พบว่า ผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ร้อยละ 79.4 เต็มใจที่จะบริจาคเงิน มีเพียงร้อยละ 20.6 เท่านั้นที่ไม่เต็มใจบริจาค เนื่องจากเห็นว่าการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ เป็นหน้าที่ที่รัฐบาลจะต้องรับผิดชอบ และมีผู้ที่คาดว่าในอนาคตจะมาเยี่ยมชมหรือมาใช้ประโยชน์ในเขตป่าชายเลนบางขุนเทียนถึงร้อยละ 71.7 นอกจากนี้ ผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ร้อยละ 97.1 ยังเห็นด้วยกับการพัฒนาและฟื้นฟูป่าชายเลนเพื่อส่งเสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เนื่องจากต้องการให้มีแหล่งท่องเที่ยวใกล้กรุงเทพมหานคร และคงสภาพแวดล้อมหรืออนุรักษ์ป่าชายเลนแห่งนี้ไว้

สำหรับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายของผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากคำถามทั้ง 3 แบบ พบว่า จำนวนเงินต่ำสุดมีค่า 20-50 บาทต่อปี จำนวนเงินสูงสุดมีค่า 500-1,000 บาทต่อปี และจำนวนเงินเต็มใจจะจ่ายเฉลี่ยมีค่า 82.04-187.55 บาทต่อปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากคำถามทั้ง 3 แบบมีค่าค่อนข้างสูงเช่นเดียวกับกรณีผู้ใช้ประโยชน์ เมื่อเปรียบเทียบความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยของผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ได้จากการใช้คำถามแต่ละแบบ พบว่า ผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยของผู้ใช้ประโยชน์

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ตามแบบจำลองพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยประกอบด้วย รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ระดับการศึกษา สถานภาพ ระยะห่างจากป่าชายเลนบางขุนเทียน และคุณภาพของการสัมภาษณ์ โดยที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ดังสมการที่ (3)

$$WTP_i = 37.13 + 0.0039\ Y_i + 36.76\ E_i - 32.85\ St_i + 40.27\ Di_i + 59.59\ Q_i \quad ...(3)$$

(1.898)* (3.495)** (2.015)* (2.425)* (2.692)** (4.944)**

R square = 0.157, Adjusted R square = 0.146 และ F test = 13.86**.

จากสมการข้างต้นพบว่า ความสัมพันธ์ของตัวแปรกับความเต็มใจที่จะจ่ายเป็นไปตามสมมติฐาน สำหรับการคำนวณหามูลค่าการสงวนป่าชายเลนบางขุนเทียนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตของผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์สามารถทำได้ด้วยวิธีการเดียวกับกรณีผู้ใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ในสมการมีตัวแปรหุ่น 4 ตัวแปร จึงต้องแยกสมการออกเป็น 16 กรณี ซึ่งจะได้มูลค่าการสงวนป่าชายเลนบางขุนเทียนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตของกลุ่มผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์เท่ากับ 484, 939, 927.38 บาทต่อปี (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3. มูลค่าการสงวนป่าชายเลนบางขุนเทียนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตของผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์

กรณี	ความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย (บาท/คน/ปี)	จำนวนผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ในรอบ 1 ปี (คน)	มูลค่าการสงวนป่าชายเลนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตของผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ในรอบ 1 ปี (บาท/ปี)
(1)	174.74	150,396	26,280,281.64
(2)	115.15	80,983	9,325,160.46
(3)	134.47	138,828	18,668,137.13
(4)	74.88	80,983	6,063,986.24
(5)	207.59	80,983	16,811,203.31
(6)	148.00	69,414	10,273,236.76
(7)	167.32	57,845	9,678,592.20
(8)	107.73	34,707	3,738,972.29
(9)	137.98	960,224	132,491,667.00
(10)	78.39	1,411,413	110,640,677.51
(11)	97.71	138,828	13,564,837.35
(12)	38.12	266,086	10,143,201.65
(13)	170.83	289,224	49,408,137.28
(14)	111.24	381,776	42,468,727.81
(15)	130.56	150,396	19,635,764.97
(16)	70.97	80,983	5,747,343.80
รวม		4,373,067[4]	484,939,927.38

ที่มา: จากการคำนวณ, 2546

ดังนั้น มูลค่าการสงวนป่าชายเลนบางขุนเทียนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคต เท่ากับ 489,968,280.62 บาทต่อปี ซึ่งได้จากมูลค่าการสงวนป่าชายเลนบางขุนเทียนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตที่ประเมินจากผู้ใช้ประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 5,028,353.24 บาทต่อปี และที่ประเมินจากผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 484,939,927.38 บาทต่อปี รวมกัน

4.2 มูลค่าความคงอยู่ของป่าชายเลนบางขุนเทียน

ผลการสำรวจความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อสมทบทุนรักษาป่าชายเลนบางขุนเทียนให้คงอยู่ต่อไปของผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ พบว่า ร้อยละ 98.9 ไม่เห็นด้วยกับการที่กรุงเทพมหานครจะยกเลิกการรักษาและฟื้นฟูป่าชายเลนแห่งนี้ แล้วพัฒนาให้เป็นนากุ้งของเกษตรกรหรือพัฒนาให้เป็นเมืองอุตสาหกรรมอีกแห่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร โดยมีผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ร้อยละ 78.1 ยินดีที่จะบริจาคเงินเพื่อให้ป่าชายเลนคงอยู่ต่อไป มีเพียงร้อยละ 21.9 เท่านั้นที่ไม่ยินดีบริจาค เพราะเห็นว่าป่าชายเลนแห่งนี้เป็นสมบัติของชาติ รัฐบาลควรเป็นผู้จ่าย

สำหรับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายที่ได้จากคำถามทั้ง 3 แบบ พบว่า จำนวนเงินต่ำสุดที่ผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์เต็มใจจะจ่ายมีค่าตั้งแต่ 30-50 บาทต่อปี จำนวนเงินสูงสุดที่เต็มใจจะจ่ายมีค่าประมาณ 500-1,000 บาทต่อปี จำนวนเงินที่เต็มใจจะจ่ายเฉลี่ยมีค่าตั้งแต่ 103.52-199.36 บาทต่อปี เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการใช้คำถามแต่ละประเภท พบว่า ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยที่ได้จากการใช้คำถามประเภท CSH กับ CSL มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยที่ได้จากการใช้คำถามประเภท OPEN กับ CSH และคำถามประเภท OPEN กับ CSL ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการใช้รูปแบบคำถามในกรณีนี้สามารถลดปัญหาความเอนเอียงของข้อมูลอันเกิดจากพฤติกรรมของผู้ถูกสัมภาษณ์ ซึ่งทำให้มูลค่าที่ได้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

[4]จำนวนผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียน หาได้โดยนำจำนวนผู้ที่อยู่ในวัยแรงงานและมีภูมิลำเนาในกรุงเทพ 4,412,400 คน ลบด้วยจำนวนประชากรผู้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียน 39,333 คน ทำให้ได้จำนวนผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์เท่ากับ 4,373,067 คน

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ตามแบบจำลอง พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ยประกอบด้วย รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ระดับการศึกษา สถานภาพ ระยะห่างจากป่าชายเลนบางขุนเทียน และคุณภาพของการสัมภาษณ์ โดยที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ดังสมการที่ (4)

$$WTP_i = 0.0096\ Y_i + 50.55\ E_i + 29.34\ St_i + 34.55\ Di_i + 56.65\ Q_i \quad .....(4)$$

(8.574)** (2.765)** (2.165)* (2.312)* (4.688)**

R square = 0.319, Adjusted R square = 0.310 และ F test = 34.81**

จากสมการข้างต้นพบว่า ตัวแปรมีความสัมพันธ์กับความเต็มใจที่จะจ่ายเป็นไปตามสมมติฐาน สำหรับการหามูลค่าความคงอยู่ของป่าชายเลนมีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับการหามูลค่าของการสงวนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคต ทำให้ได้มูลค่าความคงอยู่ของป่าชายเลนบางขุนเทียนเท่ากับ 662,653,619.06 บาทต่อปี (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4. มูลค่าความคงอยู่ของป่าชายเลนบางขุนเทียน

กรณี	ความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย (บาท/คน/ปี)	จำนวนผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ในรอบ 1 ปี (คน)	มูลค่าความคงอยู่ของป่าชายเลนบางขุนเทียนในรอบ 1 ปี (บาท/ปี)
(1)	254.38	80,983	20,600,384.88
(2)	197.73	69,414	13,725,183.14
(3)	219.83	57,845	12,716,022.73
(4)	163.18	34,707	5,663,468.83
(5)	225.04	150,396	33,845,224.79
(6)	168.39	80,983	13,636,680.60
(7)	190.49	138,828	26,445,255.01
(8)	133.84	80,983	10,838,727.54
(9)	203.83	289,224	58,952,529.54
(10)	147.18	381,776	56,189,746.12
(11)	169.28	150,396	25,459,116.83
(12)	112.63	80,983	9,121,084.00
(13)	174.49	960,224	167,549,434.52
(14)	117.84	1,411,413	166,320,926.62
(15)	139.94	138,828	19,427,523.68
(16)	83.29	266,086	22,162,310.21
รวม		4,373,067	662,653,619.06

ที่มา: จากการคำนวณ, 2546

4.3 มูลค่าป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียน

การประมาณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียน (economic value) ในการศึกษานี้ ทำได้โดยการรวมมูลค่าของการสงวนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคตจำนวน 489,968,280.62 บาทต่อปี กับมูลค่าการคงอยู่ของป่าชายเลนบางขุนเทียนจำนวน 662,653,619.06 บาทต่อปี ซึ่งได้มูลค่าป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียนเท่ากับ 1,152,621,899.68 บาทต่อปี มูลค่าที่คำนวณได้นี้ถือเป็นค่าประมาณการขั้นต่ำและได้จากตัวแปรต่างๆ ในปัจจุบัน หากในอนาคตจำนวนประชากรที่ทำการศึกษามีจำนวนเพิ่มขึ้น รวมทั้งลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของประชากรเปลี่ยนแปลงไป เช่น รายได้เฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มมากขึ้น ก็จะส่งผลให้มูลค่าป่าชายเลนบางขุนเทียนเปลี่ยนแปลงได้

เมื่อนำผลการศึกษาที่ได้จากการประเมินมูลค่าป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียน มาเปรียบเทียบกับงานศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการสมมติเหตุการณ์ให้ประมาณค่าในการประเมินมูลค่าป่าชายเลนตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบว่า มูลค่าป่าชายเลนเมื่อคิดจากค่าเฉลี่ยของความเต็มใจที่จะจ่ายและความเต็มใจที่จะรับชดเชย มีมูลค่าเท่ากับ 52,849,113.98 บาทต่อปี ซึ่งมีมูลค่าน้อยกว่ามูลค่ารวมของป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียน เนื่องมาจากประชากรต่อพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้มีขนาดที่มากกว่า ซึ่งหากประชากรในการประเมินมูลค่าป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยมีจำนวนมากขึ้นก็จะทำให้มีมูลค่ามากขึ้นเช่นกัน

บทสรุป

จากการศึกษาทำให้ทราบถึงลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับป่าชายเลน ความเต็มใจที่จะจ่าย และความคิดเห็นของผู้ใช้และผู้ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนบางขุนเทียน ซึ่งส่วนใหญ่ให้ความสำคัญและเต็มใจที่จะจ่ายเพื่ออนุรักษ์ ฟื้นฟู และสงวนป่าชายเลนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคต รวมทั้งให้ป่าชายเลนคงอยู่ต่อไป และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเต็มใจที่จะจ่ายเฉลี่ย ประกอบด้วย รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ระดับการศึกษา สถานภาพ ระยะห่างจากป่าชายเลนบางขุนเทียน และคุณภาพของการสัมภาษณ์ โดยที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง

มูลค่าป่าชายเลนในเขตบางขุนเทียนที่คำนวณได้นี้มีมูลค่าค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่า ป่าชายเลนมีความสำคัญต่อประชาชนทั้งในด้านการใช้ประโยชน์ในอนาคต และความพึงพอใจเมื่อทราบว่ายังคงมีป่าชายเลนอยู่ นอกจากนี้ป่าชายเลนยังมีประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมอีกมากมายที่ไม่ได้รวมไว้ในการศึกษาครั้งนี้ ดังนั้น การฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าชายเลนบางขุนเทียนไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคตจึงเป็นสิ่งที่สมควรกระทำเป็นอย่างยิ่ง

ข้อเสนอแนะ

1. มูลค่าที่คำนวณได้นี้ สะท้อนให้เห็นถึงประโยชน์ของป่าชายเลนที่มีต่อประชาชนค่อนข้างสูง ดังนั้น หน่วยงานที่รับผิดชอบควรอนุรักษ์และจัดการพื้นที่ป่าชายเลนให้มีความอุดมสมบูรณ์และคงความสวยงามต่อไป หากมีความจำเป็นที่จะนำพื้นที่ป่าชายเลนแห่งนี้ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่น ควรมีการศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นและเปรียบเทียบกับต้นทุนและผลประโยชน์จากการคงอยู่และการสงวนป่าชายเลนไว้ใช้ประโยชน์ในอนาคต ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ที่ได้รับจากป่าชายเลนทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งไม่ได้ศึกษาในครั้งนี้ด้วย

2. เสนอให้มีการจัดตั้งมูลนิธิอนุรักษ์ป่าชายเลนบางขุนเทียนเพื่อดูแลรับผิดชอบป่าชายเลนโดยตรง โดยการจัดหาเงินทุนในการดูแล บำรุงรักษา และจัดการการใช้ประโยชน์จากป่าชายเลน ทั้งนี้ การบริหารจัดการมูลนิธิควรโปร่งใสและสามารถตรวจสอบได้ โดยให้มีคณะกรรมการที่มาจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ภาคเอกชน และประชาชน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับประชาชนในการที่จะร่วมสมทบทุนหรือบริจาคเงินให้มูลนิธิ

3. ควรมีการสนับสนุนงบประมาณเพิ่มเติมในการฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าชายเลนบางขุนเทียน และจัดรูปแบบการบริการท่องเที่ยวในเขตป่าชายเลนบางขุนเทียนให้เป็นที่ดึงดูดใจ รวมทั้งปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกที่เอื้อประโยชน์ต่อการท่องเที่ยวในบริเวณดังกล่าว อาทิเช่น จัดเรือบริการนำเที่ยวให้เพียงพอ พัฒนาเส้นทางเดินชมธรรมชาติ และประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนได้รู้จักและเข้ามาท่องเที่ยวมากขึ้น เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์อุ่นกัง แซ่ลิ้ม เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ ผศ. สุมาลา ศิริโชติ อาจารย์ดาวรุ่ง จุ่งสกุล และ รศ.ดร.สันติ สุขสอาด ที่กรุณาให้คำแนะนำซึ่งเป็นประโยชน์และช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณหน่วยงานราชการที่ได้กรุณาให้ความ

ช่วยเหลือและอนุเคราะห์ในด้านข้อมูลต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง รวมทั้งทุกๆ ท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี มา ณ ที่นี้ด้วย

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_446005

เอกสารอ้างอิง

ชนาภรณ์ กระสวยทอง. 2543. การประเมินมูลค่าจากการมิได้ใช้ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

ธันวา จิตต์สงวน. 2540. การประยุกต์วิธีประเมินค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. คู่มือการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการประเมินค่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่งเสริม บุญเสริม. 2546. เลขานุการกลุ่มทะเลใต้ กรุงเทพมหานคร. สัมภาษณ์, 25 มกราคม 2546.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2545. รายงานการสำรวจสภาวะการทำงานของประชากรทั่วราชอาณาจักร ไตรมาสที่ 1: มกราคม-มีนาคม 2545.

สำนักทะเบียนท้องถิ่นเขตบางขุนเทียน สำนักงานเขตบางขุนเทียน. 2546. รายงานสถิติจำนวนประชากร ตามหลักฐานทางทะเบียนราษฎร ณ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2546.

สำนักพัฒนาชุมชน สำนักงานเขตบางขุนเทียน. 2544. สถานการณ์ป่าชายเลนบางขุนเทียน. (อัดสำเนา)

สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 2543. การใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Lansat - 5 (TM) ในการติดตามสภาพความเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย.

อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2543. รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาพัฒนาการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย กรุงเทพมหานคร.

อิศเรศ บุญเดช. 2543. การประเมินมูลค่าการอนุรักษ์เต่าทะเลในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

Hufschmidt, M.M., D.E. James, A.D. Meister, B.T. Bower and J.A. Dixon. 1983. Environment, Natural Systems and Development: An Economic Valuation Guide. The John Hopkins University Press, London.

Mitchell, R.C. and R.T. Carson. 1990. Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Report to the National Park Division, Royal Forestry Department, Bangkok, Thailand.

Thailand Development Research Institute and Harvard Institute for International Development. 1995. Green Finance : A Case Study of Khao Yai National Park. Thailand Development Research Institute, Bangkok.

Antituberculosis Agents from the Thai Sponge, *Brachiaster* sp.

Saeng-ngam Wonganuchitmeta, Supreeya Yuenyongsawad, Niwat Kaewpradub and Anuchit Plubrukarn

Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Botany, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Prince of Songkla University, Had Yai, Songkhla 90112, Thailand

A chemical investigation of the brown Thai sponge, *Brachiaster* sp., collected from the vicinity of Koh-Tao, Surat-Thanee Province, guided by an antituberculosis assay against *Mycobacterium tuberculosis* $H_{37}Ra$, led to the isolation of eight sesterterpenes. Among these, three are new compounds, which were designated as 12-deacetoxy-scalarin acetate (**2**), (*E*)-neomanoalide diacetate (**3**) and (*Z*)-neomanoalide diacetate (**4**). The remaining have been previously reported, including heteronemin (**1**), heteronemin acetate (**5**), 12-epi-19-deoxyscalarin (**6**), 12-deacetyl-12-epi-19-deoxyscalarin (**7**) and manoalide-25-acetate (**8**). Biological activity determination revealed that compounds **1**, **2**, **5**, and **8** are among the most active with minimum inhibitory concentrations (MICs) in the range of 5-10 μM. Interestingly, it was also found that 12-deacetoxy-scalarin acetate (**2**) exhibited good selectivity; i.e., whereas the compound was highly active against *M. tuberculosis*, it was practically inactive in a cytotoxicity assay.

Key words: *Brachiaster*, sponges, tuberculosis, antituberculosis, cytotoxicity, sesterterpenes

Introduction

Tuberculosis is probably one of the deadliest bacterial infectious diseases ever plaguing human history. Despite the availability of a vaccine (BCG) and various antibacterials-antibiotics specific for mycobacteria, epidemics of tuberculosis ironically recur and are even getting more and more virulent and widespread. This has resulted partially from its association with AIDS as one of the most common opportunistic infections, and from the outbreak of multi-drug resistant (MDR) mycobacteria. Hence, WHO has announced tuberculosis as one of the global emergencies since 1993, and launched several programs to attack the disease, including the search for new remedies and/or antibacterial agents particularly effective against the MDR strain (World Health Organization, 2002).

Marine organisms, although not an ordinary source of antituberculosis agents, have been reported to be among the most prominent. Evident in several reviews (for examples, see Ireland et al., 1993; El Sayed et al, 2000; Mayer and Hamann, 2002; Donia and Hamann, 2003), the number of marine-derived antituberculosis agents is growing. Among these, terpenoid compounds and derivatives are often mentioned, including the sesterterpene heteronemin (**1**), which exhibits antimycobacterial activity against *M. tuberculosis* $H_{37}Rv$ at MIC of 6.25 μg/mL (Kazlauskas et al., 1976; Crews and Bescansa, 1986; El Sayed et al., 2000).

Among invertebrate specimens collected from the vicinity of Koh-Tao, Surat-Thanee Province, we found that one sponge species, later identified to be a member of the genus *Brachiaster*, showed some interesting biological activities including antituberculosis at MIC of 12.5 μg/mL. This prompted us to investigate the chemical constituents from this sponge specimen with the main objectives to search for the active components responsible for such activity, and to determine the biological activities, namely, antituberculosis and cytotoxic activities, of all the isolated compounds.

Methodology

1. General Experimental Procedures

The NMR experiments were performed on an FTNMR variant Unity Inova 500 spectrometer, using the solvent signals (C_6D_6) as references. IR spectra were obtained from a Jasco IR-810 spectrometer. UV spectra were recorded on a Spectronic Genesys 5 spectrometer. Low

resolution mass spectra were obtained from a Micromass LCT mass spectrometer, whereas the high resolution ones were from an HP 5890 GC series 2 plus-HP 5972 mass selective detector. The optical rotations (at sodium D-line wavelength) and CD spectra were detected on a Jasco J-810 polarimeter.

2. Animal Specimens

The sponge specimens used in this study were collected in the vicinity of Koh-Tao, Surat-Thanee Province, Thailand, at the depth of 18-24 m by SCUBA diving in April 2001, and in April 2002. Underwater, the specimen appeared lumpy and irregular-shaped with a tannish-gray color externally. On the surface, the external color was dark gray, with yellowish-tan internally. The texture was un-penetratingly prickly, tough, incompressible, and very resistant to cutting. The specimens from both expeditions were later identified to belong to the genus *Brachiaster* (family Pachastrellidae) by Dr. Somchai Bussarawit of the Phuket Marine and Biology Research Center (PMBC), Phuket (after Hooper, 2000; Hooper and van Soest, 2002). Voucher specimens (designated no. AP01-008-03) were deposited at the Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Botany, Prince of Songkla University, and at PMBC, Phuket.

3. Extraction and Isolation

The specimen from the 2001 expedition (158 g) was lyophilized and exhaustively macerated in MeOH before being subjected to solvent-extraction processes to yield the hexane- and CH_2Cl_2- and *n*-BuOH extracts. The active CH_2Cl_2 fraction was chromatographed over Sephadex® LH-20 (MeOH) then SiO_2 columns (3% EtOAc in CH_2Cl_2) to afford compound **1** as the major component (99 mg). The hexane-extract, which was also active, was fractionated with a SiO_2 column (5% EtOAc in CH_2Cl_2), then with HPLC (ODS, 5 μ, 250 × 4.6 mm, 87% aq MeCN), and compounds **5** and **6** were obtained (10 and 2 mg, respectively).

The lyophilized specimen from the 2002 collection (212 g) was crushed and macerated consecutively in a series of solvents, from which hexane-, CH_2Cl_2-, and MeOH-soluble materials were obtained. An aliquot of the active hexane extract (4.3 g) was subjected to a SiO_2 column and eluted with EtOAc:acetone:hexane (20:5:75) to afford four major fractions. The first one was re-crystallized to yield the major component, compound **1** (300 mg). The second fraction was further separated by means of HPLC (SiO_2, 10 μ, 250 × 7.0 mm, 5% *i*-PrOH in hexane; then PRP-C18, 10 μ, 305 × 7.0 mm, 75% aq MeCN), and compounds **3** (4 mg), **4** (7 mg), and **7** (2 mg) were obtained. The third fraction was also further fractionated using HPLC (ODS, 5 μ, 250 × 4.6 mm, 85% aq MeCN) to yield compound **2** (3 mg). The last fraction was separated by HPLC (SiO_2, 10 μ, 250 × 7.0 mm; 2% *i*-PrOH in hexane) to afford compound **8** (7 mg).

12-Deacetoxy-scalarin acetate (2) white amorphous solid: $[\alpha]_D$ –24.3° (*c* 0.014, MeOH); UV (MeOH) λ_{max} (log ε) 227 (3.78) nm; IR (thin film) ν_{max} 1770, 1730 cm^{-1}; ^1H and ^{13}C NMR (C_6D_6, 500 MHz for ^1H) see Table 1; CD (*c* 0.014, MeOH) θ (nm) 0 (275), +2177 (251.5), 0 (240); ESIMS *m/z* 429 $[MH]^+$ (29), 407 (29), 369 (100), 358 (29), 336 (29); HR-EIMS *m/z* 428.2910 (calcd for $C_{27}H_{40}O_4$, 428.2927).

(*E*)-Neomanoalide diacetate (3) clear colorless viscous liquid: $[\alpha]_D$ –32.9° (*c* 0.023, MeOH); UV (MeOH) λ_{max} (log ε) 224 (3.72) nm; IR (thin film) ν_{max} 1755, 1225 cm^{-1}; ^1H (C_6D_6, 500 MH) δ 1.07 (6H, s, H-20 & H-21), 1.44 (2H, m, H-18), 1.53 (3H, s, 25-OCOCH_3), 1.56 (2H, m, H-17), 1.63 (3H, s, H-22), 1.67 (3H, s, H-23), 1.71 (3H, s, 24-OCOCH_3), 1.88 (2H, dd, *J* = 6.2, 6.4 Hz, H-16), 1.93 (1H, ddd, *J* = 6.5, 7.3, 15.3 Hz, H-5a), 2.05 (2H, m, H-13), 2.06 (1H, m, H-8a), 2.17 (1H, m, H-8b), 2.19 (2H, m, H-12), 2.23 (2H, m, H-9), 2.26 (1H, ddd, *J* = 5.0, 7.3, 15.3 Hz, H-5b), 4.15 (1H, dd, *J* = 1.6, 16.2 Hz, H-25a), 4.25 (1H, dd, *J* = 1.6, 16.2 Hz, H-25b), 4.26 (1H, m, H-4), 4.43 (1H, d, *J* = 12.4 Hz, H-24a), 4.49 (1H, d, *J* = 12.4 Hz, H-24b), 5.23 (1H, t, *J* = 7.3 Hz, H-6), 5.26 (1H, dd, *J* = 6.2, 6.9 Hz, H-10), 5.62 (1H, ddd, *J* = 1.6, 1.6, 3.4 Hz, H-2); ^{13}C-NMR (C_6D_6, 125 MHz) δ 16.2 (CH_3, C-23), 19.8 (CH_3, 25-OCO*C*H_3), 19.9 (CH_2, C-17), 20.0 (CH_3, C-22), 20.4 (CH_3, 25-OCO*C*H_3), 26.9 (CH_2, C-13), 28.3 (CH_2, C-9), 28.8 (CH_2, C-8), 28.8 (2CH_3, C-20 & C-21), 30.7 (CH_2, C-5), 33.0 (CH_2, C-16), 35.2 (C, C-19), 40.2 (CH_2, C-18), 40.8 (CH_2, C-12), 58.9 (CH_2, C-25), 67.4 (CH_2, C-24), 80.5 (CH, C-4), 117.2 (CH, C-2), 121.1 (CH, C-6), 123.2 (CH, C-10), 127.3 (C, C-15), 137.2 (C, C-11), 137.2 (C, C-14), 139.2 (C, C-7), 164.6 (C, C-3), 169.1 (C, 25-O*C*OCH$_3$), 169.8 (C, 24-O*C*OCH$_3$),

170.6 (C, C-1); CD (*c* 0.023, MeOH) θ (nm) -5504.7 (218); ESIMS *m/z* 509 $[M+Na]^+$ (100), 172 (24); HR-ESIMS *m/z* 509.2898 (calcd for $C_{29}H_{42}O_6Na$, 509.2868).

Table 1. ^1H and ^{13}C Chemical shifts of **2** (C_6D_6; 500 MHz for ^1H).

positions	^1H (mult)	^{13}C (mult)	HMBC correlations (C • H)
1-ax	0.64 (m)	40.0 (CH_2)	H-2ax; H-2eq; H-9; H-23
eq	1.53 (m)		
2-ax	1.36 (m)	18.9 (CH_2)	H-1ax; H-3ax; H-3eq; H-21
eq	1.55 (m)		
3-ax	1.14 (m)	42.4 (CH_2)	H-21; H-22
eq	1.37 (m)		
4	-	33.5 (C)	H-5; H-21; H-22
5	0.63 (m)	56.5 (CH)	H-21; H-22; H-23
6-ax	1.15 (m)	18.2 (CH_2)	H-5; H-7ax; H-7eq
eq	1.39 (m)		
7-ax	0.52 (m)	41.4 (CH_2)	H-5; H-24
eq	1.27 (m)		
8	-	37.4 (C)	H-9; H-14; H-24
9	0.45 (dd; J = 3.5, 9.6 Hz)	61.0 (CH)	H-5; H-14; H-23; H-24
10	-	37.6 (C)	H-5; H-9; H-24
11-ax	1.00 (m)	17.1 (CH_2)	H-9; H-12ax; H-12eq
eq	1.25 (m)		
12-ax	0.98 (m)	40.0 (CH_2)	H-9; H-25
eq	1.47 (m)		
13	-	33.7 (C)	H-11ax; H-11eq; H-12eq; H-14; H-18; H-25
14	0.78 (dd; J = 5.5, 10.7)	54.2 (CH)	H-24; H-25
15-ax	1.42 (m)	23.9 (CH_2)	H-14
eq	1.71 (br d; J = 17.5)		
16	6.61 (br ddd; J = 3.6, 4.0, 4.0 Hz)	136.6 (CH)	-
17	-	126.6 (C)	-
18	2.40 (br ddd; J = 3.6, 3.6, 5.5 Hz)	56.6 (CH)	H-14; H-16; H-25
19	6.60 (d; J = 5.5 Hz)	93.4 (CH)	19-OCOCH_3
20	-	165.7 (C)	H-16; H-19
21	0.81 (s; 3H)	21.4 (CH_3)	H-22
22	0.88 (s; 3H)	33.3 (CH_3)	H-5; H-21
23	0.70 (s; 3H	16.5 (CH_3)	H-5; H-9
24	0.54 (s; 3H)	16.1 (CH_3)	H-9; H-14
25	0.35 (s; 3H)	14.5 (CH_3)	H-14
19-OCOCH$_3$	-	168.6 (C)	H-19; 19-OCOCH_3
19-OCOCH_3	1.59 (s; 3H)	20.2 (CH_3)	

(Z)-Neomanoalide diacetate (4) clear colorless viscous liquid: $[\alpha]_D$ –23.3° (*c* 0.015, MeOH); UV (MeOH) λ_{max} (log ε) 224 (3.72) nm; IR (thin film) ν_{max} 1755, 1225 cm^{-1} ^1H (C_6D_6, 500 MH) δ 1.07 (6H, s, H-20 & H-21), 1.44 (2H, m, H-18), 1.56 (3H, s, 25-OCOCH_3), 1.57 (2H, m, H-17), 1.65 (3H, s, H-22), 1.65 (3H, s, H-23), 1.69 (3H, s, 24-OCOCH_3), 1.88 (2H, dd, *J* = 6.2, 6.4 Hz, H-16), 1.94 (1H, ddd, *J* = 6.9, 7.3, 15.1 Hz, H-5a), 2.09 (1H, m, H-8a), 2.10 (2H, m, H-13), 2.13 (1H, m, H-8b), 2.19 (2H, m, H-9), 2.20 (2H, m, H-12), 2.41 (1H, ddd, *J* = 4.4, 7.3, 15.1 Hz, H-5b), 4.21 (1H, ddd, *J* = 0.6, 1.8, 16.2 Hz, H-25a), 4.33 (1H, dd, *J* = 1.6, 16.2 Hz, H-25b), 4.33 (1H, m, H-4), 4.52 (2H, s, H-24), 5.21 (1H, t, *J* = 7.3 Hz, H-6), 5.24 (1H, ddd, *J* = 1.1, 6.2, 7.1 Hz, H-10), 5.62 (1H, ddd, *J* = 1.6, 1.8, 3.4 Hz, H-2); ^{13}C-NMR (C_6D_6, 125 MHz) δ 16.2 (CH_3, C-23), 19.8 (CH_3, 25-OCO*C*H$_3$), 20.0 (CH_2, C-17), 20.0 (CH_3, C-22), 20.4 (CH_3, 25-OCO*C*H$_3$), 27.0 (CH_2, C-13), 28.4 (CH_2, C-9), 28.8 ($2CH_3$, C-20 & C-21), 30.5 (CH_2, C-5), 33.0 (CH_2, C-16), 35.2 (C, C-19), 35.6 (CH_2, C-8), 40.2 (CH_2, C-18), 40.8 (CH_2, C-12), 59.0 (CH_2, C-25), 61.4 (CH_2, C-24), 80.7 (CH, C-4), 117.7 (CH, C-2), 122.4 (CH, C-6), 123.4 (CH, C-10), 127.3 (C, C-15), 136.8 (C, C-11), 137.3 (C, C-14), 138.9 (C, C-7), 164.9 (C, C-3), 169.1 (C, 25-O*C*OCH$_3$), 170.1 (C, 24-O*C*OCH$_3$), 170.7 (C, C-1); CD (*c* 0.015, MeOH) θ (nm) -10485 (214); ESIMS *m/z* 509 $[M+Na]^+$ (100), 172 (24); HR-ESIMS *m/z* 509.2794 (calcd for $C_{29}H_{42}O_6Na$, 509.2868).

4. Bioactivity Determinations

The determination of antituberculosis activity was kindly supported by Dr. Prasat Kittakoop, the National Center of Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC). The activity was assessed against *Mycobacterium tuberculosis* $H_{37}Ra$ according to the protocol described by Collins and Franzblau (1997), using the microtiter plate alamar blue technique. Positive activity was referred to that of isoniazid and kanamycin sulfate, which exhibited the MICs in ranges of 0.040-0.090 and 2.0-5.0 μg/mL, respectively.

The cytotoxicity towards cancer cell lines was determined according to the sulphorhodamine B assay protocol adopted from that described by Skehan et al. (1990). The targeted cell lines used here were MCF-7 breast adenocarcinoma, HeLa human cervical cancer, KB human oral cancer, and HT-29 colorectal cancer cell lines. The survival percentages of each cell lines after being exposed to the test samples were determined through the optical density measurement of the developed purple color. The inhibitory concentration at 50% of cell-survival was calculated upon the assimilation of the dose-response curve. Camptothecin, which was used as a standard reference, showed cytotoxicity with IC_{50}s in the range of $2 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-3}$ μg/mL against all four targeted cell lines.

Results and Discussion

The Thai sponge, *Brachiaster* sp., was collected from Koh-Tao, Surat-Thanee, during two separate expeditions in April, 2001, and in April, 2002, and the specimen from each expedition was investigated separately. The 2001 specimen was freeze-dried, crushed, and extracted with MeOH then partitioned with hexane, CH_2Cl_2, and *n*-BuOH. The active hexane- and CH_2Cl_2-soluble materials were then separately subjected to a series of column chromatography to yield compound **1** from CH_2Cl_2-extract as major component, and compounds **5** and **6**, which were respectively identified as heteronemin acetate and 12-epi-19-deoxyscalarin, from hexane-extract.

The specimen from the 2002 excursion was macerated in solvents with consecutive polarity, from hexane to CH_2Cl_2 and to MeOH. Here, the main and active hexane extract was the only fraction chosen for further studies. Successive separation of an aliquot of the hexane extract led to the isolation of **1**, again as the major component, along with the three new compounds, **2**, **3**, and **4**, and two other known ones, 12-deacetyl-12-epi-19-deoxyscalarin (**7**) and manoalide 25-acetate (**8**). The structures of all the known compounds; i.e., compounds **1** and **5-8** (data not shown), were elucidated and identified mainly by means of the NMR spectral analysis, and were confirmed by comparison with published data (Kazlauskas et al., 1976; Crews and Bescansa, 1986; Cimino et al., 1977; Cambie and Crews, 1988). The chemical structures of all isolated and some selected related congeners are shown in Figure 1.

Compound **2** was obtained as white amorphous solid. Its molecular formula was deduced to be $C_{27}H_{40}O_4$ from the molecular peak at *m/z* 429 (MH^+) in the ESI mass spectrum. This was confirmed by the M^+ peak at *m/z* 428.2910 (calc for $C_{27}H_{40}O_4$ 428.2927) observed in the HR-EI mass spectrum. This molecular formula led to the unsaturation degree of 8, which was deduced to be one olefinic double bond, two carbonyls, and five ring systems.

From its IR spectrum, apart from the lactone and ester absorption bands at ν 1770 and 1730 cm^{-1}, no other prominent functionalities were observable. This information agrees well with the ^1H and ^{13}C NMR spectra (Table 1), in which most signals are found at the high field region, suggesting the core structure of mainly aliphatic framework. The structure elucidation of this compound therefore relied heavily on the analysis of the COSY and HMBC spectra, from which the large cluster of aliphatic proton signals resonating at 0.4-1.8 ppm was solved into a tetra-carbocyclic sesterterpene skeleton. Only two major functionalities were observed. One is the olefinic bond composed of two carbons at δ 136.6 (C-16) and 126.6 (C-17), and one proton at δ 6.61 (br ddd, J = 3.6, 4.0, 4.0 Hz; H-16). The other is a γ-• lactone ring with an acetylated acetal γ-carbon. The carbonyl of the lactone was found at δ 165.7 (C-20), whereas the acetal functionality was deduced from the characteristic signal of H-19 at δ 6.60 (d, J = 5.5 Hz) and C-19 at δ 93.4. The acetate substituting group on C-19 was found at δ 168.6 and 20.2 (19-O*C*OCH$_3$ and 19-OCO*C*H$_3$, respectively). Linking all the above functional groups to the tetra-carbocyclic sesterterpene skeleton thus yielded the gross structure of **2** as 12-deacetoxy-scalarin acetate, a new 12-deacetoxy analog of the scalarin-type sesterterpenes.

The relative configuration of the tetra-carbocylcic moiety of **2** was determined primarily according to the orientation of the ring-junction methyl groups. The carbon chemical shifts of the three methyl groups (C-23, C-24, C-25) indicated that all are in the axial orientation; i.e., they are found at higher field than 20 ppm (δ 16.5, 16.1, 14.5, respectively) due to the 1,3-diaxial effect, as compared to the equatorial methyls that are normally found at lower field than 20 ppm (Crews and Bescansa, 1986). This indicates the all-*trans* configuration of the tetra-carbocyclic moiety. The lactone ring, on the other hand, was proposed as *cis* to the main skeleton, as rationalized from the orientation of H-18 and H-19. The pseudo-axial orientation of H-18 was rationalized from the strong homoallylic coupling between H-18 and H-15a (^5J = 3.6 Hz), whereas the dipolar coupling between H-25 and H-19, observed from nOe-ds experiments, suggested the proximity between the two.

