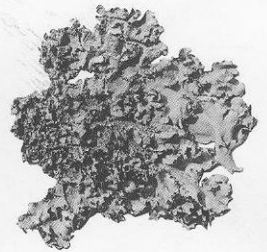
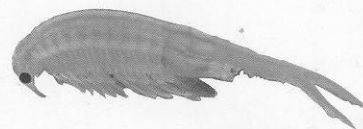
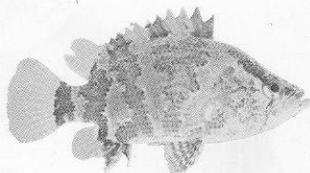
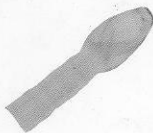
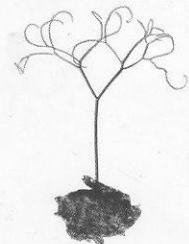
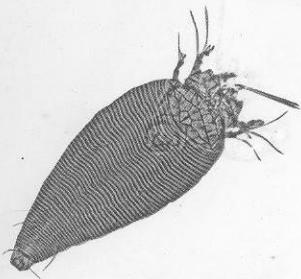
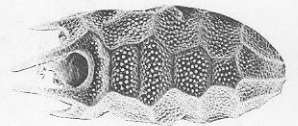


บทความปริทัศน์งานวิจัย ด้านความหลากหลายทางชีวภาพ



ในประเทศไทย

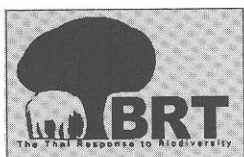
REVIEW OF BIODIVERSITY RESEARCH
IN THAILAND



โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบาย
การจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
Biodiversity Research and Training Program (BRT)

บทความปริทัศน์งานวิจัย
ด้านความหลากหลายทางชีวภาพ
ในประเทศไทย

Review of Biodiversity
Research in Thailand



โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการ
ทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT)
Biodiversity Research and Training Program

บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

Review of Biodiversity Research in Thailand

กองบรรณาธิการ: วิสุทธิ์ ใบไม้, รังสิมา คุ่มหอม, นงลักษณ์ ชมภูวิเศษ, สมเกียรติ เมฆเรืองรัมย์, อุทัย ตรีสุคนธ์, อำไพ พฤษสิบลี, จตุพร ศรีสว่าง, ฤดี รอดรุ่งเรือง, กมลวรรณ เอี่ยมกุล และ แสงดาว ปิยศทิพย์

จัดพิมพ์โดย: โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT)
ชั้น 15 อาคารมหานครยิบซัม 539/2 ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 642 5322 ต่อ 255-262, 280 โทรสาร 642 5163 <http://brt.biotech.or.th>

ภาพปก: ภาพสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ที่ค้นพบโดยนักวิจัยไทย ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากโครงการ BRT
ลำดับภาพตามเข็มนาฬิกา: 1. หอยทากจิ๋ว (*Montapiculus proboscidea* Panha and Burch, X15); 2. ไส้เดือน (*Pamotrema thailandicum* Elix and Pooprang, X0.3); 3. โรติเฟอร์ (*Keratella* sp., X300); 4. ราน้ำ (*Dictyochaeta* sp., X40); 5. ไรน้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis* Sanoamuang and Sangphun, X2); 6. ปลาเลื่อดำ (*Nandus oxyrhynchus* Ng, Vidthayanon and Ng, X0.5); 7. หนอนพยาธิ (*Circumoncobothrium baimaii* Wongsawad and Jadhav, X5); 8. ไรสีชา (*Vilala thunbergiae* Chandrapatya and Boczek, X200); 9. ไดโนแฟลกเจลเลต (*Dinophysis* sp., X500); 10. กระชาย (*Boesenbergia baimaii* Saensouk and Larsen, X1); 11. ตัวงูปลีตัว (*Synopsis boonlongi* Hanboonsong and Masumoto, X0.5); 12. ผีเสื้อหนอนคืบ (*Biston mediomaculata* Permkam, X2)
ปกหลัง: ภาพลำน้ำแควใหญ่ตอนบน กาญจนบุรี โดยความเอื้อเฟื้อจากคุณทิพย์รัตน์ หาญสืบสาย (ว.ส.ย.)

