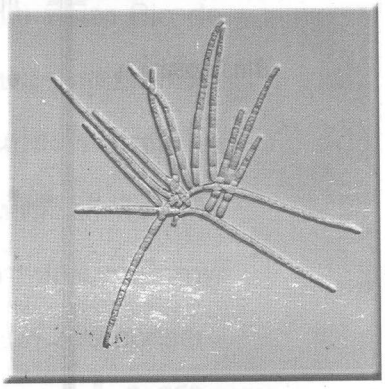
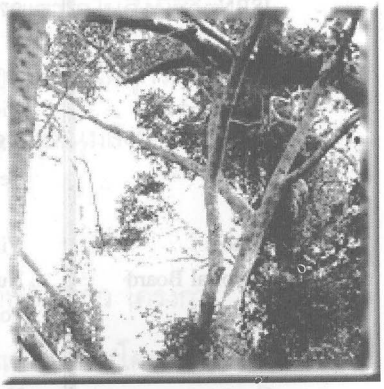
BRT

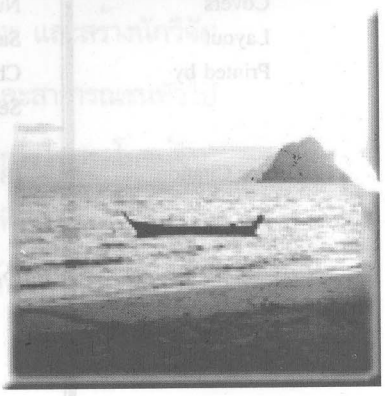
The Thai Response to Biodiversity

รายงานการวิจัย ในโครงการ BRT ๒๕๔๕

BRT RESEARCH REPORTS 2002







สนับสนุนโดย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

Biodiversity Research and Training Program

คำนำ

ปีนี้มีการประชุมขององค์กรสหประชาชาติที่สำคัญที่สุด คือ การประชุมสุดยอดของโลกว่าด้วยการพัฒนาอย่างยั่งยืน (World Summit on Sustainable Development หรือ WSSD) หรือที่รู้จักกันภายใต้ชื่อ ***"การประชุม Rio+10"*** ระหว่างวันที่ 26 สิงหาคม ถึง 4 กันยายน 2545 ที่เมือง Johannesburg ประเทศแอฟริกาใต้ ซึ่งเป็นการประชุมสุดยอดของผู้นำโลกต่อเนื่องจากการประชุมสุดยอดครั้งแรกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนา (United Nations Conference on Environment and Development หรือ UNCED) ที่เมือง Rio de Janeiro เมื่อ 10 ปีที่แล้ว (มิถุนายน 2535) หัวข้อใหญ่เรื่องหนึ่งในการประชุมสุดยอดทั้ง 2 ครั้งนั้น คือ เรื่อง ***"ความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity)"*** โดยเน้นประเด็นการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนาที่มีทรัพยากรชีวภาพที่ทรงคุณค่ามหาศาล ภายใต้กรอบการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพจะสังเกตว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอนุรักษ์สิ่งมีชีวิตไว้ในถิ่นกำเนิด (*in situ* conservation) นอกจากนั้นก็ยังจำเป็นที่จะต้องศึกษาหาองค์ความรู้ใหม่และความเข้าใจในสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ที่อยู่ร่วมกันเป็นระบบนิเวศอย่างได้ดุลยภาพในทุกระดับนับตั้งแต่ความหลากหลายทางพันธุกรรมและความหลากหลายของชนิดจนถึงชุมนุมสิ่งมีชีวิตที่ซับซ้อนในพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางระบบนิเวศในป่าเขตร้อน

ภายใต้หลักการการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพดังกล่าว โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ได้ดำเนินการให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ และสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ควบคู่ไปกับการเผยแพร่ความรู้และสร้างความเข้าใจให้แก่เยาวชน และสาธารณชนทั่วไปเกี่ยวกับคุณค่าของทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นไทยที่เชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ ตลอดเวลา 7 ปีที่ผ่านมานักวิชาการและนักศึกษาที่ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากโครงการ BRT ได้ผลิตผลงานการวิจัยในหลายมิติด้วยกันและมีความ

สัมพันธ์กันในระดับหนึ่ง องค์ความรู้ใหม่ที่เกิดจากโครงการวิจัยเหล่านี้มีคุณค่าสำหรับการพัฒนาต่อยอดในด้านวิชาการและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรชีวภาพด้วย โครงการ BRT จึงได้รวบรวมผลงานการวิจัยไว้เป็นรูปเล่มภายใต้ชื่อ ***"รายงานการวิจัยในโครงการ BRT"*** เป็นประจำทุกปี สำหรับปีนี้มีผลงานการวิจัยที่มีคุณค่าทางวิชาการที่สมควรได้รับการเผยแพร่แก่นักวิชาการและสาธารณชนทั่วไปจำนวน 25 เรื่อง ดังที่ปรากฏอยู่ในมือท่านนี้

โครงการ BRT มีความหวังว่าหนังสือรวมผลงานการวิจัยในลักษณะนี้จะมีประโยชน์ต่อนักวิชาการและต่อประเทศชาติโดยรวม เพื่อให้สอดคล้องกับการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพอย่างแท้จริง กระผมขอขอบคุณนักวิจัยและนักศึกษาทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์ผลงานวิชาการที่มีคุณภาพในครั้งนี้

วิสุทธิ์ ใบไม้

กันยายน 2545

สารบัญ

หน้า

คำนำ (ก)

Characteristics and Identification of *Aureobasidium pullulans* Isolated in Thailand 1-14
Hunsa Punnapayak, Sumalee Pichyangkura, Renoo Thavarorit and Montarop Sudhadham

Biodiversity and Ecological Study of Freshwater Fungi in Thailand 15-24
Somsak Sivichai

การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา 25-35
ปิยะ เฉลิมกลิ่น, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และ ชัยวัฒน์ บุญฟัก

Taxonomic Study of Ferns and Fern Allies at Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand 36-46
Yuttaya Yuyen and Thaweesakdi Boonkerd

Biosystematics of *Bauhinia pottsii* G. Don in Thailand 47-58
Supot Saengmanee, Obchant Thaithong and Thaweesakdi Boonkerd

ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์จากพรรณพืชบริเวณป่าเต่าดำ จังหวัดกาญจนบุรี 59-68
อุไร จิรมงคลการ และ ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา

การศึกษาพรรณพฤกษชาติในป่าตะวันออก 69-74
พงษ์ศักดิ์ พลเสนา

พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชนเผ่าซาไกในจังหวัดตรัง พัทลุง และยะลา 75-81
เกศริน มณีนูน พวงเพ็ญ ศิริรักษ์ และ ชูศรี ไตรสนธิ

Environmental and Anthropogenic Factors That Affect an Ecologically and Economically Important Tree, *Castanopsis indica*, in Northeastern Thailand 82-93
George Gale and Sudarut Tripetchkul

Post-Dispersal of Seeds in Feces of White-Handed Gibbons (*Hylobates lar*) by Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) 94-102
Janya Jatejaroen

แมลงน้ำและการประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำไหลในภาคเหนือของประเทศไทย 103-114
พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี, อาทิตย์ นันทขว้าง, แดงอ่อน พรหมมิ, ประจวบ ฉายบุ, เพ็ญแข ธรรมเสนานุกาพ, เดชา ทาปัญญา และ พรทิพย์ จันทรมงคล

การศึกษาหิ่งห้อยในประเทศไทย 115-120
อัญชนา ท่านเจริญ และ สังวรณ์ กิจทวี

ความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 121–130
องุ่น ลิ่ววานิช, สมหมาย ชื่นราม, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ และ ยุพา หาญบุญทรง

ความหลากหลายและความชุกชุมของแมลงดอกสักและนิเวศวิทยาการผสมเกสรของไม้สัก 132–139
สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ, R. Cunningham, ประสิทธิ เพียรอนุรักษ์, สุกโชติ อึ้งวิจารณ์ปัญญา, องุ่น ลิ่ววานิช และ สุระ พิมพะสาลี

Spiders of Doi Inthanon National Park 140–147
Pakawin Dankittipakul and Saowapa Sonthichai

ความหลากหลายทางชีวภาพของฟองน้ำที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (จังหวัดชลบุรี–ตราด) 148–155
นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์, ศิรุษา กฤษณะพันธุ์, ธรรมศักดิ์ ยีมีน, สุเมตต์ ปุจฉาการ และ Jane Fromont

การศึกษานิเวศวิทยาของกลุ่มสิ่งมีชีวิตบริเวณแหล่งปะการังในอ่าวไทย 156–165
ธรรมศักดิ์ ยีมิน, นิสิต เรืองสว่าง, สายประทีป อาษา, ปานหทัย นพชินวงศ์, จำเริญ บัวเรือง และ นกาลัย จันทรักษ์

Species Diversity and Abundance of Rhizostome Scyphozoans (Phylum Cnidaria) along the Coasts of Chon Buri and Phetchaburi Provinces 166–180
Nontivich Tandavanitj and Ajcharaporn Piumsomboon

ชีวภูมิศาสตร์ของหอยทากสวยงามสกุล *AMPHIDROMUS* 181–202
สมศักดิ์ ปัญหา, จิรศักดิ์ สุจริต, ปิโยรส ทองเกิด, ผจญ ธนมิตรานนท์ และ พงษ์ศักดิ์ พลเสนา

ความหลากหลายของกบ (Order Anura) ในประเทศไทย 203–211
วีรยุทธ์ เลาหะจินดา, โกวิท น้อยโคตร, จันทร์ทิพย์ อินทาระ และวารุณี เหลืองสกุลพงษ์

งานวิจัยสัตว์ป่าในผืนป่าตะวันตก 212–219
อนรรฆ พัฒนวิบูลย์

งานวิจัยสัตว์ป่าในพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก 220–225
ไสว วังหงษา

งานวิจัยสัตว์ป่าในผืนป่าภาคใต้ตอนบน 226–237
บุษบง ภาญจนสาขา

วิวัฒนาการของพาราไทรอยด์ฮอร์โมนยีนในสัตว์กลุ่มไพรเมท 238–254
สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์, โอสามุ ทาเกนากะ และ กันยา อนุกูลธนากร

Establishing and Verifying a New Anti-Inflammatory Screening Assay Utilizing Immortalized PGHS Deficient Cell Lines 255–260
Kanyawim Kirtikara and Sirichai Swangkul

รายนามและที่ติดต่อของผู้เขียนเฉพาะชื่อแรก

ชื่อ-นามสกุล	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
George Gale	0-2470-9751	0-2452-3455	george.and@kmutt.ac.th
Hunsa Punnapayak	0-2218-5479	0-2252-8979	-
Janya Jatejaroen	0-2279-0525 ต่อ 425	0-2247-7051	goongjanya@hotmail.com
Kanyawim Kirtikara	0-2564-6700	0-25646707	kanyawim@biotec.or.th
Nontivich Tandavanitj	0-2218-5394	-	seachyme@hotmail.com
Pakawin Dankittipakul	0-5394-3346,348	0-5389-2259	spicyomlet@hotmail.com
Somsak Sivichai	0-2564-6665	0-25646707	sivichai@biotec.or.th
Supot Saengmanee	0-2218-8503	0-2252-8972	-
Yuttaya Yuyen	0-2218-5504-3	0-2252-8979	yuttaya20@hotmail.com
เกศริน มณีนูน	0-7428-8482	0-7421-2917	mkatesarin@hotmail.com
ธรรมศักดิ์ ยีมิน	0-2319-5219 ต่อ 244	0-2319-4358	thamasak@ram1.ru.ac.th
นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์	0-2218-8039	0-2254-4259	-
บุษบง กาญจนสาขา	0-2579-9874	0-2579-9874	budsa@hotmail.com
ปิยะ เฉลิมกลิ่น	0-2579-5515 ต่อ 1125	0-2561-4771	tistr@tistr.or.th
พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี	0-5394-3348	-	p_luadee@hotmail.com
พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	0-3859-9113	0-3859-9113	-
วีรยุทธ์ เลาหะจินดา	0-2579-5994 ต่อ 115	0-2942-8695	-
สมศักดิ์ ปัญหา	0-2218-5273	0-2253-0337	somsakp@sc.chula.ac.th
สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์	0-2218-5275-6	0-2218-5386	suchinda.m@chula.ac.th
สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ	0-2940-7396	0-2940-7396	suwan@forest.go.th
ไสว วังหงษา	0-2940-7159	0-2579-9874	-
องุ่น ลิ่ววานิช	0-2579-4128	0-2940-5396	-
อนรรฆ พัฒนวิบูลย์	0-2561-4292 ต่อ 794	0-2561-4292 ต่อ 794 กด 14	anak@forest.go.th
อัญชนา ท่านเจริญ	0-2201-5276	0-2247-0079	-
อุไร จิรมงคลการ	0-2343-0286 ต่อ 4707	-	yp2624@yahoo.com

Characteristics and Identification of *Aureobasidium pullulans* Isolated in Thailand

Hunsa Punnapayak[1], Sumalee Pichyangkura[2], Renoo Thavarorit[1] and Montarop Sudhadham[1]

[1]Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand
[2]Department of Microbiology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

Aureobasidium pullulans, a yeast-like fungus, was isolated from nature in Thailand. Identification was primarily based on their morphology using light microscopy, and scanning and transmission electron microscopy. Sequencing of the Internal Transcribed Spacer domain of the rDNA gene was done to confirm the actual identification of the yeast. For the ITS sequencing, a large set of reference strains was included, allowing the reconstruction of a phylogenetic tree of Dothideales, a group with which *Aureobasidium* is thought to have close affinities. *A. pullulans* formed a well-delimited cluster, while the ITS was found to be heterogeneous within the species. Our strains were identical to the neotype culture of *A. pullulans*, and thus their correct identification was confirmed. *A. pullulans* produces a polysaccharide called pullulan, which can be used for a variety of industrial purposes. The structure of pullulan was analyzed by IR-spectrophotometry. The highest harvest was obtained when glucose and ammonium sulphate were used as Carbon and Nitrogen sources, respectively. Optimal pullulan production was achieved at pH varying between 6.5 and 7.5 and in the temperature range of 25-30°C. *A. pullulans* CHULA-SU showed optimal production of pullulan at pH 6.5 and 25°C, with glucose and ammonium sulphate as carbon and nitrogen sources, respectively. *A. pullulans* CHULA-PR produced most pullulan at pH 7.5 and 30°C, while *A. pullulans* CHULA-CU produced pullulan optimally at pH 6.5 and 30°C.

Key words: *Aureobasidium pullulans,* ITS sequence, exopolysaccharide

Introduction

Aureobasidium pullulans (De Bary) Arn. is a yeast-like fungus that was previously classified in the Fungi imperfecti or Deuteromycetes. Synonyms of this species are *Pullularia pullulans* (de Bary) Berkhout and *Dematium pullulans* de Bary (Hermanides-Nijhof, 1977). The fungus is commonly called a 'black yeast' because of its formation of budding cells in initial growth phases and melanin synthesis which result in thick cell walls during prolonged cultivation (Takeo and de Hoog, 1991). In routine diagnostics it is frequently mistaken for a regular yeast. This diagnostic confusion is not surprising since the taxonomy of black yeasts appears to be much more complicated than first anticipated. With the application of molecular criteria, an impressive number of species is now recognized among the strains mentioned in earlier studies. The number of new taxa is expected to increase even more when detailed studies in biodiversity are conducted (de Hoog, 1999). In addition, molecular phylogeny has enabled the more accurate establishment of the position of black yeasts within the fungal kingdom.

The affinity of *Aureobasidium* and its relatives to Ascomycetes of the order Dothideales has been surmised for a long time based on a combination of characters, such as conidiogenesis, expansion growth and assimilative abilities (de Hoog and Yurlova, 1994). 18S ribosomal sequencing data confirms that *A. pullulans* must be an anamorph of a member of the Dothideales, although a perfect stage (teleomorph) has not yet been found. Yurlova et al. (1999) found the ITS sequences of *A. pullulans* to be nearly identical to those of *Discosphaerina fulvida* (F.R. Sanderson) Sivanesan, an ascomycete, of which the anamorph, *Kabatiella lini* (Lafferty) Karakurin, is morphologically close to *A. pullulans*.

Nowadays, *A. pullulans* is classified according to the following schedule: Division Ascomycota, Class Euascomycetes, Order Dothideales, Family Dothideaceae, Genus *Aureobasidium*, Species *Aureobasidium pullulans* (de Hoog et al., 2000; Yurlova et al., 1999; Sterflinger et al., 1999). The species has the following phenotytic characteristics. Colonies grown on Malt extract agar (MEA) expand rapidly, appearing smooth, soon covered with a slimy exudate, cream-coloured or pink, later mostly becoming brown or black. Hyphae hyaline, 3-12 μm wide, locally converted into blackish-brown, thick-walled chlamydospores; marginal hyphae with regularly dichotomous branching, conidiogenous cells undifferentiated, mostly intercalary in hyaline hyphae. Conidia produced synchronously in dense groups from small denticles, later formed percurrently and adhering in slimy heads. Conidia hyaline, ellipsoidal, very variable in shape and size (7.5-) 9.0-11.0 (-16.0) x (3.5) 4.0-5.5 (-7.0) μm, 1-celled, often with an indistinct hilum. Budding frequently observed. Endoconidia often present in intercalary cells. Temperature range for growth 2-35^{o}C; optimum 25^{o}C; maximum 35^{o}C (de Hoog et al., 2000). In old cultures, chlamydospore formation is common giving the initially pale colonies a blackish appearance. Other strains rapidly become dark due to the formation of thick-walled and dark hyphae, which often disintegrate into separate cells (Hermanides-Nijhof, 1977).

Aureobasidium pullulans has a world-wide distribution. In particular, it has been reported from the northern temperate zone (Helander and Rantio-Lehtimaki, 1990). It has also been observed in tropical countries such as India, Jamaica (Deshpande et al., 1992) Brazil (Hagler et al., 1993) and Thailand (Takumasu et al., 1997). The fungus occurs very commonly in low-nutrient, somewhat osmotic environments as an epiphyte on the surface of leaves, needles and flowers (Dix and Webster, 1995). It is a saprophyte (Dix and Webster, 1995) and occasionally causes spoilage of foods (Pitt and Hocking, 1997). *A. pullulans* is a common fungus of the phylloplane and decaying leaves (Kuter, 1986; Crawford et al., 1990; Pitt and Hocking, 1997). Moreover it is essentially an epiphyte while the leaf is alive; it can become endophytic under certain circumstances. It is possible that some may even behave as weak parasites, for which the main route of entry is via stomata but they may also attempt to penetrate via the epidermis. They are usually easily repulsed by plant defense mechanisms. The most detailed studies of fungal successions on gymnosperm leaves have been carried out on *Pinus* species. (Pitt and Hacking, 1997) One of the fungi of conifer needles is *A. pullulans* which may be present in low numbers on conifer needles at a very early stage in the succession (Pitt and Hacking, 1997; Takumasu et al., 1997).

A. pullulans is industrially important because it is not only capable of producing a polysaccharide 'pullulan', but also itcan be employed for different applied purposes. For instance, the most widely studied enzyme from *A. pullulans* is an industrially important enzyme (Federici, 1982). It is used for xylan-degradation (Deshpande, 1992; Li et al., 1993; Christov et al., 1997). *A. pullulans* has been reported to be safe for use as a single-cell protein (SCP) for agro-industries in developing countries (Deshpande et al., 1990; Deshpande et al., 1992). Blackwell, Singleton and Tobin (1995) reported *A. pullulans* was among the fungi which could uptake metal cations and transport metal ions into microbial cells. In 2000, Webb et al. reported that *A. pullulans* was a principle colonizing fungus on PVC, establishing itself in between 25 and 40 weeks of exposure. *Aureobasidium pullulans* can produce a substance, called "pullulan", outside the cell. Pullulan is an extracellular, unbranched, homopolysaccharide which is composed of maltotriose and maltotetraose units with both α-(1,6) and α-(1,4) linkages. The regular alternation of α-1,4 and α-1,6 bonds results in two distinctive properties, structural flexibility and enhanced solubility (Lee et al., 1999). Pullulan can be used to produce hard materials like thermoplastic polymers. By reactive esterification and ethoxylation, pullulan changes to impermeable membranes which can no longer be dissolved in water. The resulting films can be used as a barrier to prevent oxidation of foods and are therefore used for coating and as packaging material. Food products that are coated with pullulan can be kept longer than those protected with amylose. As is widely known, petrochemical films and plastic containers cause environmental problems after disposal. Pullulan-based materials digest naturally and can be burnt without generating or releasing excess heat or toxic gases. Pullulan coatings and packaging are effective in preventing formation of oxidized oil in high fat content nuts, such as peanuts, in oily or greasy food products, such as dried sardines, and in dried meat products, fried confectionery and other foods (Yuen, 1974; Lachke and Rale, 1995).

Objectives

To isolate *A. pullulans* from several locations in Thailand, properly identify by using ITS sequence data and investigate exopolysaccharide (EPS) production.

Methodology

I. Isolation and Identification of Aureobasidium pullulans

1. Sample collection

Samples were collected from several locations in Thailand by using Corn Meal Agar (CMA) plates exposed at time intervals of 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes. The sampling locations were pine forest in Loei Province, Doi Suthep pine forest in Chiengmai Province, pine forest in Petchabun Province, pine forest in Phitsanulok Province, Amphur Pakchong, Nakornratchasima Province, a shady area at Chulalongkorn University, the Asia Hotel (Ratchathewee District), and a house area (Bangsue District) in Bangkok.

The exposed CMA plates were incubated at room temperature (30°C ± 2) for 7 days. The incidence of microorganism was observed. The suspected yeast was cultured on Malt Extract Agar (MEA) at 20°C and at room temperature.

2. Morphological identification

A. pullulans ATTC 42023 and *A. pullulans* NRRL 6992 were included for comparison. Identification of the strain was done by following the methods of de Hoog and Hermanides-Nijhof (1997), and de Hoog and Guarro (2000). The morphology of the selected strain was studied using a Scanning Electron Microscope (SEM), following methods modified from Gabriel (1982), and a Transmission Electron Microscope (TEM), following methods modified from Napanitaya (1987). Techniques for molecular studies were based on Gerrits van den Esde and de Hoog (1999) and used primers ITS1 and ITS4 for ITS for obtaining sequences. The sequences were adjusted using SeqMan of Lasergene software (DNASTAR, Madison, Wisconsin, Inc.) and aligned using BioNumerics (Applied Maths, Kortrijk, Belgium). A distance tree was constructed using the Neighbor-joining technique with corrections made using the TREECON (version 1.3b) software package (van de Peer and De Wachter, 1994).

II. Exopolysaccharide Production by A. pullulans CHULA-SU, A. pullulans CHULA-PR and A. pullulans CHULA-CU

1. Infrared spectroscopy (IR) investigation

IR spectra were obtained on a Perkin Elmer Model 1760X Fourier Transform Infrared Spectrophotometer. Spectra of solid samples were recorded as KBr pellets (4000:1600 cm^{-1}).

2. Study on Exopolysaccharide (EPS) production

EPS was produced from the three isolates of *A. pullulans*. The yeast was maintained on a PDA slant at 4°C. EPS production started with the preparation of 5% (v/v) inoculum (10^7cells per ml) in a Potato Dextrose Broth (PDB) medium. The optimal parameters for pullulan production were determined, including pH, temperature, carbon source, and nitrogen source.

2.1. Study on pH optimization

Cultivation of the 3 strains of *A. pullulans* was done in 9.5 ml of production medium (Glucose 50 g : $(NH_4)_2SO_4$ 0.6 g : K_2HPO_4 5.0 g : $MgSO_4.7H_2O$ 0.4 g : NaCl 1.0 g : Yeast extract 0.4 g : Distilled water 1 liter). Initial pH was adjusted to each desired value, i.e., 4.5, 5.5, 6.5 and 7.5, with HCl solution. Each Erlenmeyer flask contained 95 ml of production medium with initial cell suspension. Each strain was cultivated at a temperature of 25°C, and shaken at 150 rpm for 5 days.

Samples of each culture were removed and centrifuged. The supernatant containing the EPS (Exopolysaccharide) was retained for 95% ethanol precipitation. The precipitated EPS was collected on Whatman No. 1 paper and dried. The filters were dried to constant weight at 60°C for 24 hrs and subsequently reweighed to determine the EPS content.

2.2 Study on temperature optimization

Cultivation of the 3 strains of *A. pullulans* was done in production medium, shaken at 150 rpm for 5 days at the optimum pH determined for each strain in Section 2.1. The initial temperature was adjusted to each desired value, i.e., 25°C, 30°C and 35°C.

The EPS yield was determined as described in Section 2.1.

2.3 Study on carbon source optimization

Cultivation of the 3 strains of *A. pullulans* was done in the production medium at the optimum pH and temperature for each strain as determined in Sections 2.1 and 2.2.

Two different carbon sources, glucose at 5% (w/v) and sucrose at 5% (w/v) were used in the experiment. The media were shaken at 150 rpm for 5 days.

EPS yield was determined as described in Section 2.1.

2.4 Study on nitrogen source optimization

Cultivation of the strains of *A. pullulans* was done in the production medium using the optimum pH and temperature and carbon source of each strain as described in Section 2.1.

Two different nitrogen sources including, i.e., $(NH_4)_2SO_4$ and Bacto peptone at 0.06%(w/v), were used in this experiment. The media were shaken at 150 rpm for 5 days.

EPS yield was determined as described in Section 2.1.

III. Statistical analysis

Data on EPS production were averaged over quadruplicates. Designs of all experiments were completely randomized. Statistical analyses included Duncan's multiple range test (DMRT).

Results and Discussion

I. Isolation and Identification of Aureobasidium pullulans

1. Sample collection of A. pullulans

A. pullulans was found at various locations in Thailand. Of the six samples taken, three were negatives. This indicates that *A. pullulans* is a ubiquitous fungus which is common everywhere including Thailand (de Hoog et al., 2000).

2. Morphological identification

2.1 Colony characteristics

For all 3 strains, colonies on CMA, MEA, and PDA grew rapidly, starting slightly at the center and attaining up to 8 cm diameter in 1-2 weeks. Aerial mycelium absent, covered with a slimy exudate, cream-coloured later becoming black (for *A. pullulans* CHULA-SU and *A. pullulans* CHULA-PR) and deep red in *A. pullulans* in CHULA-CU (Figures 1, 2 and 3).

2.2 Microscopy characteristics

The following descriptions are based on cultures grown on MEA, PDA and CMA at 25°C.

A. pullulans has some morphological features, like yeast cells and hyphae, which produce synchronous conidia when they are young. Hyaline hyphae average 2.60 μm in width for all 3 strains (Figures 1, 2 and 3). The conidia then fall off and, depending on the nutritional condition, they will germinate with yeast cells or with hyphae. Conidia are hyaline, and ellipsoidal in shape for all 3 strains. *A. pullulans* CHULA-SU conidia vary in size, (3.9)-(10.4)X(6.5)-(23.4) μm. *A. pullulans* CHULA-PR, conidia size (2.6)-(5.2)X(5.2)-(10.4) μm. *A. pullulans* CHULA-CU conidia have a more regular shape than the others 2.6x2.6 μm. Dark thick walled chlamydospores were produced, but this is the case for the whole order of Dothideales and thus is not only characteristic of *A. pullulans*. Sometimes also endoconidia are produced as we observed in *A. pullulans* CHULA –SU (Figure 1(b)). It is common in *A. pullulans*.

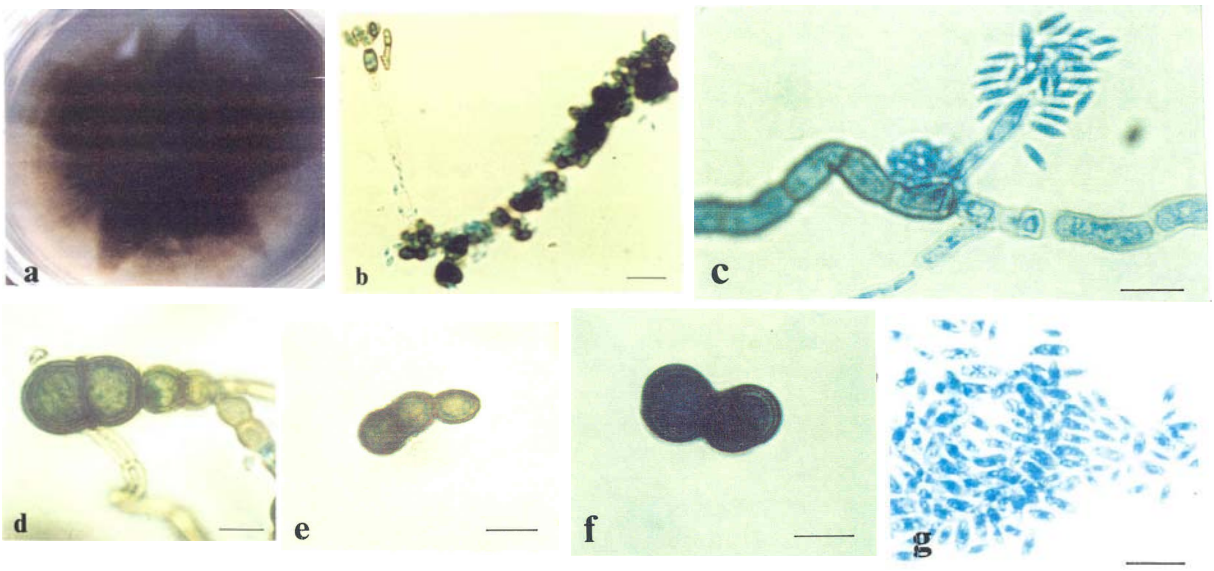


Figure 1. **a)** *A. pullulans* CHULA-SU; **b)** Hypha with endoconidia present (bar=25µm); **c)** synchronous conidia (bar=10µm); **d-f)** dark chlamydospore (bar=10µm); **g)** conidia (bar=10µm).

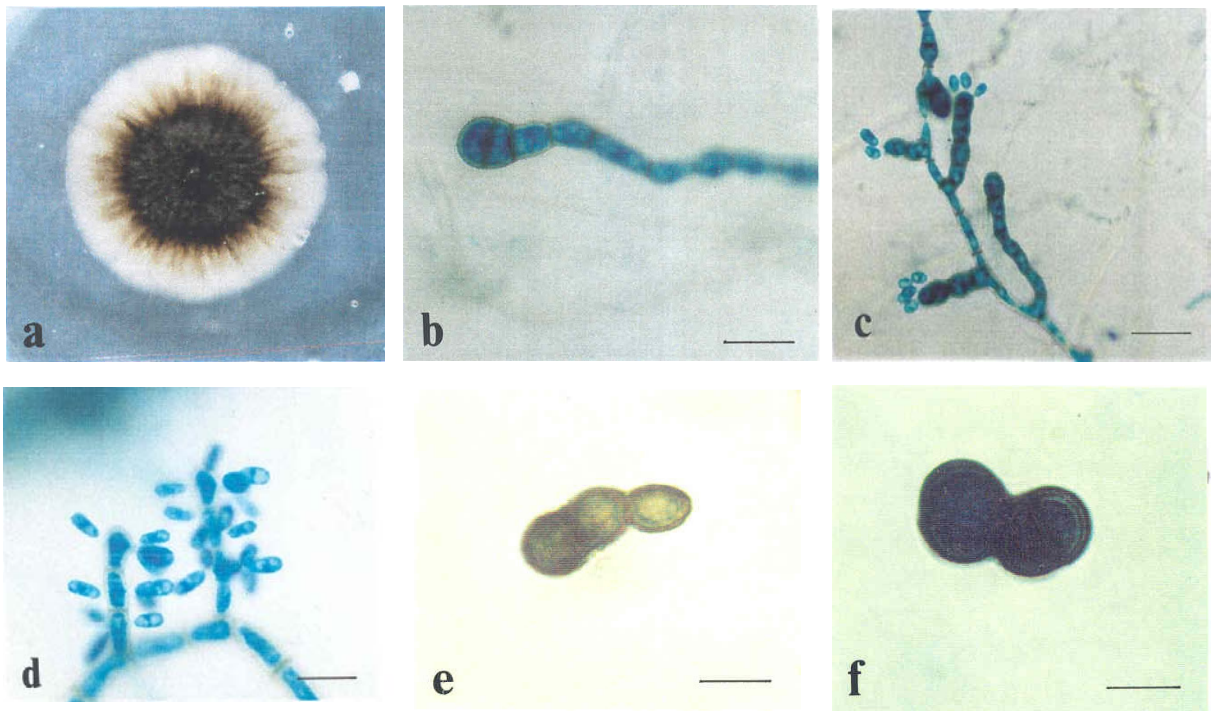


Figure 2. **a)** *A. pullulans* CHULA-PR; **b)** dark hypha with the chlamydospore at the hyphal tip (bar=10µm); **c-d)** conidial apparatus (c: bar=25µm; d: bar=10µm); **e)** conidia (bar=10µm); **f)** dark arthroconidia (bar=25µm).

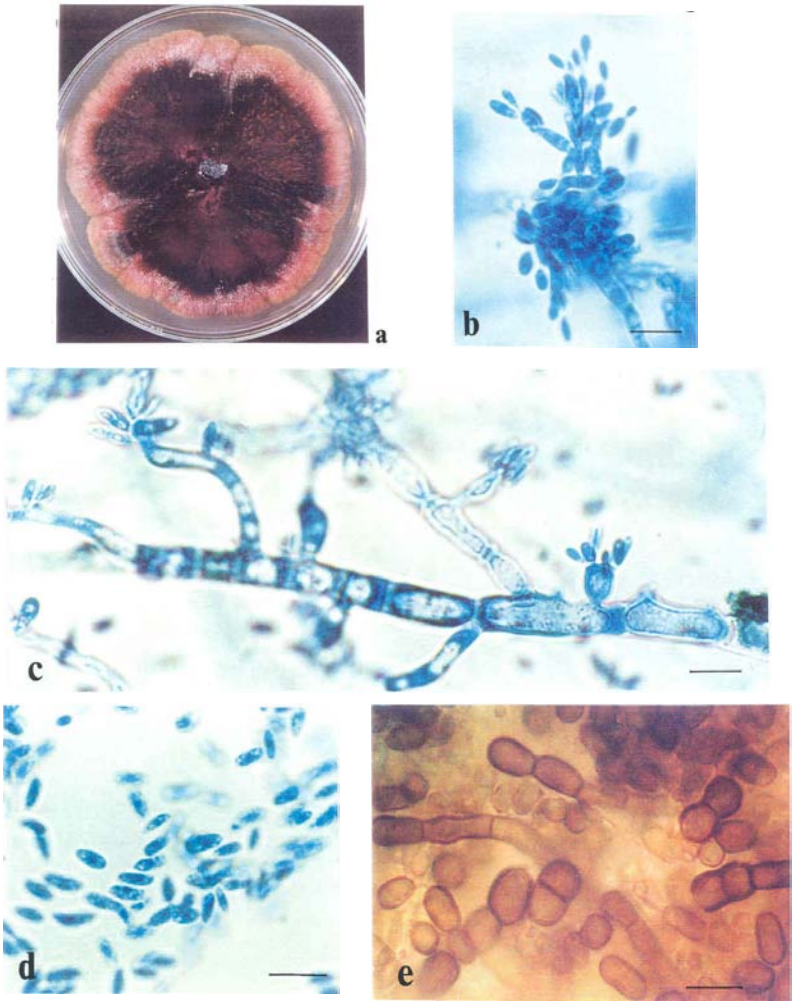


Figure 3. **a)** *A. pullulans* CHULA-CU; **b-c)** conidial apparatus and produce the conidia synchronously (bar=10μm); **d)** conidia (bar=10μm); **e)** intercalary and discrete chlamydospores (bar=10μm).

Identification of species in *Aureobasidium, Kabatiella* and *Hormonema* gives an important view of their potential roles in biodeterioration and plant pathology. Classically *Aureobasidium* and *Kabatiella*, on the one hand, and *Hormonema*, on the other, are distinguished by synchronous vs. percurrent modes of conidiogenesis (Hermanides-Nijhof, 1977). However, de Hoog and Yurlova (1994) noted that each of the adjacent, synchronously formed scars in *A. pullulans* remained productive, showing percurrent conidiation as in *Hormonema*. The taxa differ only by the number of conidiogenous loci per hyphal cell: 1-2 in *Hormonema,* up to 14 in *Aureobasidium* and even more in *Kabatiella*. None of the physiological differences between the two most common species, *A. pullulans* and *H. dematioides*, allowed reliable distinction of the species.

2.3 Scanning Electron Microscopy (SEM) investigation

Hyphae and yeast cells are visible in Figures 4-6. A hyphal end is seen with several conidia, all of the same size, attached, which suggests synchronous conidiation. Conidial scars can be seen for *A. pullulans* CHULA-CU (Figures 4-6).

Using SEM, conidial scars can still be seen to be productive (Yurlova and de Hoog, 1994), so that in a later stage of development the difference of *Hormonema* is not visible anymore.

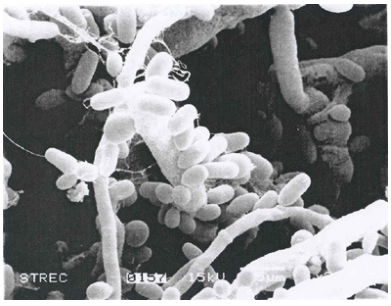


Figure 4. *A. pullulans* CHULA-SU: hyphal element with synchronous conidia. (x 2,500).

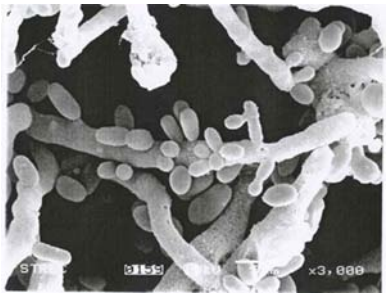


Figure 5. *A. pullulans* CHULA-PR: hyphae with synchronous conidia. (x 3,000).

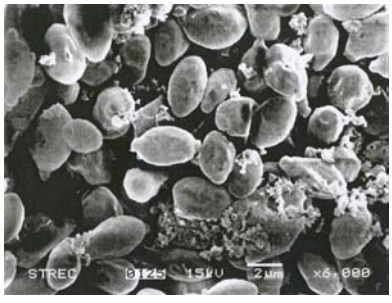


Figure 6. *A. pullulans* CHULA-CU: yeast like cells with protruding scars are characteristic. (x 6,000).

With SEM the conidia were observed to be arranged in groups, which were all of the same size, and therefore were likely to have been produced all at the same time; their growth and maturation are synchronous. This is typical for *A. pullulans* and not known in *H. dematioides*. Some scars can be seen, which still show no sign of repetitive conidium production.

2.4 Transmission Electron Microscope (TEM) investigation

All pictures show an electron-transparent, not multilayered wall. This indicates an ascomycete (Figures 7-10).

Using TEM, the cell was shown to be electron-transparent without a multilayered substructure. Thus the species must be an ascomycete. In some of the cells, melanosomes were visible, indicating the points at which the fungus turned black. Thus the species could not be a yeast (Hemiascomycetes), which was also confirmed by the absence of micropores. Instead, in Figure 8 a septum is observed which is considerably thinner in the middle. This must be the area close to the septal pore, where the septum of Euascomycetes is much thinner.

In Figure 9, extracellular material is visible. This is likely to be polysaccharide. The presence of EPS in our black yeast fits with the above conclusion that the fungus is *A. pullulans*; the extracellular material may then be pullulan.

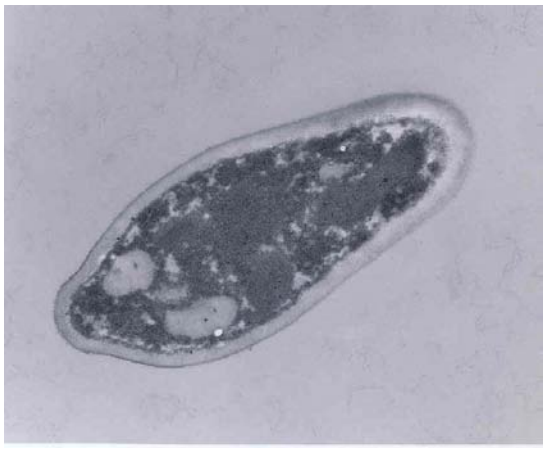


Figure 7. *A. pullulans* CHULA-SU: conidium, scar visible. (x 1,650).

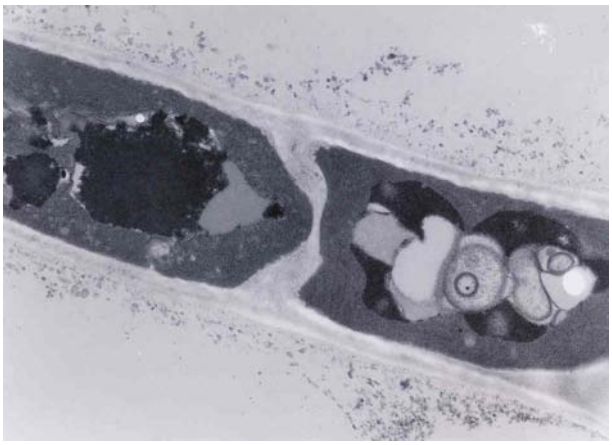


Figure 8. *A. pullulans* CHULA-PR: septum without pore. (x 1,650).

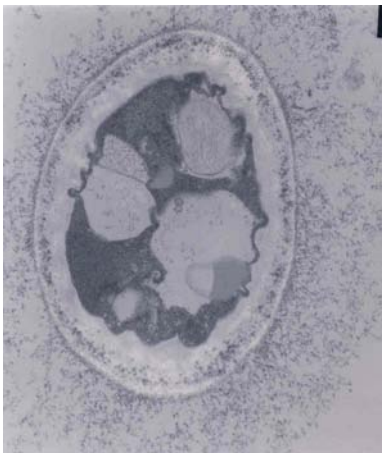


Figure 9. *A. pullulans* CHULA-PR: conidium with melanosome, much extracellular material. (x 1,650).

Figure 10. *A. pullulans* CHULA-CU: conidium with thick wall, scar at the left. (x 1,650).

2.5 Molecular studies

Aureobasidium pullulans strains constitute a well-delimited main group I in the tree (Figure 11) which includes isolates from temperate as well as from tropical climates. Morphologically the species is similar to *Hormonema dematioides*, particularly in the older parts of colonies where percurrent conidiogenesis prevails (Yurlova and de Hoog, 1994). Yurlova and de Hoog (1996) found only two typically found in environments which are low in nitrogen. It is very common as a phylloplane fungus on leaves, flowers and fruits, and frequently found on moist surfaces without showing invasion, such as

damp walls, metallic equipment, PVC tubes, glass and painted window frames (Webb, 2000). On the other hand, *Kabatiella* has been shown to invad leaves of host plants, the fungus being present with an acervular structure (Hermanides-Nijhof, 1977). Nevertheless infraspecific diversity is significant. A main cluster comprises the type strains of both the varieties, *pullulans* (CBS 584.75) and *aubasidani* (CBS 100524), as well as *Kabatiella lini*, the anamorph of *Discosphaerina fulvida.* These strains originated from slime flux of trees and from sugary surfaces, damps walls, and once from polluted water. *Kabatiella lini* and *K. microsticta*, with identical ITS sequences, were isolated from leaf infections of herbaceous plants. The second main group is consistently different from the cluster of type strains mentioned above. These strains are derived from low-nutrient damp surfaces and soil.

II. Exopolysaccharide production by A. pullulans CHULA-SU, A. pullulans CHULA-PR and A. pullulans CHULA-CU

1. Infrared spectroscopy (IR) investigation

In this section are presented the results of the experiment to produce exopolysaccharide by *A. pullulan*s CHULA-SU, *A. pullulan*s CHULA-PR and *A. pullulan*s CHULA-CU.

The results of the analysis of the structure of the exopolysaccharide produced by *A. pullulan*s CHULA-SU, *A. pullulan*s CHULA-PR and *A. pullulan*s CHULA-CU by IR-spectrophotometer compared with the pullulan standard (Sigma, USA) are shown in Table 1.

Table 1. IR-spectrums of *A. pullulan*s CHULA-SU, *A. pullulan*s CHULA-PR and *A. pullulan*s CHULA-CU.

Vibration	**Pullulan std. (cm^{-1})**	***A. pullulan*s CHULA-SU (cm^{-1})**	***A. pullulan*s CHULA-PR (cm^{-1})**	***A. pullulan*s CHULA-CU (cm^{-1})**
OH streching	3442.54	3429.10	3422.39	3422.39
C-H streching	2918.66	2945.52	2925.37	2918.66
C-O | O streching	1635.82	1649.25	1629.10	1635.82
C-OH streching	1414.18	1427.61	1414.18	1427.61
C-O streching	1024.63	1038.06	1031.34	1038.06

The similar values of transmittance between the pullulan standard and the exopolysaccharide produced by each strain indicates that the substances have a similar structure. This indicates that the exopolysaccharides produced by the 3 strains of *A. pullulans* are pullulan.

From the analysis of pullulan, the percentage value of transmittance is different. It may depend on the amount of material tested for each strain. The values of vibration are, however, very similar. So we may conclude that it is the real pullulan.

The results show that the structure of the pullulan produced from each of the 3 strains of *A. pullulans* may be different to that of the pullulan standard. Ueda (1963) and Catley (1971b) also suggested that the structure may differ depending on the strain.

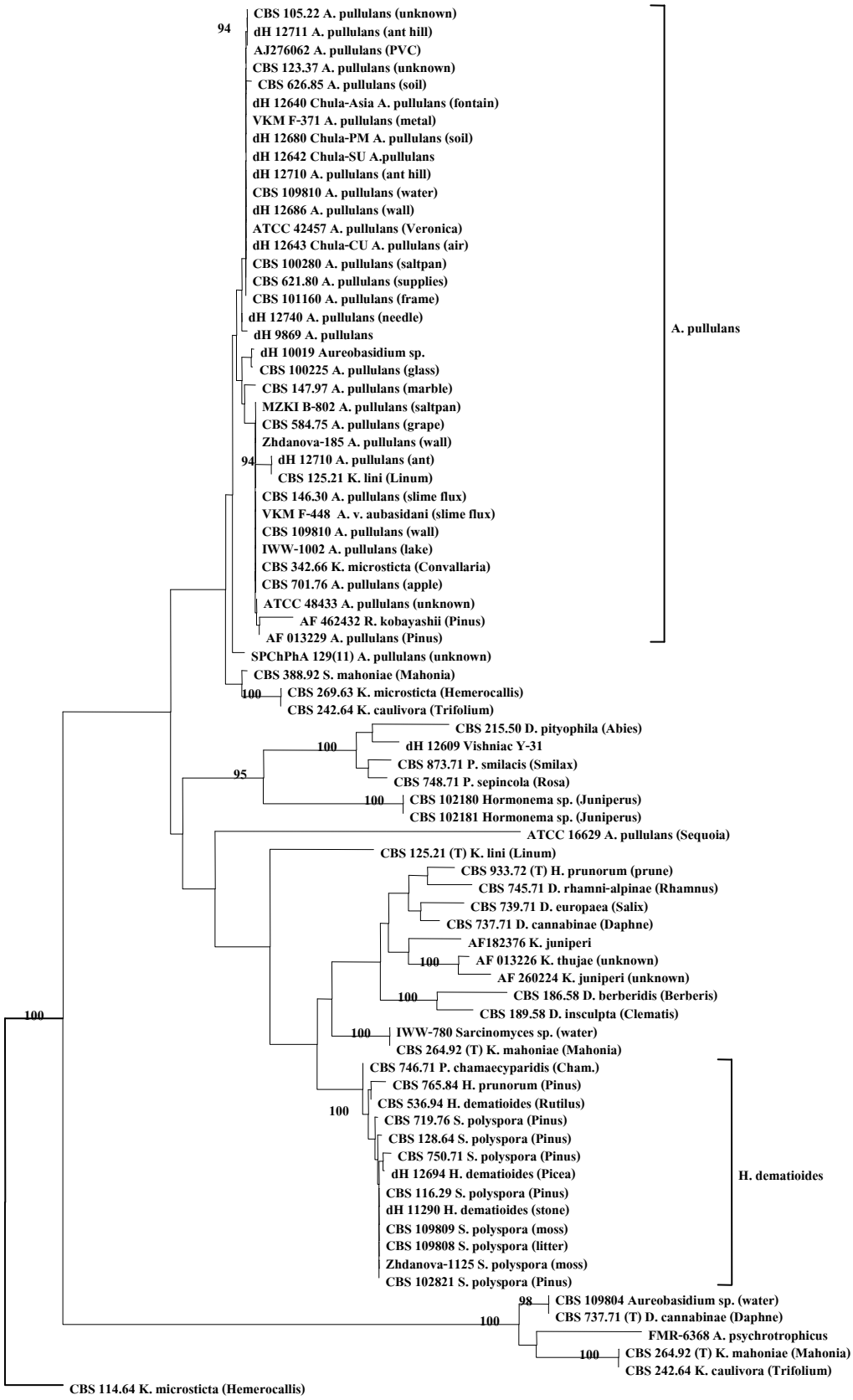


Figure 11. Neighbor-joining tree constructed with the TREECON package on the basis of ITS1 and ITS4 sequences.Bootstrap values > 90 are shown with the branches. *Kabatiell microsticta* CBS 114.64 was used as out group.

2. *Study on Exopolysaccharide (EPS) Production*

2.1 Study on pH optimization

A. pullulans strains CHULA-SU, CHULA-PR and CHULA-CU were grown in liquid production medium with initial pH values adjusted to 4.5, 5.5, 6.5, 7.5. Strains were cultivated at 25°C, and shaken at 150 rpm for 5 days.

With *A. pullulans* CHULA-CU, an average yield of pullulan of 1.699 g/g C-source was obtained at pH 7.5, which was significantly higher ($p<0.05$) than that of *A. pullulans* CHULA-PR which had a pullulan yield of 0.0522 g/g C-source at pH 6.5 and *A. pullulans* CHULA-SU, of which the highest pullulan yield was 0.2382 g/g C-source at pH 6.5.

The data is shown in Table 2.

A. pullulans CHULA-SU, CHULA-PR and CHULA-CU needed appropriate optimization of the pH of the growth medium to reach optimal pullulan production.

This result is in accordance with data published by Lacroixt et al. (1983), West and Reed-Hamer (1993a) and Lachke and Rale (1995). These authors explained the effect of pH optimization for pullulan production by *A. pullulans* by the fact that the optimum pH of synthetic media for pullulan production is near neutrality; further growth of *A. pullulans* after day 5 leads to acidification of the medium. *A. pullulans* grows well at an acidic level of pH 2.0, but it does not synthesize pullulan.

We may conclude that to produce pullulan we must begin with adjusting an acidic pH in order to raise the number of cells in the medium, then shift the pH to near-neutrality in order to induce *A. pullulans* to synthesize pullulan.

Table 2. Pullulan yields (g/g carbon source) from the cultivation of *Aureobasidium pullulans* SU, *A. pullulans* PR and *A. pullulans* CU in production media with initial pH of 4.5, 5.5, 6.5 or 7.5 at 25 °C, and shaken at 150rpm for 5 days.

Strain	pH	Time (days)				
		1	2	3	4	5
SU	4.5	0.0162 $^{m-o}$	0.0475 $^{i-l}$	0.056 $^{h-j}$	0.0645 $^{g-i}$	0.0746 ^{gh}
	5.5	0.0184 $^{m-o}$	0.0640 $^{g-i}$	0.0775 ^{fg}	0.0973 ^{ef}	0.0800 ^{fg}
	6.5	0.0177 $^{m-o}$	0.1289 ^{d}	0.1587 ^{bc}	0.1800 ^{b}	0.2382 ^{a}
	7.5	0.0110 ^{o}	0.0794 ^{fg}	0.1564 ^{c}	0.1768 ^{bc}	0.1684 ^{bc}
PR	4.5	0.0141 $^{m-o}$	0.0172 $^{m-o}$	0.0181 $^{m-o}$	0.0199 $^{m-o}$	0.0211 $^{m-o}$
	5.5	0.0114 ^{no}	0.0221 $^{m-o}$	0.0195 $^{m-o}$	0.0220 $^{m-o}$	0.0301 $^{k-o}$
	6.5	0.0192 $^{m-o}$	0.0350 $^{j-n}$	0.0209 $^{m-o}$	0.0211 $^{m-o}$	0.0203 $^{m-o}$
	7.5	0.0137 $^{m-o}$	0.0312 $^{k-o}$	0.0370 $^{j-m}$	0.0299 $^{k-o}$	0.0522 $^{i-k}$
CU	4.5	0.0109 ^{o}	0.0194 $^{m-o}$	0.0197 $^{m-o}$	0.0219 $^{m-o}$	0.0227 $^{m-o}$
	5.5	0.0158 $^{m-o}$	0.0172 $^{m-o}$	0.0238 $^{m-o}$	0.0330 $^{k-o}$	0.0293 $^{k-o}$
	6.5	0.0258 $^{l-o}$	0.0503 $^{i-k}$	0.0515 $^{i-k}$	0.0524 $^{i-k}$	0.0559 $^{h-j}$
	7.5	0.0232 $^{m-o}$	0.0469 $^{i-l}$	0.0986 ^{ef}	0.1027 ^{e}	0.1669 ^{bc}

[1]Superscript letters indicate that a value followed by the same letter did not differ significantly ($P<0.05$) from other values with the same letter using Duncan's multiple range test.

2.2 Study on temperature optimization

Cultivation of *A. pullulans* CHULA-SU, CHULA-PR and CHULA-CU at different temperatures with initial optimum pH for each strain, was done in production medium. The temperatures studied were 25°C, 30°C and 35°C.

It was found that temperature significantly affected pullulan yield ($p<0.05$) with the highest yield (0.2245 g/g C-source) occurring at 30°C for *A. pullulans* CHULA-PR.

A. pullulans CHULA-CU gave the highest weight of pullulan yield at the temperatures 25°C and 30°C. The production of pullulan was 0.1852 and 0.1859 g/g C-source, respectively.

A. pullulans CHULA-SU gave the highest weight of pullulan at the temperature 25°C. The production was 0.1580 g/g C-source.

All 3 strains gave the highest yield on the fifth day of pullulan production. The data is shown in Table 3.

Table 3. Pullulan yields (g/g carbon source) from the cultivation of *Aureobasidium pullulans* SU, *A. pullulans* PR and *A. pullulans* CU in production medium at 25, 30 or 35 °C; initial pH of each strain was that determined as being optimal in a previous experiment. Cultures were shaken at 150 rpm for 5 days.

Strains	Temp. (°C)	Time (day)				
		1	2	3	4	5
SU	25	0.0333 $^{j-q}$	0.0673 $^{j-i}$	0.1086 ^{e}	0.1580 ^{c}	0.1357 ^{d}
	30	0.0354 $^{j-p}$	0.0331 $^{j-q}$	0.0495 $^{i-k}$	0.0763 ^{gh}	0.0841 ^{fg}
	35	0.0302 $^{k-q}$	0.0085 ^{q}	0.0114 ^{pq}	0.0124 $^{o-q}$	0.0386 $^{j-o}$
PR	25	0.0190 $^{l-q}$	0.0393 $^{j-o}$	0.0514 $^{i-k}$	0.0586 $^{h-j}$	0.0416 $^{j-l}$
	30	0.0193 $^{l-q}$	0.0375 $^{j-p}$	0.1115 ^{e}	0.1782 ^{bc}	0.2245 ^{a}
	35	0.0082 ^{q}	0.0083 ^{q}	0.0135 $^{n-q}$	0.0153 $^{l-q}$	0.0163 $^{l-q}$
CU	25	0.0275 $^{k-q}$	0.0409 $^{j-m}$	0.0802 $^{f-h}$	0.1251 ^{de}	0.1852 ^{b}
	30	0.0307 $^{k-q}$	0.0380 $^{j-p}$	0.0399 $^{j-n}$	0.1025 ^{ef}	0.1859 ^{b}
	35	0.0145 $^{m-q}$	0.0132 $^{n-q}$	0.0139 $^{n-q}$	0.0167 $^{l-q}$	0.0261 $^{k-q}$

[1]Superscript letters indicate that a value followed by the same letter did not differ significantly ($P<0.05$) from other values with the same letter using Duncan's multiple range test.

The results of these experiments were similar to those of McNeil and Kristiansan (1990) and West and Reed-Hamer (1993) in that the appropriate temperature to produce pullulan by *A. pullulans* is between 25°C – 30°C. The experiment shows that *A. pullulans* CHULA-PR and *A. pullulans* CHULA-CU give good pullulan yield at the highest temperature of the range (30°C), which is the average daily temperature in Thailand. So it is recommended to improve pullulan production in Thailand by using these two slightly more thermophilic strains.

2.3 Study on Carbon source optimization

The production of pullulan by *A. pullulans* CHULA-SU, CHULA-PR and CHULA-CU using two different carbon sources, sucrose and glucose, was examined. Our goal was to determine the media which yields the maximum amount of pullulan. It was shown that glucose was the preferred C-source for all three strains.

A. pullulans CHULA-PR produced the highest pullulan yield, i.e., 0.2245 g/g C-source, on the fifth day of production, while *A. pullulans* CHULA-CU produced only 0.1852 g/g C-source pullulan on the fifth day of production. *A. pullulans* CHULA-SU produced 0.1580 g/g C-source pullulan on the fourth day of production.

The data is shown in Figure 12.

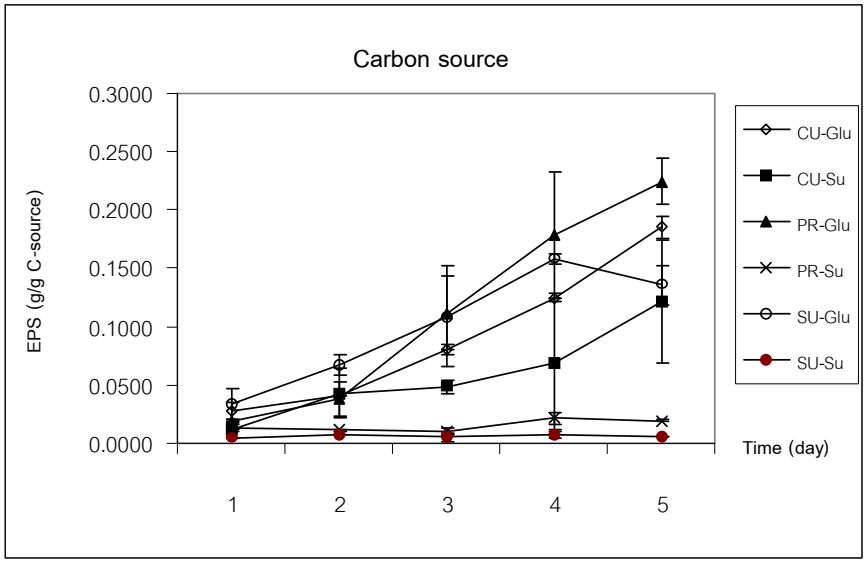


Figure 12. Effect of carbon source upon the production of pullulan from *A. pullulans* CHULA-SU, A. *pullulans* CHULA-PR and *A. pullulans* CHULA-CU.

The carbon source is the most important factor in pullulan production. It has been reported that glucose and fructose are the most efficient small-molecule natural inducers of pullulan synthesis. Maltose and sucrose also serve well, although the highest pullulan yields have been obtained from starch-grown cultures. Other carbon sources, such as lactose, xylose, and

xylan, may be utilized for growth but do not induce polysaccharide synthesis (Silman et al., 1990).

Our three strains of *A. pullulans* utilized glucose better than sucrose. Silman et al. (1990) compared the production of polysaccharide from strains of *A. pullulans* for these compounds. Their results showed that only one of their strains, NRRL Y-12974, gave a relative viscosity using glucose which was equivalent to that produced from sucrose. Our findings that the *A. pullulans* strains from Thailand can use glucose better than sucrose may be explained by the fact that glucose, being a small molecule, is taken up immediately, but if the incubation time is extended with a day, sucrose may prove to give higher pullulan yields.

In 1993, Saha et al. suggested that glucose was a good carbon source for generating amylase activity. This report shows that *A. pullulans* produced a complex amylolytic enzyme system consisting of an α-amylase, two forms of glucoamylase, and an α-glucosidase necessary for extensive starch degradation. In contrast, Li et al. (1993) and Wymelenberg et al. (1999) observed that xylanase activity by *A. pullulans* was strongly repressed when glucose was used as a C-source. This was explained by the fact that xylan and D-xylose, the end products of xylan degradation, are both able to induce transcription only when glucose is absent or reaches certain low levels in the culture. The establishment of the exact regulatory mechanism for xylanase gene expression in this fungus needs further investigation (Li and Ljungdahl, 1994). If this hypothesis is correct, it means that *A. pullulans* CHULA-SU, CHULA-PR and CHULA-CU can not only give high pullulan production which can be used in commercial pullulan production, but also *A. pullulans* can be used for enzyme production. For each of these functions, appropriate conditions have to be adjusted for each strain.

2.4 Study on Nitrogen source

The production of pullulan by *A. pullulans* CHULA-SU, CHULA-PR and CHULA-CU was examined for two different nitrogen sources, $(NH_4)_2SO_4$ and peptone. Our goal was to determine the media which produces the maximum yield of pullulan.

This result shows that all 3 strains of *A. pullulans* preferred to use $(NH_4)_2SO_4$ as a nitrogen source. *A. pullulans* CHULA-PR produced the highest amount of pullulan on the fifth day of pullulan production. The weight of pullulan, 0.2245 g/g C-source, was more than that of *A. pullulans* CHULA-CU, which produced pullulan 0.1852 g/g C-source on the fifth day of production. *A. pullulans* CHULA-SU produced the highest amount on the fourth day of production, i.e., 0.1580 g/g C-source.

The data is shown in Figure 13.

A different initial nitrogen source was expected to influence pullulan production. Either organic or inorganic nitrogenous substances can be used as a nitrogen source for pullulan production (Lachke and Rale, 1995). Therefore, it depends on each microorganism as to which one of these nitrogen sources is suitable.

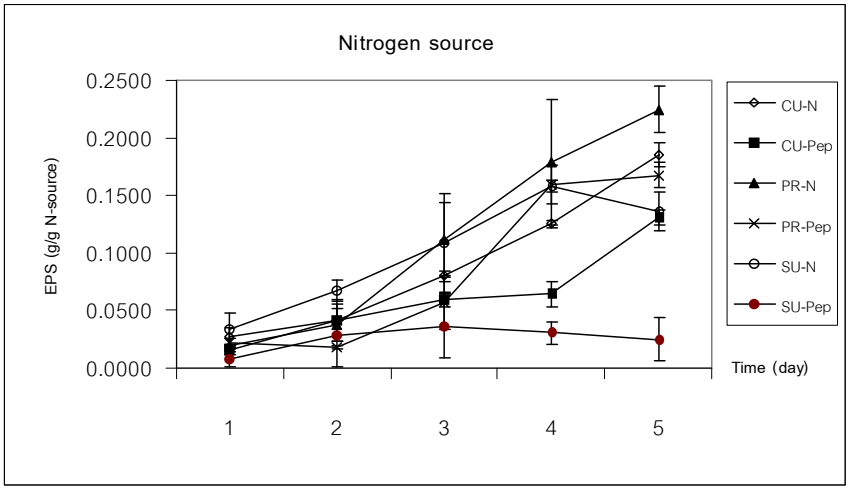


Figure 13. Effect of nitrogen source upon the production of pullulan by *A. pullulans* CHULA-SU, A. *pullulans* CHULA-PR and *A. pullulans* CHULA-CU.

This conclusion is similar to that of Catley (1971a) who studied the role of pH and nitrogen limitation on the production of the extracellular polysachharide pullulan by *Pullularia pullulans*. That is, increasing $(NH_4)_2SO_4$ in the culture with glucose as a carbon source will increase pullulan production.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT 543038. I would like to express my sincere gratitude to Professor Dr. Sybren de Hoog for the grant that allowed me to work on the molecular portion of the thesis at Centraalbureau voor Schimmelcultures,The Netherlands, for three months.

References

Blackwell, K.J., I. Singleton and J.M. Tobin. 1995. Metal cation uptake by yeast: a review. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 43: 579-584.

Catley, B.J. 1971a. Role of pH and nitrogen limitation in the elaboration of the extracellular polysaccharide pullulan by *Pullularia pullulans*. *Applied Microbiology* 22(4): 650-654.

Catley, B.J. 1971b. Utilization of carbon source by *Pullularia pullulans* for the elaboration of extracellular polysaccharides. *Applied Microbiology* 22(4): 641-649

Christov, L.P., J. Myburgh, A. van Tonder and B.A. Prior. 1997. Hydrolysis of extracted and fibre-bound xylan with *Aureobasidium pullulans* enzymes. *Journal of Biotechnology* 55: 21-29.

Crawford, R.H., S.E. Carpeter and M.E. Harmon. 1990. Communities on filamentous fungi and yeast in decomposing logs of *Pseudotsuga menziseii*. *Mycologia* 82(6) :759-765.

De Hoog, G.S. 1996. Risk assessment of fungi reported from humans and animals. *Mycoses* 39: 407-417.

De Hoog, G.S. and N.A. Yurlova. 1994. Conidiogenesis, nutrition al physiology and taxonomy of *Aureobasidium* and *Hormonema*. *Antonie van Leeuwenhoek* 65: 41-54.

De Hoog, G.S., J. Guarro, M.J. Gené and Figueras. 2000. Atlas of Clinical Fungi. (2nd ed.). (n.p.).

De Hoog, G.S., P. Zalar, C. Urzi, F. Leo de, N.A. Yurlova and K. Sterflinger. 1999. Relationships of dothideaceous black yeasts and meristematic fungi based on 5.8S and ITS2 rDNA sequence comparison. *Studies in Mycology* 43: 31-37.

Deshpande, M.S., S.D. Bhide, M.M. Gurjar and V.B. Rale. 1990. Effect of some preservation on growth of *Aureobasidium pullulans*. *Indian Journal Microbiol*. 30(3): 317-319.

Deshpande, M.S., V.B. Rale and J.M. Lynch. 1992. *Aureobasidium pullulans* in applied microbiology: A status report. *Enzyme Microb. Technol*. 14: 514-527.

Dix, N.J. and J. Webster. 1995. Fungal Ecology. Chapman & Hall, London.

Federici, F. 1982. Extracellular enzymatic activities in *Aureobasidium pullulans*. *Mycologia* 74(5): 738-743.

Gabriel, B.L. 1982. Biological Scaning Electron Microscopy. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Gerrits van den Ende, A.G.H. and G.S. de Hoog. 1999. Variability and molecular diagnostics of the neutropic species *Cladophialophora bantiana*. *Studies in Mycology* 43: 151-162.

Hagler, A.N., C.A. Rosa, P.B. Morais and L.C. Mendonca-Hagler. 1983. Yeasys and coliform bacteria of water accumulated in bromeliads of mangrove and sand dune ecosystems of southeast Brazil. *Can. J. Microbiol.* 39: 973-977.

Helander, M.L. and A. Rantio-Lentimäki. 1990. Effects of watering and simulated acid rain on quality of phyllosphere fungi of birch leaves. *Micro. Ecol.* 19: 119-125.

Hermanides-Nijhof, E.J. 1977. *Aureobasidium* and allied genera. *Studies in Mycology* 15: 141-166.

Kuter, G.A. 1986. Microfungal populations associated with the decomposition of sugar maple leaf litter. *Mycologia* 78(1): 114-126.

Lachke, A.H. and V.B. Rale. 1995. Trends in microbial production of pullulan and its novel applications in the food industry. *In* Y.H. Hui and G.G. Khachatourians (eds.), Food Biotechnology: Microorganisms, pp. 589-604. VCH Publishers, New York.

Lacroixt, C., A. Leduy, G. Noel and L. Choplin. 1985. Effect of pH on the batch fermentation of pullulan from sucrose medium. *Biotechnology and Bioenginerring* 27: 202-207.

Lee, J.W., W.G. Yeomans, A.L. Allen, F. Deng, R.A. fross and D.L. Kaplan. 1999. Biosynthesis of novel exopolymers by *Aureobasidium pullulans*. *Applied and Environmental Microbiology* 65(12): 5265-5271.

Li, X.L. and L.G. Ljungdahl. 1994. Cloning, Sequencing, and regulation of a xylanase gene from the fungus *Aureobasidium pullulans* Y-2311-1. *American society for Microbiology* 60(9): 3160-3166.

Li. X.L., Z. Zhang, J.F.D. Dean, K.L. Eriksson and L.G. Ljungdahl. 1993. Purification and characterization of a new xylanase (APX-II) from the fungus *Aureobasidium pullulans* Y-2311-1. *Applied and Environmental Microbiology* 59: 3212-3218.

McNeil, B. and B. Kristiansen. 1990. Temperature effects on polysaccharide formation by *Aureobasidium pullulans* in stirred tanks. *Enzyme Microb. Technol.* 12: 521-526.

Napanitaya, W. 1987. Biological Electron Microscopy. Chulalongkorn University Press, Bangkok.

Pitt, J.I. and A.D. Hacking. 1997. Fungi and Food Spoilage. (2nd ed.) Blackie Academic & Professional, Great Britain.

Saha, B.C., R.W. Silman and R.J. Bothast. 1993. Amylolytic enzymes produced by a color variant strain of *Aureobasidium pullulans*. *Current Microbiology* 26: 267-273.

Silman, R.W., W.L. Bryan and T.D. Leathers. 1990. A comparison of polysaccharides from strains of *Aureobasidium pullulans*. *FEMS Microbiology Letters* 71: 65-70.

Sterflinger, K., G.S. de Hoog and G. Hasse. 1999. Phylogeny and ecology of meristematic ascomycetes. *Studies in Mycology* 43: 5-22.

Takeo, K. and G.S. de Hoog. 1991. Karyology and hyphal characters as taxonomic criteria in Ascomycetous black yeasts and related fungi. *Antonie van Leewenhoek* 60: 35-42.

Tokumosu, S., K. Tubaki and L. Manoch. 1997. Microfungal communities on decaying pine needles in Thailand. *In* K.K. Janardhanan and Rajendran, C.K. Natarajan and D.L. Hawksworth (eds.), Tropical Mycology, pp. 93-106. Science Publishers. Enfield.

Ueda, S., K. Fujita, K. Komatsu and Z.I. Nakashima. 1963. Polysaccharide produced by the genus *Pullularia* I. Production of polysaccharide by frowing cells. *Applied Microbiology* 11: 211-215.

Van de Peer, Y. and R. De Wachter. 1994. TREECON for windows: a software package for the cinstruction and drawing of evolutionary tress for the Microsoft Windows environment. *Comput. Applic. Biosci*. 10: 569-570.

Webb, J.S., M. Nixon, I.M. Eastwood, M. Greenhalgh, G.D. Robson and P.S. Handley. 2000. Fungal colonization and biodeterioration of plasticized polyvinyl chloride. *Applied and Environmental Microbiology* 66(8): 3194-3200.

West, T.P. and B. Reed-Hamer. 1993a. Effect of pH on pullulan production relative to carbon source and yeast extract composition of growth medium. *Microbios*. 75: 75-82.

West, T.P. and B. Reed-Hamer. 1993b. Effect of temperature on pullulan production in relation to carbon source. *Microbios.* 75: 261-268.

Wymelenberg, A.V., D. Cullen, R. Spear and J. Andrew. 1999. Regulated expression of green fluorescent protein under the control of *Aureobasidium pullulans* xylanase gene xyn A. *FEMS Microbiology Letters* 181: 205-209.

Yuen, S. 1974. Pullulan and its applications. *Process Biochemistry.* 9(7-9): 22.

Yurlova, N.A., G.S. de Hoog and A.H.G. Gerrits van den Ende. 1999. Taxonomy of *Aureobasidium* allied genera. *Studies in Mycology* 43: 63-69.

Biodiversity and Ecological Study of Freshwater Fungi in Thailand

Somsak Sivichai
BIOTEC-Mycology Laboratory, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology,
National Science and Technology Development Agency, 113 Pahonyothin RD.,
Klong 1, Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand

A taxonomic and ecological study of freshwater fungi was undertaken at two streams in Khao Yai National Park and at other streams in Thailand. Timber of four trees (*Alstonia scholaris*, *Anisoptera oblonga*, *Dipterocarpus alatus* and *Xylia dolabriformis*) were exposed in these streams and the fungi colonising them recorded. Trapped natural wood in streams was also examined for fungi. 416 species were recorded with 141 ascomycetes, 262 mitosporic fungi and 13 basidiomycetes (34 %, 63 % and 3 %, respectively, of the total taxa). *Bombardia* sp.1, *Cancellidium applanatum*, *Dictyochaeta* sp.1, *Helicomyces roseus*, *Halosarpheia aquadulcis* and *Ophioceras dolichostomum* were the common fungi recorded and were found on all substrata exposed in the streams. However, many fungi were recorded only once or twice during the study. Most are new records for Thailand. Eleven new species have been described and several other species await description.

Twenty two teleomorph/anamorph connections were established with 16 of them being new connection. Of the 22 connections, 15 were pyrenomycetes, 4 loculoascomycetes and 3 were discomycetes. Most of the anamorphs are dematiaceous with only 2 Ingoldian fungi. Most of the connections were established from single ascospore isolations. Test blocks of *D. alatus* and *X. dolabriformis* supported a different community with only *ca* 30% common to both timbers. Similarity indices (Jaccard and Sorenson) indicated that fungal communities were more specific to substrata than to the test sites.

Key words: diversity, freshwater fungi, systematics

Introduction

Fungi play an important role in the decomposition of plant material in both terrestrial and freshwater ecosystems (Wong et al., 1998b). The main role of fungi in freshwater ecosystems is in the degradation of dead plant material such as leaves and wood which find their way into the water (Goh and Hyde, 1996a). These fungi may also be involved in the degradation of animal parts such as insect exoskeletons, fish scales and hair (Hyde et al., 1998). Although much work has been done in temperate waters it is only recently that work has begun on freshwater fungi of tropical rivers. In Thailand, very little work has been done on the diversity of freshwater fungi with only two publications (Marvanova and Hywel-Jones, 2000; Tubaki et al., 1983), but no work has been done on the role that these fungi play in rivers.

Since 1993, BIOTEC has conducted an active programme of research on Thai fungi which concentrates on specific groups of fungi (Invertebrate pathogenic fungi, soil fungi, Xylariales, endophyte fungi, marine fungi, seed fungi, Basidiomycota and freshwater fungi). Fungal research has also been carried out on many other groups in Thailand. Currently, some 4,000 species of Thai fungi have been recorded for Thailand (Jones et al., unpublished).

After the first freshwater hyphomycetes were reported by De Wildeman in 1893 from a temperate region, it was another 50 years before further significant research was done by Professor C. T. Ingold (Ingold, 1942, 1943, 1951, 1954, 1955, 1956, 1958a-b, 1959a-c, 1960a-b, 1975; Ingold and Chapman, 1952; Ingold and Webster, 1973).

Most freshwater higher fungi have been reported from temperate regions (Goh and Hyde, 1996a; Shearer, 1993a, b). Studies on tropical freshwater fungi are largely confined to observations made in the last two decades (Fisher and Petrini, 1983; Monod and Fisher, 1983; Fisher and Spooner, 1987; Shearer, 1989; Udaiyan, 1989; Udaiyan and Hosagoudar, 1991; Hyde, 1992a, b, c, 1993a, b, 1994a, b; Hyde and Stanley, 1994; Thomas, 1996; Goh, 1997; Goh and Hyde, 1996b). Many studies

have shown that the diversity of freshwater fungi in tropical regions is high and many of these fungi are new to science (Hyde, 1995; Wong et al., 1998; Ho, 1998).

Between 1990 and 1998, 31 new freshwater genera were recorded and it is apparent that many more new taxa await discovery (Ho, 1998). Hyde et al. (1997) collected and studied the fungi occurring on submerged wood from streams in the tropics and concluded that in any freshwater system studied in a new country, more than 50% of the ascomycetes identified may be undescribed species. Thus, there are still numerous freshwater fungi awaiting discovery in new habitats in tropical areas, especially in unexplored streams in Thailand.

Although, the number of freshwater fungi is increasing dramatically, only one paper has been published on freshwater fungi from Thailand before this study started. This was just a preliminary survey of fungi trapped in foam (Tubaki et al., 1983). These authors reported 29 species (20 identified and 9 unidentified).

The numbers of teleomorph/anamorph connections reported for freshwater taxa are low with only *ca.* 50 such connections being reported worldwide (Webster, 1994; Shearer, 1993). This number compares with over a thousand species of fungi that have been recorded from freshwater habitats (with this number dramatically increasing in the last ten years). Therefore this is an aspect that warrants further study. For many years, mitosporic species received little attention compared to that given to meiosporic species such as the Ascomycota and Basidiomycota (Kendrick, 1993; Seifert, 1993). Increasingly it is understood that many (if not all) fungi are pleomorphic: "That is, one fungus may produce several sorts of spores which may or may not be coincident in time and may or may not be produced after a nuclear fusion followed by meiosis, a sequence that may be interpreted as sexual" (Hawksworth et al., 1995). This is also supported by Kendrick (1989) who noted that the fungal holomorph can include a sexually reproductive phase and one or more asexually reproducing phases.

Mitosporic genera may be connected to several teleomorphs and conversely one teleomorph genus may have several associated anamorph genera (Seifert, 1993). In some cases the teleomorph state may be used as an indicator of the presence of the anamorph; for example *Nectria* is used as an indicator of the presence of *Chaetopsina* (Samuels, 1985) or *Fusarium* (Booth, 1960). Barr (1990) also noted that generalisations can be made with regard to the mitosporic states, for instance those of the unitunicate Ascomycota tend to possess phialidic or chlamydospore-type anamorphs, which are rare in the bitunicate Ascomycota. This shows how important it is to make investigations of the relationships between teleomorphs and anamorphs, which may then provide us with important or predictive information for taxonomy and ecology.

As part of the BIOTEC Fungal Biodiversity Programme, a survey of the lignicolous freshwater fungi was initiated and focused mainly on Khao Yai National Park. The main aims were to:

: Collect and document the diversity of lignicolous freshwater fungi colonising submerged wood at different geographic areas of Thailand.

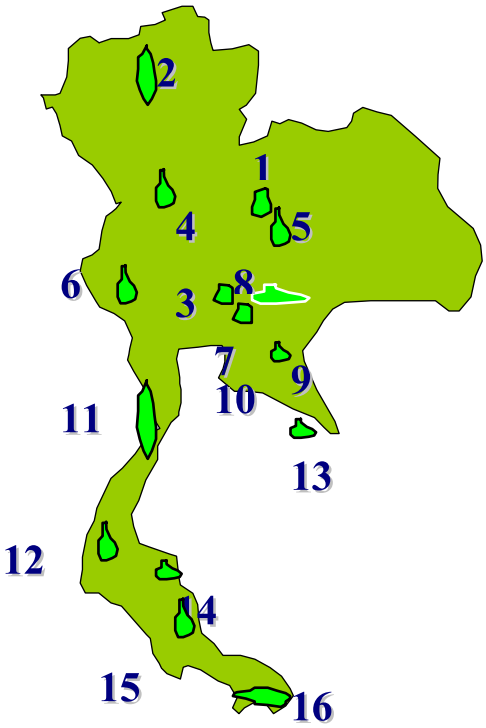
: Isolate these fungi and determine their teleomorph/anamorph relationships and thereby provide cultures for further study and screening for compounds exhibiting biological activity.

: Follow the colonisation and succession of fungi on wooden test blocks in two contrasting freshwater tropical streams in Khao Yai National Park.

Methodology

Collection, methods of exposure, recovery and incubation

Natural submerged wood was randomly collected from several rivers and streams running through natural forests ranging in location from the north to the south of Thailand (Fig. 1). At Khao Yai National Park, two rivers were used for a study on the colonisation of test blocks of four species. At Tad Ta Phu, water flows all year, while at km 29.2 flow ceases in the dry season. Wood of four trees, *Alstonia scholaris, Anisoptera oblonga*, *Dipterocarpus alatus* and *Xylia dolabriformis*, was used and these were immersed for 12 months. Collected materials were placed in plastic bags and returned to the laboratory. Samples were incubated (at 20 ^{o}C) in plastic boxes on sterile tissue paper in a cabinet with cool, white fluorescent light. Fungi were examined with a stereomicroscope and a compound microscope. Preparations were made in water, then mounted in lactophenol-cotton blue and sealed with polyvinyl alcohol.



SURVEY SITES

1. **Chulaporn Dam**
2. **Doi Inthanon National Park**
3. **Jed Sao Noi waterfall**
4. **Khlong Lan waterfall**
5. **Nam Nao National Park**
6. **Erawan waterfall**
7. **Sam Lan waterfall**
8. **Khao Yai National Park**
9. **Khao Soi Doi wild life sanctuary**
10. **Nam Tok Phliu**
11. **Kaeng Krachan National Park**
12. **Khao Sok National Park**
13. **Ko Change**
14. **Tone Nga Chang waterfall**
15. **Tone Petch waterfall**
16. **Bala Hala National Park**

Figure 1. The locations for collecting specimens in this study.

Test blocks were immersed for up to one-year. Test blocks of each wood species at each site were returned immediately in a clean polystyrene foam box to the laboratory, and then washed in tap water to remove silt and mud from the surface. Each set of test blocks was then placed in a pre-sterilized plastic box with tissue paper layered at the base. They were incubated at 20 ^{o}C in a cabinet with cool white fluorescent light. To determine the distribution of freshwater fungi, the samples were assessed between week 1, months 1, 2 and 3, following removal from the river. Test blocks were assessed using methods already developed (Sivichai, 1999; Sivichai et al., 2000).

Isolation of freshwater fungi and culture study

Single-spore isolations were made after examination and then grown on corn meal agar (CMA). Spores were spread over the agar surface with a flame-sterilized inoculation loop dipped in 0.05% Triton X-100, incubated at 20 ^{o}C in a cabinet with cool white fluorescent light and examined with a microscope each day for signs of germination. Six to eight germinated spores were transferred to new CMA plates and incubated in the same cabinet. Material was incubated in the laboratory and all sporulating fungi were isolated to determine teleomorph/anamorph relationships.

Identification of freshwater fungi

Wood samples were examined under a stereomicroscope for the presence of ascomata, basidiomata, conidiomata and conidia. Fungi sporulating on substrata were removed and transferred to a drop of sterile 0.05% Triton X-100 on a slide. A coverslip was put on top and tissue paper used to absorb excess water. The material was examined, measured and photographed with a Nomarski Differential Interference Contrast microscope. Permanent slides were prepared by allowing a drop of lactophenol to replace the water on the slide and then the coverslip was sealed with polyvinyl alcohol. After completion of examination, specimens on the timbers were dried down. Herbarium material and voucher slides were prepared and kept in the BIOTEC Herbarium (BBH) (Thailand) while isolates were transferred to the BIOTEC Culture Collection (BCC) (Thailand) for other research activities.

Results

Taxonomy of taxa collected

Four-hundred and sixteen species were collected in the last six years (Fig. 2), including 141 Ascomycota, 13 Basidiomycota and 262 mitosporic fungi representing 34%, 3%, and 63%

respectively of the total taxa. As no similar study has been done in Thailand, most species collected are new records for Thailand. Furthermore, 20% of these are new species. Twelve new species were described from Thailand (Jones et al., 1999; Sivichai and Hywel-Jones, 1999; Sivichai et al., 1998a, b; Sivichai et al., 2000; Marvanova and Hywel-Jones, 2000; Sivichai and Jones, inprep.):

- *Biflagellospora papillata* Sivichai and Hywel-Jones,
- *Biflagellospora siamensis* Sivichai and Hywel-Jones,
- *Biflagellospora gracilis* Sivichai and Hywel-Jones,
- *Brachydesmiella verrucosa* Goh, Sivichai, K. D. Hyde and Hywel-Jones,
- *Ellisembiosphaera brachypus* Sivichai and E.B.G. Jones
- *Jahnula siamensiae* Sivichai and E. B. G. Jones
- *Lichenopeltella quinquecladium* (E.B.G.Jones, Sivichai and Hywel-Jones) E.B.G. Jones D. Hawksw.
- *Melanochaeta garethjonesii* Sivichai and Hywel-Jones,
- *Monatosporella* state of *Ascotaiwania sawada* Sivichai, Jones and Hywel-Jones
- *Sigmoidea contorta* Marvanova and Hywel-Jones
- *Stauriella aquatica* Sivichai and E.B.G. Jones
- *Tricladium* state of *Hymenoscyphus varicosporoides* Sivichai, Jones and Hywel-Jones

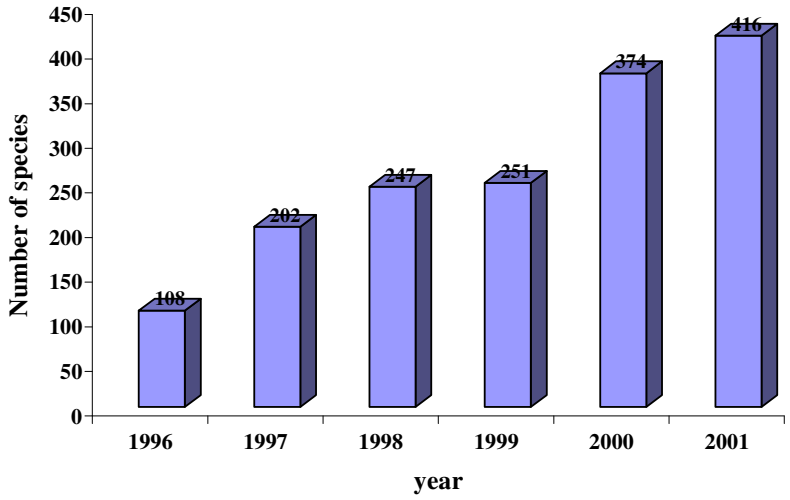


Figure 2. Cumulative graph of the number of species collected in each year in Thailand.

The freshwater higher fungi collected during this study came from two sources: stream sites in Khao Yai National Park (the major site) and various streams in Thailand. Some of these have only recently been described as new species from tropical freshwater habitats, such as, *Aquaphila albicans* Goh, K.D. Hyde and W. H. Ho from Australia, Brunei, Malaysia, and Philippines; *Canalisporium exiguum* Goh and K.D. Hyde from Australia; *Kirschsteiniothelia elaterascus* Shearer from Chile and USA and *Diluvicola capensis* K. D. Hyde, S. W. Wong and E. B. G. Jones from Brunei. Other species previously known from terrestrial habitats have recently been recorded from freshwater habitats. They are *Anthostomella taiwanensis* W. H. Hsieh, C. Y. Chen and Sivan., *Astrosphaeriella trochus* (Penz. and Sacc) D. Hawksw., *Tubeufia cylindrothecia* (Seaver) von Höhnel and *Nectria chaetopsinae-polyblastiae* Samuels. However, several taxa could not be fully identified and these await further study and identification.

The most common species, or rhose that could be found throughout the year, such as, *Helicomyces roseus*, *Halosarpheia*, *Savoryella aquatica*, *Trematosphaeria* sp.2, *Dictyochaeta* sp.1 and *Ellisembia opaca*. Other species are restricted by the season or are relatively rare, while some may be new to science or have never been reported before from a freshwater habitat.

Of all collecting sites, the number of freshwater fungi was highest in Khao Yai National Park with 295 species, followed by 100 species at Bala Hala and the lowest with only 1 species occurred at Song Kla lake (Fig. 3). However, the number of species in each site is related to the number of times that collections were made, as the greatest number of collections were also made at Khao Yai National Park.

Over a thousand samples were collected from natural submerged timber and exposed wood at Khao Yai National Park and are deposited as herbarium specimens, permanent slides and cultures in the BIOTEC Herbarium (BBH) and BIOTEC Culture Collection (BBC). Sample details including specimen number, fungus identification, substratum, habitat, collector's name, date and sites will soon be available at BIOTEC-Mycology programme.

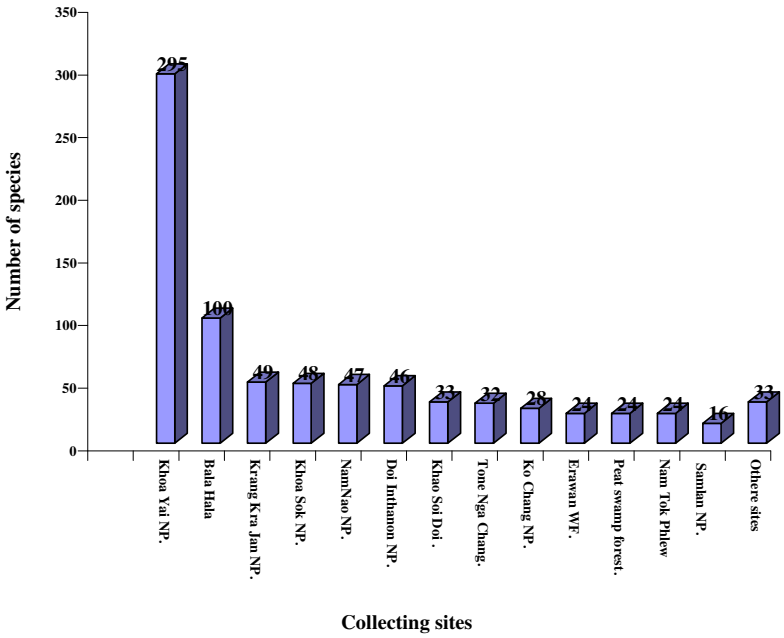


Figure 3. Total species number at each collecting site in this study.

Cultures of freshwater fungi

Over 600 strains of freshwater fungi have been isolated that can supply other research activities in Thailand. However, not all fungi germinated on artificial media in the laboratory and the success rate was about 60 %. This was because the study focused on the diversity of freshwater fungi rather than their culture. Some species were very common such as *Helicmyces roseus*, *Sporoschisma uniseptatum*, *S. saccardoi*, *Annulatascus velatisporus* and *Acrogenospora sphaerocephala*. All of these fungi have been isolated into axenic culture with more than 10 strains each. So only rare and other target fungi were isolated to build up the diversity of freshwater fungi in culture.

Figure 4. Freshwater fungi collected in Thailand (scale = 20 μm).

Teleomorph/anamorph relationships of isolated fungi

Twenty-two teleomorph/anamorph connections are reported here. Six of these are known connections with four of them previously reported from terrestrial habitats:

Melanochaeta hemipsila with *Sporoschisma saccardoi* (Goh et al., 1997); *Nectria chaetopsinae* with *Chaetopsina fulva*; *Nectria chaetopsinae-polyblastiae* with *Chaetopsina polyblastiae* (Samuels, 1985) and *Tubeufia cylindrothecia* with *Helicomyces roseus* (Barr, 1980) and two from freshwater habitats, i.e., *Ascotaiwania sawada* with *Monotosporella* anamorph stage (Sivichai et al., 1998b) and *Hymenoscyphus varicosporoides* with *Varicosporium* sp. (Tubaki, 1966).

A further 14 connections were made for the first time in this study. Teleomorph stages of the connections recorded are 15 pyrenomycetous, 4 Loculoascomycetes and 3 discomycetes. Most of the anamorph stages can be referred to typical terrestrial genera, with only two Ingoldian freshwater species. Of the 22 connections listed in Table 1, 18 are referred to named taxa, while for four species, only one stage can be referred to a named taxon.

Ecology and colonisation of freshwater fungi on exposed test blocks

Naturally submerged wood was collected from various streams in Thailand and the colonising fungi isolated and identified. Decorticated test blocks were also exposed at two sites in Khao Yai National Park involving exposure of timbers of four tree species: *A. scholaris*, *A. oblonga*, *D. alatus* and *X. dolabriformis*. This enabled us to determine the diversity of freshwater fungi in Thailand, the pattern of fungal colonisation and succession, the substratum specificity exhibited by the fungi and the effect of two different streams on the fungal community developing on the timbers, as well as to make comparisons of freshwater fungal diversity on the different timber species.

The number of freshwater fungi on four test blocks was 161 species (47 ascomycetes, 4 basidiomycetes, 110 mitosporic fungi). A comparison of the diversity of fungi supported by the four test timbers was made. The highest diversity occurred on *X. dolabriformis* (83 species, including 21 ascomycetes, 62 mitosporic fungi) with a mean of 15.2 species (Table 2). The total number of fungi found on *D. alatus* at the two sites was 79 species (23 ascomycetes, 53 mitosporic fungi, 3 basidiomycetes) with a mean of 14 species, and on *Alstonia scholaris* was 62 species (22 ascomycetes, 39 mitosporic fungi, 1 basidiomycete) with a mean of 10.2 species while the lowest diversity was on *A. oblonga* with 58 species (18 ascomycetes, 40 mitosporic fungi) and a mean of 7.5 species (Table 2).

Statistical data indicated that at Km29.2, the Shannon index (Ś) was 4.7 and 4.9 for *D. alatus* and *X. dolabriformis* respectively, while evenness (J´) was 0.8 on both exposed timbers. These two indices reflect the diversity of fungi on *X. dolabriformis* (Ś =4.9) which was higher than on *D. alatus* (Ś=4.7), while the evenness index shows a similar diversity on both timbers. At Tad Ta Phu, the Shannon index (S') was 4.5 and 4.6 on *D. alatus* and *X. dolabriformis*, respectively, while Evenness (J') was 0.8 for both timber species. These two indices reflect the similarity in the diversity of fungi on both timbers.

Table 1. List of teleomorph/anamorph connections and means of confirmation.

No.	Connections	
	Teleomorph	**Anamorph**
1	*Anthostomella aquatica*	*Geniculosporium sporodochiale*
2	*Anthostomella taiwanensis*	*Geniculosporium*-like*
3	*Ascotaiwania sawada*	*Monotosporella* sp.*
4	*Delitschia* sp. 1	*Phomopsis* sp. 1-like
5	*Diaporthe* sp. 1	*Phomopsis* sp. 2-like*
6	*Hymenoscyphus varicosporoides*	*Tricladium* anamorph of *H. varicosporoides*
7	*Hysterographium* sp. 1	*Phomopsis* sp. 3-like
8	*Melanochaeta garethjonesii*	*Sporoschisma uniseptatum**
9	*Melanochaeta hemipsila*	*Sporoschisma saccardoi*
10	*Microascus* sp. 1-like	Unidentified hyphomycete*
11	*Cosmospora chaetopsinae*	*Chaetopsina fulva*
12	*Cosmospora chaetopsinae-polyblastiae*	*Chaetopsina polyblastiae*
13	*Nectria* sp. 1	*Cylindrocarpon* sp. 1*
14	*Cosmospora* sp. 1	*Chaetopsina siamensis* sp.nov*
15	*Oxydothis* sp.1-like	*Phialophora* cf. *cyclaminis**
16	*Tubeufia cylindrothecia*	*Helicomyces roseus*
17	*Tubeufia* sp. 1	*Aquaphila albicans*
18	Teleomorph unidentified	*Dactylaria* sp. 2*
19	Teleomorph unidentified	*Ellisembia brachypus**
20	Teleomorph unidentified	*Phaeoisaria clematidis**
21	Unidentified *Discomycete* sp. 7	Unidentified *hyphomycete*
22	Unidentified *Discomycete* sp. 9	*Sporodochial* sp. 1

Table 2. Total freshwater fungi on different substrata and at different sites.

Fungi	**Substratum**							
	Dipterocarpus alatus		*Xylia dolabriformis*		*Alstonia scholaris*		*Anisoptera oblonga*	
	km29.2	Tad Ta Phu	km29.2	Tad Ta Phu	km29.2	Tad Ta Phu	km29.2	Tad Ta Phu
Ascomycetes at each site	15	15	14	14	17*	15	14*	5
Basidiomycetes at each site	2	1	-	-	1*	-	-	-
Mitosporic fungi at each site	36	32	48	33	29*	27	26*	27
Total species on each timber and test site	53	48	62	47	47*	42	40*	32
Ratio of mitosporic fungi to ascomycetes	2.4	2.1	3.4	2.3	1.7*	1.8	1.8*	5.4
Ascomycetes on timber	23		21		22*		18*	
Basidiomycetes on timber	3		-		1*		-*	
Mitosporic fungi on timber	53		62		39*		40*	
Total species on timber	79		83		62*		58*	
Ratio of mitosporic to ascomycetes	2.3		2.9		1.8		2.2	
Total ascomycetes	47							
Total basidiomycetes	4							
Total mitosporic fungi	110							
Total species in this study	161							
Overall ratio of mitosporic fungi to ascomycetes in this study	2.3							

* Species numbers may be affected by the loss of two sets of test blocks.

Conclusions

This is the first intensive study on the diversity of lignicolous freshwater fungi in Thailand, a group that has not been widely investigated in tropical/subtropical locations. In this study, an approach different to those of previous workers was taken, i.e., by comparing diversity at two streams with different physical characteristics, the use of local timbers, and by the method of assessment of fungal diversity.

Significantly, it was shown that there are communities of fungi specific to particular woods with over two hundred species on 'natural woods' collected from rivers in Thailand. It is assumed that this is because these woods are of a wide range of tree species and have been deposited in rivers for an unknown (but extended) period of time. The current project studied wood of just four tree species in two rivers in Khao Yai National Park and suggests that this is far from representative of the true diversity of freshwater fungi in Thailand.

Future Investigations

Future investigations on lignicolous freshwater fungi should concentrate on more detailed quantitative methods for the enumeration of their diversity and ecology.

Species diversity

As a result of this study, information on the number of freshwater fungi known from Thailand has increased significantly, even after only one year of study of four timbers at two streams in Khao Yai National Park. Future studies on fungal diversity in Thailand should examine different river systems especially those that are more acidic e.g. Peat swamp forest with a river system running through a highly acidic peat bog or even Bala Hala wildlife sanctuary in Narathiwat Province.

Other freshwater fungal groups

Only a few discomycete apothecia and basidiomycetes were collected in the present study. Are more of these fungi to be found in this habitat? To study this aspect in greater detail special techniques or procedures may have to be developed.

Few basidiomycetes have been described (Nawawi and Webster, 1985) from freshwater habitats, and this was also found in the present study. One unusual basidiomycete was collected from test blocks which has not been reported from terrestrial or aquatic habitats. This may be due to the preponderance of mitosporic fungi and ascomycetes which may produce metabolites that exclude or inhibit the growth of basidiomycetes. Moreover, basidiomycetes were only found on low density timbers and natural submerged wood (Sivichai, 1999). Therefore, special techniques may have to be

developed to search for basidiomycetes. For example, low density test blocks impregnated with the fungicide benomyl in an attempt to suppress hyphomycete growth, but still enabling the development of basidiomycetes (Jones, pers. comm.). Freshwater discomycetes have mostly been found at low temperatures from temperate areas and at Tad Ta Phu where the water was cooler. Moreover, low incubation temperatures may yield more discomycetes. Discomycetes may be more amphibious rather than growing totally submerged. Examination of trapped wood on the margins of streams may yield more species.

Freshwater fungi comprise 3 taxonomic groups: straminipiles, Ascomycetes and Hyphomycetes (Ingoldian fungi). Apart from lignicolous freshwater fungi in this study, the other two freshwater fungal groups have had very little work undertaken in the tropics, especially in Thailand.

Teleomorph/anamorph connections

Of the 22 teleomorph/anamorph connections detected in this study, many were found as the result of the intensive culture and ecological study. Over six hundred strains were cultured and many of these are non-sporulating. Many of these may be heterothallic which require cross mating experiments or various incubation techniques to induce sporulation.

As new molecular techniques become available and the number of fungal sequences increase in the GenBank. This probably is another choice to link anamorphs to their teleomorph in the near future.

Succession of freshwater fungi on wood

Most succession studies, including the present study, were over a relatively short period. Fungal succession was not clearly demonstrated and the wood was still in good condition, therefore, a true succession may not have been observed. Moreover, there is no consistent dominant mycoflora as yet reported in the literature. This study shows that two timbers in the same river at two sites can support vastly different fungal communities.

The four timbers employed in this investigation had a similar lignin content and this may account for the low degradation observed. Future studies should examine a series of timbers with a significantly different lignin content (e.g. balsa, greenheart) and see what effect this has on fungal colonisation. Future studies on the colonisation of wood in freshwater habitats must include long term exposure of timbers e.g. 5 or more years. This may answer the question: is there a true succession of fungi on wood?

To date few experimental investigations have been undertaken to examine fungal colonisation of wood in freshwater habitats. Areas for future study might well include molecular techniques to enumerate fungi colonising the wood, rather than relying on their sporulation as a means of detection.

This study has provided basic detailed data on the colonisation of 2 timbers in two streams at Khao Yai National Park. Patterns of colonisation were observed. Therefore these data supply information to enable us to experimentally examine topics such as interference competition and answer the question: do early colonisers produce compounds that suppress the growth of other fungi?

Factors affecting fungal colonisation in freshwater habitats

Many studies have shown that various factors influence the succession of fungi on a substratum: substrate specificity, corticated and decorticated wood, and bait size. Standardisation of procedures may therefore yield better comparative data.

A significant addition has been made to knowledge on the biodiversity of fungi in Thailand. Importantly, new knowledge has been gained on the freshwater fungi from tropical habitats. However, as only a few wood species have been surveyed it is clear that many freshwater fungi remain to be discovered.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Programme grants BRT 141022 and 143016. I wish to sincerely thank Prof. Gareth Jones and Dr. Nigel Hywel-Jones for valuable suggestions. I thank many other staff of the Mycology Laboratory for their help, especially Nattawut Boonyuen. Prof. Morakot Tanticharoen and Dr. Ruud Valyasevi are

thanked for their continued support. Lastly, Prof. Gareth Jones is thanked again for reviewing this paper.

References

Barr, M. 1980. On the family Tubeufiaceae (Pleosporales). *Mycotaxon* 12: 137-167.

Barr, M. 1990. Prodromus to nonlichenized, Pyrenomycetous members of class Hymenoascomycetes. *Mycotaxon* 39: 43-184.

Booth, C. 1960. Studies of Pyrenomycetes; V. Nomenclature of some Fusaria in relation to their nectroid perithecial states. *Mycological Papers* 74: 1-16.

Fisher, P.J. and B. Spooner. 1987. Two new Ascomycetes from Malawi. *Transactions of the British Mycological Society* 75: 201-206.

Fisher, P.J. and O. Petrini. 1983. Two new pyrenomycetes from Malawi. *Transactions of the British Mycological Society* 81: 369-398.

Goh, T.K. and K.D. Hyde. 1996a. Biodiversity of aquatic fungi. *Journal of Industrial Microbiology* 17: 328-345.

Goh, T.K. and K.D. Hyde. 1996b. *Brachydesmiella anthostomelloidea*, a new species of Dematiaceous hyphomycete from Australia. *Mycological Research* 100: 1364-1366.

Goh, T.K., W.H. Ho, K.D. Hyde and T.E. Umali. 1997. New records and species of *Sporoschisma* and *Sporochismopsis* from submerged wood in the tropics. *Mycological Research* 101: 1295-1307.

Goh, T.K. 1997. Tropical freshwater Hyphomycetes. *In* K.D. Hyde (ed.), Biodiversity of Tropical Microfungi, pp. 189-227. Hong Kong University Pres, Hong Kong.

Hawksworth, D.L., P.M. Kirk, B.C. Sutton and D.N. Pegler. 1995. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. CAB International, Wallingford, UK, 616 pp.

Ho, W.H. 1998. Biodiversity, ecological and ultrastructural studies in freshwater fungi on wood submerged in tropical streams. Ph.D. Thesis, Hong Kong University, 229 pp.

Hyde, K.D. and S. Tanley. 1994. Larger fungi. *In* T.J. Entwistle (ed.), Aquatic Cryptogams of Australia, a Guide to the Larger Fungi, Lichens, Macroalgae, Liverworts and Mosses of Australia Inland Waters, pp. 4-16. *Australian Society for Limnology Special Publication* No. 10.

Hyde, K.D., S.W. Wong and E.B.G. Jones. 1997a. Freshwater ascomycetes. *In* K.D. Hyde (ed.), Biodiversity of Tropical Microfungi, pp. 179-187. Hong Kong University Press, Hong Kong.

Hyde, K.D., S.W. Wong and E.B.G. Jones. 1998. *Diluviocola capensis* gen. and sp. nov., a freshwater ascomycete with unique polar caps on the ascospores. *Fungal Diversity* 1: 133-146.

Hyde, K.D. 1992a. Tropical Australian freshwater fungi. I. Some Ascomycetes. *Australian Systematic Botany* 5: 109-116.

Hyde, K.D. 1992b. Tropical Australian freshwater fungi. II. *Annulatascus velatispora* gen. et sp. nov., *A. bipolaris* sp. nov. and *Nais aquatica* sp. nov. (Ascomycetes). *Australian Systematic Botany* 5: 117-124.

Hyde, K.D. 1992c. Tropical Australian freshwater fungi. IV. *Halosarpheia aquatica* sp. nov., *Garethjonesia lacunosispora* gen. et sp. nov. and *Ophioceras dolichostomum* (Ascomycetes). *Australian Systematic Botany* 5: 407-414.

Hyde, K.D. 1993a. Tropical Australian freshwater fungi. V. *Bombardia* sp., *Jahnula australiensis* sp. nov., *Savoryella auatica* sp. nov. and *S. lignicola*. *Australian Systematic Botany* 6: 161-167.

Hyde, K.D. 1993b. Tropical Australian freshwater fungi. VI. *Tiarosporella paludosa* and *Clohesyomyces aquaticus* gen. et sp. nov. (Coelomycetes). *Australian Systematic Botany* 6: 169-173.

Hyde, K.D. 1994a. Aquatic fungi on rachides of *Livistona* in the Western Province of Papua New Guinea. *Mycological Research* 98: 719-725.

Hyde, K.D. 1994b. The genus *Savoryella* from freshwater habitats, including *S. grandispora* sp. nov. *Mycoscience* 35: 59-61.

Hyde, K.D. 1995. Tropical Australian freshwater fungi. VII. New genera and species of Ascomycetes. *Nova Hedwigia* 61: 119-140.

Ingold, C.T. and B. Chapman. 1952. Aquatic Ascomycetes: *Loramyces juncicola* Weston and *L. macrospora* n. sp. *Transactions of the British Mycological Society* 35: 268-272.

Ingold, C.T. and J. Webster. 1973. Some aquatic hyphomycetes from India. *Kavaka* 1: 4-9.

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

Ingold, C.T. 1943. Further observations on aquatic hyphomycetes of decaying alder leaves. *Transactions of the British Mycological Society* 26: 104-115.

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.

Ingold, C.T. 1956. Stream spora in Nigeria. *Transactions of the British Mycological Society* 39: 106-110.

Ingold, C.T. 1958a. Aquatic hyphomycetes from Uganda and Rhodesia. *Transactions of the British Mycological Society* 41: 109-114.

Ingold, C.T. 1958b. New aquatic hyphomycetes: *Lemonniera brachycladia, Anguillospora crassa* and *Fluminospora*

ovalis. *Transactions of the British Mycological Society* 41: 365-372.
Ingold, C.T. 1959a. Aquatic spora of Omo forest, Nigeria. *Transactions of the British Mycological Society* 42: 479-485.
Ingold, C.T. 1959b. Polycladium equiseti gen. nov., sp. nov.: an aquatic hyphomycete on *Equisetum* fluviatile. *Transactions of the British Mycological Society* 42: 112-114.
Ingold, C.T. 1959c. Submerged aquatic hyphomycetes. *Journal of the Queckett Microscope Club Series* 45: 115-130.
Ingold, C.T. 1960a. Aquatic hyphomycetes from Canada. *Canadian Journal of Botany* 38: 803-806.
Ingold, C.T. 1960b. Aquatic hyphomycetes in southern Rhodesia. *Proceedings Rhodesian Science Association* 43: 49-53.
Ingold, C.T. 1975. An illustrated guide to aquatic and water-borne Hyphomycetes (fungi imperfecti) with notes on their biology. *Freshwater Biological Association, Science Publication* 30: 1-96.
Jones, E.B.G., S.W. Wong, S. Sivichai, D.W.T. Au and N.L. Hywel-Jones. 1999. Lignicolous freshwater Ascomycota from Thailand: *Micropeltopsis quinquecladiopsis* sp. nov. *Mycological Research* 103: 729-735.
Kendrick, B. 1989. Subdivision Deuteromycotina – a fungal chimera. *Sydowia* 41: 6-14.
Kendrick, B. 1993. The Fifth Kingdom. Focus Texts, Massachusetts, U.S.A.
Marvanová, L. and N.L. Hywel-Jones. 2000. *Sigmoidea contorta* sp. nov. and two rare species from waters in Thailand. *Cryptogamie Mykologie* (in press).
Monod, M. and P.J. Fisher. 1983. *Plagiosphaera nilotica* sp. nov., a member of the Diaporthales from Sudan. *Transactions of the British Mycological Society* 81: 177-179.
Nawawi, A. and J. Webster. 1985. Basidiomycetes with branched water-borne conidia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 91: 51-60.
Samuels, G.J. 1985. Four new species of *Nectria* and their *Chaetopsina* anamorphs. *Mycotaxon* 22: 13-32.
Seifert, K.A. 1993. Integrating anamorphic fungi into the fungal system. *In* D.R. Reynolds & J.W. Taylor (eds.), The Fungal Holomorph: Mitotic, Meiotic and Pleomorphic Speciation in Fungal Systematics, pp. 79-92. C.A.B. International, Wallingford, U.K
Shearer, C.A. 1993a. The freshwater Ascomycetes. *Nova Hedwigia* 56: 1-33.
Shearer, C.A. 1993b. A new species of Kirschsteiniothelia (Pleosporales) with an unusual fissitunicate ascus. Mycologia 85, 963-969.
Sivichai, S. and N.L. Hywel-Jones. 1999. *Biflagellospora* (aero-aquatic hyphomycetes) from submerged wood in Thailand. *Mycological Research* 103: 908-914.
Sivichai, S. 1999. Tropical Freshwater Fungi: Their Taxonomy and Ecology. PhD 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 Ascomycetes from Thailand: 1. *Ascotaiwania sawada* and its anamorph state *Monotosporella*. *Mycoscience* 39: 307-311.
Sivichai, S., N.L. Hywel-Jones and S. Somrithipol. 2000. Lignicolous freshwater Ascomycota from Thailand: *Melanochaeta* and *Sporoschisma* anamorphs. *Mycological Research* 104: 478-485.
Thomas, K. 1996. Freshwater fungi. *In* A.E. Orhard (ed.), Fungi of Australia. Vol. 1B. Introduction-Fungi in the Environment, pp. 1-37. ABRS/CSIRO, Australia.
Tubaki, K. 1966. An undescribed species of *Hymenoscyphus* a perfect stage of *Varicosporium. Transactions of the British Mycological Society* 49: 345-349.
Tubaki, K., K. Watanabe and L. Manoch. 1983. Aquatic hyphomycetes from Thailand. *Transactions of the Mycological Society of Japan* 6: 11-16.
Udaiyan, K. 1989. Some interesting ascomycetes from water-cooling towers. *Kavaka* 17: 11-16.
Udaiyan, K. and Hosagoudar, V.S. 1991. Some interesting ascomycetes from industrial water cooling tower of Madras-II. *Journal of Economic and Taxonomical Botany* 15: 649-665.
Webster, J. 1994. Anamorph-teleomorph relationships. *In* F. Bärlocher (ed.), The Ecology of Aquatic Hyphomycetes Springer-Verlag, pp. 99-117. Berlin, Heidelberg.
Wong, S.W., K.D. Hyde and E.B.G. Jones. 1998a. *Annulatascus*, (Annulatascaceae) a new Ascomycete family from the tropics. *Systema Ascomycetum* 16: 17-25.
Wong, M.K.M., T.K. Goh, I.J. Hodgkiss, K.D. Hyde, V.M. Ranghoo, C.M. Tsui, W.H. Ho, W.S.W. Wong and T.K. Yuen. 1998b. Role of fungi in freshwater ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 7: 1187-1206.

การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา

ปิยะ เฉลิมกลิ่น[1], พงษ์ศักดิ์ พลเสนา[2] และชัยวัฒน์ บุญฟัก[1]

[1]ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]สวนพฤกษศาสตร์ภาคตะวันออก (เขาหินซ้อน) ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Germplasm Collection and Identification of Thai Annonaceae

Piya Chalermglin[1], Pongsak Polsena[2] and Chaiwat Boonfak[1]

[1]Agro-Technology Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Chatuchak, Bangkok 10900, [2]Eastern Botanic Garden (Khao Hinson), Forest Botany Division, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

The "Germplasm Collection and Identification of Thai Annonaceae" project was undertaken for 4 years from 1997 to 2001. There were 36 genera and 164 species identified in herbarium collections. New records for Thailand comprised 11 species: *Alphonsea gaudichaudiana* (Baill.) Finet & Gagnep., *Artabotrys multiflorus* C.E.C. Fisher, *Cleistopetalum sumatranum* H. Okada, *Cyathocalyx martabanicus* Hook.f. & Thomson var. *martabanicus*, *Cyathostemma hookeri* King, *Dasymaschalon yunnanense* (Hu) Ban, *Dendrokingstonia nervosa* (Hook.f. & Thomson) Rauschert, *Goniothalamus malayanus* Hook.f. & Thomson, *Mitrephora wangii* Hu, *Pseuduvaria monticola* J. Sinclair and *Xylopia pierrei* Hance. Nine are expected to be new species, 13 species were classified as rare and endangered and 56 species had fragrant flowers. The seedlings of 54 species in 22 genera are conserved in the Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai Province and the Eastern Botanic Garden (Khao Hinson), Chachoengsao Province.

Key words: Thai Annonaceae, germplasm collection

บทนำ

พรรณไม้ในวงศ์กระดังงา ที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย พบว่าหลายชนิดกำลังจะสูญพันธุ์ และเกือบทุกชนิดกำลังลดจำนวนลง แต่ในเวลาเดียวกัน การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้ในวงศ์นี้ ยังไม่ได้ดำเนินการอย่างจริงจัง ทั้งๆ ที่หลายชนิดเคยใช้ประโยชน์เป็นสมุนไพรพื้นบ้าน (ปิยะ และคณะ, 2542ค) ปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับ (ปิยะ, 2539) นอกจากนี้หลายชนิดยังมีดอกหอม (ปิยะ และคณะ, 2542ข) การจำแนกไม้ในวงศ์นี้จึงจำเป็นต้องดำเนินการอย่างจริงจัง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในด้านการศึกษาทางพฤกษศาสตร์ ขยายพันธุ์ และอนุรักษ์เพื่อไม่ให้สูญพันธ์

จากรายงานการศึกษาพรรณไม้วงศ์กระดังงา ในทั่วโลกมีประมาณ 128 สกุล 2,300 ชนิด (Kessler, 1993) สำหรับในประเทศใกล้เคียง มีรายงานจากอินเดีย พบแล้ว 25 สกุล 181 ชนิด (Hooker, 1872) พม่ามี 19 สกุล 61 ชนิด (Kurz, 1877) มาเลเซียมี 38 สกุล 198 ชนิด (Sinclair, 1955) อินโดนีเซียมี 27 สกุล 61 ชนิด (Backer and Brink, 1963) ฟิลิปปินส์มี 60 สกุล 80 ชนิด (Merrill, 1968) เวียดนามมี 29 สกุล 177 ชนิด (Ban, 2000) สำหรับในประเทศไทยยังมีการศึกษาและจำแนกไว้น้อยมาก โดย Craib (1931) พบจำนวน 29 สกุล 117 ชนิด 2 พันธุ์ จำลอง (2515) พบ 6 สกุล 26 ชนิด จำลอง และชวลิต (2534) รายงานการพบในป่าพรุจำนวน 7 สกุล 12 ชนิด Bygrave (1996) ประเมินว่าในประเทศไทยอาจมี 42 สกุล 225 ชนิด ศุภโชติ (2540) สำรวจในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน และรายงานไว้ 14 สกุล 22 ชนิด 1 พันธุ์ ณรงค์ (2544) สำรวจในป่าตะวันออกและรายงานไว้ 24 สกุล 47 ชนิด ภาสกร (2544) ศึกษาเฉพาะในสกุลยางโอน พบ 28 ชนิด 3 พันธุ์ ในขณะที่หนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (เต็ม, 2544) พบ 31 สกุล 122 ชนิด 3 พันธุ์ ซึ่งเป็นข้อมูลใหม่ที่อยู่ในช่วงเดียวกับที่โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ให้ดำเนินการวิจัยเรื่องการรวบรวมและจำแนกพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 - 2544

วิธีการ

สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในวงศ์กระดังงาทั่วประเทศ จากสวนรุกขชาติ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตอนุรักษ์ต้นน้ำ พื้นที่ป่าทั่วไป วัด สำนักสงฆ์ สวนพฤกษศาสตร์ และสวนรวมพรรณไม้เอกชน ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืช บรรยายลักษณะพืชตามหลักอนุกรมวิธาน วาดภาพลายเส้นของลักษณะพืชและองค์ประกอบของดอก ผล และเมล็ด บันทึกภาพลักษณะวิสัย ช่อดอก ดอก ผล เมล็ด และสภาพทางนิเวศวิทยา บันทึกข้อมูลการกระจายพันธุ์ ศึกษาข้อมูลจากเอกสารเพื่อใช้ในการระบุชื่อพืช สำหรับเมล็ดและต้นกล้าที่รวบรวมได้บางส่วน นำมาเพาะกล้าแล้วจัดส่งไปปลูกไว้ในแปลงรวบรวมพรรณไม้ในวงศ์กระดังงาที่สวนพฤกษศาสตร์ภาคตะวันออก (เขาหินซ้อน) อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา และที่สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิจัย

1. การจำแนกพรรณไม้ ได้ศึกษาและตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์จากตัวอย่างพรรณไม้ที่รวบรวมได้ จำนวน 36 สกุล รวม 165 ชนิด ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1. รายชื่อพรรณไม้ที่รวบรวมและตรวจสอบในวงศ์กระดังงา

สกุล	จำนวนชนิด	รายชื่อชนิด
ตำหยาว (*Alphonsea*)	6	ตำหยาวผลตุ่ม (*A. boniana*); ตำหยาวเล็ก (*A. cylindrica*); ตำหยาว (*A. elliptica*); ตำหยาวดอยภูคา (*A. gaudichaudiana*); ตำหยาวแขก (*A. javanica*); ตำหยาวเขา (*A.* sp.)
จำปูน (*Anaxagorea*)	2	จำปูน (*A. javanica*); กำลังวัวเถลิง (*A. luzonensis*)
น้อยหน่า (*Annona*)	4	น้อยหน่าออสเตรเลีย (*A. cherimola*); ทุเรียนเทศ (*A. muricata*); น้อยโหน่ง (*A. reticulata*); น้อยหน่า (*A. squamosa*)
นมแมวซ้อน (*Anomianthus*)	1	นมแมวซ้อน (*A. dulcis*)
การเวก (*Artabotrys*)	11	นมชะนี (*A. burmanicus*); การเวกใบใหญ่ (*A. grandifolius*); นมงัว (*A. harmandii*); กระดังงาจีน (*A. hexapetalus*); การเวกช่อ (*A. multiflorus*); หัวสุ่ม (*A. oblanceolatus*); การเวก (*A. siamensis*); นาวน้ำ (*A. spinosus*); ก่าย (*A. suaveolens*); สะบันงาเครือ (*A. vanprukii*); การเวกน้ำ (*A.* sp.)
กระดังงาไทย (*Cananga*)	3	สะแกแสง (*C. latifolia*); กระดังงาไทย (*C. odorata*); กระดังงาสงขลา (*C. odorata* var. *fruticosa*)
เหลืองกระจุก (*Cleistopetalum*)	1	เหลืองกระจุก (*C. sumatranum*)
นางเลว (*Cyathocalyx*)	3	คำฟู (*C. martabanicus*); นางเลว (*C. martabanicus* var. *harmandii*); กระดังงาดง (*A. sumatranus*)
น้ำเต้าน้อย (*Cyathostemma*)	6	นมแมวแดง (*C. argenteum*); นมแมวเขียว (*C. hookeri*); น้ำเต้ายาน (*C. longipes*); น้ำเต้าน้อย (*C. micranthum*); นมแมวช่อ (*C. viridiflorum*); สะพลี (*C. wrayi*)
นมเสือ (*Dasoclema*)	1	นมเสือ (*D. siamensis)*
บุหรง (*Dasymaschalon*)	9	บุหรง (*D. blumei* var. *blumei*); บุหรงสุราษฎร์ (*D. blumei* var. *suratense*); บุหรงใบอ่อนสีน้ำตาล (*D. blumei* var. *wallichii*); บุหรงก้านยาว (*D. filipes*); โปร่งกิ่ว (*D. lomentaceum*); ติ่งฟ้า (*D. macrocalyx*); สะบันงาเกลียว (*D. sootepense*); บุหรงหยุนหนาน (*D. yunnanense*); บุหรงเลื้อย (*D.* sp.)

ตารางที่ 1. (ต่อ)

สกุล	จำนวนชนิด	รายชื่อชนิด
กะโหลก (*Dendrokingstonia*)	1	กะโหลก (*D. nervosa*)
สายหยุด (*Desmos*)	3	สายหยุด (*D. chinensis*); ส่าเหล้าปัตตานี (*D. cochinchinensis*); สายหยุดเหนือ (*D. praecox*)
นมแมวป่า (*Ellipeiopsis*)	1	นมแมวป่า (*E. cherrevensis*)
หนังหนา (*Enicosanthum*)	4	หนังหนาผลกลม (*E. cupulare*); หนังหนาผลติ่ง (*E. fuscum*); หนังหนาดอกใหญ่ (*E. membranifolium*); หนังหนาช่อยาว (*E. praestigiosum)*
ย่านเลือด (*Fissistigma*)	4	กล้วยลิง (*F. latifolium*); กล้วยมะสังก้านสั้น (*F. parviflorum*); ข่าหด (*F. polyanthoides*); ย่านเลือด (*F. rubiginosum*)
บุหงาเซิง (*Friesodielsia*)	4	เครือเหนียว (*F. affinis*); บุหงาเซิง (*F. desmoides*); บุหงาเถา (*F. discolor*); บุหงากลีบใหญ่ (*F. kingii*)
ปาหนันช้าง (*Goniothalamus*)	23	ปาหนันจิ๋ว (*G. elegans*); ปาหนันหอม (*G. expansus*); ปาหนันช้าง (*G. giganteus*); สะบันงาป่า (*G. griffithii*); ข้าวหลามดง (*G. laoticus*); กิ่งดอกเดียว (*G. macrophyllus*); กิ่งดอกเดียวใบเล็ก (*G. macrophyllus* var. *siamensis*); ปาหนันพรุ (*G. malayanus*); ข้าวหลาม (*G. marcanii*); แสดสยาม (*G. repevensis*); บุหงาหยิก (*G. sawtehii*); ปาหนันกลีบแผ่ (*G. scortechinii*); ปาหนันเตี้ย (*G. subevenius*); บุหงาลำเจียก (*G. tapis*); ปาหนันหนัง (*G. tavoyensis*); ปาหนันขี้แมว (*G. tenuifolius*); ปาหนันมรกต (*G. tortilipetalus*); ปาหนันผอม (*G. umbrosus*); ส่าเหล้าต้น (*G. undulatus*); ปาหนันเมืองกาญจน์ (*G.* sp.); ปาหนันยักษ์ (*G.* sp.); ปาหนันร่องกล้า (*G.* sp.); ปาหนันสร้อย (*G.* sp.)
ฉัตรลีลา (*Marsepopetalum*)	1	ฉัตรลีลา (*M. pallidum*)
ไสเดน (*Meiogyne*)	1	ไสเดน (*M. hainanense*)
ลำดวน (*Meloodrum*)	2	ลำดวน (*M. fruticosum*); นมแมว (*M. siamensis*)
หัวเต่า (*Mezzettia*)	1	หัวเต่า (*M. parviflora*)
ขางหัวหมู (*Miliusa*)	9	ใบเบี้ยว (*M. amplexicaulis*); ระฆังภู (*M. campanulata*); ระฆังเขียว (*M. cuneata*); อีแรด (*M. lineata*); ระฆังสายยาว (*M. longipes*); จิงจาบ (*M. mollis*); ระฆังใต้ (*M. smithiae*); หมาดำ (*M. thorelii*); ขางหัวหมู (*M. velutina*)
มหาพรหม (*Mitrephora*)	6	พรหมขาว (*M. alba*); กลาย (*M. keithii*); นางแดง (*M. maingayi*); มะป่วน (*M. tomentosa*); ลำดวนดอย (*M. wangii*); มหาพรหม (*M. winitii*)
มะแฝด (*Monocarpia*)	1	มะแฝด (*M. marginalis*)
กล้วยค่าง (*Orophea*)	6	พริกแดง (*O. brandisii*); พริกเหลือง (*O. cuneiformis*); กล้วยค่าง (*O. enterocarpa*); พริกนกหมอคาร์ (*O. kerrii*); จักหัน (*O. polycarpa*); พริกนกดอกใหญ่ (*O.* sp.)
หัวลิง (*Phaeanthus*)	1	หัวลิง (*P. splendens*)
หำช้าง (*Platymitra*)	1	หำช้าง (*P. macrocarpa*)

ตารางที่ 1. (ต่อ)

สกุล	จำนวนชนิด	รายชื่อชนิด
ยางโอน (*Polyalthia*)	28	หลังโก่ง (*P. bullata*); จำปาขอม (*P. cauliflora* var. *desmantha*); จำปาขอมดอกใหญ่ (*P. cauliflora* var. *wrayi*); กะเจียน (*P. ceresoides*); ยางปุ่ม (*P. clavigera*);ตับเต่า (*P. dubia*); นมน้อย (*P. evecta* var. *evecta*); คำหอม (*P. evecta* var. *attopeuensis*); นมน้อยก้านแดง (*P. evecta* var. *intermedia*); ตารา (*P. glauca*); หมากหน่วยแดง (*P. hookeriana*); กระดังงาเขา (*P. jenkinsii*); ยางเหลือง (*P. jucunda*); กระดังงาป่า (*P. lateriflora*); อโศกอินเดีย (*P. longifolia*); ยางดง (*P. obtusa*); สุรามีฤทธิ์ (*P. parviflora*); นวลเขา (*P. rumphii*); ยางยืด (*P. simiarum*); หนวดปลาดุก (*P. stenopetala*); กลึงกล่อม (*P. suberosa*); ยางโอน (*P. viridis*); กล้วยเต่าผลแดง (*P.* sp.); กล้วยเต่าผลเหลือง (*P.* sp.); เดี่ยวชมพู (*P.* sp.); สาวสอยดาว (*P.* sp.); สีพ่วน (*P.* sp.); เหลืองจันทน์ (*P.* sp.)
เนียน (*Popowia*)	1	เนียน (*P. pisocarpa*)
สังหยู (*Pseuduvaria*)	5	สังหยูดอกแดง (*P. macrophylla* var. *sessilicarpa*); สังหยูเขา (*P. monticola*); สังหยูดอกใหญ่ (*P. multiovulata*); สังหยูดำ (*P. rugosa*); สังหยูใบขน (*P. setosa*)
กะโมกเขา (*Sageraea*)	1	กะโมกเขา (*S. elliptica*)
งำเงาะ (*Stelechocarpus*)	1	งำเงาะ (*S. cauliflorus*)
มะขาว (*Trivalvaria*)	1	มะขาว (*T. pumila*)
กล้วยหมูสัง (*Uvaria*)	10	นมช้าง (*U. cordata*); กล้วยอีเห็น (*U. dac*); เงาะพวงผลกลม *U. fauveliana*); กล้วยหมูสัง (*U. grandiflora*); กล้วยหมูสังสีนวล (*U grandiflora* var. *flava*); นมควายน้อย (*U. hahnii*); กล้วยพังพอน (*U. hamiltonii*); กล้วยหมูสังเล็ก (*U. leptopoda*); กล้วยอ้ายพอน (*U. lurida*); พีพวนน้อย (*U. rufa*)
กล้วยน้อย (*Xylopia*)	2	สะทางเล็ก (*X. pierrei*); กล้วยน้อย (*X. vielana*)

2. ค้นพบพืชชนิดใหม่ของประเทศ ในโครงการนี้ได้ค้นพบพืช 11 ชนิด ที่ยังไม่มีรายงานการพบในประเทศไทยมาก่อน ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2. รายชื่อพืชชนิดใหม่ของประเทศไทย ในวงศ์กระดังงา จำนวน 11 ชนิด

ชื่อพืช	ชื่อพฤกษศาสตร์
ตำหยาวดอยภูคา	*Alphonsea gaudichaudiana* (Baill.) Finet & Gagnep.
การเวกช่อ	*Artabotrys multiflorus* C.E.C. Fisher
เหลืองกระจุก	*Cleistopetalum sumatranum* H. Okada
คำฟู	*Cyathocalyx martabanicus* Hook.f. & Thomson var. *martabanicus*
นมแมวเขียว	*Cyathostemma hookeri* King
บุหรงหยุนหนาน	*Dasymaschalon yunnanense* (Hu) Ban
กะโหลก	*Dendrokingstonia nervosa* (Hook.f. & Thomson) Rauschert
ปาหนันพรุ	*Goniothalamus malayanus* Hook.f. & Thomson
ลำดวนดอย	*Mitrephora wangii* Hu
สังหยูเขา	*Pseuduvaria monticola* J. Sinclair
สะทางเล็ก	*Xylopia pierrei* Hance

3. พบพืชที่คาดว่าเป็นชนิดใหม่ของโลก ซึ่งต้องรอการตรวจสอบเพิ่มเติม ตามตารางที่ 3

4. แก้ปัญหาเรื่องชื่อพฤกษศาสตร์ให้ถูกต้องตามหลักอนุกรมวิธานพืช ดังนี้

4.1 *Goniothalamus calvicarpa* Craib เป็นชื่อพ้องของสะบันงาป่า *Goniothalamus griffithii* Hook.f. & Thomson

4.2 ฉัตรลีลา, นมแมวน้อย *Polyalthia modesta* (Pierre) Finet & Gagnep. และนมแมวน้อย *Polyalthia crassa* Parker ชื่อที่ถูกต้องคือ *Marsepopetalum pallidum* (Blume) Backer

ตารางที่ 3. พืชที่คาดว่าเป็นชนิดใหม่ของโลกในวงศ์กระดังงา จำนวน 9 ชนิด

ชื่อพืช	ชื่อพฤกษศาสตร์
ตำหยาวเขา	*Alphonsea* sp.
การเวกน้ำ	*Artabotrys* sp.
บุหรงเลื้อย	*Dasymaschalon* sp.
ปาหนันเมืองกาญจน์	*Dasymaschalon* sp.
ปาหนันยักษ์	*Goniothalamus* sp.
ปาหนันร่องกล้า	*Goniothalamus* sp.
ปาหนันสร้อย	*Goniothalamus* sp.
ไสเดนเมืองกาญจน์	*Meiogyne* sp.
เหลืองจันทน์	*Polyalthia* sp.

5. พบพืชหายากและใกล้จะสูญพันธุ์ พืชที่อยู่ในข่ายที่หายากและใกล้จะสูญพันธุ์ คือ พืชที่มีจำนวนต้นน้อย อัตราการกระจายพันธุ์ต่ำ ถิ่นกำเนิดแคบและมีศัตรูรบกวนมาก ซึ่งจำเป็นต้องรีบศึกษาเพื่อช่วยเรื่องการขยายพันธุ์ รวมทั้งการอนุรักษ์ในถิ่นกำเนิดเดิมและนอกถิ่น ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4. พรรณไม้หายากและใกล้จะสูญพันธุ์ในวงศ์กระดังงา จำนวน 13 ชนิด

ชื่อพืช	ชื่อพฤกษศาสตร์
การเวกน้ำ	*Artabotrys* sp.
เหลืองกระจุก	*Cleistopetalum sumatranum* H. Okada
คำฟู	*Cyathocalyx martabanicus* Hook.f. & Thomson var. *martabanicus*
นมแมวเขียว	*Cyathostemma hookeri* King
น้ำเต้ายาน	*Cyathostemma longipes* Craib
นมเสือ	*Dasoclema siamensis* (Craib) J. Sinclair
บุหรงก้านยาว	*Dasymaschalon filipes* (Ridl.) Ban
บุหรงหยุนหนาน	*Dasymaschalon yunnanense* (Hu) Ban
บุหรงเลื้อย	*Dasymaschalon* sp.
กะโหลก	*Dendrokingstonia nervosa* (Hook.f. & Thomson) Rauschert
แสดสยาม	*Goniothalamus repevensis* Pierre ex Finet & Gagnep.
ลำดวนดอย	*Mitrephora wangii* Hu
สังหยูเขา	*Pseuduvaria monticola* J. Sinclair

6. การตรวจสอบพืชต่างถิ่น ได้ข้อมูลพืชที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ และปลูกกันอยู่โดยทั่วไป ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5. พืชต่างถิ่นของวงศ์กระดังงาที่ปลูกกันโดยทั่วไปเป็นไม้ผลและเป็นไม้ประดับ จำนวน 6 ชนิด

ชื่อพืช	ชื่อพฤกษศาสตร์
น้อยหน่าออสเตรเลีย	*Annona cherimola* Mill.
ทุเรียนเทศ	*Annona muricata* L.
น้อยโหน่ง	*Annona reticulata* L.
น้อยหน่า	*Annona squamosa* L.
กระดังงาจีน	*Artabotrys hexapetalus* (L.f.) Bhandari
อโศกอินเดีย	*Polyalthia longifolia* (Sonn.) Thwaites

7. การตรวจสอบเป็นไม้ดอกหอม ได้พบพืชที่ดอกมีกลิ่นหอม ทั้งที่ปลูกกันอยู่โดยทั่วไป และที่ยังเป็นพืชป่า ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6. พรรณไม้ดอกหอมในวงศ์กระดังงา จำนวน 56 ชนิด

ชื่อพืช	ชื่อพฤกษศาสตร์
จำปูน	*Anaxagorea javanica* Blume
ทุเรียนเทศ	*Annona muricata* L.
นมแมวซ้อน	*Anomianthus dulcis* (Dunal) J. Sinclair
นมชะนี	*Artabotrys burmanicus* A.DC.
การเวกใบใหญ่	*Artabotrys grandifolius* King
นมงัว	*Artabotrys harmandii* Finet & Gagnep.
กระดังงาจีน	*Artabotrys hexapetalus* (L.f.) Bhandari
การเวกช่อ	*Artabotrys multiflorus* C.E.C. Fisher
หัวสุ่ม	*Artabotrys oblanceolatus* Craib
การเวก	*Artabotrys siamensis* Miq.
นาวน้ำ	*Artabotrys spinosus* Craib
สะบันงาเครือ	*Artabotrys vanprukii* Craib
การเวกน้ำ	*Artabotrys* sp.
กระดังงาไทย	*Cananga odorata* (Lam.) Hook.f. & Thomson var. *odorata*
กระดังงาสงขลา	*Cananga odorata* (Lam.) Hook.f. & Thomson var. *fruticosa* (Craib) Corner
คำฟู	*Cyathocalyx martabanicus* Hook.f. & Thomson var. *martabanicus*
กระดังงาดง	*Cyathocalyx sumatranus* Scheff.
สายหยุด	*Desmos chinensis* Lour.
บุหงาเชิง	*Friesodielsis desmoides* (Craib) Steenis
บุหงากลีบใหญ่	*Friesodielsia kingii* (J. Sinclair) Steenis
ปาหนันหอม	*Goniothalamus expansus* Craib
ปาหนันช้าง	*Goniothalamus giganteus* Hook.f. & Thomson
สะบันงาป่า	*Goniothalamus griffithii* Hook.f. & Thomson
ข้าวหลามดง	*Goniothalamus laoticus* (Finet & Gagnep.) Ban
กิ่งดอกเดียว	*Goniothalamus macrophyllus* (Blume) Hook.f. & Thomson var. *macrophyllus*
กิ่งดอกเดียวใบเล็ก	*Goniothalamus macrophyllus* (Blume) Hook.f. & Thomson var. *siamensis* J. Sinclair
ปาหนันพรุ	*Goniothalamus malayanus* Hook.f. & Thomson
ข้าวหลาม	*Goniothalamus marcanii* Craib
แสดสยาม	*Goniothalamus repevensis* Pierre ex Finet & Gagnep.
บุหงาหยิก	*Goniothalamus sawtehii* C.E.C. Fisher
ปาหนันกลีบแผ่	*Goniothalamus scortechinii* King
ปาหนันเตี้ย	*Goniothalamus subevenius* King
บุหงาลำเจียก	*Goniothalamus tapis* Miq.
ปาหนันผอม	*Goniothalamus umbrosus* J. Sinclair
ส่าเหล้าต้น	*Goniothalamus undulatus* Ridl.
ปาหนันเมืองกาญจน์	*Goniothalamus* sp.
ปาหนันยักษ์	*Goniothalamus* sp.
ปาหนันร่องกล้า	*Goniothalamus* sp.