In order to determine the absolute configuration of **2**, the CD spectrum was analyzed. According to the octant rule, the first positive Cotton effect at λ 251.5 nm (• +2177) indicated the *S* and *R* configurations of C-13 and C-19, respectively. The configurations of the remaining asymmetric carbons were elucidated accordingly, and the structure of **2** was proposed as shown.

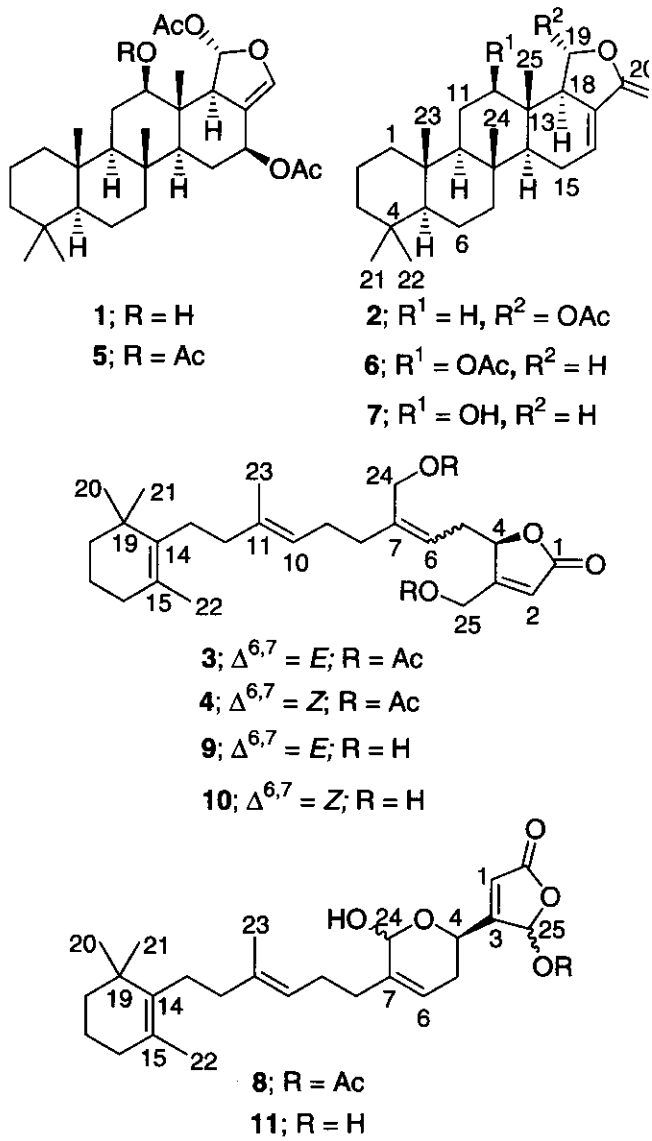


Figure 1. Chemical structures of isolated sesterterpenes and related prototypes.

Compounds **3** and **4** were both obtained as clear colorless viscous liquid. Both compounds share the same molecular formula of $C_{29}H_{42}O_6$, as deduced from the M+Na$^+$ peak at *m/z* 509 in their ESI mass spectra. The proposed molecular formula agreed well with the HR-ESI mass spectra (509.2868 for **3**, 509.2794 for **4**; calc for $C_{29}H_{42}O_6Na$ 509.2863). In fact, not only the physical appearance and molecular formula of both compounds, but also identical are their other spectroscopic data, including the IR spectra that show major absorption bands of an ester at ν 1755 cm^{-1}.

Due to the resemblance between the spectroscopic data of the two compounds, their structures were elucidated in a parallel manner. Compared with published spectral data of other known sesterterpenes (de Silva and Scheuer, 1981), the spectra of our isolated compounds and of the neomanoalides (**9** and **10**) suggest that all share similar skeleton. The major difference among the neomanoalides and our compounds is the presence of two acetate groups residing on C-24 and C-25. The acetate groups of **3** resonate at δ 169.8 (24-O*C*OCH$_3$), 20.4 (24-OCO*C*H$_3$), 169.1 (25-O*C*OCH$_3$), and 19.8 (25-OCO*C*H$_3$), whereas those of **4** do at δ 170.1 (24-O*C*OCH$_3$), 20.4 (24-OCO*C*H$_3$), 169.1 (25-O*C*OCH$_3$), and 19.8 (25-OCO*C*H$_3$). Hence, the two compounds are proposed as diacetate derivatives of neomanoalides.

The differences between the NMR spectra of **3** and **4** are observable only in the vicinity of $\Delta^{6,7}$ double bond; i.e., the signals assigned to positions 5, 8, and 24. This suggested that compounds **3** and **4** are actually geometric isomers. The ^{13}C NMR spectrum of **3** shows that C-8 resonates at a

comparatively higher field (δ 28.8) and C-24 does at a lower field (δ 67.4), whereas those of compound **4** are found otherwise; i.e. C-8 at δ 35.6, and C-24 at 61.4. This classic electronic repulsion effect indicated that compound **3** is the E-$\Delta^{6,7}$ isomer, and **4** is the Z one. Similar effect was observed with the neomanoalides (de Silva and Scheuer, 1981), thus confirming the proposed structures.

The configuration at C-4 of both compounds was determined by means of CD analysis. Both compounds show the first negative Cotton effect ($[\bullet]_{218}$ −5504 for **3**; $[\bullet]_{214.5}$ −10485 for **4**) in their CD spectra. This agrees well with octant rules and indicates the 4-*R* configuration for both compounds, which was strongly confirmed by similar observation for the neomanoalides (de Silva and Scheuer, 1981). The complete structures of **3** and **4**, *E*- and *Z*-neomanoalide diacetates, are therefore proposed here as two new naturally occurring derivatives of neomanoalides. The two compounds were first derivatized by de Silva and Scheuer (1981) as part of the structure determination of the neomanoalides; however, no spectral data were reported. Furthermore, to our knowledge, the biological activities of both neomanoalide diacetates have never been assessed.

Apart from those of heteronemin (**1**), the antituberculosis and cytotoxic activities of all other seven isolated compounds are first reported here (Table 2). For the manaoalide and neomanoalides series, it was not surprising to find that, whereas the two new compounds **3** and **4** were only slightly active in antitubersulosis, and practically inactive in cytotoxicity, compound **8** was strongly active in both activities. Although the activities of manoalide 25-acetate (**8**) have never been reported, its well-known prototype, manoalide (**11**), is famous for its potent activities, including the phospholipase A2-inhibiting activity, which leads to the exploitation of the compound as a tool in anti-inflammation researches (de Silva and Scheuer, 1980; de Frietas et al., 1984; Jacobs et al., 1985; Kobayashi et al., 1994).

Table 2. Antituberculosis and cytotoxic activities of isolated compounds.

compound	anti-TB MIC (μM)	cytotoxicity IC_{50} ± SEM (μM)			
		MCF-7	HT-29	HeLa	KB
1	3	0.29 ± 0.08	0.2-0.5	0.2-0.5	0.2-0.5
2	4	>10	>10	>10	>10
3	51	>10	>10	>10	>10
4	26	5.99 ± 0.12	>10	>10	>10
5	6	6.45 ± 0.30	>10	NT	>10
6	117	>10	>10	5-10	3.01 ± 1.59
7	16	>10	>10	>10	>10
8	7	0.26 ± 0.009	0.76 ± 0.13	1.68 ± 0.10	0.63 ± 0.11

The scalarin series, on the other hand, showed quite interesting results. Originally suggested by Crews and Bescansa (1986), the oxygenation pattern on C-19 seems to assert a strong influence on the biological activities of the scalarin-type sesterterpenes. Such influence is evident among our five isolated compounds; i.e., compounds **1**, **2**, and **5** are strongly active, whereas the activities of **6** and **7** are much weaker. Along with potency, selectivity was also observable. Compound **5**, which exhibits its antituberculosis activity in a close magnitude to that of its prototype, compounds **1** and **2**, is practically inactive against all targeted cancer cell lines. Although too early to predict which pharmacophores play the key roles in such selectivity, the lack of hydrophilic functionality on C-12 of compound **5** is noteworthy here. The selectivity and potency, both against mycobacterium and cancer cells, suggests the potential of the scalarin-type sesterterpenes for further investigation of antituberculosis and other related chemotherapeutic agents.

Conclusions

A chemical investigation of the Thai sponge *Brachiaster* sp. led to the isolation of eight sesterterpenes of the scalarin- and manoalide-series. Among these, three were new derivatives first observed in nature. Biological activities determination showed that, among the eight isolat *M. tuberculosis* $H_{37}Ra$ with MICs in the range of 5-10 μM. More interestingly, compound **2**, which in fact is a new compound, has good selectivity; i.e., the compound showed potent antituberculosis activity,

but is practically inactive toward all targeted cancer cell lines used in this study. Such selectivity suggests the promising trend of the scalarin-type sesterterpenes for chemotherapeutic application.

Along with the attempt to search for new chemotherapeutic agents from Thai marine natural products, this study also shows the new value of Thai marine organisms as one of the promising resources for new drug discovery. We wish that, with such exemplified investigations, further study toward the wise and sustainable exploitation of Thai marine bioresources will eventually be achieved.

Acknowledgements

This research project was financially supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT T-645002. We thank Dr. Palangpol Kongsaeree, Faculty of Science, Mahidol University, for his assistance in gaining access to the CD spectrometer-polarimeter. The determination of antituberculosis activity was appreciably subsidized by the Bioassay Research Facility, BIOTEC.

References

Cambie, R.C. and P.A. Crews. 1988. Chemistry of Sponges, III. Manoalide monoacetate and thorectolide monoacetate, two new sesterterpenoids from *Thorectandra excavatus*. *Journal of Natural Products* 51: 331-334.

Cimino, L.A., S. De Stefano, L. Minale and E. Trivellone. 1977. 12-Epi-scalarin and 12-epi-deoxoscalarin, sesterterpenes from the sponge *Spongia nitens*. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transaction 1*: 1587-1593.

Collins, L. and S.G. Franzblau. 1997. Microplate alamar blue assay versus BACTEC 460 system for high-throughput screening of compounds against *Mycobacterium tuberculosis* and *Mycobacterium avium*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 41: 1004-1009.

Crews, P. and P. Bescansa. 1986. Sesterterpenes from a common marine sponge, *Hyrtios erecta*. *Journal of Natural Products* 49: 1041-1052.

de Freitas, J.C., L.A. Blankemeier and R.S. Jacobs. 1984. In vitro inactivation of the neurotoxic action of β-bungarotoxin by the marine natural product, manoalide. *Experientia* 40: 864-865.

de Silva, E.D. and P.J. Scheuer. 1980. Manoalide, an antibiotic sesterterpenoid from the marine sponge *Luffariella variabilis* (Polejaeff). *Tetrahedron Letters* 21: 1611-1614.

de Silva, E.D. and P.J. Scheuer. 1981. Three new sesterterpenoid antibiotics from the marine sponge *Luffariella variabilis* (Polejaeff). *Tetrahedron Letters* 22: 3147-3150.

Donia, M. and M.T. Hamann. 2003. Marine natural products and their potential applications as anti-infective agents. *The Lancet Infectious Diseases* 3: 338-348.

El Sayed, K.A., P. Bartyzel, X. Shen, T.L. Perry, J.K. Zjawiony and M.T. Hamann. 2000. Marine natural products as antituberculosis agents. *Tetrahedron* 56: 949-953.

Hooper, J.N.A. 2000. Sponge Guide: Guide to sponge collection and identification. Queensland Museum.

Hooper, J.N.A. and R.W.M. van Soest. 2002. Systema Porifera: A guide to the classification of sponges. Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Ireland, C.M., B.R. Copp, M.P. Foster, L.A. McDonald, D.C. Radisky and J.C. Swersey. 1993. Biomedical potential of marine natural products. *In* Attaway, D.H. and O.R. Zaborsky (eds.), Marine Biotecnology (Vol. I): Pharmaceutical and Bioactive Natural Products, pp. 1-44. Plenum Press, New York.

Jacobs, R.S., P. Culver, R. Langdon, T.O. Brien and S. White. 1985. Some pharmacological observations on marine natural products. *Tetrahedron* 41: 981-984.

Kazlauskas, R., P.T. Murphy, R.J. Quinn and R.J. Wells. 1976. Heteronemin, a new scalarin type sesterterpene from the sponge *Heteronema erecta*. *Tetrahedron Letters* 30: 2631-2634.

Kobayashi, M., T. Okamoto, K. Hayashi, N. Yokoyama, T. Sasaki and I. Kitagawa. 1994. Marine natural products XXXII. Absolute configurations of C-4 of the manoalide family, biologically active sesterterpenes from the marine sponge *Hyrtios erecta*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletins* 42: 265-270.

Mayer, A.M.S. and M.T. Hamann. 2002. Marine pharmacology in 1999: Compounds with antibacterial, anticoagulant, antifungal, anthelmintic, anti-inflammatory, antiplatelet, antiprotozoal and antiviral actitvities, affecting the cardiovascular, endocrine, immune and nervous systems and other miscellaneous mechanisms of action. *Comparative Biochemistry and Physiology C-Toxicology & Pharmacology* 132: 315-339.

Skehan, P., R. Storeng, D. Scudiero, A. Monks, J. McMahan, D. Vistica, J.T. Warren, H. Bokesch, S. Kenney and M.R. Boyd. 1990. New colorimetric cytotoxic assay for anticancer-drug screening. *Journal of National Cancer Institute* 82: 1107-1112.

World Health Organization. 2002. Global tuberculosis control: Surveillance, planning, financing. *In* WHO Report 2002. Geneva, Switzerland.

การพัฒนาวิธีการตรวจสอบสารที่มีฤทธิ์ anti-metastasis และสารที่มีพิษ (cytotoxicity test) ต่อเซลล์มนุษย์เพื่อเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดจากพืชและจุลินทรีย์

โชติกา สุญาณเศรษฐกร, กันวัฒน์ ด่านวิเศษกาญจน และ วนิชา วิชัย

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

Abstract: Development of Anti-Metastasis and Human Cell line Cytotoxicity Tests for Screening of Bioactive Compounds from Plants and Microbes

Chotika Suyarnsestakorn, Kannawat Danwisetkanjana and Vanicha Vichai

National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Klong Luang, Pathumthani 12120

To support bioactive compound research in Thailand, two additional tests are being developed in the Bioassay laboratory at BIOTEC. A colorimetric anti-metastasis assay modified from a transwell invasion assay (Khutson et al., 1996) was developed for screening compounds that specifically target invading tumors. For the assay using HT-1080 cells (fibrosarcoma), we found optimal seeding density and incubation time at 2.0×10^5 cells/transwell and 18 hours, respectively. Instead of measuring cell invasion by the cell counting method used in the traditional assay, we developed an MTT assay, which showed a good correlation with the original method. To replace the cell counting method used in the traditional assay, we developed an MTT test for quantifying MTT metabolites from invading cells. We found that MTT at the concentration of 0.2 mg/ml maximized the amount of formazan metabolites to the appropriate absorbance for colorimetric measurement. We also tested compounds that are known to inhibit invasiveness of cancer cells using this developed anti-metastasis assay as positive controls. These compounds were NS-398, sulindac sulfide, doxycyclin, lovastatin, sodium selenite, ilomastat and aspirin. We found that only 6.25 µg/ml lovastatin could inhibit cell invasion at 39.3%. Therefore, we will use Lovastatin at the concentration of 6.25 µg/ml as a positive control for anti-metastasis assays against HT-1080 cells. An *in vitro* cytotoxicity test against human cells is being developed to reduce the use of animal testing; this method employs the ATP content at the endpoint as a marker for the viability of HL-60 cells (acute promyelocytic leukemia). We modified the HL-60 cytotoxicity test from the original test tube method into a 96-well format and found that the optimal number of cells is 500,000 cells/50 µl/well. We used the 96-well format method to test compounds that have been previously tested for their cytotoxicity against HL-60 cells to determine whether this method is as sensitive and as accurate as the conventional test tube method. We found that the IC_{50} values obtained from both methods were not significantly different. We selected two compounds, ellipticine and doxorubicin, with IC_{50} values of 4.7 ± 1.9 µg/ml and 0.7 ± 0.3 µg/ml, respectively, to be used as positive controls for our cytotoxicity assay using the 96-well format method. Our results showed that the 96-well cytotoxicity test method is as accurate and as sensitive as the conventional test tube method and we will use this method for our screening service in the future.

Key words: anti-metastasis assay, invade, cytotoxicity test

บทนำ

Anti-metastasis assay

โรคมะเร็งโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะเริ่มแรกที่มีการแบ่งตัวของเซลล์อย่างรวดเร็วผิดปกติจนเกิดเป็นเนื้องอกขึ้น (*in-situ* carcinoma) และระยะที่สองซึ่งเซลล์มะเร็งสามารถแทรกตัวผ่าน basement membrane ที่ล้อมรอบ (invasive stage) และนำไปสู่การแพร่กระจายของเนื้องอกจากจุดเริ่มต้นไปยังอวัยวะที่อยู่ห่างออกไป

(metastasis) โดยอาศัยระบบน้ำเหลืองและระบบหมุนเวียนโลหิตเป็นตัวพาไป เซลล์มะเร็งระยะลุกลามนี้สามารถผลิตเอนไซม์ชื่อ matrix metalloproteinases (MMPs) ซึ่งมีคุณสมบัติในการย่อยสลาย extracellular matrix ได้ (Nagase and Woessner, 1999; McCawley and Matrisian, 2000) การตรวจวินิจฉัยมะเร็งในผู้ป่วยโดยทั่วไปมักพบในระยะ invasive แล้ว ทำให้การรักษาด้วยยาที่มีอยู่ในปัจจุบันมักไม่ได้ผล เนื่องจากเป็นยาที่มีฤทธิ์ทำลายเซลล์ระยะที่กำลังแบ่งตัว (cytotoxic, anti-proliferative drugs) (Kohn and Liotta, 1995) การใช้ยาที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเคลื่อนที่ของเซลล์ (anti-metastatic compounds) จึงเป็นทางเลือกใหม่ที่ได้รับความสนใจอย่างมาก ภายในระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา ได้มีการค้นพบยาที่ยับยั้ง cancer metastasis หลายชนิด เช่น lovastatin (Wang et al., 2000) endostatin (Young-Mi et al., 2000) และ doxycycline (DC) (Lokeshwar et al., 2002) นอกจากนี้ยังมีผู้ค้นพบว่ายาแก้อักเสบบางชนิด เช่น NS398 ibuprofen aspirin และ JTE522 สามารถยับยั้ง cancer cell invasion ได้ (Nagatsuka et al., 2002; Attiga et al., 2000; Murono et al., 2000; Tsujii et al., 1998)

วิธีการตรวจสอบสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเคลื่อนที่ของเซลล์ที่ใช้กันโดยทั่วไปคือ วิธี transwell invasion assay (Knutson et al., 1996) ที่อาศัยหลักการดูความสามารถของสารในการยับยั้งการเคลื่อนที่ของเซลล์มะเร็งผ่าน matrigel ซึ่งประกอบด้วย extracellular matrix protein ซึ่ง matrigel นี้จะถูกเคลือบลงบน membrane filter ของ transwell วิธีนี้เป็นวิธีที่มีความสามารถในการตรวจสารที่ยับยั้งกระบวนการต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นได้ แต่ไม่เหมาะสำหรับการตรวจสอบสารตัวอย่างคราวละมากๆ เนื่องจากต้องอ่านผลด้วยการนับจำนวน invading cells ด้วยตาเปล่า ทำให้ใช้เวลามากและเกิดความผิดพลาดได้ง่าย

ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาวิธีการตรวจหา anti-metastatic compounds จากสารตัวอย่างโดยปรับปรุงวิธี transwell invasion assay เพื่อให้สามารถอ่านผลด้วยการวัดค่า absorbance ได้จากเครื่อง spectrophotometer เพื่อให้การตรวจสอบมีประสิทธิภาพดีขึ้นและมีความคลาดเคลื่อนจากผู้ทดลองน้อยที่สุด วิธีการที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใหม่นี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ในห้องปฏิบัติการตรวจหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่จะต้องทดสอบสารตัวอย่างคราวละมากๆ

Cytotoxicity test

ในกระบวนการพัฒนายาใหม่มีด้วยกัน 3 ขั้นตอนคือ 1) discovery phase 2) preclinical phase และ 3) clinical phase การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity test) ของสารที่สงสัยจัดอยู่ใน discovery phase ซึ่งจะช่วยในการคัดเลือกสารที่มีคุณสมบัติทางชีวภาพที่ต้องการและไม่มีพิษต่อเซลล์หรือมีพิษต่อเซลล์ต่ำให้เหลือจำนวนจำกัด เพื่อนำเข้าสู่การทดสอบในสัตว์ทดลอง (preclinical phase) ต่อไป การทดสอบในขั้นนี้เป็นการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในสัตว์ทดลอง (in-vivo) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูง ดังนั้นจึงมีความพยายามหาระบบ in-vitro มาใช้ทดแทน (Dierickx and Ekwall, 1992) ซึ่งนอกจากจะช่วยลดค่าใช้จ่ายแล้ว ยังเป็นการลดจำนวนชีวิตสัตว์ที่จะต้องสูญเสียไปในการทดลอง

ความพยายามนี้ได้ทำให้เกิดโปรแกรม Multicenter Evaluation of In Vitro Cytotoxicity (MEIC) ขึ้น จัดตั้งโดย The Scandinavian Society for Cell Toxicology ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อหาวิธีทดสอบความเป็นพิษของสารต่อเซลล์หลากหลายแบบด้วยวิธีการวัดความเป็นพิษแบบต่างๆ แล้วนำข้อมูลนั้นมาเปรียบเทียบกับข้อมูลค่าความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน (acute toxicity) ใน rat mouse และมนุษย์ที่รวบรวมไว้ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีทดสอบความเป็นพิษ in vitro กับค่าความเป็นพิษในสิ่งมีชีวิต จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่ามีวิธีการทดสอบ 3 ชนิดที่ให้ค่าความเป็นพิษ (IC_{50}) ที่มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับ acute lethal blood concentration (LC_{50}) ของมนุษย์ ได้แก่ 1) การวัดปริมาณ ATP ที่ end point โดยใช้ HL-60 cell line 2) ดูการเปลี่ยนรูปร่างและ pH ที่ end point โดยใช้ WI-1003 และ Hep G2 cell lines 3) การวัดปริมาณโปรตีนที่ end point โดยใช้ Hep G cell line

ในปัจจุบันห้องปฏิบัติการหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมีความสามารถในการทดสอบ cytotoxicity test ต่อ vero cell line และวัด end point โดยวัดจากสีย้อม sulforhodamine B ซึ่งสารทุกตัวที่ได้รับการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพจะได้รับการทดสอบความเป็นพิษต่อ vero cell line ด้วย ดังนั้นโครงการนี้จึงเสนอที่จะให้บริการทดสอบ cytotoxicity

test เพิ่มขึ้นจากที่มีอยู่เดิม เพื่อเป็นการช่วยในการทำนาย lethal blood concentration ในสัตว์ทดลอง และเป็นการช่วยให้กระบวนการพัฒนายาก้าวต่อไปข้างหน้าโดยมีค่าใช้จ่ายที่ลดลง โดยจะใช้วิธีการวัดปริมาณ ATP ที่ end point โดยใช้ HL-60 cell line และจะปรับปรุงการทดสอบให้อยู่ในรูปแบบของ 96-well format แทนการทดสอบในหลอดทดลอง (Wakuri et al., 1993) เพื่อความสะดวกและเหมาะสมกับการทดสอบสารจำนวนมาก

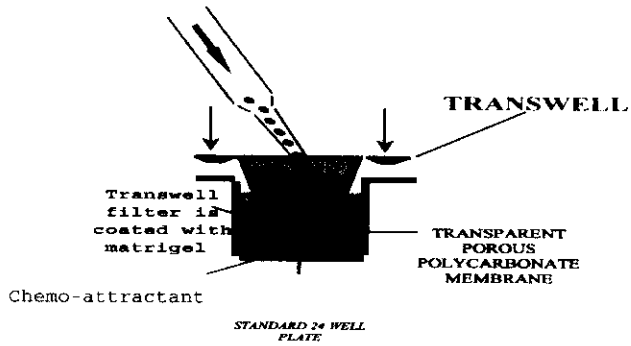
วิธีการ

สรุปผลการปฏิบัติงานของการพัฒนาวิธีการตรวจสอบสารที่มีฤทธิ์ anti-metastasis

ขั้นตอนการทดลอง

1. การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับ anti-metastasis assay

ในการพัฒนา anti-metastasis assay ให้เป็น throughput assay ผู้วิจัยได้นำวิธี cell invasion assay (Knutson et al., 1996) มาดัดแปลง โดยใช้เซลล์ HT-1080 (fibrosarcoma, ATCC) เป็นเซลล์ทดสอบ โดยเติมเซลล์ HT-1080 ความเข้มข้นต่างๆ ที่อยู่ใน 1% FCS culture medium ลงใน transwell (upper chamber) ที่เคลือบไว้ด้วย matrigel และเติม 1% FCS culture medium ลงใน lower chamber (ภาพที่ 1) นำไป incubate เป็นเวลาต่างๆ ที่ 37°C, 5% CO_2 จากนั้นจึงนับ invading cells ที่ใต้ transwell filter ใต้กล้องจุลทรรศน์ ความหนาแน่นเริ่มต้นของเซลล์และเวลาในการ incubate ที่ให้จำนวน invading cells สูงสุดขณะที่อัตราการเคลื่อนที่ของเซลล์ผ่าน transwell filter ยังคงที่และเวลาในการ incubate ไม่เกิน doubling time ของเซลล์คือสภาวะที่เหมาะสมสำหรับ anti-metastasis assay



ภาพที่ 1. แสดงการทำ invasion assay

2. การอ่านผลด้วยวิธี colorimetric method

การศึกษาครั้งนี้เป็นการพัฒนาวิธีอ่านผลด้วย colorimetric method โดยวัด absorbance ของ MTT metabolites ที่สร้างโดย invading cells โดยจะต้องหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ MTT ก่อน ซึ่งดัดแปลงวิธีมาจาก Plumb et al. (1989) ทำโดย incubate เซลล์ HT-1080 ใน culture medium ให้มีความหนาแน่นต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงเติมสารละลาย MTT ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ลงใน cell suspension และ incubate ต่ออีก 4 ชั่วโมง ละลายผลึก MTT-formazan และวัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 570 nm (Plumb et al., 1989) นำค่า absorbance ที่ได้มาเขียนกราฟกับความเข้มข้นของสารละลาย MTT ความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการทดลองคือความเข้มข้นสุดท้ายที่มีความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองค่ายังเป็นเส้นตรง

3. การทดสอบความไวและความถูกต้องแม่นยำเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐาน

เมื่อดัดแปลงใช้ colorimetric method ในการวัดจำนวน invading cells ได้แล้วจึงทดสอบความไวและความถูกต้องแม่นยำของวิธีการที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้เปรียบเทียบกับวิธีการนับเซลล์แบบมาตรฐาน โดยทำ invasion assay ใช้ cell suspension ความเข้มข้นต่างๆ เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า absorbance ที่ได้จากการใช้ MTT ย้อม invading cells กับจำนวน invading cells ที่นับได้จากการนับเมื่อใช้ cell suspension ที่มีความหนาแน่นเท่ากัน ค่า absorbance ที่ได้ควรจะสูงพอ (0.1-2.0) และความสัมพันธ์ที่ได้ควรเป็นเส้นตรง จึงจะถือว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการตรวจหาสารตัวอย่าง

4. การคัดเลือกและทดสอบยาที่จะนำมาใช้เป็นตัวควบคุมการทดลอง

การทดสอบหาฤทธิ์ anti-metastasis ของสารตัวอย่างนั้นมีปัจจัยต่างๆ ที่จะทำให้เกิดความแปรปรวนในการทดสอบได้ ดังนั้นในการทดสอบแต่ละครั้งจำเป็นที่จะต้องมีตัวควบคุมการทดลอง (positive control) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของผลการทดสอบ โดยที่ตัวควบคุมนั้นๆ จะต้องเป็นสารที่ยับยั้งการเคลื่อนที่ของเซลล์โดยไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแปลผลผิดพลาด (false positive)

- ยาที่นำมาทดสอบ

ในการคัดเลือก positive control ผู้วิจัยได้เลือกทดสอบยาหรือสารเคมีที่เคยมีรายงานมาแล้วว่ามีความสามารถในการยับยั้งการเคลื่อนที่ผ่าน matrigel ของเซลล์มะเร็งทั้งในระดับ *in* vitro และ *in* vivo ยาที่นำมาทดสอบได้แก่ NS-398, sulindac sulfide, aspirin (acetylsalicylic acid), doxycyclin, lovastatin, sodium selenite และ ilomastat (Attiga et al., 2000; Weyant et al., 2000; Yu et al., 2002; Lokeshwar et al., 2002; Farina et al., 2002; Yoon et al., 2001)

- การทดสอบตัวทำละลายยา

ก่อนที่จะทดสอบ anti-metastatic activity ของยา จะต้องมีการทดสอบว่าตัวทำละลายยาไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ HT-1080 การทดสอบความเป็นพิษ (cytotoxicity test) ต่อเซลล์ HT-1080 ใช้วิธี Sulforhodamine B assay (SRB assay) ของ Philip et al. (1990) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ในห้องปฏิบัติการ จากนั้นจึงคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ cytotoxicity จากสมการดังนี้

$$\% \text{ cytotoxicity} = \frac{(\text{mean OD}_{\text{control}} - \text{mean OD}_{\text{test}}) \times 100}{\text{mean OD}_{\text{control}}}$$

โดยที่ : $\text{mean OD}_{\text{control}} = \text{mean OD}_{\text{10\%DMSO}} - \text{mean OD}_{\text{zero day}}$

$\text{mean OD}_{\text{test}} = \text{mean OD}_{\text{sample}} - \text{mean OD}_{\text{zero day}}$

เมื่อได้ความเข้มข้นสารละลายที่ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ HT-1080 แล้ว จึงนำความเข้มข้นนั้นมาทดสอบ anti-metastasis assay ตามวิธีการใหม่ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ invasion ของสารจากค่า OD ดังสมการข้างล่างนี้

$$\% \text{ inhibition} = 100 - \% \text{ invasion}$$

และ $$\% \text{ invasion} = \frac{\text{absorbance value of invading cells (drug)}}{\text{absorbance value of invading cells (control)}} \times 100$$

โดยที่ตัวทำละลายจะต้องให้ค่าเปอร์เซ็นต์ inhibition เป็นศูนย์

- การทดสอบยาที่จะนำมาใช้เป็น positive control

ยาชนิดต่างๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้นจะถูกนำมาทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์โดยวิธี SRB assay เพื่อหาความเข้มข้นสูงสุดของยาที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ เมื่อได้ความเข้มข้นของยาที่ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ HT-1080 แล้ว จึงนำความเข้มข้นนั้นมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเคลื่อนที่ผ่าน matrigel ของเซลล์ HT-1080 โดยทดสอบกับ anti-metastasis assay ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใหม่ และคำนวณเปอร์เซ็นต์ inhibition ของยาตามที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น

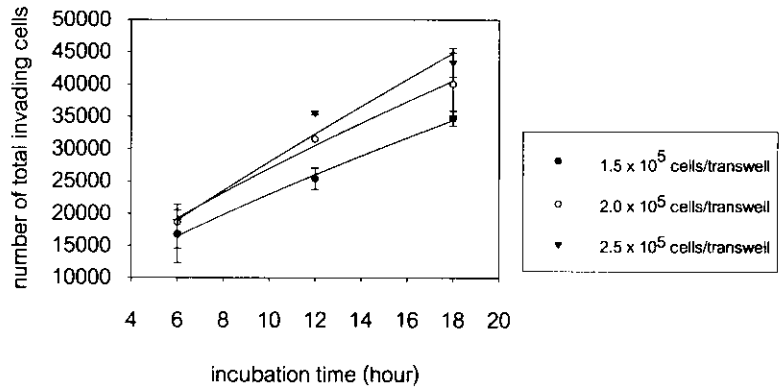
ผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของเซลล์ HT-1080 ซึ่งจะนำมาใช้ในการทำ anti-metastasis assay เพื่อให้สามารถประมาณช่วงเวลาในการ incubate เซลล์ โดยพบว่า doubling time ของเซลล์ HT-1080 คือ 20 ชั่วโมง ดังนั้นเวลาที่จะเลือกใช้ในการ incubate เซลล์ HT-1080 จะต้องน้อยกว่า 20 ชั่วโมง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการนับจำนวน invading cells ได้มากกว่าความเป็นจริงเนื่องจากการแบ่งตัวของเซลล์

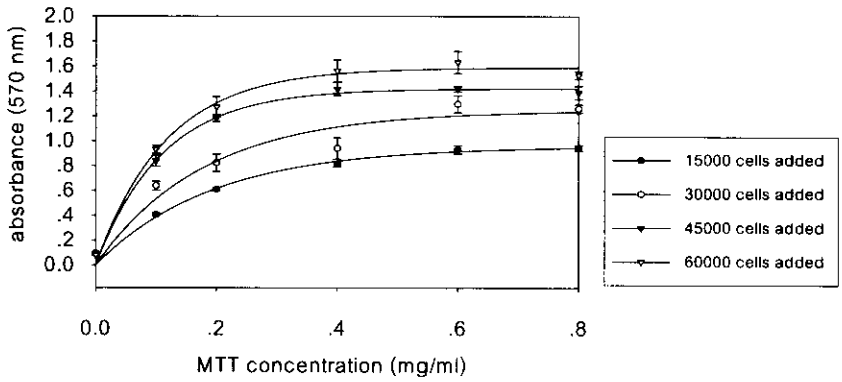
ต่อจากนั้นจึงทดสอบหาจำนวนเซลล์เริ่มต้นและเวลาในการ incubate ที่เหมาะสมต่อการทำ anti-metastasis assay โดยเติมเซลล์ HT-1080 ความเข้มข้นต่างๆ ลงใน upperchamber ของ transwell ที่เคลือบ transmembrane ด้วย matrigel และ incubate เป็นเวลาต่างๆ แต่ไม่เกิน 20 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า จำนวนเซลล์ HT-1080 ที่เหมาะสมคือ 2.0×10^5 cells/transwell และเวลาที่เหมาะสมในการ incubate คือ 18 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นความ

หนาแน่นเริ่มต้นและช่วงเวลาที่ให้จำนวน invading cells สูงขณะที่อัตราการเคลื่อนที่ของเซลล์ผ่าน transmembrane ยังคงที่ ผู้วิจัยไม่ได้เลือกใช้จำนวนเซลล์เริ่มต้นที่ 2.5×10^5 cells/transwell เพราะถึงแม้ว่าจะได้จำนวน invading cells สูงกว่าแต่ก็เป็นเพียงเล็กน้อยและต้องใช้จำนวนเซลล์เริ่มต้นมากกว่า (ภาพที่ 2)

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบวิธีการอ่านผลระหว่างวิธีการนับแบบมาตรฐาน (Knutson et al., 1996) กับการวัด absorbance ของ MTT metabolites ที่สร้างโดย invading cells โดยเบื้องต้นได้หาความเข้มข้นของ MTT ที่เหมาะสมต่อ anti-metastasis assay ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ เพื่อให้ปริมาณสีที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนเซลล์ ซึ่งพบว่าโดยรวมแล้วค่า absorbance ของ MTT metabolites ที่ได้จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณ MTT ที่ใช้เมื่อความเข้มข้นของสารละลาย MTT ไม่เกิน 0.2 mg/ml และให้ค่า absorbance ในช่วงที่สูงพอที่จะอ่านค่าได้ถูกต้อง (ภาพที่ 3) ดังนั้นจึงใช้ความเข้มข้น MTT ที่ 0.2 mg/ml ในการอ่านค่า invading cells



ภาพที่ 2. แสดงจำนวน HT-1080 invading cells ที่ได้จากการนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เมื่อใช้จำนวนเซลล์เริ่มต้นต่างๆ และใช้เวลาในการ incubate ทั้งหมด 6, 12 และ 18 ชั่วโมง

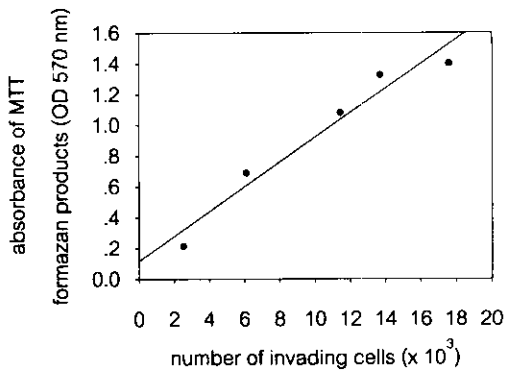


ภาพที่ 3. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า absorbance ของ MTT formazan ที่ได้กับความเข้มข้นของ MTT เมื่อ incubate เซลล์ HT-1080 จำนวนต่างๆ กับสารละลาย MTT ที่มีความเข้มข้นต่างๆ

เมื่อได้ความเข้มข้นของ MTT ที่เหมาะสมแล้ว จึงทำการทดสอบความไวและความถูกต้องแม่นยำของการใช้ MTT assay ในการวัดปริมาณ invading cells จากการทำ invasion assay โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของการวัดปริมาณ invading cells ที่ได้ระหว่างวิธีการนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์ซึ่งเป็นวิธีการแบบเดิมกับการอ่านค่า absorbance ของ MTT metabolites ที่เกิดขึ้นจาก invading cells จากผลการทดลอง (ภาพที่ 4) จะเห็นว่าผลที่ได้จากการวัดปริมาณเซลล์ทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์กันแบบแปรผันตรง โดยพิจารณาจากค่า R^2 (coefficient of determination) ซึ่งมีค่าเป็น 0.95 ดังนั้นวิธีวัด MTT metabolites สามารถใช้แทนวิธีการนับเซลล์แบบเดิมได้

ในการให้บริการตรวจสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพว่ามีความสามารถในการยับยั้งการเคลื่อนที่ของเซลล์ HT-1080 ผ่าน matrigel โดย anti-metastasis assay หรือไม่นั้น จะต้องมีตัวควบคุมการทดลอง (positive control) เพื่อตรวจสอบว่าการทดลองแต่ละครั้งมีความถูกต้องแม่นยำ โดยที่ตัวควบคุมนั้นๆ จะต้องยับยั้งการเคลื่อนที่ของเซลล์แต่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแปลผลผิดพลาด (false positive) โดยยาที่เลือกมาทดสอบได้แก่ NS-398, sulindac sulfide, aspirin doxycyclin, lovastatin, sodium selenite และ ilomastat