จำนวนพิมพ์: 1,500 เล่ม

พิมพ์ที่: Work Press Printing, โทรศัพท์ 966 5073
กันยายน 2543

ISBN: 974-7581-02-7

สารบัญ

รายชื่อผู้เขียน	ก
คำนำ	ค
1. แพลงก์ตอน ลัดดา วงศ์รัตน์	1
2. สหราชอาณาจักรและแนวทางการพัฒนา กาญจนาภรณ์ ลีวโนมนต์	21
3. สหราชอาณาจักรกับการใช้ประโยชน์ อาภารัตน์ มหาชนธ์	39
4. ไลเคน กัณห์รีย์ บุญประกอบ	66
5. การศึกษาด้านพืช ประนอม จันทรโนทัย และก่องกานดา ชยามฤต	78
6. ไรสีชา อังศุมาลย์ จันทรอาทิตย์	89
7. หอยทากบก สมศักดิ์ ปัญหา	110
8. การศึกษาด้านแมลง อุษณ ลีวานิช	127
9. แมลงน้ำกับสถานการณ์ปัจจุบันด้านสิ่งแวดล้อม พรทิพย์ จันทรมงคล	140
10. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลาน กำธร ธีรคุปต์	149
11. An Overview of Ornithological Studies in Thailand Philip Round and Pilai Poonsawad	172
12. แบคทีเรียและยีสต์: การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ มาลี สุวรรณอัคร์, วันเชิญ โพธาเจริญ และไพพรรณ บุตทะ	203
13. เห็ดรา เลขา มาโนช	219
14. นิเวศวิทยา การจัดการทรัพยากร และภูมิปัญญาท้องถิ่น สมโภชน์ ศรีโกสามาตร	247

15. พันธุศาสตร์ด้านสัตว์น้ำ อำนวยการ จรดวง	272
16. พันธุศาสตร์ด้านปศุสัตว์ วนิดา กำเนิดเพ็ชร	288
17. พันธุศาสตร์ด้านแมลง เจสียว กว้างคะดิลก	299
18. พันธุศาสตร์ด้านสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สังวรรณ กิจทวี	317
19. พันธุศาสตร์ด้านพืชเศรษฐกิจ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์	330
20. พันธุศาสตร์ด้านพืชสมุนไพร วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล	340
21. พันธุศาสตร์ด้านป่าไม้ สุจิตรา งามตระกูล	345
22. พันธุศาสตร์ด้านสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก สมาสี ตั้งประดักกุล	361

รายชื่อผู้เขียน

ดร. ก้องกานดา ชยามฤต

ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 561 4824 โทรสาร 561 4824 Email: kchayama@mozart.inet.co.th

ผศ. กณทรัพย์ บุญประกอบ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ถ. รามคำแหง หัวหมาก กรุงเทพฯ 10240

โทรศัพท์ 310 8395 โทรสาร 310 8380 Email: kansri@ram1.ru.ac.th

ศ. กาญจนภาชน์ ลิ้มโนมนต์

ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 579 5575 โทรสาร 579 5576 Email: ffiskpl@ku.ac.th

ผศ. กำธร อีรคุปต์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ. พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 218 5259 โทรสาร 218 5386 Email: kumthorn@mail.sc.chula.ac.th

รศ. เฉลียว กูวักคะติลก

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถ. พระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 246 0063 ต่อ 2505 โทรสาร 247 0079 Email: scckv@mucc.mahidol.ac.th

รศ. ประนอม จันทระโนทัย

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ถ. มิตรภาพ อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ 043 342 908 ต่อ 123 โทรสาร 043 342908 Email: pranom@kku.ac.th

ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถ. ห้วยแก้ว อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50202