ตารางที่ 6. (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อพฤกษศาสตร์
ปาหนันสร้อย	*Goniothalamus* sp.
ลำดวน	*Melodorum fruticosum* Lour.
นมแมว	*Melodorum siamense* (Scheff.) Ban
พรหมขาว	*Mitrephora alba* Ridl.
กลาย	*Mitrephora keithii* Ridl.
นางแดง	*Mitrephora maingayi* Hook.f. & Thomson
มะป่วน	*Mitrephora tomentosa* Hook.f. & Thomson
ลำดวนดอย	*Mitrephora wangii* Hu
มหาพรหม	*Mitrephora winitii* Craib
คำหอม	*Polyalthia evecta* (Pierre) Finet & Gagnep. var. *attopeuensis* (Pierre) Finet & Gagnep.
กระดังงาเขา	*Polyalthia jenkinsii* Hook.f. & Thomson
กล้วยหมูสัง	*Uvaria grandiflora* Roxb. ex Hornem. var. *grandiflora*
กล้วยหมูสังสีนวล	*Uvaria grandiflora* Roxb. ex Hornem. var. *flava* (Teysm. & Binn.) J. Sinclair
นมควายน้อย	*Uvaria hahnii* (Finet & Gagnep.) J. Sinclair
กล้วยพังพอน	*Uvaria hamiltonii* Hook.f. & Thomson
กล้วยอ้ายพอน	*Uvaria lurida* Hook.f. & Thomson
สะทางเล็ก	*Xylopia pierrei* Hance
กล้วยน้อย	*Xylopia vielana* Pierre

8. ข้อมูลและรายงานที่ได้จากโครงการนี้

8.1 รายงานฉบับที่ 1 การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้วงศ์กระดังงา. รายงานการวิจัยเสนอต่อโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. (2540) โดยปิยะ เฉลิมกลิ่น, สามารถ จิตนาวสาร, สุมน มาสุธน, ทยา เจนจิตติกุล, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชนินทร์ โถรัตน์ มีข้อมูลของพืชจำนวน 33 ชนิด (ปิยะ และคณะ, 2540)

8.2 รายงานฉบับที่ 2 การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้วงศ์กระดังงา. รายงานการวิจัยเสนอต่อโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. (2541) โดยปิยะ เฉลิมกลิ่น, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชัยวัฒน์ บุญฟัก มีข้อมูลของพืชจำนวน 40 ชนิด (ปิยะ และคณะ, 2541)

8.3 รายงานฉบับที่ 3 การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้วงศ์กระดังงา. รายงานการวิจัยเสนอต่อโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. (2542) โดยปิยะ เฉลิมกลิ่น, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชัยวัฒน์ บุญฟัก มีข้อมูลของพืชจำนวน 40 ชนิด (ปิยะ และคณะ, 2542ก)

8.4 รายงานฉบับที่ 4 การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้วงศ์กระดังงา. รายงานการวิจัยเสนอต่อโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. (2544) โดยปิยะ เฉลิมกลิ่น, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชัยวัฒน์ บุญฟัก มีข้อมูลของพืชจำนวน 40 ชนิด (ปิยะ และคณะ, 2544)

8.5 รายงานเสนอในการประชุมเชิงปฏิบัติการนานาชาติ ที่สวนพฤกษศาสตร์โบกอร์ ประเทศอินโดนีเซีย (Chalermglin, 2001)

8.6 หนังสือพรรณไม้วงศ์กระดังงา เป็นหนังสือกึ่งวิชาการที่ประมวลความรู้ในเรื่องของพรรณไม้วงศ์กระดังงา สำหรับนักเรียน นิสิต นักศึกษาและผู้สนใจโดยทั่วไป มีข้อมูลของพืชจำนวน 165 ชนิด (ปิยะ, 2544)

9. การรวบรวมเมล็ดแก่และต้นกล้า ได้เพาะกล้า บำรุงรักษา แล้วจัดส่งให้ปลูกในแปลงรวบรวมพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา เพื่อเป็นการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด ที่สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

และสวนพฤกษศาสตร์ภาคตะวันออก (เขาหินซ้อน) อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา จำนวน 22 สกุล รวม 54 ชนิด

10. ศักยภาพการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา

แนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์พรรณไม้อย่างยั่งยืน โดยการนำมาพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ให้กว้างขวาง ซึ่งพรรณไม้ในวงศ์กระดังงามีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ได้หลายแนวทาง เช่น

10.1 การใช้เป็นไม้ดอก หลายชนิดมีดอกขนาดใหญ่ มีสีเด่นสวยงาม และบางชนิดมีดอกหอม ดอกที่มีสีแดงเข้ม เช่น กล้วยหมูสัง กล้วยพังพอน กล้วยอ้ายพอน ดอกที่มีสีขาวนวล เช่น กล้วยหมูสังสีนวล ดอกที่มีสีเหลือง เช่น กระดังงาสงขลา ปาหนันช้าง ปาหนันพรุ ดอกที่มีสีขาว เช่น มหาพรหม พรมขาว ดอกที่มีหลายสี เช่น มะป่วน ลำดวนดอย นางแดง หากมีการพัฒนาให้ชนิดอื่นๆ มีดอกขนาดใหญ่ขึ้น มีสีเด่นชัดมากขึ้น บานได้ทนนานมากขึ้น หรือออกดอกได้ตลอดปี แล้วพรรณไม้ในวงศ์นี้ก็จะได้รับความนิยมมากขึ้น

10.2 การใช้เป็นไม้ประดับ เนื่องจากหลายชนิดมีทรงพุ่มที่สวยงาม เช่น มะป่วน กระดังงาไทย อโศกอินเดีย ฉัตรลีลา หรือหลายชนิดจะใช้ปลูกให้ไต่รั้ว ไต่ซุ้ม และให้ร่มเงา เช่น การเวก กระดังงาจีน นมแมวช้อน

10.3 การใช้เป็นพืชสมุนไพร ตามตำราแพทย์แผนไทย ระบุว่าหลายชนิดมีสรรพคุณทางยา เช่น สะแกแสง กลึงกล่อม กระดังงาไทย หมาดำ นมน้อย ซึ่งถ้ามีปริมาณความต้องการมากแล้ว จะเป็นการสร้างอาชีพให้กับเกษตรกรและยังเป็นการกระจายรายได้อีกทางหนึ่งด้วย

10.4 การใช้สกัดน้ำมันหอมระเหย ถึงแม้ว่าในประเทศไทยจะยังไม่มีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกระดังงาไทยเหมือนในอินเดียและอินโดนีเซีย แต่ถ้ามีการปลูกเป็นแปลงขนาดใหญ่ โดยเฉพาะชนิดที่หอมแรง เช่น บุหงาเซิง กระดังงาจีน จำปูน นมแมว ย่อมมีโอกาสที่จะใช้ประโยชน์ทางด้านน้ำมันหอมระเหยได้

10.5 การใช้ประโยชน์ทางสุวคนธบำบัด (Aromatherapy) โดยใช้ประโยชน์จากกลิ่นหอมร่วมกับการบำบัดทางกายภาพ หรือแพทย์แผนไทย เช่น การนวดบนศาลาที่ปลูกอยู่ในสวนไม้ดอกหอม แล้วจะรักษาโรคบางอย่างได้ดีขึ้น พรรณไม้ที่มีกลิ่นหอมเหมาะสม เช่น จำปูน นมแมว ลำดวน กระดังงา กระดังงาสงขลา กระดังงาจีน การเวก บุหงาเซิง

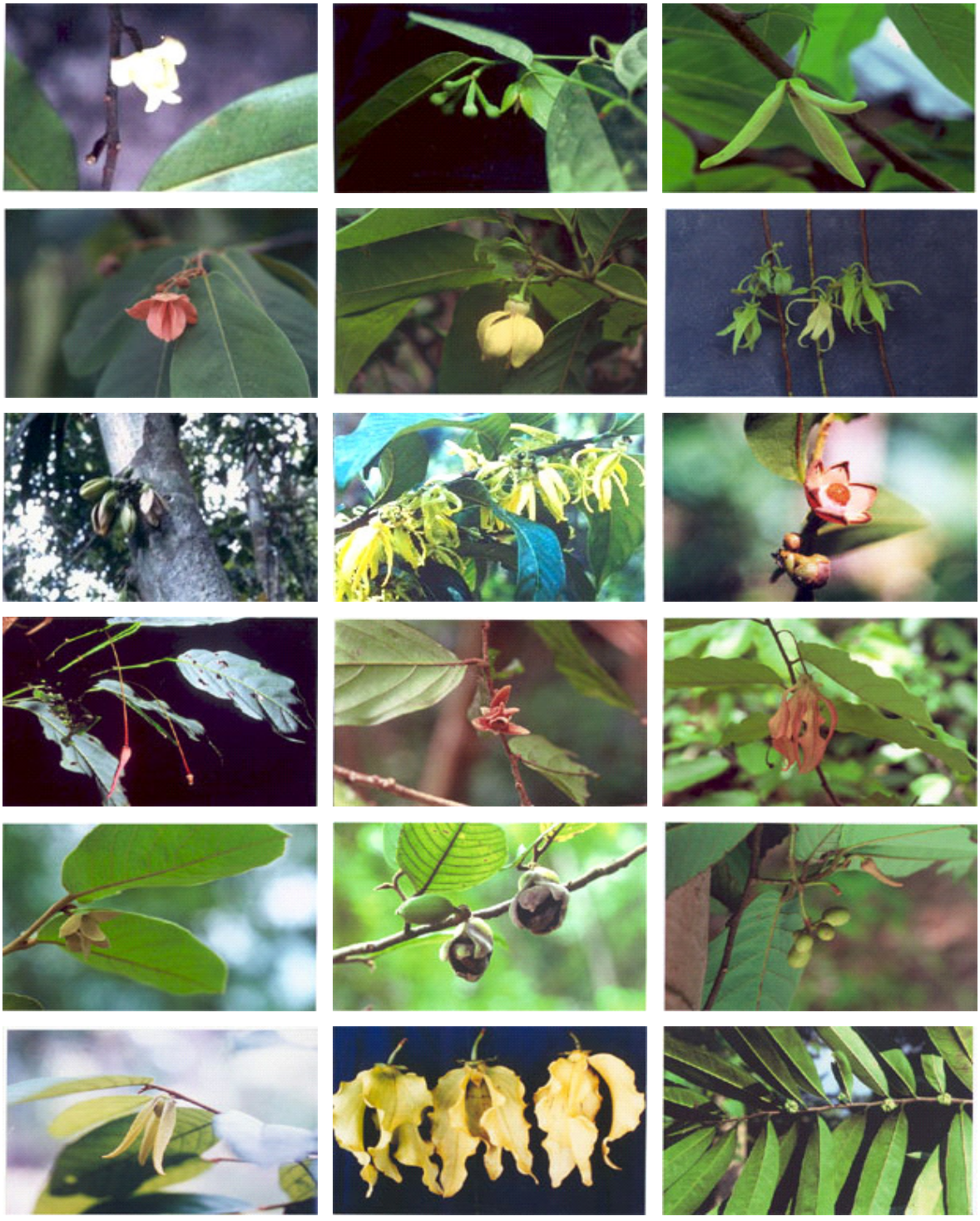
10.6 ปลูกเป็นไม้ผล พรรณไม้ชนิดที่ปลูกเป็นไม้ผลกันแพร่หลาย เช่น น้อยหน่า น้อยหน่าออสเตรเลีย น้อยโหน่ง และทุเรียนเทศ ซึ่งเป็นชนิดนำเข้าทั้งหมด ส่วนชนิดพื้นเมืองยังไม่มีการพัฒนาทางด้านนี้

10.7 ปลูกเป็นแปลงรวบรวมพันธุ์ เนื่องจากความหลากหลายของพรรณไม้วงศ์นี้ในเมืองไทยมีมากมายเกือบ 200 ชนิด และเกือบทุกชนิดกำลังลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว จึงควรสร้างแปลงรวบรวมพันธุ์ไว้ตามสวนพฤกษศาสตร์ ซึ่งนอกจากจะเป็นการอนุรักษ์ได้โดยตรงแล้ว ยังก่อประโยชน์อย่างกว้างขวางต่องานศึกษาวิจัยและการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมในโอกาสต่อไป

10.8 ปลูกเป็นแปลงส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยปลูกเพียงชนิดเดียวในพื้นที่ขนาดใหญ่ให้มีจำนวนต้นมากมายเพื่อใช้เป็นสัญลักษณ์ของพื้นที่หรือเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว เช่น แก่งลำดวน และสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ศรีสะเกษ ซึ่งมีต้นลำดวนอยู่เป็นจำนวนมาก

บทสรุป

การวิจัยเพื่อรวบรวมและจำแนกพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา ทำให้ได้ข้อมูลทางด้านความหลากหลายทางพันธุกรรมพืชของพรรณไม้ในวงศ์กระดังงาที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย และที่มีการนำเข้ามาปลูกในประเทศ รวม 36 สกุล จำนวน 164 ชนิด รวมทั้งมีการค้นพบพืชชนิดใหม่ของประเทศไทย 11 ชนิด และพืชที่คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ของโลก 9 ชนิด พืชที่หายากและใกล้จะสูญพันธุ์ 13 ชนิด พืชต่างถิ่น 6 ชนิด พืชที่เป็นพรรณไม้ดอกหอม 56 ชนิด มีการรวบรวมเมล็ดและต้นกล้าเพื่อการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิดในสวนพฤกษศาสตร์จำนวน 22 สกุล รวม 54 ชนิด และมีการจัดทำรายงานของโครงการ 4 ฉบับ เสนอผลงานการประชุมในระดับนานาชาติ 1 ครั้ง และมีการจัดทำหนังสือเผยแพร่ความรู้สู่ผู้สนใจ 1 เล่ม



ภาพตัวอย่างพรรณไม้วงศ์กระดังงาในประเทศไทย (จากซ้ายไปขวา)

แถวที่ 1: ตำหยาวผลตุ่ม (*Alphonsea boniana*), จำปูน (*Anaxagorea javanica*), น้อยหน่า (*Annona squamosa*)

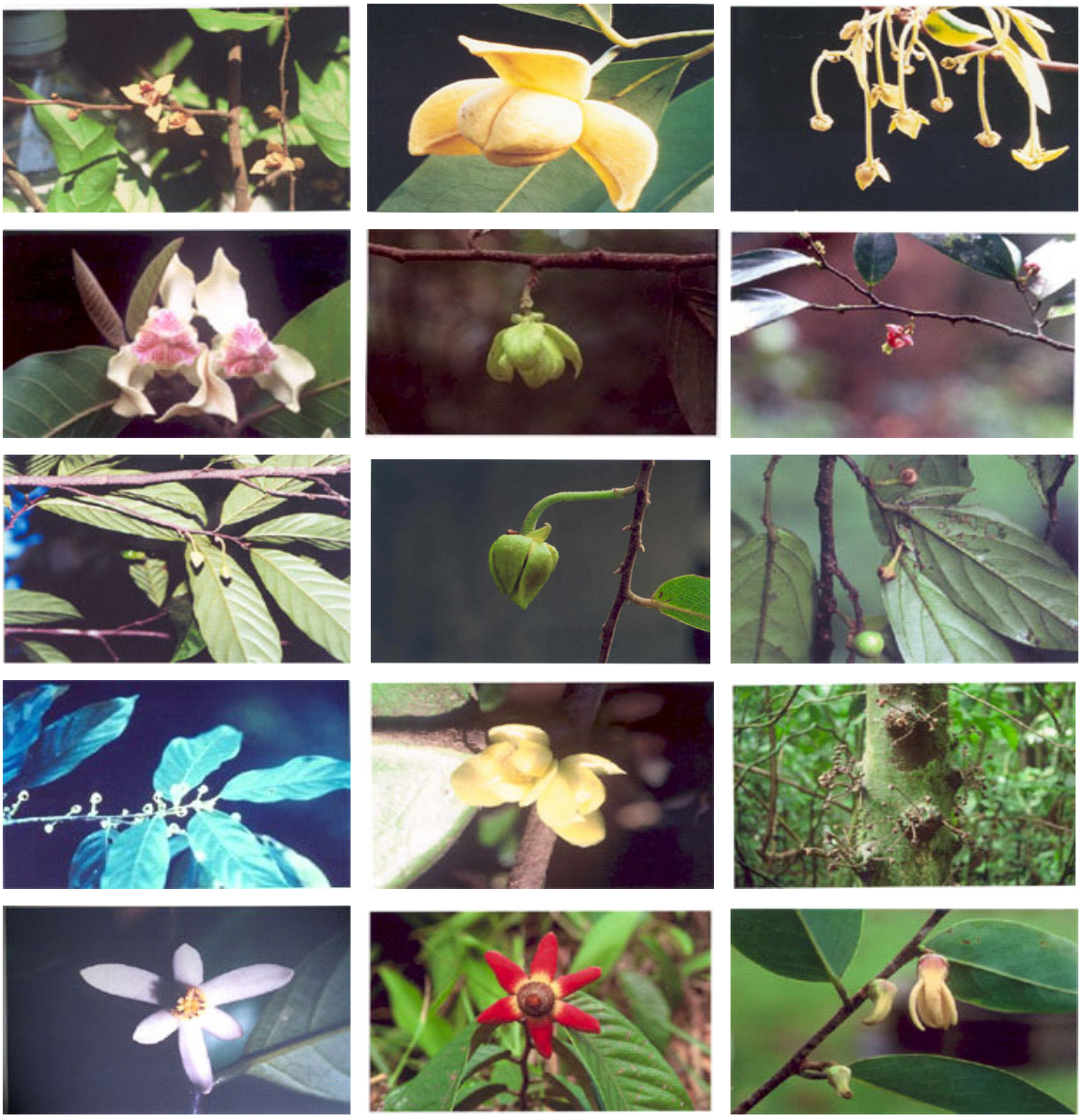
แถวที่ 2: นมแมวซ้อน (*Anomianthus dulcis*), การเวก (*Artabotrys siamensis*), กระดังงาไทย (*Cananga odorata*)

แถวที่ 3: เหลืองกระจุก (*Cleistopetalum sumatranum*), คำฟู (*Cyathocalyx martabanicus*), น้ำเต้าน้อย (*Cyathostemma micranthum*)

แถวที่ 4: บุหรงก้านยาว (*Dasymaschalon filipes*), กะโหลก (*Dendrokingstonia nervosa*), สายหยุด (*Desmos chinensis*)

แถวที่ 5: นมแมวป่า (*Ellipeiopsis cherrevensis*), หนังหนาผลติ่ง (*Enicosanthum fuscum*), ย่านเลือด (*Fissistigma rubiginosum*)

แถวที่ 6: บุหงาเชิง (*Fissistigma desmoides*), ปาหนันช้าง (*Goniothalamus giganteus*), ฉัตรลีลา (*Marsepopetalum pallidum*)



ภาพตัวอย่างพรรณไม้วงศ์กระดังงา (ต่อ)

แถวที่ 7: ไสเดน (*Meiogyne hainanense*), ลำดวน (*Melodorum fruticosum*), ขางหัวหมู (*Miliusa velutina*)

แถวที่ 8: มะป่วน (*Mitrephora tomentosa*), มะแฝด (*Monocarpia marginalis*), พริกนกหมอคาร์ (*Orophea kerrii*)

แถวที่ 9: หัวลิง (*Phaeanthus splendens*), กะเจียน (*Polyalthia ceresoides*), เนียน (*Popowia pisocarpa)*

แถวที่ 10: สังหยูดำ (*Pseuduvaria rugosa*), กะโมกเขา (*Sageraea elliptica*), งำเงาะ (*Stelechocarpus cauliflorus*)

แถวที่ 11: มะขาว (*Trivalvaria pumila*), กล้วยหมูสัง (*Uvaria grandiflora*), กล้วยน้อย (*Xylopia vielana*)

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 139025, 141040, 142003 และ 143005 และขอขอบคุณผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ของพิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร กรมวิชาการเกษตร, หอพรรณไม้ กรมป่าไม้, พิพิธภัณฑ์พืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หอพรรณไม้ไลเดน ประเทศเนเธอร์แลนด์, หอพรรณไม้ปารีส ประเทศฝรั่งเศส, หอพรรณไม้สิงคโปร์ ประเทศสิงคโปร์, หอพรรณไม้โบกอร์ ประเทศอินโดนีเซีย, หอพรรณไม้มหาวิทยาลัยเคบังซาน

ประเทศมาเลเซีย ตลอดจนหัวหน้าสวนรุกขชาติ, หัวหน้าอุทยานแห่งชาติแห่งชาติ หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าของกรมป่าไม้ ที่อนุญาตให้เข้าศึกษาตัวอย่างพรรณไม้ และ Dr. P.J.K. Kessler แห่งหอพรรณไม้ไลเดน ประเทศเนเธอร์แลนด์ ในการตรวจสอบรายละเอียดซ้ำ

เอกสารอ้างอิง

จำลอง เพ็งคล้าย. 2515. วงศ์ไม้กระดังงา Annonaceae. ใน: ไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจของไทย ตอนที่ 1. โรงพิมพ์ทำเนียบนายกรัฐมนตรี กรุงเทพฯ.

จำลอง เพ็งคล้าย และชวลิต นิยมธรรม. 2534. พรรณไม้ป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส. ส.สมบูรณ์การพิมพ์ กรุงเทพฯ.

ณรงค์ คูณขุนทด. 2544. การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์น้อยหน่าในป่าตะวันออก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันทน์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2539. ไม้ประดับในวงศ์ Annonaceae. เรื่องเสนอในการประชุมไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติ ครั้งที่ 2 ณ โรงแรมดวงตะวัน จังหวัดเชียงใหม่, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2544. พรรณไม้วงศ์กระดังงา. สำนักพิมพ์บ้านและสวน กรุงเทพฯ.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น, สามารถ จิตนาวสาร, สุมน มาสุธน, ทยา เจนจิตติกุล, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชนินทร์ โถรัตน์. 2540. การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้วงศ์กระดังงา. รายงานการวิจัยเสนอต่อโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. เล่มที่ 1.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชัยวัฒน์ บุญฟัก. 2541. การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้วงศ์กระดังงา. รายงานการวิจัยเสนอต่อโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. เล่มที่ 2.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชัยวัฒน์ บุญฟัก. 2542ก. การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้วงศ์กระดังงา. รายงานการวิจัยเสนอต่อโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. เล่มที่ 3.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชัยวัฒน์ บุญฟัก. 2542ข. การวิจัยไม้ดอกหอมในวงศ์กระดังงา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 14(1): 65-70.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชัยวัฒน์ บุญฟัก. 2542ค. การใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของพรรณไม้ในวงศ์กระดังงา. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 14(3): 25-29.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น, พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชัยวัฒน์ บุญฟัก. 2544. การรวบรวมและจำแนกพรรณไม้วงศ์กระดังงา. รายงานการวิจัยเสนอต่อโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. เล่มที่ 4.

ภาสกร บุญชาลี. 2544. พืชสกุลยางโอน (*Polyalthia* Blume) ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.

ศุภโชติ เดชะราช. 2540. การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพืชวงศ์น้อยหน่าในเขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

Ban, N.T. 2000. Annonaceae *Fl. Vietnam* 1: 5-342.

Bygrave, P. 1996. Provisional Checklist of Thailand Annonaceae. Royal Botanic Garden, Kew.

Chalermglin, P. 2001. Species diversity of Annonaceae in Thailand. *In* Annonaceae Workshop. 2-8 September 2001. Bogor, Indonesia.

Craib. W.G. 1931. Flora siamensis enumeretio. Bangkok. *Siam Society* 1: 28-63.

Hooker, J.D. 1872. Annonaceae. *Fl. Brit. India* 1: 45-94.

Kessler, P.J.A. 1993. Annonaceae. *In* K. Kubitzki, J.G. Rohwer and V. Bittrich (eds.). The Family and Genera of Vascular Plants. Vol. 2. Flowering Plant: Dicotyledons, pp. 93-129. Springer-Verlag, Berlin.Kurz, S. 1877. Annonaceae. *For. Fl. Br. Burma*. 1: 25-50.

Merrill, E.D. 1968. Annonaceae. *Fl. Manila.* 166: 205-209.

Sinclair, J. 1955. A revision of the Malayan Annonaceae. *Gard. Bull. Sinapore*. 14: 149-508.

Taxonomic Study of Ferns and Fern Allies at Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand

Yuttaya Yuyen[1] and Thaweesakdi Boonkerd[2]

[1]Department of Apply Biology, Faculty of Science and Technology, Ratchabhat Institute Ubon Ratchathani, Ubon Ratchathani 34000, Thailand

[2]Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

A total of 128 species of ferns and fern allies belonging to 63 genera and 26 families were recorded from Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khiri Khan Province. This is the first report for the area which includes 11 species in 4 genera from 3 families of fern allies. Three families of true fern, namely Polypodiaceae, Aspleniaceae and Thelypteridaceae, were among the common families. Polypodiaceae included 28 species in 15 genera, whilst Aspleniaceae and Thelypteridaceae included 11 and 10 species, respectively. The vegetation could be classified into Dry Evergreen forest, Mixed Deciduous forest, Tropical Evergreen forest, and Hill Evergreen forest. It was found that Hill Evergreen forest had the highest number of pteridophyte species. Collection of pteridophytes in this area has also produced new information on pteridophyte distribution of the Malesian elements. The overall pteridophyte number of the national park represents about 20% of the total recorded for Thailand.

Key words: Pteridophyte, Prachaup Khiri Khan Province, ferns and fern allies

Introduction

Huai Yang Waterfall National Park is located at the narrowest point of the country, in Tub Sakae and Bang Saphan District, Prachuap Khiri Khan Province. Geographically speaking, this area is probably a transitional zone between the southwestern and peninsular floristic regions. Khao Luang, which occurs in this area, is also of interest for the exploration of pteridophyte diversity, since this mountain is one of the highest peaks of the Tanao Sri Range. From a review of the literature, it was found that the plant diversity of the western floristic region has not been as frequently investigated as that of other parts of the country. However, some botanical expeditions were made in Kanchanaburi Province, but they mainly focused on flowering plants. Therefore, knowledge of pteridophyte diversity in this floristic region is limited. Consequently, botanical surveys of pteridophyte diversity in this region are necessary to gain more knowledge of the diversity as well as the geographical distribution of species.

Tagawa and Iwatsuki (1979-1989), two Japanese botanists from Kyoto University, studied existing herbarium specimens of pteridophytes from Thailand as well as specimens collected during their own field trips. A total of 633 species, in 132 genera from 34 families of pteridophytes were enumerated. They found 25 new species of which 21 were endemic to Thailand. They also mentioned 19 species of pteridophytes collected from Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khiri Khan Province (Tagawa and Iwatsuki, 1979, 1985, 1988, 1989).

This work aimed to conduct a botanical inventory of pteridophytes at Huai Yang Waterfall National Park, Prachuap Khiri Khan Province.

Study Site

Huai Yang Waterfall National Park is located in the Tanao Sri Range, which is the southern part of the narrowest area of Thailand, and covers an area of approximately 161 km^2. The park occupies Huai Yang Subdistrict, Khao Lan Subdistrict, Sang Arun Subdistrict, Na Hu Kwang Subdistrict and Ang Thong Subdistrict in Tubsakae District, and Chaikasame Subdistrict in Bang Saphan District, Prachuap Khiri Khan Province (Figure 1). It is marked out approximately by the geographical coordinates of 11° 37'-11° 41' north and 99° 24'-99° 37' east. It is bounded on the north

by Hin Chaung Canal in Huai Yang Subdistrict, Tubsakae District; on the south by Morasuap Canal in Chaikasame Subdistrict, Bang Saphan District; on the east by Tubsakae Reserve Forest, Tubsakae District and Bang Saphan District; and on the west by the Union of Myanmar (Plerdpling, 2000).

The park ranges in elevation from 100 to 1,250 m at the summit of Khao Luang. Most of the park consists of mountainous areas; plains are observed only in the valley. Generally, the mountain slopes in the park are between 10 and 30% (Plerdpling, 2000). Khao Luang is also located in a watershed and streams flow into waterfalls such as Huai Yang Waterfall and Bua Sawan Waterfall.

Huai Yang Waterfall National Park is mostly composed of granitic rocks and granodiorite, which cover an area of 130 km^2 or nearly 81% of the park area. An area of about 7.4 km^2 or about 5% of the park area is composed of gneiss and schist. Rocks in some areas belong to the Tanao Sri group, such as the Kaeng Krachan Formation. This area is about 14.6 km^2 or approximately 9% of the whole area. A slope complex consists mainly of composite granite, lime stone and sand stone. It covers an area of 150 km^2 or approximately 93.5% of the whole area. Soil types in this area are of the Thungwa alkaline variant, the Khlong Nok Krathung alkaline variant, and soils of the Bang Saphan series (Plerdpling, 2000).

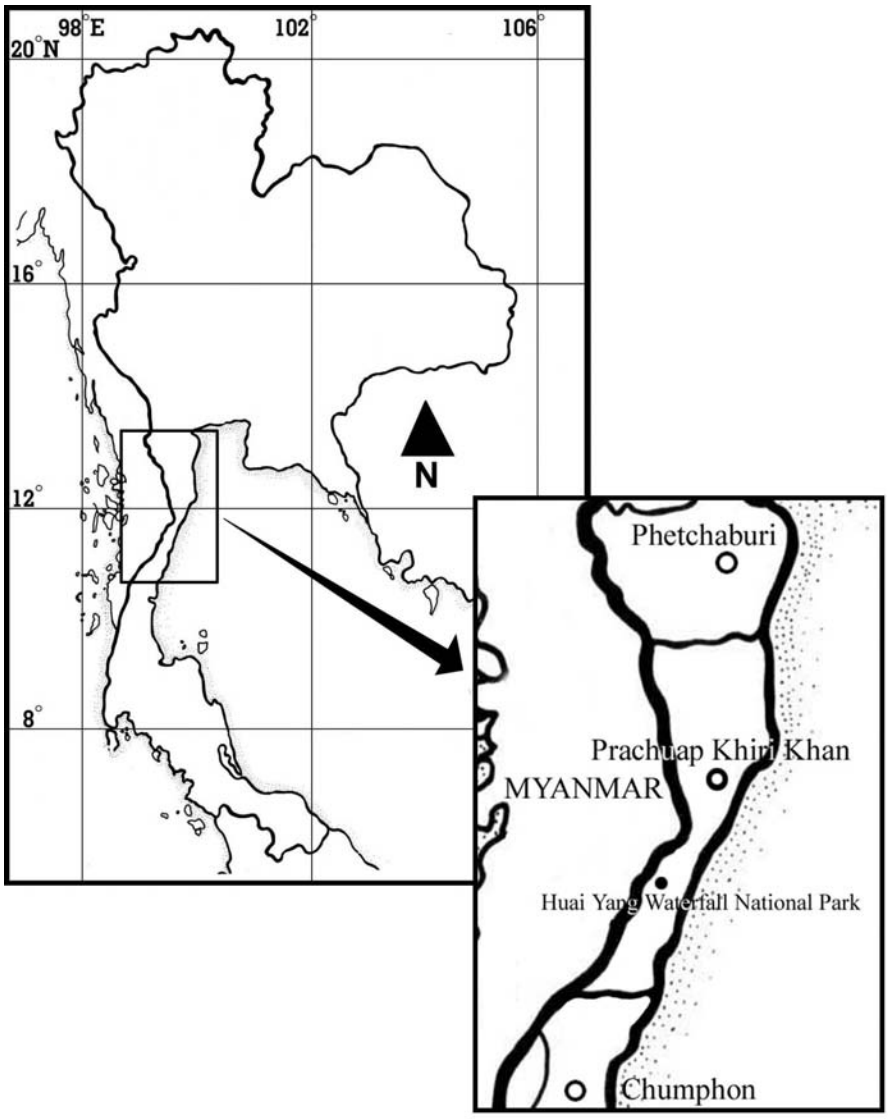


Figure 1. Maps showing the location of Huai Yang Waterfall National Park.

The climate of the area is a Tropical Savannah Climate with high temperatures all year round and a distinctive dry season period. Three seasons occur, i.e., a rainy season from May to November, a winter season from December to February and a summer season from March toApril (Meteorological

Department, 2000). Prachuap Khiri Khan Climatic Station in Muang District is the nearest station. Climatological data[1] from 1970 to 2000 indicates an average annual temperature of 27.1 °C. The average maximum temperature was about 33.2 °C during April and May, and the average minimum temperature 19.9 °C occurred in January (Figure 2). The average annual relative humidity was about 78%, while the average maximum relative humidity was 89% and the average minimum relative humidity was 63%.

The average annual rainfall was 1150 mm. The highest average annual rainfall of approximately 300 mm was observed in October, whilst the lowest annual rainfall of about 28 mm and a few rainy days were observed in December which is the driest month (Figure 2).

The vegetation of Huai Yang Waterfall National Park consists of Mixed Deciduous forest, Dry Evergreen forest, Tropical Evergreen forest and Hill Evergreen forest (Plerdpling, 2000).

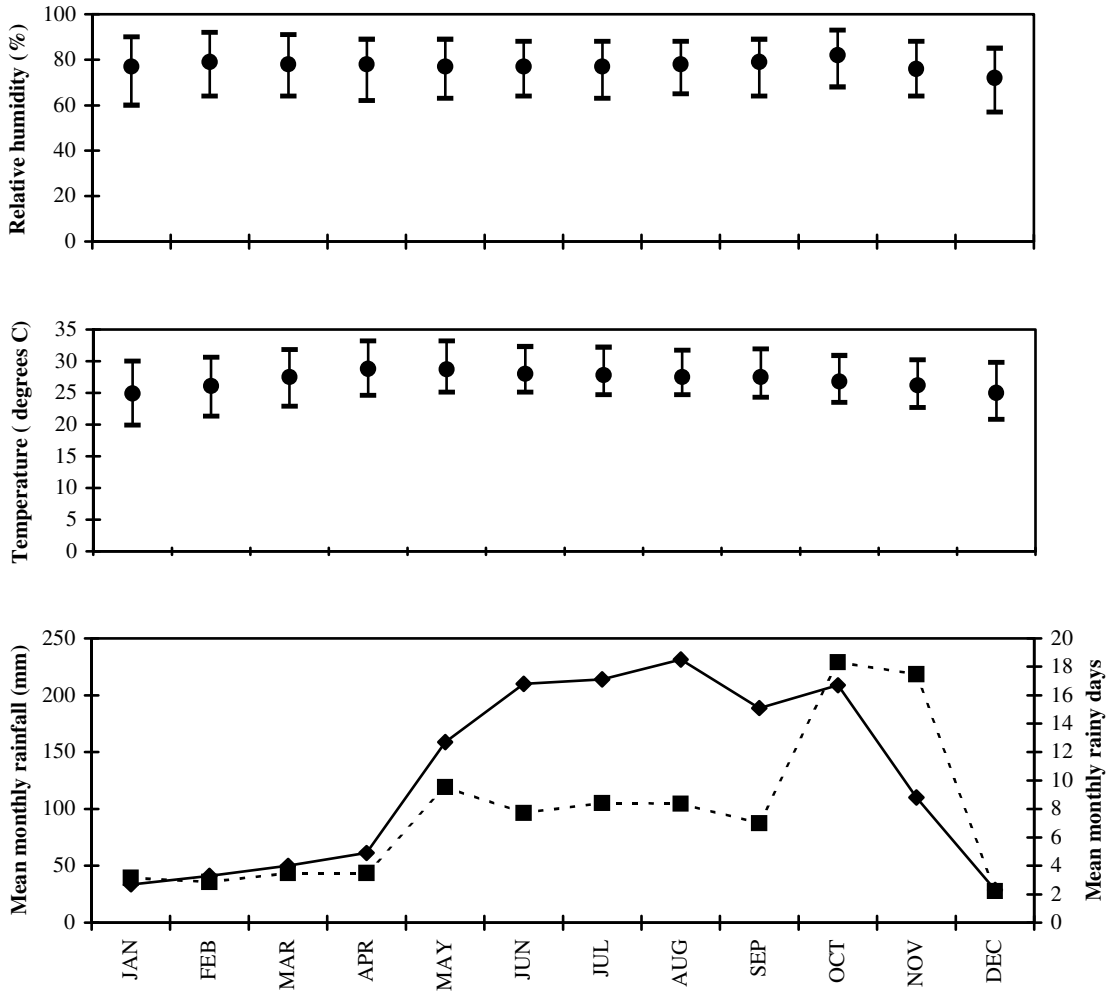


Figure 2. Climatological data during the period, 1970- 2000, from Prachuap Khiri Khan Station (Data from the Department of Meteorology, Bangkok, Thailand).

[1] The climate during the period 1970-2000 was probably drier and hotter than the average for the park as a whole.

Methodology

Specimen collections were made on the main existing forest trails, extending about 5 m from both sides. Monthly field trips were designed for the period March 1999-October 2000. Some moist areas were frequently visited such as Huai Yang Waterfall, Bua Sawan Waterfall, Khao Lan Waterfall, Khao Lan peak, Huai Hin Dad Waterfall, Kha Onn Waterfall, Praksai Canal and the summit of Khao Luang.

Voucher specimens were deposited at the Professor Kasin Suvatabandhu Herbarium, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University (BCU) and the Forest Herbarium, Royal Forest Department (BKF). Nomenclature and arrangement of taxa in this work followed Boonkerd and Pollawata (2000). Authors of scientific names and their abbreviations are in accordance with the "Authors of plant names" by Brummitt and Powell (1992).

Results

Two hundred and four specimens of fern and fern allies were collected from March 1999 to October 2000. They are classified into 26 families, 63 genera and 128 species (Appendix 1). Among these, 11 species in 4 genera from 3 families are fern allies. Three families of true fern, namely Polypodiaceae, Aspleniaceae and Thelypteridaceae, are among the common families. Polypodiaceae included 28 species in 15 genera, whilst Aspleniaceae and Thelypteridaceae included 11 and 10 species, respectively. The vegetation types and pteridophyte distribution are noted below.

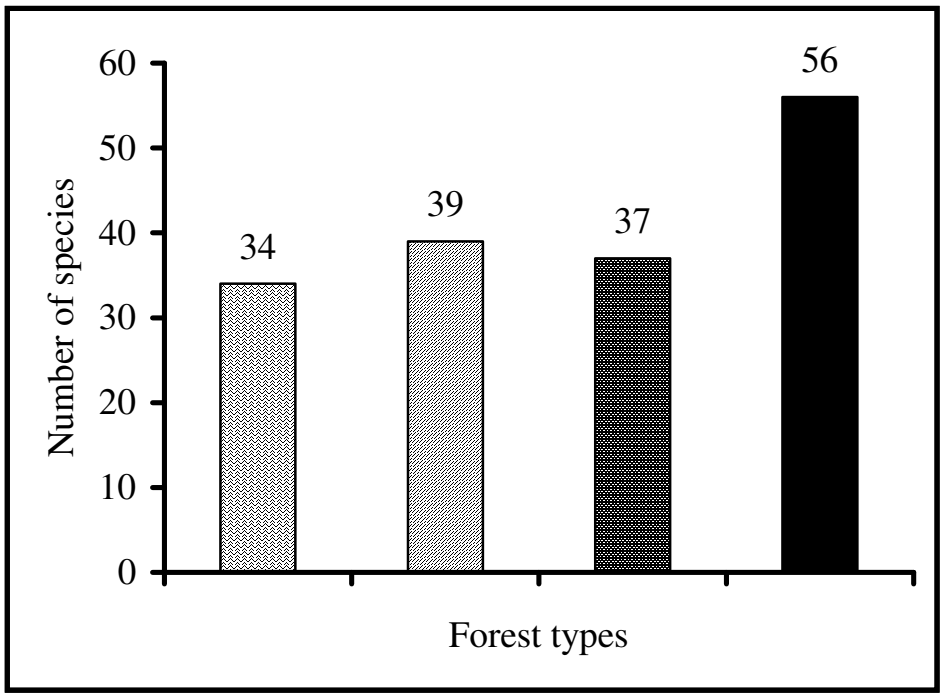


Figure 3. A summary of ferns and fern allies collected in each forest.

Dry Evergreen Forest
Mixed Deciduous Forest
Tropical Evergreen Forest
Hill Evergreen Forest

Vegetation types and pteridophyte distribution

Huai Yang Waterfall National Park is composed of four vegetation types, namely Dry Evergreen forest, Mixed Deciduous forest, Tropical Evergreen forest and Hill Evergreen forest. Ferns and fern allies are naturally dispersed in all of these vegetation types, but with a different number of species in each type.

Dry Evergreen forest (DEF) covers an area of 74.92 km^2 or approximately 46% of the whole area. The elevation ranges from 100 to 800 m. Plants growing in this forest were both deciduous and evergreen trees, the canopy was green all year round. In this forest, the soil layer is deep and composed mainly of moist sandy loam (Plerdpling, 2000).

Thirty four species of pteridophytes were found in this forest type (Figure 3). Of these species, 14 were restricted to this forest type and 12 were found both in Mixed Deciduous forest and Dry Evergreen forest. Generally, pteridophytes grew in shady areas and nearby streams. Lithophytes and terrestrial ferns occurred in approximately the same numbers. Relative air humidity was generally higher than in Mixed Deciduous forest. Accordingly, the numbers of epiphytes and lithophytes were higher than in Mixed Deciduous forest. For example, *Crepidomanes megistostomum* L. was found on shady and moist cliffs nearby streams, while *Cyathea borneensis* Copel was the only plant found by a stream. *Antrophyum callifolium* Blume usually grows on moist rocks or tree trunks, whereas *Pteridrys syrmatica* (Willd.) C. Chr. & Ching can be found on shady hill slopes. In this type of forest, *Platycerium holttumii* Jonch. & Hennipman is one of the large epiphytes; this species usually grows on high branches of trees. *Vittaria ensifomis* Sw. is a small plant that usually occurs on shady spots of tree trunks or grows on decomposed logs. Nearby this area, a medium-sized fern, *Pyrrosia stigmosa* (Sw.) Ching, was found on humus-rich rocks.

Mixed Deciduous forest (MDF) covers an area of 49.95 km^2 or approximately 31% of the whole area. Dry Upper Mixed Deciduous forest ranges in elevation from about 500 to 800 m with low relative humidity and a thin layer of soil on the base rock. Most trees are dwarf and bamboos are frequently found throughout (Plerdpling, 2000).

So far, 39 species of pteridophytes have been observed in this forest type (Figure 3), but 12 of these species can also be found in the other forest types. Most of them are terrestrial plants and lithophytes, with only a few species of epiphytes. Epiphytes are commonly seen on the lower part of tree-trunks, probably due to low relative humidity in the upper portion of trees. In addition, an aquatic species, *Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn., was found in this forest. Generally, pteridophytes usually grow in shady places, along stream banks or at moist spots. The common species included *Adiantum caudatum* L. This maidenhair fern usually grows on dry mountain slopes, whereas *Doryopteris ludens* (Wall. ex Hook.) J. Sm. is found in both moist and dry places. *Cyclosorus interruptus* (Willd.) H.Ito is found in rather open areas along streams and *Microsorum pteropus* (Blume) Copel. is a rheophyte often found on moist areas near streams or waterfalls. Some epiphytic ferns in this forest showed drought resistance or drought avoidance to some degree. For example, *Davallia denticulata* Blume, *D. solida* (G. Forst.) Sw., *Drynaria bonii* H. Christ, *D. quercifolia* (L.) J. Sm. and *D. rigidula* (Sw.) Bedd. shed their fronds or parts of their laminae during the dry season; only rhizomes were found on rocks or on tree trunks. Rhizomes of these ferns are succulent, and covered with dense scales; these characters protect the plant from desiccation and help it survive during the dry season. Some terrestrial species, for example, *Selaginella ostenfeldii* Hieron, *Ophioglossum petiolatum* Hook., *Notholaena velutina* Tardieu & C. Chr. and *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link. shed their fronds or their fronds dried out during the dry months; however, the rhizomes remained under the soil and these ferns became dormant. Shortly after some rain, new leaves will be produced on these ferns. Some fern species reduce transpiration by decreasing the leaf surface exposed to the dry atmosphere by curling their fronds, for example, *Adiantum caudatum* L., *A. zollingeri* Mett. ex Kuhn and *Pyrrosia adnascens* (Sw.) Ching.

Tropical Evergreen forest (TEF) covers an area of 32.5 km^2 or approximately 20% of the whole area. The elevation ranges from 800 to 1,000 m. This forest type is composed of medium-to-tall trees which remain mostly green during the dry season, and has a closed to slightly open canopy. There are a large number of ground cover plants; they are shade loving plants, for example, the zingiberaceous species. Palms also can be found. By and large, relative air humidity is rather high, and soil layers are deep and have high soil humidity (Plerdpling, 2000). Thirty seven species of pteridophytes were found (Figure 3), and 21 of these species can be found only in this forest type. Although Tropical Evergreen forest is close to the Dry Evergreen forest, only 2 species, i.e. *Asplenium simonsianum* Hook. and *Diplazium simplicivenium* Holttum, were common to both forests. In contrast, 13 species of pteridophytes were commonly found in both Tropical Evergreen forest and Hill Evergreen forest. Examples of terrestrial ferns are *Cibotium barometz* J. Sm., *Pteris cretica* L, *Bolbitis heteroclita* (C. Presl) Ching, *Tectaria polymorpha* (Wall. ex Hook.) Copel., *Diplazium*

crenatoserratum (Blume)T.Moore and *Leptochilus macrophyllus* (Blume) Noot. var. *macrophyllus.* Among these, *Cibotium barometz* J. Sm. is a big fern, it has many large bipinnate fronds that are usually 3-4 metres in length. The other species are medium-sized ferns and usually occupy moist and shady places near to streams. However, *Leptochilus macrophyllus* (Blume) Noot. var. *macrophyllus* usually grows on buttresses or the bases of tree trunks.

Hill Evergreen forest (HEF) covers an area of 3.64 km^2 or approximately 2% of the whole area. It is a primary forest near the summit of Khao Luang. The elevation ranges from 1,000 to 1,250 m. The soil in this forest is rather deep, is covered by rich humus and has high humidity (Plerdpling, 2000). The main canopy trees are broad-leaved members of Fagaceae, Lauraceae, Theaceae and Dipterocarpaceae. Tree trunks are usually covered with bryophytes, but filmy ferns are uncommon. In general, rainfall occurs from March to November. Hill Evergreen forest has the highest diversity of pteridophytes. In this study, fifty six species were found (Figure 3) as terrestrial plants, lithophytes and epiphytes on tree trunk or branches. Of these, 38 species of pteridophytes are true mountainous plants, since they are confined to hill evergreen forest. The high relative air humidity in this forest probably results in the high numbers of species of lithophytes and epiphytes. In open grasslands, *Lycopodiella cernua* (L.) Phichi Serm., is a common species, while *Asplenium perakense* B. Mathew & H. Christ, *Elaphoglossum subellipticum* Rosent., *Huperzia hamiltonii* (Spreng.) Trevis. and *Lepisorus scolopendrium* (Buch.-Ham. ex D. Don) Mehra & Bir were found as epiphytes. Common terrestrial species included *Microlepia puberula* v. A. v. R. and *Polystichum attenuatum* Tagawa & K. Iwats. Lithophytes are common on moist rocks near to streams, for example *Asplenium unilaterale* Lam. In addition, *Oleandra musifolia* (Blume) C. Presl occurs on tree trunks or on dry cliffs. All of the species mentioned above are examples of pteridophytes which are restricted to hill evergreen forest.

In short, Hill Evergreen forest has the highest diversity of pteridophytes, despite it occupying a small proportion of the area (2%). This forest type can be found only near the summit of Khao Luang. The high diversity may be due to ecological factors that are suitable for pteridophytes in this forest type. Moreover, the difficulty in accessing this remote site may more or less protect this forest type from human disturbance.

Discussion

Rare species

From a review of the literature and the results from this study it can be concluded that two rare species of ferns were found in Huai Yang Waterfall National Park. The first one, if correctly identified is *Asplenium simonsianum* Hook. This epiphytic fern occurs in Mixed Deciduous forest or Tropical Evergreen forest at an elevation between 300 and 800 m. This species is a member of the Indo-Burmese element (Beddome, 1969; Tagawa and Iwatsuki, 1985), it was previously only collected from Tak Province of lower northern Thailand. So far its known distribution was exclusively in Assam, Northeast India, where the type specimen was collected. Voucher specimens of this species could not be found at the Professor Kasin Suvatabandu Herbarium (BCU) nor at the Forest Herbarium (BKF). The other rare species is *Lindsaea divergens* Hook. & Grev. From its present distribution it is a member of the Malesian element (Tagawa and Iwatsuki, 1985). It was collected only from Songkhla Province and voucher specimens could not be found either at BCU or BKF. Nonetheless, the geographical distribution of this speciesis greater in the Malay Peninsula (Kramer, 1971).

Records of new localities

With regard to the distribution, 9 species that occur in Huai Yang Waterfall National Park are worthy of note for their geographical distribution.

The Malesian element

Plant species members of the Malesian element are known from their limited distribution extending from the Malay Archipelago and Malay Islands to the Isthmus of Kra, in Ranong Province, Thailand (Boonkerd, 1996). However, they may extend to central, southeastern and southwestern Thailand (Iwatsuki, 1973). According to the distribution noted in the Flora of Thailand, Vol. 3 (Tagawa and Iwatsuki, 1979, 1985, 1988, 1989), the following species may be noted as members of the Malesian element.

Asplenium perakense Mathew & H. Christ is a lithophyte or epiphyte. It was found in Hill Evergreen forest at elevations between 1,000 and 1,700 m on Khao Luang, in Nakhon Si Thammarat Province. In this study area, it was found most commonly in Hill Evergreen forest at an elevation of 1,050 m.

Ctenopteris mollicoma (Nees & Blume) Kunze was found at Khao Luang in Hill Evergreen forest, in Nakhon Si Thammarat and Yala Provinces. It is a lithophyte or epiphyte in Hill Evergreen forest at the elevation of 1,050 m in this study site.

Diplazium bantamense Blume has been found in many provinces of peninsular Thailand, e.g. Surat Thani, Nakhon Si Thammarat, Trang and Yala Provinces. In this study area, it occurs commonly near stream banks at an elevation of 800 m in Moist Evergreen forest.

Diplazium crenatoserratum (Blume) T. Moore has been found in Surat Thani, Nakhon Si Thammarat, Satun and Yala Provinces. In this study site, it occurred commonly near streams at an elevation of 800 m in tropical evergreen forest.

Leptochilus macrophyllus (Blume) Noot. var. *macrophyllus* was found in Narathiwat, Yala and Pattani Provinces. This species is uncommon in this study site. It grows on rocks or tree-trunks at 800 m in Tropical Evergreen forest.

Lindsaea divergens Hook. & Grev. has been found at Khao Khaeo in Songkhla Province. It is an uncommon species in this study site and grows in rock crevices at 500 m in Mixed Deciduous forest.

Microsorum heterocarpum (Blume) Ching was found at Khao Chong in Trang Province. In this study site, it was commonly found on rocks near stream banks or on rocks in streamlets at an elevation of 800 m in Tropical Evergreen forest.

The Indo-Burmese element

The Indo-Burmese element occupies areas from the eastern Himalayas and Guinghai-Tibetan plateau and the subtropics of South China, the Ganges plain, eastern India, Bangladesh, Upper Myanmar and Thailand (Boonkerd, 1996). *Asplenium simonsianum* Hook. occurs in Assam, N.E. India. This species was also found in Tak Province and this was recorded as the southern limit of this species. The occurrence of this species at Huai Yang Waterfall National Park is still in agreement with the distribution of the Indo-Burmese element. But the southernmost limit of this species will now be at Prachuap Khiri Khan Province instead of Tak Province. It is commonly found as an epiphyte at elevations from 300 to 800 m in Mixed Deciduous forest and Tropical Evergreen forest. This fern is also noted as a rare species in Thailand.

The Indo-Chinese element

The Indo-Chinese region covers the areas of southern China and Indochina. According to the distribution of *Diplazium petri* Tardieu recorded in the Flora of Thailand (Tagawa and Iwatsuki, 1988), this species is a member of Indo-Chinese element. In Thailand, it has been found in Chon Buri and Nakhon Si Thammarat Provinces. The presence of this species at Huai Yang Waterfall National Park confirmed the wider distribution of this species outside the boundary of the Indo-Chinese element. It is found at an elevation of 1,050 m in Hill Evergreen forest in this study site.

Geographically speaking, Huai Yang National Park is on the boundary of the Indo-Burmese element; however, seven members of the Malesian-element flourish here. So, Prachaup Khiri Khan Province may be the meeting point for plants from the Indo-Burmese element, Indo-Chinese element, and the Malesian element.

Pteridophytes of Prachuap Khiri Khan and the Western Region

In this study, a total of 128 species of pteridophytes were identified within Huai Yang Waterfall National Park. It can be concluded that the number of pteridophytes in the national park represents about 20% of the total in Thailand. Of these 128 species, 64 species have never before been recorded in western Thailand. In addition, 100 species were reported for the first time in Prachaup Khiri Khan Province. Nineteen species of pteridophytes had previously been collected from Huai Yang Waterfall National Park as noted in the Flora of Thailand (Tagawa and Iwatsuki, 1979, 1985, 1988, 1989). However, in this survey only 15 of these species were found as follows:- *Asplenium crinicaule* Hance, *Bolbitis heteroclita* (C. Presl) Ching, *Crepidomanes minutum* (Blume) K. Iwats., *Drynaria bonii* H. Christ, *Drynaria quercifolia* (L.) J. Sm., *Grammitis dorsipila* (H. Christ) C. Chr. & Tardieu, *Hymenophyllum barbatum* (Bosch) Baker, *Humata repens* (L. f.) J. Small ex Diels,

Microsorum pteropus (Blume) Copel., *Notholaena velutina* Tardieu & C. Chr., *Psilotum nudum* (L.) Beauv., *Pteridrys syrmatica* (Willd.) C. Chr. and Ching, *Pyrrosia adnascens* (Sw.) Ching, *Pyrrosia longifolia* (Brum. f.) Mort., and *Pyrrosia stigmosa* (Sw.) Ching. Of these 15 species, *Notholaena velutina* Tardieu & C. Chr., was found only at Hua Hin and Huai Yang Waterfall National Park in Prachaup Khiri Khan Province (Tagawa and Iwatsuki, 1985). At Huai Yang Waterfall National Park this species is found in abundance in rock crevices in Mixed Deciduous forest. Four species, namely *Crepidomanes latealatum* (van den Bosch) Copel., *Tectaria manilensis* (Presl) Holttum, *Oleandra pistillaris* (Sw.) C. Chr., and *Prosaptia khasyana* (Hook.) C. Chr. & Tardieu, were collected from Khao Luang as recorded in the Flora of Thailand (Tagawa and Iwatsuki, 1979, 1985, 1988, 1989) but were not found in this study even though collections of pteridophytes were made nearly every month from March 1998 to October 2000 on this mountain.

Acknowledgements

We would like to express our thanks to the curators and staff of the BK, BKF for their kind permission to study pteridophyte specimens and the Professor Kasin Suvathabhandhu Herbarium, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University (BCU) for providing laboratory facilities for this research.

Our thanks are expressed to the chiefs and staff of Huai Yang Waterfall National Park for their cooperation during specimen collection in the National Park. In addition, we would like to thank the officers of the Meteorological Department for providing climatological data from Prachuap Khiri Khan station.

This work was supported by the TRF/BIOTECH Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT 542078.

References

Beddome, R.H. 1969. Handbook to the Ferns of British India. Today & Tomorrow's Printers & Publishers, New Delhi, India.

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

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

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

Iwatsuki, K. 1973. Phytogeography of the Pteridophytes in Peninsular Thailand. *Amer. Fern J.* 63(3): 129-134.

Kramer, K.U. 1971. Lindsaea group. *In* R.E. Holttum (ed.), Flora Malesiana, Series II- Pteridophyta, Vol. 1, part 3. Wolter-Noordhoff Publishing, Groningen, The Netherlands.

Meteorological Department. 2000. Climate data for Prachuap Khiri Khan Climatic Station, Prachuap Khiri Khan Province, 1970-2000. Data Processing Subdivision, Climatology Division, Meterological Department, Bangkok.

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

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

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

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1988. Pteridophytes. *In* T. Smitinand and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol. 3 part 3. The Chutima Press, Bangkok.

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

Appendix 1. The Pteridophytes of Huai Yang Waterfall National Park.

Abbreviations are as follows:

Habit: A= aquatic herb; E= epiphytic herb; L= lithophytic herb; T= terrestrial herb

Habitat: 1= dry evergreen forest; 2= mixed deciduous forest; 3= tropical evergreen forest; 4= hill evergreen forest. Abundance: UC= uncommon; SC= slightly common; C= common; VC= very common

Family/Species	Habit	Habitat & Abundance
Lycopodiaceae		
Huperzia hamiltonii (Spreng.) Trevis.	E	4, SC
Lycopodiella cernua (L.) Pic. Serm.	T	4, SC
Selaginellaceae		
Selaginella amblyphylla Alston	L	4, SC
Selaginella argentea (Wall. ex Hook. & Grev.) Spring	T, L	2, 4, C
Selaginella delicatula (Desv.ex Poir.) Alston	T	2, SC
Selaginella kurzii Baker	L	2, SC
Selaginella minutifolia Spring	L	1, C
Selaginella ostenfeldii Hieron	T	2, C
Selaginella roxburghii (Hook. & Grev.) Spring	T, L	1, C
Selaginella vaginata Spring	T, L	2, C
Psilotaceae		
Psilotum nudum (L.) Beauv.	L, E	2, SC
Marattiaceae		
Angiopteris evecta (G. Forst) Hoffm.	T	2, 4, C
Ophioglossaceae		
Ophioglossum petiolatum Hook.	T	2, SC
Hymenophyllaceae		
Crepidomanes bipunctatum (Poir.) Copel.	L, E	1, 3, 4, VC
Crepidomanes megistostomum (Copel.) Copel.	L	4, SC
Crepidomanes minutum (Blume) K. Iwats.	L	1, SC
Crepidomanes parvifolium (Baker) K. Iwats.	L	3, SC
Hymenophyllum barbatum (Bosch) Baker	E	3, UC
Hymenophyllum exsertum Wall. ex Hook.	E	4, UC
Gleicheniaceae		
Dicranopteris linearis (Burm. f.) Underw. var. *linearis*	T	4, SC
Schizaeaceae		
Lygodium microphyllum (Cav.) R. Br.	T	4, SC
Lygodium salicifolium C. Presl	T	2, C
Dennstaedtiaceae		
Microlepia puberula v. A. v. R.	T	4, C
Microlepia speluncae (L.) T. Moore	T	1, 2, C
Microlepia strigosa (Thunb.) C. Presl	T	4, VC
Dicksoniaceae		
Cibotium barometz J. Sm.	T	3, C
Lindsaeaceae		
Lindsaea divergens Hook. & Grev.	L	2, UC
Lindsaea ensifolia Sw.	T	4, SC
Sphenomeris chinensis (L.) Maxon var. *divaricata* (H. Christ) K. U. Kramer	T	4, SC
Cyatheaceae		
Cyathea borneensis Copel.	T	1, UC
Cyathea latebrosa (C. Presl) Copel.	T	3, 4, UC
Adiantaceae		
Adiantum caudatum L.	T	2, C
Adiantum philippense L.	L	2, SC
Adiantum zollingeri Mett. ex Kuhn	T	1, 2, C
Doryopteris ludens (Wall. ex Hook.) J. Sm.	T	1, 2, VC
Hemionitis arifolia (Burm. F.) T. Moore	T	2, UC
Notholaena velutina Tardieu & C. Chr.	T, L	2, C
Pityrogramma calomelanos (L.) Link.	T	2, SC

Appendix 1. (continued).

Family/Species	Habit	Habitat & Abundance
Parkeriaceae		
Ceratopteris thalictroides (L.) Brongn.	A	2, UC
Pteridaceae		
Pteris biaurita L.	T	1, 2, 3, 4, C
Pteris cretica L.	T	3, C
Pteris longipinnula Wall. ex J. Agardh	T	3, UC
Pteris venusta Kunze	T, L	2, C
Stenochlaena palustris (Burm. f.) Bedd.	T	2, VC
Vittariaceae		
Antrophyum callifolium Blume	L	1, SC
Vittaria amboinensis Fée	E	4, SC
Vittaria ensiformis Sw.	E	1, VC
Vittaria sikkimensis Kuhn	L	4, SC
Aspleniaceae		
Asplenium cheilosorum Kunze ex Mett.	T, L	4, SC
Asplenium confusum Tardieu & Ching	L, E	1, 3, 4, VC
Asplenium crinicaule Hance	T, L	1, 3, 4, C
Asplenium falcatum Lam.	L, E	4, SC
Asplenium nidus L. var. *nidus*	L, E	1, 3, 4, VC
Asplenium normale D. Don	T, L	3, SC
Asplenium perakense B. Mathew & H. Christ	L, E	4, C
Asplenium scortechinii Bedd.	L, E	3, 4, C
Asplenium simonsianum Hook.	E	1, 3, C
Asplenium unilaterale Lam.	T, L	4, SC
Asplenium yoshinagae Makino	L, E	4, SC
Blechnaceae		
Blechnum orientale L.	T	2, 4, SC
Lomariopsidaceae		
Bolbitis appendiculata (Willd) K. Iwats. Subsp. a*ppendiculata*	L	3, 4, C
Bolbitis heteroclita (C. Presl) Ching	E	3, C
Bolbitis sinensis (Baker) K. Iwats var. *sinensis*	L, E	4, VC
Bolbitis virens (Wall. ex Hook. & Grev.) Schott var. *compacta* Hennipman	T, L	3, C
Elaphoglossum subellipticum Rosenst.	E	4, C
Dryopteridaceae		
Dryopteris sparsa (D. Don) Kuntze	T	4, C
Heterogonium gurupahense (C. Chr.) Holttum	T	3, SC
Polystichum attenuatum Tagawa & K. Iwats.	T	4, VC
Polystichum biaristatum (Blume) T. Moore	T	3, SC
Pteridrys syrmatica (Willd.) C. Chr. & Ching	T	1, C
Tectaria griffithii (Baker) C. Chr.	T	4, UC
Tectaria impressa (Fée) Holttum.	T	2, C
Tectaria polymorpha (Wall. ex Hook.) Copel.	T	3, VC
Thelypteridaceae		
Christella dentata (Forssk.) Holttum	T	2, SC
Christella papilio (C. Hope) Holttum	T	2, SC
Christella parasitica (L.) H. Lev.	T	4, SC
Coryphopteris hirsutipes (C.B. Clarke) Holttum	T,L	4, SC
Cyclosorus hirtisorus (C. Chr.) Ching	T	4, SC
Cyclosorus interruptus (Willd.) H.Ito	T	2, VC
Macrothelypteris torresiana (Gaudich.) Ching	T	1, C
Pneumatopteris truncata (Poir.) Holttum	T	1, 4, C
Pronephrium asperum (C. Presl) Holttum	T	3, C
Pronephrium triphyllum (Sw.) Holttum var. *triphyllum*	T	3, SC
Woodsiaceae		
Diplazium bantamense Blume	T	3, C
Diplazium crenatoserratum (Blume) T. Moore	T	3, C

Appendix 1. (continued).

Family/Species	Habit	Habitat & Abundance
Diplazium dilatatum Blume	T	3, VC
Diplazium donianum (Mett.) Tardieu	T	3, 4, VC
Diplazium esculentum (Retz.) Sw.	T	1, SC
Diplazium petri Tardieu	T	4, C
Diplazium simplicivenium Holttum	T	1, 3, C
Diplazium sp.	T	3, SC
Davalliaceae		
Davallia denticulata (Burm. f.) Mett. ex Kuhn	L, E	1, 2, VC
Davallia solida (G. Forst.) Sw.	L, E	1, 2, C
Humata repens (L. f.) J. Small ex Diels	L, E	3, 4, C
Leucostegia immersa C. Presl	T, L	4, SC
Oleandraceae		
Nephrolepis biserrata (Sw.) Schott	T	1, 2, SC
Nephrolepis hirsutula (G. Forst.) C. Presl	T	1, 2, VC
Oleandra musifolia (Blume) C. Presl	L, E	4, SC
Polypodiaceae		
Aglaomorpha coronans (Wall. ex Mett.) Copel.	L, E	3, 4, VC
Belvisia mucronata (Fée) Copel.	E	3, UC
Belvisia revoluta (Blume) Copel.	E	4, C
Colysis pedunculata (Hook. & Grev.) Ching	E	4, C
Crypsinus oxylobus (Wall. ex Kunze) Sledge	E	2, C
Drynaria bonii H. Christ	L, E	4, C
Drynaria quercifolia (L.) J. Sm.	L	1, 2, VC
Drynaria sparsisora (Desv.) T. Moore	E	2, UC
Drynaria rigidula (Sw.) Bedd.	L, E	2, 3, SC
Goniophlebium subauriculatum (Blume) C. Presl	L,E	1, 3, 4, VC
Lemmaphyllum carnosum (J. Sm. Ex Hook.) C. Presl	L, E	3, 4, C
Lepisorus scolopendrium (Buch.-Ham. Ex D. Don) Mehra & Bir	E	4, C
Leptochilus decurrens Blume	T, L	3, SC
Leptochiluss macrophyllus (Blume) Noot var. *macrophyllus*	L, E	3, SC
Loxogramme avenia (Blume) C. Presl	L	1, 4, SC
Microsorum dilatatum (Bedd.) Sledge	L	4, C
Microsorum heterocarpum (Blume) Ching	L	3, C
Microsorum nigrescencs (Blume) Copel.	L	1, SC
Microsorum pteropus (Blume) Copel.	L	2, C
Microsorum punctatum (L.) Copel.	L	1, 2, C
Microsorum zippelii (Blume) Ching	T, L	1, SC
Neocheiropteris normalis (D. Don) Tagawa	E	4, VC
Platycerium holttumii Jonch. & Hennipman	E	1, SC
Pyrrosia adnascens (Sw.) Ching	L, E	1, 2, VC
Pyrrosia eberhardtii (H. Christ) Ching	L, E	4, C
Pyrrosia longifolia (Brum. f.) Mort.	E	2, UC
Pyrrosia nuda (Giesenh.) Ching	E	1, UC
Pyrrosia stigmosa (Sw.) Ching	L	1, VC
Gramitidaceae		
Ctenopteris mollicoma (Nees & Blume) Kunze	L, E	4, SC
Grammitis dorsipila (H. Christ) C. Chr. & Tardieu	E	4, UC

Biosystematics of *Bauhinia pottsii* G. Don in Thailand

Supot Saengmanee, Obchant Thaithong and Thaweesakdi Boonkerd
Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

The five species, *Bauhinia pottsii* G. Don, *B. subsessilis* Craib, *B. velutina* (Wall. ex Benth.) Baker, *B. mollissima* (Wall.) Prain, and *B. decipiens* Craib, were recently recognized as five varieties of *Bauhinia pottsii* G. Don. They grow naturally in southern Myanmar, Thailand, Indochina and the Malay Peninsula. *Bauhinia pottsii* var. *decipiens* (Craib) K. Larsen & S.S. Larsen is endemic to Thailand and known only from the type collection, so it was omitted from this study. Quantitative and qualitative morphological characters were examined in 200 specimens and analyzed using multivariate and univariate analyses to determine the taxonomic relationships among the four varieties. Some variation in qualitative characters was found between the varieties which separated them as previously defined in the Flora of Thailand. Forty three quantitative characters were subjected to cluster analysis to allow an objective classification into groups. The groups were subsequently evaluated by a canonical discriminant analysis. It was found that these characters collectively support the four varieties as defined by qualitative characters. However, a close relationship of varieties *mollissima* (Wall. ex Prain) K. Larsen & S.S. Larsen and *velutina* (Wall. ex Benth.) K. Larsen & S.S. Larsen was observed. The linear discriminant function has an overall rate of 98.5% correct classification and is useful for variety classification. Among quantitative characters petal-claw length and ovary-stalk length together with some qualitative characters are useful for key construction to separate the four varieties.

Key words: *Bauhinia pottsii*, multivariate analysis, canonical discriminant analysis, cluster analysis

Introduction

Bauhinia is a pantropic genus of the Leguminosae-Caesalpinioideae and is easily noticed by its bilobed leaf apex. A total of 37 species are recognized in the Flora of Thailand Vol. 4, part 1 (Larsen et al., 1984). Additional species have been recorded subsequently (Larsen and Larsen, 1995; Larsen, 1999). Five species, namely *Bauhinia pottsii* G. Don, B. *subsessilis* Craib, *B. velutina* (Wall. ex Benth.) Baker, *B. mollissima* (Wall.) Prain, and *B. decipiens* Craib were previously recognised as separate species (Craib, 1927; Don, 1832; Fischer, 1927; Larsen and Larsen, 1973). Due to some degree of resemblance, these species were recently relegated to being five varieties of *Bauhinia pottsii* G. Don. (Larsen et al., 1984). The species most similar to *Bauhinia pottsii* is *B. purpurea* L., which has a wider distribution and is also grown as an ornamental tree elsewhere in tropical countries. Both species have three fertile stamens in common, but they differ in their habits; *B. purpurea* is a tree, whilst *B. pottsii* is a shrub or straggling tree.

Bauhinia pottsii G. Don is distributed in southern Myanmar, Thailand, Cambodia and the Malay Peninsula (Larsen and Larsen, 1973). In Thailand, this species occurs naturally along the margin of Evergreen forests at low to medium altitudes in eastern and peninsular Thailand. Of the five varieties, var. *decipiens* (Craib) K. Larsen & S.S. Larsen is endemic to Thailand and is known only from the type specimens, collected from eastern Thailand; so it was not included in this study. Variety *subsessilis* (Craib) de Wit is more common in the east and peninsular Thailand. The other three varieties, i.e. var. *pottsii* G. Don, var. *velutina* (Wall. ex Benth.) K. Larsen & S.S. Larsen and var. *mollissima* (Wall. ex Prain) K. Larsen & S.S. Larsen are confined to the Peninsula. So far no overlap in habitat between these varieties has been observed. The five varieties are distinguished primarily on the basis of petal-shape and colour, flower-bud shape and colour, type of indumentum on ovary, and pod morphology, and these characters are used as the characteristic features in a key to varieties (Larsen et al., 1984). However, there are some discrepancies in numbers of character differences between varieties. For example, var. *mollissima* and var. *velutina* are similar and slightly different in one character of the flower bud and can be rearded as forming a group on their own. Likewise var. *subsessilis* and var. *decipiens*, which form another group, are also very similar and differ only in the

type of indumentum on the ovary. But these two groups are different in several characters as mentioned above. There is considerable overlap in most of the characters used to separate the five varieties. Therefore an investigation was needed to more clearly separate the taxa.

The objectives of this study thus were 1) to explore quantitatively the patterns of morphological variation in var. *pottsii*, var. *subsessilis*, var. *mollissima* and var. *velutina*, 2) to determine the important morphological characters that help to discriminate among them, and 3) to evaluate the taxonomic status of the four infraspecific taxa in the *Bauhinia pottsii* G. Don complex on the basis of morphometric multivariate analysis.

Methodology

Plant Material

A preliminary survey of the distribution of *Bauhinia pottsii* was made in eastern and peninsular Thailand according to the sites that were recorded by Larsen and Larsen (1973). It was found that the four varieties of *Bauhinia pottsii*, determined using the key to varieties from Flora of Thailand (Larsen et al., 1984), grow in separate populations. Subsequently, field collections of *Bauhinia pottsii* were made from nine sites during the period, October 1996 to April 1999 (Figure 1). The collection sites covered the range of each of the four varieties in Thailand. Fifty specimens of each variety were haphazardly collected and used for morphometric analyses. Voucher specimens of each variety were deposited at the Professor Kasin Suvatabandhu Herbarium, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University (BCU).

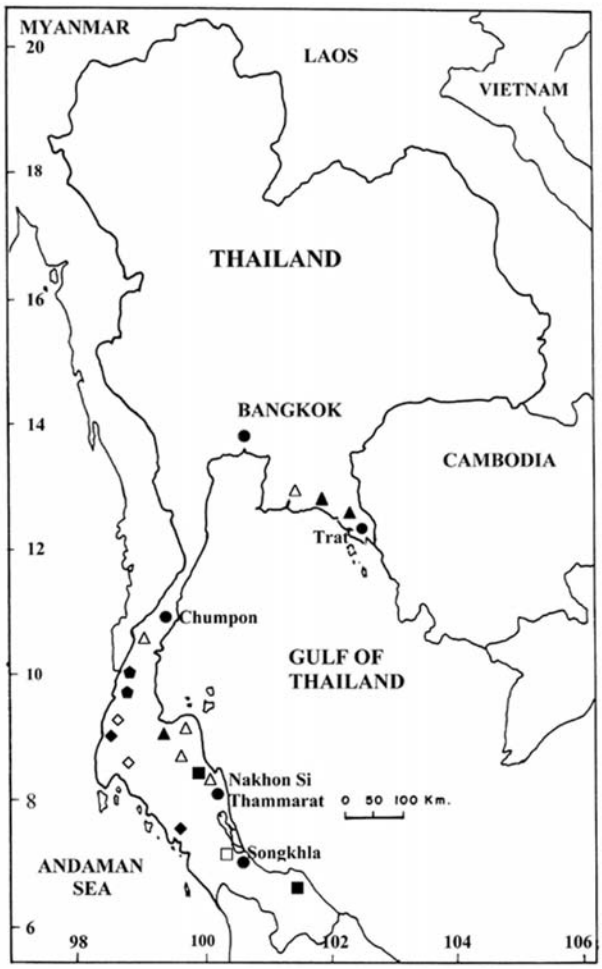


Figure 1. Map showing distribution (opened symbol) and collecting site (closed symbol) of *Bauhinia pottsii* G. Don. ● province
□ var. *pottsii* △ var. *subsessillis*
◇ var. *mollisima* ⬠ var. *velutina*

Data Collection and Numerical Analysis

Qualitative characters

Basic statistics of 24 qualitative characters, i.e. mean, standard deviation and variance (Table 1), were analyzed using SAS Release 6.12 (SAS Institute, 1990). Subsequently, some discriminating characters were used to construct a key to varieties, using DELTA (Dallwitz et al., 1993).

Quantitative characters

Forty nine quantitative characters of both vegetative and reproductive structures were used to determine patterns of variation among and within these four varieties (Table 2).

To determine the contribution of morphological characters to the variation of these four varieties, 43 characters were analyzed by cluster analysis using average taxonomic distance (Rohlf and Sokal, 1965) among the 200 specimens. A sequential, agglomerative, hierarchical and nested (SAHN) clustering (Sneath and Sokal, 1973) was performed using the unweighted pair-group method with arithmetic averages (UPGMA) implemented in NTSYS-pc package version 2.0K (Rohlf, 1998). The purpose of this analysis was to place individual specimens into groups (clusters) by the data.

Stepwise discriminant analysis was used to select a subset of characters that maximized differences among the groups determined by cluster analysis. A classification criterion was generated

in a subsequent discriminant analysis, estimated for error rates and crossvalidated. Canonical discriminant analysis was performed to characterize mean differences among the varieties, to acquire discernment into group differences and to estimate character weights from correlations between canonical variables and original variables. *A priori* results from cluster analysis were used for the group criteria. Computations were carried out using the CANDISC procedure in SAS/STAT and graphics with SAS/GRAPH procedures, all with SAS Release 6.12.

To summarize the range of variation between and within varieties of each character, univariate analysis was performed. Boxplots of the most important characters were carried out using SPSSpc-FW (Anonymous, 1997).

Table 1. Twenty four qualitative characters with their methods of scoring used in the study of *Bauhinia pottsii* varieties.

Abbreviation	Characters
HAB	habit: straggling tree (0) tree (1) shrub (2)
LEN	shape of lenticel: oval (0) streak (1)
TLE	leaf tip: obtuse (0) acute (1)
HUE	hair on leaf (upper-surface): velvety (0) puberulous (1)mouldy (2) glabrous (3)
HLE	hair on leaf (lower-surface): rusty velvety (0)
	Pubescent (1); sparsely hairy (2)
SPE	shape of petals: lanceolate (0); spathulate (1)
	narrowly lanceolate (2) oblong (3)
CPE	petal colour: white with yellow patch on the 2th petal(0); red with yellow patch on the 2th petal (1); pink (2); white (3)
CAN	anther colour: brown-black (0); light green (1)
	light brown (2); yellow (3)
CFI	filament colour: red (0), light green (1), pink (2), white (3)
SSTI	shape of stigma: peltate (0), truncate (1), oblique flat (2)
CSTI	stigma colour: brown-black (0), light green (1), brown (2)
CSTY	style colour: red (0), light green (1), pink (2), white (3)
HOV	hair on ovary: strigose (0), pubescens and strigose (1),velvety and strigose (2), velvety (3), glabrous (4)
TBU	flower bud: without free calyx-teeth (0), with free calyx-teeth (1)
RBU	keel on flower bud: absent (0), present (1)
CBU	flower-bud colour: green-brown (0), green (1)
TPO	types of pollen: monad (0), tetrad (1)
SPO	pollen shape: spheroidal (0), oblate (1), prolate spheroidal (2), prolate (3)
TAP	types of aperture: inaperturate (0), tricolporate (1), tricolporoidate (2)
PAP	aperture position: no aperture (0), equatorial aperture (1)
ESC	surface of pollen: perforate (0), striato reticulate (1), reticulate (2)
SPOD	pod shape: not oblong with beck at tip width:length=1:7 (0), oblong no beck at tip width:length=1:11 (1), oblong no beck at tip width:length=1:6 (2)
RPOD	keel of pod: absent (0), present (1)
SSEE	seed shape: round (0), oval (1), square (2)

Table 2. Forty nine quantitative characters with their methods of scoring used in the study of *Bauhinia pottsii* varieties. Abbreviation followed by * indicates character used in the canonical discriminant analyses.

Abbreviation	Characters
WLE*	leaf width in cm
LLE*	leaf length in cm
WBF*	width of leaf emargination in cm
LBF*	depth of leaf emargination in cm
NSV	number of leaf-nerves
WCA*	calyx width in cm
LCA*	calyx length in cm
WPE 1*	petal width 1 in cm
WPE 2*	petal width 2 in cm
WPE 3*	petal width 3 in cm
WPE 4*	petal width 4 in cm
WPE 5*	petal width 5 in cm
LPE1*	petal length 1 in cm
LPE2*	petal length 2 in cm
LPE3*	petal length 3 in cm
LPE4*	petal length 4 in cm
LPE5*	petal length 5 in cm
LPCL1*	petal-claw length 1 in cm
LPCL2*	petal-claw length 2 in cm
LPCL3*	petal-claw length 3 in cm
LPCL4*	petal-claw length 4 in cm
LPCL5*	petal-claw length 5 in cm
LAN 1*	anther length 1 in cm
LAN 2*	anther length 2 in cm
LAN 3*	anther length 3 in cm
LFI 1*	filament length 1 in cm
LFI 2*	filament length 2 in cm
LFI 3*	filament length 3 in cm
NFST	number of fertile stamens
LSTY*	style length in cm
LOV*	ovary length in cm
LGY*	ovary-stalk length in cm
LRE*	receptacle length in cm
NBU	number of flower bud/inflorescence
LBU*	length of the longest flower-bud in each inflorescence
RBR	ratio of flower bud -length and receptacle length
TRA*	diameter of pollen-tetrad in micron
DPA*	diameter of pollen in polar axis in micron
DEA*	diameter of pollen in equatorial axis in micron
DAP*	distance between apertures in micron
WAP*	pollen aperture width in micron
LAP*	pollen aperture length in micron
PFI*	polar field index
NVR	number of verrucae
WPOD*	pod width in cm
LPOD*	length of pod in cm
WSEE*	width of seed in cm
LSEE*	length of seed in mm
NSEE	number of seed/pod

Results and Discussion

Qualitative characters

Fourteen characters exhibited variation between the varieties (Table 3) and were useful for constructing a key to the varieties of *B. pottsii* which is presented below. The remaining characters were unfit for further analysis due to lack of variation within and between varieties.

Table 3. Summary of 14 qualitative data of *Bauhinia pottsii* varieties using for key construction.

Character	var. *pottsii*	var. *subsessilis*	var. *mollissima*	var. *velutina*
hair on leaf upper-surface(HUE)	puberulous	rusty/velvety	mouldy/velvety	mouldy/velvety
hair on leaf lower-surface(HLE)	rusty pubescent	velvety	velvety	rusty velvety
flower-bud colour (FBC)	reddish-brown	reddish-brown	green	green
keel on flower bud (KFB)	absent	absent	absent	present
shape of petal (SPE)	lanceolate	lanceolate	spathulate	spathulate
petal colour (PTC)	red	white	red	red
anther colour (ANC)	brown	brown	green	green
filament colour (FIC)	red	red	green	green
hair on ovary (HOV)	hirsute	strigose	pubescens	pubescens
style colour (STYC)	red	red	green	green
shape of stigma (STIS)	peltate	peltate	truncate	truncate
stigma colour (STIC)	brown	brown	green	green
keel of pod (KPOD)	absent	absent	present	present
pollen shape (POS)	oblate	prolate spheroidal	prolate spheroidal	prolate spheroidal

Quantitative characters

Cluster analysis

The dendrogram split the specimens into either two or four groups (Figure 2) at the 1.62 and 1.45 levels, respectively. In the two-cluster groupings, specimens classified as group 1 consisted of all var. *subsessilis*, whereas specimens classified as group 2 consisted of three subgroups. Subgroup 1 consisted of all varieties of *pottsii*, whilst subgroup 2 included all specimens of var. *mollissima* and a few specimens of var. *velutina*; subgroup 3 consisted of the remaining specimens of var. *velutina*. In the four-cluster groupings, the same specimens as those in group 1 of the two-cluster groupings classified as group 1 and consisted of all var. *subsessilis*. All var. *pottsii* specimens were placed in group 2, whilst group 3 included all specimens of var. *mollissima* and a few specimens of var. *velutina*, and group 4 consisted of the rest of var. *velutina*. The four-cluster groupings match well with the presently known four varieties and was thus used for subsequent analyses.

Both the two- and four-cluster groups demonstrated a separation of var. *subsessilis* from the other varieities, whereas there were close relationships in the dendrogram among var. *pottsii*, var. *mollissima*, and var. *velutina*. However, var. *pottsii* was separated from the other two varieties on the dendrogram (Figure 2, no. 2). There is no doubt that var. *mollissima* and var. *velutina* (Figure 2, no. 3-4) are very close taxa and they need more investigation to determine their taxonomic status.

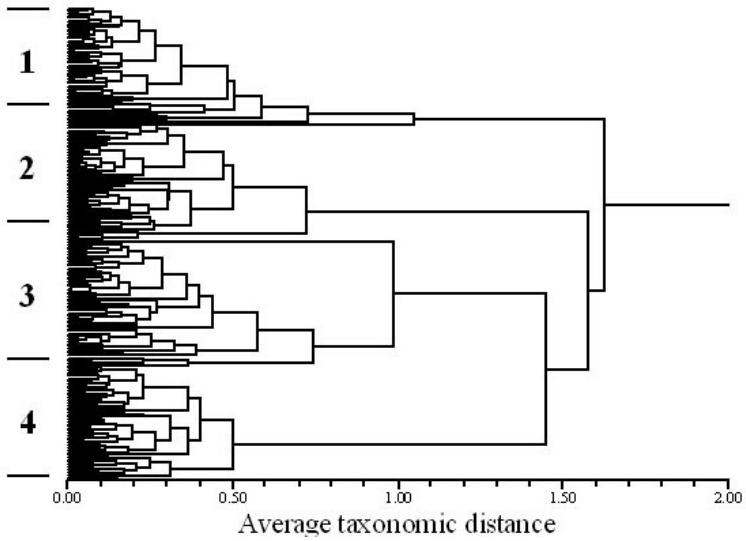
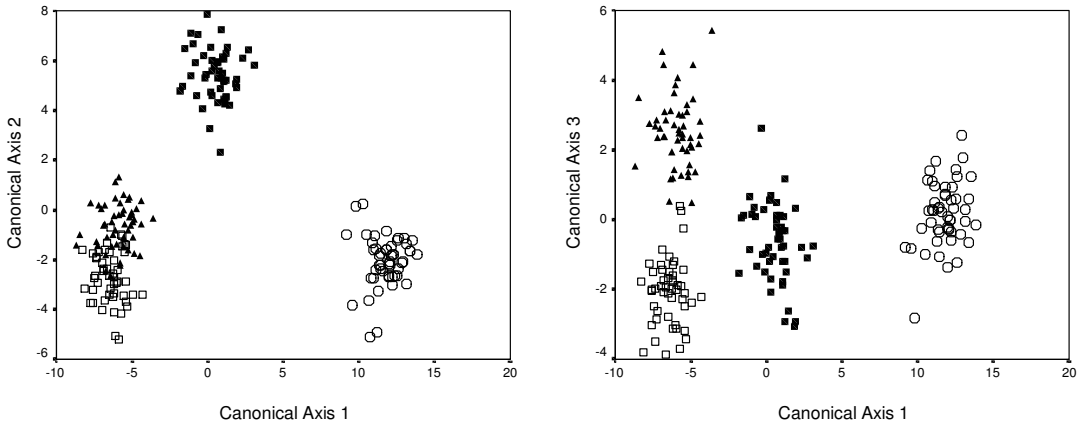


Figure 2. UPGMA clustering of 200 OTUs based on 43 quantitative characters of *Bauhinia pottsii* varieties (1 var. *subsessilis*, 2 var. *pottsii*, 3 var. *mollissima*, 4 var. *velutina*).

Canonical discriminant analysis

The ordination plot on the two canonical axes (Figure 3a and b) shows that the four entities are distinct. The first two varieties var. *subsessilis* and var. *pottsii* are separated on both canonical axis 1 and canonical axis 2. These two varieties are also separated from a clump of var. *mollissima* and var. *velutina* on canonical axis 1 (Figure 3a). But var. *mollissima* is not separated from var. *velutina* on canonical axis 1 nor canonical axis 2. However, these two varieties did separate on canonical axis 3 (Figure 3b). It can be seen that the results supported the four-cluster groupings from cluster analysis (Figure 2).



3 (a) 3 (b)

Figure 3. Ordination plots of population samples from the four varieties of *Bauhinia pottsii* obtained by canonical discriminant analysis □ *velutina* ▲ *mollissima* ■ *pottsii* ○ *subsessilis.*

The nature of the varietal differences was represented by the pooled within canonical structure (Table 4). Canonical variable 1 (Axis 1) was most highly associated with characters DAP, LPCL5, LPCL2, LPCL4 and WLE in descending order of the absolute values of the correlations. Canonical variable 1 was 99.1% correlated with all the variables and the variance explained by it was 80.4%. A high canonical correlation indicates a strong relationship between the specific linear combination of variables (Baum and Bailey, 1984). This axis was most important for separating var. *subsessilis* from var. *pottsii* and a clump of var. *mollissima* and var. *velutina*. Canonical variable 2 was most highly associated with characters LAP, LGY, and LPE4 in descending order in a corresponding manner. Canonical variable 3 was 85.9% correlated with all the variables but the variance explained by it was only 4.1%. Canonical variable 3 was most highly associated with characters WCA, LAN1, and LCA in descending order, respectively. Not surprisingly, the F values (Table 4) very nearly reflected the association with canonical Axis 1 because of its high correlation and the high amount of variance explained. Likewise Axis 3 was important for the separation of var. *mollissima* from var. *velutina*.

It can be seen that LPCL5, LPCL2, and LPCL4 are a group of characters called petal-claw length. They are more important characters for separating the four varieties of *B. pottsii* than the other characters (Table 4). However, it was pointed out that characters must be used together for identification, at least the most important ones (Baum and Bailey, 1994). In conjunction with this suggestion the linear discriminant function of the first two important characters for Axis 1, Axis 2 and Axis 3 shows 98.5% correctly classified in total (Table 5). These six characters have an overall rate of classification of the same value as if 18 characters were used (data not shown).

Classificatory discriminant analysis

Eighteen of the 43 quantitative characters (Table 2) were determined by stepwise discriminant analysis to be important for discriminating between the four groups determined by cluster analysis and subsequently used in the canonical discriminant analysis.

The linear discriminant function classification results (Table 5) classified 98.5% correctly in total. The linear discriminant function (Table 6), therefore, can be used for identification of *B. pottsii*'s specimens. To use the discriminant function in Table 6 for identification, multiply each character score by its coefficient in each column. Calculate the total for each column, the column with the highest total is a variety to which the specimen belongs. Though this method of identification is different

from traditional keys, it can be used in a complementary manner.

Three out of fifty OTU's from each variety were used to test the linear discriminant function obtained based on 47 observations from each variety. The newly computed linear discriminant function was not different from the one based on the 50 observations per variety. The result of the test of the 12 observations using the discriminant function based on the 47 observations, i.e. the calibration data, yielded 100% total correct classification (Table 5).

Table 4. Univariate F values of the different characters used in the canonical discriminant analysis and pooled within canonical structure. Character followed by * indicates character entered in stepwise discriminant analysis and subsequently used in canonical discriminant analysis.

Character	F-value	Sign.	AXIS 1	AXIS 2	AXIS 3
DAP*	1228.337	0.000	-0.521	-0.392	0.145
DEA	177.675	0.000	-0.276	-0.112	0.102
DPA	126.674	0.000	-0.047	0.380	0.206
LAN1*	197.873	0.000	0.197	0.198	0.378
LAN2	184.707	0.000	0.183	0.156	0.297
LAN3	190.348	0.000	0.212	0.184	0.311
LAP*	680.072	0.000	0.340	0.595	0.050
LBF*	20.749	0.000	0.012	0.143	-0.185
LBU	65.635	0.000	0.057	0.020	0.117
LCA*	258.963	0.000	0.252	0.110	0.270
LFI1*	11.365	0.000	0.009	0.125	0.029
LFI2	14.613	0.000	0.079	0.188	0.056
LFI3	19.889	0.000	0.002	0.091	0.013
LGY*	190.080	0.000	0.148	0.367	0.287
LLE*	42.094	0.000	0.105	0.038	-0.012
LOV	76.396	0.000	0.062	0.171	0.198
LPCL1	628.859	0.000	0.348	-0.107	0.058
LPCL2*	484.499	0.000	0.357	-0.085	-0.119
LPCL3*	629.331	0.000	0.409	-0.045	-0.027
LPCL4	571.246	0.000	0.345	-0.146	0.136
LPCL5*	679.787	0.000	0.421	-0.117	0.176
LPE1	59.507	0.000	0.046	0.216	0.045
LPE2*	48.205	0.000	-0.017	0.256	0.100
LPE3	54.187	0.000	0.040	0.250	0.124
LPE4*	96.517	0.000	-0.091	0.296	-0.159
LPE5	98.699	0.000	-0.056	0.339	-0.110
LPOD	0.623	0.601	-0.065	0.038	-0.060
LRE	49.023	0.000	0.105	0.026	0.144
LSEE	0.705	0.550	-0.037	-0.043	0.144
LSTY	21.334	0.000	-0.058	0.142	0.080
PFI	1044.559	0.000	-0.449	-0.385	0.081
TRA	125.376	0.000	-0.063	0.385	0.208
WAP	205.925	0.000	-0.126	-0.018	0.044
WBF	43.958	0.000	0.115	0.029	-0.005
WCA*	68.625	0.000	0.057	-0.067	0.548
WLE*	85.088	0.000	0.136	0.054	0.070
WPE1*	34.401	0.000	0.051	0.145	0.236
WPE2	23.168	0.000	0.075	0.063	0.139
WPE3	40.469	0.000	0.092	0.096	0.273
WPE4	21.246	0.000	0.026	0.102	0.255
WPE5*	25.432	0.000	0.025	0.123	0.266
WPOD*	99.820	0.000	-0.141	0.164	-0.190
WSEE	0.291	0.832	0.052	0.090	0.032

Table 5. Cross-validation summary with the linear discriminant function. Percentage of correct classification, using the suite of the first two important characters for canonical axis 1-3.

A: based on 50 observations for each variety

From variety	**Classified in variety**			
	var. *subsessilis*	var. *pottsii*	var. *mollissima*	var. *velutina*
var. *subsessilis*	100	0	0	0
var. *pottsii*	0	100	0	0
var. *mollisima*	0	0	96	4
var. *velutina*	0	0	2	98
Total correctly classified	98.5%			

B: based on 47 observations for each variety

From variety	**Classified in variety**			
	var. *subsessilis*	var. *pottsii*	var. *mollissima*	var. *velutina*
var. *subsessilis*	100	0	0	0
var. *pottsii*	0	100	0	0
var. *mollisima*	0	0	95.7	4.3
var. *velutina*	0	0	2.1	97.9
Total correctly classified	98.4%			

C: based on 3 observations for each variety

From variety	**Classified in variety**			
	var. *subsessilis*	var. *pottsii*	var. *mollissima*	var. *velutina*
var. *subsessilis*	100	0	0	0
var. *pottsii*	0	100	0	0
var. *mollisima*	0	0	100	0
var. *velutina*	0	0	0	100
Total correctly classified	100%			

Table 6. Classification function coefficients. To identify a *Bauhinia pottsii* specimen multiply each character score by its coefficient in each column; compute the total for each column; the column with the highest total is the variety to which the specimen belongs. See Table 2 for character abbreviation.

Character	**var. *subsessilis***	**var. *pottsii***	**var. *mollisima***	**var. *velutina***
DAP	3.260	2.157	1.742	1.469
LPCL5	-11.701	-13.918	5.733	3.335
LAP	3.413	4.381	3.581	3.098
LGY	37.099	50.695	38.580	25.461
WCA	33.408	17.200	27.273	17.602
LAN1	39.843	56.063	64.670	53.470
LBF	3.209	5.470	-.872	1.375
LCA	-6.823	.681	6.768	7.145
LFI1	11.734	5.708	1.411	-7.976E-02
LLE	3.289	4.242	7.578	4.752
LPCL2	-19.738	-18.717	-14.248	-6.378
LPCL3	-10.907	14.386	25.023	30.158
LPE2	7.091	-1.306	-8.508	-11.361
LPE4	3.999	8.704	2.198	6.711
WLE	-2.245	-1.313	-.507	1.495
WPE1	-7.527	19.515	21.150	22.543
WPE5	30.242	15.881	9.350	-3.179
WPOD	88.595	83.478	68.695	69.211
(Constant)	-419.150	-446.276	-387.030	-325.172

Univariate statistics

Table 7 lists the means and standard deviations of 43 quantitative characters. These statistics provide supplementary aspects to the deductions made from the canonical discriminant analysis. Remember that among the 18 characters entered in the canonical discriminant analysis, characters DAP and LPCL5 carry most weight on axis 1, while characters LAP and LGY carry most weight on axis 2, and characters WCA and LAN1 on axis 3. The Boxplots (Figure 4.1-4.8) show the statistics including the trends noted above. Among these characters DAP (distance between pollen aperture) and LAP (pollen aperture length) are important characters to separate the four varieties to some extent. However, being microscopic characters, they are only suitable for laboratory determination. From the aforementioned importance of petal claw length (LPCL5, LPCL2, and LPCL4) above. LPCL5 tends to be a good character for field determination (Figure 4.1) and can be used in a key together with other qualitative characters.

Table 7. Means and standard deviation of 43 quantitative characters of the four varieties of *Bauhinia pottsii.*

Character	var. *subsessilis*		var. *pottsii*		var. *mollissima*		var. *velutina*	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
DAP	92.1000	10.3298	24.7800	7.1437	19.0200	4.7530	17.5200	5.5041
DEA	69.3400	5.4869	58.2000	3.4464	54.0200	2.5354	52.8200	3.9159
DPA	59.2200	3.7758	68.0600	3.1129	59.0400	3.6251	52.2200	5.4297
LAN1	0.7800	6.061E-02	1.2680	0.1766	1.4440	0.1593	1.1640	0.1396
LAN2	0.7720	6.402E-02	1.2520	0.1909	1.4340	0.1710	1.1600	0.1212
LAN3	0.7700	6.776E-02	1.2600	0.1874	1.4400	0.1654	1.1580	0.1311
LAP	13.2200	4.1908	55.4800	4.6478	49.1400	4.6992	43.2400	6.4604
LBF	3.1040	0.8099	4.1400	0.8076	3.0860	0.7799	3.5320	0.6650
LBU	2.1400	0.2665	3.0960	0.5529	3.4960	0.6081	3.0620	0.5070
LCA	2.5940	0.2123	4.1580	0.5682	4.9840	0.6018	4.3980	0.2722
LFI1	4.2280	0.3523	4.9360	0.9783	4.5060	0.7638	4.2620	0.4584
LFI2	3.9500	0.4234	4.7880	0.9803	4.5300	0.6944	4.2200	0.4458
LFI3	3.9420	0.3615	4.8760	0.9257	4.4800	0.6273	4.2440	0.4263
LGY	1.3480	0.1460	2.2000	0.2458	2.1180	0.2283	1.7360	0.1651
LLE	8.2480	1.4048	10.2360	1.3778	10.8180	1.0064	10.8640	1.5152
LOV	0.8040	0.1324	1.2580	0.1762	1.2460	0.2573	1.2420	0.1214
LPCL1	0.3500	0.1329	1.5480	0.2565	2.4760	0.4383	2.5340	0.2396
LPCL2	0.3380	7.253E-02	1.4680	0.2567	2.3000	0.5063	2.5780	0.3005
LPCL3	0.3300	0.1055	1.5580	0.2572	2.3980	0.4349	2.5100	0.2358
LPCL4	0.2660	9.392E-02	1.3480	0.2297	2.5440	0.5039	2.3740	0.2702
LPCL5	0.2640	9.205E-02	1.3200	0.2277	2.4740	0.4337	2.3660	0.2584
LPE1	3.8940	0.3437	4.5540	0.7407	3.6360	0.4085	3.3200	0.2997
LPE2	3.7900	0.3593	4.7100	0.8301	3.9420	0.5391	3.4300	0.3125
LPE3	3.9200	0.3720	4.5060	0.6659	3.6600	0.5171	3.3200	0.2763
LPE4	4.0760	0.3673	4.7180	0.7585	3.2880	0.3729	3.3520	0.3092
LPE5	4.1000	0.3774	4.7780	0.7349	3.3660	0.4003	3.3220	0.3507
LPOD	16.6400	3.3610	14.5200	0.5047	21.3000	56.4245	14.7000	1.8871
LRE	2.0120	0.2639	2.9920	0.4960	3.0080	0.5903	2.5980	0.4757
LSEE	1.6520	5.047E-02	1.6580	4.986E-02	1.6660	4.785E-02	1.6560	5.014E-02
LSTY	2.6400	0.3097	3.2460	0.7083	2.6440	0.4239	2.5960	0.3551
PFI	1.3300	0.1192	0.4228	0.1082	0.3554	9.177E-02	0.3334	0.1000
TRA	118.8000	7.1998	135.4400	5.9527	117.6600	7.2692	104.0200	11.1309
WAP	21.3600	4.8054	7.6800	2.9996	8.4600	1.9919	7.9800	2.6687
WBF	3.4680	0.6582	4.7160	0.8702	4.7400	0.9214	5.5120	1.1023
WCA	1.1400	8.330E-02	1.0860	0.2295	1.5880	0.2819	1.1140	0.1629
WLE	7.7280	1.2073	10.4600	1.3220	11.6120	1.3069	11.8600	1.8718
WPE1	1.0040	0.1399	1.3960	0.2649	1.4380	0.2799	1.0960	0.3207
WPE2	1.6020	0.2114	2.0900	0.3518	1.9920	0.3475	1.9320	0.3120
WPE3	0.9900	0.1787	1.3580	0.2459	1.4740	0.3002	1.0560	0.2943
WPE4	0.7560	0.1327	0.9320	0.1856	0.9960	0.2147	0.7300	0.2501
WPE5	0.7520	0.1328	0.9540	0.1919	0.9960	0.2119	0.7140	0.2416
WPOD	3.0960	0.3434	3.0520	7.351E-02	2.5540	6.131E-02	2.6500	0.1594
WSEE	1.4420	4.986E-02	1.4440	5.014E-02	1.4440	5.014E-02	1.4360	4.849E-02

Based on quantitative characters and supported by qualitative characters, the multivariate analyses strongly indicate the presence of four distinct morphotypes. However, the treatment of the Thai *Bauhinia pottsii* complex as morphologicaly distinct species may not be justified. This is because the distinction between var. *mollissima* and var. *velutina* was observed on canonical axis 3, which was 85.9% correlated with all the variables, but the variance explained by it was only 4.1%. An alternative possibility is that these four taxa represent three cryptic species: *subsessilis*, *pottsii* and a clump of

mollissima and *velutina*.

Key to varieties

The following is a simplified key to the varieties of *Bauhinia pottsii* using both qualitative and quantitative characters. The most important quantitative characters obtained from the canonical analysis were prepared using the boxplots (Figure 4.1-4.8).

1a Flower bud reddish brown 2
1b Flower bud green 3
2a Petal claw length less than 0.5 cm long, petal white .....1. var. *subsessilis*
2b Petal claw length always more than 0.5 cm long, petal red .....2. var. *pottsii*
3a Flower bud with keel, ovary stalk less than 1.9 cm long .....4. var. *velutina*
3b Flower bud without keel, ovary stalk more than 1.9 cm long .....3. var. *mollissima*

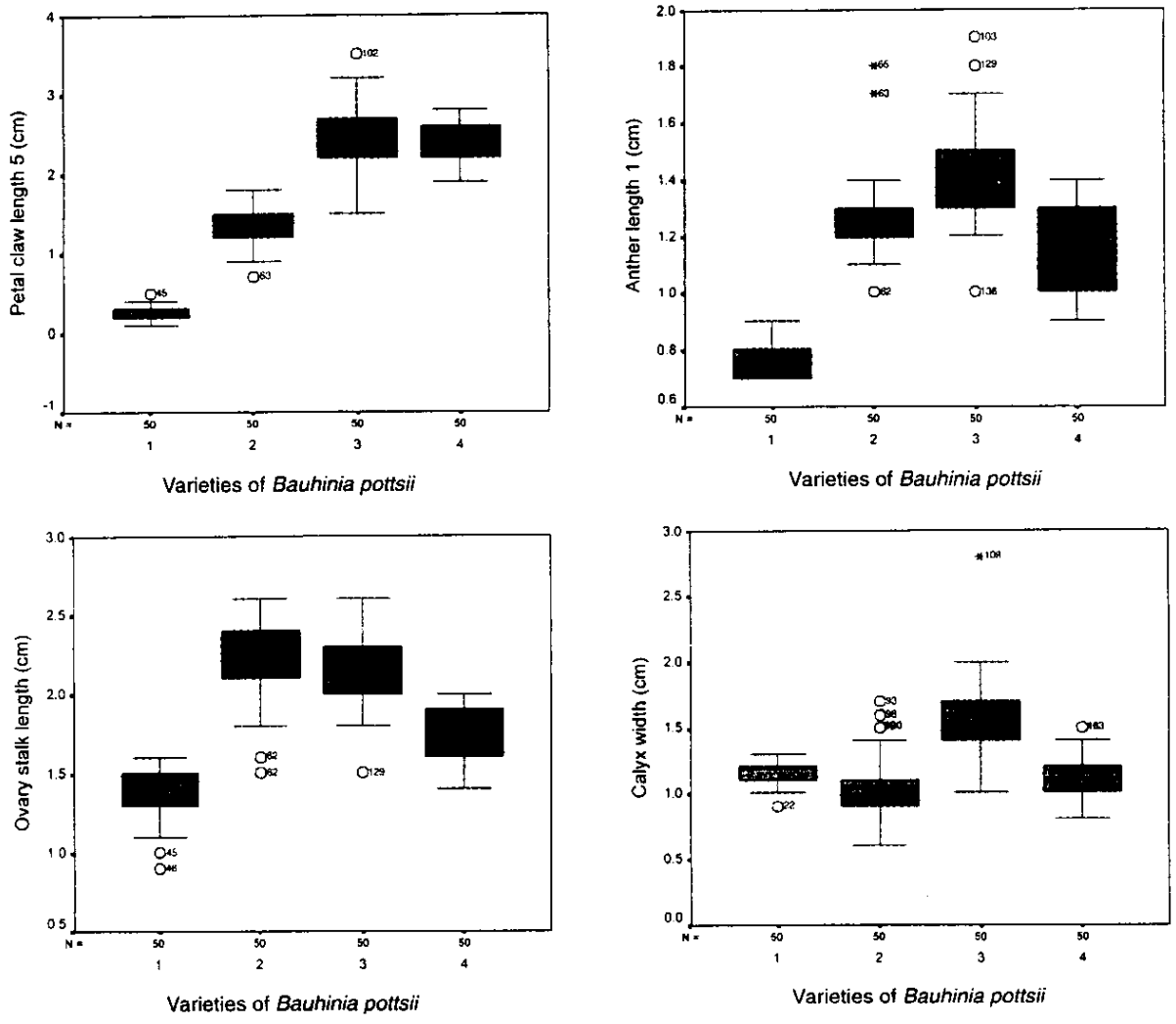


Figure 4. Boxplots of the eight more important characters of *Bauhinia pottsii* varieties (1 var. *subsessilis*, 2 var. *pottsii*, var. *mollissima*, 4 var. *velutina*)

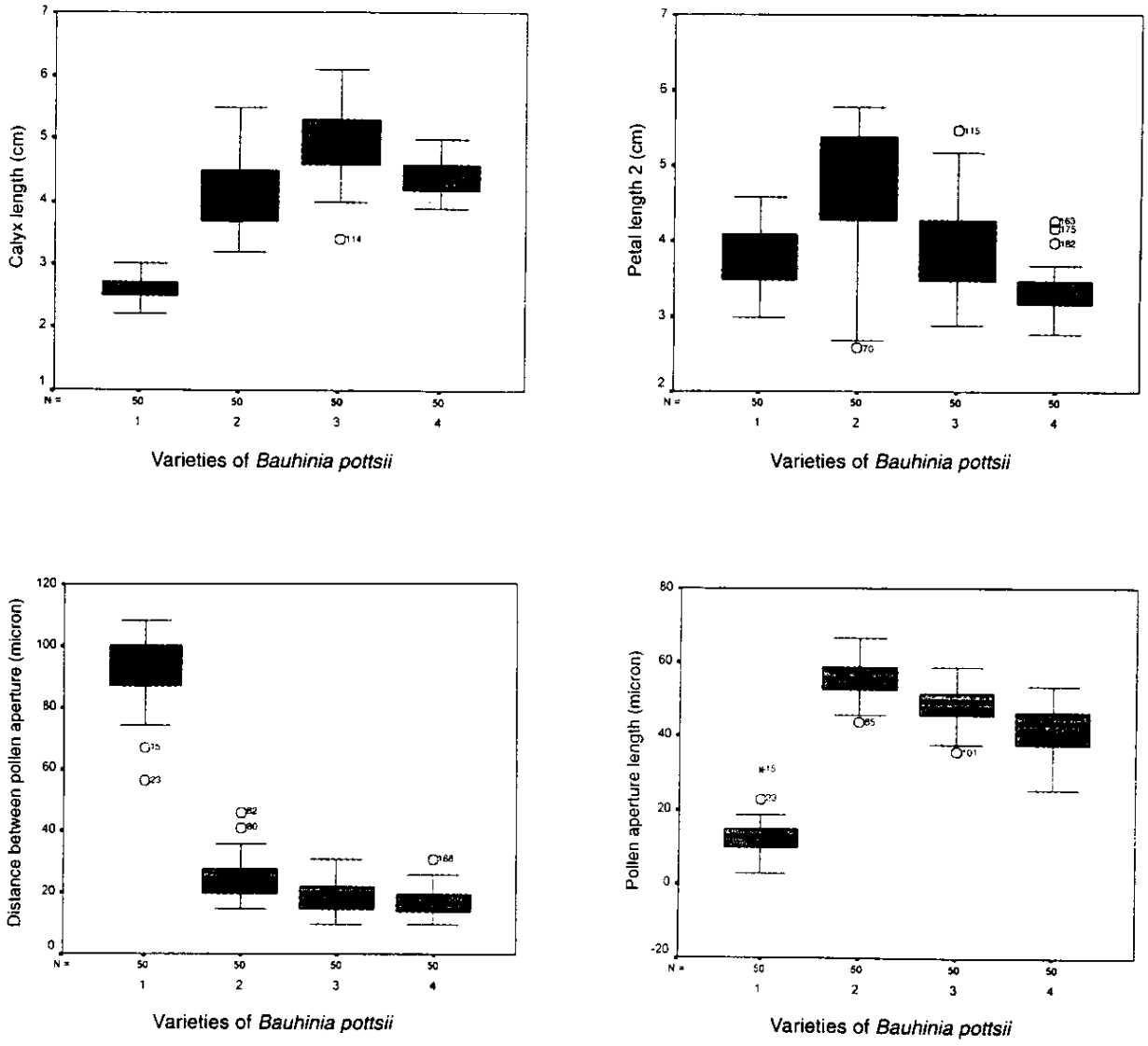


Figure 4. (continued)

Conclusions

In our opinion the results from quantitative characters provide justification for recognition of var. *pottsii*, var. *subsessilis*, var. *mollissima* and var. *velutina* as separate morphological varieties and supports the qualitative data that the well delimited units are to be recognized at the level of variety.

Acknowledgements

We wish to express our gratitude to Professor Kai Larsen for his criticism during the preparation of the manuscript. We are extremely grateful to Associate Professor Dr. Obchant Thaithong for drawing attention to the *Bauhinia pottsii* complex and valuable comments on the manuscript. We also wish to thank Ms Supee S. Larsen for her kindness in providing information about the *Bauhinia*. This work was partially supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant/BRT 542001, and a grant from Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand for the first author to visit Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, Canada.

References

Anonymous. 1997. SPSS for Windows Release 7.5.2, Standard Version, SPSS Inc., Chicago.

Baum, B.R. and L.G. Bailey. 1984. Taxonomic studies in wall barley (*Hordeum murinum sensu lato*) and sea barley (*Hordeum marinum sensu lato*). 2. Multivariate morphometrics. *Can. J. Bot.* 62: 2754-2764.

Baum, B.R. and L.G. Bailey. 1994. Taxonomy of *Hordeum caespitosum*, *H. jubatum* and *H. lechleri* (Poaceae: Triticeae). Pl. *Syst. Evol.* 190: 97-111.

Craib, W.G. 1927. Contributions to the flora of Siam, Additamentum 23. *Bulletin of Miscellaneous Information Kew* 1927(9): 388.

Dallwitz, M.J., T.A. Paine and E.J. Zurcher. 1993 onwards. User's Guide to the DELTA System: A General System for Processing Taxonomic Descriptions. 4th edition, via WWW from http://biodiversity.uno.edu/delta/.

Don, G. 1832. A General History of the Dichlamydeous Plants 2: 462.

Fischer, C.E.C. 1927. Contributions to the flora of Burma II. *Bulletin of Miscellaneous Information Kew* 1927(2): 87-88.

Larsen, K. and S.S. Larsen. 1973. The genus *Bauhinia* in Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 25: 1-15.

Larsen, K. and S.S. Larsen. 1995. Additions to the Leguminosae of Thailand. *Thai For. Bull. (Bot.)* 23: 43-49.

Larsen, K., S.S. Larsen and J.E. Vidal. 1984. Leguminosae-Caesalpinioideae. *In* T.Smitinand and K. Larsen (eds.) Flora of Thailand 4(1): 1-11.

Larsen, S.S. 1999. *Bauhinia wallichii* J.F. Macbr. (Leguminosae-Caesalpinioideae) a species new to Thailand. *Thai For. Bull. (Bot.)* 27: 25-29.

Rohlf, F.J. 1998. NTSYS-pc Version 2.0k Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Setauket, Exeter Software. New York.

Rohlf, F.J. and R.R. Sokal. 1965. Coefficients of correlation and distance in numerical taxonomy. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 45: 3-27.

SAS Institute. 1990. SAS/STAT(User's Guide Version 6. 4th ed., SAS Institute Inc., Cary, NC.

Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification. W.H. Freeman and Company, San Francisco.

ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์จากพรรณพืชบริเวณป่าเต่าดำ จังหวัดกาญจนบุรี

อุไร จิรมงคลการ และยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Diversity and Uses of Plants in Tao Dam Forest, Changwat Kanchanaburi

Urai Chiramongkolgarn and Yingyong Paisooksantivatana

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

An ethnobotanical collection and investigation of plants in Tao Dam Forest Reserve, Changwat Kanchanaburi, was conducted at 2 month intervals from June 1999 to June 2000 in order to reveal their potential as medicinal and food resources. Both dried and living specimens were deposited at the Department of Horticulture, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus. Data on introduced species were also recorded. Six hundred and twenty-seven specimens were collected. Three hundreds and fifteen species, two hundred and twenty-two genera and eighty-six families were identified. Forty species in thirty-seven genera and twenty-six families were used as vegetables, thirty-one species in thirty-three genera and thirty-one families were used as herbal drugs and eleven species in nine genera and eight families plus an unidentified species were used as fruits. Other plants were utilized in various ways such as for tobacco wrapping, mat making, thatching, brooms and superstitious beliefs (seven species in six genera and five families), food plants (four species in four genera and three families) and poisonous plants (three species in three genera and three families). Introduced species included vegetables (twenty-four species in sixteen genera and ten families), fruits (twenty-five species in twenty genera and sixteen families), ornamental plants (thirty-one species in thirty-one genera and twenty-one families) and one species of medicinal plant.

Key words: Tao Dam Forest, plant diversity, ethnobotany

บทนำ

ประเทศไทยนับเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญแห่งหนึ่งของทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องด้วยสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน จึงก่อเกิดเป็นสังคมพืชป่าหลายประเภท ได้แก่ ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าสนเขา ป่าชายเลน และป่าพรุ เป็นต้น สังคมพืชป่าเหล่านี้ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่พึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน กลายเป็นระบบนิเวศที่สมดุลในธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแพร่พันธุ์ของพืชและสัตว์นานาชนิด ประเทศไทยจึงมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง โดยพบว่าเป็นที่รวมของพรรณพืช 3 ภูมิภาค คือ อินเดียพม่า (Indo-Burma) อินโดจีน (Indo-China) และอินโดมาเลเซีย (Indo-Malaysia) ทั้งยังเป็นแหล่งรวมของพันธุ์สัตว์ 3 ภูมิภาค คือ อินเดียพม่า อินโดจีน และซุนด้า (Sundaic) นอกจากนี้ ยังเป็นรอยต่อระหว่างป่าดิบชื้นกับป่าผลัดใบเขตร้อนของโลก จึงกล่าวได้ว่า “ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการกระจายพรรณพืชที่มีอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้” (วีระชัย, ม.ป.ป.; สมศักดิ์, 2537; อิศรา, 2539) ซึ่งพืชพรรณต่างๆ เหล่านี้ ชาวไทยในสมัยโบราณรู้จักนำพืชต่างๆ ที่อยู่รอบตัวมาใช้ในการดำรงชีวิตมานานแล้ว ทั้งที่บริโภคเป็นผัก ผลไม้ สมุนไพร เครื่องเทศ สีย้อม เครื่องนุ่งห่ม เครื่องจักสาน และก่อสร้างบ้านเรือน สิ่งเหล่านี้ต้องใช้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง แล้วสืบทอดความรู้สู่ลูกหลานในรุ่นต่อมา (ปรีชา, 2541) ที่เรียกว่า “ภูมิปัญญาชาวบ้าน” หรือ “ภูมิปัญญาท้องถิ่น” (Indigenous knowledge)

เมื่อความเจริญในด้านสาธารณูปโภค การพัฒนาด้านอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ ของไทยเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่านิยมของสังคมไทยเริ่มเปลี่ยนแปลงไป ความผูกพันระหว่างคนกับป่าลดน้อยลง ผู้คนมองข้ามความสำคัญของสิ่งแวดล้อม มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างฟุ่มเฟือยจนทำให้พื้นที่ป่าลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้พรรณไม้หลายชนิดสูญพันธุ์ไป หรือกำลังจะสูญพันธุ์ไปพร้อมๆ กับผู้เฒ่าผู้แก่ในท้องถิ่น และภูมิปัญญาชาวบ้านอันมีค่าเหล่านั้น

ซึ่งจากสถิติพื้นที่ป่าในปี พ.ศ. 2504 มีพื้นที่ประมาณ 171 ล้านไร่ หรือ 53.33% ของพื้นที่ประเทศ แต่ต่อมาในปี พ.ศ. 2541 พื้นที่ป่าเหลือเพียง 81 ล้านไร่ หรือประมาณ 25.28% ของพื้นที่ประเทศเท่านั้น (ส่วนศูนย์ข้อมูลกลาง, 2541)

Wilson (1988) กล่าวว่าในปี พ.ศ. 2531 หลายประเทศบนโลกมีพื้นที่ป่าในเขตอนุรักษ์และอุทยานต่างๆ เหลืออยู่น้อยกว่า 5% ได้แก่ ทวีปเอเชีย 6% แอฟริกา 4% และลาตินอเมริกา 2% โดยนักวิชาการคาดว่ามีสิ่งมีชีวิตได้สูญพันธุ์ไปมากถึง 1 ชนิด/ชั่วโมง และถ้าสถานการณ์ยังเป็นเช่นนี้ต่อไปอีก ในปี พ.ศ. 3086 (ค.ศ. 2543) สิ่งมีชีวิตไม่ต่ำกว่า 20% ของทั้งหมดในปัจจุบันจะสูญพันธุ์ไปและไม่มีทางกลับคืนมา

สำหรับผืนป่าตะวันตกของไทย นับเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญที่มีความสมบูรณ์แห่งหนึ่งเช่นกัน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3.5% ของประเทศ โดยพบว่ามีพืชพรรณจำนวน 3,000 - 4,000 ชนิด จาก 20,000 ชนิด ของพืชพรรณที่พบแล้วในไทย หรือประมาณ 20% นอกจากนี้ยังพบสัตว์ต่างๆ อีกประมาณ 725 ชนิด (สุรจิต, 2541) ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาวิจัยในบริเวณป่าเต่าดำนี้

ป่าเต่าดำตั้งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติไทรโยค ตำบลวังกระแจะ อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี มีเนื้อที่ประมาณ 48 ตารางกิโลเมตร (30,000 ไร่) หรือประมาณ 10% ของอุทยานแห่งชาติไทรโยค ป่าแห่งนี้ตั้งชื่อขึ้นตามลักษณะธรรมชาติ ซึ่งตามลำห้วยในบริเวณนี้มีเต่าดำ หรือเต่าบกอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก จึงเรียกว่า ห้วยเต่าดำมาแต่โบราณ เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรี มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,125 เมตร มีพื้นที่ราบประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ ส่วนที่เหลือเป็นภูเขาสลับซับซ้อน มีพรรณพืชขึ้นปกคลุมหนาแน่น และได้รับอิทธิพลจากแนวฝนที่พาดผ่านทะเลอันดามันและแนวฝนจากทิศตะวันออก ทำให้พื้นที่นี้มีฝนตกชุกเกือบตลอดปี อากาศเย็นไม่ร้อนจัด มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ดินเป็นดินร่วนปนทราย มีอินทรียวัตถุมาก หินเป็นหินผุ มีชั้นหินควอทซ์ เฟลสปาร์ และดีบุกปะปน ส่วนแหล่งน้ำมีลำธาร และน้ำตกเล็กๆ กระจายทั่วพื้นที่ ซึ่งไหลมารวมกันเป็นแม่น้ำแควน้อย

สังคมพืชป่าที่พบประกอบด้วยป่า 4 ประเภท ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ พบมากที่สุดโดยเฉพาะบริเวณทางเข้า ลักษณะเป็นป่าโปร่ง มีทั้งพรรณไม้ผลัดใบ และไม่ผลัดใบ ในฤดูฝนพรรณไม้จะเขียวชอุ่ม พอเข้าฤดูแล้งพรรณไม้จะผลัดใบ มีใบไม้แห้งทับถมมาก และมีอากาศแห้งแล้ง จึงมักเกิดไฟป่าตามผิวดิน รองลงมาคือ ป่าเต็งรัง อยู่ตามขอบอุทยาน ป่าดิบแล้ง พบบริเวณรอบสำนักสงฆ์เต่าดำ และป่าดิบชื้นพบบ้างในบางช่วงของพื้นที่

แม้ว่าอุทยานแห่งชาติไทรโยคได้ประกาศให้เป็นเขตอนุรักษ์แล้วก็ตาม แต่เนื่องจากพื้นที่แห่งนี้มีเขตติดต่อกับป่าสงวนวังใหญ่ - แม่น้ำน้อย ซึ่งเป็นชุมชนที่อยู่อาศัยถาวร จึงทำให้ป่าถูกทำลายลงมาก ประกอบกับมีกลุ่มบุคคลภายนอกเข้ามาบุกรุก ถางป่าเพื่อจับจองพื้นที่ และมีผู้คนเข้าไปล่าสัตว์กันมาก ทำให้สัตว์ป่าลดน้อยลง พื้นที่ป่าที่เคยมีน้ำไหลผ่านตลอดปี ปัจจุบันพบว่าในฤดูแล้งแหล่งน้ำหลายแห่งจะแห้งขอด คงมีแต่บริเวณป่าเต่าดำเท่านั้นที่ยังพอมีน้ำไหลผ่าน เนื่องจากคุณทิวาพร ศรีวรกุล ที่เข้ามาช่วยพิทักษ์ป่ามานานกว่า 20 ปี โดยร่วมกับคนงานในเหมืองเต่าดำและชาวบ้านรอบๆ พื้นที่ป่าให้ช่วยกันดูแลรักษาไว้ และขณะนี้พื้นที่เหมืองบางส่วนได้รับอนุญาตจากกรมป่าไม้ให้จัดตั้งเป็นสำนักสงฆ์เต่าดำแล้ว ป่าเต่าดำจึงเป็นป่าที่สมบูรณ์ที่สุดในผืนป่าตะวันตกที่ยังคงเหลืออยู่ในปัจจุบัน แต่ขณะนี้ป่าเต่าดำเริ่มถูกคุกคามเช่นกัน กล่าวได้ว่าเป็นผลสืบเนื่องมาจากการพัฒนาประเทศที่เน้นด้านการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นสำคัญ มีการส่งเสริมอุตสาหกรรมที่ละเลยต่อการรักษาสภาพแวดล้อม รวมไปถึงการเข้าใจว่าทรัพยากรธรรมชาติเป็นแหล่งวัตถุดิบที่มนุษย์ไม่ต้องซื้อหา การใช้ทรัพยากรอย่างไม่รู้คุณค่า ประกอบกับมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่าง
รวดเร็ว จึงมีการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อตั้งถิ่นฐาน และยังมีการเผาป่า ลักลอบตัดไม้ การเข้าไปจับสัตว์ป่า หรือพืชป่ามาจำหน่าย รวมทั้งการค้ายาบ้า ค้าวัวควายตามแนวชายแดนติดเทือกเขาตะนาวศรี ซึ่งบางครั้งเจ้าหน้าที่ไม่สามารถดูแลได้ทั่วถึง (พงษ์เทพ และคณะ, 2544)

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องสำรวจ ศึกษาและรวบรวมความรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เหลืออยู่ไว้ เพื่อนำมาพัฒนาและวางแผนอนุรักษ์พื้นที่ให้คงอยู่ต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของพรรณพืชจากชาวบ้านในท้องถิ่น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาพันธุ์พืชต่อไป

วิธีการ

เดินสำรวจตามเส้นทางเดินเท้าทุก 2 เดือน พร้อมกับคนนำทางในป่าเต่าดำ อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2542 - มิถุนายน 2543 เก็บตัวอย่างพืชที่มีการใช้ประโยชน์เป็นอาหาร สมุนไพร หรือประโยชน์อื่นๆ พร้อมสอบถามชื่อเรียกท้องถิ่น วิธีการใช้ประโยชน์ บันทึกลักษณะวิสัย ช่อดอก ดอก น้ำยาง สี กลิ่น รส เป็นต้น รวมทั้งสภาพทางนิเวศวิทยาที่พบ พร้อมบันทึกภาพ จากนั้นนำมาอัดลงในแผงอัดพรรณไม้แห้ง อบให้แห้งแล้วอาบด้วยน้ำยากันแมลง (ชื่อการค้า: เซลล์ไดร์ท, ชื่อสามัญ: alpha-cypermethrin 4% w/v) และน้ำยากันเชื้อรา (ชื่อสามัญ: captan 50 wp) และนำมาอบให้แห้งสนิทอีกครั้ง ตรวจระบุชื่อวิทยาศาสตร์ที่พิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร กรมวิชาการเกษตร และหอพรรณไม้ กรมป่าไม้ พร้อมเปรียบเทียบกับคำบรรยายในหนังสือพรรณพฤกษชาติต่างๆ จนได้ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และจัดทำคำบรรยายพืชตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา วาดภาพลายเส้นของส่วนต่างๆ ที่สำคัญของพืช ได้แก่ ใบ ดอก ผล และเมล็ด จัดทำรูปวิธานจำแนกสกุลในแต่ละวงศ์ และตรวจเอกสารเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์อื่นๆ

ผลการวิจัย

จากการสำรวจพืชสมุนไพรและพืชกินได้อื่นๆ บริเวณป่าเต่าดำ อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี สามารถเก็บตัวอย่างพืชได้ทั้งสิ้น 627 ตัวอย่าง ซึ่งจัดจำแนกได้ 315 ชนิด 222 สกุล 86 วงศ์ (รวมพืชมีดอก เฟิน และพืชเมล็ดเปลือย) ในจำนวนนี้มีพืชที่ชาวบ้านในท้องถิ่นนำมาใช้ประโยชน์ทั้งสิ้น 90 ชนิด 72 สกุล 45 วงศ์ และไม่สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด รวมทั้งพืชเป็นพิษ 3 ชนิด 3 วงศ์ สามารถแบ่งเป็นกลุ่มดังนี้

1. ผัก มีการใช้กันมากที่สุด 40 ชนิด 37 สกุล 26 วงศ์ (ตารางที่ 1)
2. สมุนไพรและเครื่องเทศ มี 31 ชนิด 33 สกุล 31 วงศ์ และ 1 ชนิด ไม่สามารถจำแนกได้ (ตารางที่ 2)
3. ผลไม้ มี 11 ชนิด 9 สกุล 8 วงศ์ และ 1 ชนิด ไม่สามารถจำแนกได้
4. พืชที่ใช้ประโยชน์อื่นๆ มี 7 ชนิด 6 สกุล 5 วงศ์
5. พืชกินได้อื่นๆ มี 4 ชนิด 4 สกุล 3 วงศ์
6. พืชเป็นพิษ มี 3 ชนิด 3 วงศ์

นอกจากนี้ยังมีพรรณพืชที่นำมาปลูกในเหมืองแร่ เพื่อปรับสภาพพื้นที่เหมืองเก่าไม่ให้เป็นที่รกร้าง พบว่าพืชที่นำมาปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับมากที่สุด 31 ชนิด 31 สกุล 21 วงศ์ รองลงมาคือ ผลไม้ 25 ชนิด 20 สกุล 16 วงศ์ ผัก 24 ชนิด 16 สกุล 10 วงศ์ 20 สกุล 16 วงศ์ และสมุนไพร 1 ชนิด

เมื่อพิจารณาจำนวนพืชที่นำมาใช้ประโยชน์แล้ว นำมาเปรียบเทียบกับจำนวนพืชทั้งหมดของป่าเต่าดำที่จำแนกได้ คิดเป็น 28.57% เท่านั้น และเมื่อพิจารณาจำนวนพืชในท้องถิ่นที่ชาวกะเหรี่ยงในหมู่บ้านเขาเหล็ก อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี นำมาใช้ประโยชน์ คิดเป็น 28.17% (Paisooksantivatana and Kako, 1996) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ Tanaka (1976) ได้รวบรวมพืชกินได้ทั่วโลกไว้มากกว่า 10,000 ชนิด ชาวบ้านในป่าชุมชนดงใหญ่ ต.สร้างถ่อน้อย อ.หัวตะพาน
จ.อำนาจเจริญ เก็บพืชในธรรมชาติมาใช้เป็นพืชอาหารจำนวน 101 ชนิด 48 วงศ์ (ปรีชา, 2541) รวมทั้งชาวกะเหรี่ยงในจ.เชียงใหม่ รู้จักนำพืชรอบตัวมาใช้เป็นอาหาร สมุนไพร ก่อสร้างที่อยู่อาศัย และเป็นพืชเศรษฐกิจมากถึง 291 ชนิด 229 สกุล 109 วงศ์ (ปิยวรรณ, 2539) ซึ่งมีจำนวนมากกว่าพืชที่ชาวบ้านในป่าเต่าดำนำมาใช้ประโยชน์

ความรู้ด้านการใช้ประโยชน์พืชที่ได้ในครั้งนี้ มาจากชาวพม่าผู้นำทางเพียง 1 - 2 คนเท่านั้นที่อาศัยในเหมืองแร่ทิวาพร ซึ่งพูดภาษาไทยได้และมีความรู้เรื่องพืช และได้รับข้อมูลเพิ่มเติมจากคุณทิวาพรกับชาวบ้านคนไทย 2 - 3 คน อีกเล็กน้อย ส่วนชาวพม่าคนอื่นมักต้องการทำงานเหมืองแร่มากกว่าเป็นผู้นำทาง คาดว่ามีชาวพม่าอีกหลายคนที่รู้จักพืชที่มีประโยชน์ แต่ไม่สามารถเข้าไปสอบถามได้ เนื่องจากไม่คุ้นเคยกับคนไทยแปลกหน้า ส่วนคนไทยที่เคยนำทางให้เป็นชาวบ้านที่อาศัยอยู่ใน ต.ทุ่งมะเซอย่อ อ.ไทรโยค พบว่ามีความรู้ด้านการใช้ประโยชน์จากพืชน้อยกว่าชาวพม่ามาก เนื่องจากมีค่านิยมของการดำรงชีวิตที่แตกต่างจากชาวพม่าคือ นิยมบริโภคพืชเศรษฐกิจที่มีขายในตลาดมากกว่าพืช

ที่หาได้จากธรรมชาติ และคำนึงถึงการปลูกพืชผักเศรษฐกิจเพื่อจำหน่ายมากกว่า นอกจากนี้ ยังมีเป็นชาวบ้านบางกลุ่มที่มีภูมิลำเนาในภาคอีสาน และเพิ่งย้ายมาอยู่ไม่ถึง 5 ปี

ตารางที่ 1. พืชที่รับประทานเป็นผักในป่าเต่าดำ จังหวัดกาญจนบุรี

ส่วนที่บริโภค	ชนิดพืชที่ใช้	วิธีการ
ยอดอ่อน	*Acacia concinna* (Willd.) DC.	ประกอบอาหาร
	Althernanthera sessilis (L.) DC.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Amaranthus spinosus L.	ลวก, ประกอบอาหาร
	A. viridis L.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Antidesma velutinosum Blume	กินสด
	Barringtonia angusta Kurz	ย่างไฟ
	Blumea lanceolaria (Roxb.) Druce	กินสด, ประกอบอาหาร
	Boerhavia diffusa L.	ลวก
	Cassia timorensis DC.	ประกอบอาหาร
	Cassia tora L.	กินสด
	Cissus hastata Miq.	ประกอบอาหาร
	Colubrina longipes Backer	ลวก, ประกอบอาหาร
	Crassocephalum crepidioides (Benth.) S. Moore	กินสด
	Dioscorea bulbifera L.	กินสด
	Diplazium esculentum (Retz.) Sw.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Dracaena angustifolia Roxb.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Erythropalum scandens Blume	ลวก, ประกอบอาหาร
	Euphorbia heterophylla L.	ย่างไฟ
	Gnetum gnemon L. var. *tenerum* Markgr.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Hibiscus surrattensis L.	ประกอบอาหาร
	Lasia spinosa Thw.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Lygodium sp.	กินสด
	Momordica cocinchinensis (Lour.) Spreng.	ลวก, ประกอบอาหาร
	M. subangulata Blume	ลวก, ประกอบอาหาร
	Piper umbellatum L.	ลวก
	Portulaca oleracea L.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Tacca chantrieri Andre	ลวก
ผล	*Archidendron jiringa* (Jack) Nielsen	กินสด
	Dillenia indica L.	ประกอบอาหาร
	Ficus auriculata Lour.	กินสด
	F. hispida L. f.	กินสด
	Momordica cocinchinensis (Lour.) Spreng.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Salacca wallichiana Mart.	ประกอบอาหาร
	Solanum barbisetum Nees	ประกอบอาหาร
	S. torvum Sw.	ประกอบอาหาร
ช่อดอก	*Cassia timorensis* DC.	ประกอบอาหาร
	Costus speciosus (Koenig) Sm.	กินสด
	Dracaena angustifolia Ktze.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Lasia spinosa Thw.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Trevesia palmata (DC.) Vis.	กินสด
	Zingiber sp.	ลวก
หัวใต้ดิน / ราก สะสมอาหาร	*Amorphophallus oncophyllus* Prain ex Hook. f.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Dioscorea alata L.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Pachyrhizus erosus (L.) Urb.	กินสด, ประกอบอาหาร

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ส่วนที่บริโภค	ชนิดพืชที่ใช้	วิธีการ
ก้านใบ	*Amorphophallus oncophyllus* Prain ex Hook. f.	ประกอบอาหาร
	Colocasia gigantea (Blume) Hook. f.	กินสด
หน่ออ่อน / เหง้า	*Lasia spinosa* Thw.	ลวก, ประกอบอาหาร
	Zingiber sp.	ลวก
ลำต้นเหนือดิน	*Etlingera littoralis* (Koenig) Giseke	กินสด
ไหล	*Colocasia esculenta* (L.) Schott.	ลวก, ประกอบอาหาร
เมล็ดอ่อน	*Barringtonia angusta* Kurz	กินสด

ตารางที่ 2. พืชที่ใช้เป็นสมุนไพรในป่าเต่าดำ จังหวัดกาญจนบุรี

สรรพคุณ	ชนิดพืชที่ใช้	ส่วนที่ใช้-วิธีการ
บำรุงร่างกาย	*Cassia tora* L.	ฝัก-ชงชา
	Desmodium gangeticum (L.) DC.	ทั้งต้น-ชงชา
	Hyptis capitata Jacq.	ทั้งต้น-น้ำต้ม
	Thysanolaena maxima (Roxb.) Ktze.	ทั้งต้น-น้ำต้ม
	Ventilago sp.	แก่นต้น-ชงชา
หญิงหลังคลอดบุตร	*Blumea balsamifera* (L.) DC.	ใบ-ย่างไฟ, สูดกลิ่น
	Smilax sp.	ใบ-น้ำต้ม
	Stachyphrynium sp.	เหง้า-ต้มกิน
	Unidentified species 2 (Combretaceae)	ใบ-ยาพอก
แก้ไข้ ลดไข้	*Eclipta prostrata* L.	ทั้งต้น-น้ำต้ม
	Phyllanthus urinaria L.	ทั้งต้น-น้ำต้ม
	Thunbergia laurifolia L.	ใบ-น้ำต้ม
แก้ไข้มาลาเรีย	*Phyllanthus urinaria* L.	ทั้งต้น-ชงชา
	Picrasma javanica Blume	ใบ-น้ำต้ม
	Tinospora crispa (L.) Hook. f. & Thoms.	ลำต้น-กินสด
สมานแผล	*Barringtonia angusta* Kurz	เปลือก-ยาพอก
ห้ามเลือด	*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob.	ใบ-ยาพอก
	Solanum torvum Sw.	ใบ-ยาพอก
แก้ปวดท้อง	*Cassia pumila* Lamk.	ราก-คั้นน้ำ
ท้องเสีย	*Mimosa pudica* L.	ทั้งต้น-คั้นน้ำ
แก้ไอ	*Cassia pumila* Lamk.	ราก-คั้นน้ำ
	Scoparia dulcis L.	ทั้งต้น-คั้นน้ำ
ภูมิแพ้	*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob.	ราก-คั้นน้ำ
	Scoparia dulcis L.	ทั้งต้น-น้ำต้ม
ปรุงแต่งกลิ่น	*Amomum testaceum* Ridl.	ผล
ดับกลิ่นคาว	*Zanthoxylum rhesta* (Roxb.) DC.	ยอด, ผล
ริดสีดวงจมูก	*Blumea balsamifera* (L.) DC.	ใบ-ยาสูบ
แก้พิษแมลงกัดต่อย	*Erigeron sumatrensis* Retz.	ใบ-ยาพอก
แก้ตัวเหลือง	*Cassia timoriensis* DC.	ใบ-น้ำต้ม
ยาระบาย	*Euphorbia heterophylla* L.	ยอดอ่อน-ย่างไฟ
ขับปัสสาวะ	*Physalis angulata* L.	ใบ-น้ำต้ม
บำรุงเส้นผม	*Byttneria andamanensis* Kurz	ลำต้น, กิ่ง-สระผม

ตารางที่ 2. (ต่อ)

สรรพคุณ	ชนิดพืชที่ใช้	ส่วนที่ใช้-วิธีการ
แก้ฝ้า	*Setaria palmifolia* (Koenig) Stapf	เหง้า-เข้าเครื่องยา
แก้ร้อนใน	*Ageratum conyzoides* L.	ทั้งต้น-น้ำต้ม
แก้กระษัย	*Piper* sp.	ลำต้น, ใบ-เข้าเครื่องยา
ลดความดันเลือด	*Phyllanthus urinaria* L.	ทั้งต้น-ชงชา
ไม่ทราบสรรพคุณ	*Acacia concinna* (Willd.) DC.	เปลือก-เข้าเครื่องยา
	Cinnamomum sp.2	แก่นต้น-เข้าเครื่องยา
	Colocasia gigantea (Blume) Hook. f.	เหง้า-เข้าเครื่องยา
	Croton oblongifolius Roxb.	เปลือก-เข้าเครื่องยา
	Dioscorea alata L.	หัวใต้ดิน-เข้าเครื่องยา
	Maesa paniculata A. DC.	ใบ-เข้าเครื่องยา

อย่างไรก็ตาม จากการสอบถามชาวพม่าผู้ที่ให้ข้อมูลครั้งนี้ พบว่าส่วนใหญ่พวกเขาได้ความรู้ถ่ายทอดมาจากพ่อแม่ ปู่ย่า ตายาย และผู้เฒ่าผู้แก่ที่รู้จัก โดยเฉพาะพืชที่ใช้เป็นผัก อีกส่วนหนึ่งได้จากประสบการณ์ของตนเอง ในการเดินทางจากพม่ามายังไทย และระหว่างที่พักอาศัยในไทย ในแต่ละวันชาวพม่าทั้งหญิงและชายต้องเก็บหาพืชมาใช้ในการดำรงชีวิต สำหรับพืชที่นำมาใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นนี้ ส่วนใหญ่เก็บหาได้จากป่าเบญจพรรณ สามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้คือ

1. กลุ่มพืชผัก

เป็นกลุ่มที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดในท้องถิ่นนี้ โดยพบว่า 70% สามารถเก็บได้จากป่าเบญจพรรณ ได้แก่ ส้มป่อย (*Acacia concinna* (Willd.) DC.) มะตาด (*Dillenia indica* L.) เอื้องหมายนา (*Costus speciosus* (Koenig) Sm.) บุก (*Amorphophallus oncophyllus* Prain ex. Hook. f.) และพลูตีนช้าง (*Piper umbellatum* L.) เป็นต้น อีก 30% ที่หาได้ตามพื้นที่รกร้าง โล่งแจ้ง หรือตามริมธารน้ำ ได้แก่ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis* DC.) ผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus* L.) ผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) ผักขมหิน (*Boerhavia diffusa* L.) ผักกูด (*Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.) ผักกะเหรี่ยง (*Crassocephalum crepidioides* S. Moore) กระเจี๊ยบป่า (*Hibiscus surattensis* L.) มันแกว (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb.) ผักเบี้ย (*Portulaca oleracea* L.) ฟักข้าว (*Momordica cochinchinensis* Spreng) และมะเขือพวง (*Solanum torvum* Sw.) พบว่าผักโขม ผักโขมหนาม ผักเบี้ย และผักขมหิน เป็นวัชพืชที่พบทั่วประเทศ และอีก 2 ชนิด คือ มะเขือพวง และมันแกว คาดว่ามีการนำเข้าไปปลูกเพื่อใช้ประโยชน์มานานจนกระจายพันธุ์ขึ้นปะปนกับพืชป่า

เมื่อพิจารณาส่วนต่างๆ ที่ใช้ในการบริโภค พบว่าพืชผักที่บริโภคยอดอ่อนมีจำนวนมากที่สุด 27 ชนิด (61.4%) รองลงมาคือ บริโภคผล 8 ชนิด (18.2%) ช่อดอก 6 ชนิด (13.6%) หัวใต้ดิน 3 ชนิด (6.8%) บริโภคก้านใบและหน่ออ่อนหรือเหง้า กลุ่มละ 2 ชนิด (4.5%) สำหรับกลุ่มที่บริโภคส่วนไหล (stolens) ลำต้นเหนือดิน (pseudostems) และเมล็ดอ่อนมีเพียงกลุ่มละ 1 ชนิด (2.3%) ซึ่ง Perberton and Lee (1996) ได้สำรวจพืชอาหารในตลาดสดประเทศเกาหลี พบว่ามีพืชที่บริโภคส่วนยอดใบมากที่สุด (73.2%) รองลงมาคือ ผล ราก และดอก (22.3, 6.2 และ 4.4%) เช่นกัน

สำหรับความนิยมในการบริโภค พบว่าพืชที่นิยมกันมากในท้องถิ่นนี้ ได้แก่ ผักกูด (*Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.) ผักเหรียง (*Gnetum gnemum* L. var. *tenerum* Markgr.) ผักหนาม (*Lasia spinosa* Thw.) มะตาด (*Dillenia indica* L.) ผักกะเหรี่ยง (*Crassocephalum crepidioides* S. Moore) ผักฮาก (*Erythropalum scandens* Blume*)* ลูกเนียง (*Archidendron jiringa* (Jack) Nielsen.) เพราะสามารถบริโภคกับน้ำพริก หรือนำมาประกอบอาหารได้ง่าย และยังเก็บหาได้ในธรรมชาติ ปลอดสารพิษ มีหลายชนิดที่คนไทยรู้จักและมีจำหน่ายในตลาดในเมืองแล้ว เช่น ผักกูด ผักเหรียง ลูกเนียง เป็นต้น และมีอีกหลายชนิดที่ควรส่งเสริมให้รู้จักปลูกขยายพันธุ์มากขึ้น เช่น ผักหนาม ผักฮาก ส้มปู่ (*Cissus hastata* Miq.) และพลูตีนช้าง (*Piper umbellatum* L.) เป็นต้น เพื่อทดแทนการเก็บจากป่าและทดแทน

พืชผักเศรษฐกิจที่มีการปลูกและใช้สารป้องกันกำจัดแมลงที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคมาก แต่พบว่ามีพืชบางชนิดที่ต้องทราบวิธีการบริโภคที่ถูกต้อง เช่น ผักหนาม ต้องนำมาลวก นึ่ง หรือนำมาดองก่อน เนื่องจากมีสารไฮโดรไซยานิก (hydrocyanic acid) ที่เป็นอันตรายกับร่างกาย (มาโนช และเพ็ญนภา, 2538) และลูกเนียง ไม่ควรรับประทานสด เนื่องจากมี djenkol acid ที่เป็นพิษกับไต (Nielsen, 1985)

2. กลุ่มพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ

พบว่าชาวพม่ามีการใช้พืชสมุนไพรไม่กี่ชนิด ประกอบกับมีความเชื่อเรื่องไสยศาสตร์ จึงมีการรักษาอาการด้วยพิธีกรรมต่างๆ สำหรับสมุนไพรที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นพืชในวงศ์ Asteraceae และ Leguminosae วงศ์ละ 5 ชนิด ก่องกานดา (2528) ได้รวบรวมพืชวงศ์ Asteraceae ที่เป็นพืชสมุนไพรไว้ 49 ชนิด ในจำนวนนี้มี 10 ชนิด ที่พบในป่าเต่าดำ แต่นำมาใช้เป็นสมุนไพรเพียง 4 ชนิด คือ สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides* L.) หนาด (*Blumea balsamifera* (L.) DC.) กะเม็ง (*Eclipta prostrata* L.) และสาบเสือ (*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob.) นอกจากนี้ ยังพบว่าในประเทศจีนมีการใช้พืชในวงศ์ Asteraceae เป็นสมุนไพรมากถึง 93 ชนิด (Duke and Ayensu, 1985) โดยในจำนวนนี้มี 7 ชนิด ที่พบในป่าเต่าดำ แต่มี 4 ชนิดที่ใช้เป็นสมุนไพร 1 ชนิดใช้เป็นผัก และอีก 2 ชนิดไม่นำมาใช้ประโยชน์

เนื่องจากพื้นที่แห่งนี้มีการระบาดของไข้มาลาเรียมาก ดังนั้นจึงนิยมใช้สมุนไพรที่มีสรรพคุณแก้อาการดังกล่าว ชนิดแรกที่ใช้กันมากคือ กอมขม หรือภาษาท้องถิ่น เรียกว่า ดีงูเห่า (*Picrasma javanica* Blume) วิธีการคือ นำใบและเปลือกมาต้มน้ำดื่มทุกวัน มีรสขม ซึ่งจากการตรวจเอกสารพบว่าในเปลือกต้นมีสาร quassiin ที่ให้รสขม ในพม่าและชวาใช้ใบแก้ไข้แทนควินิน (Burkill, 1966b) ในชนบทไทยใช้เปลือกต้นเป็นยาแก้ไข้ (ธวัชชัย, 2538) จึงน่าจะมีการทดลองและวิจัยเพื่อสกัดเป็นยาสำหรับแก้ไข้มาลาเรียในไทยได้ อีกชนิดคือ บอระเพ็ด (*Tinospora crispa* (L.) Hook. f. & Thoms.) โดยนำลำต้นมาฝานเป็นชิ้นบางๆ คลุกกับเกลือรับประทานทุกวัน ช่วยป้องกันและแก้ไข้มาลาเรียได้เช่นกัน ซึ่งพบว่าในต้นและใบมีสารอัลคาลอยด์พวก isoquinoline ที่ช่วยป้องกันไข้มาลาเรียได้ (Zakaria and Mohd, 1994) และจากการตรวจเอกสารยังพบว่ามีพืชอีก 9 ชนิด ที่พบในพื้นที่แห่งนี้ และมีสรรพคุณแก้ไข้มาลาเรียเช่นกัน ได้แก่ สาบเสือ (*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob.) หงอนไก่ป่า (*Cnestis palala* (Lour.) Merr.) (ก่องกานดา, 2528) มะเมื่อย (*Gnetum montanum* Markgr.) (ก่องกานดา, 2540) พนมสวรรค์ (*Clerodendrum paniculatum* L.) (วงศ์สถิตย์ และคณะ, 2539) *Hyptis capitata* Jacq. (Perry and Metzger, 1980) พังกระสาหิน (*Ardisia villosa* Roxb.) (วีระชัย, 2541) เข็มไหม้ (*Chassalia chartacea* Craib) (Burkill, 1966a) กรดน้ำ (*Scoparia dulcis* L.) และโทงเทง (*Physalis angulata* L.) (Milliken, 1997)

นอกจากนี้ยังมีพืชอื่นที่นิยมนำมาใช้เป็นสมุนไพร ได้แก่ ใบหนาดใหญ่ (*Blumea balsamifera* (L.) DC.) นำมาสุมไฟสูดไอแก้ริดสีดวงจมูก ซึ่งพบว่าในใบหนาดมีสาร crptomeridion ที่มีฤทธิ์ลดการเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ เช่น กล้ามเนื้อหลอดลม (วงศ์สถิตย์ และคณะ, 2539) และยังประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยพวก L-borneol 0.1 - 0.4% การบูร 25% (มากกว่าที่พบในต้นการบูร (*Cinnamomum camphor* (L.) J. Presl.)) (Duke and Ayensu, 1985) limonene 75% sesquiterpene และ sesquiterpene alcohol ซึ่งสารเหล่านี้ช่วยลดความดันเลือด และแก้หวัดได้ (Zakaria and Mohd, 1994) รางจืด (*Thunbergia laurifolia* L.) และลูกใต้ใบ (*Phyllanthus urinaria* L.) ต้มน้ำดื่มแก้ไข้ ขับปัสสาวะ สาบเสือ ใบขยี้ปิดแผลสดห้ามเลือด ซึ่งพบว่าในใบมีสาร 4,5,6,7-tetramethoxyflavone และ calcium ที่ทำให้เลือดแข็งตัวเร็ว (วงศ์สถิตย์ และคณะ, 2539)

มีพืชสมุนไพรอีก 1 ชนิด ที่คาดว่าอยู่ในวงศ์ Combretaceae ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ลักษณะคล้ายไม้รอเลื้อย ภาษาพม่าเรียกว่า บูไกหยวด สรรพคุณใช้เป็นสมุนไพรแก้น้ำกัดเท้า โดยนำใบมาขยี้ให้ช้ำจนมีน้ำสีดำแล้วทาตามซอกนิ้วเท้าที่เป็นแผลเป็นประจำ ช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น แต่สีดำจะติดที่ผิวนาน

นอกจากพืชสมุนไพรที่กล่าวข้างต้น จากการตรวจเอกสาร พบว่ามีพืชบางชนิดไม่เคยมีบันทึกการใช้มาก่อน เช่น

หญ้ายาง (*Euphorbia heterophylla* L.) มีบันทึกว่าน้ำยางเป็นพิษ ถ้ากินเข้าไปทำให้อาเจียน เพ้อคลั่งและตาย (Smitinand and Scheible, 1966) แต่ชาวพม่าใช้เป็นสมุนไพรแก้ท้องผูก โดยนำมาย่างไฟให้สลด รับประทาน 1 - 3 ยอด แต่ห้ามรับประทานเกิน 4 ยอด อาจตายได้ และมีชื่อเรียกกันในกลุ่มชาวพม่าว่า หญ้าญี่ปุ่น หรือใบตายญี่ปุ่น

จิกใหญ่ (*Barringtonia angusta* Kurz) ผลและยอดอ่อนกินเป็นผักได้ เปลือกต้นเป็นสมุนไพรสมานแผลให้ช้าง

มะขามเบี้ย (*Cassia pumila* Lamk.) รากตำคั้นน้ำกินแก้ปวดท้อง แก้ไอ

อีเหนียว (*Desmodium gangeticum* (L.) DC.) ใบตากแห้งชงชาดื่มบำรุงร่างกาย

ละหุ่งเครือ (*Byttneria andamanensis* Kurz) ลำต้นนำมาขยี้เป็นเมือก ใช้สระผมได้

โคลงเคลง 2 ชนิด (*Melastoma imbricatum* Wall. และ *M. orientale* Guill.) ผลสุกกินเป็นผลไม้ ส่วน *M. malabathrium* L. มีบันทึกการใช้ประโยชน์แล้ว พบว่าในชวากินใบอ่อนเป็นผัก มีรสเปรี้ยว หรือกินเป็นผลไม้ และใช้เป็นสมุนไพรโดยนำใบมาต้มน้ำดื่มแก้ท้องร่วง แก้ไข้ น้ำต้มราก และใบใช้อาบในหญิงหลังคลอดบุตร (Burkill, 1966b)

3. กลุ่มผลไม้

ผลไม้ที่นิยมบริโภคกันมาก คือ ดันคุด (*Garcinia* cf. *gracilis* Pierre) พืชวงศ์ Clusiaceae เป็นไม้พุ่ม สูง 1 - 1.2 เมตร ผลสุกสีแดงสดสวยงาม รับประทานได้ทั้งเปลือกและเนื้อใน รสเปรี้ยว เหมาะปลูกเป็นไม้ประดับในบ้าน เพราะพุ่มใบและผลสวยงาม แต่พบว่าเมล็ดใช้เวลาในการงอกนาน 2 - 3 เดือน และเจริญเติบโตช้า และจากการตรวจตัวอย่างแห้งในพิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร และหอพรรณไม้กรมป่าไม้ คาดว่าเป็นพืชถิ่นใหม่ (new record) เนื่องจากไม่พบตัวอย่างแห้งที่ได้จากจังหวัดกาญจนบุรีมาก่อน อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างแห้งที่เก็บได้ในครั้งนี้มีเพียงใบและผล ส่วนดอกยังไม่พบ จึงได้ตรวจลักษณะจากหนังสือ Flore Generale de L' Indo-chine เล่มที่ 1 (Pitard, 1907) เท่านั้น จำเป็นต้องตรวจเช็คชื่อวิทยาศาสตร์อีกครั้งเพื่อยืนยันความถูกต้อง ผลไม้อีกชนิดที่นิยมบริโภคคือ ระกำป่า (*Salacca wallichiana* Mart.) พบตามริมธารน้ำในป่าดิบชื้น ผลมีรสเปรี้ยว นิยมนำมารับประทานสด หรือใช้ทำน้ำพริกกะปิได้

4. อื่น ๆ

พืชที่ใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ได้แก่ พืชในวงศ์ Marantaceae ได้แก่ คลุ้ม (*Donax grandis* Ridl.) ลำต้นใช้สานเสื่อ *Phrynium pubinerve* Blume ใบใช้ห่ออาหารได้ พืชในชนิดนี้แข็งแรงทนทาน เจริญเติบโตเร็ว จึงน่าจะนำมาปลูกเป็นไม้ประดับได้ นอกจากนี้ยังมี ตองพู (*Hibiscus macrophyllus* Roxb. ex Horn.) ใบใช้มุงหลังคา ต้นไม้กวาด (*Sida acuta* Burm. f.) ลำต้นใช้ทำไม้กวาด และพญาไม้ (*Podocarpus wallichianus* Presl.) เนื้อไม้ใช้เป็นเครื่องรางลงคาถา พกติดตัวป้องกันอันตรายจากสัตว์ป่า ส่วนพืชที่มีพิษ ได้แก่ พืชวงศ์ Cucurbitaceae คือ ขี้กาแดง (*Trichosanthes rubriflos* Thorel ex Cayla) ผลสีแดงสดสวยงาม แต่ภายในมีเมล็ดสีดำ ชาวพม่ากล่าวว่ากินแล้วตาย ภาษาพม่าเรียกว่า ลีอะตี้ หมายถึง หน้าตาสวย แต่ใจดำ ดังเช่นลักษณะผล กะลังตังกวาง (*Cnemone javanica* Blume) พืชวงศ์ Euphorbiaceae ทุกส่วนของต้นมี stringing hair เมื่อสัมผัสจะคัน และ *Dendrocnide stimulans* (L. f.) Chew. พืชวงศ์ Urticaceae ที่ผิวใบมีขนเป็นต่อม ซึ่งระคายเคืองผิวทำให้คันได้เช่นกัน

อย่างไรก็ตาม มีพรรณพืชอีกหลายชนิดที่น่าจะนำมาพัฒนาปลูกเป็นไม้ประดับได้ เนื่องจากมีทรงต้นที่สวยงาม ดอกหรือผลสวยงาม บางชนิดดอกมีกลิ่นหอม เช่น สังกรณี (*Barleria strigosa* Willd.) ปิ้งขาว (*Clerodendrum colebrookianum* Walp.) นางแย้มป่า (*C. viscosum* Vent.) มะยมแก้ว (*Codonopsis lancifolia* (Roxb.) Moeliono spp. *celebica* (Blume) Moeliono) เข็มดอย (*Duperrea pavettifolia* Pitard) ดันคุด (*Garcinia* cf. *gracilis* Pierre) ตาถีบนกเขา (*Ixora brunonis* Wall. ex G. Don.) และเขี้ยวงูเล็ก (*Jasminum nervosum* (Roxb.) Alston) *Munronia pinnata* (Wall.) Theob. เป็นต้น

นอกจากพรรณพืชในท้องถิ่นที่ใช้ประโยชน์กันแล้ว ยังมีพืชหลายชนิดที่นำเข้าไปปลูกในพื้นที่สำนักสงฆ์และเหมืองแร่ป่าเต่าดำ เพราะต้องการให้พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่เกิดจากการทำเหมืองแร่มีประโยชน์มากขึ้น โดยพบว่าเป็นไม้ดอกไม้ประดับมากที่สุด รองลงมาคือ ผลไม้ และผักต่างๆ พรรณพืชเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ดี รวมทั้งพืชสมุนไพร 1 ชนิด คือ ชิงเฮา (*Artemisia annua* L.) เป็นพืชสมุนไพรที่มีถิ่นกำเนิดจากประเทศจีน มีสรรพคุณรักษา

มาลาเรีย นำเข้ามาปลูกที่ป่าเต่าดำนานกว่า 1 ปี สามารถเจริญเติบโตได้ดี ชาวบ้านในท้องถิ่น นำมากินเป็นผักสดกับน้ำพริก ซึ่งจากการตรวจเอกสารพบว่ามีสารประกอบพวก terpene คือ artemisinin มีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อมาลาเรีย Hainan Strain (*Plasmodium falciparum*) และออกฤทธิ์ดีกว่า chloroquine ที่นิยมใช้กัน และพบว่าส่วนยอดอ่อนมีปริมาณของ artemisinin สูงที่สุดประมาณ 41.7 เปอร์เซ็นต์/ต้น (Simon et al., 1990)

อย่างไรก็ตาม ในจำนวนพืชที่สำรวจพบทั้งหมดมี 1 ชนิด ที่คาดว่าเป็นพืชชนิดใหม่ คือ *Globba* sp.1 พืชในวงศ์ Zingiberaceae มีช่อดอกยาวประมาณ 15 ซม. สีม่วงปนเหลือง ดอกสีเหลืองสด พบในช่วงต้นเดือนเมษายน บริเวณป่าเบญจพรรณ บนดินที่อยู่ตามโขดหินที่ลาด มีแสงรำไร ลักษณะที่คาดว่าเป็นชนิดใหม่ เนื่องจาก *Globba* ชนิดนี้ออกดอกจากเหง้าก่อนผลิใบ ซึ่งแตกต่างจาก *Globba* ชนิดอื่นๆ ซึ่งมีการออกดอกที่ส่วนปลายของลำต้นเทียม จำเป็นต้องตรวจเอกสารและตัวอย่างแห้งจากพิพิธภัณฑ์อื่นๆ และผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมเพื่อยืนยัน

บทสรุป

ป่าเต่าดำซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของผืนป่าตะวันตกของไทยที่กำลังถูกคุกคามอยู่ในขณะนี้ มีความหลากหลายของพืชที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ซึ่งคาดว่ายังมีพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ของพรรณพืชที่ควรศึกษาสำรวจอีกหลายแห่ง และควรจัดทำโครงการที่ช่วยปลูกฝังให้ชาวบ้านในท้องที่แห่งนี้และรอบๆ พื้นที่รู้คุณค่าของป่า ส่งเสริมให้รู้จักการใช้ทรัพยากรจากป่าอย่างถูกวิธี โดยเผยแพร่ให้รู้จักการขยายพันธุ์พืชป่าเหล่านี้เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ ทดแทนการเก็บจากป่าเพียงแหล่งเดียว

ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัยด้านพืชสวน เภสัช และสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง และเป็นตัวอย่างสำหรับนิสิต นักศึกษา หรือนักพฤกษศาสตร์ที่สนใจ ซึ่งเป็นเพียงหนึ่งของพื้นที่ป่าเต่าเท่านั้น ควรทำการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม โดยใช้เวลาในการสำรวจวิจัยนานกว่า 1 ปี และขยายพื้นที่ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม เพื่อช่วยให้งานวิจัยสมบูรณ์และครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งได้ร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 542061 และขอขอบคุณ ผศ. จิรายุพิน จันทรประสงค์ ที่ให้คำแนะนำในการจำแนกพืช คุณทิวาพร ศรีวรกุล และคุณภัทราวรรณ มากพันธุ์ ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนาม รวมทั้ง คุณเมตตา - คุณชูเกียรติ อุททกะพันธุ์ คุณสุภาวดี - คุณประมวล โกมารทัต แห่งบริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิง จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนและให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ก่องกานดา ชยามฤต. 2528. สมุนไพรไทย ตอนที่ 4. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชุติมาการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 265 หน้า.