ก่อนที่จะนำยาหรือสารเคมีมาทดสอบ anti-metastasis assay นั้นจะต้องมีการตรวจสอบก่อนว่าตัวทำละลายยาที่ใช้ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์และไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่ผ่าน matrigel ของเซลล์ HT-1080 ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแปลผลผิดพลาด โดยทั่วไปสารที่จะนำมาทดสอบการออกฤทธิ์ทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการมักจะละลายอยู่ใน 100% DMSO และน้ำกลั่น จากผลการทดลองพบว่า น้ำกลั่นและ DMSO ที่ความเข้มข้น 0.1% ไม่มีความเป็นพิษและไม่ยับยั้งการเคลื่อนที่ของเซลล์ HT-1080 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกน้ำกลั่นหรือ DMSO ความเข้มข้น 0.1% ในการทำ anti-metastasis assay



ภาพที่ 4. แสดงความสัมพันธ์ของค่า absorbance (570 nm) ของ MTT metabolites ที่เกิดขึ้นจาก invading cells จากการทำ MTT assay กับจำนวน invading cells ที่นับได้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เมื่อเติมเซลล์ HT-1080 จำนวน 1.0×10^4, 5.0×10^4, 1.0×10^5, 1.5×10^5 และ 2.0×10^5 cells/transwell และ incubate ที่ 37°C, 5% CO_2 เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

ต่อจากนั้นได้ทำการทดสอบความเป็นพิษของ NS-398, sulindac sulfide, doxycyclin, lovastatin sodium selenite, ilomastat และ aspirin ที่ความเข้มข้นต่างๆ กับเซลล์ HT-1080 โดยใช้วิธี SRB assay จากผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นสูงสุดของ NS-398, sulindac sulfide, doxycyclin, lovastatin, sodium selenite, ilomastat และ aspirin ที่ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ HT-1080 คือ 31.4, 62.5, 3.9, 6.25, 0.8, 10 และ 250 μg/ml ตามลำดับ

เมื่อได้ความเข้มข้นของยาที่ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ HT-1080 แล้ว ผู้วิจัยได้นำสารเหล่านี้มาทดสอบ anti-metastatic activity ต่อเซลล์ HT-1080 ตามวิธีการที่ได้พัฒนาไว้ จากผลการทดลอง (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่ามีเพียง lovastatin ที่สามารถยับยั้งการ invade ของเซลล์ HT-1080 โดยพบว่า lovastatin ความเข้มข้น 6.25 μg/ml ยับยั้งการเคลื่อนที่ของเซลล์ HT-1080 ผ่าน matrigel ได้ 39.3%

ตารางที่ 1. แสดงค่า % inhibition ของเซลล์ HT-1080 จากการ incubate กับ NS-398, sulindac sulfide, doxycyclin, lovastatin, sodium selenite, ilomastat และ aspirin

	NS-398	sulindac sulfide	doxycyclin	lovastatin	sodium Selenite	Ilomastat	aspirin
conc.(ug/ml)	31.40	62.50	3.90	6.25	0.80	10.00	250.00
% inhibition*	3.6	8.2	6.8	39.3	3.0	6.3	11.7

% inhibition* = 100 - % invasion

$$\% \text{ invasion} = \frac{\text{absorbance value of invading cells (drug)}}{\text{absorbance value of invading cells (control)}} \times 100$$

สรุปผลการปฏิบัติงานการพัฒนาวิธีการตรวจสอบความเป็นพิษของสาร (cytotoxicity test) ต่อเซลล์มนุษย์

ขั้นตอนการทดลอง

1. การหาจำนวนเซลล์ HL-60 เริ่มต้นที่เหมาะสม

เนื่องจากวิธีการตรวจสอบความเป็นพิษของสาร (cytotoxicity test) ต่อเซลล์มนุษย์โดยการวัดปริมาณ ATP ที่ end point ด้วย luciferase enzyme ที่มีมาก่อนเป็นการทดสอบในหลอดทดลอง (Wakuri et al., 1993) ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกและเหมาะสมสำหรับการให้บริการทดสอบสารตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งได้แก่การทดสอบใน 96-well format เซลล์ที่ใช้ในการทดสอบ คือ เซลล์ HL-60 (human acute promyelocytic leukemia, ATCC) ในขั้นต้นผู้วิจัยได้ทดลองหาจำนวนเซลล์เริ่มต้นที่เหมาะสมโดยเติมเซลล์ความหนาแน่นต่างๆ ลงในหลุมของ

96-well plate แล้วนำไป incubate ที่ 37°C, 5% CO_2 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเติม cell lysis reagent ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นจึงถ่าย lysate ที่ได้ลงใน 96-well plate สีดำ (Black Polystyrene, Costar) แล้วจึงเติม luciferase reagent นำไปวัดแสงที่เกิดขึ้น (bioluminescence) ที่ 570 nm (Roche Molecular Biochemicals, USA) จำนวนเซลล์เริ่มต้นที่เหมาะสมจะนำไปใช้ในการทดสอบ คือ จำนวนเซลล์ที่ให้ค่า activity ในช่วงที่อ่านค่าได้จาก ATP standard curve ซึ่งแปรผันโดยตรงกับจำนวนเซลล์

การทำ ATP standard curve ซึ่งทำเพื่อใช้คำนวณหาค่า ATP จาก activity จากแสงที่วัดได้จากปฏิกิริยาทำโดยเตรียม standard ATP ให้มีความเข้มข้นเป็น $3.5x10^{-6}$ M, $1.75x10^{-6}$ M, $3.5x10^{-7}$ M, $1.75x10^{-7}$ M, $3.5x10^{-8}$ M, $1.75x10^{-8}$ M, $3.5x10^{-9}$ M, $1.75x10^{-9}$ M และ $3.5x10^{-10}$ M ผสม standard ATP ที่เตรียมไว้กับ cell lysis reagent จากนั้นทำการทดสอบเหมือนวิธีการข้างบนที่กล่าวไว้แล้ว (Roche Molecular Biochemicals, USA)

2. ทดสอบความไวและความถูกต้องแม่นยำ

ก่อนที่จะนำวิธีการ ATP assay ในรูปแบบ 96-well format ที่พัฒนาได้มาใช้ทดสอบหาค่า cytotoxicity ของสารตัวอย่าง จำเป็นต้องทดสอบว่าวิธีที่พัฒนาได้นี้มีความไวและความถูกต้องแม่นยำเทียบได้กับวิธีการเดิมที่ทำในหลอดทดลองหรือไม่ ผู้วิจัยได้คัดเลือกสารจากกลุ่มสารที่ได้รับการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ HL-60 แล้ว (Wakuri et al., 1993) เพื่อนำมาทำการทดสอบหาค่า IC_{50} ด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้น โดย incubate สารเหล่านี้ที่มีความเข้มข้นต่างๆ กับเซลล์ HL-60 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะหาปริมาณ ATP ในเซลล์ตามวิธีที่กล่าวไว้ข้างต้น จากนั้นจึงเปรียบเทียบค่า IC_{50} ที่ได้กับค่าที่ได้จากวิธีในหลอดทดลองแบบเดิม (Wakuri et al., 1993) ต่อจากนั้นจึงทำการทดสอบหาตัวควบคุมการทดลอง (positive control) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของผลการทดสอบ

ผลการทดลอง

ในการทดสอบความเป็นพิษของสารต่อเซลล์ HL-60 โดยการวัดปริมาณ ATP ต้องอาศัยการอ่านค่า ATP จาก standard curve ซึ่งจะอ่านค่าได้ถูกต้องเมื่อค่า bioluminescence ที่ได้แปรผันตรงกับปริมาณ ATP เท่านั้น ดังนั้นจำนวนเซลล์ที่ใช้ในการทดสอบจะต้องเพียงพอที่จะให้ค่า bioluminescence ในช่วงดังกล่าว นอกจากนี้ยังจะต้องให้ค่า bioluminescence ที่สูงพอสำหรับการอ่านค่าภายหลังทดสอบกับยา ผู้วิจัยได้ทำการหาปริมาณเซลล์เริ่มต้นที่เหมาะสมโดยใช้ ATP Bioluminescent kit (Roche Molecular Biochemicals, USA) ในการวัดปริมาณ ATP จากเซลล์จำนวนต่างๆ พร้อมกับทำ ATP standard curve โดยใช้วิธีที่กล่าวไว้ในขั้นตอนการทดลอง

จาก ATP standard curve ที่ได้ (ภาพที่ 5) จะเห็นว่าช่วงค่า bioluminescence ที่แปรผันตรงกับความเข้มข้นของ ATP จะอยู่ระหว่าง 5 ถึง 1,000 RLU (Relative Light Units) ดังนั้นเมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเซลล์ HL-60 กับค่า bioluminescence ที่ได้ (ภาพที่ 6) พบว่า ปริมาณเซลล์ HL-60 (ที่ให้ค่า bioluminescence ในช่วงดังกล่าว) จะอยู่ระหว่าง 50,000 cells/50 µl ถึง 1,800,000 cells/50 µl ผู้วิจัยได้เลือกใช้เซลล์จำนวน 500,000 และ 1,000,000 cells/50 µl สำหรับการทดสอบต่อไป เนื่องจากคาดว่าปริมาณเซลล์นี้จะให้ค่า bioluminescence ที่สูงเพียงพอสำหรับการอ่านค่าเมื่อทดสอบกับสารตัวอย่าง โดยได้ทดลองใช้เซลล์จำนวนดังกล่าวทดสอบกับ aspirin ซึ่งเป็นยาที่ได้ผ่านการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ HL-60 โดยวิธีที่ทำในหลอดทดลอง (Wakuri et al., 1993) มาแล้ว โดยได้ทดลองหาค่า IC_{50} ของ aspirin โดยใช้ค่า % cytotoxicity ที่ได้จากการคำนวณด้วยปริมาณ ATP ที่อ่านจาก standard curve (สมการที่ 1) และจากการคำนวณด้วยค่า bioluminescence ที่วัดได้โดยตรง (สมการที่ 2) ดังที่แสดงข้างล่างนี้

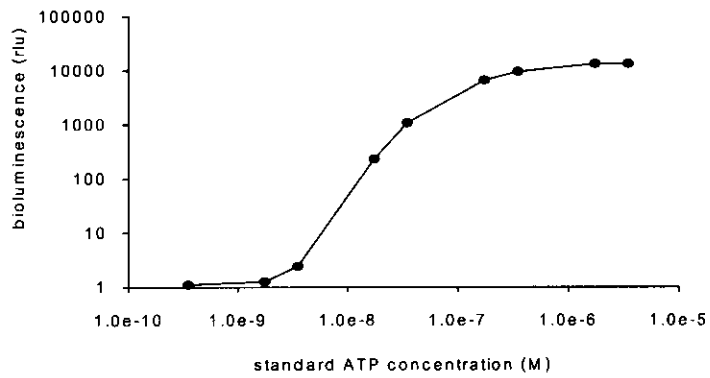
(สมการที่ 1)

$$\% \text{ cytotoxicity} = \frac{\text{mean ATP conc. (negative control)} - \text{mean ATP conc. (sample)} \times 100}{\text{mean ATP conc. (negative control)}}$$

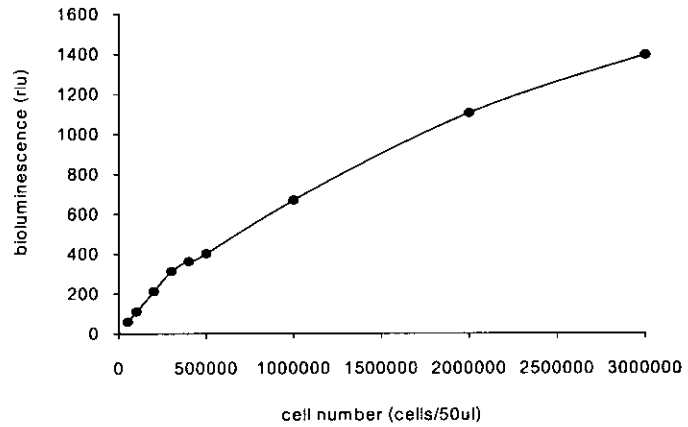
(สมการที่ 2)

$$\% \text{ cytotoxicity} = \frac{\text{mean bioluminescence (negative control)} - \text{mean bioluminescence (sample)} \times 100}{\text{mean bioluminescence (negative control)}}$$

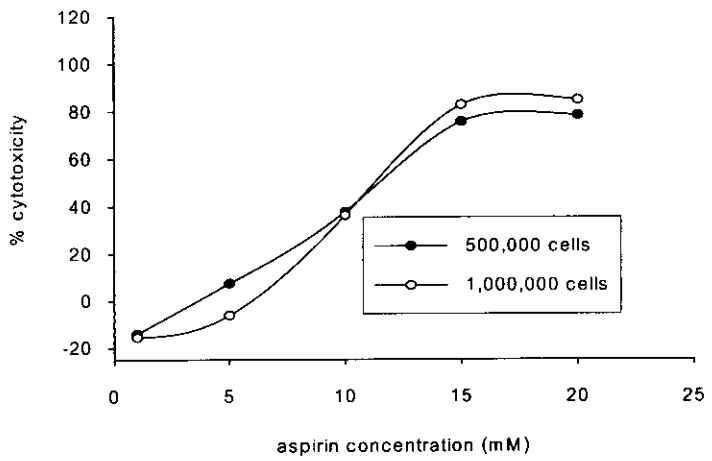
โดยที่ mean ATP conc. (negative control) และ mean bioluminescence (negative control) คือ ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ ATP และ bioluminescence ที่ได้จาก negative control ซึ่งได้แก่ตัวทำละลายของสารที่นำมาทดสอบตามลำดับ



ภาพที่ 5. ATP standard curve แสดงความสัมพันธ์ของ bioluminescence กับความเข้มข้นของ ATP (Roche Molecular Biochemicals, USA)



ภาพที่ 6. แสดงความสัมพันธ์ของ bioluminescence ที่ได้จากการวัดปริมาณ ATP ที่ end point กับจำนวนเซลล์ HL-60 ปริมาณต่างๆ



ภาพที่ 7. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ aspirin กับ % cytotoxicity ที่คำนวณจาก ATP standard curve โดยใช้จำนวนเซลล์เริ่มต้น 500,000 และ 1,000,000 cells/50 µl

จากการทดลองหาค่า IC_{50} ของ aspirin ต่อเซลล์ HL-60 โดยใช้วิธีใน 96-well plate พบว่า เมื่อใช้จำนวนเซลล์ HL-60 เริ่มต้น 500,000 และ 1,000,000 cells/50 µl จากการคำนวณหา % cytotoxicity จากค่าความเข้มข้นของ ATP จะได้ค่า IC_{50} 11.264 mM และ 10.835 mM ตามลำดับ (ภาพที่ 7) และเมื่อคำนวณหา % cytotoxicity จากค่า luminescence โดยตรงได้ IC_{50} 9.033 mM และ 9.995 mM เมื่อใช้จำนวนเซลล์ HL-60 เริ่มต้น 500,000 และ 1,000,000 cells/50 µl ตามลำดับ ซึ่งค่า IC_{50} ของ aspirin ที่ได้จากการคำนวณทั้งสองวิธี ไม่ว่าจะใช้เซลล์จำนวน 500,000 หรือ 1,000,000 cells/50 µl มีค่าใกล้เคียงกับ IC_{50} ของ aspirin ที่ได้จากวิธีการในหลอดทดลอง (9 mM) (Wakuri et al., 1993) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้จำนวนเซลล์ HL-60 เริ่มต้นที่ 500,000 cells/50 µl เนื่องจากให้ค่า % cytotoxicity ทั้งที่คำนวณโดยตรงจาก activity ที่อ่านได้และที่เทียบเป็นปริมาณ ATP แล้วไม่แตกต่างจากการใช้จำนวนเซลล์เริ่มต้น 1,000,000 cells/50 µl และสิ้นเปลืองน้อยกว่า เหมาะแก่การให้บริการตรวจสอบตัวอย่างจำนวนมากๆ

เพื่อทดสอบความไวและความถูกต้องแม่นยำของวิธีการตรวจสอบความเป็นพิษของสารต่อเซลล์มนุษย์ใน 96-well format ผู้วิจัยได้ใช้วิธีที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ทดสอบหาความเป็นพิษของสารตัวอย่างอื่นๆ ที่เคยได้รับการทดสอบมาแล้ว (Wakuri et al., 1993) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำมาเปรียบเทียบเพิ่มขึ้น ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 2

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 เมื่อใช้วิธี 96-well format หาค่า IC_{50} ของสารจะได้ค่า IC_{50} ใกล้เคียงกับวิธีเดิมที่ทำในหลอดทดลอง จึงสรุปได้ว่าวิธีการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ HL-60 ที่ทำใน 96-well format นี้มีความไวเทียบได้กับวิธีมาตรฐานในหลอดทดลอง (Wakuri et al., 1993)

ตารางที่ 2. แสดงค่า IC_{50} (mM) ของสารตัวอย่างที่เคยได้รับการทดสอบมาแล้วในหลอดทดลอง (Wakuri et al., 1993) เปรียบเทียบกับที่ทำใน 96-well plate โดยใช้ HL-60 เซลล์จำนวนเริ่มต้น 500,000 cells/50 μl

Sample	50% inhibition concentration (IC_{50}) (mM)	
	Test tube method	96-well format method
Sodium chloride	19	18.4 ± 2.4
Ethanol	20	20.8 ± 0.4
Aspirin	9	3.1 ± 1.9
Phenol	5	7.0 ± 3.6
Chloroform	> 0.1	0.9 ± 0.5

ในการนำวิธีที่พัฒนาขึ้นได้ไปใช้ในการให้บริการตรวจสอบความเป็นพิษของสารตัวอย่างนั้น จำเป็นจะต้องมี positive control ด้วย เพื่อใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงความถูกต้องแม่นยำในการทดสอบนั้นๆ positive control ที่ผู้วิจัยนำมาทดสอบหาค่า IC_{50} คือ ellipticine และ doxorubicin ซึ่งเป็นยาที่ใช้เป็น positive control ในการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ Vero ในห้องปฏิบัติการอยู่แล้ว โดยผู้วิจัยได้ทดสอบ ellipticine และ doxorubicin ที่ความเข้มข้น 0.25 ถึง 8.0 และ 0.19 ถึง 6.25 μg/ml ตามลำดับ กับเซลล์ HL-60 จากผลการทดลองพบว่าค่า IC_{50} ของ ellipticine คือ 4.7±1.9 μg/ml (โดยมีค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการทดสอบ 6 ครั้ง คือ 5, 3, 7, 6, 2 และ 5 μg/ml) และ ค่า IC_{50} ของ doxorubicin คือ 0.7±0.3 μg/ml (โดยมีค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการทดสอบ 4 ครั้ง คือ 1, 0.7, 0.5 และ 0.4 μg/ml) จะเห็นว่า HL-60 cell line มีความไวต่อ doxorubicin มากกว่า ellipticine อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยจะใช้ทั้ง ellipticine และ doxorubicin เป็น positive control ในการให้บริการ เพื่อให้การทดสอบความเป็นพิษแต่ละครั้งมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

บทสรุป

Anti-metastasis assay

ผู้วิจัยได้ทำการ anti-metastasis assay โดยดัดแปลงมาจากวิธี transwell invasion assay ของ Knutson et al. (1996) โดยดัดแปลงการอ่านผลด้วยการนับจำนวน invading cells ด้วยตาเปล่า ให้เป็นการอ่านผลโดยใช้วิธี colorimetric measurement ซึ่งทำให้สามารถทดสอบสารตัวอย่างได้คราวละมากๆ

ในขั้นต้นผู้วิจัยได้ทดสอบหาจำนวนเซลล์เริ่มต้นและเวลาในการ incubate ที่เหมาะสมสำหรับการทำ invasion assay โดยพบว่า จำนวนเซลล์ HT-1080 เริ่มต้น 2.0×10^5 cells/transwell และเวลาในการ incubate เป็น 18 ชั่วโมง คือ ภาวะที่เหมาะสมในการทำ anti-metastasis assay ทั้งนี้จำนวนเซลล์และเวลาดังกล่าวให้จำนวน invading cells สูงสุดและยังไม่เกิน doubling time ของเซลล์ จากการทดลองวัดปริมาณ invading cells ด้วยการวัดปริมาณ MTT metabolites ที่เกิดขึ้นจากการทำ MTT assay (Plumb et al., 1989) พบว่า แปรผันโดยตรงจากผลที่ได้จากการนับเซลล์ โดยพบว่า 0.2 mg/ml คือ ความเข้มข้นของ MTT ที่เหมาะสม เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกยาที่จะนำมาใช้เป็น positive control เพื่อใช้ตรวจสอบการทำ anti-metastasis assay ว่ามีความถูกต้องแม่นยำในทุกๆ ครั้งของการทดลอง สารที่นำมาทดสอบ ได้แก่ NS-398, sulindac sulfide, doxycyclin, lovastatin, sodium selenite, ilomastat และ aspirin โดยในเบื้องต้นได้ตรวจสอบความเป็นพิษของสารเหล่านี้ต่อเซลล์ HT-1080 ก่อนเพื่อป้องกันการแปรผลผิดพลาด จากนั้นจึงใช้ยาที่ความเข้มข้นที่ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ในการทำ anti-metastasis assay จากการทดลองพบว่ามีเพียง lovastatin ความเข้มข้น 6.25 μg/ml ที่สามารถยับยั้งการ invade ของเซลล์ HT-1080 ผ่าน matrigel ได้ 39.3% ดังนั้นผู้วิจัยจะใช้ lovastatin เป็น positive control สำหรับการทำ anti-metastasis assay

จากการทดลองที่ผ่านมาสรุปได้ว่า การอ่านผลโดยใช้ MTT assay สามารถแทนการอ่านผลโดยวิธีการนับเซลล์แบบเดิมได้ นอกจากนี้ยังเหมาะสมต่อการให้บริการทดสอบสารตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งผู้วิจัยจะเปิดให้บริการต่อไป

Cytotoxicity test

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาวิธีทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ HL-60 ในรูปแบบ 96-well format ให้มีประสิทธิภาพและความถูกต้องแม่นยำเทียบเท่ากับการทดสอบค่าความเป็นพิษแบบเดิมซึ่งทำในหลอดทดลอง

โดยในขั้นต้นได้ทำการหาปริมาณเซลล์ HL-60 ที่เหมาะสม พบว่า เซลล์จำนวน 500,000 cells/50 μl ให้ค่า bioluminescence อยู่ในช่วงที่อ่านค่าจาก ATP standard curve ได้ถูกต้องและมีค่าสูงเพียงพอสำหรับการทดสอบกับสารตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทดสอบความถูกต้องแม่นยำของวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้เปรียบเทียบกับวิธีในหลอดทดลอง โดยทำการทดสอบหาความเป็นพิษของสารซึ่งเคยมีรายงานไว้ (Wakuri et al., 1993) พบว่าค่า IC_{50} ของสารที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีการที่พัฒนาขึ้นใหม่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากวิธีในหลอดทดลอง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบหาความเป็นพิษของสารสองตัว คือ ellipticine และ doxorubicin เพื่อเป็น positive control ควบคุมคุณภาพของการทดสอบ และพบว่าค่า IC_{50} ของ ellipticine และ doxorubicin อยู่ในช่วง 4.7 ± 1.9 μg/ml กับ 0.7 ± 0.3 μg/ml ตามลำดับ

วิธีการทดสอบความเป็นพิษของสารต่อเซลล์มนุษย์โดยการวัดปริมาณ ATP ใน 96-well plate ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ มีความถูกต้องแม่นยำเทียบได้กับวิธีมาตรฐานที่ได้รับการรับรองว่าให้ค่า toxicity ใกล้เคียงกับ blood toxicity level ในคน ผู้วิจัยจะนำวิธีนี้ไปใช้ในการให้บริการตรวจสอบความเป็นพิษของสารในห้องปฏิบัติการต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ "การพัฒนาวิธีการตรวจสอบสารที่มีฤทธิ์ anti-metastasis และสารที่มีพิษ (cytotoxicity test) ต่อเซลล์มนุษย์เพื่อเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดจากพืชและจุลินทรีย์" ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_645002

เอกสารอ้างอิง

The multicenter evaluation of invitro cytotoxicity (MEIC). Summary. 2000. National Toxicology Program (NTP) Interagency Center for the Evaluation of Alternative Toxicological Methods (NICEATM).

Attiga, F.A., P.M. Fernandez, A.T. Weeraratna, M.J. Manyak and S.R. Patierno. 2000. *Cancer Research* 60: 4629-4637.

Dierickx, P.J. and B. Ekwall. 1992. *ATLA* 20: 285-289.

Farina, H.G., D.R. Bublink, D.F. Alonso and D.E. Gomez. 2002. *Clin. Exp. Metastasis* 19(6): 551-559.

Knutson, J.R., J. Lida, G.B. Fields and J.B. McCarthy. 1996. *Molecular Biology of The Cell* 7: 383-396.

Kohn, E.C. and L.A. Liotta 1995. *Cancer Res.*, 55: 1856-1862.

Lokeshwar, B.L., M.G. Selzer, B.Q. Zhu, N.L. Block and L.M. Golub. 2002. *Ins. J. Cancer* 98(2): 297-309.

McCawley, L.J. and L.M. Matrisian. 2000. *Molecular Madicine Today* 6: 149-156.

Murono, S., T. Yoshizaki, H. Sato, H. Takeshita, M. Furakawa and J.S. Pagano. 2000. *Cancer Research* 60: 2555-2561.

Nagase, N. and J.F. Woessner, Jr. 1999. *J. Biol. Chem.* 274: 21491-21494.

Nagatsuka, I., N. Yamada, S. Shimizu, M. Ohira, H. Nishino, S. Seki and K. Hirakawa. 2002. *Ins. J. Cancer* 100(5): 515-519.

Philip S., S. Ritsa, S. Dominic, M. Anne, M. James, V. David, T.W. Jonathan, B. Heidi, K. Susan, R.B. Michael. 1990. *Journal of the National Cancer Inst.* 82(13): 1107-1112

Plumb, J.A., R. Milroy and S.B. Kaye. 1989. *Cancer Res.* 49: 4435-4440.

Tsujii, M., S. Kawano, S. Tsuji, H. Sawaoka, M. Hori and R.N. DuBois. 1998. *Cell* 93: 705-716.

Wakuri, S., J. Izumi, K. Sasaki, N. Tanaka and H. Ono. 1993. *Toxic in Vitro* 7: 517-521.

Wang, I., S. Lin-Shiau and J. Lin. 2000. *Oncology* 59: 245-254.

Weyant, M.J., A.M. Carothers, M.E. Bertagnolli and M.M. Bertagnolli. 2000. *Clin. Cancer Res.* 6(3): 949-956.

Yoon, S.O., M.M. Kim and A.S. Chung. 2001. *The Journal of Biological Chemistry* 276(23): 20085-20092.

Young-Mi, K., J. Jin-Wook, L. Ok-Hee, Y. Jungheum, C. Eu-Yul, K. Kyu-Won, L. Seung-Taek and K. Young-Guen. 2000. *Cancer Research* 60: 5410-5413.

Yu, H.G., J.A. Huang, Y.N. Yang, H. Huang, H.S. Luo, J.P. Yu, J.J. Meier, H. Schrader, A. Bastian, W.E. Schmidt and F. Schmitz. 2002. *Eur. J. Clin. Invest.* 32(11): 838-846.

ภาคผนวก

บทความทางวิชาการจากการบรรยายเสนอผลงานวิจัย
ในการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 7
ระหว่างวันที่ 13–16 ตุลาคม 2546
ที่โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จ.เชียงใหม่

ชื่อเรื่อง	หน้า
■ การค้นพบฟอสซิลอุรังอุตังในประเทศไทยกับการไขความลับวิวัฒนาการมนุษย์ *โดย ดร.เยาวลักษณ์ ชัยมณี*	292
■ การติดตามศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ *โดย คุณบุษบง กาญจนสาขา*	297
■ Replicating the Framework Species Method for Biodiversity Restoration in Northern Thailand โดย *Dr. Prasit Wangpakapattanawong*	311
■ Siamese Fighting Fish Behavioural Research in Thailand : Effects of Types of Intruders on Male Territorial Defence *โดย Dr. Mullica Jaroensutasinee*	316
■ Metapopulation and Its Applications in Conservation Biology *โดย Dr. Krisanadej Jaroensutasinee*	323

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 292-296

BRT 2004
Research Reports

การค้นพบฟอสซิลอุรังอุตังในประเทศไทยกับการไขความลับวิวัฒนาการมนุษย์

เยาวลักษณ์ ชัยมณี

กลุ่มงานมาตรฐานโบราณชีววิทยา สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

Abstract : Biodiversity and Paleoenvironment of the Caenozoic Fauna and Flora of Thailand

Yaowalak Chaimanee

Paleontology Section, Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Rama VI Road, Bangkok 10400.

The main purpose of this project is to study diversity, evolution and the paleoenvironment of Caenozoic fauna and flora in Thailand. The studies are being conducted in coal mines and karstic fissures and cave deposits. Many fossil localities have been discovered in Thailand. The first result was the discovery of a fossil primate, cf. *Lufengpithecus chiangmuanensis* n. sp., from Chiang Muan coal mine in Prayao Province, northern Thailand. Its dental morphology relates it to the *Pongo* clade, which includes *Lufengpithecus*, *Sivapithecus*, *Gigantopithecus*, *Ankarapithecus* and *Griphopithecus*. This new species displays striking dental resemblances with living orangutans and appears as a more likely candidate to represent an ancestor of this ape. The paleomagnetic study showed that the sediment was deposited about 10-13.5 million years ago. Pollen analysis indicated a tropical forest environment. In addition, it locates the geographic area of Pleistocene orangutans. The associated flora shows strong African affinities, demonstrating the existence of a temporary floral and fauna dispersal corridor between Southeast Asia and Africa during the middle Miocene, which may have played a critical role in hominoid dispersion. The discoveries of other mammals can help to demonstrate the diversity, evolution, geographic distribution and paleoenvironment of the Caenozoic in Thailand.

Key words : *Lufengpithecus chiangmuanensis*, Caenozoic, paleoenvironment

บทนำ

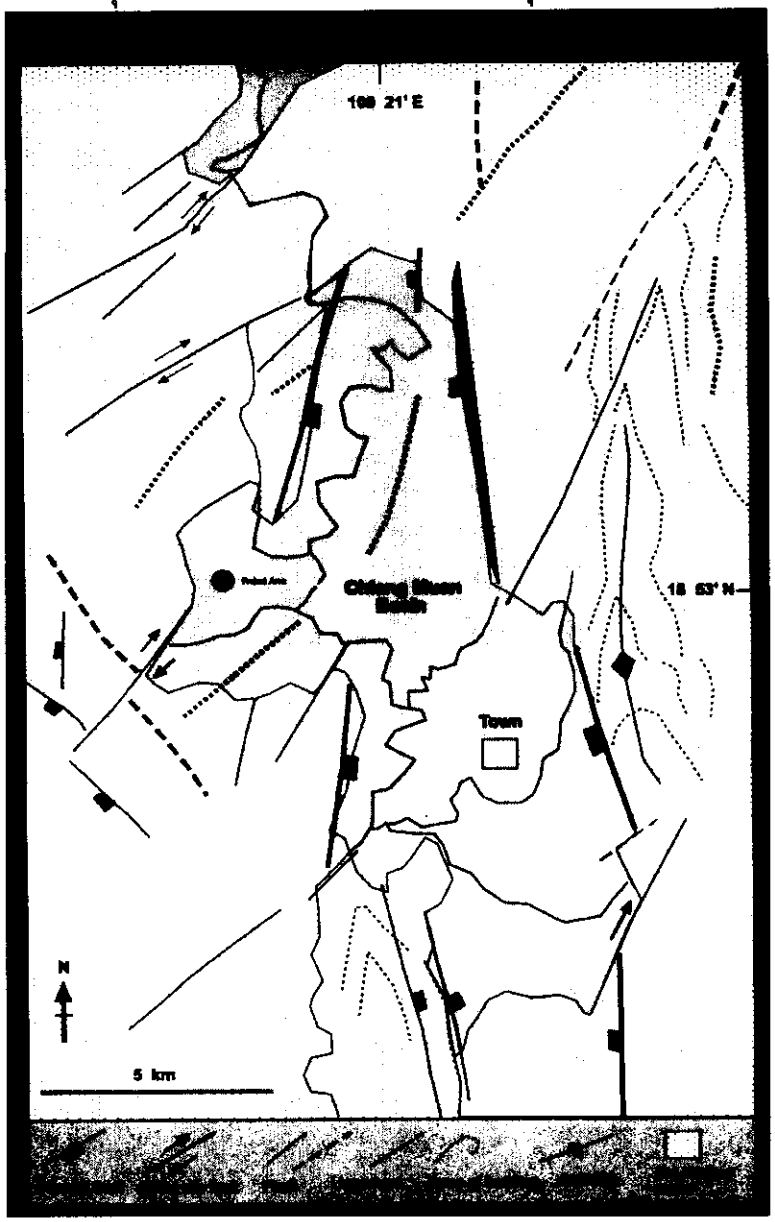
การศึกษาวิวัฒนาการของฟอสซิลเอปเป็นเรื่องที่อยู่ในความสนใจของมนุษย์เรามาก เนื่องจากมนุษย์เป็นเอปชนิดหนึ่ง แต่เอปที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันหากไม่นับรวมมนุษย์ พบว่ามีอยู่เพียง 4 ชนิด เท่านั้น ได้แก่ ชะนี ชิมแพนซี กอริลล่า และอุรังอุตัง โดยที่ชะนีเป็นเอปขนาดเล็ก มีน้ำหนักตัวประมาณ 4-7 กิโลกรัม พบเฉพาะในบริเวณทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีอยู่ประมาณ 9 ชนิด ส่วนชิมแพนซี กอริลล่า และอุรังอุตัง เป็นเอปขนาดใหญ่ โดยชิมแพนซีและกอริลล่าพบเฉพาะในทวีปแอฟริกา ส่วนอุรังอุตังพบเฉพาะในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บนเกาะสุมาตรา และเกาะบอร์เนียวเท่านั้น

อุรังอุตังเป็นเอปขนาดใหญ่เพียงชนิดเดียวที่อาศัยอยู่ในทวีปเอเชีย มีน้ำหนักราว 50-90 กิโลกรัม ปัจจุบันไม่พบบนแผ่นดินใหญ่ของทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อุรังอุตังมี 2 ชนิดย่อย ได้แก่ *Pongo pygmaeus abelii* พบที่สุมาตราโดยตัวขนาดใหญ่กว่า และ *Pongo pygmaeus pygmaeus* พบที่บอร์เนียวมีขนาดเล็กกว่า ในช่วงไพลสโตซีน อุรังอุตังเคยอาศัยกระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณแผ่นดินใหญ่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พม่า เวียดนาม และไทย ไปจนถึงบริเวณทางใต้ของจีน โดยพบฟอสซิลอุรังอุตังเป็นจำนวนมากในถ้ำ

หลักฐานการค้นพบฟอสซิลเอปมีไม่มากนัก พบว่าเอปมีวิวัฒนาการสูงในสมัยไมโอซีน ช่วงเวลา 23-5 ล้านปีก่อน จากหลักฐานพบว่าเอปเริ่มมีขึ้นในสมัยไมโอซีนตอนต้น ราว 23 ล้านปี คาดว่าบรรพบุรุษของเอปน่าจะเริ่มมาตั้งแต่ปลายสมัยโอลิโกซีนและต้นสมัยไมโอซีนแล้ว และเริ่มมีความหลากหลายแพร่กระจายไปในภูมิภาคต่างๆ ในช่วงกลางถึงปลายสมัยไมโอซีน บริเวณแนวเส้นศูนย์สูตรของโลกเก่า หลักฐานล่าสุดพบฟอสซิลของชะนี อุรังอุตัง และไจแกนโต-พิเธคัส ในช่วงไพลสโตซีนหรือยุคน้ำแข็ง ในบริเวณเอเชียอาคเนย์เท่านั้น ส่วนชิมแพนซีและกอริลล่ายังไม่เคยพบหลักฐานทางฟอสซิลเลย เอปชนิดเก่าแก่พบส่วนใหญ่ในทวีปแอฟริกา ประเทศเคนยาและยูกันดา ในสมัยไมโอซีนตอนต้น ราว 20-17 ล้านปี ได้แก่ *โปรคอนซูล, รังวาพิเธคัส, งันซาพิเธคัส* และ *ลิมโนพิเธคัส* ต่อมาพบ *อะโฟรพิเธคัส,*

ทูคานาพิเธคัส และ *เฮลิโอพิเธคัส* จากซาอุดิอาระเบีย จากหลักฐานพบว่าเอปเหล่านี้มีหลายขนาด จากเท่าลิงตัวเล็กๆ ถึงชิมแพนซีตัวใหญ่ อยู่ในป่าหลายๆ แบบ ลักษณะฟันกินอาหารทั้งผลไม้และยอดไม้ และมีลักษณะเด่นชัดของเพศผู้และเพศเมียโดยมีขนาดเขี้ยวและขนาดตัวที่ต่างกันชัดเจน ฟอสซิลที่พบโครงกระดูกครบสมบูรณ์ ได้แก่ *โปรคอนซูล* จากลักษณะโครงกระดูกทราบว่าเดิน 4 ขา บางครั้งปีนต้นไม้และโหนกิ่งไม้ได้

ในช่วงสมัยไมโอซีนตอนกลาง เอปจะแพร่กระจายมากขึ้นในยุโรป เอเชีย และแอฟริกา บริเวณแอฟริกาตะวันออกพบฟอสซิล *เคนยาพิเธคัส, อิควาทอเรียส* และ *อะโฟรพิเธคัส* โดยที่ *เคนยาพิเธคัส* มีลักษณะใบหน้าและฟันต่างจากเอปยุคแรกๆ แต่คล้ายคลึงเอปปัจจุบันมาก ฟันมีเคลือบฟันหนา มีกรามที่แข็งแรง คาดว่ากินอาหารค่อนข้างแข็ง ต่างจากไพรเมตปัจจุบันมาก จากลักษณะโครงกระดูกพบว่ายังคล้ายคลึงกับเอปยุคแรกๆ *อะโฟรพิเธคัส* เป็นเอปขนาดใหญ่ เคลื่อนไหวช้า มีฟันหน้ายื่น อาศัยอยู่ในช่วง 18-16 ล้านปี ต่อมาปลายสมัยไมโอซีนตอนกลางพบเอปจากประเทศแอฟริกาใต้ ชื่อ *โอตาวิพิเธคัส* ซึ่งต่างจาก *เคนยาพิเธคัส* มาก และมีเคลือบฟันที่บางกว่า เอปสมัยไมโอซีนตอนกลางในยุโรปและเอเชียพบน้อยมาก ฟอสซิลจากตุรกีมีลักษณะฟันคล้ายกับ *เคนยาพิเธคัส* และกระดูกคล้าย *โปรคอนซูล* ต่อมาพบเอปที่มีเคลือบฟันค่อนข้างหนาในยุโรป ได้แก่ *ไดรโอพิเธคัส*