โทรศัพท์ 053 943 346-8 โทรสาร 053 892 259 Email: scoi012@chiangmail.ac.th

รศ. พิไล พูลสวัสดิ์

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถ. พระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 246 0063 ต่อ 4604 โทรสาร 246 3026 Email: sspps@mucc.mahidol.ac.th

ศ. พิระศักดิ์ ศรีนิเวศน์

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73170

โทรศัพท์ (034) 351392, 351887 โทรสาร (034) 281083 Email: agrpss@nontri.ku.ac.th

นางไพพรรณ บุตทะ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 579 1121-30 ต่อ 2304 โทรสาร 561 4771 Email: mircen@tistr.or.th

ดร. มาลี สุวรรณอดิ

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

73/1 ถ. พระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 644 8150-9 ต่อ 520 โทรสาร 644 8107

Email: malee@biotec.or.th

ศ. ลัดดา วงศ์รัตน์

ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 579 5575 โทรสาร 579 5576 Email: ffisldwl@ku.ac.th

รศ. เลขา มาโนช

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 579 1026 โทรสาร 579 6152 Email: agrlkm@ku.ac.th

ช รายชื่อผู้เขียน

รศ. วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล

ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถ. ศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 644 8677-90 ต่อ 1511-12 โทรสาร 644 8696 Email: pywck@mahidol.ac.th

ดร. วณิดา กำเนิดเพ็ชร

กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 255 1315, 252 7843-5 ต่อ 108 โทรสาร 255 1315 Email: v_khumnirdpetch@hotmail.com

นางวันเชิญ โพธาเจริญ

ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

73/1 ถ. พระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 644 8150-9 ต่อ 520 โทรสาร 644 8107

Email: wanchern@biotec.or.th

รศ. สมโภชน์ ศรีโกสามาตร

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถ. พระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 246 0063 ต่อ 2501 โทรสาร 644 5423 Email: scsrk@mahidol.ac.th

รศ. สมศักดิ์ ปัญหา

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ. พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 218 5273 โทรสาร 253 0337 Email: somsakp@sc.chula.ac.th

รศ. สังวรณ กิจทวี

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถ. พระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 246 0063 ต่อ 2507 โทรสาร 247 0079 Email: grsrt@mahidol.ac.th

ดร. สุจิตรา จางตระกูล

ห้องปฏิบัติการ DNA และ Isoenzyme เทคโนโลยีชีวภาพ ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้

ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 561 4292-3 ต่อ 440-1 โทรสาร 579 9576

Email: suchitra@mozart.inet.co.th, silvic28@forest.go.th

ผศ. สุมาลี ตั้งประดับกุล

ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถ. พระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 246 1360 ต่อ 3301 โทรสาร 248 0375 Email: scstp@mucc.ac.th

ดร. อังณ ลีวานิช

กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 579 4128 ต่อ 120 โทรสาร 579 5583 Email: angoon@doa.go.th

ศ. อังศุมลย์ จันทราปัติย์

ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 579 1027 โทรสาร 561 4882 Email: fagramc@nontri.ku.ac.th

ดร. อาภารัตน์ มหาชนันท์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 579 1121-30 ต่อ 2302 โทรสาร 579 9542 Email: tjstr@mozart.inet.co.th

รศ. อำนวย จรดวง

ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ. พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 942 8716-7 โทรสาร 579 5528 Email: fscianj@nontri.ku.ac.th

Mr. Philip Round

Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University, Rama VI Road Rajdhevee, Bangkok 10400