ก่องกานดา ชยามฤต. 2540. สมุนไพรไทย ตอนที่ 6. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชุติมาการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 176 หน้า.

ธวัชชัย สันติสุข. 2538. กอมขม *Picrasma javanica* Blume. *ใน* อนุกรมวิธานพืชอักษร ก ฉบับราชบัณฑิตสถาน. บริษัทเพื่อนพิมพ์ จำกัด กรุงเทพฯ. หน้า 198.

ปรีชา องค์ประเสริฐ. 2541. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านในป่าชุมชนดงใหญ่ ตำบลสร้างถ่อน้อย อำเภอหัวตะพาน จังหวัดอำนาจเจริญ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ปิยวรรณ วินิจชัยนันท์. 2539. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวกะเหรี่ยงในเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

พงศ์เทพ ทับเที่ยง, ลลนา เปล่งเสียง, ปิยวรรณ สามเพชรเจริญ, สุธีรา สูงสว่าง, นันทนา ทราบรัมย์ และครรชิต จูประพันธศรี. 2544. ค่าคืนในผืนป่า คุณค่าใหม่ในเส้นทางป่าตะวันตก. บริษัท เฟื่องฟ้า พริ้นติ้ง จำกัด กรุงเทพฯ. 186 หน้า.

มาโนช วามานนท์ และเพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2538. ผักพื้นบ้าน: ความหมายและภูมิปัญญาของสามัญชนไทย. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก กรุงเทพฯ. 261 หน้า.

วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล, พร้อมจิตต์ ศรลัพม์, รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล และวิชิต เปานิล. 2539. สยามไภษัชยพฤกษ์ ภูมิปัญญาของชาติ. บริษัท อมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ. 272 หน้า.

วีระชัย ณ นคร. ม.ป.ป. ความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืชในประเทศไทย. เอกสารประกอบการเรียนการสอน. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 30 หน้า.

วีระชัย ณ นคร. 2541. พรรณไม้ในสวนพฤกษศาสตร์สิริกิติ์ เล่ม 5. โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์ กรุงเทพฯ. 206 หน้า.

สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2537. การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้. *ใน* วิวัฒน์ คติธรรมนิตย์ (ผู้รวบรวม). ความหลากหลายทางชีวภาพกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา กรุงเทพฯ. หน้า 51-73.

ส่วนศูนย์ข้อมูลกลาง. 2540. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย. บริษัท เฟื่องฟ้าพริ้นติ้ง จำกัด กรุงเทพฯ. 149 หน้า.

สุรจิต จามรมาน. 2541. ป่าตะวันตกนิรันดร์กาลแห่งผืนป่ามหัศจรรย์. อนุสาร อสท. 39(4): 54-68.

อิศรา วงศ์ข้าหลวง. 2539. การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพกับแผนปฏิบัติการวาระที่ 21. *ใน* อิศรา วงศ์ข้าหลวง (ผู้รวบรวม). ความหลากหลายแห่งชีวิต. อักษรสยามการพิมพ์ กรุงเทพฯ. หน้า 17-35.

Burkill, L.H. 1966a. A. Dictionary of the Common Products of the Malay Peninsula. Vol. 1. Art Printing Works, Kuala Lumpur. 1224 pp.

Burkill, L.H. 1966b. A. Dictionary of the Common Products of the Malay Peninsula. Vol. 2. Art Printing Works, Kuala Lumpur. 2448 pp.

Duke, A.J. and E.S. Ayensu. 1985. Medicinal Plants of China. Vol. 1. Reference Publications, Inc., Michigan. 362 pp.

Milliken, W. 1997. Traditional anti-malarial medicine in Roraoma. *Brazil. Econ. Bot*. 51(3): 212-237.

Nielsen, I.C. 1985. Leguminosae-Mimosoideae. *In* T. Smitinand and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol. 4, Part 2, pp. 131-222. The TISTR Press, Bangkok.

Paisooksantivatana, Y. and S. Kako. 1996. Ethnobotany of the Karen tribe in western Thailand. *In* B. Thaiutsa, L. Puangchit and S. Thammincha (eds.), Tropical Forest in the 21st Century, Vol. 3, Ethnobiology, pp. 70-80. Bangkok, Thailand.

Pemberton, R.W. and N.S. Lee. 1996. Wild food plants in South Korea; market presence, new crops and exports to the United States. *Econ. Bot.* 50(1): 57-70.

Perry, L.M. and J. Metzger. 1980. Medicinal Plants of East and Southeast Asia: Attributed Properties and Uses. MIT Press Cambridge, Massachusetts and London, England. 620 pp.

Pitard, C.J. 1907. Guttiferae. *In* F. Gagnepain (ed.), Flore Generale de L' Indo-chine Tome1, pp. 295-316. Masson Et Cie, Editeurs, Paris.

Simon, J.E., D. Charles, E. Cebert, L. Grant, J. Jnick and A. Whipkey. 1990. *Attemisia annua* L.: A promising aromatic and medicinal. Available: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v1-522.html, November 30, 2000.

Smitinand, T. and W.R. Scheible. 1966. Edible and poisonous plants and animals: Annex to survival manual for Thailand and adjacent areas. pp. 31-99. *Cited by* K. Chayamarit. 1991. Poisonous Plants in Thailand. *Thai For. Bull. (Botany)* 19.

Tanaka, T. 1976. Tanaka's Cyclopedia of Edible Plants of the World. Yugaku-Sha, Ltd., Japan. 924 pp.

Wilson, E.O. 1988. Biodiversity. The National Academy of Science. U.S.A. 521 pp.

Zakaria, M. and M.A. Mohd. 1994. Traditional Malay Medicinal Plants. Percetakan Jiwabaru Sdn., Selangor. Malaysia. 176 pp.

การศึกษาพรรณพฤกษชาติในป่าตะวันออก

พงษ์ศักดิ์ พลเสนา

สวนพฤกษศาสตร์ภาคตะวันออก (เขาหินซ้อน) ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Flora of the Eastern Forest

Phongsak Pholsena

Eastern Botanic Garden (Khao Hinson), Forest Botany Division, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

A survey and study of the vascular plants in the Eastern Forest was undertaken for 3 years from April 1, 1996 to March 31, 1999. The study sites were located at Khao Ang Ruenai wildlife sanctuary, Khao Soi Dao wildlife sanctuary, Khao Kitchakut national park, Khao Chamao–Khao Wong national park and nearby national reserve forests, which cover an area of about 2,352 km^2. A total of 2,444 plant specimens were collected. So far, 1,631 species, 824 genera and 175 families have been determined. The most common families were Orchidaceae, Leguminosae and Euphorbiaceae. Among them, 14 species are reported for the first time in Thailand, 2 species may be new species, while *Polypleurella micranthera* P. Royen: is only found of Khao Soi Dao, Changwat Chanthaburi.

Key words: eastern forest, biodiversity, plant, new records

บทนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งรวบรวมของกลุ่มพรรณพฤกษชาติ มีพืชที่มีท่อลำเลียงไม่ต่ำกว่า 10,000 ชนิด ที่ผ่านมาได้สำรวจพรรณไม้เฉพาะแห่งหลายครั้ง เช่น Cumberlege and V.M.S. Cumberlege (1965) ได้สำรวจกล้วยไม้ที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบกล้วยไม้ 54 สกุล และ 121 ชนิด Sawyer and Chermsiriwathana (1969) และ Maxwell (1988) ได้สำรวจพรรณพฤกษชาติบริเวณดอยสุเทพและดอยปุย พบว่ามีพรรณพฤกษชาติที่มีท่อลำเลียง 679 ชนิด และ 1,700 ชนิด ตามลำดับ จำลอง และคณะ (2534) ได้ศึกษาพรรณไม้ป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส พบพรรณไม้ 470 ชนิด สมราน (2538) ได้ศึกษาอนุกรมวิธานของพรรณไม้ดอกบริเวณป่าหินงาม จังหวัดชัยภูมิ พบไม้ดอกใบเลี้ยงคู่ 141 ชนิด

บริเวณป่าตะวันออก ยังไม่พบการศึกษาพรรณพฤกษชาติอย่างเป็นระบบมาก่อน มีนักพฤกษศาสตร์บางท่านเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในพื้นที่บางส่วนของเขาสอยดาว เขาคิชฌกูฏ และเขาชะเมา จากรายงานการสำรวจเบื้องต้นของสถานีวิจัยสัตว์ป่าฉะเชิงเทรา พบว่าพื้นที่แห่งนี้มีไม้มีค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด โดยเฉพาะไม้ผลป่า สมุนไพร และกล้วยไม้ หากได้มีการศึกษาอย่างละเอียดและต่อเนื่องแล้ว จะทราบจำนวนชนิดของพรรณไม้ และคาดว่าจะพบชนิดใหม่ของไทย (new record) อีกหลายชนิด (พงษ์ศักดิ์ และชลเนตร, 2537) และหากรวบรวมเป็นหนังสือพรรณพฤกษชาติของป่าผืนนี้ (florula) จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้า วิจัย และใช้ประโยชน์จากพรรณไม้ในอนาคตได้เป็นอย่างดี

ป่าตะวันออกเป็นป่าผืนใหญ่ตั้งอยู่บริเวณรอยต่อของจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และสระแก้ว ครอบคลุมพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ อุทยานแห่งชาติเขาชะเมา–เขาวง และป่าสงวนแห่งชาติ รวมเนื้อที่ประมาณ 2,352 ตารางกิโลเมตร ตอนบนของป่าตะวันออก บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลูกฟูก มีความลาดชันปานกลาง มีภูเขาบ้างตามขอบของพื้นที่คือเขาตะกรุบ เขาระบมปร้าน และเขาละลาก ด้านตะวันออกเฉียงใต้ เป็นพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว มีภูเขาสูงชันสลับซับซ้อน จุดสูงสุดคือ ยอดเขาสอยดาวใต้ สูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,675 เมตร ถัดจากเขาสอยดาวลงไปเป็นภูเขาสูงชันของอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ ด้านตะวันตกเฉียงใต้ และด้านใต้เป็นเทือกเขาสูงชันต่อเนื่องกันไป เช่น เขาอ่างฤาไน เขาชะมูน และเขาชะเมา

ป่าตะวันออก เป็นป่าที่อยู่ในเขตภูมิศาสตร์ 2 เขต คือ เขตภูมิพฤกษ์อันนัมมาติก (Annamatic element) และภูมิพฤกษ์อินโดมาเลเซียน (Indo–Malasian element) มีลมมรสุมพัดผ่านประจำทุกปี ทำให้ภาคตะวันออกเฉียงใต้ของไทยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีใกล้เคียงกับภาคใต้ ส่งผลให้สังคมพืชที่ขึ้นอยู่มีความชุ่มชื้นสูง มีความหลากหลายและซับซ้อนสูงตามไปด้วย พืชบริเวณป่าตะวันออกมากกว่าร้อยละ 90 เป็นป่าดิบแล้ง พบป่าเต็งรังเป็นหย่อมขนาดเล็กในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน พบป่าเบญจพรรณตามไหล่เขาแทรกอยู่ในป่าดิบแล้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว และอุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวง ส่วนบริเวณยอดเขาสูงของเขาชะเมาและเขาสอยดาว พบพรรณพืชในป่าดิบเขาขึ้นเป็นหย่อมขนาดเล็กด้วย นอกจากนั้น ตามบริเวณที่ราษฎรเคยอาศัยอยู่ในป่า จะพบไร่ร้าง ทุ่งหญ้า และป่าใส (secondary forest) (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2540)

โครงการการศึกษาพรรณพฤกษชาติในป่าตะวันออก เป็นโครงการย่อยที่ 1 ในโครงการ “การศึกษาพรรณพฤกษชาติ และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ในป่าตะวันออกอย่างยั่งยืน” ซึ่งมีนายวิบูลย์ เข็มเฉลิม เป็นหัวหน้าโครงการ ส่วนอีก 2 โครงการย่อย คือ โครงการการศึกษาการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรและผักป่าของชุมชนมี รศ.ดร. ชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ เป็นหัวหน้าโครงการย่อย และโครงการการศึกษากระบวนการเรียนรู้ และการจัดองค์กรของชุมชน เพื่อการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืน มีนายวิบูลย์ เข็มเฉลิม เป็นหัวหน้าโครงการย่อย ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT)

ผลการวิจัยจากโครงการนี้ นอกจากจะได้ทราบชนิดพืช และข้อมูลทางพฤกษศาสตร์อื่นๆ ยังเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการจัดการ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในป่าตะวันออกอย่างยั่งยืน บนพื้นฐานของภูมิปัญญาท้องถิ่นและการเข้ามามีส่วนร่วมของชุมชนอีกด้วย การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ ได้แก่

1. เพื่อสำรวจ รวบรวม และจำแนกชนิดของพรรณไม้ที่มีท่อลำเลียง (vascular plants) ที่พบในพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำรูปวิธาน และจัดทำหนังสือพรรณพฤกษชาติของป่าตะวันออกในอนาคต ซึ่งจะได้ข้อมูลที่เป็นระบบและสะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ
2. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ในโครงการย่อยที่ 2 และ 3

วิธีการ

เริ่มดำเนินการศึกษาตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2539 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2542 รวมระยะเวลา 3 ปี ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ทุกเดือนๆ ละประมาณ 5 วัน บันทึกข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ เก็บตัวอย่างในรูปของพรรณไม้แห้ง และพรรณไม้ดอง พร้อมทั้งถ่ายภาพประกอบ นำตัวอย่างไปตรวจจำแนกชื่อจากเอกสารทางพฤกษอนุกรมวิธาน และเปรียบเทียบตัวอย่างกับตัวอย่างพรรณไม้ในพิพิธภัณฑ์พืชต่างๆ เช่น หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ (BK) พิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร กรมวิชาการเกษตร (BKF)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาพรรณไม้ที่มีท่อลำเลียงในป่าตะวันออก ตั้งแต่ 1 เมษายน 2539 ถึง 31 มีนาคม 2542 ได้สำรวจและเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในรูปตัวอย่างแห้งและดอง 2,444 หมายเลข จำแนกชนิด หรือสกุลแล้ว 1,631 ชนิด จาก 824 สกุล 175 วงศ์ วงศ์ที่พบมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ Orchidaceae จำนวน 148 ชนิด Leguminosae จำนวน 100 ชนิด และ Euphorbiaceae จำนวน 90 ชนิด พบตัวอย่างพรรณไม้ที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ 50 หมายเลข ซึ่งจะทำการศึกษาอย่างละเอียดต่อไป และพบว่ามีหลายชนิดที่เป็นพืชเฉพาะถิ่นของไทย (endemic species) เช่น พริกพราน (*Tabernaemontana bufalina* Lour.: Apocynaceae) ยี่หุบปลี (*Magnolia liliifera* (L.) Baill. var. *liliifera*: Magnoliaceae) เหลืองจันทบูร (*Dendrobium friedericksianum* Rchb.f.: Orchidaceae) และพลูช้าง (*Vanilla siamensis* Rolfe ex Downie: Orchidaceae) เป็นต้น

จากพรรณไม้ที่จำแนกได้ 1,631 ชนิด พบว่าเป็นพรรณไม้ประจำถิ่น (native species) 1,606 ชนิด และพรรณไม้ต่างถิ่น (exotic species) ที่ปรากฏในพื้นที่รวม 25 ชนิด เช่น สาบเสือ (*Chromolaena odoratum* (L.) R.M. King and H.Rob.: Compositae) หญ้ายาง (*Euphorbia heterophylla* L.: Euphorbiaceae) หญ้าขจรจบ (*Pennisetum polystachyom* (L.) Schult.: Gramineae) และชุมเห็ดเทศ (*Senna alata* (L.) Roxb.: Leguminosae) เป็นต้น ซึ่งพืชเหล่านี้กระจายจากชุมชนโดยรอบ และชุมชนเดิมที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ก่อนที่ทางราชการจะอพยพออกไป ในการศึกษาครั้งนี้ไม่รวมพรรณไม้ที่ราษฎร หรือหน่วยงานราชการตั้งใจนำเข้าไปปลูก

จากการตรวจสอบเบื้องต้นพบว่ามีพรรณไม้ที่คาดจะเป็นชนิดใหม่ของไทย (new record) จำนวน 14 ชนิด เช่น *Campestigma purpurea* Pierre ex Cost, *Ceropegia* sp., *Hoya lobbii* Hook.f.: Asclepiadaceae, *Callicarpa giraldii* Hesse ex Rehder, *Premna scoriarum* W. Sm.: Labiatae, *Christisonia* sp.: Orobachaceae และ *Geostachys* sp.: Zingiberaceae ซึ่ง 2 ชนิดหลังนี้น่าจะเป็นชนิดใหม่ของโลก (new species) ดังมีรายละเอียดการพบและจำแนกในตารางที่ 1 ซึ่งจะต้องเก็บตัวอย่างศึกษารายละเอียด และค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1. พรรณไม้ที่คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ของไทย และชนิดใหม่ของโลก

ลำดับที่	วงศ์ / ชื่อพฤกษศาสตร์	บริเวณที่พบ	หมายเหตุ
	APOCYNACEAE		
1.	*Wrightia* sp.	น้ำตกสอยดาวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จ.จันทบุรี	D.J. Middleton ได้ดูตัวอย่างผล และดอกตูม และดูต้นที่เคยเก็บตัวอย่างแล้ว ยืนยันว่าเป็นชนิดใหม่ของไทย เพราะไม่มีในรายงานของ Middleton (1998)
	ANNONACEAE		
2.	*Cyatostemma wrayi* King	พบในป่าทั้ง 4 ผืน	
	ASCLEPIADACEAE		
3.	*Campestigma purpurea* Pierre ex Cost	พบในระดับความสูง 100 - 200 ม. ของป่าทั้ง 4 ผืน	รศ.ดร. อบฉันท์ ไทยทอง เคยเก็บตัวอย่างแล้ว แต่ยังไม่ได้ตีพิมพ์เป็นทางการ
4.	*Ceropegia* sp.	พบที่ลานหินใกล้น้ำตกอ่างผักหนาม เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน จ.ชลบุรี	ส่งตัวอย่างให้รศ.ดร. อบฉันท์ ไทยทอง เพื่อตรวจชื่อ
5.	*Hoya lobbii* Hook.f.	น้ำตกสอยดาว เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว และยอดเขาพระบาท อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี	เช่นเดียวกับลำดับที่ 3
	DAPHNIPHYLLACEAE		
6.	*Daphniphyllum himalayense* (Benth.) Müll.Arg.	เขาพระบาท อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี	Hutchinson (1968) รายงานว่าเป็นพรรณไม้เขตอบอุ่น พบบริเวณตะวันออกของเทือกเขาหิมาลัย
	LABIATAE		
7.	*Callicarpa giraldii* Hesse ex Rehder	พบในระดับความสูง 300 ม. ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จ.จันทบุรี	Shou-liang และ Gilbert (1994) พบว่ามีการกระจายในหลายมณฑลของจีน
8.	*Premna scoriarum* W.Sm.	พบในระดับความสูง 600 ม. ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จ. จันทบุรี	Shou-ling และ Gilbert (1994) พบที่ยูนนาน และพม่า

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ลำดับที่	วงศ์ / ชื่อพฤกษศาสตร์	บริเวณที่พบ	หมายเหตุ
	MYRISINACEAE		
9.	*Ardisia* sp.	ป่ากระวาน ระดับความสูง 600 ม. ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จ.จันทบุรี	ตรวจสอบจากรายงานของ Larsen และ Hu (1996) แล้ว ไม่มีรายงานว่าพบชนิดนี้ในประเทศไทย
	ORCHIDACEAE		
10.	*Taeniophyllum radiatum* J.J.Sm.	ป่าลุ่มต่ำเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน อ.ท่าตะเกียบ จ.ฉะเชิงเทรา	รากคล้าย *T. obtusum* Blume แต่มีกลีบดอก และกลีบเลี้ยงคล้ายกัน Lip ไม่เป็นกระเปาะเด่นชัด
11.	*Thrixspermum turtum* J.J.Sm.	ป่าลุ่มต่ำเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน อ.ท่าตะเกียบ จ.ฉะเชิงเทรา	กลีบดอกสีเหลืองสด เรียวแหลมกว่าชนิด *T. centipeda* Lour.
	OROBACHACEAE		
12.	*Christisonia* sp.	ยอดเขาคิชฌกูฏ อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี	ดอกสีขาว มีเมือกหุ้ม หายากมาก และน่าจะเป็นพืชถิ่นเดียว หรือชนิดใหม่ของโลก
	ZINGIBERACEAE		
13.	*Geostachys* sp.	ยอดเขาสอยดาวใต้ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว และยอดเขาคิชฌกูฏ อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี	ได้มอบตัวอย่างดอกให้ Prof. Kai Larsen ไว้ศึกษา ท่านยืนยันว่าน่าจะเป็นชนิดใหม่ของโลก
14.	*Globba* sp.	เขาตะกรุบ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน จ.สระแก้ว และฉะเชิงเทรา	คล้าย *G. winitii* C.H.Wright แต่ฐานใบและขนาดใบต่างกัน

บริเวณน้ำตกสอยดาว พบศิลาวารี (*Polypleurella micranthera* P. Royen: Podostemaceae) ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่พบที่น้ำตกนี้เพียงแห่งเดียวในโลก (Royen, 1957) ขึ้นตามโขดหินริมน้ำหรือกลางน้ำ โดยได้เก็บตัวอย่างขณะดอกตูม ดอกบาน และติดผลอ่อน Royen (1957) รายงานว่า ศ.ดร.เต็ม สมิตินันท์ เคยเก็บตัวอย่างพืชชนิดนี้ก่อนปี พ.ศ. 2500 ตัวอย่างเลขที่ Smitinand 3185 และ 3185 A ซึ่งปัจจุบันเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืช เมืองไลเดน ประเทศเดนมาร์ค

พบว่าป่าผืนนี้เป็นแหล่งรวมพันธุกรรมของไม้ผลป่าที่สำคัญหลายชนิด เช่น แปบ หรือมะม่วงป่าผลยาว (*Mangifera flava* Evrard: Anacardiaceae) มะพลับทอง (*Diospyros transitoria* Bakh.: Ebenaceae) มะไฟ (*Baccaurea ramiflora* Lour.: Euphorbiaceae) ชะมวง (*Garcinia cowa* Roxb.: Guttiferae) ชะมาง (*G. gracilis* Pierre: Guttiferae) เขลง (*Dialium cochinchinense* Pierre: Leguminosae) กระท้อน (*Sandoricum koetjape* (Burm.f.) Merr.: Meliaceae) ขนุนป่า (*Artocarpus lanceifolius* Roxb.: Moraceae) ชมพู่น้ำ (*Syzygium siamensis* (Craib) Chanthar. and J.Parn.: Myrtaceae) ระกำ (*Salacca wallichiana* Mart.: Palmae) ลำไยป่า (*Dimocarpus longan* Lour. subsp. *longan* var. *longan*: Sapindaceae) ลิ้นจี่ป่า (*Litchi chinensis* Sonn. subsp. *chinensis* Leenh.: Sapindaceae) คอแลน (*Nephelium hypoleucum* Kurz: Sapindaceae) และคอเหี้ย (*Xerospermum noronhianum* (Blume) Blume: Sapindaceae) เป็นต้น

พรรณไม้ที่ให้ผลเป็นอาหารสัตว์ป่า โดยเฉพาะพรรณไม้วงศ์ Anacardiaceae, Moraceae, Annonaceae, Ebenaceae และ Sapindaceae เช่น มะปริง (*Bouea oppositifolia* (Roxb.) Meisn.: Anacardiaceae) มะกอก (*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz) นางเลว (*Cyathocalyx martabanicus* Hook.f. and Thomson var. *harmandii* Finet and Gegnep.: Annonaceae) กล้วยอีเห็น (*Uvaria dac* Pierre ex Finet and Gagnep.: Annonaceae) กล้วยพังพอน (*U. hamiltonii* Hook.f. and Thomson: Annonaceae) สั่งทำ (*Diospyros borneensis* Hiern: Ebenaceae)

กระบก (*Irvingia malayana* Oliv. ex A.W.Benn.: Irvingiaceae) ไทรชนิดต่างๆ (*Ficus* spp.: Moraceae) หว้า (*Syzygium cumini* (L.) Skeels: Myrtaceae) เฉียงพร้านางแอ (*Carallia brachiata* (Lour.) Merr.: Rhizophoraceae) มะหวด (*Lepisanthes rubiginosa* (Roxb.) Leenh.: Sapindaceae) และพลับพลา (*Microcos tomentosa* Sm.: Tiliaceae) เป็นต้น จากการศึกษาชีพลักษณ์ของพืชอาหารสัตว์ป่าที่สำคัญบางชนิด พบว่าพืชอาหารเหล่านี้ผลัดกันออกดอก ผล ตลอดทั้งปี ทำให้สัตว์ป่าโดยเฉพาะสัตว์ที่กินผลไม้เป็นอาหาร มีอาหารอุดมสมบูรณ์ตลอดทั้งปี จึงทำให้ป่าผืนนี้มีสัตว์ป่ามากมายและหลากหลาย

ส่วนในด้านพืชสมุนไพรพบว่ามีพืชหลายชนิดที่เป็นพืชสมุนไพรหรือผักป่า ชุมชนโดยรอบได้นำมาใช้ประโยชน์สืบต่อกันมาเป็นเวลานาน ทั้งในแง่ยารักษาโรค ผักพื้นบ้าน และปลูกเพื่อบริโภค และจำหน่ายเป็นพืชเศรษฐกิจ เช่น สังกรณี (*Barleria strigosa* Willd.: Acanthaceae) ลิ้นงูเห่า (*Clinacanthus siamemsis* Bremek.: Acanthaceae) พระเจ้าห้าพระองค์ (*Dracontomelon dao* (Blanco) Merr. and Rolfe: Anacardiaceae) กำลังวัวเถลิง (*Anaxagorea luzonensis* A. Gray: Annonaceae) ลำดวน (*Melodorum fruticosum* Lour.: Annonaceae) ยางน่องเถา (*Strophanthus caudatus* (L.) Kurz: Apocynaceae) ชิงชี่ (*Capparis micracantha* DC.: Capparaceae) กำแพงเจ็ดชั้น (*Salacia chinensis* L.: Celastraceae) ขมิ้นเครือ (*Combretum acuminatum* Roxb.: Combretaceae) โด่ไม่รู้ล้ม (*Elephantopus scaber* L.: Compositae) โคคลาน (*Croton caudatus* Geiseler: Euphorbiaceae) เปล้าน้อย (*C. stellatapilosus* Ohba: Euphorbiaceae) ติ้วขาว (*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer: Guttiferae) รง (*Garcinia hanburyi* Hook.f.: Guttiferae) เชียด (*Cinnamomum iners* Reinw. ex Blume: Lauraceae) ทำมัง (*Litsea petiolata* Hook.f.: Lauraceae) เขยตาย (*Glycosmis pentaphylla* (Retz.) DC.: Rutaceae) กำจัดต้น (*Zanthoxylum rhetsa* (Roxb.) DC.: Rutaceae) กระวาน (*Amomum testaceum* Ridl.: Zingiberaceae) เร่ว (*A. uliginosum* J.König: Zingiberaceae) และกระชาย (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.: Zingiberaceae) เป็นต้น

นอกจากนั้นหากวิเคราะห์โดยละเอียด พบว่ามีไม้มีค่าทางเศรษฐกิจพืชถิ่นเดียวของไทย (endemic species) พืชหายาก (rare species) พืชที่ใกล้จะสูญพันธุ์ (threatened species) และพืชที่มีคุณค่าด้านอื่นๆ อีกหลายชนิด ซึ่งในอนาคตจะได้จัดทำรูปวิธานชนิด รูปวิธานสกุล และบรรยายลักษณะในแต่ละวงศ์ หรือรวบรวมเป็นรายงานตามการใช้ประโยชน์ เช่น ไม้ผลป่า พืชอาหารสัตว์ป่า พืชให้สี พืชสมุนไพร และผักป่า เป็นต้น

บทสรุป

จากการศึกษาสามารถเก็บตัวอย่างพรรณไม้ได้ 2,444 หมายเลข จำแนกทราบชนิดหรือสกุลแล้ว 1,631 ชนิด จาก 824 สกุล 175 วงศ์ วงศ์ที่พบมากเป็นอันดับ 1, 2 และ 3 ได้แก่ Orchidaceae จำนวน 148 ชนิด Leguminosae จำนวน 100 ชนิด และ Euphorbiaceae จำนวน 90 ชนิด ตามลำดับ แยกเป็นพรรณไม้ประจำถิ่น 1,606 ชนิด พรรณไม้ต่างถิ่น 25 ชนิด คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ของไทย 14 ชนิด ชนิดใหม่ของโลก 2 ชนิด และมี 1 ชนิด ที่พบเฉพาะที่เขาสอยดาวเพียงแห่งเดียวในโลก

การศึกษาวิจัยเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง เพื่อได้รายชื่อพรรณไม้ที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตัวอย่างพรรณไม้ชนิดที่ยังไม่สามารถจำแนกได้ โดยเฉพาะชนิดที่เป็นชนิดใหม่ของไทย และชนิดใหม่ของโลก ควรเก็บรวบรวมตัวอย่างและข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อผู้เชี่ยวชาญจะได้ตรวจชื่อ หรือตั้งชื่อเป็นชนิดใหม่ได้ถูกต้อง พรรณไม้ชนิดใดที่หายาก และใกล้จะสูญพันธุ์ ควรหาวิธีอนุรักษ์ทั้งในถิ่นกำเนิด และนอกถิ่นกำเนิด ส่วนพรรณไม้ชนิดใดที่มีศักยภาพในเชิงธุรกิจ ควรส่งเสริมให้มีการนำไปขยายพันธุ์ เพาะปลูกในพื้นที่นอกป่า เพื่อเป็นพืชเศรษฐกิจระดับชุมชนและระดับประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมมือจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 339001 ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ป่าไม้ในพื้นที่วิจัยทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล รศ.ดร. อบฉันท์ ไทยทอง และ Prof. K. Larsen ที่กรุณาตรวจหาชื่อพรรณไม้ และผู้ช่วยวิจัยและเจ้าหน้าที่ธุรการของสวนพฤกษศาสตร์ภาคตะวันออก (เขาหินซ้อน) ที่พิมพ์ข้อมูลและต้นฉบับรายงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จำลอง เพ็งคล้าย, ชวลิต นิยมธรรม และวิวัฒน์ เอื้อจิรกาล. 2534. พรรณไม้ป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส. ส. สมบูรณ์ การพิมพ์ กรุงเทพฯ. 268 หน้า.

พงษ์ศักดิ์ พลเสนา และชลเนตร ปรีชาเจริญศรี. 2537. ป่าตะวันออก. *ใน* สัมมนา เรื่องป่าตะวันออก. 28-29 สิงหาคม 2537. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดฉะเชิงเทรา. 16 หน้า.

พงษ์ศักดิ์ พลเสนา, ถนอมศรี รังสิกรรพุม, ชวลิต ศิลปทอง และดารารัตน์ ดิษบรรจง. 2540. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้บริเวณป่าตะวันออก โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม. กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพฯ. 113 หน้า.

สมราน สุดดี. 2538. การศึกษาอนุกรมวิธานของพรรณไม้ดอกบริเวณอุทยานป่าหินงาม จังหวัดชัยภูมิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

Cumberlege, P.F. and V.M.S. Cumberlege. 1965. A preliminary list of the orchids of Khao Yai National Park. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc*. 20: 155-181.

Hutchinson, J. 1968. The Genera of Flowering Plants (Angiospermae). Oxford University Press, London, England. 659 pp.

Maxwell, J.F. 1988. The Vegetation of Doi Sutep-Pui National Park, Chiang Mai Province, Thailand. Tiger Paper (Oct.-Dec. 1988): 6-14.

Middleton, D.J. 1998. Apocynaceae. *Flora of Thailand* 7(1): 1-153.

Royen, P.V. 1957. A new Podostemacea from Thailand, *Polypleurella micranthera*. *Blumea* 8(2): 522-524.

Sawyer, J.O. and C. Chermsirivathana. 1969. A Flora of Doi Suthep-Doi Pui, Chiang Mai, North Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc*. 23: 99-132.

Shou-liang, C. and M.G. Gilbert. 1994. Verbenaceae. *Flora of China* 17: 1-49.

พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชนเผ่าซาไกในจังหวัดตรัง พัทลุง และยะลา

เกศริน มณีนูน[1] พวงเพ็ญ ศิริรักษ์[1] และชูศรี ไตรสนธิ[2]

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

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50202

Abstract: Ethnobotany of the Sakai Tribe in Trang, Phatthalung and Yala Provinces

Katesarin Maneenoon[1], Puangpen Sirirugsa[1] and Chusri Trisonthi[2]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai District, Songkhla 90112, [2]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202

The purpose of this research was to study the use of plants by the Sakai Tribe in southern Thailand. Based on their living styles, the Sakai people can be classified into three groups, i.e. 1) the modern group from Thanto District in Yala Province, 2) the semi-primitive group from Palian District, Trang Province, and 3) the primitive group from Palian District, Trang Province and Pabon District, Phatthalung Province. The process of collecting data included interviewing Sakai people about how they use the plants' parts. This work was carried out from September 1999 to February 2001. The specimens were collected, identified and photographed. One hundred and seventy-one species, 128 genera and 69 families of utilized plants were found. The utilized plants were classified into 4 groups, i.e. food plants (96 species), medicinal plants (68 species), plants for housing and utensils (12 species) and plants for other purposes (15 species). The highest numbers of utilized species belonged to the families Annonaceae, Euphorbiaceae and Dioscoreaceae. Descriptions of all collected species, the ecology of the study areas, photographs of some species and some products are presented.

Key words: Sakai, ethnobotany

บทนำ

ในอดีตการดำรงชีวิตของบรรพบุรุษของคนเรา อาศัยปัจจัยจากธรรมชาติที่มีอยู่รอบตัว ส่วนใหญ่ได้จากพรรณพืชต่างๆ การเรียนรู้ด้านการนำพืชมาใช้ประโยชน์นั้น เกิดจากประสบการณ์ที่ได้ถ่ายทอดจากคนรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่ง จนกลายเป็นวัฒนธรรมของแต่ละกลุ่มชน ความรู้และประสบการณ์ที่บรรพบุรุษได้ถ่ายทอดให้แก่ลูกหลานสืบต่อกันมาเป็นระยะเวลานานนี้ จัดเป็นภูมิปัญญาเฉพาะของแต่ละกลุ่มชนที่เรียกว่า "ภูมิปัญญาพื้นบ้าน" ซึ่งรวมทั้งการนำพืชมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพืชด้านต่างๆ ของมนุษย์แต่ละกลุ่มชน โดยยึดถือวิธีการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษนั้น เรียกว่า พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน หรือ Ethnobotany (ชูศรี, 2539) สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านอย่างเป็นระบบมากขึ้น โดยเฉพาะการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชนกลุ่มน้อยเผ่าต่างๆ ที่อาศัยบริเวณภาคเหนือของไทย ชนกลุ่มน้อยเหล่านี้ได้สั่งสมความรู้การใช้ประโยชน์จากพืชมาเป็นเวลาช้านาน สำหรับในภาคใต้ซึ่งเป็นป่าดิบชื้นที่มีความหลากหลายของสภาพนิเวศ ชนิดของพืช สัตว์ และความหลากหลายทาง

พันธุกรรมสูง คุณสมบัติดังกล่าวจึงเอื้ออำนวยต่อการอยู่รอดในการนำพืชมาใช้ประโยชน์ในด้านเป็นแหล่งยารักษาโรค อาหาร และสิ่งก่อสร้างต่างๆ นอกจากนี้ภาคใต้ตอนล่างยังมีชนเผ่าต่างๆ อาศัยอยู่หลายกลุ่ม เช่น ชาวไทยมุสลิม ชาวไทยเชื้อสายจีน ชาวเล และชนเผ่าซาไก แต่ละกลุ่มมีภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นแตกต่างกัน โดยเฉพาะชนเผ่าซาไก ซึ่งมีวิถีชีวิตผูกพันกับป่า มีวิธีการใช้ทรัพยากรต่างๆ แบบยั่งยืน การดำรงชีวิตเป็นไปอย่างเรียบง่าย แตกต่างจากชนกลุ่มน้อยทางภาคเหนือของไทยที่มีการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อสร้างเป็นที่อยู่อาศัยและเป็นแหล่งเพาะปลูก ส่วนมากพื้นที่เหล่านี้มักเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ชนกลุ่มน้อยเหล่านี้จึงได้รับความสนใจ

จากรัฐบาลในการเข้าไปช่วยเหลือจัดหาอาชีพและที่อยู่ให้อย่างถาวร แตกต่างจากซาไกที่รัฐบาลไม่ได้ช่วยเหลืออย่างจริงจัง เพราะชนกลุ่มนี้ไม่ก่อปัญหาต่างๆ ทั้งในด้านการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ และความมั่นคงของประเทศ

ปัจจุบันซาไกกำลังประสบปัญหาต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะปัญหาแหล่งที่อยู่อาศัยถูกบุกรุก เนื่องมาจากป่าไม้ทางภาคใต้ถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว ทำให้มีที่อยู่จำกัด ไม่สามารถอพยพไปมาได้ เป็นเหตุให้เกิดการขาดแคลนอาหาร ประกอบกับทางรัฐบาลมาเลเซียเห็นความสำคัญของชนกลุ่มนี้ จึงมีการจัดสวัสดิการต่างๆ ทั้งที่อยู่อาศัยและปัจจัยในการดำรงชีวิตให้ ทำให้ซาไกที่อพยพเข้าไปในประเทศมาเลเซียไม่อพยพกลับมาประเทศไทย (เบญจวรรณ: ซาไกกลุ่มที่ 1, การติดต่อส่วนบุคคล) อาจทำให้สูญเสียชนกลุ่มนี้ไปจากประเทศไทยได้

ปัจจุบันนี้ซาไกที่อำเภอธารโต จังหวัดยะลา ได้รับการสนับสนุนให้มีที่อยู่อย่างถาวร โดยกองนิคมสร้างตนเอง มีสิทธิต่างๆ เท่าเทียมกับคนไทยทั่วไป มีบัตรประชาชนใช้ และมีนามสกุล “ศรีธารโต” เหมือนกันทุกคน ซึ่งสมเด็จพระศรีนครินทราพระบรมราชชนนี ได้พระราชทานให้เมื่อ พ.ศ. 2516 เนื่องจากการมีที่อยู่อย่างถาวรทำให้ซาไกกลุ่มนี้ประสบปัญหาการขาดแคลนอาหาร เพราะไม่คุ้นเคยกับการประกอบอาชีพที่ทางราชการกำหนดให้ เช่น การเพาะปลูก รวมทั้งชนกลุ่มนี้มีความใกล้ชิดกับสังคมเมือง มีการรับวัฒนธรรมต่างๆ เข้ามา ทำให้รูปแบบการดำรงชีวิตเปลี่ยนแปลงไป จะเห็นว่าโอกาสที่ชนเผ่าซาไกในประเทศไทยจะหมดไปเป็นไปได้สูง ชนกลุ่มนี้มีความรู้ในการนำพืชมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะการใช้เป็นพืชสมุนไพร พบว่าพืชสมุนไพรของซาไกหลายชนิดมีประสิทธิภาพในการรักษาโรคได้ดี ข้อมูลดังกล่าวนี้ยังไม่มีการบันทึกอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ดังนั้นข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ควรให้มีการศึกษาอย่างจริงจัง เพื่อที่จะได้นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุดต่อไป ก่อนที่ชนกลุ่มนี้จะรับวัฒนธรรมต่างๆ ของสังคมเมืองจนไม่เหลือเอกลักษณ์ และก่อนที่ชนกลุ่มนี้จะหมดไปจากประเทศไทยพร้อมกับภูมิปัญญาที่สั่งสมมานาน

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากพรรณพืชของชนเผ่าซาไก มีการศึกษาน้อยมาก ไพบูลย์ (2523) พบพืชที่ซาไกนำมาใช้เป็นยาสมุนไพร 20 ชนิด แบ่งเป็นสมุนไพรใช้สำหรับสตรี และใช้รักษาโรคทั่วไป ต่อมา บุศบรรณ และคณะ (2537) รวบรวมพืชใช้ประโยชน์ของชนเผ่าซาไกบริเวณบ้านควนไม้ดำ ต.ปะเหลียน จ.ตรัง ได้ 14 วงศ์ 21 สกุล 24 ชนิด เป็นพรรณไม้ที่ใช้เป็นยา 4 ชนิด ทำเครื่องใช้ และที่พักอาศัย 6 ชนิด พรรณไม้มีพิษ 1 ชนิด และพรรณไม้ที่ใช้ประโยชน์อื่นๆ 13 ชนิด Chuakul et al. (1994) รวบรวมพืชบริเวณหมู่บ้านปลายคลองตง ต.ปะเหลียน อ.ปะเหลียน จ.ตรัง ได้ 50 ชนิด เป็นพืชใช้เป็นยา 13 ชนิด เป็นอาหารและผัก 37 ชนิด ในจำนวนนี้ประกอบด้วยพืชใบเลี้ยงคู่ 25 ชนิด พืชใบเลี้ยงเดี่ยว 23 ชนิด และเฟิน 2 ชนิด

สำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นการใช้พรรณพืชในการดำรงชีวิตของชนเผ่าซาไกที่อาศัยอยู่ในบริเวณ อ.ปะเหลียน จ.ตรัง อ.ป่าบอน จ.พัทลุง และ อ.ธารโต จ.ยะลา และเพื่อจัดทำพืชตัวอย่างแห้งที่ซาไกใช้ประโยชน์ สำหรับใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงและประกอบการศึกษาวิจัยต่อไป

วิธีการ

สำรวจและเก็บรวบรวมพืชตัวอย่างในบริเวณพื้นที่ศึกษา จากกลุ่มซาไก 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 “ซาไกที่ดำรงชีวิตคล้ายสังคมเมือง” พื้นที่ศึกษาคือ หมู่บ้านซาไก ต.บ้านแหร อ.ธารโต จ.ยะลา กลุ่มที่ 2 “ซาไกที่ดำรงชีวิตแบบกึ่งดั้งเดิม" พื้นที่ศึกษาคือ บ้านท่าเขา ต.ลิพัง อ.ปะเหลียน จ.ตรัง และซาไกกลุ่มที่ 3 “ซาไกที่ดำรงชีวิตแบบดั้งเดิม” มีการอพยพย้ายถิ่นตลอดเวลา แต่ละพื้นที่อาศัยอยู่ไม่เกิน 10 - 15 วัน เมื่ออาหารหมด จะอพยพไปยังพื้นที่ใหม่ ในการศึกษาพบซาไกกลุ่มนี้ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกพบบริเวณบ้านตระ ต.ควนไม้ดำ อ.ปะเหลียน จ.ตรัง ครั้งที่ 2 พบบริเวณบ้านโล๊ะหาร ต.ทุ่งนารี อ.ป่าบอน จ.พัทลุง โดยเลือกผู้นำทางที่คุ้นเคยกับกลุ่มซาไกที่ศึกษา และสามารถสื่อภาษาได้ สอบถามและบันทึกชื่อพืชที่เรียกโดยซาไก การใช้ประโยชน์จากพืชและส่วนที่นำไปใช้ เก็บตัวอย่างพืชชนิดละ 3 ชิ้น เพื่อจัดทำเป็นพืชตัวอย่างแห้งและดองสำหรับอ้างอิง และศึกษาวิจัย โดยเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชตามหลักอนุกรมวิธานที่ห้องปฏิบัติการ และห้องสมุดภาคชีววิทยา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ บางชนิดอาจต้องนำไปเทียบกับตัวอย่างแห้งที่มีอยู่ในพิพิธภัณฑ์พืช และจัดทำคำบรรยายลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชที่รวบรวมได้

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์จากพรรณพืชของชนเผ่าซาไก รวบรวมพืชที่ชนเผ่าซาไกนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งสิ้น 69 วงศ์ 128 สกุล 171 ชนิด แยกลักษณะการใช้ประโยชน์ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 1 และจำนวนพืชที่ชนเผ่าซาไกแต่ละกลุ่มนำมาใช้ประโยชน์ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1. จำนวนพืชที่ชนเผ่าซาไกทั้ง 3 กลุ่มนำมาใช้ประโยชน์

กลุ่มพืชที่ใช้ประโยชน์	จำนวนชนิด
พืชอาหาร	96
พืชสมุนไพร	68
พืชใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้และสิ่งก่อสร้าง	12
พืชประโยชน์อื่นๆ	15

ตารางที่ 2. จำนวนพืชที่ชนเผ่าซาไกแต่ละกลุ่มนำมาใช้ประโยชน์

ชนเผ่าซาไก	พืชอาหาร (ชนิด)	พืชสมุนไพร (ชนิด)	พืชใช้ทำเครื่องมือ เครื่องใช้และสิ่งก่อสร้าง (ชนิด)	พืชประโยชน์อื่น ๆ (ชนิด)	รวม (ชนิด)
กลุ่มที่ 1	24	27	2	8	61
กลุ่มที่ 2	55	28	10	5	98
กลุ่มที่ 3	27	25	3	3	58

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าซาไกเป็นกลุ่มชนที่รู้จักนำพืชมาใช้ประโยชน์เป็นอย่างมากทั้งด้านสมุนไพรและอื่นๆ การนำพืชมาใช้ประโยชน์เป็นพืชสมุนไพร เช่น พืชที่ใช้สำหรับสตรี ได้แก่ ว่านนางตัด *(Labisia pumila* (Blume) F.-Vill & Naves) นำรากมาต้มกับน้ำ แล้วดื่มหลังคลอดช่วยให้มดลูกเข้าอู่เร็ว หากดื่มขณะตั้งครรภ์ 2 - 3 เดือนแรกอาจแท้งบุตรได้ ยาลูกขาด (*Jasminum* sp.) นำรากมารับประทานสดช่วยป้องกันการตั้งครรภ์ และยาลูกดก เป็นพืชที่ยังไม่สามารถตรวจสอบชนิดได้ เนื่องจากตัวอย่างไม่สมบูรณ์ นำรากมารับประทานสด ช่วยทำให้มีลูกได้ นอกจากนี้ยังมียาบำรุงกำลังสำหรับบุรุษอีกหลายชนิด เช่น ข้าวเย็นเหนือ (*Smilax* spp.) ว่านนางครวญ (*Tacca chantrieri* Andr. และ *T. integrifolia* Ker-Gawl) และ *Goniothalamus* spp. พืชเหล่านี้ในอดีตซาไกจะนำมาต้มน้ำดื่ม ปัจจุบันได้รับอิทธิพลจากชาวบ้านในการนำมาดองเหล้าดื่ม

การนำพืชมาใช้ประโยชน์เป็นอาวุธสำหรับล่าสัตว์ เรียกว่า "บอเลา" หรือ "กระบอกตุด" โดยใช้ไผ่ชนิดหนึ่งคือ *Schizostachyum* cf. *jaculans* Holtt. เป็นไผ่ที่มีปล้องยาวมากประมาณ 0.6 - 1.25 เมตร ซึ่งค่อนข้างหายาก และยังมีส่วนที่เรียกว่า "บิลา" หรือ "ลูกดอก" จะใช้ยาพิษชุบส่วนปลาย โดยมีส่วนผสมของยางจากต้นอีโป๊ะ (*Antiaria toxicaria* Lesch.) และเปลือกของต้นชนช้าง (*Strychnos* sp.) นำมาเคี่ยวรวมกัน สุรินทร์ และคณะ (2537) กล่าวว่า ต้นชนช้างมีสารสติกนินเป็นองค์ประกอบ สารตัวนี้มีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อ เช่นเดียวกับยางอีโป๊ะ มีสารประเภทแอนเทียรินเป็นองค์ประกอบ มีผลต่อการบีบตัวของหัวใจ เป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตเป็นอัมพาตและเสียชีวิตได้ พรรณพืชบางชนิดที่ใช้ประโยชน์โดยชนเผ่าซาไกแต่ละกลุ่ม แสดงในตารางที่ 3

จากการสำรวจพบว่าซาไกมีภูมิปัญญาในการนำพืชมาใช้ประโยชน์แตกต่างกัน เช่น ว่านนางตัด (*Labisia pumila* (Blume) F.-Vill & Naves) ซาไกกลุ่มที่ 1 ใช้รากต้มน้ำให้สตรีหลังคลอดบุตรดื่ม ซาไกกลุ่มที่ 2 และ 3 ใช้เป็นยาถ่ายพยาธิในเด็ก ต้นสามสิบ (*Peliosanthes teta* Andr.) ซาไกกลุ่มที่ 1 ใช้รักษาอาการปวดเมื่อย กลุ่มที่ 2 และ 3 ใช้รักษาอาการหอบ

จากการศึกษาครั้งนี้ พบพืชที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 2 ชนิด คือ *Sciaphila arfakiana* Becc. และ *S. maculata* Merr. (Triuridaceae) เป็นพืชกินซากขนาดเล็ก ต้นมีสีม่วง สำหรับ *S. arfakiana* Becc. ซาไกกลุ่มที่ 1 นำมาใช้เป็นยาเสน่ห์

ตารางที่ 3. พืชที่ใช้ประโยชน์โดยชนเผ่าซาไกแต่ละกลุ่ม

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อซาไก	ส่วนที่ใช้ / วิธีใช้	กลุ่มซาไก
Acanthaceae	*Pseuderanthemum graciliflorum* Ridl.	ร่องไม้	มะล็อค	ราก นำมาต้มน้ำหรือดองเหล้าดื่มเป็นยาบำรุงกำลังสำหรับผู้ชาย	2
Agavaceae	*Dracaena* sp.		ยางู	ราก ใช้แก้พิษงู	2
Ancistrocladaceae	*Ancistrocladus tectorius* Merr.	ค้อนตีหมา	บังกะ	ทั้งต้น นำมาต้มน้ำให้ผู้ป่วยอาบ ทำให้สดชื่น	1
			สีมา	ลำต้น นำมาต้มน้ำดื่มเป็นยาบำรุงร่างกายสำหรับผู้ชาย	3
Annonaceae	*Polyalthia bullata* King	หลังโกง	ไฟเดินกอง	ราก + พลังอนุมาน นำมาต้มน้ำหรือดองเหล้าดื่มบำรุงสำหรับผู้ชาย	2
	Pseuduvaria setosa Sincl.	สังหยูใบเล็ก	สะเนียมกะลา	ผลสุก ใช้รับประทาน	2
	Sageraea elliptica (A. DC.) Hk.f. & Th.	กระโมกเขา	ดกดกกะสะ	ผลสุก ใช้รับประทาน	2
Apostasiaceae	*Apostasia wallichii* R. Br.	ตานโมย	เหล็กไม้ไผ่	ราก นำมาต้มน้ำหรือดองเหล้าดื่มบำรุงร่างกายสำหรับผู้ชาย	3
Araceae	*Scindapsus hederaceus* Schott.	คอกิ่ว	ดกดกกะสะ	ใบ นำมาเผาให้เป็นเถ้า ทาคอแก้ไอ	3
Araliaceae	*Trevesia arborea* Merr.	ต้าง	กะติบาริล	ผลอ่อน ยอดอ่อน นำมาประกอบอาหาร	2
Arecaceae	*Calamus castaneus* Griff.	จากเขา	หะแต็บ	ผลสุก ใช้รับประทาน ใบ ใช้มุงหลังคาที่พัก	2
	Caryota mitis Lour.	เต่าร้างแดง	เต่าร้าง	ยอดอ่อน นำมาประกอบอาหาร เส้นใยสีน้ำตาล มีลักษณะคล้ายสำลี นำมาอุดกระบอกบอเลา ก่อนที่จะเป่า หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงในการติดไฟ	2
	Salacca wallichiana Mart.	ระกำ	ยังกาม	ผล ใช้รับประทาน ก้านใบ ใช้ทำจุกก๊อกสวมส่วนโคนลูกดอก	2
Aristolochiaceae	*Thottia tomentosa* (Bl.) Ding Hou		ยาไฟไหม้	ใบ นำมาเผาให้เป็นเถ้า พอกบริเวณแผลที่โดนไฟไหม้	2
			อะเต็งโกฮับ	ใบ นำมาเผาให้เป็นเถ้า พอกบริเวณแผลที่โดนไฟไหม้	3
Athyriaceae	*Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.	กูดกิน	ปะกูลาตะ	ยอดอ่อน นำมาประกอบอาหาร	1
Bambusaceae	*Schizostachyum* cf. *jaculans* Holtt.		ไผ่ซาง	ลำต้น นำมาทำบอเลาและลูกดอก เป็นเครื่องมือใช้ในการล่าสัตว์	2
Burseraceae	*Canarium pseudodecumanum* Hochr.	จันหาน	ตะแนก	ชัน นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการเชื่อมสิ่งต่างๆ ให้ติดเข้าด้วยกัน	2
	Triomma cf. *Malaccensis* Hook.f.		บิฮา	ชัน นำมาเผาให้เกิดควัน หายใจนำควันเข้าไปรักษาอาการเป็นหวัด	3
Campanulaceae	*Pentaphragma begoniifolium* Wall.	อ้ายเบี้ยว	บาตุ	ใบ นำมาประกอบอาหาร	2
Celastraceae	*Salacia macrophylla* Bl.	สะเดาเย็น	ปาปูล	ผลสุก ใช้รับประทาน	2
			ไปปุ้ย	ผลสุก ใช้รับประทาน	3
Connaraceae	*Connarus* sp.		แชงนุท	ราก นำมาต้มน้ำดื่ม รักษาริดสีดวงทวาร	2
	Roureopsis cf.*asplenifolia* Schellenb.		อะกาเม็ดเบียช	ราก นำมาต้มน้ำดื่ม รักษาเบาหวาน	2
Costaceae	*Costus globosus* Bl.	เอื้องดิน	ปันหยาว	ลำต้น นำมาคั้นน้ำดื่มรักษาอาการเป็นนิ่ว	2
	C. speciosus (Koenig) Sm.	เอื้องหมายนา	ปันหยาว	ลำต้น นำมาคั้นน้ำดื่มรักษาอาการเป็นนิ่ว	2
				ลำต้น นำมาคั้นน้ำหยอดตา แก้อาการตาแดงแสบตา	3

ตารางที่ 3. (ต่อ)

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อชาไก	ส่วนที่ใช้ / วิธีใช้	กลุ่มชาไก
Cyperaceae	*Mapania cuspidata* (Miq.) Vitt. var. *petiolata* (Clarke) Vitt.		สวรรค์	ราก นำมาดื่มน้ำต้ม แก้อาการปวดศีรษะ	2
Ebenaceae	*Diospyros sumatrana* Miq.	ลักเคยลักเกลือ	จะกะ	ใบ นำมาเผาไฟให้เป็นเถ้า ผสมกับมันสุนะ ก่อนนำไปประกอบอาหาร เพื่อลดความเผ็ดร้อนของมันสุนะ	2
Euphorbiaceae	*Elateriospermum tapos* Bl.	ลูกประ	ลูกประ	เมล็ด นำมาต้ม หรือเผารับประทาน	2
Gnetaceae	*Gnetum gnemon* Linn.	ผักเมี่ยง	ปันดะ	ราก นำมาต้มน้ำดื่มก่อนมีประจำเดือน 1 อาทิตย์ ป้องกันการตั้งครรภ์	1
	G. tenuifolium Ridl.	เมื่อยนก	ตาเกิน, เต็ก	หัวใต้ดิน นำมาต้ม หรือเผาไฟรับประทานได้	1
Icacinaceae	*Stemonurus* sp.	อ้ายบ่าว	บิบาว	ราก นำมาต้มน้ำหรือดองเหล้าดื่มบำรุงร่างกายสำหรับผู้ชาย	2
Lamiaceae	*Gomphostemma scortechinii* Prain		เหล็กฟักไข่	ราก นำมาต้มน้ำหรือดองเหล้าดื่มบำรุงร่างกายสำหรับผู้ชาย	2
	Dianella ensifolia (L.) DC.	หญ้าหนูต้น	กะไซ	ราก นำมาต้มน้ำดื่มรักษาความดันสูง - ต่ำ	1
			กะไซ	ราก นำมาต้มน้ำดื่ม รักษาอาการปวดท้อง แก้หวัด ไอ	3
Liliaceae	*Peliosanthes teta* Andr.	สามสิบ	ฮะลูแฮ	ราก นำมาต้มน้ำดื่มรักษาอาการปวดเมื่อย	1
			มะแนง	ราก นำมาต้มน้ำดื่ม รักษาอาการหอบ	2
			ละป๊อบดกดก	ใบ นำมาเผาให้เป็นเถ้า ทาคอแก้หอบ	3
Loganiaceae	*Strychnos* sp.		ย่านชนช้าง	เปลือกลำต้น ขูดนำมาผสมกับยางอีโป๊ะ ทำยาพิษล่าสัตว์	2, 3
Maranthaceae	*Donax cannaeformis* (G.Forst.) K.Schum.	คลุ้ม	ตารา	ลำต้น นำมาทำหลังคาที่พัก และทำแคร่นอน	2
Menispermaceae	*Coscinium blumeanum* Miers.		ไท ลูกหับ	เมล็ด นำมาขัดจนเกิดเงาวาว ใช้ห้อยคอเป็นเครื่องประดับ	3
	Cyclea cf. *laxiflora* Miers		ตวงกะม่า	ราก นำมาฝนกับน้ำ ทาหน้าผาก รักษาไซนัส และเลือดกำเดาไหล	1
	Tinomiscium cf. *petiolar* Hook.f. & Thoms.	ผ้าร้ายห่อทอง	กะลีวาย	ราก ลำต้น นำมาต้มน้ำดื่มรักษาริดสีดวงทวาร โรคกระเพาะอาหาร และระดูขาว	1
Moraceae	*Antiaria toxicaria* Lesch.	ยางน่อง	อีโป๊ะ	น้ำยาง นำมาใช้เป็นยาพิษใช้ในการล่าสัตว์	1, 2
	Poikilospermum suaveolens (Bl.) Merr.	ขมัน	ยะ	ใบ นำมาตำพอกบริเวณที่เป็นฝี ทำให้ฝียุบตัวเร็ว	1
	Streblus taxoides (Heyne) Kurz	ข่อยน้ำ	ยะอีส	ผล นำมาขยี้ผสมกับปูน ทาบริเวณคอเด็กแก้ไอ	1
Musaceae	*Musa acuminata* Colla	กล้วยป่า	เชด	ผลสุก ใช้รับประทาน ใบ ใช้ทำหลังคาที่พักอาศัย	3
Myrsinaceae	*Labisia pumila* (Bl.) F.- Vill & Naves	ว่านนางตัด	กาจิติมอ	ราก นำมาต้มน้ำให้สตรีหลังคลอดดื่ม เพื่อให้มดลูกแห้งเร็ว	1
			มะเนกะลัง	ราก นำมาต้มน้ำให้เด็กดื่มเพื่อขับพยาธิ	2
			เอ็ดกะลั้ง	ใบ นำมาเผาให้เป็นเถ้า ทาคอ ขับพยาธิ	3
Oleaceae	*Jasminum* sp.		ยาลูกขาด	ราก รับประทาน ป้องกันการตั้งครรภ์	2, 3
	Lepionurus sylvertris Bl.	หมากหมก	หมักมก	ราก นำมาต้มน้ำดื่ม รักษาอาการปวดเมื่อย ยอดอ่อน นำมาประกอบอาหาร	1
			หมักมก	ยอดอ่อน นำมาประกอบอาหาร	2, 3
Orchidaceae	*Corymborkis veratrifolia* Bl.		พลังหนุมาน	ราก นำมาต้มบำรุงกำลังสำหรับผู้ชาย	2
	Vanilla albida Bl.		ยาบองหลา	ลำต้น ใบ นำมาตำละเอียดพอกบริเวณแผลงูกัด	

ตารางที่ 3. (ต่อ)

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อซาไก	ส่วนที่ใช้ / วิธีใช้	กลุ่มซาไก
Pandanaceae	*Pandanus* sp.		เตยป่า	ใบ นำมาใช้สานภาชนะใส่สิ่งของ	2
Passifloraceae	*Adenia penangiana* Wilde	ปากกา	ปันเลอีก๊อบ	ราก ใบ นำมาตำละเอียด พอกบริเวณแผลงู ตะขาบกัด	1
Rubiaceae	*Lasianthus* sp.		ยาเดือน	ราก นำมาต้มน้ำให้เด็กดื่มเพื่อขับพยาธิ	1
	Phychotria rhinocerotis Bl.	พาโหมหิน	การัง	ราก นำมาต้มน้ำดื่มรักษาอาการเป็นนิ่ว	1
			ปะเหลิง	ผลสุก ใช้รับประทาน	2
	Saprosma brunneum Craib	พาโหมต้น	หักหูด	ใบอ่อน นำมารับประทาน ช่วยในการระบาย ลมในท้อง	2
			ฮันตุด	ใบอ่อน นำมารับประทาน ช่วยในการระบาย ลมในท้อง	3
Rutaceae	*Atalantia* sp.		ตายิมะนุ	ราก นำมาต้มน้ำดื่ม ทำให้ประจำเดือนมาปกติ	1
			ยาร้อน	ราก นำมาให้สตรีหลังคลอดเคี้ยว รักษาอาการตก เลือด และลดอาการปวดท้องขณะมีประจำเดือน	2
	Glycosmis cf. *sapindoides* Lindl.		บ่อฮอล	ราก นำมาต้มน้ำดื่ม รักษาอาการเหน็บชา	1
Simaroubaceae	*Eurycoma* cf. *longifolia* Jack	ปลาไหลเผือก	ตุงกะอาลี	ราก นำมาต้มน้ำดื่มรักษามาเลเรีย ใบ นำมาต้มน้ำอาบ รักษามาเลเรีย	1
Smilacaceae	*Smilax corbulalia* Kunth	ข้าวเย็นเหนือ	จันจัง	ราก นำมาต้มน้ำหรือดองเหล้าดื่ม บำรุงร่างกายสำหรับผู้ชาย	1
Triuridaceae	*Sciaphila arfakiana* Becc.		เฮอะพวงซันไว	ทั้งต้น นำมาแช่ในน้ำมันมะพร้าว เสกคาถา กำกับ ใช้เป็นยาเสน่ห์	1
Zingiberaceae	*Etlingera littoralis* (Koen.) Gieseke	ปุดคางคก	ตะปุด	เหง้ารับประทานแก้หวัด ลำต้นนำมาทำแคร่รองนอน ทั้งต้นนำมาทำหลังคาที่พัก	3
	Zingiber montanum (Koenig) Link ex Dietr.		หัวไพล	เหง้า ใช้ในการประกอบพิธีกรรม เพื่อขับไล่ วิญญาณไม่ให้มารบกวน	1
	Z. spectabile Griff	ดาเงาะ	มะตังกะลา	เหง้าใช้รับประทานแก้ปวดท้อง น้ำในใบประดับ นำมาลูบศีรษะแก้อาการ วิงเวียน	-

บทสรุป

ปัจจุบันซาไกรุ่นใหม่ได้รับการถ่ายทอดภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพรรณพืชต่างๆ น้อยลง โดยเฉพาะการใช้เป็นพืชสมุนไพร เนื่องจากยาแผนปัจจุบันเข้ามามีบทบาทเพิ่มมากขึ้น สาเหตุเพราะรักษาโรคได้ผลเร็ว ใช้สะดวก แตกต่างจากพืชสมุนไพร เพราะปัจจุบันพืชสมุนไพรบางชนิดลดน้อยลง บางชนิดต้องเดินทางเข้าไปเก็บในป่าลึก ใช้เวลานาน ทำให้ความนิยมในการใช้ลดลง พืชสมุนไพรหลายชนิดของซาไกที่ได้ศึกษาครั้งนี้ สามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกชนิดพืชเพื่อการวิจัยและศึกษาสรรพคุณ เป็นการลดขั้นตอนในการวิจัย มีโอกาสประสบความสำเร็จมากกว่าการค้นคว้าโดยไม่มีข้อมูลพื้นฐาน และมีพืชบางชนิดที่ไม่ปรากฏในเอกสารใดมาก่อน น่าจะได้มาศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีและยืนยันสรรพคุณเพื่อพัฒนาเป็นยารักษาโรคต่อไปได้

นอกจากกลุ่มที่ได้สำรวจครั้งนี้แล้ว ไพบูลย์ (2523) รายงานว่ายังมีซาไกอีก 2 กลุ่ม ในประเทศไทย คือ กลุ่มยะฮาย และแตะเด๊ะ ที่ยังไม่มีข้อมูลการสำรวจด้านใดเลย จึงควรสนับสนุนให้มีการศึกษาอย่างจริงจัง ก่อนที่ชนกลุ่มนี้จะสูญหายไปจากประเทศไทย หรือก่อนที่จะรับวัฒนธรรมจากสังคมเมืองจนไม่เหลือเอกลักษณ์ความเป็นซาไก

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุและวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 542077

เอกสารอ้างอิง

ชูศรี ไตรสนธิ. 2539. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวเขาในภาคเหนือของประเทศไทย. *ใน* การประชุมวิชาการทางพฤกษศาสตร์ เรื่องทรัพยากรพืชของเชิงเขาหิมาลัย. องค์การสวนพฤกษศาสตร์ สำนักนายกรัฐมนตรี. หน้า 2-8.

บุศบรรณ ณ สงขลา และคณะ. 2537. การศึกษาและสำรวจพรรณไม้บางชนิด ซึ่งชนกลุ่มน้อยเผ่าซาไกใช้ประโยชน์. *ใน* รายงานขั้นสรุปการขุดค้นที่ถ้ำหมอเขียว จังหวัดกระบี่ ถ้ำซาไก จังหวัดตรัง และการศึกษาชาติพันธุ์วิทยาทางโบราณคดี ชนกลุ่มน้อยเผ่าซาไก จังหวัดตรัง โครงการวิจัยวัฒนธรรมโหบินเนียนในประเทศไทย. ศูนย์มนุษยวิทยาสิรินธร กรุงเทพฯ. หน้า 128-148.

ไพบูลย์ ดวงจันทร์. 2523. ซาไกเจ้าแห่งขุนเขาและสมุนไพร. สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ กรมศาสนา.

สุรินทร์ ภู่ขจร และคณะ. 2537. รายงานขั้นสรุปการขุดค้นที่ถ้ำหมอเขียว จังหวัดกระบี่ ถ้ำซาไก จังหวัดตรัง และการศึกษาชาติพันธุ์วิทยาทางโบราณคดี ชนกลุ่มน้อยเผ่าซาไก จังหวัดตรัง โครงการวิจัยวัฒนธรรมโหบินเนียนในประเทศไทย. เล่มที่ 2. ศูนย์มนุษยวิทยาสิรินธร กรุงเทพฯ.

Chuakul, W. 1994. Medicinal and edible plants of the Semang tribe in Thailand. *Mahidol J. Pharm. Sci.* 21(2): 50-57.

Environmental and Anthropogenic Factors That Affect an Ecologically and Economically Important Tree, *Castanopsis indica*, in Northeastern Thailand

George Gale and Sudarut Tripetchkul
Division of Natural Resources Management, School of Bioresources & Technology,
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand

Although community forestry is now viewed as a solution to Thailand's forest conservation problems, supporting data comparing the ecological function of communal forests to forest inside the current protected area system are largely absent. Without such scientific data, it will be difficult for scientists and forest managers to guide the development of sound forest management policy. This study examined some basic ecological parameters of *Castanopsis indica*, a tree that is utilized for mushroom cultivation in northern Thailand in order to provide local people with information that would allow them to sustainably manage this species. Between 1998-2002, we examined *C. indica* adults, seedlings, and seeds in two community forests, one protected area adjacent to the community forests, and in a nursery. The parameters investigated included: (1) the effects of branch cutting on the growth and survival of adult trees, (2) the effects of seed predation, fire, and light availability/canopy cover on seed germination, seedling survival, and seedling growth on forest plots, (3) the effects of light and moisture on seed germination, seedling growth and seedling survival in the nursery, and (4) growth and survival of seedlings transferred from the nursery back to the local community. The results suggested that branch cutting, provided that not all branches were removed, did not negatively affect adult growth and survival at least in the short-term, although more long-term data will be required. Mortality of unprotected seeds was almost 100% on all plots, however the predation rate was clearly faster in the community forests compared to the national park; the reasons for this difference are unclear at this time. Based on the forest and nursery experiments seedling growth rates were higher in higher light environments, but there appeared to be some greater risk of mortality from drought stress. However, fire was probably responsible for 50% of all seedling mortality in our plots. Germination rates in the nursery were 80-92% and survival was approximately 90% for those seedlings transferred out of the nursery to a deforested site. Our results suggest that this species could be successfully managed in community forests and nurseries through the use of some basic precautions with agricultural fires and simple nursery techniques.

Key words: *Castanopsis indica*, community forestry, seed predation, seedling growth and survival

Introduction

One proposed solution to Thailand's forest resource over-exploitation and land ownership problems is to decentralize control over forest management (Hussain and Doane, 1995; Hirsch, 1996; Vandergeest, 1996). Community forests, areas where people agree collectively to maintain forest resources (Puntasen, 1996), which have long existed in Thailand, have been reemphasized in the wake of calls for decentralization. In theory, community-level management creates a framework in which forest resources are used fairly and efficiently and thereby promote sustainable use and conservation (Narintarangkul Na Ayuthaya, 1996; Puntasen, 1996). However, while the political and economic benefits of such a decentralized system are relatively clear, the ecological/environmental benefits are not. Specifically, there is almost no data directly comparing the ecological function of community forests with that of forests in Thailand's current protected area system. Furthermore, without such supporting scientific data, it will be difficult for scientists and forest managers to guide the development of sustainable forest policy.

The goal of this 3.5-year study was to examine how environmental and anthropogenic factors influence the growth and survival of *Castanopsis indica*, (known as *ko khao* or *ko lim* in Thai) one of several tree species that is used by northern Thai villagers as a growth substrate for cultivating mushrooms. *C. indica* is also used for making charcoal, fuelwood, and many other functions in

northern Thailand and elsewhere in the region (e.g. Shrestha and Shengji, undated). Although this species is probably not widely used in Thailand (Schmidt-Vogt, 2001), it appears to be a relatively important species both economically and ecologically in upland (900-1500 m) plant communities throughout the region (Shrestha and Shengji, undated; Schmidt-Vogt, 2001). The geographic range of *C. indica* includes parts of India, Myanmar, Thailand (northern and eastern sections), China, Nepal, Taiwan, Laos, Cambodia, and Vietnam (Barnett, 1942).

Specifically, our goals were:

1) To examine the effects of branch cutting on (a) mortality and (b) fruit production of adult trees of *Castanopsis indica* that have been cut by villagers.
2) To determine the primary factors that affect *C. indica* seedling recruitment and measure demographic parameters of *C. indica* including (a) adult growth rate, (b) adult mortality, (c) adult fruit production, (d) seedling growth and mortality, (e) seed germination.
3) To determine the effects of light and moisture levels on *C. indica* seed germination, seedling growth and survival in the nursery, and their survival after being transferred back to the field.

Methodology

Study sites

The study sites consisted of three areas, two community forests nearby two villages, Bor Muang Noi (BN) and Huay Nam Pak (HN), in the district of Nahaeo, Loei Province and Nahaeo National Park (NP) (712200 E, 1941300 N UTM zone 47), which was adjacent to the community forests. Much of these community forests are used for hunting, collecting of plants and fungi for food and medicine, and timber for charcoal production, home building and mushroom cultivation (G. Gale *pers. obs.*). Parts of the community forests near agricultural lands burn frequently (approximately once per year) because of fires used for land clearing and land preparation (G. Gale *unpubl. data*). In the community forests of both villages, tree branches of *C. indica* are cut. The vegetation of NP is probably less impacted by people and branches of *C. indica* are not cut. However, there is intensive hunting and collecting by local villagers in the Park (G. Gale *pers. obs.*).

Effects of branch cutting on adult trees

All sample plots were located in the two community forests and in one location in the "protected" portion of the National Park. The sample plots in the community forests were selected between August and October 1998 by choosing *C. indica* trees with cut branches and which were generally > 10 m from others of the same species, although the distance criteria could not always be met. These trees where then compared with *C. indica* in the National Park, which were not cut. Study plots in the National Park were also established by selecting trees where the distance between adults was > 10 m. All sample trees were estimated to be > 10 years old based on our preliminary growth rate data, although we did not have tree cores to confirm this directly. In total, 6 sample plots were set in the HN community forest, 15 plots in the BN community forest and 17 plots in the National Park.

Diameter at breast height (1.30 m) was measured once every six months, and each diameter was estimated to the nearest millimeter based on three independent measurements using a diameter tape. Trees were marked with nails to insure that the trees were measured consistently each time. Trees were examined every three to six months.

Because this species produces a relatively small number of fruits, an estimate of fruit density was taken during August and early September of each year by directly counting the number of ripe and unripe (green) fruits just prior to fruit fall between August and November. Counting was aided by using 10-power binoculars.

Establishment of plots for monitoring seedling growth and survival

Starting in August 1998, circular plots, 10.5 m. in radius were established around each sampled adult tree. A radius of 10.5 m was chosen based on the median seed dispersal distance of three other species in the same family (Fagaceae) that had similar seed morphology to *C. indica* (median dispersal distance of those species was between 5.6 to 10.6 m, (Ribbens et al., 1994).

Starting in October 1998, we counted seedlings that were shorter than 50 cm. in height in each circular plot. We recorded the number of seedlings and tagged them with uniquely numbered aluminum tags.

Effects of fire on seedling growth and survival

Sample plots in Bor Muang Noi community forest were accidentally burned by a fire that spread from an agricultural field between 15 and 16 March 1999 and 15.5 plots in the National Park were burned between 1 and 13 April 1999, by fires intentionally set by villagers for hunting purposes. In each sample plot, we recorded seedlings that were killed and those that survived the fires. For a subsample of seedlings for which we had height data, we were able to estimate survival relative to height (see below).

Seedling growth rate was measured on a randomly chosen subsample of twenty seedlings per plot (5 seedlings from each cardinal direction). For quadrants with less than 5 seedlings, all seedlings were measured. The maximum vertical height of the seedlings was measured every two months with a tape measure to the nearest millimeter. We then compared the effects of fire on seedling growth rates by comparing the seedlings of the burned plots with seedlings from the unburned plots. The relative growth rate (RGR) (%/year) was calculated following the methods of Zangkum et al. (2000). A relative performance index (RPI) was calculated also following the methods of Zangkum et al. (2000) (see below). RPI combines survival and growth rate into one index, thus if RPI is high this suggests that seedlings have both a high relative growth rate and a high relative survival rate.

$$RGR = \frac{(LnH_2 - LnH_1) \times 365*100}{(t_2 - t_1)}$$

where H_1= (height, radial diameter or leaf area) starting time (cm., or mm.)
H_2=(height, radial diameter or leaf area) final time (cm., or mm.)
(t_2-t_1) = time between first and last measurements (days)

$$RPI = \frac{\text{mean \% Survivial*10}}{\text{Max. mean \% Survival}} \times \frac{\text{mean RGR*10}}{\text{Max. mean \% RGR}}$$

Effects of light availability on seedling growth and survival

Every two months starting in January 1999, we measured the canopy cover over the 20 selected seedlings in the plots by using an ocular tube (1.5 inches in diameter and 10 cm long) following modified methods of James and Shugart (1970). The estimation was be done by looking through the ocular tube vertically at the tree canopy and estimating the percentage of non-vegetation (sky) visible in the circle of the tube. We also measured light availability that hit the seedling by using a lux meter (Extech, model 401025). We estimated the light availability by comparing the lux reading at the seedling with a simultaneous lux reading in a nearby open area.

We measured seedling survival and growth using the same methods as above. The relationship between light availability, growth rate and survival was analyzed by using regression techniques.

Effects of canopy cover on seedling growth and survival

Beginning in October 1998, we estimated the percentage of canopy cover in each plot using methods from James and Shugart (1970). Along the four transects within each circular plot (N, S, E, W), a total of 28 evenly spaced samples of canopy cover (7 estimates of canopy cover per transect) were recorded by pacing off along the transects and sighting into the ocular tube. Estimates were repeated every two months. We measured seedling survival and growth using the same methods as above. The relationship between canopy cover, growth rate and survival was also analyzed using regression techniques.

Seed germination, seed predation and seedling establishment in the forest

Around four of the sampled trees in each forest, four, 1.5 x 1.5 m plots were located in four general habitats with different levels of canopy cover and ground vegetation cover, ranging from open

canopy cover and sparse ground vegetation cover to closed canopy and dense ground vegetation cover. These included:

1) Full canopy cover and dense/ ground vegetation cover
2) Full canopy cover and partial or no ground vegetation cover.
3) No canopy cover and dense/ ground vegetation cover
4) No canopy cover and partial or no ground vegetation cover

A plot was considered to have " low" canopy cover if the cover was less than 20% and canopy cover was considered closed if the cover was higher than 20 %. Ground vegetation cover was called "low" if cover was less than 25 % and vegetation cover was considered "high" if it was greater than 25 %. In each of these plots, 30 seeds were placed and divided into 3 treatments to assess the effects of predators and to examine methods of protecting seeds: no cage (no protection from predators), small cages (7.5 x 5 x 9 cm made from wire mesh), and large cages (16 x 16 x 16 cm).

Seed germination and the effects of light availability on seedling growth in the nursery

Seeds of *C. indica* were collected within the community forests of BN and HN under parent trees. Seeds damaged by insects or other factors were discarded. Seed viability was also tested through floatation (Clintra, 1997). Three treatments were applied, full sunlight, partial shade (30% of full sun), and heavy shade (15% of full sun) and 25 seeds were used for each treatment. Each treatment was set up in a randomized complete block design with four replicates. Full sun was performed by growing the seeds in an open area, which received a minimum of 4 hours of midday sun. Partial and heavy shade treatments were performed by shading the seeds with one or more layers of shade cloth. Seeds were planted in seed trays with two layers of filter paper in experiments to test for the effect of light on germination. Tests of the effect of light intensity on germination and seedling establishment used REX tray root-trainers (300 cm^3) filled with forest soil. Germination media in all treatments were kept moist by regular watering two times per day following the methods of Hardwick et al. (1997). Germination on either the filter paper medium or forest soil medium was recorded at 15-day intervals. In the filter paper experiment, a seed was recorded as germinated once the radicle had emerged through the seed testa (Fenner, 1985). The emergence of epicotyl was used as a measure of germination in the forest soil experiment because seeds were buried. Monitoring of germination ceased when no more seeds had germinated for at least 1 week. The number of surviving seedlings was counted and root length (in the filter paper medium) and height (in the forest soil medium) were measured with a measuring tape to the nearest millimeter. The relative growth rate (RGR) and relative performance index (RPI) were calculated following the methods of above. The growth rate was checked twice a month for the first two months and once a month thereafter. The seedlings were measured for a total of 171 days (September to March 2001); the experiment was terminated prematurely due to a temporary lack of water.

Effects of moisture and light availability on seedling survival in the nursery

In a separate experiment from above, we removed approximately 1-year old seedlings of *C. indica* from a disturbed patch of roadside forest that were of similar height and stem width (approximately 12 cm tall with a 1.6 mm. stem diameter) on 20 December 1999. Seedlings were planted in individual bags (8 x 25 cm) containing forest soil and rice husk to improve water absorption (2:1, soil: husk).

We randomly assigned seedlings to be grown in one of three light treatments (full sunlight, partial shade (30% of full sun), and heavy shade (13% of full sun) and two watering treatments (low moisture and high moisture) using a factorial design with 24 seedlings per treatment. Full sun was provided by growing the plants in an open area, which received a minimum of 4 hours of midday sun. Partial and heavy shade treatments were provided by shading the plants with one or two layers of shade cloth respectively. Seedlings in the low moisture treatment were subjected to natural rainfall only, while high moisture treatments received supplementary water two times per day in the full sun treatment, once per day in the partial shade and in the heavy shade every other day following the methods of Hardwick et al. (1997). The growth rates were checked weekly for the first two months; the number of surviving seedlings was counted and vertical growth, radial growth and leaf area were measured. The maximum vertical height of each seedling was measured with a tape measure to the nearest millimeter (from the base of the soil to the shoot apex). For radial growth, calipers were used to measure (to the nearest 0.1 mm.) stem diameter at ground level or at the top of the root collar

following the methods of Kobe (1999). Area of healthy leaves was estimated using a regression equation (see below) using leaf length and leaf width as independent variables. To develop the regression equation, a sample of thirty leaves of *C. indica* of several sizes were harvested and a Calcomp 9100 digitizer with Arc/Info software was used to digitize the area of each leaf.

We calculated relative growth rate (RGR) (% / year, for vertical, radial and leaf area growth) and a relative performance index (RPI, combining survival and growth rate in one index) following the methods of Zagkum et al. (2000). The seedlings were measured for a total of 261 days (25 January to 12 October 2000).

Seedlings in the nursery were also compared with seedlings in forest plots. Forest plots were chosen near (<50 m) from where seedlings for the nursery study were collected (seedlings also had similar heights and stem widths to those used in the nursery experiment). The locations were chosen randomly for 5, 2 x 2 m plots. Five seedlings per plot were randomly chosen for measurement which included height, stem radius and leaf area following the same methods used in the nursery. These data were compared with the seedlings grown in the nursery. The seedlings were also measured during the same 261 days as above.

Growth and survival of seedlings transferred from the nursery to the field

A second set of seedlings grown under similar conditions in the nursery was transferred to the field. The site was located at BN next to a villager 's home adjacent to the nursery. One half of the site had canopy trees (50% of full sunlight), but all of the understory was removed. The other half of the site had no understory or canopy cover (100% full sun). Both areas had short (< 15 cm.) grasses and other weedy vegetation.

Each treatment plot was 20 x 25 m and the distance between each seedling was 5 m. The distances between treatments was 10 m. Seedlings were placed in 50 x 50 x 50 cm. pits. On 2 November 2000, a total of 60 seedlings were transferred from the nursery to the field. Seedlings, which were in good health, were transferred from partial shade or heavy shade treatments in the nursery. The seedlings had been in the nursery for 9 months (January 2000 - October 2000). Seedlings were randomly assigned to field treatments and were labeled to insure that any difference caused by the different nursery pre-treatments could be recorded.

Light directly above each seedling of both treatments was measured using a light meter (Lux). Visual estimates of canopy cover were measured using an ocular tube as above. Water was given everyday until the rainy season began in June of 2001. Weeding was done once every 3 months during the dry season, and once per month during the rainy season. The experiment was monitored every 2 weeks for the first 4 months and once per month for the remaining 8 months. The seedlings were measured using the same methods as above.

Results

Effects of branch cutting on adult trees

A total of 38 trees have been measured: 6 in HN, 15 in BN, and 17 in NP. The number of branches removed was not significantly different between the two community forests (Mann-Whitney U-test, $P > 0.05$). However, the sampled trees were probably more heavily impacted on BN, where three trees had all of their branches cut, one tree was completely removed, and another fell possibly due to natural causes.

Growth rate of the remaining trees was not significantly different between the community forests and National Park or between the community forests themselves (Mann-Whitney, $P > 0.05$), but the sample size was small and additional time may be required before effects become apparent.

Fruit production varied among years and plots (Figure 1). This species appears to produce fruit mostly in alternate years, such that 1998 and 2000 were relatively productive years, while in 1999 and 2001 little or no fruit was produced. However, individual trees appeared to be highly variable in their productivity. Trees in BN produced notably less fruit, presumably due to the intensive branch cutting. Because it cannot produce fruit from the main trunk, *C. indica* cannot reproduce (sexually) if all of its branches are removed.

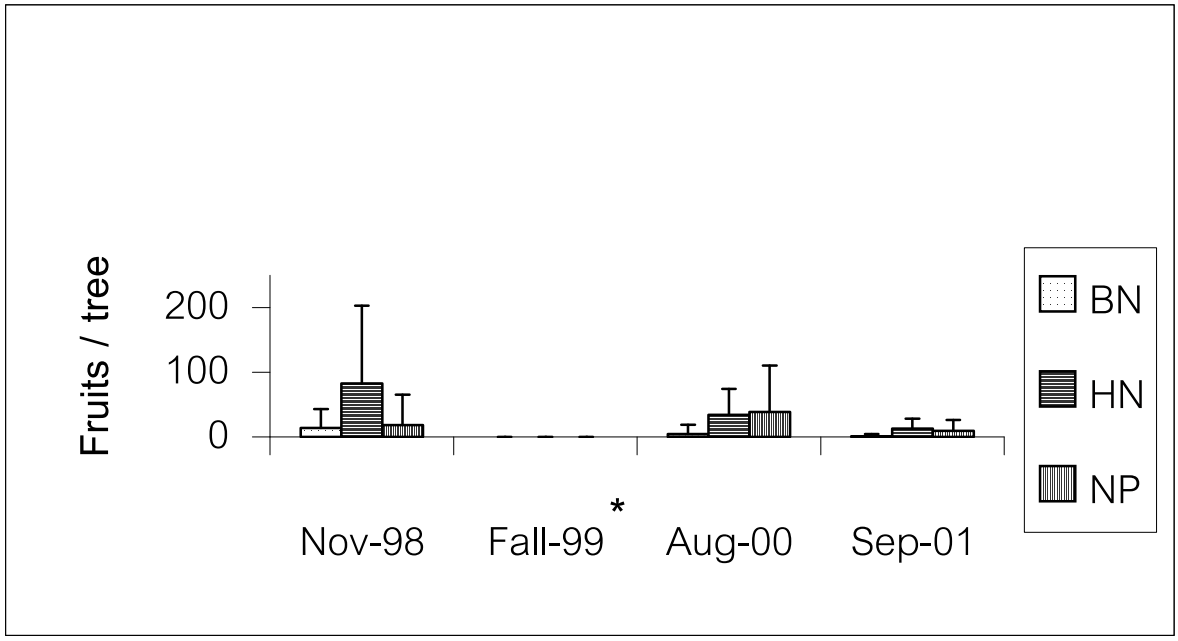


Figure 1. Average number of fruits per *C. indica* tree observed during 1998-2002 on the study sites. (*almost no fruit was produced in 1999, but no exact measurements were taken; error bars represent 1 standard deviation).

Effects of fire on seedling mortality

Fires occurred 15-16 March 1999 in the BN community forest and 1-13 April 1999 in the National Park. Fire was the largest source of seedling mortality (Table 1). In the burned plots, seedling survival was reduced by fire and overall survival in the unburned plots was greater than in the burned plots (data not shown). The taller (older) seedling had a higher survival rate after fire than the shorter (younger) individuals (see Figure 4), probably because taller seedlings were likely to have longer and deeper root systems than shorter seedlings.

Table 1. Probable causes in percent of seedling death between November 1998 to November 2000. Death during the dry season was assumed to be from drought stress, but other sources could not be ruled out, such as nutrient competition.

Source of mortality	% (all plots)
Fire	49.3
Drought stress	41.0
Herbivores	0.9
People	7.4
Unknown	1.5

Seed germination, seed predation, and seedling establishment in the forest

Unprotected seeds disappeared rapidly from the community forest plots; between 89-99% were removed or eaten within the first 10 days. Unprotected seeds in the National Park disappeared at a much slower rate; 39% were removed after 10 days (see Figure 2). However, all unprotected seeds from all plots were removed or destroyed within 74 days. Thus, for unprotected seeds, germination was low, 0-5%, while significantly higher (~35%) for the partially protected seeds. Germination probably would have been higher under the cage treatments, but these too were also subject to small mammal as well as some probable predation from wild boar (*Sus scrofa*). Most (> 90%) of the germination occurred between 18-90 days after planting.

The main source of seed loss was probably from small mammals (see Figure 3). We assumed that most of the removed seeds were eaten based on the presence of partial remains, however some seeds may have been cached.

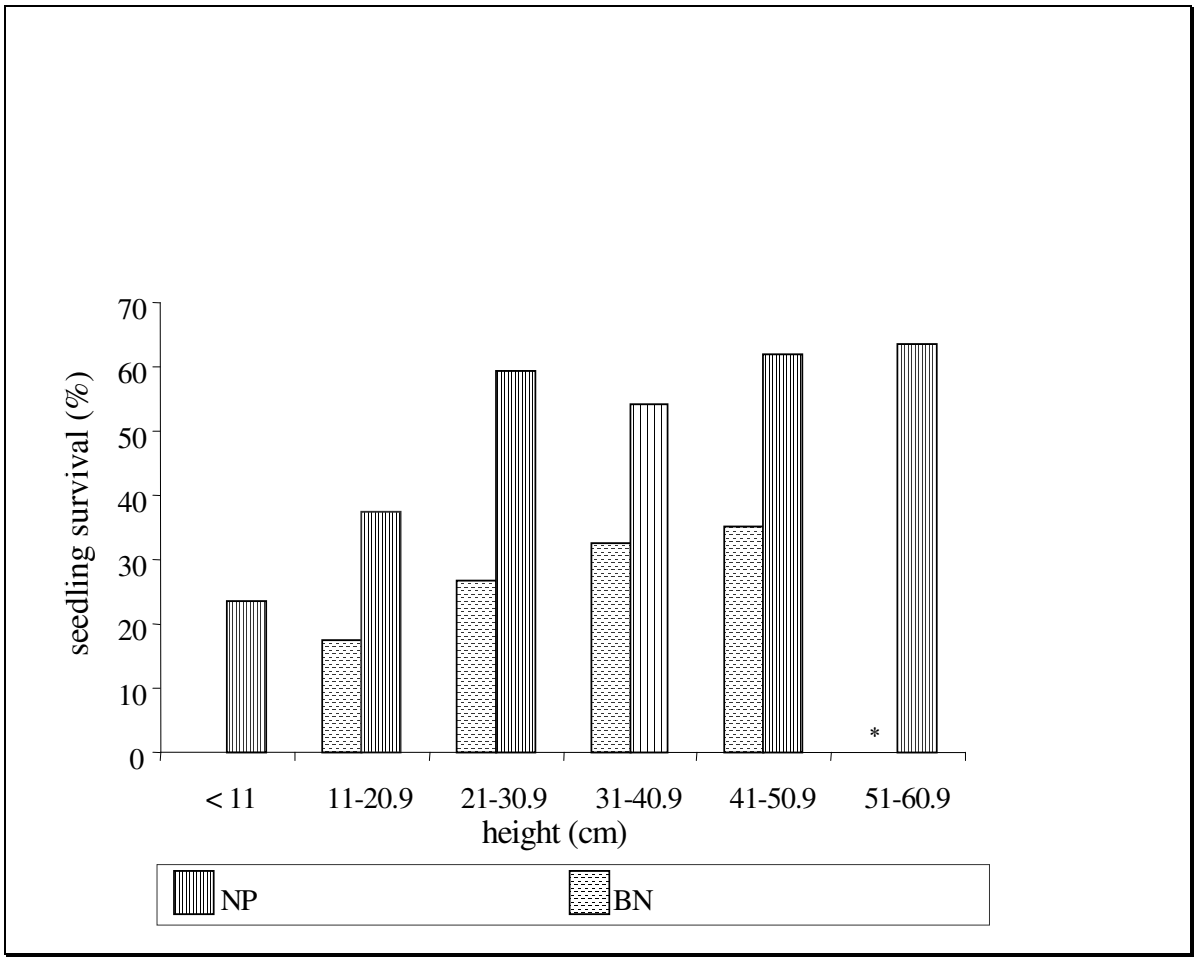


Figure 2. Percentage of seedling survival from fire in terms of seedling height in the two burned study areas (* insufficient sample size in this category, n ≤ 2).

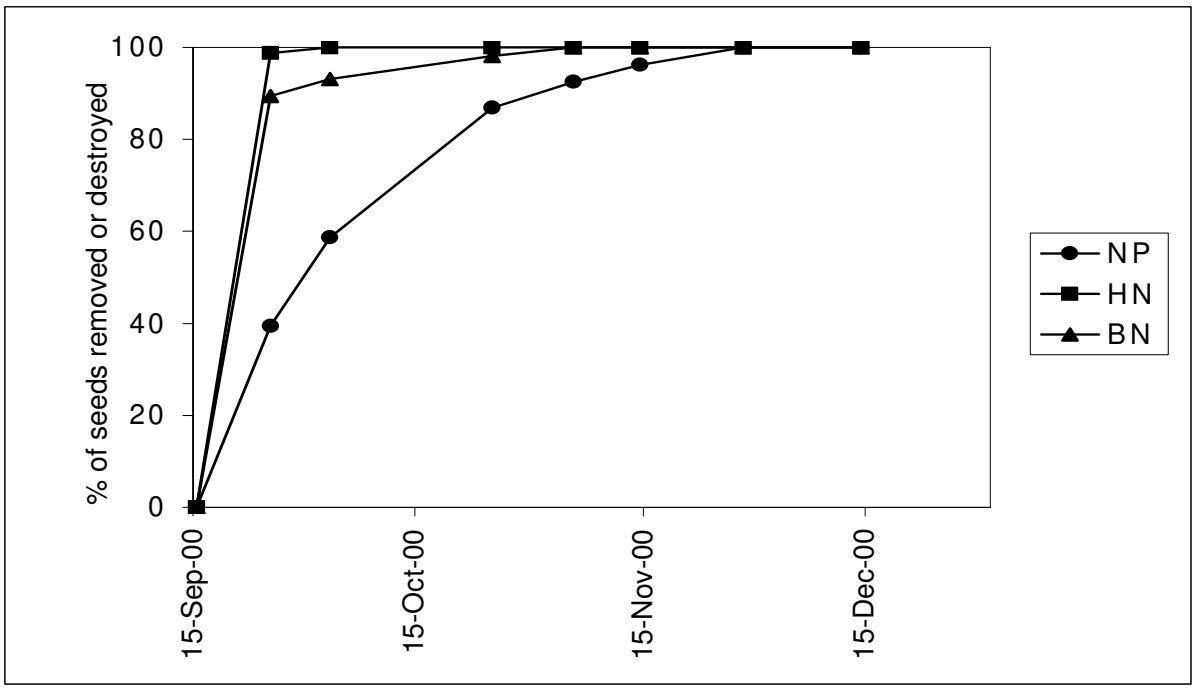


Figure 3. Seed mortality rate for unprotected seeds (15 September – 14 December 2000) in the three study areas.

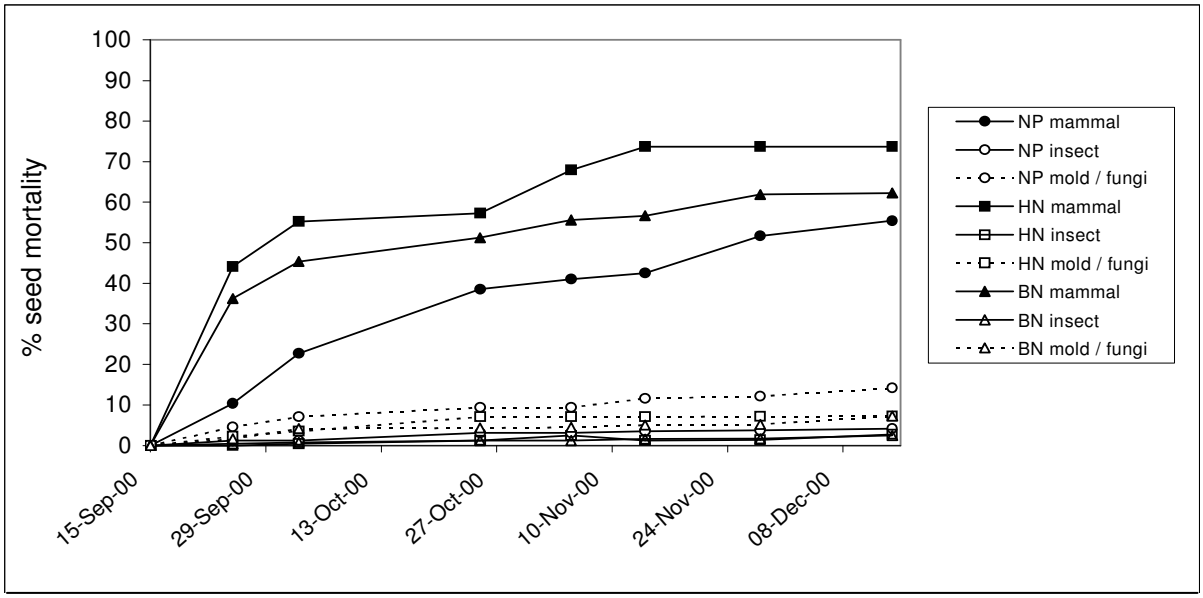


Figure 4. Sources of seed mortality for each of the three study areas (15 September – 14 December 2000) all cage treatments combined (protected and unprotected seeds).

Effects of light availability on seedling survival in the forest

Canopy cover was greater in the National Park than in the community forests, but this difference was not significant. Median light intensity was 4.8 % vs. 4.6 % respectively above alive and dead seedlings, which was also not significantly different.

Effects of light availability and canopy cover on seedling growth rates in the forest

Relative growth rate (RGR) was higher in the community forest than the National Park ($P < 0.05$, see Table 2). Visual estimates of canopy openness (ocular tube) above seedlings was also weakly, but significantly positively correlated with RGR ($R^2 = 0.07$, $P = 0.01$).

Table 2. The relative growth rate (RGR; % /year) and the relative performance (RPI) of seedlings for each study site both in burned and unburned areas.

Study Site	RGR* (% /year ± 1SD)	RPI
Community Forest Unburned (HN)	31.4 [a] (± 16.3)	58.8
Community Forest Burned (BN)	26.4 [a] (± 19.3)	40.9
National Park Unburned (NP)	11.4 [b] (± 7.7)	36.3
National Park Burned (NP)	15.4 [b] (± 9.7)	22.1

*Growth rates with different letters are significantly different, t-test $P < 0.05$

Effects of moisture and light availability on seedling survival in the nursery

Seedlings in the full sun and provided only natural rainfall (no water treatment) all died after 45 days (see Figure 5). The heavy shade, no water and partial shade, no water treatments had significantly lower mortality than the full sun, no water treatment. In contrast seedlings in the forest plots had a survival rate of 100%, but their growth rate was significantly slower (see below).

Effects of light availability on seed germination and seedling growth in the nursery

The overall germination on the filter paper medium was high for all treatments, ranging from 80% to 92% (Figure 6). The highest percent germination was observed in the partial shade treatment, but these differences were not statistically significant (χ^2 test, $p > 0.05$). More than 40 % of the seeds germinated within 2 weeks and the remaining seeds that did germinate, did so within two months.

Light significantly affected seedling vertical growth. Seedlings grown in full-sun and partial shade had a significantly higher relative growth rate (RGR) and relative performance (RPI) than seedlings grown under heavy shade (Table 3).

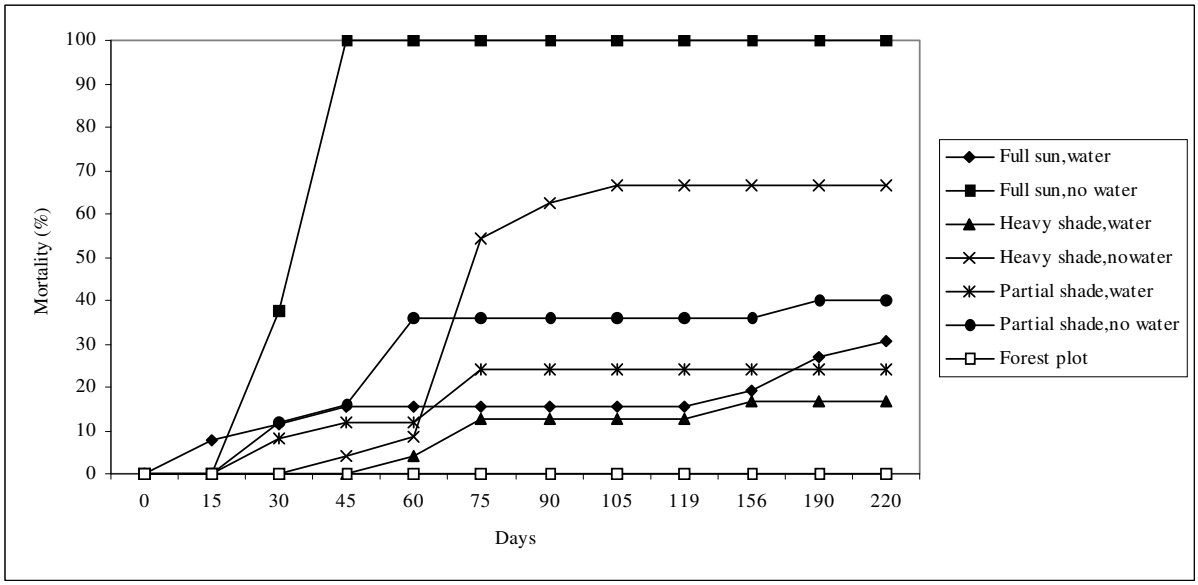


Figure 5. Mortality rates for seedlings in the nursery between January 2000 and August 2000.

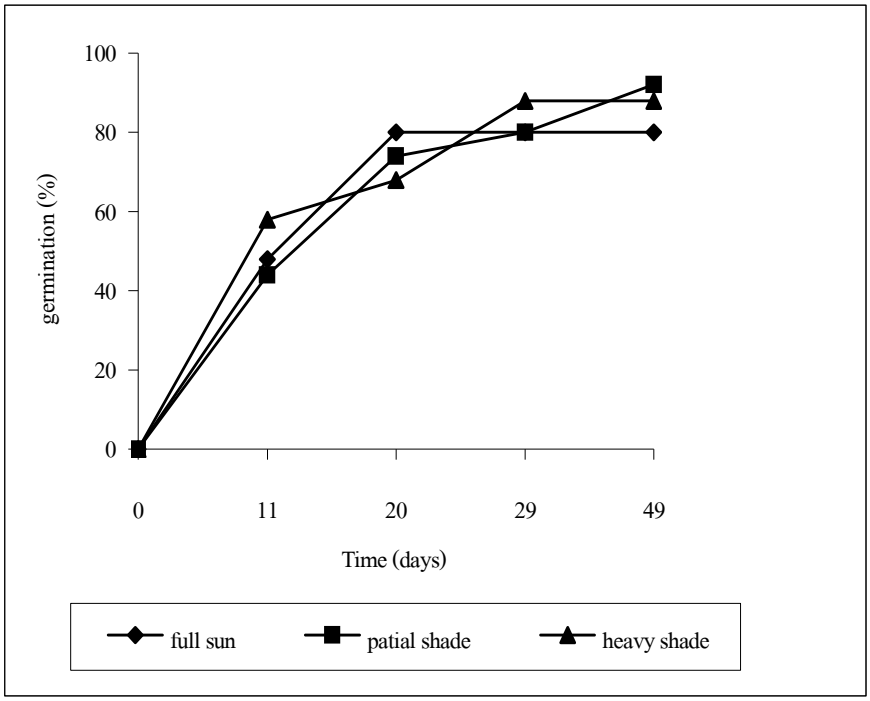


Figure 6. Percentage seed germination on filter paper media at different light availabilities.

Table 3. Relative growth rates (RGR) and relative performance (RPI) of seedlings grown under different light intensities. *RGR with different letters are significantly different (t-test, $P < 0.05$).

Treatment	RGR (%/year)*	RPI
Full sun	353.53[a]	100[a]
Partial shade	303.55[a]	85.86[a]
Heavy shade	188.99[b]	53.46[b]

Growth and performance of seedlings transferred from the nursery to the field

After approximately 14 months, seedlings grown in full sun had significantly higher relative growth rates than either those in the partial shade treatments, or those monitored in the forest plot (see Figure 7). The RGR of the partial shade treatment was also significantly higher than seedlings in the forest. Although, the forest seedlings were not given supplementary water as the other two treatments, and thus not directly comparable, the results were similar to an earlier nursery experiment where seedlings were not given supplemental water.

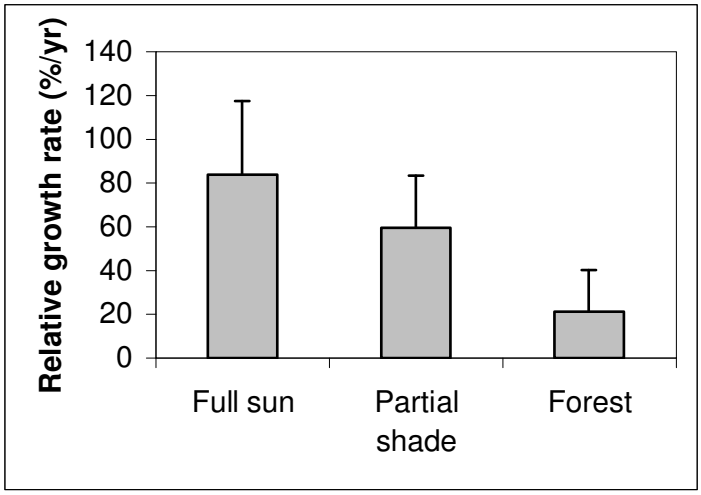


Figure 7. Relative vertical growth rate of seedlings transferred from the nursery to the field (431 days after transfer, all treatments significantly different, t-test, $p < 0.05$).

Discussion

We found no adverse effects of limited branch cutting on mortality or growth rates of *Castanopsis indica*, but this should be interpreted with caution because our sample size was small and the study period relatively short compared to normal, slow growth rates and death rates of trees. However, removing all branches of *C. indica* probably will impact the adult trees by preventing reproduction and is likely to affect their long-term survival. Although several branch lopping studies have been conducted in Asia on fast growing species (e.g., Gupta et al., 1996; Vishwanatham et al., 1999), there appears to be no available data for species in this family (Fagaceae). Thus, in the absence of precise data or data from similar species, we recommend keeping at least 75% of the tree crown, particularly the upper-most productive branches, as a reasonable tradeoff between economic benefits and the growth and reproduction needs of the tree. However, further information on the effects of cutting will be needed for long-term management of this species.

Seed germination and seedling establishment seems largely controlled by predation by small mammals,which is common for both temperate forest (Heithaus, 1981) and tropical rainforest (Blate et al., 1998). Predation was ~100% for all unprotected seeds, which is similar to previous results for some species in the neotropics (Janzen, 1969) as well as Southeast Asia (Blate et al., 1998), but the rate was clearly slower in the National Park compared to the community forests. The mammalian seed predator community appears to be different in the community forests, but has yet to be described and it is unclear at this time why human disturbance would have such an impact on seed predators and seed predation.

Human impacts on seedlings appear to be mostly the result of fire, which caused significant mortality (> 70%), particularly to younger seedlings (< 30 cm tall). Similar survival rates have been found for species in the same family (*Quercus*) and suggest that *C. indica* is relatively fire tolerant (Huddle and Pallardy, 1999). Fordyce et al. (1997) and others have found that fire tolerance is often age dependent, and at least partially dependent upon the ability to resprout, which is at least partly correlated with the amount of starch in the roots (Huddle and Pallardy, 1999).

Castanopsis indica is a relatively slow-growing species (~50 cm of vertical growth / year). However, the survival of this species in deep shade (5% of full sun) can be relatively high (~100%) at least over a relatively short time span (~ 1 year). This appears to fit the general paradigm that there is a clear trade-off between growth rate and survivorship at low light levels (Kobe et al., 1995; Veneklaas and Poorter, 1998). *C. indica* seedling growth rates appear to be best in high light

environments and were significantly higher in the community forests, which was probably due to increased light availability and perhaps soil nutrient availability (although no soil nutrient data has yet to be collected). Higher survival and growth rates in high light environments are common in tropical tree species (Augspurger, 1984). However, some shade dramatically increased the survival of drought stressed seedlings in the nursery and therefore areas of open canopy in the forest (such as in gaps created by branch and tree cutting) may occasionally increase mortality rates of young *C. indica* seedlings during particularly long periods of drought.

In conclusion, *C. indica* seems to tolerate moderate branch cutting, germinates and survives well in the nursery and can be successfully transferred from the nursery to the field. Thus, in theory *Castanopsis indica* probably could be effectively managed at the community level through long-term planning. In particular, a more logical management of agricultural fires could greatly reduce the mortality rates of this species and many others in forested areas adjacent to agricultural fields. However, fires were also started in the National Park presumably for hunting purposes and this represents a more serious problem of law enforcement in addition to education.

Acknowledgements

This research was supported by the TRF/BIOTEC special Program for Biodiversity Research and Training grant 142020. The principal investigators would like to thank Suttasinee Arcompat, Hataya Sangnnetra, Sansanee Sriamonmongkol, and Tharathip Sriboon for providing data for this report. We would also like to thank the villagers of Bor Muang Noi and Huay Nam Pak, Nahaeo National Park officers and other local officers of the Royal Forest Department and Royal Thai Military for providing logistical support.

References

Augspurger, C. 1984. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *Journal of Ecology* 72: 777-795.

Barnett, E.C. 1942. The Fagaceae of Thailand and their Geographical Distribution, Vol. 33. Part 3. June.

Blate, G.M., D.R. Peart and M. Leighton. 1998. Post-dispersal predation on isolated seeds: a comparative study of 40 tree species in a southeast Asian rainforest. *Oikos* 82: 522-538.

Clintra, C. 1997. Leaf litter effects on seed and seedling predation of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume tree *Dipteryx micrantha* in Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 13: 709-725.

Fenner, M. 1985. Seed ecology. 1st edition . Chapman & Hall, London, 151 pp.

Fordyce, I.R., D. Eamus, G.A. Duff and R.J. Williams. 1997. The role of seedling age and size in the recovery of *Allosyncarpia ternata* following fire. *Australian Journal of Ecology* 22: 262-269.

Gupta, R., M. Agarwal and N. Kumar. 1996. Effect of lopping intensities on growth and biomass production of *Bauhinia Purpurea* L. in north-west Himalaya low hill region. *Indian forester* 122: 396-404.

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.

Heithaus, E.R. 1981. Seed predation by rodents on three ant-dispersed plants. *Ecology* 62: 136-145.

Hirsch, P. 1996. Seeing Forests for Trees: Environment and Environmentalism in Thailand. Silkworm Books, Chiang Mai, Thailand.

Huddle, J.A. and S.G. Pallardy. 1999. Effect of fire on survival and growth of *Acer rubrum* and *Quercus* seedlings. *Forest Ecology and Management* 118: 49-56.

Hussain, M.J. and D.L. Doane. 1995. Socio-ecological determinants of land degradation and rural poverty in northeast Thailand. *Environmental Conservation* 22: 44-50.

James, F. and H. Shugart. 1970. A quantitative method of habitat description. *Audubon Field Notes* 24: 727-736.

Janzen, D.H. 1969. Seed eaters versus seed size, numbers, toxicity and dispersal. *Evolution* 23: 1-27.

Kobe, R.K. 1999. Light gradient partitioning among tropical tree species through differential seedling mortality and growth. *Ecology* 80(1): 187-201.

Kobe, R., S. Pacala, J. Silander and C. Canham. 1995. Juvenile tree survivorship as a component of shade tolerance. *Ecological Applications* 5: 517-532.

Narintarangkul Na Ayuthaya, P. 1996. Community forestry and watershed networks in northern Thailand. *In* P. Hirsch (ed.), Seeing Forests for Trees: Environment and Environmentalism in Thailand, pp.116-146. Silkworm Books, Chiang Mai, Thailand.

Puntasen, A. 1996. The Tambon Council and community forest management. *In* P. Hirsch (ed.), Seeing Forests for Trees: Environment and Environmentalism in Thailand, pp.72-88. Silkworm Books, Chiang Mai, Thailand.

Ribbens, E., J. Silander and S. Pacala. 1994. Seedling recruitment in forests: calibrating models to predict patterns of tree seedling dispersion. *Ecology* 75: 1794-1806.

Schmidt-Vogt, D. 2001. Secondary forests in swidden agriculture in the highlands of Thailand. *Journal of Tropical Forest Science* 13: 748-767.

Shrestha, K.K. and P. Shengji. undated. Vegetation and flora of the Kanchanjunga Conservation Area., International Centre for Integrated Mountain Development. Available: http://www.icimod.org.sg/focus/biodiversity/kanchenjunga.htm [2002, April 3]

Vandergeest, P. 1996. Property rights in protected areas: obstacles to community involvement as a solution in Thailand. *Environmental Conservation* 23: 259-268.

Veneklaas, E.M. and L. Poorter. 1998. Growth and carbon partitioning of tropical tree seedlings in contrasting light environments. *In* H. Lambers, H. Poorter and M.M.I Van Vuuren (eds.), Physiological Mechanisms and Ecological Consequences, pp. 337-361. Bakhuys Publishers, Leiden, the Netherlands.

Vishwanatham, M.K., J.S. Samra and A.R. Sharma. 1999. Biomass production of trees and grasses in a silvopasture system on marginal lands of Doon Valley of north-west India. 1. Performance of tree species. *Agroforestry Systems* 46: 181-196.

Zangkum, S., S. Elliott and P. Navakitbumrung. 2000. Effects of Container Type and Media on the Performance of Native Tree Species to Restore Degraded Forest Ecosystems in Northern Thailand. Faculty of Science, Chiang Mai University, Unpublished.

Post-Dispersal of Seeds in Feces of White-Handed Gibbons (*Hylobates lar*) by Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae)

Janya Jatejaroen
Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rama VI Rd., Bangkok 10400, Thailand

During one year of study, 42 species from 27 genera of seeds were found in gibbon feces ranging from tiny fig (*Ficus* spp.) and *Diplectria barbata* seeds of less than 1 mm in length to large *Elaeagnus conferta* and *Sandoricum koetjape* seeds of greater than 29 mm. A total of 1,818 dung beetles of at least 53 species from 9 genera have been found from the gibbon study area in Khao Yai, of which 60% of the beetles were caught during nighttime and 40% during daytime. Among all beetles, 50% (909 of 1,818) were from the hill habitat, the other half were from the valley. Dung beetle lengths varied from 2.4 to 26.9 mm. These insects were classified into four groups. The first were ball-rollers from the genera *Synapsis* and *Sisyphus* with long sickle-like hindlegs. *S. boonlongi* was the only beetle from *Synapsis* and reached 25.9 mm in length. One *S. boonlongi* made a dung ball 60 mm in diameter, rolled it 120 cm, and buried it 4 cm deep in the soil. *Sisyphus maniti* and *S. thoracicus* are small beetles, 4 and 7 mm long, respectively. Their balls were 7 and 15 mm in diameter. The longest distances they rolled them were about 150 cm. These beetles removed various seeds of different sizes that could be contained in their dung balls. The second group included only *Onthophagus doisuthapensis,* 6 mm long. This species usually pushed large seeds (> 25 mm long) and feces up to 105 cm away. The third group consisted of 39 species of *Onthophagus*, 3 species of *Copris*, and one species of *Catharsius.* Their body lengths varied from 3.4 to 26.9 mm. These beetles generally buried seeds under dung piles or rolled them distances of less than 50 cm before burying them at about 3 cm in the ground. The last group contains *Caccobius*, *Cassolus*, and *Phacosoma* 3.7–5.5 mm long, and *Aphodius* of 2.4–2.6 mm. The first three genera of this group are relatively rare. The last is more common and is always found inside dung piles. This group tended to play very little role in dispersing seeds from gibbon feces.

Key words: Khao Yai National Park, post-dispersal, dung beetles, white-handed gibbon

Introduction

In tropical forests, there are many interesting relationships between animals and plants. Dispersal of seeds by animals is one of many important co-evolutionary mechanisms. Plants usually gain higher success or higher survival rates for their offspring by animal seed-dispersers. At the same time, animal seed-dispersers that feed on fruits of those plants will effectively provide food for future generations from the new plants that grow from seed, in addition to obtaining nutrients directly from fruits.

My study area was located in the Gibbon Study Site developed as a project of Dr. Warren Brockelman and his team. The plot located at 730-810 m above sea level contains about 190 species of trees and at least 100 species of woody climbers and creepers. This study plot covers an area of about 30 hectares and is the territory of a family of white-handed gibbons, which are the main primate seed dispersers there.

The gibbon is effective in dispersing seeds because of its high degree of frugivory, relatively mild gut action, and known propensity to swallow many of the seeds of the juicy fruits they eat (Gittins and Raemaekers, 1980). However, several ecological factors including escape from mortality near parent trees, occupying a vacant site, reaching a suitable microsite (Murray, 1986) might effect the number of surviving seedlings. After primary seed dispersal through gibbon feces, seeds taken away from the piles to more suitable germination sites might have a lower or higher mortality rate caused by clumping, seed predators, pathogens, etc.

Secondary seed dispersal by dung beetles is an interesting story in nature. Dung beetles (Scarabaeidae) are coprophagous organisms which use the dung produced by forest vertebrates such as

primates, bats, and birds as food (Howden and Young, 1981 quoted from Estrada and Coates-Estrada, 1991), and as a substrate for oviposition and for feeding by their larvae (Halffter and Edmonds, 1982 quoted from Estrada and Coates-Estrada, 1991). These beetles can be divided into three types. The beetles that process the dung by rolling it away from the site of deposition in the form of spherical pellets which are buried are called *ball-rollers*. *Burrowers* always bury their food at the site of deposition (Estrada and Coates-Estrada, 1991). *Dwellers* usually are relatively small and usually stay inside the dung pile on the surface of soil. After seeds are dispersed by primary dispersing animals through their defecations, the beetles seem to be the main organisms that rapidly come and move seeds away with their processed food. Ball-roller and burrower dung beetles might be key animals of post-dispersal of seeds and might determine the fate of those removed seeds if they move seeds to suitable microhabitats. Maybe they "know" through natural selection that they have to be responsible as good farmers so that their plants will grow up to be gibbon food and they will finally be benefited by having a lot of gibbon feces to consume.

I chose to study the interactions among dung beetles, gibbons, and seeds in Khao Yai because it is a good example of an ecological subject that I always overlooked when traveling many times in this fertile and charming forest. Moreover, it seems that studies of such relationships are still very few in Thailand. For my study, I wanted to obtain basic facts on the diversity of dung beetles in the study area and their ecological role as secondary seed dispersers.

Literature Review

Estrada and Coates-Estrada (1991) studied seed dispersal by howler monkeys in a forest of Mexico. The seeds of 28 fruit species were found in howler feces in viable condition at distances ranging from 10 to 1,000 m from their source of origin. There were 20 species of dung beetles attracted to the feces. An average of 654 dung beetles were captured monthly by using pitfall traps baited with howler feces. They found that the beetles were present and active in all months of the year. The feces was rapidly relocated and buried by the beetles as it remained on the ground for an average of only 2.5 hours. Some of the beetles, from their study, could transport their processed dung up to 5.0 m from the site of deposition while the average distance was 1.2 m.

A study by Andersen (1992) in a Peruvian rain forest focussed on both spider monkeys and howler monkeys. Andersen chose the two primates for study because he acknowledged that, in the study site, 80 percent of the mammalian biomass comprised frugivores, with primates representing 49 percent of the mammalian frugivore biomass. Both monkeys were large (6–10 kg) canopy dwellers with high population densities at his study site. The spider monkeys swallowed and dispersed the seeds of 71 plant species while the howler monkeys did only 13 species during the same period. A total of 2,086 seeds was found from 47 fecal samples (c. 4 kg) of spider monkeys and 269 seeds were found from 27 fecal samples (c. 6 kg) of howler monkeys. He found 554 individuals of 27 dung beetle species in his 3 censuses. An average of 9 ± 4 beetles visited dung piles within the first 45 minutes. The bigger beetles (> 13 mm long) moved the dung balls an average distance of 118 ± 57 cm, whereas the smaller beetles (c. 8 mm long) moved balls 82 ± 47 cm. When using 4, 6 and 8 mm diameter beads for tunneler beetles, he found that 85 percent of them were buried less than 5 cm deep and 66 percent were buried less than 3 cm deep.

Shepherd and Chapman (1998) found that dung beetles are not seed predators and can relocate seeds by incidentally including them in buried dung, or by moving them when they disturb the general area as they dig holes and move the soil. They use mammalian dung directly for food, to provision their nests, or as oviposition sites. They also mentioned that secondary dispersal of seeds by dung beetles has the potential of positively affecting seed survival by helping seeds avoid predation and in turn enhancing germination potential. So he concluded that this secondary seed dispersal might be among one of the most important events influencing the reproductive biology of plants.

Whitington (1990) studied seed dispersal by a group of *Hylobates lar* gibbons in Khao Yai National Park during April–June 1989 and 1990. She observed gibbons feeding on 166 individual fruit sources of 13 species. Ten of 13 fruit species, not including fig seeds, were found to be swallowed and processed during that season. In 52 fecal samples, gibbons deposited an average of 200 seeds per day per individual. Approximately 72,000 seeds were dispersed by her focal gibbon group at her study site during that dry season. From this study, it is clear that an individual gibbon in

the focal group was effective in dispersing many seeds (200) of up to 13 major fruit species in only one dry season.

It was written in a report on characteristics of fruits consumed by the white-handed gibbon in Mo Singto, Khao Yai, that 65 species of 30 plants families were fed on by gibbon. Chuti-on (2000) stated that among the 50 species of fruit in their diet, *Ficus* or fig was the most consumed. Numerous small fig seeds were found every month in most of her fecal samples.

Methodology

1. Seeds in gibbon feces

Fieldwork was conducted from January to December 2000 to cover every season in one year at the study site. All members of gibbon group A were followed to collect fresh feces. Seeds from their feces were separated by washing and sieving. Those seeds were kept in 70% ethanol and identified by comparing them with seed specimens kept in the plant herbarium at Center for Conservation Biology, Salaya Campus, Mahidol University.

2. Dung beetle diversity by using pitfall traps

Pitfall traps made from plastic bottles (c. 9 cm diameter, and 12 cm tall) with small holes at the bottom for drainage and a plastic roof were used each month for sampling dung beetles at different times (night and day) and habitats (valley and hill). Trap positions from both Valley and hill areas were randomly selected from the lowest and highest altitudes within the territory of the focal gibbon group. Most valley areas were near small streams and located from 724 to 737 m above sea level while most hill areas were on ridges with lower soil humidity and ranged from 762 to 793 m above sea level. Each month, I set 12 traps (6 day-traps and 6 night-traps) in hill areas and 12 (6 day-traps and 6 night-traps) in valley areas. Day traps were set from 6:00 h to 18:00 h and night traps were set from 18:00h and 6:00h. The total number of traps set each month was 24 (6 valley-day, 6 valley-night, 6 hill-day, and 6 hill-night). Therefore, there were 24x12 = 288 traps in the 12 month period. Traps were at least 45 m from each other and were baited with approximately 30g of fresh gibbon feces. Trapped dung beetles trapped were separated and preserved in 70% ethanol and pinned. The beetle specimens were then dentified with the help of Dr. Yupa Hanboonsong, Khon Kaen University and Mr. Sura Pimpasalee, Division of Entomology and Zoology, Ministry of Agriculture and Cooperatives.

3. Observations of post-dispersal of seeds by dung beetles

Short observations on post-dispersal by dung beetles were done at least 3 times per month; twice during the day and once during the night. A pile of fresh gibbon feces was observed for 8 hours or until no dung beetle was seen for a few hours. Data obtained during observations were the number and physical characteristics of dung beetles visiting both in different habitats and times, especially those noted to be outstanding seed dispersers (ball-rollers and burrowers), and their specific dung processing behavior. Number, types, distances, and depths of removed seeds were also noted.

Results and Discussion

1. Seed collection

From 9,550 g of gibbon feces, 3,818 fruit seeds (not including tiny seeds < 1 mm long of *Ficus* spp. and *Diplectria barbata*) of 42 species from 27 genera were recovered. Sizes of the seeds varied from < 1 mm to 29.5 mm (See Table 1). Tiny seeds of *Ficus* spp. were present in gibbon feces in all months of the year. A picture of fruit seeds of various shapes and sizes collected in January 2000 is shown in Figure 1.

Figure 1. Various seed sizes and shapes from a single pile of gibbon feces collected in January 2000.

Table 1. List of 42 species from 27 genera of fruit seeds from 9,950g gibbon feces collected from January to December 2000.

No.	Family	Name	Month												Total	Average	SD
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	seeds	Length (mm)	
1	Elaegnaceae	*Elaeagnus conferta* Roxb.	23	66									16		105	25.82	4.56
2	Annonaceae	*Desmos dumosus* (Roxb.) Saff. var. *glabrior* Craib	30	128	26					1	3				188	6.80	0.81
3	Simaroubaceae	*Picrasma javanica* Bl.	6	3											9	7.50	0.66
4	Ulmaceae	*Gironniera nervosa* Pl.	2						1	3					6	5.67	0.88
5	Araliaceae	*Schefflera elliptica* (Bl.) Harms	34												34	3.77	0.47
6	Moraceae	*Ficus* sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0.96	0.18
7	Annonaceae	*Fissistigma rubiginosum* (A. DC.) Merr.	7	2						6				19	34	10.95	1.32
8	Apocynaceae	*Melodinus cambodiensis* Pierre ex Spire	2	6		2	3			2					15	10.80	0.88
9	Elaeocarpaceae	*Elaeocarpus* sp. 1	2						10	37					49	13.80	1.10
10	Symplocaceae	*Symplocos cochinchinensis* (Lour.) S. Moore ssp. *laurina* (Retz.) Noot.		331	258	79									668	8.17	1.19
11	Palmae	*Daemonorops jenkisiana* (Griff.) Mart.		1	7		3						2		13	13.35	1.18
12	Myristicaceae	*Knema elegans* Warb.			3	60									63	20.23	1.76
13	Vitaceae	*Tetrastigma laoticum* Gagnep.				4									4	10.88	0.85
14	Annonaceae	*Uvaria* sp.					6	8			2	10	6	6	38	11.63	1.74
15	Menispermaceae	*Diploclisia glaucescens* (Bl.) Diels				1	15								16	16.41	1.31
16	Sapindaceae	*Nephelium melliferum* Gagnep.					107	7							114	20.37	4.44
17		Unknown 1					7								7	17.36	3.11
18	Elaeocarpaceae	*Elaeocarpus* sp. 2					1								1	15.00	--
19	Meliaceae	*Sandoricum koetjape* (Burm. f.) Merr.						21	56	24					101	29.47	3.18
20	Anacardiaceae	*Spondias axillaris* Roxb.						6	19	5	55	50	40		175	17.63	2.10
21	Myrtaceae	*Cleistocalyx operculata* (Roxb.) Merr. & Perry.						152					30		182	6.98	1.21
22	Gnetaceae	*Gnetum macrostachyum* Hk. f.					1	30	1	10					42	16.82	3.66
23	Euphorbiaceae	*Balakata baccata* (Roxb.) Ess.						8							8	7.06	0.42

Table 1. (continued).

No.	Family	Name	Month												Total	Average	SD
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	seeds	Length (mm)	
24		Unknown 2						8							8	16.88	3.14
25	Melastomataceae	*Diplectria barbata* (Bl.) Franken & Roos						x	x	x	x				x	--	--
26	Guttiferae	*Garcinia xanthochymus* Hook. f.							47	71	40	3			161	22.98	5.27
27		Unknown 3							59						59	8.77	1.57
28	Rubiaceae	*Aidia densiflolia* (Wall.) Masam.				102	81	42	87	114	116		57		599	1.75	0.31
29	Rubiaceae	*Anthocephalus chinensis* (Lmk.) A. Rich. ex Walp.							217		148			80	445	1.98	0.06
30	Aquifoliaceae	*Ilex chevalieri* Tard.							28	33	40				101	3.83	0.42
31	Annonaceae	*Alphonsea boniana* Fin. & Gagnep.							2						2	12.50	2.12
32	Rutaceae	*Toddalia asiatica* (L.) Lmk.							15	2					17	4.21	0.69
33	Ulmaceae	*Aphananthe cuspidata* (Bl.) Pl.							2	56	73	39			170	10.33	0.66
34	Annonaceae	*Uvaria fauveliana* (Pierre ex Fin. & Gagnep.) Ast							2	2					4	14.00	2.16
35		Unknown 4								103					103	5.33	0.69
36	Vitaceae	*Ampelopis cantoniensis* Pl.								17	23				40	4.72	0.34
37	Euphorbiaceae	*Bridelia insulana* Hance								28	12				40	7.33	1.00
38	Annonaceae	*Uvaria hirsuta* Jack										5			5	11.80	1.10
39	Tiliaceae	*Grewia laevigata* Vahl										2	17	11	30	8.57	0.72
40	Daphniphyllaceae	*Daphniphyllum cambodianum* Gagnep.										2	5		7	11.14	1.07
41	Euphorbiaceae	*Bridelia stipularis* Bl.											1		1	8.00	--
42	Escalloniaceae	*Polysma elongata* Gedd.										2	92	51	145	6.20	1.49
		Total	106	537	294	248	224	282	546	514	512	113	266	167	3,809		

2. Dung beetles in Mo Singto study area

From 24 pitfall traps set in each month in Mo Singto study area from January–December 2000, dung beetles of 53 species of 9 genera were identified from a total of 1,818 individuals were found. Their bodies were 2.35–26.9 mm long. The largest dung beetles were from the genera *Synapsis* and *Catharsius* (> 25 mm) while the smallest were from the genus *Aphodius* (< 3 mm). Dung beetles were caught in every month during my study but were the most abundant in May (405 individuals). Most (40) species were of the genus *Onthophagus.*

Table 2. List of 53 species from 9 genera of dung beetles caught by 288 traps set between January and December 2000

No.	Genus	Species	Month												Total	Average	SD
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	db	length (mm)	
1	*Aphodius*	*lewisii* Waterhouse			2	17	27	47	14	9	12	16	36	26	206	2.62	0.27
2	*Aphodius*	sp.													0	2.35	0.13
3	*Caccobius*	*bidentatus* Bouc.					3	1	2		1	1	2	4	14	3.70	0.22
4	*Cassolus*	*pongchaii*												1	1	5.50	--
5	*Catharsius*	*molossus* L.												1	1	26.90	0.14
6	*Copris*	*carinicep* Felsche	1				1	15	2			1			20	12.79	0.58
7	*Copris*	*carinicus* Gillet	2	27			4	22	4	2		1			62	15.16	1.41
8	*Copris*	*reflexus* F.		24	2		3	21	6	2	1	1	4		64	9.99	0.75
9	*Onthophagus*	*anguliceps* Bouc.				1	1		3	4	1				10	15.25	0.75
10	*O.*	*apilularius* Masu.				1									1	5.60	--
11	*O.*	*avocetta* Arrow						1							1	18.30	--
12	*O.*	*balthasari* Všetetka			1										1	7.10	--
13	*O.*	*bonarae* Zonino						2							2	5.15	0.92
14	*O.*	*brutus* Arrow						1							1	8.30	--
15	*O.*	*coracinus* Bouc.				5				1		2			8	7.51	0.40
16	*O.*	*dapcauensis* Bouc.	1		1				2		2			1	7	5.47	0.43
17	*O.*	*deemaak* Masu.					1					1			2	8.20	0.14
18	*O.*	*diabolicus* Harold						1	2	2	1				6	16.97	1.53
19	*O.*	*doiinthanonensis* Masu.							1						1	6.00	--

Table 2. (continued).

No.	Genus	Species	Month	Total	Average	SD

			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	db	length (mm)	
20	*O.*	*doisuthapensis*				1	1	1	2	2					7	4.73	0.39
21	*O.*	*falsivigilans* Masu.											1		1	5.60	--
22	*O.*	*gracilipes* Bouc.	5	20	20	3						6	31	18	103	7.31	0.52
23	*O.*	*kanyaayonus* Masu.	5		1	4	6	5	17	7	4	3		1	53	6.15	0.27
24	*O.*	*laevis* Harold					1					1			2	7.17	1.29
25	*O.*	*lindaae* Masu.	13	52	34	79	197	65	34	32	28	13	17	3	567	6.72	0.73
26	*O.*	*luridipennis* Boheman	1												1	5.40	--
27	*O.*	*manipurensis* Arrow				1			1						2	15.70	0.14
28	*O.*	*naaroon*	9	5	2		3				1	4	3		27	3.40	0.25
29	*O.*	*ochii* Masu.	4	8	28		12		1				1		54	6.57	0.44
30	*O.*	*orientalis* Harold				1	13	6	12		6	1	2		41	12.38	1.14
31	*O.*	*pacificus* Lansberge	7	9	6	10	25	20	32	6	7	5	28	6	161	6.72	0.60
32	*O.*	*penicillatus* Harold					1								1	7.10	--
33	*O.*	*phanaeiformis* Bouc.						1	1	1			1		4	7.23	0.84
34	*O.*	*punneeae* Masu.	11		1	7	41	9	5	4	6	4	40	23	151	6.39	0.46
35	*O.*	*rudis* Sharp			1										1	7.20	--
36	*O.*	*rugulosus* Harold			1	13	41	19	27	7	11	5	2		126	11.07	0.82
37	*O.*	*singhaakhomus* Masu.				1	13	1	2	3	5	3		5	33	5.28	0.50
38	*O.*	sp. 1							1					3	4	4.50	0.29
39	*O.*	sp. 2	1												1	7.20	--
40	*O.*	sp. 3													0	5.50	--
41	*O.*	sp. 4											1		1	4.50	--
42	*O.*	sp. 5												1	1	6.70	--
43	*O.*	sp. 6												1	1	9.50	--
44	*O.*	sp. 7												1	1	6.70	--
45	*O.*	*taurinus* White			1	2	1				1	1			6	7.60	0.64
46	*O.*	*thanwaakhomus* Masu.					1								1	5.00	--
47	*O.*	*tricornis* Wiedmaan				1									1	15.00	--
48	*O.*	*vividus* Arrow							1						1	10.50	--
49	*Phacosoma*	*fallacilaetum* Masu.								1					1	5.00	--
50	*Phacosoma*	*laetum* Arrow							2	1				1	4	4.08	0.22
51	*Sisyphus*	*maniti* Masu.	4	15	3	4		1				3	3		33	4.21	0.13
52	*Sisyphus*	*thoracicus*				2	4	1							7	7.06	0.54
53	*Synapsis*	*boonlongi* Hanboon. & Masu.		2		1	5	3		1					12	25.90	1.54
		Total	64	162	104	154	405	243	174	85	87	72	172	96	1,818		

Of the total number (1,818) of dung beetles caught, 1,082 (60%) were caught during the night and 736 (40%) during the day. The average number of beetles caught per night trap was approximately 7.5 and the average number per day trap was 5. For dung beetles caught from hill and valley areas, the number was the same (909; 50%) and so the average number of beetles for each of these two areas was the same, i.e., 6.3 (Table 3). Dung beetles from different combinations of habitats and times (valley-night, valley-day, hill-night, and hill-day) were also considered; percentages of beetles of each trap group are summarized in Figure 2.

Table 3. Total number and average number of dung beetles caught from different times (day, D and night, N) and habitats (valley, V and hill, H) from January to December 2000.

Trap type	Number of dung beetles	Number of traps	Average number of dung beetles per trap
VN	556	72	7.7
HN	526	72	7.3
VD	353	72	4.9
HD	383	72	5.3
Total	**1,818**	**288**	**6.3**
N	1,082	144	7.5
D	736	144	5.1
Total	**1,818**	**288**	**6.3**
V	909	144	6.3
H	909	144	6.3
Total	**1,818**	**288**	**6.3**

Therefore, as shown in the figure above, percentage of dung beetle numbers caught in a trap-night from valley areas was about 31% which is similar to that from hill areas. Percentage of dung beetle numbers caught in a trap-day was lower than that in a trap-night and was 29% from hill areas and 21% from valley areas.

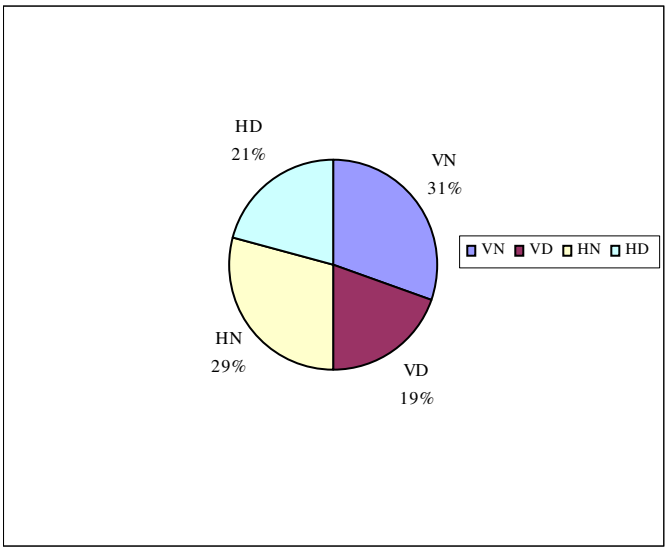


Figure 2. Dung beetles (1,818 individuals) from different times (night & day) and habitats (valley & hill) collected from January to December 2000 (Valley-Night, VN; Valley-Day, VD; Hill-Night, HN, Hill-Day, HD)

3. Observations of post seed-dispersal of seeds by dung beetles

From 49 observations (33 days and 16 nights), dung beetles in the study area were classified into 4 groups according to their dung processing. There were 3 species of ball-rollers from *Sisyphus* and *Synapsis.* These two genera had 2 long and curved hindlegs. These beetles made dung balls every time and rolled them away to bury. The two *Sisyphus* species were *S. thoracicus* (Figure 3, 4) and *maniti.* They were 4 and 7 mm long and rolled spherical dung balls of approximately 7 and 15 mm, respectively. Many small seeds especially *Ficus* were included in their balls. The longest distance that they moved balls was about 150 cm. Most *Sisyphus* were found during day observations. The largest ball-roller was *Synapsis boonlongi* (Figure 5) with > 25 mm body length. It's balls were about 60 mm in diameter. Seeds of every length could be found in them. One *Synapsis boonlongi* was found to roll its ball 120 cm away and bury it at 4 cm depth. This species seemed to be nocturnal because of niche separation among ball-rollers. Though ball-rollers were found in small numbers and not in every month during my observations (2 *Sisyphus thoracicus* in March and May; 5 *S. maniti* in January, February, April, and November; 3 *Synapsis boonlongi* in April, September and November), they always took their balls 15–150 cm away from the original observed piles. This made the group important seed dispersers in the area. *Sisyphus thoracicus* and *Synapsis boonlongi* are shown in photos 2 and 3 respectively. A ball-roller, *Sisyphus thoracicus,* rolling its dung ball and including many small seeds is shown in (Figure 5).

Another outstanding dung beetle was *Onthophagus doisuthapensis* of only 6 mm long. These small beetles always pushed large seeds or big pieces of feces quickly and quite far away from dung piles. A seed of *Nephelium melliferum* approximately 30 mm long could be easily pushed by this small beetle. I called the species "dung pusher". Distances of their dung and seed removal were 12–105 cm. Most individuals of the species were found during day observations in April–August and October–December.

Figure 3. *Sisyphus thoracicus,* one of the three ball-rollers found in Mo Singto study area.

Figure 4. *Synapsis boonlongi,* the biggest (>25 mm long) ball-roller, could roll a 60 mm spherical dung ball.

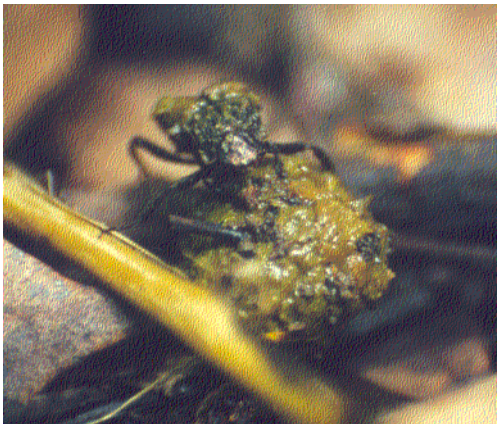


Figure 5. *Sisyphus thoracicus* always made a spherical dung ball (c. 15 mm diameter) with many small seeds before rolling it away.

Figure 6. *Onthophagus orientalis*, one of the burrower dung beetles. This species was found during April and November 2000.

Burrower dung beetles found in my study area included 39 species of *Onthophagus* (not including *O. doisuthapensis*), 3 species of *Copris,* and one species of *Catharsius.* Their body lengths were 3.4–26.9 mm so they had the potential to move seeds of various sizes. These beetles usually made tunnels under dung piles or took feces and seeds away shorter distances (normally not > 50 cm) compared with the first two groups. Seeds were always found at approximately 3 cm under the ground. From observations I found *Onthophagus* all the year, *Copris* from April to November, but only one *Catharsius molossus* during a night observation in August. Although most dung beetles in this group made their burrows under dung piles, their large numbers (1,533 from 1,818 trapped dung beetles) could imply a great role in helping to move large numbers of seeds into the ground. Figure 6 shows *O. orientalis*, a burrower or tunneler species.

The last group seemed to have the least importance in post-dispersal of seeds because of their small bodies (2.4–5.5 mm long), their relatively small number (226 of 1,818), or their habit of staying inside dung piles. This group included 2 species of *Aphodius,* one of *Caccobius,* one of *Cassolus,* and 2 of *Phacosoma*.

Conclusions

From this study, various dung beetles (53 species from 9 genera) and seeds from gibbon feces (42 species, 7 genera) were found during the year. *Ficus* seeds were found in feces in all 12 months. *Onthophagus* dung beetles were the most numerous compared with the other 8 genera. The majority of dung beetles (1,381 from 1,818, as in Table 2) and seeds (1,438 from 3,808; Table 1) were between 0.5 and 1 cm long, while bigger (10 to > 25 mm) and smaller ones (< 5 mm) were less common.

Of a total of 1,818 dung beetles caught, approximately 60% were caught at night and 40% during daytime. The average number of beetles per trap-night was about 8 and per trap-day was 5. Dung beetle numbers from valley and hill habitats were equal at 50% (909 dung beetles from trap-valley and also 909 from trap-hill). The average number of dung beetles from trap-valley and trap-hill was 6.

These beetles always helped to disperse seeds together with gibbon feces away and/or brought them down into the ground. The distances of dispersal were from 0–150 cm and burial depths were from 0–7 cm. Most seeds were buried at approximately 3 cm.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT 543017. I thank all my advisory team, Dr. Warren Y. Brockelman, Dr. Sompoad Srikosamatara, and Dr. Vacharobon Thirakhupt for their advice and kindness. I am indebted to Dr. Yupa Hanboonsong and Mr. Sura Pimpasalee for their useful suggestions and help in identification of dung beetles. I also thank Dr. J. F. Maxwell, Ms. Panarat Charoenchai, and Ms. Onuma Petchmitr for help with seed identification.

References

Andersen, A. 1992. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rain forest. *Biotropica* 31(1): 145-158.

Chuti-on, K. 2000. Characteristics of fruits consumed by the white-handed gibbon (*Hylobates lar*) in Khao Yai National Park, Thailand. M.Sc. Thesis. Mahidol University, Bangkok.

Estrada, A. and R. Coates-Estrada. 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 7: 459-474.

Murray, D.R. 1986. Seed Dispersal. Academic Press, London.

Gittins, S.P. and J.J. Raemaekers. 1980. Siamang, lar and agile gibbons. *In* D.J. Chivers (ed.), Malayan Forest Primates – Ten Years' Study in Tropical Rain Forest, pp. 63-105. Plenum Press, New York.