ภาพที่ 1. บริเวณเหมืองถ่านหินเชียงม่วน ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของแอ่งเชียงม่วน อยู่ห่างจาก อ. เชียงม่วน จ. พะเยา ประมาณ 12 กิโลเมตร (ภาพจากบริษัทเหมืองเชียงม่วน)

ในช่วงสมัยไมโอซีนตอนปลาย พบว่าเอปมีความหลากหลายมากขึ้น เช่น *ไดรโอพิเธคัส* ในสเปน *รูดาพิเธคัส* ในฮังการี *โอลิโอพิเธคัส* ในอิตาลี *อูรันโนพิเธคัส* ในกรีก *ศิวะพิเธคัส* ในปากีสถาน และ *ลูแฟงพิเธคัส* ในประเทศจีน

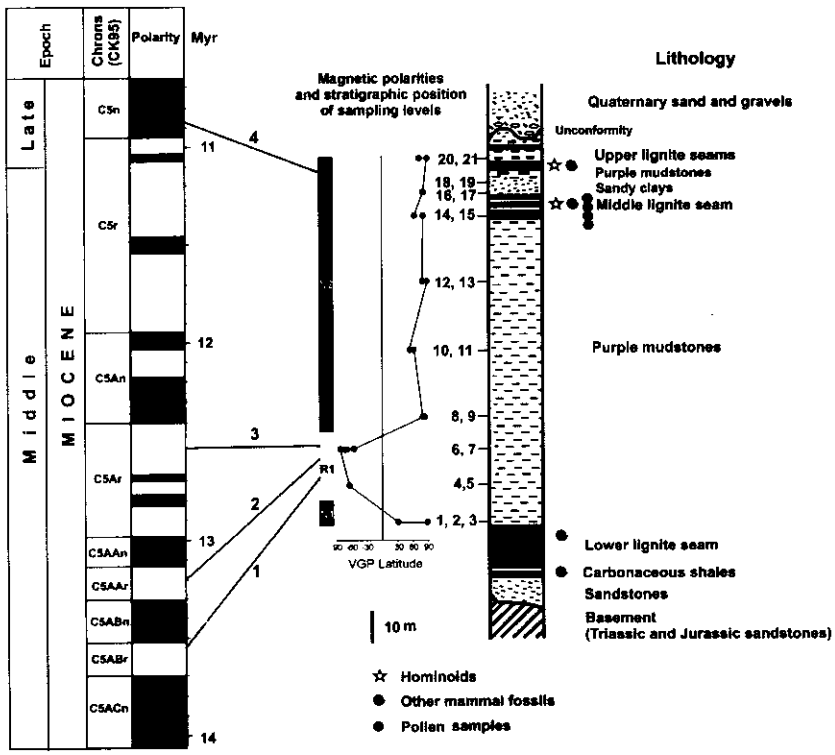
บริเวณที่ตั้งและลักษณะธรณีวิทยา

ฟอสซิลอุรังอุตังที่พบในเหมืองถ่านหินเชียงม่วน อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา (ภาพที่ 1, 2) ซึ่งดำเนินการทำเหมืองโดยบริษัทเหมืองเชียงม่วนจำกัด อยู่ในแอ่งตะกอนเชียงม่วน ตะกอนในเหมืองประกอบด้วยหินโคลนและหินทรายสลับกับชั้นถ่านหิน และมีตะกอนดินโบราณสลับ ตะกอนดังกล่าวชี้ว่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล จากการเก็บตัวอย่างตะกอนในเหมืองจำนวน 21 ตัวอย่าง เพื่อทำการศึกษาแม่เหล็กโลกโบราณ (ภาพที่ 3) พบขั้วแม่เหล็กกลับขั้วสลับระหว่างขั้วแม่เหล็กโลกปกติ จากการศึกษาอัตราการตกตะกอนของชั้นตะกอนและฟอสซิลสัตว์ที่ค้นพบในเหมืองหลายชนิด เช่น ฟอสซิลหมูและสัตว์เคี้ยวเอื้อง สามารถเทียบเคียงได้กับฟอสซิลที่พบที่ศิวะลิก ในประเทศอินเดีย-ปากีสถาน คาดว่าอายุของตะกอนในแอ่งเชียงม่วน มีอายุราว 13.5-10 ล้านปี หรือในช่วงปลายสมัยไมโอซีนตอนกลาง

ภาพที่ 2. บริเวณที่ค้นพบฟอสซิลไพรเมต อยู่ในชั้นถ่านหินชั้นบน ในเหมืองถ่านหินเชียงม่วน อ. เชียงม่วน จ. พะเยา

ฟอสซิลไพรเมตที่ค้นพบ

การศึกษาฟอสซิลไพรเมตในประเทศไทยมีการศึกษาต่อเนื่องมานานแล้ว เนื่องจากกรมทรัพยากรธรณีมีโครงการร่วมมือสำรวจศึกษาฟอสซิลสัตว์มีกระดูกสันหลังร่วมกับมหาวิทยาลัยมองเปลิเอที่ 2 ประเทศสาธารณรัฐฝรั่งเศส มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 ทำให้มีการค้นพบฟอสซิลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดใหม่ๆ มากมาย ในปี พ.ศ. 2540 มีการค้นพบฟอสซิลไพรเมต *สยามโมพิเธคัส อีโอซีนัส* (*Siamopithecus eocaenus*) ซึ่งเป็นต้นสายวิวัฒนาการของไพรเมตชั้นสูง ที่เหมืองลิกไนท์ อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ (Chaimanee et al., 1997) ต่อมามีการค้นพบฟอสซิลชนิดเดียวกันในบริเวณเดิมแต่มีสภาพสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น (Chaimanee et al., 2000a) เมื่อศึกษาในรายละเอียดพบว่าเป็นไพรเมตชั้นสูงกลุ่มเดียวกับฟอสซิลที่ค้นพบในประเทศสหภาพเมียนมาร์ ซึ่งทั้งหมดจัดให้เป็นไพรเมตตระกูลใหม่ คือ แอมฟิพิเธซิเด (Chaimanee et al., 2000b) มีกำเนิดและวิวัฒนาการอยู่ในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเป็นต้นสายพันธุ์ของไพรเมตชั้นสูงที่รวมถึงมนุษย์เราด้วย



ภาพที่ 3. แท่งแสดงลำดับชั้นหินในเหมืองเชียงม่วน (ขวา) ซึ่งเป็นดินเหนียว ดินทราย สลับกับชั้นถ่านหิน และตำแหน่งที่เก็บฟอสซิล ตัวเลข 1-21 คือ ตัวอย่างตะกอนที่เก็บเพื่อหาค่าแม่เหล็กโลกโบราณ แท่งขั้วแม่เหล็กโลกโบราณ (กลาง) แสดงค่า N1, N2 หมายถึงขั้วแม่เหล็กปกติ R1 หมายถึงขั้วแม่เหล็กกลับขั้ว เส้น 1-4 แสดงความเป็นไปได้ของอายุจากการศึกษาเปรียบเทียบอายุโดยวิธีหาอายุของแม่เหล็กโลกโบราณ ราว 13.5 – 10 ล้านปี โดยเปรียบเทียบกับขั้วแม่เหล็กมาตรฐานโลก (ซ้าย)

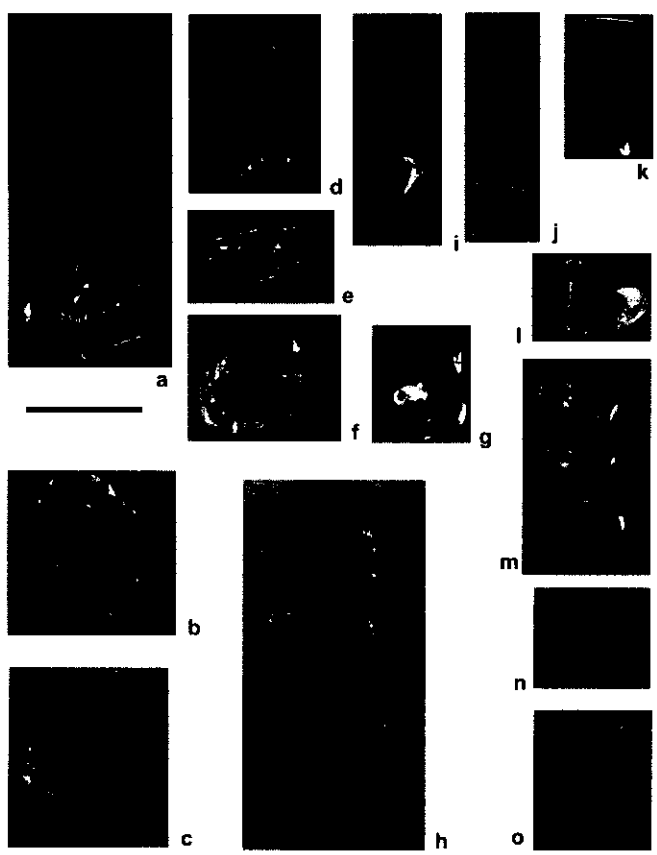
ฟอสซิลไพรเมตที่พบในชั้นถ่านหินบริเวณเหมืองถ่านหินเชียงม่วน อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา เป็นฟันจำนวน 18 ซี่ (ภาพที่ 4) สามารถจำแนกออกได้ว่าเป็นเพศผู้และเพศเมียของสัตว์ชนิดเดียวกัน ทั้งตัวโตเต็มวัยและตัวลูก จากการศึกษารายละเอียดของลักษณะฟันพบว่ามีความคล้ายคลึงกับฟอสซิล *ลูแฟงพิเธคัส* ที่พบในบริเวณทางใต้ของจีน แต่มีหลายลักษณะที่ต่างออกไป จึงให้เป็นชนิดใหม่ชื่อคล้าย *ลูแฟงพิเธคัส เชียงม่วนเอนซิส* (cf. *Lufengpithecus chiangmuanensis*) หมายถึง "ลิงจากลูแฟงที่เชียงม่วน" จากขนาดฟันทราบว่ามีน้ำหนักราว 50-70 กิโลกรัม (Chaimanee et al., 2003)

ลักษณะพิเศษของฟอสซิลที่พบคือ เป็นเอปขนาดใหญ่ มีลักษณะและขนาดฟัน แบบการสึกของฟัน ความหนาและความย่นของเคลือบฟันคล้ายคลึงกับ *ลูแฟงพิเธคัส* จากจีนมาก ต่างกันตรงขนาดของฟันหน้าและฟันกรามซี่ในสุดที่มีขนาดใหญ่กว่า ต่างจากอุรังอุตังปัจจุบันที่มีรอยย่นบนเคลือบฟันน้อยกว่า ฟอสซิลเอปจากเชียงม่วนมีความคล้ายคลึงกับอุรังอุตังมาก จึงมีความเป็นไปได้ว่าอาจจะเป็นบรรพบุรุษของอุรังอุตังที่มีสายพันธุ์ใกล้ชิดกว่า *ศิวะพิเธคัส* และ *ลูแฟงพิเธคัส* ฟอสซิลที่พบมีอายุราว 13.5-10 ล้านปี ในช่วงปลายสมัยไมโอซีนตอนกลาง

การค้นพบฟอสซิลเอปขนาดใหญ่ในประเทศไทยครั้งนี้ เป็นการพบหลักฐานของฟอสซิลเอปขนาดใหญ่ที่สมบูรณ์ครั้งแรกในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แม้เราจะพบว่าอุรังอุตังเคยอยู่อาศัยในพื้นที่แถบนี้มาก่อนในยุคน้ำแข็ง แต่ยังไม่เคยพบหลักฐานใดๆ ของฟอสซิลเอปยุคก่อนหน้านั้นในพื้นที่นี้เลย จากการศึกษาพันธุ์พืชที่พบในบริเวณเดียวกันเป็นพันธุ์พืชของแอฟริกา จึงมีความเป็นไปได้ว่ามีการแลกเปลี่ยนพืชและสัตว์ระหว่างเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแอฟริกาในช่วงดังกล่าว

ความสำคัญของฟอสซิลที่พบ

การค้นพบฟอสซิลเอปที่อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา เป็นการค้นพบฟอสซิลเอปครั้งแรกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีอายุราว 13.5-10 ล้านปี หรือปลายสมัยไมโอซีนตอนกลางลักษณะฟอสซิลที่พบมีความคล้ายคลึงกับอุรังอุตังมาก ชี้ให้เห็นว่าฟอสซิลเอปจากเชียงม่วนอาจเป็นบรรพบุรุษสายตรงของอุรังอุตัง โดยที่ *ศิวะพิเธคัส* และ *ลูแฟงพิเธคัส* จะมีวิวัฒนาการเป็นอย่างอื่นไปไม่ได้นอกจากวิวัฒนาการต่อเนื่องมาเป็นอุรังอุตังดังที่เคยสันนิษฐานไว้

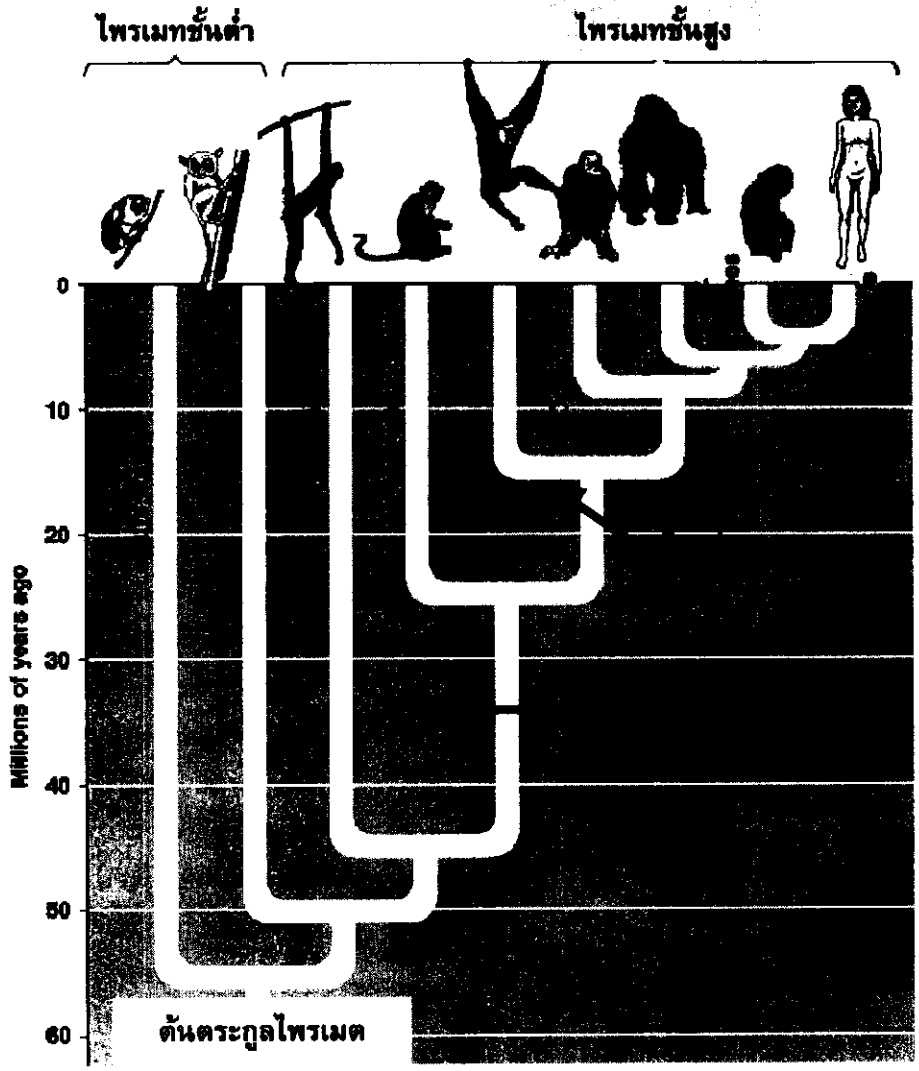


ภาพที่ 4. ฟอสซิลฟันจำนวน 18 ซี่ ของ ลูแฟงพิเธคัส เชียงม่วนเอนซิส ที่พบในเหมืองถ่านหินเชียงม่วน อ. เชียงม่วน จ. พะเยา

หลักฐานของฟอสซิลเอปมีน้อยมาก คาดว่าเริ่มมีการวิวัฒนาการในทวีปแอฟริกาในช่วงต้นสมัยไมโอซีน ต่อมาพบในทวีปยุโรปในช่วงไมโอซีนตอนกลาง ในทวีปเอเชียมีการค้นพบเพียง 2 แหล่ง ได้แก่ ในประเทศอินเดีย-ปากีสถาน และจีนเท่านั้น ฟอสซิลเอปที่พบในประเทศอินเดีย-ปากีสถาน ได้แก่ *ศิวะพิเธคัส* และ *รามาพิเธคัส* ในชุดหินศิวะลิก อายุราว 12.5-8.5 ล้านปี มีลักษณะหลายอย่างใกล้เคียงกับมนุษย์มาก นักวิทยาศาสตร์เคยคิดว่า *รามาพิเธคัส* เป็นบรรพบุรุษของมนุษย์ แต่เมื่อมีการค้นพบหลักฐานเพิ่มมากขึ้น เช่น หัวกระโหลกและกรามที่ครบสมบูรณ์ พบว่ามีลักษณะรูปร่างใบหน้าเหมือนอุรังอุตัง จึงคาดว่าน่าจะเป็นบรรพบุรุษอุรังอุตัง และ *รามาพิเธคัส* ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเป็นเพศเมียของ *ศิวะพิเธคัส* ปัจจุบันจึงยุบชื่อ *รามาพิเธคัส* เหลือเรียกเพียง *ศิวะพิเธคัส* เท่านั้น เมื่อมีการค้นพบกระดูกแขนและกระดูกขาของสัตว์ชนิดนี้เพิ่มเติมพบว่าสัตว์เหล่านี้เดิน 4 ขา แบบลิงบาบูน ไม่ได้ใช้แขนโหนต้นไม้แบบอุรังอุตังปัจจุบัน จึงยังสงสัยว่าจะเป็นบรรพบุรุษอุรังอุตังดังที่คาดเดาไว้หรือไม่ ต่อมาในปี ค.ศ. 1970 มีการค้นพบฟอสซิลเอปจำนวนมาก ใน

แคว้นยูนนานทางใต้ของจีน บริเวณเมืองลูแฟง ให้ชื่อว่า *ลูแฟงพิเธคัส* โดยพบในชั้นถ่านหินอายุไมโอซีนตอนปลาย ราว 8 ล้านปี จากฟอสซิลฟันที่พบมีความคล้ายคลึงกับอุรังอุตังมากกว่า แต่เมื่อพบกระโหลกพร้อมใบหน้าที่มีส่วนเบ้าตากว้างหน้าสั้น มีลักษณะดังกล่าวต่างจากอุรังอุตัง จึงยังสงสัยกันอยู่ว่าจะใช่บรรพบุรุษของอุรังอุตังหรือไม่

นอกจากนี้การค้นพบฟอสซิลเอปที่เชียงม่วนครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการค้นพบฟอสซิลไพรเมตชนิดใหม่ๆ เนื่องจากมีแอ่งสะสมตัวของตะกอนยุคต่างๆ จำนวนมาก และยังเป็นศูนย์กลางกำเนิดและวิวัฒนาการของไพรเมตชั้นสูง ต่อเนื่องมาตั้งแต่สมัยอีโอซีนจนถึงไพรเมตชั้นสูงปัจจุบัน (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5. สายพันธุ์การวิวัฒนาการของไพรเมต และตำแหน่งที่พบฟอสซิลในประเทศไทย จากกระบี่และเชียงม่วน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากกรมทรัพยากรธรณี และได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_245005

เอกสารอ้างอิง

Chaimanee, Y., V. Suteethorn, J.-J. Jaeger and S. Ducrocq. 1997. A new Late Eocene anthropoid primate from Thailand. *Nature* 385: 429-431.

Chaimanee, Y., S. Khansubha and J.-J. Jaeger. 2000a. A new lower jaw of *Siamopithecus eocaenus* from the Late Eocene of Thailand. *C. R. Acad. Sci. Paris*, La vie 323: 235-241.

Chaimanee, Y., S. Tin Thein, Ducrocq, Aung Naing Soe, M. Benammi, T. Tun, S. Thit Lwin, Wai, and J.-J. Jaeger. 2000b. A new lower jaw of *Pondaungia cotteri* from the Late Middle Eocene Pondaung Formation (Myanmar) confirms its anthropoid status. *Proceeding National Academic Science U.S.A.* 97: 4102-4105.

Chaimanee, Y., D. Jolly, M. Benammi, P. Tafforeau, D. Duzer, I. Moussa and J.-J. Jaeger. 2003. A new middle Miocene hominoid from Thailand and orangutan origins. *Nature* 422: 61-65

การติดตามศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

บุษบง กาญจนสาขา และ สัญญา บัวหนุน

สถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสง ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900

Abstract: Monitoring Relative Abundance and Distribution of Large Mammals in Khlong Saeng Wildlife Sanctuary, Surat-Thani Province

Busabong Kanchanasakhla and Sanya Buanuen

Khlong Saeng Wildlife Sanctuary, National Park and Wildlife Research Division, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

To monitor the status and population trends of large mammals in Khlong Saeng Wildlife Sanctuary, Surat-Thani province, the relative abundances and distributions of eleven species of mammals were surveyed by their tracks and dungs or pellets along the riparian areas of six rivers that flow to Ratchaprapha reservoir and the riparian areas of the lower part of the reservoir from October 2000 to September 2001 and December 1997 to July 1998. Although the average frequency of surveyed animal signs in 7 study sites decreased between the 2 different periods there were no significant differences. Nevertheless, the frequency of occurrence of each surveyed mammal in the study site decreased with no significant differences except for barking deer. The presence of barking deer signs significantly decreased ($P< 0.05$). This result was supported by wildlife carcass records and illegal hunting reports from 1997 to 2001 that showed no differences in trends. The study of large mammal distributions in this area showed that areas A, B and D are important habitats for wildlife in Khlong Saeng Wildlife Sanctuary. Camera trapping in this area between November 2000 to July 2002 showed the presence of rare species of mammals in Khlong Saeng Wildlife Sanctuary such as the clouded leopard, the marble cat, the golden cat, etc. Tigers, wild dogs and bantengs were considered to be critically endangered species in this area.

Key words: Khlong Saeng Wildlife Sanctuary, large mammals, abundance

บทนำ

พื้นที่ป่าอนุรักษ์ในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังขาดข้อมูลพื้นฐานที่เป็นปัจจุบันอีกมากมาย โดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์ป่า มีพื้นที่ป่าอนุรักษ์เพียงไม่กี่แห่งที่มีการติดตามศึกษาสถานภาพของประชากรสัตว์ป่าในระยะยาวดังเช่นในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (Srikosamatara, 1999) พื้นที่ป่าอนุรักษ์ส่วนใหญ่จะมีการศึกษาเพียงชนิดพันธุ์ของสัตว์ป่าที่พบในพื้นที่เท่านั้น นอกจากนี้การศึกษาความชุกชุมของประชากรสัตว์ป่าที่มีการศึกษากันส่วนใหญ่ก็มิได้มีการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้ข้อมูลที่ได้มีข้อจำกัดที่จะนำมาใช้ในการจัดการสัตว์ป่าในพื้นที่ได้ ในอีกกรณีหนึ่งการที่จะทำการศึกษาอย่างละเอียดเพื่อหาความหนาแน่นและขนาดของประชากรสัตว์ป่าที่แท้จริงก็เป็นงานที่ต้องใช้เวลาจำนวนคน และค่าใช้จ่ายจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม การที่จะอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ป่าในพื้นที่หนึ่งๆ ไว้ได้นั้น จำเป็นที่จะต้องรู้ถึงสถานภาพหรือการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์ป่าที่จะอนุรักษ์โดยเฉพาะสัตว์ป่าหายาก หรือใกล้จะสูญพันธุ์ในพื้นที่ในช่วงเวลาหนึ่งๆ และรู้ถึงแนวโน้มของประชากรสัตว์ป่าเหล่านั้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนจัดการพื้นที่ป่าเพื่อรักษาประชากรสัตว์ป่าต่อไป การวิจัยและการติดตามผลจึงมีความสำคัญที่จะช่วยให้ผู้บริหารหรือผู้จัดการพื้นที่ป่าอนุรักษ์ได้ทราบถึงมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันรักษาทรัพยากรธรรมชาติเหล่านั้น (Srikosamatara, 2002)

ป่าคลองแสงเป็นป่าอนุรักษ์ส่วนหนึ่งในผืนป่าอนุรักษ์ขนาดใหญ่ที่สุดในภาคใต้ที่มีอาณาเขตติดต่อเป็นผืนเดียวกัน จึงนับเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของสัตว์ป่าในภาคใต้ โดยเฉพาะสัตว์ป่าขนาดใหญ่ที่ต้องการพื้นที่ครอบครองขนาดใหญ่เพื่อให้สามารถสืบพันธุ์เพิ่มลูกหลานที่มีคุณลักษณะทางพันธุกรรมที่ดี ป่าผืนนี้จึงได้รับการจัดตั้งเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงตั้งแต่ปี 2517 หลังจากนั้นได้มีการสร้างเขื่อนรัชชประภาขึ้น ทำให้พื้นที่ป่าริมน้ำเปลี่ยนแปลงไป

เป็นอ่างเก็บน้ำ ในปี 2527-2529 ได้มีการสำรวจสัตว์ป่าในบริเวณพื้นที่น้ำท่วมและการอพยพเคลื่อนย้ายของสัตว์ป่า ซึ่งได้สำรวจพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในพื้นที่เป็นจำนวน 61 ชนิด (สืบ, 2530) และในปี 2540–2542 สถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสงได้ดำเนินการสำรวจความหลากชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในพื้นที่ป่าคลองแสง ซึ่งก็ได้สำรวจพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 95 ชนิด (บุษบง, 2543) นอกจากนี้ยังได้ดำเนินการสำรวจความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์ป่าขนาดใหญ่จำนวน 11 ชนิด ซึ่งเป็นกลุ่มสัตว์ที่มีความสำคัญและง่ายต่อการสูญพันธุ์เมื่อถูกรบกวน ในพื้นที่ป่าคลองแสงและเขาสกบางส่วนด้วย (บุษบง, 2542) อย่างไรก็ตาม เพื่อทำการตรวจสอบสถานภาพและแนวโน้มความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่ป่าแห่งนี้ โครงการวิจัยเพื่อติดตามศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่จึงได้เริ่มดำเนินการ โดยทำการสำรวจร่องรอยของสัตว์ป่าขนาดใหญ่เพื่อนำค่าความเปลี่ยนแปลงของความถี่ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าเหล่านี้มาประเมินสถานภาพความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบกับผลการสำรวจที่ดำเนินการไปแล้วในปี 2540–2542 รวมทั้งทำการเปรียบเทียบสถานภาพของสัตว์ป่าเหล่านั้นในช่วงก่อนที่ทำการกักเก็บน้ำในเขื่อนรัชชประภา พร้อมทั้งติดตามศึกษารูปแบบการแพร่กระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในพื้นที่ และรวบรวมปัญหาและปัจจัยที่มีผลต่อความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์ป่าในพื้นที่ป่าคลองแสง

วิธีการ

1. ทำการสำรวจรอยเท้าและกองมูลของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กบางชนิดจำนวน 11 ชนิด ได้แก่ ช้างป่า กระทิง-วัวแดง กวางป่า เก้ง-เก้งหม้อ สมเสร็จ หมูป่า หมีหมา-หมีควาย เสือดำ เสือโคร่ง หมาใน และกระจง ในระหว่างเดือนตุลาคม 2543 ถึงเดือนกันยายน 2544 โดยเลือกพื้นที่ศึกษาให้ครอบคลุมพื้นที่ป่าที่เป็นต้นน้ำของอ่างเก็บน้ำรัชชประภา ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง และอุทยานแห่งชาติเขาสกบางส่วน 7 แห่ง (ภาพที่ 1) ซึ่งเคยดำเนินการสำรวจในระหว่างเดือนธันวาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 มาก่อน ดังนี้

จุดที่ 1 ป่าสองข้างลำห้วย คลองแสง – คลองควน
จุดที่ 2 ป่าสองข้างลำห้วย คลองหยา – คลองหวา
จุดที่ 3 ป่าสองข้างลำห้วย คลองเอ๊ะ และสาขา
จุดที่ 4 ป่าสองข้างลำห้วย คลองมอญ และห้วยน้ำซับในอ่าวมอญ
จุดที่ 5 ป่าสองข้างลำห้วย คลองหยี และสาขา
จุดที่ 6 ป่าสองข้างลำห้วย คลองมุย และสาขา

ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 6 แห่งนี้ เส้นสำรวจยาว 1 กิโลเมตร จำนวน 12 เส้น ได้ถูกวางไปตามแนวลำคลองสายหลักและห้วยแยกให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำ ในเส้นสำรวจ 1 กิโลเมตร แต่ละเส้นจะถูกแบ่งย่อยออกเป็น 10 ส่วนๆ ละ 100 เมตร และบันทึกการปรากฏของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้ง 11 ชนิด จากรอยเท้าและกองมูลที่พบในแต่ละส่วนย่อย 100 เมตรนั้น เพื่อนำมาหาค่าความถี่ในการพบสัตว์ป่าแต่ละกลุ่มในพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่ง โดย

$$\text{ค่าความถี่ในการพบสัตว์ป่าชนิด a ในพื้นที่ศึกษา A} = \frac{\text{จำนวนเส้นสำรวจย่อย 100 เมตรที่พบสัตว์ป่าชนิด a ในพื้นที่ศึกษา A} \times 100}{\text{จำนวนเส้นสำรวจย่อยทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา A}}$$

จุดที่ 7 ป่าริมอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภาตอนล่าง ได้จัดทำแนวสำรวจยาว 100 เมตร ตั้งฉากกับพื้นที่ชายน้ำริมอ่างเก็บน้ำรัชชประภาขึ้นไปจำนวน 120 เส้น รวมเป็นระยะทาง 12 กิโลเมตร โดยเริ่มสำรวจตั้งแต่ปากคลองหยีลงมาบริเวณริมอ่างเก็บน้ำตอนล่าง (ภาพที่ 1) และทำการตรวจหารอยเท้าและกองมูลของสัตว์ป่าในเส้นสำรวจ 100 เมตรแต่ละเส้นและคำนวณหาค่าความถี่ในการพบสัตว์ป่าในพื้นที่โดยวิธีการข้างต้น

การสำรวจดังกล่าวข้างต้นนี้ดำเนินการ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ในระหว่างเดือนตุลาคม 2543 ถึง เดือนมีนาคม 2544 ครั้งที่ 2 ในระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน 2544 และนำค่าเฉลี่ยจากการศึกษาทั้ง 2 ครั้ง มาใช้ต่อไป

เปรียบเทียบความแตกต่างของความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 7 แห่ง และความชุกชุมของสัตว์ป่าแต่ละชนิดที่ทำการสำรวจในช่วงแรกระหว่างปี 2540-2541 และช่วงที่ 2 ระหว่างปี 2543-2544 โดยวิธีการทางสถิติ และนำค่าความถี่ในการเข้าไปใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของประชาชนในพื้นที่แต่ละแห่ง และสถิติการพบซากสัตว์ป่า และการจับกุมการลักลอบล่าสัตว์ป่ามาเปรียบเทียบกับค่าความถี่ในการพบสัตว์ป่าในพื้นที่ด้วย เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มที่เกิดขึ้นกับประชากรสัตว์ป่าในช่วงเวลาที่ต่างกัน

2. การศึกษาสถานภาพของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

เนื่องจากการสำรวจโดยใช้รอยเท้านั้นไม่สามารถแยกร่องรอยของสัตว์ป่าบางชนิด เช่น เลียงผา หมีหมา และหมีควาย กระทิงและวัวแดง เก้งและเก้งหม้อ เสือไฟและเสือลายเมฆ รวมทั้งสัตว์ป่าหายากหลายๆ ชนิด เช่น แมวลายหินอ่อน ชะมดแปลงลายแถบ และอีเห็นลายพาด ฯลฯ ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากขนาดรอยเท้ามีความคล้ายคลึงกัน อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการจำแนกได้ จึงได้นำวิธีการสำรวจโดยใช้กล้องดักถ่ายภาพมาช่วย เพื่อให้การศึกษาสถานภาพของสัตว์ป่าเหล่านี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

โดยนำอุปกรณ์ดักถ่ายภาพชนิด Trial master จำนวน 5 ชุด ไปติดตั้งตามด่านสัตว์ในพื้นที่ป่าที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง 4 แห่ง คือ ป่าคลองแสง ป่าคลองมอญ ป่าคลองหยา และป่าคลองมุย ซึ่งเคยมีการศึกษาไว้ตั้งแต่ปี 2540 - 2542 จำนวน 54 จุด เพื่อตรวจสอบสถานภาพของสัตว์ป่าเหล่านี้ นอกจากนี้ยังทำการเปรียบเทียบสถานภาพและความหลากชนิดของสัตว์ป่าที่ได้จากการศึกษานี้กับการสำรวจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในปี 2530 และ 2538 (สืบ, 2530 ; รองลาภ และคณะ, 2538) ด้วย

3. นำตำแหน่งพิกัดที่พบรอยเท้าสัตว์ป่าในเส้นสำรวจและตำแหน่งที่ดักถ่ายรูปสัตว์ป่าได้มาใช้เปรียบเทียบการกระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ ในช่วงที่ทำการสำรวจ 2 ครั้ง เพื่อดูว่าสัตว์ป่ามีพื้นที่การกระจายเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร พร้อมทั้งประเมินปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเคลื่อนย้ายของสัตว์ป่า

สถานที่ทำการศึกษา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ตั้งอยู่ในระหว่างเส้นรุ้งที่ 9° 10' - 9° 22' เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 98° 30' - 98° 50' ตะวันออก อยู่ในเขตอำเภอคีรีรัฐนิคมและอำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีเนื้อที่ประมาณ 1,155.3 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่ติดกับอุทยานแห่งชาติเขาสกทางตอนเหนือ บริเวณลำคลองหยี เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำที่สำคัญต่อการเก็บกักน้ำของเขื่อนรัชชประภาเป็นอย่างยิ่งตั้งอยู่ตอนบนเหนือเขื่อนรัชชประภา มีสภาพพื้นที่ประกอบด้วยเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน มีทั้งเขาหินปูนและเขาดินดานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรีและเทือกเขาภูเก็ต มีความสูงระหว่าง 90-1,395 เมตร จากระดับน้ำทะเล ผืนป่าแห่งนี้เป็นแหล่งกำเนิดของลำน้ำสายสำคัญ คือ คลองแสง คลองหยา คลองควน คลองเอ๊ะ คลองมอญ คลองโหลง คลองมุย ที่ไหลลงสู่เขื่อนรัชชประภา และเนื่องจากพื้นที่บางส่วนเป็นเขาหินปูนจึงมีห้วยน้ำมุยหลายสาย เช่น ในบริเวณห้วยถ้ำจันทร์ ฯลฯ ซึ่งหลังจากกักเก็บน้ำในเขื่อนรัชชประภาแล้วก็เกิดเป็นทะเลสาบขนาด 500 ไร่ ประกอบกับสภาพป่าและภูมิประเทศริมอ่างเก็บน้ำที่สวยงาม ทำให้อ่างเก็บน้ำรัชชประภาเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่นิยมทั้งในหมู่คนไทยและชาวต่างประเทศที่มาเยี่ยมชมป่าดงดิบร้อนชื้น ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำแห่งนี้นอกจากจะอนุญาตให้ทำการประมงมีแพของชาวประมงตั้งอยู่ในอ่างเก็บน้ำเป็นจำนวนมาก และมีแพรับซื้อปลาในอ่างเก็บน้ำประมาณ 5 แพ ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณปากคลองมอญ ปากคลองหยี ปากคลองเอ๊ะ และปากคลองมุยแล้ว ยังมีแพที่ชาวบ้านทำไว้สำหรับบริการนักท่องเที่ยวตั้งตามจุดต่างๆ ของอ่างเก็บน้ำ เช่น บริเวณคลองหยี คลองโหลง และคลองมุย รวมทั้งแพที่พักนักท่องเที่ยวของอุทยานแห่งชาติเขาสก (ภาพที่ 1)

สภาพอากาศ มีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน มีเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูแล้ง ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม และฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยต่อปี 2717.8 มิลลิเมตร (ข้อมูลปี 2540-2544)

เนื่องจากมีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี จึงส่งผลให้พื้นที่แห่งนี้มีสภาพป่าแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ป่าผลัดใบ และป่าไม่ผลัดใบ ป่าผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณส่วนใหญ่จะอยู่สองฝั่งลำน้ำบริเวณคลองแสงตอนบน ส่วนป่าไม่ผลัดใบนั้นปรากฏอยู่ทั่วไปในพื้นที่แบ่งได้เป็นป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา และป่าบนเขาหินปูน (อุทิศ และคณะ, 2539)

ในการสำรวจความชุกชุมของสัตว์ป่าในพื้นที่ป่าคลองแสงนี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ 7 แห่ง ด้วยกันคือ

1. คลองแสง – คลองควน (A)

คลองแสง เป็นต้นน้ำของลำคลองแสงสายหนึ่งที่อยู่ทางตอนเหนือของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง เป็นลำห้วยสายหลักที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ต้นห้วยคลองแสงนี้ค่อนข้างราบมีสภาพเป็นหาดทราย สองข้างลำน้ำเป็นป่าเบญจพรรณ