Tel: 247 7051 Fax: 247 7051 Email: pdround@ksc.th.com

คำนำ

“ทรัพย์สินในดินสิ้นในน้ำ” เป็นคำพูดติดปากชาวไทยในอดีต สะท้อนให้เห็นถึงวิถีชีวิตไทยที่อาศัยอยู่กับทรัพย์สินธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ แต่มาบัดนี้ คำกล่าวนี้จะเลื่อนลงหายไปจากประเทศไทย เพราะเราได้สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพไปมากมาย จากการทำลายป่าในทุกภูมิภาคของประเทศ ตามกระแสการพัฒนาแบบตะวันตกในช่วงเวลา 40 ปี ที่ผ่านมา เราได้สูญเสียทรัพยากรชีวภาพที่ทรงคุณค่าไปอย่างน่าเสียดาย โดยที่เราไม่สามารถจะเรียกร้องหรือกระทำการใดๆ ให้สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นได้กลับคืนมาดังเดิม เราไม่ได้ใส่ใจในคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพที่เคยมีอยู่ในบ้านเรา แต่กลับไปสนใจในสิ่งที่ต่างชาติหยิบยื่นให้ภายใต้ความรู้ลึกลับคิดว่า “ของต่างชาติดีกว่าของไทยเสมอ” เสมือนหนึ่งว่า “อยู่ใกล้เกลือกินด่าง” ฉะนั้นดิฉันนั้น

มนุษย์จะต้องคำนึงอยู่เสมอว่า สิ่งมีชีวิตหลายชนิดในโลกนี้จะมีชีวิตอยู่ได้ภายใต้สภาวะการณ์สิ่งแวดล้อมที่แปรเปลี่ยนไปตามธรรมชาติ โดยไม่ต้องมีมนุษย์ร่วมอยู่ด้วย แต่มนุษย์จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ถ้าไม่มีความหลากหลายของสรรพชีวิต เพราะมนุษย์เป็นเพียงสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งในจำนวนหลายสิบล้านชนิดที่ปรากฏอยู่ในโลก และต้องพึ่งพาอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อเป็นปัจจัยสี่ในการดำรงชีพ อาจกล่าวได้ว่าธรรมชาติมีคุณช่วยค่าจุนชีวิตและจิตใจของมนุษย์อย่างแท้จริง ดังนั้น มนุษย์จะต้องเรียนรู้และยอมรับ ตลอดจนทำความเข้าใจในความหลากหลายทางชีวภาพที่มีความซับซ้อนและอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม และรู้จักใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพที่ทรงคุณค่าเหล่านั้นอย่างเฉลียวฉลาด เพราะถ้ามนุษย์นำความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้อย่างไม่ชาญฉลาด และไม่เหมาะสมกับสมดุลธรรมชาติแล้ว มนุษย์อาจจะ “ก้าวพลาด” แทนที่จะ “ก้าวหน้า” อย่างที่ทุกคนปรารถนา และ “การก้าวพลาด” เพียงเล็กน้อย อาจจะกลายเป็นจุดเริ่มต้นของการเดินทางไปสู่จุดจบของมนุษยชาติได้ก่อนเวลาอันควร โดยเฉพาะในโลกยุคโลกาภิวัตน์ที่อาจกลายเป็นโลกาวิบัติได้อย่างที่ไม่มีใครคาดคิด

บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพที่โครงการ BRT ได้รวบรวมไว้ในหนังสือเล่มนี้ ได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากนักชีววิทยาและนักวิชาการไทย ที่ได้กรุณารวบรวมข้อมูลทางวิชาการ และผลงานการวิจัยที่เคยมีการทำไว้ในอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยจัดเป็นกลุ่มชนิดสิ่งมีชีวิตและกลุ่มสาขาวิชาการรวม 22 เรื่อง เพื่อประเมินสถานภาพของความรู้พื้นฐานด้านชีววิทยาที่เรามีอยู่ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มเติมในส่วนที่ยังขาดหายไป หรือมุ่งเน้นการวิจัยในส่วนที่ยังไม่ได้ดำเนินการ เพื่อเป็นฐานรากสำคัญในการบริหารจัดการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพของชาติอย่างยั่งยืน

ในนามของโครงการ BRT กระผมใคร่ขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านและผู้ที่มีส่วนร่วมในการจัดทำหนังสือเล่มนี้ที่ช่วยสร้างสรรค์ผลงานวิชาการที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาองค์ความรู้ให้กว้างไกลต่อไป