Shepherd, V.E. and C.A. Chapman. 1998. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. *Journal of Tropical Ecology* 14: 199-215.

Whitington, C. 1990. Seed dispersal by white-handed gibbons (*Hylobates lar*) in Khao Yai National Park, Thailand. Ph.D. Thesis. Mahidol University, Bangkok.

แมลงน้ำและการประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำไหลในภาคเหนือของประเทศไทย

พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี[2], อาทิตย์ นันทขว้าง[1], แตงอ่อน พรหมมิ[1], ประจวบ ฉายบุ[3], เพ็ญแข ธรรมเสนานุภาพ[1], เดชา ทาปัญญา[1] และพรทิพย์ จันทรมงคล[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50202

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยชุมชนสุราษฎร์ธานี โครงการจัดตั้งวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี 84100

[3]ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

Abstract: Aquatic insects and Their Application to Environmental Bioassessment in Lotic Water of Northern Thailand.

Pongsak Luadee[2], Artit Nuntakwang[1], Taeng-on Prommi[1], Prachuab Chaibu[3], Penkhae Thamsenanupap[1], Deacha Tapunya[1] and Porntip Chantaramongkol[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50202

[2]Department of Science and Technology, Surat-Thani Community College, Prince of Song Khla University, Surat-Thani Campus, Surat-Thani 81400

[3]Department of Fisheries Technology, Faculty of Agriculture Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

Because of recent increases in knowledge of the biodiversity of aquatic insects in Thailand, some of these insects have been used as indicators of ecological conditions and environmental quality. Aquatic insects, especially in northern Thailand, have been used in attempts to detect, measure and interpret environmental disturbance resulting from pollution by fertilizers, pesticides, nutrient enrichment and sewage. Several studies have been made. The diversity of some aquatic insects from Chiang Dao watershed in Chiang Mai Province has been investigated for environmental bioassessment. The use of Trichoptera as water pollution biomonitoring indicators in the Ping River, Chiang Mai and the diversity and distribution of Trichoptera adults from streams at different elevations in Doi Suthep-Pui National Park have also been studied. Secondary productivity of caddisflies (Trichoptera: Calamoceratidae) inhabiting different streams in Doi Suthep-Pui National Park, aquatic insect functional feeding groups as indicators of stream ecosystem attributes and water qualities in Doi Suthep-Pui and Doi Inthanon National Parks and the impact of pesticides on macroinvertebrate communities and cholinesterase activity of chironomids at Ban Mae Sa Mai, Chiang Mai Province was also done. The results of these studies have shown that these aquatic insects, both as population and species assemblages, have been useful for assessing the aquatic environment.

Key words: bioindicator, aquatic insects

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำ สาเหตุเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนของประชากร การบุกรุกและตัดไม้ทำลายแหล่งต้นน้ำลำธารเพื่อเพิ่มพื้นที่ทำกิน การทำการเกษตรแบบใหม่ที่มีการใช้เทคโนโลยีและสารเคมีเข้ามาช่วยในการเพิ่มผลผลิต ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำ และปัญหามลพิษอันเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรง ผลจากเหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ ได้มีงานวิจัยหลายฉบับทำการศึกษาผลกระทบของการใช้พื้นที่โดยใช้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณ เป็นตัวประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อม การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม หรือคุณภาพน้ำอันเกิดจากสารมลพิษนั้นสามารถใช้กลุ่มของสิ่งมีชีวิตได้หลายชนิด เช่น สาหร่าย พืชน้ำ แพลงตอนพืช แพลงตอนสัตว์ โปรโตซัว ปลา และสัตว์หน้าดิน (Pinder and Morley, 1995) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มของแมลงน้ำซึ่งเป็น

สิ่งมีชีวิตกลุ่มใหญ่ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหล ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการใช้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพควบคู่กับการประเมินคุณภาพน้ำทางเคมีและทางกายภาพ โดยอาศัยแนวความคิดที่ว่าความทนทานของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต่อสภาวะมลพิษของแหล่งน้ำนั้นจะแตกต่างกันทำให้สิ่งมีชีวิตที่ปรากฏอยู่จะแตกต่างกันในระดับชนิดและปริมาณ โดยขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงและประเภทของมลพิษ (Abel, 1989) สำหรับวิธีการประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำทางชีวภาพประกอบด้วย 1) การทดสอบระดับความเป็นพิษของสารมลพิษต่อสิ่งมีชีวิต 2) ศึกษาการสะสมของสารพิษในสิ่งมีชีวิตและผลกระทบของการสะสมสารพิษในห่วงโซ่อาหาร 3) ศึกษาเปรียบเทียบบริเวณซึ่งได้รับผลกระทบกับบริเวณที่ไม่ได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ หรือศึกษาการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะปกติของพื้นที่หนึ่งเปรียบเทียบกับเมื่อมีกิจกรรมอันก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในบริเวณนั้น 4) การใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวบ่งชี้สภาวะเป็นพิษจากสารมลพิษในแหล่งน้ำ และ 5) การประเมินผลกระทบของสารพิษ การใช้พื้นที่และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำต่อระบบนิเวศ ซึ่งวิธีการในการประเมินผลกระทบดังกล่าวมีความจำเป็นที่ต้องทราบองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ความรู้ในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในบริเวณที่ศึกษา (Norris and Norris, 1995) ในการประเมินผลกระทบของสารพิษที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำโดยใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวชี้วัดหรือตัวประเมิน (bioindicator) นอกจากจะศึกษาจากองค์ประกอบของกลุ่มสิ่งมีชีวิตแล้วยังมีการศึกษาการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด (individuals) ต่อสารพิษอันประกอบด้วยวิธีการศึกษาทางชีวเคมี (biomarker) การศึกษาเกี่ยวกับผลของสารพิษต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อและสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด (biosensor) และการศึกษาเกี่ยวกับการสะสมของสารมลพิษในสิ่งมีชีวิตและการสะสมในห่วงโซ่อาหาร (bioaccumulator) เนื่องจากผลของสารพิษที่มีต่อสิ่งมีชีวิตอาจไม่ทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ตายในทันที แต่จะไปมีผลทำให้กระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างใดอย่างหนึ่ง (sublethal effect / chronic effect) เช่น การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม อัตราการเจริญเติบโตหรือระบบสืบพันธุ์ โดยวิธีที่นิยมใช้ในการศึกษาคือ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของเอนไซม์ การศึกษาอัตราส่วนของ RNA/DNA การเปลี่ยนแปลงของกระดูกและโครงร่างแข็ง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมและวงชีวิต (Johnson et al., 1993; Hollaway et al., 1995)

แมลงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดในโลกโดยมี 7.5 ล้านชนิด (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2541) แบ่งตามประเภทที่อยู่อาศัยจะประกอบด้วยแมลงบกและแมลงน้ำ (McCafferty, 1981) แมลงน้ำหมายถึง แมลงที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำหรือมีวงชีวิตส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำ อยู่บริเวณใกล้แหล่งน้ำหรือพื้นที่ชื้นแฉะที่มีความชื้นสูง ประกอบด้วย 13 Order คือ Collembola, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Orthoptera, Plecoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Megaloptera, Neuroptera และ Trichoptera โดยมีเพียง 5 Order เท่านั้นที่แมลงทุกชนิดในอันดับเป็นแมลงน้ำคือ Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Megaloptera และ Trichoptera (Ward, 1995) สำหรับการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำในประเทศไทย จากข้อมูลการพบแมลงหนอนปลอกน้ำชนิดใหม่ในประเทศไทยคือ *Stenopsyche siamensis* (Martynov, 1931) ทำให้ทราบว่าการศึกษาแมลงน้ำในประเทศไทยเริ่มมาอย่างน้อยในช่วง 70 ปีที่ผ่านมา โดยการศึกษาในช่วงแรกเป็นการศึกษาเพียงบางกลุ่มไม่ได้มีการรวบรวมเอกสาร การทำบัญชีรายชื่อของแมลงน้ำที่สำรวจพบและการวิจัยส่วนใหญ่ดำเนินการโดยนักวิจัยต่างชาติ ต่อมาในปี พ.ศ. 2530 ได้มีการศึกษาความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำในภาคเหนือโดยกลุ่มนักวิจัยชาวไทยพร้อมผู้เชี่ยวชาญจากประเทศออสเตรีย ในส่วนอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งยังคงสภาพความสมบูรณ์ของสัตว์ไว้มาก โดยผลการวิจัยพบแมลงหนอนปลอกน้ำที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของแมลงที่สำรวจพบ และได้มีการตั้งชื่อแมลงที่พบเป็นแมลงชนิดใหม่ (new species) โดยผู้วิจัย (Chantaramongkol and Malicky, 1989, 1995; Malicky and Chantaramongkol, 1989a, 1989b, 1990, 1991a, 1991b, 1992a, 1992b, 1993, 1994, 1996, 1999; Malicky, 1987, 1989, 1994, 1998a, 1998b; Malicky et. al., 2000; Malicky et. al., 2001) การศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำในประเทศไทยและภูมิภาค

เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ยังมีการศึกษากันน้อยมากโดยเฉพาะในประเทศไทย (Stark, 1983; Dudgeon, 1994) อย่างไรก็ตาม ได้มีการสำรวจพบแมลงน้ำกลุ่ม Plecoptera ชนิดใหม่ในประเทศไทย (Stark, 1983; Stark, 1989; Stark and

Sivec, 1991) การศึกษาและจัดทำเครื่องมือในการจัดจำแนก (Key) แมลงในกลุ่ม Heteroptera (Nieser, 1996; Chen and Zettel, 1996; Zettet and Chen, 1996; Hanboonsong et al., 1996; Hecher, 1998; Nieser, 1998; Zettel, 1998; Nieser and Polhemus, 1998; Chen and Zettel, 1998; Lis, 1998; Schaefer and Ahmad, 1999; Zettel, 1999; Nieser, 1999; Polhemus and Polhemus, 1999; Zettel, 1999) การศึกษาการกระจายของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (นฤมล และคณะ, 2542) และความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญ้าเครือและพรหมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (อลงกรณ์ และคณะ, 2542) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสังคมของแมลงน้ำในฤดูกาลต่างๆ ในลำธารทางภาคใต้ของประเทศไทย (Watanasit, 1999) การศึกษาความหลากหลายและการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในลำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ (สมยศ, 2543) และการศึกษาวงชีวิตของแมลงน้ำชนิด *Ugandatrichia maliwan* และ *Limnocentropus* spp. ที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (Thani and Chantaramongkol, 1999; Sompong and Chantaramongkol, 1999) จากงานวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจความหลากหลายของแมลงน้ำในประเทศไทยดังกล่าว สามารถนำข้อมูลทางด้านอนุกรมวิธานของแมลงน้ำมาใช้ประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมทางน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงน้ำกลุ่ม Trichoptera ซึ่งมีข้อมูลทางด้านความหลากหลายของตัวเต็มวัยค่อนข้างสมบูรณ์

แมลงน้ำจัดเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่สำคัญในการประเมินผลกระทบของสิ่งแวดล้อมและคุณภาพน้ำ เนื่องจากอาศัยหลักความจริงที่ว่าแมลงเหล่านี้สามารถเคลื่อนที่ได้น้อย และหลายชนิดมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมมากดังนั้นชนิดและจำนวนของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่มนี้ในแหล่งน้ำหนึ่งๆ จึงสามารถสะท้อนคุณภาพโดยรวมของปัจจัยทุกชนิดในแหล่งน้ำนั้นได้ (Hellawell, 1986; นฤมล และคณะ, 2542) จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการศึกษาวิจัยการใช้แมลงน้ำในการประเมินคุณภาพของสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำโดย Chantaramongkol (1983) ศึกษาการใช้แมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยในการประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำดานูบช่วงที่ไหลผ่านประเทศฮังการี โดยใช้เทคนิคการดักจับโดยใช้แสงไฟล่อ Pinder and Morley (1995) ศึกษาศักยภาพของการใช้แมลงน้ำกลุ่ม Chironomidae เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของคุณภาพน้ำในทะเลสาบขนาดเล็ก ประเทศอังกฤษ นอกจากแมลงน้ำสามารถใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพในการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำแล้ว ยังมีงานวิจัยอีกหลายฉบับที่ใช้กลุ่มของแมลงน้ำในการประเมินผลกระทบของการใช้ยาฆ่าแมลงในการทำการเกษตรแผนใหม่ต่อสิ่งแวดล้อม หรือการใช้แมลงน้ำในการประเมินผลกระทบของการใช้พื้นที่ต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ (Liess, 1998; Collier, 1995)

วิธีการ

การใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพแหล่งน้ำสามารถแบ่งเป็น 2 ระดับ ประกอบด้วย การศึกษาในระดับชนิด (individual organisms) และการศึกษาในระดับกลุ่มสิ่งมีชีวิต (species assemblages) ของแมลงน้ำเป็นตัวประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1. การใช้แมลงน้ำในระดับชนิดในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม

การใช้แมลงน้ำในระดับชนิดในการประเมินสิ่งแวดล้อมจะมุ่งเน้นศึกษาการตอบสนองของแมลงทางด้านชีวเคมี การทำงานของเอนไซม์ การวัดการใช้พลังงานในการดำรงชีพ การศึกษาอัตราส่วนของ RNA, DNA, Amino acid และโปรตีน ศึกษาทางด้านสรีรวิทยา-ความผิดปกติหรือการเปลี่ยนรูปของร่างกาย (deformities) การศึกษาอัตราการหายใจ และการศึกษาด้านพฤติกรรมและวงชีวิต-การศึกษาอัตราการเติบโต อัตราการรอดตายและอัตราการตายระยะเวลาในการพัฒนาของตัวอ่อนในแต่ระยะต่อสภาวะกดดันของมลพิษในสิ่งแวดล้อม

2. *การใช้แมลงน้ำในระดับกลุ่มประชากรหรือกลุ่มสิ่งมีชีวิตในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม*

การใช้แมลงน้ำในระดับกลุ่มสิ่งมีชีวิตในการประเมินสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้มีการพัฒนาในช่วงต้นของศตวรรษที่ 20 ในประเทศกลุ่มยุโรป ปัจจุบันมีการพัฒนาดัชนี (indices) โดยใช้กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่หรือแมลงน้ำเป็นตัวประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ เช่น Trent Biotic Index, Chandler Biotic Score, Average Score Per Taxa (ASPT) Index และ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score ในประเทศยุโรป Rapid Bioasssessment Procedure ในทวีปอเมริกาเหนือ และ Stream Invertebrate Grade Number-Average Level (SIGNAL) Index ในประเทศออสเตรเลีย นอกเหนือจากการใช้ดัชนีในการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำโดยใช้กลุ่มของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่หรือแมลงน้ำ การใช้มวลชีวภาพ (biomass) ของประชากรของแมลงน้ำทั้งในแง่ของการใช้น้ำหนักแห้ง (dry mass) น้ำหนักแห้งปราศจากเถ้า (ash free dry mass) การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำ การศึกษาองค์ประกอบของแมลงน้ำ ยังสามารถนำมาศึกษาผลกระทบของการใช้พื้นที่เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

3. *การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปรกับการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้แมลงน้ำ*

การประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้สิ่งมีชีวิต ข้อมูลที่ได้จะเป็นชุดของข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ประกอบด้วยชุดข้อมูลของสิ่งมีชีวิตที่ทำการวินิจฉัย ข้อมูลคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ทำการตรวจวัดทั้งทางด้านเคมีและกายภาพในแต่ละจุดที่ทำการศึกษา ดังนั้นการประเมินภาพโดยรวมของสิ่งแวดล้อมหรือศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ทำการตรวจวัด จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือเพื่อช่วยในการตัดสินและบ่งชี้ งานทางด้านการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้สิ่งมีชีวิต ในปัจจุบันนิยมใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปรเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเทคนิคที่นิยมใช้ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ Ordination เป็นเทคนิคการจัดกลุ่มโดยอาศัยความเหมือนกันขององค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในแต่ละถิ่นที่อยู่ วัดจากความสัมพันธ์และระยะห่างระหว่างข้อมูลโดยพิจารณาดูความคล้ายสามารถจัดกลุ่มได้หลายมิติ 2) การวิเคราะห์ Clustering เป็นการวิเคราะห์จัดกลุ่มความเหมือนกันโดยสัมพัทธ์ (Relative homogeneity) ของสิ่งที่เหมือนกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน 3) PCC (Principal Axis Correlation Method) และ MCAO (Monte Carlo Test Method) เป็นการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างจุดศึกษา สิ่งมีชีวิต และปัจจัยทางด้านเคมีและกายภาพเพื่อเป็นตัวอธิบายถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของสิ่งมีชีวิต และ 4) TWINSPAN Classification Method (Two-way Indicator Species Analysis) เป็นเทคนิคการจัดกลุ่มโดยใช้ indicator species เป็นตัวแบ่งจุดศึกษาโดยกลุ่มที่ได้จากการจัดกลุ่มสามารถทำการเปรียบเทียบปัจจัยทางด้านเคมีและกายภาพระหว่างกลุ่ม เพื่อทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความหลากหลายของกลุ่มแมลงที่ปรากฏในแต่ละจุด ผลการวิเคราะห์ที่ได้กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปบ่งบอก indicator species ที่ใช้ในการประเมินสิ่งแวดล้อมได้เป็นสำคัญ

ผลการวิจัย

1. *ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำบางกลุ่มจากลุ่มน้ำเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อการประเมินทางชีวภาพของสิ่งแวดล้อม*

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำกลุ่มแมลงชีปะขาว แมลงเกาะหิน และแมลงหนอนปลอกน้ำ และการศึกษาผลกระทบของการใช้สารเคมีทางการเกษตรต่อการทำงานของเอนไซม์คลอลีนเอสเตอเรสผลกระทบต่อผิวหนังและวงชีวิตของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Stenopsyche siamensis* ในพื้นที่ลุ่มน้ำดอยเชียงดาว จ.เชียงใหม่ เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม พบแมลงน้ำในกลุ่มแมลงชีปะขาวจำนวน 1,315 ตัว แมลงเกาะหิน 88 ตัว และแมลงหนอนปลอกน้ำเพศผู้ 4,460 ตัว ผลจากการจัดจำแนกแมลงน้ำพบแมลงน้ำในกลุ่มแมลงชีปะขาว 7 วงศ์ แมลงน้ำในกลุ่มแมลงเกาะหิน 2 วงศ์ 5 สกุล และ 10 ชนิด ส่วนแมลงหนอนปลอกน้ำพบ 17 วงศ์ 38 สกุล และ 127 ชนิด ในแมลงน้ำกลุ่มชีปะขาว พบแมลงในวงศ์ Heptageniidae, Baetidae และ Ephemeridae มีจำนวนมากที่สุด คือ 370 ตัว (28.1%), 350 ตัว (26.6%) และ 292 ตัว (22.2%) ตามลำดับ สำหรับแมลงน้ำกลุ่มแมลงเกาะหินพบ 2 วงศ์

คือ Perlidae และ Peltoperlidae ส่วนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae, Philopotamidae และ Psychomyiidae เป็นวงศ์ที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดคือ 39 ชนิด (30.7 %), 19 ชนิด (15%) และ 11 ชนิด (8.7%) ตามลำดับ

ผลจากการวิเคราะห์หลายตัวแปร (Multivariate analysis) โดยโปรแกรม PATN- (TWINSPAN และ Semi-Strong Hybrid Multidimensional Scaling (ssh mds)) สามารถจัดกลุ่มจุดศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ทางการเกษตรในระดับปานกลาง กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 3 และ 4 เป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ทางการเกษตรในระดับสูง การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำ พบว่ามีคุณภาพน้ำจำนวน 10 ปัจจัย มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มจุดศึกษา ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ไนเตรท-ไนโตรเจน ซัลเฟต อุณหภูมิน้ำ ความไวกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์คลอลีนเอสเตอรเรสจากตะกอน และ 28 ชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำมีความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ออดิเนชั่น จากความสัมพันธ์ในแนวแกนระหว่างชนิดแมลงหนอนปลอกน้ำ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม และกลุ่มจุดศึกษา สามารถแบ่งแมลงหนอนปลอกน้ำได้ 2 กลุ่ม คือ

1. Sensitive caddisflies species ประกอบด้วย *Psychomyia barata, Hydropsyche arcturus, H. cerva, Hydrominicus truncatus, Cheumatopsyche joliviti, C. cocles* และ *Ugandatrichia maliwan*
2. Tolerant caddisflies species ประกอบด้วย *Marilia sumatrana, Macrostemum floridum, Hydropsyche clitumnus, Cheumatopsyche globosa, C. cognita, C. charites, C. chrysothemis, Potamyia flavata, P. baenzigeri, Oecetes tripunctata, Maesaipsyche prichapanyai, Ecnomus volovicus, E. puro, Agapetus halong, Psychomyia mithila, Setodes argentiguttatus, Goeria uniformis* และ *Goera redsat*

ผลการศึกษาทางสัณฐานวิทยาของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Stenopsyche siamensis* จากจุดศึกษาในสองลำธารที่มีการใช้พื้นที่ต่างกันด้วยเทคนิคทางกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าตัวอย่างของแมลงจากลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตร ผิวหนังบริเวณปล้องอกและท้องมีลักษณะผิดปกติ

ผลการศึกษาผลกระทบยาฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphate และ carbamate ต่อระดับการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรสในแมลงน้ำชนิด *Stenopsyche siamensis* พบว่าระดับการทำงานของเอนไซม์ ในแมลงจากลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรต่ำกว่าระดับการทำงานของเอนไซม์ในแมลงจากลำธารที่ไหลผ่านป่า โดยค่าที่ตรวจวัดได้คือ 2.39±0.56 (ฤดูร้อน), 1.26±0.19 (ฤดูฝน), 0.99±0.21 (ฤดูหนาว) μmole/min/mg ในจุดควบคุม และ 0.63±0.36 (ฤดูร้อน), 0.57±0.22 (ฤดูฝน), 0.85±0.38 (ฤดูหนาว) μmole/min/mg ในจุดศึกษาที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม การศึกษาวงชีวิตของแมลงน้ำชนิด *Stenopsyche siamensis* พบว่าตัวอ่อนของแมลงมี 5 ระยะ มีวงชีวิตแบบ univoltine ตัวอ่อนแมลงมีพฤติกรรมการกินเป็นแบบ filtering collectors โดยอาหารที่พบในส่วนของทางเดินอาหารคือ ซากสารอินทรีย์ขนาดเล็ก benthic algae จำพวก diatom ชนิด *Aulacoseira granulata* เป็นหลัก

2. การใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำเป็นดัชนีประเมินสภาพระบบนิเวศ และคุณภาพน้ำจากลำธารในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และดอยสุเทพ-ปุย

การศึกษาแมลงน้ำทางด้านบทบาทการกินอาหารเพื่อใช้ในการประเมินสิ่งแวดล้อมระหว่างพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และดอยสุเทพ-ปุย พบแมลงกลุ่มที่มีความหลากหลายสูงที่สุดในแง่ของบทบาทการกิน ได้แก่ แมลงน้ำกลุ่ม Trichoptera, Coleoptera และ Diptera ซึ่งมีบทบาทการกินประกอบด้วย 1) กลุ่มกินพืชเป็นอาหาร (Herbivores) เช่น periphyton algae และจุลินทรีย์ที่ขึ้นตามพื้นผิวท้องน้ำรวมไปถึงแมลงกลุ่มอื่นๆ ที่เจาะ หรือไชเนื้อเยื่อพืช หรือเซลล์ เพื่อดูดกินของเหลว 2) กลุ่มกินเศษซากพืชซากสัตว์เป็นอาหาร (Detritivores) และอนุภาคขนาดใหญ่ที่เป็นพืช เช่น เศษใบไม้ กิ่งไม้ที่ร่วงลงในลำธาร รวมถึงจุลินทรีย์ที่เกาะตามเศษซากดังกล่าวด้วย 3) แมลงกลุ่มกิน

FPOM รวมถึงจุลินทรีย์ที่แขวนลอยในน้ำ เรียกว่า “filtering-collectors“ หรือ “filter feeders” ส่วนพวกที่กิน FPOM ที่ตกตะกอนอยู่ที่พื้นท้องน้ำ เรียกว่า “collector-gatherers” และ 4) แมลงกลุ่มผู้ล่า (Predators) ซึ่งจับแมลงอื่นๆ กิน โดยวิธีการต่างๆ เช่น การกลืน การฉีกกิน หรือการใช้ปากแทงแล้วดูดของเหลวในร่างกายเป็นอาหาร ส่วนกลุ่มแมลงซึ่งมีความหลากหลายของบทบาทการกินน้อยที่สุด ได้แก่ แมลงกลุ่ม Hemiptera, Odonata, Megaloptera และ Lepidoptera

จากการใช้สัดส่วนการกินของแมลงกลุ่มต่างๆ ในการประเมินสภาพระบบนิเวศบางประการของลำธาร เมื่อแบ่งแมลงน้ำตามลักษณะการกินอาหาร และนำมาเทียบสัดส่วนของปริมาณที่พบสามารถบอกสภาพของลำธารได้ ผลการศึกษาพบว่าลำธาร 3 สาย ได้แก่ แม่กลาง ห้วยแก้ว และผาลาด ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และดอยสุเทพ-ปุยเป็น heterotrophic ลักษณะการกินอาหารของแมลงส่วนใหญ่พบเป็นแบบ collectors สืบเนื่องมาจากแหล่งอาหารในลำธารส่วนใหญ่จะถูกเก็บอยู่ในรูปของ fine particulate organic matter (FPOM) เป็นทั้งตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำและตกตะกอนอยู่บริเวณพื้นลำธาร ลำธารในพื้นที่ดอยอินทนนท์ซึ่งไหลผ่านชุมชน แหล่งท่องเที่ยว และพื้นที่เกษตรจะมีปริมาณและความหลากหลายของกลุ่มแมลงต่ำกว่าลำธารในพื้นที่ดอยสุเทพซึ่งไม่ถูกรบกวนจากการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ และจากการหาสหสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของแมลงน้ำในระดับวงศ์ พบว่าแมลงน้ำวงศ์ Hydropsychidae, Heptageniidae และ Nymphomyiidae มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับ ค่าอุณหภูมิของน้ำ ค่าความขุ่น และความเร็วของกระแสน้ำ ส่วนแมลงน้ำในวงศ์ Baetidae, Corduliidae และ Tanyderidae มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

เนื่องจากปัจจุบันข้อจำกัดในการจำแนกตัวอ่อนของแมลงน้ำยังไม่สามารถทำได้ในระดับชนิด (species) จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่าการใช้บทบาทการกินของแมลงน้ำเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีในการประมาณคุณภาพเบื้องต้นของลำธาร

3. *ศักยภาพการใช้แมลงน้ำกลุ่มไทรคอปเทอราเพื่อการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพของมลพิษในแม่น้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่*

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและการประยุกต์ใช้แมลงน้ำกลุ่ม Trichoptera เพื่อหาชนิดของ indicator species ในการติดตามตรวจสอบทางชีวภาพ มลพิษในแม่น้ำปิง จ.เชียงใหม่ ได้ทำการเก็บตัวอย่างแมลงกลุ่ม Trichoptera โดยใช้แสงไฟล่อเดือนละครั้ง พร้อมเก็บตัวอย่างน้ำ ตั้งแต่บ้านปิงโค้ง อ.เชียงดาว ผ่านเขต อ.เมือง จนถึง อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ จำนวน 12 จุดเก็บตัวอย่าง ในระหว่างเดือนกันยายน 2540 - สิงหาคม 2541 รวม 12 เดือน จากการศึกษารวบรวมแมลงน้ำกลุ่ม Trichoptera เพศผู้ได้จำนวน 19,562 ตัว แยกชนิดได้ 58 species จาก 13 families ได้แก่ Hydropsychidae (41%), Leptoceridae (21%), Ecnomidae (19%), Psychomyiidae (13%), Odontoceridae (4%) และ Dipseudopsidae (2%) โดยที่ Archtopsychidae, Calamoceratidae, Goeridae, Hyalopsychidae, Polycentropodidae, Philopotamidae และ Lepidostomatidae รวมแล้วน้อยกว่า 1% จากการศึกษาพบ Trichoptera ชนิดใหม่ 2 ชนิด คือ *Ceraclea egeria* (Malicky and Chaibu, 2000) และ *Oecetis empusa* (Malicky and Chaibu, 2000) และคาดว่าเป็นชนิดใหม่อีก 9 ชนิด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของจำนวนสกุล ชนิด และจำนวนตัวที่พบระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง โดยบ้านปิงโค้งมีความหลากหลายมากที่สุดถึง 39 ชนิด และพบน้อยที่สุด 18 ชนิด ที่บ้านหนองตอง

การศึกษาคุณภาพน้ำ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ บีโอดี ไนเตรต และแอมโมเนีย ส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ของประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ในฤดูฝนพบว่ามีค่า total suspended solids และ nitrate-nitrogen มีค่าเพิ่มขึ้น ค่า BOD_5 มีค่าเพิ่มขึ้นในจุดศึกษาที่ผ่านชุมชนเมืองเชียงใหม่และบริเวณคลองแม่ข่ามาบรรจบในฤดูร้อน ปริมาณโลหะหนัก สารหนู แคดเมียม ตะกั่ว นิเกิล และสังกะสีในน้ำและตะกอนดินอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

การศึกษา Bioindicator species โดยใช้การวิเคราะห์หลายตัวแปร (multivariate analysis) HMDS ร่วมกับ TWINSPAN ในการจัดกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำปิง โดยใช้ข้อมูล caddisflies ในระดับชนิดทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ การศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ และ caddisflies species พบว่า caddisflies 24 ชนิด คือ วงศ์ Hydropsychidae จำนวน 12 ชนิด ได้แก่ *Amphipsyche gratiosa, A. meridiana, Aethaloptera sexpunctata, Cheumatopsyche cognita, C. globosa, C. charites, Potamyia alleni, P. flavata, P. phaidra, Hydropsyche dolosa, Macrostemum floridum* และ *M. midas* วงศ์ Leptoceridae จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ *Leptocerus dirghachuka, L. chiangmaiensis, L. lanzenbergii, Oecetis empusa, Setodes argentiguttatus, S. endymion, S. fluvialis* และ *Parasetodes bakeri* วงศ์ Odonterceridae, Ecnomidae, Hyalopsychidae และ Psychomyiidae 1 ชนิด ได้แก่ *Maliria sumatrana, Ecnomus puro, Hyalopsyche parsula* และ *Paduniella semarangensis* ตามลำดับ โดยทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพสามารถกำหนดกลุ่มจุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำปิงและหา indicator species ได้

ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มสามารถแบ่งจุดศึกษาในแม่น้ำปิงโดยใช้ชนิดของแมลง Trichoptera ได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 แม่น้ำปิงตอนบนที่ได้มลพิษน้อย กลุ่มที่ 2 ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากการพังทะลายของพื้นที่เหนือเมืองเชียงใหม่ กลุ่มที่ 3 กลุ่มได้รับผลกระทบจากเมืองเชียงใหม่ คลองแม่ข่า และกลุ่มที่ 4 ได้แก่ กลุ่มแม่ปิงตอนล่างที่ยังไม่ฟื้นตัวจากมลพิษที่ได้รับจากเมืองเชียงใหม่ จากความสัมพันธ์ระหว่าง indicator Trichoptera species กับค่าความสามารถในการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ สภาพความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าบีโอดี แอมโมเนีย และไนเตรท สามารถแบ่งกลุ่มแมลงหนอนปลอกน้ำได้ 2 กลุ่ม คือ

1. Tolerant species จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ *Aethaloptera sexpunctata*, *Amphipsyche meridiana, Cheumatopsyche cognita, Macrostemum floridum, Leptocerus chiangmaiensis, Ecnomus puro* และ *Peduniella semarangensis*
2. Sensitive species จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ *Macrostemum midas, Potamyia phaidra, Amphipsyche gratiosa, Hydropsyche dolosa, Cheumatopsyche globosa, Leptocerus dirghachuka, Oecetis empusa, Setodes argentiguttatus, S. endymion, S. fluvialis* และ *Marilia sumatrana*

ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการติดตามตรวจสอบมลพิษทางน้ำของแหล่งน้ำอื่น และนำไปประกอบการตัดสินใจในการจัดการควบคุมมลพิษทางน้ำแก่หน่วยงานที่รับผิดชอบต่อไป

4. ความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากธำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

การศึกษาความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากลำธารห้วยแก้วที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปี ความสูง 950, 800, 700 และ 650 เมตร จากระดับน้ำทะเล ลำธารห้วยผาลาดและห้วยกู่ขาวที่มีน้ำไหลเพียงบางช่วงของปี ความสูง 700 และ 550 เมตร จากระดับน้ำทะเล ที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จ.เชียงใหม่ ระหว่างเดือนเมษายน 2541 - กรกฎาคม 2542 พบแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยทั้งสิ้น 18 วงศ์ 144 ชนิด จากทั้งหมด 18 วงศ์ ที่พบมีเพียง 6 วงศ์เท่านั้นที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุดคือ วงศ์ Hydropsychidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Lepidostomatidae, Rhyacophilidae และ Psychomyiidae ตามลำดับ การเปรียบเทียบความหลากหลายของแมลงระหว่างลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีกับลำธารที่มีน้ำไหลเพียงบางช่วงของปี พบว่าลำธารที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีมีความหลากหลายของชนิดและจำนวนตัวของแมลงหนอนปลอกน้ำมากกว่าลำธารที่มีน้ำไหลเพียงบางช่วง คุณภาพน้ำจากลำธาร 3 สาย ไม่ต่างกันมากนัก แต่ค่าความเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำในลำธารห้วยผาลาดต่างจากลำธารห้วยแก้วและห้วยกู่ขาว การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำบางประการและตัวเต็มวัยของแมลงหนอนปลอกน้ำ พบว่าอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับวงศ์ Odontoceridae, Polycentropodidae และ Psychomyiidae ในทิศทางเดียวกัน ($P<0.05$) กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิของ

อากาศสูงจะพบจำนวนตัวของวงศ์ดังกล่าวมาก อุณหภูมิน้ำมีความสัมพันธ์กับวงศ์ Odontoceridae และ Polycentropodidae ในทิศทางเดียวกัน (P<0.05) วงศ์ Calamoceratidae, Glossosomatidae และ Philopotamidae มีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นด่างในทิศทางตรงกันข้าม (P<0.05) กล่าวคือ ถ้าในแหล่งน้ำมีค่าความเป็นด่างน้อยจะพบจำนวนตัวของวงศ์ดังกล่าวมาก ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับวงศ์ Ecnomidae, Hydroptilidae, Odontoceridae และ Polycentropodidae ในทิศทางเดียวกัน (P<0.05) วงศ์ Hydroptilidae มีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในทิศทางเดียวกัน (P<0.05) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์กับวงศ์ Limnephilidae ในทิศทางตรงกันข้าม (P<0.05) ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับวงศ์ Odontoceridae และ Polycentropodidae ในทิศทางเดียวกัน (P<0.05) วงศ์ Ecnomidae มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำในทิศทางเดียวกัน (P<0.05) ปริมาณซัลเฟตที่ละลายอยู่ในน้ำมีความสัมพันธ์กับวงศ์ Molannidae ในทิศทางตรงกันข้าม (P<0.05) กล่าวคือ ในแหล่งน้ำมีปริมาณซัลเฟตละลายอยู่น้อยก็จะพบจำนวนของวงศ์ Molannidae มาก โดยสังเกตจากช่วงฤดูหนาวในลำธารห้วยแก้วที่ไม่พบปริมาณซัลเฟตที่ละลายน้ำจะพบจำนวนตัวของวงศ์ Molannidae มาก แต่ในลำธารห้วยแก้วและห้วยผาลาดที่พบปริมาณซัลเฟตละลายน้ำอยู่จะพบจำนวนวงศ์ของ Molannidae น้อย และในช่วงปลายฤดูร้อนหลังฝนตกจะพบปริมาณซัลเฟตที่ลำธารห้วยผาลาดในปริมาณมาก จะไม่พบจำนวนตัวของวงศ์ Molannidae เมื่อเทียบกับลำธารห้วยแก้วและห้วยกู่ขาว ส่วนคุณภาพน้ำที่มีผลต่อจำนวนวงศ์มากที่สุดถึง 8 วงศ์ ได้แก่ Brachycentridae, Calamoceratidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Hydropsychidae, Lepidostomatidae, Psychomyiidae และ Goeridae คือ ปริมาณไนเตรทไนโตรเจนที่ละลายน้ำ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม (P<0.05) ผลจากการทดลองชี้ให้เห็นว่าแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพในการประเมินคุณภาพของลำธารน้ำ

5. *การศึกษาอัตราผลผลิตขั้นที่สองของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Calamoceratidae ในลำธารที่แตกต่างกันที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่*

จากการศึกษาชีวประวัติของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Calamoceratidae ในน้ำตกมณฑาธาร ลำธารห้วยแก้ว ตั้งแต่เดือนกันยายน 2542 - สิงหาคม 2543 พบตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งหมด 154 ตัว ในพื้นที่ 12 ตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่นของประชากร 12.83 ตัว/ตารางเมตร เป็นแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Anisocentropus janus* ทั้งหมด 97 ตัว ซึ่งคิดเป็นความหนาแน่น 8.08 ตัว/ตารางเมตร หลังจากการศึกษาน้ำหนักแมลงภายหลังการเผาด้วยอุณหภูมิ 500°C พบว่าตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *A. janus* ระยะที่ II, III, IV และ V มีน้ำหนักที่ปราศจากเถ้า 0.04, 0.1993, 0.7071 และ 2.8874 มิลลิกรัม ตามลำดับ ตัวอ่อนวงศ์ Calamoceratidae ทั้งหมดมีมวลชีวภาพเท่ากับ 220.7239 มิลลิกรัมน้ำหนักที่ปราศจากเถ้า/ตารางเมตร คิดเป็นอัตราผลผลิต/ปีเท่ากับ 672.4370 มิลลิกรัมน้ำหนักที่ปราศจากเถ้า/ตารางเมตร/ปี มี Annual P/B เท่ากับ 3.0465 ปี$^{-1}$ และแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *A. janus* มีมวลชีวภาพเท่ากับ 134.1078 มิลลิกรัมที่ปราศจากเถ้า/ตารางเมตร คิดเป็นอัตราผลผลิต/ปีเท่ากับ 503.2272 มิลลิกรัมน้ำหนักที่ปราศจากเถ้า/ตารางเมตร/ปี มี Annual P/B เท่ากับ 3.7524 ปี$^{-1}$ ในลำธารห้วยผาลาดพบตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Calamoceratidae ทั้งหมด 39 ตัว ในพื้นที่ 12 ตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่นของประชากรทั้งหมดเท่ากับ 3.25 ตัว/ตารางเมตร เป็นแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *A. janus* ทั้งหมด 30 ตัว คิดเป็นความหนาแน่นเท่ากับ 2.5 ตัว/ตารางเมตร หลังจากการศึกษาน้ำหนักแมลงภายหลังการเผาด้วยอุณหภูมิ 500°C พบว่าตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *A. janus* ระยะที่ II, III, IV และ V มีน้ำหนักที่ปราศจากเถ้าเท่ากับ 0.03, 0.66, 0.9488 และ 5.47 มิลลิกรัม ตามลำดับ ตัวอ่อนวงศ์ Calamoceratidae ทั้งหมดมีมวลชีวภาพเท่ากับ 98.204 มิลลิกรัมน้ำหนักที่ปราศจากเถ้า/ตารางเมตร คิดเป็นอัตราผลผลิต/ปีเท่ากับ 193.359 มิลลิกรัมน้ำหนักที่ปราศจากเถ้า/ตารางเมตร/ปี มี Annual P/B เท่ากับ 1.9690 ปี$^{-1}$ และแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *A. janus* มีมวลชีวภาพเท่ากับ 80.9338 มิลลิกรัมน้ำหนักที่ปราศจากเถ้า/ตารางเมตร คิดเป็นอัตราผลผลิต/ปีเท่ากับ 128.37692 มิลลิกรัมน้ำหนักที่ปราศจากเถ้า/ตารางเมตร/ปี มี Annual P/B เท่ากับ 1.5862 ปี$^{-1}$

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลอัตราผลผลิตขั้นที่สองของลำธารห้วยแก้วและห้วยผาลาด พบว่าลำธารห้วยแก้วมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย มวลชีวภาพ และอัตราผลผลิตของแมลงหนอนปลอกน้ำ *Anisocentropus* spp. มากกว่าลำธารห้วยผาลาดถึง 3 เท่า ส่วนเหตุผลที่ลำธารห้วยแก้วมีอัตราผลผลิตมากกว่าลำธารห้วยผาลาดคือ ห้วยผาลาดมีพื้นท้องน้ำเป็น bedrock เมื่อถึงฤดูฝนปริมาณน้ำมากจะไม่ปรากฏถิ่นที่อยู่ที่เกิดจากการสะสมของใบไม้ และในบางปีที่มีภาวะแห้งแล้ง น้ำในลำธารห้วยผาลาดจะแห้งซึ่งอาจส่งผลให้ตัวอ่อนมีระยะพักตัวหรือหลบหลีกภาวะดังกล่าว สำหรับลำธารห้วยแก้วที่มีความอุดมสมบูรณ์ของพันธุ์ไม้ข้างลำธารและมีน้ำไหลตลอดทั้งปีสามารถสำรวจพบตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำตลอดทั้งปี จำนวนชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยพบว่าในลำธารห้วยแก้วมีจำนวนมากกว่า คือ 4 ชนิด ส่งผลให้มวลชีวภาพและอัตราผลผลิตในลำธารห้วยแก้วมีมากกว่า นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติของน้ำ ลำธารห้วยผาลาดมีการปนเปื้อนของสารจากพื้นที่ท่องเที่ยว ร้านอาหาร และแหล่งชุมชน มากกว่าห้วยแก้ว อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้แมลงหนอนปลอกน้ำที่พบมีอัตราผลผลิตน้อยกว่า และเมื่อพิจารณาถึงแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *A. janus* พบว่าแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ มีความหนาแน่นเฉลี่ย มวลชีวภาพและอัตราผลผลิตขั้นที่สองของลำธารห้วยแก้วมากกว่าในห้วยผาลาดถึง 2 เท่า

6. ผลกระทบจากการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชต่อกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่และการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในไคโรโนมิด ที่บ้านแม่สาใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

พื้นที่รับน้ำแม่สาน้อย บ้านแม่สาใหม่ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ เป็นบริเวณที่มีการเกษตรที่สูงและมีรายงานการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชมาก เช่น กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต และคาร์บาเมต ซึ่งการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชอาจมีผลกระทบต่อกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรสในกลุ่มสัตว์เหล่านี้ในลำธารแม่สาน้อยในพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้นจึงศึกษาผลกระทบของสารเคมีปราบศัตรูพืชต่อกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่เป็นเบนธอส และการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรสในไคโรโนมิดในลำธารนี้ช่วงเดือนเมษายน 2542 - กุมภาพันธ์ 2543 วัดค่าปัจจัยทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำในลำธารแม่สาน้อย สุ่มเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วย surber sampler และเก็บตัวอย่างไคโนโนมิดเพื่อวัดการทำงานของเอมไซม์โคลีนเอสเตอเรส และศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในหลอดทดลองด้วยสารเคมีปราบศัตรูพืชกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตคือ methyl-parathion เปรียบเทียบกันกับลำธารควบคุมบนดอยสุเทพ พบว่าความหนาแน่นประชากรสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่เป็นเบนธอสที่แม่สาน้อยต่ำกว่าที่ลำธารควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.03$) และคุณสมบัติกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่เป็นเบนธอสเปลี่ยนแปลง ค่าการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรสของไคโรโนมิดจากลำธารแม่สาน้อยต่ำกว่าจากลำธารควบคุมแต่ไม่มีนัยสำคัญ ($p=0.07$) ไคโรโนมิดจากลำธารที่ศึกษามีความไวต่อสารเคมีปราบศัตรูพืชมากกว่าไคโรโนมิดจากลำธารควบคุมคือ ปริมาณของ methyl-parathion ที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรสในไคโรโนมิดจากลำธารที่ศึกษาและลำธารควบคุมให้ลดลง 50% มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.004$) และมีค่าเป็น 121.7 ± 24.8 และ 202.5 ± 25.6 μM ตามลำดับ สรุปได้ว่าการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาน้อย ทำให้ความหนาแน่นประชากรสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่เป็นเบนธอสลดลง และคุณสมบัติของกลุ่มสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่เป็นเบนธอสเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลทำให้ลำธารแม่สาน้อยมีความเสี่ยงต่อการเสียสมดุลทางนิเวศจากการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืช

บทสรุป

การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำในประเทศไทยตลอดกว่า 70 ปีที่ผ่านมา การทำการวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญในต่างประเทศ และการศึกษาจากผู้ชำนาญการภายในประเทศ ส่งผลให้องค์ความรู้ทางด้านอนุกรมวิธานของแมลงน้ำในประเทศไทยบางชนิด เช่น แมลงปอและแมลงปอเข็ม แมลงหนอนปลอกน้ำ แมลงมวนน้ำจืด แมลงเกาะหิน และบางกลุ่มของแมลงในลำดับ Diptera ได้มีการพัฒนาเครื่องมือ (key) ขึ้นมาใช้ในการจัดจำแนกแมลงน้ำถึงระดับชนิด ดังนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะมีการพัฒนาแมลงน้ำมาใช้เป็นดัชนี (index) บ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อม การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ หรือการวิจัยประยุกต์การศึกษาทางด้าน Ecotoxicology เพื่อใช้แมลงน้ำเป็นตัวชี้วัดความ

เป็นพิษในสิ่งแวดล้อม งานทางด้านการใช้สิ่งมีชีวิตในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม (bioindicator) ในปัจจุบันกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในหลายๆ ประเทศรวมทั้งประเทศไทย มีงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่ศึกษาผลกระทบของการใช้สารเคมี สารสังเคราะห์ หรือกิจกรรมของชุมชนต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในธรรมชาติ ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลสำคัญในการพิจารณา วิเคราะห์ความเสี่ยงในการใช้พื้นที่หรือกิจกรรมอันส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติรหัสโครงการ BRT 140019, 541082, 542090, 543021 และ 544004 และโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

นฤมล แสงประดับ, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, ชุติมา หาญจวนิช, อาษา อาษาไชย และประยุทธ์ อุดรพิมาย. 2542. การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. หน้า 316-320.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2541. ความหลากหลายทางชีวภาพ. เอกสารเผยแพร่ สำหรับนักเรียน นักศึกษา. ฝ่ายทรัพยากรชีวภาพ กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.

สมยศ ศิลาล้อม. 2543. ความหลากหลายและการกระจายของตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำในลำธารที่ระดับความสูงต่างกัน บนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อลงกรณ์ ผาพง, นฤมล แสงประดับ และชุติมา หาญจวนิช. 2542. ความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญ้าเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. หน้า 328-329.

Abel, P.D. 1989. Water Pollution Biology. Ellis Horwood Limited, Chichester.

Chantaramongkol, P. 1983. Light-trapped caddisflies (Trichoptera) as water quality inducators in Large Rivers: results from the Danube at Veroce Hungary. *Aquatic Insects* 5: 33-37.

Chantaramongkol, P. and H. Malicky. 1989. Some *Chimarra* (Trichioptera: Philopotamidae) from Thailand (studies on caddisflies from Thailand, nr. 2). *Aquatic Insects* 11: 223-240.

Chantaramongkol, P. and H. Malicky. 1995. Drei neue asiatische *Hydromanicus* (Trichoptera: Hydropsychidae) (Arbeiten Üeber thailandische KÖcherfliegennr.17). *Entomologische Zeitschrift (Essen)* 105: 92-99.

Chen, P.P. and H. Zettel. 1996. An illustrated key to the families of Gerromorpha in Thailand. *Amemboa* 1: 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: 24-42.

Collier, K.J. 1995. Environmental factors affecting the taxonomic composition of aquatic macroinvertebrate communities in lowland waterways of Northland, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 29: 453-465.

Dudgeon, D. 1994. Research strategies for the conservation and management of tropical Asian streams and rivers. *International Journal of Ecology and Environment Sciences* 20: 255-285.

Hanboonsong, Y., P. Mungkandee and H. Zettel. 1996. A preliminary list of aqutic and semiaquatic Heteroptera (Nepomorpha, Gerromorpha) from the Maekhong-Chi-Mun River area, Thailand. *Amemboa* 1: 19-24.

Hecher, C. 1998. Key to the genera of Veliidae (Gerromorpha) of Thailand and adjacent countries, with a check-list of genera and species known from Thailand. *Amemboa* 2: 3-9.

Hollaway, D.A., S.E. Brennan and J.T. Ahokas. 1995. Short review of selected fish biomarkers of xenobiotic exposure with an example using fish hepatic mixed-function oxidase. *Australian Journal of Ecology* 20: 34-44.

Hellawell, J.M. 1986. Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environment Management. Elsevier Applied Science Publishers, London.

Johnson, R.K., T. Wiederholm and D.M. Rosenberg. 1993. Freshwater biology using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. *In* D.M. Rosenberg and V.H. Resh (eds.), Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall, London.

Liess, M. 1998. Significance of agricultural pesticides on stream macroinvertebrate communuties. *Verh. Internationale Vereinigung* Für *Theoretische Und Angewandte Limnologie* 26: 1245-1249.

Lis, J.A. 1998. An annotated checklist of Burrower bugs (Cydnidae) of Thailand. *Amemboa* 2: 43-46.

Malicky, H. 1987. On some Rhyacophila from Doi Suthep Mountain, northern Thailand. *Braueria* 14: 27-29.

Malicky, H. 1989. Odontoceridae aus Thailand (Trichoptera) from southeastern Asia, studies on caddisflies of Thailand, Nr. 5: Proceeding 6th International Symposium of Trichoptera. pp. 381-384.

Malicky, H. 1994. Ein beitrag zur kenntnis asiatischer Calamoceratidae (Trichoptera) Arbeiten über thailandische KÖcherfliegen nr. 13. *Zeitshrift der Arbeitsgemeinschaft Osterr Entomologen* 46: 62-79.

Malicky, H. 1998a. Ein beitrag zur kenntnis *Amphipsyche* und Polymorpharnisini (Trichoptera, Hydropsychidae) (Gleichzeitig 23. Arbeit über thailandische KÖcherfliegen). *Stapfia* 55: 399-408.

Malicky, H. 1998b. Ein beitrag zur kenntnis asiatischer Macronimatini (Trichoptera, Hydropsychidae) (Gleichzeitig 24. Arbeit über thailandische KÖcherfliegen). *Linzer biologischen Beiträgen* 30(2): 767-793.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1989a. Einige Rhyacophilidae aus Thailand (Trichoptera) Studien über thailandische KÖcherfliegen nr. 3. *Entomologische Zeitschrift (Essen)* 99: 17-24.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1989b. Beschreibung von neuen KÖcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand und Burma. Arbeiten über thailandische KÖcherfliegen nr. 6. *Entomologische Berichte Luzern*. 22: 117-126.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1990. Elf neue KÖcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand und angrenzenden Landern. Studien über thailandische KÖcherfliegen nr. 7. *Entomologische Zeitschrift (Essen)* 101: 80-89.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1991a. Einige Leptocerus 7 each (Tricoptera: Leptoceridae) aus Thailand. Arbeiten über thailandische KÖcherfliegen nr. 8. *Braueria* 18: 9-12.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1991b. Beschreibung von *Trichomacronema paniae* n. sp. (Trichoptera: Hydropsychidae) aus Nord-Thailand und beobachtungen uber ihre lebensweise. Arbeiten über thailandische KÖcherfliegen nr.9. *Entomologische Berichte Luzern* 25: 113-122.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1992a. Neue KÖcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand und angrenzenden landern. Arbeiten über thailandische KÖcherfliegen nr.11. Braueria19: 13-23.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1992b. Einige Goera (Trichoptera: Goeridae) aus Sudasien. Studien über thailandische KÖcherfliegen nr. 10. *Entomologische Berichte Luzern* 27: 141-150.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1993. Neue Trichoptera aus Thailand (Arbeiten über thailandische nr. 12) *Linzer biologischen Beiträgen* 25: 433-487.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1994. Neue Lepidostomatidae aus Asien (Trichoptera) (Arbeiten über Thailandische nr. 14) *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 96B: 225-264.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1996. Neue KÖcherfliegen aus Thailand (Trichoptera) Arbeiten Nr. 19 über thailandische KÖcherfliegen. *Entomologische Berichte Luzern* 36: 119-128.

Malicky, H. and P. Chantaramongkol. 1999. A Preliminary Survey of the Caddisflies (Trichoptera) of Thailand. Study no. 26 on Caddisflies of Thailand. Proceeding 9th of International Symposium on Trichoptera. pp. 205-216.

Malicky, H., P. Chantaramongkol, P. Chaibu, T. Prommi, S. Silalom, S. Sompong and I. Thani. 2000. Neue KÖcherfliegen aus Thailand (Insecta, Trichoptera. (Arbeit über thailandische KÖcherfliegen Nr.30). Linzer biologischen Beiträgen. pp. 861-874.

Malicky, H., P. Chantaramongkol, S. Cheunbarn and N. Saengpradab. 2001. Einige neue KÖcherfliegen (Trichoptera) aus Thailand (Arbeit Nr. 32 über thailandische KÖcherfliegen. *Braueria* 28: 11-14.

McCafferty, W.P. 1981. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett Publishers, Inc., Boston, USA.

Norris, R.H. and K.R. Norris. 1995. The need for biological assessment of water quality: Australian perspective. *Australian Journal of Ecology* 20: 1-6.

Nieser, N. 1996. An illustrated key to the families of Nepomorpha in Thailand. *Amemboa* 1: 4-9.

Nieser, N. 1998. Introduction to the Notonectidae (Nepomorpha) of Thailand. *Amemb*oa 2: 10-14.

Nieser, N. and T. Polhemus. 1998. Introduction to the Nepidae of Thailand. *Amemboa* 2: 19-23.

Nieser, N. 1999. Introduction to the Micronectidae (Nepomorpha) of Thailand. *Amemboa* 3: 9-12.

Pinder, L.C.V. and D.J. Morley. 1995. Chironomidae as indicators of water quality-with a comparison of the Chironomid faunas of a series of contrasting Cumbrian Tarns. Insects in a Changing Environment, 17th Symposium of The Royal Entomological Society of London. pp. 271-293.

Polhemus, J.T. and D.A. Polhemus. 1999. Introduction to the Leptopodomorpha of Thailand and adjacent countries. *Amemboa* 3: 14-21.

Stark, B.P. 1983. Descriptions of Neoperlini from Thailand and Malaysia (Plecoptera : Perlidae). *Aquatic Insect* 5(2): 99-114.

Stark, B.P. 1989. Oriental Peltoperlinae (Plecoptera): A generic review and descriptions of a new genus and seven new species. *Entomogica Scandinavica* 19(4): 503-525.

Stark, B.P. and I. Sivec. 1991. Descriptions of oriental Perlini (Plecoptera: Perlidae). *Aquatic Insects* 13(3): 151-160.

Schaefer, C.W. and I. Ahmad. 1999. A key to genera of southeast Asian and Malesian Largidae (Hemiptera: Pyrrhocoroidae). *Amemboa* 3: 2-5.

Sompong, S. and P. Chantaramongkol. 1999. Studies on phenology and life cycles of *Limnocentropus* species (Trichoptera: Limnocentropodidae) in Doi Inthanon Range, northern Thailand. Proceeding 9th of International Symposium on Trichoptera. pp. 347-348.

Thani, I. and P. Chantaramongkol. 1999. Life history of *Ugandatrichia maliwan* (Trichoptera: Hydroptilidae) in Mae Klang Stream, Doi Inthanon Range, northern Thailand. Proceeding 9th of International Symposium on Trichoptera. pp. 411-413.

Ward, J.V. 1995. Aquatic Insect Ecology. Colorado State University, John Wiley and Sons, Inc., Fort Collins, Colorado, USA.

Watanasit, S. 1999. Seasonal change in aquatic insect comunities of freshwater streams in southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 21(2): 141-153.

Zettet, H. and P.P. Chen. 1996. An illustrated key to the Hydrometridae of Thailand. *Amemboa* 1: 14-17.

Zettel, H. 1998. Introduction to the Helotrephidae (Nepomorpha) in Thailand and adjacent countries. *Amemboa* 2: 15-18.

Zettel, H. 1999. The genus *Merragata* BUCHANAN-WHITE, 1977 (Gerromorpha: Hebridae) in Thailand, with notes on the oriental taxa. *Amemboa* 3: 6-8.

Zettel, H. 1999. An illustrated key to the genera of Hebridae (Gerromorpha) in Thailand. *Amemboa* 3: 22-26.

การศึกษาหิ่งห้อยในประเทศไทย

อัญชนา ท่านเจริญ และสังวรณ์ กิจทวี

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

Abstract: Firefly Study in Thailand

Anchana Thancharoen and Sangvorn Kitthawee

Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rajdhevee, Bangkok 10400

Fireflies are nocturnal insects belonging to the family Lampyridae, order Coleoptera. They are luminous and best seen after sunset, when they use mainly flashing lights for sexual communication. These flashing patterns may be disturbed by human activities. Destruction and fragmentation of habitats, combined with interference from human-created light sources, affects firefly populations, causing their reduction and, in some cases, extinction. Rare or threatened species may be conserved through appropriate habitat management. However, conservation requires a skilful blend of knowledge gained from both academic and practical traditions. One major difficulty in Thailand is the present lack of expert knowledge on fireflies. The aim of the current work is to study firefly taxonomy and distribution so as to identify high diversity areas and other key sites. These studies are a prerequisite for effective and sustainable conservation.

Key words: Lampyridae, firefly, lightning bug, extinction

บทนำ

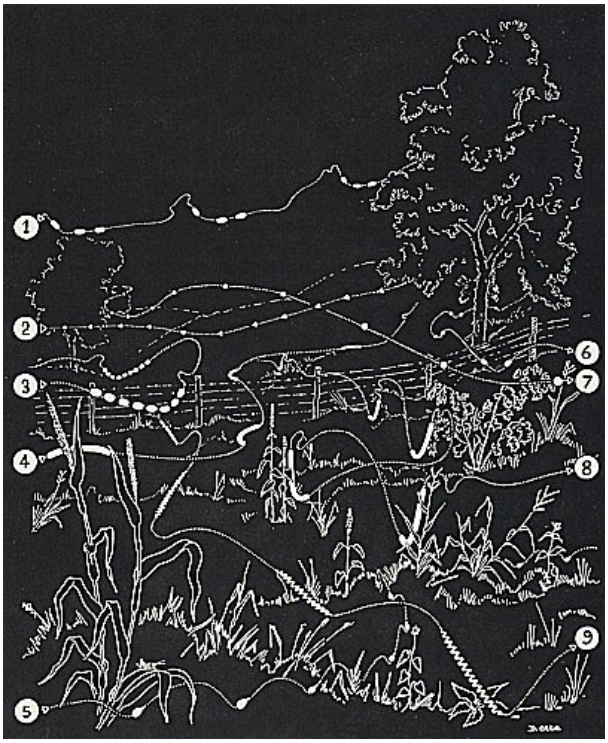
หิ่งห้อย (firefly หรือ lightning bug) เป็นแมลงจำพวกด้วงที่มีพฤติกรรมการดำรงชีวิตส่วนใหญ่ในเวลากลางคืน (nocturnal insect) จำแนกอยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Lampyridae ซึ่งมีลักษณะเด่นที่แตกต่างจากด้วงชนิดอื่นๆ คือ มีอวัยวะพิเศษบริเวณปลายส่วนท้องของลำตัวที่สามารถผลิตแสงได้ เรียกว่า อวัยวะเรืองแสง (light organ) มีลำตัวอ่อนนิ่ม (soft-bodied beetle) ขนาดตั้งแต่ 5-25 มิลลิเมตร ส่วนหัวมีแผ่นแข็งคลุม เรียกว่า pronotum หิ่งห้อยเพศผู้มักจะมีตาขนาดใหญ่ และมีปีกที่พัฒนาเต็มที่ ในขณะที่เพศเมียบางชนิดมีปีกสั้น (เช่น *Photinus extensus* Gorham) หรือไม่มีปีกซึ่งจะทำให้มีลักษณะรูปร่างคล้ายตัวอ่อน (เช่น *Lampyris noctiluca* Linnaeus) เนื่องจากสามารถเรืองแสงได้หิ่งห้อยเหล่านี้จึงถูกเรียกว่า glow-worm เพศผู้จะมีอวัยวะเรืองแสง 2 ปล้อง ขณะที่เพศเมียมีเพียงปล้องเดียวเท่านั้น

หิ่งห้อยกระจายอยู่ทั่วไปในภูมิประเทศที่หลากหลายในเขตอบอุ่น และเขตร้อนของโลก ยกเว้นบริเวณเขตทะเลทรายและภูเขาสูง (Buck and Buck, 1976) มีการค้นพบและจำแนกชนิดทั่วโลกแล้วมากกว่า 1,900 ชนิด และยังมีอีกจำนวนมากที่รอการค้นพบ (Anonymous, 1996) เนื่องจากหิ่งห้อยมีความจำเพาะต่อพื้นที่อาศัยมากทำให้แต่ละภูมิภาคมีชนิดแตกต่างกัน เป็นเหตุผลสนับสนุนว่าหิ่งห้อยเป็นแมลงที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง

วัฏจักรชีวิตของหิ่งห้อย

วัฏจักรชีวิตของหิ่งห้อยมีความคล้ายคลึงกับด้วงอื่นๆ ในอันดับ Coleoptera ซึ่งประกอบด้วย 4 ระยะ คือ ไข่ (egg) ตัวอ่อน (larva) ดักแด้ (pupa) และตัวเต็มวัย (adult) หิ่งห้อยเพศผู้และเมียจะกระพริบแสงเป็นสัญญาณสื่อสารเพื่อหาคู่ผสมพันธุ์ (sexual communication) สัญญาณแสงกระพริบแต่ละชนิดมีลักษณะจำเพาะ (species specific flash pattern) ในแง่ของ สี ขนาด ความสว่าง จังหวะการกระพริบ ความสูงในการบิน ท่วงท่าการบิน ตลอดจนเวลาที่เริ่มกระพริบแสง ความจำเพาะของแสงกระพริบนี้มีประโยชน์ในการป้องกันการผสมข้ามสายพันธุ์ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนในพื้นที่ที่มีหิ่งห้อยหลายชนิดอาศัยอยู่ร่วมกัน (Lloyd, 1973) (ภาพที่ 1) หลังการผสมพันธุ์ เพศเมียจะหาที่เหมาะสมสำหรับ

วางไข่ หิ่งห้อยชนิดที่มีระยะตัวอ่อนดำรงชีวิตในน้ำ (aquatic larva) เช่น *Luciola cruciata* Motschulsky (Suzuki, 1997; Yuma, 1981), *L. owadai* M. SatÔ et Kimura (Suzuki, 1997), *L. japonica* (Lloyd et al., 1989) และ *L. brahmina* Bourgeois (สมหมาย และองุ่น, 2539) จะวางไข่บนพืชน้ำ ส่วนหิ่งห้อยชนิดที่มีตัวอ่อนดำรงชีวิตบนบก (terrestrial larva) เช่น *Photuris* และ *Photinus* จะวางไข่บนพื้นดินบริเวณที่ชื้นแฉะ



ภาพที่ 1. หิ่งห้อยสกุล *Photinus* แต่ละชนิด (1-9) มี สัญญาณกระพริบที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนซึ่งเป็นลักษณะจำเพาะของหิ่งห้อยแต่ละชนิด

ไข่ของหิ่งห้อยมีรูปร่างกลม ผิวเรียบ มีสีขาวเหลือง หรือไม่มีสี ไข่อาจวางเดี่ยวๆ หรือเป็นกลุ่มๆ ละประมาณ 20-100 ฟอง และมีเมือกใสๆ ช่วยยึดให้ไข่อยู่ติดกัน ไข่ของหิ่งห้อยบางชนิดสามารถเรืองแสงได้ในช่วง 2 หรือ 3 วัน หลังจากถูกวาง และพบว่าจำนวนไข่ที่วางในแต่ละครั้งจะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักของดักแด้เพศเมีย (Buschman, 1984) ซึ่งเป็นผลมาจากความอุดมสมบูรณ์ของอาหารที่ตัวอ่อนได้รับก่อนเข้าสู่ระยะดักแด้ ขนาดของไข่จึงเป็นดัชนีบ่งชี้ความสมบูรณ์แข็งแรงของหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนได้ เมื่อหิ่งห้อยเพศเมียมีอายุมากขึ้น ขนาดของไข่ที่วางจะลดขนาดลงเรื่อยๆ ไข่ที่มีน้ำหนักน้อยจัดเป็นไข่ที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีไข่แดง (yolk) น้อย ซึ่งทำให้พัฒนาไปเป็นตัวอ่อนที่ไม่แข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ไม่ดี ส่งผลให้มีอัตราการตายสูงในระยะตัวอ่อน (Yuma, 1984; 1986) อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมก็เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักของไข่ด้วย (Yuma, 1986)

ตัวอ่อนของหิ่งห้อยมีรูปร่างยาว ลำตัวแบ่งเป็นปล้อง แต่ละปล้องของลำตัวถูกปกคลุมด้วยแผ่นแข็งรวมไปถึงส่วนหัวที่ปกคลุมด้วย pronotum ขนาดใหญ่ มีขา 6 ขา ส่วนปลายลำตัวมีอวัยวะคล้ายพู่ เรียกว่า holdfast organ หรือ caudal gasping organ ใช้ทำความสะอาดร่างกายและยึดลำตัวกับพื้นขณะเคลื่อนที่ หิ่งห้อยระยะนี้มีอวัยวะเรืองแสงมี 1 คู่ที่ด้านท้องของปล้องที่ 8 ของลำตัว แสงของตัวอ่อนเป็นแสงต่อเนื่อง ไม่กระพริบ ดังนั้น อวัยวะเรืองแสงในระยะนี้จึงมีโครงสร้างไม่ซับซ้อนเหมือนในระยะเต็มวัย (Peterson, 1970) หิ่งห้อยระยะนี้ไม่ได้ใช้แสงเพื่อหาคู่ผสมพันธุ์เหมือนในตัวเต็มวัย แต่พบว่าตัวอ่อนใช้แสงเพื่อป้องกันศัตรูโดยจะเรืองแสงเมื่อถูกรบกวนจากการสัมผัส การสั่นสะเทือน ตลอดจนแสงไฟ หรือแสงกระพริบของหิ่งห้อยระยะเต็มวัยตัวอื่น (Lloyd, 1978) นอกจากนี้ Underwood et al. (1997) พบว่าแสงของตัวอ่อนเป็นสัญญาณเตือนภัยถึงอันตราย (aposematic display) เมื่อผู้ล่ากินตัวอ่อนหิ่งห้อยเข้าไป สารเรืองแสงซึ่งเป็นสารพิษจะทำให้ผู้ล่าอาเจียน และเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ไม่ให้กินตัวอ่อนหิ่งห้อยที่เรืองแสงอีก ดังนั้น พฤติกรรมการเรืองแสงของตัวอ่อนจึงเป็นกลไกเพื่อป้องกันตัวจากผู้ล่า (defensive mechanism)

ตัวอ่อนของหิ่งห้อยจัดเป็นผู้ล่าในห่วงโซ่อาหาร (predator) ชนิดอาหารที่ตัวอ่อนกินจะสัมพันธ์กับชนิดของเหยื่อตามสภาพที่อยู่อาศัย เช่น ตัวอ่อนที่อาศัยบนบกในบริเวณที่ชื้นแฉะ ตามร่องดิน ใต้เศษใบไม้ ใต้หิน จะกินหอยทากบกและแมลงที่มีลำตัวอ่อนนิ่มเป็นอาหาร ส่วนตัวอ่อนที่อยู่ในน้ำ เช่น บ่อน้ำ นาข้าว พื้นที่ชุ่มน้ำ จะกินหอยน้ำจืด แมลงน้ำ ตลอดจนตัวอ่อนของแมลงน้ำต่างๆ เป็นอาหาร (Buschman, 1984; สมหมาย และองุ่น, 2539) จากความรู้ดังกล่าว สามารถประยุกต์ใช้หิ่งห้อยในการควบคุมหอยซึ่งเป็นพาหะนำเชื้อพยาธิ *Schistosome* โดยชีววิธี (biological control) (Sodeman, 1980) แต่ตัวอ่อนหิ่งห้อยบางชนิดกินอาหารที่ค่อนข้างจำเพาะ เช่น หิ่งห้อยในสกุล *Photinus* และ *Stenocladius* จะกินเฉพาะไส้เดือน (LaBella and Lloyd, 1991; Suzuki, 1997) ส่วนสกุล *Rhagopthalmus* จะกินเฉพาะตะขาบ (Suzuki, 1997)

ระยะตัวอ่อนของหิ่งห้อยเป็นระยะที่ใช้เวลายาวนานที่สุดในวัฏจักรชีวิต บางชนิดใช้เวลานานถึง 90% ของระยะเวลาตลอดวัฏจักรชีวิต (สมหมาย และองุ่น, 2539) ขนาดของตัวอ่อนระยะสุดท้ายมีความสัมพันธ์กับอัตราการอยู่รอดของหิ่งห้อยในระยะดักแด้ (Yuma, 1981) ดักแด้ของหิ่งห้อยเป็นแบบ exarate ไม่มีเปลือกแข็งห่อหุ้ม (cocoon) จึงหลบศัตรูโดยการเข้าดักแด้ใต้พื้นดิน ในโพรงที่ตัวอ่อนสร้างขึ้น (excavated cell) หรือในโพรงไม้ เรียกการเข้าดักแด้ลักษณะนี้ว่า subterranean pupation โดยทั่วไปดักแด้มีสีขาว ขาวอมเหลือง หรือขาวอมชมพู จะมีประโยชน์เมื่อมีผู้ล่าบุกรุกดักแด้จะเรืองแสง สีดังกล่าวจะทำให้เห็นแสงทั้งตัวเพื่อป้องกันศัตรู แต่หิ่งห้อยบางชนิด เช่น หิ่งห้อยสกุล *Pyractomena* จะเข้าดักแด้บนต้นไม้ เรียกว่า aerial pupation หรือ arboreal pupation ซึ่งเสี่ยงต่อการถูกล่า ดังนั้นดักแด้จึงมีการปรับสีสันให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมเพื่อพลางตัว (Lloyd, 1997) ระยะดักแด้ของหิ่งห้อยใช้เวลาประมาณ 1-3 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับชนิดและเพศของหิ่งห้อย ดักแด้เพศผู้ของหิ่งห้อย *Pyractomena lucifera* ใช้เวลาในการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยนานกว่าดักแด้เพศเมีย ดังนั้นหิ่งห้อยเพศเมียจึงลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยก่อนเพศผู้ (Buschman, 1984)

วัฏจักรชีวิตของหิ่งห้อยแต่ละชนิดใช้ระยะเวลาการพัฒนาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดหิ่งห้อย ความอุดมสมบูรณ์ และลักษณะของพื้นที่อาศัย ตลอดจนปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ดังนั้น จึงมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนหิ่งห้อยในแต่ละฤดูกาล (Thancharoen, 2001) การศึกษาวัฏจักรชีวิตของหิ่งห้อยในประเทศไทยมีไม่มากนัก เพราะหิ่งห้อยมีวัฏจักรชีวิตยาวนาน จึงต้องใช้เวลาในการเพาะเลี้ยงค่อนข้างนาน บางชนิดอาจกินเวลานานเป็นปี หิ่งห้อยในประเทศไทยที่มีรายงานการเพาะเลี้ยงมีเพียง 4 ชนิด ดังตารางที่ 1 ความรู้เรื่องวัฏจักรชีวิต ชนิดอาหารของตัวอ่อนหิ่งห้อย ตลอดจนปัจจัยที่มีบทบาทต่อการพัฒนาในแต่ละระยะ เป็นองค์ความรู้ที่มีประโยชน์อย่างมากในการเพาะเลี้ยง และขยายพันธุ์หิ่งห้อยเพื่อการศึกษาและอนุรักษ์

ตารางที่ 1. วงจรชีวิตของหิ่งห้อยบางชนิดในประเทศไทย

ชนิดหิ่งห้อย	ระยะเวลาตลอดวัฏจักรชีวิต (วัน)	ระยะเวลาการพัฒนาแต่ละระยะ (วัน)									
		ไข่	ตัวอ่อน						ดักแด้	ตัวเต็มวัย	เอกสารอ้างอิง
			1	2	3	4	5	6			
Luciola circumdata	515	18	29	84	146	201	-	-	8	21	ทองเจือ, 2512
Luciola brahmina	94	8-11	10	14	18	20	17	-	5-7	-	สมหมาย และองุ่น, 2539
Luciola chinensis	ND	21	22	12	23	24	40	52	ND	ND	Thancharoen, 2001
Pteroptyx malaccae	107	13	25	23	27	10	2	-	7	-	สมหมาย และองุ่น, 2543

หมายเหตุ: ND = ไม่มีข้อมูล

อนุกรมวิธานของหิ่งห้อย

การศึกษาอนุกรมวิธานของหิ่งห้อยส่วนมากทำในหิ่งห้อยระยะเต็มวัยเพศผู้ โดยศึกษาลักษณะรูปร่างภายนอก เช่น ลักษณะ pronotum ปีกคู่นอก (elytra) หนวด อวัยวะเรืองแสง และอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (male genitalia) ส่วนการจำแนกชนิดหิ่งห้อยในระยะตัวอ่อนน่าสนใจ แต่การศึกษาทำได้ยากมากเพราะต้องเลี้ยงหิ่งห้อยในห้องปฏิบัติการ เพื่อยืนยันว่าตัวอ่อนนั้นเป็นหิ่งห้อยชนิดอะไร โดยเทียบชนิดจากหิ่งห้อยระยะเต็มวัยที่สามารถจำแนกชนิดได้แล้ว ดังนั้นจึงพบรายงานการวิจัยทางด้านนี้น้อยมาก (Archangelsky and Branham, 1998)

ถึงแม้การศึกษาอนุกรมวิธานหิ่งห้อยได้ศึกษามานานตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 18 การจำแนกชนิดหิ่งห้อยยังค่อนข้างน้อยเพราะขาดแคลนผู้ศึกษาอย่างจริงจัง McDermott รายงานการจำแนกหิ่งห้อยที่สำรวจพบทั่วโลกในปี 1964 (Suzuki, 1997) ส่วนอนุกรมวิธานของหิ่งห้อยในภูมิภาคเอเชียและออสเตรเลียได้ถูกรายงานและจัดทำเป็นรูปวิธาน (keys) เพื่อจำแนกชนิดอย่างละเอียด (Ballantyne and Buck, 1979; Ballantyne and McLean, 1970; Ballantyne, 1987) ซึ่ง

มีประโยชน์มากในการจำแนกชนิดหิ่งห้อยในประเทศไทย แต่ยังมีอีกจำนวนมากที่ยังจัดจำแนกไม่ได้และคาดว่าน่าจะพบหิ่งห้อยชนิดใหม่ๆ หลายสปีชีส์ เนื่องจากหิ่งห้อยเป็นแมลงที่ค่อนข้างอยู่เฉพาะถิ่น ดังนั้นในแต่ละภูมิภาคของโลกจึงพบหิ่งห้อยที่ต่างชนิดกัน จึงเป็นปัญหาสำหรับงานอนุกรมวิธาน

ความหลากหลายของหิ่งห้อยในประเทศไทย

การศึกษาหิ่งห้อยในประเทศไทยเริ่มจากที่ราบภาคกลางบริเวณปากแม่น้ำ การศึกษาในระยะแรกเป็นการสำรวจโดยชาวตะวันตกที่เข้ามาค้าขาย และพบหิ่งห้อยที่รวมกลุ่มกันอย่างหนาแน่นบนต้นไม้ริมแม่น้ำเจ้าพระยา กระพริบแสงเป็นจังหวะพร้อมกัน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่น่าประทับใจและไม่สามารถพบเห็นได้ในประเทศในเขตซีกโลกตะวันตก ในปี พ.ศ. 2508 John Buck และคณะ ออกสำรวจหิ่งห้อยริมแม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้ทราบว่าหิ่งห้อยที่รวมกลุ่มกันอยู่บนต้นไม้ริมแม่น้ำเจ้าพระยานี้ ประกอบด้วยหิ่งห้อยในสกุล *Pteroptyx* 2 ชนิด (Buck and Buck, 1966) พร้อมทั้งศึกษากระบวนการและกลไกการกระพริบแสงเป็นจังหวะพร้อมกัน (synchronous flashing) (Buck and Buck, 1968) ต่อมาปี พ.ศ. 2512 ทองเจือ เถระพัฒน์ รายงานการพบหิ่งห้อย 3 ชนิด ในบริเวณจังหวัดกรุงเทพฯ และสมุทรปราการ หิ่งห้อยที่พบ ได้แก่ *Luciola brahmina* และ *Luciola circumdata* Mots. พบทั่วไปตามสวน ส่วน *Pteroptyx malaccae* พบชุกชุมตามต้นลำพู งานวิจัยนี้นับว่าเป็นงานวิจัยหิ่งห้อยชิ้นแรกของคนไทย 11 ปีต่อมา มีรายงานการสำรวจหิ่งห้อยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และบริเวณใกล้เคียง โดยนักกีฏวิทยาชาวอเมริกัน พบว่านอกจากหิ่งห้อยสกุล *Pteroptyx* แล้ว ยังสามารถพบหิ่งห้อยสกุล *Luciola* 4 ชนิด คือ *Luciola japonica* (Thund.), *Luciola cingulata* E. Oliver, *Luciola* nr *carinata* และ *Luciola circumdata* พร้อมทั้งศึกษานิเวศวิทยาของหิ่งห้อยดังกล่าวด้วย (Lloyd et al., 1989) งานวิจัยนี้นับว่าเป็นรายงานความหลากหลายของหิ่งห้อยฉบับล่าสุดที่ศึกษาโดยชาวตะวันตก ความคืบหน้าในการศึกษาในระยะแรกนี้เป็นไปอย่างช้า เพราะยังไม่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยชาวไทย

ในปี พ.ศ. 2540 สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ทรงเล็งเห็นถึงการลดลงอย่างรวดเร็ว ของจำนวนประชากรหิ่งห้อย และเพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์หิ่งห้อยในประเทศไทยจึงเกิดโครงภายใต้พระบรมราชินูปถัมภ์ เพื่อศึกษาความหลากหลายและนิเวศวิทยาของหิ่งห้อยในประเทศไทยขึ้น โดยความร่วมมือของผู้เชี่ยวชาญด้านกีฏวิทยาจากหลายสถาบัน รับผิดชอบในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย การขยายขอบเขตการสำรวจทำให้พบหิ่งห้อยชนิดใหม่ๆ มากขึ้น โครงการนี้ครอบคลุม 35 จังหวัด พบหิ่งห้อยทั้งหมด 10 สกุล ได้แก่ *Diaphanes, Lamprigera*, *Lucidina*, *Luciola*, *Pteroptyx*, *Pyrocoelia*, *Pyrophanes*, *Rhagopthalmus*, *Stenochadius* และ *Vesta* คาดว่าน่าจะประกอบด้วยหิ่งห้อยมากกว่า 100 ชนิด มีจำนวนมากยังไม่สามารถระบุชนิดได้แน่นอน (องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์, 2544) และในปี พ.ศ. 2544 Anchana Thancharoen ศึกษาความหลากหลายและนิเวศวิทยาของประชากรหิ่งห้อยในบริเวณที่สูงและที่ราบ บริเวณที่สูงพบหิ่งห้อย 8 ชนิด จากสกุลที่สามารถจำแนกได้ 4 สกุล คือ *Diaphanes*, *Luciola*, *Lamprigera* และ *Pyrocoelia* และ 3 ชนิด ที่ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ส่วนในบริเวณที่ราบพบหิ่งห้อยเพียง 3 ชนิด คือ *L. brahmina*, *Pteroptyx malaccae* (Gorham) และ *P. valida* Oliveir การศึกษาหิ่งห้อยแบบติดตามทำให้ทราบว่าความหลากหลายและความชุกชุมของหิ่งห้อยที่แตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาล และแต่ละช่วงเวลากลางคืนนั้น เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพต่างๆ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ รวมทั้งอิทธิพลของดวงจันทร์ นอกจากนี้ในพื้นที่ที่มีหิ่งห้อยหลายชนิดอยู่ด้วยกันจะมีการแข่งขันระหว่างชนิดหิ่งห้อย (interspecific competition) เพื่อแก่งแย่งทรัพยากร เช่น แหล่งที่อยู่ และแหล่งอาหารในระยะตัวอ่อน ซึ่งรวมถึงช่วงเวลาในการออกกระพริบแสง หิ่งห้อยแต่ละชนิดจึงมีการเลี่ยงการใช้ทรัพยากรร่วมกันเพื่อลดการแก่งแย่งแข่งขัน

เมื่อเปรียบเทียบการสำรวจในอดีตและปัจจุบัน สามารถบ่งชี้ถึงสถานการณ์การลดความหลากหลายของหิ่งห้อยในประเทศไทยได้ เช่น การลดลงของชนิดหิ่งห้อยสกุล *Luciola* ในบริเวณภาคกลางตอนล่าง อาจเกิดจากการบุกรุก ทำลายแหล่งอาศัยของหิ่งห้อยเพื่อปลูกสิ่งก่อสร้าง โดยหิ่งห้อยชนิดที่ตัวอ่อนดำรงชีวิตบนบก เช่น *L. circumdata* (ทองเจือ, 2512) น่าจะได้รับอิทธิพลมากกว่าหิ่งห้อยที่ตัวอ่อนดำรงชีวิตในน้ำ เช่น *L. brahmina* (สมหมาย และอุ่น,

2539) เพราะพื้นที่บกถูกบุกรุกทำลายมากกว่าพื้นที่แหล่งน้ำ การสำรวจหิ่งห้อยบริเวณภาคกลางตอนล่างในปัจจุบันจึงไม่พบ *L. circumdata* ในขณะที่ในบางบริเวณของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ซึ่งเป็นเขตอนุรักษ์ยังสามารถพบหิ่งห้อยชนิดนี้ในบางฤดูกาล (Thancharoen, 2001) ดังนั้นการศึกษาความหลากหลาย ชีววิทยา นิเวศวิทยา ตลอดจนการศึกษาเพื่อนำหิ่งห้อยมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ จึงควรทำก่อนที่หิ่งห้อยหลายๆ ชนิดจะหายไปจากประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนซึ่งเป็นภูมิภาคที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูงรวมทั้งหิ่งห้อย แต่จากองค์ความรู้ที่ได้จัดว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศในภูมิภาคอื่นๆ ที่มีความหลากหลายของหิ่งห้อยน้อยกว่า เช่น สหรัฐอเมริกา (Archangelsky and Branham, 1998; Branham and Wenzel, 2000; Lall, 1993; Lall and Worthy, 2000; Lall et al., 1980; Lloyd, 1997, 1998, 1999, 2000) และญี่ปุ่น (Hariyama, 2000; Suzuki, 1997; Yuma, 1984, 1986; Yuma and Hori, 1981, 1990) การศึกษาด้านอนุกรมวิธานของหิ่งห้อยในประเทศไทย จึงมีความสำคัญและต้องศึกษาต่อไปอีกเป็นเวลานาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ประยุกต์ ตลอดจนเทคโนโลยี มีบทบาทต่อการผลักดันให้เกิดความเข้าใจชีววิทยา และนิเวศวิทยาของหิ่งห้อยอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะกลายเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญต่อการอนุรักษ์สายพันธุ์หิ่งห้อยอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งได้ร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541053

เอกสารอ้างอิง

ทองเจือ เถระพัฒน์. 2512. การศึกษาชีวประวัติ การเจริญเติบโต และอวัยวะเรืองแสงในหิ่งห้อยชนิด *Luciola circumdata* Mots. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ.

สมหมาย ชื่นราม และองุ่น ลิ่ววานิช. 2539. พฤติกรรมและวงจรชีวิตของหิ่งห้อย (*Luciola* sp.). วารสารวิชาการเกษตร 14(1): 44-52

สมหมาย ชื่นราม และองุ่น ลิ่ววานิช. 2543. ชีววิทยาและพฤติกรรมของหิ่งห้อย *Pteroptyx malaccae* (Gorham). วารสารกีฏและสัตววิทยา. 22(4): 275-284

องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์. 2544. หิ่งห้อย. รายงานการประชุมวิชาการเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ กับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. 9-10 สิงหาคม 2544.

Anonymous. 1996. Introducing fireflies. *Fireflyer Companion and Letter* 1(2): 13-32.

Archangelsky, M. and M.A. Branham. 1998. Description of the preimaginal stages *of Pyractomena borealis* (Randall, 1838) (Coleoptera: Lampyridae) and notes on its biology. *Proc. Ent. Soc. Wash.* 100(3): 421-430.

Ballantyne, L.A. 1987. Further revisional studies on the firefly genus *Pteroptyx* Oliveir (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae: Luciolini). *Trans. Amer. Ent. Soc*. 113: 117-170.

Ballantyne, I.A. and E. Buck. 1979. Taxonomy and behavior of *Luciola* (*Luciola*) *aphrogeneia*, a new surf firefly from Papua New Guinea. *Trans. Amer. Ent. Soc.* 105: 117-137.

Ballantyne, I.A. and M.R. Mclean. 1970. Revisional studies on the firefly genus *Pteroptyx* (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae: Luciolini). *Trans. Amer. Ent. Soc.* 96: 223-305.

Branham, M.A. and J.W. Wenzel. 2000. The evolution of bioluminescence in cantharioids (Coleoptera: Elateroidea). *Florida Ent.* 84(4): 565-583.

Buck, J. and E. Buck. 1966. Biology of synchronous flashing of fireflies. *Nature* 3: 562-564.

Buck, J. and E. Buck. 1968. Mechanism of rhythmic synchronous flashing of fireflies. *Science* 159: 1319-1327.

Buck, J. and E. Buck. 1976. Synchronous fireflies. *Sci. Amer.* 234: 74-85.

Buschman, L.L. 1984. Biology of the firefly *Pyractomena lucifera* (Coleoptera: Lampyridae). *Florida Ent.* 67(4): 529-542.

Hariyama, T. 2000. The brain as a photoreceptor: intracerebral ocelli in the firefly. *Naturwissenschaften* 87: 327-330.

Labella, D.M. and J.E. Lloyd. 1991. Lampyridae. *In* F.W. Stehr (ed.), Immature Insects, Volume 2. pp. 427-428. Kendall Hunt, Iowa.

Lall, A.B. 1993. Nightly increase in visual sensitivity correlated with bioluminescent flashing activity in the firefly *Photuris versicolor* (Coleoptra: Lampyridae). *J. Exp. Biol.* 265: 609-612.

Lall, A.B. and K.M. Worthy. 2000. Action spectra of the female' s response in the firefly *Photinus pyraris* (Coleoptera: Lampyridae): evidence for an achromatic detection of the bioluminescent optical signal. *J. Insect Physiol*. 46: 965-968.

Lall, A.B., H.H. Seliger and W.H. Biggley. 1980. Ecology of colors of firefly bioluminescence. *Science*. 210: 560-562.

Lloyd, J.E. 1973. Fireflies of Melanesia: bioluminescence, mating, behavior, and synchronous flashing (Coleoptera: Lampyridae). *Environ. Ent.* 2(6): 991-1008.

Lloyd, J.E. 1978. Insect bioluminescence. *In* P.J. Herring (ed.), Bioluminescence in Action, pp. 241-272. Academic Press, New York.

Lloyd, J.E. 1997. On research and entomological education and a different light in the lives of fireflies (Coleoptera: Lampyridae; *Pyractomena*). *Florida Ent.* 81(2): 120-131.

Lloyd, J.E. 1998. On research and entomological education II: a conditional mating strategy and resource-sustained lek (?) in a classroom firefly (Coleoptera: Lampyridae, *Photinus*). *Florida Ent.* 81(3): 261-274.

Lloyd, J.E. 1999. On research and entomological education III: firefly Brachyptery and wing "polymorphism" at pitkin marsh and watery retreats near summer camp (Coleoptera: Lampyridae; *Pyropyga*). *Florida Ent.* 82(2): 165-179.

Lloyd, J.E. 2000. On research and entomological education IV: quantifying mate search in a perfect insect-seeking true facts and insight (Coleoptera: Lampyridae, *Photinus*). *Florida Ent.* 83(3): 211-228.

Lloyd, J.E., S.R. Wing and T. Hongtrakul. 1989. Flash behavior and ecology of Thai *Luciola* fireflies (Coleoptera: Lampyridae). *Florida Ent*. 72(1): 80-85.

Peterson, M.K. 1970. The fine structure of the larval firefly light organ. *J. morhol*. 131: 103-116.

Sodeman, W.A., G.E. Rodrick and I.A. Vincent. 1980. Lampyridae larva: a natural predator of *Schistosome* vector snails in Liberia. *Amer. J. Trop. Med. Hyp*. 29(2): 319.

Suzuki, H. 1997. Molecular phylogenetic studies of Japanese fireflies and their mating systems (Coleoptera: Cantharoidae). *TMU Bull. Nat. History*. 3: 1-53.

Thancharoen, A. 2001. Study on diversity of firefly populations in highland and lowland habitats. M.Sc. thesis in Environmental Biology, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Bangkok.

Underwood, T.J., D.W. Tallamy and J.D. Pesek. 1997. Bioluminescence in firefly larvae: a test of the aposematic display hypothesis. *J. Insect. Behav.* 10(3): 365-370.

Yuma, M. 1984. Egg size and viability of the firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptea, Lampyridae). *Kontyû, Tokyo*. 52(4): 615-629.

Yuma, M. 1986. Growth and size variations in the larvae of *Luciola cruciata* (Coleoptera: Lampyridae) in relation to egg size. *Physiol. Ecol. Jpn*. 23: 45-78.

Yuma, M. and M. Hori. 1981. Gregarious oviposition of *Luciola cruciata* Motschulsky (Coleoptera: Lampyridae). *Physiol. Ecol. Jpn*. 18: 93-112.

Yuma, M. and M. Hori. 1990. Seasonal and age-related changes in the behaviour of the Genji firefly, *Luciola cruciata* (Coleoptera: Lampyridae). *Jpn. J. Ent.* 58(4): 863-870.

ความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

องุ่น ลิ่ววานิช[1], สมหมาย ชื่นราม[1], นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์[2] และยุพา หาญบุญทรง[3]

[1]กลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

[3]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

Abstract: Diversity of Edible Insects in the North and North-East of Thailand

Angoonl Lewvanich[1], Sommaich Chunram[2], Numchai Charoentesprasit[3] and Yupa Hanboonsong[4]

[1]Insect Taxonomy Group, Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900. [2]Department of Fishery, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002, [3]Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kaen 40002

A study on the diversity of edible insects was conducted for 2 years from October 1998 to September 2000. The collected insects were classified into 8 Orders, 33 Families and 194 species. There were 61 species of beetles, 11 species of bugs, 11 species of cicadas, 16 species of bees, ants and wasps, 2 species of termites, 47 species of lepidopterans, 4 species of dragonflies and 42 species of crickets and grasshoppers. The seasonal occurrences and methods of cooking these insects varied with the species. Common species that were consumed included many species of leaf-eating beetles in the genus *Anomala*, dung beetles in the genera *Onitis* and *Onthophagus*, giant waterbugs (*Lethocerus indicus* Lep.-Serv.), larvae of bees (*Apis* spp.), red ants (*Oecophylla smaragdina* Fabricius), larvae of wasps (*Vespa* spp.), bamboo caterpillars (*Omphisa fuscidentalis* Hampson), crickets (*Tarbinskiellus portentosus* Lichtenstein) and many species of crickets and grasshoppers in the order Orthoptera. The nutritive values of 38 fresh edible insect samples were analyzed. The Bombay-locust (*Patanga succincta* Linnaeus) contained the highest protein content at 25.88 gm/100 gm. The bamboo caterpillar (*Omphisa fuscidentalis* Hampson) had the highest lipid content at 19.17 gm/100 gm. The grasshopper (*Choroedocus illustris* Walker) had the highest energy source at 237.26 kcal/100 gm. The mineral elements, calcium and phosphorus were obtained from the mealworm (*Tenebrio molitor* Linnaeus) and the red-legged metallic wood boring beetle (*Sternocera ruficornis* Saunders) at 0.59 gm/100 gm and 0.34/100 gm, respectively.

Key words: edible insects, identification, nutritive values

บทนำ

การนำแมลงมาประกอบเป็นอาหารรับประทานได้ ทำมาตั้งแต่สมัยโบราณในชนพื้นเมืองของประเทศต่างๆ ทั้งในทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย แอฟริกา ยุโรป และอเมริกา การบริโภคแมลงเขียนไว้ในหนังสือหลายเล่ม (สมุทร, 2517ก; สมุทร, 2517ข; Vane-Wright, 1991) สำหรับในประเทศไทยการนำแมลงมารับประทานเป็นอาหารมีมาแต่ดั้งเดิมในหมู่ชาวชนบท โดยเฉพาะในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ การทราบว่าแมลงชนิดใดสามารถนำมารับประทานได้หรือไม่นั้น เป็นความรู้ที่ถ่ายทอดกันมาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษ วิธีการจับแมลงและวิธีการปรุงอาหารจากแมลงนั้นเป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน และวัฒนธรรมท้องถิ่นที่สืบเนื่องกันมา (องุ่น, 2540) โดยในสมัยก่อนแมลงที่นำมาบริโภคเป็นแมลงที่จับมาจากแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของมัน จากการที่ประเทศไทยมีการระบาดของตั๊กแตนปาทังก้ามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2506 (Jalavicharana, 1969; Roffey, 1979) ทำความเสียหายให้แก่พืชผลเกษตรเป็นอย่างมาก การป้องกันกำจัดดำเนินไปหลายรูปแบบและหลายวิธี แต่ไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตรจึงได้รณรงค์ให้มีการจับตั๊กแตนปาทังก้ามาประกอบเป็นอาหาร โดยจัดพิมพ์ตำราอาหารจากตั๊กแตนปาทังก้าเผยแพร่

(สมุทร, 2517ข) วิธีนี้ได้ผลดีมาก เป็นการปราบได้ผล 100% ไม่มีการระบาดของตั๊กแตนปาทังก้าเกิดขึ้นอีก เพราะชาวบ้านจับไปขายเพื่อนำไปทอดเป็นอาหาร ตั๊กแตนปาทังก้าทอดกรอบเป็นจุดเริ่มต้นทำให้ประชาชนคนไทยนิยมรับประทานแมลงแพร่หลายขึ้น จนบางครั้งจับตั๊กแตนได้ไม่พอกับความต้องการของตลาด นอกจากตั๊กแตนแล้วยังมีแมลงศัตรูพืชชนิดอื่นที่แนะนำให้นำมารับประทานคือ แมลงนูนหลวง ด้วงหนวดยาวอ้อย และด้วงงวงมะพร้าว (ชำนาญ, 2529) เมื่อมีผู้นิยมรับประทานแมลงมากขึ้น ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแมลงกินได้ โดยส่วนใหญ่ศึกษาในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งชาวบ้านนิยมรับประทานแมลงกันมาก วรากร และคณะ (2518) รวบรวมแมลงกินได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ 38 ชนิด ประพิมพร และคณะ (2526, 2528) ศึกษาแมลงที่เป็นอาหารตามธรรมชาติของชาวบ้านใน

หมู่บ้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูฝนและฤดูหนาว องุ่น (2531) รวบรวมแมลงที่พบบ่อยและเป็นที่นิยมรับประทานของชาวชนบท 28 ชนิด สมร (2540) พบแมลงที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 34 ชนิด Watanabe and Satrawaha (1984) สำรวจแมลงกินได้ที่วางขายในตลาดจังหวัดขอนแก่นได้ 15 ชนิด นอกจากนี้ยังมีผู้กล่าวถึงแมลงกินได้ที่พบทั่วๆ ไปอีก (เจริญ, 2532; ลั่นทม, 2536; องุ่น และคณะ, 2543) กัณฑ์วีร์ (2542) ทำการศึกษาทางมนุษยวิทยาโภชนาการในเรื่องเกี่ยวกับแมลงที่จังหวัดอุบลราชธานี โดยศึกษาวิธีการจับ วิธีการนำมาปรุงเป็นอาหาร รวมถึงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ทัศนคติการรับรู้และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคหรือไม่บริโภคแมลง

การที่มีผู้นิยมรับประทานแมลงมากขึ้นดังกล่าว ทำให้มีการวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารของแมลงที่นำมาบริโภค พงศ์ธร และประภาศรี (2526) วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของแมลงกินได้ 11 ชนิด พบว่าให้โปรตีนพอสมควร คือ 7 - 21 กรัม/100 กรัมของน้ำหนักแมลงสดที่หักส่วนที่ไม่นิยมรับประทานออกแล้ว อุษา และคณะ (2527) ศึกษาคุณค่าของอาหาร ปรสิตและส่วนประกอบที่เป็นพิษในแมลงบางชนิดที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีโปรตีน 38.6 - 65.5 กรัม/100 กรัมของน้ำหนักแมลงแห้ง การวิเคราะห์ความเป็นพิษไฮโดรเจนไซยาไนด์และสารฆ่าแมลงเซฟวินในแมลงกินได้บางชนิดพบน้อยมาก การตรวจหาปรสิตในแมลง 18 ชนิด พบพยาธิพวก Ascaropidae ในแมลงกินูน *Anomala antigua* Gyllenhal 3 ตัว ใน 10 ตัว Yhoung-aree et al. (1997) กล่าวถึงแมลงกินได้ที่พบในประเทศไทย 14 ชนิด โดยบอกถึงวิธีการจับ การนำมารับประทานเป็นอาหาร และคุณค่าทางอาหารของแมลงเหล่านี้ พร้อมทั้งให้ข้อคิดว่าในการที่จะพัฒนาแก้ไขปัญหาการขาดโปรตีน หรือธาตุอาหารอื่นๆ ของชาวบ้านชนบท การส่งเสริมสนับสนุนให้มีการรับประทานแมลงสามารถช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้มาก ประพาศ และคณะ (2532) วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของหนอนไม้ไผ่ โดยนำหนอนไม้ไผ่ที่คั่วและทอดกรอบแล้วมาวิเคราะห์ พบว่ามีโปรตีน 25.5 กรัม/น้ำหนักหนอน 100 กรัม วรนันท์ และคณะ (2533) ทำการประเมินความเป็นพิษของหนอนไม้ไผ่ พบว่าหนอนไม้ไผ่ไม่มีพิษอย่างเฉียบพลันและกึ่งเฉียบพลัน จึงสามารถนำมาบริโภคได้

เนื่องจากความต้องการในการบริโภคแมลงมีมากขึ้น จึงมีการคิดเพิ่มปริมาณแมลงโดยการเพาะเลี้ยง โดยเฉพาะชนิดที่นิยมนำมารับประทานกันมาก เดชา และสมาน (2535) ศึกษาชีววิทยาของหนอนไม้ไผ่ พบว่ามีวงจรชีวิตประมาณ 1 ปี ลีลา (2541) ศึกษาชีววิทยา วงจรชีวิต และวิธีการเพาะเลี้ยงหนอนไม้ไผ่ สามารถเพาะเลี้ยงได้ 100 - 500 ตัว/ไผ่ 1 ต้น ในประเทศไทยมีการบริโภคหนอนไม้ไผ่ 87,942 กิโลกรัม/ปี และผลผลิตหนอนไม้ไผ่มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากพื้นที่ป่าไผ่ถูกทำลาย (สันติ และเดชา, 2542) สำหรับแมลงกินได้ชนิดอื่นที่มีการเพาะเลี้ยง ได้แก่ แมลงดานา (เอกชัย, 2528; ไชยา, 2532) จิ้งหรีด (ทัศนีย์ และคณะ, 2543; สุพุฒิ, 2544) และจิ้งโกร่ง (วันชัย, 2543)

จากการที่แมลงกินได้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากขึ้นในปัจจุบัน โดยสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ชาวชนบททดแทนเนื้อสัตว์อื่นๆ ได้ ทางโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) จึงได้สนับสนุนให้มีการวิจัยในเรื่องความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับแมลงกินได้ในด้านชนิดแมลง วิธีการจับและการนำมาปรุงเป็นอาหาร คุณค่าทางอาหารของแมลงชนิดที่นิยมรับประทานกันมาก โดยเฉพาะโปรตีน เพื่อเป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ในอนาคต

วิธีการ

สำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงกินได้ในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ การสำรวจมี 2 วิธี คือ ออกสำรวจและซื้อตามท้องตลาด ในการสำรวจ ถ้าเป็นแมลงบกจับโดยใช้สวิงโฉบตามต้นไม้ ขุดหาในดิน หรือใช้กับดักแสงไฟล่อ ถ้าเป็นแมลงในน้ำใช้สวิงช้อนขึ้นมา แมลงน้ำบางชนิดบินเข้าหากับดักแสงไฟด้วย บันทึกวิธีการจับ และวันเดือนปีที่จับ ถ้าเป็นแมลงที่วางขายตามท้องตลาด สอบถามข้อมูลจากผู้ขายรวมทั้งวิธีการนำแมลงมาประกอบเป็นอาหารจากชาวบ้าน นำแมลงที่สำรวจได้มาวิเคราะห์วินิจฉัยชื่อในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของแมลง ทำการวิเคราะห์จากตัวอย่างสดของแมลงแต่ละชนิด จำนวน 100 กรัม โดยวิธีของ AOAC, 1975 วิเคราะห์หาความชื้นโดยวิธี Air-Oven Method, โปรตีนโดยวิธี Micro-Kjeldahl Method, ไขมันโดยวิธี Soxhlet Method, แคลเซียมโดยวิธี Permanganate Titration Method, ฟอสฟอรัสโดยวิธี Titration Method และพลังงานโดยวิธี Chromic Acid Oxidation Method

ผลการวิจัย

จากการศึกษาแมลงกินได้ในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ พบแมลงกินได้ 194 ชนิด อยู่ใน 8 อันดับ (Order) 33 วงศ์ (Family) ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของแมลงที่นิยมนำมารับประทานกันมากแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. คุณค่าทางอาหารของแมลงกินได้ชนิดต่าง ๆ

ชนิดแมลง		ความชื้น %	พลังงาน kcal/100g	คุณค่าทางอาหาร (% น้ำหนักสด) กรัม/100 กรัม				
ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น			โปรตีน	ไขมัน	NFE	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
Order Coleoptera								
1. *Anomala cupripes* Hope	แมลงกินูนเขียว	69.09	161.70	18.73	9.64	-	0.06	0.14
2. *Copris nevinsoni* Waterhouse	แมลงกุดจี่	73.75	148.80	14.13	5.53	0.68	0.10	0.21
3. *Cybister limbatus* Fabicius	แมลงตับเต่า	65.81	182.21	18.33	8.13	0.19	0.08	0.22
4. *Heliocopris buccphalus* Fabricius	แมลงกุดจี่เบ้า	60.46	185.17	22.63	9.15	1.36	0.14	0.30
5. *Hydrophilus bilineatus* Macl	แมลงเหนี่ยง	69.36	161.09	15.85	6.30	2.17	0.09	0.07
6. *Onitis niger* Lansberge	แมลงกุดจี่หมุ่ม	73.31	98.75	16.54	3.91	-	0.08	0.19
7. *Onthophagus seniculus* Fabricius	แมลงกุดจี่หวาย	64.46	133.98	18.61	3.31	1.34	0.48	0.31
8. *Sophrops foveatus* (Moser)	แมลงกินูน	81.35	84.07	9.49	5.75	-	0.05	0.15
9. *Sternocera aequisignata* Saunders	แมลงทับขาเขียว	60.20	183.16	18.97	4.55	0.84	0.10	0.28
10. *Sternocera ruficornis* Saunders	แมลงทับขาแดง	61.64	148.14	20.76	11.49	-	0.46	0.34
11. *Tenebrio molitor* Linnaeus (Larvae)	หนอนนก	61.27	107.40	19.39	10.23	1.49	0.59	0.25
Order Hemiptera								
12. *Lethocerus indicus* Lep.-Serv.	แมลงดานา	67.57	174.33	16.48	4.20	1.79	0.41	0.24
13. *Pygopaltys* sp. (Adult)	แมลงแคงเล็ก (ตัวเต็มวัย)	62.31	196.89	14.94	14.44	1.00	0.04	0.16
14. *Pygopaltys* sp. (Nymph)	แมลงแคงเล็ก (ตัวอ่อน)	58.13	195.09	14.54	13.44	6.99	0.04	0.15
15. *Platylomia radha* Distant	จักจั่น	50.96	118.3	9.85	12.77	23.25	0.08	0.12
Order Hymenoptera								
16. *Carebara castanea* Smith (Pupae)	แมลงมัน (ดักแด้)	76.83	158.09	5.81	4.18	11.99	0.03	0.18
17. *Oecophylla smaragdina* Fabricius (Immature worker)	ไข่มดแดง (ตัวอ่อนและดักแด้ของมดงาน)	81.91	78.81	8.73	2.83	3.45	0.02	0.09

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชนิดแมลง		ความชื้น %	พลังงาน kcal/100g	คุณค่าทางอาหาร (% น้ำหนักสด) กรัม/100 กรัม				
ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น			โปรตีน	ไขมัน	NFE	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
18. *Oecophylla smaragdina* Fabricius (Immature queen)	แม่เป้ง	81.47	80.34	5.81	5.60	5.74	0.03	0.15
19. *Oecophylla smaragdina* Fabricius (Winged queen)	มดนาง	89.14	53.65	3.69	0.98	3.19	0.02	0.09
20. *Vespa affinis* Linnaeus (Larvae)	ต่อหัวเสือ (ตัวอ่อน)	75.51	143.12	13.27	4.63	5.38	0.08	0.11
21. *Vespa basalis* Smith (Larvae)	ต่อหลุม (ตัวอ่อน)	71.26	148.70	14.06	6.36	5.26	0.09	0.13
22. *Vespa mandarinia* Smith (Larvae)	ต่อหัวเสือ (ตัวอ่อน)	70.39	120.36	15.25	7.6	3.49	0.34	0.25
Order Isoptera								
23. *Macrotermes carbonarius* Hagen	แมลงเม่า	58.99	161.00	22.66	6.25	1.56	0.13	0.29
24. *Antheraea frithi pedunculata* Bouvier (Pupae)	ดักแด้ผีเสื้อไหมป่า	68.24	138.04	15.55	8.38	1.19	0.36	0.25
25. *Bombyx mori* Linnaeus (Pupae)	ดักแด้หนอนไหม	76.70	113.36	10.25	3.77	1.45	0.08	0.16
26.*Omphisa fuscidentalis* Hampson (Larvae)	หนอนไม้ไผ่	67.34	174.06	8.06	19.17	1.27	0.05	0.11
Order Odonata								
27. *Crocothemis* sp. (Nymph)	ตัวอ่อนแมลงปอ	83.25	79.81	9.87	1.10	3.27	0.10	0.07
Order Orthoptera								
28. *Chondracris rosea* De Geer	ตั๊กแตนเขียวใหญ่	63.81	177.89	21.41	3.43	1.25	0.05	0.19
29. *Choroedorus illustris* Walker	ตั๊กแตนหญ้าคา	59.56	237.26	25.32	7.35	-	0.04	0.16
30. *Cyrtacanthacris tatarica* Linnaeus	ตั๊กแตนหวาย	64.92	146.66	21.15	1.67	3.20	0.06	0.20
31. *Gryllotalpa orientalis* Burmeister	แมลงกระชอน	74.07	99.81	13.17	8.23	-	0.43	0.24
32. *Gryllus bimaculatus* De Geer	จิ้งหรีดทองดำ	60.88	196.93	21.80	12.07	0.13	0.04	0.22
33. *Hieroglyphus banian* Fabricius	ตั๊กแตนอ้อย	64.67	145.58	22.07	3.17	2.97	0.07	0.18
34. *Locusta migratoria* Linnaeus	ตั๊กแตนโลคัสต้า ตั๊กแตนโม	68.57	136.13	16.68	5.00	3.63	0.06	0.17
35. *Oxya japonica* Thunberg	ตั๊กแตนข้าว	68.41	121.28	21.54	1.60	1.18	0.32	0.24
36. *Patanga succincta* Linnaeus	ตั๊กแตนปาทังก้า	58.69	186.79	25.88	5.66	0.60	0.05	0.24
37. *Tarbinskiellus portentosus* Lichtenstein	จิ้งโกร่ง	64.66	155.60	20.72	6.66	0.88	0.05	0.16
38. *Teleogryllus mitratus* Burmeister	จิ้งหรีดทองแดง	69.16	150.62	18.90	7.85	0.49	0.04	0.19
ค่าเฉลี่ย		68.37	144.29	16.08	6.75	3.21	0.14	0.19

หมายเหตุ: NFE (Nitrogen free extract) = คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย

1. Order Coleoptera (ด้วงปีกแข็ง)

ได้พบแมลงกินได้ที่เป็นด้วงปีกแข็ง 61 ชนิด อยู่ใน 7 วงศ์ ได้แก่ แมลงทับในวงศ์ Buprestidae ด้วงหนวดยาวในวงศ์ Cerambycidae ด้วงงวงในวงศ์ Curculionidae ด้วงดิ่งหรือแมลงตับเต่า และแมลงข้าวสารในวงศ์ Dytiscidae แมลงเหนี่ยงในวงศ์ Hydrophilidae แมลงกินูน แมลงกุดจี่ และกว่างในวงศ์ Scarabaeidae รวมทั้งหนอนนกในวงศ์ Tenebrionidae แมลงทับที่นำมารับประทานมี 2 ชนิด มีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกันมากแต่แตกต่างกันที่สีของขา แมลงทับชนิด *Sternocera aequisignata* Saunders มีขาสีเขียว ส่วนแมลงทับชนิด *Sternocera ruficornis* Saunders มีขาสีแดง (ภาพที่ 1) ในสภาพธรรมชาติพบแมลงทับขาแดงมากกว่าแมลงทับขาเขียว จากการวิเคราะห์หาคุณค่า

ทางอาหารของแมลงทับทั้ง 2 ชนิด พบว่ามีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกันคือ 18.97 และ 20.76 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม ในแมลงทับขาเขียวและขาแดง ตามลำดับ แต่แมลงทับขาเขียวมีไขมัน แคลเซียม และฟอสฟอรัสน้อยกว่า ในกลุ่มแมลงกินได้ที่นำมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหาร จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแมลงทับขาแดงมีฟอสฟอรัสมากที่สุด 0.34 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม

ภาพที่ 1. แมลงทับขาแดง (*Sternocera ruficornis*)

ด้วงหนวดยาวมีหลายชนิด แต่ไม่ได้นำมารับประทานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากชาวบ้านจับด้วงหนวดยาวได้น้อยมาก เป็นการพบโดยบังเอิญมากกว่าเพียง 1 - 2 ตัว แต่ถ้ามีการระบาดชาวบ้านสามารถจับด้วงหนวดยาวได้จำนวนมาก เช่นเดียวกับด้วงงวงหน่อไม้ใหญ่ *Cyrtotrachelus dichrous* Farmaire ซึ่งตามปกติแล้วพบน้อยมาก แต่เมื่อมีการระบาดทำลายหน่อไม้ที่เพชรบูรณ์เมื่อหลายปีมาแล้ว (สมหมาย, 2536) ชาวบ้านได้นำด้วงงวงชนิดนี้ไปปรุงเป็นอาหารรับประทานและบางคนรับประทานสดทั้งตัว สำหรับแมลงค่อมทอง *Hypomeces squamosus* Fabricius ซึ่งเป็นด้วงงวงอีกชนิดหนึ่งนั้น ตามปกติแล้วเป็นศัตรูพืชโดยกัดกินใบเป็นรูพรุน มีพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย ทุเรียน ถูกทำลายโดยแมลงค่อมทอง การนำมารับประทานเป็นการกำจัดศัตรูพืชวิธีหนึ่ง ชาวบ้านรับประทานโดยการนำมาคั่ว ทอด หรือรับประทานสด ด้วงดิ่งหรือแมลงตับเต่ามีหลายชนิด ชนิดที่พบมากคือ *Cybister limbatus* Fabricius ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยอยู่ในน้ำ แต่ตัวเต็มวัยชอบบินมาเล่นไฟในเวลากลางคืน ชาวบ้านจับโดยใช้ไฟล่อเช่นเดียวกับแมลงเหนี่ยง *Hydrophilus bilineatus* Macl (ภาพที่ 2) ซึ่งมีรูปร่างคล้ายคลึงกับด้วงดิ่งมาก และอาศัยอยู่ในน้ำเหมือนกัน แต่แมลงเหนี่ยงมีอวัยวะยาวแหลมคล้ายลูกศรอยู่บริเวณท้องด้านล่าง กลุ่มด้วงปีกแข็งที่มีผู้นิยมนำมารับประทานมากที่สุดคือ แมลงกินูนและแมลงกุดจี่ หรือด้วงมูลสัตว์ ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วย แมลงหลายชนิด แมลงกินูนอยู่ตามต้นไม้กัดกินใบพืชเป็นอาหาร เมื่อถึงฤดูกาลจะมีปริมาณมากจับได้โดยใช้ไฟล่อ ชาวบ้านใช้ผ้าขาวปูใต้ต้นไม้ที่แมลงกินูนอยู่ แล้วใช้ตะเกียงหรือไฟฉายส่องสว่างบริเวณกลางผ้า เมื่อเขย่าต้นไม้แมลงจะบินเข้ามาหาแสงไฟมาเกาะบนผ้าขาวสามารถเก็บใส่ถังได้จำนวนมาก แมลงกินูนมีขนาดตั้งแต่ตัวเล็กความยาวจากหัวถึงปลายท้องไม่เกิน 10 มิลลิเมตร เช่น *Sophrops simplex* Frey ถึงขนาดความยาวมากกว่า 45 มิลลิเมตร เช่น แมลงกินูนหลวง *Lepidiota stigma* Fabricius ส่วนแมลงกุดจี่เป็นแมลงที่อยู่ตามดินกินมูลสัตว์ชนิดต่างๆ เป็นอาหาร นำมารับประทานโดยการขุดเอาตัวขึ้นมาทำความสะอาดโดยทิ้งไว้ค้างคืน เพื่อให้ถ่ายมูลสัตว์ที่มันกินเข้าไปออกให้หมด แมลงกุดจี่ที่นิยมนำมารับประทานมากอยู่ในสกุล *Onitis* และ *Onthophagus* ซึ่งมีหลายชนิด ชนิดที่ผู้นำไปรับประทานแล้วชอบมีรสชาติดีคือ กุดจี่หวาย *Onthophagus seniculus* Fabricius (ภาพที่ 3) การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของแมลงชนิดนี้พบมีโปรตีน 18.61 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม สำหรับหนอนนก *Tenebrio molitor* Linnaeus (ภาพที่ 4) นิยมนำเอาตัวหนอนและดักแด้มารับประทาน แมลงชนิดนี้ไม่ได้เป็นแมลงดั้งเดิมของประเทศไทย แต่มีผู้นำเข้าจากต่างประเทศเพื่อใช้เป็นอาหารของนก เนื่องจากมีการแพร่พันธุ์ที่เร็วง่ายต่อการเลี้ยงจึงขยายไปยังจังหวัดต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์สำหรับเลี้ยงนกอย่างเดียว เมื่อไม่นานมานี้ได้มีผู้ทดลองนำหนอนนกมาทอดกรอบรับประทาน ปรากฏว่าเป็นที่ชื่นชอบของนักบริโภคแมลงมาก ดังนั้นจึงมีการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณขึ้นนอกจากเพื่อเป็นอาหารของนกแล้วยังเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ชอบบริโภคด้วย การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของหนอนนกพบว่ามีแคลเซียม 0.59 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม มากกว่าแมลงกินได้ชนิดอื่นที่นำมาวิเคราะห์

ภาพที่ 3. แมลงกุดจี่หวาย (*Onthophagus seniculus*)

ภาพที่ 4. ดักแด้หนอนนก (*Tenebrio molitor*)

ภาพที่ 2. แมลงเหนี่ยง (*Hydrophilus bilineatus*)

2. *Order Hemiptera (มวน)*

แมลงจำพวกมวนที่พบมีอยู่ 11 ชนิด อยู่ใน 5 วงศ์ คือ พวกกลุ่มแมลงดานาในวงศ์ Belostomatidae มวนนักกล้ามในวงศ์ Coreidae มวนแมงป่องน้ำในวงศ์ Nepidae มวนนักกล้ามในวงศ์ Notonectidae และมวนลิ้นจี่ ลำไย หรือแมลงแคงในวงศ์ Pentatomidae มวนหลายชนิดมีต่อมสร้างกลิ่นอยู่บริเวณอกส่วนหลัง (metathorax) ในมวนตัวเต็มวัย แต่ในตัวอ่อนอยู่ที่ด้านบนของปล้องท้องที่ 4 - 6 กลิ่นของมวนเป็นกลิ่นเฉพาะชนิด เนื่องจากตัวมวนมีกลิ่นดังกล่าว ดังนั้นเวลานำมาประกอบเป็นอาหารนิยมนำมาตำเป็นน้ำพริก แมลงดานา *Lethocerus indicus* Lep.-Serv. เป็นมวนชนิดหนึ่งมีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วประเทศ โดยนำมาตำเป็นน้ำพริกแมลงดา จากการที่คนไทยนิยมรับประทานแมลงดากันมากทำให้ชาวต่างประเทศที่เข้ามาเที่ยวในประเทศไทยเข้าใจผิดว่าคนไทยรับประทานแมลงสาบ เนื่องจากไม่ทราบข้อเท็จจริงและไม่ทราบลักษณะแตกต่างระหว่างแมลงดานาและแมลงสาบ ได้ทำการชี้แจงเพื่อให้ภาพพจน์ของประเทศไทยดีขึ้น (บุปผา, 2537) นอกจากน้ำพริกแมลงดาแล้ว ชาวบ้านชนบทยังนิยมนำมวนชนิดอื่นๆ เช่น มวนนักกล้าม *Anoplocnemis phasiana* Fabricius มวน

แมงป่องน้ำ *Laccotrephes robustus* Stal มาตำเป็นน้ำพริกรับประทาน โดยเฉพาะมวนในวงศ์ Pentatomidae เช่น มวนลิ้นจี่ *Tessaratoma javanica* Thunberg มวนลำไย *Tessaratoma papillosa* Drury มวนเขา *Amissus testaceus* Distant (ภาพที่ 5) และแมลงแคงเล็ก *Pygopaltys* sp. สำหรับแมลงแคงเล็กนั้นมีขายทั่วไปโดยเฉพาะตามตลาดสดในจังหวัดสกลนคร จากการวิเคราะห์พบว่าแมลงแคงเล็กตัวเต็มวัยมีโปรตีน 14.94 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับแมลงดานาซึ่งมีโปรตีน 16.48 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม

ภาพที่ 5. มวนลิ้นจี่ (*Tessaratoma javanica*) *มวนลำไย* (*Tessaratoma papillosa*) และ *มวนเขา* (*Amissus testaceus*) (จากซ้ายไปขวา)

3. *Order Homoptera (จักจั่น)*

แมลงในอันดับนี้ที่สำรวจพบว่านำมารับประทานได้มีอยู่วงศ์เดียวคือ Cicadidae ประกอบด้วยจักจั่น 11 ชนิด ใน 6 สกุล คือ *Cosmosaltria, Dundubia*, *Leptosaltria*, *Platylomia*, *Pomponia* และ *Terpnosia* ในการจับจักจั่นชาวบ้านใช้ยางเหนียวจากพืช เช่น ยางขนุน หรือยางจากต้นไฮ้ผสมกับยางจากต้นกงเรียกว่าตัง (กัณฑวีร์, 2542) ทาปลายไม้ไผ่แล้วไปจ่อกับตัวจักจั่นซึ่งจะติดยางเหนียวบินไม่ได้ การจับจักจั่นอีกวิธีหนึ่งคือ การใช้ไฟล่อจักจั่นบินเข้าหาแสงไฟ ตัวอ่อนจักจั่นอยู่ในดินตามโคนต้นไม้กินรากพืชเป็นอาหารจับได้โดยการขุดหา ชนิดจักจั่นที่พบมีปริมาณมากและนำมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารคือ จักจั่น *Platylomia radha* Distant (ภาพที่ 6) พบมากทางภาคเหนือมีโปรตีน 9.85 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม

ภาพที่ 6. จักจั่น (*Platylomia radha*)

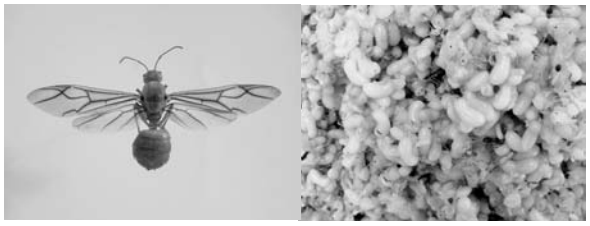
4. *Order Hymenoptera (ผึ้ง มด และตัวต่อ)*

แมลงกินได้ใน Order Hymenoptera มี 16 ชนิด ใน 3 วงศ์ คือ ผึ้ง 4 ชนิดในวงศ์ Apidae มด 3 ชนิดในวงศ์ Formicidae และตัวต่อ 9 ชนิดในวงศ์ Vespidae ผึ้งที่พบมีผึ้งโพรง *Apis cerana* Fabricius ผึ้งหลวง *Apis dorsata* Fabricius ผึ้งมิ้ม *Apis florea* Fabricius และผึ้งพันธุ์ *Apis mellifera* Linnaeus นอกจากให้น้ำผึ้งแล้ว ตัวอ่อนผึ้งยังนำมารับประทานได้โดยนำไปคั่ว ทอด หรือแกง ส่วนรังผึ้งที่มีตัวอ่อนนำไปปิ้งหรือรับประทานสด แมลงมันเป็นชื่อท้องถิ่นของมด 2 ชนิด คือ *Carebara castanea* Smith (ภาพที่ 7) และ *Carebara lignata* Westwood ไข่ของแมลงมันนิยมนำมาทำเป็นแจ่วรับประทาน ดักแด้นำมายำ ทำห่อหมก หรือทอดกับไข่ ส่วนตัวเต็มวัยที่มีปีกนำมาคั่วรับประทาน จากการวิเคราะห์คุณค่าทาง

ภาพที่ 7. แมลงมัน (*Carebara castanea*)

อาหารของดักแด้แมลงมันชนิด *Carebara castanea* Smith พบมีโปรตีน 5.81 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม

มดแดง *Oecophylla smaragdina* Fabricius เป็นที่นิยมรับประทานมากมีขายตามท้องตลาดทั่วไปในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูร้อนระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม มดแดงเป็นแมลงสังคม ภายในรังมดแดงมีมดที่มีลักษณะแตกต่างกันหลายแบบ ที่เห็นทั่วๆ ไปมีตัวสีแดงไม่มีปีกคือ “มดงาน” ตัวอ่อนและดักแด้ของมดงานมีขนาดเล็กสีขาว ชาวบ้านเรียก “ไข่มดแดง” ส่วนราชินีมดแดงซึ่งเป็นวรรณะสืบพันธุ์ตัวโตสีเขียวมีปีกเรียกว่า ”มดนาง” ตัวอ่อนและดักแด้ของมดนางมีขนาดใหญ่สีขาวเรียกว่า “มดเป้ง” หรือ “แม่เป้ง” (ภาพที่ 8) แต่ในบางครั้งชาวบ้านเรียกราชินีมดและดักแด้มดนางรวมๆ กันว่า "แม่เป้ง" ชาวบ้านจับมดแดงโดยใช้ไม้ไผ่ยาวผูกมัดปลายข้างหนึ่งด้วยตะกร้าที่สานถี่แล้วนำขึ้นไปสอยรังมดแดง โดยกระทุ้งที่รังมดแดงทำให้ตัวมด ตัวอ่อน และดักแด้ตกลงมาที่ตะกร้า จึงเทลงในถังน้ำ ตัวอ่อนและดักแด้จมอยู่ที่ก้นถัง ส่วนตัวมดแดงลอยอยู่ที่ผิวน้ำใช้ผ้ามาแกว่งในถังเพื่อให้ตัวมดแดงมาเกาะที่ผ้าแล้วรูดแยกไว้ต่างหาก มดแดงทุกระยะการเจริญเติบโตสามารถนำมารับประทานได้ โดยการคั่ว ยำ ทอดกับไข่ หรือทำห่อหมก ได้ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของมดแดงทั้ง 3 ระยะการเจริญเติบโต คือ ไข่มดแดง แม่เป้ง และมดนาง พบว่าไข่มดแดงมีโปรตีนมากที่สุด 8.73 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม สำหรับตัวต่อนั้นชาวบ้านนำตัวอ่อนมาบริโภคโดยการเก็บมาทั้งรัง ในการเก็บรังต่อต้องใช้ความชำนาญและต้องทำในเวลากลางคืนเนื่องจากต่อเป็นแมลงดุร้าย ถ้าโดนต่อยจะปวดมากและอาจถึงตายได้ การเก็บรังต่อใช้ควันรมที่รัง ต่อหัวเสือในสกุล *Vespa* มีหลายชนิดสร้างรังไว้ตามต้นไม้ ต่อหลุม *Vespa basalis* Smith สร้างรังไว้ตามต้นไม้หรือบนพื้นดิน ต่อบัว *Polistes sulculus* Smith สร้างรังใหญ่รูปร่างคล้ายฝักบัวห้อยอยู่ตามต้นไม้ (ภาพที่ 9) ต่อหัวเสือชนิด *Vespa mandarinia* Smith มีขนาดใหญ่กว่าต่อชนิดอื่นๆ และมีโปรตีน 15.25 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม ซึ่งมากกว่าโปรตีนของแมลงชนิดอื่นใน Order Hymenoptera ที่นำมาวิเคราะห์ครั้งนี้



ภาพที่ 8. มดนาง (ซ้าย) และแม่เป้ง (*Oecophylla smaragdina*) (ขวา)

ภาพที่ 9. รังต่อบัว (*Polistes sulculus*)

5. Order Isoptera (ปลวก และแมลงเม่า)

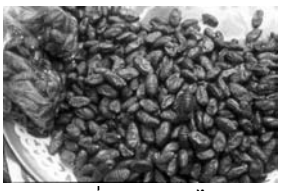
ในการศึกษาครั้งนี้พบปลวกหรือแมลงเม่าที่นำมารับประทาน 2 ชนิด ใน 2 วงศ์ คือ แมลงเม่า *Macrotermes carbonarius* Hagen ในวงศ์ Macrotermitidae และนางพญาปลวก *Coptotermes havilandi* Holmgren ในวงศ์ Rhinotermitidae ชาวบ้านจับแมลงเม่าโดยใช้ไฟล่อ โดยตั้งหลอดไฟไว้เหนืออ่างน้ำ เมื่อแมลงเม่าบินมาจะตกลงในน้ำ ทำให้จับได้เป็นจำนวนมาก สำหรับนางพญาปลวกนั้นต้องไปขุดหาจากจอมปลวก ในจอมปลวกรังหนึ่งมีนางพญาปลวกเพียงตัวเดียว อยู่ภายในดินแข็งที่สร้างหุ้มตัวไว้ นางพญาปลวกมีขนาดใหญ่กว่าปลวกงานหรือปลวกทหารในรังของมันมาก ตัวยาวประมาณ 50-60 มิลลิเมตร ชาวบ้านนิยมนำไปรับประทานโดยมีความเชื่อว่าเป็นยาบำรุงกำลัง โดยการรับประทานสดกลืนลงไปทั้งตัว หรือดองเหล้ารับประทาน เนื่องจากนางพญาปลวกหายากมากที่เห็นวางขายตามท้องตลาดเพียงครั้งละ 1 - 2 ตัวเท่านั้น ไม่สามารถรวบรวมให้มีปริมาณพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารได้ แต่ได้นำแมลงเม่า *Macrotermes carbonarius* Hagen ไปวิเคราะห์พบมีโปรตีน 22.66 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่มากพอสมควร

6. Order Lepidoptera (ผีเสื้อ)

ศึกษาพบแมลงกินได้ในอันดับนี้ 47 ชนิด ใน 6 วงศ์ คือ ดักแด้ไหมในวงศ์ Bombycidae ดักแด้หนอนม้วนใบกล้วยในวงศ์ Hesperiidae หนอนคืบละหุ่ง และหนอนกระทู้กล้าในวงศ์ Noctuidae หนอนกออ้อยและหนอนไม้ไผ่ในวงศ์ Pyralidae ดักแด้ไหมป่าในวงศ์ Saturniidae และผีเสื้อจรวด 40 ชนิดในวงศ์ Sphingidae แมลงใน Order Lepidoptera

ส่วนใหญ่นำตัวหนอนมารับประทาน นอกจากผีเสื้อจรวด ที่รับประทานตัวเต็มวัย ดักแด้ไหม *Bombyx mori* Linnacus มีวางขายทั่วไปตลอดปี เนื่องจากชาวบ้านเลี้ยงไหมเพื่อนำเส้นใยมาทอเป็นผ้าไหม ดักแด้หนอนม้วนใบกล้วย *Erionota thrax thrax* Linnaeus ชาวบ้านเรียก ตัวขูลู พบเป็นครั้งคราว เช่นเดียวกับหนอนคืบละหุ่ง *Achaea janata* Linnaeus และหนอนกระทู้กล้า *Mythimna separata* Walker ที่ส่วนใหญ่นำมาคั่ว ทอด หรือนึ่งรับประทาน หนอนกออ้อย *Chilo tumidicostalis* Hampson นั้นเดิมทีไม่มีผู้ใดนำมารับประทาน แต่เมื่อมีการระบาดของหนอนชนิดนี้เมื่อปี พ.ศ. 2543 โดยเจาะทำลายต้นอ้อยตามแหล่งปลูกอ้อยในจังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือทำความเสียหายมาก ได้มีการป้องกันกำจัดด้วยวิธีการต่างๆ แต่ไม่ค่อยได้ผล จึงแนะนำให้จับมาทำเป็นอาหารรับประทาน เช่น นำมาทอดกรอบ ทำทอดมัน ทอดกับไข่ หรือบดผสมทำเป็นข้าวเกรียบเป็นต้น ทำให้ชาวบ้านนิยมจับมารับประทานกันมากขึ้น หนอนไม้ไผ่ *Omphisa fuscidentalis* Hampson (ภาพที่ 10) เป็นแมลงที่มีผู้รับประทานมากที่สุดชนิดหนึ่งในขณะนี้ ประชาชนคนกรุงก็นิยมรับประทาน หนอนไม้ไผ่ทอดกรอบมีวางขายตามท้องตลาดทั่วไป ความต้องการบริโภคหนอนไม้ไผ่ 87,942 กิโลกรัม/ปี ในน้ำหนัก 1 กิโลกรัม มีปริมาณหนอนสด หนอนลวกน้ำร้อน และหนอนทอดแล้ว เป็นจำนวน 1,955, 1,390 และ 4,713 ตัว ตามลำดับ (สันติ และเดชา, 2542) จากการวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารของหนอนไม้ไผ่ พบโปรตีน 8.06 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม แต่มีไขมันมากคือ 19.17 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม ดักแด้ไหมป่าหรือแมลงง่วง *Antheraea frithi pedunculata* Bouvier (ภาพที่ 11) พบระบาดกินใบต้นพะยอมที่จังหวัดยโสธร และร้อยเอ็ด ในช่วงเดือนสิงหาคมและกันยายน พ.ศ. 2542 ชาวบ้านนำดักแด้มาคั่วรับประทานเองและขายตามท้องตลาด ผีเสื้อจรวดมีหลายชนิด ชาวบ้านจับตัวผีเสื้อมารับประทานโดยใช้ผ้าขาวขึงเป็นจอแล้วใช้ไฟล่อ ตัวผีเสื้อบินมาเกาะที่จอผ้า เมื่อจับผีเสื้อจรวดได้แล้วนำไปเด็ดปีกล้างน้ำเพื่อให้เกล็ดขนที่ติดตามตัวผีเสื้อออกให้หมด จึงนำไปคั่วหรือทอด ชนิดผีเสื้อจรวดที่พบบ่อยคือ *Agrius convolvuli* Linnaeus, *Acosmeryx shervillii* Boisduval, *Callambulyx rubricosa* Walker, *Daphnis nerii* Linnaeus, *Parum colligata* Walker และ *Theretra nessus* Drury (ภาพที่ 12) แต่ปริมาณที่พบแต่ละชนิดไม่มากพอที่จะนำมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารได้ ผีเสื้อจรวดนี้ไม่เคยพบวางขายตามท้องตลาด เป็นแมลงที่ชาวบ้านจับมารับประทานเองเมื่อบินเข้ากับดักแสงไฟ

ภาพที่ 10. หนอนไม้ไผ่ (*Omphisa fuscidentalis*)



ภาพที่ 11. ดักแด้ไหมป่า (*Antheraea frithi pedunculata*)

ภาพที่ 12. ผีเสื้อจรวด (*Theretra nessus*)

7. Order Odonata (แมลงปอ)

แมลงปอที่นำมารับประทานเป็นตัวอ่อนที่อยู่ในน้ำ โดยพบ 4 ชนิด ใน 4 วงศ์ คือ *Anax* sp. วงศ์ Aeshnidae, *Ceriagrion* sp. วงศ์ Coenagrionidae, *Progomphus* sp. วงศ์ Gomphidae และ *Crocothemis* sp. วงศ์ Libellulidae ชาวบ้านจับแมลงปอโดยใช้สวิงช้อนในน้ำ หรือบางทีใช้ตาข่ายลาก ซึ่งได้ตัวอ่อนแมลงปอปริมาณไม่มาก นำมารับประทานเป็นอาหารโดยการทำเป็นห่อหมก ทำก้อย หรือ คั่ว ทอด และป่น จากการวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารของตัวอ่อนแมลงปอ ชนิด *Crocothemis* sp. พบมีโปรตีน 9.87 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม แต่มีไขมันน้อยคือ 1.10 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม

8. Order Orthoptera (ตั๊กแตน จิ้งหรีด และจิ้งโกร่ง)

แมลงกินได้ที่อยู่ในอันดับนี้สำรวจพบ 42 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มตั๊กแตนหนวดสั้นในวงศ์ Acrididae 33 ชนิด นอกนั้นเป็นจิ้งหรีด และจิ้งโกร่ง 3 ชนิด ในวงศ์ Gryllidae แมลงกระชอนในวงศ์ Gryllotalpidae และตั๊กแตนตำข้าววงศ์ Mantidae อย่างละชนิดรวมทั้งตั๊กแตนหนวดยาว 3 ชนิด ในวงศ์ Tettigoniidae ตั๊กแตนหนวดสั้นที่นิยมนำมารับประทานคือ ตั๊กแตนปาทังก้า *Patanga succincta* Linnaeus (ภาพที่ 13) ตั๊กแตนหญ้าคา *Choroedorus illustris* Walker ตั๊กแตนเขียวใหญ่ *Chondracris rosea* De Geer ตั๊กแตนหวาย

ภาพที่ 13. ตั๊กแตนปาทังก้า (*Patanga succincta*)

Cyrtacanthacris tatarica Linnaeus ตั๊กแตนอ้อย *Hieroglyphus banian* Fabricius และตั๊กแตนข้าว *Oxya japonica* Thunberg การจับตั๊กแตนส่วนใหญ่ใช้กับดักแสงไฟ แต่ในช่วงที่มีตั๊กแตนระบาดใช้ผ้าตาข่ายไนล่อนยาวให้หลายคนจับและเดินโอบล้อมไปตามท้องนา วิธีนี้สามารถจับตั๊กแตนได้จำนวนมาก จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของตั๊กแตนหนวดสั้นหลายชนิด พบว่ามีโปรตีนค่อนข้างสูงกว่าแมลงกินได้ชนิดอื่น ตั๊กแตนปาทังก้ามีโปรตีน 25.88 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม (องุ่น และคณะ, 2542) ตั๊กแตนหญ้าคาและตั๊กแตนอ้อยมีโปรตีน 25.32 และ 22.07 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม ตามลำดับ ตั๊กแตนหญ้าคานอกจากมีโปรตีนสูงแล้วยังมีพลังงานมากที่สุด 237.26 กิโลแคลอรี่/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม

จิ้งหรีดและจิ้งโกร่งเป็นแมลงที่อาศัยอยู่ในดิน ชาวบ้านต้องขุดหาจึงนำมารับประทานได้ จิ้งหรีดมี 2 ชนิด คือ จิ้งหรีดทองดำ *Gryllus bimaculatus* De Geer (ภาพที่ 14) และจิ้งหรีดทองแดง *Teleogryllus mitratus* Burmeister จิ้งหรีดทั้ง 2 ชนิดนี้ นอกจากนำมารับประทานแล้ว ชาวบ้านยังนำมาเล่นเป็นเกมกีฬาคือ กัดจิ้งหรีด ในปัจจุบันความนิยมในการรับประทานจิ้งหรีดได้แพร่หลายในหมู่คนไทยมาก เนื่องจากสามารถเพิ่มปริมาณได้เร็ว มีชีพจักรสั้น ในปีหนึ่งขยายพันธุ์ได้หลายครั้ง และเพาะเลี้ยงได้ง่าย สำหรับจิ้งโกร่ง *Tabinskiellus portentosus* Lichtenstein (ภาพที่ 15) นั้น มีขนาดตัวโตกว่า นำมารับประทานโดยการคั่วหรือทอด ได้มีผู้พยายามหาวิธีเพาะเลี้ยงจิ้งโกร่ง เพื่อเพิ่มปริมาณ เนื่องจากในสภาพธรรมชาติในปีหนึ่งขยายพันธุ์ได้เพียงครั้งเดียว อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงจิ้งโกร่งในบ่อพักเลี้ยงในบ่อหนึ่งๆ อาจได้ตั้งแต่ 500 – 1,000 ตัว ตามความกว้างของบ่อและการปล่อยพ่อแม่พันธุ์ (วันชัย, 2543) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของจิ้งโกร่งพบโปรตีน 20.72 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม ในขณะที่จิ้งหรีดทองดำและจิ้งหรีดทองแดงมีโปรตีน 21.80 และ 18.90 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม ตามลำดับ แมลงกระชอน *Gryllotalpa orientalis* Burmeister อาศัยอยู่ในดินเช่นเดียวกับจิ้งหรีดและจิ้งโกร่ง แต่ชอบบินเข้าหาแสงไฟจับได้จากกับดักแสงไฟคราวละมากๆ ชาวบ้านนำมารับประทานโดยนำมาคั่วหรือทอดแต่ต้องเด็ดขาหน้าซึ่งแข็งมีไว้สำหรับขุดดินออกก่อน การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของแมลงกระชอนพบโปรตีน 13.17 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม

ภาพที่ 14. จิ้งหรีดทองดำ (*Gryllus bimaculatus*)

ภาพที่ 15. จิ้งโกร่ง (*Tabinskiellus portentosus*)

ผลการศึกษาคุณค่าทางอาหารของแมลงกินได้ทั้ง 38 รายการ แสดงไว้ในตารางที่ 1 โดยนำตัวอย่างแมลงสด 100 กรัม ไปวิเคราะห์ ซึ่งต้องใช้แมลงเป็นจำนวนมาก มีความยากลำบากในการรวบรวม เพราะส่วนใหญ่แมลงกินได้ที่พบไม่ใช่แมลงสดแต่เป็นแมลงที่ชาวบ้านนำมาผ่านกระบวนการทำให้สุกแล้ว เช่น ต้ม คั่ว ทอด หรือยำ สำหรับแมลงสดที่สำรวจได้มีไม่มากชนิดเป็นแมลงที่พบทั่วไป หรือเป็นแมลงที่มีการระบาดมากเป็นครั้งคราว ผลการวิเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแมลงสดทั้งตัว ซึ่งมีผลแตกต่างไปจากที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแมลงแห้ง หรือน้ำหนักแมลงสดที่หักเอาส่วนที่รับประทานไม่ได้ออกแล้ว เช่น ในการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของหนอนไม้ไผ่ พบว่ามีโปรตีน 8.06 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม แต่ถ้าคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนในหนอนไม้ไผ่แห้งที่นำความชื้นออกหมดแล้วมีโปรตีน 25.5 กรัม/น้ำหนักแมลงแห้ง 100 กรัมเป็นต้น ค่าโปรตีนเฉลี่ยของแมลงทั้ง 38 รายการที่นำมาวิเคราะห์คือ 16.08 กรัม/น้ำหนักแมลงสด 100 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับกุ้งและปลานิล คือมีโปรตีน 16.05 และ 19.50 กรัม/น้ำหนักปลาสด 100 กรัม ตามลำดับ (อำนวย, 2524) แสดงว่าแมลงมีคุณค่าทางอาหารทดแทนเนื้อสัตว์อื่นได้

บทสรุป

การศึกษาความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยทำให้ได้ข้อมูลสำคัญเพิ่มขึ้นหลายประการ ได้แก่ ข้อมูลจำนวนชนิดของแมลงกินได้ที่ได้ศึกษาทบทวนแก้ไขชื่อวิทยาศาสตร์ ให้มีความถูกต้องตามหลักสากล สามารถนำไปเผยแพร่ในระดับนานาชาติได้ นอกจากนี้ยังได้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการจับและ

การนำแมลงมาปรุงเป็นอาหารซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านและวัฒนธรรมท้องถิ่นของชาวชนบทในเรื่องเกี่ยวกับแมลง การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของแมลงมีประโยชน์เพื่อใช้เป็นแนวทางเลือกนำแมลงที่มีคุณค่าทางอาหารสูงมาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณขึ้นในอนาคต โดยไม่ต้องจับแมลงจากแหล่งธรรมชาติที่ทำให้ปริมาณแมลงลดน้อยลงเกิดการสูญเสียความสมดุลย์ของธรรมชาติ คุณค่าทางอาหารของแมลงกินได้ที่พบทั่วๆ ไปได้นำมาวิเคราะห์แล้ว แต่ควรมีการวิเคราะห์แมลงชนิดอื่นๆ อีก โดยเฉพาะแมลงศัตรูพืชที่นำมารับประทานได้ และมีแนวโน้มว่าเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค เป็นการกำจัดศัตรูพืชวิธีหนึ่ง เช่น การกำจัดตั๊กแตนปาทังก้าที่ได้ผลดีมาแล้ว

การรับประทานแมลงต้องมีความระมัดระวัง ไม่ควรนำมาแมลงที่ได้รับสารเคมีป้องกันการกำจัดศัตรูพืชมารับประทาน แมลงทุกชนิดไม่สามารถนำมารับประทานได้ แมลงชนิดใดนำมารับประทานได้หรือไม่นั้นเป็นความรู้ที่สืบต่อมา มีแมลงบางชนิดเมื่อรับประทานเข้าไปแล้วอาจเป็นอันตรายทำให้เสียชีวิตได้ เช่น ด้วงน้ำมัน *Mylabris phalerata* Pall. (ภาพที่ 16) ซึ่งเป็นข่าวในสื่อมวลชนบ่อยครั้งเมื่อมีผู้เสียชีวิตจากการรับประทานด้วงชนิดนี้ ด้วง

ภาพที่ 16. ด้วงน้ำมัน แมลงอันตรายห้ามรับประทาน

น้ำมันมีลำตัวยาวประมาณ 3.5 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ลักษณะสำคัญคือ ปีกมีสีดำและเหลืองสลับกันอย่างละ 3 แถบ เมื่อถูกรบกวนจะขับสารพิษออกมา สารนี้มีชื่อว่าแคนทาริดิน (Cantharidin) เมื่อบริโภคเข้าไปจะไปทำลายระบบการทำงานของไต และทำให้เลือดออกในกระเพาะอาหาร ผู้ป่วยจะมีอาการเซื่องซึม อาเจียน ปัสสาวะเป็นเลือด หมดสติและตายในที่สุด ดังนั้นจึงต้องมีการเตือนภัยเรื่องนี้ให้ประชาชนทราบไม่ควรรับประทานแมลงโดยไม่ทราบว่าเป็นแมลงชนิดใด

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 141005

เอกสารอ้างอิง

กัณฑ์วีร์ วิวัฒน์พาณิชย์. 2542. แมลง-อาหารมนุษย์ในอนาคต. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก กรุงเทพฯ.

เจริญ ตันมหาพราน. 2532. แมลง อาหารจานเด็ดจากบรรพชน. สารคดี 53: 104-113.

ชำนาญ พิทักษ์. 2529. แมลงศัตรูพืชแหล่งโปรตีนของชาวชนบท. กสิกร 59(2): 155-157.

ไชยา อุ้ยสูงเนิน. 2535. การเพาะเลี้ยงแมงดานา. จัดพิมพ์โดยศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท นนทบุรี.

เดชา วิวัฒน์วิทยา และสมาน ณ ลำปาง. 2535. หนอนไม้ไผ่. วารสารวนศาสตร์ 11(1): 16-21.

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา, ชาญชัย ถาวรอนุกูลกิจ และวิโรจน์ ขลิบสุวรรณ. 2543. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการเลี้ยงจิ้งหรีดในเชิงอุตสาหกรรม. งานบริการวิชาการแก่สังคมด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุปผา เหล่าสินชัย. 2537. คนไทยกินแมลงสาบจริงหรือ?. วารสารกีฏและสัตววิทยา 16(4): 253-260.

ประพาศ งั่นบุญศรี, วรนันท์ ศุภพิพัฒน์, ประภาศรี ภูวเสถียร, บิเลน เฟื่องเพียร และพงศธร สังข์เผือก. 2532. การวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารของหนอนไม้ไผ่. โภชนาการสาร 23(2): 185-189.

ประพิมพร สมนาแซง, ผการัตน์ รัฐเขตต์ และสุมาลี รัตนปัญญา. 2526. การศึกษาอาหารธรรมชาติของชาวบ้านในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาว. โภชนาการสาร 17(2): 28-47.

ประพิมพร สมนาแซง, ผการัตน์ รัฐเขตต์ และสุมาลี รัตนปัญญา. 2528. การศึกษาอาหารตามธรรมชาติของชาวบ้านในหมู่บ้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูฝน. โภชนาการสาร 19(1): 12-32.