คลองควน เป็นต้นน้ำอีกสายหนึ่งของลำคลองแสงที่มีน้ำไหลตลอดปี สภาพป่าสองข้างลำห้วยตอนล่างเป็นป่าเบญจพรรณในแนวแคบๆ สองข้างลำห้วยค่อนข้างชัน ไม่ค่อยมีหาดทราย และมีก้อนหินในน้ำมาก

2. คลองหยา และคลองหวา (B)

คลองหยา และคลองหวา เป็นลำห้วยสำคัญอีกสายหนึ่งของลำคลองแสงอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สองข้างลำห้วยมีสภาพเป็นป่าดงดิบ เป็นลำห้วยที่ไม่สูงชัน ห้วยคลองหยาจะมีหาดทรายมากกว่าห้วยคลองหวา

3. คลองเอ๊ะ (C)

เป็นลำห้วยสายสำคัญอีกสายหนึ่งที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ สองข้างลำห้วยเป็นป่าดงดิบค่อนข้างชัน ป่าที่เป็นต้นน้ำของคลองเอ๊ะมีสภาพค่อนข้างสูงชัน ลำห้วยมีสภาพค่อนข้างชัน เป็นหาดทรายสลับกับก้อนหิน และต้นห้วยคลองเอ๊ะตอนบนบริเวณบางสักมีสภาพเป็นที่ราบ

4. คลองมอญ (D)

เป็นลำห้วยที่อยู่ทางทิศตะวันออก ตัวห้วยคลองมอญนี้ส่วนใหญ่ถูกน้ำท่วมแล้ว พื้นที่สำรวจส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณต้นห้วยซึ่งมีความลาดชัน และพื้นที่ในอ่าวมอญ ซึ่งมีสภาพเป็นที่ราบระหว่างภูเขาหินปูน เป็นแหล่งน้ำซับหรือห้วยหน้ามุดเป็นลำห้วยสายเล็กที่ไหลอยู่ที่ราบหุบห้วยคลองมอญ

5. คลองหยี (E)

เป็นห้วยสายหลักสายหนึ่งที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีที่อยู่ทางทิศใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ลำคลองหยีจะมีหาดทรายน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นหาดกรวดและเป็นก้อนหินในน้ำ สลับกับหาดทรายเป็นช่วงสั้นๆ ต้นห้วยคลองหยีบางช่วงค่อนข้างชัน และมีก้อนหินอยู่ริมน้ำมาก มีน้ำตกบริเวณตอนบนและมีชาวบ้านอาศัยอยู่

6. คลองมุย (F)

เป็นลำห้วยสายยาวที่อยู่ทางทิศตะวันออกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง กั้นแนวเขตระหว่างเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงและคลองยัน สภาพลำห้วยค่อนข้างราบมีหาดทราย และหาดกรวดสลับกับก้อนหินริมน้ำในบางช่วง สภาพป่าสองข้างเป็นป่าดงดิบค่อนข้างสูงชัน สภาพลำห้วยตอนบนมีก้อนหินขนาดใหญ่ ค่อนข้างสูงชัน

7. พื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำ (G)

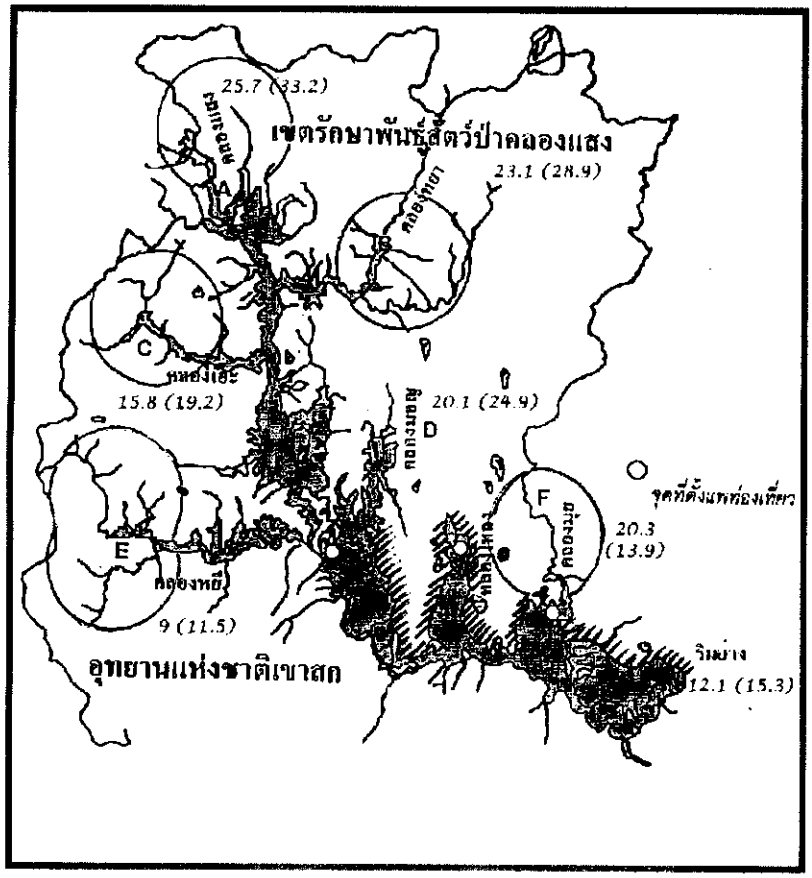
พื้นที่ริมอ่างเก็บน้ำนี้ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นป่าทดแทน และป่าดงดิบ สภาพป่ามีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากระดับน้ำในเขื่อนขึ้นลง พื้นที่สำรวจอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง เป็นพื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำตอนล่างตั้งแต่ใต้ปากคลองหยีลงมา พื้นที่บางส่วนอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาสก ในส่วนที่ติดกับอ่างเก็บน้ำ

ผลการวิจัย

1. ความชุกชุม

จากการสำรวจรอยเท้าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ บนเส้นสำรวจตามลำห้วยทั้ง 7 แห่ง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง (ภาพที่ 1) จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 (เดือนตุลาคม 2543 - เดือนมีนาคม 2544) และครั้งที่ 2 (เดือนพฤษภาคม - เดือนกันยายน 2544) ได้พบรอยเท้าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ จำนวน 9 ชนิด (ตารางที่ 1) เป็น

สัตว์กินพืช 7 ชนิด ได้แก่ สมเสร็จ กระทิง ช้างป่า กวางป่า เก้ง หมูป่า และกระจง สัตว์กินเนื้อขนาดใหญ่ 2 ชนิด คือ หมี และเสือดำ เมื่อเปรียบเทียบค่าความถี่เฉลี่ยในการพบรอยเท้าของสัตว์ป่าขนาดใหญ่แต่ละชนิดในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงจากการศึกษา 2 ครั้ง พบว่าหมูป่ามีค่าเปอร์เซ็นต์การพบร่องรอยในพื้นที่สูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ ช้างป่า กระทิง กวางป่า สมเสร็จ กระจง และเก้ง ตามลำดับ ส่วนสัตว์กินเนื้อนั้น หมี มีค่าเปอร์เซ็นต์การพบร่องรอยในพื้นที่สูงที่สุด



ภาพที่ 1. แสดงพื้นที่สำรวจ 7 แห่ง และค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบสัตว์ป่าจากการศึกษาในปี 2541 และปี 2544 ◯ และ ▨ สถานที่ศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาในครั้งนี้กับผลการศึกษาในการสำรวจครั้งแรกระหว่างเดือนธันวาคม 2540 ถึงเดือนกรกฎาคม 2541 (บุษบง, 2542) พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าทั้ง 9 ชนิด ในพื้นที่ศึกษา 7 แห่ง โดยเฉลี่ยมีค่าลดลงเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่ในการพบร่องรอยของเก้งเพียงชนิดเดียวที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ขณะที่ค่าเปอร์เซ็นต์ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าอื่นๆ อีก 8 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้การติดตามศึกษาทั้ง 2 ครั้งยังให้ผลที่คล้อยตามกันโดยพบว่าพื้นที่ป่าคลองแสง (A) จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การพบร่องรอยของสัตว์ป่าทั้ง 9 ชนิดมากที่สุด (ครั้งที่ 1=33.2% และ ครั้งที่ 2=25.7%) รองลงมาได้แก่พื้นที่ B หรือป่าคลองหยา และพื้นที่ D หรือป่าคลองมอญเช่นกัน ส่วนพื้นที่ E หรือป่าคลองหยี มีค่าความถี่ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าต่ำที่สุดเช่นเดิม โดยพื้นที่ C หรือป่าคลองเอ๊ะ พื้นที่ G ริมอ่างเก็บน้ำอยู่ในกลุ่มที่มีค่าความถี่ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าต่ำในระดับรองลงมา สำหรับพื้นที่ F หรือป่าคลองมุย กลับมีค่าความชุกชุมหรือความถี่ในการพบร่องรอยสัตว์ป่าทั้ง 9 ชนิด เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อดูรายละเอียดการพบร่องรอยของสัตว์ป่าแต่ละชนิดในพื้นที่ F แล้ว (ตารางที่ 1) พบว่า ในการศึกษาครั้งที่ 2 ค่าความถี่ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าบางชนิด ได้แก่ ช้างป่า และกวางป่า มีค่าเพิ่มมากขึ้น ทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่การพบร่องรอยของสัตว์ป่าในพื้นที่ F มีค่าเพิ่มขึ้นตาม

2. สถานภาพ

การตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าในพื้นที่สำรวจ 4 แห่ง (A, B, D, F) ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ทำให้สามารถตรวจสอบสถานภาพของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่บางชนิดที่ไม่สามารถจำแนกลักษณะรอยเท้าได้อย่างแม่นยำ ได้แก่ เลียงผา เก้งหม้อ หมีหมา หมีควาย เสือไฟ และเสือลายเมฆ โดยยังคงพบสัตว์ป่าเหล่านี้กระจายอยู่ในพื้นที่สำรวจทั้งหมดเช่นเดียวกับที่ได้เคยทำการสำรวจโดยการตั้งกล้องดักถ่ายภาพในครั้งแรก (บุษบง, 2542) แต่สัตว์ป่าบางชนิด เช่น เสือไฟ และหมีควาย จากการสำรวจในครั้งหลังมีการกระจายในพื้นที่สำรวจลดลง (ตารางที่ 2) ซึ่งอาจ

เนื่องมาจากในระหว่างการศึกษาครั้งที่ 2 (ปี 2543 - 2544) มีปริมาณฝนตกชุก จึงทำให้การทำงานของกล้องมีปัญหาไม่สามารถตั้งกล้องไว้ได้นานเท่ากับการศึกษาครั้งแรก สำหรับหมาในและเสือโคร่งจากการสำรวจรอยเท้าตามลำห้วยและการตั้งกล้องดักถ่ายภาพไม่พบหมาในและเสือโคร่งในพื้นที่สำรวจเลย อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจสัตว์กินเนื้อในป่าคลองแสงโดยการวางกับดักเหยียบบนด่านสัตว์ที่คลองแสงได้พบรอยเท้าของหมาในในพื้นที่ดังกล่าว 1 ครั้ง และพบรอยเท้าเสือโคร่งในบริเวณเขตติดต่อระหว่างคลองโหลงและคลองมุย 1 ครั้ง จึงคาดว่ายังมีหมาในและเสือโคร่งเหลืออยู่ในพื้นที่ป่าคลองแสงแต่หายากมากและอยู่ในภาวะวิกฤตใกล้จะสูญพันธุ์ (บุษบง, 2544)

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กบางชนิดที่เป็นสัตว์ป่าสงวนและสัตว์ป่าหายากใกล้จะสูญพันธุ์ที่เคยสำรวจพบในการศึกษาครั้งแรก ได้แก่ แมวลายหินอ่อน ชะมดแปลงลายแถบ และอีเห็นลายพาด นั้น พบว่า ยังมีการกระจายอยู่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงในบางจุดเช่นเดิม สำหรับอีเห็นลายพาดมีการกระจายในพื้นที่สำรวจเพิ่มขึ้น ดังนั้นสัตว์กินเนื้อที่เป็นสัตว์ป่าสงวนและสัตว์ป่าหายากขนาดเล็กเหล่านี้รวมถึงเสือลายเมฆและเสือไฟในพื้นที่ป่าคลองแสงจึงมีสถานภาพดีกว่าหมาในและเสือโคร่งที่เป็นสัตว์กินเนื้อขนาดใหญ่มาก

ตารางที่ 1. แสดงเปอร์เซ็นต์การพบรอยเท้าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ ในพื้นที่ป่าคลองแสง ปี 2540-2541 และ 2543-2544

สถานที่/ช่วงเวลาการศึกษา		(%)human disturbance	ความถี่ในการพบร่องรอยสัตว์ป่า (%)									ความถี่ในการพบสัตว์ป่าแต่ละพื้นที่ (%)
			สมเสร็จ	กระทิง	ช้างป่า	กวางป่า	เก้ง	หมูป่า	กระจง	เสือดำ/เสือดาว	หมีควาย/หมีหมา	
พื้นที่รอบอ่าง	ปี 2544	10.4	8.3	0.4	0.4	1.3	7.1	86.3	4.6	0	0.8	12.1
	ปี 2541	8.3	4.2	2.5	0	7.5	30.8	87.5	4.2	0	1.7	15.3
คลองแสง	ปี 2544	15	13.3	44.6	32.1	55	3.3	82.1	0.4	0.4	0	25.7
	ปี 2541	10.8	1.7	55.8	64.2	60	16.7	90.8	5.8	0	4.2	33.2
คลองเอ๊ะ	ปี 2544	21.3	11.3	22.5	24.6	0	1.3	81.7	0.4	0.4	0	15.8
	ปี 2541	23.3	6.7	19.2	23.3	2.5	11.7	95	13.3	0	0.8	19.2
คลองมอญ	ปี 2544	7.1	13.3	15.4	48.8	5.4	7.5	72.5	10.4	1.3	6.7	20.1
	ปี 2541	28.3	7.5	20	61.7	13.3	9.2	89.2	21.7	0	1.7	24.9
คลองหยี	ปี 2544	8.8	6.3	1.3	5	3.3	5.4	57.5	0.8	0.4	0.4	9
	ปี 2541	50	17.5	1.7	0	1.7	15	62.5	0.8	4.2	0	11.5
คลองหยา	ปี 2544	0.8	14.6	7.9	15.8	58.8	2.9	85.8	20.4	0	1.3	23.1
	ปี 2541	11.7	40	15	28.3	64.2	10	81.7	13.3	0.8	6.7	28.9
คลองมุย	ปี 2544	18.6	4.2	53.3	22.9	8.8	1.7	89.6	2.1	0	0.4	20.3
	ปี 2541	27.5	20.8	30.8	0	0	4.2	67.5	1.7	0	0	13.9
total abundance	ปี 2544	11.3	10.2	20.8	21.4	18.9	4.2	79.4	5.6	0.4	1.3	18.02
	ปี 2541	25.4	14	20.7	25.3	21.3	13.9	82	8.7	0.7	2.1	21

ตารางที่ 2. แสดงค่าความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่จากการศึกษาโดยการตั้งกล้องดักถ่ายภาพในพื้นที่ป่าคลองแสง ปี 2540-2542 และ 2543-2544

สถานที่ทำการศึกษา /ช่วงเวลา		Trap night (คืน)	Trap sites (จุด)	จำนวนภาพที่ดักถ่ายภาพสัตว์ป่าได้ (ครั้ง)													Total Freq. (ครั้ง)
				สมเสร็จ	กระทิง	ช้างป่า	กวางป่า	เก้ง	เก้งหม้อ	หมูป่า	เลียงผา	เสือดำ	เสือไฟ	เสือลายเมฆ	หมีควาย	หมีหมา	
คลองแสง	ปี 2544	262	19	1	1	5	1	8	2	28	2	0	5	0	0	1	54
	ปี 2541	370	18	3	15	8	16	10	3	34	0	1	2	0	1	1	94
คลองมอญ	ปี 2544	97	5	0	0	1	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	6
	ปี 2541	163	8	0	6	0	0	5	0	24	3	0	1	0	0	9	48
คลองหยา	ปี 2544	162	11	1	0	0	6	1	1	31	0	0	0	0	0	2	42
	ปี 2541	174	10	7	0	0	26	4	3	12	1	0	1	0	1	3	58
คลองมุย	ปี 2544	455	35	3	2	1	1	4	7	12	2	0	3	14	10	22	81
	ปี 2541	291	18	12	2	0	0	4	3	10	9	1	1	6	1	2	51
Total	ปี 2544	976	70	5	3	7	8	17	10	71	5	0	8	14	10	25	183
Total	ปี 2541	1026	54	22	23	8	42	23	9	80	13	2	5	6	3	15	251

3. การแพร่กระจาย

จากการสำรวจรอยเท้าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่กินพืชในพื้นที่ศึกษาทั้ง 7 แห่ง ระหว่างปี 2543-2544 พบว่า หมูป่ามีการแพร่กระจายทั่วพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง แต่พบว่าค่าความถี่ในการพบรอยเท้าหมูป่าในพื้นที่ E ต่ำกว่าพื้นที่ป่าอื่นๆ

เก้ง สมเสร็จ กระทิง และกระจง มีการแพร่กระจายทั่วไปในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงเช่นกัน โดยค่าเปอร์เซ็นต์การพบร่องรอยของเก้งและสมเสร็จในพื้นที่สำรวจทั้ง 7 แห่ง มีความแตกต่างกันไม่มากนัก โดยพื้นที่ A, B และ D จะมีความหนาแน่นในการพบรอยเท้าของสมเสร็จมากกว่าพื้นที่อื่นเล็กน้อย พื้นที่ F ที่เคยมีร่องรอยการพบสมเสร็จหนาแน่นในการศึกษาครั้งแรกกลับมีค่าต่ำลงในการศึกษาครั้งที่ 2 สำหรับกระทิงมีการกระจายทั่วพื้นที่สำรวจเช่นกัน แต่มีความหนาแน่นของรอยเท้าและกองมูลมากในพื้นที่ F และ A เท่านั้น (% การพบกองมูลในพื้นที่ A = 5.8% และ F = 2.5%) ซึ่งรูปแบบการกระจายในการศึกษาทั้ง 2 ครั้ง คล้ายคลึงกัน สำหรับกระจงมีการกระจายไปทั่วพื้นที่แต่พบร่องรอยหนาแน่นมากที่สุดในพื้นที่ B เท่านั้น ต่างจากผลการศึกษาครั้งแรกที่พบกระจงกระจายหนาแน่นในหลายพื้นที่กว่า

ช้างป่า และกวางป่า จากการศึกษาครั้งที่ 1 (2540-2541) เป็นสัตว์ป่าที่มีการกระจายชุกชุมในพื้นที่ศึกษาบางแห่ง (บุษบง, 2542) แต่จากการศึกษาครั้งที่ 2 (2543-2544) พบว่าช้างป่ามีการกระจายไปทั่วพื้นที่ศึกษาทั้ง 7 แห่ง แต่ความหนาแน่นของรอยเท้าช้างและกองมูลมีค่าสูงสุดในพื้นที่ D, A, F (เปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของกองมูลช้าง D=15.8%, F=14.5% และ A=8.75% และตารางที่ 1) ซึ่งในการศึกษาครั้งแรกไม่พบร่องรอยของช้างในพื้นที่ E, F และ G แต่จากการศึกษาครั้งที่ 2 พบว่าช้างป่ามีการกระจายครอบคลุมต่ำลงมาในพื้นที่อ่างเก็บน้ำตอนล่างเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ F ซึ่งติดต่อกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองยัน ในพื้นที่ E และ G นั้น พบว่า ช้างป่ากระจายลงมาเฉพาะช่วงฤดูแล้งเท่านั้น

สำหรับกวางป่า จากการศึกษาทั้ง 2 ครั้ง พบว่ามีร่องรอยหนาแน่นเฉพาะในพื้นที่ A และ B แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าทั้ง 2 แห่ง ยังคงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญในการอนุรักษ์ประชากรกวางป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งหลังยังพบว่ากวางป่าได้ขยายพื้นที่การกระจายลงมาในพื้นที่ F ซึ่งอยู่ตอนล่างของอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นอีกด้วย

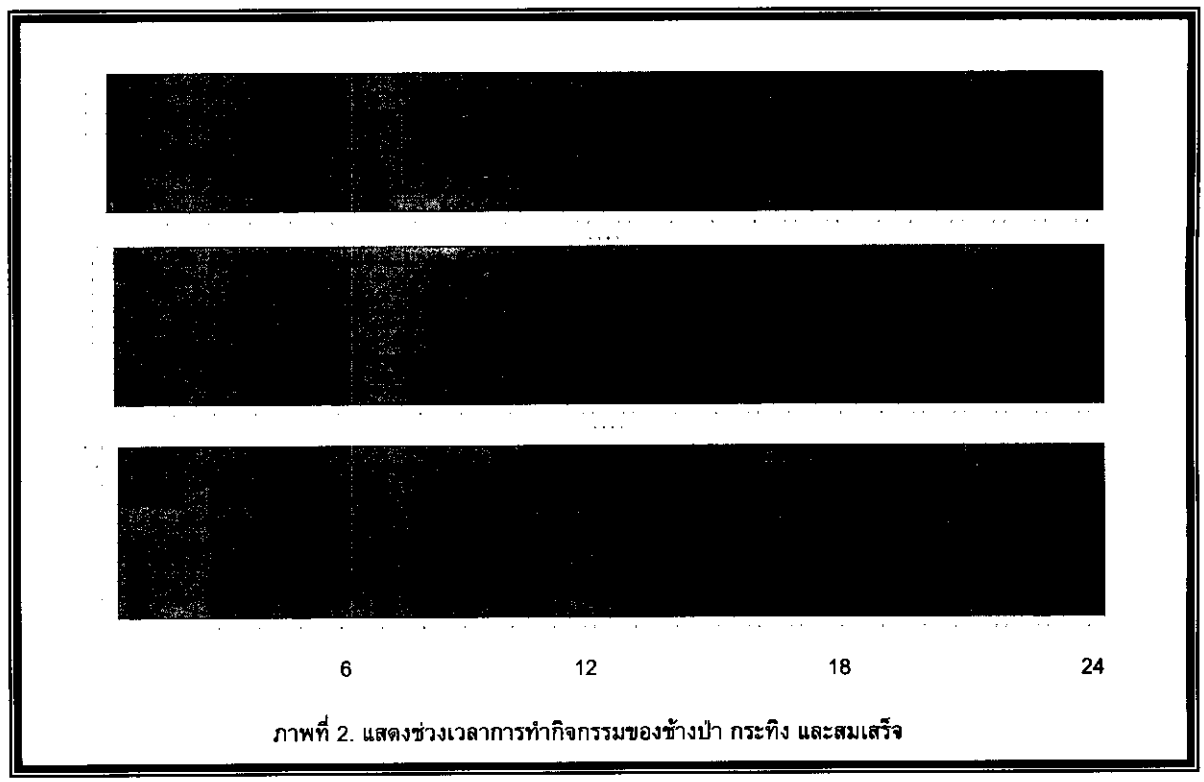
สำหรับพวกสัตว์กินเนื้อขนาดใหญ่นั้น จากการสำรวจรอยเท้า พบว่า เสือดำแม้จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การพบร่องรอยลดน้อยลงในพื้นที่ศึกษา แต่กลับพบร่องรอยของเสือดำกระจายครอบคลุมพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงเพิ่มขึ้น โดยสำรวจพบร่องรอยในพื้นที่ A, C, D และ E เช่นเดียวกันกับหมี ซึ่งมีการกระจายในพื้นที่ B, D, E, F และ G ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาเพิ่มขึ้นในการสำรวจครั้งหลัง

การตั้งกล้องดักถ่ายภาพ พบว่า สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่กินพืชบางชนิด เช่น เลียงผา ยังคงพบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง (พื้นที่ A, D, F และป่าคลองสวน ซึ่งติดต่อกับพื้นที่ป่า B) เช่นเดียวกับเก้งหม้อ สำหรับพวกสัตว์ที่กินเนื้อ พบว่า เสือไฟมีการกระจายกว้างขวางกว่าเสือลายเมฆ โดยพบในพื้นที่ A, F และป่าคลองสวน ขณะที่เสือลายเมฆมีการกระจายอยู่ในพื้นที่ F และป่าคลองสวนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจากผลการศึกษาการแพร่กระจายของเสือลายเมฆโดยการตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าทั้งหมด ปรากฏว่าพื้นที่จากป่าคลองสวนถึงพื้นที่ F นับเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของเสือลายเมฆ (บุษบง, 2544) ในพวกหมี พบว่า หมีหมา มีการกระจายกว้างขวางในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงมากกว่าหมีควาย โดยสำรวจพบหมีควายในพื้นที่ A, B และ F

สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กที่หายากและมีสถานภาพใกล้จะสูญพันธุ์ ดักถ่ายภาพแมวลายหินอ่อนได้ในพื้นที่ป่า F จากการศึกษาครั้งแรก และพื้นที่ป่า A ในการศึกษาครั้งที่ 2 ส่วนชะมดแปลงลายแถบ ดักถ่ายภาพได้ในพื้นที่ B และ F ในการสำรวจครั้งแรกและพบในพื้นที่ป่า A และ F ในการศึกษาครั้งที่ 2 สำหรับอีเห็นลายพาดนั้นการสำรวจในครั้งที่ 2 พบในเกือบทุกพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ผลจากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าในพื้นที่ศึกษา ในการศึกษาทั้ง 2 ครั้งไม่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบความชุกชุมและการกระจายของสัตว์ป่าเหล่านั้นได้ดี เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีน้อยเกินไป เพราะจำนวนกล้องมีน้อย อีกทั้งสภาพอากาศที่มีฝนตกชุกในการศึกษาครั้งหลัง ทำให้ไม่สามารถตั้งกล้องได้ครบตามจำนวนคืนที่เคยทำไว้ในการศึกษาครั้งแรก การศึกษาด้วยวิธีการนี้จึงสามารถยืนยันได้เพียงสถานภาพและการปรากฏของสัตว์ป่าหายากในพื้นที่ศึกษาที่ได้ทำการสำรวจทั้ง 2 ครั้ง

4. พฤติกรรมบางประการ

ข้อมูลจากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าในการศึกษาทั้ง 2 ครั้ง ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลาในการทำกิจกรรมของสัตว์ป่าเหล่านี้ ในพวกสัตว์กินพืชขนาดใหญ่ ได้แก่ ช้าง สมเสร็จ และกระทิง นั้นพบว่าสมเสร็จและกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงเลือกเวลาในการดำเนินกิจกรรมคล้ายคลึงกัน คือ ช่วงเวลาทำกิจกรรมของสัตว์ป่าทั้ง 2 ชนิด จะอยู่ในเวลากลางคืนและตอนเช้ามืด (ภาพที่ 2) ส่วนช้างจะทำกิจกรรมทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนแต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงตอนหัวค่ำ



ภาพที่ 2. แสดงช่วงเวลาการทำกิจกรรมของช้างป่า กระทิง และสมเสร็จ

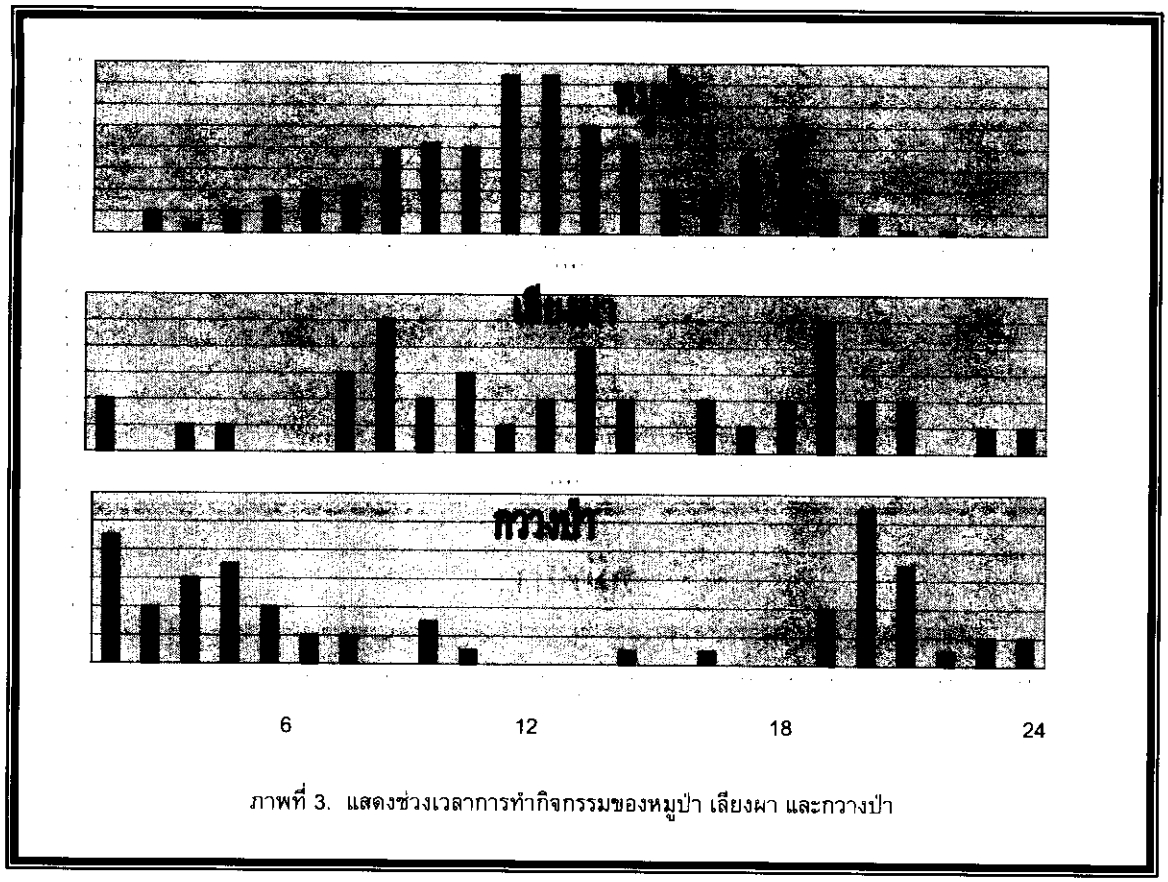
พวกสัตว์กินพืชที่มีขนาดรองลงมา ได้แก่ หมูป่า กวางป่า และเลียงผา นั้นพบว่า หมูป่าและเลียงผาจะมีช่วงเวลาทำกิจกรรมทั้งในเวลากลางวันและกลางคืนแต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในเวลากลางวันมากกว่า โดยเฉพาะหมูป่า ช่วงเวลาที่ทำกิจกรรมมากจะอยู่ระหว่าง 08.00 น.- 18.00 น. ขณะที่เลียงผาค่าความถี่จะสูงในช่วงเช้าและหัวค่ำ ส่วนกวางป่าช่วงเวลาการทำกิจกรรมจะอยู่ในเวลากลางคืน เช้ามืด และหัวค่ำ มากกว่าในเวลากลางวัน (ภาพที่ 3)

สัตว์กินพืชขนาดเล็กลงมา ได้แก่ เก้งธรรมดาและเก้งหม้อ พบว่า เก้งทั้ง 2 ชนิด จะเลือกเวลาทำกิจกรรมในเวลากลางวันตั้งแต่เช้าจนถึงหัวค่ำมากกว่าในเวลากลางคืน โดยช่วงเวลาที่เก้งธรรมดาเลือกทำกิจกรรมมากจะอยู่ในช่วงเช้า ขณะที่เก้งหม้อจะเลือกเวลาทำกิจกรรมมากในช่วงเย็น (ภาพที่ 4)

ในพวกสัตว์กินเนื้อ ได้แก่ เสือดำ เสือไฟ และเสือลายเมฆ มีช่วงเวลาการหากินทั้งกลางวันและกลางคืน ส่วนพวกหมีที่กินทั้งพืชและสัตว์ และหมีหมาจะมีช่วงเวลาการทำกิจกรรมส่วนใหญ่อยู่ในช่วงกลางวัน ตั้งแต่เช้ามืดจนถึงหัวค่ำ หมีควายเวลาการทำกิจกรรมจะอยู่ในช่วงเช้า เย็น และตอนหัวค่ำ (ภาพที่ 5)

วิธีการในการสำรวจและติดตามประชากรของสัตว์ป่าที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายวิธีการ ซึ่งแต่ละวิธีการจะมีข้อดีและข้อด้อยที่แตกต่างกันไป การนับกองมูลและการนับรอยเท้า เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการศึกษาความชุกชุมของสัตว์ป่า แม้ว่าการนับกองมูลจะถูกระบุว่าเป็นดัชนีที่ใช้ประเมินประชากรของกวางในคอกได้ดีกว่าประชากรในป่าก็ตาม (Eberhardt and Van Elten, 1956; Fuller, 1991) และการนับรอยเท้าจะสามารถวัดแนวโน้มของประชากรกวางได้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น เช่น ความหนาแน่นของรอยและวิธีการสำรวจ อย่างไรก็ตาม Mooty et al.(1984) ได้พบว่าการสำรวจรอยเท้าเป็นวิธีการหนึ่งที่มีความเป็นไปได้ในการวัดแนวโน้มประชากรของสัตว์ป่า การติดตามการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์ป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีการเก็บข้อมูลเป็นเวลาหลายปี เพื่อลดอิทธิพลที่มาจากการ

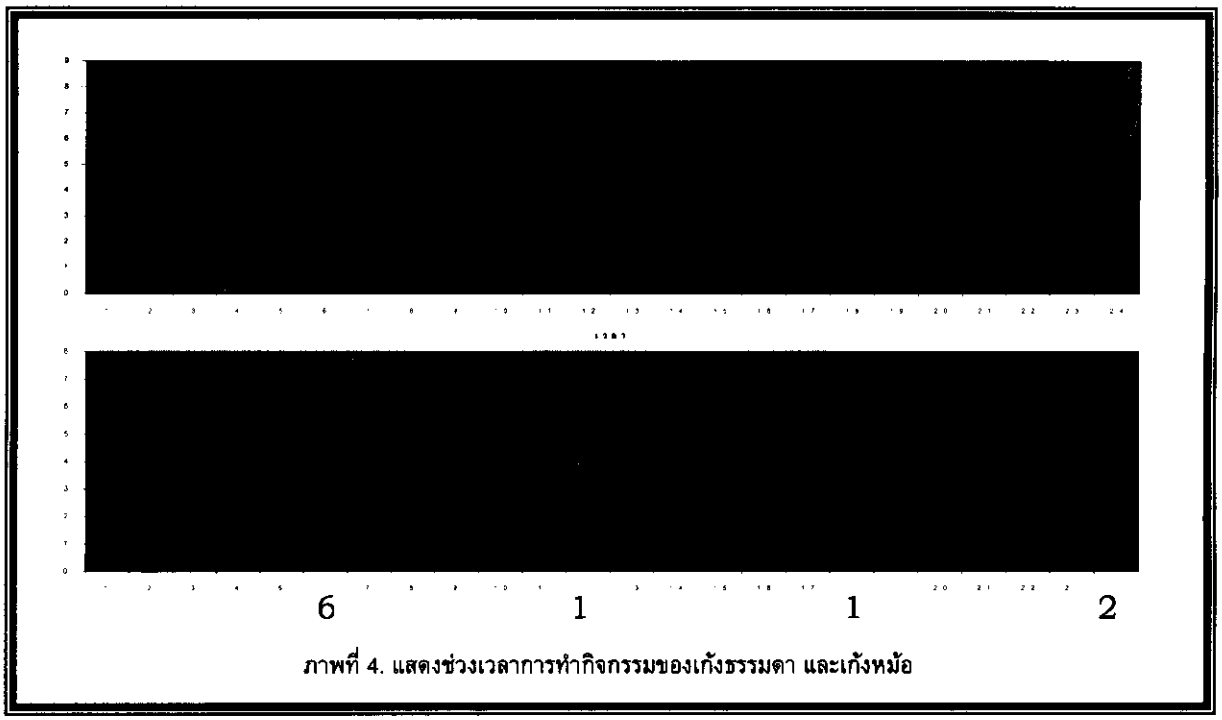
เปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการเลือกใช้เส้นทางของสัตว์ป่าและความสามารถในการค้นหาร่องรอยของสัตว์ป่า นอกจากนี้ การสำรวจจะมีประสิทธิผลมากขึ้นถ้ามีการสำรวจซ้ำในช่วงปีหนึ่งๆ (Kendall et al., 1992) ความจริงแล้วการติดตามแนวโน้มประชากรสัตว์ป่าไม่จำเป็นที่จะต้องประเมินจากค่าความหนาแน่นของประชากรจริงในพื้นที่ แต่อาจใช้ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) มาประเมินก็ได้ (Srikosamatara, 1999) ดังนั้น ในการศึกษาเพื่อติดตามประชากรของสัตว์ป่าในพื้นที่ป่าแห่งนี้ จึงได้นำเอาวิธีการสำรวจหาความหนาแน่นหรือความถี่ในการพบรอยเท้ารวมทั้งกองมูลของสัตว์ป่าที่พบในเส้นสำรวจตามลำห้วยซึ่งเป็นพื้นที่ที่สัตว์ป่าจะต้องลงมาใช้ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงความชุกชุมของสัตว์ป่าเหล่านี้ในพื้นที่ เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวกไม่ยุ่งยากซับซ้อน แม้ในการจำแนกลักษณะรอยเท้าและกองมูลจะต้องการผู้สำรวจที่มีประสบการณ์แต่ก็สามารถฝึกอบรมได้ นอกจากนี้ยังเป็นการสำรวจที่ประหยัดไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพงอีกด้วย