ศ. วิสุทธิ์ ใบไม้
กันยายน 2543

1. แพลงก์ตอน

บทคัดย่อ

การศึกษาแพลงก์ตอนในประเทศไทยได้เริ่มทำกันมานานแล้ว แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า นักแพลงก์ตอนวิทยาเพียงไม่กี่คนที่ทำงานด้านนี้อย่างต่อเนื่อง เพราะการศึกษาแพลงก์ตอนมีข้อจำกัดหลายประการ ปัญหาที่สำคัญได้แก่ การขาดแคลนทุนวิจัย และคู่มือจำแนกแยกแพลงก์ตอน โดยเฉพาะแพลงก์ตอนในเขตร้อน รวมทั้งไม่ได้รับการสนับสนุนจากผู้บังคับบัญชา นิสิตนักศึกษาจำนวนมากที่ทำการวิจัยด้านแพลงก์ตอน เมื่อจบการศึกษาแล้วมีน้อยคนที่ทำงานด้านนี้ เพราะไม่มีงานที่เกี่ยวข้องมารองรับ ดังนั้นนักวิจัยรุ่นใหม่จึงลดน้อยลง งานวิจัยที่ควรสนับสนุนให้ทำอย่างเร่งด่วน ได้แก่ ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็ม และแพลงก์ตอนพืชที่มีหนวด เพื่อจัดทำรายชื่อนชนิดของแพลงก์ตอนในประเทศไทยได้ครบถ้วน เนื่องจากองค์ประกอบชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนเป็นผลจากความสัมพันธ์อันซับซ้อนของกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ดังนั้น การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม จากชุมชน และแหล่งเกษตรกรรม จะช่วยอนุรักษ์ชุมชนของแพลงก์ตอนซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร และระบบนิเวศทางน้ำ การตรวจเอกสารครั้งนี้ได้รวบรวมจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนทุกกลุ่มเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดของประเทศหรือภูมิภาคใกล้เคียงด้วย

1.1 บทนำ

แพลงก์ตอน (plankton) หมายถึง สิ่งมีชีวิตซึ่งลอยอยู่ในน้ำ สุดแต่คลื่นและลมจะพาไป แต่มีแพลงก์ตอนบางกลุ่มสามารถอพยพในแนวตั้ง (vertical migration) ในรอบวัน หรือตามฤดูกาล ซึ่งสามารถทำได้เฉพาะในแหล่งน้ำนิ่งเท่านั้น แพลงก์ตอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก กลุ่มที่มีขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น หนอนธนู หริวุ่น แมงกะพรุน เป็นต้น แพลงก์ตอนสามารถแบ่งออกได้หลายประเภท ดังนี้

- ลักษณะการกินอาหาร ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืชจัดเป็นผู้สร้าง (producer) แพลงก์ตอนสัตว์จัดเป็นผู้กิน (consumer)
- แหล่งที่อยู่ ได้แก่ แพลงก์ตอนน้ำจืด แพลงก์ตอนทะเล แพลงก์ตอนน้ำกร่อย ซึ่งอาจแบ่งย่อยออกไปอีก เช่น แพลงก์ตอนน้ำจืด แบ่งเป็น

แพลงก์ตอนแม่น้ำ แพลงก์ตอนทะเลสาบ ฯลฯ ส่วนแพลงก์ตอนน้ำเค็ม แบ่งเป็นแพลงก์ตอนชายฝั่ง (neritic plankton) แพลงก์ตอนทะเลลึก (oceanic plankton) เป็นต้น

- ขนาด เกณฑ์การแบ่งมีหลายเกณฑ์ ถ้าแบ่งอย่างละเอียด มีดังนี้ picoplankton 0.2-2 ไมครอน nanoplankton 2-20 ไมครอน microplankton 20-200 ไมครอน mesoplankton 200 ไมครอน-1 มิลลิเมตร macroplankton เกินกว่า 1 มิลลิเมตร ขึ้นไป

- การแพร่กระจายทางภูมิศาสตร์ โดยแบ่งตามแหล่งที่อยู่ตามภูมิศาสตร์ ได้แก่ แพลงก์ตอนเขตหนาว (boreal plankton) แพลงก์ตอนเขตอบอุ่น (temperate plankton) แพลงก์ตอนเขตร้อน (tropical plankton) เป็นต้น