พงศ์ธร สังข์เผือก และประภาศรี ภูวเสถียร. 2526. คุณค่าอาหารของแหล่งอาหารโปรตีนของชาวชนบท: แมลง. โภชนาการสาร 17(1): 5-12.

ลั่นทม จอนจวบทรง. 2536. แมลง-อาหารเลิศรสมากคุณค่า. วารสารเทคโนโลยีที่เหมาะสม 11(2): 40-44.

ลีลา กญิกนันท์. 2541. หนอนกินเยื่อไผ่ (รถด่วน). จัดพิมพ์โดยส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

วรนันท์ ศุภพิพัฒน์, ประพาศ งิ่นบุญศรี และดำรง ใจกลม. 2533. การประเมินความเป็นพิษของหนอนไม้ไผ่. พิษวิทยาสาร 1(1): 10-13.

วราภร วราอัศวปติ, จำนง วิสุทธิแพทย์ และชูเกียรติ มณีขร. 2518. แมลงที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารการวิจัย ฉบับที่ 7 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

วันชัย สร้อยอินทรากุล. 2543. เปลี่ยนเศษพืชเป็นจี้กุ่ง (จิ้งโกร่ง). กสิกร 73(1): 55-59.

สมหมาย ชื่นราม. 2536. ด้วงงวงเจาะหน่อไม้. กสิกร 66(5): 483-484.

สมร ขวัญทอง. 2540. การกระจายของแมลงกินได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี 4(3): 211-217.

สมุทร มงคลกิติ. 2517ก. การใช้แมลงเป็นอาหาร (ตอนที่ 1). กสิกร 47(4): 299-306.

สมุทร มงคลกิติ. 2517ข. การใช้แมลงเป็นอาหาร (ตอนที่ 2). กสิกร 47(5): 380-385.

สันติ สุขสอาด และเดชา วิวัฒน์วิทยา. 2542. หนอนไม้ไผ่หนอนที่มีคุณค่าทางอาหารและเศรษฐกิจ. เคหการเกษตร 23(2): 195-197.

สุพุฒิ ชวางกูร. 2544. ฟาร์มจิ้งหรีดทอง. สำนักพิมพ์มติชน กรุงเทพฯ.

องุ่น ลิ่ววานิช. 2531. แมลงที่กินได้. กสิกร 61(6): 545-551.

องุ่น ลิ่ววานิช. 2540. แมลงกับวัฒนธรรมพื้นบ้าน. วารสารกีฏและสัตววิทยา 19(3): 1-2.

องุ่น ลิ่ววานิช, สมหมาย ชื่นราม, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ และยุพา หาญบุญทรง. 2542. ความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉลียงเหนือของประเทศไทย. *ใน* วิสุทธิ์ ใบไม้ และคณะ (บรรณาธิการ), รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. Workpress Printing กรุงเทพฯ. หน้า. 361-365.

องุ่น ลิ่ววานิช, สมหมาย ชื่นราม, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ และยุพา หาญบุญทรง. 2543. แมลงกินได้ในประเทศไทย. จดหมายข่าวสมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย 8(2): 5-8.

อุษา กลิ่นหอม, ชูศรี ราศรีรัตนะ และศุภรัตน์ จิตต์จำนง. 2527. การศึกษาคุณค่าทางอาหาร ปรสิตและส่วนประกอบที่เป็นพิษในแมลงบางชนิด ที่เป็นอาหารของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตมหาสารคาม.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2528. การเลี้ยงแมลงดานา. จัดพิมพ์โดยกลุ่มบัณฑิตเกษตรพัฒนา กรุงเทพฯ.

อำนวย โชติญาณวงษ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

AOAC, 1975. Official Methods and Analysis. Association of Official Analytical Chemist. 12th ed. Washington D.C.

Jalavicharana, K. 1969. Patanga outbreak in Thailand in 1963. Department of Agriculture Technical. *Technical Bulletin* 11: 1-12.

Roffey, J. 1979. Locusts and grasshoppers of economic importance in Thailand. Centre for Overseas Pest Research. London.

Vane-Wright, R.I. 1991. Why not eat insects? *Bulletin of Entomological Research* 81(1): 1-4.

Watanabe, H. and R. Satrawaha. 1984. A list of edible insects sold at the public market in Khon Kaen, northeast Thailand. *Southeast Asian Studies* 22(3): 316-325.

Yhoung-aree, J., P. Puwastien and G.A. Attig. 1997. Edible insects in Thailand: An unconventional protein source?*Ecology of Food and Nutrition* 36: 133-149.

ความหลากหลายและความชุกชุมของแมลงดอกสักและนิเวศวิทยาการผสมเกสรของไม้สัก

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ[1], R. Cunningham[1], ประสิทธิ เพียรอนุรักษ์[1], สุภโชติ อึ้งวิจารณ์ปัญญา[1], องุ่น ลิ่ววานิช[2] และสุระ พิมพะสาลี[2]

[1]สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]งานอนุกรมวิธานแมลง กองกีฏวิทยา กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Diversity and Abundance of Insect Visitors to Flowers and the Pollination Ecology of Teak (*Tectona grandis*)

S. Tangmitcharoen[1], R. Cunningham[1], P. Pianhanuruk[1], S. Angvichanpanya[1], A. Lewvanich[2], S. Pimpasalee[2]

[1]Forest Research Office, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]Taxonomy Group, Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

The diversity and abundance of insect visitors to teak flowers was studied in natural and plantation forests. The insects observed belonged to 11 orders and were classified into three groups: 1) pest (342 species); 2) natural enemies (278 species) and; 3) pollinators (73 species). Diversity indices revealed that the total species diversity and abundance of insects in the natural forest was higher than in the plantations. The total species richness for trees in the natural forest was 552 species while in the plantation it was only 340 species. The mean abundance per tree was also higher in the natural forest (484 ± 36) than in the plantation (259 ± 40). In plantations, pollinators were more likely to fly between inflorescences, than in natural forest. The number of pollen grains on stigmas was higher in the plantation (5.90 ± 0.79) than in the natural forest (2.96 ± 0.74). Behaviors of insects in the plantation, which result in flight among inflorescences (with increased probability of cross-pollination), as well as more effective transfer of pollen (more pollen delivered to the stigma) are factors likely to lead to higher fruit set rates in plantations. This was confirmed by a study which found that the reproductive success and seed-to-ovule ratio of plantation trees was significantly higher than those of natural forest trees. The most numerous species found, *Trigona collina,* were the most important pollinators of teak.

Key words: *Tectona grandis* (Linn.f), species diversity, flower visitor, pollination, fruit set rate

บทนำ

ไม้สักเป็นไม้ที่ได้รับความนิยมสูงสุดชนิดหนึ่งของประเทศ เนื้อไม้มีคุณสมบัติและลักษณะเด่นเป็นพิเศษ ทนทานต่อปลวก มอด ลวดลายสวยงาม และไสกบตกแต่งง่าย ทำให้มีการใช้ไม้ในรูปแบบต่างๆ อย่างกว้างขวาง ตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันกรมป่าไม้เล็งเห็นความจำเป็นของการปลูกสร้างสวนป่าไม้สัก เพื่อทดแทนการใช้ไม้สักจากป่าธรรมชาติที่นับวันจะถูกบุกรุกทำลาย ทั้งจากความต้องการใช้ไม้และความต้องพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรม และได้มีการจัดสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บเมล็ดไม้สักพันธุ์ดีสำหรับการผลิตกล้าไม้ที่มีคุณภาพ ปัจจุบันมีเนื้อที่ประมาณ 12,000 ไร่ (ประสิทธิ์, 2538) แต่ปรากฏว่าสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักที่มีอยู่นั้น ประสบปัญหาสำคัญอยู่ 2 ประการ คือ การติดผลน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.2 กก./ต้น ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการคือ 2.5 กก./ต้น และผลที่เก็บได้ในปริมาณน้อยนี้ยังมีอัตราการงอกต่ำอีกด้วย ปัญหาดังกล่าวนี้ถือเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจแก่ประเทศชาติ เนื่องจากรัฐบาลโดยกรมป่าไม้ได้ทุ่มเททั้งงบประมาณและบุคลากรไปเป็นจำนวนมาก ในการคัดเลือก ปรับปรุงพันธุ์ และจัดสร้างเป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักขึ้น แต่กลับไม่สามารถใช้ประโยชน์จากการลงทุนดังกล่าวได้เต็มที่

ปัจจุบันมีการนำเมล็ดพันธุ์จากสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักที่มีอยู่ไปใช้ คิดเป็นสัดส่วนที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณการใช้เมล็ดไม้สักทั้งหมด ทั้งนี้การใช้เมล็ดพันธุ์จากต้นพันธุ์ที่ไม่ได้รับการคัดเลือกแม่พันธุ์ อาจทำให้การปลูก

สร้างสวนป่าไม่ประสบความสำเร็จดีเท่าที่ควร ซึ่งทำให้เกิดผลเสียในเชิงเศรษฐกิจ ในทางกลับกัน หากมีการใช้เมล็ดพันธุ์ดีจะทำให้ผลผลิตของป่าไม้สักเพิ่มขึ้น และยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดการปลูกป่าไม้สักขึ้นทั้งในภาครัฐและเอกชน นอกจากจะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนไม้และลดแรงกดดันในการลักลอบตัดไม้สักในป่าธรรมชาติแล้วยังเป็นการช่วยฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปด้วย สำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแมลงดอกสักในป่าธรรมชาติและป่าปลูก บ่งชี้แมลงผสมเกสรที่สำคัญของไม้สักและศึกษาพฤติกรรมการถ่ายละอองเกสรในป่าธรรมชาติและป่าปลูก และศึกษาเปรียบเทียบความสำเร็จของการสืบพันธุ์ของไม้สักในป่าธรรมชาติและป่าปลูก รูปแบบการร่วงของดอกและผลของไม้สัก เพื่อให้เข้าใจถึงองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการติดผลและการพัฒนาของผล ซึ่งเป็นปัจจัยและข้อมูลประกอบที่สำคัญในการพิจารณาให้มีการจัดการสวนผลิตเมล็ดอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถผลิตเมล็ดได้อย่างเพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพ

วิธีการ

1. การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแมลงดอกสัก

การเก็บตัวอย่างแมลงใช้กับดัก 2 แบบ คือ malaise trap และสวิงจับแมลง โดยติดตั้งกับดัก malaise trap จำนวน 6 อัน ใกล้ต้นสักที่คัดเลือกไว้จำนวน 6 ต้น ทั้งในป่าธรรมชาติและป่าปลูก บริเวณสถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จ.พะเยา โดยต้นสักในสวนป่ามีอายุ 30 ปี ระยะปลูก 12 x 12 ม. ซึ่งเป็นสวนผลิตเมล็ดที่ปลูกจากแม่ไม้สายพันธุ์ดีจากแหล่งต่างๆ สำหรับสวิงจับแมลงใช้จับแมลงที่บริเวณช่อดอกสักระหว่างเวลาที่ดอกสักบานคือ 8.00 – 14.00 น. ทุกสัปดาห์ในช่วงเดือนสิงหาคม - ตุลาคม บันทึกสถานที่เก็บ เบอร์ต้น วันที่เก็บ เพื่อจำแนกชนิด นับจำนวน และวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ความหลากหลายโดยใช้โปรแกรม Estimates 5 โดยใช้ Fisher' s Alpha Diversity Index และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างป่าธรรมชาติและป่าปลูก โดยใช้ F-test analysis of variance (ANOVA) และ Kruskal Wallis test (Kruskal and Wallis, 1952) การทดสอบความแปรปรวนใช้วิธี Bartlett' s test (Bartlett, 1937) ทำนายความหลากหลายและความสมบูรณ์ของแมลงดอกสักโดย ACE technique (Colwell and Coddington, 1994) และคำนวณ community composition แบบ cluster analysis โดย Wald' s method (McCune and Mefford, 1995)

2. การศึกษานิเวศวิทยาการผสมเกสรของไม้สัก

จัดตั้งนั่งร้านเหล็กสูงเท่าระดับเรือนยอดของต้นสัก จำนวน 9 ต้นที่ป่าธรรมชาติและป่าปลูกเพื่อการปฏิบัติงานที่ดอกสักและบันทึกข้อมูลของแมลงอย่างใกล้ชิด ได้แก่ การจับแมลงและตรวจนับเพื่อบ่งชี้แมลงผสมเกสรที่สำคัญ การเฝ้าติดตามพฤติกรรมในการหาอาหาร การตรวจนับจำนวนละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมียด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ

สองตา และนำแมลงไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบอิเลคตรอน และการศึกษาความสำเร็จของการสืบพันธุ์จากสูตร

Reproductive Success (RS) = fruit/flower (Fr/Fl) x seed/ovule (S/O) (Weins et al., 1987)

ผลการวิจัย

1. การศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแมลงดอกสัก

1.1 แมลงที่พบจัดอยู่ใน 11 อันดับ และแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแมลงผสมเกสรจำนวน 73 ชนิด กลุ่มแมลงศัตรูพืชจำนวน 342 ชนิด อยู่ในกลุ่มแมลงชนิดปากกัดและปากดูด และกลุ่มแมลงอื่นๆ จำนวน 278 ชนิด และเมื่อพิจารณาแมลงในกลุ่มศัตรูพืชพบว่า จำนวนชนิดแมลงในป่าธรรมชาติ (284 ชนิด) มากกว่าในป่าปลูก (170 ชนิด) เช่นเดียวกับแมลงในกลุ่มแมลงอื่นๆ ที่พบจำนวนชนิดแมลงในป่าธรรมชาติ (218 ชนิด) มากกว่าในป่าปลูก (111 ชนิด) แต่สำหรับแมลงในกลุ่มผสมเกสรจำนวนแมลงในป่าธรรมชาติ (50 ชนิด) น้อยกว่าในป่าปลูก (59 ชนิด) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1. จำนวนชนิดแมลงที่เก็บตัวอย่างจากป่าธรรมชาติและป่าปลูก บริเวณสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จังหวัดพะเยา

Types of insects	Order	Number of collected insect species			Total
		Natural (N)	N and P	Plantation (P)	
1. Pollinator	1. Diptera	9	9	9	9
	2. Hymenoptera	18	15	22	25
	3. Lepidoptera	23	12	28	39
	Total	50	36	59	73
2. Pest	1. Coleoptera	62	16	35	81
	2. Hemiptera	17	2	5	20
	3. Homoptera	49	21	24	52
	4. Lepidoptera	151	70	103	184
	5. Orthoptera	4	3	3	4
	6. Thysanoptera	1	0	0	1
	Total	284	112	170	342
3. Other insects	1. Coleoptera	4	1	1	4
	2. Dermaptera	1	0	1	2
	3. Dictyoptera	1	1	3	3
	4. Diptera	64	32	55	87
	5. Hemiptera	2	0	0	2
	6. Hymenoptera	143	16	49	176
	7. Neuroptera	3	1	1	3
	8. Orthoptera	0	0	1	1
	Total	218	51	111	278
	Grand Total	552	199	340	693

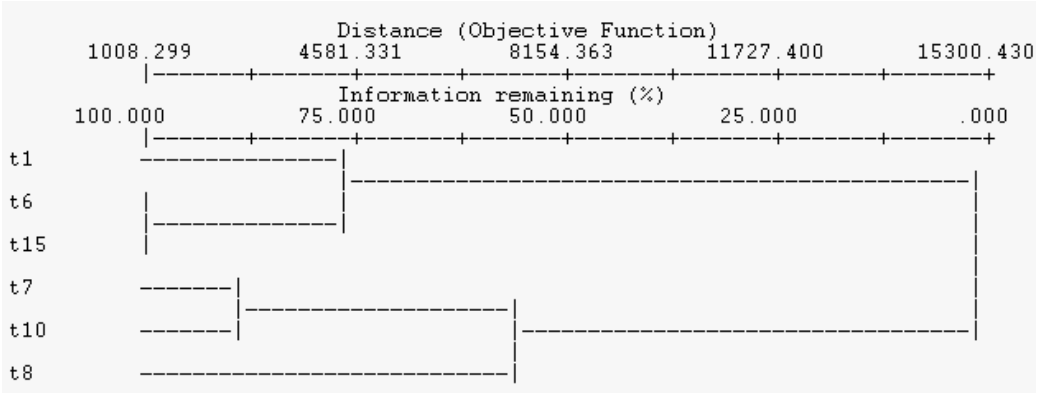
1.2 ความหลากหลายของชนิดแมลงของต้นสักในป่าธรรมชาติมากกว่าป่าปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.0368$) คือ 552 ชนิด (ค่าเฉลี่ย = 277 ± 15.8, n = 3) และ 340 ชนิด (ค่าเฉลี่ย = 151 ชนิด ± 37.6, n = 3) ตามลำดับ

1.3 ความชุกชุมของแมลงหรือจำนวนแมลงในป่าธรรมชาติมากกว่าในป่าปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$) คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงต่อต้นในป่าธรรมชาติคือ 484 ตัว (± 35.8, n = 3) และป่าปลูก 259 ตัว (± 40.2, n = 3)

1.4 ผลการใช้ ACE technique เพื่อทำนายความหลากหลายแมลงของป่าทั้ง 2 แบบ โดยภาพรวมปรากฏว่าในป่าธรรมชาติจะมีความหลากหลายของชนิดแมลงมากกว่าคือ 847 ชนิด ขณะที่ป่าปลูกมี 537 ชนิด

1.5 ผลของการวิเคราะห์ insect community โดยใช้ cluster analysis พบว่าองค์ประกอบ (composition) ของสังคมแมลงในป่าสักธรรมชาติและป่าปลูกแตกต่างกัน สามารถแบ่งแมลงเป็น 2 กลุ่ม คือ แมลงในกลุ่มป่าธรรมชาติซึ่งเก็บตัวอย่างจากต้นที่ 1, 6 และ 15 และแมลงในกลุ่มป่าปลูกซึ่งเก็บจากต้นที่ 7, 8 และ 10 (ภาพที่ 1) สำหรับแมลงในกลุ่มป่าธรรมชาติที่ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ 1) กลุ่มที่อยู่กับต้นที่ 1 และ 2) กลุ่มที่อยู่กับต้นที่ 6 และ 15 มีข้อสังเกตที่น่าสนใจคือ กลุ่มที่ 1 (ต้นที่ 1) ซึ่งอยู่ใกล้พื้นที่ที่ถูกแผ้วถางเพื่อทำไร่ มีค่าที่แสดงถึงความหลากหลายและความชุกชุมของแมลง (alpha) ต่ำที่สุด (202.22) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 1 ที่มีค่า alpha ของต้นที่ 6 และ 15 เป็น 241.14 และ 453.13 ตามลำดับ ความแตกต่างนี้อาจเนื่องมาจาก การที่ป่าถูกแผ้วถางทำให้ถิ่นที่อาศัยของแมลงถูกทำลายไปด้วย จึงมีผลให้ความหลากหลายและความชุกชุมของแมลงในพื้นที่ป่าที่อยู่ใกล้เคียงลดลงตามไปด้วย

สำหรับในป่าปลูกนั้น แบ่งสังคมแมลงออกได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ 1) กลุ่มที่อยู่กับต้นที่ 7, 10 และ 2) กลุ่มที่อยู่กับต้นที่ 8 มีข้อสังเกตคือ กลุ่มที่อยู่กับต้นที่ 8 มีค่า alpha ต่ำที่สุด (74.41) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 ที่มีค่า alpha ของต้นที่ 7 และ 10 เป็น 309.59 และ 128.51 ตามลำดับ ความแตกต่างนี้อาจเนื่องจากต้นที่ 8 ออกดอกน้อยกว่าต้นอื่น ซึ่งทำให้แมลงบริเวณดอกสักน้อยลงตามไปด้วย



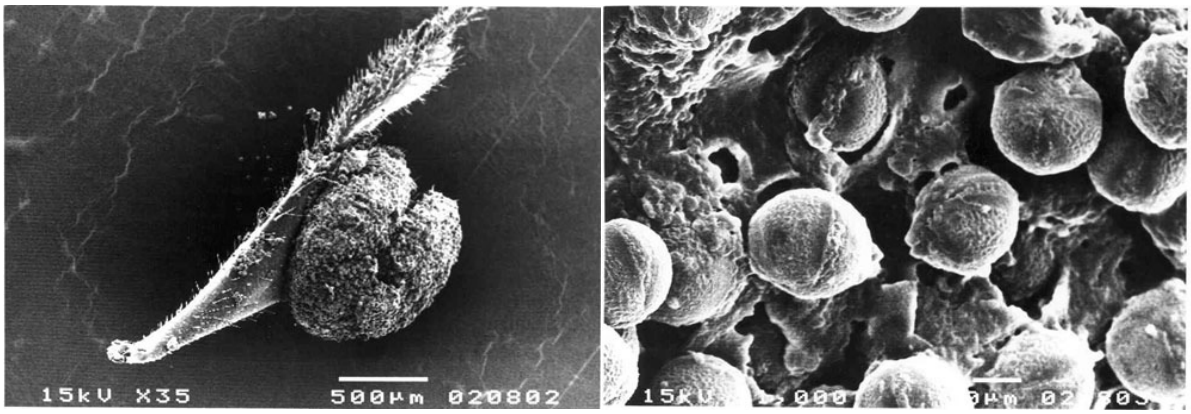
ภาพที่ 1. insect communities จาก cluster analysis ของสังคมแมลงในป่าสักธรรมชาติ (t1, t6, t15) และป่าปลูก (t7, t8, t10)

2. การศึกษานิเวศวิทยาการผสมเกสรของไม้สัก

2.1 การศึกษาชนิดแมลงผสมเกสรที่สำคัญ

แมลงที่เข้าหาอาหารในดอกสักมี 11 ชนิด แมลงกลุ่มชันโรง (*Trigona* spp. และ *Ceratina* spp.) มีจำนวนมากที่สุด (n = 215) (ตารางที่ 2) และแมลงนี้เก็บละอองเกสรไม้สักเป็นจำนวนมากที่ส่วนปลายของขาหลัง (ภาพที่ 2 และ 3) มีประสิทธิภาพในการถ่ายละอองเกสรได้ปานกลางคือ มีจำนวนละอองเกสรบนยอดเกสรตัวเมียเฉลี่ยจำนวน 5 pollen (ตารางที่ 2) เมื่อศึกษาแมลงในกลุ่มชันโรงโดยละเอียดในป่าปลูก พบว่าประกอบด้วยแมลงที่สำคัญ 4 ชนิด คือ *Trigina collina* (n = 189), *T. terminata* (n = 25), *T. laeviceps* (n = 3) และ *Ceratina* spp. (n = 26) ทั้งนี้ *Trigona collina* เป็นแมลงที่พบมากที่สุด และสำคัญมากที่สุด

ภาพที่ 2. แมลงผสมเกสร *Trigona collina* บริเวณสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จังหวัดพะเยา



ภาพที่ 3. ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบอิเลคตรอนของละอองเกสรตัวผู้ของไม้สักบนขาหลังคู่ที่สามของแมลง *Trigona collina*: a. (ซ้าย) ละอองเกสรตัวผู้ของไม้สักติดอยู่บนขาหลังส่วนที่เรียกว่า tibia b. (ขวา) ภาพขยายของละอองเกสรตัวผู้จากภาพ a

ตารางที่ 2. พฤติกรรมการหาอาหารและประสิทธิภาพการถ่ายละอองเกสรของแมลงผสมเกสรที่สำคัญ ที่พบในป่าธรรมชาติและป่าปลูก บริเวณสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จังหวัดพะเยา

No.	Species	Visitation rate (flower/sec.)		% Insect foraged on same inflo.	n	Number of Pollen on stigma	n	
1	ชันโรง (*Trigona* spp. & *Ceratina* spp.)	0.13	(0.005)	90.2	215	4.9	80	(0.67)
2	ต่อเล็กดำ (*Allorhynchium* sp.)	0.14	(0.05)	62.5	8	6.7	3	(4.81)
3	ต่อหัวเสือ *Vespa affinis* (L.)	0.3	(0.09)	62.5	8	2	1	(0)
4	ต่อรู (*Scolia ruficeps*)	0.12	(0.03)	86.7	15	0.5	2	(0.5)
5	ผึ้งมิ้ม (*Apis florea* L.)	0.16	(0.03)	75	12	0	2	(0)
6	ผีเสื้อฟ้าขอบขนธรรมดา *Anthena emolus emolus* (Godart)	0.02	(0.01)	50	2	2	1	(0)
7	ผีเสื้อพุ่มไม้ธรรมดา (*Hypolycaena erylus himavantus* Fruhstorfer)	0.03	(0.01)	100	2	2.6	5	(1.78)
8	ผีเสื้อหนอนคูน (*Catopsilia pomona pomona* Fabricius)	0.35	(0.06)	71.0	31	7	5	(3.8)
9	แมลงวันก้นขน (*Techina* sp.)	0.02	(0.01)	87.5	8	4.3	6	(1.31)
10	แมลงวันหลังลาย (*Parasarcophaga* sp.)	0.11	(0.40)	66.7	3	3.6	10	(13.3)
11	แมลงวันหัวแหลม (*Rhinia* sp.)	0.11	(0)	100	4	1	1	(0)

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บคือ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)

2.2 พฤติกรรมการหาอาหารและประสิทธิภาพการถ่ายละอองเกสรของแมลงผสมเกสร

แมลงผสมเกสรที่สำคัญทั้ง 11 ชนิด มีอัตราการลงตอมดอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p = 0.001$) แมลงที่มีอัตราการตอมดอกต่ำหมายถึง ใช้เวลาหาอาหารที่ดอกแต่ละดอกเป็นเวลานาน ซึ่งอาจไม่เป็นผลดี คือ ทำให้มีโอกาสเกิดการผสมในตัวเองสูง ส่วนใหญ่แมลงมีการหาอาหาร เคลื่อนย้ายอยู่ภายในช่อดอกเดิม แต่แมลงป่าปลูกจะเคลื่อนย้ายหาอาหารระหว่างช่อดอก (20.6%) มากกว่าในป่าธรรมชาติ (8.5%) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p = 0.004$) และเมื่อพิจารณาแมลงในกลุ่มชันโรงเพียงอย่างเดียวก็ให้ผลแบบเดียวกันคือ ในสวนป่าปลูกจะหาอาหารข้ามช่อดอกมากกว่าในป่าธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p = 0.002$) (ตารางที่ 3)

แมลงทั้ง 11 ชนิด สามารถนำพาละอองเกสรไปตกที่ยอดเกสรตัวเมียของดอกสักได้ในจำนวนใกล้เคียงกัน แต่จำนวนละอองเกสรเฉลี่ยในป่าปลูก (5.6 ± 0.74, n = 70) มากกว่าจำนวนละอองเกสรในป่าธรรมชาติ (2.96 ± 0.74, n = 46) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p = 0.0042)

ตารางที่ 3. การเคลื่อนย้ายของแมลงผสมเกสรที่สำคัญที่ปรากฏตามตารางที่ 2 และแมลงกลุ่มชันโรง (*Trigona* spp. & *Ceratina* spp.) ที่พบในป่าธรรมชาติและในป่าปลูก บริเวณสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จังหวัดพะเยา

Types of Forests	Percentage of the insects moving among and same inflorescence					
	Major insect pollinators			(*Trigona* spp. & *Ceratina* spp.)		
	Among inflo.	Same Inflo.	Observation	Among inflo.	Same inflo.	Observation
Natural	8.53	91.47	129	4.65	95.35	86
Plantation	20.57	79.43	175	13.95	86.05	129
Avg./Total	15.46	84.54	304	10.23	89.77	215

3. ผลผลิตเมล็ดและความสำเร็จของการสืบพันธุ์

3.1 การติดผล

การพัฒนาดอกและผลแบ่งเป็น 5 ระยะ คือ 1) ดอกที่กำลังพัฒนา (young flowers) ได้แก่ ตาดอกและดอกขนาดกลาง 2) ดอกพัฒนาเต็มที่ (mature flowers) 3) ระยะเริ่มติดผล (initial fruit set) 4) ระยะผลกำลังพัฒนา (developing fruits) และ 5) ผลแก่ (mature fruits) ทั้งนี้ดอกหรือผลที่ถูกแมลงทำลายโดยสังเกตได้จากร่องรอยภายนอก เช่น เป็นรูหรือรอยแทะ ได้แยกไว้เป็นอีกกลุ่มหนึ่งด้วยที่เรียกว่า damaged flower/fruit (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4. ค่าเฉลี่ยอัตราการร่วงของดอกและผลของต้นสักในป่าสักธรรมชาติและป่าปลูก จำนวนอย่างละ 3 ต้น ที่ช่วงการพัฒนาต่างๆ ระหว่างวันที่ 6 สิงหาคม 2541– 2 เมษายน 2542

Stages of Development		Abortion of flowers/fruits					
		Natural			Plantation		
		%	Number counted	std err.	%	Number Counted	std err.
1. Young flower	- bud flower	14.84	674	41.65	13.00	1,023	65.30
	- middle flower	10.83	492	106.44	8.59	677	71.170
	damage	11.00	500	60.79	9.93	728	142.52
	Total flowers	25.67	1,166	145.32	21.59	1,700	132.73
2. Mature flower	damage	1.69	77	17.75	1.71	135	50.50
	Total flowers	10.53	478	94.93	12.03	947	323.47
3. Initial fruit set	- pollinated flower	60.18	2,733	533.64	62.16	4,895	1,529.3
	- small fruit	1.99	90	31.06	2.32	183	70.13
	Total damage	9.11	414	125.25	7.07	557	213.49
	Total fruit	62.17	2,823	553.60	64.48	5,077	1,511.8
4. Developing fruit	- middle	0.88	40	13.87	0.72	56	21.85
	- large	0.46	21	5.51	0.80	63	2.96
	Total damaged	0.73	33	8.11	0.50	40	5.55
	Total fruit	1.34	61	19.3	1.51	119	22.81
5. Mature fruit	Total	0.29	13	1.0	0.39	31	6.56
6. Total flower counted		100	4,541	780.66	100	7,875	1,934.11
Total flower damaged		22.55	1,024		19.22	1,514	

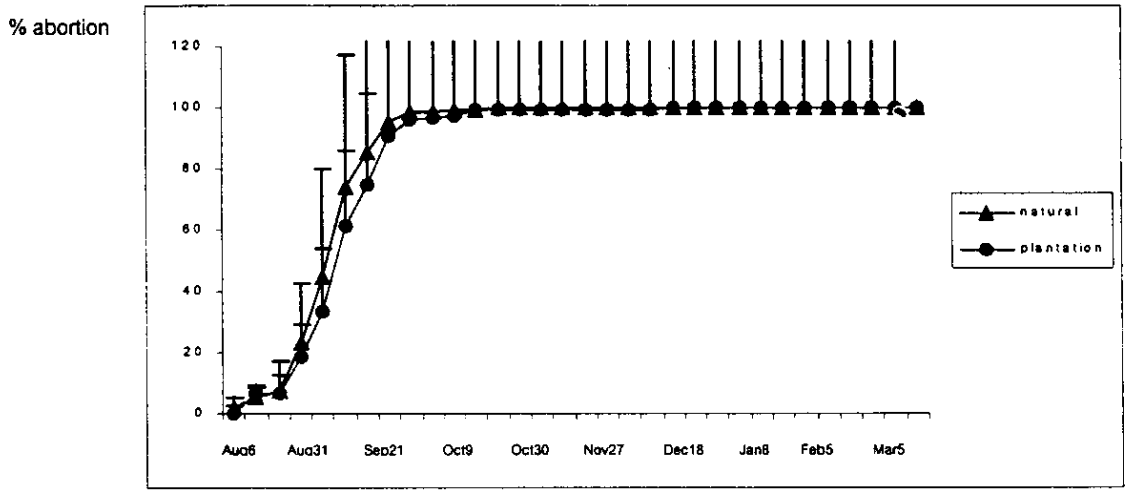
อัตราการร่วงของดอกและผลที่ช่วงต่างๆ ของการพัฒนาของต้นสักในป่าธรรมชาติและป่าปลูกมีจำนวนใกล้เคียงกัน และจำนวนดอกและผลที่ร่วงจากป่าธรรมชาติและป่าปลูกที่ทุกระยะของการพัฒนา ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.9508$) และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการร่วงที่ระยะต่างๆ พบว่าระยะเริ่มติดผลมีอัตราการร่วงสูงสุดถึง 62.17 และ 64.48% ที่ป่าธรรมชาติและป่าปลูก ตามลำดับ และเมื่อผลมีขนาดใหญ่ก็จะร่วงน้อยลงมาก (1.3 และ 1.5% ที่ป่าธรรมชาติและป่าปลูก ตามลำดับ)

แมลงเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลร่วง พบว่าผลที่ถูกแมลงทำลายและร่วงหล่นอยู่ในอัตราส่วนที่ค่อนข้างสูง คือ ป่าธรรมชาติ 22.55% และป่าปลูก 19.22% ของผลที่ร่วงหล่นทั้งหมด และพบว่ามีการทำลายของแมลงที่ทุกๆ ช่วงของการพัฒนาตาดอกและผลคือ ตั้งแต่ช่วงที่เป็นตาดอก พัฒนาเป็นดอกผล จนกระทั่งผลแก่ (ตารางที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการของดอกและผลที่ช่วงเวลาต่างๆ ปรากฏว่าต้นสักในป่าธรรมชาติและป่าปลูกมีอัตราการร่วงของดอกและผลใกล้เคียงกัน โดยดอกเริ่มร่วงตั้งแต่เริ่มเก็บตัวอย่างวันที่ 1 สิงหาคม ในอัตรา 1.8% ที่ป่าธรรมชาติ และ 0.2% ที่ป่าปลูกและมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งสูงสุดในวันที่ 7 กันยายน ซึ่งต้นไม้ส่วนใหญ่อยู่ในระยะที่มีผลขนาดเล็ก พบว่าป่าธรรมชาติมีผลร่วงประมาณ 29% และป่าปลูก 28% หลังจากวันที่ 7 กันยายน อัตราการร่วงของผลก็ลดลงตามลำดับ เมื่อเริ่มเข้าสู่เดือนตุลาคม อัตราการร่วงของผล (อยู่ในระยะผลขนาดใหญ่) เริ่มคงที่จนกระทั่งการเก็บตัวอย่างครั้งสุดท้ายวันที่ 2 เมษายน ที่ป่าปลูกมีอัตราการร่วง 0.4% และป่าธรรมชาติ 0.3% (ภาพที่ 4)

3.2 ความสำเร็จของการสืบพันธุ์

ค่าเฉลี่ยของความสำเร็จของการสืบพันธุ์ ในป่าปลูกจะสูงกว่าป่าธรรมชาติ ($0.0008 > 0.0003$) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p = 0.0005$) เช่นเดียวกับค่า S/O ratio ที่ป่าปลูกมากกว่าป่าธรรมชาติ ($0.1940 > 0.0924$) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p = 0.0001$) แต่สำหรับค่า Fr/Fl ratio มีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p = 0.1051$) จากการทดสอบด้วย F-Test ANOVA คือ 0.0041 และ 0.0038 ที่ป่าธรรมชาติและป่าปลูก ตามลำดับ



ภาพที่ 4. ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกและผลของต้นสักจำนวน 3 ต้น ในป่าปลูก (-● -) และป่าธรรมชาติ (-▲ -) ที่ช่วงเวลาต่างๆ ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม 2541 – 2 เมษายน 2542

บทสรุป

1) ป่าสักธรรมชาติมีความหลากหลายและความชุกชุมของแมลงมากกว่าในป่าปลูก
2) สังคมแมลง (insect community) ในป่าสักธรรมชาติและป่าปลูกแตกต่างกัน

3) แมลงผสมเกสรของไม้สักโดยทั่วไปมีการหาอาหารอยู่ภายในและระหว่างช่อดอกของต้นเดียวกัน แต่แมลงในป่าปลูกมีพฤติกรรมบินระหว่างช่อดอกมากกว่าในป่าธรรมชาติ ทำให้มีโอกาสเกิดการผสมข้ามต้นได้มากกว่า เนื่องจากต้นสักในป่าปลูกขึ้นอยู่หนาแน่นและชิดกันกว่า และพบว่าจำนวนละอองเกสรเฉลี่ยต่อดอกที่อยู่บนยอดเกสรตัวเมียของต้นสักในป่าปลูกสูงกว่าป่าธรรมชาติ (5.6 > 2.96) ทั้งสองปัจจัยนี้น่าจะมีผลช่วยเพิ่มอัตราการติดผลของต้นสักในป่าปลูก สอดคล้องกับที่พบว่าค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ และค่า S/O ratioในป่าปลูกมากกว่าในป่าธรรมชาติ

4) *Trigona collina* เป็นแมลงผสมเกสรที่สำคัญที่สุด อย่างไรก็ตาม อาจมิได้หมายความว่า เป็นแมลงผสมเกสรที่ดีที่สุดต่อการผสมเกสรของไม้สัก เพียงแต่แมลงนี้สามารถปรับตัวอยู่ได้ ในสภาวะที่เป็นอยู่ในปัจจุบันคือ ที่สวนผลิต ฯ นี้ยังคงมีการจัดการแบบสวนป่าทั่วไปคือ มีการถางและเผาวัชพืช เพื่อให้พื้นที่ดูโล่งเตียน ดูเป็นระเบียบสวยงาม ซึ่งการกระทำนี้ทำให้ถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลงผสมเกสรชนิดอื่นถูกทำลาย เช่น *Ceratina* spp. และผึ้งมิ้มที่อาศัยอยู่ตามกลุ่มต้นสาบเสือ แต่แมลง *Trigona collina* ได้รับผลกระทบน้อยและยังคงดำรงชีพอยู่ได้ เนื่องจากทำรังอยู่ในดิน

5) ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึง บทบาทที่สำคัญของแมลงที่มีต่อการติดผลของไม้สัก ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับแมลงในการจัดการสวนผลิตเมล็ดไม้สัก ซึ่งอาจทำได้ 3 แนวทาง เพื่อเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงคุณภาพเมล็ดคือ 1) เพิ่มแมลงผสมเกสรเข้าไปในพื้นที่ 2) จัดการถางวัชพืชอย่างเหมาะสม เพื่อให้กระทบต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลงให้น้อยที่สุด และ 3) กำหนดระยะปลูก ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการหาอาหารของแมลงที่มีอยู่ในพื้นที่ เช่น กรณีศึกษานี้แมลง *Trigona collina* ซึ่งเป็นแมลงผสมเกสรที่สำคัญที่สุดในพื้นที่ มีพฤติกรรมการเคลื่อนย้ายในการหาอาหารระหว่างต้นน้อยมาก ควรวางแผนกำหนดระยะปลูกให้เหมาะสม ซึ่งควรจะได้มีการศึกษาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพแห่งประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งประเทศไทย รหัสโครงการ BRT 140008 และขอขอบคุณ คุณวัฒนชัย ตาเสน คุณมาลัยพร ทาแก้ว ที่มีส่วนสำคัญในการเก็บข้อมูล เจ้าหน้าที่ทุกท่านของสถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จ.พะเยา ที่ช่วยเก็บแมลงและอำนวยความสะดวกในการศึกษา ผศ.มนัส ทิตย์วรรณ ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่กรุณาให้คำปรึกษาเกี่ยวกับชันโรง และดร.ฉวีวรรณ หุตะเจริญ ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ ที่กรุณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับแมลงป่าไม้

เอกสารอ้างอิง

ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์. 2538. วิเคราะห์สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักในประเทศไทย. บัณฑิตวิทยาลัย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 163 หน้า.

Bartlett, M.S. 1937. Some examples of statistical methods of research in agriculture and applied biology. *Journal of Royal Statistical Society* 4 (1937): 137.

Colwell, R.K. and J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Roy. Soc. B* 345: 101-118.

Kruskal, W.H. and W.A. Wallis. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of American Statistical Association* 47: 583-621.

McCune, B. and M.J. Mefford. 1995. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 2.0. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.

Wiens, D., C.L. Calvin, C.A. Wilson, C.I. Davern, D. Frank and S.R. Seavey. 1987. Reproductive success, spontaneous embryo abortion and genetic load in flowering plants. *Oecologia* 71: 501-509.

Spiders of Doi Inthanon National Park

Pakawin Dankittipakul and Saowapa Sonthichai
Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai 50202, Thailand

From August 1999 to July 2000, a total of 3964 spiders was collected in Doi Inthanon National Park, representing 44 families, 148 genera, and 211 species. Members of the Linyphiidae, Zodariidae, and Sparassidae comprised almost half of all spiders collected (45%). These three families formed the dominant group of families (more than 10% of individuals). The rest belong to influence (1-10%) and accessory families (below 1%). Only a few species were collected in high densities and comprised more than 1% of the total catch. Many species were found in low numbers. Among them, 66 species (31% of the total) were represented by only a single specimen. The observed frequency distribution pattern for spider species on Doi Inthanon conforms to an expected hollow logarithmic series model.

Two prominent altitudinal patterns of species richness were revealed by the data; a broad peak in overall species richness in middle elevation and a marked downhill decline for most taxa between 1500 and 2000 m. The general altitudinal variation in the abundance of spiders parallels the altitudinal variation in species richness. The number of individuals peaked at mid-elevations and underwent a dramatic drop above 1500 m. Faunal turnover and similarity index indicate three separate zones of spider communities in the national park.

Monthly fluctuations in activity were mainly influenced by the activity of immature spiders. The cold season peak of mature spiders was dominated mainly by female activity, whereas the hot season peak was formed both by male and female individuals. The decline in activity of both adults and immatures in December probably was the result of variation in physical factors, especially temperature. Two types of life cycles were present: eurychronous species which are species with a continuous presence of mature specimens over the entire year, and stenochronous species which are active for only a limited period of the year.

Key words: Araneae, Doi Inthanon National Park, spider, diversity

Introduction

Over the past several decades, the general public has become aware of increasing problems of erosion of biological resources. Ongoing habitat destruction may result in the loss of substantial portions of the Earth's biological diversity. Now, more than ever, understanding biological diversity has an undeniable urgency. So far Arachnida and other invertebrates have hardly been considered for conservation in Thailand, neither for biodiversity assessment nor for ecological research. About 37,000 species of spiders have been named, representing what is believed to be about one-fourth of the total. However, the spider fauna of Thailand is poorly known. Although a considerable amount of information on the spider fauna of Thailand has been brought together by various authors, our knowledge of this fauna is far from complete. This study was carried out to increase basic knowledge on tropical fauna, since the spiders are one of the most diverse arthropod groups and an important component in terrestrial ecosystems. Spiders are valuable indicators of endemism and for early warning of ecological changes. They are capable of responding more rapidly to changes in the environment than long-living vertebrates and plants. Indeed many spiders of Thailand could be used as key species in the complex process of deciding which habitats deserve conservation priority. This and ongoing rapid habitat destruction make the survey of Thailand's spider fauna most important. This study provides a good opportunity to receive additional information on measuring and monitoring spider diversity in Thailand in an effective way.

Early work on spiders in Thailand was carried out by Europeans. There were many keen and remarkable arachnologists during the period 1850 to 1900, including O. Pickard-Cambridge, F. Karsch, G. Keyserling, C.L. Koch, T. Thorell, R.I. Pocock and E. Simon. The most widely used classification at that time was that of Eugène Simon's "Histoire Naturelle des Araignées" (1892-1903).

Simon was a classical morphologist and his key taxa were defined by the absence of characters and hence are mostly not monophyletic. He published the first ever record of a spider from Thailand "Arachnides recuellis par M.A. Pavie (sous-chef du service des postes au Cambodge) dans le royaume de Siam, au Cambodge et en Cochinchine" and described several species and even genera in 1886. Following on from the time of Simon, several authors when describing new species from the tropics tended to attach new species to existing genera and families. However, these descriptions lacked drawings and contained no habitat information. There is little or no recent records of these species.

Another significant contribution to spiders of Thailand is "The Fauna of British India, including Ceylon and Burma", published by Pocock (1900) that included a few species occurring in our country. After the 1900s, there was a lull in the study of Thai spiders for almost a century until the 1970s.

The 1970s and 1980s marked the era of renewed interest in spiders in many parts of the world, not only their taxonomy but also their biology, ecology, evolution, and physiology. Knowledge on the spider fauna of Thailand has been significantly increased by a number of other arachnologists. Foremost are the works of C.L. Deeleman-Reinhold, P. Lehtinen, A.F. Millidge, C. Okuma, P.J. Schwendinger and W. Vungsilabutr.

Study Sites

Doi Inthanon was established as a national park to protect the flora and fauna of Thailand's highest mountain. The towering centerpiece of this 482-square-kilometer park is an eponymous granite massif of 2,565 meters. This mountain harbours many high-altitude plant and animal species. At higher altitudes hill evergreen forest dominates while lower down deciduous forest takes over.

The altitudinal transect examined consisted of nine sample sites from 510 m to 2430 m, situated approximately 250 m apart in elevation. All sampling sites were located in seemingly undisturbed forest, at least 300 m from the forest edge. However, only five major sites were considered for the altitudinal analysis (Table 1). Sites I and II are here called low altitudinal zones; site III is the middle or mid-altitudinal zone; sites IV and IV are the high altitudinal zones.

Table 1. Description of five major sampling sites on Doi Inthanon.

Site	Altitude	Coordinates	Forest type
I	510 m	18° 31′ N, 98° 38′ E	Dry dipterocarp forest
II	1000 m	18° 32′ N, 98° 34′ E	Dipterocarp with pine forest
III	1510 m	18° 31′ N, 98° 29′ E	Hill evergreen forest
IV	2090 m	18° 33′ N, 98° 28′ E	Hill evergreen forest
V	2430 m	18° 34′ N, 98° 28′ E	Moist hill evergreen forest

Climate

Minimum temperatures during the study period were 12º C at 500 m and 3º C at 2500 m in December 1999; the corresponding maxima were 32º C and 18º C in July 2000, respectively. Mean temperatures along the altitudinal transect have been estimated to be 25ºC in the lowlands and 12ºC at the summit. The annual rainfall is over 2100 mm on the upper slopes, most of which is between June to September. The highest rainfall is in August.

Methodology

The spider fauna was sampled monthly from August 1999 to July 2000 along an altitudinal transect, using five different methods: pitfall trapping, litter sampling, sweeping, beating and visual searches.

The knowledge of Thai spider fauna is still in a neonate stage and many new genera and species await discovery. While this is true, various different taxonomic publications were used to identify the materials. For more detail of literatures used, see Literature consulted section under the

taxa treated. Representative specimens of several doubtful species were sent to specialists at the Musé um d'Historie naturelle, Genève for verification.

Results

Spider fauna of Doi Inthanon National Park

A total of 3,964 spiders was collected during the twelve months of study, representing 44 families, 148 genera, and 211 species (for details of each species see Taxonomy section).

Members of the Linyphiidae (21.95%), Zodariidae (12.17%), and Sparassidae (11.59%) comprised almost half of all spiders collected. These three families can be classified as the dominant group of families (more than 10% of individuals). The rest belong to influence (1-10%) and accessory families (below 1%) (Figure 1).

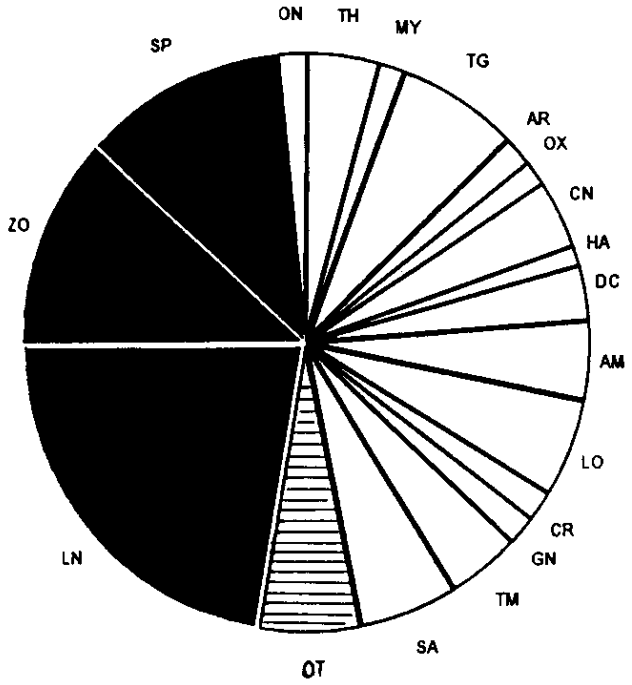


Figure 1. Family composition of the spider community of Doi Inthanon National Park during the study period. Dominant families (> 10% of the total spiders collected), black; influence families (between 1-10%), white; accessory families (less than 1%), gray. LN = Linyphiidae (21.9), ZO = Zodariidae (12.1), SP = Sparassidae (11.5), ON = Oonopidae (1.7), TH = Theridiidae (3.9), MY = Mysmenidae (1.6), TG = Tetragnathidae (6.8), AR = Araneidae (1.5), OX = Oxyopidae (1.4), CN = Ctenidae (3.8), HA = Hahniidae (1.1), DC = Dictynidae (3.3), AM = Amaurobiidae (4.3), LO = Liocranidae (5.5), CR = Corinnidae (1.7), GN = Gnaphosidae (1.6), TM = Thomisidae (4.0), SA = Salticidae (5.5), OT (5.9) = Liphistiidae, Hexathelidae, Cyrtauchenidae, Ctenizidae, Nemesiidae, Theraphosidae, Filistatidae, Scytodidae, Ochyroceratidae, Pholcidae, Tetrablemmidae, Stenochilidae, Palpimanidae, Mimetidae, Hersiliidae, Uloboridae, Nesticidae, Theridiosomatidae, Anapidae, Lycosidae, Pisauridae, Psechridae, Agelenidae, Miturgidae, Clubionidae and Philodromidae.

A complete list of species collected is given in Table 2. Only a few species were collected in high densities and comprised more than 1% of the total catch. These are *Bathyphantes* sp. (n = 56), ? *Batueta* sp. (n = 157), *Neriene* sp. A (n = 411), *Neriene* sp. B (n = 41), *Oedothorax* cf. *hulongensis* (n = 144), Tetragnathidae gen. sp. (n = 44), *Coelotes* cf. *aspinatus* (n = 40), *Otacilia zebra* (n = 163), *Asceua* sp. (n = 421), *Pseudopoda* cf. *parvipunctata* (n = 60), *Pseudopoda exigua* (n = 367) and *Misumenops* cf. *tricuspidatus* (n = 69).

Table 2. List of spider species found in Doi Inthanon National Park during the study.

LIPHISTIIDAE Thorell, 1869
Liphistius yamasakii Ono, 1988

HEXATHELIDAE Simon, 1892
Macrothele sp.

CYRTAUCHENIIDAE Simon, 1892
Angka hexops Raven & Schwendinger, 1995

CTENIZIDAE Thorell, 1887
Conothele sp.

NEMESIIDAE Simon, 1892
Damarchus sp.
Sinopesa maculata Raven & Schwendinger, 1995

THERAPHOSIDAE Thorell, 1870
Phlogiellus sp.

FILISTATIDAE Ausserer, 1867
Tricalamus cf. *papilionaceus* Wang 1987

SCYTODIDAE Blackwall, 1864
Scytodes sp.
Stedocys sp.

OCHYROCERATIDAE Fage, 1912
Althepus stonei Deeleman-Reinhold, 1995
Psiloderces septentrionalis Deeleman-Reinhold, 1995

PHOLCIDAE C. L. Koch, 1851
Pholcus sp.
? *Pholcus* sp.
? *Psilochorus* sp.
Spermophora sp.

TETRABLEMMIDAE O. Pickard-Cambridge, 1873
Chavia monticola Lehtinen, 1981
Perania nasuta Schwendinger, 1989

OONOPIDAE Simon, 1890
Gamasomorpha sp. A
Gamasomorpha sp. B
Ischnothyreus sp.
Opopaea sp. A
Opopaea sp. B
Orchestina sp.

STENOCHILIDAE Thorell, 1873
Colopea virgata Lehtinen, 1982

PALPIMANIDAE Thorell, 1870
Boagrius sp.

MIMETIDAE Simon, 1881
Mimetus sp.

HERSILIIDAE Thorell, 1870
Hersilia sp.
Hersiliidae gen. sp.

ULOBORIDAE Thorell, 1869
Miagrammopes sp.
Uloborus walckenaerius Latreille, 1806
Uloboridae gen. sp.

NESTICIDAE Simon, 1894
Nesticella sp. A
Nesticella sp. B

THERIDIIDAE Sundevall, 1833
Achaearanea celsadomina Zhu, 1998
Argyrodes flavescens O. Pickard–Cambridge, 1880
Argyrodes cf. *labiatus* Zhu & Song, 1991
Coleosoma sp.
Coscinida sp.
Carniella siam Knoflach, 1996
Chrysso scintillans Thorell, 1895
Chrysso sp.
Dipoena turriceps Schenkel, 1936
Dipoena cf. *mustelina* (Simon, 1889)
Episinus sp.
Molione cf. *triacantha* Thorell*, 1892*
Moneta mirabilis Bösenberg & Strand, 1906
Moneta sp. A
Moneta sp. B
Moneta sp. C
Theridion sp. A
Theridion sp. B
Theridion sp. C
Theridiidae gen. sp. A
Theridiidae gen. sp. B
Theridiidae gen. sp. C

THERIDIOSOMATIDAE Simon, 1881
? *Ogulnius* sp.

ANAPIDAE Simon, 1895
Metanapis sp.

MYSMENIDAE Petrunkevitch, 1928
Mysmena sp.
Mysmenidae gen. sp.

Table 2. (continued).

LINYPHIIDAE Blackwall, 1859
Bathyphantes sp.
? *Batueta* sp.
Linyphia sp.
Neriene sp. A
Neriene sp. B
? *Neriene* sp.
Oedothorax cf. *hulongensis* Zhu & Wen, 1980
Pronasoona aurata Millidge, 1995

TETRAGNATHIDAE Menge, 1866
Leucauge celebesiana Walckenaer, 1842
Leucauge decorata Blackwall, 1864
Leucauge termisticta Song & Zhu, 1992
Leucauge sp.
Nephila clavata L. Koch, 1878
Nephila pilipes (Fabricius, 1793)
Tetragnatha maxillosa Thorell, 1895
Tetragnatha nitens Audouin, 1827
Tylorida striata (Thorell, 1877)
Metinae gen. sp.
Phonognathinae gen. sp.
Tetragnathidae gen. sp.

ARANEIDAE Simon, 1895
Anepsion maritatum O. Pickard –Cambridge, 1877
Araneus auriculatus Song and Zhu, 1992
Araneus himalayaensis Tikader, 1975
Araneus sp. A
Araneus sp. B
Araneus sp. C
Araneus sp. D
Argiope pulchella Thorell, 1881
Chorizopes bengalensis Tikader, 1975
Chorizopes shimenensis Yin and Peng, 1994
Cyclosa bifida Doleschall, 1859
Cyclosa omonaga Tanikawa, 1992
Cyclosa cf. *informis* Yin, Zhu & Wang, 1995
Cyclosa sp.
Eriovixia yunnanensis Yin et al., 1990
Gasteracantha geminata Thorell, 1887
Gasteracantha hasseltii C. L. Koch, 1938
Gasteracantha kuhlii C. L. Koch, 1838
Gea spinipes C. L. Koch, 1843
Larinia sp.
Neoscona theisi Walckenaer, 1841
? *Pronoides* sp.
Singa sp.
Zygiella calyptrata Workman, 1984

LYCOSIDAE Sundevall, 1833
Hippasa holmerae Thorell, 1895
Pardosa songosa Tikader & Malhotra, 1976
Trochosa bannaensis Yin & Chen, 1995

PISAURIDAE Simon, 1890
Hygropoda sp.

OXYOPIDAE Thorell, 1870
Oxyopes javanus Thorell, 1887
Oxyopes macilentus L. Koh, 1878
Oxyopes sikkimensis Tikader, 1970
Oxyopes sp.
Peucetia sp.
Oxyopidae gen. sp.

PSECHRIDAE Simon, 1890
Fecenia sp.
Psechrus gehcuanus Thorell, 1897

CTENIDAE Keyserling, 1877
Ctenus sp. A
Ctenus sp. B
Ctenus sp. C

AGELENIDAE C. L. Koch, 1837
Tegenaria sp.

HAHNIIDAE Bertkau, 1878
Hahnia cf. *liangdangensis* Tang, Yang & Kim, 1996
Hahnia cf. *xinjiangensis* Wang & Liang, 1989

DICTYNIDAE O. Pickard-Cambridge, 1871
? *Cicurina* sp.
Dictyna sp. A
Dictyna sp. B
? *Lathys* sp.

AMAUROBIIDAE Thorell, 1870
Coelotes cf. *aspinatus* Wang et al., 1990
Coelotes cf. *uncinatus* Wang et al., 1990
Coelotes wudangensis Chen and Zhao, 1984
Coelotes sp.

MITURGIDAE Simon, 1885
Calamopus sp.
Cheiracanthium sp.

LIOCRANIDAE Simon, 1897
Otacilia zebra Deeleman-Reinhold, 2001
Sphingius gothicus Deeleman-Reinhold, 2001
Sphingius vivax Thorell, 1897
Jacaena distincta Thorell, 1897
Sesieutes cf. *schwendingeri* Deeleman-Reinhold, 2001

CLUBIONIDAE Wagner, 1887
Clubiona cf. *bonicula* Ono, 1994
Clubiona cf. *pteronetoides* Deeleman-Reinhold, 2001
Clubiona cf. *zhangmuensis* Hu & Li, 1987
Clubiona sp. A
Clubiona sp. B
Xantharia sp.

Table 2. (continued).

CORINNIDAE Karsch, 1880
Apochinomma nitidum Thorell (1895)
Castianeira sp.
Corinnomma severum Thorell, 1877
Oedignatha barbata Deeleman-Reinhold, 2001
Utivarachna cf. *kinabaluensis* Deeleman-Reinhold, 2001

ZODARIIDAE Thorell, 1881
Asceua sp. A
Asceua sp. B
Asceua sp. C
Cydrela sp.
Mallinella labialis Song and Kim, 1997
Mallinella sp.
Storenomorpha sp.
Zodariidae gen. sp.

GNAPHOSIDAE Pocock, 1898
Hitobia sp.
? *Micythus* sp.
Odontodrassus sp.
Trachyzelotes fuscipes (L. Koch, 1866)
Zelotes sp. A
Zelotes sp. B
Gnaphosidae gen. sp.

SPARASSIDAE, Bertkau 1872
Heteropoda sp.
Pseudopoda exigua (Fox, 1938)
Pseudopoda cf. *parvipunctata* Jäger, 2001
Pseudopoda schwendingeri Jäger, 2001
Sparianthinae gen. sp.

PHILODROMIDAE Thorell, 1870
Philodromus cf. *assamensis* Tikader, 1962
Philodromus sp. A
Philodromus sp. B
Philodromidae gen. sp.

THOMISIDAE Sundevall, 1833
Amyciaea lineatipes O. Pickard-Cambridge, 1901
Camaricus cf. *khandalaensis* Tikader, 1980
Diaea sp.
Lysiteles cf. *kunmingensis* Song & Zhao, 1994
Lysiteles cf. *mandali (Tikader, 1966)*
Misumenops cf. *tricuspidatus*
Misumenops sp.
Sanmenia sp.
Strigoplus sp.
Tmarus sp.
Xysticus sp.

SALTICIDAE Blackwall, 1841
Belippo sp.
Chalcoscirtus sp.
Cheliceroides sp.
Cyrbra ocellata Kroneberg, 1875
Epeus alboguttatus Thorell, 1887
Epeus sp. A
Epeus sp. B
Erasinus sp.
Euophrys sp.
Eupoa sp.
Evarcha crassipes Karsch, 1881
Evarcha orientalis Song & Chai, 1992
Harmochirus brachiatus Thorell, 1877
Irura sp.
Myrmarachne cf. *elongata* Szombathy, 1915
Phintella versicolor C. L. Koch, 1846
Phintella vittata C. L. Koch, 1846
? *Phintella* sp.
Plexippus petersi (Karsch, 1878)
Ptocasius cf. *strupifer* Simon, 1901
Ptocasius sp.
? *Saitis* sp.
Spartaeus sp.
Synagelides sp.
Telamonia cf. *caprina* (Simon, 1903)
Yaginumaella sp. A
Yaginumaella sp. B

Many species were found in low numbers, among them 66 species (31% of the total) with only a single specimen. Several species were represented by few individuals and few species by many individuals, the most abundant being represented by 411 specimens. The observed frequency distribution pattern for spider species on Doi Inthanon conforms to an expected hollow logarithmic series model (Figure 2).

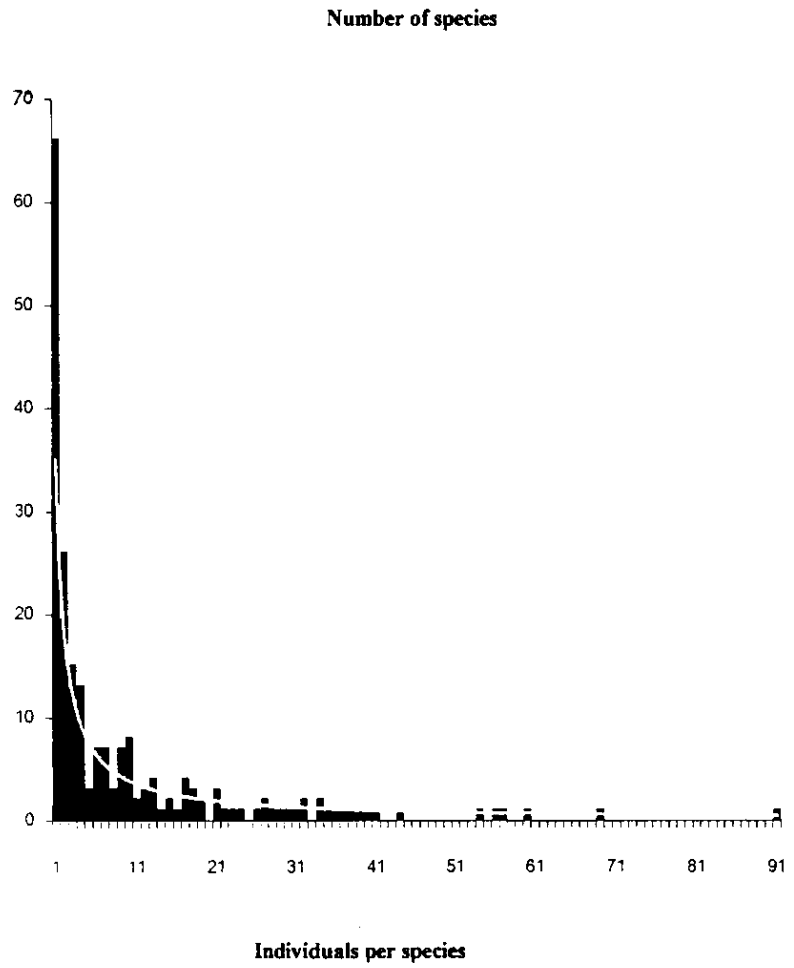


Figure 2. Spider diversity of Doi Inthanon National Park from collections made between August 1999 and July 2000. The Log series distribution is indicated by the red line. Five dominant species with individual numbers of 128 (? *Layths* sp.) 144 (*Oedothorax* cf. *hulongensis*), 157 (? *Batueta* sp.), 367 (*Pseudopoda exigua*) and 441 (*Neriene* sp. A) are not included in this graph.

Discussion

The average number of spiders per species in the Doi Inthanon National Park is low with 18.8 individuals per species, in comparison with 42.6 in European spider communities and 3.9 in Panama (Nentwig, 1993). A general structure of the spider community with high species numbers and low individual numbers per species is clearly described and is characteristic for tropical communities (Nentwig, 1993). In temperate spider communities, on the other hand, the numbers of individual per species is generally much higher. It is desirable to compare spider communities in tropical Southeast Asia with those of temperate areas in Asia in the future.

In overall view, wandering, ground-living spiders dominate on the mountain, constituting about half (47%) of the total spider fauna with regards to individuals collected. Three dominant families are Linyphiidae (2.19%), Zodariidae (12.1%) and Sparassidae (11.5%). Members of Linyphiidae are mainly collected from leaf litter samples and pitfall traps (506 individuals out of 803). Amaurobiidae (4.0%) and Ctenidae (3.7%) belong to a less abundant, influent group, together with the Lycosidae which were collected in remarkably low numbers (0.6%). Lycosidae are believed to be less abundant in montane forests. Only 0.4% of the total numbers of spiders collected in South Africa during a yearlong survey were lycosids (Van der Merwe, 1994). Russell-Smith et al. (1987) reported even lower lycosid numbers from Kenya. On the other hand, Linyphiidae, a characteristic spider group of cold and temperate climates, is the commonest family in the national park. Zodariidae form an important component of the ground-dwelling spider assemblage on Doi Inthanon. Most zodariid species occur in arid or semiarid regions, with few genera (e.g. *Asceua* and *Mallinella*) being adapted

to life in rainforests (Dippennaar-Schoeman and Jocqué, 1997; Jocqué, 1991). Sparassidae are supposed to be one of the most common soil-dwelling spiders in tropical and subtropical regions.

The most important family of web-building spider on Doi Inthanon is the Linyphiidae (*Oedothorax* sp. and *Linyphia* sp.) with 7.4% of total spiders collected, followed by Tetragnathidae (6.8%), Theridiidae (3.9%) and Araneidae (1.5%).

Salticidae (5.5%) and Thomisidae (3.9%) comprise more than 70% of ambushing spiders.

In terms of species numbers, the ten most common families according to guild are: web builders (66 species of Araneidae, Theridiidae, Tetragnathidae and Linyphiidae) > ambushers (38 species of Salticidae and Thomisidae) > hunters (33 species of Zodariidae, Gnaphosidae, Oonopidae and Oxyopidae).

Probably the single most important factor affecting the richness of web building spiders is the availability of suitable sites for attachment of webs. Riechert (1974) observed a regular spacing of webs in a population of spiders in an area of desert in southern USA. Both richness and abundance of Araneidae and Theridiidae in my study peaked at two lower collecting sites (500 m and 1000 m). The lower slopes of the Doi Inthanon National Park experience higher temperatures and receive less rainfall than the higher slopes. Tree density is low and canopy cover is sparse. Light intensity at ground level is therefore high and this allows a dense growth of grasses and shrubs. This kind of environment provides plenty of attachment sites for the suspension of the web (Uetz et al., 1978).

A noticeable feature of the distribution of Salticidae was their preference for more open vegetated sites, with only five individuals being recorded from moist hill evergreen forest. Similar trends can be found among Oxyopidae and Thomisidae. Such spiders use the low vegetation in a manner which depends on the density of this vegetation. Salticidae, Thomisidae and Oxyopidae are more abundant in open sites, while web builders are present in more densely vegetated sites. Rising species richness and abundance of Thomisidae in hill evergreen forest at 1500 m is due to the occurrence of *Lysiteles* cf. *kunmingensis*. Gnaphosidae, a relatively common family in Europe, shows the same pattern. However, on Doi Inthanon their abundance is suppressed by Zodariidae and ground living Linyphiidae.

It is interesting to note that although several families are represented by low species numbers, the numbers of individuals collected is rather high. These families include Linyphiidae, Ctenidae, Dictynidae, Amaurobiidae and Sparassidae. They are present in several instars at any time, indicating that they live for more than one year. Hence these species are more competitive and better adapted to local conditions than others which occur at lower numbers.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT 542094.

References

Dippenaar-Schoeman, A.S. and R. Jocqué. 1997. African Spiders: An Identification Manual. Plant Protection Res. Inst. Handbook, no. 9, Pretoria. 392 pp.

Jocqué, R. 1991. A generic revision of the spider family Zodariidae (Araneae). *Bull. Am. Mus. nat. Hist.* 201: 1-160.

Nentwig, W. 1993. Spiders of Panama. Sandhill Crane Press Inc., Gainesville.

Pocock, R.I. 1900. The fauna of British India, including Ceylon and Burma. *Arachnida*. London. pp. 1-279.

Riechert, S.E. 1974. The pattern of local web distribution in a desert spider: mechanisms and seasonal variation. *J. Animal. Ecol*. 43: 733-746.

Russell-Smith, A., J.M. Richie and N.M. Collins. 1987. The surface-active spider fauna of arid bushland in Kora Reserve, Kenya. *Bull. Brit. Arachn. Soc*. 7: 171-174.

Simon, E. 1886. Arachnides recuellis par M.A. Pavie (sous chef du service des postes au Cambodge) dans le royaume de Siam, au Cambodge et en Cochinchine. *Act. Soc. linn. Bord.* 40: 137-166.

Utez, G.W., A.D. Johnson, D.W. Schemske. 1978. Web placement, web structure, and prey capture in orb-weaving spiders. *Bull. Brit. arachnol. Soc*. 4: 141.

Van der Merwe, M. 1994. A comparative survey of cursorial spider communities in indigenous Afromontae forests and in pine plantations. MSc Thesis University of Pretoria. 133 pp.

ความหลากหลายทางชีวภาพของฟองน้ำที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (จังหวัดชลบุรี-ตราด)

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์[1], ศิรุษา กฤษณะพันธุ์[2], ธรรมศักดิ์ ยีมีน[3], สุเมตต์ ปุจฉาการ[4] และ Jane Fromont[5]

[1]สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]โครงการจัดตั้งวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84000

[3]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

[4]สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา อ.บางแสน จ.ชลบุรี 20131

Abstract: Biodiversity of Marine Sponges Associated with Coral Reef Habitats in the Eastern Gulf of Thailand (Chonburi to Trad Province)

Nilnaj Chaitanawisuti[1], Sirusa Kritsanapuntu[2], Thammasak Yeemin[3], Sumet Putchakan[4] and Jane Fromont[5]

[1]Aquatic Resources Research Institute, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330 [2]Prince of Songkhla University, Surat Thani Campus, Songkhla University, Muang, Surat Thani 84000, [3]Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkapi, Bangkok 10240, [4]Institute of Marine Science, Burapha University, Muang District, Chonburi 20131, [5]Department of Aquatic Zoology, Western Australian Museum, Perth WA 6000 Australia

Coral reef sponges were investigated from reef habitats along the east coast (Chonburi - Trad province) of Thailand, i.e., the inner part of the eastern Gulf of Thailand. The sponge survey was carried out by means of SCUBA diving at 37 localities in which there were shallow water reefs. Underwater photography *in situ* was used to supplement manual collections of specimens which were preserved in 70% ethanol. All specimens were identified using the methods of Hooper (1991) and Fromont (1991). The species descriptions provided here emphasize the skeletal architecture and spicule morphology that were examined using the light microscope. The taxonomic characters utilized here included the external morphological characters (growth form, color, texture, consistency, surface appearance, habitat description, oscule size and distribution), which can be recognized in the field. Results showed that most sponges found were in the class Demospongiae. A total of 3 Subclasses, 10 Orders, 31 Families and 126 species of sponges were found as follows: Cholburi province (3 Subclasses, 9 Orders, 31 Families and 100 species), Rayong province (2 Subclasses, 8 Orders, 16 Families and 22 species), Chantaburi province (2 Subclasses, 5 Orders, 9 Families and 19 species); and Trad province (2 Subclasses, 5 Orders, 11 Families and 30 species). Results showed that coral reefs at Cholburi province (Sichang Island groups) and Chantaburi province (Chao-Lao Beach) contained the highest and lowest species diversity and abundance of sponges, respectively.

Key words: Gulf of Thailand, sponge, coral reef

บทนำ

แนวปะการังเป็นระบบนิเวศทางทะเลที่มีบทบาทและสำคัญมากที่สุดประเภทหนึ่งในบริเวณชายฝั่งทะเลเขตร้อน ซึ่งอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรพืชและสัตว์จำนวนมาก และมีความหลากหลายของรูปแบบของการมีชีวิตอยู่ร่วมกัน บทบาทและความสำคัญของแนวปะการังคือ เป็นที่หลบภัย วางไข่ ที่อยู่อาศัย แหล่งอาหารที่สำคัญของห่วงโซ่อาหารของสัตว์ทะเลประเภทต่างๆ ลดผลกระทบของคลื่นลม การกัดเซาะชายฝั่งของน้ำทะเล และเป็นบริเวณที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันวงการแพทย์และอุตสาหกรรมได้ตระหนักและเล็งเห็นถึง

การนำทรัพยากรธรรมชาติในทะเลจำพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Marine invertebrate) และจุลชีพ (Microorganism) มาพัฒนาให้เกิดประโยชน์ด้วยการใช้เทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล (Marine biotechnology)

ฟองน้ำ (sponge) เป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง อยู่ติดกับที่ และกรองกินอาหาร (filter feeding) โดยไม่มีการเลือกอาหาร ดำรงชีวิตทั้งแบบเดี่ยวและโคโลนี ลักษณะลำตัวมีรูพรุนเล็กๆ ซึ่งเป็นทางเข้าของน้ำเป็นการนำออกซิเจนและอาหารเข้าสู่ตัว โครงร่างของฟองน้ำช่วยค้ำจุนให้ฟองน้ำคงรูปอยู่ ซึ่งประกอบด้วย spicule มีลักษณะเป็นแท่งสารประกอบพวกแคลเซียมคาร์บอเนต หรือซิลิกา spicule มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน นอกจากนี้ฟองน้ำบางชนิดมีโครงร่างที่ประกอบไปด้วยเส้นใยโปรตีนเรียกว่า spongin ทำให้อ่อนนุ่ม ฟองน้ำส่วนใหญ่มีสีสดใสเกิดจากรงควัตถุที่อยู่ในผิวเซลล์ มีขนาด 3-4 มม. ถึงขนาดใหญ่กว่า 2 เมตร ฟองน้ำสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ สามารถงอกใหม่เพื่อเสริมสร้างในส่วนที่ขาดหายไป ฟองน้ำเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์อื่นๆ และอาจเติบโตโดยเกาะอยู่กับสัตว์อื่นๆ โดยเฉพาะในแนวปะการัง นอกจากนี้ยังเป็นอาหารของสัตว์อื่นด้วย ฟองน้ำส่วนใหญ่เป็นฟองน้ำทะเล มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่อยู่ในน้ำจืด ฟองน้ำทะเลพบได้ในทุกแห่งและทุกระดับความลึก บางชนิดอยู่ในน้ำกร่อย เกาะอยู่กับสิ่งต่างๆ ตามชายฝั่งทะเล บางชนิดอยู่ตามท้องทะเลที่เป็นโคลนหรือทราย รูปร่างของฟองน้ำมักจะเหมือนกับสิ่งที่เกาะและสัมพันธ์กับกระแสน้ำที่ไหลผ่าน ดังนั้นฟองน้ำชนิดเดียวกันจึงมีรูปร่างที่แตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมที่ดำรงชีวิตอยู่

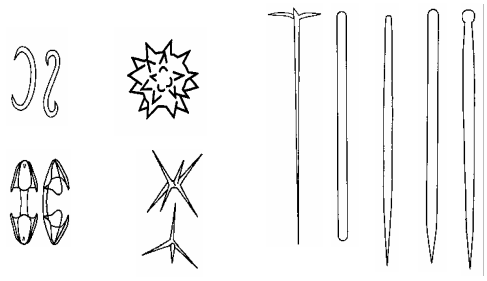
การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของประชากรฟองน้ำที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาด้านอนุกรมวิธาน องค์ประกอบชนิด แหล่งที่อยู่อาศัย การแพร่กระจายของประชากรฟองน้ำที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง เพื่อจัดทำตรวจสอบรายชื่อ (Checklist) และคู่มือการจำแนกชนิด (Monograph) เพื่อผลิตนักวิชาการรุ่นใหม่ให้มีความรู้ความสามารถและความเชี่ยวชาญในการจำแนกชนิดและชีววิทยาของฟองน้ำในอ่าวไทย

วิธีการ

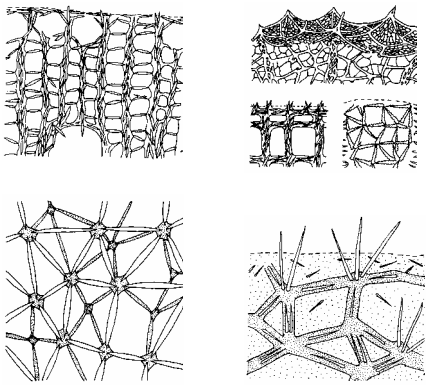
1. สถานที่ทำการศึกษา ประกอบด้วยแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะต่างๆ ในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ตั้งแต่จังหวัดชลบุรี ถึงตราด รวม 37 แห่ง ประกอบด้วย จังหวัดชลบุรี (กลุ่มเกาะสีชัง กลุ่มเกาะไผ่ กลุ่มเกาะล้าน และกลุ่มเกาะแสมสาร) จังหวัดระยอง (กลุ่มเกาะเสม็ด และกลุ่มเกาะมัน) จังหวัดจันทบุรี (หาดจ้าวหลาว) และจังหวัดตราด (กลุ่มเกาะช้าง กลุ่มเกาะหมาก และกลุ่มเกาะกูด)

2. การเก็บตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างฟองน้ำด้วยวิธีการดำน้ำ (SCUBA diving) บันทึกภาพใต้น้ำของตัวอย่างที่พบ พร้อมบันทึกข้อมูลสถานที่เก็บตัวอย่าง ความลึก สิ่งที่ฟองน้ำยึดเกาะ และลักษณะภายนอกตัวอย่างฟองน้ำที่พบ เช่น รูปแบบการเจริญ สี ความยืดหยุ่น ลักษณะผิว พื้นที่เกาะ ท่อน้ำ โคโลนี ฯลฯ สำหรับใช้ประกอบการจำแนกชนิดฟองน้ำ และเก็บไว้เป็นข้อมูลอ้างอิง โดยตัวอย่างฟองน้ำที่เก็บรวบรวมได้นำมาเก็บรักษาสภาพใน 70% Ethanol เพื่อใช้ในการจำแนกชนิด และเก็บไว้เป็นตัวอย่างอ้างอิง (Reference collection)

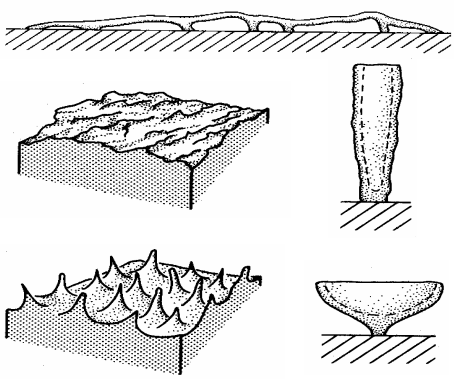
3. การจำแนกชนิดตัวอย่าง จำแนกชนิดฟองน้ำตามวิธีการของ Hooper (1991) และ Fromont (1991) โดยใช้วิธีทางเนื้อเยื่อวิทยา (Histology) ในการศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สปิคูล (spicule) และโครงสร้างเนื้อเยื่อฟองน้ำ (structure of skeleton) ซึ่งใช้ลักษณะของโครงสร้างลำตัว (Skeleton) และสปิคูล รวมถึงลักษณะภายนอก (รูปแบบการเจริญ สี ความยืดหยุ่น ลักษณะผิว พื้นที่เกาะ และท่อน้ำ) ประกอบกัน (ภาพที่ 1 – 3)



ภาพที่ 1. ตัวอย่าง spicule ของฟองน้ำ (ดัดแปลงจาก Boury-Esnault and Rutzler (1997))



ภาพที่2.ตัวอย่างโครงสร้างของฟองน้ำ (ดัดแปลงจาก Boury-Esnault and Rutzler (1997))



ภาพที่3.ตัวอย่างลักษณะภายนอกของฟองน้ำ (ดัดแปลงจาก Boury-Esnault and Rutzler (1997))

ผลการวิจัย

ฟองน้ำที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ในชั้น Demospongiae มีจำนวน 126 ชนิด แบ่งเป็น 3 Subclass 10 อันดับ 34 วงศ์ โดยเป็นฟองน้ำที่พบที่จังหวัดชลบุรี 100 ชนิด (3 Subclass 10 อันดับ 33 วงศ์) จังหวัดระยอง 22 ชนิด (2 Subclass 7 อันดับ 13 วงศ์) จังหวัดจันทบุรี 19 ชนิด (2 Subclass 12 อันดับ 9 วงศ์) และจังหวัดตราด 30 ชนิด (2 Subclass 8 อันดับ 17 วงศ์) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ชนิดของฟองน้ำที่พบในอ่าวไทยฝั่งตะวันออก

ชนิด	กลุ่มเกาะสีชัง	กลุ่มเกาะไผ่	กลุ่มเกาะล้าน	กลุ่มแสมสาร	กลุ่มเกาะเสม็ด	กลุ่มเกาะกูฎี	กลุ่มเกาะมัน	หาดจ้าวหลาว	กลุ่มเกาะช้าง	กลุ่มเกาะหมาก	กลุ่มเกาะกูด
Order Homosclerophorida Family Plakinidae											
Plakinastrella sp.		x									
Order Spiroghorida Family Tetilidae											
Cinachyrella australiensis (Carter, 1886)	x	x	x	x				x	x	x	x
Cinachyrella n.sp.									x		
Paratetilla cf. *bacca* (Selenka, 1867)		x			x						
Raphidotethya n.sp.										x	
Order Astrophorida Family Ancorinidae											
Ancorina n.sp										x	
Family Cathropellidae											
Pachastrissa sp.			x	x		x					
Order Hadromerida Family Chondrillidae											
Chondrilla cf. *sacciformis* (Carter, 1879)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Chondrilla cf. *mixta* (Lindgren, 1897)								x			
Chondrilla cf. *macula* Schmidt, 1870			x								
Chondrosia corticata Thiele, 1900	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Chondrosia sp.			x								

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชนิด	กลุ่มเกาะสีชัง	กลุ่มเกาะไผ่	กลุ่มเกาะล้าน	กลุ่มแสมสาร	กลุ่มเกาะเสม็ด	กลุ่มเกาะกูฎี	กลุ่มเกาะมัน	หาดจ้าวหลาว	กลุ่มเกาะช้าง	กลุ่มเกาะหมาก	กลุ่มเกาะกูด
Family Clionidae											
Cliona cf. *celata* Topsent, 1898	x										
Cliona sp.								x			
Cliona sp.	x										
Family Spirastrellidae											
Spirastrella n.sp.								x			
Spirastrella n.sp.									x		
Spirastrella vagabunda Ridley, 1884	x	x	x					x	x		x
Family Suberitidae											
Suberites cf. *incrustans* Keller, 1891	x										
Family Tethyidae											
Tethya cf. *fastigata* Berquist & Kelly-Borges, 1991	x										
Tethya cf. *aurantium* (Pallas, 1776)	x										
Order Poecilosclerida Family Microcionidae											
Clathria (*Microciona) aceratobtusa*			x								
Clathria (*Microciona*) n.sp.				x							
Clathria (*Wilsonella*) n.sp			x								
Clathria (*Thalysias*) *reinwardti* Vosmaer, 1880	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Clathria (*Thalysias*) *vulpina* (Lamarck, 1814)	x										
Clathria (*Thalysias*) *toxifera*				x							
Family Raspailiidae											
Echinodictyum asperum Ridley & Dendy, 1886			x	x					x		
Echinodictyum conulosum (Kieschnick, 1900)	x				x						
Family Anchioidae											
Phorbas cf. *arborescens* (Topsent, 1897)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Family Coelosphaeridae											
Coelocarteria singaporensis (Carter, 1883)	x										
Lissodendoryx cf. *paucispinata* (Ridley & Dendy, 1886)	x										
Lissodendoryx aspera (Bowerbank, 1875)				x							
Family Crambiidae											
Neofolitispa ungiculata			x								
Family Hymedesmiidae											
Stylopus sp.		x									
Family Myxillidae											
Iotrochota baculifera (Ridley, 1884)			x								
Iotrochota cf. *birotulata* Higgin, 1877	x										
Iotrochota cf. *purpurea* Bowerbank, 1875	x										
Family Tedaniidae											
Tedamia cf. *anhelans* (Lieberkuhn, 1859)	x										

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชนิด	กลุ่มเกาะสีชัง	กลุ่มเกาะไผ่	กลุ่มเกาะล้าน	กลุ่มแสมสาร	กลุ่มเกาะเสม็ด	กลุ่มเกาะกูฎี	กลุ่มเกาะมัน	หาดจ้าวหลาว	กลุ่มเกาะช้าง	กลุ่มเกาะหมาก	กลุ่มเกาะกูด
Family Desmacellidae											
Biemna fortis (Topsent, 1897)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Family Mycalidae											
Mycale (*Arenochalina*) *mirabilis* (Lendenfeld, 1887)	x										
Mycale cf. *monanchorata* Burton & Rao, 1932	x										
Mycale (*Acamasina*) cf. *cavernosa* Berquist, 1965	x										
Mycale (*Aegogropila*) cf. *macrosigma* (Lindgren, 1897)	x										
Mycale (*Aegogropila*) cf. *laevis* Carter, 1882	x										
Mycale (*Mycale*) cf. *gelatinosa* (Riley & Dendy, 1887)	x										
Mycale (*Mycale*) cf. *tenuidpiculata* Dendy, 1905	x										
Mycale (*Mycale*) cf. *orientalis* Topsent, 1898					x						
Mycale (*Mycale*) n.sp.									x		
Mycale (*Mycale*) *pectinicola* Hentschel, 1911	x										
Mycale (*Zybomycale*) cf. *parishii* (Bowerbank, 1875)	x									x	
Order Halichondrida Family Axinellidae											
Axinella sp.		x									
Axinella sp.			x								
Family Halichondriidae											
Amorphinopsis sp.	x										
Halichondria sp.					x						
Topsentia sp.					x						
Topsentia (*Viles*) *ophiraphidites*	x										
Order Haplosclerida Family Chalinidae											
Gellius sp.		x									
Gellius sp.				x							
Haliclona cf. *pigmentifera* (Dendy, 1905)	x										
Haliclona n.sp.			x								
Haliclona n.sp.					x						
Haliclona sp.								x			
Haliclona sp.			x								
Haliclona n.sp.				x							
Haliclona n.sp.	x										
Haliclona n.sp.	x									x	
Haliclona cymaeformis (Esper, 1794)	x								x		
Haliclona cf. *delicatula* (Dendy, 1889)					x						
Haliclona nigra Burton, 1929					x						
Haliclona (Adocia) muricata (Ridley, 1884)				x	x				x		
Haliclona (Adocia) n.sp.			x	x							
Haliclona (Adocia) n.sp.	x										

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชนิด	กลุ่มเกาะสีชัง	กลุ่มเกาะไผ่	กลุ่มเกาะล้าน	กลุ่มแสมสาร	กลุ่มเกาะเสม็ด	กลุ่มเกาะกุฎี	กลุ่มเกาะมัน	หาดจ้าวหลาว	กลุ่มเกาะช้าง	กลุ่มเกาะหมาก	กลุ่มเกาะกูด
Haliclona (Adocia) n.sp.	x										
Haliclona (Adocia) n.sp.									x		
Haliclona (Adocia) n.sp.									x		
Haliclona (Sigmadocia) cf. *amboinensis* (Levi, 1961)	x								x		
Haliclona (Sigmadocia) n.sp.				x							
Haliclona (Toxadocia) violacea de Laubenfels, 1950				x							
Haliclona (Toxadocia) n.sp.							x				
Katiba milnei de Laubenfels, 1954				x							
Reniera (Reniera) sp.			x								
Reniera (Reniera) n.sp.				x							
Reniera (Reniera) n.sp.			x	x							
Reniera (Orina) n.sp.	x										
Reniera (Orina) n.sp.	x										
Family Niphatidae											
Aka n.sp.				x							
Aka mucosa (Bergquist, 1965)	x										
Amphimedon cf. *conica* Brondsted, 1924		x		x							
Cribrochalina n.sp.	x										
Cribrochalina n.sp.	x										
Cribrochalina cf. *koremella* (de Laubenfels, 1954)	x										
Cribrochalina sp.	x										
Niphates n.sp.	x										
Niphates n.sp.	x										
Family Callyspongiidae											
Callyspongia sp.				x							
Callyspongia n.sp.										x	
Callyspongia cf. *muricata* (Ridley, 1884)	x										
Family Phloeodictyidae											
Oceanapia sagittaria (Sollas, 1902)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Family Petrosiidae											
Petrosia sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Petrosia cf. *crassa* (Carter, 1880)									x		
Petrosia cf. *similis* (Ridley & Dendy, 1887)	x										
Petrosia cf. *elastica* (Keller, 1898)								x			
Petrosia cf. *dura* (Nardo, 1824)					x						
Xestospongia testudinaria (Lamarck, 1814)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Xestospongia cf. *testudinaria* (Lamarck, 1814)	x							x			
Xestospongia cf. *burgquistia* Fromont, 1991					x						
Xestospongia exigua Kirkpatrick, 1900		x			x			x	x		

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชนิด	กลุ่มเกาะสีชัง	กลุ่มเกาะไผ่	กลุ่มเกาะล้าน	กลุ่มแสมสาร	กลุ่มเกาะเสม็ด	กลุ่มเกาะกูฎี	กลุ่มเกาะมัน	หาดจ้าวหลาว	กลุ่มเกาะช้าง	กลุ่มเกาะหมาก	กลุ่มเกาะกูด
Order Dictyoceratida Family Spongiidae											
Hippospongia metachromia de Laubenfels, 1954	x										
Hyattella sp.	x			x							
Spongia n.sp.	x										
Spongia n.sp	x										
Spongia n.sp	x										
Spongia cf. *officinalis* Linnaeus, 1794	x										
Family Irciniidae											
Ircinia cf. *dendroides* Polejaeff, 1884	x										
Family Thorectidae											
Hyrtios erecta (Keller, 1889)			x								
Thorecta n.sp.									x		
Order Dendroceratida Family Dysideidae											
Dysidae arenaria Bergquist, 1965	x										
Family Darwinellidae											
Aplysilla n.sp.								x			
Dendrilla rosea Lendenfeld, 1883	x								x		
Dendrilla rosea digitata Brondsted, 1934	x										
Family Halisarcidae											
Halisarca cf. *dujardin*i Johnson, 1842	x										
Order Verongida Family Druinellidae											
Pseudoceratina n.sp.	x										
Pseudoceratina sp.				x							
Family Aplysinidae											
Aplysina ianthelliformis (Lendenfeld, 1888)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

บทสรุป

การศึกษาความหลากหลายของฟองน้ำที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก พบฟองน้ำทั้งสิ้น 126 ชนิด ฟองน้ำชนิดที่พบมาก (common species) ได้แก่ *Cinachyrella australiensis* (Carter, 1886), *Chondrilla* cf. *sacciformis* (Carter, 1879), *Chondrosia corticata* Thiele, 1900, *Clathria (Thalysias) reinwardti* Vosmaer, 1880, *Phorbas* cf. *arborescens* (Topsent, 1897), *Biemna fortis* (Topsent, 1897), *Oceanapia sagittaria* (Sollas, 1902), *Petrosia* sp., *Xestospongia testudinaria* (Lamarck, 1814) และ *Aplysina ianthelliformis* (Lendenfeld, 1888) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านอนุกรมวิธานคาดว่าเป็นฟองน้ำชนิดใหม่ (new species) จำนวน 29 ชนิด การศึกษาในครั้งนี้สามารถพบฟองน้ำได้มากกว่าของ McCauley et al. (1993) ซึ่งพบบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ฝั่งตะวันตก และทะเลอันดามัน ทั้งหมด 47 ชนิด (2 Subclass, 9 อันดับ, 25 ครอบครัว) โดยพบบริเวณฝั่งตะวันออก จำนวน 14 ชนิด (2 Subclass, 5 อันดับ, 10 ครอบครัว) นอกจากนี้ Hooper et al. (2000) พบฟองน้ำบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ฝั่งตะวันตก และทะเลอันดามัน ทั้งหมด 66 ชนิด (2 Subclass, 7 อันดับ, 24 ครอบครัว) โดยพบบริเวณ

ฝั่งตะวันออกจำนวน 14 ชนิด (2 Subclass, 5 อันดับ, 14 ครอบครัว) ถึงแม้คณะผู้วิจัยสามารถพบฟองน้ำจำนวน 126 ชนิด แต่มีฟองน้ำอีกจำนวนหนึ่งที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างหรือทำการจำแนกชนิดได้ เนื่องจากฟองน้ำบางชนิดอาศัยอยู่ตามซอกหิน โพรงหินที่มีขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถเก็บตัวอย่างและถ่ายภาพใต้น้ำได้ รวมถึงฟองน้ำบางชนิดเนื้อเยื่อจะยุบตัวลง (collapse) และย่อยสลายไปเมื่อตายหรือโผล่พ้นน้ำ ซึ่งไม่สามารถตัดชิ้นเนื้อเยื่อสำหรับใช้ในการจำแนกชนิดได้

การศึกษาความหลากหลายของฟองน้ำบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เป็นการศึกษาครั้งแรกของประเทศไทย ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินงานเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมความหลากหลายของฟองน้ำในพื้นที่ศึกษามากที่สุดและมีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด ทั้งนี้เพราะเป็นองค์ความรู้ใหม่และเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญยิ่งต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ในอนาคต อย่างไรก็ตาม การศึกษาความหลากหลายของฟองน้ำควรดำเนินการต่อไปในบริเวณฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันตกและทะเลอันดามัน เพื่อให้ครอบคลุมความหลากหลายของฟองน้ำในทุกพื้นที่ของอ่าวไทยมากที่สุด ซึ่งผลการศึกษาความหลากหลายของฟองน้ำในอ่าวไทยนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ เภสัชกรรม อุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อม โดยคณะผู้วิจัยคาดหวังว่าเมื่อการศึกษาความหลากหลายของฟองน้ำในอ่าวไทย (อ่าวไทยฝั่งตะวันออก อ่าวไทยฝั่งตะวันตก และทะเลอันดามัน) ได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว โครงการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์อ้างอิงของฟองน้ำในอ่าวไทย (reference collection) สมควรได้รับการพิจารณาและสนับสนุนอย่างจริงจัง ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นสถานที่รวบรวมข้อมูลและตัวอย่างฟองน้ำจำนวนมากที่ได้จากการวิจัยให้เป็นหมวดหมู่ รวมถึงการดูแลและบำรุงรักษาเป็นอย่างดีมิให้ตัวอย่างฟองน้ำทั้งหมดชำรุดหรือเสียหาย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อนักวิจัยและนักวิชาการในสหสาขาวิชาต่างๆ ในการศึกษาค้นคว้าและวิจัยในเชิงพื้นฐานและประยุกต์ที่เกี่ยวกับฟองน้ำในอนาคต นอกจากนี้ยังสามารถประหยัดเงินตราจำนวนมากและลดความซ้ำซ้อนในการส่งตัวอย่างฟองน้ำไปจำแนกชนิดยังต่างประเทศ รวมถึงสามารถใช้เป็นแหล่งความรู้ประกอบการเรียนการสอนและการวิจัยเพื่อสร้างนักอนุกรมวิธานฟองน้ำรุ่นใหม่ของประเทศไทยในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 140010

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2542. แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย: เล่มที่ 1 อ่าวไทย. โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง. กรมประมง. 284 หน้า.

Fromont, J. 1991. Descriptions of species of the Petrosida (Porifera: Demospongiae) occurring in the tropical waters of the great barrier reef. *The Beagle, Records of the Northern Territory Museum of Arts and Sciences* 8(1): 73-96.

Hooper, J.N.A. 1991. Revision of the Family Raspailiidae (Porifera: Demospongiae), with description of Australian species. *Invertebrate Taxonomy* 5:1179-1418.

Hooper, J.N.A., J.A. Kennedy and R.W.M. van Soest. 2000. Annotated checklist of sponges (Porifera) of the South China Sea Region. *The Raffles Bulletin of Zoology* 8: 125-207.

McCauley, R.D., M.J. Riddle, S.J. Sorokin, P.T. Murphy, P.M. Goldsworthy, A.J McKenna, Baker and R.A. Kelley. 1993. AIMS Bioactivity Unit Marine Invertebrate Collection I: Western Australia / II: Northern Territory / III: Queensland / IV: New South Wales, Victoria and Tasmania / V: South Australia / VI: New Zealand / VII: Papua New Guinea, Thailand and Philipines. Australian Institute of Marine Science. Townsville. AIMS Report Number 14, 76 pp.

Boury-Esnault, N. and K. Rutzler (eds.) 1997. Thesaurus of Sponge Morphology. Smithsonian Contribution to Zoology. Number 596, 55 pp.

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2545) 156-165

BRT 2002
Research Reports

การศึกษานิเวศวิทยาของกลุ่มสิ่งมีชีวิตบริเวณแหล่งปะการังในอ่าวไทย

ธรรมศักดิ์ ยีมิน, นิสิต เรืองสว่าง, สายประทีป อาษา, ปานหทัย นพชินวงศ์,
จำเริญ บัวเรือง และนภาลัย จันทรักษ์
กลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

Abstract: Ecological Studies on Coral Communities in the Gulf of Thailand
Thamasak Yeemin, Nisit Ruengsawang, Saiprateep Asa, Parnhathai Nopchinwong, Jamrearn Buaruang and Naphalai Jantraruk
Marine Biodiversity Research Group, Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkapi, Bangkok, 10240

Coral reefs are among the most diverse ecosystems on the planet and provide important economic benefits to coastal communities. This report presents the results of research concerning the ecology of coral communities in the Gulf of Thailand. A new species of sponge, *Petrosia* sp., was found to be a hermaphroditic brooder. Most parenchymella larvae were released in the morning and settled on a massive coral, *Porites lutea*. *Petrosia* sp. from Nok Island had a higher fecundity than those from Khang Khao Island. A soft coral, *Cladiella tuberosa*, was determined to be a gornochoric broadcaster. Its sex ratio was 1:1. There was high variation of polyp and colony fecundities of this soft coral between study sites. Spawning occurred around September and was asynchronous. The first severe coral bleaching phenomenon in the Gulf of Thailand in 1998 resulted in the interruption of gametogenesis in *C. tuberosa* and *Petrosia* sp. for several months. An abundant sea urchin, *Diadema setosum*, clearly showed a relationship between population density and body size. Bioerosion rates caused by *D. setosum* were higher in the shallow zones and were 0.34-1.43 g $CaCO_3$/individual/day or 1.64-5.5 kg $CaCO_3/m^2$/year. Recruitment of *D. setosum* was observed mainly on dead coral fragments. A peak of sea urchin recruitment occurred during July-October, 2001. The zoanthid, *Palythoa* sp., assimilated sediment at about 0.25 mg/cm^2 in its mesoglea and plays a major role in the calcium carbonate budget of coral communities. Our findings provide basic knowledge for coastal resource management.

Key words: Gulf of Thailand, coral, bioerosion, sea urchin, sponge, zoanthid

บทนำ

แนวปะการังเป็นระบบนิเวศทางทะเลที่มีบทบาทสำคัญมากและมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงที่สุดในบริเวณชายฝั่งทะเลเขตร้อน (Connell, 1978) จึงเป็นระบบนิเวศทางทะเลที่มีความสลับซับซ้อนและอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรพืชและสัตว์น้ำนานาชนิดจำนวนมากที่อาศัยอยู่ร่วมกันอย่างหนาแน่น การแก่งแย่งพื้นที่ในการเจริญเติบโตระหว่างฟองน้ำกับปะการัง ปะการังกับปะการังอ่อน เม่นทะเลกับปะการัง เม่นทะเลกับสาหร่าย พรมทะเลกับฟองน้ำ เป็นต้น (Benayahu and Loya, 1981; Suckhnek and Green, 1981; Kamura and Choonhabandit, 1986; Coyer et al., 1993; Willenz and Hartman, 1994; Aerts and van Soest, 1997) บทบาทและความสำคัญของแนวปะการังคือเป็นแหล่งหลบภัย วางไข่ ที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหารของห่วงโซ่อาหารของสัตว์ทะเลประเภทต่างๆ นอกจากนี้แนวปะการังยังช่วยลดผลกระทบของคลื่นลมและการกัดเซาะชายฝั่ง ทั้งยังเป็นบริเวณที่มีความสำคัญต่อการประมง เป็นแหล่งน้ำมันและแร่ธาตุ และมีความสำคัญต่อการส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวด้วย

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ในวงการแพทย์และอุตสาหกรรมได้ตระหนักถึงความสำคัญในการนำทรัพยากรพันธุกรรมที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ทะเลประเภทไม่มีกระดูกสันหลัง (marine invertebrate) และจุลชีพในทะเล เช่น ฟองน้ำ ปะการังอ่อน แบคทีเรีย ฯลฯ มาพัฒนาให้เกิดประโยชน์ด้วยการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ

ทางทะเล (marine biotechnology) ทั้งด้านการเกษตรและผลิตผลเคมีภัณฑ์จากธรรมชาติ (Schmitz, 1994; Shen and Hsieh, 1997; Sepcic et al., 1997; Yamada et al., 1997; Suwanboriruk, 1998; Gray et al., 2000) สิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น เม่นทะเล *Diadema setosum* ใช้เป็นดัชนีในการบ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมในทะเลได้ (Dinnel, 1988; Kobayashi, 1994; Flammang et al., 1997; Buaruang et al., 2000) พรมทะเลมีส่วนช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศ โดยการเก็บกักตะกอน (Haywick and Mueller, 1997) เพื่อนำมาใช้เป็นโครงร่างค้ำจุนร่างกายของมันเอง (Borneman, 1998) ซึ่งสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังมักจะได้รับผลกระทบจากตะกอนในทะเล โดยจะมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปะการังลดลงและอาจทำให้ปะการังตายได้ ซึ่งถือเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม (พรศรี, 2526; Roy and Smith, 1971; Sudara et al., 1991)

การศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังในอ่าวไทยมีรายงานหลายฉบับ (รณชัย, 2530; สุรพล และคณะ, 2531; ธรรมศักดิ์, 2538, 2542; ธนิษฐา และคณะ, 2540; Asa et al., 2000; Nopchinwong and Yeemin, 2000; Reungsawang and Yeemin, 2000; Yeemin, 2000; Yeemin et al., 2000) ซึ่งวิจัยพื้นฐานด้านอนุกรมวิธาน แหล่งที่อยู่อาศัย การแพร่กระจาย และการสืบพันธุ์ของประชากรสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม สิ่งมีชีวิตในแนวปะการังจำนวนมากยังไม่มีรายงานการศึกษา และบางชนิดมีข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งการศึกษาสามารถเป็นความรู้พื้นฐานเพื่อนำไปจัดการสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง รวมถึงการเข้าใจในพลวัตของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในประชากรตามธรรมชาติ ระบบนิเวศ และการตรวจสอบผลกระทบที่เกิดขึ้นในระยะยาว ตลอดจนการนำทรัพยากรพันธุกรรมที่มีอยู่ในธรรมชาติ มาพัฒนาให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านการประมง และผลิตผลเคมีภัณฑ์จากธรรมชาติเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ อุตสาหกรรม และการอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ทะเลที่มีอยู่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไปในอนาคต การศึกษานิเวศวิทยาของกลุ่มสิ่งมีชีวิตบริเวณแหล่งปะการังในอ่าวไทยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ศึกษารูปแบบการสืบพันธุ์ของฟองน้ำ *Petrosia* sp., ปะการังอ่อน *Cladiella tuberosa* และเม่นทะเลหนามยาวสีดำ *Diadema setosum* โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามพื้นที่ ได้แก่
   1.1 บริเวณอ่าวไทยตอนในที่เกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำการศึกษา ได้แก่ ฟองน้ำ ปะการังอ่อน และเม่นทะเลหนามยาวสีดำ
   1.2 บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออกที่เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปะการังอ่อน และเม่นทะเลหนามยาวสีดำ
2. ศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการตาย และการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง โดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำการศึกษา ได้แก่ เม่นทะเลหนามยาวสีดำ ฟองน้ำ ปะการังอ่อน และพรมทะเล *Palythoa* sp.
3. ศึกษาการกร่อนทางชีวภาพในแนวปะการังโดยเม่นทะเล *D. setosum*
4. ศึกษาวิเคราะห์เชิงปริมาณของโครงสร้างประชากร การทดแทนประชากรของเม่นทะเล *D. setosum* บริเวณกลุ่มปะการังในอ่าวไทยตอนในและฝั่งตะวันออก
5. ศึกษาความสามารถในการเก็บกักตะกอนของพรมทะเล *Palythoa* sp.
6. ศึกษาอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง
7. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาและการจัดการทรัพยากรชีวภาพในแนวปะการัง

วิธีการ

สำรวจพื้นที่และคัดเลือกสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังที่ต้องการศึกษา ในกรณีที่สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโตแบบเป็นโคโลนี ต้องติดเครื่องหมายโคโลนีที่ต้องการเพื่อศึกษาต่อเนื่องในระยะยาวพร้อมทั้งบันทึกภาพใต้น้ำ

ศึกษารูปแบบการสืบพันธุ์ โดยการตัดชิ้นเนื้อเยื่อของฟองน้ำ ปะการังอ่อน และ gonad ของเม่นทะเลมาทำการย่อยสลายโครงสร้างหินปูน หรือซิลิกาออกให้หมด จากนั้นดึงน้ำออกด้วยแอลกอฮอล์และทำให้ใสด้วยไซลีน ฝังเนื้อเยื่อ

ในพาราฟิน ทำการตัดเนื้อเยื่อด้วยไมโครโตม จากนั้นย้อมด้วยสีฮีมาทอกไซลีนและอีโอซิน ปิดกระจกสไลด์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์โครงสร้างในการสืบพันธุ์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ต่อไป

ศึกษาการแพร่กระจายของเม่นทะเลหนามยาวสีดำ *D. setosum*, ฟองน้ำ *Petrosia* sp., ปะการังอ่อน *C. tuberosa* และพรมทะเล *Palythoa* sp. โดยการสุ่ม quadrat เป็นจำนวน 30 ครั้ง บันทึกจำนวนโคโลนี หรือตัว พร้อมทั้งวัดขนาด บันทึกภาพใต้น้ำและนำผลการศึกษาไปวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ

ศึกษาการกร่อนทางชีวภาพโดยเม่น *D. setosum* โดยทำการวัดขนาดของเม่นที่เก็บจากภาคสนาม เอาขี้เม่น (fecal pellet) ในกระเพาะของเม่นออกมา แยกส่วนที่เป็นเศษของหนามออก เอา fecal pellet ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนแห้งสนิท ชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปเผาที่ 550°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เพื่อสลาย organic matter ทิ้งไว้ให้เย็น นำไปชั่งน้ำหนัก และวิเคราะห์หาแคลเซียมคาร์บอเนตโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกย่อย จากนั้นทำให้แห้ง นำไปชั่งน้ำหนัก จะได้ค่าแคลเซียมคาร์บอเนต ดังสมการนี้

$CaCO_3$ = น้ำหนักของ fecal pellet หลังเผา – น้ำหนักของ fecal pellet หลังย่อยด้วยกรด

ศึกษาโครงสร้างประชากรและการทดแทนประชากร (recruitment) ของเม่นทะเล *D. setosum* โดยการใช้อุปกรณ์การทดลองที่ออกแบบไว้วางในบริเวณกลุ่มปะการังและบริเวณพื้นทราย นอกจากนี้ยังทำการวัดขนาดและนับจำนวนตัวอ่อนเม่นทะเล (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง<20 มิลลิเมตร) ที่พบในบริเวณกลุ่มปะการัง

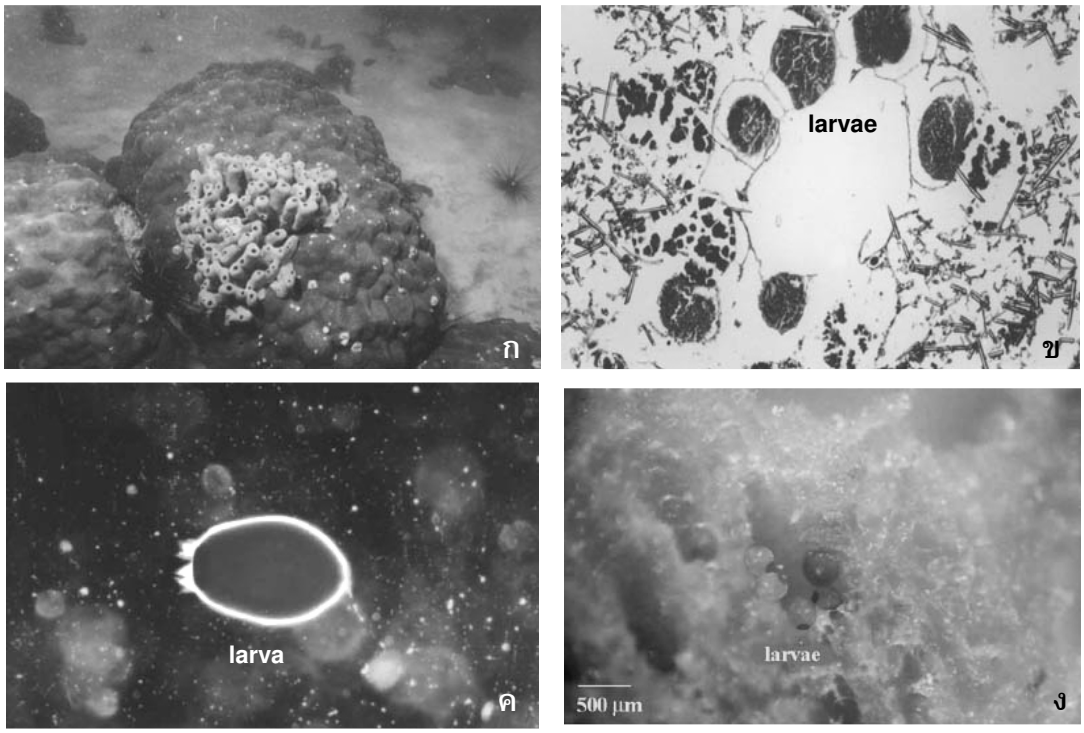
ศึกษาความสามารถในการเก็บกักตะกอนของพรมทะเล *Palythoa* sp. โดยศึกษาจากเนื้อเยื่อของพรมทะเลเปรียบเทียบกับท่อเก็บตะกอนที่ทำจากท่อพีวีซี และจานเก็บตะกอน ซึ่งติดตั้งในบริเวณใกล้เคียงกับพรมทะเลที่ทำการศึกษา นำตะกอนที่ได้จากเนื้อเยื่อของพรมทะเล ท่อพีวีซี และจานเก็บตะกอนไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักก่อนและหลังเผาเพื่อเปรียบเทียบ และทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ผลการวิจัย

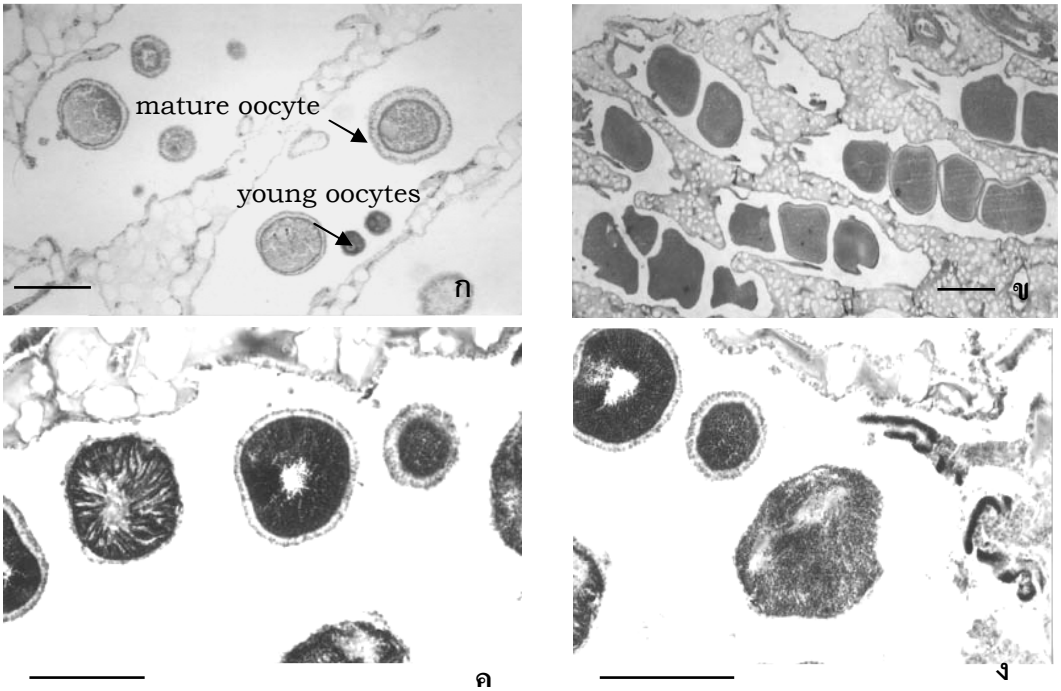
1. รูปแบบการสืบพันธุ์ของฟองน้ำ ปะการังอ่อน และเม่นทะเล

จากการศึกษาการสืบพันธุ์ของฟองน้ำ *Petrosia* sp. คาดว่าฟองน้ำที่ศึกษานี้จะเป็นฟองน้ำชนิดใหม่ เนื่องจากเป็นฟองน้ำที่มีการสืบพันธุ์แตกต่างจากฟองน้ำในสกุลเดียวกัน โดยฟองน้ำ *Petrosia* sp. ที่ศึกษานี้มีการผสมพันธุ์ภายในและอนุบาลตัวอ่อน (brooding) และเป็นกะเทย (hermaphrodite) ออกลูกเป็นตัวอยู่ในช่องอนุบาลตัวอ่อน (brood chamber, ภาพที่ 1) ฟองน้ำ *Petrosia* sp. มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตลอดปี โดยสร้างสูงสุดในเดือนธันวาคมถึงมกราคม จากการสังเกตพบว่า ตัวอ่อนส่วนใหญ่จะถูกปล่อยออกมาในช่วงเช้าและลงเกาะบนปะการังก้อน *Porites lutea* มากที่สุด ฟองน้ำ *Petrosia* sp. ที่เกาะนกมีความดกของไข่มากกว่าฟองน้ำที่เกาะค้างคาว

การสืบพันธุ์ของปะการังอ่อน *Cladiella tuberosa* จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อ พบว่าปะการังอ่อน *C. tuberosa* มีการแยกเพศเป็นโคโลนีเพศผู้และเพศเมีย (ภาพที่ 2) สามารถแยกเพศของปะการังอ่อนได้ในสนาม เนื่องจากสีของ gonad ที่แตกต่างกัน โดยเพศเมียจะมีสีเทา และสีน้ำตาลอ่อนเมื่อโตเต็มที่ ส่วนเพศผู้จะมีสีใส ปะการังอ่อน *C. tuberosa* มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตลอดปี และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ลงสู่น้ำทะเลในช่วงเดือนกันยายน อัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมีย (sex ratio) เท่ากับ 1:1 ความดกของไข่ปะการังอ่อนทั้งสองบริเวณที่ศึกษามีความแปรปรวนสูงในแต่ละโพลิปและโคโลนี ในปี พ.ศ. 2541 ได้เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวอย่างรุนแรงขึ้นเป็นครั้งแรกในอ่าวไทย ส่งผลให้การสืบพันธุ์ของฟองน้ำและปะการังอ่อนมีการหยุดชะงักเป็นเวลานานหลายเดือน หลังจากนั้นฟองน้ำและปะการังอ่อนสามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ตามปกติแต่ยังไม่สมบูรณ์ โดยปะการังอ่อน *C. tuberosa* มีแนวโน้มของการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ไม่พร้อมกัน (asynchronous spawning)

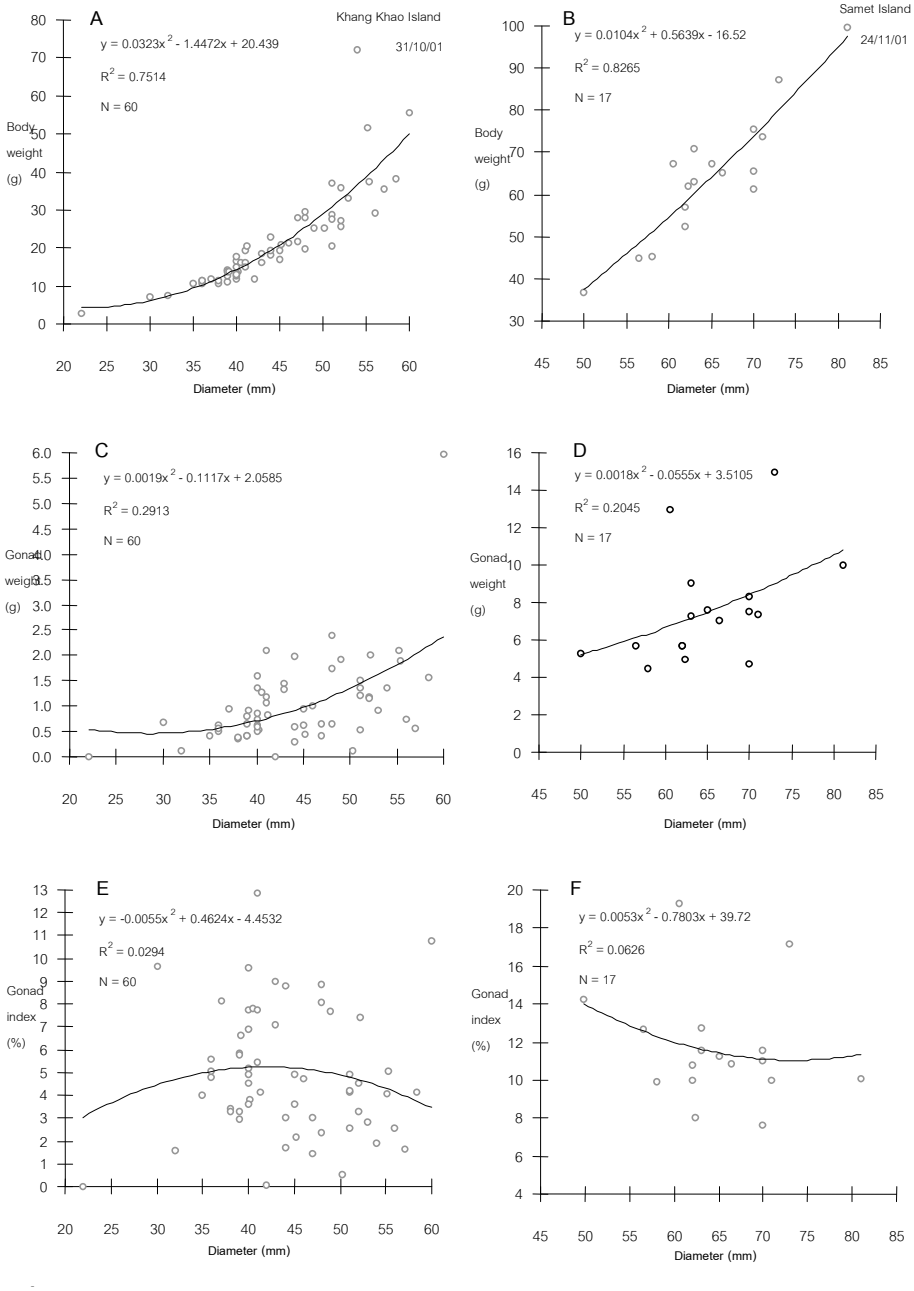


ภาพที่ 1. ฟองน้ำ *Petrosia* sp. ก) ฟองน้ำ *Petrosia* sp. บนปะการัง *Porites lutea* ข) ภาพตัดเนื้อเยื่อของตัวอ่อนฟองน้ำ *Petrosia* ค) ตัวอ่อนของฟองน้ำภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ง) ตัวอ่อนฟองน้ำที่อยู่ในช่องอนุบาลตัวอ่อน (brood chamber)



ภาพที่ 2. ภาพตัดเนื้อเยื่อของปะการังอ่อน *Cladiella tuberosa* ก) การพัฒนาของไข่ในระยะต่างๆ ของปะการังอ่อน *C. tuberosa* เพศเมีย ข) ไข่ที่สุกแล้วพร้อมปล่อยสู่น้ำทะเล ค) การพัฒนาของ sperm sacs ในระยะต่างๆ ง) sperm sacs ที่โตเต็มที่พร้อมปล่อยสู่น้ำทะเลในช่วงเดือนกันยายน: scale bars = 500 µm

เม่นทะเล *D. setosum* แยกเพศเป็นตัวผู้และตัวเมีย จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อ gonad ของเม่นทะเล พบว่ามีอัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมีย (sex ratio) ใกล้เคียงกัน คือประมาณ 1:1 และจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น พบว่าน้ำหนัก gonad ของเม่นทะเลที่บริเวณกลุ่มปะการังเกาะค้างคาวมีความสัมพันธ์กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม่นทะเล แต่บริเวณเกาะเสม็ดไม่มีความสัมพันธ์กัน gonad index ของเม่นทะเลทั้งบริเวณกลุ่มปะการังเกาะค้างคาว และเกาะเสม็ดไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม่นทะเล (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่างๆ ของเม่นทะเล *D. setosum* บริเวณกลุ่มปะการังเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี และเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง

A, B: ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกับน้ำหนักตัว

C, D: ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกับน้ำหนัก gonad

E, F: ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกับ gonad index

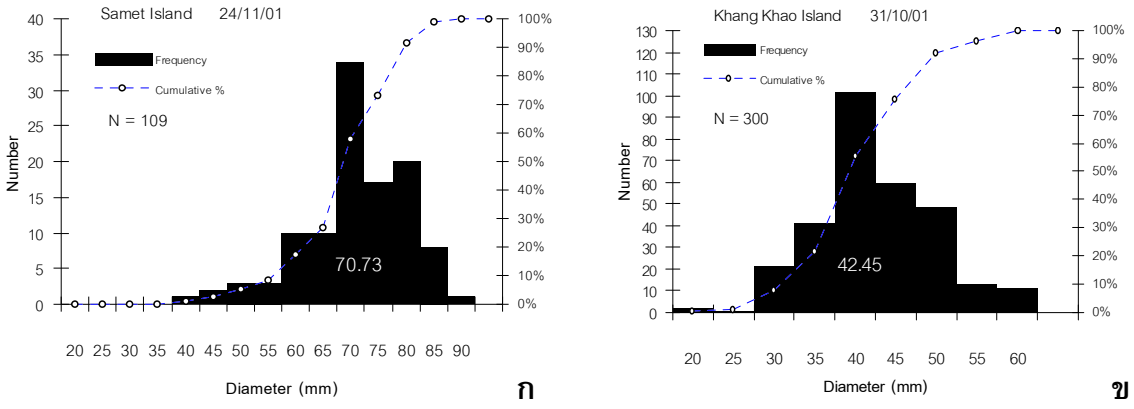
2. *การแพร่กระจาย*

ฟองน้ำ ปะการังอ่อน พรมทะเล และเม่นทะเล จะมีการแพร่กระจายอยู่ในบริเวณแนวปะการังที่ตื้น ที่ความลึก 3-5 เมตร โดยฟองน้ำและปะการังอ่อนมีการแพร่กระจายแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (clumped dispersion) มีการปกคลุมพื้นที่ค่อนข้างหลากหลายเนื่องจากสามารถเจริญเติบโตบนก้อนหิน ซากปะการัง ปะการังมีชีวิต เช่น ปะการังก้อน *P. lutea*, ปะการังผักกาด *Pavona* sp. และบนสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น พรมทะเล ฟองน้ำเคลือบ เป็นต้น โดยฟองน้ำจะขึ้นบนปะการังก้อน *P. lutea* มากที่สุด ความหนาแน่นของประชากรฟองน้ำ *Petrosia* sp. ที่เกาะนกและเกาะค้างคาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (two-way ANOVA, $P>0.05$) โดยมีประชากรฟองน้ำ 0.37±0.03 โคโลนี/ตารางเมตร และ 0.20±0.05 โคโลนี/ตารางเมตร ตามลำดับ ในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว พบว่ามีการตายของฟองน้ำ และในบางโคโลนีมีการตายเกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง

ปะการังอ่อน *C. tuberosa* สามารถขึ้นบนปะการังก้อน *P. lutea*, ซากปะการัง และบนสิ่งมีชีวิตอื่น ได้แก่ ฟองน้ำเคลือบ และพรมทะเล โดยประชากรปะการังอ่อนที่เกาะค้างคาวจะขึ้นบนปะการังก้อน *P. lutea* มากที่สุด คือ 6.5±0.65 โคโลนี/ตารางเมตร ส่วนปะการังอ่อน *C. tuberosa* ที่เกาะเสม็ดจะขึ้นบนซากปะการังมากที่สุด คือ 1.25±0.25 โคโลนี/ตารางเมตร โดยความหนาแน่นของประชากรทั้งสองเกาะมีความแตกต่างกันทางสถิติ (two-way ANOVA, $P<0.001$)

เม่นทะเล *D. setosum* จะมีการแพร่กระจายอยู่บริเวณที่ตื้นและแนวปะการัง จากการสุ่มตัวอย่างโดยวิธี random quadrat เปรียบเทียบระหว่างเกาะค้างคาวและเกาะเสม็ด พบว่าความหนาแน่นประชากรเม่นทะเล *D. setosum* บริเวณกลุ่มปะการังเกาะค้างคาวมีความหนาแน่นมากกว่าบริเวณกลุ่มปะการังเกาะเสม็ด โดยบริเวณเกาะค้างคาวพบมากถึง 6.05 ตัว/ตารางเมตร ส่วนบริเวณกลุ่มปะการังเกาะเสม็ดมีเพียง 2.25 ตัว/ตารางเมตร ซึ่งทั้งสองบริเวณมีความหนาแน่นประชากรเม่นทะเลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (one-way ANOVA, $P<0.001$) เม่นทะเล *D. setosum* บริเวณกลุ่มปะการังเกาะเสม็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 70.73 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4ก) ส่วนบริเวณกลุ่มปะการังเกาะค้างคาวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเพียง 42.45 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4ข) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (one-way ANOVA, $P<0.001$)

พรมทะเล *Palythoa* sp. มีการปกคลุมพื้นที่ได้เป็นบริเวณกว้าง และมีความสัมพันธ์แบบแก่งแย่งพื้นที่กับปะการังหลายรูปแบบอย่างชัดเจน *Palythoa* sp. มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 1.97 เซนติเมตร/เดือน



ภาพที่ 4. ก) การกระจายตัวของเม่นทะเล *D. setosum* บริเวณกลุ่มปะการังเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง
ข) การกระจายตัวของเม่นทะเล *D. setosum* บริเวณกลุ่มปะการังเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี

3. การกร่อนทางชีวภาพโดยเม่น D. setosum

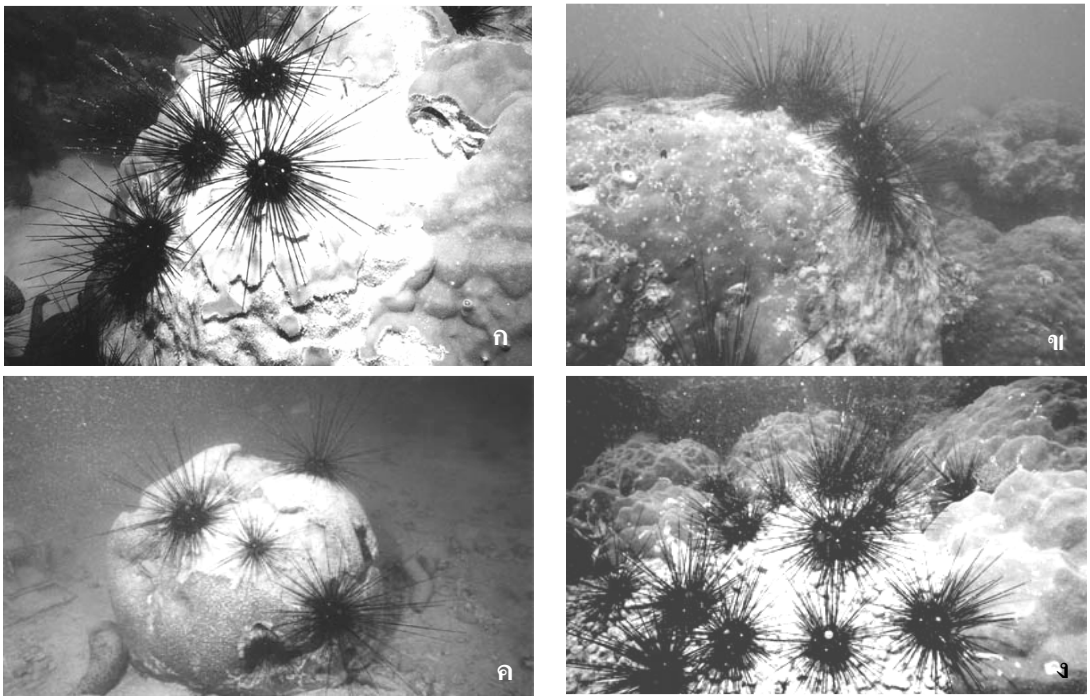
อัตราการกร่อนทางชีวภาพโดยเม่นทะเล *D. setosum* (ภาพที่ 5) พบว่ามีอัตราการกร่อนสูงสุดในเขตที่ตื้น เนื่องจากมีความหนาแน่นของประชากรเม่นทะเลมากที่สุด โดยมีอัตราการกร่อน 0.34-1.43 กรัมหินปูน/ตัว/วัน ซึ่งเมื่อคำนวณหาอัตราการกร่อนต่อพื้นที่พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.64-5.5 กิโลกรัมหินปูน/ตารางเมตร/ปี ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวอย่างรุนแรงเป็นครั้งแรกในอ่าวไทยในช่วงเดือนเมษายน - พฤษภาคม 2541 เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเพิ่มประชากรเม่นทะเล *D. setosum* และเป็นเหตุให้อัตราการ กร่อนทางชีวภาพของปะการังในช่วงระยะเวลาดังกล่าวมีค่าสูง จากการศึกษาพบว่าอัตราการกร่อนทางชีวภาพโดยเม่นทะเล *D. setosum* มีค่าอยู่ในช่วงระดับเดียวกันกับผลการศึกษาที่ผ่านมาในหลายบริเวณของโลก

4. โครงสร้างประชากรและการทดแทนประชากร (recruitment) ของเม่นทะเล D. setosum

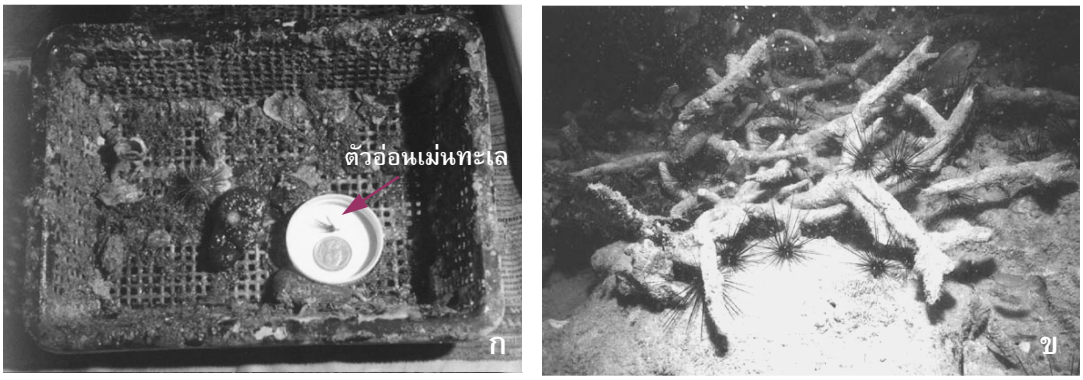
จากการศึกษาพบว่ามีการลงเกาะของตัวอ่อนเม่นทะเล *D. setosum* ในอุปกรณ์การทดลองที่วางบนพื้นทรายมากกว่าที่แขวนไว้ในแนวปะการัง การลงเกาะของตัวอ่อนเม่นทะเลพบมากในช่วงเดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 2544 ตัวอ่อนที่พบในแนวปะการังมีความหนาแน่นประมาณ 3 ตัว/ตารางเมตร และพบมากในบริเวณเศษซากปะการัง (ภาพที่ 6)

5. ความสามารถในการเก็บกักตะกอนของพรมทะเล Palythoa sp.

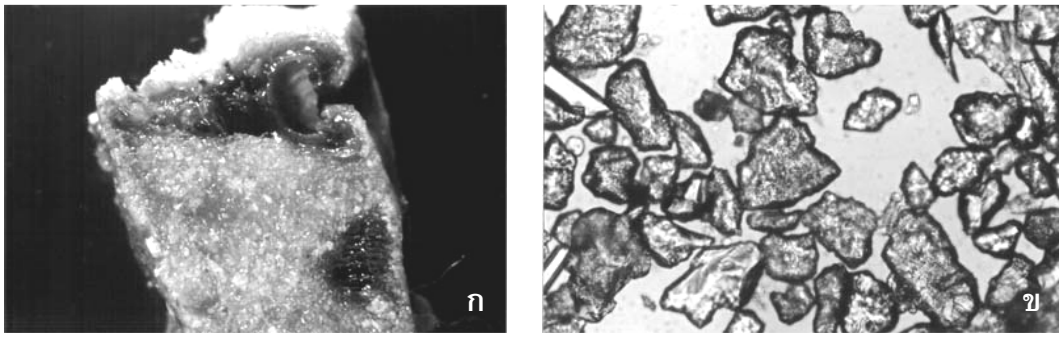
พรมทะเล *Palythoa* sp. มีการเก็บกักตะกอนไว้ในเนื้อเยื่อ 0.25 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร ตะกอนที่ผิวของพรมทะเล *Palythoa* sp. มีปริมาณ 0.01 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร และอัตราการตกตะกอนที่ได้จากธรรมชาติจากการดักตะกอนบริเวณที่ลึกเฉลี่ย 32.68 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร/วัน บริเวณที่ตื้น 58.52 มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร/วัน (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 5. ก) เม่นทะเล *D. setosum* เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการกร่อนของปะการัง ข) การกินอาหารแบบครูดของเม่นทะเล *D. setosum* ค) การกร่อนทางชีวภาพโดยเม่นทะเล *D. setosum* ง) เม่นทะเล *D. setosum* กินสาหร่ายที่ขึ้นคลุมปะการังที่ตายแล้วหลังเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว



ภาพที่ 6. ก) การลงเกาะของตัวอ่อนเม่นทะเล *D. setosum* ในอุปกรณ์การทดลอง (ลูกศรชี้) ข) การลงเกาะของตัวอ่อนเม่น *D. setosum* บริเวณเศษซากปะการัง



ภาพที่ 7. ก) ตะกอนที่สะสมอยู่ภายในเนื้อเยื่อของพรมทะเล *Palythoa* sp. ข) ภาพขยายของตะกอนในเนื้อเยื่อของพรมทะเล

บทสรุป

จากการศึกษานิเวศวิทยาของกลุ่มสิ่งมีชีวิตบริเวณแหล่งปะการังในอ่าวไทย ทำให้ได้ข้อมูลที่สำคัญหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลเกี่ยวกับชีววิทยาการสืบพันธุ์ การแพร่กระจาย การทดแทนประชากรของสิ่งมีชีวิตที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในแนวปะการัง และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และพัฒนาองค์ความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาและการจัดการทรัพยากรชีวภาพในทะเลอย่างยั่งยืนในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ 541003, 541015, 541092, 543053 และ 544016 ขอขอบคุณมูลนิธิเพื่อการอนุรักษ์-ฟื้นฟูปะการังและชายหาด การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยที่สนับสนุนทุนวิจัยเพิ่มเติม และนักศึกษาภาควิชาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหงที่ช่วยงานวิจัยในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

พรศรี สุทธารักษ์. 2526. การศึกษาผลกระทบของการตกตะกอนต่ออัตราการเจริญของปะการังบางชนิด บริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนิษฐา ทรรพนันทน์, สุรพล ชุณหบัณฑิต และธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2540. การเปลี่ยนแปลงสภาพความชุกชุมของสิ่งมีชีวิตในชุมชนปะการังที่ย้ายปลูกใหม่ บริเวณอุทยานทางทะเลเกาะขาม ฐานทัพเรือสัตหีบ จ.ชลบุรี. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ทุนอุดหนุนวิจัยปี 2540 โครงการวิจัยรหัส ทม. หน้า 6-40.

ธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2538. การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในอ่าวไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2542. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของปะการังชนิด *Acropora hyacinthus* ในอ่าวไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

รณชัย หมอดี. 2530. การสึกกร่อนทางชีวภาพของปะการัง (*Porites lutea* Edwards and Haime) โดยสัตว์เจาะฝังบางกลุ่ม บริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรพล สุดารา, อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, ธรรมศักดิ์ ยีมิน, รณชัย หมอดี, วิภูษิต มัณฑะจิตร, สุวรรณา ภาณุตระกูล, พรศรี สุทธนารักษ์ และสุวลักษณ์ นาทีกาญจนลาภ. 2531. การศึกษาปริมาณของแนวปะการังตามเกาะที่สำคัญในอ่าวไทยฝั่งตะวันตกและผลกระทบของตะกอนต่อปะการัง. รายงานการวิจัย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Aerts, L.A.M. and R.W.M. van Soest. 1997. Quantification of sponge/ coral interactions in a physically stressed reef community, NE Colombia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 148: 125-134.

Asa, S., T. Yeemin, N. Chaitanawisuti and A. Kritsanapuntu. 2000. Reproductive ecology of a marine sponge, *Petrosia* sp. (new species), from coral communities in the Gulf of Thailand. *In* D. Hopley, P.M. Hopley, J. Tamelander and T. Done (eds.), Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, pp. 295. AusAID, Indonesia. (abstract)

Benayahu, Y. and Y. Loya. 1981. Competition for space among coral-reef sessile organisms at Eilat, Red Sea. *Bull. Mar. Sci*. 31: 514-522.

Borneman, E. 1998. Zoanthids Coral? Anemone? Both? Neither?. Aquarium. Net January. Available online: www.aquarium.net.

Buaruang, J., T. Yeemin, J. Milindalekha, S. Tongumpon, S. pairagsa, S. Tangkittikasem and S. Sriprajan. 2000. Heavy metal concentrations in benthic animals from coral communities in the Gulf of Thailand. *In* D. Hopley, P.M. Hopley, J. Tamelander and T. Done (eds.), Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, pp. 298. AusAID, Indonesia. (abstract)

Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science.* 199: 1302-1319.

Coyer, J.A., R.F. Ambrose, J.M. Engle and J.C. Carroll. 1993. Interaction between corals and algae on a temperate zone rocky reef: mediation by sea urchins. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 167: 21-37.

Dinnel, P.A. 1988. A sea urchin test system for marine environmental monitoring. *In* Burke et al. (eds.), Echinoderm Biology, pp. 611-619. Balkema, Rotterdam.

Flammang, P., M. Warnau, A. Temara, D.J.W. Lane and M. Jangoux. 1997. Heavy metals in *Diadema setosum* (Echinodermata, Echinoidea) from Singapore coral reefs. *Journal of Sea Research* 38: 35-45.

Gray, C.A., M.T. Davies-Coleman and M.H. Schleyer. 2000. Cembrane deterpenes from the Southern African soft coral *Cladiella kashmani*. *J. Nat. Prod.* 63: 1151-1153.

Haywick, D.W. and E.M. Mueller. 1997. Sediment retention in encrusting *Palythoa* spp. A biological twist to geological process. *Coral Reefs* 16: 36-46.

Kamura, S. and S. choonhabandit. 1986. Algal communities within territories of the damselfish *Stegastes apicalis* and the effects of grazing by the sea urchin *Diadema* spp. in the gulf of Thailand. *Galaxea* 5: 175-193.

Kobayashi, N. 1994. Application of eggs the sea urchin *Diadema setosum* in marine pollution bioassays. *Phuket Mar. Biol. Cent. Res. Bull*. 59: 91-94.

Nopchinwong, P. and T. Yeemin. 2000. Effect of the coral bleaching phenomenon in 1998 on gametogenesis of a soft coral, *Cladiella* sp., in the gulf of Thailand. *In* D. Hopley, P.M. Hopley, J. Tamelander and T. Done (eds.), Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, pp. 377. AusAID, Indonesia. (abstract)

Roy, K.J. and S.V. Smith. 1971. Sedimentation and coral reef development in turbid water: Fanning Lagoon. *Pacific Science* 25: 234-248.

Ruengsawang, N. and T. Yeemin. 2000. Bioerosion caused by grazing activities on coral communities in the gulf of Thailand. *In* D. Hopley, P.M. Hopley, J. Tamelander and T. Done (eds.), Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, pp. 322. AusAID, Indonesia. (abstract)

Schmitz, F.J. 1994. Cytotoxic compounds from sponges and associated microfauna. *In* R.W.M. Van Soest, T.M.G. Van Kempen and J.C. Braekman (eds.), Proceedings of the 4th International Porifera Congress: Sponges in time and space, Amsterdam, pp. 485-496. A. A. Balkema, Rotterdam.

Sepcic, K., G. Guella, I. Mancini, F. Pietra, M.D. Serra, G. Menestrina, K. Tubbs, P. Macek and T. Turk. 1997. Characterization of antichorinesterase-active 3-alkylpyridinium polymers from the marine sponge, *Reniera sarai* in aqueous solutions. *J. Nat. Prod.* 60: 991-996.

Shen, Y.C. and P. Hsieh. 1997. New sesquiterpene hydroquinones from a Taiwanese marine sponge, *Polyfibrospongia australis*. *J. Nat. Prod.* 60: 93-97.

Suckhnek, T.H. and D.J. Green. 1981. Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Croix Reefs, U. S. Virgin Island. *In* Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, pp. 679-684. University of the Philippines, Manila.

Sudara, S., A. Sanitwong, T. Yeemin, R. Moordee, S. Panutrakune, P. Suthanaluk and S. Natekanjanalarp. 1991. Study of the impact of sediment on growth of the coral *Porites lutea* in the gulf of Thailand. *In* R.M. de la Paz (ed.) Proceedings of the Regional Symposium on Living Resources in Coastal Areas, pp. 107-112. University, Manila.

Suwanboriruk, K. 1998. Structure and biological activity of natural products from Thai marine organisms. *In* UNESCO Seminar on the Chemistry of Natural Products, 1-2 October 1998. L-4. Chulalongkorn University, Bangkok.

Willenz, P. and W.D. Hartman. 1994. Skeleton reaction of the Caribbean coralline sponge, *Calcifibrospongia actinostromariodes* Hartman toward an epizoic zoanthidean. *In* R.W.M. Van Soest, T.M.G. Van Kempen and J.C. Braekman (eds.), Proceedings of the 4th International Porifera Congress: Sponges in time and space, Amsterdam, pp. 279-288. A. A. Balkma, Rotterdam.

Yamada, K., N. Ogato, K. Ryu, T. Miyamoto and R. Higuchi. 1997. Bioactive repenoids from Octocorallia. 3. A new eunicellin-based deterpenoid from the soft coral *Cladiella sphaeroides*. *J. Nat. Prod.* 60: 393-396.

Yeemin, T. 2000. Patterns of coral recruitment in the gulf of Thailand. *In* D. Hopley, P.M. Hopley, J. Tamelander and T. Done (eds.), Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, pp. 331. AusAID, Indonesia. (abstract)

Yeemin, T., J. Buaruang, P. Nopchinwong, S. Asa and N. Ruengsawang. 2000. Sexual reproduction of two different population structures of *Acropora hyacinthus* in the gulf of Thailand. *In* D. Hopley, P.M. Hopley, J. Tamelander and T. Done (eds.), Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, pp. 332. AusAID, Indonesia. (abstract)

รายงานการวิจัยในโครงการ BRT (2545) 166-180

BRT 2002
Research Reports

Species Diversity and Abundance of Rhizostome Scyphozoans (Phylum Cnidaria) along the Coasts of Chon Buri and Phetchaburi Provinces

Nontivich Tandavanitj and Ajcharaporn Piumsomboon
Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

This study focuses mainly on the species diversity, as well as the abundance, of rhizomedusae along the coasts of Chon Buri and Phetchaburi Provinces, where jellyfish harvesting is carried out annually. Sampling was conducted from December 1999 to December 2000 in the Inner Gulf of Thailand. Six species of rhizomedusae were found: *Cassiopea andromeda* (Forskål, 1775), *Acromitus flagellatus* (Maas, 1903), *Acromitus hardenbergi*, *Catostylus townsendi* Mayer, 1915, and two well-known commercial species, which are *Lobonema smithii* Mayer, 1910 and *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888). *R. hispidum* was predominantly found along the coast of Chon Buri Province while *L. smithii* was found exclusively along the coast of Phetchaburi Province. The highest abundance of rhizomedusae occurred in March 2000 (> 23 individuals·/ 10^4 m^{-3}) and November 2000 (> 302 individuals ·/ 10^4 m^{-3}) for Chon Buri and Phetchaburi, respectively. Among the 6 species obtained, *A. flagellatus*, a relatively small noncommercial species, was the most common species found in both provinces and yielded the highest abundance in terms of density (> 300 individuals ·/ 10^4 m^{-3} in November 2000). The environmental factors, salinity, water current, and zooplankton concentration, as well as the life history of the medusae themselves, affected the abundance and size structure of rhizomedusae in both provinces.

Key words: Rhizostomeae, biodiversity, jellyfish

Introduction

Scyphomedusae, commonly known as jellyfish, are organisms belonging to the phylum Cnidaria and class Scyphozoa. This particular class is divided into four orders, which are the Stauromedusae, Coronatae, Semeostomeae, Rhizostomeae. Scyphomedusae are exclusively marine and are often large in size, ranging from 2 to 40 centimeters in diameter. There are approximately 200 species of scyphozoans inhabiting pelagic habitats, from surface to deep waters, as well as coastal waters of all oceans, from the Poles to the Tropics. This study is focused primarily on scyphomedusae belonging to the order Rhizostomeae.

Rhizostome medusae are distinguished from jellyfish in other orders by the lack of tentacles along the edge of the bell and the branched oral arms of the manubrium bearing deep folds into which food is passed to the mouth. They are generally found in tropical and subtropical shallow waters. Within the order Rhizostomeae, there are 8 families encompassing a total of 22 species (Arai, 1997). Four of the eight families of rhizomedusae are restricted to the Indo-West-Pacific regions, with few genera being common, such as *Cassiopea, Rhizostoma, Mastigias* and *Stomolophus* (Barnes, 1987).

Regardless of the presence of nematocysts (stinging cells), rhizomedusae are subjected to human consumption. In addition to their ecological importance as major predators of zooplankton and fish larvae, as well as being the food source for a variety of marine animals including nudibranchs and marine turtles, rhizomedusae are known for their medicinal and economical importance. In China, jellyfish are believed to possess medicinal properties that relieve pains associated with urinary bladder infections and cramps. Omori (1981) reported that the main sources of jellyfish used by humans are from China, the Philippines, Thailand, Malaysia, and Indonesia (Arai, 1997).