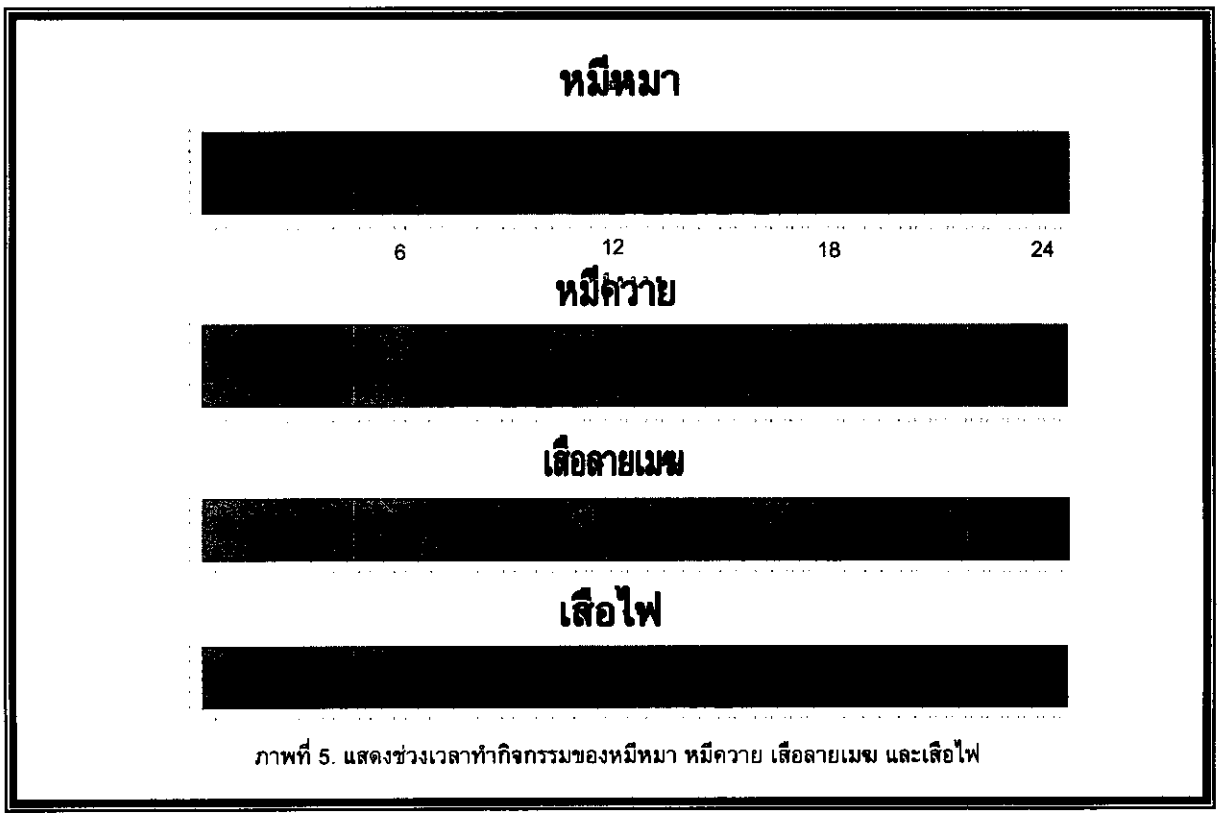
ภาพที่ 3. แสดงช่วงเวลาการทำกิจกรรมของหมูป่า เลียงผา และกวางป่า

สำหรับการติดตามประชากรของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงที่ได้ดำเนินการโดยทำการศึกษา 2 ครั้งในระหว่างปี 2540 - 2541 และ 2543 - 2544 ได้พบว่า แม้ความถี่ในการพบรอยเท้าของสัตว์ป่าที่สำรวจพบบนเส้นสำรวจย่อยๆ ทั้งหมดมีค่าลดลงในเกือบทุกพื้นที่ศึกษา แต่ค่าความถี่ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าทั้ง 9 ชนิด โดยเฉลี่ยในพื้นที่ทั้ง 7 แห่งจากการศึกษาทั้ง 2 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งค่าความถี่ในการพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมแต่ละชนิดที่สำรวจพบ แม้จะมีค่าลดลงในการศึกษาครั้งหลัง แต่ส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นเก้งเท่านั้นที่มีค่าความถี่ในการพบจากการสำรวจครั้งที่ 2 ลดลงมากและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงไม่อาจชี้ชัดลงไปได้ว่า ประชากรสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่มีแนวโน้มที่จะลดลงไป และจากสถิติการพบซากสัตว์ป่าและผลการจับกุมดำเนินคดีการลักลอบล่าสัตว์ป่าภายในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา 2 ครั้ง ในปี 2540 - 2544 พบว่า มีการลักลอบล่าสัตว์ป่าเกิดขึ้นในอัตราที่ไล่เลี่ยกัน แสดงให้เห็นว่าอัตราการลักลอบล่าสัตว์ป่าในพื้นที่ศึกษาระหว่างการสำรวจ 2 ครั้งน่าจะคงที่ อย่างไรก็ตาม ค่าความชุกชุมของเก้งที่ลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจบ่งชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มประชากรของสัตว์ป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงบางส่วนที่ควรจะได้มีการติดตามผลต่อไปอย่างใกล้ชิด ก่อนที่ปัญหาจะ

ลุกลามเพิ่มมากขึ้น ซึ่ง Downing (1980) ได้เสนอแนะว่า ในกรณีที่อัตราการเกิดหรือตาย ตลอดจนความอยู่รอดของสัตว์ป่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ควรจะได้มีการติดตามศึกษาต่อไปทุกปีเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น แต่ถ้าประชากรสัตว์ป่ามีค่าคงที่ การติดตามอาจดำเนินการเป็นระยะห่างๆ ได้ การศึกษานี้จึงเป็นเสมือนการสร้างรากฐานไว้เพื่อให้การติดตามผลในอนาคตทำได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 4. แสดงช่วงเวลาการทำกิจกรรมของเก้งธรรมดา และเก้งหม้อ



ภาพที่ 5. แสดงช่วงเวลาทำกิจกรรมของหมีหมา หมีควาย เสือลายเมฆ และเสือไฟ

นอกจากนี้จากสถิติการพบซากสัตว์ป่าในระหว่างปี 2545 (ตารางที่ 3) ที่เกิดขึ้นในเกือบทุกพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงในอัตราที่สูงขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ป่า C และ E ชี้ให้เห็นว่า แนวโน้มการลดลงของประชากรสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่เหล่านั้นอาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต สถิติการพบซากสัตว์ป่าในพื้นที่ C และ E ที่สูงเพิ่มขึ้น

มากแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าทั้ง 2 แห่งกำลังถูกคุกคามจากการลักลอบล่าสัตว์อย่างหนัก การพบแร้วดักสัตว์จำนวนมากกว่า 100 อัน ที่ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลานานเพื่อดักจับสัตว์บนทางด่านบนสันเขา จากบ้านทับช้างจนถึงหน่วยพิทักษ์ป่าเขายาและบนสันเขาปลายคลองเอ๊ะ (C) เป็นหลักฐานที่ยืนยันถึงการรบกวนจากการลักลอบล่าสัตว์ที่เกิดในพื้นที่ได้อย่างชัดเจน จึงทำให้พื้นที่ C และ E อยู่ในภาวะที่ค่อนข้างวิกฤตต่อปัญหาการอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ป่าในพื้นที่มากกว่าพื้นที่อื่นๆ และเมื่อดูจากลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ C และ E แล้วก็พบว่าพื้นที่ป่าทั้งสองแห่งอยู่ใกล้ชายขอบของผืนป่าภาคใต้ตอนบนโดยติดต่อกับหมู่บ้านทับช้าง สวนปาล์มโชคอำนวย และหมู่บ้านเขายา จึงมีทางเดินป่าที่ชาวบ้านมักใช้เข้ามาเก็บหาของป่า และลักลอบล่าสัตว์ป่ามากมาย แม้พื้นที่ดังกล่าวจะมีหน่วยพิทักษ์ป่าเขายาและเขาชาลีดูแลอยู่ก็ตาม แต่ก็ไม่สามารถยับยั้งปัญหาการลักลอบล่าสัตว์ป่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ได้ อีกทั้งพื้นที่ C และ E ยังอยู่ใกล้กลุ่มแพประมงซึ่งตั้งอยู่ตั้งแต่ปากคลองเอ๊ะ (C) ลงมาโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณปากคลองหยี จากการสำรวจในครั้งที่ 2 นี้ค่าเปอร์เซ็นต์การรบกวนจากมนุษย์ในพื้นที่ C มีค่าสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ

ตารางที่ 3. การพบซากสัตว์ป่าและผลการจับกุมดำเนินคดีการลักลอบล่าสัตว์ป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง

ชนิดสัตว์	ปีที่พบซากหรือจับกุมดำเนินคดีในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง				
	2541	2542	2543	2544	2545
กระทิง	A	A		F	B
เก้งหม้อ	G				A,A,C**
เก้งธรรมดา	C				
ช้างป่า			D		
หมูป่า	E	G			A,A,C**,C**,C**,C**,E,E,F
สมเสร็จ	G	B	E		C**,F
เลียงผา	D*	F		F,G*	E
หมีหมา	C			B	C**
เสือลายเมฆ					C**
กระจงเล็ก	D*			B,D,G*	
ค่างแว่นถิ่นใต้				B,C,C,C,G*	C,E,E
ลิงกัง			G*		

หมายเหตุ * จับกุมดำเนินคดีโดยเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง

** พบซากติดแร้วดักสัตว์

A ป่าคลองแสง B ป่าคลองหยา C ป่าคลองเอ๊ะ

D ป่าคลองมอญ E ป่าคลองหยี F ป่าคลองมุย G พื้นที่ริมอ่างเก็บน้ำ

ส่วนพื้นที่ E แม้ค่าเปอร์เซ็นต์การรบกวนจากมนุษย์จะมีค่าไม่สูง (ตารางที่ 1) แต่เมื่อดูรายละเอียดการรบกวนแล้วปรากฏว่า การรบกวนจากมนุษย์ในพื้นที่อื่นๆ จะเป็นการพบรอยเท้า หรือรอยฟันไม้เท่านั้น ขณะที่พื้นที่ C และ E นั้นพบซากสัตว์ รอยเลือด ปลอกลูกกระสุนปืนลูกซอง ปืนแก๊ป และห้างยิงสัตว์รวมทั้งร่องรอยการพักแรมในบริเวณพื้นที่สำรวจ ในพื้นที่ G เนื่องจากเป็นพื้นที่ชายน้ำริมอ่างเก็บน้ำตอนล่างแม้ค่าเปอร์เซ็นการรบกวนที่พบมีค่าต่ำ แต่เนื่องจากเป็นพื้นที่ชายน้ำ การเข้าถึงพื้นที่ได้ง่าย สัตว์ป่าที่อาศัยในพื้นที่เหล่านั้นจึงอาจได้รับอิทธิพลจากเสียงเรือที่วิ่งขึ้นลงในอ่างเก็บน้ำแห่งนี้

อย่างไรก็ตาม ค่าความถี่ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่ป่าคลองมุยที่เป็นป่ารอยต่อระหว่างเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองยัน ตลอดจนการกระจายของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ เช่น ช้างป่า กระทิง และกวางป่า ที่ขยายลงมาในพื้นที่นี้อาจมาจากสาเหตุบางประการ คือ การป้องกันรักษาในบริเวณป่าคลองมุยมีประสิทธิภาพ สัตว์ป่ารู้สึกปลอดภัยขึ้น หรืออาจเกิดจากการที่สัตว์ป่าขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่บริเวณตอนบนของอ่างเก็บน้ำถูกรบกวน จึงมีการเคลื่อนย้ายกระจายเข้ามาอยู่ในพื้นที่ F หรือป่าคลองมุยเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าความถี่ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าทั้ง 9 ชนิด ในพื้นที่ A และ B จากการศึกษา 2 ครั้ง ก็พบว่ามีการอัตราการลดลงค่อนข้างสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ (A ลดลง 7.5%, B ลดลง 5.8%) และเมื่อได้วิเคราะห์มาตรการการจัดการพื้นที่ต้นน้ำตอนบน

ในบริเวณลำห้วยคลองแสง (A) และคลองหยา (B) ซึ่งในอดีต (ปี 2539-2540) เคยมีมาตรการที่เข้มงวดในการดูแลป้องกันพื้นที่เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีสัตว์ป่าอาศัยอยู่ชุกชุมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง แต่ในปัจจุบันจากกระแสการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติที่เปลี่ยนไปได้เปิดกว้างให้ชาวบ้านเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่มากขึ้น เป็นเหตุให้ชาวบ้านจำนวนมากเข้าไปจับปลาในเขตต้นน้ำตอนบน ซึ่งควรจะสงวนไว้ให้เป็นแหล่งหากินของสัตว์ป่าแม้กระทั่งในฤดูแล้ง จึงอาจเป็นปัจจัยแวดล้อมอันหนึ่งที่รบกวนและมีผลให้สัตว์ป่ามีการเคลื่อนย้าย จนเป็นผลให้ค่าความถี่ในการพบร่องรอยของสัตว์ป่าขนาดใหญ่เหล่านั้นในพื้นที่ A และ B ลดลงไปจากเดิม นอกจากนี้เมื่อได้วิเคราะห์กิจกรรมของชุมชนที่อาศัยในบริเวณป่าคลองมุย (พื้นที่ F) แล้วพบว่าชาวบ้านที่เคยมีอาชีพจับปลาได้เบี่ยงเบนไปประกอบอาชีพธุรกิจท่องเที่ยวแทน จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมให้การลักลอบล่าหรือการรบกวนสัตว์ป่าในพื้นที่นี้ลดลง อย่างไรก็ตามควรจะได้มีการติดตามศึกษาต่อไปอีก เพื่อให้ผลการศึกษาแนวโน้มประชากรสัตว์ป่าในพื้นที่มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่ง Harris (1986) ได้ระบุว่าการติดตามแนวโน้มประชากรของสัตว์ป่าควรมีระยะเวลาในศึกษามากกว่า 12 ปี

ค่าความถี่ในการพบรอยเท้าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จากการสำรวจทั้ง 2 ครั้ง ให้ผลตรงกัน คือ พื้นที่ A มีค่าความชุกชุมของสัตว์ป่าสูงสุด รองลงมาได้แก่พื้นที่ B, D แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าทั้ง 3 แห่ง เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงที่ควรจะต้องได้รับการดูแลรักษาอย่างเข้มแข็งเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ป่าที่สำคัญและหายากในพื้นที่นี้ไว้เป็นแหล่งพันธุกรรมที่จะกระจายพันธุ์ออกไปในพื้นที่อื่นๆ ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงต่อไป

จากการสำรวจสัตว์ป่าในพื้นที่ป่าต้นน้ำคลองแสง โครงการเขื่อนเชี่ยวหลาน จ.สุราษฎร์ธานี ในปี 2527 พบว่ามีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่บางชนิดที่สำรวจพบแต่ไม่พบในการสำรวจครั้งนี้ คือ กระซู่ โดยผลการสำรวจดังกล่าวเป็นเพียงคำบอกเล่าของชาวบ้านที่เคยเป็นนักล่าสัตว์ว่าอาจมีกระซู่หลงเหลืออยู่เพียงหนึ่งหรือสองตัวบริเวณเทือกเขารอยต่อเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงและคลองนาคา และที่ป่าปลายคลองแปะในอุทยานแห่งชาติเขาสก สำหรับวัวแดงนั้น ในปี 2527 ได้สำรวจพบจากการพบเห็นโดยตรง โดยระบุว่าสามารถพบได้ในพื้นที่ราบที่เป็นแหล่งชุมนุมของสัตว์ป่าในบริเวณป่าบางสัก (ปลายคลองเอ๊ะ) ป่าคลองหวา ป่าคลองสวน อ่าวมอญ และป่าระหว่างคลองโหลงและคลองมุย (สืบ, 2527) อย่างไรก็ตาม จากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าและการสำรวจรอยเท้าก็ไม่เคยพบร่องรอยของวัวแดงในพื้นที่ดังกล่าวเลย แต่ในปี 2541 ได้มีรายงานการพบวัวแดงของเจ้าหน้าที่ ตชด. ที่ไปตรวจลาดตระเวนในพื้นที่ติดต่อระหว่างเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงและคลองนาคาในจังหวัดพังงา

ส่วนเสือโคร่งที่พบรอยเท้าในป่าระหว่างคลองโหลงและคลองมุย 1 ครั้ง และพบรอยเท้าหมาใน 1 ครั้ง ที่บริเวณปากคลองมอญนั้น (บุษบง, 2544) แต่จากการตั้งกล้องดักถ่ายภาพและการสำรวจรอยเท้าบนเส้นสำรวจ 7 แห่งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ไม่พบร่องรอยของสัตว์ป่าทั้ง 2 ชนิดเลย แสดงให้เห็นว่า สัตว์ป่าขนาดใหญ่ทั้ง 2 ชนิด มีสถานภาพหายากมากอยู่ในภาวะวิกฤตใกล้จะสูญพันธุ์ไปจากพื้นที่แล้ว ซึ่งจากรายงานการสำรวจสัตว์ป่าของสืบ (2527) พบว่า แม้จะสำรวจพบเสือโคร่งจากการพบเห็นโดยตรงแต่ก็มีความชุกชุมอยู่ในระดับหายากแล้ว ขณะที่หมาในเป็นการสำรวจพบจากการสอบถามและมีความชุกชุมในระดับหายากเช่นกัน

5. ข้อเสนอแนะแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ป่า

1. ควรกำหนดพื้นที่ A, B และ D รวมทั้งพื้นที่ป่าระหว่างทะเลสาบคลองโหลงและคลองมุย (F) ซึ่งสำรวจพบสัตว์ป่าหายากหลายชนิด เช่น แมวลายหินอ่อน เสือลายเมฆ และเคยพบรอยเท้าของเสือโคร่งในบริเวณนี้ด้วย (บุษบง, 2544) เป็นเขตอนุรักษ์เข้มข้น โดยไม่อนุญาตให้มีกิจกรรมที่ส่งผลรบกวนต่อสัตว์ป่าเกิดขึ้นในพื้นที่นี้ และควรมีมาตรการในการควบคุมที่เข้มแข็งในการดูแลพื้นที่ให้กิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ดังกล่าวมีผลกระทบต่อธรรมชาติน้อยที่สุด เพื่อสงวนพื้นที่นี้ไว้ให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่สมบูรณ์ ให้สามารถแพร่กระจายพันธุ์ออกไปสู่พื้นที่ใกล้เคียงต่อไป

2. ในสถานการณ์ที่การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (ecotourism) ได้รับการส่งเสริมในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเกือบทุกแห่ง อีกทั้งอุทยานแห่งชาติเขาสกเป็นที่รู้จักกันดีในหมู่นักท่องเที่ยวมากกว่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง แต่การท่องเที่ยวที่เกิดขึ้นในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภานั้นมิได้มีพื้นที่จำกัดอยู่เพียงในอุทยานแห่งชาติเขาสกเท่านั้น ป่าต้นน้ำ

ที่สำคัญของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง คือ ป่าคลองแสง (A) และป่าคลองหยา (B) รวมทั้งทะเลสาบคลองโหลงซึ่งติดต่อกับพื้นที่ F ก็เป็นแหล่งที่มีนักท่องเที่ยวจำนวนมากมาเยี่ยมชมอยู่บ่อยๆ เนื่องจากพื้นที่ทั้งสามแห่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่สำคัญและมีธรรมชาติที่สวยงาม การส่งเสริมการท่องเที่ยวในพื้นที่นี้จึงไม่ควรอนุญาตให้ตั้งแพที่พักนักท่องเที่ยวในพื้นที่ทั้ง 3 แห่ง รวมถึงทะเลสาบคลองโหลงด้วย และการท่องเที่ยวในบริเวณดังกล่าวควรคำนึงถึงจำนวนนักท่องเที่ยวที่พื้นที่สามารถรองรับได้ รวมถึงการควบคุมพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวให้เข้าใจถึงวิธีการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่ถูกต้อง ไม่ส่งผลกระทบต่อประชากรสัตว์ป่าและทำลายสภาพแวดล้อม

3. ควรเร่งหามาตรการในการแก้ไขปัญหาการลักลอบล่าสัตว์ป่าในพื้นที่ป่าคลองเอ๊ะ (C) และป่าคลองหยี (E) ด่วน โดยเฉพาะในพื้นที่ E ซึ่งเป็นเขตรอยต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาสกและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง หน่วยงานทั้งสองแห่งควรร่วมมือกันในการป้องกันและแก้ไขปัญหาการลักลอบล่าสัตว์ป่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ โดยเพิ่มมาตรการในการป้องกันปราบปรามและมาตรการในการประชาสัมพันธ์สร้างจิตสำนึก โดยเน้นกลุ่มเป้าหมายหลักที่แพประมงที่ตั้งอยู่ในบริเวณนี้และหมู่บ้านเขายาก่อน

4. การแพร่กระจายของประชากรช้างป่าที่ขยายพื้นที่ลงมาในบริเวณริมอ่างเก็บน้ำตอนกลาง (บริเวณคลองแปะ ในอุทยานแห่งชาติเขาสก) ชี้ให้เห็นว่าประชากรช้างป่ามีแนวโน้มที่จะกระจายลงมาหากินตามชายน้ำซึ่งมีไผ่ขึ้นอยู่มากโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ดังนั้นจึงควรมีมาตรการในการรักษาความปลอดภัยให้แก่ประชากรช้างป่าเหล่านี้ด้วย อีกทั้งบริเวณคลองแปะเป็นอีกจุดหนึ่งที่มีแพรับรองนักท่องเที่ยวของอุทยานแห่งชาติเขาสกตั้งอยู่ ถ้ามีมาตรการป้องกันการลักลอบล่าสัตว์ป่าที่ดีให้แก่สัตว์ป่าเหล่านี้ อาจทำให้สัตว์ป่าขนาดใหญ่เหล่านี้รู้สึกปลอดภัย และออกมาหากินบริเวณชายน้ำเป็นอิสระ เป็นประโยชน์ในแง่การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในเขื่อนรัชชประภาต่อไป

5. ควรจำกัดกิจกรรมประมง โดยเปิดให้ทำได้ในบริเวณที่ระดับน้ำลึก ไม่ควรอนุญาตให้เข้าไปจับปลาในบริเวณต้นลำห้วย ซึ่งมีน้ำตื้นหรือมีวังน้ำ เพราะควรสงวนไว้เป็นแหล่งอาศัยและหากินของสัตว์ป่าเท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้ปล่อยปละละเลยให้เข้าไปจับปลากันถึงบริเวณต้นน้ำ เช่น ที่ปากคลองหวาไปจนเกือบถึงโป่งพุน้ำร้อนซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและหากินของสัตว์ป่าที่สำคัญ

6. ควรประสานงานกับหน่วยอนุรักษ์ทรัพยากรประมงให้มีการตรวจตราควบคุมอุปกรณ์การจับปลาอย่างเข้มงวด มิให้มีการช๊อตปลาเกิดขึ้นในบริเวณต้นน้ำซึ่งเป็นผลให้สัตว์ป่าที่ลงมาอาศัยอยู่ในน้ำต้องได้รับผลกระทบไปด้วย

7. เนื่องจากสัตว์ป่าขนาดใหญ่บางชนิด อาทิเช่น ช้าง และกระทิง ที่มีพื้นที่หากินอยู่ตามทุ่งหญ้าชายน้ำในบริเวณอ่างเก็บน้ำตอนบน ได้รับผลกระทบต่อการกักเก็บน้ำที่สูงขึ้นเรื่อยๆ จึงควรมีมาตรการในการกำหนดระดับการกักเก็บน้ำที่เหมาะสมซึ่งจะไม่ทำให้พื้นที่หากินที่สำคัญของสัตว์ป่ากลุ่มนี้หายไป

8. ในปัจจุบันแม้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จะดำเนินนโยบายในการป้องกันทรัพยากรธรรมชาติและสัตว์ป่า ด้วยการลาดตระเวนจับกุมผู้กระทำผิดลักลอบล่าสัตว์ป่าอยู่เป็นประจำก็ตาม แต่ก็ยังพบการกระทำผิดเกิดขึ้นอยู่บ่อยๆ ดังนั้น เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการป้องกันทรัพยากรสัตว์ป่าในพื้นที่ป่าคลองแสงให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น งานประชาสัมพันธ์และกระตุ้นจิตสำนึกอาจเป็นมาตรการหนึ่งที่สามารถช่วยสนับสนุนได้ ประกอบกับกระแสการท่องเที่ยวในพื้นที่อ่างเก็บน้ำรัชชประภากำลังขยายตัวเพิ่มขึ้น จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำมาช่วยสนับสนุนการประชาสัมพันธ์และสร้างจิตสำนึกให้ชาวบ้านพื้นที่ใกล้เคียงได้เข้าใจถึงความสำคัญ และหลักการอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ป่าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงได้ดำเนินการอยู่ แต่เนื่องจากงานประชาสัมพันธ์เป็นงานที่ต้องการผู้มีประสบการณ์ ดังนั้น กรมป่าไม้และองค์กรเอกชนที่เกี่ยวข้องจึงควรช่วยสนับสนุนโครงการประชาสัมพันธ์ดังกล่าว เพื่อปลุกกระแสการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสัตว์ป่าในพื้นที่ป่าคลองแสงซึ่งเป็นต้นน้ำสำคัญของเขื่อนรัชชประภาให้มีความเข้มแข็งมากยิ่งขึ้น

บทสรุป

จากการติดตามศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในพื้นที่ป่าคลองแสง จ.สุราษฎร์ธานี ทำให้ได้ข้อมูลที่สำคัญในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ อาทิเช่น

แหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของสัตว์ป่า การแพร่กระจายของสัตว์ป่า พื้นที่ป่าที่กำลังประสบปัญหาด้านการอนุรักษ์ รวมทั้งปัญหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ป่าคลองแสง ป่าผืนใหญ่ที่เป็นแหล่งสำรองน้ำให้แก่เขื่อนรัชชประภา ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงและอุทยานแห่งชาติเขาสกบางส่วน จากผลการศึกษาค่าความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่โดยเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา 7 แห่ง ในระหว่างการศึกษา 2 ครั้ง ซึ่งแม้จะมีค่าลดลงแต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงไม่อาจชี้ชัดได้ว่าประชากรของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเหล่านั้นในพื้นที่มีแนวโน้มลดลง และควรมีการติดตามศึกษาในปีต่อๆ ไปด้วย เพื่อให้ทราบแนวโน้มประชากรของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเหล่านั้นที่ชัดเจนมากขึ้น และเพื่อให้แน่ใจว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมิได้เป็นผลมาจากพฤติกรรมของสัตว์ป่าหรือปริมาณอาหารในพื้นที่หรือการเปลี่ยนแปลงจากสภาพอากาศที่มีผลต่อการพบร่องรอยของสัตว์ป่าเหล่านี้ การศึกษานี้จึงเป็นเสมือนการสร้างฐานรากในการติดตามศึกษาแนวโน้มประชากรของสัตว์ป่า เพื่ออนุรักษ์สัตว์ป่าในป่าคลองแสงให้มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 142019 และกรมป่าไม้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ. ดร. สมโภชน์ ศรีโกสามาตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้คำปรึกษาและสนับสนุนงานวิจัยนี้มาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

Eberhardt, L. and R.C. Van Elten. 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer cencus method. *Journal of Wildlife Management* 20: 70-74.

Downing, R.L. 1980. Wildlife Management Techniques Manual (Fourth edition). The Wildlife Society, Washington D.C.

Fuller, T.K. 1991. Do pellet counts index white-tailed deer numbers and population change? *Journal of Wildlife Management* 55: 393-396.

Harris, R.B. 1986. Reliability of trend lines obtained from variable counts. *Journal of Wildlife Management* 50: 165-171.

Mooty, J.J., P.D. Karns and D.M. Heisey. 1984. The relationship between white tailed deer track counts and pellet-group surveys. *Journal of Wildlife Management* 48: 275-279.

Kendall, K.C., L.H. Metzgar, D.A. Patterson and B.M. Steele. 1992. Power of sign surveys to monitor population trend. *Ecological Application* 2(4): 422-430.

Srikosamatara, S. 1999. Monitoring densities and distribution of large mammals: a case study in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. Paper Presented at Second Regional Forum for Southeast Asian of the IUCN World Commission for Protected Areas, Pakse, Lao PDR, December 6-11, 1999.

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, Chapter 16, pp 218-231. Island Press, Washington. 511 p.

รองลาภ สุขมาสรวง และโกมล บุญไชย. 2538. ความหลากชนิดของสัตว์ป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง. เอกสารสถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสง ส่วนวิจัยสัตว์ป่า กรมป่าไม้.

บุษบง กาญจนสาขา. 2542. การแพร่กระจายและความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จ.สุราษฎร์ธานี. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 7(1): 80-86.

บุษบง กาญจนสาขา. 2543. ความหลากชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง และพื้นที่ป่ารอบอ่างเก็บน้ำรัชชประภาตอนล่าง. ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2543 ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้.

บุษบง กาญจนสาขา. 2544. ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของสัตว์กินเนื้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง. ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2544 ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้.

อุทิศ กุฏอินทร์, เดชา วิวัฒน์วิทยา, วิชาญ เอียดทอง, นริศ ภูมิภาคพันธ์, ประคอง อินทร์จันทร์, ประสงค์ สงวนธรรม และกุศล ตั้งใจพิทักษ์. 2539. แผนแม่บทการจัดการพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง. (รายงานฉบับสมบูรณ์ข้อมูลพื้นฐาน) ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิบ นาคะเสถียร. 2527. รายงานผลการวิจัยวางแผนขั้นรายละเอียด สำหรับพื้นฟูสภาพป่าไม้และการจัดการป่าไม้บริเวณพื้นที่ป่าต้นน้ำคลองแสงโครงการเขื่อนเชี่ยวหลาน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ฝ่ายแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและดาวเทียม กองจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้.

สิบ นาคะเสถียร. 2530. รายงานการประเมินผลงานช่วยเหลือสัตว์ป่าตกค้างในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด บางเขน กรุงเทพมหานคร.

Replicating the Framework Species Method for Biodiversity Restoration in Northern Thailand

Prasit Wangpakapattanawong and Stephen Elliott
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

The framework species method of reforestation implemented by The Forest Restoration Research Unit (FORRU) at Chiang Mai University has shown promise for restoring degraded former agricultural sites. However, this method has never been fully replicated in different areas of northern Thailand. This paper reports first-year results of replicating the FORRU reforestation program in a new area in northern Thailand featuring similar elevation as the original FORRU site, but different soil and microclimatic conditions. Research methodologies included a pre-planting survey of the physical and biological characteristics of the proposed site, propagation of seedlings in a FORRU nursery, transfer and planting of saplings, silvicultural treatments of saplings and monitoring of sapling performance and biodiversity. Preliminary results indicate that the seedlings achieved smaller survival rates than at the FORRU's original site. Height growth, root collar diameter, and crown width were less than those at the FORRU's original site. A high amount of rainfall, hand weeding at the time of site preparation instead of spraying with herbicide, and an absence of cardboard mulching are probably contributing causes of vigorous weed growth resulting in an extra weeding needed during the growing season. Many seedlings died because they were stepped on by cows that broke in through the fence. Some seedlings such as *Erythrina subumbrans*, *Phyllanthus emblica* L., and *Terminalia bellirica* were eaten by cows resulting in death. *Debregeasia longifolia* was defoliated by caterpillars, but some survived. Fire did not occur in the first dry season. The second- and third-year growth of the remaining saplings will be monitored in 2002 and 2003, respectively.

Key words: Mae Chaem watershed, biodiversity conservation, tropical forest restoration

Introduction

Land-use patterns in highland areas of northern Thailand are changing rapidly. Much of the highlands of northern Thailand are degraded due to rapid expansion of agricultural areas and illegal logging. It is rather difficult to predict what proportion of land will be used for agriculture and conservation. In the future, there may be increasing needs for "forest restoration" (Elliott and Anusarnsunthorn, 2001) and reforestation in degraded and former shifting cultivation areas. There have been numerous attempts by the government via the Royal Forestry Department (RFD), to reforest degraded highlands. Common tree species planted are pines and fast-growing non-native species (e.g. *Eucalyptus*), which are often not suitable for the areas.

The Forest Restoration Research Unit (FORRU) at Chiang Mai University has been conducting research on restoration of degraded forest land in northern Thailand since 1994 (Elliott et al., 1995; Hardwick et al., 1997; Blakesley et al., 2002a, b). The framework species method employed by FORRU has shown promise in restoring degraded former agricultural sites. However, the success of this method has never been fully replicated in different areas of northern Thailand. As a consequence, this paper presents first-year results from replicating the FORRU reforestation program in a new area featuring similar elevation as the original FORRU site, but different soil and microclimatic conditions.

Methodology

1. Study site

Trees were planted in an RFD's designated permanent plot for reforestation located near Toong Yah village (18° 33' N latitude, 98° 14' E longitude, at about 1400 m asl.), which was about 160 km south of the FORRU's original site in Mae Sa Mai village (18° 52' N latitude, 98° 51' E longitude, at about 1250 m asl.), Chiang Mai, Thailand. The area has a monsoon climate like the rest of Thailand.

From 1985-2001, the mean monthly temperature recorded at the RFD's research station about 10 km from the site was 21 °C, and the mean annual rainfall was 1,210 mm (Royal Forestry Department, 2001). The area was formerly an agricultural field. At present, a part of the area is still grazed by cattle. The RFD has planted the area with some tree species such as *Acacia auriculiformis*, *Docynia indica*, *Melia azedarach*, *Prunus cerasoides*, and *Pinus kesiya* for several years. However, these trees are not growing well possibly due to fire, cattle grazing, and unsuitable silvicultural treatments. The planting area was 0.96 ha in size, and was divided into 3 treatment and 3 control plots of 0.16 ha each.

A plant taxonomist of the Chiang Mai University (CMU) Herbarium identified plants in the planting site to species level. Four circles of 5 m in radius were laid in an area of 1 rai (0.16 ha) for the plant survey. All plants found in the area were identified. There were some trees previously planted by the RFD in the planting site. Trees in a less-disturbed forest patch were also identified for comparison purposes. Soils from the planting site were collected for analyses of bulk density, pH, organic matter, nitrogen, phosphorus, and potassium contents. The soil analyses were done at the Faculty of Agriculture, Chiang Mai University.

2. Seedling preparation and planting

Twenty tree species were selected based on their performances at the FORRU's original site at Mae Sa Mai village (Elliott et al., 1995; Elliott and Anusarnsunthorn, 2001, Elliott et al., 2000). There were 25 trees of each species in each of the 3 replicating plot giving a total of 75 trees per species being planted. The planting density was 3,125 trees/ha. The seedlings were prepared at the FORRU nursery (Blakesley et al., 2002a). The seedlings were planted in late June 2002. Site preparation and silvicultural treatments during the growing season followed the FORRU methods, but herbicide was not used to clear the site. An 8-m firebreak strip was created in February 2003.

3. Tree monitoring

Saplings were counted for their survival 2 weeks after planting. They were then monitored again at the end of the growing season. For each tree, size (root collar diameter), height, crown width, health, weed, and shade were measured.

Results

1. Pre-planting vegetation

Predominant plants of the planting area were *Setaria geniculata* (Gramineae), and *Pteridium aquilinum* (Dennstaedticeae) covering about 90% of the area. Some other scattered plants were mostly species of Gramineae, Compositae, and Leguminosae. Species found in the less-disturbed forest patch are listed in Table 1.

Table 1. Plants found in a less-disturbed forest patch near the planting site, Toong Yah village, Mae Chaem district, Chiang Mai, Thailand.

Species	Family
Adinandra integerrima T. And. Ex Miq.	Theaceae
Alstonia rostrata Fischer	Apocynaceae
Betula alnoides Ham. ex D.Don	Betulaceae
Castanopsis diversifolia (Kruz) King ex Hk. f.	Fagaceae
Castanopsis tribuloides (sm.) A. DC.*	Fagaceae
Chionanthus ramiflorus Roxb.	Oleaceae
Diospyros glandulosa Lace	Ebenaceae
Elaeocarpus floribundus Bl. var. *floribundus*	Elaeocarpaceae
Engelhardia serrata Bl. var. *serrata*	Juglandaceae
Engelhardia spicata Lechen ex Bl. var. *integra* (Kurz) Mann.	Juglandaceae
Eryobotrya bengalensis (Roxb.) Hk. f. forma *bengalensis*	Rosaceae
Eurya acuminata DC. var. *wallichiana* Dyer	Theaceae
Gnetum leptostachyum Bl.	Gnetaceae
Lithocarpus elegans (Bl.) Hatus. ex. Soep.	Fagaceae

Table 1. (Continued)

Species	Family
Lithocarpus spicatus (Sm.) Redh. & Wils. var. *brevipetiolatus* (A. DC.) Rehd.	Fagaceae
Litsea salicifolia Nees ex Roxb.	Lauraceae
Machilus bombycina King ex Hk. f.	Lauraceae
Maesa montana A. DC.	Myrsinaceae
Melastoma malabathricum L. ssp. *normale* (D.Don) K.Mey.	Melastomaceae
Michelia champaca L. var. *champaca*	Magnoliaceae
Saurauia roxburghii Wall.	Saurauiaceae
Schima wallichii (DC.) Korth.*	Theaceae
Sterculia balanghas L.	Sterculiaceae
Sterculia villosa Roxb.	Sterculiaceae
Styrax benzoides Craib.	Styracaceae
Turpinia pomifera (Roxb.) Wall. ex DC.	Staphyleaceae
Wendlandia scabra Kruz. var. *scabra*	Rubiaceae

2. *Tree survival*

Between 90-100% of the saplings survived 2 weeks after planting (Table 2). Only 70% of *Erythrina subumbrans* survived after the first 2 weeks, which was possibly due to its fragile branches making it susceptible to wind. The planting site is a wind-prone flat area. The survival rates dropped sharply at the end of the first growing season (measured in February 2003) and in May 2003. Normally, assessing survival rate at the end of a growing season is adequate, but the saplings were counted for their survival again in May 2003 because cows broke down the fence and entered the plots, which were not closely guarded. The saplings were died either because the cows stepped on them or the cows ate their apical meristems or the whole trees. The latter group of species were *E. subumbrans*, *Phyllanthus emblica* L., and *Terminalia bellirica*. *Debregeasia longifolia* was defoliated by caterpillars, but some survived.

Table 2. Survival rates of planted tree species after the first growing season (2002), Toong Yah village, Mae Chaem district, Thailand.