1.2 อนุกรมวิธาน

อนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนพืชบางกลุ่มมีความยุ่งยาก โดยเฉพาะกลุ่มที่มีหนวด หรือที่เรียกว่า “phytoflagellates” หรือ แพลงก์ตอนพืชมีหนวดที่มีการสังเคราะห์แสง (euglenoids, cryptomonads, chrysomonads, silicoflagellates, prymnesiomonads, prasinomonads, volvocales) ซึ่งเป็นกลุ่มที่นักพฤกษศาสตร์จัดอยู่ในกลุ่ม “algae” และนักสัตววิทยาจัดว่าเป็น protozoan ดังนั้น การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์จึงใช้รหัสหรือกฎนานาชาติที่ว่าด้วยการตั้งชื่อทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบของพืช (International Code of Botanical Nomenclature-ICBN) และระบบของสัตว์ (International Code of Zoological Nomenclature-ICZN) แม้ว่ากฎข้อบังคับของทั้ง 2 ระบบจะคล้ายกันในระดับหลักการ เช่น การบรรยายลักษณะต้องใช้ภาษาละติน เป็นต้น แต่กฎข้อบังคับปลีกย่อยแตกต่างกัน เช่น นักพฤกษศาสตร์ไม่ยินยอมให้ใช้ชื่อสกุลที่เคยถูกใช้มาก่อนในอาณาจักรอื่น ในขณะที่นักสัตววิทยายินยอมให้ใช้ได้ ตัวอย่างเช่น ยูกลีนาอยด์ 2 สกุล ได้แก่ *Peranema* และ *Peranemopsis* ครั้งแรกที่มีการค้นพบ *Peranema* นั้น ได้พบหนวด 1 เส้นที่ยื่นพ้นกัลเลท ต่อมาได้ค้นพบหนวดอีก 1 เส้น หนวดเส้นนี้แบบบางและแนบไปกับเซลล์ ถ้าไม่สังเกตให้ดีจะมองไม่เห็น เมื่อเป็นเช่นนี้จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนชื่อสกุลใหม่ให้เป็น *Pseudoperanema* เนื่องจากชื่อสกุล *Peranema* นี้ไปซ้ำกับชื่อสกุลของเฟิร์นที่ได้ตั้งชื่อมาก่อนในปี ค.ศ. 1825 เพราะเป็นการปฏิบัติตามกฎการเรียงลำดับการตั้งชื่อก่อน “priority” ดังนั้น เฟิร์นสกุล *Peranema* จึงได้รับสิทธิให้คงชื่อไว้ และเป็น valid name ส่วนชื่อ *Peranema* ต้องถูกยกเลิกไป และเปลี่ยนชื่อใหม่เป็น *Pseudoperanema* 1962 ส่วนยูกลีนาอยด์สกุลที่มีลักษณะคล้าย *Peranema* แต่มีหนวด 1 เส้นที่ได้บรรยายลักษณะไว้ในปี ค.ศ. 1940 ได้รับการตั้งชื่อว่า *Peranemopsis* ในกรณีของปัญหานี้ นักสัตววิทยา

ซึ่งจัดว่า *Peranema* เป็นพวกโปรโตซัวนั้น ชื่อ *Peranema* ยังคงเป็น “valid name” เหมือนเดิม

ด้วยเหตุนี้ชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชจึงมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยมาก ทำให้นักวิทยาศาสตร์ที่ไม่ใช่ นักอนุกรมวิธานเกิดความสับสน ตัวอย่างอื่นที่พบในแพลงก์ตอนพืชที่มีหนวดกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต เช่น

Diplopeltopsis Pavillard เปลี่ยนชื่อเป็น *Zygabikodinium* Loeblich & Loeblich เนื่องจากชื่อไปซ้ำกับสกุลหนึ่งของพืช

Goniodoma Stein เปลี่ยนชื่อเป็น *Triadinium* Dodge เพราะชื่อซ้ำกับสกุลหนึ่งของผีเสื้อ