In Thailand, jellyfish have been harvested for more than 20 years. The species that are commonly harvested are *Rhopilema esculenta, Mastigias* spp., and *Lobonema smithii*. In addition, Boonyanej (1979) reports *Rhopilema hispidum* as a commercial species. Rhizostome jellyfish are found in abundance during March, and also between August and September, along coastal areas of the eastern provinces including Chon Buri and Rayong. Along the western coast of the Gulf of Thailand, i.e. Phetchaburi, they are found between October and November. Jellyfish are collected 2 to 4

kilometers offshore. By means of dip nets, a fishing boat may earn up to 2,000-3,000 baht per day. Jellyfish fisheries are now spreading to some southern provinces i.e. Phang Nga, Phuket, Krabi, and Pattani. In the past, between 1983 to 1990, there was a reduction in demand, particularly in Japan. At present, however, there is an increase in demand because new markets have opened in Korea, Taiwan, Malaysia, Singapore, Europe, and America. Most exported products are already processed and dried (Sirirattanachai, 1994). In 1996, the value of jellyfish exported from Thailand was 40 million baht (Department of Fisheries, 1996).

Despite their importance to ecosystems and to the fishery economy, most information regarding the species diversity of rhizomedusae are limited to a few commercial species. In order, therefore, to assess species diversity, the sole purpose of this research is the systematic sampling of rhizomedusae along the coast of Chon Buri and Phetchaburi Provinces, where there are intensive fisheries for jellyfish. Furthermore, to gain insights on the annual distribution and abundance of different species of rhizomedusae, physical and biological environmental parameters will be monitored as well.

Methodology

I. Scyphomedusae

For systematic sampling, a fishing boat equipped with a push net (mesh size ≈ 0.5 inch, mouth width = 12 meters), operating at an approximate speed of 3 to 4 km/hr, was chosen rather than the conventional dip nets commonly used by fishermen. At each location, Chon Buri and Phetchaburi, a total of three sampling transects running parallel to each other, at approximately half a kilometer apart and perpendicular to the shoreline were established (Figure 1). The length of each transect was approximately 10 minutes. At the end of each tow, the net and its contents were retrieved. All medusae were fixed in 10% buffered formalin solution (UNESCO, 1976). All specimens obtained from the tows were transported back to the laboratory. For those few months when the numbers of specimens obtained were extremely large, each specimen was measured for weight and bell radius. Representatives of the specimens were then selected and fixed to be transported to the laboratory. After 7 to 10 days, specimens were transferred into a preserving solution. To prevent immediate loss of water, specimens were first transferred to 30% ethanol solution for approximately 1 week prior to transfer to 70% ethanol solution (Omori and Ikeda, 1984). All medusae obtained from the field were measured for weight and bell diameter. Specimens were examined by their physical characteristics and identified. Specimen identification was accomplished using existing taxonomic keys (Cornelius, 1995). Sampling was conducted at each location once a month, during daytime spring tide, for a period of 13 months from December 1999 to December 2000.

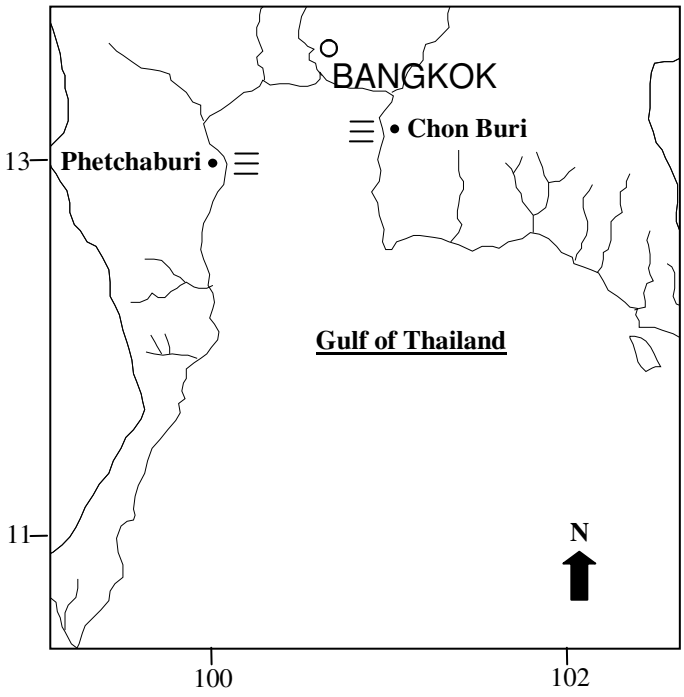


Figure 1. Map of offshore sampling areas at Baan Laem, Phetchaburi and south of the Bangpakong River's mouth, Chon Buri, Thailand.

II. Environmental parameters

At the beginning and the end of each ten-minute tow, vertical zooplankton samplings were conducted using a standard zooplankton sampling net with mesh size of 330 μm and equipped with a flow meter. Samples were immediately fixed in 4% buffered formalin. Each zooplankton sample was

sorted and identified into major groups, i.e. copepods, fish larvae, amphipods etc., and individuals counted under a stereomicroscope. Other parameters that were measured included transparency, depth, salinity, pH, dissolved oxygen, and temperature. On-site records included geographical coordinates of the starting location and terminating location of each tow, trawling depth, dimensions of net, and notes on atmospheric and ocean conditions.

Results and Discussion

After 13 months of field sampling, a total of 6 species of rhizomedusae were identified. They are *Acromitus flagellatus* (Maas, 1903), *Acromitus hardenbergi*, *Cassiopea andromeda* (Forskål, 1775), *Catostylus townsendi* Mayer 1915, *Lobonema smithii* Mayer 1910, and *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) (Table 1).

Table 1. Species, size range, and months of maximum abundance of rhizomedusae at Chon Buri and Phetchaburi Provinces. (*economic species, **extra sampling outside the usual sampling areas)

Species	Chon Buri		Phetchaburi	
	Size Range (cm)	Max. Abundance	Size Range (cm)	Max. Abundance
Cassiopea andromeda	1.9-15.0	March 2000	1.1-26.0	June 2000
Acromitus flagellatus	2.1-16.0	March 2000	2.0-16.8	November 2000
Acromitus hardenbergi	2.8-10.0	March 2000	2.5-14.0	October 2000
Catostylus townsendi	Not found	Not found	3.0-12.0	August 2000
*Lobonema smithii**	Not found	Not found	24.0-53.0	July 2000
Rhopilema hispidum *	16.1-54.0	August 2000**	15.5	July 2000

The species diversity was greater at Phetchaburi Province than at Chon Buri Province (Table 1). A total of 6 species were identified from Phetchaburi while 4 species were identified from Chon Buri's samples. Among the 6 species that were determined in this study, *Lobonema smithii* and *Catostylus townsendi* were not found at Chon Buri Province.

At Chon Buri Province, rhizomedusae occurred in highest abundance (> 23 individuals · 10^4 m^{-3}) during the month of March 2000 (Figure 2). Relatively smaller numbers of rhizostome specimens (< 3 individuals · 10^4 m^{-3}) were found in January, February, May, and October 2000. No rhizostome specimens were found in other months. In contrast, the highest abundance at Phetchaburi Province occurred during the month of November 2000 (> 300 individuals · 10^4 m^{-3}) (Figure 3). In addition, more than 25 individuals · 10^4 m^{-3} of specimens was obtained in June and October 2000. No rhizomedusae were found during the months of March and September 2000. Interestingly, the abundance of medusae was more than 10 times higher in magnitude at Phetchaburi Province than at Chon Buri Province.

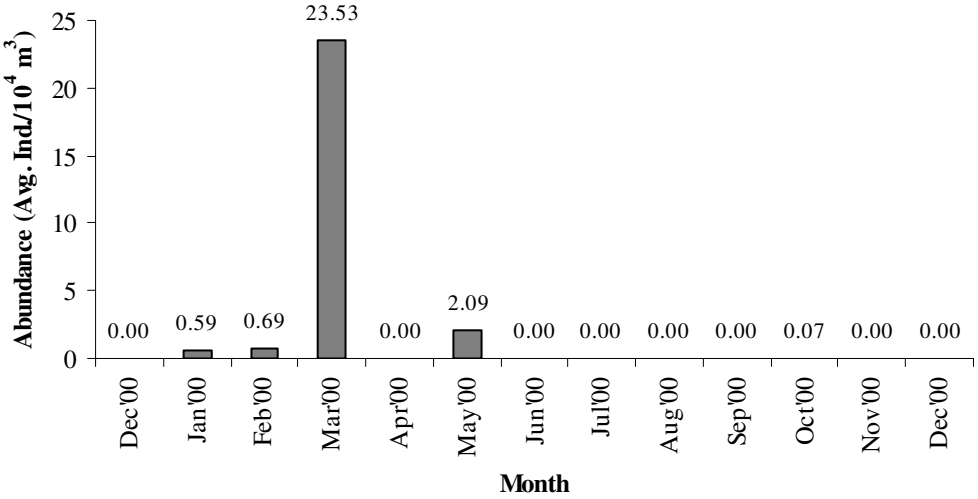


Figure 2. Abundance of rhizomedusae at Chon Buri Province from December 1999 to December 2000.

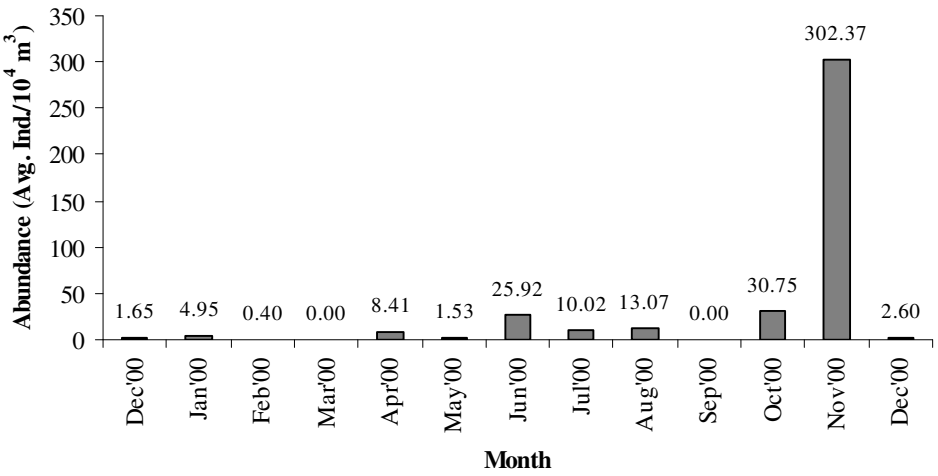


Figure 3. Abundance of rhizomedusae at Phetchaburi Province from December 1999 to December 2000.

The differences in abundance, and species diversity, between the two sampling areas may be best explained through population dynamics, in terms of reproductive strategy, coupled with surface current patterns, food availability, fishing pressure, and environmental factors, such as salinity, in the Gulf of Thailand.

A typical cnidarian life cycle, characterized by alternation of generations, involves free-swimming medusoid individuals, which produce eggs and spermatozoa. Fertilization results in zygotes that will eventually develop into the planula larvae. After settlement onto the substratum, the planula larvae develop into polyps, which will undergo asexual reproduction and evolve into the medusoid forms, completing the life cycle. The benthic stages, reproducing asexually, are able to give rise to numerous individuals, which will contribute largely to the recruitment and population continuity of species. Differential reproductive success, specifically in the asexual stages, would probably contribute to the abundance of the medusae at each locale. The medusae, which are planktonic and are carried by surface currents, have evolved for better dispersal of the species (Hardy, 1971). It is highly possible that the parental stocks for Chon Buri and Phetchaburi Provinces originate in different areas, resulting in the variation in species diversity that was observed. The muddy bottom of the Inner Gulf of Thailand is unsuitable for the attachment and development of the benthic stages. Thus, the medusae were likely transported from outside into the Inner Gulf by currents. In fact, during the month of March, the current flows northward along the western part of the middle Gulf, and eastward at the upper part of the upper Gulf (Buranapratheprat and Bunpapong, 1998). It can be assumed that the young ephyrae were carried by the current and matured when they reached the coastal waters off Chon Buri Province, resulting in the high abundance that was observed. If this was the case, scyphozoan larvae should be present in the zooplankton samples obtained from the western part of the Gulf, or at Phetchaburi Province, a few months prior to the peak of rhizomedusae at Chon Buri Province. However, scyphozoan larvae were first observed at Phetchaburi Province in July 2000 (Figure 4). In the same manner, in November when rhizomedusae were found in highest abundance at Phetchaburi Province, the direction of flow at the most northern part of the Upper Gulf changes from eastward to westward (Buranapratheprat and Bunpapong, 1998). Zooplankton data revealed the presence of scyphozoan larvae at Chon Buri Province in July 2000 (Figure 4). Thus, it is plausible that these larvae were transported to the western part of the Gulf by currents as they grew, resulting in the peak of abundance of rhizomedusae observed in November 2000.

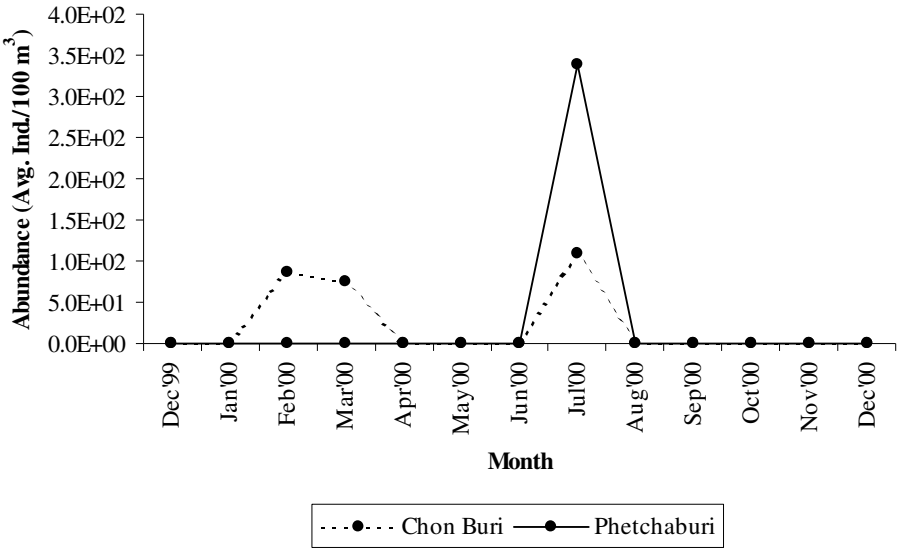


Figure 4. Abundance of scyphozoan larvae at Chon Buri and Phetchaburi Provinces from December 1999 to December 2000.

Besides the current, a physiochemical factor, which affected the abundance of rhizomedusae, appeared to be salinity. The average salinity at Chon Buri Province fluctuated severely through out the sampling period. The highest average salinity was observed in February (31.5 ± 0.1 psu) and the lowest was observed in June 2000 (0.3 ± 0.0 psu). During the period of low salinity in June and July 2000, either none or less than 5 individuals · 10^4 m^{-3} of scyphomedusae was obtained from sampling (Figure 5A).

At Phetchaburi Province, on the other hand, the highest value of salinity was observed in March (32.2 ± 0.1 psu) and the lowest in October 2000 (19.9 ± 0.9 psu). The fluctuation of salinity did not appear to be related to the abundance of rhizomedusae at Phetchaburi Province (Figure 5B).

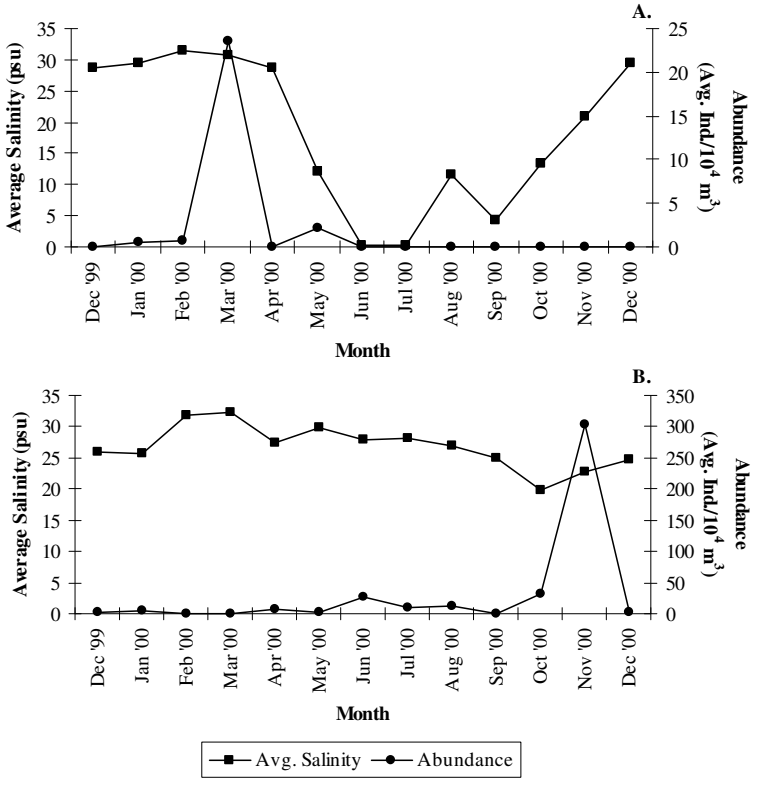


Figure 5. The comparison between average salinity and abundance of rhizomedusae at (A) Chon Buri and (B) Phetchaburi Provinces from December 1999 to December 2000.

Scyphozoans are euryhaline, and are able to tolerate a wide range of salinity. The medusae, scyphistomae, and planulae of *Rhopilema esculenta* (order Rhizostomeae) can survive in varying salinity of 8, 10, and 12 ppt, respectively (Arai, 1997). In a study of biomass and size structure of the scyphomedusae *Aurelia aurita* in the northwestern Black Sea, Weisse and Gomoiu (2000) revealed that abundance and biomass of medusae were unrelated to temperature and salinity when salinity exceeded 13 ppt. Biomass was relatively low at coastal stations where salinity dropped to less than 11 ppt. Evidently, the salinity values at Chon Buri Province between June to September 2000 were much lower (near 0 psu) than the tolerable range for rhizostome jellyfish. In 1998, the salinity at the mouth of the Bangpakong River was also 0 ppt (Burapha University, 1998). The freshwater input from the Bangpakong River, situated north of the monthly sampling area, resulted in the low salinity that was observed. In order to confirm this speculation, an extra sampling was carried out further south of the usual sampling area off the coast of Chon Buri Province during August 2000. The average salinity of that particular area was 16.3 ± 0.6 psu. At the end of a tow that lasted for one hour and thirty minutes, a total of 49 specimens (1.80 individuals $\cdot 10^4$ m^{-3}) of *Rhopilema hispidum*, an economic species, were found. Thus, it can be concluded that the extremely low salinity affected the presence, and magnitude of abundance, of rhizostome scyphozoans at Chon Buri Province.

A biological factor, which appeared to be related to the abundance of rhizomedusae at Chon Buri and Phetchaburi Provinces, was zooplankton concentration. During the summer of 1986, in the Lebanese coastal waters, a high production rate of phytoplankton resulting in high zooplankton biomass, high temperature, salinity, and water transparency are believed to be factors responsible for aggregations of *Rhizostoma pulmo*. The outburst of zooplankton was characterized by Chaetognatha, Appendicularia, Cladocera, and other meroplanktonic larvae (Lakkis, 1991). At Chon Buri Province (Figure 6A), the highest zooplankton concentration occurred during the months of November 2000 (716,569 individuals $\cdot 10^2$ m^{-3}), where the major fraction of zooplankton were copepods, while the lowest concentration was observed in October 2000 (71,703 individuals $\cdot 10^2$ m^{-3}). Preceding the peak of rhizomedusae, in February 2000, the peaks of few zooplankton prey items were observed. They were polychaetes, barnacle larvae, gastropods, larvaceans, and fish larvae. During the month of March 2000, where the peak of rhizomedusae abundance was observed, a large fraction of the zooplankton population was composed of fish eggs and larvae (91,494 individuals $\cdot 10^2$ m^{-3}). In April 2000, the total concentration of zooplankton had decreased dramatically. In addition, the concentration of fish eggs and larvae had decreased to 23,932 individuals $\cdot 10^2$ m^{-3}. This is believed to be a result of the predatory impact by scyphomedusae. Fancett and Jenkins (1988) reported that the impact, in patches, of predation by scyphomedusae, *Cyanea capillata*, reached 2.8% day^{-1} of fish eggs and larvae.

In comparison, at Phetchaburi Province (Figure 6B), preceding the peak of the highest rhizomedusae abundance in November 2000, the highest zooplankton concentration was observed during October 2000 (2,734,438 individuals $\cdot 10^2$ m^{-3}). The majority of the zooplankton were decapod larvae and copepods. In fact, the peak of rhizomedusae at Phetchaburi Province followed the peak of several groups of zooplankton prey items, including hydromedusae, ctenophores, polychaetes, barnacle larvae, gastropods, copepods, shrimps and larvae, crabs and larvae, larvaceans, and fish larvae. During November 2000, and thereafter to the end of the year, the concentration of copepod and decapod larvae severely decreased (by approximately half in November). Once again, it is highly plausible that the decrease in zooplankton concentration was a direct result of the predatory impact of rhizomedusae. Fancett and Jenkins (1988) had revealed that *Cyanea capillata* and *Pseudorhiza haeckeli* can consume a maximum of 1.6% day^{-1} and 4.8% day^{-1} of copepods, respectively.

Although the results of this study demonstrated that salinity and zooplankton concentration are directly related to the abundance of rhizomedusae, it is possible that these factors play important roles in governing the abundance of rhizomedusae indirectly. As mentioned earlier, a typical cnidarian life cycle involved the planktonic stages as well as the benthic polyp stages. The development and survival of these stages are crucial and contribute largely to the survival and abundance of the planktonic stages. In the Gullmar Fjord, western Sweden, it was reported that the scyphistomae of *Aurelia aurita* develop during the period of maximum food availability, encouraging asexual reproduction and release of ephyrae. In contrast, *Cyanea capillata*'s scyphistomae develop during winter and early spring where there is minimum zooplankton biomass (Gröndahl and Hernroth, 1987).

Brewer and Feingold (1991) revealed that, in an experiment, transfer from low to high temperature induced podocysts (cysts produced by the polyps) formation in *Cyanea capillata* and transfer from high to low temperature led to excystment of podocysts as well as strobilation of polyps to form ephyrae. In the Niantic River estuary, Connecticut, field observations of the benthic stages agreed with laboratory results. In Chesapeake Bay, ephyra and polyp production of *Chrysaora quinquecirrha* was relatively lower for salinity lower than 11 ppt and higher than 25 ppt (Purcell et al., 1999). Moreover, *Cassiopea xamachana*, a tropical jellyfish, has cold-sensitive scyphistomae and temperature-tolerant medusae, which are found year round (Fitt and Costley, 1998). Since this study was conducted in the tropics, where there is very little change in annual temperature, factors that affect the benthic stages, which in turn affect the abundance of rhizomedusae would be salinity, food concentration, and type of substrate available for settlement of planula larvae.

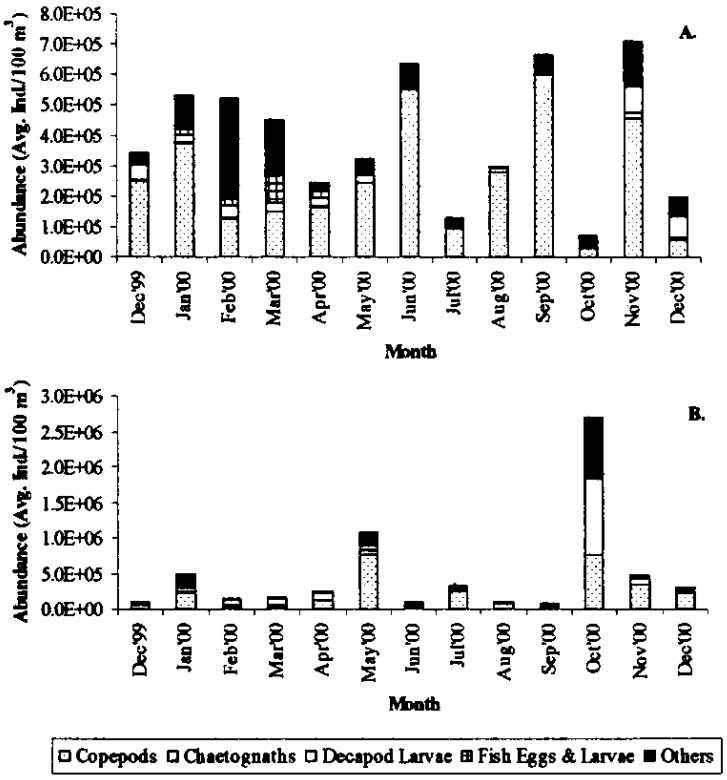


Figure 6. Abundance of zooplankton at (A) Chon Buri and (B) Phetchaburi Provinces from December 1999 to December 2000.

Besides the abundance, the gonads of each species and varying sizes of rhizomedusae were analyzed for size at sexual maturation. The results suggested that each species reached sexual maturation at different sizes. This can be summarized as follows (Table 2):

Table 2. Sexual maturation stages of 6 species of rhizomedusae obtained from this study.

Species	Bell Diameter (cm)
Cassiopea andromeda	15, 26
Acromitus flagellatus	8, 14
Acromitus hardenbergi	7
Catostylus townsendi	6, 12
Lobonema smithii	> 24
Rhopilema hispidum	> 15

Along with this information, the effects of surface current (Appendix 1), salinity, food abundance, and reproductive strategy are more apparent when the size distribution of each species of rhizomedusae are analyzed separately. For instance, in *Cassiopea andromeda*, which was found at both Chon Buri and Phetchaburi Provinces (Table 1), a wide range of size classes was observed in the same month (Figure 7 and 8). The planula larvae of the up-side-down jellyfish, *Cassiopea*

surrounding environment of both sampling sites, with mangrove forests along the coasts, would be ideal for settlement and development of *C. andromeda* larvae. It is possible than the life cycle of *C. andromeda* evolves within the mangrove forest.

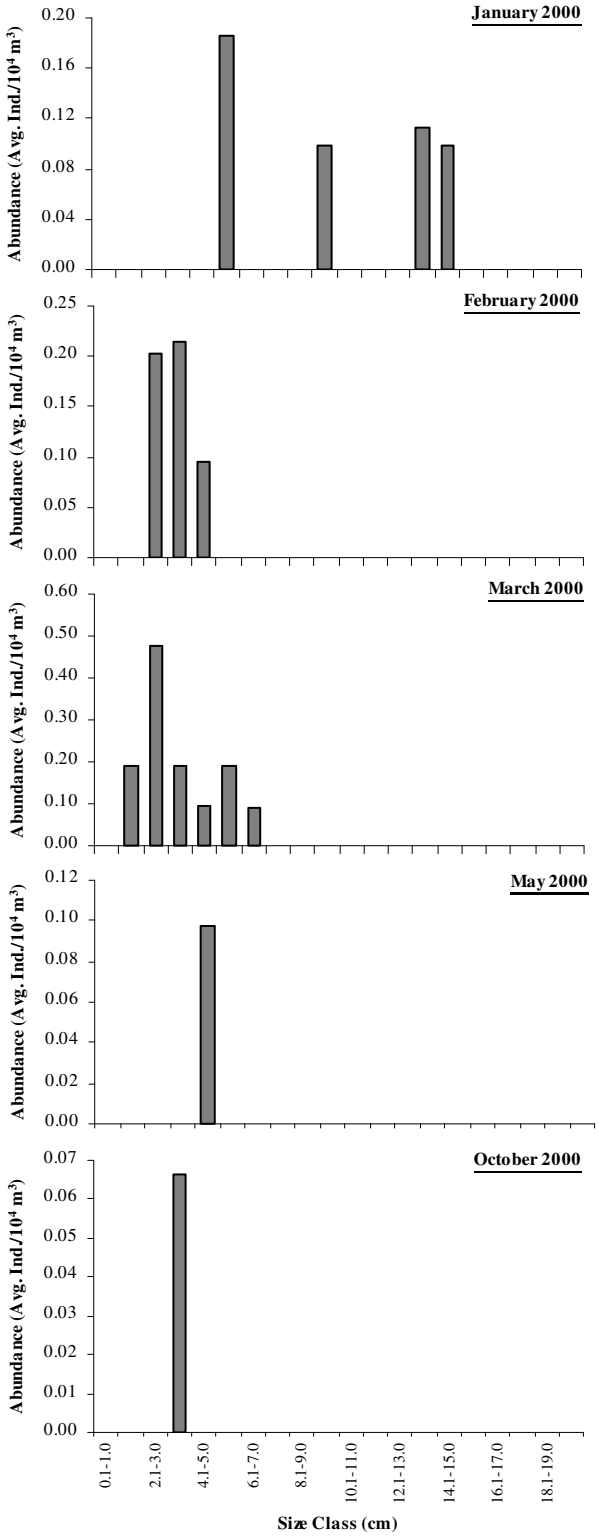


Figure 7. Size class distribution of *Cassiopea andromeda* at Chon Buri Province from December 1999 to December 2000.

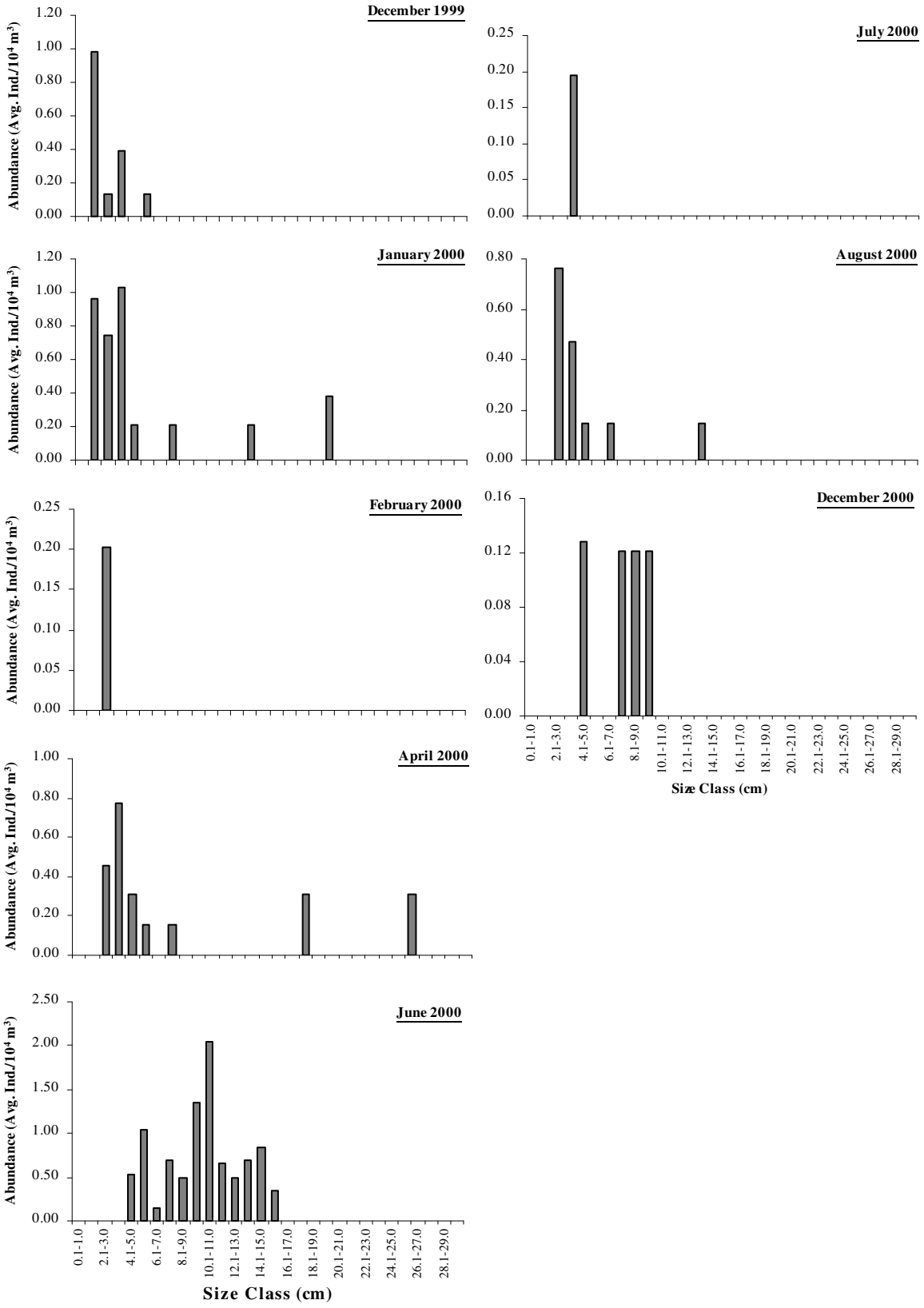


Figure 8. Size class distribution of *Cassiopea andromeda* at Phetchaburi Province from December 1999 to December 2000.

From the gonad analysis, *C. andromeda* reached sexual maturation at the size of approximately 15 cm in diameter and another maturation at 26 cm in diameter (Table 2). At Chon Buri Province (Figure 7), in January 2000, the largest size of *C. andromeda* obtained from sampling was 15 cm, at which sexual maturity was observed. In February and March 2000, scyphozoan larvae were observed in zooplankton samples (Figure 4). Thereafter, the size distribution of specimens was between 2 cm to 7 cm. At Phetchaburi (Figure 8), in December 1999, the sizes of specimens were smaller than 5 cm. However, in January 2000, specimens larger than 15 cm were obtained. Furthermore, in April 2000, specimens larger than 26 cm were obtained. The reproduction of these sexually matured individuals would likely have resulted in the presence of smaller size classes observed throughout the rest of the sampling period. The reproduction of this species at both Chon Buri and Phetchaburi Provinces did not appear to coincide with the peak of abundance of any zooplankton group. This is due to the fact that *C. andromeda* are able to attain nutrients from symbiotic algae, or zooxanthellae residing in their tissues. Thus, zooplankton concentration may not play an important role in governing the reproduction and abundance of this species.

Similar to *C. andromeda*, *Acromitus flagellatus* was also found at both Chon Buri and Phetchaburi Provinces. *A. flagellatus* appeared to reach sexual maturation at approximately 8 cm and at 14 cm (Table 2). Contrary to *C. andromeda*, monthly surface current (Appendix 1) played an important role in the abundance of *A. flagellatus* found at each sampling location (Figure 9 and 10).

A. flagellatus specimens were first obtained at Phetchaburi Province in January 2000 and the sizes of specimens were smaller than 8 cm. Thereafter, no specimens were found at Phetchaburi until April 2000. However, specimens larger than 14 cm were found at Chon Buri in February 2000. It is possible that specimens were either transported from Phetchaburi to the southern or the eastern part of the Gulf by currents. Those that were transported to the eastern part of the Gulf may be trapped within the gyre that occurs between November to February. This resulted in a shift to a larger size class from January 2000 at Phetchaburi to February 2000 at Chon Buri Province. The reproduction of sexually matured individuals at Chon Buri in February 2000 resulted in the smaller size classes observed in March 2000 at Chon Buri.

According to the current pattern, specimens found at Chon Buri in March 2000 were likely transported to Phetchaburi in April 2000. This is evident in the shift of size class from 3-7 cm at Chon Buri to 8-10 cm at Phetchaburi. In addition, reproduction of sexually matured individuals, size > 8 cm, found at Chon Buri in March 2000, as well as populations further south, would result in the small individuals, sizes 4 to 8 cm, found in May 2000 at both locations. It is highly possible that this transportation of specimens back and forth, between the western and eastern sides of the Gulf, occurred throughout the rest of the year. Nonetheless, no specimens were obtained at Chon Buri after May 2000. It is suspected that the freshwater input from the Bangpakong River during the rainy season, coupled with the strength of the discharge, had transported specimens to a location further south of the sampling area.

After May 2000, at Phetchaburi Province, there was a shift to a larger size class and specimens larger than 14 cm were obtained. It was expected that the reproduction of these sexually matured individuals would likely result in smaller juveniles in June 2000. However, no specimens were found in June 2000. Nonetheless, the results of zooplankton concentration revealed a high abundance of scyphozoans larvae at Phetchaburi Province in June 2000 (Figure 4). In fact, these larvae were smaller than the mesh size of the push net used for sampling. A shift from juveniles, 3-7 cm, to larger individuals, 9-15 cm, was observed for the rest of the sampling period.

Since specimens of *Lobonema smithii* and *Rhopilema hispidum*, both economic species, obtained from the field were large specimens, sexual maturation was observed in the smallest size obtained. In *L. smithii* and *R. hispidum*, oocytes were observed in specimens larger than 24 cm and 15 cm in diameter, respectively (Table 2). *L. smithii* were found only at Phetchaburi Province and specimens were obtained only in June and July 2000. In addition, the smallest sized specimens (approximately 15 cm in diameter) obtained were already sexually mature. Since *L. smithii* is an economic species, they were subjected to intense fishery during July 2000. The data of gonad development of this particular species did not imply whether *L. smithii* can reproduce more than once during their life cycle since specimens were obtained in only 2 months out of the 13-month sampling period. Indeed, if they reproduce only once during their life span, fishing prior to or during reproductive periods may result in a future decrease in populations. Likewise, all *R. hispidum*

specimens obtained from both Chon Buri, outside the usual sampling areas in August 2000, and Phetchaburi Provinces (only in July 2000) had already reached reproductive maturity. Relatively smaller specimens (≈ 15 cm in diameter) were found in July 2000 at Phetchaburi Province and larger specimens (> 15 cm in diameter) were obtained at Chon Buri in August 2000. Specimens were possibly transported by currents upward along the coasts of Samutsongkram and Samutsakorn Provinces and down along the coast of Chon Buri Province during these two consecutive months. Similar to *L. smithii*, this particular species is also an economic species and are subjected to intense fishing.

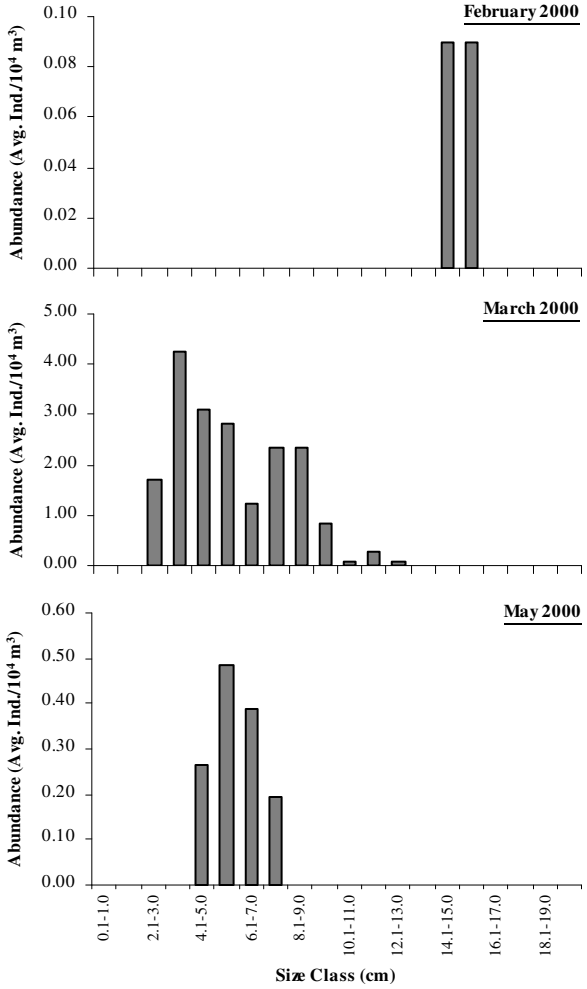


Figure 9. Size class distribution of *Acromitus flagellatus* at Chon Buri Province from December 1999 to December 2000.

In general, when comparing the sizes of the same species of rhizomedusae obtained at the two provinces, the size of medusae at Phetchaburi Province appeared to be larger than that of Chon Buri Province. For instance, the largest *Acromitus flagellatus* found were 12.5 cm and 16.8 cm in diameter at Chon Buri and Phetchaburi, respectively. The largest *A. hardenbergi* found were 7.9 cm at Chon Buri and 14.0 cm at Phetchaburi (Table 1).

There are many factors, which are believed to affect the size distribution of medusae. In Namibia, the size structure of *Chrysoara hysoscella* changed with both depth and distance offshore. Medusae that were found inshore, and at the surface, were significantly smaller than at depths greater than 30 m. These medusae were also smaller than those obtained from surface waters further offshore where bigger and more mature individuals were found (Buecher et al., 2001). In the northwestern Black Sea, Weisse and Gomoiu (2000) observed that there was a difference in the size structure of *Aurelia aurita* at inshore and offshore stations. Relatively smaller sized individuals were found at the inshore stations compared to those found offshore. Since the depths of both sampling areas were considerably shallow, approximately 1-3 m, depth can be disregarded as affecting the size structure of rhizomedusae in both locations.

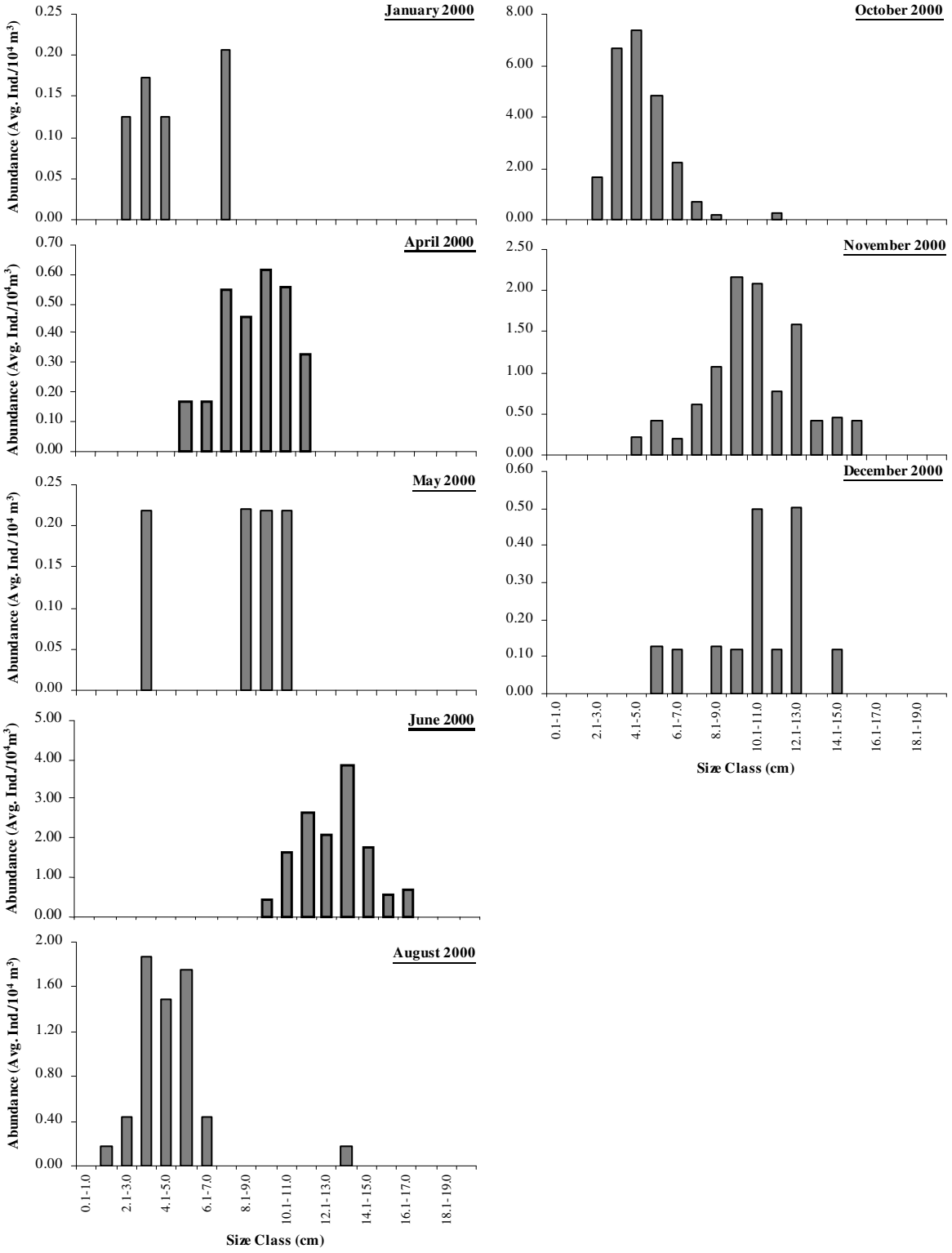


Figure 10. Size class distribution of *Acromitus flagellatus* at Phetchaburi Province from December 1999 to December 2000.

Food concentration and water circulation in the inner Gulf are believed to affect the size structure of medusae at Chon Buri and Phetchaburi Provinces. In *Aurelia aurita*, an experiment had shown that food availability governed both the maturation process as well as individual growth. While food scarcity reduces the growth rate, energy is allocated towards reproduction, which occurs at a relatively smaller size than well-fed medusae (Ishii and Båmstedt, 1998). Lucas (1996) observed a similar trend in Horsea Lake, England. Abundance of *Aurelia aurita* was limited by numerically and

species-poor mesozooplankton community. However, small-sized medusae were able to reach sexual maturity and reproduce. Here, medusae appeared to partition the available food resources into either somatic growth, when food was abundant, or reproduction, when food was scarce. As mentioned earlier, the general size of rhizomedusae appeared to be relatively larger at Phetchaburi compared to Chon Buri. At the same time, the zooplankton concentration at Phetchaburi was relatively higher in magnitude than at Chon Buri (Figure 6).

There was a peak in several zooplankton groups preceding the reproductive period of each species of rhizomedusae. Prior to the reproductive period of *A. flagellatus* at Chon Buri Province, which occurred in March, peaks of fish larvae and gastropods were observed in February 2000. Likewise, the November reproductive period of *A. flagellatus* at Phetchaburi Province was preceded by the peaks of chaetognaths, polychaetes, barnacle larvae, hydromedusae, ctenophores, copepods, shrimp larvae, crab larvae, and fish larvae in October 2000. However, rhizomedusae at each sampling location appeared to reach reproductive maturity at approximately the same size. Thus, surface current, coupled with life history of each species, was probably responsible for the difference in sizes observed at both sampling locations.

Conclusions

After 13 months of sampling south of the Bangpakong River's mouth, Chon Buri Province, and along the coast of Baan Laem, Phetchaburi Province,

1. A total of 6 species of rhizomedusae (Cnidaria, Scyphozoa) were found. They are *Cassiopea andromeda* (Forskål, 1775), *Acromitus flagellatus* (Maas, 1903), *Acromitus hardenbergi*, *Catostylus townsendi* Mayer, 1915, *Lobonema smithii* Mayer, 1910, and *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888).
2. All 6 species of rhizomedusae were found at Phetchaburi Province. In comparison, only 4 species were found at Chon Buri Province. *C. townsendi* and *L. smithii* were not obtained from Chon Buri's samplings.
3. The highest abundance of rhizomedusae occurred during March 2000 and November 2000 at Chon Buri and Phetchaburi, respectively. When the abundances at both locations were compared, the abundance at Phetchaburi Province appeared to be higher in magnitude than the abundance at Chon Buri Province.
4. Factors believed to affect the abundance of rhizomedusae at the two provinces are water current, salinity, food concentration in term of zooplankton concentration, and the life history of each species.

Apart from their important roles as economic species in the jellyfish fishery industry, rhizostome scyphozoans are also considered an integral part of the marine ecosystem. Their predatory behaviors are believed to pose major impacts on the fish stocks of economically important species. In order to establish a better understanding of these complex animals as well as conservation for sustainable utilization of this fishery resource, more information regarding the ecology, growth rate, and reproductive biology of rhizomedusae is extremely crucial. Knowledge of growth rate, in addition to information on the polyps and the benthic stages, will be useful in the understanding of the complex life cycle of these organisms.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant T-144002.

References

Arai, M.N. 1997. A Functional Biology of Scyphozoa. Chapman & Hall Publishing, London.

Barnes, R.D. 1987. Invertebrate Zoology, 5 th edition. Saunders College Publishing, Florida.

Boonyanej, P. 1979. Giant edible jellyfish in the gulf of Thailand. Annual Report, Marine Fishery Unit, Department of Fisheries, Thailand.

Brewer, R.H. and J.S. Feingold. 1991. The effect of temperature on the benthic stages of *Cyanea* (Cnidaria: Scyphozoa) and their seasonal distribution in the Niantic River estuary, Connecticut. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 152: 49-60.

Buecher, E., C. Sparks, A. Brierley, H. Boyer and M. Gibbons. 2001. Biometry and size distribution of *Chrysaora hysoscella* (Cnidaria, Scyphozoa) and *Aequorea aequorea* (Cnidaria, Hydrozoa) off Namibia with some notes on their parasite *Hyperia medusarum*. *Journal of Plankton Research* 23(10): 1073-1080.

Buranapratheprat, A. and M. Bunpapong. 1998. A two dimensional hydrodynamic model for the gulf of Thailand. Proceedings of the Fourth International Scientific Symposium "Role of Ocean Sciences for Sustainable Development". Intergovernment Oceanographic Commission, Subcommission for the Western Pacific (UNESCO/IOC/WESTPAC), Okinawa, Japan, pp. 469-478.

Burapha University. 1998. Final Report of the Environmental Monitoring Project (Chon Buri and Rayong Provinces). Burapha University, Chon Buri, Thailand. (in Thai)

Cornelius, P.F.S. 1995. Workshop on the Classification, Biology and Ecology of Jellyfish. In cooperative programme of the Institute of Marine Science, Burapha University, Chonburi, Thailand and the Natural History Museum, London, England.

Department of Fisheries. 1996. Fisheries Statistics of Thailand 1996. Fisheries Statistics and Information, Technology Sub-Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.

Fancett, M.S. and G.P. Jenkins. 1988. Predatory impact of scyphomedusae on Ichthyoplankton and other zooplankton in Port Phillip Bay. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 116: 63-77.

Fitt, W.K. and K. Costley. 1998. The role of temperature in survival of the polyp stage of the tropical rhizostome jellyfish *Cassiopea xamachana*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 222(1-2). (abstract only)

Gröndahl, F. and L. Hernroth. 1987. Release and growth of *Cyanea capillata* (L.) ephyrae in the Gullmar Fjord, western Sweden. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 106: 91-101.

Hardy, A. 1971. The Open Sea: The World of Plankton. Collins, London.

Ishii, H. and U. Båmstedt. 1998. Food regulation of growth and maturation in a natural population of *Aurelia aurita* (L.). *Journal of Plankton Research* 20(5): 805-806.

Lakkis, S. 1991. UNEP: Jellyfish blooms in the Mediterranean. Proceeding of the II Workshop on Jellyfish in the Mediterranean Sea. MAP Technical Reports Series No. 47. UNEP, Athens, pp. 119-127.

Lucas, C.H. 1996. Population dynamics of *Aurelia aurita* (Scyphozoa) from an isolated brackish lake, with particular reference to sexual reproduction. *Journal of Plankton Research* 18(6): 987-1007.

Omori, M. and T. Ikeda. 1984. Methods in Zooplankton Ecology. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Purcell, J.E., J.R. White, D.A. Nemazie and D.A. Wright. 1999. Temperature, salinity and food effects on asexual reproduction and abundance of the scyphozoan *Chrysaora quinquecirrha*. *Marine Ecology Progress Series* 180. (abstract only)

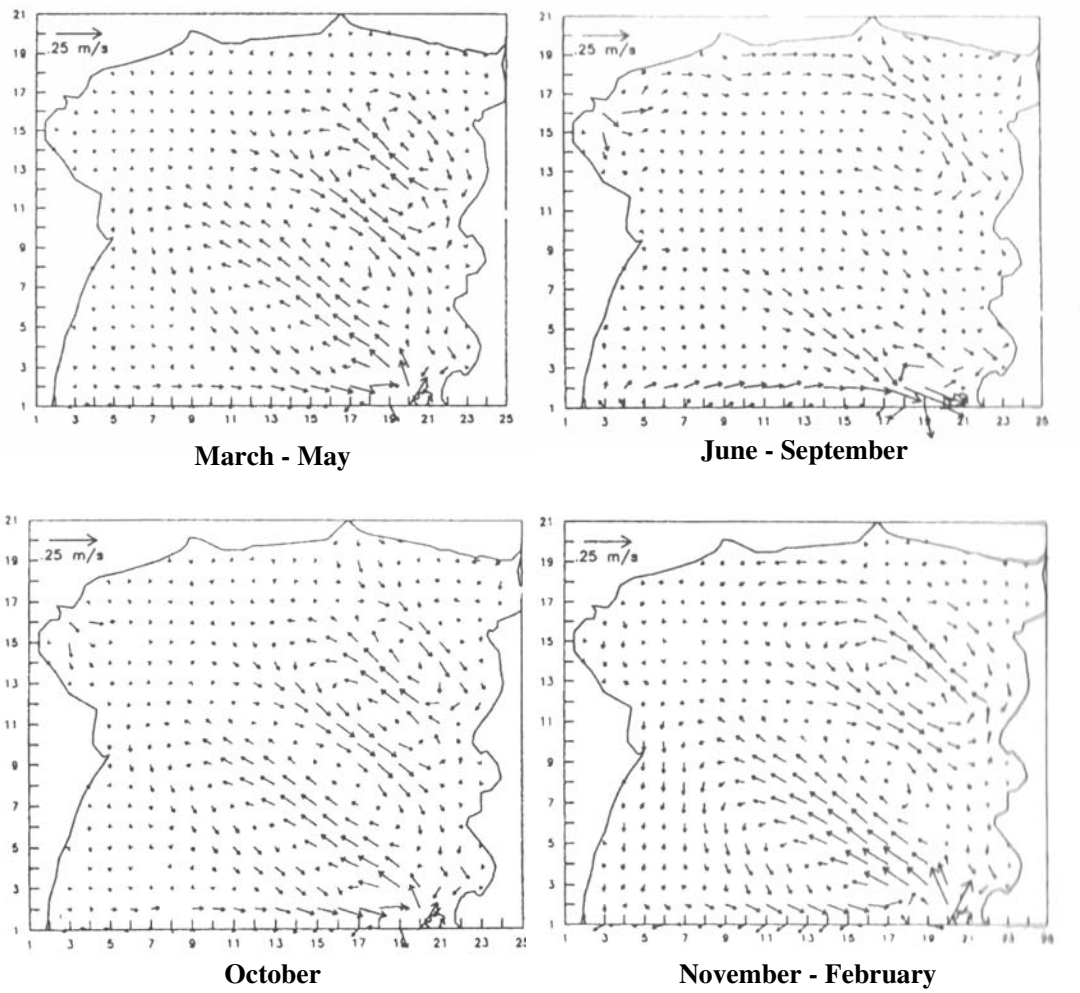
Sirirattanachai, S. 1994. Jellyfish. *Update*, Issue 95, March 1994. (in Thai)

Sojisuporn, P. and P. Putikiatikajorn. 1998. Eddy circulation in the upper gulf of Thailand from 2-D tidal model. Proceedings of The Fourth International Scientific Symposium "Role of Ocean Sciences for Sustainable Development". Intergovernmental Oceanographic Commission, Subcomission for the Western Pacific (UNESCO/IOC/WESTPAC), pp. 515-522.

Unesco. 1976. Zooplankton Fixation and Preservation. Edited by H.F. Steedman, Unesco Press, Paris.

Weisse, T. and M.T. Gomoiu. 2000. Biomass and size structure of the scyphomedusa *Aurelia aurita* in the Northwestern Black Sea during spring and summer. *Journal of Plankton Research* 22(2): 223-239.

Appendix



Appendix 1. Water circulation in the Upper Gulf of Thailand (Sojisuporn and Putikiatikajorn, 1998).

ชีวภูมิศาสตร์ของหอยทากสวยงามสกุล *AMPHIDROMUS*

สมศักดิ์ ปัญหา[1], จิรศักดิ์ สุจริต[1], ปิโยรส ทองเกิด[1], ผจญ ธนมิตรามณี[2] และพงษ์ศักดิ์ พลเสนา[3]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[2]อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3]สวนพฤกษศาสตร์ภาคตะวันออก (เขาหินซ้อน) ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Biogeography of the camaenid land snail genus *Amphidromus*

Somsak Panha[1], Chirasak Sutcharit[1], Piyoros Thongkerd[1], Pajon Thanamitramanee[2] and Phongsak Phonsena[3]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, [2]Phuieu Waterfall National Park, Natural Resources Conservation Office, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900, [3]Eastern Botanic Garden (Khao Hinson), Forest Botany Division, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900

An analysis of the evolutionary relationships among tree snails in the genus *Amphidromus*, a genus endemic to southeast Asia, was conducted using past taxonomic information and recent specimen collections. The shell morphology and anatomy of genitalia were investigated in some species. Two subgenera are clearly distinguished. Shell morphology seems to have geographic specificity and seems related to past geological changes, e.g., *Amphidromus* (*Amphidromus*) *atricallosus*, *A.* (*A.*) *perversus*, *A.* (*A.*) *siminis* are all distributed in almost the same area in Thailand, Malaysia, Sumatra, Java, Bali, Lombok and Borneo. Palawanian species were more closely related to those of mainland southeast Asia and Borneo than to Philippine species. Geographical analysis showed that Wallace' s Line and Huxley' s modification of Wallace' s Line can be utilized for clearly separating the two sub-genera. Data from distribution patterns and past geological changes were used for developing a hypothesis that the two subgenera originated on the mainland not more than ten thousand years ago. When the rising sea levels occurred, most areas were separated and many islands appeared. The subgenus *Syndromus* survived on islands while *Amphidromus* preferred the mainland. However the two subgenera do co-exist on the mainland and large islands in many areas.

Key words: Thailand, Southeast Asia, Camaenidae, *Amphidromus*, distribution

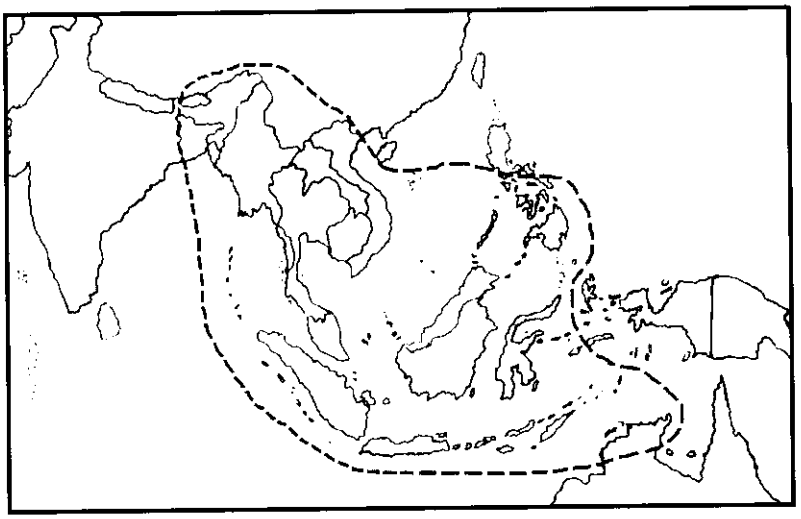
บทนำ

หอยทากบกสกุล *Amphidromus* Alber, 1850 เป็นหอยที่เรียกได้หลายชื่อตั้งแต่ หอยต้นไม้ "tree snails" เพราะมีการดำรงชีวิตและกิจกรรมทุกอย่างอยู่บนต้นไม้ หอยนกขมิ้นซึ่งใช้เรียกชื่อหอยชนิด *Amphidromus atricallosus* (Gould, 1843) พบในประเทศไทย มาเลเซีย และสิงคโปร์ หอยชอกโกแลตใช้เรียกชนิด *A. inversus annamiticus* (Crosse and Fischer, 1863) พบในประเทศไทย กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย และสิงคโปร์ โดยทั่วไปคนมักรู้จักหอยนกขมิ้นมากกว่า เนื่องจากมีการนำมาจำหน่ายและมักพบขายรวมอยู่กับเปลือกหอยต้นไม้ของฟิลิปปินส์ จึงเรียกชื่อรวมๆ ของหอยสกุลนี้ว่า "หอยนกขมิ้น" พิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาในโลกที่สะสมหอยนกขมิ้นจากทั่วโลกจำนวนมากๆ ได้แก่ National Museum of Natural History เมืองวอชิงตัน ดี ซี และ Field Museum of Natural History ที่เมืองชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา ในยุโรป ได้แก่ British Museum of Natural History กรุงลอนดอน Leiden Museum เมืองไลเดน และ Senckenberg Museum of Natural History เมืองฟรังเฟริต

เบื้องต้นชื่อสกุลที่ตั้งให้แก่หอยวงศ์นี้มักใช้สกุล *Helix* ดังเช่นชื่อของหอยทากทั่วๆ ไปในอดีต บางครั้งพบว่าใช้ชื่อ *Bulimus* ทั้งหมดถูกจำแนกไว้ในวงศ์ Pleurodontidae ต่อมา Pilsbry (1939) ได้รวบรวมข้อมูลทั้งหมดพร้อมศึกษาเพิ่มเติมและได้ให้นิยามของวงศ์ Camaenidae เป็นดังนี้ "Helices without dart apparatus; penis continued in an

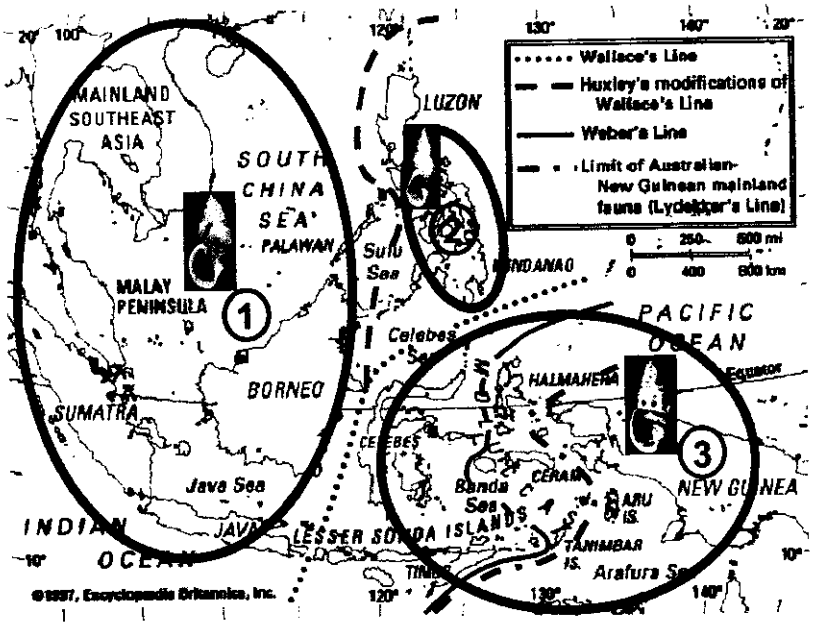
epiphallus and a flagellum (the latter sometimes vestigial or wanting); spermathecal duct not branched" Fulton (1896), Pilsbry (1900) และ Laidlaw and Solem (1961) พบว่าหอยนกขมิ้นมีอยู่เพียงประมาณ 80 สปีชีส์

หอยนกขมิ้นเป็นหอยจำเพาะถิ่นของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบบนแผ่นดินใหญ่และบนเกาะ Solem (1965) รายงานว่าพบหอยที่ตอนเหนือสุดของออสเตรเลีย เมืองดาร์วิน เป็นชนิด *A. cognatus* Fulton, 1907 ทำให้ข้อมูลการแพร่กระจายของหอยนกขมิ้นเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) เมื่อใช้ข้อมูลของ Laidlaw and Solem (1961) เพื่อเปรียบเทียบการแพร่กระจายของหอยในพื้นที่ต่างๆ พบว่าเกาะบอร์เนียวมีจำนวนสปีชีส์สูงถึง 26 สปีชีส์ ในขณะที่บนแผ่นดินใหญ่บริเวณเวียดนามมีจำนวนถึง 35 สปีชีส์ หอยที่พบที่ฟิลิปปินส์นั้นเป็นกลุ่มที่มีรูปแบบของสัณฐานวิทยาของเปลือก (shell morphological type) ที่หลากหลาย มีเพียง 8 สปีชีส์ ที่จำเพาะแตกต่างจากกลุ่มบนแผ่นดินใหญ่และหมู่เกาะของอินโดนีเซียจนถึงสปีชีส์ของออสเตรเลีย (ตารางที่ 1) Panha et al. (2001) ได้สรุปแบบแผนการกระจายของหอยทั้งสามกลุ่มน่าจะใช้ Wallace' s Line และ Huxley' s Modifications of Wallace' s Line เป็นเขตที่ใช้แสดงการกระจายดังกล่าวได้ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1. การกระจายของหอยนกขมิ้นสกุล *Amphidromus* (ในเส้นประ)

การจัดจำแนกหอยนกขมิ้นในปัจจุบันยังคงใช้เอกสารสำคัญที่เป็นหลัก ได้แก่ Fulton (1896) ใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือก ได้แก่ รูปร่างของเปลือก แถบสี ลวดลายบนเปลือก เป็นต้น ลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดความสับสนในหลายสปีชีส์โดยเฉพาะกลุ่มสกุลย่อยที่มีขนาดเล็ก (subgenus *Syndromus*) Pilsbry (1900) ได้มีการนำลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์มาประกอบการจัดจำแนกในระดับสกุลย่อย (subgenus) ทำให้การจัดจำแนกชัดเจนมากยิ่งขึ้น Laidlaw and Solem (1961) ได้รวบรวมรายชื่อหอย ลักษณะสำคัญที่ใช้จัดจำแนกตลอดจนการแพร่กระจายของหอยหลายชนิด นับเป็นผลงานที่บุกเบิกความรู้สำหรับหอยนกขมิ้นในศตวรรษที่ 20



ภาพที่ 2. การวิเคราะห์การกระจายของหอย *Amphidromus* สามสกุลย่อย โดยใช้ Huxley's Line (1. *Amphidromus* (*Amphidromus*), 2. *Amphidromus* ของฟิลิปปินส์ 3. *Amphidromus* (*Syndromus*))

งานวิจัยทางอนุกรมวิธานที่ถูกต้องชัดเจน จะทำให้การวิเคราะห์ในแง่มุมอื่นที่สำคัญๆ เช่น การกระจายทางภูมิศาสตร์และวิวัฒนาการมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการจัดการทรัพยากร

ความหลากหลายทางชีวภาพได้อย่างยั่งยืน การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการจัดจำแนกหอยนกขมิ้น และเพื่อวิเคราะห์การกระจายทางภูมิศาสตร์ (Geographic distribution) ของหอยนกขมิ้นสกุล *Amphidromus*

วิธีการ

1. การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม

เก็บตัวอย่างหอย *Amphidromus* จากพื้นที่โดยเฉพาะจากแนวหินปูนในประเทศไทย ลาว (วังเวียง, หลวงพระบาง, หลักซาว, แขวงคำม่วน) เวียดนาม (ทัมตาว, ลังเซิน, คุกเฟือง, ไฮฟอง, คัทบา) มาเลเซีย (เคดาห์, เปรัก, อิโปร์, กลันตัน, ยะโฮร์) สิงคโปร์ (นีซูน, สวนพฤกษศาสตร์) บอร์เนียว (ซาราวัก, ซาบาห์) อินโดนีเซีย (บาหลี ลอมบก บันดุง) (ภาพที่ 3)

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.1 ตรวจหาชื่อวิทยาศาสตร์จากผลงานวิจัยต่อไปนี้ Fulton (1896); Laidlaw and Solem (1961); Solem (1965); Bishop (1977); Solem (1983); Panha (1997)

2.2 ตรวจเทียบกับตัวอย่างต้นแบบ (type species) ของพิพิธภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน ได้แก่ Field Museum of Natural History, Chicago; National Museum of Natural History, Washington D.C.; Senckenberg Museum of Natural History, Frankfurt; National Museum of Natural History, London; Museum of Zoology, University of Amsterdam, Amsterdam; Raffle Museum, Singapore; Sarawak Museum, Kuching

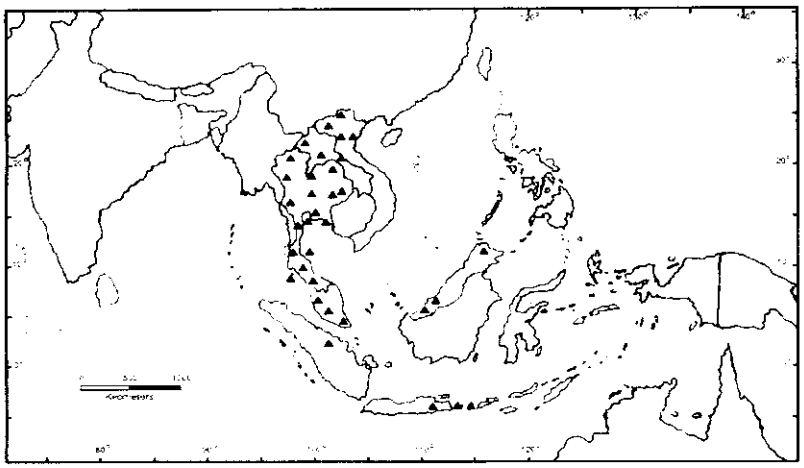
2.3 วิเคราะห์สัณฐานวิทยาของเปลือก กายวิภาคของอวัยวะสืบพันธุ์ โดยยึดตามลักษณะที่แสดงไว้ในภาพที่ 4 และ 5 วิเคราะห์ลักษณะของแรดูลา (radula)

ตารางที่ 1.จำนวนสปีชีส์ของหอย *Amphidromus* ในแต่ละพื้นที่

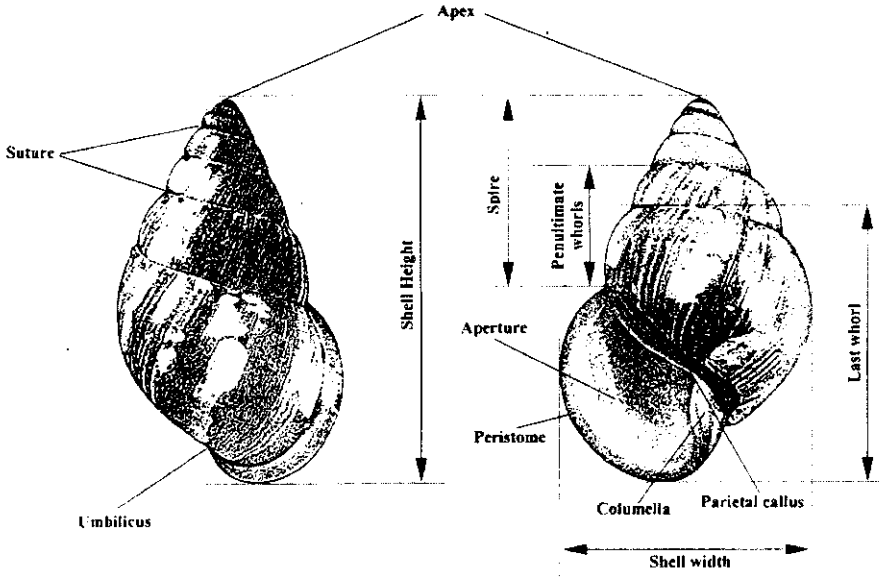
พื้นที่	จำนวนสปีชีส์
ปากีสถาน	1
อินเดีย	3
เมอร์กุย	3
พม่า	8
ไทย	21
ลาว	8
กัมพูชา	6
เวียดนาม	35
มาเลเซีย	7
สิงคโปร์	2
สุมาตรา	18
ชวา	27
บอร์เนียว (ทั้งเกาะ)	26
สุลาเวซี	19
บาลี	5
ติมอร์	15
ซุมบา	7
เทนิมเบอร์	3
ฟลอเรส	5
อาลอร์	2
โคโมโด	2
ฟิลิปปินส์ (ทุกเกาะ)	8
ออสเตรเลีย	1

หมายเหตุ: ข้อมูลจาก Laidlaw and Solem (1961)

2.4 วิเคราะห์การกระจายทางภูมิศาสตร์ โดยวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทางกายภาพที่สำคัญๆ เช่น ปริมาณน้ำฝนในอดีตจากเอกสารอ้างอิง (Inger, 1999) และข้อมูลปัจจุบันโดยเฉพาะของประเทศไทย (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2544)



ภาพที่ 3. พื้นที่เก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ (▲)



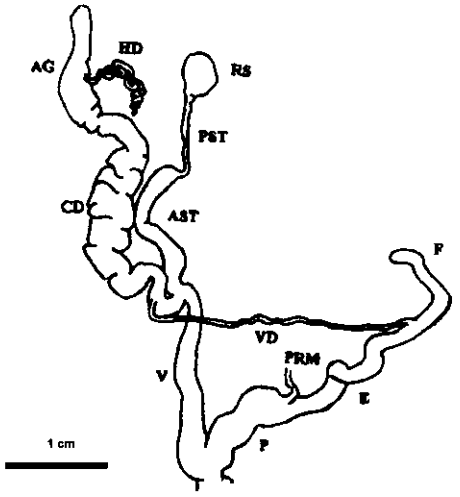
Shell of *Amphidromus schomburgki* (Left-handed : Sinistral)

ภาพที่ 4. ลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกโดยทั่วไป ใช้หอยลายตองชนิด *Amphidromus* (*Amphidromus*) *schomburgki* (Pfeiffer, 1860) เป็นแบบ

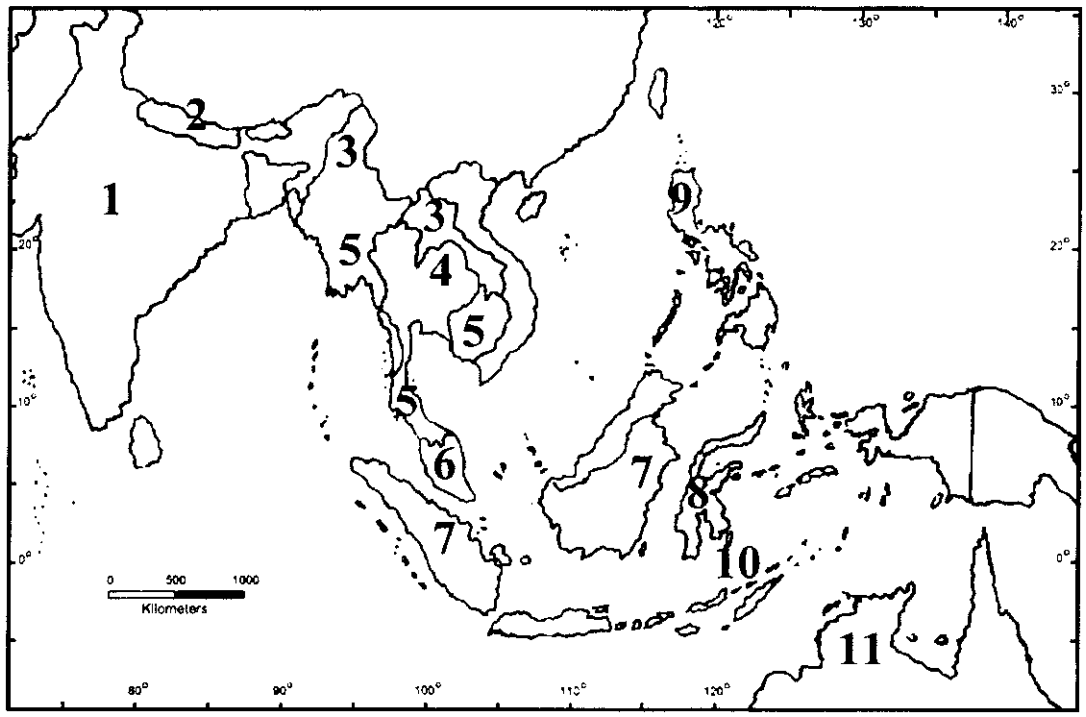
ผลการวิจัย

1. เขตการกระจายทางภูมิศาสตร์และปริมาณน้ำฝน

เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ (Southeast and Southern Asia) ซึ่งอยู่ในเขตทางชีวภูมิศาสตร์ที่เรียกว่า Oriental Region มีอาณาเขตครอบคลุมตั้งแต่บริเวณทางใต้ของเทือกเขาหิมาลัยและส่วนของอินเดีย ศรีลังกา ตอนใต้ของจีน ฟิลิปปินส์ พม่า ไทย อินโดจีน ซุนดาใหญ่และซุนดาน้อย (Greater and Lesser Sundas) และสุลาเวซี ตอนเหนือของออสเตรเลีย เมื่อดัดแปลงจากข้อมูลของ Inger (1999) เพื่อให้ครอบคลุมการกระจายของหอยนกขมิ้นที่พบถึงเมืองดาร์วิน ตอนเหนือของออสเตรเลียจะสามารถแบ่งอาณาเขตการกระจายทางภูมิศาสตร์ของหอยนกขมิ้น *Amphidromus* ได้ตามแผนที่ดังแสดงไว้ในภาพที่ 6 ประกอบด้วย 1. เขตที่สูงทางตอนเหนือ (Northern Montane Region) 2. เขตที่สูงทางตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeastern Montane Region) 3. เขตที่ราบตอนกลาง (Central Lowlands) 4. เขตที่ราบสูงไทย-ลาว (Thai-Lao Dry Plateau) 5. เขตทางใต้ของพม่าและคาบสมุทรมลายู (Tenasserim and Malay Peninsula) 6. เขตที่ราบตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asian Lowland) 7. เขตซุนดา (Sundaland) 8. สุลาเวซี (Sulawesi) 9. เขตหมู่เกาะฟิลิปปินส์ (Philippine Islands) 10. เขตซุนดาน้อย (Lesser Sundas) 11. เขตทางเหนือของออสเตรเลีย (Northern Australia)

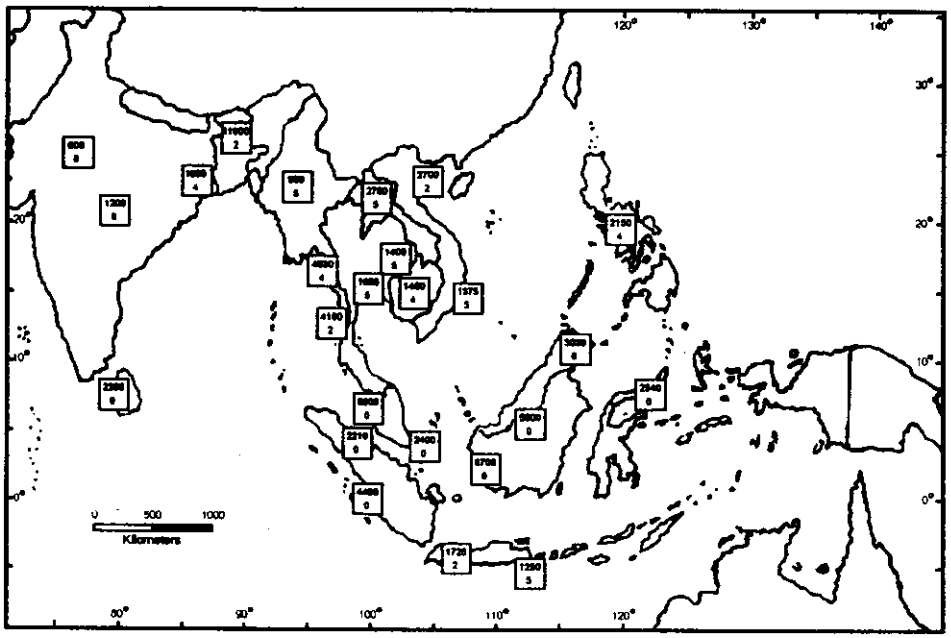


ภาพที่ 5. ลักษณะสัณฐานวิทยาของอวัยวะสืบพันธุ์ในหอยนกขมิ้น โดยทั่วไป (AG, Albumen gland; AST, anterior part of receptaculum seminis stalk; CD, common duct; E, epiphallus; F, flagellum; P, penis; PRM, penial retractor muscle; PST; posterior part of receptaculum seminis stalk; RS, receptaculum seminis; V, vagina; VD, vas deferens)



ภาพที่ 6. อาณาเขตการกระจายของหอยนกขมิ้น 11 เขต (1. เขตที่สูงทางตอนเหนือ; 2. เขตที่สูงทางตะวันออกเฉียงเหนือ; 3. เขตที่ราบตอนกลาง; 4. เขตที่ราบสูงไทย-ลาว; 5. เขตทางใต้ของพม่าและคาบสมุทรมลายู; 6. เขตที่ราบตะวันออกเฉียงใต้; 7. เขตซุนดา; 8. สุลาเวซี; 9. เขตหมู่เกาะฟิลิปปินส์; 10. เขตซุนดาน้อย; 11. เขตทางเหนือของออสเตรเลีย)

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนนั้นมีความผันแปรสูง ตั้งแต่ลักษณะของเขตที่มีลักษณะของฤดูกาล (seasonal) ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 10 เมตร ในแคว้นเชอราปุนจิของอินเดีย ไปจนถึงเขตที่ไม่มีลักษณะของฤดูกาล (aseasonal) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 600 มิลลิเมตร ที่เมืองดาร์วิน ตอนเหนือของออสเตรเลีย (ภาพที่ 7)

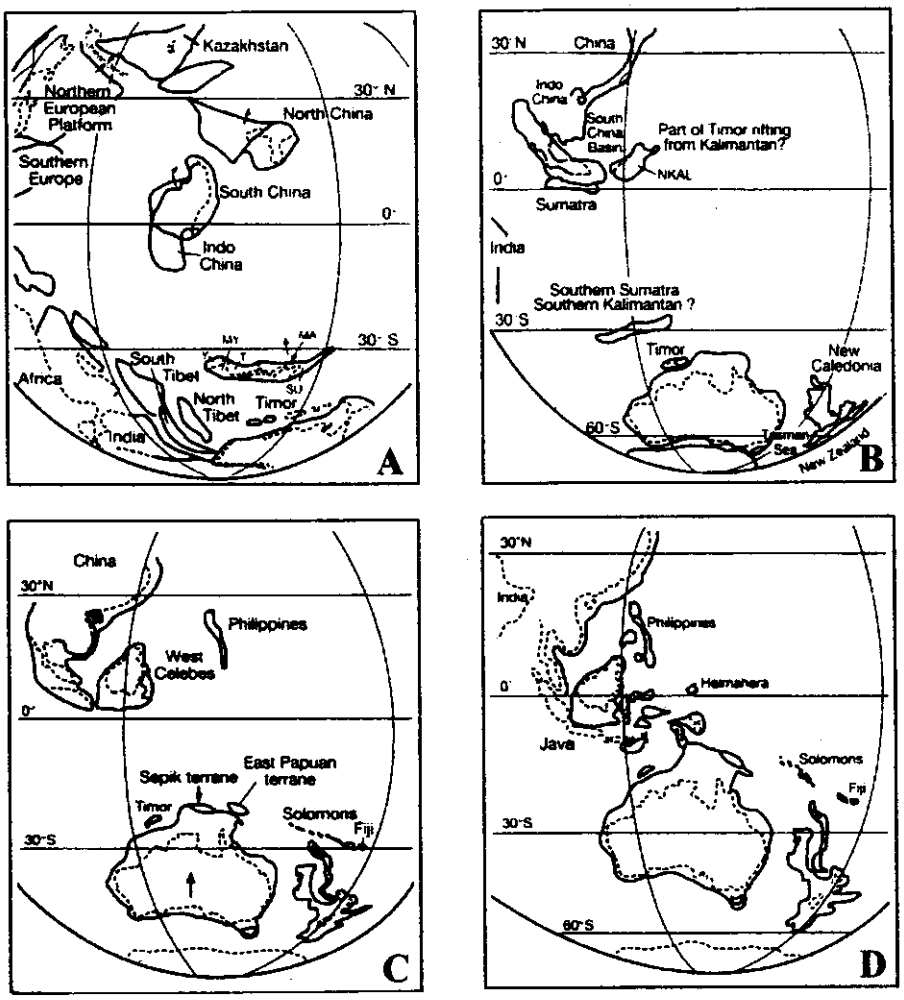


ภาพที่ 7. ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยใน 1 เดือน เป็นมิลลิเมตรในแต่ละพื้นที่ กรอบสี่เหลี่ยมตัวเลขบน คือ ปริมาณน้ำฝน ตัวเลขล่าง คือ จำนวนเดือนใน 1 ปี ที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 50 มิลลิเมตร (Inger, 1999; กรมอุตุนิยมวิทยา, 2544)

2. ลักษณะทางธรณีวิทยา

Voris (2000) และ Whitten et al. (2000) ได้วิเคราะห์ลักษณะทางธรณีวิทยาของอาณาเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และพื้นที่ใกล้เคียงที่มีความซับซ้อน (ภาพที่ 8) มีหลักฐานค่อนข้างชัดเจนว่าประเทศอินเดียที่เป็นชิ้นส่วนของทวีปกอนวานา (Gondwanaland) ต่อมามีการเคลื่อนมาชนกับยูเรเซีย (Eurasia) ในราวต้นยุคเทอร์เชียรี (Tertiary Period) หรือราวตอนกลางของระยะอิโอซีน (Middle Eocene) ดินแดนเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งได้แก่ พม่า ไทย อินโดจีน คาบสมุทรมลายู ดินแดนเกาะชวาและสุมาตราเกือบทั้งหมด ตะวันตกเฉียงใต้ของบอร์เนียว และบริเวณทางใต้ของจีนนั้นเคยเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นทวีปยูเรเซียน (Eurasian mass) อย่างน้อยในราวยุคเมโซโซอิค (Mesozoic) แต่ยังไม่ทราบอาณาเขตของขอบทางตอนใต้ชัดเจน ในระยะอิโอซีนนั้นคาบสมุทรมลายูตั้งอยู่ใกล้กับจีน ส่วนของเกาะพาลาวานและมินโดโร (Palawan-Mindoro portion) ของฟิลิปปินส์เป็นส่วนหนึ่งของแผ่นดินใหญ่ ในช่วงต้นยุคเทอร์เชียรีทั้งสองเกาะยังจมอยู่ในทะเล และตะวันตกของสุลาเวซีอาจเป็นส่วนหนึ่งของขอบทวีปในเวลานั้น

ดินแดนส่วนใหญ่ของฟิลิปปินส์รวมเป็นเสี้ยวหนึ่งของฮาลมาเฮอรา (Halmahera) ซึ่งเป็นบริเวณที่แสดงให้เห็นการยกตัวในช่วงแรกๆ ของชิ้นส่วนดินแดนกอนวานา (Gondwana fragment) ในราวๆ ยุคครีเตเชียส (Cretaceous period) ในช่วงต้นยุคเทอร์เชียรีนั้นส่วนเสี้ยวนี้อยู่ในแนวตะวันออกเฉียงใต้ของตำแหน่งปัจจุบัน



ภาพที่ 8. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิประเทศในอดีต โดยเฉพาะในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ วิเคราะห์โดย Voris (2000) และ Whitten et al. (2000) (A, B คือ สภาพเมื่อยุคจูแรสสิค เมื่อราว 160-140 ล้านปีที่ผ่านมา; B, C คือ สภาพเมื่อยุคพาลิโอซีน เมื่อราว 70 ล้านปีที่ผ่านมา)

บริเวณส่วนใหญ่มีการเคลื่อนตัวในช่วงยุคเทอร์เชียรี โดยเฉพาะในช่วงระยะระหว่างอิโอซีนถึงไมโอซีน บางส่วนเคลื่อนตัวตามเข็มนาฬิกา บางส่วนเคลื่อนตัวทวนเข็มนาฬิกา ในช่วงตอนกลางของระยะโอลิโกซีน (mid-Oligocene) บริเวณส่วนใหญ่ของซุนดา ได้แก่ คาบสมุทรมลายู สุมาตรา ชวา บอร์เนียว และบริเวณดินแดนที่เป็นหมู่เกาะในทะเลจีนใต้ได้โผล่พ้นทะเลขึ้นมา ในขณะที่ตะวันออกของบอร์เนียว ตะวันออกของชวา ซุนดาน้อย (Lesser Sundas) และฟิลิปปินส์ยังคงจมอยู่ใต้ทะเล คาบสมุทรมลายูเริ่มต้นเคลื่อนไปยังอินโดจีนจนถึงตำแหน่งปัจจุบัน

ตอนปลายระยะโอลิโกซีนตอนกลางของบอร์เนียวยกตัวขึ้น การเคลื่อนตัวขึ้นมาทางเหนือของแผ่นดินออสเตรเลียทำให้เกิดการเชื่อมต่อของแผ่นดินภายในฟิลิปปินส์ถึงฮาลมาเฮอรา และส่วนหนึ่งของสุลาเวซีในปัจจุบัน

ช่วงปลายระยะไมโอซีนถึงระยะต้นของไพลโอซีนพื้นที่ส่วนใหญ่ของเอเชียตอนใต้อยู่ในตำแหน่งปัจจุบันเกือบทั้งหมด พาลาวาน มินโดโร และดินแดนของฟิลิปปินส์ อยู่ในตำแหน่งปัจจุบัน ในขณะที่สุลาเวซีก็รวมเป็นแผ่นดินเกือบเช่นปัจจุบัน บริเวณหลายแห่งในทะเลจีนใต้ยังคงจมอยู่ในทะเลแม้ว่าจะมีการเชื่อมต่อกันของตะวันตกของบอร์เนียวกับคาบสมุทรมลายู

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ตามยุคธรณีต่างๆ ทำให้เกิดไหล่ซุนดา (Sunda Shelf) ได้แก่ บอร์เนียว ชวา สุมาตรา และคาบสมุทรมลายู และบริเวณทะเลจีนใต้ ซึ่งในที่สุดมีการรวมเป็นแผ่นดินใหญ่คือ ดินแดนซุนดา (Sundaland) และเป็นเกาะแก่งที่เกิดจากยุคน้ำแข็งไพลส์โตซีน (Pleistocene) ซึ่งในราวตอนกลางของไพลส์โตซีนนั้นมีการประมาณกันว่าระดับน้ำทะเลอาจลดต่ำลงถึง 160 เมตร เมื่อเทียบกับระดับในปัจจุบัน (Heaney, 1991; Voris, 2000) ซึ่งเป็นระดับพื้นท้องทะเลจีนใต้ มีหลักฐานการพบแม่น้ำไพลส์โตซีน (Pleistocene river) อยู่บนพื้นที่แห่งนี้ ซึ่งต่อมาน้ำทะเลขึ้นสูงได้ท่วมทับหลักฐานต่างๆ เหล่านี้ ในระยะนี้เองหมู่พาลาวาน (Palawan chain) ได้แก่ พาลาวาน บาลาบาค และคาลาเมน ได้เคลื่อนตัวมาเป็นส่วนหนึ่งของฟิลิปปินส์ ทั้งที่จริงแล้วในอดีตพาลาวานนั้นเป็นส่วนหนึ่งของซุนดา สังเกตจากช่องแคบที่แยกหมู่พาลาวานออกจากบอร์เนียวมีระดับความลึกของน้ำทะเลเพียง 140 เมตร ในขณะที่บริเวณอื่นๆ ของฟิลิปปินส์แยกจากบอร์เนียวโดยช่องแคบที่มีความลึกมากกว่า 280 เมตร ส่วนสุลาเวซีนั้นไม่ใช่ส่วนของดินแดนซุนดาในระยะไพลส์โตซีนหากแต่แยกมาจากบอร์เนียว

3. *การกระจายทางภูมิศาสตร์ของ Amphidromus*

แบบแผนการกระจายของหอยทากสวยงามสกุล *Amphidromus* มีหลายสปีชีส์ที่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย เช่น *Amphidromus perversus* ที่แพร่กระจายอยู่บนเกาะชวา บาหลี และสุมาตรา ปัจจุบันพบเป็นจำนวนมากบริเวณสวนผลไม้ต่างๆ เช่น ส้ม มะพร้าว เงาะ *A. atricallosus* แพร่กระจายอยู่ที่ประเทศไทย มาเลเซีย และสิงคโปร์ มักพบเป็นจำนวนมากบริเวณสวนผลไม้ต่างๆ เช่น ส้ม มะพร้าว เงาะ ทุเรียน ในสภาพป่าธรรมชาติจะพบเช่นกัน แต่มีปริมาณน้อยมาก ปัญหาของการทำลายป่าไม้ การไม่สมดุลของปริมาณผู้ล่า ตลอดจนการศึกษาที่ยังขาดรายละเอียดอีกมาก ข้อมูลในขณะนี้จึงเป็นเพียงการคาดคะเนเท่านั้น การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการเพิ่มเติมข้อมูลที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผลงานวิจัยโดย Panha et al. (2001) ได้สรุปการกระจายของหอยสกุล *Amphidromus* เป็นสามกลุ่มใหญ่ๆ โดยใช้ Huxley' s modifications of Wallace' s Line เป็นเส้นแบ่งเขตการกระจายของหอยทั้งสามกลุ่มได้ ข้อมูลต่อไปนี้เป็นการแสดงการกระจายตามพื้นที่ 11 เขต ที่ได้แบ่งไว้ในเบื้องต้นแล้ว (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. การกระจายของหอย *Amphidromus* ที่พบ ที่ค้นคว้าจากเอกสาร ตัวอย่าง และการวิจัยในปัจจุบัน

region / species	NM	NEM	CL	TLD	TMP	SEL	SL	SW	PH	LS	NA
A. adamsii	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. alticola	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. annae	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
A. areolatus	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. asper	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. atricallosus	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 2. (ต่อ)

region / species	NM	NEM	CL	TLD	TMP	SEL	SL	SW	PH	LS	NA
A. banksi	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. beccarii	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. begini	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. bulowi	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. cambojiensis	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. centrocelebensis	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
A. chloris	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
A. classiarius	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A. cochinchinensis	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. coeruleus	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
A. cognatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
A. collumellaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
A. comes	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. contrarius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
A. costifer	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. cruentatus	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
A. dautzenbergi	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. dohrni	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. enganoensis	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. entobaptus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
A. filozonatus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. flavus	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
A. floresianus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
A. fultoni	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
A. furcillatus	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
A. glaucolarynx	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. haematostomus	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. heerianus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. ilsa	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. inconstans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
A. ingens	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. inversus	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-
A. janus	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A. javanicus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. kruijti	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
A. laevus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
A. laosianus	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. latestriagatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
A. lindstedti	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
A. maculatus	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
A. maculiferus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
A. martensi	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

ตารางที่ 2. (ต่อ)

region / species	NM	NEM	CL	TLD	TMP	SEL	SL	SW	PH	LS	NA
A. masoni	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. metabletus	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. mirandus	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. moniliferus	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A. mouhoti	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
A. mundus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. palaceus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. pattinsonae	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A. perversus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
A. pictus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. placostylus	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. poecilochrous	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
A. porcellanus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. principalis	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. quadrasis	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
A. reflexilabris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
A. rhodostylus	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
A. roseolabiatus	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. schomburgki	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. semifrenatus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. semitessellatus	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. similis	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. sinensis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. sinitralis	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
A. smithii	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. sumatranus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. syltheticus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A. tanyai	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
A. ventrosulus	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
A. waterstraati	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
A. webbi	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. winteri	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
A. xiengensis	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
A. zebrinus	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Total species	**3**	**1**	**2**	**18**	**8**	**17**	**24**	**6**	**8**	**9**	**1**

หมายเหตุ: NM = เขตที่ราบสูงตอนเหนือ; NEM = เขตที่สูงตะวันออกเฉียงเหนือ; CL = เขตที่ราบตอนกลาง; TLD = เขตที่ราบสูงไทย-ลาว; TMP = เขตทางใต้ของพม่าและคาบสมุทรมลายู; SEL = เขตที่ราบตะวันออกเฉียงใต้; SL = เขตซุนดา; SW = เขตสุลาเวซี; PH = เขตหมู่เกาะฟิลิปปินส์; LS = เขตซุนดาน้อย; NA = เขตทางเหนือของออสเตรเลีย

3.1 เขตที่สูงตอนเหนือ (Northern Montane Region, NM) พบชนิดจำเพาะถิ่น (endemic species) ในเขตตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย ปากีสถาน และตะวันตกของพม่า อาจมีกระจายลงทางหมู่เกาะในแถบทะเลอันดามันในเขตประเทศพม่า พบหอยเพียง 3 สปีชีส์ ได้แก่

A. masoni (Godwin-Austen, 1876) พบทางแถบตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย โดยเฉพาะที่แคว้นอัสสัม หอยชนิดนี้มีลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกคล้ายกับ *A. schomburgki* สปีชีส์ที่พบเฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น บางครั้งเรียกกลุ่มสปีชีส์นี้ว่า "*schomburgki* complex"

A. sinensis (Benson, 1851) พบที่อัสสัม จิตตะกอง ปากีสถาน เปกูและชเวยีน พม่า สปีชีส์นี้พบความหลากหลายของลักษณะทางรูปแบบสีของเปลือก (color pattern) ทำให้สับสนในการจัดจำแนก เนื่องจากการเก็บตัวอย่างในพื้นที่มีน้อยมาก ชนิดย่อย "*indistinctus* Pilsbry, 1900" พบที่ลาว มีความใกล้เคียงกับ *A. sinensis* มาก

A. syltheticus (Reeve, 1849) พบที่แคว้นอัสสัมเช่นกัน และมีสกุลย่อย *lepidus* Gould, 1856 ที่พบที่เกาะเมอร์กุยของพม่ามีความใกล้เคียงกันมาก

3.2 เขตที่สูงทางตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeastern Montane Region, NEM) พบหอยเพียงสปีชีส์เดียวที่กระจายทางตอนเหนือของเวียดนามและชายแดนติดกับจีน ได้แก่ *A. dautzenbergi* Fulton, 1896 ซึ่ง Laidlaw and Solem (1961) มีแนวคิดว่าสปีชีส์นี้อาจผันแปรมาจาก *A. schomburgki* ที่พบเฉพาะที่ประเทศไทยเช่นเดียวกับ *A. masoni*

3.3 เขตที่ราบตอนกลาง (Central Lowlands, CL) พบสปีชีส์เด่นจำเพาะถิ่นอยู่สองสปีชีส์ ได้แก่

หอยนกขมิ้นที่เด่นมากของไทย *A. atricallosus* (Gould, 1843) มีศูนย์กลางที่ภาคตะวันออกแล้วกระจายเรื่อยลงไปทางใต้ มาเลเซีย และสิงคโปร์ พร้อมกับลักษณะความผันแปรของลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือก (Panha et al., 2001) หอยนกขมิ้นในทางอนุกรมวิธานมีการจัดจำแนกสปีชีส์ย่อยต่างๆ มากมาย ตามความแตกต่างของลักษณะเปลือก หรือแม้แต่มีการจำแนกเป็นสปีชีส์ที่แตกต่างไป เช่น *A. leucoxanthus* (von Martens, 1864) พบในไทย *A. perakensis* Fulton, 1901 พบที่มาเลเซีย และสิงคโปร์

หอยซอกโกแลต *A. inversus* (Muller, 1774) พบกระจายอยู่ที่เวียดนาม กัมพูชา ไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ สุมาตรา ชวา และบอร์เนียว หอยสปีชีส์นี้พบการกระจายกว้างขวางมาก น่าจะเป็นกลุ่มสปีชีส์ที่มีกำเนิดมาเก่าแก่กว่าสปีชีส์อื่นๆ มาก ในทางอนุกรมวิธานจนถึงขณะนี้มีการจัดจำแนกในลักษณะของสปีชีส์ย่อยมากมาย เช่น "*inversus* (Muller, 1774)" พบที่ มาเลเซีย สุมาตรา และชวา "*andamensis* (Pfeiffer, 1871)" พบที่บอร์เนียวและหมู่เกาะใกล้เคียง "*annamiticus* (Crosse and Fischer, 1863)" พบที่ตอนกลางเวียดนาม กัมพูชา และไทย "*koperbergi* (Laidlaw and Solem, 1961)" พบที่เมนาโด และสุลาเวซี

3.4 เขตที่ราบสูงไทย-ลาว (Thai-Lao Dry Plateau, TLD) เป็นบริเวณแผ่นดินใหญ่ ที่พบจำนวนสปีชีส์ของหอยมากที่สุดถึง 18 สปีชีส์ เป็นสปีชีส์ที่พบเช่นเดียวกับเขตอื่นๆ มีขนาดเล็ก เช่น *A. atricallosus, A. inversus, A. cruentatus, A. fultoni, A. mouhoti, A. xiengensis* และ *A. flavus* สปีชีส์ที่พบจำเพาะเขตนี้ ได้แก่

A. areolatus (Pfeiffer, 1861) เป็นสปีชีส์ที่พบเฉพาะประเทศไทยเท่านั้น โดยเฉพาะทางตอนเหนือ

A. glaucolarynx (Dohrn, 1861) เป็นสปีชีส์ที่พบเฉพาะทางตะวันตกของประเทศไทยเท่านั้น ตั้งแต่ตาก กาญจนบุรี จนถึงระนอง และมีการกระจายในดินแดนของพม่าที่อยู่ใกล้ชิดไทยด้วย Abbott (1989) รายงานว่าหอยชนิดนี้สูญพันธุ์ไปแล้ว ปัจจุบันคณะผู้วิจัยยังคงพบหลายบริเวณของกาญจนบุรีและตาก นอกจากนั้นยังพบที่ชัยภูมิ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งเป็นรายงานการพบครั้งแรกในบริเวณดังกล่าว

A. principalis Panha et al., 2001 เป็นสปีชีส์ใหม่ที่พบบนเกาะบริเวณอ่าวไทยเท่านั้น และมีลักษณะจำเพาะสูงมาก

A. roseolabiatus Fulton, 1896 พบเฉพาะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย แต่ยังคงมีความสับสนในเชิงอนุกรมวิธานอยู่

A. schomburgki (Pfeiffer, 1860) เป็นสปีชีส์ที่มีความจำเพาะสูงมาก (highly endemic species) พบเฉพาะบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออก และบนเกาะในอ่าวไทย ซึ่งเป็นรายงานการพบเป็นครั้งแรก (new record)

A. semitessellatus Morlet, 1884 พบที่กัมพูชา และภาคตะวันออกของไทย

A. tanyai Panha, 1996 พบเฉพาะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

A. zebrinus (Pfeiffer, 1861) พบเฉพาะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยเท่านั้น

3.5 เขตทางใต้ของพม่าและคาบสมุทรมลายู (Tenasserim and Malay Peninsula, TMP) พบสปีชีส์ที่เหมือนกับเขตอื่นๆ เช่น *A. atricallosus, A. inversus* และ *A. flavus* มีเพียง 5 สปีชีส์ที่เป็นจำเพาะของเขตนี้ ได้แก่

A. classiarius Panha et al., 2001 เป็นสปีชีส์ที่พบใหม่ล่าสุดบนเกาะในทะเลอันดามัน ลักษณะคล้ายคลึงกับ *A. atricallosus* บนแผ่นดินใหญ่มาก พบเฉพาะในเขตประเทศไทยเท่านั้น

A. furcillatus (Mousson, 1849) พบที่เกาะชวา บาหลี หมู่เกาะอันดามัน และนิโคบาร์

A. janus (Pfeiffer, 1854) พบเฉพาะที่หมู่เกาะเมอร์กุย

A. moniliferus (Gould, 1846) พบที่ทะวาย มะตะบัน พม่า และเกาะสมุย

A. pattinsonae Iredale, 1943 พบเฉพาะที่มันตะเล พม่า

3.6 เขตที่ราบตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asian Lowland, SEL) พบจำนวนสปีชีส์มากถึง 17 สปีชีส์ และเป็นสปีชีส์จำเพาะถิ่น มีบางสปีชีส์ที่พบร่วมกับเขตอื่นๆ เช่น *A. inversus, A. cruentatus* และ *A. fultoni* มีหลายสปีชีส์ที่จำเพาะในเขตนี้ ได้แก่

A. asper Haas, 1934 พบที่ตอนกลางของเวียดนาม

A. cochinchinensis (Pfeiffer, 1856) พบที่ทางตอนใต้ของเวียดนาม

A. comes (Pfeiffer, 1861) พบที่ตอนกลางและใต้ของเวียดนาม กัมพูชา และไทย

A. costifer Smith, 1893 พบที่ตอนกลางของเวียดนาม

A. dohrni (Pfeiffer, 1863) พบที่ตอนใต้ของเวียดนาม และไทย

A. haematostomus von Moellendorff, 1898 พบที่ตอนกลางของเวียดนาม

A. ingens von Moellendorff, 1900 พบที่ตอนใต้ของเวียดนาม

A. metabletus von Moellendorff, 1900 พบที่ตอนใต้ของเวียดนาม

A. mirandus Bavay & Dautzenberg, 1912 พบที่ตอนเหนือของเวียดนาม

A. placostylus von Moellendorff, 1900 พบที่ตอนเหนือของเวียดนาม

A. rhodostylus von Moellendorff, 1901 พบที่กัมพูชา และตอนเหนือของเวียดนาม

A. ventrosulus von Moellendorff, 1900 พบที่ตอนเหนือของเวียดนาม

3.7 เขตซุนดา (Sundaland, SL) เป็นบริเวณหมู่เกาะที่พบจำนวนสปีชีส์มากที่สุด พบถึง 20 สปีชีส์ โดยเฉพาะหอยขนาดเล็กในสกุลย่อย "*Syndromus*" ไม่มีสปีชีส์ที่ซ้ำกับบนแผ่นดินใหญ่ยกเว้น *A. inversus*

A. adamsi (Reeve, 1848) พบที่บอร์เนียว

A. alticola Fulton, 1896 พบที่ตะวันตกของเกาะชวา

A. banksi Butot, 1954 พบที่ตะวันตกของเกาะชวา

A. beccarii Tapparone-Canefri, 1883 พบที่สุลาเวซี

A. bulowi Fruhstorfer, 1905 พบที่เกาะสุมาตรา

A. enganoensis Fulton, 1896 พบที่เกาะสุมาตรา

A. filozonatus von Martens, 1867 พบทางตะวันออก และตอนกลางของเกาะชวา

A. furcilliatus (Mousson, 1849) พบที่เกาะชวา บาหลี และเกาะอันดามัน

A. heerianus (Pfeiffer, 1871) พบที่เกาะชวา

A. ilsa B. Rensch, 1934 พบที่เกาะสุมาตรา

A. javanicus (Sowerby, 1841) พบที่ทางตะวันตกของเกาะชวา

A. martensi Boettger, 1894 พบที่เทือกเขาคินาบารู ซาบาห์ บอร์เนียว และซาราวัก

A. mundus Pfeiffer, 1853 พบที่สิงคโปร์ และฟิลิปปินส์

A. palaceus (Mousson, 1848) พบที่เกาะสุมาตรา และชวา

A. perversus (Linnaeus, 1758) พบที่เกาะสุมาตรา ชวา บอร์เนียว บาหลี และสุลาเวซี

A. pictus Fulton, 1896 พบที่บอร์เนียว

A. porcellanus (Mousson, 1848) พบที่เกาะชวา และสุมาตรา

A. semifrenatus von Martens, 1900 พบที่เกาะสุมาตรา

A. similis Pilsbry, 1900 พบที่บอร์เนียว

A. smithii Fulton, 1896 พบที่ตอนกลางของเวียดนาม

A. sumatranus von Martens, 1864 พบที่เกาะสุมาตรา

A. webbi Fulton, 1907 พบที่เกาะสุมาตรา

A. winteri (Pfeiffer, 1849) พบที่เกาะชวา

3.8 สุลาเวซี (Sulawesi, SW) เป็นเกาะที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่จำเพาะ พบหอยสปีชีส์จำเพาะ 6 สปีชีส์ เป็นสปีชีส์ที่พบบนเกาะสุลาเวซีเท่านั้น ยกเว้น *A. inversus* ที่คล้ายกับหลายเขตแต่มีความจำเพาะของสุลาเวซี สปีชีส์อื่นๆ ได้แก่ *A. annae, A. coeruleus, A. kruijti, A. maculatus* และ *A. sinistralis*

3.9 หมู่เกาะฟิลิปปินส์ (Philippine Islands, PH) เป็นหมู่เกาะที่มีความจำเพาะทั้งทางภูมิศาสตร์ และประวัติทางธรณีวิทยา หอย *Amphidromus* ที่พบเป็นกลุ่มที่มีความจำเพาะสูง (highly endemic) ในแต่ละสปีชีส์มีความผันแปรของลักษณะทางสัณฐานวิทยามาก ปัจจุบันพบหอยทั้งสิ้น 8 สปีชีส์ พบจำเพาะที่ฟิลิปปินส์เท่านั้น ยกเว้น *A. ventrosulus* สปีชีส์อื่นๆ ได้แก่ *A. centocelebensis, A. chloris, A. entobaptus, A. lindstedti, A. maculiferus, A. quadrasi* และ *A. waterstraati*

3.10 เขตซุนดาน้อย (Lesser Sundas, LS) เป็นบริเวณหมู่เกาะหลายๆ เกาะที่แยกออกไปจากบริเวณอื่น มีหอยสกุลย่อย "*Syndromus*" เด่นเช่นเดียวกับเขตซุนดา พบ 8 สปีชีส์ มีเพียงชนิด *A. perversus* เท่านั้นที่เหมือนกับเขตซุนดา ที่เหลือเป็นของเขตซุนดาเล็กทั้งหมด ได้แก่ *A. collumellaris, A. contrarius, A. floresianus, A. inconstans, A. laevus, A. latestriagatus, A. poecilochrous* และ *A. reflexilabris*

3.11.เขตทางเหนือของออสเตรเลีย (Northern Australia, NA) เป็นบริเวณที่มีรายงานพบหอยเพียงสปีชีส์เดียว คือ *A. cognatus* ที่เมืองดาร์วิน

4. การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือก

จากการศึกษาได้วัดความสูงของเปลือก (shell height, SH) และความกว้างของเปลือก (shell width, SW) จากตัวอย่างที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาหลายแห่ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และค่าสัดส่วนของ SH/SW ของหอยในแต่ละประชากร (ตารางที่ 3)

จากการรวบรวมข้อมูลในอดีตของค่า SH และ SW แล้วคำนวณหาค่า SH/SW ratio ในหอยสกุล *Amphidromus* จำนวน 16 ชนิด ดังในตารางที่ 3 พบว่าทั้ง 3 ค่าสามารถแบ่งหอยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก มี SH $\geq$ 35 mm. SW $\geq$ 20 mm. และมีค่า SH/SW ratio $\leq$ 1.85 และกลุ่มสอง มี SH < 35 mm. SW < 20 mm. และมีค่า SH/SW ratio > 1.85 โดยกลุ่มแรกมีทั้งหมด 6 ชนิด คือ *Amphidromus atricallosus, A. inversus, A. djajasasmita, A. schomburgki, A.* sp. และ *A. classiarius* และทั้งหมดจัดอยู่ในสกุลย่อย *Amphidromus* และกลุ่มที่สองมี 6 ชนิดเช่นกันและจัดอยู่ในสกุลย่อย *Syndromus* คือ *Amphidromus areolatus, A. semotessellatus, A. xiengensis, A. tanyai, A. versicolor* และ *A. quadrasi* ส่วนอีก 4 ชนิด คือ *A. entobaptus, A. glaucolarynx, A. principalis* และ

A. maculiferus ยังไม่สามารถแบ่งแยกได้อย่างชัดเจนโดยใช้ค่า SH และ SH/SW ratio แต่เมื่อพิจารณาจากค่า SW พบว่า *A. glaucolarynx*, *A. principalis* จัดอยู่ในกลุ่มของ *Syndromus* ได้ และ *A. maculiferus*, *A. entobaptus* จัดอยู่ในกลุ่มของ *Amphidromus*

ตารางที่ 3. ค่าเฉลี่ย SH, SW และ SH/SW ratio ของเปลือกหอย *Amphidromus* บางชนิด

ชนิด	จำนวนเปลือก	MEAN ± SD.			เอกสารอ้างอิง
		SH (mm.)	SW (mm.)	SH/SW ratio	
A. (A.) maculiferous cotabatensis	11	59.46 ± 3.21	31.69 ± 1.57	1.88 ± 0.074	Bartsch, 1917
A. (A.) maculiferous buluanensis	21	61.67 ± 2.83	31.90 ± 1.40	1.93 ± 0.061	
A. (A.) maculiferous boholensis	12	57.02 ± 2.90	28.53 ± 1.26	2.00 ± 0.063	
A. (A.) entobaptus entobaptus	25	50.24 ± 2.29	28.48 ±1.42	1.77 ± 0.056	
A. (A.) entobaptus linapacensis	25	43.81 ± 2.96	23.82 ± 1.21	1.84 ± 0.854	
A. (A.) entobaptus culionensis	21	43.38 ± 3.46	24.38 ± 1.28	1.74 ± 0.080	
A. (A.) entobaptus busuangensis	16	42.68 ± 2.57	24.28 ± 1.28	1.76 ± 0.100	
A. (S.) quadrasi quadrasi	25	34.51 ± 4.68	17.45 ± 2.13	1.98 ± 0.129	
A. (S.) quadrasi quadrasi	25	30.45 ± 3.25	16.12 ± 1.14	1.89 ± 0.125	
A. (S.) quadrasi quadrasi	10	37.04 ± 3.21	18.27 ± 0.56	2.02 ± 0.130	
A. (S.) quadrasi versicolor	10	38.05 ± 4.36	19.22 ± 1.87	1.98 ± 0.119	
A. (S.) quadrasi solidus	18	39.37 ± 4.40	19.57 ± 1.69	2.01 ± 0.110	
A. (S.) quadrasi Quibus	9	35.01 ± 3.55	15.30 ± 0.10	1.92 ± 0.090	
A. (S.) versicolor secamensis	25	34.82 ± 4.87	18.76 ± 1.88	1.85 ± 0.102	Bartsch, 1919
A. (S.) versicolor canabunganensis	25	38.77 ± 3.61	18.56 ± 1.27	2.09 ± 0.182	
A. (A.) maculiferous MCZ 138090	32	56.4 ± 2.81	30.4 ± 1.16	1.85 ± 0.071	Laidlaw and Solem, 1961
A. (A.) maculiferous MCZ 48012	14	65.5 ± 2.52	33.2 ± 1.05	1.97 ± 0.083	
A. (A.) maculiferous Saub, Cotabato	32	55.5 ± 2.19	26.9 ± 1.07	2.07 ± 0.084	
A. (S.) xiengensis	21	34.8 ± 2.26	17.4 ± 0.82	2.00 ± 0.089	Solem, 1965
A. (S.) semitessellatus	9	36.0 ± 1.71	17.5 ± 0.57	2.06 ± 0.90	
A. (A.) inversus Koh Samet	13	44.1 ± 2.92	24.4 ± 1.26	1.81 ± 0.131	
A. (A.) inversus Koh Samet	11	42.2 ± 4.41	23.6 ± 0.95	1.79 ± 0.138	
A. (A.) inversus Bandon	22	46.0 ± 2.56	26.3 ± 0.94	1.75 ± 0.52	
A. schomburgki Pak Chong	10	49.0 ± 3.3	26.7 ± 1.48	1.84 ± 0.53	

ตารางที่ 3. (ต่อ)

ชนิด	จำนวนเปลือก	MEAN ± SD.			เอกสารอ้างอิง
		SH (mm.)	SW (mm.)	SH/SW ratio	
A. schomburgki Lam Thong Lang	21	49.3 ± 3.38	27.0 ± 1.62	1.82 ± 0.89	Solem, 1965
A. (A.) atricallosus Thalo Bandon	20	44.2 ± 2.59	24.4 ± 1.01	1.81 ± 0.076	
A. (A.) atricallosus Kao Sabap	20	48.3 ± 2.47	216.9 ± 1.11	1.7 ± 0.082	
A. (A.) atricallosus Krat	10	47.1 ± 1.44	26.7 ± 0.58	1.76 ± 0.63	
A. (A.) atricallosus Nong Yang	15	42.7 ± 3.10	24.8 ± 1.37	1.72 ± 0.067	
A. (A.) atricallosus Sriracha	11	41.5 ± 1.90	24.8 ± 1.59	1.68 ± 0.055	
A. (A.) atricallosus Nongkhor (367510)	10	40.6 ± 2.36	23.3 ± 1.24	1.75 ± 0.084	
A. (A.) atricallosus Nongkhor (363616 & 405861)	45	39.6 ± 1.97	23.6 ± 1.24	1.70 ± 0.057	
A. (A.) djajasasmitai	21	35.73 ± 2.22	20.38 ± 1.31	1.85 ± 0.071	Dharma, 1993
A. (S.) xiengensis	10	27.7 ± 0.60	11.4 ± 0.10	2.43	Panha, 1997
A. (S.) areolatus	9	28.3 ± 3.0	12.4 ± 0.80	2.28	
A. (S.) tanyai	4	21.6 ± 0.50	11.1 ± 0.30	1.95	
A. (S.) glaucolarynx	8	23.2 ± 0.80	11.6 ± 0.40	2.00	
A. (A.) inversus Koh Mamvichai	187	44.47 ± 2.34	24.65 ± 1.90	1.87 ± 0.950	การศึกษาในปี ค.ศ. 2001
A. (A.) inversus Koh Karm	91	39.62 ± 2.82	22.15 ± 1.11	1.79 ± 0.096	
A. (A.) inversus Koh Pai	85	46.23 ± 2.75	24.49 ± 1.30	1.89 ± 0.077	
A. (A.) inversus Koh Rin	109	43.47 ± 2.46	24.03 ± 0.78	1.82 ± 0.77	
A. (A.) inversus Koh Jarn	71	41.85 ± 2.94	22.88 ± 1.27	1.83 ± 0.081	การศึกษาในปี ค.ศ. 2001
A. (A.) inversus Koh Jueng	80	41.68 ± 3.68	22.89 ± 1.31	1.82 ± 0.097	
A. (S.) glaucolarynx	34	21.88 ± 1.91	13.08 ± 0.84	1.67 ± 0.108	
A. sp. (Patam, Ubon.)	22	35.45 ± 4.15	20.68 ± 0.87	1.71 ± 0.188	
A. (A.) atricallosus Kho Kiew	246	42.75 ± 2.43	25.55 ± 1.18	1.67 ± 0.064	
A. (A.) atricallosus Plieu, N.P.	242	45.43 ± 3.03	25.68 ± 1.24	1.77 ± 0.094	

ตารางที่ 3. (ต่อ)

ชนิด	จำนวนเปลือก	MEAN ± SD.			เอกสารอ้างอิง
		SH (mm.)	SW (mm.)	SH/SW ratio	
A. (A.) atricallosus Klong Sang	29	42.22 ± 3.03	24.41 ± 1.12	1.73 ± 0.75	การศึกษาในปี ค.ศ. 2001
A. (A.) classiarius	16	37.77 ± 1.85	20.98 ± 0.72	1.80 ± 0.062	
A. (A.) schomburgki Kho Klew	107	44.22 ± 3.47	25.64 ± 1.98	1.73 ±0.086	
A. (A.) schomburgki Koh Kud, Trad	28	41.74 ± 3.41	23.06 ± 1.31	1.81 ± 0.086	
A. (S.) areolatus	14	24.62 ± 1.50	13.29 ± 0.62	1.85 ± 0.071	
A. (S.) principalis	20	26. 87 ± 1.68	15.00 ± 0.84	1.79 ± 0.091	
A. (S.) semitessellatus	28	25.80 ± 1.54	13.17 ± 0.63	1.96 ± 0.080	

Amphidromus จัดว่าเป็นหอยที่มีรูปแบบการขดวนของเปลือก (shell coiling) แบบเวียนซ้ายและขวา (left handed coiling, sinistral: right handed coiling, dextral) ภายในชนิดเดียวกันและในประชากรเดียวกัน โดยในแต่ละประชากรอาจมีการขดวนที่แตกต่างกันได้ เช่น *A. schomburgki* พบที่เขาเขียว จังหวัดชลบุรี มีทั้งเวียนซ้ายและขวา แต่พบเวียนขวาทั้งหมดในประชากรบนเกาะกูด จังหวัดตราด (ตารางที่ 4)

การศึกษาใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาต่างๆ ที่สามารถวัดได้ แล้วคัดเลือกลักษณะที่เหมาะสม (characters) จำนวนทั้งสิ้น 20 characters (ตารางที่ 5) จากนั้นนำค่าเหล่านี้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ HENNIG86

ข้อมูลต่างๆ ที่นำมาใช้ในการกำหนด character และ character state ส่วนใหญ่ได้จากการรวบรวมจากการศึกษาของ Pilsbry (1900); Collinge (1902); Bartsch (1917, 1919); Laidlaw and Solem (1961); Solem (1965); Bishop (1977); Solem (1983); Dharma (1993); Panha (1997) และจากการศึกษาเพิ่มเติมในบางส่วน

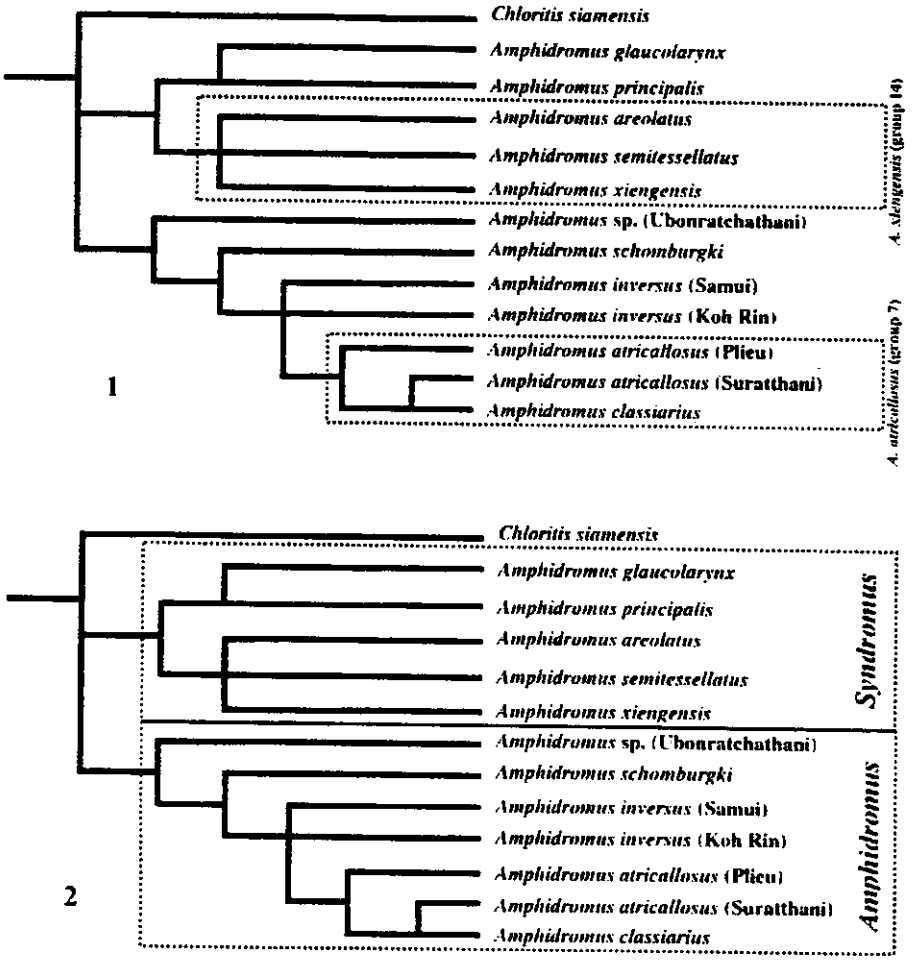
ตารางที่ 4. จำนวนการเวียนซ้ายและขวาของเปลือกหอยทากบกสกุล *Amphidromus* ในแต่ละพื้นที่

ชนิด	พื้นที่	จำนวนเปลือก	ชนิดของการเวียนของเปลือก			
			Sinistral (ซ้าย)	(%)	Dextral (ขวา)	(%)
Amphidromus atricallosus	จันทบุรี	69	20	28.99	49	71.01
Amphidromus atricallosus	จันทบุรี	26	18	69.23	8	30.77
Amphidromus atricallosus	จันทบุรี	736	247	33.84	483	66.16
Amphidromus atricallosus	ฉะเชิงเทรา	112	47	41.96	65	58.04
Amphidromus atricallosus	ชลบุรี	287	109	37.98	178	62.02
Amphidromus atricallosus	สุราษฎร์ธานี	258	166	64.34	92	33.66
Amphidromus atricallosus	สุราษฎร์ธานี	65	7	10.77	58	89.23
Amphidromus atricallosus	พังงา	70	70	100	-	0
Amphidromus atricallosus	สิงคโปร์	13	-	0	13	100
Amphidromus atricallosus	ชุมพร	38	11	28.95	27	71.05
Amphidromus schomburgki	ตราด	37	-	0	37	100
Amphidromus schomburgki	ชลบุรี	154	64	41.56	90	58.44
Amphidromus glaucolarynx	กาญจนบุรี	49	25	51.02	24	48.98

ตารางที่ 5. Character และ Character state ที่ใช้ในการศึกษา Cladistic Analysis

Characters	States
1. Shell outline: shell shape	0 = depressa 1 = elongate conic or ovate conic
2. Shell outline: shell height	0 = less than shell width 1 = < 35 mm. 2 = ≥ 35 mm.
3. Shell outline: SH/SW	0 = < 1 (depressa) 1 = ≥ 1 ≤ 1.85 (ovate conic) 2 = ≥ 1.85 (elongate conic)
4. Apertural shape	0 = subcircular 1 = oblique or ovate
5. Umbilical opening	0 = rimate 1 = umbilicate or nearly sealed
6. Protochonch color	0 = colorless or white 1 = brown or black
7. Peristome color	0 = white 1 = purplish or brown
8. Periostracal lamination	0 = coated periostracum 1 = uncoated periostracum
9. Parietal callus	0 = absent 1 = present
10. Parietal callus color	? = not applicable because parietal callus absent (see character 9) 0 = white 1 = deep purplish 2 = brown or black
11. Shell color: form	0 = monochrome 1 = variegate
12. Spiral band at columella	0 = absent 1 = present
13. Varix	0 = absent 1 = present
14. Lip developed	0 = simple expanded 1 = reflected and thickened
15. Shell structure	0 = fragile 1 = heavy and solid
16. Length of flagellum	0 = short 1 = long
17. Radula: central teeth shape	0 = triangular shape 1 = spatulate shape
18. Radula: first lateral teeth shape	0 = unicuspid triangular shape 1 = bicuspid spatulate shape 2 = tricuspid spatulate shape
19. Coiling direction	0 = dextral 1 = sinistral 2 = dextral and sinistral
20. Shell color: pattern	? = not applicable because monochrome color (see character 11) 0 = with radial streak 1 = with spiral band and/or blotch

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ *Chloritis siamensis* เป็น outgroup เนื่องจากมีข้อมูลทางอนุกรมวิธานที่ทำให้เชื่อว่าเป็นสปีชีส์ที่มีความใกล้ชิดกับ *Amphidromus* และมีการจัดหมวดหมู่อยู่ในวงศ์ย่อย (sub-family) เดียวกัน และสายสัมพันธ์วิวัฒนาการในเบื้องต้นของ *Amphidromus* แสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9. strict consensus tree จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HENNIG86 (1. *Amphidromus xiengensis* group และ *A. atricallosus* group; 2. กลุ่มสกุลย่อย *Amphidromus* และ *Syndromus)*

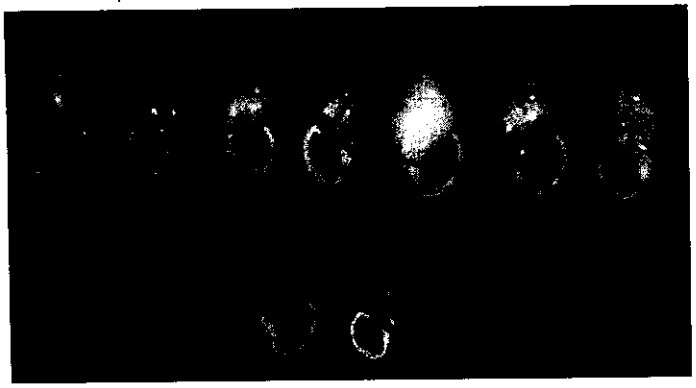
บทสรุป

ผลการวิจัยพบว่าเขตที่ราบสูงไทย-ลาว (TLD) และเขตซุนดา (SL, LS) เป็นบริเวณที่มีจำนวนสปีชีส์ของหอยต้นไม้ *Amphidromus* สูงสุด เป็นสกุลย่อย *Amphidromus* และ *Syndromus* ตามลำดับ และมีการกระจายอย่างกว้างขวางในหลายสปีชีส์โดยเฉพาะสองสปีชีส์ของสกุลย่อย *Amphidromus* คือ หอยนกขมิ้น *A. atricallosus* และหอยชอกโกแลต *A. inversus* หอยในหมู่เกาะฟิลิปปินส์จัดเป็นกลุ่มจำเพาะไม่อยู่ในทั้งสองสกุลย่อยดังเช่นการสรุปของ Panha et al. (2001) จากตารางที่ 2 จะเห็นว่านอกจากสองสปีชีส์ที่กล่าวในข้างต้นแล้วนั้น หอยจำนวนที่เหลือเกือบ 80 สปีชีส์ ล้วนเป็นสปีชีส์จำเพาะของแต่ละเขตทั้ง 11 เขต ทำให้เห็นว่าหอยต้นไม้ *Amphidromus* มีความจำเพาะต่อลักษณะทางภูมิศาสตร์มาก ไม่ว่าจะพิจารณาจากทำเลที่ตั้งหรือสภาพภูมิอากาศ Laidlaw and Solem (1961) ได้จำแนกเขตการกระจายออกเป็น 4 เขตใหญ่ๆ คือ อินโดจีน (Indo-chinese or Continental subregion of Wallace) มาเลเซียหรือเขตซุนดา (Malaysia or Sundaland) รวมทั้งทางใต้ของคอคอดกระ (Isthmus of Kra) บอร์เนียว และเกาะชวา วาลลาเซียหรือระหว่างเส้นวีเบอร์และเส้นวาลเลซ (Wallacea or the area between Weber' s and Wallace' s lines) และเขตสุดท้าย คือ หมู่เกาะฟิลิปปินส์ (the Philippine Archipelago) และเมื่อใช้ข้อมูลการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานจนถึงปัจจุบันจะพบว่า Wallace' s Line และ Huxley' s modification of Wallace' s Line สามารถใช้เป็นเขตแบ่ง

การกระจายของหอยสามสกุลย่อยได้เป็นอย่างดี และบริเวณแผ่นดินใหญ่เป็นบริเวณที่น่าจะเหมาะสมสำหรับการดำรงชีพร่วมกันของหอยทุกกลุ่ม เพราะปัจจุบันยังคงพบหอยสกุลย่อยสองสกุลอยู่ร่วมกันได้เป็นอย่างดี ในบริเวณหมู่เกาะและฟิลิปปินส์เป็นที่อยู่ของหอยขนาดเล็กโดยเฉพาะสกุลย่อย *Syndromus* แม้ฟิลิปปินส์จะมีลักษณะที่ต่างไปอีกก็ตามแต่ก็ยังมีความคล้ายกับสกุลย่อย *Syndromus* มากกว่าสกุลย่อย *Amphidromus*

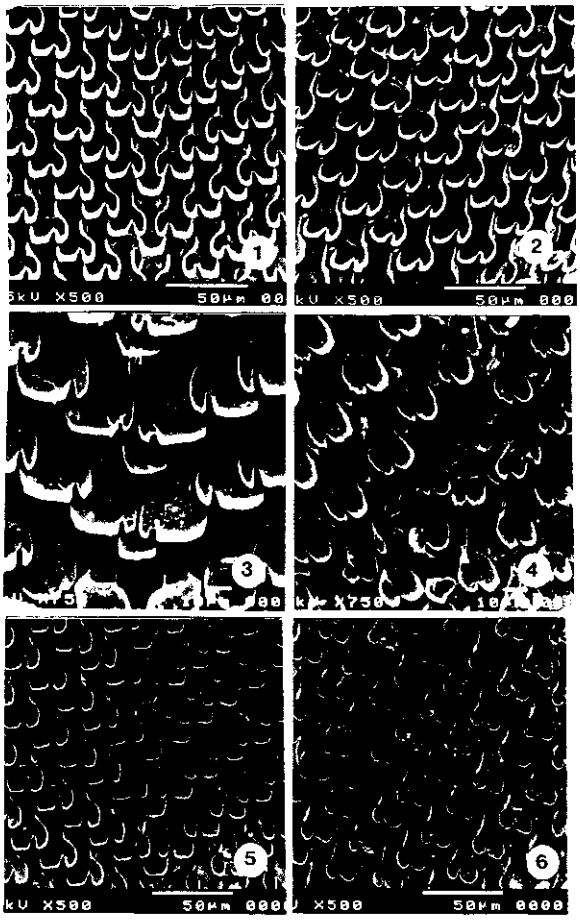
เมื่อพิจารณาขนาดของเปลือกพบว่าค่า SH SW และ SH/SW ratio สามารถจัดกลุ่มของ *Amphidromus* ได้เป็น 2 กลุ่ม ตามการจำแนกทางอนุกรมวิธาน คือ สกุลย่อย *Amphidromus* เปลือกมักจะมีขนาดใหญ่กว่า มีค่า SH > 35 mm, SW > 20 mm และ SH/SW ratio < 1.85 ส่วนสกุลย่อย *Syndromus* เปลือกมักมีขนาดเล็ก มีค่า SH < 35 mm, SW < 20 mm และ SH/SW ratio > 1.85 ข้อมูลนี้สอดคล้องกับรายงานของ Pilsbry (1900); Laidlaw and Solem (1961); Solem (1965) และเห็นว่าค่า SH ไม่สามารถจัด *A. quadrasi* และ *A. versicolor* ของฟิลิปปินส์ได้ และไม่สามารถจัด *A. maculiferus, A. glaucolarynx* และ *A. principalis* ได้เช่นกัน แต่ค่า SW สามารถจัดกลุ่ม *Amphidromus* ทั้ง 16 ชนิด ที่รวบรวมมานี้ได้เป็นอย่างดี แต่ควรใช้ทั้ง 3 ค่ามาประกอบการพิจารณาจึงจะชัดเจนที่สุด นอกจากนี้ขนาดของเปลือกและค่าสัดส่วนยังสามารถนำไปใช้เสริมกับลักษณะทางคุณภาพที่ใช้ในการจัดจำแนกในระดับสกุลย่อยได้

ลักษณะการขดวนทั้ง 2 แบบ (sinistral และ dextral) ของเปลือกจะพบใน *A. schomburgki* และ *A. atricallosus* แต่ *A. schomburgki* ที่อาศัยอยู่บนเกาะกูด จังหวัดตราด เป็นประชากรที่เวียนขวาทั้งหมด แต่พวกที่อยู่บนแผ่นดินใหญ่บริเวณเขาเขียว ชลบุรี จะมีทั้งที่เวียนซ้ายและขวา อาจเนื่องจากผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติในประชากรขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ห่างไกล ไม่มีการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมระหว่างประชากรบนแผ่นดินใหญ่ทำให้พบลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพียงอย่างเดียวที่คงอยู่ สำหรับใน *A. atricallosus* จะมีสัดส่วนของเปลือกเวียนซ้ายและขวา แตกต่างกันไปตามพื้นที่ (ภาพที่ 10) โดยกลุ่มของรูปแบบ *leucoxanthus* ที่พบบริเวณภาคตะวันออก มักจะมีประชากรที่เวียนขวามากกว่าซ้าย และกลุ่มของรูปแบบ *atricallosus* หรือ typical form ที่พบบริเวณภาคใต้ มักจะมีประชากรที่เวียนซ้ายมากกว่าขวา แต่ประชากรที่อยู่บนเกาะตาชัยจะเป็นเวียนซ้ายทั้งหมด รวมทั้งยังมีขนาดและรูปร่างของเปลือกแตกต่างจากกลุ่มที่อาศัยอยู่บนแผ่นดินใหญ่ อาจเนื่องจากเป็นประชากรที่ถูกแบ่งแยกโดยน้ำทะเล จนทำให้มีความแตกต่างจากประชากรดั้งเดิมบนแผ่นดินใหญ่อย่างมาก จนมีวิวัฒนาการไปในทิศทางของตนเอง นอกจากนี้ *A. atricallosus* group ที่พบในประเทศไทยยังแสดงลักษณะของ morphological cline ของสีและการขดวนของเปลือกจากแผ่นดินใหญ่ลงมาตามคาบสมุทรมลายู คาดว่าเนื่องจากอิทธิพลของของสภาพภูมิอากาศและพรรณไม้ เพราะว่าความชื้นเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของหอย และอาจเป็นอีกเหตุผลที่สนับสนุนแนวคิดเรื่องจุดกำเนิดและทิศทางการแพร่กระจายของ *Amphidromus* จาก Mainland Southeast Asia ลงไปสู่ Malay Peninsula ตามแนวคิดของ Laidlaw and Solem ในปี 1961 สำหรับ *A. inversus* มีรายงานพบทั้งเวียนซ้ายและขวาในบางประชากรของอินโดนีเซียและเวียดนาม แต่ที่พบในประเทศไทยและสิงคโปร์เป็นประชากรที่เวียนขวาทั้งหมด สุดท้ายกลุ่มของสกุลย่อย *Syndromus* ทั้ง 4 ชนิดจะเป็นพวกที่เวียนซ้ายทั้งหมด แต่มีอยู่หนึ่งชนิด คือ *A. glaucolarynx* ที่มีขนาดของเปลือกและลักษณะของระบบสืบพันธุ์ ที่ควรจะจัดให้อยู่ในสกุลย่อย *Syndromus* แต่แสดงการขดวนทั้งสองแบบซึ่งพบในสกุลย่อย *Amphidromus*



ภาพที่ 10. ลักษณะผันแปรของเปลือกหอยนกขมิ้น *Amphidromus* (*Amphidromus*) *atricallosus* species complex ที่พบที่ประเทศไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ และบอร์เนียว

จากข้อมูลในอดีตและการศึกษาเพิ่มเติมในปัจจุบัน พบว่า radula ของหอยในสกุล *Amphidromus* เป็นรูปแบบของสกุลที่ชัดเจนไม่สามารถใช้ในการจัดจำแนกชนิดได้ (ภาพที่ 11) รูปร่างของฟันโดยทั่วไปเป็นแบบ spatulate หรือ gouge shape จัดเรียงตัวเป็นแถวรูปตัววี มี central teeth เป็น unicuspid ฟัน lateral teeth แบบ bicuspid และฟัน marginal teeth มักเป็น tricuspid หรือ polycuspid จำนวนของฟันในแถวตามขวางพอจะมองเห็นความแตกต่างกันในหอยแต่ละชนิด โดยหอยสกุลย่อย *Amphidromus* จะมีจำนวนฟันมากกว่าในสกุลย่อย *Syndromus* แต่ radula ของ *Amphidromus glaucolarynx* จะมีลักษณะที่แตกต่างจากหอยชนิดอื่นอย่างสิ้นเชิง โดยมี lateral teeth เป็นแบบ tricuspid มีรูปร่างเรียวยาวมากกว่า มีส่วนฐานของฟันเจริญดีและเรียงชิดกัน ลักษณะฟันแบบ spatulate นี้สามารถพบได้ในหอยต้นไม้สกุลอื่นๆ เช่น *Beddomea, Pseudopartula, Papuina* มักจะไม่พบในหอยที่อาศัยอยู่บนพื้นดิน อาจเนื่องจากเป็น radula แบบที่จำเพาะและมีวิวัฒนาการร่วมมากับหอยที่อาศัยบนต้นไม้ กินอาหารจำพวก microfloral ที่เคลือบอยู่บนกิ่งหรือลำต้นไม้จึงทำให้ฟันมีลักษณะแบน มีหน้าตัดกว้างเพื่อช่วยให้ขูดอาหารได้มาก



ภาพที่ 11. ลักษณะแผ่นฟัน (radula) ของหอยสามชนิด คือ 1, 2 *Amphidromus atricallosus*; 3, 4 *A. inversus*; 5, 6 *A. classiarius* แถวด้านซ้าย (1, 3, 5) เป็นฟันประเภท central และ lateral teeth; แถวด้านขวา (2, 4, 6) เป็นฟันประเภท marginal teeth

ลักษณะโครงสร้างของระบบสืบพันธุ์ที่ศึกษาเป็นแบบจำเพาะของกลุ่มเช่นเดียวกับฟัน (ตารางที่ 6) มีความแตกต่างกันน้อยมากระหว่างหอยทั้ง 3 สกุล โดยสกุล *Amphidromus* มีรูปร่างและขนาดของ penis, flagellum, appendix และ vagina เมื่อเทียบกับขนาดเปลือกและขนาดตัว ที่สามารถใช้บอกความแตกต่างในระดับชนิด และยังแบ่งหอยสกุล *Amphidromus* ออกเป็น 2 สกุลย่อย คือ *Amphidromus* จะมี flagellum ยาว มี appendix ขนาดสั้นจนถึงยาว ส่วนสกุลย่อย *Syndromus* จะมี flagellum สั้นมาก มักไม่มี appendix ซึ่งเป็นไปตามการศึกษาของ Pilsbry (1900); Bishop (1977); Solem (1983) โดยที่ *A. inversus* จะมี appendix สั้น เป็นติ่งขนาดเล็กตอนปลายของ flagellum มักขดเป็นปมขนาดใหญ่ และมี penis ยาวเป็นรูปกรวย ส่วน *A. atricallosus* และ *A. classiarius* มีระบบสืบพันธุ์ที่คล้ายคลึงกันมาก สำหรับ *A. schomburgki* และ *A.* sp. มี penis เป็นรูปสามเหลี่ยมเหมือนกัน แต่ *A. schomburgki* มี appendix ที่เป็นท่อขนาดเล็กยาวมากกว่า และส่วนของ flagellum มักจะขดเป็นวงหลวมห่างๆ กัน แต่ของ *A.* sp. นั้นมี appendix สั้นกว่า และ flagellum มักจะบิดเป็นเกลียวที่ชิดกัน ส่วนในสกุลย่อย *Syndromus* ทั้ง 5 ชนิดพบว่ายังคงมีลักษณะโครงสร้างของระบบสืบพันธุ์ที่คล้ายคลึงกันมาก เนื่องจากเป็นกลุ่มสปีชีส์ที่มีขนาดเล็กและพบความผันแปรของเปลือกอย่างเด่นชัด (ภาพที่ 12) การศึกษาเพิ่มเติมในจำนวนตัวอย่างที่มีจำนวนมากขึ้นและศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของ penis และ vagina จะทำให้เห็นความแตกต่าง

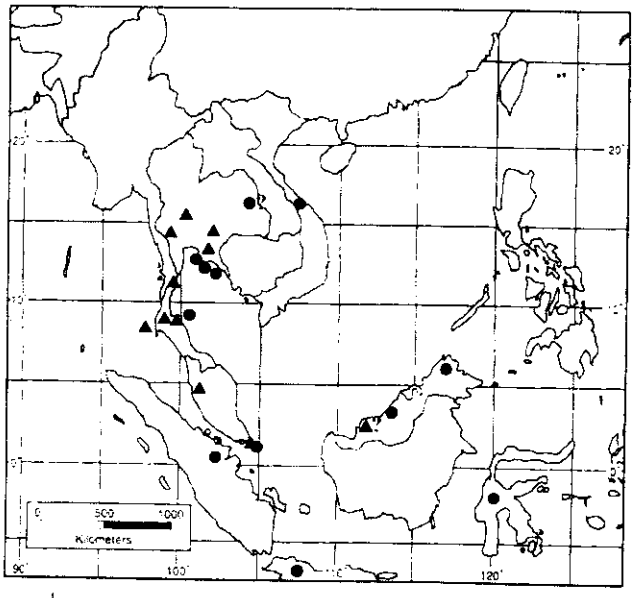
ภาพที่ 12. ลักษณะผันแปรของเปลือกหอยนกขมิ้นลาย *Amphidromus* (*Amphidromus*) ที่พบที่ประเทศไทย มาเลเซีย และลาว

ตารางที่ 6. เปรียบเทียบส่วนต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์ของหอยทากบกสกุล *Amphidromus, Camaena* และ *Chloritis*

ลำดับ	สปีชีส์	Male part								Female part		Spermatophore
		Penis			Flagellum		Appendix			Vagina		
			Long					Present				
		Short	Bulbous	Cylindrical	Short	Long	Absent	Short	Long	Short	Long	
1	*A. interruptus*		√			√			√	√		√
2	*A. palaceus*	√				√		√		√		-
3	*A. atricallosus perakensis*		√			√			√		√	-
4	*A. palaceus*	√				√		√		√		-
5	*A. heerianus*	√				√			√	√		-
6	*A. javanicus*	√				√		√			√	-
7	*A. porcellanus*			√	√		√			√		-
8	*A. poecilochorous jaeckeli*	√			√		√				√	-
9	*A. perversus*	√				√			√		√	-
10	*A. poecilochorous jaeckeli*		√		√		√			√		-
11	*A. cognatus*		√		√		√			√		-
12	*A. porcellanus*			√	√		√			√		-
13	*A. inversus*			√		√		√		√		-
14	*A. atricallosus*	√				√			√		√	√
15	*A. schomburgki*	√				√			√		√	-
16	*A.* sp.	√				√			√		√	-
17	*A. classiarius*	√				√			√		√	√
18	*A. principalis*	√			√		√				√	-
19	*A. glaucolarynx*		√		√		√			√		-
20	*A. areolatus*	√			√		√				√	-
21	*A. xiengensis*	√			√		√				√	-
22	*A. semitessellatus*		√			√	√			√		√
23	*Camaena illustis*		√		√		√			√		-
24	*Chloritis siamensis*			√		√		√		√		-

ที่ชัดเจนได้ สำหรับโครงสร้างระบบสืบพันธุ์ของ *Camaena illustris* แตกต่างจาก *Amphidromus* spp. โดยมี vagina สั้นกว่า penis มี epiphallus และ flagellum เรียบ ลักษณะเป็นท่อตรงไม่ขดไปมา และใน *Chloritis siamensis* จะมี spermatheca พองเป็นถุงขนาดใหญ่แทน แต่ส่วนของบริเวณเพศผู้ยังมีลักษณะคล้ายคลึงกับหอยสกุลย่อย *Syndromus* มาก เป็นไปได้ว่าหอยทั้งสองสกุลนี้มีความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการ จึงทำให้มีลักษณะของระบบสืบพันธุ์ที่เหมือนกันมาก และจากข้อมูลรูปร่างของ spermatophore ที่เก็บตัวอย่างได้จากหอย 4 ชนิด พบว่ามีลักษณะคล้ายผลบวบ รูปร่างเรียวยาวมาก หัวท้ายแหลมซึ่งอาจจะเป็นลักษณะที่จำเพาะของหอยในสกุล *Amphidromus* ได้ แต่จำนวนชนิดที่พบมีน้อยและยังขาดข้อมูลของหอยในสกุลอื่นมาเปรียบเทียบ

การกระจายของหอย *Amphidromus* นั้น ข้อมูลที่มีจนถึงปัจจุบันสามารถนำมาวิเคราะห์ประกอบได้เป็นอย่างดี ในอดีตแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เชื่อมติดเป็นแผ่นเดียวกันไปจนถึงบอร์เนียว สุมาตรา ชวา หอยนกขมิ้นเป็นกลุ่มที่มีความจำเพาะ มีหอยหลายชนิดแยกกันอยู่ตามถิ่นอาศัยในพื้นที่ต่างๆ กัน ข้อมูลจากตารางที่ 2 จะเห็นว่าในจำนวนหอยถึง 81 ชนิด มีเพียงไม่ถึง 5 ชนิดที่พบอยู่ในหลายๆ พื้นที่ตามที่กำหนดไว้ 11 พื้นที่ โดยเฉพาะสองชนิด คือ *Amphidromus* (*Amphidromus*) *atricallosus* และ *Amphidromus* (*Amphidromus*) *inversus* มีการกระจายได้กว้างขวางครอบคลุมหลายเขต (ภาพที่ 13) เมื่อตรวจสอบจากตัวอย่างที่ได้ในเชิงของอนุกรมวิธานพื้นฐานด้วยลักษณะของเปลือกอวัยวะสืบพันธุ์ และแรดูลา ก็จะพบเห็นความผันแปร (variation) เกิดขึ้นตามระยะทางที่ห่างกัน เช่น *Amphidromus* (*Amphidromus*) *atricallosus* ที่พบเป็นสปีชีส์เด่นของภาคตะวันออกของไทย เริ่มมีความแตกต่างกันในทางสัณฐานวิทยากับกลุ่มสปีชีส์บนเกาะในทะเลอันดามัน ลักษณะที่เห็นชัดคือ marginal teeth ของแรดูลา และต่างอีกเล็กน้อยในลักษณะของสัณฐานเปลือกกับหอยในมาเลเซีย และยิ่งเห็นความแตกต่างเกือบจะชัดเจนกับหอยที่สิงคโปร์ Laidlaw and Solem (1961) ได้แยกสปีชีส์ของสิงคโปร์เป็น *Amphidromus* (*Amphidromus*) *perakensis* แต่เมื่อประเมินดูกันจริงๆ แล้วยังมีลักษณะเกือบทุกอย่างเป็น *Amphidromus* (*Amphidromus*) *atricallosus* ใน *Amphidromus* (*Amphidromus*) *inversus* ก็มีลักษณะเป็นเช่นนี้ เหล่านี้หากได้ทำการทดลองในเชิงพฤติกรรมและนิเวศวิทยารวมกับการพิสูจน์ทางอณูชีวศาสตร์นอกจากจะได้ข้อมูลที่ชัดเจนทางอนุกรมวิธานแล้ว การพิสูจน์สมมุติฐานในเชิงของวิวัฒนาการในอดีตก็จะปรากฏเป็นภาพที่ชัดเจนเช่นเดียวกัน ในเบื้องต้นนี้จะสรุปไว้ว่า กลุ่มหอยนกขมิ้น *Amphidromus* มีการกระจายอยู่ทั่วไปบนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่เชื่อมต่อถึงกันในอดีต ต่อมามีการท่วมของน้ำทะเลโดยเฉพาะครั้งสุดท้ายเมื่อไม่ถึงหนึ่งหมื่นปีที่ผ่านมา (Voris, 2000) ทำให้เกิดการแยกกันของแผ่นดินเป็นส่วนของแผ่นดินใหญ่และเกาะต่างๆ ทั้งขนาดเล็กและใหญ่ และหอยที่หลงเหลืออยู่และยังคงดำรงชีวิตมาจนถึงปัจจุบันนั้นมีความเป็นไปตามทฤษฎี ISLAND BIOGEOGRAPHY คือ พบว่าบนแผ่นดินใหญ่ยังคงมีจำนวนชนิดและปริมาณมาก เช่น เวียดนาม และไทย-ลาว บริเวณนี้อาจจะเป็นศูนย์กลางของการแพร่กระจาย บนเกาะขนาดใหญ่และใกล้แผ่นดินใหญ่ก็มีความหลากหลายเช่นกันกับในบอร์เนียว สุมาตรา และชวา เป็นต้น เกาะขนาดเล็กก็จะพบสปีชีส์น้อยและอาจมีเฉพาะกลุ่มที่ครอบครองพื้นที่บนเกาะเท่านั้น เช่น เกาะบาหลีจะพบ *Amphidromus* (*Amphidromus*) *perverus* เป็นกลุ่มเด่นมากที่สุดเท่านั้น สกุลย่อยทั้งสองจะเจริญได้ดีบนแผ่นดินใหญ่ ส่วนบนเกาะนั้นมักจะพบเฉพาะสกุลย่อย *Syndromus* สำหรับฟิลิปปินส์นั้นเป็นประเทศหมู่เกาะที่อยู่ห่างไกลและมีประวัติทางธรณีวิทยาที่แตกต่างจากที่อื่นๆ ดังนั้นหอยที่พบจึงมีลักษณะที่จำเพาะไปอีก ข้อมูลในเรื่องของอายุที่เริ่ม



ภาพที่ 13. การแพร่กระจายของ *Amphidromus* (*Amphidromus*) *atricallosus* (▲) และ *Amphidromus* (*Amphidromus*) *inversus* (●) ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

กำเนิดนั้นยังไม่ทราบแน่ชัดเนื่องจากฟอสซิลของ *Amphidromus* ที่พบมีเพียงแห่งเดียว คือ อินโดนีเซีย คำนวณอายุได้เพียง 4,000 – 5,000 ปี (Bishop, 1977) *Amphidromus* จึงอาจเป็นหอยที่เพิ่งวิวัฒนาการมาเมื่อยุคน้ำทะเลขึ้นสูงสุดครั้งล่าสุดและใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงจนมีถึง 80 กว่าสปีชีส์ด้วยเวลาเพียงหลายพันปี การพิสูจน์เหล่านี้คงต้องรอข้อมูลประกอบอื่นๆ อีก ขณะนี้การศึกษาไฟโลจินีโดยใช้ยีนกำลังดำเนินการใกล้เสร็จสิ้นโดยเฉพาะสปีชีส์จากประเทศไทยและพื้นที่ใกล้เคียง คาดว่าจะทำให้ได้ข้อมูลมาอธิบายมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 143004 และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอขอบคุณผู้มีรายชื่อต่อไปนี้ที่ทำให้การตรวจเทียบตัวอย่างต้นแบบเป็นไปด้วยความเรียบร้อย Dr. Rudiger Bieler และ Dr. Jochen Gerber แห่ง Field Museum of Natural History, Chicago; Dr. Rober Hershler และ Mr. Paul Greenhall แห่ง National Museum Of Natural History, Washington D.C.; Dr. Ronald Janssen แห่ง Senckenberg Museum of Natural History, Frankfurt; Dr. John Taylor และ Mr. Fredd Naggs แห่ง National Museum of Natural History, London; Dr. Robert Moolenbeek แห่ง Museum of Zoology, University of Amsterdam, Amsterdam; Dr. Peter K.L. Ng แห่ง Raffle Museum, Singapore; Dr. Lay Moi Ng แห่ง Sarawak Museum, Kuching

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา เขตบางนา กรุงเทพมหานคร. 2544. แผ่นบันทึกข้อมูลสรุปค่าปริมาณน้ำฝนในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2542.