Species	Survival (%) (July 2003)	Survival (%) (Feb 2003)	Survival (%) (May 2003)	Survival (%)
Acrocarpus fraxinifolius	98.7	50.1	33.5	27.1**
Afzelia xylocarpa	100	64.0	43.8	-
Alseodaphine andersonii	91.2	37.7	17.7	-
Castanopsis acuminatissima	98.6	68.0	55.6	64.6**
Castanopsis diversifolia (Kurz) King ex Hk. f.	98.6	37.3	29.2	-
Castanopsis tribuloides	100	73.3	39.2	-
Dalbergia ovata	96.0	74.3	72.0	-
Debregeasia longifolia (Burm. f.) Wedd.	97.3	76.0	76.0	-
Erythrina subumbrans	71.2	33.8	21.9	95.8* 60.4**
Euodia meliifolia	97.3	37.8	34.7	-
Ficus fistulosa Reinw. ex Bl. var. *fistulosa*	100	84.0	82.7	-
Ficus subulata Bl. var. *subulata*	100	78.7	66.7	60.4**
Helicia nilagirica Bedd.	100	58.7	34.7	84.4*
Hovenia dulcis	97.3	61.3	54.1	81.7* 91.7**
Ostodes paniculata	98.5	70.1	45.6	-
Phyllanthus emblica L.	97.2	52.0	57.0	-
Prunus cerasoides D. Don	98.6	62.7	40.1	88.3* 52.1**
Quercus pubescens	97.2	44.0	30.1	-
Schima wallichii (DC.) Korth.	97.2	52.0	45.1	-
Terminalia bellirica	100	70.1	64.4	-

*At FORRU's Mae Sa Mai site (1998 Growing season) (Elliott and Anusarnsunthorn, 2001)
** At FORRU's Mae Sa Mai site (1999 Growing season) (Elliott and Anusarnsunthorn, 2001)

3. *Tree growth*

Mean height, root collar diameter, and crown width of the planted trees are shown in Table 3.

Table 3. Growth of planted tree species after the first growing season (2002), Toong Yah village, Mae Chaem district, Thailand.

Species	N*	Height (cm)**	Height (cm)	Size (Root Collar Diameter, mm)**	Crown Width (cm)**
Acrocarpus fraxinifolius	25	27.2 (17.1)	65.1 (24.9)^^	6.1 (2.6)	31.4 (19.0)
Afzelia xylocarpa	28	28.9 (8.8)	-	5.4 (1.5)	9.6 (4.6)
Alseodaphine andersonii	9	26.7 (7.0)	-	6.7 (1.9)	23.7 (6.9)
Castanopsis acuminatissima	32	28.1 (12.3)	75.2 (13.3)^^	3.9 (1.0)	19.1 (8.7)
Castanopsis diversifolia (Kurz) King ex Hk. f.	17	31.2 (11.4)	-	3.7 (1.1)	18.2 (9.4)
Castanopsis tribuloides	25	32.2 (13.1)	-	4.2 (1.2)	19.1 (7.5)
Dalbergia ovata	48	37.1 (19.2)	-	4.9 (1.5)	14.8 (8.2)
Debregeasia longifolia (Burm. f.) Wedd.	47	47.7 (26.7)	-	12.3 (7.1)	42.0 (25.5)
Erythrina subumbrans	9	34.3 (9.4)	117.0 (28.9)^ 78.7 (27.7)^^	10.0 (5.2)	35.0 (12.3)
Euodia meliifolia	18	45.2 (15.7)	-	6.9 (2.6)	24.1 (10.4)
Ficus fistulosa Reinw. ex Bl. var. *fistulosa*	54	25.9 (8.4)	-	9.6 (3.8)	26.1 (13.7)
Ficus subulata Bl. var. *subulata*	42	26.6 (12.0)	44.1 (20.7)^^	6.3 (1.8)	16.9 (6.7)
Helicia nilagirica Bedd.	24	29.6 (14.7)	43.0 (8.2)^	5.1 (2.2)	19.2 (9.7)
Hovenia dulcis	37	54.9 (17.5)	85.3 (24.2)^ 119.4 (16.6)^^	7.2 (2.1)	26.0 (15.1)
Ostodes paniculata	30	30.6 (8.0)	-	5.5 (1.8)	18.9 (6.9)
Phyllanthus emblica L.	32	28.0 (10.1)	-	4.5 (1.7)	20.2 (8.0)
Prunus cerasoides D.Don	25	31.0 (15.6)	109.17 (33.6)^ 92.0 (41.6)^^	5.1 (1.7)	14.1 (8.4)
Quercus pubescens	16	18.1 (8.0)	-	2.7 (2.0)	15.3 (3.8)
Schima wallichii (DC.) Korth.	28	37.5 (13.5)	-	4.4 (2.0)	23.0 (9.8)
Terminalia bellirica	38	28.9 (14.2)	-	3.4 (1.1)	8.7 (6.0)

* Numbers of planted trees surviving at the end of May 2003. ** Measured in February 2003.
Numbers in parentheses are standard deviation values.
^At FORRU's Mae Sa Mai site (1998 Growing season) (Elliott and Anusarnsunthorn, 2001)
^^ At FORRU's Mae Sa Mai site (1999 Growing season) (Elliott and Anusarnsunthorn, 2001)

4. Silvicultural treatments

The FORRU's basic pre- and post-planting silvicultural treatments were followed except that the planting site was cleared by hand weeding (not herbicide), and circular-shaped weed-suppressing corrugated cardboards, which are normally put around the planted seedlings as mulch, were not used. The FORRU's weeding method involves 3 weeding times during the growing season. At each weeding time, 50 g of chemical fertilizers (15-15-15) are mixed with soils within a 1-m radius of each seedling. It was found during the growing season that weeds grew vigorously at the planting site. As a consequence, one more weeding was done adding to the typical 3-weeding times, but fertilizers were not added at the fourth weeding.

Conclusion

Overall, the seedlings planted in 2002 at the present site near Toong Yah village, Mae Chaem district, Chiang Mai, performed worse than the seedlings planted in 1998 and 1999 at Mae Sa Mai village (FORRU original site). The major contributing factor was the invasion of the cows into the site. Weed growth appeared to be higher than at Mae Sa Mai, which was not using herbicide during site preparation and not using cardboard mulch. Fire did not occur in the first dry season, so the fire-resistant properties of the species could not be evaluated at this present site. The second- and the third-year growth of the remaining saplings will be monitored in 2002 and 2003, respectively.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT R_345001. It was also partially supported by the World Agroforestry Center (ICRAF), Chiang Mai, Thailand. The first author thanks the Department of Biology, Chiang Mai University, for logistic support.

References

Blakesley, D., S. Elliott, C. Kuarak, P. Navakitbumrung, S. Zangkum and V. Anusarnsunthorn. 2002a. Propagating framework tree species to restore seasonally dry tropical forest: Implications of seasonal seed dispersal and dormancy. *Forest Ecology and Management* 164: 31-38.

Blakesley, D., K. Hardwick and S. Elliott. 2002b. Research needs for restoring Tropical forests in Southeast Asia for wildlife conservation: Framework species selection and seed propagation. *New Forests* 24: 165-174.

Elliott, S., V. Anusarnsunthorn, N. Garwood and D. Blakesley. 1995. Research needs for restoring the forests of Thailand. *Natural History Bulletin of Siam Society* 43: 179-184.

Elliott, S., J. Kerby, V. Baimai and A. Kaosa-ard. 2000. Implementing the agenda. *In* Elliott, S., J. Kerby, D. Blakesley, K. Hardwick, K. Woods and V. Anusarnsunthorn (eds.), Forest Restoration for Wildlife Conservation, pp. 417-420. International Tropical Timber Organization and The Forest Restoration Research Unit, Chiang Mai University, Thailand.

Elliott, S., and V. Anusarnsunthorn. 2001. Research to restore biodiversity to degraded land in northern Thailand's conservation areas (BRT 240002). Unpublished Report.

Hardwick, K., J. Healey, S. Elliott, N. Garwood and V. Anusarnsunthorn. 1997. Understanding and assisting natural regeneration processes in degraded seasonal evergreen forests in northern Thailand. *Forest Ecology and Management* 99: 203-214.

Royal Forestry Department. 2001. 2001 Weather data at the Mae Chaem Watershed Research Station. Royal Forest Department, Chiang Mai. Unpublished Report.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2547) 316-322

BRT 2004
Research Reports

Siamese Fighting Fish Behavioural Research in Thailand : Effects of Types of Intruders on Male Territorial Defence

Mullica Jaroensutasinee
Complex System Key University Research Unit, Institute of Science, Walailak University, 222 Thasala District, Nakhonsithammarat 80160, Thailand.

This study investigated the effects of types of intruders on the level and types of male aggressive acts at different stages of the egg guarding period. The degree of aggressiveness was measured at two reproductive phases in response to three types of intruders: male, female and female that had laid eggs. The nest-holding males displayed the same level of aggressiveness towards intruders before and after the hatching of eggs. Male intruders elicited the highest number of aggressive acts followed by female, and mated female intruders. The highest incidence of gill cover erection, biting, and tail beating by nest-holding males was directed towards male intruders whilst female and mated female intruders were subject to lower and lowest incidence of these aggressive acts, respectively. However, female intruders were attacked and chased most frequently and mated female intruders comparatively less frequently whereas male intruders were least subject to these types of aggression.

Key words: aggressive behaviour, *Betta splendens*, egg guarding; Siamese fighting fish, territorial defence.

Introduction

Territorial defence is costly for both territorial males and their intruders (Parker, 1974; Andersson et al., 1980). Strategic decisions, either defending or giving up territory, are made in relation to the costs that territorial holders and their intruders inflict on each other (Leimar and Enquist, 1984; Riechert, 1998). The degree of parental effort displayed in any activity, determined on the basis of this risk to future reproductive potential, will depend on the value of the present offspring compared to the parent's expected value of future offspring (Pressley, 1981).

A few studies have investigated changes in parental care over the breeding cycle of fish in response to different intruders including studies of three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*; van Iersel, 1953), smallmouth bass (*Micropterus dolomieui*; Ridgway, 1988, 1989), bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*; Coleman et al.,1985), cichlid (*Cichlasoma nigrofasciatum*; Lavery and Keenleyside, 1990), freshwater goby (*Padogobius martensii*; Torricelli et al., 1985), common goby (*Pomatoschistus microps*; Magnhagen and Vestergaard, 1993), sand goby (*Pomatoschistus minutus*; LindstrÖm and WennstrÖm, 1994) and wild fighting fish (*Betta splendens*; Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2003). These studies showed that parents increase the intensity of aggressive behaviours as their offspring get older.

Parental care is common among teleost fish and can be costly in terms of reduced survival, breeding rate and fecundity for the parents (Townshend and Wootton, 1985; Smith and Wootton, 1995, 1999). Parents spend substantial amounts of time and energy on egg guarding, egg ventilating to provide a flow of oxygenated water, and removing dead eggs from the nest (reviewed in Clutton-Brock, 1991; Smith and Wootton, 1995). The domesticated Siamese fighting fish (*Betta splendens*, Regan) conforms to this pattern in its parental care behaviour. Males construct their bubble nests, entice females to spawn in them, and care for fertilised eggs and fry (Gordon and Axelrod, 1968). Therefore, the ability to guard eggs and fry is critical to the reproductive success of male Siamese fighting fish.

We investigated the level of male aggressiveness towards potential intruders during egg guarding in domesticated Siamese fighting fish. The degree of aggressiveness was measured at two reproductive phases in response to the territorial intrusion by a male, a female and a female that had laid eggs. By quantifying territorial behaviour during encounters, the following hypotheses were investigated:

(1) Males should become more aggressive after the eggs have hatched.
(2) Males should be most aggressive towards male intruders, less aggressive towards female intruders, and least aggressive towards females that have laid eggs. This is because nest-holding males may perceive in male intruders an additional threat of territorial take-over, and perceive female intruders as potential mates. Therefore, the nest-holding males should display different levels of aggression towards different types of intruders.

Fish Biology

The Siamese fighting fish is an Anabantid native to Southeast Asia. Males of this species build one bubble nest, court females, and care for a single brood of the developing eggs and newly hatched larval fish. They defend a territory in the water column near the surface. Each territory is centred on the bubble nest built by the male (Forselius, 1957). Fertilised eggs need to be aerated by being attached to bubble nests. Males retrieve eggs or larval fish that fall out of the nest or stray and spew them back into the bubble nests (Gordon and Axelrod, 1968; Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001a, b, 2003). It takes fertilised eggs approximately 36 hours to hatch. Males exhibit parental care behaviour both in the field and in the laboratory for 5-7 days after hatching. (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001a, b, 2003). They do not cannibalise their eggs and larval fish during the period of parental care. Highly aggressive social displays by the males include gill cover erection, fin spreading, biting, and tail beating (Clayton and Hinde, 1968; Simpson, 1968). Fighting usually results in physical damage and even death. Females are duller in colour. After the females finish laying eggs, the males chase the females out of the bubble nest areas, and provide parental care for the developing eggs and larval fish themselves.

Methodology

The test subjects were 180 domesticated males and 120 females bought from a fighting fish farm in Bangkok. The fish were kept in the laboratory with natural light (i.e. approximately 12:12 light:dark cycle) and fed daily with mosquito larvae. Males and females were housed in separate 1-litre bottles that were wrapped around with a piece of paper to prevent visual contact. Prior to the test, the nest-holding male was placed in its 1-litre bottle next to a female in its1-litre bottle until the female became gravid.

To control the effect of size differences, the males were measured prior to the experiments. The following procedure was followed in measuring the fish body length (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001a, b, 2003). First, each fish was placed in an aquarium (20.0x12.0x16.0 cm high) filled with water to a depth of 3 cm. The fish was not anaesthetised because most types of anaesthetic alter fish appearance (Kodric-Brown, 1989). Secondly, a piece of Plexiglas with a ruler was placed in the aquarium to provide a standard calibration. Finally, after a 1-min acclimatisation period, the fish was photographed with a digital camera. The digital pictures were used to estimate the fish's standard body length from the tip of the upper jaw to the caudal peduncle.

The nest-holding male was then placed in a 37-litre aquarium, measuring 0.50x 0.25x 0.30 m high, densely planted with aquatic vegetation. Males built their bubble nests within 24 hours after being placed in the aquarium. A gravid female was placed in the aquarium with the nest-holding male in the evening at approximately 1530 hours of the second day after the nest-holding male had been placed in the aquarium. The nest-holding male chased the female and tried to entice her to come and spawn under his bubble nest. The female usually spawned between 0700-1000 hours the morning after she had been placed with the nest-holding male. As soon as fertilisation was completed, the mated female was immediately removed from the breeding tank.

During the two reproductive phases (i.e. 1 hour after the eggs were laid and within 1 hour of the eggs hatching), three types of intruders were introduced to the nest-holding males (i.e. males, gravid females and mated females which had laid eggs). Each 15 min trial was followed by a 10 min interval, and conducted in random order to minimize an order effect. Observation began after an intruder had been placed in the breeding tank for 5 minutes. The aggressive responses of the nest-holding male were observed, including gill cover erection, biting, tail beating, attacking and chasing. At the end of the observation period, the intruder was removed from the experimental aquarium and returned to its home tank. Sixty replicates were conducted with new sets of fish in order to avoid

pseudo-replication. No male or female was used in the experiment more than once to avoid an order effect.

The number of times of occurrence of five aggressive acts (i.e. gill cover erection, biting, tail beating, attacking and chasing) was recorded (Simpson, 1968). Gill cover erection occurred when the nest-holding male raised upright its gill cover while moving towards or parallel to the intruder. The act ended when the defender lowered the gill cover or swam away from the intruder. Biting was recorded when the nest-holding male used its mouthpart to bite or tear an intruder. Tail beating was defined as each separate beat of the tail towards the intruder. Attacking was recorded when the nest-holding male swam rapidly towards its intruder. Chasing was defined as rapid and continuous following by the defender in order to put the intruder to flight. Total aggressive acts were the sum of all five different aggressive acts that the nest-holding male performed during the 15 min observation period.

Statistical analyses

All variables were tested for normality using Lilliefors' test. The equality of variances was evaluated using Levene's test. One-way ANOVA was used to test for body size differences among groups of intruders. Two-way repeated-measures ANOVA was used to test for types of intruders (i.e., male, female and mated female that had laid eggs), stages of reproductive phase (i.e. before and after egg hatching), and the interaction of these factors prior to pairwise comparisons. Two-way repeated-measures ANOVA was also used to test for types of intruders, types of aggressive acts (i.e., gill cover erection, biting, tail beating, attacking, and chasing) and the interaction of various factors prior to Dunnett T3 tests for pairwise comparisons.

Results

The nest-holding males, male intruders before egg hatching, and male intruders after egg hatching were not different in size (nest-holding males ($\bar{x} \pm SD$ = 4.51 ± 0.71), male intruders before egg hatching ($\bar{x} \pm SD$ = 4.49 ± 0.67), and male intruders after egg hatching ($\bar{x} \pm SD$ = 4.45 ± 0.62): one-way ANOVA: $F_{2, 177} = 0.13$, ns). Females who laid eggs were the same size ($\bar{x} \pm SD$ = 4.95 ± 0.64) as female intruders before egg hatching ($\bar{x} \pm SD$ = 4.88 ± 0.56) and female intruders after egg hatching ($\bar{x} \pm SD$ = 4.82 ± 0.53) (one-way ANOVA: $F_{2, 177} = 0.75$, ns).

The numbers of aggressive acts displayed by the nest-holding male per each 15 min observation period towards the three different types of intruders varied (Table 1, Figure 1). The highest number of total aggressive acts was recorded when male intruders were present. Less aggression was directed towards female intruders, and least towards mated females that had laid eggs (Figure 1). The nest-holding male did not become more aggressive towards the intruders after the eggs had hatched than before egg hatching (Table 1, Figure 1). There was an interaction between types of intruders and reproductive phases (Table 1, Figure 1).

Table 1. Two-way repeated-measures analysis of variance (Wilks'λ) of types of intruders at two reproductive phases. $^{**}P<0.001$, $^{*}P<0.05$.

Effect	Hypothesis *d.f.*	Error *d.f.*	Value	F	*P*
Intruder	2	293	0.537	126.19	**
Reproductive phase	1	294	0.997	0.81	NS
Intruder x Reproductive phase	2	293	0.978	3.27	*

The frequency of each of the five types of aggressive acts significantly varied in relation to the types of intruders (Table 2, Figure 2a-e). The highest rate of gill cover erection, biting, and tail beating occurred in the presence of male intruders. These aggressive acts were less frequent towards female intruders, and least of all towards mated females (Table 2, Figure 2a-c). However, the nest-holding males attacked and chased away female intruders most frequently, mated female intruders less so, and male intruders least of all (Table 2, Figure 2d-e). There was an interaction between types of intruders and types of aggressive acts (Table 2).

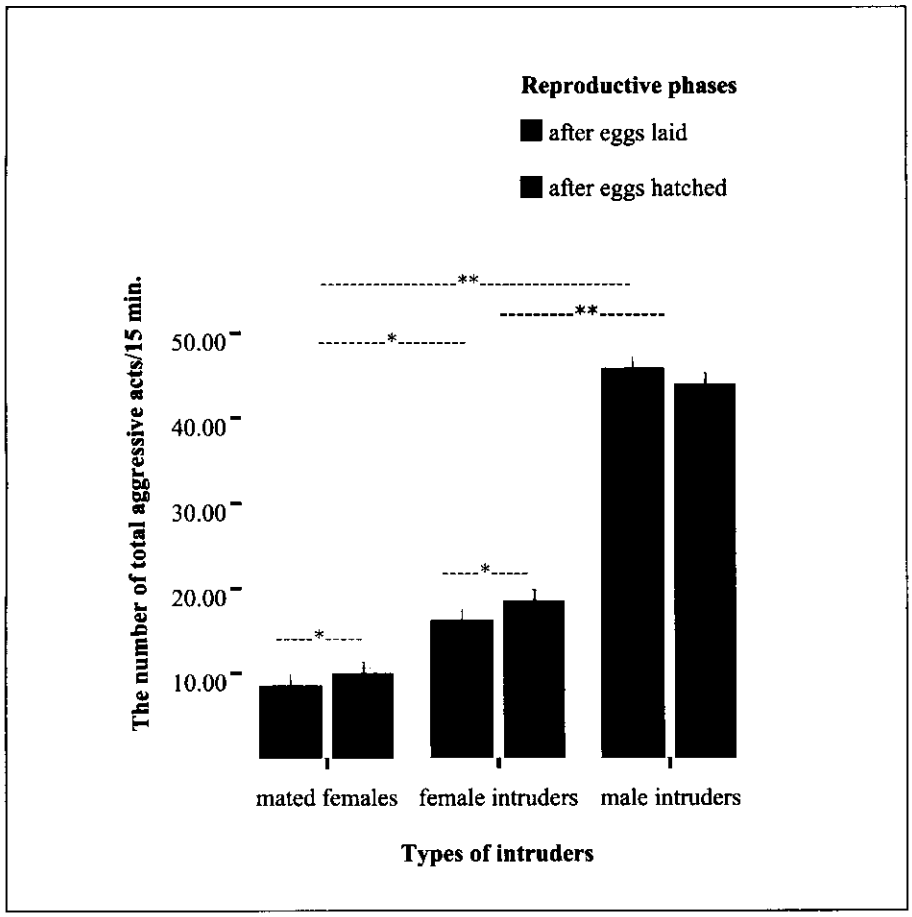


Figure 1. Mean (±SE) of the number of aggressive acts per 15 min among three types of intruders at two reproductive phases. Dashed bars link those groups that were found to be significantly different. Two-tailed paired *t* test, $^{**}P<0.001$, $^{*}P<0.05$.

Table 2. Two-way analysis of variance (Wilks'λ) of types of intruders and five aggressive acts. $^{*}P<0.001$.

Effect	*SS*	*d.f.*	*MS*	*F*	*P*
Intruder	415101.65	2	207550.83	1096.96	*
Aggressive acts	837792.27	4	209448.07	1106.99	*
Intruder x aggressive acts	438872.09	8	54859.01	289.94	*
Error	334894.34	1770	189.21		
Total	3044574.00	1785			

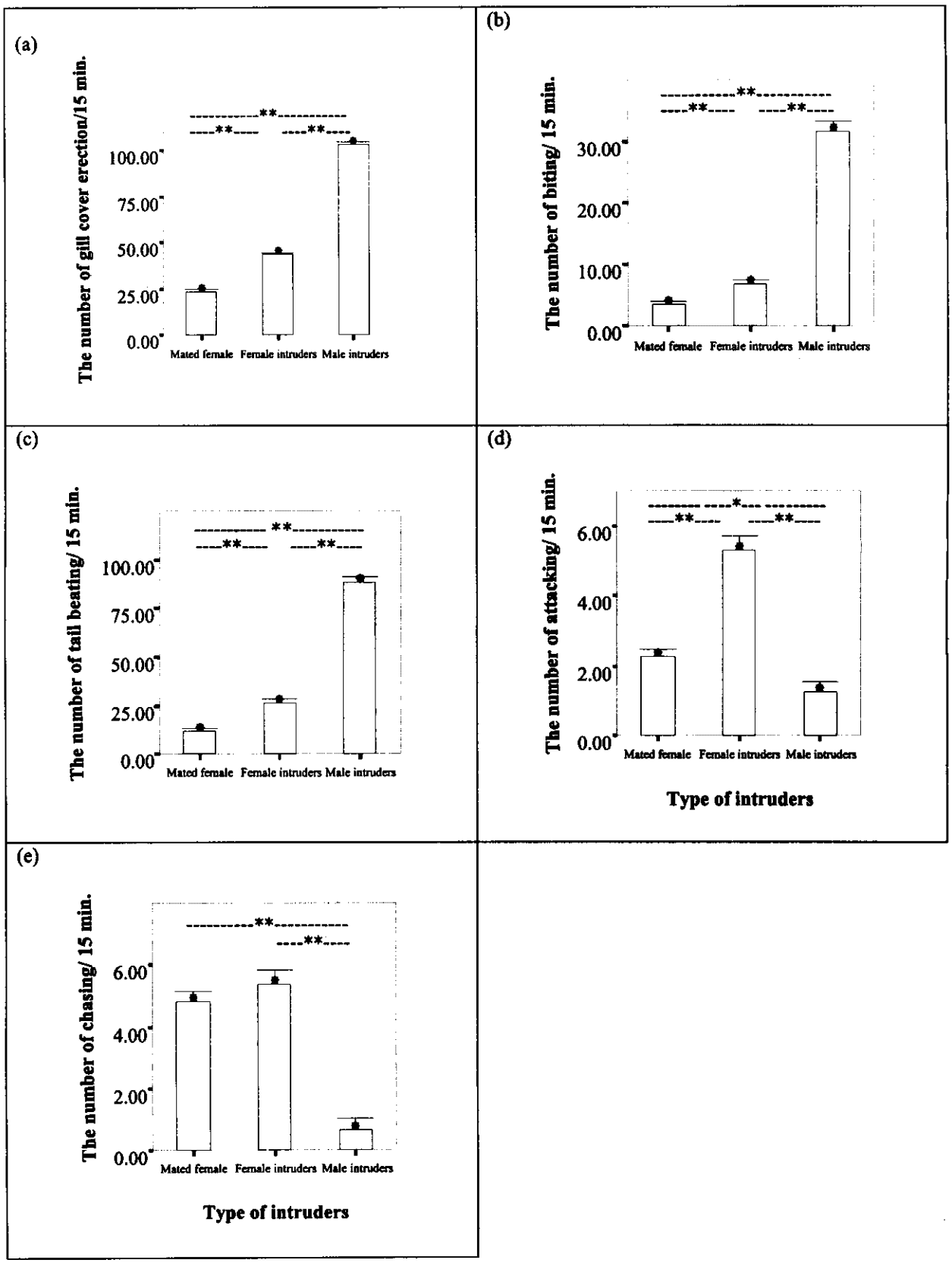


Figure 2. Mean (±SE) number of aggressive acts per 15 min among three types of intruders. Dashed bars link those groups that were found to be significantly different. (a) Gill cover erection, (b) biting, (c) tail beating, (d) attacking, and (e) chasing. Two-tailed paired *t* test, $^{**}P<0.001$, $^{*}P<0.01$.

Discussion

The result does not support the findings of other studies that nest-holding males become more aggressive as the reproductive value of the young increases with age. This may be because the domesticated males have been subject to intensive artificial selection for stage fighting for hundreds of generations. Consequently, there is no powerful selective force acting on the probability of survival of domesticated offspring. This finding is different from wild fighting fish results (Jaronesutasinee and Jaroensutasinee, 2003) and may be due to two possible reasons. First, wild fighting fish have a restricted reproductive season. The probability of being able to breed again decreases with the time spent caring for a particular brood. Therefore, investments in territorial defence should increase in direct proportion to the age of offspring (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2003). Second, wild fighting fish offspring would have a lower survival rate than domesticated offspring due to higher predation risks and lower food availability in their natural environment.

Yamamoto et al. (1999) found that an Amazonian cichlid, *Pterophyllum scalare* Lichtenstein, was more aggressive before than after eggs hatched. The contrary findings of Yamamoto's study and our study may be explained by the fact that domesticated fighting fish do not cannibalise their offspring during the period of parental care whereas the Amazonian cichlid male has some tendency towards eating the eggs under its care. Amazonian cichlid eggs are at greater risk than newly hatched fry because they are immobile compared to the newly hatched fry (Yamamoto et al., 1999).

Our results showed that the domesticated nest-holding males performed varying numbers of aggressive acts towards different types of intruders. Nest-holding males were most aggressive towards male intruders as male intruders could pose an additional threat of territorial take-over. Male fighting fish need to own and hold a specific territory in order to obtain mates. This also applies to the Tanganyikan cichlid (*Lamprologus ocellatus*; Walter and Trillmich, 1994), the Amazonian cichlid (*Pterophyllum scalare*, Yamamoto et al., 1999) and wild fighting fish (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2003). On the other hand, male fighting fish were less aggressive towards female intruders as they might perceive female intruders as potential mates. The nest-holding males were least aggressive towards mated females that had laid eggs. This suggests that they may be able to distinguish between mated females and other gravid female intruders. Females that have laid eggs may pose less threat of eating their own eggs than other females.

However, there is an alternative explanation for the different responses to the two types of female intruders. Courtship and aggressive behaviour of male fighting fish share the same components of display (i.e. attacking and chasing, Robertson and Sale, 1974; Doutrelant et al., 2001; Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2003). Courtship and aggressive behaviours are differentiated by the intensity of display and the amount of time the male spends at the nest. During courtship display the male mostly attacks and chases the female, and spends more time at the nest. Biting acts are few. However, during an aggressive interaction the male bites more, increases the frequency of tail beats and gill cover erection, and spends less time under the nest (Robertson and Sale, 1974; Doutrelant et al., 2001; Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2003). When confronted with the gravid female intruder, the nest-holding male displayed more attacking and chasing than gill cover raising, biting and tail beating. This behaviour could represent the male's motivation and intention to court rather than repel the gravid female intruder.

Acknowledgments

We thank J. Endler, and T. na Nagara for comments on previous versions of the manuscript. Invaluable assistance in the laboratory was provided by N. Kongthong, P. Suebchana, P. Sirisuk, N. Klanniwat and U. Chavalit. This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT R_144003.

References

Andersson, M., C.G. Wiklund and H. Rundgren. 1980. Parental defence of offspring: a model and an example. *Anim. Behav.* 28: 536-42.

Clayton, F.L. and R.A. Hinde. 1968. The habituation and recovery of aggressive display in *Betta splendens*. *Behaviour* 30: 96-106.

Clutton-Brock, T.H. 1991. The Evolution of Parental Care. Princeton University Press, New Jersey.

Coleman, R.M., M.R. Gross and R.C. Sargent. 1985. Parental investment decision rules: a test in bluegill sunfish. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 18: 59-66.

Doulrelant, C., P.K. McGregor and R.F. Oliveira. 2001. The effect of an audience on intrasexual communication in male Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *Behav. Ecol.* 12: 283-6.

Forselius, S. 1957. Studies of Anabantid fishes. *Zool. Bidrag fran Uppsala* 32: 95-597.

Gordon, M. and H.R. Axelrod. 1968. Siamese Fighting Fish. TFH Publications, Inc., New Jersey.

Iersel, J.J.A. van. 1953. An analysis of the parental behaviour of the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.). *Behaviour Suppl.* 3: 1-159.

Jaroensutasinee, M. and K. Jaroensutasinee. 2001a. Bubble nest habitat characteristics of wild-caught Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *J. Fish Biol.* 58: 1311-9.

Jaroensutasinee, M. and K. Jaroensutasinee. 2001b. Sexual size dimorphism and male contest in wild Siamese fighting fish. *J. Fish Biol.* 59: 1614-21.

Jaroensutasinee, M. and K. Jaroensutasinee. 2003. Type of intruder and reproductive phase influence male territorial defence in wild-caught Siamese fighting fish. *Behav. Processes* 64: 23-9.

Kodric-Brown, A. 1989. Dietary carotenoids and male mating success in the guppy: An environmental component to female choice. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 25: 393-401.

Lavery, R.J. and M.H.A. Keenleyside. 1990. Parental investment of a biparental cichlid fish, *Cichlasoma nigrofasciatum*, in relation to brood size and past investment. *Anim. Behav.* 40: 1128-37.

Leimar, O. and M. Enquist. 1984. Effects of asymmetries in owner-intruder conflicts. *J. Theor. Biol.* 111: 475-91.

Lindström, K. and C. Wennström. 1994. Expected future reproductive success and parental behaviour in the sand goby, *Pomatoschistus minutus* (Pisces, Gobiidae). *J. Fish Biol.* 44: 469-77.

Magnhagen, C. and K. Vestergaard. 1993. Brood size and offspring age affect risk-taking and aggression in nest-guarding common gobies. *Behaviour* 125: 233-43.

Parker, G.A. 1974. Assessment strategy and the evolution of animal conflicts. *J. Theor. Biol.* 47: 223-43.

Pressley, P.H. 1981. Parental effort and the evolution of nest-guarding tactics in the threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. *Evolution* 35: 282-95.

Ridgway, M.S. 1988. Development stage of offspring and brood defense in smallmouth bass (*Micropterus dolomeiui*). *Can. J. Zoo* 66: 1722-8.

Ridgway, M.S. 1989. The parental response to brood size manipulation in smallmouth bass (*Micropterus dolomeiui*). *Ethology* 80: 47-54.

Riechert, S.E. 1998. Game theory and animal contests. *In* Dugatkin, L.A. and H.K. Reeve (eds.), Game Theory & Animal Behavior, pp. 64-93. Oxford University Press, New York,

Robertson, C.M. and P.F. Sale. 1975. Sexual discrimination in the Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan). *Behaviour* 54: 1-25.

Simpson, M.J.A. 1968. The display of the Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *Anim. Behav. Monogr.* 1: 1-73.

Smith, C. and R.J. Wootton. 1995. The costs of parental care in teleost fishes. *Rev. Fish Biol. Fisher* 5: 7-22.

Smith, C. and R.J. Wootton. 1999. Parental energy expenditure of the male three-spined stickleback. *J. Fish Biol.* 54: 1132-6.

Torricelli, P., M. Lugli and G. Gandolfi. 1985. A quantitative analysis of the fanning activity in the male *Padogobius martensii* (Pisces: Gobiidae). *Behaviour* 92: 288-301.

Townshend, T.J. and R.J. Wootton. 1985. Adjusting parental investment to changing environmental conditions: the effect of food ration on parental behaviour of the convict cichlid, *Cichlasoma panamense*. *Anim. Behav.* 33: 494-501.

Walter, B. and F. Trillmich. 1994. Female aggression and male peace keeping in a cichlid fish harem: conflict between and within the sexes in *Lamprologus ocellatus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 34: 105-12.

Yamamoto, M.E., S. Chellappa, M.S.R.F. Cacho and F.A. Huntingford. 1999. Mate guarding in an Amazonian cichlid, *Pterophyllum scalare*. *J. Fish Biol.* 55: 888-91.

Metapopulation and Its Applications in Conservation Biology

Koson Yuttham, Mullica Jaroensutasinee and Krisanadej Jaroensutasinee
Institute of Science, Walailak University, Nakhon Si Thammarat 80160, Thailand

Metapopulation, originally pioneered by Levins (1969), refers to a series or set of local populations, each existing on a patch of suitable habitat that is separated from other occupied patches by unsuitable terrain. Each population has its own relatively independent dynamics. The long-term persistence and stability of the metapopulation arise from a balance between population extinction and recolonisation (Hanski and Gilpin, 1997). Although metapopulation concepts are not commonly fit to real world conditions and there are still questions about the generality of metapopulation dynamics and the applicability of metapopulation models to specific problems in conservation, they have contributed significant insights into conservation and have inspired field studies focused on collecting key data on demography and movement. Moreover, metapopulation concepts have had positive effects in conservation research, especially, as interest in metapopulation dynamics has prompted renewed research concerning dispersal capacities that is extremely valuable in understanding population structure. Therefore, metapopulation concepts replace the island biogeography concepts that have been used in the past for decades.

Key words: metapopulation, demography, island biogeography

Introduction

The term metapopulation was first introduced by Levins (1969). Studies using metapopulation generally subdivide the general population into a series of local populations with a balance between extinctions and recolonisations of local populations that facilitates long-term persistence of the metapopulation. The key process is the interpatch connection functions by migration (Figure 1) (Hanski and Gilpin, 1997). Metapopulation models have been widely used in the biological field including in population ecology, conservation biology, and pest control (for details see Wu, 1993; Harrison, 1994; Hanski and Gilpin, 1997; Takagi, 1999; Fagan et al., 2002).

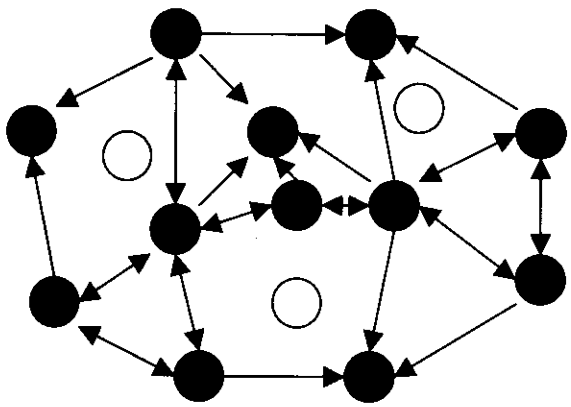


Figure 1. The ideal metapopulation is a set of local populations in which the interpatch connection functions by migration facilitate long-term persistence with the balance between colonisation and extinction. The empty habitat patches (in white) are susceptible to colonisation from nearby local population. Local populations whose persistence depends on immigration from nearby local populations (sink populations) are shown in black, while the sources of immigrants (source populations) are shown in grey (Marquet, 2002).

Modelling has become an important tool in population and conservation biology as evidenced by many books that provide excellent advice on model construction, that have recently published by such authors as: Cappuccino and Price, 1995; Haefner, 1996; Hanski and Gilpin, 1997; Hilborn and Mangel, 1997; Roughgarden, 1998; Shugart (1998).

What is a model? A model is a representation of a particular thing, idea, or condition (Jackson et al., 2000). Models can be very simple, such as a logistic growth model for a single species, or extremely complex, such as an individual based model. Model can be categorised into two classes: qualitative (expressed in words or diagrams) and quantitative (expressed in mathematical equations or

computer languages) (Wu, 1993). Many ecological theories today are represented in largely mathematical terms because mathematics provides the most precise language to describe complex ecological systems and is also an ideal tool for prediction in ecological systems (Tilman et al., 1994; Jansen, 1995; Gyllenberg and Hanski, 1997; Hanski and Ovaskainen, 2000; Keymer et al., 2000; Casagrandi and Gatto, 2002). However, mathematical formulations have limitation in that they usually force ecologists to make clear and unambiguous assumptions. There are many models used in population ecology including metapopulation models. Metapopulation models are useful and popular models that fall into the quantitative type and are always represented as analytical or simulation models.

There are three types of modelling approaches used in metapopulation studies assuming many habitat patches and local population (Hanski and Gilpin, 1997): (1) spatially implicit approaches, often based on a critical simplification of what at first appears as a hopelessly complex problem, in which the habitat patches and local populations are discrete (and are generally assumed to have independent dynamics) but are assumed to be all equally connected to each other, (2) spatially explicit approaches in which it is assumed that local populations are arranged as cells on a regular grid (lattice), with population sizes modelled as either discrete or continuous variables and where local populations are assumed to interact only with local populations in the nearby cells, and (3) spatially realistic approaches in which the models allow one to include in the model the specific geometry of particular patch networks, such as how many patches there are in the network, how large they are, and where exactly they are located. For more details see Table 1.

Table 1. Three types of modelling approaches used in metapopulation studies. The table provides definitions, examples, advantages, and disadvantages of each type of modelling approach.