Massartia Conrad เปลี่ยนชื่อเป็น *Katodinium* Fott เพราะชื่อไปซ้ำกับสกุลหนึ่งของเห็ด

นอกจากความยุ่งยากของระบบการตั้งชื่อในกลุ่ม phytoflagellates แล้ว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นแพลงก์ตอนพืชอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งถูกจัดให้อยู่ในพืชชั้นต่ำ “prokaryote” หรือ “prokaryote” ขณะนี้นิยมเรียกว่า cyanobacteria โดยนักแบคทีเรียวิทยา เพราะแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนี้มีโครงสร้างที่เหมือนแบคทีเรียหลายประการ แต่นักพฤกษศาสตร์ยังยืนยันให้อยู่ในกลุ่มของสาหร่ายเหมือนเดิม เพราะเซลล์มีสารสีชนิดคลอโรฟิลล์ เอ ที่ใช้สังเคราะห์แสง รวมทั้งมีการปลดปล่อยออกซิเจนในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากการถกเถียงเรื่องชื่อของสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มาก ฉะนั้นในการประชุมนานาชาติเร็ว ๆ นี้ได้มีการตกลงร่วมกันว่า การตั้งชื่อของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดใหม่ให้ใช้รหัสหรือกฎนานาชาติที่ว่าด้วยการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของแบคทีเรีย แต่ชื่อเดิมที่ได้ตั้งไว้โดยใช้กฎของการตั้งชื่อพืชก็ยังคงเป็น “valid name” ตามเดิม (Watanabe, personal communication)

1.2.1 การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์

เวลาเราคุยกันถึงสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ส่วนใหญ่นิยมใช้ชื่อสามัญ ซึ่งแน่ใจว่าเมื่อเรียกชื่อนั้นแล้วบุคคลที่ร่วมวงด้วยจะรู้จักสิ่งมีชีวิตที่พูดถึงเป็นอย่างดี

แต่ถ้าเปลี่ยนคนที่ร่วมสนทนาด้วย เป็นคนที่อยู่ต่างถิ่นออกไป ชื่อสามัญที่ใช้เรียกนั้นต้องเปลี่ยนไป หรือต้องใช้ชื่ออื่นที่ผู้ร่วมสนทนาด้วยรู้จัก คือ ใช้ชื่อเรียกตามท้องถิ่นเพื่อให้เข้าใจซึ่งกันและกัน เช่น ปลาในสกุล *Notopterus* มีชื่อสามัญแตกต่างกันตามท้องถิ่นของไทย ภาคใต้เรียก “สะตือ” ภาคกลางเรียก “กราย, หางแพน หรือสลาด” ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เรียก “ตอง” (และเรียกต่างชื่อกันไปอีก เช่น ตองจุด ตองลาย) นอกจากนี้ปลาบางชนิดยังมีชื่อเรียกต่างกันอีกตามจังหวัดในแต่ละภาค ที่กล่าวมานี้เป็นตัวอย่างของความยุ่งยากเมื่อใช้ชื่อสามัญในการเรียกชื่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงได้มีการเสนอให้ใช้ชื่อวิทยาศาสตร์เพื่อเรียกชื่อสิ่งมีชีวิตขึ้น เพื่อใช้เป็นชื่อที่เป็นมาตรฐาน ทำให้การสื่อสารระหว่างนักวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น การที่แปลงก็ตอนไม่มีชื่อสามัญ ฉะนั้นชื่อวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญกับแปลงก็ตอนเป็นอย่างยิ่ง