Abbott, R.T. 1989. Compendium of land shells. American Malacologist Inc., VCM Graphics, Hong Kong. 240 pp.

Bartsch, P. 1917. The Philippine land snails of the genus *Amphidromus*. *Unite States Natural Museum Bulletin* 100(1): 1-47.

Bartsch, P. 1919. Critical remarks on Philippine Island land shells. *Proceeding of Biological Society of Washington* 32: 177-184.

Bishop, M.J. 1977. Anatomical notes on some Javanese *Amphidromus* (Pulmonata: Camaenidae). *Journal of Conchology* 29(4): 199-205.

Collinge, W.F. 1901. Notes on the anatomy of *Amphidromus palaceous* Mouss. *Journal of Malacology* 8(2): 50-52.

Collinge, W.F. 1902. On the non-operculate land and freshwater mollusca collected by members of the "Skeat Expedition" in the Malay Peninsula, pp. 1899-1900. *Journal of Malacology* 9(3): 71-95.

Dharma, B. 1993. Description of two new species of *Amphidromus* from Sumatra, Indonesia (Gastropoda: Pulmonata: Camaenidae). *Apex* 8(4): 139-143.

Fulton, H. 1896. A list of the species of *Amphidromus* Alber, with critical notes and descriptions of some hitherto undescribed species and varieties. *Annal Magazine of Natural History* 17: 66-94.

Heaney, L.R. and J.C. Regalado, Jr. 1991. A synopsis of climatic and vegetational change in Southeast Asia. *Climatic Change* 19: 53-61.

Inger, R.F. 1999. Distribution of amphibians in southern Asia and adjacent islands. *In* W.E Duellman (ed.), Patterns of Distribution of Amphibians, pp. 445-482. The John Hopkins University Press, Baltimore and London.

Laidlaw, F.F. and A. Solem. 1961. The land snail genus *Amphidromus*, a synoptic catalogue. *Fieldiana Zoology* 41(4): 507-677.

Panha, S. 1997. A new species of *Amphidromus* from Thailand. *Malacological Review* 29: 131-132.

Panha, S., C. Sutcharit, P. Tongkerd and J.B. Burch. 2001. Morphogeography of an endemic tree snail genus *Amphidromus* of Thailand (Pulmonata:Camaenidae). *Of Sea and Shore* 24(2): 106-113.

Pilsbry, H.A. 1900. Manual of Conchology. (series 2),13, 253 pp.

Pilsbry, H.A. 1939. Land Mollusca of the North America, North Mexico Monograph No. 3. The Academy of Natural Science of Philadelphia, 573 pp.

Solem, A. 1965. Land snail of the genus *Amphidromus* from Thailand (Mollusca: Pulmonata: Camaenidae). *Proceeding of Unite States Natural Museum* 117 (3519): 615-627.

Solem, A. 1983. First record of *Amphidromus* from Australia with anatomical note on several species (Mollusca: Pulmonata: Camaenidae). *Record of Australian Museum* 35: 153-166.

Voris, H.K. 2000. Maps of Pleistocene sea levels in Southeast Asia: shorelines, river systems and time durations. *Journal of Biogeography* 27: 1153-1167.

Whitten, T., R.E. Soeriatmadja and S.A. Afiff. 2000. The ecology of Indonesian series Volume II : The ecology of Java and Bali. Periplus (HK) Ltd., pp. 88-89.

ความหลากหลายของกบ (Order Anura) ในประเทศไทย

วีรยุทธ์ เลาหะจินดา, โกวิท น้อยโคตร, จันทร์ทิพย์ อินทาระ และวารุณี เหลืองสกุลพงษ์

ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract: The Diversity of Anurans in Thailand

Weerayuth Laohajinda, Kowit Noikotr, Chanthip Inthara and Varunee Luangsakulpong

Department Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

A study of the diversity of anurans was carried out in Khaokitchakut forest area, Chanthaburi Province, during the period April 2000 to March 2001. A total of 29 species (29 adult species and 20 tadpole species) belonging to 17 genera and 5 families was found in this forest area. The finding times of adults and tadpoles were divided into 4 groups: 1. those found throughout the year, 2. those found only in the early rainy season, 3. those found through out the rainy season and 4. those found in winter. Correlations were found of total species number with relative humidity and adult species number with rainfall and a negative correlation of flowing water tadpole species number was found with relative humidity. All correlations were significant at a 0.05 significance level. A study of the breeding ecology and larval development of four anuran species showed that all four species have different breeding habits, egg masses and breeding seasons. Larval development of a tadpole involves four stages: the embryonic stage, the stage from hatching to the appearance of the hind limb bud, the well-developed forelimb stage and the tail resorption stage. Studies on the mouthparts and feeding behavior of some tadpoles have revealed that tadpole mouths can be classified into 5 patterns related to feeding behavior and habitat.

Key words: anurans, tadpole, frog, mouthpart, breeding ecology, feeding behavior

บทนำ

ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง โดยเฉพาะความหลากหลายของสัตว์ป่า เนื่องจากมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่เหมาะสม สัตว์ป่านับว่ามีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมากทั้งทางตรงและทางอ้อม เพราะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมความสมดุลของระบบนิเวศ ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายของสัตว์ป่าแต่ละกลุ่มในประเทศไทยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง แต่ความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทยยังมีการศึกษาไม่มากนัก จากรายงานของส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ในปี 2541 ประเทศไทยมีสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 106 ชนิด (สวัสดิ์, 2541) และข้อมูลล่าสุดประเทศไทยมีสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งสิ้น 123 ชนิด (จารุจินต์, 2539; Office of Environmental Policy and Planning, 2000) แต่ข้อมูลและงานวิจัยทางด้านอื่นๆ เช่น ชีววิทยา ปริมาณประชากร การแพร่กระจาย พฤติกรรม รวมทั้งสถานภาพของสัตว์กลุ่มนี้ยังมีไม่มากนัก (กำธร, 2543)

การศึกษาความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทยได้เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1915 โดย Gairdner (1915) แต่พบเพียง 3 ชนิดเท่านั้น ต่อมา Smith (1916a, 1916b, 1917a, 1917b, 1917c, 1917d, 1921, 1922a, 1922b) ได้รายงานการสำรวจและศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทยไว้ค่อนข้างมาก และพบกบชนิดใหม่ในประเทศไทยหลายชนิด นอกจากนี้มีการศึกษาในขั้นตอนที่เป็นลูกอ๊อดด้วย Taylor (1962) ทำการสำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทย พบทั้งหมด 3 อันดับ 9 วงศ์ 100 ชนิด คือ อันดับ Anura 7 วงศ์ 21 สกุล 94 ชนิด อันดับ Caudata 1 วงศ์ 1 ชนิด และอันดับ Gymnophiona 1 วงศ์ 1 สกุล 5 ชนิด วิโรจน์ (2520) รวบรวมรายชื่อสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในประเทศไทยจากเอกสาร พบว่ามี 97 ชนิด ในอันดับ Gymnophiona 4 ชนิด อันดับ Caudata 1 ชนิด และอันดับ Anura 92 ชนิด ธัญญา (2530) สำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี และตาก ตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม 2528 พบ 32 ชนิด จัดเป็น 26 สกุล 6 วงศ์

และ 2 อันดับ และได้กล่าวถึงการปรากฏตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกชนิดต่าง ๆ ในรอบปี รวมทั้งการกระจายในสภาพป่าแบบต่าง ๆ และตามระดับความสูงด้วย

ธัญญา (2535) รายงานการสำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าพรุของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2530 - สิงหาคม 2534 โดยสำรวจตามแนวเส้นตรงในทิศตะวันออก - ตะวันตก ในป่าพรุธรรมชาติและป่าเสม็ด เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งหมด 16 ชนิด ในป่าพรุ 5 ชนิด และป่าเสม็ด 7 ชนิด และพบในป่าทั้งสองชนิด จำนวน 4 ชนิด วิสูตร (2537) สำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาเขียว - เขาชมพู่ จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2535 - พฤษภาคม 2536 พบทั้งหมด 20 ชนิด ใน 11 สกุล 4 วงศ์ 1 อันดับ และรายงานถึงการกระจายและความชุกชุมของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกแต่ละชนิดไว้ด้วย ธัญญา (2539) รายงานการสำรวจเบื้องต้นสำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส พบ 20 ชนิด ใน 11 สกุล 5 วงศ์ คิดเป็นร้อยละ 32.7 ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่มีการกระจายในภาคใต้ของประเทศไทย และได้พิจารณาการเลือกถิ่นอาศัยเฉพาะของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกแต่ละชนิดไว้ด้วย วีรยุทธ์ และคณะ (2542) รายงานการศึกษาชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณป่าอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2541 - ตุลาคม 2542 พบทั้งสิ้น 42 ชนิด 17 สกุล 5 วงศ์ ในจำนวนนี้พบชนิดที่ไม่เคยมีรายงานในประเทศไทย 1 ชนิด คือ *Leptolalax gracilis*

วงจรชีวิตของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีการเจริญเติบโต 3 ขั้นตอน คือ ไข่ วัยอ่อนหรือลูกอ๊อด และตัวเต็มวัย ซึ่งตัวเต็มวัยกับวัยอ่อนจะมีรูปร่างลักษณะโครงสร้างอวัยวะของระบบต่าง ๆ รวมทั้งแหล่งอาศัยแตกต่างกันอย่างชัดเจน นอกจากนั้นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกแต่ละชนิด ยังต้องการสภาพนิเวศที่แตกต่างกันในการผสมพันธุ์และวางไข่ รวมทั้งการดำรงชีวิต ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนซึ่งมีภูมิอากาศในรอบปีแตกต่างกันตามฤดูกาล ทำให้สภาพนิเวศของพื้นที่แต่ละแห่งมีความแตกต่างกัน และสภาพนิเวศแต่ละแบบในแต่ละช่วงเวลาก็จะมีความเหมาะสมตามความต้องการทางนิเวศของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกแต่ละชนิดและแต่ละช่วงของการเติบโตแตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาที่ครอบคลุมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศในรอบปี และการสำรวจทุกระยะของการเติบโต จะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของวงจรชีวิตของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกแต่ละชนิดกับสภาพนิเวศที่เปลี่ยนแปลงในรอบปีได้ และจะทำให้การศึกษาสัตว์กลุ่มนี้ทำได้สะดวกขึ้น จึงได้มีการศึกษาในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี นอกจากนี้การศึกษาในขั้นตอนที่เป็นลูกอ๊อดนั้นยังมีข้อมูลค่อนข้างน้อย จึงศึกษาชีววิทยาของลูกอ๊อด โดยศึกษาโครงสร้างปากที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการกินอาหารของลูกอ๊อดบางชนิด เนื่องจากการจำแนกชนิดในขณะที่ยังเป็นลูกอ๊อดนั้น ต้องอาศัยลักษณะของโครงสร้างปาก และลักษณะอื่น ๆ ในการพิจารณาชนิด และการศึกษานิเวศวิทยาการสืบพันธุ์และการเติบโตในระยะวัยอ่อนของกบบางชนิดนั้นเป็นการศึกษาในระดับชนิด โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาทั้งหมดดังนี้

1. ศึกษาความหลากชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มกบในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ
2. เปรียบเทียบช่วงเวลาการวางไข่ และการปรากฏของวัยอ่อนและตัวเต็มวัย
3. ศึกษานิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของกบบางชนิด
4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศกับจำนวนชนิดที่สำรวจพบในแต่ละเดือน
5. ศึกษาโครงสร้างปากของลูกอ๊อดเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการจำแนกชนิดลูกอ๊อด
6. ศึกษาพฤติกรรมการกินอาหาร
7. ศึกษาการเจริญเติบโตของลูกอ๊อดกบบางชนิด

วิธีการ

สำรวจและเก็บตัวอย่างสัตว์ในพื้นที่ที่กำหนด และบันทึกข้อมูลทุกเดือน ๆ ละ 3 - 4 วัน เป็นระยะเวลา 1 ปี โดยสำรวจให้ครอบคลุมถิ่นอาศัยและระบบนิเวศที่กบดำรงชีวิตอยู่ ทั้งในระยะลูกอ๊อดและตัวเต็มวัย คือ แหล่งน้ำนิ่ง เช่น

หนอง บึง แหล่งน้ำไหล เช่น ลำธาร ลำห้วย ทั้งตามพื้นราบ และบนภูเขา น้ำตก แหล่งน้ำชั่วคราวที่เกิดขึ้นหลังฝนตก พื้นป่าที่ชุ่มชื้น บนต้นไม้ และในโพรงไม้

การออกสำรวจแต่ละครั้งทำการเก็บตัวอย่างไข่ ลูกอ๊อด และตัวเต็มวัย จากแหล่งน้ำธรรมชาติทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง บันทึกสภาพนิเวศของแหล่งที่อยู่อาศัย ได้แก่ ลักษณะของแหล่งน้ำ สิ่งปกคลุมของแหล่งน้ำ ขนาดของแหล่งน้ำ สภาพแสง ข้อมูลอื่นๆ ที่สามารถสังเกตได้ ศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของลูกอ๊อดในแหล่งน้ำธรรมชาติ และถ่ายภาพสัตว์ในสภาพธรรมชาติรวมทั้งแหล่งอาศัยไว้เพื่อประกอบการศึกษา

นำไข่และลูกอ๊อดบางส่วนกลับมาเลี้ยงยังห้องปฏิบัติการ โดยเลี้ยงในอ่างดินหรือตู้กระจกที่จัดให้คล้ายคลึงกับธรรมชาติมากที่สุด ระหว่างการเลี้ยงศึกษาและบันทึกข้อมูลลักษณะรูปร่าง และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของการพัฒนาในระยะลูกอ๊อด ศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของลูกอ๊อดในห้องปฏิบัติการ และนำลูกอ๊อดบางส่วนมาเก็บรักษาในฟอร์มาลิน 5 - 10% ศึกษาโครงสร้างปาก และโครงสร้างอื่นๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลง

ตรวจสอบชนิดและบรรยายลักษณะของกบตัวเต็มวัย โดยพิจารณาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา สำหรับชนิดที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ นำมาตรวจสอบชนิดในห้องปฏิบัติการโดยใช้รูปวิธานของ Taylor (1962) และ Inger (1966) และเอกสารอื่นๆ ประกอบ ส่วนไข่และลูกอ๊อดนำกลับมาตรวจสอบชนิดในห้องปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการบรรยายลักษณะที่ได้จากการตรวจเอกสาร ซึ่งใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นหลักคือ โครงสร้างปาก รวมทั้งลักษณะรูปร่างภายนอก สำหรับชนิดที่ยังไม่มีรายงานลักษณะของลูกอ๊อดให้นำมาเลี้ยงจนเป็นตัวเต็มวัยแล้วตรวจสอบชนิดอีกครั้ง ลูกอ๊อดและตัวเต็มวัยที่ทราบชนิดแล้วนำไปปล่อยคืนสู่ธรรมชาติยังแหล่งอาศัยเดิม

ข้อมูลทางสภาพอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยติดต่อขอจากสถานีตรวจอากาศที่อยู่ใกล้เคียงกับอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศกับช่วงเวลาที่พบกบแต่ละชนิด ทั้งในระยะลูกอ๊อดและตัวเต็มวัย โดยพิจารณาว่าชนิดใดมีการสืบพันธุ์วางไข่ในช่วงเวลาใดของปี ปรากฏตัวหรือมีกิจกรรมในช่วงเวลาใดของปี และมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศอย่างไร

ผลการวิจัย

1. ด้านความหลากชนิด ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี พบกบทั้งสิ้น 29 ชนิด ในจำนวน 5 วงศ์ ได้แก่ Megophryidae 1 สกุล 1 ชนิด, Bufonidae 1 สกุล 1 ชนิด, Ranidae 5 สกุล 11 ชนิด, Rhacophoridae 5 สกุล 7 ชนิด และ Microhylidae 5 สกุล 9 ชนิด จากชนิดที่สำรวจพบทั้งหมด 29 ชนิด พบตัวเต็มวัยทุกชนิด พบลูกอ๊อดเพียง 20 ชนิด ดังตารางที่ 1 ซึ่งทุกชนิดได้บรรยายลักษณะโดยละเอียด และจัดสร้างรูปวิธานสำหรับจำแนกชนิดของกบตัวเต็มวัย และลูกอ๊อดที่พบในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี (โกวิท, 2545) มีกบ 4 ชนิด ที่พบในการสำรวจแต่ไม่มีในรายงานจากการตรวจเอกสารคือ *Limnonectes kuhlii, Chirixalus vittatus, Philautus parvulus* และ *Calluella guttulata* จากรายงานของจารุจินต์ (2532) ระบุว่า *Limnonectes kuhlii* มีเขตการแพร่กระจายทั่วประเทศไทยยกเว้นภาคตะวันออก *Chirixalus vittatus* แพร่กระจายอยู่ในภาคเหนือ *Philautus parvulus* แพร่กระจายอยู่ในภาคเหนือและตะวันตก และ *Calluella guttulata* แพร่กระจายทั่วประเทศไทยยกเว้นภาคตะวันออก เป็นไปได้ว่าในขณะที่จารุจินต์ (2532) รายงานนั้นยังไม่มีการสำรวจพบกบชนิดดังกล่าวในเขตภาคตะวันออก และรายงานหลังจากนั้นก็ยังไม่พบกบ 4 ชนิดดังกล่าว

2. ด้านช่วงเวลาการปรากฏตัว สามารถแบ่งช่วงเวลาการพบตัวของกบชนิดต่างๆ ที่พบในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ ได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มที่พบตัวตลอดปี

ตัวเต็มวัยที่พบตัวตลอดทั้งปีมี 10 ชนิด ได้แก่

Bufo melanostictus *Limnonectes limnocharis* *Limnonectes pileatus*

ตารางที่ 1. ชนิดของกบที่สำรวจพบในพื้นที่ป่าเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

Family	Thai name	Common name	Scientific name
Megophryidae	1. อึ่งกรายหัวยเล็ก*	Lesser-stream horned toad	*Xenophrys parva*
Bufonidae	2. คางคกบ้าน	Common Asiatic toad	*Bufo melanostictus*
Ranidae	3. กบนา*	Common lowland frog	*Hoplobatrachus rugulosus*
	4. กบห้วยขาปุ่ม	Kuhl' s creek frog	*Limnonectes kuhlii*
	5. กบหนอง*	Marsh frog	*Limnonectes limnocharis*
	6. กบหงอน*	Swollen-headed stream frog	*Limnonectes pileatus*
	7. เขียดจะนา	Floating spotted frog	*Occidozyga lima*
	8. เขียดหลังปุ่ม*	Paddy field puddle frog	*Occidozyga martensii*
	9. กบแรด กบอกหนาม*	Spiny-breasted giant frog	*Paa fasciculispina*
	10. กบบัว*	Green paddy frog	*Rana erythraea*
	11. กบหลังไพล*	Orange stream frog	*Rana lateralis*
	12. เขียดจิกปากแหลม*	Three-striped grass frog	*Rana macrodactyla*
	13. กบอ่อง*	Common brown frog	*Rana nigrovittata*
Rhacophoridae	14. ปาดจิ๋วแถบข้างขาว*	Chonburi pigmy tree frog	*Chirixalus hansenae*
	15. ปาดจิ๋วลายแต้ม*	Nongkhor pigmy tree frog	*Chirixalus nongkhorensis*
	16. ปาดจิ๋วพม่า*	Violet pigmy tree frog	*Chirixalus vittatus*
	17. ปาดแคระป่า	Cricket frog	*Philautus parvulus*
	18. ปาดบ้าน*	Common tree frog	*Polypedates leucomystax*
	19. ปาดภูกระดึง	Green-limbed tree frog	*Rhacophorus bisacculus*
	20. ปาดตะปุ่มจันทบูรณ์*	Purple-spotted warted frog	*Theloderma stellatum*
Microhylidae	21. อึ่งแดง อึ่งลาย	Orange burrowing frog	*Calluella guttulata*
	22. อึ่งเอวจุด	Spotted narrow-mouthed frog	*Kalophrynus interlineatus*
	23. อึ่งอ่างบ้าน	Asiatic painted frog	*Kaloula pulchra*
	24. อึ่งแม่หนาว	Hourglass froglet	*Microhyla berdmorei*
	25. อึ่งลายแต้ม*	Butler' s froglet	*Microhyla butleri*
	26. อึ่งข้างดำ*	Dark sided froglet	*Microhyla heymonsi*
	27. อึ่งน้ำเต้า*	Ornate froglet	*Microhyla ornata*
	28. อึ่งขาคำ*	Yellow-legged froglet	*Microhyla pulchra*
	29. อึ่งหลังขีด*	Inornate froglet	*Micryletta inornata*

หมายเหตุ: ชื่อวิทยาศาสตร์อ้างอิงตาม Frost (2000), * ชนิดที่พบลูกอ๊อด

Occidozyga martensii *Paa fasciculispina* *Rana erythraea*

Rana nigrovittata *Polypedates leucomystax* *Microhyla heymonsi*

Microhyla ornata

ลูกอ๊อดที่พบตลอดทั้งปีมี 3 ชนิด ได้แก่

Xenophrys parva *Rana nigrovittata* *Polypedates leucomystax*

2.2 กลุ่มที่พบตัวเฉพาะต้นฤดูฝน

ตัวเต็มวัยที่พบตัวเฉพาะต้นฤดูฝนมี 6 ชนิด ได้แก่

Limnonectes kuhlii *Occidozyga lima* *Calluella guttulata*

Kaloula pulchra *Microhyla pulchra* *Micryletta inornata*

ลูกอ๊อดที่พบตัวเฉพาะต้นฤดูฝนมี 3 ชนิด ได้แก่

Hoplobatrachus rugulosus *Occidozyga martensii* *Micryletta inornata*

2.3 กลุ่มที่พบตัวตลอดฤดูฝน

ตัวเต็มวัยที่พบตัวตลอดฤดูฝนมี 7 ชนิด ได้แก่

Xenophrys parva	*Hoplobatrachus rugulosus*	*Rana lateralis*
Chirixalus hansenae	*Chirixalus nongkhorensis*	*Chirixalus vittatus*
Kalophrynus interlineatus		

ลูกอ๊อดที่พบตัวตลอดฤดูฝนมี 10 ชนิด ได้แก่

Limnonectes limnocharis	*Rana erythraea*	*Rana macrodactyla*
Chirixalus hansenae	*Chirixalus nongkhorensis*	*Chirixalus vittatus*
Microhyla butleri	*Microhyla heymonsi*	*Microhyla ornata*
Microhyla pulchra		

2.4 กลุ่มที่พบตัวในฤดูหนาว

ตัวเต็มวัยที่พบตัวในฤดูหนาวมี 6 ชนิด ได้แก่

Rana macrodactyla	*Philautus parvulus*	*Rhacophorus bisacculus*
Theloderma stellatum	*Microhyla berdmorei*	*Microhyla butleri*

ลูกอ๊อดที่พบตัวในฤดูหนาวมี 4 ชนิด ได้แก่

Limnonectes pileatus	*Paa fasciculispina*
Theloderma stellatum	*Rana lateralis*

3. ด้านความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย กับจำนวนชนิดที่สำรวจพบในแต่ละเดือน พบว่ามีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เป็นดังนี้

3.1 จำนวนชนิดทั้งหมด

- มีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย
- ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิเฉลี่ย

3.2 จำนวนชนิดของตัวเต็มวัย

- มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน
- ไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์

3.3 จำนวนชนิดของลูกอ๊อดทั้งหมด

- ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์

3.4 จำนวนชนิดของลูกอ๊อดที่อาศัยในแหล่งน้ำนิ่ง

- ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์

3.5 จำนวนชนิดของลูกอ๊อดที่อาศัยในแหล่งน้ำไหล

- มีความสัมพันธ์ในลักษณะผกผันกับปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์
- ไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ

4. ด้านนิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ จากการศึกษาในกบ 4 ชนิด ได้แก่ *Rana kuhlii, Rana nigrovittata, Rana alticola* และ *Leptobrachium smithi* ซึ่งอาศัยในระบบนิเวศน้ำไหลในลำห้วยบนภูเขา พบว่าทั้ง 4 ชนิด มีแหล่งผสมพันธุ์วางไข่ ลักษณะการวางไข่ และช่วงเวลาการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน (วารุณี, 2543) ดังนี้

4.1 *Rana kuhlii* และ *Rana nigrovittata* มีแหล่งผสมพันธุ์วางไข่ในลำห้วยเดียวกัน ทั้งสองชนิดวางไข่ได้ทั้งในแหล่งน้ำชั่วคราว และแหล่งน้ำถาวร แต่ต้องเป็นบริเวณที่กระแสน้ำค่อนข้างนิ่ง โดย *Rana kuhlii* วางไข่เป็นกลุ่มอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำเล็กน้อยในบริเวณที่น้ำไม่ลึกมากนัก และสืบพันธุ์ตลอดทั้งปี ส่วน *Rana nigrovittata* วางไข่เป็นแพลอยอยู่ที่ผิวน้ำและเป็นบริเวณที่น้ำลึกมากกว่าในช่วงฤดูฝน

4.2 *Rana alticola* และ *Leptobrachium smithi* มีแหล่งผสมพันธุ์วางไข่ในลำห้วยเดียวกัน ทั้งสองชนิดวางไข่ในลำห้วยน้ำไหลที่เป็นแหล่งน้ำถาวรในช่วงปลายฤดูฝน หรือต้นฤดูหนาว และพบลูกอ๊อดอาศัยแพร่กระจายอยู่คนละบริเวณของลำห้วย

5. ด้านการเติบโตในระยะลูกอ๊อด ของกบห้วยขาปุ่ม *Rana kuhlii, Rana nigrovittata, Rana alticola* และ *Leptobrachium smithi* พบว่าทั้ง 4 ชนิด ได้เปลี่ยนรูปร่างและลักษณะโครงสร้างหลายประการในการเตรียมตัวเพื่อขึ้นไปดำรงชีวิตบนบกในระยะตัวเต็มวัย ได้แก่

5.1 โครงสร้างที่ปรับเปลี่ยนระหว่างการเปลี่ยนรูปร่างในระยะลูกอ๊อด ได้แก่ โครงสร้างปาก ระบบท่อทางเดินอาหาร (ลำไส้, ท่อทวาร) และผิวหนัง

5.2 โครงสร้างที่พัฒนาเพิ่มขึ้นระหว่างการเปลี่ยนรูปร่างในระยะลูกอ๊อด ได้แก่ เยื่อแก้วหู เปลือกตา ลิ้น และรยางค์ขา

5.3 โครงสร้างที่ลดรูปไประหว่างการเปลี่ยนรูปร่างในระยะลูกอ๊อด ได้แก่ หาง เหงือก และช่องเปิดห้องเหงือก

โครงสร้างปากจะเริ่มเจริญในช่วงแรกๆ ของการเติบโต พัฒนามากขึ้นในระยะต่อมาจนกระทั่งมีความสมบูรณ์สูงสุดเมื่อลูกอ๊อดเริ่มมีตุ่มขาหลังเจริญขึ้นมาเล็กน้อย จากนั้นจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นปากในระยะตัวเต็มวัย ซึ่งลูกอ๊อดแต่ละชนิดมีตำแหน่งของปาก จำนวนแถวฟัน และลักษณะแผ่นหนังรอบปากแตกต่างกัน ขณะเดียวกันการเจริญของท่อทางเดินอาหารในส่วนของวงลำไส้ของระยะลูกอ๊อดของกบทั้ง 4 ชนิด ยังมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างปาก โดยลำไส้ของลูกอ๊อดเริ่มเจริญเพียงเล็กน้อยในช่วงแรก และเจริญเพิ่มขึ้นจนมีจำนวนวงสูงสุดเมื่อลูกอ๊อดมีโครงสร้างปากเติบโตสูงสุด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีจำนวนวงลำไส้แตกต่างกัน จากนั้นลำไส้จะลดรูปและจำนวนวงลงจนกระทั่งไม่มีลักษณะเป็นวงและค่อนข้างสั้น การพัฒนาหรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอื่นๆ ในระยะลูกอ๊อด ได้แก่ ลิ้น เปลือกตา ผิวหนัง ท่อทวาร จะเริ่มเมื่อขาหน้าเติบโตเต็มที่ ในขณะที่เหงือกและช่องเปิดห้องเหงือกจะเริ่มลดรูปเมื่อหางลดรูป

นอกจากนี้ พบว่าการเจริญเติบโตของลูกอ๊อด *Rana alticola* และ *Leptobrachium smithi* ใช้ระยะเวลานานกว่าลูกอ๊อด *Rana kuhlii* และ *Rana nigrovittata* เนื่องจากลูกอ๊อดทั้งสองชนิดจำเป็นต้องเพิ่มขนาดตัวให้ใหญ่มากกว่า ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะโครงสร้างปากที่มีจำนวนแถวฟัน และจำนวนวงลำไส้ที่มากกว่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการถากอาหารและย่อยอาหาร รวมทั้งจำนวนแถวฟันและจำนวนวงลำไส้ยังมีความผันแปรมากกว่า

6. การศึกษาโครงสร้างปากของลูกอ๊อด สามารถจำแนกได้เป็น 5 รูปแบบ (จันทร์ทิพย์, 2543) ดังนี้

6.1 ปากอยู่ทางด้านบนของส่วนหัว (dorsal) ปากแผ่บานเป็นแผ่นกว้างหรือเป็นรูปกรวย ภายในปากไม่มีตุ่มฟัน (denticle) และไม่มีจะงอยปาก (beak) โครงสร้างปากรูปแบบนี้พบในลูกอ๊อด 2 วงศ์ คือ

Pelobatidae ได้แก่ *Megophrys parva* และ *Brachytarsophrys carinensis*

Microhylidae ได้แก่ *Microhyla heymonsi*

6.2 ปากอยู่ทางด้านล่างของส่วนหัว (ventral) หรืออยู่ค่อนข้างสูงขึ้นมาทางส่วนหน้าของหัว (subterminal) มีแผ่นหนังรอบปาก (papilla) บนแผ่นหนังอาจมีตุ่มหนังเรียงเป็นแถวอยู่โดยรอบ ภายในปากประกอบด้วยตุ่มฟันเรียงเป็นแถว จำนวนแถวของตุ่มฟันอาจมีมากหรือน้อยแล้วแต่ชนิดของลูกอ๊อด และมีจะงอยปาก (beak) โครงสร้างปากรูปแบบนี้ พบในลูกอ๊อด 4 วงศ์ ดังนี้

Pelobatidae ได้แก่ *Leptobrachium smithi*, *Leptolalax pelodytoides, Leptolalax gracilis, Leptobrachium* sp. และ *Leptobrachium hendricksoni*

Bufonidae ได้แก่ *Bufo parvus*, *B. melanostictus* และ *B. macrotis*

Ranidae ได้แก่ *Rana limnocharis, R. kuhlii, R. rugulosa, R. nigrovittata, R. erythraea, R. alticola, R. chalconota, R. hosii* และ *R. cancrivora*

Rhacophoridae ได้แก่ *Polypedates leucomystax leucomystax* และ *Rhacophorus bipunctatus*

6.3 ปากอยู่ด้านหน้าสุดของส่วนหัว (terminal) ภายในปากไม่มีตุ่มฟัน และไม่มีจะงอยปาก โครงสร้างปากรูปแบบนี้พบในลูกอ๊อดวงศ์ Microhylidae ได้แก่ *Microhyla pulchra, M. ornata, M. inornata, M. berdmorei, M. butleri, Kaloula pulchra* และ *Glyphoglossus molossus*

6.4 ปากอยู่ด้านหน้าสุดของส่วนหัว (terminal) ริมฝีปากล่างเป็นรูปเกือกม้า (horseshoe-shape) ยืดออกและหดเข้าสู่ช่องปากได้ ภายในปากไม่มีตุ่มฟัน แต่มีจะงอยปาก ลูกอ๊อดที่มีโครงสร้างปากรูปแบบนี้ ได้แก่ *Occidozyga lima* และ *O. martensii* ซึ่งทั้งสองชนิดอยู่ในวงศ์ Ranidae

6.5 ปากอยู่ทางด้านล่างของส่วนหัว (ventral) แผ่นหนังรอบปากสั้นมาก หรือไม่มี ช่องปากกว้างมาก ใช้ปากเป็นอวัยวะสำหรับยึดเกาะหรือมีแผ่นดูด (ventral disc) ที่ด้านท้อง ลูกอ๊อดที่มีโครงสร้างปากรูปแบบนี้ ได้แก่ *Ansonia malayana* (วงศ์ Bufonidae) และ *Amolops afghanus, Rana fasciculispina* (วงศ์ Ranidae)

7. การศึกษาโครงสร้างปากและพฤติกรรมการกินอาหารของลูกอ๊อดที่แหล่งอาศัยต่าง ๆ กัน ได้แก่ แหล่งน้ำนิ่ง แหล่งน้ำไหล รวมถึงอาศัยในระดับน้ำต่างกันคือ ผิวน้ำ กลางน้ำ และพื้นท้องน้ำ พบว่าโครงสร้างปากและพฤติกรรมการกินอาหารของลูกอ๊อดสัมพันธ์กับสภาพแหล่งที่อยู่อาศัยดังนี้

7.1 ลูกอ๊อดที่อาศัยในแหล่งน้ำนิ่งและหากินที่ระดับผิวน้ำ ปากจะแผ่บานออกที่บริเวณผิวน้ำ ภายในปากไม่มีฟัน รอบปากอาจมีขนสั้นช่วยพัดพาอาหารเข้าปาก กินอาหารโดยการกรองอนุภาคขนาดเล็กที่ล่องลอยมาตามผิวน้ำ ได้แก่ *Microhyla heymonsi*

7.2 ลูกอ๊อดที่อาศัยในแหล่งน้ำไหลและหากินที่ระดับผิวน้ำ ปากจะแผ่บานออกที่บริเวณผิวน้ำ ภายในปากไม่มีฟัน รอบปากมีขนสั้นช่วยพัดพาอาหารเข้าปาก รูปร่างปากมักเป็นรูปเหลี่ยมเพื่อยึดเกาะกับซอกหินเมื่อกระแสน้ำไหลแรง กินอาหารโดยการกรองอนุภาคขนาดเล็กที่ล่องลอยมาตามผิวน้ำ ได้แก่ *Megophrys parva* และ *Brachytarsophrys carinensis*

7.3 ลูกอ๊อดที่อาศัยในแหล่งน้ำนิ่งแต่หากินที่ระดับกลางน้ำ ปากจะอยู่ปลายสุดของส่วนหัว (terminal) ไม่แผ่บานเป็นรูปกรวย แต่โค้งหรือม้วน หรือพับเข้า หรือออกจากช่องปาก ภายในปากไม่มีฟัน กินอาหารโดยการสูบอนุภาคขนาดเล็กเข้าสู่ปาก (suction pump) ได้แก่ *Microhyla ornata, M. nornata, M. butleri, M. pulchra, M. berdmorei, Kaloula pulchra* และ *Glyphoglossus molossus*

7.4 ลูกอ๊อดที่อาศัยในแหล่งน้ำนิ่งและหากินที่ระดับพื้นท้องน้ำ กลางน้ำ และผิวน้ำ แต่ส่วนใหญ่มักอาศัยที่พื้นท้องน้ำ ปากอาจอยู่ด้านท้อง (ventral) หรือค่อนข้างสูงขึ้นมาที่ส่วนปลายของหัว (subterminal) โครงสร้างปากประกอบด้วย แผ่นหนังรอบปาก แถวฟัน และจะงอยปาก หรืออย่างน้อยที่สุดจะต้องมีจะงอยปาก ประกอบด้วย กลุ่มที่มีพฤติกรรมการกินอาหารโดยการถากและกินตะกอนใต้ท้องน้ำ ได้แก่ *Rana nigrovittata, R. chalconota* และ *R. cancrivora* กลุ่มที่มีพฤติกรรมการกินอาหารแบบผู้ล่าและกินซากสัตว์ ได้แก่ *Polypedates leucomystax leucomystax, R. rugulosa* และ *R. erythraea* กลุ่มที่มีพฤติกรรมการกินอาหาร 2 รูปแบบร่วมกันคือ กินโดยใช้ปากถากร่วมกับการกินแบบผู้ล่า ได้แก่ *Bufo melanostictus, B. macrotis, B. parvus* และ *R. limnocharis* และกลุ่มกินโดยใช้ปากสูบอาหารร่วมกับพฤติกรรมการกินแบบผู้ล่า ได้แก่ *Occidozyga lima* และ *O. martensii*

7.5 ลูกอ๊อดที่อาศัยในแหล่งน้ำไหลและหากินที่ระดับพื้นท้องน้ำ กลางน้ำ และผิวน้ำ แต่ส่วนใหญ่มักอาศัยที่พื้นท้องน้ำ ปากอยู่ทางด้านท้องหรือค่อนข้างสูงขึ้นมาที่ส่วนปลายของหัว หรือมีแว่นดูด เพื่อใช้เกาะวัตถุในน้ำขณะที่กระแสน้ำไหลแรง โครงสร้างปากประกอบด้วย แผ่นหนังรอบปาก แถวฟัน และจะงอยปาก ประกอบด้วย กลุ่มที่มีพฤติกรรมการกินอาหารโดยการถากและกินตะกอนใต้พื้นท้องน้ำ ได้แก่ *Leptobrachium smithi, Leptobrachium* sp., *L. hendricksoni, R. kuhlii, R. alticola, R. nigrovittata, R. hosii, R. fasciculispina, Amolops afghanus* และ *Ansonia malayana* และกลุ่มที่มีพฤติกรรมการกินอาหารแบบผู้ล่าและกินซากสัตว์ ได้แก่ *Rhacophorus bipunctatus, Leptolalax gracilis* และ *L. pelodytoides*

บทสรุป

จากการศึกษาความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มกบในบางพื้นที่ของประเทศไทย นิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ระยะลูกอ๊อด และโครงสร้างปากที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการกินอาหารของกบบางชนิด ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญหลายประการ ได้แก่ ความหลากชนิดของกบในพื้นที่ ช่วงเวลาการพบตัวกบทั้งในระยะลูกอ๊อดและตัวเต็มวัยในช่วงเวลาต่างๆ ของปี ความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดที่พบกับปัจจัยสภาพอากาศ นอกจากนี้ยังได้ข้อมูลของลูกอ๊อดชนิดต่างๆ เพิ่มมากขึ้น เช่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก โครงสร้างปาก ซึ่งมีความสำคัญทางด้านอนุกรมวิธาน จึงควรมีการศึกษาให้ละเอียดและครอบคลุมชนิดทั้งหมดที่มีอยู่ในประเทศไทย และพื้นที่ใกล้เคียง เนื่องจากการสำรวจในพื้นที่ใดๆ หากสำรวจทั้งระยะลูกอ๊อดและตัวเต็มวัย จะทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้พฤติกรรมการกินอาหารซึ่งสัมพันธ์กับโครงสร้างปาก และลักษณะของแหล่งอาศัยรวมทั้งการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ทำให้ได้ข้อมูลเชิงนิเวศ โดยเฉพาะการศึกษาในระดับชนิด ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการศึกษาเชิงลึกของแต่ละชนิดเพื่อประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น การจัดการชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์ หรือชนิดพันธุ์ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ หรือชนิดพันธุ์ที่อาจใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของระบบนิเวศ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 144009, 542062 และ 542079 และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติที่อำนวยความสะดวกในการสำรวจ คุณประทีป มีวัฒนา ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง และภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กำธร ธีรคุปต์. 2543. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน. *ใน* วิสุทธิ์ ใบไม้, บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT). เวิร์คเพรส พริ้นท์ติ้ง กรุงเทพฯ. หน้า 149-171.

โกวิท น้อยโคตร. 2545. ความหลากชนิดของกบตัวเต็มวัย และลูกอ๊อดในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

จันทร์ทิพย์ อินทาระ. 2543. การศึกษาโครงสร้างปากที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการกินอาหารของลูกอ๊อดบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

จารุจินต์ นภีตะภัฏ. 2532. ความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทย. *ใน* สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และศุภชัย หล่อโลหการ (ผู้รวบรวม), ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย. บริษัทประชาชน จำกัด กรุงเทพฯ. หน้า 169-204.

จารุจินต์ นภีตะภัฏ. 2539. การวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานของประเทศไทยในปัจจุบัน. *ใน* ความหลากหลายแห่งชีวิต: เอกสารสืบเนื่องจากการสัมมนาเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ-การใช้ประโยชน์-การอนุรักษ์-การวิจัย, 20-22 กันยายน 2539. โครงการจัดตั้งศูนย์ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 218-236.

ธัญญา จั่นอาจ. 2530. การสำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานีและจังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ธัญญา จั่นอาจ. 2535. สัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าพรุของประเทศไทย. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 2(1): 73-79.

ธัญญา จั่นอาจ. 2539. การสำรวจเบื้องต้นสำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 5(2): 1-9.

วารุณี เหลืองสกุลพงษ์. 2543. นิเวศวิทยาการสืบพันธุ์และการเติบโตในระยะวัยอ่อนของกบ 4 ชนิด ที่อาศัยในระบบนิเวศน้ำไหล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วิโรจน์ นุตพันธุ์. 2520. คำบรรยายวิชา Herpetology. ภาควิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (โรเนียว)

วิสูตร พึ่งชื่น. 2537. การสำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขาเขียว-เขาชมพู่ จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วีรยุทธ์ เลาหะจินดา, สวัสดิ์ วงศ์ถิรวัฒน์ และประทีป มีวัฒนา. 2542. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณป่าอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (ผืนป่าตะวันตกเขตรอยต่อของภาคเหนือและภาคใต้). วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 7(1): 24-29.

สวัสดิ์ วงศ์ถิรวัฒน์. 2541. รายชื่อสัตว์ป่ามีกระดูกสันหลังในประเทศไทย. กลุ่มนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม. ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. 80 หน้า.

Frost, D.R. 2000. Amphibian species of the World: An online reference. V2.20. The American Museum of Natural History. Avialable http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html, September 1, 2000.

Gairdner, K.G. 1915. Note on the fauna and flora of Ratburi and Petchaburi. *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 1(13): 131-156.

Inger, 1966. The systematic and zoogeography of the amphibians of Boneo. Field Museum of Natural History, Chicago, USA., 402 pp.

Office of Environmental Policy and Planning. 2000. National Report: biodiversity conservation in Thailand. Ministry of Science, Technology and Environment.

Smith, M.A. 1916a. On a collection of reptiles and batrachians from Peninsular Siam. *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 2(2): 148-171.

Smith, M.A. 1916b. On the frogs of genus *Oxyglossis*. *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 2(2): 171-175

Smith, M.A. 1917a. Description of new reptiles and new batrachain from Siam. *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 2(3): 121-125.

Smith, M.A. 1917b. A list of the batrachians at present know to inhabit Siam. *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 2(3): 226-131.

Smith, M.A. 1917c. A new frog for Bangkok. *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 2(3): 256-256.

Smith, M.A. 1917d. Description of a new snake and a new frog from Siam. *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 2(4): 276-278

Smith, M.A. 1921. A new name for the frog *Rana pullus*. *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 4(3): 193-193.

Smith, M.A. 1922a. Reptile and batrachians from Siam and Indo-China, (No. 1). *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 4(4): 203-214

Smith, M.A. 1922b. The frogs allied to *Rana doriae*. *Jour. Nat. Hist. Soc. Siam*. 4(4): 215-229

Taylor, E.H. 1962. The amphibian fauna of Thailand. The University of Kansas. *Science Bulletin* 43(8): 312-456.

งานวิจัยสัตว์ป่าในผืนป่าตะวันตก

อนรรฆ พัฒนวิบูลย์

สำนักงานโครงการจัดการผืนป่าตะวันตกเชิงระบบนิเวศ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
กรมป่าไม้ พหลโยธิน กรุงเทพฯ 10900

Abstract: Wildlife Research in the Western Forest Complex: A Review

Anak Pattanavibool

Wildlife Research in the Western Forest Complex Natural Resources Conservation Office, Royal Forest Department, Pahonyothin Rd., Chatuchuk, Bangkok 10900

This review of wildlife research in the Western Forest Complex (WEFCOM) was based on 88 research studies. Mammals are the main target for researchers with 51 studies followed by birds (26), fish (9) and herpeto-faunas (3), respectively. For mammals, large ungulates, including gaur (*Bos gaurus*) and Banteng (*Bos javanicus*), are the major taxa receiving intensive study. Monitoring systems with permanent transects for Sambar (Cervus unicolor) and Barking deer (Muntiacus muntjak) have been established. Carnivores, especially tiger (*Panthera tigris*) and leopard (*Panthera pardus*), have also been studied for home range, biology and ecology. The remaining mammal species still receive little attention. For birds, hornbills are the group on which intensive research studies have been conducted. Applied research studies, which are normally rare among wildlife research, to look at impacts of resource management, can be found among the bird studies. Very few research works have been done on the herpeto-fauna and fish. According to the study area, Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary is the site for almost all research studies on wildlife in WEFCOM. More research to cover the whole scale of this large ecosystem should be supported. Monitoring and applied research studies are really needed to keep track of wildlife status and to promote the values of wildlife to those who use this prime ecosystem.

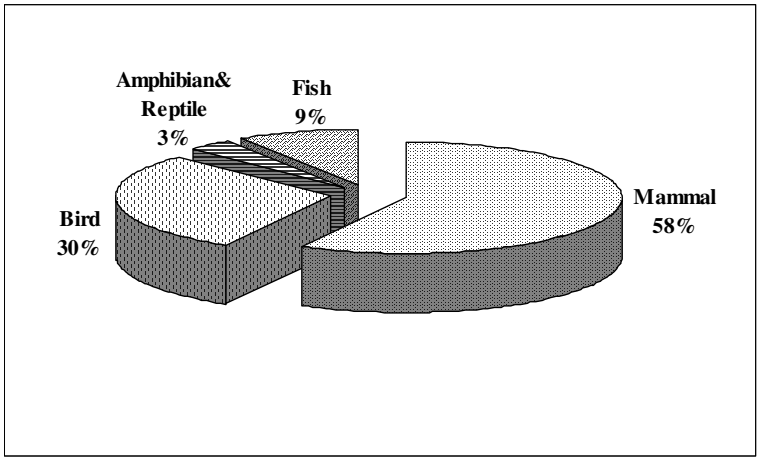
บทนำ

ป่าตะวันตก ได้รับการคุ้มครองให้เป็นผืนป่าอนุรักษ์ ซึ่งประกอบด้วย ผืนป่าอุทยานแห่งชาติ 9 แห่ง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า 6 แห่ง และพื้นที่เตรียมประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติอีก 2 แห่ง รวมเป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 17 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่ 18,730 กม.^{2} (~ 11.7 ล้านไร่) นอกจากนี้ ใจกลางของผืนป่าคือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ยังได้รับการประกาศให้เป็นมรดกโลกในปี พ.ศ. 2534 เนื่องจากมีความโดดเด่นในด้านทรัพยากรชีวภาพ และวิวัฒนาการ (นริศ, 2544) จากภาพดาวเทียม Landsat 5-TM ปี 2543 พบว่าสภาพโดยทั่วไปของผืนป่าแห่งนี้ยังมีพื้นที่ป่าปกคลุมกว่า 80% ของพื้นที่ทั้งหมด และมีความหลากหลายของสังคมสัตว์สูง เช่น พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกว่า 120 ชนิด นกกว่า 400 ชนิด (DANCED, 1998) และชนิดพันธุ์สัตว์ป่าอื่นๆ อีกหลากหลายชนิด นริศ (2544) สรุปความเหมาะสมของผืนป่าตะวันตกต่อความหลากชนิดของสัตว์ป่าไว้ 3 ประการ คือ

1. ตำแหน่งที่เหมาะสมทางชีวภูมิศาสตร์ (Unique biogeography) ผืนป่าตะวันตกเป็นบริเวณรอยต่อของ 3 เขตสัตวภูมิศาสตร์ย่อย คือ India, Indo-China และ Sundiac ชนิดพันธุ์สัตว์ป่าจากทั้ง 3 เขต สามารถพบได้ในผืนป่านี้
2. ศักยภาพของความเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ (Large-are size) จึงทำให้รองรับชนิดพันธุ์สัตว์ป่าได้หลากหลาย โดยเฉพาะสัตว์ขนาดใหญ่ ซึ่งถือเป็นความโดดเด่นของผืนป่าตะวันตกคือ ช้าง กระทิง วัวแดง เสือโคร่ง นกเงือกชนิดต่างๆ
3. มีความแตกต่างอันหลากหลายของระบบนิเวศและถิ่นอาศัยของสิ่งมีชีวิต (Habitat heterogeneity) ภูมิประเทศในผืนป่าตะวันตก มีความแตกต่างในระดับความสูงตั้งแต่ 100 - 2,152 เมตร โดยที่มีความ

หลากหลายของพืชพรรณตั้งแต่ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าทุ่ง ทุ่งหญ้า และป่าบึงน้ำจืด

ผืนป่าตะวันตกนับว่าเป็นแหล่งความรู้แห่งธรรมชาติ มีวิวัฒนาการที่สำคัญ และเป็นที่ยอมรับของนักวิจัย ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ป่ามีทั้งสิ้น 88 เรื่อง เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammal) 51 เรื่อง นก (Bird) 26 เรื่อง สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Herpeto-fauna) 3 เรื่อง และปลา (Fish) 8 เรื่อง (ภาพที่ 1) จะเห็นว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีผู้วิจัยมากที่สุด (58%) นก (30%) ปลา (9%) ส่วนสัตว์สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีผู้วิจัยน้อยมาก จึงได้รวมเป็นกลุ่มเดียว (Herpeto-fauna) ซึ่งมีเพียง 3% สำหรับการตรวจเอกสารครั้งนี้ มิได้ครอบคลุมรายละเอียดของงานวิจัยทั้ง 88 เรื่อง แต่คัดเลือกเฉพาะผลงานที่เป็นตัวแทนในแต่ละชนิด หรือกลุ่มสัตว์หลักๆ เท่านั้น



ภาพที่ 1. เปอร์เซนต์งานวิจัยด้านสัตว์ป่าในผืนป่าตะวันตก

ผลงานวิจัย

1. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammals)

กลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่งานศึกษาวิจัยมากที่สุด ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มสัตว์กินพืช (Herbivore) กลุ่มสัตว์กินเนื้อ (Carnivore) และกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก (Small mammals) และขนาดกลาง (Medium mammal) ดังมีรายละเอียดดังนี้

1.1 กลุ่มสัตว์กินพืช (Herbivore)

ป่าตะวันตก เป็นผืนป่าที่เป็นแหล่งประชากรช้างป่าที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ โดยมัทนา (2540) ประเมินว่ามีช้างป่ากว่า 500 ตัว ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งพันธุกรรม (Gene pool) ที่สำคัญของช้างป่าในประเทศ ในขณะที่แหล่งช้างป่าหลักๆ ของประเทศอื่นๆ ก็ได้รับการประเมินไว้ดังนี้ ผืนป่าเขาใหญ่-ทับลาน มีประมาณ 200 - 250 ตัว ป่าเทือกเขาเพชรบูรณ์มี 400 ตัว ป่าเทือกเขาจันทบุรีมี 140 ตัว และป่าแก่งกระจานมี 160 ตัว (มัทนา, 2540) งานวิจัยด้านนิเวศวิทยาและประชากรเฉพาะแห่งมีปรากฏในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง บริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ จังหวัดอุทัยธานี โดยรองลาภ (2536) รองลาภ และคณะ (2543) สำรวจช้างป่าโดยติดตามโขลงช้าง นับรอยเท้า และกองมูลตามเส้นแนวสำรวจ (Transect) รายงานว่าช้างป่าใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าหลายประเภท การเลือกพื้นที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆ คือ การเปลี่ยนแปลงของพืชอาหาร พรรณพืชคลุมดิน และแหล่งน้ำตามฤดูกาล จากการติดตามโขลงช้างพบว่าช้างป่ามีขนาดฝูงเฉลี่ย 5 ตัว ประเมินความหนาแน่นของประชากรช้างป่าไว้ที่ 0.07 - 0.09 ตัว/กม.^{2} ความหนาแน่นของกองมูลมีค่าระหว่าง 100 - 200 กอง/กม.^{2}

1.1.1 สัตว์กีบคู่ (Artiodactyla หรือ Even-toed ungulates) เป็นกลุ่มสัตว์กินพืชที่มีการศึกษามากที่สุด โดยเฉพาะกระทิง (*Bos gaurus*) และวัวแดง (*Bos javanicus*) มีเอกสารตีพิมพ์เพยแพร่อย่างกว้างขวาง งานวิจัยเกือบทั้งหมดยังคงอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง การศึกษาวิจัยในระยะแรกๆ เป็นการศึกษาธรรมชาติวิทยาทั่วไป ธีรภัทร (2530) ศึกษาโดยการติดตามฝูงและร่องรอย พบว่าวัวแดงใช้พื้นที่ป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ และป่าไผ่ ชอบกินยอดไม้ ใบไม้ และเถาวัลย์ โดยได้รวบรวมพันธุ์ไม้ที่เป็นพืชอาหารวัวแดงไว้คือ หญ้า 22 ชนิด พืชล้มลุก 12 ชนิด ไผ่ 4 ชนิด และไม้ยืนต้น 21 ชนิด และต้องการโป่งทุกฤดูกาล ผสมพันธุ์และตกลูกเกือบตลอดปี ช่วงฤดูผสมพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ระหว่างเดือนมิถุนายน – กันยายน ตกลูกครั้งละ 1 ตัว ตั้งท้อง 9.5 - 10 เดือน ฝูงของวัวแดงมีประมาณ 2 - 10 ตัว ส่วนฝูงกระทิงมีประมาณ 8 ตัว (Bhumpakphan, 1997) การศึกษาเพื่อประเมินประชากรของกระทิง และวัวแดง โดยประเมินจากรอยเท้าและกองมูลเป็นหลัก Srikosamatara (1993) พบว่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งมีวัวแดง 250 ตัว และกระทิง 290 ตัว โดยมีความหนาแน่นของกระทิง และวัวแดง มีค่าประมาณ 0.20 ตัว/กม.^{2} (รองลาภ และคณะ, 2543) การศึกษาการใช้พื้นที่ของกระทิง และวัวแดง ได้มีการศึกษาโดยติดวิทยุติดตามตัว (Radio telemetry) (Prayulrasiddhi, 1997) พบว่าขนาดพื้นที่อาศัย (Home range) ของฝูงกระทิงและวัวแดง มีประมาณ 3,900 และ 2,000 เฮกแตร์ โดยที่ Home range ของกระทิงตัวผู้ และวัวแดง คือ 4,500 และ 1,000 เฮกแตร์ตามลำดับ และพบว่าพื้นที่ที่กระทิงและวัวแดงใช้ร่วมกัน จะอยู่ในระดับความสูงมากกว่า 200 – 600 เมตรจากระดับน้ำทะเล แต่ในช่วงฤดูแล้งกระทิงจะใช้พื้นที่ป่าดิบใกล้แหล่งน้ำที่สูงกว่า 400 ม. ซึ่งตรงข้ามกับวัวแดงที่ฤดูแล้งจะกินหญ้าแห้งและหากินไกลจากแหล่งน้ำระดับต่ำกว่า 400 ม. Bhumpakphan (1997) ได้สร้างโมเดลถิ่นอาศัยของกระทิงในป่าห้วยขาแข้ง พบว่าปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดถิ่นที่อยู่อาศัยของกระทิงคือ ป่าเบญจพรรณในหุบเขา ป่าดิบแล้งริมลำน้ำ และป่าดิบแล้งบนไหล่เขา

สัตว์จำพวก Bovid อีกชนิดหนึ่งที่ได้รับการศึกษาอย่างจริงจังในห้วยขาแข้ง คือ ควายป่า (*Bubalus bubalis*) ซึ่งควายป่าฝูงสุดท้ายของประเทศไทย อาศัยอยู่ด้านตอนใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง การศึกษาเป็นทั้งการประเมินประชากรและการศึกษานิเวศวิทยา (รัตนวัฒน์, 2544) พบว่าประชากรควายป่าในพื้นที่มีประมาณ 40 ตัว มีความหนาแน่น 0.27 ตัว/กม.^{2} โดยมักพบในบริเวณป่าพงริมห้วย และป่าเบญจพรรณที่มีไม้ไผ่ ต้องอาศัยแหล่งน้ำ ปลัก โป่ง รัตนวัฒน์ (2544) ให้ข้อสังเกตว่าประชากรควายป่าไม่เพิ่มขึ้นในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา โดยลูกอาจตายจากสาเหตุทางธรรมชาติ

กลุ่มเก้งและกวาง (Cervid) เป็นกลุ่มที่มีการศึกษาพอสมควร รองลาภ และคณะ (2542) ได้สร้างโมเดลถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางป่า (*Cervus unicolor*) และเก้ง (*Muntiacus muntjak*) ดูเรื่องการย่อยสลายของกองมูลเก้งและกวางป่า ได้มีการติดวิทยุติดตามตัวเก้ง จำนวน 18 ตัว บริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ จ.อุทัยธานี ประกอบกับเทคนิคการใช้กล้องดักถ่ายภาพ (Camera trap) พบว่าขนาดของพื้นที่หากินเฉลี่ยของเก้งคือ 227 เฮกแตร์ นอกจากนี้ยังสรุปว่ากวางป่าชอบใช้ป่าเบญจพรรณ แต่เก้งใช้พื้นที่ป่าหลากหลายชนิด และพบว่าเก้งมีการผสมพันธุ์ทั้งปี ส่วนสัตว์ที่ล่าเก้งกินมากที่สุดคือ เสือดาว (*Panthera pardus*)

Piyapan (2000) ได้ศึกษาการแบ่งปันอาหารในสัตว์กีบ 4 ชนิด คือ เก้ง กวางป่า กระทิง และวัวแดง ในป่าห้วยขาแข้ง พบว่าถึงแม้สัตว์กีบทั้ง 4 ชนิดนี้ จะกินพืชถึง 74 ชนิดพันธุ์ แต่มีเพียง 11 ชนิดพันธุ์ที่กินมาก ทำให้ชนิดอาหารมีความคาบเกี่ยวกันสูง จึงสรุปว่าในช่วงฤดูแล้งที่อาหารขาดแคลน สัตว์ป่าทั้ง 4 ชนิดนี้จะแข่งขันกันในเรื่องแหล่งอาหารเป็นอย่างยิ่ง

1.1.2 สัตว์กีบคี่ (Perissodactyla หรือ Odd-toed ungulate) ที่ยังคงมีรายงานพบในผืนป่าตะวันตก คือ สมเสร็จ (Tapirus indicus) โดยณรงค์ (2531) ได้ศึกษาในป่าห้วยขาแข้ง พบว่าสมเสร็จมีการหากินตามเส้นทางประจำ และหากินโดยไม่มีรูปแบบ หรือเส้นทางที่แน่นอน และได้บันทึกชนิดพืชอาหารที่สมเสร็จกินไว้กว่า 37 ชนิด โดยรายงานว่าในฤดูแล้งสมเสร็จมักใช้พื้นที่ริมลำห้วย และมักชอบแช่น้ำในฤดูแล้ง

1.1.3 สัตว์จำพวกลิงและค่าง (Primate) ในกลุ่มนี้ที่มีผู้สนใจศึกษาคือ ชะนีมือขาว (*Hylobates lar*) โดยศึกษาเกี่ยวกับถิ่นอาศัย กุลธิดา (2544) ได้ศึกษาเปรียบเทียบชะนีมือขาวในพื้นที่ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ พบว่าขนาดของถิ่นอาศัยของชะนีในป่าดิบแล้งมีขนาด 11 เฮกแตร์ ในขณะที่ชะนีในป่าเบญจพรรณมีขนาดถิ่นอาศัย 16 เฮกแตร์ นอกจากนี้มีการทำบัญชีรายชื่อชนิดพืชอาหารทั้งป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณไว้มากกว่า 50 ชนิด โดยพบว่าไม้ในวงศ์น้อยหน่า (Annonaceae) เป็นพืชที่ชะนีมือขาวชอบกินที่สุด ส่วน Primate อื่นๆ ยังไม่พบผลงานการวิจัย

1.2 กลุ่มสัตว์กินเนื้อ (Carnivore)

เป็นกลุ่มสัตว์ที่มีผู้สนใจศึกษาด้วยเทคนิคต่างๆ ในหลายรูปแบบ โดยเฉพาะสัตว์ 2 ชนิด คือ เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) และเสือดาว (*Panthera pardus*) สำหรับเสือโคร่งได้ศึกษาถึงเหยื่อ โดยวิเคราะห์ขนและกระดูกสัตว์ที่พบในกองมูล (อัจฉรา, 2543) พบว่าอาหารหลักของเสือโคร่งในป่าห้วยขาแข้งคือ วัวแดง กวางป่า เก้ง กระทิง และหมูป่า และจากการค้นพบของงานวิจัยนี้คือ เสือโคร่งเลือกเหยื่อที่โตเต็มวัยมากกว่าตัวที่ยังไม่โตเต็มวัย ส่วนการศึกษาขนาดถิ่นอาศัยของเสือโคร่ง ได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคกล้องดักถ่ายภาพเพื่อหาจำนวนเสือ และขนาดของถิ่นอาศัย (Home range) (ศักดิ์สิทธิ์, 2544) พบว่าเสือโคร่งมีขนาดของถิ่นอาศัยแตกต่างกันตามเพศ โดยเสือเพศผู้บางตัวมีอาณาเขตของถิ่นอาศัยถึง 100 กม.^{2} ส่วนเสือดาว มีการศึกษาโดยการติดวิทยุติดตามตัว (อลัน และซูซาน, 2531) พบว่าเสือดาวเพศผู้และเพศเมียมีขนาดของถิ่นอาศัยกว้าง 23 และ 11.4 กม.^{2} ตามลำดับ และพบว่าเหยื่อที่เสือดาวชอบที่สุดคือ เก้ง

1.3 กลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก (Small mammals) และขนาดกลาง (Medium mammals)

กลุ่มนี้เป็นได้ทั้งสัตว์กินพืช และสัตว์กินเนื้อ Robinson et al. (1995) กลุ่มที่ศึกษามากที่สุดคือ ค้างคาว Duangkhae (1990) ศึกษานิเวศวิทยาของค้างคาวกิตติ (*Craseonycteris thonglongyai*) ในบริเวณถ้ำหินปูนด้านตะวันตกของผืนป่าตะวันตก พบว่าค้างคาวกิตติใช้เส้นทางประจำในการออกหากิน ซึ่งไม่ไกลกว่า 1 กม. จากถ้ำ และมักออกหากินในเวลาใกล้รุ่ง หรือพลบค่ำ ซึ่ง Duangkhae (1991) ได้สำรวจถ้ำในฝั่งตะวันตกจำนวน 51 ถ้ำ พบค้างคาวกิตติจำนวน 21 ถ้ำ ประเมินประชากรได้ 2,000 ตัว ประชากรเฉลี่ยต่อถ้ำมีประมาณ 100 ตัว ส่วนการศึกษาค้างคาวในเชิงประยุกต์ใช้กับการศึกษาค้างคาวที่อาศัยในถ้ำตามแนวท่อก๊าซ ไทย-พม่า โดยกัลยานี (2542) ศึกษาถ้ำ 29 ถ้ำ พบค้างคาว 19 ชนิด เป็นค้างคาวกินผลไม้ 4 ชนิด และเป็นค้างคาวกินแมลง 15 ชนิด สามารถแบ่งค้างคาวตามรูปแบบการออกหากินอาหารได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มหากินที่โล่งระหว่างและเหนือเรือนยอดไม้ และกลุ่มค้างคาวที่หากินใต้เรือนยอดไม้ โดยกัลยาณี (2542) สรุปว่าปัจจัยที่รบกวนค้างคาวในถ้ำมี 4 ปัจจัย คือ การล่า การเก็บมูลค้างคาว การเที่ยวถ้ำ และการใช้ถ้ำอยู่อาศัย เป็นสถานที่ประกอบพิธีกรรมทางศาสนา Robinson et al. (1995) สำรวจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กรวมทั้งค้างคาวในป่าทุ่งใหญ่นเรศวรและห้วยขาแข้ง พบ 90 ชนิด หรือประมาณ 50% ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กที่พบในประเทศ ซึ่งในจำนวน 90 ชนิดนี้มี 24 ชนิด เป็นชนิดที่พบใหม่ในประเทศ

อ้นเล็ก (*Cannomys badius*) มีการศึกษาเบื้องต้นถึงชนิดป่าที่พบ โดยประทีป และนพรัตน์ (2529) รายงานว่าอ้นทำรังในป่า 3 ชนิด คือ ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และดำรงชีวิตแบบโดดเดี่ยว (Solitary) นอกจากช่วงเลี้ยงลูกอ่อน ส่วนระบบรัง ประกอบด้วย ห้องนอน ห้องสะสมอาหาร รูหลบซ่อน และรูเก็บของเสีย

พงศกร (2534) ศึกษาเม่นใหญ่แผงขอสั้น (*Hystrix hodgsoni*) พบว่าโพรงเม่นมีความสัมพันธ์กับสิ่งปกคลุมเหนือโพรง และมีการย้ายรังเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น เกิดการขาดแคลนอาหาร

2. นก (Bird)

จากผลงานการศึกษาวิจัยนก ซึ่งมีการศึกษา 3 รูปแบบ คือ 1) ศึกษาชีววิทยา และนิเวศวิทยาของนกในแต่ละชนิดพันธุ์ 2) ศึกษาความหลากชนิดของนกในพื้นที่ และ 3) การศึกษาวิจัยประยุกต์เพื่อการจัดการถิ่นที่อยู่อาศัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การศึกษาชีววิทยาและนิเวศวิทยาของนก

กลุ่มนกที่ได้รับการศึกษาข้อมูลโดยละเอียดคือ กลุ่มนกเงือก (Bucerotidae) Chimchome et al. (1998) ศึกษานกเงือกคอแดง *(Aceros nipalensis*) และนกเงือกกรามช้างปากเรียบ (*Rhyticeros subruficollis*) พบว่านกเงือกคอแดงชอบทำรังกับต้นหว้า (*Syzygium* spp.) ที่มีขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (DBH) 70 - 121 ซม. สูง 24 - 54 ม. ส่วนนกเงือกกรามช้างปากเรียบ ชอบทำรังกับต้นสมพง (*Tetrameles nudiflora*) DBH 130 - 135 ซม. สูง 36 - 55ม. กนิษฐา (2543) พบว่านกเงือกคอแดงมักเลือกกินผลไม้ในวงศ์ Lauraceae, Annonaceae และ Myristicaceae มากกว่านกกก (*Buceros bicornis*) ซึ่งเลือกกินลูกไทรมากกว่า ส่วนผลไม้ที่นกกกและนกเงือกคอแดงชอบมากที่สุดคือ ยางโอน (*Polyalthia simiarum*) โดยทั่วไปผลไม้ที่นกชอบมักมีเนื้อผลมาก มีสีเข้ม และมีผลขนาดใหญ่ แต่เมล็ดไม่ใหญ่มากนัก ในขณะเดียวกันนกเงือกคอแดงจะเลือกกินแมลงมากกว่านกกก นอกจากนี้ พิไล (2544) ยังศึกษาศักยภาพของนกหัวขวานในการก่อให้เกิดโพรงรังของนกเงือก สรุปว่าต้นไม้ที่นกเงือกใช้ทำโพรงมากที่สุดในป่าเบญจพรรณในพื้นที่ศึกษาคือ ต้นสมพง และพบว่านกเงือกกรามช้างปากเรียบใช้โพรงนกหัวขวานเจาะถึง 100% ส่วนนกแก๊ก (*Anthracocerus albirostris*) ใช้ 71% ส่วนนกกกไม่ใช้โพรงที่นกหัวขวานเจาะไว้

นกยูง (*Pavo muticus*) เป็นนกอีกกลุ่มหนึ่งที่มีการศึกษาทั้งชีววิทยา และนิเวศวิทยา มีการพยายามประเมินจำนวนประชากรในป่าห้วยขาแข้ง Ponsena (1988) ประเมินประชากรของนกยูงในป่าห้วยขาแข้งไว้ประมาณ 300 - 400 ตัว แต่ศักดิ์สิทธิ์ และคณะ (2538) ประเมินไว้ประมาณ 256 ตัว นกยูงชอบใช้ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และโป่ง โดยในฤดูผสมพันธุ์จะใช้พื้นที่หาดทรายริมลำห้วย มีฤดูผสมพันธุ์จากเดือนพฤศจิกายน - มีนาคม ไข่ 2 - 5 ฟอง (Ponsena, 1988)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกขมิ้นหัวดำ (*Oriolus xanthornus*) (บุษบง, 2528) ไก่ป่า (*Gallus gallus*) (พงษ์ศักดิ์, 2531) นกพญาปากกว้างอกสีเงิน (*Serilophus lunatus*) (ประทีป, 2539) และนกในวงศ์นกแซวสวรรค์ (Monarchidae) (ศศิธร, 2539) เป็นต้น

การศึกษาเรื่องพืชอาหารนก โดยจักรกฤษ (ไม่ปรากฏปีพิมพ์) ได้ศึกษาเปรียบเทียบพืชอาหารนก ในป่าเบญจพรรณระดับต่ำ (400 – 600 ม.) และป่าเบญจพรรณระดับสูง (600 - 850 ม.) ในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ พบว่าป่าเบญจพรรณระดับต่ำมีพืชอาหารนกมากกว่า 68 ชนิด ส่วนในระดับสูงมีพืชอาหารนก 47 ชนิด

นอกจากพืชอาหารแล้ว Jirawatkavi (2000) ได้ศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของรังนกในป่าเบญจพรรณ พบว่ารังนก 44% พบบนง่ามไม้ 40% เป็นรังในโพรงไม้ และพบว่านกเกือบ 50% ทำรังในต้นไม้ที่เป็นพุ่มสูง 1 - 5 ม.

2.2 การศึกษาความหลากชนิดในพื้นที่

ไกรรัตน์ (2539) สำรวจนกในป่าดิบแล้งบริเวณป่าห้วยขาแข้ง พบนกในป่าดิบแล้ง 141 ชนิด โดยพบว่าเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่พบนกมากที่สุด 69 ชนิด

2.3 การศึกษาวิจัยประยุกต์เพื่อการจัดการถิ่นอาศัย

การศึกษาวิจัยในลักษณะเชื่อมโยงระหว่างนิเวศวิทยาและชีววิทยาของชนิดพันธุ์ ความหลากหลายกับการจัดการถิ่นอาศัย ยังมีงานวิจัยค่อนข้างจำกัดในผืนป่าตะวันตก ประทีป และคณะ (2544) ได้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงชนิดนกระหว่างพื้นที่ป่าธรรมชาติ และป่าที่กำลังฟื้นตัวหลังจากอพยพราษฎรออก สรุปว่าในพื้นที่ป่าที่กำลังฟื้นฟูนั้น มีชนิดนกที่เป็น Habitat specialist สำหรับป่าดงดิบมาใช้เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงสามารถใช้นกเป็นดัชนีชี้การฟื้นตัวของระบบนิเวศได้ ส่วนงานวิจัยลักษณะประยุกต์ที่ได้ดำเนินการหลังจากการปิดป่าสัมปทานทำไม้คือ การศึกษาผลกระทบจากการทำไม้กับสัตว์ที่ทำรังในโพรงไม้ โดยเฉพาะกับนก (Pattanavibool and Edge, 1996) ในป่าเบญจพรรณซึ่งพบว่าชนิดไม้ที่ก่อให้เกิดโพรงไม้สำหรับสัตว์ใช้มากคือ ปรู๋ (*Alangium salviifolium*), ตะแบกและเสลา (*Lagerstroemia* spp.) และตีนนก (*Vitex* spp.) และพบว่า สภาพเรือนยอดไม้ ความโต และชั้นของการผุพัง เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดปริมาณโพรงไม้ด้วย

3. สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Herpeto-fauna)

งานศึกษาวิจัยด้าน Herpeto-fauna มีน้อยมาก ตรวจเอกสารพบงานวิจัย 3 ชิ้น ซึ่ง 2 ชิ้นเป็นการสำรวจชนิดพันธุ์ทั่วไปคือ ธัญญา (2530) สำรวจชนิดพันธุ์สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าห้วยขาแข้ง พบจำนวน 32 ชนิด และได้แบ่งกลุ่มสัตว์ตามชนิดป่า และระดับความสูง วีรยุทธ และประทีป (2542) สำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณป่าทองผาภูมิ พบชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะถิ่นในภาคใต้คือ กบท่าสาร (*Rana tasanae*) และอึ่งเอวจุด (*Kalophrynus pleurostigma*) พบชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะในภาคเหนือคือ อึ่งกรายตาขาว (*Leptobrachium chpaense*) และยังพบชนิดพันธุ์ใหม่ที่ไม่มีรายงานในประเทศไทยมาก่อนคือ *Leptolalax gracillis* ส่วนงานวิจัยในเชิงลึก มีงานวิจัยเต่าเหลือง (*Indotestudo elongata*) (กัมปนาท, 2539) ที่ติดวิทยุติดตามตัว ทำให้ทราบขอบเขตหากินของเต่าเหลืองคือ เพศผู้และเพศเมียมีขอบเขตหากิน 224,000 และ 150,000 ม.^{2} ตามลำดับ

ถึงแม้ว่าผืนป่าตะวันตกจะครอบคลุมหลายอุทยานแห่งชาติ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า แต่งานวิจัย 69 เรื่องจาก 88 เรื่อง จะอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ.อุทัยธานี เป็นหลัก ส่วน 19 เรื่องที่เหลือกระจัดกระจายอยู่ในพื้นที่อื่นๆ เช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร อุทยานแห่งชาติเอราวัณ ป่าทองผาภูมิ เพียงแห่งละไม่กี่เรื่องเท่านั้น

บทสรุป

งานวิจัยด้านสัตว์ป่า จะเห็นว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีผู้ศึกษาวิจัยมากที่สุดถึง 58% รองลงมาคือ นก (30%) ปลา (9%) และสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (3%) ในกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม งานวิจัยมุ่งเน้นที่สัตว์กีบ กระทิง วัวแดง เก้ง และกวางป่า ซึ่งมีการศึกษาทั้งชีววิทยา นิเวศวิทยา และประชากร แต่จะเน้นการศึกษาเฉพาะพื้นที่รอบๆ สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ซึ่งมีระบบเส้นสำรวจสัตว์ถาวร (Permanent transect) เพื่อตรวจสอบ (Monitoring) การเปลี่ยนแปลงของประชากรอย่างต่อเนื่อง ส่วนกลุ่มสัตว์กินเนื้อได้เน้นศึกษากับเสือโคร่ง เสือดาว เป็นหลัก ซึ่งมีการศึกษาวิจัยทั้งด้านการใช้พื้นที่ (Home range) ชีววิทยา และนิเวศวิทยาเช่นกัน แต่ขาดความต่อเนื่อง และไม่ครอบคลุมผืนป่า ส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในกลุ่มอื่นๆ ยังมีการศึกษาวิจัยน้อยมากหรือไม่มีเลย

ในกลุ่มนก นกเงือกเป็นกลุ่มที่มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบกว่ากลุ่มนกอื่นๆ นกยูงมีผู้ศึกษาวิจัยถึงในระดับประชากร แต่ขาดความต่อเนื่อง งานวิจัยในเชิงนิเวศวิทยา และชีววิทยาเฉพาะชนิดพันธุ์มีการศึกษาอยู่บ้างแต่ไม่มากนัก หรือแม้แต่การศึกษาความหลากชนิดในพื้นที่ก็มีการศึกษาเพียงเล็กน้อย แต่ที่น่าสนใจคือ มีงานศึกษาวิจัยในเชิงประยุกต์ โดยใช้นกเป็นดัชนีชี้การรบกวน หรือการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในเชิงการจัดการด้วย ถึงแม้ว่าจะมีงานวิจัยในลักษณะหลังนี้เพียงเล็กน้อยก็ตาม

ส่วนสัตว์ในกลุ่มเลื้อยคลาน และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ตรวจพบเพียง 3 เรื่อง และกลุ่มปลา 8 เรื่อง ซึ่งถือว่าน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นลักษณะการศึกษาความหลากชนิดในสถานที่หนึ่งๆ เป็นหลัก ในการตรวจเอกสารในครั้งนี้ยังไม่ครอบคลุมถึงแมลง แต่คาดว่าคงจะมีงานศึกษาวิจัยด้านนี้น้อยมากเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

ทั่วไป

นริศ ภูมิภาคพันธ์. 2544. คุณค่าความสำคัญของทรัพยากรสัตว์ป่า ในผืนป่าตะวันตก. มูลนิธิสืบนาคะเสถียร. ป่าตะวันตก: ป่าใหญ่ผืนสุดท้ายของประเทศไทย. โรงพิมพ์เดือนตุลา. หน้า 18-30.

DANCED. 1998. Final Project Document: WEFCOM Ecosystem Management Thailand. Danish Ministry of Energy and Environment.

Mammal

กัลยาณี บุญเกิด. 2542. การศึกษาผลกระทบต่อสัตว์ป่าจากการวางแนวท่อก๊าซธรรมชาติ จากแหล่งยาดานา (สหภาพพม่า) กรณีศึกษาค้างคาวในพื้นที่แนวท่อก๊าซ จังหวัดกาญจนบุรี. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 7(1): 120-126.

กุลธิดา เมืองคำ. 2544. ขนาดพื้นที่อาศัย และชนิดอาหารตามฤดูกาลของชะนีมือขาว ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณรงค์ จีระวัฒน์กวี. 2531. นิเวศนวิทยาของสมเสร็จในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. *วารสารวนศาสตร์* 7: 277-288.

ธีรภัทร ประยูรสิทธิ. 2530. นิเวศวิทยาของวัวแดง (*Bos javanicus* D'Alton, 1823) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

ประทีป โรจนดิลก และนพรัตน์ นาคสถิตย์. 2529. ระบบรังของสัตว์จำพวกอ้น. รวมบทคัดย่องานวิจัยที่ศึกษาภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง.

พงศกร ปัตตพงษ์. 2534. โครงสร้างระบบรังและนิเวศวิทยาบางประการของเม่นใหญ่แผงคอสั้น ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มัทนา ศรีกระจ่าง. 2540. ช้างป่าเอเชียในประเทศทไทยและแนวทางการอนุรักษ์. กองทุนสัตว์ป่าโลก.

รองลาภ สุขมาสรวง. 2536. นิเวศวิทยาของช้างป่า (*Elephas maximus* Linuaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานีและตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รองลาภ สุขมาสรวง และอุทิศ กุฎอินทร์. 2544. นิเวศวิทยาของเก้ง (*Muntiacus* spp.) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 9 (1): 64-74.

รองลาภ สุขมาสรวง, มงคล ไชยภักดี, อ๊อด เกิดสมบูรณ์, วัลยา ชนิตตาวงศ์, เบญจรัตน์ จิบหนองแวง, หมึก ไวทันยการ และสมโภชน์ ดวงจันทราศิริ. 2543 การเลือกใช้พื้นที่ป่าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 8(1): 22-30.

รองลาภ สุขมาสรวง, วัลยา ชนิตตาวงศ์ และสมโภชน์ ดวงจันทราศิริ. 2542. การศึกษาอัตราการสลายตัวของกองมูลเก้งธรรมดาและกวางป่า ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 7(1): 70-77.

รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์. 2544. นิเวศวิทยาของควายป่า ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 9 (1): 75-81.

ศักดิ์สิทธิ์ ซิ้มเจริญ. 2544. ประชากร และนิเวศวิทยาของเสือโคร่ง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 9.

อาลัน ราบิโนวิทย์ และซูซาน วอกเกอร์. 2531. เหยื่อ เขตที่อยู่อาศัยและเวลาที่ออกหากินของเสือดาว ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. เอกสารงานวิจัยเขานางรำ เล่ม 3. กองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้.

อัจฉรา เพชรดี. 2543. อุปสัยในการกินอาหารของเสือโคร่ง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จากการวิเคราะห์มูล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bhupakphan, N. 1997. Ecological characteristics and habitat utilization of gaur (*Bos gaurus* H. Smith, 1827) in different climatic sites. Ph.D. Thesis, Kasetsart University.

DuangKhae, S. 1991. Search for Kitti's hog-nosed bat Craseonycteris thonglongyai in western Thailand. *Natural History Bulletin of Siam Society* 39: 1-17.

Duangkhae, S. 1990. Ecology and behavior of Kitti's hog-nosed bat (Craseonycteris thonglongyai) in western Thailand. *Natural History Bulletin of Siam Society* 38: 135-161.

Piyapan, P. 2000. Resource partitioning of sympatric ungulates in a dry tropical forest of western Thailand. M.Sc. Thesis, Mahidol University.

Prayulrasiddhi, T. 1997. The ecological seperation of gaur (*Bos gaurus*) and banteng (*Bos javanicus*) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. Ph.D. Thesis, University of Minnesota.

Robinson, M.F., L.S. Angela and S. Bumrungsri. 1995. Small mammals of Thung Yai Naresuan and Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctaries in western Thailand. *Natural History Bulletin of Siam Society* 43: 27-54.

Srikosamatara, S. 1993. Density and biomass of large herbivores and other mammals in dry tropical forest, western Thailand. *Journal of Tropical Ecology* 9: 33-43.

Bird

กนิษฐา อุ่ยถาวร. 2543. การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเลือกกินอาหารของนกเงือกที่อยู่ในพื้นที่อาศัยเดียวกัน ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไกรรัตน์ เอี่ยมอำไพ. 2539. การใช้ประโยชน์ป่าดงดิบแล้งเพื่อการสร้างรังของนก ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักรกฤษ เสรีนนท์ชัย. ????. การศึกษานิเวศวิทยาและการสร้างแบบจำลองพืชอาหารสัตว์ในป่าเบญจพรรณ โดยใช้นกเป็นดัชนีชี้วัด: กรณีศึกษาพืชอาหารประเภทผลไม้และไม้ดอก: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี.

บุษบง กาญจนสาขา. 2528. การศึกษาถึงอาหารและอุปนิสัยการทำรังของนกขมิ้นหัวดำ (*Oriolus xanthonus*) ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. เอกสารสัมมนาเรื่องสัตว์ป่าเมืองไทย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประทีป ด้วงแค. 2539. ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกพญาปากกว้างอกสีเงิน (*Serilophus lunatus* (Gould)) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประทีป ด้วงแค, โอภาส ขอบเขตต์, สมโภชน์ มณีรัตน์, เพิ่มศักดิ์ กนิษฐชาต, สุเนตร การพันธ์ และอนรรฆ พัฒนวิบูลย์. 2544. การเปลี่ยนแปลงชนิดของนกบริเวณพื้นที่อพยพราษฎรออก ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 9(1): 47-57.

พงษ์ศักดิ์ พลเสนา. ????. ความสัมพันธ์ระหว่างไก่ป่ากับแหล่งน้ำในฤดูแล้ง. เอกสารงานวิจัยเขานางรำ เล่ม 3. กองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้.

พิไล พูลสวัสดิ์. 2544. ศักยภาพของนกหัวขวานในการก่อให้เกิดโพรงรังแก่นกเงือก. รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ศศิธร รัตนเดชกำจร. 2539. ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกวงศ์นกแซวสวรรค์ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี และตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศักดิ์สิทธิ์ ชิ้มเจริญ, ประทีป ทัพมงคล, ยงยุทธ มีแสงพราว, บุญชู ธงนำชัยมา, มณฑล หนูทอง, วรพจน์ ทองอุปการ, รองลาภ สุขมาสรวง, ฉัตรอำพล สุนทราญ และพรเทพ สิงห์คราม. 2538. ประชากรและขอบเขตการกระจายของนกยูง *(Pavo muticus)* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 4(2): 43-47.

Chimchome, V., A. Vidhidharm, S. Simchareon, S. Bumrungsri and P. Poonswad. Comparative study of the breeding biology and ecology of two endangered hornbill species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. *In* P. Poonswad (ed.), The Asian Hornbills: Ecology and Conservation, pp. 111-136. Biodiversity Research and Training Program (BRT).

Jirawatkavi, N. 2000. Utilization of a mixed deciduous forest in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary for nesting of birds. M.Sc. Thesis, Mahidol University.

Pattanavibool, A. and W.D. Edge. 1996. Single-tree selection silviculture affects cavity resources in mixed deciduous forests in Thailand. *Journal of Wildlife Management* 60: 67-73.

Ponsena, P. 1988. Biological characteristics and breeding behaviors of green peafowl (*Pavo muticus* (Linnaeus)) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. M.Sc. Thesis, Kasetsart University.

Reptiles & Amphibians

กัมปนาท ธาราภูมิ. 2539. การใช้วิทยุติดตามในการศึกษาอาณาเขตที่อยู่อาศัยและกิจกรรมดำรงชีวิตของเต่าเหลือง *Indotestudo elongata* (Blyth, 1853) ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญญา จั่นอาจ. 2530. การสำรวจชนิดสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี และตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีรยุทธ์ เลาหะจินดา และประทีป มีวัฒนา. 2542. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก บริเวณป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (ผืนป่าตะวันตกเขตรอยต่อของภาคเหนือ และภาคใต้). *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 7(1): 24-27.

งานวิจัยสัตว์ป่าในพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก

ไสว วังหงษา

สถานีวิจัยสัตว์ป่าจังหวัดฉะเชิงเทรา ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า กรมป่าไม้ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ: กลุ่มป่าภาคตะวันออกเป็นป่าผืนหนึ่งที่มีความสำคัญทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย โดยเฉพาะ พื้นที่ป่าอนุรักษ์ 5 แห่งที่อยู่ติดกันคือเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว อุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวง อุทยานแห่งชาติเขาคิชกูฏ และอุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น ที่มีพื้นที่รวมกันคิดเป็น ร้อยละ 2 ของพื้นที่ป่าที่เหลืออยู่ในประเทศไทย พื้นที่นี้เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าสูงถึงร้อยละ 37 ของชนิดสัตว์ป่าที่พบในประเทศไทย ด้วยลักษณะดังกล่าวสัตว์แต่ละชนิดที่พบในพื้นที่จึงมีประชากรที่น้อย ความสัมพันธ์เชิงนิเวศน์ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นสมาชิกจึงล่อแหลมต่อการล่มสลาย พื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออกมีหลายหน่วยงานที่เข้ามาดูแลจัดการ ดังนั้นเพื่อให้การดำเนินงานจัดการพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน การงานศึกษาวิจัยทางวิชาการด้านชีวภาพ และเศรษฐสังคมในพื้นที่ จึงเป็นงานที่จำเป็นเร่งด่วน ที่จะช่วยให้การดำเนินการจัดการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการจัดการผืนป่าเพื่อการอนุรักษ์

บทนำ

ป่าตะวันออก ประกอบด้วย กลุ่มผืนป่าอนุรักษ์ที่ตั้งอยู่บนบก และในพื้นที่ทางทะเลของประเทศไทย โดยกลุ่มป่าอนุรักษ์ขนาดใหญ่ประกอบด้วย พื้นที่ป่าที่เชื่อมติดกัน 5 แห่ง คือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน มีพื้นที่ 674,352 ไร่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว มีพื้นที่ 456,673 ไร่ อุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวง มีพื้นที่ 52,300 ไร่ อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ มีพื้นที่ 36,687 ไร่ และอุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น มีพื้นที่ประมาณ 43,000 ไร่ (กำลังอยู่ระหว่างการดำเนินการจัดตั้ง) นอกจากนี้ ยังมีพื้นที่ป่าอนุรักษ์อีก 3 แห่งที่มิได้ติดกับป่าผืนใดๆ คือ อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว ครอบคลุมพื้นที่ 84,062 ไร่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองเครือหวายมีพื้นที่ 165,796 ไร่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาเขียว-เขาชมพู่ มีพื้นที่ 90,437 ไร่ อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า-หมู่เกาะเสม็ด มีพื้นที่ 81,875 ไร่ และอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง มีพื้นที่ 406,250 ไร่ รวมพื้นที่ป่าตะวันออกทั้งหมดประมาณ 2,091,432 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 9.17 ของพื้นที่ภาคตะวันออก ในจำนวนนี้กลุ่มผืนป่าตะวันออกที่ประกอบด้วยป่าอนุรักษ์ 5 แห่งที่เชื่อมต่อกัน เป็นผืนป่าที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ นับว่ามีความสำคัญทั้งทางนิเวศฯ เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย

อดีตของป่าตะวันออกนั้น ตามหลักฐานต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ เริ่มตั้งแต่ในยุคที่ขอมเรืองอำนาจในสุวรรณภูมิ ราวพุทธศตวรรษที่ 13 ซากปรักหักพังที่ยังหลงเหลืออยู่ของปราสาท 3 แห่ง คือ วัดสระมรกต อ.ศรีมหาโพธิ์ จ.ปราจีนบุรี เมืองพญาเร่ อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี และ อ.ขลุง จ.จันทบุรี บ่งบอกว่าป่าผืนนี้เคยเป็นที่ตั้งของชุมชนใหญ่ มีศาสนสถานไว้เป็นที่ประกอบพิธีกรรมตามความเชื่อในทางศาสนา จากการที่เป็นที่ตั้งของเมืองใหญ่ ทำให้ป่าผืนนี้เป็นป่าที่เคยผ่านการใช้ประโยชน์มาก่อน การหักร้างถางพงเพื่อสร้างบ้าน ประกอบอาชีพทางการเกษตร ทำให้ป่าผืนนี้เคยถูกทำลาย ภายหลังสังคมมนุษย์ในภูมิภาคนี้เกิดการล่มสลาย ป่าได้ฟื้นกลับคืนสภาพมาอีกครั้งหนึ่ง จนปัจจุบันป่าผืนนี้มีไม้สกุลตะแบก (*Lagerstoemia* spp.) เป็นไม้เด่นในพื้นที่ป่าตอนบน ซึ่งทำให้นักนิเวศวิทยาบางท่านเชื่อว่าเกิดจากการที่ป่าผืนนี้เคยถูกทำลายเพื่อทำเป็นพื้นที่เกษตรกรรมในสมัยขอม

ในยุคปลายกรุงศรีอยุธยา พื้นที่ป่าตะวันออกยกเว้นชายฝั่งเป็นพื้นที่ที่ปราศจากผู้คนอาศัย การกระจายของชุมชนอยู่แค่บริเวณ อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา ที่พระยาตาก ใช้เป็นที่หยุดพักรี้พลหลังจากหลบหนีออกจากกรุง ก่อนที่จะยกพลมุ่งหน้าลงใต้สู่เมืองชายฝั่งทะเลที่มีผู้คนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นเหมาะสมทางด้านการรวบรวมรี้พล พื้นที่ป่าตะวันออกจึงยังคงเป็นพื้นที่ปลอดผู้คนจนกระทั่งในสมัยรัชกาลที่ 3 เมื่อครั้งเกิดศึกสงครามกับประเทศลาวคราวปราบขบถ

เจ้าอนุวงศ์ ที่กองทัพไทยสามารถยึดเมืองนครพนม ที่เป็นเมืองหน้าด่านอยู่ใต้อิทธิพลของลาว กองทัพไทยได้กวาดต้อนผู้คนจากเมืองนครพนมลงมากรุงเทพฯ ในหลวงรัชกาลที่ 3 โปรดให้แยกคนเหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้ไปที่พนัสนิคม ซึ่งขณะนั้นเป็นตำบลเล็กๆ ในภาคตะวันออก และอีกกลุ่มหนึ่งให้ไปในพื้นที่ที่ไม่มีชื่อเรียก อยู่ทางตอนเหนือของตำบลพนัสนิคม ภายหลังเรียกตำบลที่นำคนนครพนมกลุ่มที่ 2 ไปไว้นี้ว่าพนมสารคาม

จะเห็นว่า พื้นที่ป่าตะวันออกเคยเป็นพื้นที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากมนุษย์อันยาวนาน จากยุคขอมมาสู่ยุคคนไทยในปัจจุบัน รวมระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1,300 ปี จนกระทั่งในทศวรรษที่ 2510 รัฐบาลได้สร้างถนนที่สำคัญ 2 สาย คือ สายสระแก้ว-จันทบุรี และสัตหีบ-ปักธงชัย ทำให้เกิดการแบ่งพื้นที่ป่าออกเป็นส่วนๆ และเกิดการไหล่บ่าของผู้คนเข้ามาทำมาหากิน ยึดถือครอบครองพื้นที่ ทำให้เกิดการตั้งชุมชนที่ถาวรและหนาแน่น ป่าผืนนี้ก็ยังคงรับใช้ผู้คนตลอดมาจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2532 รัฐบาลได้ประกาศยกเลิกสัมปทานป่าบกทั่วประเทศ โดยป่าตะวันออกเป็นป่าผืนหนึ่งที่ได้รับการยกเลิกการทำไม้ด้วย และต่อมาในปี 2535 รัฐบาลได้ประกาศผนวกพื้นที่ป่าที่เคยถูกสัมประทานทำไม้เข้าเป็นส่วนหนึ่งของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่ป่าตะวันออกได้รับการคุ้มครองมาจนกระทั่งทุกวันนี้

1. ความหลากหลายของป่าตะวันออก

สิ่งมีชีวิตในป่าตะวันออกได้รับการบันทึกมาตั้งแต่ในสมัยสุนทรภู่ เมื่อครั้งที่เดินทางมาที่เมืองแกลง จ.ระยอง เป็นบันทึกการเดินทางที่บ่งบอกสภาพพื้นที่ ความเป็นอยู่ของผู้คน สัตว์ และพืช นับเป็นหลักฐานชิ้นสำคัญ ที่สามารถใช้เป็นการอ้างอิงเปรียบเทียบระหว่างอดีตกับปัจจุบันของป่าตะวันออกได้เป็นอย่างดี เช่น การพบลูกจระเข้ในคลองพื้นที่รอยต่อระหว่างบางพลี-บางประกง ที่เป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำบางประกง ซึ่งปัจจุบันสามารถพบจระเข้ได้เพียงแห่งเดียวในภาคตะวันออกคือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน หรือนกยูงที่ในปัจจุบันไม่มีรายงานการค้นพบในธรรมชาติของป่าตะวันออก ในขณะที่สุนทรภู่บันทึกว่าได้ยินเสียงนกยูงขันในดงรอยต่อระหว่างเมืองระยองกับเมืองแกลง และเสือโคร่งที่มีการกล่าวถึงหลายครั้งในบันทึกของสุนทรภู่ และในบันทึกประพาสหัวเมืองตะวันออกของในหลวงรัชกาลที่ 5 แต่ปัจจุบันเสือโคร่งเป็นสัตว์ที่พบได้ยากมากในพื้นที่ป่าตะวันออก จนอาจกล่าวได้วาเสือโคร่งนั้นได้สูญพันธ์ไปแล้ว เหล่านี้ล้วนเป็นความเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายที่เกิดขึ้นในป่าภาคตะวันออก

อย่างไรก็ตาม จากการรวบรวมหลักฐานการสำรวจ และศึกษาสัตว์ป่าในภาคตะวันออก ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา พบว่าพื้นที่ป่าภาคตะวันออกเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของสัตว์ป่าแห่งหนึ่งของประเทศ โดยได้มีการสำรวจพบสัตว์ป่าทั้งสิ้นจำนวน 678 ชนิด (ไม่รวมแมลง) รายละเอียดจำนวนชนิดสัตว์ป่าแต่ละกลุ่มแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. จำนวนชนิดสัตว์ป่าแต่ละกลุ่มที่พบในพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออก

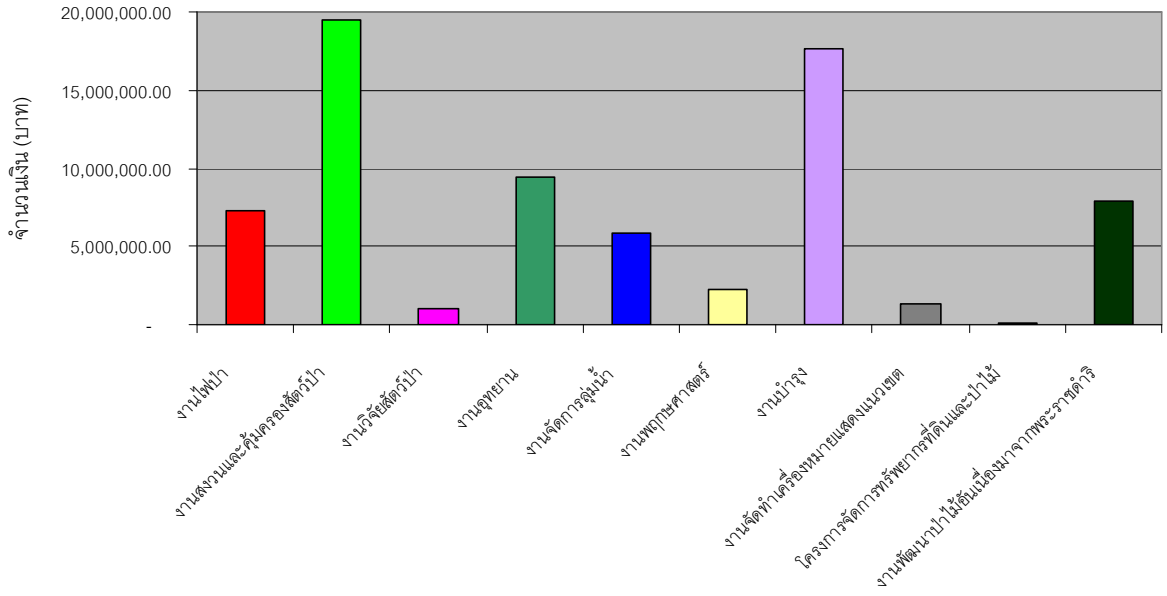
กลุ่มสัตว์	จำนวนชนิด
1. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	131
2. สัตว์จำพวกนก	358
3. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก	100
4. สัตว์เลื้อยคลาน	37
5. ปลา	52
รวม	**678**

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าจำนวนชนิดสัตว์ป่าที่พบในกลุ่มป่าภาคตะวันออกทั้งหมด ยกเว้นปลา คิดเป็นร้อยละ 37.46 ของจำนวนชนิดสัตว์ที่พบในประเทศไทย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าที่เหลืออยู่ทั้งประเทศ ป่าภาคตะวันออกมีพื้นที่เพียงประมาณ 2% ของพื้นที่ป่าทั้งประเทศ นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบจำนวนชนิดของนก ซึ่งเป็นกลุ่มสัตว์ป่าที่มีการสำรวจอย่างละเอียดในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน กับพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบว่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีรายงานการพบจำนวนนกทั้งสิ้น 333 ชนิด ในขณะที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน พบ 310 ชนิด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบขนาดของพื้นที่ของป่าอนุรักษ์ทั้ง 2 แห่งแล้ว พบว่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีพื้นที่มากกว่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนเกือบ 3 เท่า ดังนั้นป่าตะวันออกจึงเป็นแหล่งรวมพันธุกรรมสัตว์ป่าที่สำคัญของประเทศไทย ที่จะกลายเป็นแหล่งกระจายพันธุ์สัตว์ป่า (Source Area) ที่สำคัญในอนาคต อย่างไรก็ตาม ด้วยขนาดของพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออกที่ค่อนข้างเล็ก แต่มีสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดอาศัยอยู่ ประชากรของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจึงมีไม่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่มีขนาดใหญ่กว่า

2. *การบริหารจัดการ*

ในด้านการจัดการพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออกนั้น รัฐบาลได้สนับสนุนงบประมาณการจัดการพื้นที่ป่าภาคตะวันออก เป็นจำนวนเงิน (ไม่รวมเงินเดือนและค่าจ้างประจำของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่) ในปีงบประมาณ 2542, 2543 และ 2544 เป็น 75,750,100, 71,829,412 และ 68,840,812 บาท ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละประมาณ 1 - 1.5 ของงบประมาณที่กรมป่าไม้ได้รับ (ไม่รวมเงินเดือนและค่าจ้างประจำของเจ้าหน้าที่)

จะเห็นว่างบประมาณที่เป็นงานวิชาการประกอบด้วย 2 ลักษณะคือ งานวิจัยสัตว์ป่า และงานพฤกษศาสตร์ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 4.55 ของงบประมาณที่ใช้ในพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออก อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาลงในรายละเอียดแล้วพบว่างานวิจัยสัตว์ป่าได้รับงบประมาณสนับสนุนเพียงร้อยละ 1.45 ของงบประมาณที่ใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออก



ภาพที่ 1. งบประมาณเฉลี่ยในรอบ 3 ปีที่ผ่านมา (2542-2544) ที่ใช้ในการบริหารจัดการกลุ่มป่าตะวันออก

3. *งานวิจัยที่ดำเนินการไปแล้ว*

จากการรวบรวมผลงานการค้นคว้าและศึกษาวิจัยทางด้านชีวภาพ และการจัดการพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออกในช่วง 3 ทศวรรษที่ผ่านมา พบว่ามีผลงานที่ได้เผยแพร่แล้วจำนวนทั้งสิ้น 32 เรื่อง รายชื่อของผลงานดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 2

4. *ปัญหาในการบริหารจัดการพื้นที่ป่ากลุ่มภาคตะวันออก*

กลุ่มป่าภาคตะวันออก มีลักษณะคล้ายเกาะขนาดใหญ่ที่สัตว์อาศัยหากินอยู่ตามพื้นดินไม่สามารถเดินทางไปมาหาสู่กันได้กับพื้นที่ป่าที่อยู่ใกล้เคียงเหมือนในอดีต ซึ่งในระยะยาวแล้วจะไม่เป็นผลดีต่อการสงวนและรักษาพันธุกรรมของสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ได้ อย่างไรก็ตาม แม้แต่พื้นที่ป่าที่เป็นส่วนประกอบในพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันแทรกอยู่บริเวณรอยต่อ ขัดขวางการเดินทางหากินของสัตว์ป่าที่เคยอาศัยอยู่ในบริเวณนี้ หรือแม้แต่พื้นที่เชื่อมต่อระหว่างเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนที่แนวเชื่อมต่อเป็นทิวเขาสูงชัน ไม่เหมาะที่จะเป็นทางผ่านของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ ในขณะพื้นที่แนวเชื่อมต่อที่เป็นพื้นที่ราบยังไม่ได้รับการประกาศเป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ การเร่งดำเนินการในส่วนนี้จึงเป็นเรื่องจำเป็นเร่งด่วน เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของพื้นที่ป่า นอกจากปัญหาที่เป็น

ตารางที่ 2. ผลงานการศึกษา ค้นคว้าและวิจัยด้านชีวภาพและการจัดการพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 - 2545

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ผู้ดำเนินการ	ปีที่ดำเนินการ/พิมพ์	จำนวนหน้า
1.	ชะนีมงกุฎที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว: นิเวศน์วิทยาและการอนุรักษ์	สมโภชน์ ศรีโกสามาตร	2523	12
2.	รายงานการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ สัตว์ป่า และประชากร บริเวณป่าปิดรอยต่อ 5 จังหวัด	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา พนเทพ ฉิ่นไพศาล ยิ่งศักดิ์ ตุ่นแก้ว พิชัย เอกศิริพงษ์ ปิติ ลายลักษณ์ สมานใจ มั่นศิลป์	2529	188
3.	รายงานการศึกษาเรื่อง การบุกรุกป่าสงวนแห่งชาติ ศึกษากรณีป่าแควระบบ-สียัด	กิติ ปทุมแก้ว	2532	330
4.	รายงานการสำรวจเบื้องต้น การดำเนินงานของสถานีวิจัยสัตว์ป่าฉะเชิงเทรา	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา กิตติ กรีติยุตานนท์	2534	126
5.	แผนแม่บทการจัดการพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว	กรมป่าไม้	2535	107
6.	การศึกษารังและการเลือกที่ทำรังของนกขุนทองในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา โชคชัย ภคะสุวรรณ	2536	7
7.	อิทธิพลของนกขุนทองต่อการงอกของเมล็ดพืชอาหารสัตว์ป่า	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	2536	8
8.	การเพาะเลี้ยงนกขุนทองเพื่อการทดลองปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	2537	8
9.	แผนแม่บทการจัดการพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน จ.ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และสระแก้ว	ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์	2537	173
10.	ความแตกต่างของชีพพิสัยของผึ้ง 4 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในป่าดิบแล้ง	อุบลวรรณ บุญฉ่ำ	2538	117
11.	อิทธิพลของนกขุนทองต่อการงอกของเมล็ดหว้า (*Syzyium* sp.)	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	2538	6
12.	คาริโอไทป์ของหอยทากบกบางชนิดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน และเขาสอยดาว	นฤดล มัธยัสถ์สุข	2538	69
13.	A Priliminary List of the Orchids of Khao Ang Rue Nai	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	2539	2
14.	ความหลากหลายของชนิด และการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรในกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณลำธารในป่าดิบแล้งศูนย์วิจัยสัตว์ป่าฉะเชิงเทรา	พิเชฏฐ์ คนซื่อ	2539	111
15.	ชีพลักษณ์ของพรรณไม้ และอุปนิสัยการกินอาหารของนกในป่าดิบแล้ง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน จ.ฉะเชิงเทรา	พรชัย วิสุทธิจารย์	2540	77
16.	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้บริเวณป่าตะวันออก โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา ถนอมศรี รังสิกรรพุม เชาวลิต ศิลปทอง ดารารัตน์ ดิษบรรจง	2540	113
17.	การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพืชวงศ์น้อยหน่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	ศุภโชติ เดชะราช	2540	157
18.	การหมุนเวียนธาตุอาหารของป่าดิบแล้งธรรมชาติ และป่าดิบแล้งที่กำลังคืนสภาพบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์เขาอ่างฤาไน จ.ฉะเชิงเทรา	ศรีศักดิ์ ธานี	2540	129
19.	*Macropodanthus tridentatus* Seident. (Orchidaceae): A new orchid record for Thailand.	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	2540	3

ตารางที่ 2. (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ผู้ดำเนินการ	ปีที่ดำเนินการ/พิมพ์	จำนวนหน้า
20.	การศึกษาและสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพบริเวณป่ารอยต่อ 5 จังหวัดภาคตะวันออก	คณะวนศาสตร์	2541	187
21.	ความสำเร็จในการทำรังวางไข่ของของนกบางชนิดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	ไสว วังหงษา ณรงค์ คูณขุนทด	2541	21
22.	ความหลากหลายและชีพลักษณ์ของกล้วยไม้ป่าในเขตรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	2541	40
23.	การศึกษาทางอนุกรมวิธานของพรรณไม้วงศ์กล้วยไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	2541	110
24.	การสำรวจประชากรช้างป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา ชลเนตร ปรีชาเจริญศรี นริศ ภูมิภาคพันธ์	2541	20
25.	โครงการศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์	2542	278
26.	ผลกระทบของถนนที่ตัดผ่านป่าต่อการสูญเสียสัตว์มีกระดูกสันหลังในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	ไสว วังหงษา กัลยาณี บุญเกิด	2543	117
27.	ยานพาหนะที่ใช้เส้นทางสาย 3259 ช่วงที่ผ่านป่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	ไสว วังหงษา กัลยาณี บุญเกิด	2543	15
28.	ความหลากหลายของไม้ยืนต้น และลักษณะทางกายภาพของสังคมป่าริมถนนสาย 3259 บริเวณพื้นที่เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	ไสว วังหงษา กัลยาณี บุญเกิด	2543	16
29.	พื้นที่ใช้ประโยชน์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ ในพื้นที่ตอนบนของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	ไสว วังหงษา กัลยาณี บุญเกิด	2543	15
30.	สถานภาพของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน	ไสว วังหงษา	2544	7
31.	แผนแม่บทการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาคิชกูฏ	บริษัทซีเท็ค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด และบริษัทธรณีเทค จำกัด	2544	464
32.	การศึกษาประชากรช้างป่าด้วยวิธีการนับหมด	ไสว วังหงษา	2545	10
33.	The Foraging Ecology of the Short-nosed bat, *Cynopterus brachyotis* (Muller, 1838), in Lowland Dry Evergreen Rain Forest, Southeast Thailand	Sara Bumrungsri	2002	209

ลักษณะเฉพาะของพื้นที่แล้วพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออกเองยังมีปัญหาที่ต้องพิจารณาคือออก ยังประสบปัญหาการจัดการพื้นที่แนวเชื่อมต่อ เช่น พื้นที่เชื่อมต่อระหว่างเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนกับพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวง ที่ขาดความต่อเนื่องกันของพื้นที่ โดยมีพื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยของราษฎร

4.1 การลักลอบเข้ามาหาประโยชน์จากพื้นที่ป่า การลักลอบล่าสัตว์ป่า ตัดไม้ และเก็บหาของป่า เป็นปัญหาของการจัดการพื้นที่ป่าทั่วทุกแห่งในประเทศไทย แต่สำหรับป่าภาคตะวันออกนับว่าเป็นปัญหาที่ค่อนข้างรุนแรงเนื่องจาก

4.1.1 พื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออก โดยเฉพาะเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน เคยเป็นที่อยู่ของราษฎรที่อพยพย้ายถิ่นมาจากภาคต่างๆ ของประเทศ แล้วเข้ายึดครองพื้นที่ป่าเพื่อการเกษตรและอยู่อาศัย มีการรวมตัวกันเป็นชุมชนเล็กๆ หลายชุมชน กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ ภายหลังรัฐบาลได้อพยพราษฎรเหล่านี้ไปในพื้นที่รองรับที่อยู่รอบป่า ด้วยการที่ผู้คนเหล่านี้เคยอยู่และดำรงชีวิตในป่าเป็นเวลานาน ทำให้ทราบข้อมูลด้านการกระจายของสัตว์ป่าและพรรณพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ทำให้เกิดปัญหาการแอบลักลอบเข้ามาหาประโยชน์จากพื้นที่ป่าอย่างผิดกฎหมาย โดยอาศัยความชำนาญ และประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้เมื่อครั้งอยู่ในป่า จึงทำให้ยากสำหรับการควบคุม

4.1.2 พื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออก เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าทั้งสามมิติ ทั้งจากสภาพทุ่งหญ้าสู่สังคมป่าที่มีความสลับซับซ้อนของเรือนยอด จากบางพื้นที่ที่เป็นที่แห้งแล้งสู่พื้นที่ป่าดงดิบชื้น และจากพื้นที่แนวชายขอบสู่พื้นที่แกนกลาง ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ด้วยเหตุที่กลุ่มป่าภาคตะวันออกพื้นที่กว่าร้อยละ 50 เป็นป่าที่ราบ มีราษฎรอาศัยอยู่โดยรอบพื้นที่ ยากแก่การควบคุม ปัญหาการลักลอบล่าสัตว์ป่าและเก็บหาของป่าจึงมีความรุนแรง

4.2 ความไม่เป็นเอกภาพในการจัดการพื้นที่ พื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออก มีหลายหน่วยงานของกรมป่าไม้ที่เข้ามาร่วมบริหารจัดการ แต่ละหน่วยงานมีความเป็นอิสระไม่ขึ้นตรงต่อกัน ต่างดำเนินการไปตามพันธกิจที่ได้รับมอบหมาย บางครั้งเกิดความขัดแย้งด้านการบริหารจัดการพื้นที่ เช่น การปลูกสร้างสวนป่าในพื้นที่ป่าตะวันออก โดยเฉพาะเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีการปลูกสร้างสวนป่าในพื้นที่ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น การปลูกสร้างสวนป่าเพื่อฟื้นฟูสภาพป่าในพื้นที่ที่อพยพราษฎรออกจากพื้นที่ป่า การปลูกสร้างสวนป่าตามโครงการเฉลิมพระเกียรติ และการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อปรับปรุงแหล่งต้นน้ำลำธาร เป็นต้น กิจกรรมดังกล่าวทำให้เกิดความขัดแย้งด้านการจัดการพื้นที่ระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบ โดยเฉพาะกับการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ที่ต้องสงวนพื้นที่ทุ่งหญ้าไว้เป็นแหล่งอาหารของสัตว์ป่า ในขณะที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการปลูกสร้างสวนป่า ใช้พรรณไม้ที่ไม่มีความหลากหลายในการปลูก และไม่เป็นอาหารของสัตว์ป่า ทำให้เกิดการขัดแย้งและขาดเอกภาพในการจัดการพื้นที่

4.3 ปัญหาด้านการนำผลงานการศึกษาวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ จากผลงานการศึกษาวิจัยทั้ง 33 เรื่อง ดังกล่าวข้างต้น บางเรื่องได้เสนอมาตรการในการจัดการพื้นที่ เพื่อให้การจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ แต่ในทางปฏิบัติจริงกลับไม่สามารถดำเนินการ เนื่องจากติดขัดทั้งข้อกฎหมาย ระเบียบปฏิบัติ ศีลธรรม จริยธรรม และงบประมาณที่ได้รับ เช่น เพื่อลดปัญหาที่เกิดกับสัตว์ป่าจากการใช้ถนนสาย 3259 ช่วงที่ตัดผ่านป่า มีการเสนอว่าต้องปิดถนนบางช่วงของเวลา แต่ในทางปฏิบัติ ถนนสายนี้เป็นถนนสาธารณะ ที่ผู้คนใช้สัญจรไปมา ไม่สามารถระงับการใช้ถนนเป็นการชั่วคราวได้ หรือเพื่อเพิ่มความสำเร็จในการสืบพันธุ์ของนกในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน มีการเสนอว่าต้องกำจัดและควบคุมสุนัขบ้านที่เข้ามาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์ และในช่วงฤดูทำรังวางไข่ของนก ต้องระงับหรือจำกัดเขตการท่องเที่ยวในป่า เป็นต้น แต่ในทางปฏิบัติจริงทำได้ลำบาก

5. สิ่งอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัย

ในพื้นที่ป่าตะวันออกโดยเฉพาะเขตรักษาพันธุ์สัตว์เขาอ่างฤาไน ได้มีการจัดทำเส้นทางสำรวจสัตว์ป่าไปแล้ว จำนวน 6 เส้น ระยะทาง 120 กิโลเมตร จากเป้าหมายที่วางไว้ทั้งสิ้น 10 เส้น รวมระยะทางทั้งสิ้นประมาณ 266 กิโลเมตร โดยเส้นสำรวจแต่ละเส้นจะห่างกัน 3 กิโลเมตร อยู่ในแนวทิศเหนือ-ใต้ มีป้ายบอกระยะทางทุกๆ 50 เมตร สามารถใช้เป็นเส้นศึกษาสัตว์ป่าในพื้นที่ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากครอบคลุมพื้นที่ป่าทั้งหมด โดยเส้นสำรวจนี้ได้มีการใช้เป็นเส้นเก็บข้อมูลพันธุ์ไม้ เป็นเส้นศึกษาประชากรช้างป่า และเป็นเส้นศึกษาสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

6. งานวิจัยเร่งด่วนที่ควรดำเนินการ

จากสภาพของพื้นที่ งานวิจัยที่ได้ดำเนินการไปแล้ว และปัญหาอุปสรรคในการบริหารจัดการพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออก งานวิจัยเร่งด่วนที่สามารถนำผลการวิจัยมาช่วยหรือใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่กลุ่มป่าภาคตะวันออกคือ

6.1 การทดลองและจัดการพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน และอุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวง

6.2 การศึกษาวิจัยเพื่อแก้ปัญหาสัตว์ป่าทำลายพืชไร่ของราษฎรที่อยู่รอบป่า

6.3 ผลของการปลูกสร้างสวนป่าด้วยพืชเชิงเดี่ยวต่อการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งหากินของสัตว์ป่า

6.4 การใช้ประโยชน์และการแพร่กระจายของสัตว์ป่าในพื้นที่ที่เคยทำการเกษตรมาก่อน

งานวิจัยสัตว์ป่าในผืนป่าภาคใต้ตอนบน

บุษบง กาญจนสาขา
สถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสง ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า กรมป่าไม้

บทคัดย่อ: งานวิจัยในผืนป่าภาคใต้ตอนบน ส่วนใหญ่มีพื้นที่ศึกษาวิจัยอยู่ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง และอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าเป็นงานวิจัยที่ดำเนินการตั้งแต่ปี 2527 ถึงปัจจุบัน มีประมาณ 22 เรื่อง โดยเป็นงานวิจัยด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ 3 เรื่อง และด้านสัตว์ป่า 19 เรื่อง

บทนำ

ผืนป่าภาคใต้ตอนบน เป็นป่าอนุรักษ์ที่มีอาณาเขตติดต่อเป็นผืนเดียวกัน มีขนาดใหญ่ที่สุดในภาคใต้ ประกอบด้วย อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า 9 แห่ง คือ อุทยานแห่งชาติคลองพนม อุทยานแห่งชาติเขาสก อุทยานแห่งชาติศรีพังงา อุทยานแห่งชาติแก่งกรุง อุทยานแห่งชาติน้ำตกหงาว เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองยัน และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าควนแม่ยายหม่อน มีเนื้อที่รวมทั้งหมดประมาณ 5,457 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 1) จึงเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญแห่งหนึ่งในภาคใต้ การสร้างเขื่อนรัชชประภาซึ่งเป็นเขื่อนผลิตพลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2527 กั้นลำคลองพระแสงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำขนาด 168 ตารางกิโลเมตร ขึ้นบริเวณตอนกลางของผืนป่าแห่งนี้ ในปัจจุบันเขื่อนรัชชประภาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่งในจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีแพที่พักนักท่องเที่ยวเข้ามาชมป่าดงดิบชื้นเหนือเขื่อนอยู่หลายแห่ง ทั้งที่เป็นของเอกชนและรัฐ

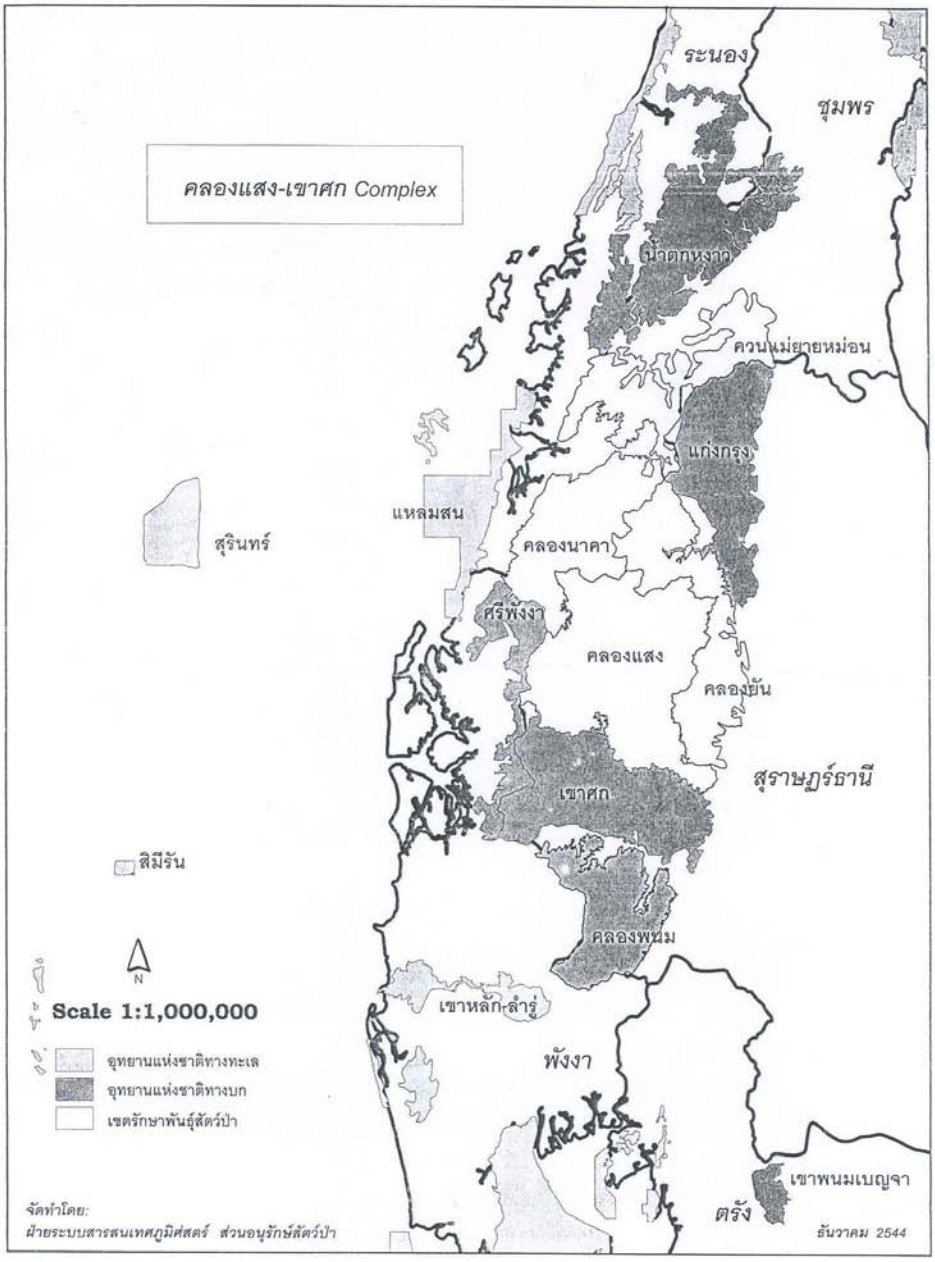
การสร้างเขื่อนรัชชประภาทำให้เกิดโครงการศึกษาวิจัยและอพยพเคลื่อนย้ายสัตว์ป่าออกจากพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งหลังจากสิ้นสุดโครงการนี้ กรมป่าไม้จึงได้ดำเนินการจัดตั้งสถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสงขึ้น เพื่อเป็นหน่วยงานทางวิชาการสนับสนุนการดำเนินงานศึกษาวิจัยสัตว์ป่าในผืนป่าแห่งนี้ต่อไป งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ดำเนินงานทั้งในส่วนของสถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสง และนักวิชาการจากสถาบันอื่นๆ จึงอยู่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงเป็นส่วนใหญ่

พื้นที่ศึกษาวิจัยที่มีการดำเนินงานไปแล้ว ส่วนใหญ่อยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง มีเนื้อที่ประมาณ 1,155 ตารางกิโลเมตร ล้อมรอบด้วยพื้นที่อนุรักษ์ต่างๆ อีก 8 แห่ง คือ

ทิศเหนือติดกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา	พื้นที่ประมาณ	480	ตารางกิโลเมตร
อุทยานแห่งชาติแก่งกรุง	พื้นที่ประมาณ	500	ตารางกิโลเมตร
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าควนแม่ยายหม่อน	พื้นที่ประมาณ	464	ตารางกิโลเมตร
อุทยานแห่งชาติน้ำตกหงาว	พื้นที่ประมาณ	668	ตารางกิโลเมตร
ทิศตะวันออกติดกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองยัน	พื้นที่ประมาณ	488	ตารางกิโลเมตร
ทิศตะวันตกติดกับอุทยานแห่งชาติศรีพังงา	พื้นที่ประมาณ	246	ตารางกิโลเมตร
ทิศใต้ติดกับอุทยานแห่งชาติเขาสก	พื้นที่ประมาณ	646	ตารางกิโลเมตร
อุทยานแห่งชาติคลองพนม	พื้นที่ประมาณ	410	ตารางกิโลเมตร

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงตั้งอยู่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ครอบคลุมพื้นที่ป่าใน อ.คีรีรัฐนิคม และ อ.บ้านตาขุน ที่เส้นรุ้งที่ 8°45′ถึง 9°30′ เหนือ และเส้นแวงที่ 98°15′ ถึง 98°15′ตะวันออก ได้รับการประกาศเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าในปี พ.ศ. 2517 เป็นผืนป่าเหนือเขื่อนรัชชประภาที่มีพื้นที่รองรับน้ำไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนมากที่สุด ความสมบูรณ์ของป่าคลองแสงจึงมีความสำคัญต่อปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภาเป็นอย่างยิ่ง

ป่าคลองแสงมีสภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อนประกอบด้วย เขาหินปูนและเขาดินดาน เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรีและเทือกเขาภูเก็ต มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 90 – 1,395 เมตร มีลำคลองสายหลักที่สำคัญคือ คลองแสง คลองหยา คลองเอ๊ะ คลองมอญ คลองหยี และคลองมุย ให้น้ำไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา นอกจากนี้ยังมีห้วยน้ำมุดอีกหลายสายบริเวณตอนกลางของพื้นที่ เช่น บางหน้ามด ห้วยถ้ำจันทร์ ห้วยบริเวณเขาน้ำ ฯลฯ ภูเขาที่สำคัญ ได้แก่ เขาหลังคาตึก ซึ่งเป็นยอดที่สูงที่สุดในพื้นที่ป่าคลองแสง เขาชาลี และเขาน้ำค้าง เทือกเขาหินปูนที่สำคัญ เช่น เขาหน้ามดแดง เขาหย้านกฮูก เขาพัง เขาถ้ำจันทร์ เขาถ้ำน้ำ เขานาคา และเขาเลาะ ฯลฯ สภาพอากาศโดยทั่วไป มีฝนตกชุกในเดือนสิงหาคม (464 มม.) และปริมาณน้ำฝนต่ำสุดในเดือนมกราคม (21 มม.) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 2,632 มม. อุณหภูมิสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน (38°C) และต่ำสุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ (14°C)



ภาพที่ 1. ผืนป่าภาคใต้ตอนบน

สังคมพืชในพื้นที่ป่าคลองแสง ค่อนข้างมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ไม่เหมือนป่าดงดิบในมาเลเซียหรือพม่านัก และมีความหลากหลายของพรรณพืชสูง ชนิดป่าและสังคมพืชที่พบ ได้แก่ ป่าดงดิบชื้น พบในบริเวณที่ชุ่มชื้นในหุบเขาหรือบริเวณหุบห้วยที่ชื้น พรรณไม้เด่นในระดับเรือนยอด ได้แก่ ไม้ในวงศ์ยาง และไม้ในป่าดงดิบชื้นทั่วไป พรรณไม้สำคัญ ได้แก่ ช้างแหก ลิ้นควาย สังเครียด ฯลฯ ป่าดงดิบแล้ง พบบริเวณสันเขา พรรณไม้สำคัญ ได้แก่ ตะเคียนหิน ตะเคียนทราย กะเบากลัก ฯลฯ ป่าผลัดใบชื้น ได้แก่ ป่าเบญจพรรณริมคลองแสงตอนบน เป็นแนวแคบๆ อยู่ริมสองฝั่งลำน้ำ พรรณไม้เด่นเป็นไม้ตะแบก และป่าหินปูน และสังคมผาหิน ต้นไม้ส่วนใหญ่มีลักษณะลำต้นแคระแกรน คดงอ

วิธีการ

ตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่มีรายงานไว้ที่สถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสง งานวิจัยบางเรื่องผู้วิจัยมิได้มอบให้กับสถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสง จึงไม่สามารถหารายละเอียดได้ครบ

ผลการวิจัย

จากการตรวจสอบงานวิจัยที่ได้ดำเนินการในพื้นที่ผืนป่าภาคใต้ตอนบนนั้น พบว่าส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่ดำเนินการในพื้นที่ป่าเหนือเขื่อนรัชชประภา ซึ่งคือพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงเท่านั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รายงานผลการวิจัยวางแผนขั้นรายละเอียดสำหรับพื้นฟูสภาพป่าไม้ และการจัดการป่าไม้บริเวณพื้นที่ป่าต้นน้ำคลองแสง โครงการเขื่อนเชี่ยวหลาน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (สืบ, 2527)

ได้ดำเนินการสำรวจพื้นที่ป่าต้นน้ำคลองแสง ระหว่างการก่อสร้างเขื่อนเชี่ยวหลาน ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2527 - ตุลาคม 2527 สำรวจข้อมูลทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ โดยทำแปลงสุ่มตัวอย่างชั่วคราวแบบวงกลมขนาด 0.1 เฮกแตร์ ในพื้นที่สำรวจจำนวน 130 แปลง และศึกษาชนิดพรรณไม้ การศึกษานิเวศวิทยาสัตว์ป่า ทำการสำรวจโดยตรงคือ ดูจากการเห็นตัว เสียงร้อง ร่องรอย รังและโพรง และการสำรวจทางอ้อมโดยจากการสอบถาม และค้นคว้าเอกสาร รวมทั้งประเมินแหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหารของสัตว์ป่า จากการศึกษาได้จำแนกพื้นที่สำรวจออกได้ 7 ประเภท คือ ป่าดงดิบที่ขึ้นบนเขาหินปูน ป่าดงดิบที่ขึ้นบนเขาดินดาน ป่าดงดิบบนเขาดินดานปนดินหินปูน ป่าดงดิบเชิงเขาหินปูน ไร่เลื่อนลอย ป่าเสื่อมโทรม สวนผลไม้ และสวนยางพารา

สัตว์ป่าที่สำรวจพบมีจำนวน 197 ชนิด เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 33 ชนิด นก 148 ชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 3 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 13 ชนิด สัตว์ป่าที่ใกล้จะสูญพันธ์ ได้แก่ ชะนีมือขาว แมวลายหินอ่อน เก้งหม้อ กวาง วัวแดง นกยูง นกชนหิน กบทูต เห่าช้าง และเต่าหกเหลือง โดยพบว่าป่าดงดิบที่ขึ้นอยู่บนเขาดินดานปนดินหินปูน เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญของสัตว์ป่า เนื่องจากมีแหล่งน้ำตามหุบเขาสูงชัน เป็นที่อาศัยของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ เช่น ช้าง กระทิง วัวแดง ซึ่งไปชุมนุมกันในฤดูแล้ง

ผลการศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำในป่าคลองแสง พบว่าดินมีความพรุนสูงสามารถดูดซับน้ำได้ดี เนื่องจากดินมีส่วนผสมของดินเหนียวมาก การถูกกักในพื้นที่สูงชันจึงมีมาก นอกจากนี้ดินยังมีธาตุฟอสฟอรัสน้อยแต่มีโพแทสเซียมมาก อินทรีย์วัตถุบนภูเขาสูงจะมีมากแต่ในพื้นที่ป่ามีน้อย การที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และธาตุฟอสฟอรัสมีอยู่ในระดับต่ำไม่เป็นปัญหา ถ้าสภาพป่าที่ปกคลุมดินยังอยู่ ทำให้ธาตุอาหารเหล่านี้สามารถคงอยู่ และหมุนเวียนในวัฏจักรอาหารได้ตลอดไป

มีการศึกษาสถานภาพทางสังคมและทัศนคติของราษฎรที่อพยพออกจากเขตน้ำท่วม สรุปว่าความคุ้นเคยของราษฎรส่วนใหญ่ที่อพยพออกจากเขตน้ำท่วมเกี่ยวกับการบุกรุกแผ้วถางป่า ตัดไม้ ล่าสัตว์ เก็บของป่า และขุดแร่ จะก่อให้เกิดการบุกรุกทำลายป่านอกเขตอ่างเก็บน้ำต่อไปในอนาคต

2. ***รายงานการประเมินผลงานช่วยเหลือสัตว์ป่าตกค้างในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนเชี่ยวหลาน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (สืบ, 2530)***

โครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนเชี่ยวหลาน ทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ป่าลุ่มต่ำเหนือเขื่อนซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ได้มีการแก้ไขผลกระทบต่อสัตว์ป่าเหล่านี้ ด้วยการช่วยเหลือสัตว์ป่าที่ตกค้างอยู่ตามเกาะต่างๆ เพื่อนำไปปล่อยนอกเขตอ่างเก็บน้ำ มีสัตว์ป่าที่ได้รับการช่วยเหลือ 116 ชนิด จำนวน 1,364 ตัว โดยเคลื่อนย้ายออกจากเกาะไปอาศัยบนพื้นที่ป่านอกอ่างเก็บน้ำ ในจำนวนนี้มีสัตว์ป่าที่เสียชีวิตระหว่างการช่วยเหลือจำนวน 41 ตัว เนื่องจากต้องอดอาหารขณะที่ติดเกาะและผจญกับอากาศที่ร้อนจัดและเปียกชื้นในเวลากลางคืน

3. ***Behavioral comparision of dusky leaf monkey (Presbytis obscura) on is land habitat and undisturbd habitat of Khlong Saeng Wildlife Sanctuary, Surat-Thani Province. (Wanghongsa, 1989)***

ทำการสำรวจค่างแว่นถิ่นใต้ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2531 ในพื้นที่เกาะในอ่างเก็บน้ำเขื่อนเชี่ยวหลาน โดยทำการสำรวจเป็น 2 วิธี คือ การนับโดยตรงในพื้นที่เกาะที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ตารางกิโลเมตร และการนับทางอ้อมตามวิธี line transect method ในพื้นที่เกาะที่ใหญ่กว่า 1 ตารางกิโลเมตร พบว่ามี 39 เกาะจากจำนวน 106 เกาะที่มีสัตว์ในกลุ่มลิงอาศัยอยู่ ได้แก่ ค่างแว่นถิ่นใต้ 227 ตัว ค่างดำ 1 ตัว ชะนีมือขาว 18 ตัว และนางอาย 1 ตัว และพบว่าความหนาแน่นของค่างแว่นถิ่นใต้บนเกาะใหญ่ 6 เกาะ โดยวิธีของ Haynes เป็น 25.1 ตัว/ตารางกิโลเมตร วิธีของ King เป็น 45.5 ตัว/ตารางกิโลเมตร และวิธีของ Webb เป็น 42.6 ตัว/ตารางกิโลเมตร นอกจากนี้ยังพบชะนีมือขาว 6 ฝูง บนเกาะใหญ่ 3 เกาะจาก 6 เกาะ

การศึกษาพฤติกรรมของค่างแว่นถิ่นได้ดำเนินการในระหว่าง 7.00 - 18.00 น. ในเดือนพฤษภาคม 2531 บริเวณเกาะและบริเวณพื้นที่ป่านอกอ่างเก็บน้ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง โดยวิธี Focal sampling method พบว่าช่วงเวลาในการดำเนินพฤติกรรมของค่างแว่นถิ่นใต้ทั้ง 2 กลุ่มนี้ มีความแตกต่างกัน กลุ่มที่อยู่บนเกาะจะใช้เวลาในการนั่งและหากินมาก ขณะที่กลุ่มที่อยู่บนแผ่นดินใหญ่จะใช้เวลาในการพักผ่อน เคลื่อนไหว เกาะ และไล่แมลง หรือมีพฤติกรรมสังคมมากกว่า พวกที่อยู่บนเกาะจะใช้เวลาส่วนใหญ่บนยอดไม้สูงมากกว่าพวกที่อยู่บนแผ่นดินใหญ่ แต่ทั้ง 2 กลุ่มชอบกินผลไม้มากกว่าใบไม้อ่อน

4. ***พื้นที่หากินและพฤติกรรมบางประการของเก้งเพศผู้ (Muntiacus muntjak) (กองอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2534)***

การศึกษาพื้นที่หากินและพฤติกรรมบางประการของเก้งเพศผู้ (*Muntiacus muntjiak*) ที่เคลื่อนย้ายจากเกาะขนาด 27 ha. แล้วนำไปปล่อยบนเกาะขนาด 110 ha. ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จ.สุราษฎร์ธานี ช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2532 - มีนาคม 2533 เพื่อหาขนาดพื้นที่หากินและพฤติกรรมที่ไม่อยู่นิ่งโดยติดตามจากวิทยุติดสัตว์ชนิดส่งสัญญาณตามการเคลื่อนไหว (motion-sensitive radio-collar) และใช้ Focal Sampling Technique เก็บข้อมูลทางด้านพฤติกรรม พบว่าเก้งหม้ออาศัยอยู่บนเกาะที่นำไปปล่อยได้ 4 เดือน ใช้พื้นที่หากินทั้งหมด (home range) 40 ha. โดยมีพื้นที่หากินหลัก (core area) 15 ha. เก้งเพศผู้เคลื่อนที่เฉลี่ยวันละ 246 $\pm$ 70 เมตร มีระยะเคลื่อนที่ไกลสุด 517 เมตร และมีระยะเฉลี่ยในการแสดงกิจกรรม (active behavior) 215 $\pm$ 40 เมตร เก้งเพศผู้ใช้เวลาแสดงพฤติกรรมที่ไม่หยุดนิ่ง (active behavior) ร้อยละ 62.85 ซึ่งเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วง 07.00 - 10.00 และ 15.00 - 19.00 น. และเกิดขึ้นน้อยที่สุดในช่วงเวลา 01.00 - 02.00 น. เก้งเพศผู้ใช้เวลาในการแสดงพฤติกรรมที่ไม่อยู่นิ่งเกิดขึ้นในตอนกลางวันมากกว่าตอนกลางคืน โดยร้อยละ 57.40 เกิดขึ้นในตอนกลางวัน

5. ***การเคลื่อนที่ของเลียงผาเพศผู้ (Capricornis sumatraensis) ภายหลังการเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี (กองอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2534)***

การติดตามการเคลื่อนที่ของเลียงผาเพศผู้ (*Capriconis sumatraensis*) ที่อพยพเคลื่อนย้ายออกจากเกาะขนาด 27 ha. แล้วนำไปปล่อยบนแผ่นดินใหญ่บริเวณเทือกเขาหินปูนของอุทยานแห่งชาติเขาสก จ.สุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2532 - มิถุนายน 2533 เพื่อหาขนาดพื้นที่หากินและอัตราส่วนของพฤติกรรมที่ไม่อยู่นิ่ง

โดยติดตามจากวิทยุติดตามสัตว์ชนิดส่งสัญญาณตามการเคลื่อนไหว (motion-sensitive radio-collar) และใช้ Focal Sampling Technique เก็บข้อมูลทางด้านพฤติกรรม พบว่าเลียงผาใช้เวลา 81 วัน ในการเสาะหาพื้นที่การอยู่อาศัยที่เหมาะสม ซึ่งในช่วงเวลานี้เลียงผาต้องเคลื่อนย้ายไปอยู่บนเกาะแห่งหนึ่งเป็นเวลาประมาณ 1 เดือน แล้วเคลื่อนย้ายมาบนเขาหินปูนอีกครั้งหนึ่ง และอาศัยอยู่เป็นเวลา 33 วัน จากนั้นจึงไปอาศัยอยู่ในป่าดงดิบบนเขาดินดาน ในช่วงเวลา 5 เดือน ใช้พื้นที่หากินทั้งหมด (home range) 136 ha. มีพื้นที่หากินหลัก (core area) 86 ha. เลียงผาเคลื่อนที่เฉลี่ยวันละ 445 $\pm$ 139 เมตร โดยเดินทางไกลสุด 1,350 เมตร และมีระยะเฉลี่ยในการแสดงกิจกรรม (average activity radius) 613 $\pm$ 122 เมตร

ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม - มิถุนายน 2533 เลียงผาเพศผู้ใช้เวลาแสดงพฤติกรรมที่ไม่อยู่นิ่ง (active behavior) ทั้งหมดร้อยละ 63.28 โดยมีค่ามากสุดในช่วงเวลา 18.00 - 22.00 น. และมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 07.00 - 11.00 น. พฤติกรรมที่ไม่อยู่นิ่งเกิดขึ้นมากที่สุดในเดือนมีนาคม และเกิดน้อยสุดในเดือนมิถุนายน นอกจากนี้ยังพบว่าเลียงผาเพศผู้ใช้เวลาในการแสดงพฤติกรรมที่ไม่อยู่นิ่งในช่วงตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวันโดยร้อยละ 53.76 เกิดขึ้นในตอนกลางคืน และในช่วงระยะเวลา 6 เดือน พฤติกรรมที่ไม่อยู่นิ่งเกิดขึ้นในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวันในอัตรา 2 : 1

6. การเปรียบเทียบประชากรสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี (กองอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2534)

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประชากรสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จ.สุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2532 - มีนาคม 2533 โดยเลือกพื้นที่ศึกษาจากเกาะที่มีขนาดพื้นที่มากกว่า 1 ตารางกิโลเมตร ที่กระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ของพื้นที่อ่างเก็บน้ำ ใช้วิธี Capture-Recapture แบบ Grid with Assessment line เก็บข้อมูลประชากร พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กจำนวน 9 ชนิด เป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ตามพื้นดิน (terrestrial) 7 ชนิด ได้แก่ หนูฟานเหลือง (*Rattus surifer*) หนูฟานเล็ก (*Rattus whiteheadi*) หนูขนเสี้ยนสีเม็ดมะขาม (*Rattus rapit*) หนูท้องขาว (*Rattus rattus*) หนูฟันขาวใหญ่ (*Rattus bowersi*) กระแตธรรมดา (*Tupaia glis*) และกระจ้อน (*Menetes berdmorei*) เป็นสัตว์ที่อาศัยหากินอยู่ตามต้นไม้ (arboreal) 2 ชนิด ได้แก่ หนูไผ่เล็บแม่มือแบน (*Hapalomys longicaudatus*) และกระรอกปลายหางดำ (*Callosciurus caniceps*) สัตว์ที่พบในพื้นที่ส่วนหน้าอ่างเก็บน้ำฯ มีจำนวน 8 ชนิด คือ หนูฟานเหลือง หนูขนเสี้ยนสีเม็ดมะขาม หนูฟานเล็ก หนูท้องขาว หนูฟันขาวใหญ่ กระจ้อน กระแตธรรมดา และกระรอกปลายหางดำ พบในพื้นที่ส่วนกลางอ่างเก็บน้ำฯ จำนวน 6 ชนิด คือ หนูฟานเหลือง หนูฟานเล็ก หนูไผ่เล็บแม่มือแบน กระแตธรรมดา กระจ้อน และกระรอกปลายหางดำ และพบในพื้นที่ส่วนท้ายอ่างเก็บน้ำฯ จำนวน 7 ชนิด คือ หนูฟานเหลือง หนูขนเสี้ยนสีเม็ดมะขาม หนูฟานเล็ก หนูไผ่เล็บแม่มือแบน กระแตธรรมดา กระจ้อน และกระรอกปลายหางดำ

พื้นที่ส่วนหน้าอ่างเก็บน้ำฯ มีความหนาแน่นรวมของประชากรสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กมากที่สุด (50.45 ตัว/ha.) ตามลำดับ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กที่เป็นชนิดเด่น (dominant) จากความหนาแน่นในพื้นที่ส่วนหน้าอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ กระจ้อน (*M. berdmorei*) ในพื้นที่ส่วนกลางอ่างเก็บน้ำฯ และส่วนท้ายอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ หนูฟานเล็ก (*R. whiteheadi*) กระจ้อน (*M. bermorei*) เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กที่เป็นชนิดเด่นจากมวลชีวภาพในพื้นที่อ่างเก็บน้ำทั้งสามส่วน จากค่าดัชนี Shannon-Weiner Index พบว่าในพื้นที่ส่วนกลางอ่างเก็บน้ำฯ มีความหลากหลาย (diversity) ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กมากที่สุด รองลงไป ได้แก่ พื้นที่ส่วนท้ายอ่างเก็บน้ำ และพื้นที่ส่วนหน้าอ่างเก็บน้ำฯ ตามลำดับ

ในจำนวนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กที่พบทั้ง 9 ชนิด ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำฯ ขนาดพื้นที่หากินเฉลี่ยของหนูขนเสี้ยนสีเม็ดมะขามเพศผู้ และหนูฟานเหลืองเพศผู้ ค่าสูงสุดคือ 0.56 และ 1.13 ha. ตามลำดับ หนูฟันขาวใหญ่เพศผู้มีระยะเคลื่อนที่ในแต่ละวัน และมีระยะเคลื่อนที่เฉลี่ยในแต่ละวันมากสุด 150 และ 51.24 เมตร ตามลำดับ

7. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของต้นไม้ในรอบปี (กองอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2534)

ต้นไม้เป็นแหล่งผลิตอาหารโดยตรงของสัตว์ป่า โดยเฉพาะสัตว์จำพวกลิง กระรอก และนกที่ยังคงตกค้างอาศัยอยู่ตามเกาะใหญ่ๆ การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของต้นไม้จะทำให้เกิดอาหารหมุนเวียนกันไปในรอบปี จากการศึกษาต้นไม้จำนวน 129 ชนิด 2,259 ต้น พบว่ามีการแตกใบอ่อนในแต่ละเดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมเป็นต้นไป จำนวน 43, 13, 37, 35, 18, 1, 0, 46, 12, 12, 50 และ 53 ชนิด ตามลำดับ ออกดอกจำนวน 52, 36, 23, 7, 3, 1, 0, 0, 2, 6, 17 และ 43 ชนิด ตามลำดับ และออกผลจำนวน 40, 55, 61, 43, 37, 7, 6, 6, 6, 3, 4 และ 18 ชนิด ตามลำดับ สัตว์ป่าได้ประโยชน์จากใบอ่อนของพืชสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม เมษายนถึงพฤษภาคม และสิงหาคม จากดอกในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน และผลในช่วงเดือนธันวาคมถึงมิถุนายน

8. การสำรวจไม้พื้นล่างในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา (กองอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2534)

สภาพป่าดงดิบเหนือเขื่อนรัชชประภามีลักษณะโปร่ง และพุ่มใบไม่หนาแน่นนัก เนื่องจากพื้นที่ผ่านการทำไม้มาจากการสร้างเขื่อน ทำให้ลูกไม้ และพันธุ์ไม้พื้นล่างขึ้นอยู่หนาแน่นมาก จากการสำรวจบริเวณเกาะบ้านวังมัก และเกาะบริเวณคลองสวน เก็บพันธุ์ไม้พื้นล่างที่พบทั้งหมดโดยเลือกเก็บที่ไม่ซ้ำกัน นำไปตรวจชื่อที่หอพรรณไม้ แบ่งออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. ไม้พุ่มเตี้ย ไม้เลื้อย ไม้ล้มลุก พบในวงศ์เข็ม (Rubiaceae) หลายชนิด เช่น ลูกไก่ย่าน (*Hedyotis capitice lata* Wall) เป็นไม้พุ่มกึ่งเถาว์พันเกาะไม้อื่น พาโหมหิน (*Psychotria rhinocerstis* Bl.) เป็นไม้พุ่มเตี้ยขนาดเล็ก วงศ์ไม้ยางพารา (Euphorbiaceae) วงศ์ Myrsinaceae และวงศ์ Lecaceae
2. ไม้ล้มลุก และไม้เลื้อย พบในวงศ์ผักปลาบ (Commeliaceae) วงศ์ Maranthaceae วงศ์ขิงข่า (Zingiberaceae) และวงศ์ถั่ว (Leguminosae)
3. ไม้พุ่มขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ พบในวงศ์ไม้ยางพารา (Ephorbiaceae) เช่น มะเม่าควาย (*Antidesma velutinosum* Bl.) มะไฟป่า (*Baceaurea ramiflora*) วงศ์ Sapindaceae เช่น มะฟวด (*Lepisanthus vubignosa* Leenth) วงศ์ไทร (Moraeceae) เช่น ข่อยหนาม (*Streblus taxoides* Kurz) วงศ์ Apocynaceae เช่น โมกแดง (*Wrightia cambodiensis*) วงศ์ Violaceae วงศ์เข็ม (Rubiaceae) วงศ์ Rhannaceae วงศ์น้อยหน่า (Annonaceae)
4. ลูกไทร พบในวงศ์ Annonnaceae วงศ์ Myrtaceae พวกหว้า วงศ์ Euphorbiaceae เยื่อจง (*Sapium baccatum* Roxb) ล่อขาวหรือเม็ก (*Macearanga tanarius* Meell. Arg.) วงศ์ Lauraceae พวกอบเชย วงศ์ไม้ก่อ (Fagaceae) วงศ์ไทร (Moraceae) วงศ์ปอ (Sterculiaceae) และวงศ์ Sapotaceae

9. การติดตามเสือดำ (Panthera pardus) ที่ปล่อยกลับสู่ป่า (ไสว, 2534)

เสือดำ (*Panthera pardus*) เพศผู้ที่ถูกเลี้ยงตั้งแต่ตัวเล็กๆ ได้ถูกนำมาติดวิทยุ (Radio telemetry) แล้วปล่อยในบริเวณพื้นที่เหนืออ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จ.สุราษฎร์ธานี การเฝ้าติดตามใช้วิธี Focal Sampling Technique บันทึกข้อมูลที่ส่งมาจากเครื่องส่งที่ติดอยู่ที่คอ ตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง โดยในแต่ละชั่วโมงแบ่งเป็น 4 คาบๆ ละ 15 นาที ช่วง 10 นาทีแรกเก็บข้อมูล แล้วพัก 5 นาที ก่อนที่จะเริ่มเก็บข้อมูลในช่วงต่อไป ทำสลับกันเช่นนี้ตลอดทั้งวันทั้งคืน ผลการศึกษาพบว่าเสือดำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพธรรมชาติ เป็นเวลา 11 วัน ใช้พื้นที่หากินทั้งหมด 1.28 ตารางกิโลเมตร ซึ่งโดยเฉลี่ยเคลื่อนที่ได้เป็นระยะทางวันละ 471 เมตร เสือดำใช้เวลาแสดงพฤติกรรมที่ไม่อยู่นิ่ง (active behavior) ทั้งสิ้น 36.60% ซึ่งมีค่ามากที่สุดในช่วงเวลา 23.00 - 24.00 น. มีค่าน้อยที่สุดในช่วงเวลา 06.00 - 07.00 น. เสือดำแสดงพฤติกรรมที่ไม่อยู่นิ่ง ในช่วงเวลากลางคืนมากกว่ากลางวันเล็กน้อย (50.70 ต่อ 49.30%) จากการผ่าพิสูจน์ในกระเพาะอาหารและลำไส้ใหญ่ตอนล่าง พบว่าเสือดำสามารถล่าลิ่น (*Manis javanica*) ได้เป็นอาหาร 1 ตัว

10. ***การสำรวจสัตว์ป่าบนเกาะในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี (รองลาภ และโกมล , 2538)***

การสำรวจสัตว์ป่าบนเกาะในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จำนวน 104 เกาะ เริ่มดำเนินการศึกษาในเดือนเมษายน - กันยายน 2537 พบสัตว์ 23 ชนิด ยกเว้นสัตว์ปีก หนู และหมูป่า เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 15 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 7 ชนิด และเต่า 1 ชนิด จากการแบ่งขนาดช่วงพื้นที่ของเกาะออกเป็น 5 ชั้น เท่าๆ กันคือ 9.77 - 193.45, 193.45 - 377.13, 377.13 - 560.81, 560.81 - 744.49 และ 744.49 - 928.15 ไร่ พบว่าจำนวนชนิดของสัตว์ป่ามีมากในช่วงพื้นที่เกาะขนาดเล็ก น้ำหนักรวมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและน้ำหนักตัวต่อไร่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีลักษณะลดลงเมื่อช่วงพื้นที่เกาะมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่จำนวนชนิดต่อ 1 เกาะ และน้ำหนักตัวของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่อ 1 เกาะ มีลักษณะเพิ่มขึ้นเมื่อช่วงพื้นที่ของเกาะมีขนาดใหญ่ขึ้น

11. ***Differential responses of small mammals to fragmentation in Thailand tropical forest (Lynam, 1999)***

Fragmentation of tropical forest has wide-ranging effects on wildlife communities, but the actual mechanisms of species impoverishment remain poorly understood. Small mammal assemblages on recent land-islands at Chiew Larn, Thailand, were compared with nearby continous forest from the fifth to seventh years following island creation. Assemblages on islands rapidly developed a nested structure, converging in composition and representing a subset of those in continuous forest. Among species that persisted on islands, many had altered abundances, with some increasing and others declining. A "random placement model" accounted for the observed distributions of species on mainland sites but not on islands, suggesting that nested island assemblages were generated both by changes in species distributions and abundances after fragmentation. Six species were prone extinction on islands, whereas three increased in abundance, apparently because they were good over-water colonizers or favored habitats on islands. We conclude that the development of nested mammal assemblages in the Chiew Larn archipelago was caused both by differential vulnerabilities of species to local extinction and by abilities of species to colo-nize islands and to thrive in disturbed island habitats. 1999 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

12. ***Molecular genetics and the conservation of Hornbills in fragmented landscapes. (David et al., 1998)***

Asian hornbill populations are rapidly becoming fragmented on remnant patches of formerly continuous forest. The viability of these increasingly isolated populations is threatened by processes linked to habitat patch size, reduced population size, edge effects and the distance between patches. Genetic erosion of natural variability in small isolated populations also contributes to their demographic decline and eventual extirpation. In the next century, wildlife managers may increasingly have to mitigate against the deleterious effects of genetic erosion by the careful movement of selected individuals between isolated forest patches. The nature of the problem will be illustrated using examples from studies of genetic erosion in small mammal populations recently isolated on islands in Chiew Larn Reservior, Khlong Saeng, Thailand and in an endangered loggerhead shrike on an island off the coast of California. Molecular genetic methods are described that permit managers to establish the management purposes and monitor genetic erosion.