Modelling Approaches	**Definition**	**Examples**	**Advantages**	**Disadvantages**
Spatially Implicit Models	Model in which all local populations are equally connected.	Classical Levins model, and all patch models and structured models	It greatly facilitates the mathematical and conceptual analysis.	It can be used to study only a subset of all interesting questions, such as, what if migration rate is high enough to rescue local population?
Spatially Explicit Models	Model in which migration is distance-dependent, often restricted to the nearest habitat patches; the patches are typically identical cells on a regular grid, and only presence or absence of the species in a cell is considered.	Cellular automata models, interacting particle systems, and couple map lattice models	The mathematical rules that govern local behaviour are the same from cell to cell and it is easy to write a computer program to model the dynamics.	The state of the metapopulation cannot be described simply by the fraction of cells occupied; an entire vector of presences and absences is needed.
Spatially Realistic Models	Model that assigns particular areas, spatial locations, and possibly other attributes to habitat patches, in agreement with real patch networks; spatially realistic models.	Simulation models and the incidence function model	The model is closely linked with empirical field studies.	Meaningful application of the model assumes much data.

In this review article, we will briefly describe the metapopulation concepts and how metapopulation concepts are applied in conservation (for excellent detail see Hanski and Gilpin, 1997). Finally, we will give some ideas about the use and misuse of metapopulation studies, especially concerning rules for both theoreticians and conservationists which have been argued by Doak and Mills (1994).

Mathematical Modelling

The pioneer metapopulation model was first proposed by Levins (1969) (for detail see Box 1). This model has been modified and widely used in population studies because the habitats used by most species are becoming fragmented; therefore the populations fall into metapopulation concepts (Box 2).

Box 1. The classical Levins metapopulation model

The classical Levins metapopulation model assumes that N, the large number of available discrete habitat patches, is constant and that all patches have the same size and quality. All patches are connected with each other via migration. In Levins model, habitat patches are scored only as occupied or unoccupied, and actual sizes of the local population are ignored. Denote the number of occupied and unoccupied patches by O and U, respectively. At equilibrium, we assume that each individual in the patch produces a total of β propagules per time unit and these propagules find unoccupied patches at a rate U/N. We assume that the occupied patches become extinct at a rate e. The equations that represent this system are (Marquet, 2002):

$$\frac{dO}{dt} = \beta O \frac{U}{N} - eO$$
$$\frac{dU}{dt} = -\beta O \frac{U}{N} + eO \qquad (1)$$

Dividing the Eq. 1 by N, defining $O/N = P$ (the fraction of occupied habitat patches) and $U/N = 1- P$ (the fraction of patches available for colonisation), then Eq. 1 can be written as the classic Levins metapopulation model.

$$\frac{dP}{dt} = \beta P(1-P) - eP \qquad (2)$$

From the box 1, at equilibrium, $\frac{dP}{dt} = 0$, the proportion of occupied sites can be investigated by,

$$P^* = 1 - \frac{e}{\beta} \qquad (1)$$

In the classical Levins metapopulation model, the lifetime of a local population is exponentially distributed with parameter e because the extinction is modelled by assigning a constant rate e, that is to say the expected lifetime of a local population is $1/e$. The empty suitable patches are colonised with the colonisation rate β. Therefore, the expected number of local populations that have been colonised by one local population during its lifetime equals

$$R_0 = \frac{\beta}{e} \qquad (2)$$

The threshold condition of metapopulation persistence is represented as the following condition:

$$R_0 > 1 \qquad (3)$$

In a metapopulation context, this threshold condition determines when a landscape composed of a set of empty patches is successfully colonised, and also determines its long-term persistence (Marquet and Velasco-Hernández, 1997).

Box 2. The concept of Levins metapopulation model

The concept of an ideal metapopulation model consists of four main assumptions that are (Hanski and Gilpin, 1997):

1) Space is discrete, therefore, it is possible and useful to distinguish between habitat patches that are suitable for focal species and the rest of the environment.
2) Habitat patches have equal area, isolation, and quality.
3) The dynamics of all local populations are assumed to be asynchronous events containing independent dynamics of each local population.
4) The exchange rate of individuals among local populations is so low that migration has no real effect on local dynamics in the existing populations (local dynamics occur on a fast time scale in comparison with metapopulation dynamics). This feature facilitates the long-term persistence of the metapopulation with the balance of extinction followed by colonisation.

Note that the habitat patches of the metapopulation are large enough to accommodate panmictic local populations, but not larger.

Metapopulation Conservation Biology

In the past, conservation biology emphasised habitat relationships of individual species to a focus on refuge design, guided by the dynamic theory of island biogeography and the genetic deterioration owing to drift and inbreeding. This theory dealt with species richness of communities. For new conservation biology we aim at studying the population level, since the older concept, island biogeography, has been replaced by the new concept, metapopulation, which describes the population level (Figure 2). However, the island biogeographic theory shares key underpinnings with metapopulation models that are by nature discrete entities, with movement of individuals among relatively unstable local populations. There is also an obvious difference between these theories which is that the island biogeographic theory treats communities, not individual species.

According to the definition of metapopulation, we will describe how metapopulation can be applied in conservation biology to answer these frequently asked questions: Does it follow that most species persist in a balance between extinction and recolonisation? Are all species truly metapopulations, if a long enough time scale is considered? What is the minimum amount of suitable habitat necessary for metapopulation survival? Can we apply metapopulation concepts to conservation? What has been modified from the classical Levins model?

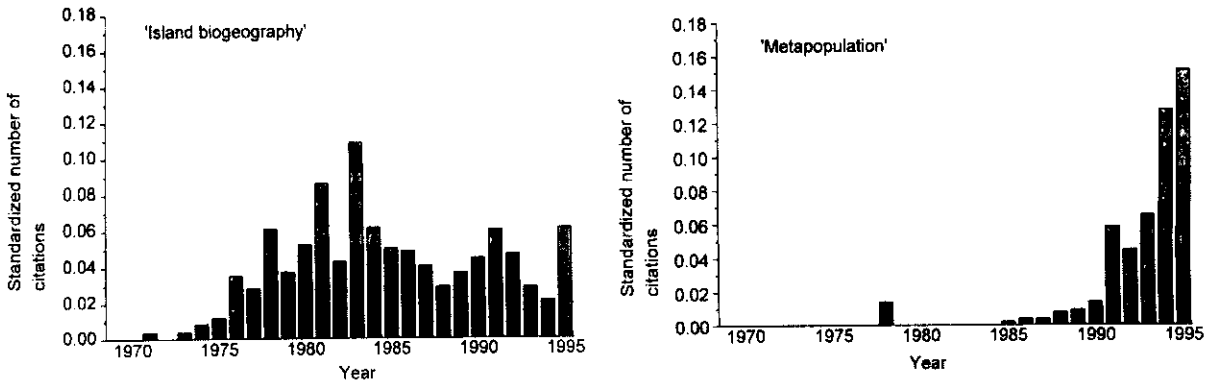


Figure 2. Number of citation to keyword "island biogeography" and "metapopulation" in the BIOSIS database in 1970-1995, standardised by the respective total number of papers in the data base (Hanski and Gilpin, 1997).

For the question of whether or not most species in the real world persist in the balance between extinction and colonisation, we argue that such a situation may not always be occurring. This is supported because: (a) Landscape fragmentation is the major cause for extinction of local population as stress by many authors who work on empirical field studies (Beier, 1995; Lenihan and Peterson, 1998; Kurki et al., 2000; Lindenmayer et al., 2001) as well as those working on the theoretical studies

(Gyllenberg and Hanski, 1997; Bascompte and Solé, 1998; Casagrandi and Gatto, 1999; Hanski and Ovaskainen, 2000; Casagrandi and Gatto, 2002). Therefore, local extinctions may occur in the course of a species' decline to regional extinction with recolonisation occurring infrequently or not at all due to the fact that the species' habitats are undergoing reduction and fragmentation naturally or caused by humans. (b) The population in nature is not usually represented by local populations with the same size and quality, but persist as the mainland-island metapopulation (Harrison, 1994) in which the mainland may be a single large or high-quality habitat patch, and it seems difficult or unlikely to go extinct. The island, in contrast, has colonisation and extinction events occurring more frequently. Therefore, in examining the persistence of the population in mainland-island metapopulation, the population viability of the mainland population is more appropriate. The island populations are also important in some events, especially the migration of the juvenile state to colonise island patches in which island patches persist as breeding patches for juvenile states of some organisms (Peacock and Smith, 1997). According to the empirical work on voles metapopulation, Crone et al. (2001) argued that it is not clear that voles would persist on larger islands (mainland patches) in the archipelago in the absence of recolonisation from smaller islands (island patches). Similarly, it is quite unlikely that voles could persist on tiny skerries in the absence of occasional colonisation from more persistent subpopulations on larger islands.

However, Hanski et al. (1995) examined the persistence of an endangered butterfly species (*Melitaea cinxia*) in a fragmented landscape in Finland (Figure 3). They surveyed the entire Finnish distribution of this endangered species within an area of 50 by 70 km^2, in a network of 1502 discrete habitat patches (dry meadows). They argued that the system of this butterfly species satisfied the four necessary conditions for a species to persist in a balance between stochastic local extinction and recolonisation: (1) the habitat patches support local breeding populations, (2) no single population is large enough to ensure long-term survival, (3) the patches are not so isolated as to prevent recolonisation, and (4) local dynamics are sufficiently asynchronous to make simultaneous extinction of all local populations unlikely. Furthermore, they also demonstrated that the occurrence of this butterfly in its naturally fragmented environment is consistent with two qualitative predictions and one quantitative prediction stemming from metapopulation models (see Hanski et al., 1995 for details). Moreover, the empirical data provided by Biedermann (2000) also demonstrated that the froghopper *Neophilaenus albipennis* metapopulation falls into the conditions of classical metapopulation (see Box 3 for detail).

Are all species truly metapopulations, if a long enough time scale is considered? It is perhaps true in a limited sense. A large population must eventually go extinct. Organisms with long-lifespan, such as large mammals simply have slower metapopulation dynamics than do insects (Harrison, 1994). It may, however, be true that all species are going to persist as metapopulations in a long-time scale consideration. There are many factors affecting this, for example, the ability of such organisms to disperse, the distance between patches that allows interpatch connection functions by migration, and the asynchronous dynamics of any local populations that seem to be true for patchy landscapes.

To answer the question of what the minimum amount of suitable habitat necessary for metapopulation survival is, we must examine the current research. However, most available studies are theoretical (Etienne and Heesterbeek, 2000; Bascompte et al., 2002). The important factors relating to the minimum amount of suitable habitat necessary for metapopulation survival are the viability of local populations and the size of local populations. When the size or quality of habitat patches decreases, the extinction of local populations is increased as has been argued by many authors (Akç akaya, 2000; Biedermann, 2000; Etienne and Heesterbeek, 2000; Horino and Miura, 2000). Biedermann (2000) used the minimum viable population (MVM) to predict long-term persistence of the metapopulation *N. albipennis* by using the incidence function model with an examination of the effect of patch size and of patch number (for details see Box 3).

An excellent example in using metapopulation model to fit the empirical data is shown in Box 3. In this example the authors also stress the application of the model to predict the future trend of the metapopulation and to conserve this metapopulation species using the concept of the minimum viable metapopulation (MVM) size. Doak and Mills (1994) argued that in cases where metapopulation concepts

are applied to conservation problems, we must recognise both the practical and political limitations we face. Both modelers and conservationists have to be concerned about the following points:

1. More work is needed on methods for estimating population and community parameters from incomplete data sets. The lack of data is the root cause of the prevalence of theory in conservation arguments; using theory to make the most of what data are available is an obvious but often criticised application of theory.
2. Theoreticians should clearly state how data could be productively and cheaply collected to assess the essence of their favorite phenomena. Because a model cannot be built with incomplete data, the theoreticians have to be concerned that if data are complete, then modelling can use them to make reliable predictions for management. If data are partially complete, then modelling may be useful in making qualitative predictions. Finally, if data are poor, modelling may not be useful at all.
3. Field workers should pay attention to the recommendations of the theoreticians and try to collect data that will be useful when parameterising models, and otherwise testing the importance of plausible theoretical concerns.
4. Modellers of real species or communities should seek to formulate the simplest models necessary to capture the relevant biological details of their systems.
5. Both theoreticians and field workers have to recognise that the primary purpose of building models is to make predictions because if you want to represent a realistic scenario, factual evidence is required.
6. Theoreticians have to be concerned that the idea of a large, multipurpose model is incompatible with the idea of a model as a focused problem-solving tool. If a different question is asked, it is likely that different model will be needed because simplifying assumptions will be different.

From the rules stressed by Doak and Mill (1994) above, there are many authors using mathematical models of metapopulation to fit the field data and to test the validation of these models (for detail see Table 2).

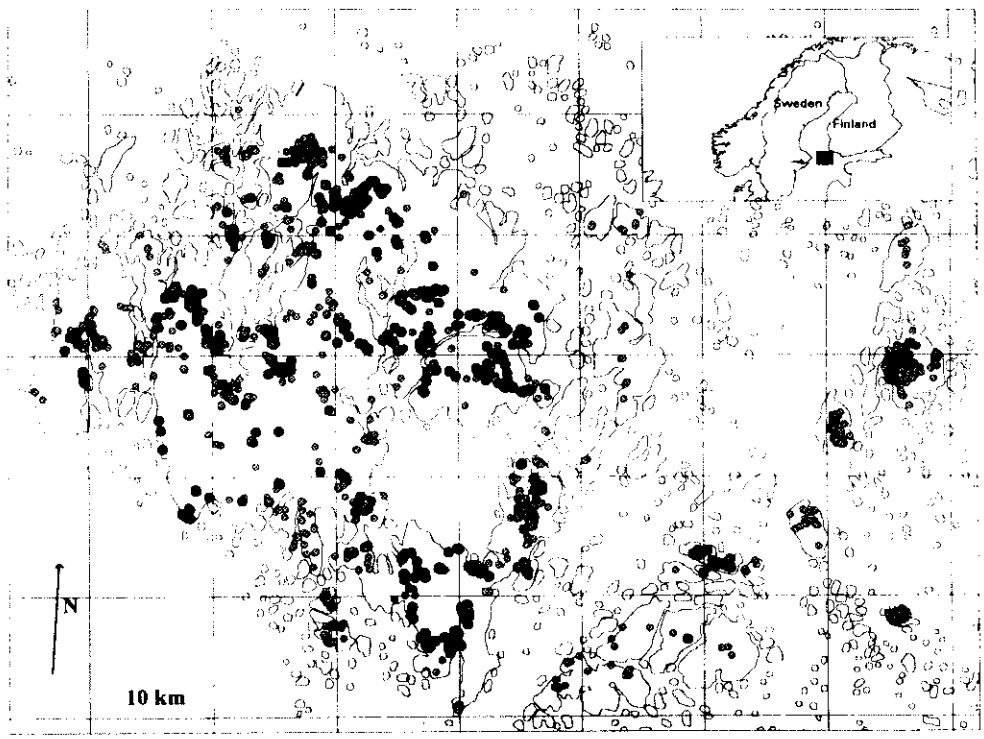


Figure 3. Map of Åland islands in southwestern Finland, showing the locations of the habitat patches (dry meadows) suitable for the Glanville fritillary *Melitaea cinxia* (dots). Patches that were occupied in late summer 1993 are shown by black dots. The size of the grid is 100 km^2 (Hanski and Gilpin, 1997).

According to the assumption of the classical Levins metapopulation model (Box 2), the metapopulation consist of a series of local habitat patches which are roughly the same in quality and size. The patches are classified only by the presence or absence of interested organisms. Each of the local population dynamics is independent from each other. Furthermore, the dynamics of all local populations is assumed to be asynchronous events. The interconnection between patches, equally for all patches, functions by migration in which it is assumed that the migration from the source patches does not affect the dynamics of the sink patches and the long-term persistence is incorporated by the balance of extinction and recolonisation. Finally, the metapopulation is assumed to be in the infinite world. In the real world, the population usually does not support these criteria, since there are some modifications of Levins metapopulation model evident (for details see Table 3).

Box 3. An example using mathematical model-fitting field data.

An excellent example of using a mathematical model to fit field observation data is the study of Biedermann (2000) who studied the occupancy pattern of the froghopper *Neophilaenus albipennis*, surveyed in a network of 506 patches of its host plant *Brachypodium pinnatum*, in the porphyry landscape north of Halle in Eastern Germany. The study area covered about 17 km^2 and is characterised by more than 200 porphyry and limestone outcrops with dry grassland, all within agricultural land. The size of the patches ranged from 1 to over 7000 m^2, the mean size being 118 m^2. The distribution according to area shows a high number of small patches.

In order to simulate the dynamics of the metapopulation the incidence function model (IF) was used. The model was successfully fitted to the field data. The model is spatially explicit and requires only a minimum of empirical data. This model is based on a linear first-order Markov chain in which each habitat patch has constant transition probabilities between the state of being empty or occupied. The IF used in this study is shown as,

$$J_i = \frac{1}{1 + e' / (S_i^2 \cdot A_i^x)}. \qquad (1)$$

J_i denotes the stationary probability of patch i being occupied (the incidence of the species in patch i), e' includes the extinction risk (e) and y' with $e' = e \cdot y'^2$ when y' is the combination of two parameters (the steepness of recolonising probability by increasing the number of immigrants, y, and the density and the emigration characteristics of the species, β, with $y' = y / \beta$), S_i the expression $\sum p_j \cdot \exp(-\alpha \cdot d_{ij}) \cdot A_j^b$ (β represents the density and the emigration characteristics of the species, α states the effect of distance on dispersal success, d_{ij} the distance between patch i and j, A_j the area size of patch j, b the dependency of emigration on patch size, and p_i equals 1 for occupied and 0 for empty patches), x the environment stochasticity, and A_i the patch area.

The IF can be fitted to the empirical data on spatial arrangement and patch occupancy of *N. albipennis* by using maximum likelihood (*ML*) regression to obtain the value of α, e', and x. The model was iterated until the minimum value of *ML* was found. The total number of turnover of patch occupancy, which is required in order to get the values of y' and e, can be obtained from the following equation:

$$T = \sum \frac{1}{S_i^2 + y'^2} \cdot (S_i^2 \cdot (1 - p_i) + \frac{e' \cdot p_i}{A_i^x}) \qquad (2)$$

The values of the parameter estimation of the incidence function model of the metapopulation of *N. albipennis* are: $\alpha = 2.58$, $e' = 1.88$, $x = 0.839$, $ML = 148.2$, $T = 45$, $y' = 17.9$, and $e = 0.00587$.

A sensitivity analysis on the parameters extinction rate e and environmental stochasticity x was performed by analysing the model result with varying parameter values. The model result is the minimum number of patches for the survival of the metapopulation for 100 years. The extinction varied from 0.002 to 0.010. The minimum number of patches required for a survival probability of 95% in the patch size class 101-1,000 m^2 strongly depends on the extinction rate. An alteration in e by 10% results in a decrease or increase in the model result by three patches (Figure 1a). The environmental stochasticity varied from 0.2 to 1.6. The relationship between the minimum number of patches required for a survival probability of 95% in the patch size class 101-1,000 m^2 and the environmental stochasticity x is less steep than in the extinction rate. An alteration in x by 10% results in a decrease or increase by two patches (Figure 1b).

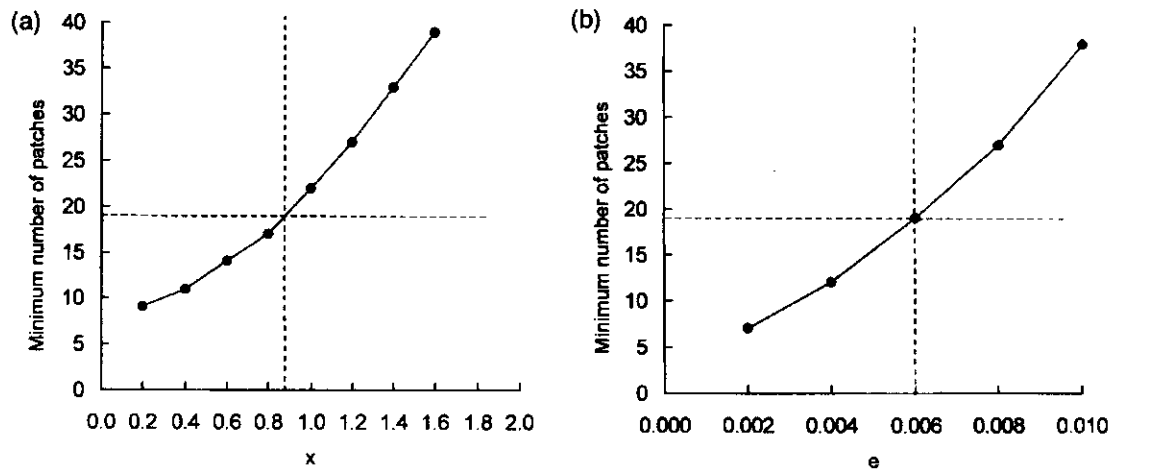


Figure 1. Sensitivity analysis: minimum number of patches (size class 101-1,000 m^2) required for a survival probability of 95% (100 years) for the metapopulation with varying parameter values of (a) the environmental stochasticity *x* and (b) the extinction rate *e*.

In conservation, the concept of the minimum viable metapopulation (MVM) size was used. For the metapopulation of *N. albipennis* a minimum number of 93 patches for a period of 100 years is derived from the simulation results. Reducing the patch number to this value, the simulation yields a survival probability of 95%, if the remaining patches in the study area are 118.0 m^2, that is 93 patches covering 10,974 m^2. A metapopulation solely built up of patches of 101-1,000 or 1,001-7,233 m^2 would require a total area of suitable habitat of 6,089 or 11,711 m^2, respectively. If the mean density is 2.1 individuals per m^2 and the fraction occupied is 17.8%, the population size of this species will be about 2,300-4,400 individuals. In conservation practice individual stands of the host plant are seldom a target of protection efforts. In the study area those efforts would focus on patches of dry grassland. The host plant of *N. albipennis* covers an average of 3.8% of the dry grassland. Therefore, a total area of 0.16-0.31 km^2 of dry grassland would be required to preserve the minimum number of patches for the long-term persistence of the metapopulation. This is 0.9-1.8% of the study area. The total amount of dry grassland in the study area is about 5%, so that finally, between one-fifth and one-third of the dry grassland of the porphyry landscape would be required for the long-term persistence (100 years) of the metapopulation of *N. albipennis*.

Table 2. Examples of using metapopulation mathematical models to fit the field data. The table provides the species, model/methodology that was used, and whether or not these species characterise the metapopulation according to the assumptions described in Box 2 (1, 2, 3, and 4). – represents none of details provided in the studies.

Empirical Species	Model/Methodology	References	Assumptions
Measles	Generalised Linear Models (GLMs)	Finkenstädt and Grenfell, 1998.	1
Dingy skipper butterfly (*Erynnis tages*)	Mark-Release-Recapture Technicqes (MMR)	Gutiérrez et al., 1999.	1, 3, 4
Ringlet butterfly (*Aphantopus Hyperantus*)	Mark-Release-Recapture Techniques (MMR)	Sutcliffe et al., 1997.	1 (partially patchy system)
Glanville fritillary butterfly (*Melitaea cinxia*)	(1) Logistic Regression Model	Hanski and Singer, 2001.	1, 3, 4
	(2) Levins model, Core-Satellite hypothesis, and Incidence Function (IF) Model	Hanski et al., 1995.	1, 3, 4
Froghopper (*Neophilaenus albipennis*)	Incidence Function Model	Biedermann, 2000.	1, 3, 4
Mountain pygmy-possums (*Burramys parvus*)	Population Viability Analysis (PVA)	McCarthy and Broome, 2000.	1, 3, 4 (female)
	Hetergeneity Model (Program CAPTURE)	Broome, 2001.	1, 3, 4

Table 2. (Continued).

Empirical Species	Model/Methodology	References	Assumptions
Weevil (*Hadramphus spinipennis*) and its host plant (*Aciphylla dieffenbachia*)	Spatially Explicit Model (determined spatial pattern of host plant and dynamics of weevil)	Johst and Schöps, 2003.	1, 3, 4
Laughing kookaburra (*Dacelo novaeguineae*) and sacred kingfisher (*Todiramphus sanctus*)	Analysis the Likelihood of Extinction (ALEX)	Lindenmayr et al., 2001.	-
Yellow legged herring gull (*Larus cachinnans*)	Multi-Site Matrix	Brooks and Lebreton, 2001.	-
Helmeted honeyeater (*Lichenostomus melanops cassidix*)	Population Viability Analysis (PVA)	Akçakaya et al., 1995.	-
Piping plover (*Charadrius melodus*)	Population Viability Analysis (VORTEX version 7)	Plissner and Haig, 2000.	1, 3, 4
White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*)	Metapopulation Model	Carlson, 2000.	-
Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*)	Multi-Scaled Metapopulation Model Population Viability Analysis (PVA)	York et al., 1996. Gerber and VanBlaricom, 2001.	1, 4 1, 4
Japanese black bear (*Ursus thibetanus japonicus*)	Population Viability Analysis (PVA)	Horino and Miura, 2000.	1, 3, 4
Vole (*Microtus agrestis*)	Levins Model and Incidence Function (IF) Model	Crone et al., 2001.	1, 3, 4

Table 3. Examples of modifications of the classical Levins metapopulation model.

Modifications	Results	References
Spatially Structured Metapopulation Models		
• The model includes demographic stochasticity in which the model used is specified Markov process, and then the simulation results were compared with the field data.	The model is realistic as it was designed to fit the field data of three species: *Pterostichus lepidus*, *Pterostichus niger*, and *Bolitotherus cornutus*, and so it effectively presents it.	Casagrandi and Gatto, 2002.
• The models incorporate spatial and temporal variation in patch quality and the rescue effect.	The correlation between the fractions of suitable patches and empty patches is positive if and only if the average value of the resource decreases as the number of patches increase, while the rescue effect and change in patch number have the opposite effect.	Gyllenberg and Hanski, 1997.
• Patch areas varied according to real population systems and human landscape modification.	*Aphantopus hyperantus* is more likely to leave small rather than large patches and more likely to arrive in large rather than small patches.	Sutcliffe et al., 1997.
• The model includes the consideration of habitat destruction.	Habitat destruction is the important factor affecting the persistence of organisms. As habitat destruction increases the probability of persistence of organisms is decreased.	Bascompte and Solé, 1998.
• The mesoscale approach in which it is subjected to demographic stochasticity, environmental catastrophes and habitat loss.	The good disperser species are affected more by habitat destruction than by environmental disasters.	Casagrandi and Gatto, 1999.

Table 3. (continued).

Modifications	Results	References
• The model includes the rescue effect.	The model does not fit with field data.	Hanski et al., 1995.
• The incidence function model allows one to make quantitative prediction about patch occupancy in particular patch networks.	The model successfully predicted patch occupancy for some of the field data collected.	Hanski et al., 1995.
• The model includes the variation of matrix quality.	A higher-quality matrix generally buffers against extinction. However, it depends on exact conditions of the metapopulation.	Vandermeer and Carvajal, 2001.
Cellular Automata Models		
• Each local population only interacts with the nearby local populations.	The rescue effect has its most importance influence when the topological structure is the same in which self-organised spatio-temporal patterns appear.	Keymer et al., 1998.
• Applied pair approximation to metapopulation.	The spatial correlations of habitat types completely determine equilibrium population density on suitable sites. The amount of suitable habitat has no effect, precisely the opposite of what the mean-field approximation predicts.	Hiebeler, 2000.
• The model includes the consideration of habitat destruction. Each local population only interacts with the nearby local populations	Habitat destruction is the most important factor affecting the persistence of organisms. As habitat destruction increases the probability of persistence of organisms is decreased.	Bascompte and Solé, 1998.
• The lattice metapopulation model that is based on the interacting particle systems in which they incorporate explicitly both metapopulation and patch dynamics.	Metapopulation persistence and extinction are strongly influenced by the rate at which the landscape changes, in addition to the amount of habitat destroyed.	Keymer et al., 2000.
• Applies the two analytical approaches, metapopulation capacity and pair approximation, to study the metapopulation dynamics and the pattern of habitat loss.	An increasing correlation in the spatial arrangement of the remaining habitat increases patch occupancy. This increase is more evident for species with short-range than long-range dispersal. To be most beneficial for metapopulation size, the range of spatial correlation in landscape structure should be at least a few times greater than the dispersal range of the species.	Ovaskainen et al., 2002.

Discussion

Although metapopulation concepts are not commonly fit to real word conditions and there still may be questions regarding the generality of metapopulation dynamics and the applicability of metapopulation models to specific problems in conservation, they have contributed important insights to conservation and have inspired field studies focused on collecting key data on demographics and movement (Hanski and Gilpin, 1997). Furthermore, as stressed by Doak and Mills (1994), metapopulation concepts have had positive effects in conservation research. In particular, interest in metapopulation dynamics has prompted renewed research concerning dispersal capacities that is extremely valuable in understanding population structure. Moreover, metapopulation models investigating the effects of correlation in extinction risks and dispersal probabilities have also led to

greater concern about these phenomena among field researchers. For all of the reasons stated above, in cases considering metapopulation-like populations, we need to be careful to consider how underlying ecological and behavioural mechanisms can shape the rules by which metapopulation dynamics operate.

Acknowledgements

This study was supported by CX-KURUE, the Institute of Research and Development, Walailak University. The authors would like to thank Alexandria S. Hadden for comments on the previous version of the manuscript and to thank Development and Promotion of Science and Technology Talents Project, Thailand.

References

Akçakaya, H.R. 2000. Viability analyses with habitat-based metapopulation models. *Popul. Ecol.* 42: 45-53.

Akçakaya, H.R., M.A. McCarthy and J.L. Pearce. 1995. Linking landscape data with population viability analysis: management options for the Helmeted Honeyeater *Lichenostomus melanops cassidix*. *Biol. Conserv.* 73: 169-176.

Bascompte, J. and R.V. Solé. 1998. Effects of habitat destruction in a prey-predator metapopulation model. *J. Theor. Biol.* 195: 383-393.

Bascompte, J., H. Possingham and J. Roughgarden. 2002. Patchy populations in stochastic environments: critical number of patches for persistence. *Am. Nat.* 159: 128-137.

Beier, P. 1995. Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat. *J. Wildl. Manage.* 59: 228-237.

Biedermann, R. 2000. Metapopulation dynamics of the froghopper *Neophilaenus albipennis* (F., 1798) (Homoptera, Cercopidae) – What is the minimum viable metapopulation size?. *J. Ins. Conserv.* 4: 99-107.

Brooks, E.N. and J-D. Lebreton. 2001. Optimizing removals to control a metapopulation: application to the yellow legged herring gull (*Larus cachinnans*). Ecol. *Modelling* 136: 269-284.

Broome, L.S. 2001. Intersite differences in population demography of mountain Pygmy-Possums *Burramys parvus* Broom (1986-1998): implications for metapopulation conservation and Ski Resorts in Koskiuszko National Park, Australia. *Biol. Conserv.* 102: 309-323.

Cappuccino, N. and P.W. Price. 1995. Population Dynamics: New Approaches and Systhesis, Academic Press, London.

Carlson, A. 2000. The effect of habitat loss on a deciduous forest specialist species: the White-Backed Woodpecker (*Dendrocopos Leucotos*). *For. Ecol. Manage.* 131: 215-221.

Casagrandi, R. and M. Gatto. 1999. A mesoscale approach to extinction risk in fragmented habitats. *Nature* 400: 560-562.

Casagrandi, R. and M. Gatto. 2002. A persistence criterion for metapopulations, *J. Theor. Biol.* 61: 115-125.

Crone, E.E., D. Doak and J. Pokki. 2001. Ecological influences on the dynamics of a field vole metapopulation. *Ecology* 83: 831-843.

Doak, D.F. and L.S. Mills. 1994. A useful role for theory in conservation. *Ecology* 75: 615-626.

Etienne, R.S. and J.A.P. Heesterbeek. 2000. On optimal size and number of reserves for metapopulation persistence. *J. Theor. Biol.* 203: 33-50.

Fagan, W.F., M.A. Lewis, M.G. Neubert and P.V.D. Driessche. 2002. Invasion theory and biological control. *Ecol. Lett.* 5: 148-157.

Finkenstädt, B. and B. Grenfell. 1998. Empirical determinants of measles metapopulation dynamics in England and Wales. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 265: 211-220.

Gerber, L.R. and G.R. VanBlaricom. 2001. Implications of three viability models for the conservation status of the western population of Steller Sea Lions (*Eumetopias jubatus*). *Biol. Conserv.* 102: 261-269.

Gutiérrez, D., C.D. Thomas and J.L. León-Cortés. 1999. Dispersal, distribution, patch network and metapopulation dynamics of the Dingy Skipper Butterfly (*Erynnis tages*). *Oecologia* 121: 506-517.

Gyllenberg, M. and I. Hanski. 1997. Habitat deterioration, habitat destruction, and metapopulation persistence in a heterogeneous landscape. *J. Theor. Biol.* 1997: 198-215.

Haefner, J.W. 1996. Modelling Biological System: Principles and Applications, Chapman and Hall, London.

Hanski, I., T. Pakkala, M. Kuussaari and G. Lei. 1995. Metapopulation persistence of an endangered butterfly in a fragmented landscape. *Oikos* 72: 21-28.

Hanski, I. and M.E. Gilpin. 1997. Metapopulation Biology: Ecology, Genetics, and Evolution, Academic Press, London.

Hanski, I. and M.C. Singer. 2001. Extinction-colonization dynamics and host-plant choice in butterfly metapopulation. *Am. Nat.* 158 (4): 341-353.

Hanski, I. and O. Ovaskainen. 2000. The metapopulation capacity of a fragmented landscape. *Nature* 404: 755-758.

Harrison, S. 1994. Metapopulation and conservation. *In* Edwards, P.J., R.M. May and N. Weeb (eds.), Large Scale Ecology and Conservation Biology, pp. 111-128. Blackwell, Oxford.

Hiebeler, D. 2000. Populations on fragmented landscapes with spatially structured heterogeneities: landscape generation and local dispersal. *Ecology* 81(6): 1629-1641.

Hilborn, R. and M. Mangel. 1997. The Ecological Detective: Confronting Models with Data, Princeton University Press, New Jersey.

Horino, S. and S. Miura. 2000. Population viability analysis of a Japanese Black Bear population. *Popul. Ecol.* 42: 37-44.

Jackson, L.J., A.S. Trebitz and K.L. Cottingham. 2000. An introduction to the practice of ecological modelling. *Bioscience* 50: 694-706.

Jansen, V.A.A. 1995. Effects of dispersal in a tri-trophic metapopulation model. *J. Math. Biol.* 34: 195-224.

Johst, K. and K. Schöps. 2003. Persistence and conservation of a consumer-resource metapopulation with local overexploitation of resources. *Biol. Conserv.* 109: 57-65.

Keymer, J.E., P.A. Marquet and A.R. Johnson. 1998. Pattern formation in a patch occupancy metapopulation model: a cellular automata approach. *J. Theor. Biol.* 194: 79-90.

Keymer, J.E., P.A. Marquet, J.X. Velasco-Hernández and S.A. Levin. 2000. Extinction thresholds and metapopulation persistence in dynamic landscapes. *Am. Nat.* 156: 478-494.

Kurki, S., A. Nikula, P. Helle and H. Lindén. 2000. Landscape fragmentation and forest composition effects on grouse breeding success in Boreal forests. *Ecology* 81: 1985-1997.

Lenihan, H.S. and C.H. Peterson. 1998. How habitat degradation through fishery disturbance enhance impact of hypoxia on oyster reefs. *Ecol. Appl.* 8: 128-140.

Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 15: 237-240.

Lindenmayer, D.B., M.A. McCarthy, H.P. Possingham and S. Legge. 2001. A simple landscape-scale test of a spatially explicit population model: patch occupancy in fragmented South-Eastern Australian Forests. *Oikos* 92: 445-458.

Marquet, P.A. 2002. Metapopulation, Vol. 2, The earth system: biological and ecological dimensions of global environment change. *In* Mooney, H.A. and J.G. Canadell (eds.), Encyclopedia of Global Environmental Change. John Wiley & Son, Ltd, Chichester.

Marquet, P.A. and J.X. Velasco-Hernández. 1997. A source-sink patch occupancy metapopulation model. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 371-380.

McCarthy, M.A. and L.S. Broome. 2000. A method for validating stochastic models of population viability: a case study of the mountain Pygmy-Possum (*Burramys parvus*). *J. Anim. Ecol.* 69: 599-607.

Ovaskainen, O., K. Sato, J. Bascompte and I. Hanski. 2002. Metapopulation models for extinction threshold in spatially correlated landscape. *J. Theor. Biol.* 215: 95-108.

Peacock, M.M. and A.T. Smith. 1997. The effect of habitat fragmentation on dispersal patterns, mating behabior, and genetic variation in a Pika (*Ochotona princes*) metapopulation. *Oecologia* 112: 524-533.

Plissner, J.H. and S.M. Haig. 2000. Viability of Piping Plover *Charadrius melodus* metapopulations. *Biol. Conserv.* 92: 163-173.

Roughgarden, J. 1998. Primer of Ecological Theory, Prentice Hall, New Jersey.

Shugart, H.H. 1998. Terrestrial Ecosystems in Changing Environments, Cambridge University Press, Cambridge.

Sutcliffe, O.L., C.D. Thomas and D. Peggie. 1997. Area-dependent migration by ringlet butterflies generates a mixture of patchy population and metapopulation attributes. *Oecologia* 109: 229-234.

Takagi, M. 1999. Perspective of practical biological control and population theories. *Res. Popul. Ecol.* 41: 121-126.

Tilman, D., R.M. May, C.L. Lehman and M.A. Nowak. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* 371: 65-66.

Vandermeer, J. and R. Carvajal. 2001. Metapopulation dynamics and the quality of the matrix. *Am. Nat.* 158 (3): 211-220.

Wu, J. 1994. Modelling dynamics of patchy landscapes: linking metapopulation theory, landscape ecology and conservation biology. *In* 1993 Yearbook of Dept. of Systems Ecology, Chinese Academy of Science, Beijing.

York, A.E., R.L. Merrick and T.R. Loughlin. 1996. An analysis of the Steller Sea Lion metapopulation in Alaska. *In* McCullough, D.R. (ed.), Metapopulations and Wildlife Conservation, pp. 259-292. Island Press, Covelo, CA.