13. การแพร่กระจายของหอยเพรียง (Limnoperma siamensis) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา (สมศักดิ์ และรองลาภ, 2538)

หอยเพรียง *Limnoperma siamensis* มีการแพร่กระจายและรวมกลุ่มอย่างหนาแน่นมาก แทบจะทุกบริเวณของวัตถุที่อยู่ใต้น้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จ.สุราษฎร์ธานี นอกจากนั้นยังพบเกาะอยู่บนเปลือกหอยกาบ ความหนาแน่นเฉลี่ยที่พบบนไม้ที่จมอยู่ในน้ำมีค่า 6,056 $\pm$ 1,031.4 ต่อพื้นที่ 300 ตารางเซนติเมตร ประชาชนในแถบนั้นกล่าวกันว่าการรวมกลุ่มและเพิ่มจำนวนอย่างมหาศาลของหอยเพรียงนั้นเกิดขึ้นหลังจากมีการสร้างเขื่อน พบว่าจะเกาะบนท่อนไม้ที่จมอยู่ในน้ำมากกว่าวัตถุอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การแพร่กระจาย รวมกลุ่ม และเพิ่มจำนวนของหอยดังกล่าวกำลังเป็นปัญหาต่อคุณภาพน้ำ และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับน้ำในอ่างเก็บน้ำ ได้ศึกษาการแพร่กระจายของหอยเพรียง *Limnoperma siamensis* ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา โดยเก็บตัวอย่างหอยเพรียง *Limnoperma siamensis* ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา ตามวัตถุใต้น้ำต่างๆ ที่หอยเกาะอยู่ พบว่ามีการแพร่กระจาย รวมกลุ่มอยู่บนวัตถุใต้น้ำเกือบทุกชนิด

14. ความหลากชนิดของสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง (รองลาภ และโกมล, 2538)

ได้ทำการสำรวจความหลากชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ระหว่างเดือนตุลาคม 2536 - ตุลาคม 2538 พบสัตว์ป่าอย่างน้อย 397 ชนิด จาก 96 วงศ์ เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 69 ชนิด จาก 27 วงศ์ นก 234 ชนิด จาก 52 วงศ์ สัตว์เลื้อยคลาน 67 ชนิด จาก 13 วงศ์ และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 27 ชนิด จาก 4 วงศ์ นับเป็นสัตว์ป่าที่พบเพิ่มจากการศึกษาครั้งก่อน 61 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 8 ชนิด นก 41 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 7 ชนิด และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 5 ชนิด

15. นิเวศวิทยาและประชากรของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง (Bhumpakphan, 1997)

การศึกษาด้านนิเวศวิทยาและประชากรของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จ.สุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2537 - 2538 เพื่อต้องการทราบสภาพถิ่นที่อยู่อาศัย ชนิดพืชอาหาร การใช้แหล่งน้ำ และแหล่งโป่ง จากการพบเห็นโดยตรงและหาความหนาแน่นประชากรของกระทิงจากการสำรวจโดยการวางแนวเส้นตรง พบว่ากระทิงอาศัยและหากินอยู่ในป่าดงดิบชื้น และสภาพป่าอื่นๆ หลายประเภท ในพื้นที่ระดับความสูง 68 - 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง การหากินส่วนใหญ่พบในบริเวณช่องว่างของป่าที่เกิดจากการโค่นล้มของไม้ใหญ่ตามธรรมชาติสลับกับการหากินพืชอาหารในทุ่งโล่งที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ในอดีต และพื้นที่ชายน้ำที่เกิดจากการขึ้นลงของระดับน้ำ ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภาในรอบปี กระทิงในพื้นที่ศึกษากินพืชอาหารรวม 71 ชนิด จาก 63 สกุล ใน 33 วงศ์ เนื่องจากการกระจายแหล่งน้ำตามธรรมชาติปรากฏทั่วพื้นที่ตลอดปี น้ำจึงมิได้เป็นปัจจัยจำกัดการกระจายของประชากร กระทิงในพื้นที่ศึกษาใช้แหล่งดินโป่งน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับประชากรที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ประเภทของผลกระทบจากการหากิน และกิจกรรมของกระทิงมี 6 ลักษณะ คือ เปลือกฉีก แผล รอยถู โค่นล้ม ลำต้นหัก และตาย ส่วนใหญ่พบกิ่งหรือลำต้นที่หักมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกของต้นไม้ที่กิ่งหรือลำต้นหักเฉลี่ย 2.97 ซม. และพบการตายคิดเป็น 4.76% ของทั้งหมด กองมูลกระทิงมีค่าอัตราการสลายตัวเฉลี่ยเท่ากับ 0.0161 ต่อวัน โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00068 $\pm$ 0.0013 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความหนาแน่นของประชากรบริเวณคลองควนและหุบห้วยถ้ำจันทร์เท่ากับ 2.05 และ 3.3 ตัว/ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ขนาดฝูงเฉลี่ยเท่ากับ 6.55 ตัว (พิสัย 2 - 13 ตัว, N = 7) กระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ถูกคุกคามทั้งจากการลักลอบล่า และผลจากการดำเนิน
กิจกรรมต่างๆ ใกล้แหล่งที่หากินของกระทิงโดยชาวประมงบางกลุ่มในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา

16. Ecological characteristics and habitat utilization of Gaur (Bos gaurus H. Smith, 1827) in different climatic sites (Bhumpakphan, 1997)

การศึกษานิเวศวิทยาของกระทิงได้ดำเนินการในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ.อุทัยธานี และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จ.สุราษฎร์ธานี ในระหว่างปี พ.ศ. 2537 - 2539 กระทิงอาศัยอยู่ในสภาพป่าหลายแบบ

ขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่ของกระทิง ในป่าห้วยขาแข้งพบว่ากระทิงจะเลือกใช้ป่าผสมผลัดใบในหุบเขา ป่าดิบแล้งริมห้วย และป่าดิบแล้งเชิงเขาที่ระดับ 180 - 1500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากที่สุด ส่วนในป่าคลองแสงกระทิงจะเลือกใช้ป่าดิบชื้นในหุบเขา ป่าผสมผลัดใบชื้นและป่าตะแบกที่ระดับความสูง 64 - 650 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางเป็นส่วนใหญ่ กระทิงในป่าห้วยขาแข้งจะใช้พืชอาหารอย่างน้อย 169 ชนิด ขณะที่ในป่าคลองแสงพบเพียง 76 ชนิด ในป่าคลองแสงนั้นแหล่งน้ำไม่ได้เป็นปัจจัยจำกัดต่อประชากรของกระทิงในช่วงฤดูแล้ง การกินโป่งของกระทิงในพื้นที่ป่าทั้ง 2 แห่ง มีความแตกต่างกัน กระทิงในป่าคลองแสงแทบจะไม่ใช้แหล่งโป่งเลย

แนวโน้มประชากรของกระทิง และวัวแดง ในป่าห้วยขาแข้งในปี พ.ศ. 2537 เป็น 0.54 $\pm$ 0.37 ตัว/ตารางกิโลเมตร ($p < 0.05$) และในปี พ.ศ. 2539 ประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 0.97 ตัว/ตารางกิโลเมตร มีจำนวนตัวต่อฝูงเป็น 8.15 (SD = 6.23) โครงสร้างประชากรประกอบด้วย Adult : subadult : Juvenile : Calf = 6 : 3.75 : 4 : 1 ส่วนในป่าคลองแสงมีความหนาแน่นของกระทิงในปี พ.ศ. 2536 และ 2539 เป็น 2.68 และ 2.98 ตัว/ตารางกิโลเมตร มีค่าเฉลี่ยของฝูงเป็น 6.55 ตัว โครงสร้างประชากรในฝูงเป็น 3.75 : 0.25 : 1 : 1 ตามลำดับ

กระทิงในป่าทั้ง 2 แห่ง จะอาศัยอยู่ร่วมกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่อื่น เช่น ช้าง วัวแดง กวางป่า รูปแบบของปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมของกระทิงในป่าห้วยขาแข้งเป็น g (x) = -4.9188 - 0.00105 (dist. perm. water) + 0.00062 (dist.mam) + 0.00448 (elv.) เสือโคร่งและหมาในเป็นสัตว์ผู้ล่าที่สำคัญของกระทิง มนุษย์ยังมีผลคุกคามต่อประชากรของกระทิงในพื้นที่ป่าทั้ง 2 แห่ง ในด้านการลักลอบล่าและการรบกวน

17. *การแบ่งแยกอาหารและพื้นที่หากินของนากเล็กเล็บสั้น และนากใหญ่ขนเรียบ บริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี (Sukhontapatipak, 1999)*

ในพื้นที่ที่ไม่มีการสร้างอ่างเก็บน้ำจะสามารถพบนากใหญ่ขนเรียบ (*Lutra perspicillata*) หากินอยู่บริเวณแม่น้ำ และพบนากเล็กเล็บสั้น (*Aonyx cinerea*) หากินในบริเวณสาขาของแม่น้ำนั้นหรือลำธารสายเล็กๆ แต่ยังไม่มีการศึกษาว่าเมื่อมีการสร้างอ่างเก็บน้ำแล้ว จะมีผลกระทบต่อการหากินของนากทั้งสองชนิดอย่างไร

การศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบ นิเวศวิทยาของนากใหญ่ขนเรียบและนากเล็กเล็บสั้นในช่วงเดือนพฤษภาคม 2542 บริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา โดยศึกษาตามลำน้ำและขอบของอ่างเก็บน้ำเป็นช่วงๆ ละประมาณ 1 - 2 กม. เป็นระยะทางทั้งหมด 6.3. กม. ทำการบันทึกตำแหน่งของกองมูลของนากทั้งสองชนิด พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างมาแยกชนิดของเหยื่อที่พบในกองมูลโดยใช้กล้องสเตอริโอ แล้วจึงชั่งน้ำหนักที่แยกได้เพื่อหาองค์ประกอบของอาหารที่นากกินต่อไป จากการศึกษาสรุปว่าการสร้างอ่างเก็บน้ำทำให้สภาพพื้นที่หากินของนากเปลี่ยนไป แต่นากยังคงหาอาหารได้ นากใหญ่ขนเรียบปรับตัวได้ดีจึงสามารถหากินบริเวณขอบอ่างเก็บน้ำซึ่งลึกกว่าแม่น้ำทั่วไปมากกว่า 10 เมตร ขณะที่นากเล็กเล็บสั้นยังคงหากินในลำธารเล็กๆ ที่ระดับน้ำ 0.2 - 1.5 เมตร เช่นเดิม นอกจากนี้พื้นที่ที่อยู่ทางต้นน้ำของอ่างเก็บน้ำซึ่งมีความลึก 0.5 - 2 เมตร สามารถพบนากทั้งสองชนิดหากินร่วมกันได้ อาหารหลักของนากใหญ่ขนเรียบคือปลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาสลาดและปลาหมอช้างเหยียบ ส่วนนากเล็กเล็บสั้นกินเพียงเล็กน้อยแต่มักจะกินปูและกุ้งเป็นส่วนใหญ่ อาหารของนากแต่ละชนิดนี้ไม่แตกต่างกันในพื้นที่ที่พบนากเพียงชนิดเดียวและพื้นที่ที่พบทั้งสองอยู่ร่วมกัน

18. *ผลกระทบจากมนุษย์ต่อความหนาแน่นสัมพันธ์ของสัตว์ป่า ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี (Wattanaratchakit, 1999)*

มีการศึกษามากมายที่แสดงว่ามนุษย์และกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อสัตว์ป่า แต่มีการศึกษาน้อยมากที่จะพยายามหาคำตอบว่าผลกระทบดังกล่าวมีผลต่อสัตว์ป่าชนิดต่างๆ อย่างไร ทั้งในระดับความหนาแน่นของประชากรและชุมชนของสิ่งมีชีวิต การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลกระทบของมนุษย์ต่อสัตว์ป่าดังกล่าว โดยเลือกศึกษาความหนาแน่นสัมพันธ์ของสัตว์ป่าใน 2 บริเวณที่แตกต่างกันของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จากการสำรวจรอยเท้าของสัตว์ที่ปรากฏบน "ที่เหยียบ" ขนาด 1 x 1 ม^2. ที่ถูกสร้างขึ้นทุก 50 เมตร เป็นระยะทาง 5.8 กม. ในบริเวณที่

มีการรบกวนจากมนุษย์ และ 7.8 กม. ในบริเวณที่ไม่มีการรบกวนจากมนุษย์ และจากรอยเท้าที่ปรากฏระหว่างเส้นทางที่ทำการศึกษา

ผลการสำรวจปรากฏว่าหนูมีความหนาแน่นสูงในบริเวณที่มีการรบกวน เพราะผู้ล่ามีความหลากหลายและความหนาแน่นต่ำ ซึ่งเป็นผลกระทบมาจากการถูกล่าและการสร้างอ่างเก็บน้ำ ทำให้สัตว์หลายชนิดมีความหนาแน่นน้อยลง โดยเฉพาะสัตว์ที่มีขนาดใหญ่จะได้รับผลกระทบมากกว่าสัตว์ที่มีขนาดเล็ก นอกจากนี้การรบกวนยังส่งผลให้ความหลากหลายของสัตว์น้อยลง ทำให้ระดับของการกินอาหาร (trophic) ลดลง และห่วงโซ่ (food chain) ภายในชุมชนของสัตว์ขาดความต่อเนื่องเพราะผู้ล่าในระดับสูงถูกล่าโดยมนุษย์ ทำให้สัตว์ป่าบางชนิดมีความหนาแน่นของประชากรมากเกินไป

19. การแพร่กระจายและความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี (บุษบง, 2542)

การศึกษาการแพร่กระจายและความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงได้ดำเนินการระหว่างเดือนกุมภาพันธ 2540 - มกราคม 2542 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามศึกษาสถานภาพของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ภายหลังจากมีการสร้างเขื่อนรัชชประภา อันเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในพื้นที่ การศึกษาได้ดำเนินการเป็น 2 วิธีการ โดยสำรวจนับความถี่ในการพบรอยเท้าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ ตามเส้นสำรวจเส้นละ 1 กิโลเมตร จำนวน 12 เส้น ในพื้นที่สำรวจ 7 แห่ง เป็นระยะทางทั้งหมด 84 กิโลเมตร และโดยการตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าตามเส้นทางด่านจำนวน 54 จุด นับเป็นจำนวนคืนที่วางกล้องทั้งหมด 1,026 คืน ได้สำรวจพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ 14 ชนิด คือ ช้าง สมเสร็จ กระทิง เลียงผา กวาง เก้ง เก้งหม้อ หมีขอ หมีหมา หมีควาย เสือดำ เสือลายเมฆ เสือไฟ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก 11 ชนิด ซึ่งจากการสำรวจทั้งสองวิธีการ พบว่าป่าคลองแสง และป่าคลองหยา เป็นพื้นที่ที่มีสัตว์ป่าขนาดใหญ่อาศัยอยู่ชุกชุมที่สุด ในกลุ่มสัตว์กินพืชแล้วหมูป่าเป็นสัตว์ที่มีชุกชุมมากที่สุด สมเสร็จและเก้งมีค่าความชุกชุมต่ำที่สุด และจากการสำรวจโดยการตั้งกล้องดักถ่ายภาพพบว่าหมูป่ามีค่าความชุกชุมสูงสุด ขณะที่เก้งหม้อและช้างป่ามีความชุกชุมต่ำที่สุด สำหรับในพวกสัตว์กินเนื้อ หมีหมาจัดได้ว่ามีความชุกชุมมากที่สุด

ในการศึกษาการแพร่กระจายของสัตว์ป่า พบว่าในกลุ่มสัตว์กินพืชนั้น การสำรวจโดยดูจากรอยเท้าจะให้ผลที่ชัดเจนและเหมาะสมกว่าการสำรวจโดยใช้กล้องดักถ่ายภาพ โดยพบว่าหมูป่า เก้ง สมเสร็จ และกระทิงจะมีการกระจายไปทั่วพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า สำหรับช้างและกวางนั้นพบอาศัยอยู่ในพื้นที่บางส่วนของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงเท่านั้น กวางป่าพบค่อนข้างชุกชุมในป่าคลองหยา คลองแสง และคลองมอญ ขณะที่พบช้างป่าชุกชุมในป่าคลองแสง ส่วนเก้งหม้อนั้นข้อมูลจากกล้องดักถ่ายภาพพบอาศัยอยู่เกือบทั่วพื้นที่ โดยพบในป่าคลองแสง คลองควน คลองหยา และคลองมุย เช่นเดียวกับเลียงผาที่พบทั่วไปตามสันเขาและริมห้วยในพื้นที่ป่าคลองแสง คลองมุย คลองมอญ และคลองหยี

สำหรับในกลุ่มสัตว์กินเนื้อ การสำรวจโดยวิธีการตั้งกล้องดักถ่ายภาพนับเป็นวิธีที่เหมาะสมโดยเฉพาะกลุ่มสัตว์กินเนื้อขนาดเล็กหลายชนิดที่สังเกตรอยเท้าได้ยากกว่า เนื่องจากมีน้ำหนักตัวเบา ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบร่องรอยของหมาใน วัวแดง และเสือโคร่ง การหายไปของสัตว์ป่าทั้ง 3 ชนิดที่ชอบอาศัยอยู่ตามที่ราบนี้อาจเกิดมาจากการที่ที่ราบถูกน้ำท่วม มีผลให้ถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์เหล่านี้ลดหายไป จนทำให้สัตว์ป่าเหล่านี้สูญหายหรือมีจำนวนลดน้อยลงจนหาได้ยากมาก อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้ได้สำรวจพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นอีกชนิดหนึ่ง ได้แก่ เสือไฟ

20. อาหารของชะมดแผงสันหางปล้องในสวนยางพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี (บุษบง, 2543a)

การศึกษาอาหารของชะมดแผงสันหางปล้องเริ่มดำเนินการในระหว่างเดือนมกราคม 2541 - เมษายน 2542 รวมเวลา 16 เดือน โดยเก็บมูลของชะมดแผงสันหางปล้องจำนวน 158 กอง ที่อาศัยอยู่ในบริเวณสวนยางพาราของชาวบ้าน ต.เขาพัง และพะแสง อ.บ้านตาขุน จ.สุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นสวนยางที่มีสภาพกึ่งธรรมชาติไม่มีการกำจัดวัชพืชอย่างสมบูรณ์ จากผลการศึกษาพบว่าชะมดแผงสันหางปล้องมีอุปนิสัยการกินอาหารที่หลากหลาย กินได้ทั้งพืช

และสัตว์ โดยสามารถแบ่งชนิดอาหารที่ชะมดกินได้ 10 กลุ่ม คือ ผลไม้ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม พวก Arthropods สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก นก ปลา แมลง หญ้า และอาหารอื่นๆ ซึ่งรวมถึงไส้เดือน และยางพารา พบว่าชะมดแผงสันหางปล้องกินผลไม้มากกว่าอาหาร

21. ความหลากชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในเขตรักษาพันธุสัตว์ป่าคลองแสง และพื้นที่ป่ารอบอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภาตอนล่าง (บุษบง, 2543b)

การศึกษาความหลากชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงและพื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำรัชชประภาตอนล่าง จ.สุราษฎร์ธานี ได้ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2543 เพื่อติดตามศึกษาสถานภาพและความหลากชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ภายหลังจากมีการสร้างเขื่อนรัชชประภากั้นลำน้ำคลองพะแสง ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าในบริเวณนั้น การศึกษาดำเนินการโดยวิธีการสำรวจโดยตรงและจากร่อยรอยของสัตว์ป่าที่ทิ้งไว้ตามเส้นทางด่านและเส้นทางสำรวจสัตว์ป่าร่วมกับการดักจักสัตว์ป่าโดยใช้ตาข่ายและกรงดักขนาดเล็กและใหญ่ นอกจากนี้ยังนำกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าไปติดตั้งตามเส้นทางด่านเพื่อดักถ่ายรูปสัตว์ป่าที่ใช้เส้นทางด่านเหล่านี้อีกด้วย จากการศึกษาได้สำรวจพบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพิ่มจากรายงานการสำรวจในปี พ.ศ. 2530 และ 2538 จำนวน 30 ชนิด ได้แก่ ค้างคาวกินผลไม้ 5 ชนิด ค้างคาวกินแมลง 12 ชนิด สัตว์กินเนื้อ ได้แก่ ชะมดแปลงลายแถบ อีเห็นลายพาด เพียงพอนเล็กสีน้ำตาล พังพอนกินปู เสือไฟ นากใหญ่ขนเรียบและนากเล็กเล็บสั้น กระรอก 3 ชนิด อ้นกลาง อ้นเล็ก และเม่นหางพวง รวมเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ยังพบอาศัยในพื้นที่ป่าคลองแสง 95 ชนิด ในจำนวนนี้จัดเป็นสัตว์ป่าที่มีสถานภาพหาได้ยาก และอยู่ในภาวะที่ถูกคุกคามในพื้นที่ป่าคลองแสงอยู่ 6 ชนิด ได้แก่ เสือโคร่ง หมาใน วัวแดง เสือปลา กระจงควาย และค้างคาวท้องน้ำตาลสุราษฎร์ ในการศึกษานี้สามารถยืนยันสถานภาพของสัตว์ป่าหายากที่เคยสำรวจพบในปี พ.ศ. 2530 แต่ไม่พบในปี พ.ศ. 2538 ได้ 13 ชนิด เช่น แมวลายหินอ่อน เสือลายเมฆ หมีควาย อีเห็นหน้าขาว หมีขอ หมูหริ่ง และหนูเหม็น ฯลฯ

22. ความหลากชนิด และการแพร่กระจายของสัตว์กินเนื้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง (บุษบง, 2544)

สัตว์กินเนื้อเป็นสัตว์ที่อยู่ในระดับยอดของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ จึงค่อนข้างอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ความหลากชนิด ความหนาแน่นของประชากรของสัตว์ป่ากลุ่มนี้ในพื้นที่จึงสะท้อนให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของสังคมสัตว์ป่าอื่นๆ และสภาพแวดล้อมในพื้นที่ด้วย จากการสำรวจโดยการดักถ่ายภาพสัตว์ป่าด้วยกล้องอัตโนมัติ การสำรวจรอยเท้าบนที่เหยียบ การดักจับและการสำรวจโดยตรงในพื้นที่ศึกษา 7 แห่ง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จ.สุราษฎร์ธานี ปรากฏว่ามีสัตว์กินเนื้ออาศัยอยู่ในป่าแห่งนี้ 23 ชนิด ในจำนวนนี้มีสัตว์กินเนื้อที่เป็นสัตว์ป่าสงวนอยู่ด้วย 1 ชนิด คือ แมวลายหินอ่อน และข้อมูลจากกล้องดักถ่ายภาพพบว่าหมีหมาซึ่งเป็นสัตว์กินเนื้อขนาดใหญ่ที่กินทั้งพืชและสัตว์มีความชุกชุมสูงสุดและมีการกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ ขณะที่เสือลายเมฆและเสือไฟซึ่งเป็นเสือขนาดกลางมีความชุกชุมสูงกว่าเสือดำ โดยเสือโคร่งและหมาในมีสถานภาพที่หาได้ยากมากและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ไปจากพื้นที่ ในพวกสัตว์กินเนื้อขนาดเล็ก อีเห็นข้างลายมีความชุกชุมสูงและมีการกระจายทั่วไปในพื้นที่ป่าสมบูรณ์และป่าทดแทนหรือป่าเสื่อมโทรม และยังพบว่าพื้นที่ป่าที่เป็นที่ราบระหว่างภูเขาในป่าคลองสวน ป่าคลองมอญ และป่าคลองมุย มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ประชากรของสัตว์กินเนื้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง

เอกสารอ้างอิง

Sukhontapatipak, C. 1999. Niche separation of small-clawed otter and smooth coated otter at Rajjaprabha Reservior, Surat-Thani Province. A senior project submitted in partial fulfillment of the requirment for the degree of bachelor of science, Faculty of science, Mahidol University.

David, S. and S. Srikwan. 1998. Molecular genetics and the conservation of Hornbills in fragmented landscapes *In* P. Poonswad (ed.), The Asian Hornbills: Ecology and Conservation, Biodiversity Research and Training Program, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology.

Lynam, J.A. and I. Billick. 1999. Differential responses of small mammals to fragmentation in a Thailand tropical forest. *Biological Conservation* 91: 191-200.

Bhumpakphan, N. 1997. Ecological characteristics and habitat utilization of Guar in different climatic sites, A. Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, Graduate School, Kasetsart University.

Wattanaratchakit, N. 1999. The effect of human-disturbance to relative density of some wildlife in Khlong Saeng Wildlife Danctuary Swrat-Thai Province. A senior project submitted in partial fulfillment of the requirment for the degree of bachelor of science, Faculty of science, Mahidol University.

Wanghongsa, S. 1989. Behavioral comparison of dusky leaf monkey (*Presbytis Obscura*) on Island habitat and undisturbed habitat of Khlong Saeng Wildlife Sanctuary, Surat Thani Province. *Nat. Hist. Bull. Siam. Soc.* 37(1): 1-24.

บุษบง กาญจนสาขา. 2542. การแพร่กระจายและความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง จ. สุราษฎร์ธานี. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 7(1): 80-86

บุษบง กาญจนสาขา. 2543a. อาหารของชะมดแผงสันหางปล้องในสวนยางพาราในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 8(1): 133-143

บุษบง กาญจนสาขา. 2543b. ความหลากชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสงและพื้นที่ป่ารอบอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภาตอนล่าง. ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2543. ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้.

บุษบง กาญจนสาขา. 2544. ความหลากชนิดของสัตว์กินเนื้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2544. ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติและสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้.

ฝ่ายวิชาการ กองอนุรักษ์สัตว์ป่า. 2534. รายงานการช่วยเหลือและติดตามสัตว์ป่าที่ได้รับผลกระทบจากการสร้างเขื่อนเชี่ยวหลาน จ.สุราษฎร์ธานี. ฝ่ายจัดพิมพ์แผนที่ สำนักงานรังวัดแผนที่ กรมป่าไม้.

รองลาภ สุขมาสรวง และโกมล บุญไชย. 2538. ความหลากชนิดของสัตว์ป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง. เอกสารสถานีวิจัยสัตว์ป่าคลองแสง ตู้ ปณ. 15 อ. บ้านตาขุน จ. สุราษฎร์ธานี.

รองลาภ สุขมาสรวง และโกมล บุญไชย. 2538. การสำรวจสัตว์ป่าบนเกาะในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จ. สุราษฎร์ธานี. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 4(2): 83-89

รองลาภ สุขมาสรวง, นริศ ภูมิภาคพันธ์ และโกมล บุญไชย. 2540. นิเวศวิทยาและประชากรของกระทิงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย* 6(1):

สมศักดิ์ ปัญหา และรองลาภ สุขมาสรวง. 2538. การแพร่กระจายของหอยเพรียง (*Limnoperma siamensis*) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา. *ใน* ศูนย์วิจัยสัตว์ป่าคลองแสง 2538 รวบรวมบทคัดย่อผลงานวิจัยทางวิชาการ เล่มที่ 1. ส่วนวิจัยสัตว์ป่า กรมป่าไม้.

สืบ นาคะเสถียร. 2527. รายงานผลการวิจัยวางแผนขั้นรายละเอียดสำหรับฟื้นฟูสภาพป่าไม้ และการจัดการป่าไม้บริเวณพื้นที่ป่าต้นน้ำคลองแสงโครงการเขื่อนเชี่ยวหลาน จ. สุราษฎร์ธานี. ฝ่ายวิชาการกองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้.

สืบ นาคะเสถียร. 2530. รายงานการประเมินผลงานช่วยเหลือสัตว์ป่าตกค้างในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนเชี่ยวหลาน จ. สุราษฎร์ธานี. กองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

วิวัฒนาการของพาราไทรอยด์ฮอร์โมนยีนในสัตว์กลุ่มไพรเมท

สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์[1] โอสามุ ทาเกนากะ[2] และกันยา อนุกูลธนากร[3]

[1]หน่วยวิจัยไพรเมท ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

[2]Department of Cellular and Molecular Biology, Primate Research Institute, Kyoto University, Japan

[3]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ 60000

Abstract: Evolution of the Parathyroid Hormone Gene in Primates

Suchinda Malaivijitnond[1], Osamu Takanaka[2] and Kanya Anukulthanakorn[3]

[1]Primate Research Unit, Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, [2]Department of Cellular and Molecular Biology, Primate Research Institute, Kyoto University, Japan, [3]Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Radchapat Institute, Muang District, Nakornsawan 60000

Nucleotide sequences of the parathyroid hormone gene (PTH gene) in 21 species of primates were examined. The PTH gene contains one intron that separates two exons that code the sequence of a 115-amino-acid polypeptide, prepro-PTH. Prepro-PTH consists of 25 amino-acids of pre-sequence, 6 amino-acids of pro-sequence and 84 amino-acids of PTH. The intron of the PTH gene in *Cebus apella*, *Callithrix jacchus* and *Saguinus oedipus* was 102 bp long, whereas a 103-bp intron was observed in the remaining 18 species. Comparison of nucleotide sequences among 5 species of macaque monkeys found in Thailand, namely, *Macaca fascicularis*, *M. nemestrina*, *M. mulatta*, *M. assamensis* and *M. arctoides,* showed a 100% homology. A further comparison of the nucleotide sequences of the PTH gene in 5 groups of macaque monkeys, classified according to the report of Hayasaka et al. (1996), namely Barbary (*M. sylvanus*), Silenus (*M. silenus* and *M. nemestrina*), Sulawesi (*M. muara* and *M. nigra*), Fascicularis (*M. fascicularis*, *M. fuscata* and *M. mulatta*) and Sinica (*M. assamensis*) also showed a 100% homology. High homology of the nucleotide and amino acid sequences were also observed between investigated non-human primates and humans (95.43-99.80% and 93.04-100.00%, respectively). The results indicated that the PTH gene is very conserved and that 3 million years of evolution of macaque monkeys did not cause any differences in the PTH gene. Comparison of the 115-amino-acid sequences of prepro-PTH of humans and chimpanzees (*Pan troglodytes* and *P. paniscus*) showed no differences. This result supports a closer relationship between humans and chimpanzees than between humans and the other great apes. From phylogenetic trees based on nucleotide sequences using parsimony and neighbor-joining methods, and in agreement with size polymorphism of introns, 21 primate species could be classified into 2 phylogenetic groups. The first group, belonging to the infraorder Platyrrhini or the new world monkeys, includes *Cebus apella*, *Callithrix jacchus* and *Saguinus oedipus*. The second group, belonging to the infraorder Catarrhini or the old world monkeys, includes the remaining 18 species of primates examined in the current study. Within the infraorder Catarrhini, 18 species of primates could be further subdivided into 2 groups at superfamily levels, i.c., Cercopithecoidea and Hominoidea. The superfamily Cercopithecoidea (old world monkeys) includes 10 species of macaque monkeys, *Cercopithecus aethiops*, *Papio hamadryas* and *Presbytes obscura*, while the superfamily Hominoidea (apes and humans) consists of *Hylobates lar*, *Pongo pygmaeus*, *Pan troglodytes*, *P. paniscus* and *Homo sapiens*. This study illustrates that fixed-length polymorphism of introns can be consistently used to differentiate the new world monkeys from the old world monkeys. The PTH gene can be used to accurately classify primates of the suborder Anthropoidea to superfamily level.

Key words: parathyroid hormone, nucleotide sequence, amino acid sequence, primates, phylogeny

บทนำ

พาราไทรอยด์ฮอร์โมน (parathyroid hormone; PTH) เป็นฮอร์โมนสำคัญที่สังเคราะห์และหลั่งมาจากต่อมพาราไทรอยด์ ทำหน้าที่ควบคุมสภาวะแคลเซียม และฟอสเฟตของร่างกาย โดยมีผลเพิ่มระดับแคลเซียมและลดระดับฟอสเฟตในเลือด กระตุ้นการสลายกระดูก การดูดกลับแคลเซียมและการขับถ่ายฟอสเฟตที่ไต และกระตุ้นการสังเคราะห์ 1,25 dihydroxycholecalciferol ($1,25(OH)_2D_3$) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของวิตามินดีที่ไตด้วย จากนั้น $1,25(OH)_2D_3$ จะกระตุ้นการดูดซึมแคลเซียมและฟอสเฟตที่ลำไส้ (Smith et al., 1983; O'Riordan et al., 1988; Royer and Kemper, 1990) ตัวแปรหลักที่มีผลต่อการสังเคราะห์และหลั่ง PTH คือ ความเข้มข้นของแคลเซียมอิออนในเลือด ต่อมพาราไทรอยด์จะหลั่ง PTH เมื่อระดับแคลเซียมภายในและภายนอกเซลล์ลดต่ำลง และถ้าหากระดับแคลเซียมเพิ่มสูงขึ้นจะมีผลยับยั้งการหลั่ง PTH (Habener et al., 1977)

PTH เป็นโพลิเปปไทด์เส้นเดี่ยวประกอบด้วย กรดอะมิโน 84 หน่วย กรดอะมิโน 34 ตัวแรกสามารถออกฤทธิ์ที่สมบูรณ์ของ PTH ได้ ในคนยีนที่ใช้ในการสังเคราะห์ PTH พบในโครโมโซมแท่งที่ 11 ประกอบด้วย exon 3 ส่วน และ intron 2 ส่วน ในการสังเคราะห์ PTH นั้น ขั้นแรกจะมีการถอดและแปลรหัสของ PTH mRNA ได้เป็น prepro-PTH ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 115 ตัว จับติดอยู่กับไรโบโซมของ rough endoplasmic reticulum (RER) ขณะที่มีการเคลื่อนที่ของ prepro-PTH เข้าสู่ cisterna ของ RER จะมีการตัดกรดอะมิโนจากปลายอะมิโน (N-terminus) ด้วยเอนไซม์ clipase ออกไป 25 ตัว ได้เป็น pro-PTH ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 90 ตัว หลังจากที่มีการเคลื่อนที่ของ pro-PTH เข้าสู่ Golgi complex pro-PTH จะถูกตัดกรดอะมิโนจากปลายอะมิโนออกอีก 6 ตัว ได้เป็น mature PTH (หรือ intact PTH) ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 84 ตัว (Royer and Kemper, 1990)

การศึกษาเกี่ยวกับฮอร์โมนตัวนี้เป็นที่สนใจกันมากในทางคลินิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาเกี่ยวกับ bone metabolism ในผู้สูงวัยที่ฮอร์โมนนี้ออกฤทธิ์อยู่ และพบรายงานจำนวนมากที่ศึกษาเกี่ยวกับ PTH gene เช่น ในคน (Hendy et al., 1981; Vasicek et al., 1983) วัว (Kronenberg et al., 1979; Weaver et al., 1984) สุนัข (Rosol et al., 1995) หมู (Schmelzer et al., 1987) และหนูแรท (Heinrich et al., 1984) จากรายงานสามารถสรุปได้ว่า PTH gene ประกอบด้วย intron 2 ส่วน และ exon 3 ส่วน โดย Exon II และ III จะถูกใช้ในการสังเคราะห์ prepro-PTH ลักษณะเด่นอีกอย่างของ PTH gene คือ จะมียีนเพียง 1 ชุดเท่านั้นใน 1 haploid genome (Royer and Kemper, 1990) แต่อย่างไรก็ตาม จากการติดตามศึกษาและค้นคว้ารายงานเกี่ยวกับ PTH gene ในสัตว์กลุ่ม non-human primate ที่ผ่านมา พบว่ายังไม่มีรายงานเกี่ยวกับ PTH gene ในสัตว์กลุ่มนี้ ทั้งๆ ที่ตามสายวิวัฒนาการแล้วสัตว์กลุ่มนี้มีความใกล้ชิดกับคนมาก (Fiedler, 1972) ดังจะเห็นได้จากในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์หลายชนิด ที่ไม่สามารถทำได้ในคนเพราะขัดต่อหลักจริยธรรมและนิติธรรมนั้น ได้เลี่ยงมาศึกษาหาข้อมูลพื้นฐานในสัตว์กลุ่มไพรเมท เช่น ลิงวอก (Ferin et al., 1982) ลิงหางยาว (Malaivijitnond and Varavudhi, 1993; Malaivijitnond and Varavudhi, 1995; Malaivijitnond and Varavudhi, 1998) และลิงชิมแพนซี (Gold et al., 1979) ก่อน เป็นต้น แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในคน ปัจจุบันนี้พบว่ามีแนวโน้มในการนำสัตว์ในกลุ่มนี้มาใช้เป็นสัตว์ทดลองในการศึกษาเกี่ยวกับ bone metabolism เพิ่มมากขึ้น (Hotchkiss, 1999; Jerome et al., 1999; Krueger et al., 1999; Jerome et al., 2001) เพราะสัตว์ในกลุ่มนี้มีช่วงอายุ (life-span) ที่สั้นกว่าในคน เช่น ลิงญี่ปุ่น (Japanese macaque; *Macaca fuscata*) มีช่วงอายุประมาณ 26 ปี (Nozaki et al., 1993) จึงทำให้สามารถติดตามศึกษาการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในสัตว์ตัวใดตัวหนึ่งตลอดช่วงอายุได้ แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับ bone metabolism ในสัตว์เหล่านี้จะไม่สามารถแปลผลและทำความเข้าใจกลไกต่างๆ ได้อย่างชัดเจน ถ้าหากยังขาดข้อมูลพื้นฐานของลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนของพาราไทรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทสำคัญต่อ bone metabolism ของสัตว์ในกลุ่มนี้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาหาลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนของ PTH gene ที่ครอบคลุมส่วนของ Exon II และ III และ intron B ตามลำดับ ในสัตว์อันดับไพรเมท (Order Primates) อันดับย่อยแอนโทรปอยเดีย (Suborder Anthropoidea)

วิธีการ

1. สัตว์ทดลอง

คัดเลือกสัตว์ในอันดับไพรเมท (Order Primates) อันดับย่อยแอนโทรปอยเดีย (Suborder Anthropoidea) จำนวน 21 ชนิดๆ ละ 2-9 ตัว โดยสัตว์ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้จะรวมทั้ง captive animals และ wild animals จากประเทศไทย อินโดนีเซีย คองโก และญี่ปุ่น โดยจัดจำแนกไพรเมททั้ง 21 ชนิด ตามรายงานของ Ankel-Simons (1983) และ Lekagul and McNeely (1988) ได้ดังนี้:

Suborder Anthropoidea

Infraorder Platyrrhini (New world monkeys)

Superfamily Ceboidea

Family Cebidae

1. Black-capped capuchin (*Cebus apella*; Cape)

Family Callithricidae

2. Common marmoset (*Callithrix jacchus*; Cjac)
3. Cotton-top tamarin (*Saguinus oedipus*; Soed)

Infraorder Catarrhini (Old world monkeys)

Superfamily Cercopithecoidea (Old world monkeys)

Family Cercopithecidae

4. Japanese macaque (*Macaca fuscata*; Mfus)
5. Cynomolgus macaque หรือ long-tailed macaque หรือ crab-eating macaque (*Macaca fascicularis*; Mfas)
6. Barbary macaque (*Macaca sylvanus*; Msyl)
7. Lion-tailed macaque (*Macaca silenus*; Msil)
8. Stump-tailed macaque (*Macaca arctoides*; Marc)
9. Pig-tailed macaque (*Macaca nemestrina*; Mnem)
10. Moor macaque (*Macaca maura*; Mmau)
11. Celebes creasted macaque หรือ black ape (*Macaca nigra*; Mnig)
12. Rhesus macaque (*Macaca mulatta*; Mmul)
13. Assamese macaque (*Macaca assamensis*; Mass)
14. Vervet monkey (*Cercopithecus aethiops*; Caet)
15. Hamadryas baboon (*Papio hamadryas*; Pham)
16. Dusky leaf monkey (*Presbytes obscura*; Pobs)

Superfamily Hominoidea (Apes and humans)

Family Hylobatidae (Lesser apes)

17. White-handed gibbon (*Hylobates lar*; Hlar)

Family Pongidae (Great apes)

18. Orang-utan (*Pongo pygmaeus*; Ppyg)
19. Gorilla (*Gorilla gorilla*; Ggor)
20. Common chimpanzee (*Pan troglodytes*; Ptro)
21. Pygmy chimpanzee หรือ bonobo (*Pan paniscus*; Ppan)

Family Hominidae (Humans)

-Human (*Homo sapiens*; Hsap)

2. *การเตรียมตัวอย่างสำหรับการสกัดดีเอ็นเอ*

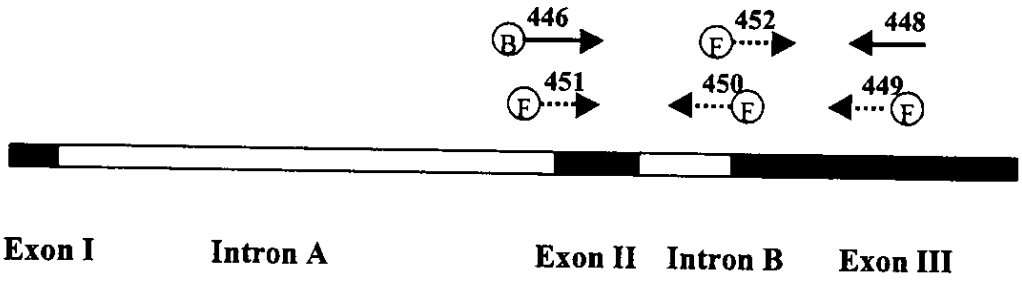
เจาะเลือดปริมาตร 10 มล. ในไพรเมททุกชนิด ยกเว้น Gorilla ทางแอ่งเส้นเลือดหน้าขา (femoral venepuncture) นำมาผสมกับ heparin 0.1 มล. ในขณะที่เจาะเลือดทำการสลบสัตว์ทดลองด้วย ketamine hydrochloride ขนาด 10 มก./กก. น้ำหนักตัว นำเลือดไปปั่นแยกเก็บส่วนของเม็ดเลือดขาว (หรือ buffy-coat ที่มีเม็ดเลือดขาวปนอยู่) จากซีรัมและเม็ดเลือดแดงทันที ที่ความเร็ว 2,500 รอบ/นาที นาน 10 นาที จากนั้นนำส่วนของเม็ดเลือดขาวไปสกัดดีเอ็นเอต่อไป ในกรณีของ Gorilla จะสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อเยื่อที่ได้จากลิงที่ตายแล้วระหว่างที่ทำการผ่าพิสูจน์ซากที่ Rehabilitation Center ประเทศคองโก และส่งเนื้อเยื่อไปทำการสกัดดีเอ็นเอที่ประเทศญี่ปุ่น ภายใต้ข้อกำหนดของ CITES

3. *การสกัดดีเอ็นเอ*

สกัดดีเอ็นเอจาก buffy coat และเนื้อเยื่อ โดยใช้ STE buffer (0.1 M NaCl, 10 mM Tris pH 8.0, 1 mM Na_3EDTA) และ 1% SDS ตามวิธีการของ Sambrook et al. (1989)

4. *ไพรเมอร์ที่ใช้สำหรับการเพิ่ม PTH gene ในหลอดทดลองและสำหรับ sequencing*

ไพรเมอร์ที่ใช้สำหรับการเพิ่ม PTH gene ในหลอดทดลองคือ หมายเลข 446 และ 448 และไพรเมอร์ที่ใช้สำหรับ sequencing คือ หมายเลข 449-452 ดังแสดงในภาพที่ 1 และตารางที่ 1 ตามลำดับ โดยดัดแปลงมาจากลำดับนิวคลิโอไทด์ของ human PTH sequence (Vasicek et al., 1983) ไพรเมอร์ที่ 446 เป็น biotinylated primer ไพรเมอร์ที่ 449, 450, 451 และ 452 เป็น FITC labeled primers (Japan Bioservice, Japan).



ภาพที่ 1. ตำแหน่งของ PTH gene และไพรเมอร์ที่ใช้สำหรับการเพิ่ม PTH gene ในหลอดทดลองและสำหรับ sequencing B และ F แสดงตำแหน่งที่ติดฉลากด้วยสาร biotin (B) and FITC (F) ตามลำดับ ลูกศรแสดงทิศทางจาก 5' ไป 3'

ตารางที่ 1. หมายเลขและตำแหน่งของไพรเมอร์ที่ใช้สำหรับการเพิ่ม PTH gene ในหลอดทดลองและสำหรับ sequencing

หมายเลข	ตำแหน่ง*	ลำดับนิวคลิโอไทด์
446	(-109)-(-90)	5'-GCTTCTCGTGAAAACCAACC-3'
448	(496)-(516)	5'-TTAGCAGCATGTATTGTTGCC-3'
449	(473)-(492)	5'-CACTGTCTAGAGCAGAACTC-3'
450	(157)-(176)	5'-AAACAGAGAGGGCCACTTCC-3'
451	(-104)-(-83)	5'-TCGTGAAAACCAACCCAATTAG-3'
452	(166)-(186)	5'-CCTCTCTGTTTCTCTTCTTCC-3'

หมายเหตุ: *อ้างตามลำดับนิวคลิโอไทด์ของ human PTH gene ของ Vasicek et al. (1983)

5. การเพิ่มจำนวน PTH gene ในหลอดทดลอง

ดีเอ็นเอที่สกัดได้นำมาเพิ่มจำนวนโดยวิธี PCR โดย thermal cycle ซึ่งประกอบด้วย denaturation ที่ 94 °C; 1 นาที, annealing ที่ 50 °C; 2 นาที และ extension ที่ 72 °C, 3 นาที จำนวน 30 รอบ โดยก่อนจะเริ่ม thermal cycle สำหรับการเพิ่มจำนวน PTH gene จะต้มสารละลาย PCR mixture ที่ 94 °C; 5 นาที ก่อน แล้วเติม *Taq* DNA polymerase หลังจากสิ้นสุดกระบวนการเพิ่มจำนวน PTH gene ในหลอดทดลองแล้ว ทำการตรวจสอบ PCR product ด้วย 5% Polyacrylamide gel electrophoresis และย้อมชิ้นดีเอ็นเอด้วยวิธี Silver staining (Tegelstrom, 1987)

6. การเตรียมดีเอ็นเอเส้นเดี่ยว

หลังจากสิ้นสุดการเพิ่มจำนวน PTH gene ในขั้นตอนที่แล้ว ดีเอ็นเอที่ได้จะเป็นดีเอ็นเอเส้นคู่ (double strand DNA; dsDNA) ซึ่งต้องนำมาทำให้เป็นดีเอ็นเอเส้นเดี่ยว (single strand DNA; ssDNA) ก่อน ตามวิธี Hashimoto et al. (1996) โดยใช้ avidin-coated magnetic beads (Dyna beads) ร่วมกับ biotinylated primer จากขั้นตอนที่แล้วใน dsDNA ที่เพิ่มจำนวนได้นั้น จะมีดีเอ็นเออยู่เส้นหนึ่งที่มีส่วนปลายเชื่อมอยู่กับสาร biotin เพราะไพรเมอร์หมายเลข 446 ที่ใช้เป็น biotinylated primers ทำให้ dsDNA นั้นๆ สามารถจับกับ avidin ที่ยึดติดอยู่กับ magnetic beads ได้ (avidin-coated magnetic beads) หลังจากนั้นทำ alkalinization dsDNA ด้วย 0.1 N NaOH เพื่อให้ได้ ssDNA 2 เส้น ซึ่ง ssDNA เส้นหนึ่งจะยึดอยู่กับ avidin-coated magnetic bead และตกตะกอนอยู่ที่ก้นหลอด ในขณะที่อีกเส้นหนึ่งจะลอยอยู่เป็นอิสระในส่วนของสารแขวนลอย แยก ssDNA ทั้งสองส่วนออกจากกันและนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาลำดับนิวคลิโอไทด์ต่อไป

7. การวิเคราะห์หาลำดับนิวคลิโอไทด์

การวิเคราะห์หาลำดับนิวคลิโอไทด์ทำโดยใช้ cycle sequencing kit ที่ผลิตโดยบริษัท Applied Biosystems Inc., Japan และตรวจหาลำดับนิวคลิโอไทด์โดยใช้ Shimadzu fluorescent automatic sequencer DSQ-1 โดยเริ่มจากการต้มสารละลาย PCR mixture ที่ 94 °C; 3 นาที ในการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอสำหรับการวิเคราะห์หาลำดับนิวคลิโอไทด์นั้น ประกอบด้วย thermal cycle 3 ชุด ดังนี้

ชุดแรก ประกอบด้วย denaturation ที่ 94 °C; 30 วินาที, annealing ที่ 53-55 °C; 50 วินาที และ extension ที่ 72 °C; 80 วินาที จำนวน 20 รอบ

ชุดที่สอง ประกอบด้วย denaturation ที่ 94 °C; 30 วินาที และ extension ที่ 72 °C; 60 วินาที จำนวน 20 รอบ

ชุดที่สาม incubation ที่ 72 °C; 10 นาที

นำลำดับนิวคลิโอไทด์ที่ได้จาก Shimadzu fluorescent automatic sequencer DSQ-1 ไปอนุมานลำดับกรดอะมิโนและปรับแก้โดยโปรแกรม DNASIS (version 3.0, Hitachi Software Engineering, Japan) และวิเคราะห์หาความคล้ายคลึงโดยโปรแกรม Clustal X จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเชิงวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) ซึ่งการวิเคราะห์หาจะทำ 2 แบบ คือ genetic distance data (Kimura' s two parameters) โดยวิธี neighbor-joining (Saitou and Nei, 1987) ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม Neighbor ใน PHYLIP (version 3.572c) และ parsimony ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม PAUP (version 3.1.1) โดยให้ลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนของคน (human PTH sequence) เป็น in-group reference (Vasicek et al., 1983) และลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนของวัว (bovine PTH sequence) เป็น out-group reference (Weaver et al., 1984).

ผลการวิจัย

1. ลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนที่อนุมานได้จากลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene

จากการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอของ PTH gene ในหลอดทดลองโดยใช้ไพรเมอร์หมายเลข 446 และ 448 ในไพรเมททั้ง 21 ชนิด พบว่าดีเอ็นเอที่ได้มีขนาดประมาณ 500 คู่เบส เมื่อนำลำดับนิวคลิโอไทด์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับ

ลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH genomic DNA ของคน (Vasicek et al., 1983) พบว่าประกอบด้วย intron 1 ส่วน และ exon 2 ส่วน โดย intron ที่ได้จะแบ่ง exon ออกเป็น 2 ส่วน และมีขนาด 102 คู่เบส ในไพรเมท 3 ชนิด คือ *Cebus apella*, *Callithrix jacchus* และ *Saguinus oedipus* และมีขนาด 103 คู่เบสในไพรเมทที่เหลืออีก 18 ชนิด ในตำแหน่งที่ intron แบ่ง exon ออกเป็น 2 ส่วนนั้นเป็นไปตามกฎ "GT-AG rule at the splicing junction" (Breathnach and Chambon, 1981) คือ ส่วนต้นของแต่ละ intron จะพบเบส "gt" และส่วนปลายของแต่ละ intron จะพบเบส "ag" ดังภาพที่ 2 และ 3

```
                    -30                              1
                     :          :         :          .          :
               ttttaaatacctccattttgcttttctttttagTGAAG ATG ATA CCT GCA
                                                      Met Ile Pro Ala

                                                 50
          :              :              :          :          :
AAA GAC ATG GCT AAA GTA ATG ATT GTC ATG TTG GCC ATT TGT TTT CTT ACA
Lys Asp Met Ala Lys Val Met Ile Val Met Leu Ala Ile Cys Phe Leu Thr

                                            100
          :              :              :          :          :          :
AAA TCG GAT GGG AAA TCT GTT AA gtaagtactgttttgcctgggaattggattttaat
Lys Ser Asp Gly Lys Ser Val Ly

                          150
          :          :          :          :          :          :
gttggctttatcatttagaagtggggagctaatgggaaatggccccctctgtttctcttcttcccagG
                                                                    s

             200
:            :              :          :          :          :
AGG AGA TCT GTG AGT GAA ATA CAG CTT ATG CAC AAC CTG GCA AAA CAT CTG
Arg Arg Ser Val Ser Glu Ile Gln Leu Met His Asn Leu Ala Lys His Leu

             250
             :              :          :          :          :
AAC TCG ATG GAG AGA GTA GAA TGG CTG CGT AAG AAA CTG CAG GAT GTG CAC
Asn Ser Met Glu Arg Val Glu Trp Leu Arg Lys Lys Leu Gln Asp Val His

           300
           :              :          :          :          :
AAT TTT GTT GCC CTT GGA ACT CCT CTA GTT CCC AGA GAT GCT GGT TCT GAC
Asn Phe Val Ala Leu Gly Thr Pro Lru Val Pro Arg Asp Ala Gly Ser Asp

          350
          :              :          :          :          :
AGG CCC AGA AGA AAG GAA GAC AAT GTC CTG GCT GAG AGC CAT GAA AAA AGT
Arg Pro Arg Arg Lys Glu Asp Asn Val Leu Ala Glu Ser His Glu Lys Ser

         400
         :              :          :          :          :
CTT GGA GAG GCA GAC AAA GCT GAT GTG GAT GTA TTA ACT AAA GCT AAA TCC
Leu Gly Glu Ala Asp Lys Ala Asp Val Asp Val Leu Thr Lys Ala Lys Ser

       450                                                 500
       :          :          :          :          :          :
CAA TGA AAAGGAAAACAAATATGGTCAGAGTTCTGCTCTAGACAGTGTAGGGCAACAATACAT
Gln ***
```

ภาพที่ 2. ลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนที่อนุมานได้จากลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ใน Black-capped capuchin (*Cebus apella*) อักษรตัวพิมพ์ใหญ่หมายถึง ลำดับนิวคลิโอไทด์ของ mRNA และอักษรตัวพิมพ์เล็กหมายถึง ลำดับนิวคลิโอไทด์ของ flanking และ intervening DNA sequence ส่วนต้นของแต่ละ exon จะพบเบส "ag" และส่วนปลายของแต่ละ exon จะพบเบส "gt" เลข "1" แสดงตำแหน่งเริ่มต้นของการแปลรหัสของ prepro-PTH

exon ที่ได้ทั้ง 2 ส่วน เมื่อเทียบกับ PTH genomic DNA ของคน (Vasicek et al., 1983) พบว่าเป็นส่วนของ Exon II และ III โดยส่วนของ Exon II ประกอบด้วย ลำดับนิวคลิโอไทด์ 91 คู่เบส ที่ประกอบด้วย 5 คู่เบส จาก 5' untranslated region, 75 คู่เบสที่สามารถอนุมานได้เป็น pre-sequence ของ prepro-PTH และ 11 คู่เบสสุดท้าย ที่สามารถอนุมานได้เป็น 4 กรดอะมิโนของ pro-sequence ของ prepro-PTH Exon III ประกอบด้วย ลำดับนิวคลิโอไทด์ 287 คู่เบส ที่ประกอบด้วย 7 คู่เบสที่สามารถอนุมานได้เป็น 2 กรดอะมิโนที่เหลือของ pro-sequence ของ prepro-PTH, 252 คู่เบสที่สามารถอนุมานได้เป็น 84 กรดอะมิโนของ mature PTH และ 28 คู่เบสสุดท้ายของ 3'-untranslated region

```
                          -90
                            :         :         :         :
                           ccaattagttagtattgcattctgtgtactatagttttga

-50                                                  1
 :         :         :         :         :         .         :
atattaaaagtattttaaaatacctccattttgcctttccttttagTGAAG ATG ATA CCT GCA
                                                     Met Ile Pro Ala

                                                 50
          :         :         :         :         :         :
AAA GAC ATG GCT AAA GTA ATG ATT GTC ATG TTG GCA ATT TGC TTT CTT ACA
Lys Asp Met Ala Lys Val Met Ile Val Met Leu Ala Ile Cys Phe Leu Thr

                                           100
        :         :         :         :         :         :
AAA TCA GAT GGG AAA TCT GTT AA gtaagtactgttttgcctgggaattggatttttaat
Lys Ser Asp Gly Lys Ser Val Ly

                          150
       :         :         :         :         :         :         :
gttgactttatcattttgaagtggggagctaatgggaagtggccctctctgtttctcttcttcccagG
                                                                    S

             200
              :         :         :         :         :         :
AAG AGA TCT GTG AGT GAA ATA CAG CTT ATG CAT AAC CTG GGA AAA CAT CTG
Lys Arg Ser Val Ser Glu Ile Gln Leu Met His Asn Leu Gly Lys His Leu

           250
            :         :         :         :         :         :
AAG TCG ATG GAG AGA GTA GAA TGG CTG CGT AAG AAG CTG CAG GAT GTG CAC
Asn Ser Met Glu Arg Val Glu Trp Leu Arg Lys Lys Leu Gln Asp Val His

          300
           :         :         :         :         :         :
AAT TTT ATT GCC CTT GGA GCT CCT CTA GCT CCC AGA GAT GCT GGT TCC CAG
Asn Phe Ile Ala Leu Gly Ala Pro Leu Ala Pro Arg Asp Ala Gly Ser Gln

         350
          :         :         :         :         :         :
AGG CCC CGA AAA AAG GAA GAC AAT ATC TTG GTA GAG AGC CAT GAA AAA AGT
Arg Pro Arg Lys Lys Glu Asp Asn Ile Leu Val Glu Ser His Glu Lys Ser

       400
        :         :         :         :         :         :
CTT GGA GAG GCA GAC AAA GCT GAT GTG GAT GTA TTA ACT AAA GCT AAA TCC
Leu Gly Glu Ala Asp Lys Ala Asp Val Asp Val Leu Thr Lys Ala Lys Ser

      450
       :         :         :
CAA TGA AAATGAAAATAGATATGGTCAGAGT
Gln ***
```

ภาพที่ 3. ลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนที่อนุมานได้จากลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ใน Cynomolgus macaque (*Macaca fascicularis*)

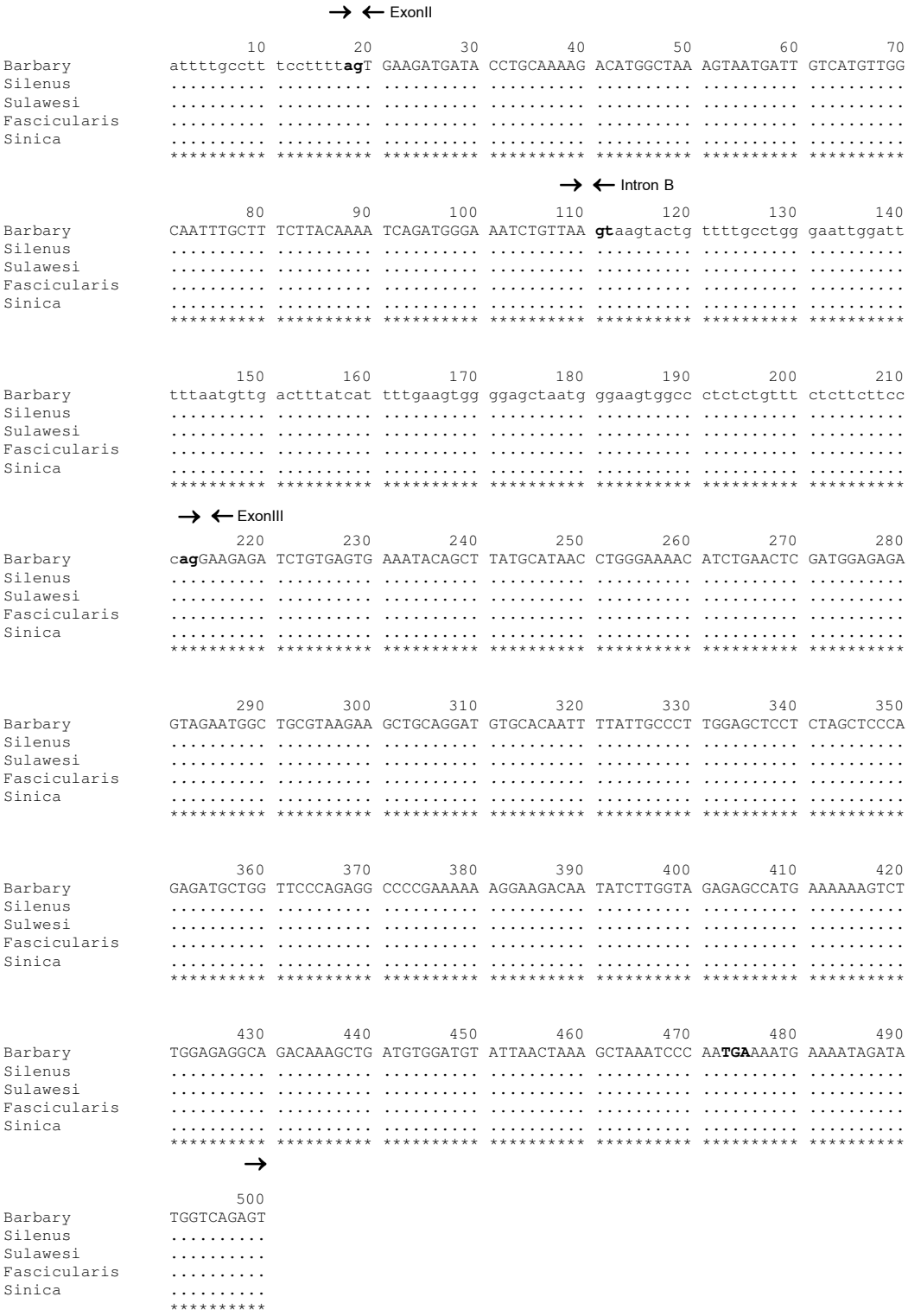
ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า Exon II และ III ของ PTH gene สามารถอนุมานได้เป็น 115 กรดอะมิโนของ prepro-PTH ที่ประกอบด้วย 25 กรดอะมิโนของ pre-sequence, 6 กรดอะมิโนของ pro-sequence และ 84 กรดอะมิโนของ mature PTH ตามลำดับ กรดอะมิโน 2 ตัวสุดท้ายของ pro-sequence (กรดอะมิโนลำดับที่ 30 และ 31 ของ prepro-PTH) ใน *Cebus apella* เป็น Argenine-argenine ในขณะที่ไพรเมทที่เหลืออีก 20 ชนิด พบเป็น Lysine-argenine (Malaivijitnond et al., 2002a) ดังภาพที่ 3 และ 4 ซึ่งกรดอะมิโนในตำแหน่งนี้จะมีบทบาทสำคัญต่อการตัด pro-sequence ออกจาก mature PTH แต่อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนจาก Argenine เป็น Lysine อาจไม่มีผลกระทบมากนัก เพราะทั้ง Argenine และ Lysine ต่างเป็นกรดอะมิโนที่มีฤทธิ์เป็นเบสทั้งคู่

ส่วนของ Exon II ที่ถอดและแปลรหัสได้เป็นส่วนของ pre-sequence และ pro-sequence ของ prepro-PTH นั้น พบว่ากรดอะมิโนส่วนใหญ่ในบริเวณนี้เป็น hydrophobic amino acid ซึ่งลักษณะดังกล่าว จะพบในโปรตีนฮอร์โมนทุกชนิดที่มีการหลั่งออกนอกเซลล์ (Royer and Kamper, 1990) สำหรับส่วนของ Exon III ที่ถอดและแปลรหัสได้เป็น mature PTH ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 84 ตัว เมื่ออยู่ในกระแสเลือดอาจจะถูกตัดกรดอะมิโนออกไปและเหลือเพียง 34 ตัว ในการออกฤทธิ์ของ PTH พบว่ากรดอะมิโน 34 ตัวแรกจากส่วนปลายอะมิโนของโมเลกุล (N-fragment) เป็นส่วนที่ก่อให้เกิดผลด้านชีววิทยาและยังเป็นส่วนที่ใช้จับตัวรับสัญญาณ (receptor) ด้วย (Greenspan, 1991)

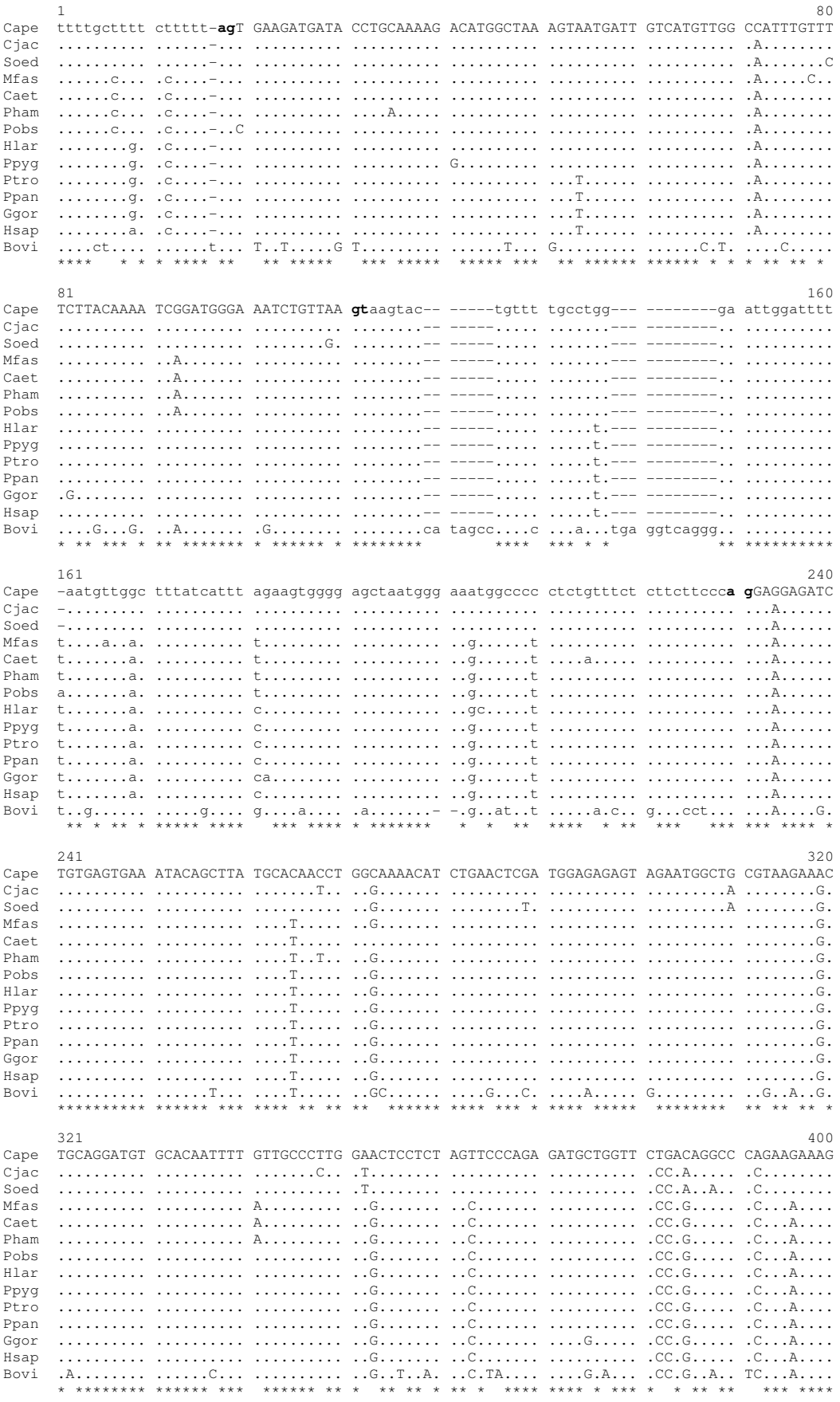
2. ความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene

จากการทดลองในครั้งนี้เมื่อนำลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ที่ได้จากไพรเมทแต่ละตัวที่เป็นชนิด (species) เดียวกัน (2-9 ตัว ในแต่ละชนิด) มาหาค่าความคล้ายคลึง (homology) พบว่ามีความคล้ายคลึง 100% และเมื่อนำลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ในลิงสกุล *Macaca* 5 ชนิดที่พบในประเทศไทย คือ *Macaca fascicularis, M. nemestrina, M. mulatta, M. assamensis* และ *M. arctoides* มาหาค่าความคล้ายคลึง พบว่ามีค่า 100% เช่นกัน (Malaivijitnond and Takenaka, 1998) เมื่อจัดจำแนกลิงสกุล *Macaca* ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ทั้งหมด 9 ชนิด ออกเป็น 5 กลุ่ม ตามรายงานของ Hayasaka et al. (1996) คือ Barbary ประกอบด้วย *M. sylvanus,* Silenus ประกอบด้วย *M. silenus* และ *M. nemestrina,* Sulawesi ประกอบด้วย *M. muara* และ *M. nigra,* Fascicularis ประกอบด้วย *M. fascicularis, M. fuscata* และ *M. mulatta* และ Sinica ประกอบด้วย *M. assamensis* โดย Hayasaka et al. (1996) รายงานว่าลิงกลุ่ม Barabary มีวิวัฒนาการแยกออกมาจากลิง macaque ที่เหลืออีก 4 กลุ่ม เมื่อ 3 ล้านปีที่แล้ว และลิงที่เหลืออีก 4 กลุ่ม มีวิวัฒนาการแยกจากกันในช่วงเวลาประมาณ 2.1-2.5 ล้านปีที่แล้ว จากการศึกษานี้ พบว่าลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ภายในกลุ่มของลิงสกุล *Macaca* ที่ประกอบด้วยลิงมากกว่า 1 ชนิด คือ กลุ่ม Silenus, Sulawesi และ Fascicularis มีความคล้ายคลึงกัน 100% และเมื่อเปรียบเทียบลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ระหว่างลิงกลุ่มต่างๆ ทั้ง 5 กลุ่ม พบว่ามีความคล้ายคลึงกัน 100% เช่นกัน (ภาพที่ 4) (กันยา และคณะ, 2545) ดังนั้นในการวิเคราะห์ค่าความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลิโอไทด์ของลิงสกุล *Macaca* กับไพรเมทชนิดอื่นๆ ในขั้นตอนต่อไปจะใช้ลำดับนิวคลิโอไทด์ของ *M. fascicularis* เป็นตัวแทนของลิงสกุล *Macaca* ทั้งหมด

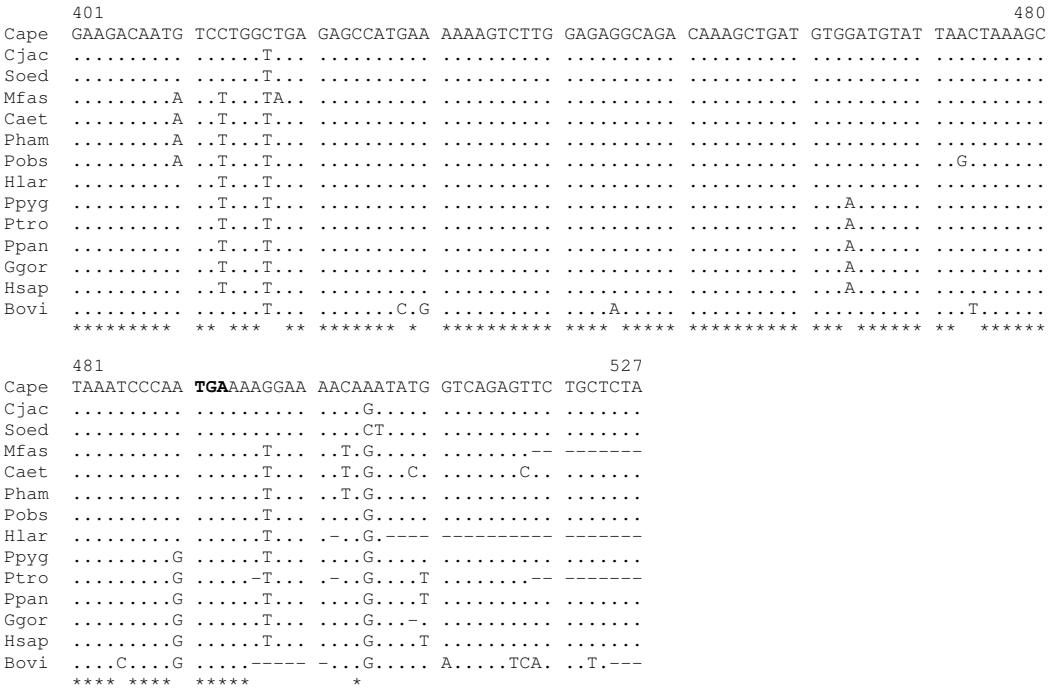
เมื่อเปรียบเทียบลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ระหว่างไพรเมททั้ง 21 ชนิด กับของวัวและคน พบว่ามีค่าความคล้ายคลึงสูงถึง 86.50 - 88.09 และ 95.43 - 99.80% ตามลำดับ ดังภาพที่ 5 และตารางที่ 2 และพบว่าค่าความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลิโอไทด์ระหว่างไพรเมทใน infraorder Platyrrhini มีค่าต่ำกว่า infraorder Catarrhini (97.02 - 98.80 และ 98.41 - 100.00% ตามลำดับ) และภายใน infraorder Catarrhini เดียวกัน พบว่าค่าความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลิโอไทด์ระหว่างไพรเมทใน superfamily Carcopithecoidea ค่อนข้างใกล้เคียงกันกับ superfamily Hominoidea (98.41 - 100.00 และ 99.20 - 100.00% ตามลำดับ) (Malaivijitnond et al., 2002a)



ภาพที่ 4. การเปรียบเทียบลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ในสิงสกุล *Macaca* ทั้ง 5 กลุ่ม คือ Barbary, Silenus, Sulawesi, Fascicularis และ Sinica สัญลักษณ์ * แสดงความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลิโอไทด์



ภาพที่ 5. การเปรียบเทียบลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ระหว่างไพรเมททั้ง 21 ชนิด คน (Vasicek et al., 1983) และวัว (Weaver et al., 1984) ตามลำดับ สัญลักษณ์ * แสดงตำแหน่งที่มีลำดับเบสคล้ายกัน, - แสดง gap



ภาพที่ 5. (ต่อ)

ตารางที่ 2. เปอร์เซนต์ความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลิโอไทด์ (ด้านบนของตาราง) และลำดับกรดอะมิโน (ด้านล่างของตาราง) ระหว่างไพรเมททั้ง 21 ชนิด คน และวัว ตามลำดับ

Species	*C. apella*	*C. jacchus*	*S. oedipus*	*M. fas-cicularis*	*M. fuscata*	*C. aeth-ops*	*P. ham-adryas*	*P. obscura*	*H. lar*	*P. pyg-meus*	*P. trogl-odytes*	*P. pani-scus*	*H. sapiens*	Bovine
C. apella	-	97.42	97.02	94.64	94.64	95.23	94.84	95.43	95.83	95.43	95.43	95.43	95.43	86.50
C. jacchus	95.65	-	98.80	95.43	95.43	95.63	96.03	96.23	96.62	96.23	96.23	96.23	96.23	86.90
S. oedipus	94.78	97.39	-	95.03	95.03	95.23	95.23	95.83	96.23	95.83	95.83	95.83	95.83	87.10
M. fascicularis	92.17	94.78	93.91	-	100.00	99.00	99.00	98.41	97.81	97.42	97.42	97.42	97.42	87.30
M. fuscata	92.17	94.78	93.91	100.00	-	99.00	99.00	98.41	97.81	97.42	97.42	97.42	97.42	87.30
C. aethiops	92.17	94.78	93.91	100.00	100.00	-	99.20	98.61	98.01	97.61	97.61	97.61	97.61	87.50
P. hamadryas	92.17	94.78	93.91	100.00	100.00	100.00	-	98.61	98.21	97.81	97.81	97.81	97.81	87.89
P. obscura	91.30	93.91	93.04	99.13	99.13	99.13	99.13	-	98.01	97.60	97.61	97.61	97.61	87.50
H. lar	93.91	96.52	95.65	98.26	98.26	98.26	98.26	97.39	-	99.20	99.20	99.20	99.20	88.09
P. pygmeus	92.17	94.78	93.91	96.52	96.52	96.52	96.52	95.65	98.26	-	99.60	99.60	99.40	88.09
P. troglodytes	93.04	95.65	94.78	97.39	97.39	97.39	97.39	95.62	99.13	99.13	-	100.00	99.80	88.09
P. paniscus	93.04	95.65	94.78	97.39	97.39	97.39	97.39	96.52	99.13	99.13	100.00	-	99.80	88.09
H. sapiens	93.04	95.65	94.78	97.39	97.39	97.39	97.39	96.52	99.13	99.13	100.00	100.00	-	88.09
Bovine	80.00	82.60	81.73	84.34	84.34	84.34	85.21	83.47	86.08	84.34	85.21	85.21	85.21	-

3. ความคล้ายคลึงของลำดับกรดอะมิโนของ PTH gene

เมื่อเปรียบเทียบลำดับกรดอะมิโนที่อนุมานจากลำดับนิวคลิโอไทด์ ของ PTH gene ระหว่างไพรเมททั้ง 21 ชนิดกับของวัวและคน พบว่ามีค่าความคล้ายคลึงสูงเช่นเดียวกันกับลำดับนิวคลิโอไทด์ โดยมีค่า 80.00 - 86.08 และ 93.04 - 100.00% ตามลำดับ ดังภาพที่ 6 และตารางที่ 2 และพบว่าค่าความคล้ายคลึงของลำดับกรดอะมิโนระหว่างไพรเมทใน infraorder Platyrrhini มีค่าต่ำกว่า infraorder Catarrhini (94.78 - 97.39 และ 97.39 - 100.00% ตามลำดับ) และภายใน infraorder Catarrhini เดียวกัน พบว่าค่าความคล้ายคลึงของลำดับกรดอะมิโนระหว่างไพรเมทใน superfamily Cercopithecoidea ค่อนข้างใกล้เคียงกันกับ superfamily Hominoidea (97.39 - 100.00 และ 98.26 -

100.00% ตามลำดับ) (Malaivijitnond et al., 2002a) จึงสรุปได้ว่า PTH gene เป็นยีนที่มีการอนุรักษ์สูงมากแม้แต่สัตว์ที่อยู่ในลำดับอนุกรมวิธานที่ห่างกัน ยังมีความคล้ายคลึงกันของลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนสูง แต่อย่างไรก็ตาม พบว่ากลุ่มสัตว์ที่อยู่ในลำดับอนุกรมวิธานที่สูงกว่าจะมีความคล้ายคลึงกันของ PTH gene ภายในกลุ่มสูงกว่าสัตว์ที่อยู่ในลำดับอนุกรมวิธานที่ต่ำกว่า (infraorder Catarrhini > infraorder Platyrrhini > superfamily Hominoidea > superfamily Cercopithecoidea)

เมื่อเปรียบเทียบลำดับกรดอะมิโน 84 กรดอะมิโนของ mature PTH ของคนกับไพรเมทชนิดอื่นๆ พบว่าลิงสกุล *Macaca* ทั้ง 10 ชนิด *Cercopithecus aethiops* และ *Papio hamadryas* มีกรดอะมิโนเพียง 3 ตัวเท่านั้นที่แตกต่างไปจากของคน (ในตำแหน่งที่ 35, 58 และ 76 ของ mature PTH) (Malaivijitnond and Takenaka, 1998) ในขณะที่ *Gorilla gorilla* มีกรดอะมิโนเพียง 1 ตัวเท่านั้นที่แตกต่างไป (ในตำแหน่งที่ 46 ของ mature PTH) (Anukulthanakorn, 2000) และไม่พบความแตกต่างของ mature PTH เลยระหว่าง *Pongo pygmaeus, Pan paniscus, P. troglodytes* และคน (Malaivijitnond et al., 2002a) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบลำดับกรดอะมิโน 115 กรดอะมิโนของ prepro-PTH ของ *Pan paniscus* และ *P. troglodytes* (หรือกลุ่มชิมแพนซี) กับของคน ไม่พบความแตกต่างใดๆ เลย จึงยืนยันว่าชิมแพนซีมีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับคนมากกว่าไพรเมทชนิดอื่นๆ (Zimonjic et al., 1997; Chen and Li, 2001) อาจกล่าวได้ว่าลิงเอฟเป็นสัตว์ที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้เป็นสัตว์ทดลองในการศึกษาเกี่ยวกับ bone metabolism โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องการข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ได้ทันที

Nussbaum et al. (1980) รายงานว่ากรดอะมิโนลำดับที่ 25-34 ของ mature PTH จะเป็นส่วนสำคัญในการใช้จับกับตัวรับสัญญาณของ PTH จากการเปรียบเทียบบริเวณดังกล่าวระหว่างคน ไพรเมททั้ง 21 ชนิด และวัว ไม่พบความแตกต่างใดๆ จากข้อมูลดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า PTH ของวัวและไพรเมทสามารถออกฤทธิ์ข้ามชนิดกันได้ ดังนั้นถ้าพบว่ามีคนไข้ที่มีระดับ PTH ต่ำ หรือขาด PTH อาจจะทำการรักษาโดยให้ PTH ของไพรเมทชนิดอื่น หรือของวัวทดแทนได้

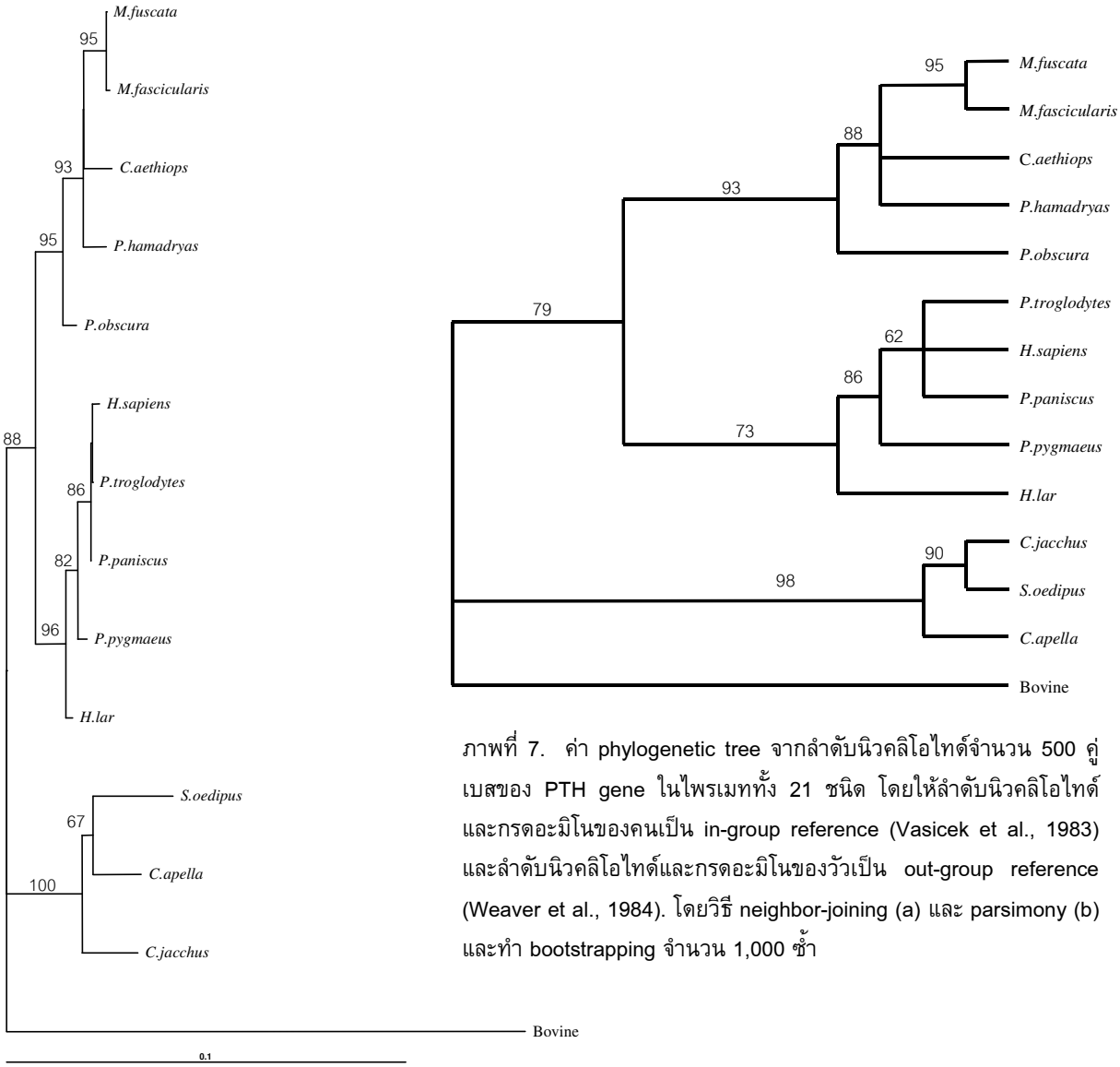
```
                                        pro-sequence
                 ←      pre-sequence      →←   →←        mature PTH
                  -30         -20         -10          1          10         20
C. apella         MIPAKDMAKV MIVMLAICFL TKSDGKSVKR RSVSEIQLMH NLAKHLNSME RVEWLRKKLQ
C. jacchus        .......... .......... .........K .......... ..G....... ..........
S. oedipus        .......... ........S. .........EK .......... ..G....... ..........
M. fascicularis   .......... .......... .........K .......... ..G....... ..........
C. aethiops       .......... .......... .........K .......... ..G....... ..........
P. hamadryas      .......... .......... .........K .......... ..G....... ..........
P. obsura         .......... .......... .........K .......... ..G....... ..........
H. lar            .......... .......... .........K .......... ..G....... ..........
P. pygmeus        .....G.... .......... .........K .......... ..G....... ..........
P. troglodytes    .......... .......... .........K .......... ..G....... ..........
P. paniscus       .......... .......... .........K .......... ..G....... ..........
H. sapiens        .......... .......... .........K .......... ..G....... ..........
Bovine            .MS....V.. .......... AR.......K .A.....F.. ..G...S... ..........
                  *  ** * ** ******** *   ******   * ***** ** ** *** *** **********

                                                                                →
                   30          40          50          60          70          80
C. apella          DVHNFVALGT PLVPRDAGSD RPRRKEDNVL AESHEKSLGE ADKADVDVLT KAKSQ*
C. jacchus         .......P.. .........Q .......... V.......... .......... .....*
S. oedipus         .......... .........Q .......... V.......... .......... .....*
M. fascicularis    .....I...A ..A......Q ...K....I. V.......... .......... .....*
C. aethiops        .....I...A ..A......Q ...K....I. V.......... .......... .....*
P. hamadryas       .....I...A ..A......Q ...K....I. V.......... .......... .....*
P. obsura          .........A ..A......Q ...K....I. V.......... ......N..A .....*
H. lar             .........A ..A......Q ...K...... V.......... .......... .....*
P. pygmeus         .........A ..A......Q ...K...... V.......... ......N... .....*
P. troglodytes     .........A ..A......Q ...K...... V.......... ......N... .....*
P. paniscus        .........A ..A......Q ...K...... V.......... ......N... .....*
H. sapiens         .........A ..A......Q ...K...... V.......... ......N... .....*
Bovine             .........A S.A...GS.Q ...K...... V...Q..... .........I ...P.*
                   ***** * *   * ***  *  *** **** *  *** ***** ****** **  *** *
```

ภาพที่ 6. การเปรียบเทียบลำดับกรดอะมิโนของ PTH gene ระหว่างไพรเมททั้ง 21 ชนิด คน (Vasicek et al., 1983) และวัว (Weaver et al., 1984) ตามลำดับ สัญลักษณ์ * แสดงตำแหน่งที่มีลำดับกรดอะมิโนคล้ายกัน

4. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเชิงวิวัฒนาการจากลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene

เมื่อนำลำดับนิวคลิโอไทด์ที่ได้ของไพรเมททั้ง 21 ชนิดไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเชิงวิวัฒนาการโดยวิธี parsimony และ neighbor-joining พบว่าได้ผลเช่นเดียวกันคือ สามารถแบ่งไพรเมททั้ง 21 ชนิด ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย *Cebus apella, Callithrix jacchus* และ *Saguinus oedipus* ซึ่งจัดอยู่ใน infraorder Platyrrhini หรือกลุ่มลิงโลกใหม่ (new world monkeys) และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ไพรเมทที่เหลืออีก 18 ชนิด ซึ่งจัดอยู่ใน infraorder Catarrhini หรือกลุ่มลิงโลกเก่า (old world monkeys) โดยแบ่งต่อได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ 2.1) ประกอบด้วย *Macaca* spp. ทั้ง 10 ชนิด, *Cercopithecus aethiops, Papio hamadryas* และ *Presbytes obscura* ซึ่งจัดอยู่ใน superfamily Cercopithecoidea หรือกลุ่มลิงโลกเก่า (old world monkeys) และ 2.2) ประกอบด้วย *Hylobates lar, Pongo pygmeus, Pan troglodytes, P. paniscus* และ *Homo sapiens* ที่ใช้เป็น in-group reference ซึ่งจัดอยู่ใน superfamily Hominoidea หรือกลุ่มลิงเอพและมนุษย์ (apes and humans) (ภาพที่ 7a และ b) (Malaivijitnond et al., 2002a) ซึ่งการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังกล่าว จะสอดคล้องกันกับความแตกต่างของขนาด intron คือ infraorder Platyrrhini มี intron ขนาด 102 คู่เบส และ infraorder Catarrhini มี intron ขนาด 103 คู่เบส ดังนั้นจึงอาจจะใช้ขนาดของ intron ที่ต่างกันของ PTH gene ในการจัดจำแนกสัตว์กลุ่มไพรเมทในระดับ infraorder ได้ และการจัดจำแนกไพรเมทโดยใช้ลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene สามารถจำแนกได้เพียงแค่ระดับ superfamily เท่านั้น



ภาพที่ 7. ค่า phylogenetic tree จากลำดับนิวคลิโอไทด์จำนวน 500 คู่เบสของ PTH gene ในไพรเมททั้ง 21 ชนิด โดยให้ลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนของคนเป็น in-group reference (Vasicek et al., 1983) และลำดับนิวคลิโอไทด์และกรดอะมิโนของวัวเป็น out-group reference (Weaver et al., 1984). โดยวิธี neighbor-joining (a) และ parsimony (b) และทำ bootstrapping จำนวน 1,000 ซ้ำ

บทสรุป

จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิจัยนี้สรุปว่า PTH gene ของลิงสกุล *Macaca* เป็นยีนที่มีการอนุรักษ์สูงมาก คือ ไม่พบความแตกต่างใดๆ ของลำดับนิวคลิโอไทด์ของ PTH gene ในลิงสกุล *Macaca* เลยในช่วงระยะเวลา 3 ล้านปีที่มีวิวัฒนาการแยกจากกัน ดังนั้นในการศึกษาใดๆ เกี่ยวกับ bone metabolism โดยใช้ลิงสกุล *Macaca* ชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นโมเดล สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับลิงสกุล *Macaca* ชนิดอื่นๆ ได้ทันที (สุจินดา, 2544; Malaivijitnond et al., 2002b) แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันพบว่ามีลิงสกุล *Macaca* ทั่วโลกประมาณ 14 ชนิด (Burton, 1995; Groves, 2001) เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนและสมบูรณ์ว่า PTH gene ระหว่างลิงสกุล *Macaca* ไม่มีความแตกต่างกันเลย จึงควรทำการศึกษา PTH gene ในลิงสกุล *Macaca* อื่นๆ ที่เหลืออยู่ เช่น *M. cyclopis*, *M. radiata*, *M. sinica* และ *M. thibetana* เป็นต้น และจากที่พบว่าลำดับกรดอะมิโนของ prepro-PTH ของ vervet monkey (*Cercopithecus aethiops*) เหมือนกับของลิงสกุล *Macaca* จึงทำให้สามารถนำข้อมูลที่ได้จาก *C. aethiops* ที่ได้มีรายงานมาก่อนหน้านี้ (Usami et al., 1995) มาใช้กับลิงสกุล *Macaca* ได้ เช่น การตรวจวัดหาระดับ PTH ในกระแสเลือดของลิง *Macaca fascicularis* และ *M. fuscata* (Malaivijitnond et al., 2002b) สามารถใช้ RIA commercial kit ที่ได้รับการตรวจสอบแล้วว่าใช้งานได้กับ *C. aethiops* มาใช้กับลิงทั้งสองชนิดดังกล่าวได้ และจากที่พบว่าลำดับกรดอะมิโนของ mature PTH ของไพรเมทในกลุ่ม great apes ซึ่งประกอบด้วย อูรังอูตัง (*Pongo pygmaeus*), ชิมแพนซี (*Pan troglodytes*) และโบโนโบ (*P. paniscus*) ไม่แตกต่างกับของคน อาจกล่าวได้ว่าลิงเอพเป็นสัตว์ที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้เป็นสัตว์ทดลองในการศึกษาเกี่ยวกับ bone metabolism โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องการข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ได้ทันที ส่วนในกรณีของกอริลา (*Gorilla gorilla*) ที่จัดอยู่ในกลุ่ม great apes เช่นกัน แต่พบว่ามีกรดอะมิโน 1 ตัวที่ต่างไปจากของคน (Anukulthanakorn, 2001) ขณะนี้ได้ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งเพื่อที่จะยืนยันข้อมูลที่ได้

ในปัจจุบันนี้พบว่าการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์กลุ่มไพรเมทในประเทศไทย ยังมีผู้ศึกษาวิจัยกันน้อยมาก และสัตว์ในกลุ่มนี้มีแนวโน้มที่จะสูญพันธุ์และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมได้สูงในอนาคต เนื่องมาจากจำนวนประชากรที่ลดลงและเกิด inbreeding (Malaivijitnond and Varavudhi, 2002c) การบุกรุกทำลายแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์โดยคน (Assavanonda, 1999) ทำให้สัตว์ในกลุ่มนี้ต้องมาอาศัยร่วมกับคนในแหล่งชุมชน เช่น ลิงหางยาวที่ศาลพระกาฬ จังหวัดลพบุรี และการทำลายแหล่งอาศัยของลิงทำให้ลิงต่างชนิดกันต้องเข้ามาอาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันหรือบริเวณเดียวกัน จึงทำให้เกิดโอกาสในการผสมข้ามพันธุ์กันมากขึ้น (Malaivijitnond and Varavudhi, 2002c) และพบว่าในลิงสกุล *Macaca* สามารถผสมข้ามพันธุ์กันได้และให้ลูกหลานที่ไม่เป็นหมัน (Bernstein and Gordon, 1980 และ Yang and Shi, 1994) การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างทางประชากรและการกระจายของประชากรดังกล่าวนี้ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรนั้นๆ ดังนั้นการศึกษาโครงสร้างของประชากรและการกระจายของประชากรของสัตว์ในกลุ่มนี้ โดยอาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมจึงเป็นสิ่งที่น่าศึกษา เพื่อนำข้อมูลนี้ไปจัดการและอนุรักษ์ประชากรของสัตว์กลุ่มนี้ได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะในช่วงที่กำลังมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าและแหล่งที่อยู่อาศัยในธรรมชาติสูง

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 542067

เอกสารอ้างอิง

กันยา อนุกูลธนากร, สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์ และ Osamu Takenaka. 2545. วิวัฒนาการของพาราไทรอยด์ฮอร์โมนยีนระหว่างลิงสกุล *Macaca* 5 กลุ่ม. *วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (section T)* 1: 109-123.

สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์. 2544. การศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการเชิงโมเลกุลในสัตว์กลุ่มไพรเมท. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ: เทคนิคเพื่อการศึกษาวิวัฒนาการเชิงโมเลกุล. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 19-23 มีนาคม 2544. หน้า 9.1-9.9.

Ankel-Simons, F. 1983. A Survey of Living Primates and Their Anatomy. Macmillan Publishing Co. Inc., New York.

Anukulthanakorn, K. 2000. The nucleotide sequences of parathyroid gene in new world and old world monkeys. M. Sc. Thesis. Chulalongkorn University.

Assavanonda, A. 1999. Macaques facing starvation/ mangrove habitats ruined by progress. Bangkok Post. p. 6.

Bernstein, I.S. and T.P. Gordon. 1980. Mixed taxa introductions, hybrids and macaque systematics. *In* The Macaques: Studies in Ecology. Behavior and Evolution, New York.

Breathnach, R. and P. Chambon. 1981. Organization and expression of eukaryotic split genes coding for protein. *Annu. Rev. Biochem*. 50: 349-383.

Burton, F. 1995. The Multimedia Guide to the Non-Human Primates (print version). Prentice-Hall Canada Inc., Canada.

Chen, F.C. and W.H. Li. 2001. Genomic divergences between humans and other hominoids and the effective population size of the common ancestor of humans and chimpanzees. *Am. J. Human. Genet.* 68: 444-456.

Ferin, M., W.B. Werhrenberg, N.Y. Lam, E.J. Alston and R.L. Vande Wiele. 1982. Effects and sites of action of morphine on gonadotropin secretion in the female rhesus monkey. *Endocrinology* 111: 1652-1656.

Fiedler, W. 1972. The primates. *In* W. Fiedler et al. (eds.), Grzimek's Animal Life Encyclopedia. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Gold, M.S., D.E. Redmond and R.K. Donabedian. 1979. The effects of opiate agonist and antagonist on serum prolactin in primates: possible role for endorphins in prolactin regulation. *Endocrinology* 105: 284-289.

Greenspans, F.S. 1991. Basic and Clinical Endocrinology (3rd ed.). Prentice-Hall International Inc., London.

Groves, C. 2001. Primate Taxonomy. Smithsonian Institute, USA.

Habener, J.F., T.D. Stevens, M. Ravazzola, L. Orci and J.T. Potts. 1977. Effects of calcium ionophores on the synthesis and release of parathyroid hormone. *Endocrinology* 101: 1524-1537.

Hashimoto, C., T. Furuichi and O. Takenaka. 1996. Matrilineal kin relationship and social behavior of wild bonobos (*Pan paniscus*): sequencing the D-loop region of mitochondrial DNA. *Primates* 37: 305-318.

Hayasaka, K., K. Fuji and S. Horai. 1996. Molecular phylogeny of macaques: implications of nucleotide sequences from an 896-base pair region of mitochondrial DNA. *Mol. Biol. Evol*. 13: 1044-1053.

Heinrich, G., H.M. Kronenberg, J.T. Potts and J.F. Habener. 1984. Gene encoding parathyroid hormone. *J. Biol. Chem.* 259: 3320-3329.

Hendy, G.N., H.M. Kronenberg, J.T. Potts and A. Rich. 1981. Nucleotide sequence of cloned cDNAs encoding human preproparathyroid hormone. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 78: 7365-7369.

Hotchkiss, C.E. 1999. Use of peripheral quantitative computed tomography for densitometry of the femoral neck and spine in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Bone* 24: 101-107.

Jerome, C.P., C.S. Johnson, H.T. Vafai, K.C. Kaplan, J. Bailey, B. Capwell, F. Fraser, L. Hansen, H. Ramsay, M. Shadoan, C.J. Lees, J.S. Thomsen and L. Mosekilde. 1999. Effect of treatment for 6 months with human parathyroid hormone (1-34) peptide in ovariectomized cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Bone* 25: 301-309.

Jerome, C.P., D.B. Burr, T. Van Bibber, J.M. Hock and R. Brommage. 2001. Treatment with human parathyroid hormone (1-34) for 18 months increases cancellous bone volume and improves trabecular architecture in ovariectomized cynomolgus monkeys (*Macaca facicularis*). *Bone* 28: 150-159.

Kronenberg, H.M., B.E. McDevitt, J.A. Majzoub, J. Nathans, P.A. Sharp, J.T. Potts and A. Rich. 1979. Cloning and nucleotide sequence of DNA coding for bovine preproparathyroid hormone. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 76: 4981-4985.

Krueger, D., H. Todd, A. Haffa, J. Bruner, D. Yandow and N. Binkey. 1999. Central region-of-interest analysis of lumbar spine densitometry demonstrates lower bone mass in older rhesus monkeys. *Bone* 24: 29-33.

Lekagul, B. and J.A. McNeely. 1988. Mammals of Thailand (2nd ed). Darnsutha Press, Bangkok.

Malaivijitnond, S., and O. Takenaka. 1998. Nucleotide sequences of parathyroid gene in five species of macaque of Thailand. *J. Sci. Res. Chula. Univ.* 23: 135-142.

Malaivijitnond, S. and P. Varavudhi. 1993. Sex differences in response of morphine to stimulate prolactin secretion and initiation of galactorrhea in male cynomolgus monkeys. *In* Varavudhi, P. and S. Lorlowhakarn (eds.), Proceedings of the Second Intercongress Symposium of the Asia and Oceania Society for Comparative Endocrinology, pp. 98-99. Chiangmai, Thailand.

Malaivijitnond, S. and P. Varavudhi. 1995. Evidence for morphine-induced PRL release in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *J. Sci. Soc. Thailand* 21: 243-252.

Malaivijitnond, S. and P. Varavudhi. 1998. Evidence for morphine-induced galactorrhea in male cynomolgus monkeys. *J. Med. Primatol.* 27: 1-9.

Malaivijitnond, S., O. Takenaka, K. Anukulthanakorn and W. Cherdshewasart. 2002a. The nucleotide sequences of the parathyroid gene in primates (suborder Anthropoidea). *Gen. Comp. Endocr*. 125: 67-78.

Malaivijitnond, S., J. Suzuki and M. Miwa. 2002b. Comparison of PTH and calcium levels among three groups of Japanese macaques originated from different locality in Japan. *In preparation*.

Malaivijitnond, S. and P. Varavudhi. 2002c. The last possible troop of semi-wild rhesus macaque (*Macaca mulatta*) in Thailand. *Nat. Hist. J. of Chulalongkorn Univ*. 2: 59-61.

Nozaki, M., F. Mitsunaga, K. Shimizu, G. Watanabe and K. Taya. 1993. Reproductive senescence in female japanese monkeys. *In* Varavudhi, P. and S. Lorlowhakarn (eds.), Proceedings of the Second Intercongress Symposium of the Asia and Oceania Society for Comparative Endocrinology, pp. 83-85. Chiangmai, Thailand.

Nussbaum, S.R., M. Rosenblatt and J.T. Potts. 1980. Parathyroid hormone: renal receptor interactions, demonstration of two receptor-binding domains. *J. Biol. Chem.* 255: 10183-10187.

O'Riordan, J.L.H., P.G. Malan and R.P. Gould. 1988. Essentials of Endocrinology (2nd ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Rosol, T.J., C.L. Steinmeyer, L.K. McCauley, A. Groene, J.W. DeWille and C.C. Capen. 1995. Sequences of the cDNAs encoding canine parathyroid hormone-related protein and parathyroid hormone. *Gene* 160: 241-243.

Royer, P. and B. Kemper. 1990. Calcium regulatory hormones. *In* E.E. Baulieu and P.A. Kelly (eds.), Hormones: From Molecules to Disease. Chapman and Hall, New York.

Saitou, N. and M. Nei. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol*. 4: 406-425.

Sambrook, J., E.F. Fritsch and T. Maniatis. 1989. Molecular Cloning: A Laboratory Manual (2nd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.

Schmelzer, H.J., G. Gross, G. Widera and H. Mayer. 1987. Nucleotide sequence of a full-length cDNA clone encoding preproparathyroid hormone from pig and rat. *Nucleic Acids Res.* 15: 6740.

Smith, E.L., R.L. Hill, I.R. Lehman, R.J. Lefkowitz, P. Handler and A. White. 1983. Principles of biochemistry: mammalian biochemistry (7^{th} ed.). McGraw-Hill, Singapore.

Tegelstrom, H. 1987. Transfer of mitochondrial DNA from the northern red-backed vole (Clethrionomys rutilus) to the back vole (C. glareolus). *J. Mol. Evol*. 24: 218-227.

Usami, Y., A. Hiyaoka, K. Ohtou, T. Yoshida, F. Cho and Y. Yoshikawa. 1995. Relationship between bone mineral density and serum properties in African green monkeys (*Cercopithecus aethiops*): a multiple regression analysis. *J. Growth* 34: 15-19. (In Japanese).

Vasicek, T.J., B.E. Mcdevitt, M.W. Freeman, B.J. Fennick, G.N. Hendy and J.T. Potts. 1983. Nucleotide sequence of the human parathyroid hormone gene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 80: 2127-2131.

Weaver, C.A., D.F. Gordon, M.S. Kissil, D.A. Mead and B. Kemper. 1984. Isolation and complete nucleotide sequence of the gene for bovine parathyroid hormone. *Gene* 28: 319-329.

Yang, F. and L. Shi. 1994. Studies of the miotic chromosomes, meiosis and spermatogenesis of a macaque hybrid. *Yi Chuan Xue Bao*. 21: 24-9.

Zimonjic, D.B., M.J. Kelley, J.S. Rubin, S.A. Aaronson and N.C. Popescu. 1997. Fluorescence *in situ* hybridization analysis of keratinocyte growth factor gene amplification and dispersion in evolution of great apes and humans. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 94: 11461-11465.

Establishing and Verifying a New Anti-inflammatory Screening Assay Utilizing Immortalized PGHS Deficient Cell Lines

Kanyawim Kirtikara and Sirichai Swangkul
National Center for Genetic Engineering and Biotechnology
73/1 Rama VI Road, Rajathevee, Bangkok 10400, Thailand

Screening for anti-inflammatory compounds was initiated as a part of the Bioresource Research Program at BIOTEC which aims to utilize biological resources of Thailand. To evaluate the usefulness of a murine PGHS-null cell system, derived from lung tissues of PGHS-$2^{-/-}$ and PGHS-$1^{-/-}$ mice, for analyzing PGHS-2 selective inhibitors, we tested PGHS-2 non-selective NSAIDs and two PGHS-2 specific compounds using either endogenous or exogenous sources of substrate, arachidonic acid. PGHS-1 and PGHS-2 null cell lines were exposed to three widely used NSAIDs, ibuprofen, indomethacin and aspirin, and two PGHS-2 specific inhibitors, MK-966 and NS-398. PGHS-1 and PGHS-2 activity were determined by measuring prostaglandin E_2 production using radioimmuno assays. IC_{50} values of each compound were determined from the reduction of PGE_2 levels as a measure of inhibition of existing PGHS isozyme in the PGHS-null cells. In our murine PGHS-null cell systems, both NS-398 and MK-966 were potent inhibitors and demonstrated strong selectivity for PGHS-2. Among the non-selective NSAIDs, based on the PGHS-2 IC_{50}/ PGHS-1 IC_{50} ratio ranking, ibuprofen is more selective for PGHS-*2* than indomethacin while aspirin is the least selective inhibitor regardless of the arachidonic acid source. Indomethacin and MK-966 IC_{50} values for PGHS-2 were in the range of 10^{-9}-10^{-8} M while the IC_{50} values for aspirin were in the range of 10^{-5} M. In conclusion, this system, using cells that express either PGHS-1 or PGHS-2, offers a convenient and reliable method to determine IC_{50} values of the two PGHS isoforms, entirely independent of each other, in the same cell type. The results of our evaluation using a panel of NSAIDs, both PGHS-2 selective and non-selective inhibitors, correlate well with previously published clinical and laboratory data**,** demonstrating the usefulness of the whole-cell assay system described here.

Key words: PGHS, NSAIDs, prostaglandins, anti-inflammatory

Introduction

Prostaglandins play a crucial role in maintaining homeostasis such as controlling water resorption by the kidney and mucous production in the stomach. In addition, they also act as mediators of inflammation, pain and fever during disease (Goetzl et al., 1995; Herschman, 1996; Herschman et al., 1995). Prostaglandin production is tightly regulated in several successive steps. First, membrane phospholopid is converted to arachidonic acid by phospholipase enzymes followed by the conversion of AA to PGH_2 by prostaglandin H/synthase cyclooxygenase (PGHS-1 and PGHS-2) (Smith et al., 1996). Subsequently, an isomerase converts PGH_2 to a specific type of prostaglandin. Various types of tissues contain different types of isomerases which determine the final product in different types of cells (Figure 1). PGHS-1 is constitutively expressed in most types of cells and is believed to perform 'housekeeping' functions such as gastrointestinal tract cytoprotection, regulation of platelet aggregation, and regulation of kidney function (Herschman, 1996; Hla and Neilson, 1992). PGHS-2 is shown to increase in response to many stimuli associated with an inflammation process.

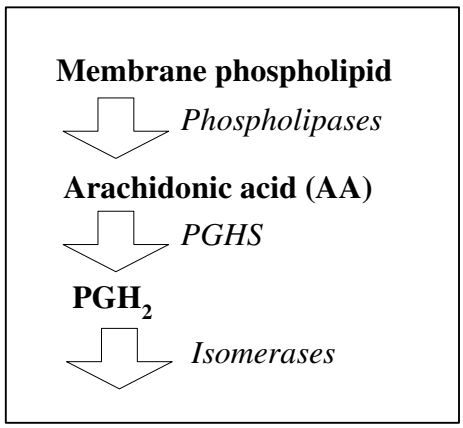


Figure 1. The biosynthesis pathway of prostaglandins.

Prostaglandins

To relieve an inflammatory response, nonsteroidal inflammatory drugs (NSAIDs) such as aspirin and ibuprofen have been widely used to target PGHS function, and therefore inhibit the production of prostaglandin (Smith and Willis, 1971; Vane, 1971). Prolonged usage of NSAIDs is known to generate serious and sometimes fatal side effects such as stomach bleeding and kidney failure. These untoward side effects stem from the indiscriminate inhibition of both isoforms of PGHS (Masferrer et al., 1994; Smith and De Witt, 1995). Therefore, in order to efficiently alleviate inflammatory symptoms without generating undesirable side effects selective PGHS-2 inhibitors are required. Not until a recent release of two new PGHS-2 selective inhibitors, Celebrex® and Vioxx®, all previously released NSAIDs cannot discriminate between PGHS-1 and PGHS-2. However, new PGHS-2 inhibitors are still relatively expensive and inaccessible to many.

The National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC) has established the Bioresource Research Program in order to evaluate the natural resources of Thailand, such as plants and microbes, for their potential as a source of new drug-like compounds. In our research program, plant and microbial extracts have been subjected to various tests to determine their anti-cancer, anti-viral, anti-fungal, anti-malarial and anti-tuberculosis properties. Positive samples are further investigated by bioassay guided fractionation to elucidate structures of any active compound. Over the years new types of assays have been incorporated into the screening scheme in order to maximize the potential of finding active compounds from each extract. Recently, anti-inflammatory compound screening has been initiated due to the increasing demand for better drugs without side effects.

Many methods for determining PGHS-1 and PGHS-2 selectivity of inhibitors have been developed (Grossman et al., 1995; Laneuville et al., 1994; Meade et al., 1993; Mitchell et al., 1993; Simmons et al., 1993; Yamazaki et al., 1997). These methods use either pure enzymes, cell fractions, or whole-cell preparations. In cell fraction or whole-cell systems, different types of cells (platelets for PGHS-1 and synovial cells or mononuclear cells for PGHS-2) were used as PGHS-1 and PGHS-2 sources making direct comparisons difficult (Grossman et al., 1995; Kawai et al., 1998). In some whole-cell systems, PGHS-1 and PGHS-2 gene transfectants have been generated in order to study each isozyme independently in an attempt to make comparisons more meaningful (Berg et al., 1997; Chulada and Langenbach, 1997).

With these limitations in mind, we have developed a method to test PGHS-1 and PGHS-2 specific inhibitors in order to incorporate this new assay into our screening scheme in the Bioresource Research Program. This new method uses a whole-cell assay system employing murine fibroblast cell lines derived from lung tissues from PGHS-1 or PGHS-2 deficient mice. These immortalized cell lines have been characterized previously and shown to contain no alternate PGHS isozymes so that each isoform can be studied independently in the same cell type, thus eliminating the possibility of differences in cell penetration or drug sequestration in different cell types (Kirtikara et al., 1998). These characteristics therefore make this system particularly convenient and useful for direct comparisons of IC_{50} values for each potential inhibitor. In order to verify our system, a series of experiments have been performed to examine the pharmacological profiles of different NSAIDs and compared with previously published data.

Methodology

Briefly, immortalized mouse PGHS-1 (PGHS-$1^{-/-}$) and PGHS-2 (PGHS-$2^{-/-}$) null cells were grown in suitable media (Kirtikara et al., 2001). Different types of NSAIDs were incubated with these cells in the presence of excess arachidonic acid or A23187, a calcium ionophore to mobilize endogenous AA from various internal lipid pools by increasing PLA_2 activity (Smith, 1992). Medium samples were then collected and analyzed for prostaglandin E_2 by radioimmuno assay. Inhibition was calculated as percent PGHS activity of drug-treated cells relative to vehicle-treated cells.

Results

Inhibition of PGHS-1 and PGHS-2 enzyme activity by NSAIDs

Five different types of NSAIDs including non-selective and selective PGHS-2 inhibitors were used in an inhibition study. Aspirin, ibuprofen and indomethacin represent non-selective inhibitors while NS-398 and MK-966 (Vioxx®) are selective PGHS-2 inhibitors. An example of a non-selective inhibitor, aspirin, response curve using either exogenous AA or A23187-mobilized endogenous AA as sources of substrate is shown in Figure 2. Aspirin was almost equally effective against both PGH-1 and PGHS-2 as indicated by the nearly identical response curves for PGHS-1 and PGHS-2 regardless of the AA sources. This is a typical curve expected for a non-selective inhibitor.

NS-398 and MK-966 were selected to represent a group of drugs that selectively inhibit PGHS-2 over PGHS-1, and the MK-966 response curves are shown in Figure 3. Again, regardless of the sources of AA, these two drugs showed a clear preference for PGHS-2 inhibition.

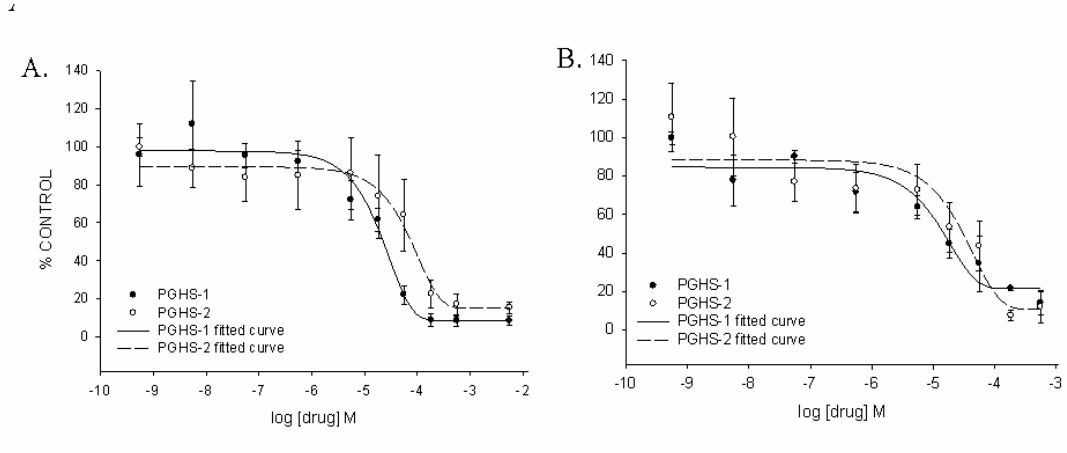


Figure 2. Dose response curves for the inhibition of PGE_2 production by aspirin in mouse PGHS-1 or PGHS-2-null cell lines containing only PGHS-2 or PGHS-1, respectively. Cells were incubated with different concentrations of aspirin for 30 minutes before replacing with new medium containing aspirin and 20 μM AA (A) or 2 μM A23187 (B) and incubated for an additional 30 minutes. The PGE_2 concentration of the medium was then measured. Each point shows the mean percent control (± SD) of three different experiments with two replicates in each experiment. (From Kirtikara et al. *Inflammation Research* 50 (2001) 327-332)

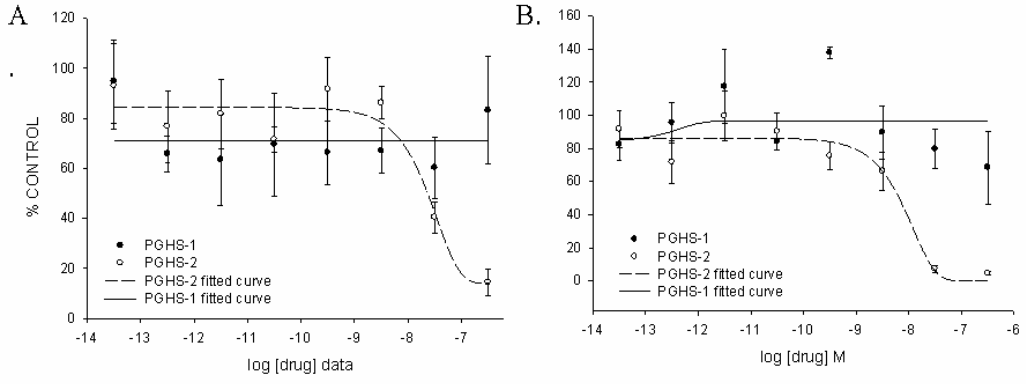


Figure 3. Dose response curves for the inhibition of PGE_2 production by MK-966 in mouse PGHS-1 or PGHS-2-null cell lines containing only PGHS-2 or PGHS-1, respectively. Cells were incubated with different concentrations of ibuprofen for 30 minutes before replacing with new medium containing ibuprofen and 20 μM AA (A) or 2 μM A23187 (B) and incubated for an additional 30 minutes. The PGE_2 concentration of the medium was then measured. Each point shows the mean percent control (± SD) of three different experiments with two replicates in each experiment. (From Kirtikara et al. *Inflammation Research* 50 (2001) 327-332)

Ranking of PGHS-2/PGHS-1 IC_{50} ratios to determine selectivity

The potency of PGHS-2 selective inhibition is determined by their preference in inhibiting PGHS-2 over PGHS-1. Details of IC_{50} values of each drug are indicated in Table 1. Based on these ratios, each drug is ranked from more selective (low PGHS-2/PGHS-1 ratio) to less selective (high PGHS-2/PGHS-1 ratio) for PGHS-2. Regardless of the AA source, NS-398 and MK-966 ranked the highest for its selective inhibition for PGHS-2 followed by ibuprofen, indomethacin and then aspirin.

Table 1. IC_{50} values of NSAIDs for PGHS-1 or PGHS-2 enzymes. (Adapted from Kirtikara et al. *Inflammation Research* 50, 2001: 327-332)

	PGHS-1	PGHS-2	IC_{50}
	IC_{50} [μM] ± SE (n)	IC_{50} [μM]± SE (n)	PGHS-2 /-1 (rank)
Exogenous AA			
Aspirin	23.4 ± 2.67 (3)	75.8 ± 31.0 (3)	3.2 (4)
Ibuprofen	7.62 ± 3.55 (4)	0.40 ± 0.17 (3)	0.05 (2)
Indomethacin	0.007 ± 0.003 (4)	0.018 ± 0.006 (3)	2.6 (3)
NS-398	>32.0	0.17 ± 0.01 (4)	n.d. (1=)
MK-966	>3.2	0.028 ± 0.001 (4)	n.d. (1=)
A23187			
Aspirin	11.41 ± 3.71 (6)	19.8 ± 11.2 (4)	1.7 (4)
Ibuprofen	0.53 ± 0.26 (4)	0.31 ± 0.23 (5)	0.6 (2)
Indomethacin	0.005 ± 0.003 (7)	0.006 ± 0.002 (9)	1.2 (3)
NS-398	>32.0	0.01 ± 0.01 (4)	n.d. (1=)
MK-966	>3.2	0.005 ± 0.003 (4)	n.d. (1=)

Remark: Enzyme activities were measured and IC_{50}s of each enzyme were determined. Rank of each NSAID was calculated from the ratio of IC_{50} of PGHS-2/IC_{50} of PGHS-1 to represent the selectivity for PGHS-2. The highest concentrations of NS-398 and MK-966 used were 32 μM and 3.2 μM, respectively. Smaller ranking numbers correlate with PGHS-2 selectivity. (1=) indicates that both NS-398 and MK-966 are PGHS-2 selective inhibitors. n.d.= not determined.

Discussion

In this study, we have shown that PGHS-1 and PGHS-2 null cell lines provide a convenient and reliable whole cell assay system useful for testing compounds to determine their isozyme selectivity based on IC_{50} values of PGHS-1 and PGHS-2. These cell lines have been thoroughly studied and were shown to express inherently higher levels of both PGHS-1 or PGHS-2 than levels expressed in control (wild-type) cells. Therefore, the levels of PGE_2 can be measured easily without the need of any treatment to induce PGHS-2 expression/activity. As reported previously, these cell lines are also very responsive to agonists including interleukin-1β, tumor necrosis factor α, fibroblast growth factor, and phorbol esters (PMA).

In order to verify the potential value of the PGHS-null cell lines as a test system for screening PGHS-2 selective inhibitors, we used them to determine the IC_{50}s for three widely used NSAIDs and two new PGHS-2 selective inhibitors, and then compared their IC_{50} ratios of PGHS-2/PGHS-1 with previous reports. The PGHS-null cell system offers the advantage of being able to compare effects of drugs on PGHS isozymes in intact cells of the same lineage rather than comparing data gathered from among purified enzyme assays, cell-free extracts, cell fractions or different cell types. Of course, variables such as length of incubation with NSAIDs, sources and concentrations of substrate, type of drug vehicle used, and preincubation times with drugs, each contributes to discrepancies in PGHS-2/PGHS-1 IC_{50} ratios among individual reports. As an example, aspirin PGHS-2/PGHS-1 IC_{50} ratios vary from 166 to 3.8 in different reports while those of indomethacin vary from 60 to 0.25 in others (Chulada and Langenbach, 1997; Kawai et al., 1998; Vane and Botting, 1995; Warner et al., 1999). Therefore, it seems that the validity of the comparison may only be as good as the PGHS 'system' in which the drugs are compared. Clearly, the relative efficacy of a particular drug using the same system can be compared directly and ranked accordingly to help predict the effects of drugs in patients

based on the assumption that the more selective the PGHS-2 inhibitor the less side effects it should generate.

In our PGHS-null, whole cell system, with exogenous AA added, indomethacin is the most potent PGHS-1 and PGHS-2 inhibitor among the three drugs and belonged to the group exhibiting almost no preference between PGHS-1 and PGHS-2, with IC_{50} values in the range of 10^{-9}-10^{-8} M whereas aspirin is the least potent inhibitor with the IC_{50} values in the range of 10^{-5} M. For drugs in this non-selective group, ibuprofen is the most selective for PGHS-2, while indomethacin is less selective, and aspirin is the least selective in the presence of exogenous AA. This ranking of the IC_{50} ratio correlates well with the studies reported by Cryer and Feldman (1998) using *ex vivo* whole blood assay and by Vane and Botting (1995) also using a whole cell system. The study by Chulada and Langenbach (1997) also indicated that with exogenous AA, indomethacin is more selective to PGHS-2 than aspirin. In addition, Meade et al. (1993) reported that ibuprofen is more selective to PGHS-2 than indomethacin. Thus, the findings obtained using our system yielded similar results to earlier studies on PGHS-2 selectivity in various test systems: ibuprofen > indomethacin >aspirin.

Our results from the experiments with A23187-derived endogenous AA showed that indomethacin is the most potent inhibitor for both PGHS-1 and PGHS-2 with the IC_{50} values in the range of 10^{-9} M while aspirin is the least potent inhibitor with the IC_{50} ratio of approximately 10^{-5} M. PGHS-2/PGHS-1 IC_{50} ratios ranked ibuprofen as a better PGHS-2 selective inhibitor than indomethacin, and again aspirin as the least selective. These results agree with the data obtained from cells incubated with exogenous AA. This ranking is also in agreement with the studies of NSAID-induced GI toxicity in humans showing that ibuprofen generated fewer side effects than either indomethacin or aspirin (Blechman et al., 1975). Our data also indicate that in order to efficiently predict the potential side effects of any NSAIDs in patients, we could employ either external or internal source of AA in our test system. In addition, when we examined the results of MK-966 and NS-398, we found that regardless of the AA sources, these two PGHS-2 selective inhibitors clearly preferentially inhibited PGHS-2 activity. However, when we compared the PGHS-2 IC_{50} values of these two inhibitors obtained using our PGHS null cell system with the values derived from the human whole blood assay (WBA) and William Harvey human modified whole blood assay (WHMA), which utilizes an internal arachidonic acid source (Warner et al., 1999), we found that in our system, MK-966 was more potent than NS-398 in inhibiting PGHS-2 activity, while the opposite was observed in the human systems.

Other limitations in using different types of cells as sources of PGHS-1 and PGHS-2 enzymes could include differential abilities of potential inhibitors to enter the cells. Moreover, different types of cells might utilize different pathways in eliminating or sequestering foreign compounds, and when cells with transfected PGHS-1 or PGHS-2 are used, the possibility that alternate PGHS isozymes are present cannot be completely ignored. Discrepancies such as these could easily account for the variability in calculating IC_{50} values using different assay systems. Although results obtained from pure enzyme screening is fast, it may not represent the real physiological conditions under which drug molecules interact with the target enzyme in the cytosolic milieu.

Conclusions

In summary, we have presented a comparison of pharmacological profiles for three different widely used NSAIDs and two new PGHS-2 selective inhibitors utilizing a PGHS-null, whole-cell assay system. Regardless of the AA sources, the pharmacological profile obtained from our system was similar to the previously reported data from other whole cell assay systems. While it is possible that PGE_2 synthase levels may be altered in both PGHS-deficient cell types, the five NSAIDs that we used in these experiments are known PGHS inhibitors. Therefore, results showing a correlation with data from our system with other experimental assay systems would seem to indicate that the PGHS-null cell system can be used to test efficacy of PGHS isozyme-specific inhibitors regardless of PGE_2 synthase levels. In conclusion, our whole cell assay system offers the following advantages: 1) cells used as sources of PGHS-1 and PGHS-2 are the same type of cell (lung fibroblasts) and each completely lacks the alternate form of PGHS allowing for direct comparison of PGHS-1 and -2 activity in cells exhibiting similar physiological properties, 2) PGE_2 is by far the predominant eicosanoid produced by these two cell lines so that only one type of eicosanoid measuring system is

required, and 3) each respective PGHS isozyme is expressed at high levels eliminating the need to stimulate cells in order to induce the expression of PGHS-2. Currently, this new assay system is routinely used to screen anti-inflammatory compounds from natural resources at BIOTEC.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grants BRT 643004 and 641007. We wish to express our sincere thanks to Dr. Leslie R. Ballou, University of Tennessee, TN, USA for providing the PGHS-deficient cell lines and valuable comments.

References

Berg, J., T. Christoph, M. Widerna and A. Bodenteich. 1997. Isoenzyme-specific cyclooxygenase inhibitors: a whole cell assay system using the human erythroleukemic cell line HEL and the human monocytic cell line Mono Mac 6. *J. Pharmacol. Toxicol. Methods*. 37: 179-86.

Blechman, W.J., F.R. Schmid, P.A. April, C.H. Wilson, Jr. and C.D Brooks. 1975. Ibuprofen or aspirin in rheumatoid arthritis therapy. *Jama* 233: 336-40.

Chulada, P.C. and R. Langenbach. 1997. Differential inhibition of murine prostaglandin synthase-1 and -2 by nonsteroidal anti-inflammatory drugs using exogenous and endogenous sources of arachidonic acid. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 280: 606-13.

Cryer, B. and M. Feldman. 1998. Cyclooxygenase-1 and cyclooxygenase-2 selectivity of widely used nonsteroidal anti-inflammatory drugs. *Am. J. Med.* 104: 413-21.

Goetzl, E.J., S. An and W.L. Smith. 1995. Specificity of expression and effects of eicosanoid mediators in normal physiology and human diseases. *FASEB. J.* 9: 1051-1058.

Grossman, C.J., J. Wiseman, F.S. Lucas, M.A. Trevethick and P.J. Birch. 1995. Inhibition of constitutive and inducible cyclooxygenase activity in human platelets and mononuclear cells by NSAIDs and Cox 2 inhibitors. *Inflamm. Res*. 44: 253-7.

Herschman, H. 1996. Prostaglandin synthase 2. *Biochim. Biophys. Acta.* 1299: 125-140.

Herschman, H.R., R.S. Gilbert, W. Xie, S. Luner and S.T. Reddy. 1995. The regulation and role of TIS10 prostaglandin synthase-2. *Adv. Prostaglandin. Thromboxane. Leukot. Res*. 23: 23-28.

Hla, T. and K. Neilson. 1992. Human cyclooxygenase-2 cDNA. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 89: 7384-7388.

Kawai, S., S. Nishida, M. Kato, Y. Furumaya, R. Okamoto, T. Koshino and Y. Mizushima. 1998. Comparison of cyclooxygenase-1 and -2 inhibitory activities of various nonsteroidal anti-inflammatory drugs using human platelets and synovial cells. *Eur. J. Pharmacol.* 347: 87-94.

Kirtikara, K., S.G.R Morham, S.J.F. Laulederkind, T. Kanekura, S. Goorha and L. Ballou. 1998. Compensatory prostaglandin E2 biosynthesis in cyclooxygenase 1 or 2 null cells. *J. Exp. Med*. 187: 517-523.

Kirtikara, K., S. Swangkul and L.R. Ballou. 2001. The analysis of nonsteroidal antiinflammatory drug selectivity in prostaglandin G/H synthase (PGHS)-null cells. *Inflamm. Res.* 50: 327-332.

Laneuville, O., D.K. Breuer, D.L. Dewitt, T. Hla, C.D. Funk and W.L. Smith. 1994. Differential inhibition of human prostaglandin endoperoxide H synthases- 1 and -2 by nonsteroidal anti-inflammatory drugs. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 271: 927-34.

Masferrer, J.L., B.S. Zweifel, P.T. Manning, S.D.Hauser, K.M. Leahy, W.G. Smith, P.C. Isakson and K. Seibert. 1994. Selective inhibition of inducible cyclooxygenase 2 in vivo is antiinflammatory and nonulcerogenic. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A*. 91: 3228-32.

Meade, E.A., W.L. Smith and D.L. DeWitt.1993. Differential inhibition of prostaglandin endoperoxide synthase (cyclooxygenase) isozymes by aspirin and other non-steroidal anti- inflammatory drugs. *J. Biol. Chem.* 268: 6610-4.

Mitchell, J.A., P. Akarasereenont, C. Thiemermann, R.J. Flower and J.R. Vane. 1993. Selectivity of nonsteroidal antiinflammatory drugs as inhibitors of constitutive and inducible cyclooxygenase. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A*. 90: 11693-7.

Simmons, D.L., W. Xie, G. Evett, J. Merrill, D.L. Robertson and W.S. Bradshaw. 1993. Drug inhibition and cellular regulation of prostaglandin G/H synthase isoenzyme 2. *J. Lipid Mediat.* 6: 113-7.

Smith, J.B. and A.L. Willis. 1971. Aspirin selectively inhibits prostaglandin production in human platelets. *Nat. New. Biol*. 231: 235-7.

Smith, W.L. 1992. Prostanoid biosynthesis and mechanisms of action. *Am. J. Physiol.* 263: F181-91.

Smith, W.L. and D.L. De Witt. 1995. Biochemistry of prostaglandin endoperoxide H synthase-1 and synthase-2 and their differential susceptibility to nonsteroidal anti-inflammatory drugs. *Semin. Nephrol.* 15: 179-94.

Smith, W.L., R.M. Garavito and D.L. De Witt. 1996. Prostaglandin endoperoxide H synthase (cyclooxygenases)-1 and -2. *J. Biol. Chem.* 271: 33157-33160.

Vane, J.R. 1971. Inhibition of prostaglandin synthesis as a mechanism of action for aspirin-like drugs. *Nat. New. Biol*. 231: 232-5.

Vane, J.R. and R.M Botting. 1995. New insights into the mode of action of anti-inflammatory drugs. *Inflamm. Res.* 44: 1-10.

Warner, T.D., F. Giuliano, I. Vojnovic, A. Bukasa, J.A. Mitchell and J.R. Vane. 1999. Nonsteroid drug selectivities for cyclo-oxygenase-1 rather than cyclo- oxygenase-2 are associated with human gastrointestinal toxicity: a full in vitro analysis [published erratum appears in Proc Natl Acad Sci U.S.A. 1999 Aug 17; 96(17): 9666]. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A*. 96: 7563-8.

Yamazaki, R., S. Kawai, T. Matsuzaki, N. Kaneda, S. Hashimoto, T. Yokokura, R. Okamoto, T. Koshino and Y. Mizushima. 1997. Aceclofenac blocks prostaglandin E2 production following its intracellular conversion into cyclooxygenase inhibitors. *Eur. J. Pharmacol*. 329: 181-7.