ในกฎข้อบังคับการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ มีมากมาย ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ตั้งขึ้นต้องสื่อความหมายอนุกรมวิธาน (taxonomy or systematics) เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งในการตั้งชื่อสิ่งมีชีวิต หรือการจัดหมวดหมู่ (classification) เช่น เมื่อพูดถึงสาหร่ายขนแมว เป็นการพูดอย่างกว้าง ๆ ซึ่งหมายถึง สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยเฉพาะสกุล *Oscillatoria* ที่มักเกิดการบลูมในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งไม่ได้ระบุถึง *Oscillatoria* ชนิดใด ส่วนประกอบของการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์คือ คำบรรยายลักษณะชนิดอย่างละเอียด ในอดีตจะมีเฉพาะรายละเอียดของรูปร่างลักษณะ ขนาด แหล่งที่พบ แต่ในปัจจุบันได้มีการเพิ่มรายละเอียดด้านสรีรวิทยา ชีวเคมี และชีววิทยาโมเลกุลเข้าไปด้วย เนื่องจากนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความหลากหลายในด้านรูปร่างลักษณะ ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นนักอนุกรมวิธานสมัยใหม่จะบรรยายลักษณะชนิดในรูปแบบของประชากร กล่าวคือ มีรูปร่างลักษณะที่แน่นอน มีพฤติกรรมที่เด่นชัด อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่เฉพาะ

เจาะจง (โดยเฉพาะสัตว์) และมีการสืบพันธุ์อยู่ในกลุ่มเดียวกัน จะเห็นได้ว่าการที่จะบรรยายลักษณะที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะนอกจากการสังเกตในภาคสนามแล้ว ยังศึกษาด้านอื่นนอกเหนือจากรูปร่างลักษณะในห้องปฏิบัติการ หรือพิพิธภัณฑ์ประกอบด้วย ด้วยเหตุที่นักอนุกรมวิธานวิทยาได้พัฒนาเทคนิคที่ใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตให้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าในอดีต ข้อมูลที่ได้จึงสามารถนำมาใช้ประกอบการเปลี่ยนชื่อวิทยาศาสตร์ การปรับปรุงระบบการจัดหมวดหมู่ การตั้งชื่อสกุลใหม่ การย้ายไปอยู่ในสกุลอื่น เป็นต้น

1.2.2 ประวัติการตั้งชื่อ

หลักการพื้นฐานของการจัดหมวดหมู่ทางวิทยาศาสตร์คือ binomen ระบบนี้เริ่มต้นในปี ค.ศ. 1753 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดน ชื่อ Karl Linne', (หรือชื่อละติน Linneus) ที่เสนอให้สัตว์มีชื่อ 2 ชื่อ คือชื่อสกุล (genus) และชื่อชนิด (species) ตัวอย่างเช่น *Homarus americanus* ซึ่งเป็นชื่อ 2 ชื่อ (binomen) ของ กุ้งมังกร (American lobster) *Homarus* เป็นชื่อสกุล ซึ่งอักษรตัวแรกต้องเป็นอักษรตัวใหญ่เสมอ ชื่อสกุลต้องพิมพ์ด้วยอักษรตัวเอน หรือเป็นอักษรตัวตรงแล้วขีดเส้นใต้ ชื่อสกุลเปรียบเสมือนชื่อนามสกุล ส่วน *americanus* เป็นชื่อชนิด อักษรตัวแรกเป็นตัวอักษรเล็กเสมอ และต้องพิมพ์ด้วยอักษรตัวเอนหรืออักษรตัวตรงแล้วขีดเส้นใต้เสมอ ชื่อชนิดเปรียบเสมือนชื่อตัว หรือชื่อต้น (first name) บางครั้งมีชื่อที่สามตามหลักชื่อ 2 ชื่อที่กล่าวมาแล้ว เช่น *H. americanus americanus* ชื่อที่สามนี้เป็นชื่อ subspecies หรือชื่อวารีอิดี (varietal name) สิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่มีชื่อที่สามเสมอไป

ผู้อ่านคงจะสังเกตว่า เมื่อกล่าวถึงชื่อสกุลครั้งที่สอง (หรือครั้งต่อไป) ได้ใช้ตัวย่อ “H.” แทนการใช้ชื่อเต็ม (*Homarus*) วิธีการนี้นิยมใช้กันในการเขียนบทความวิทยาศาสตร์ทั่วไป อย่างไรก็ตามควรระมัดระวังการย่อชื่อสกุล ในกรณีที่ในบทความนั้นมีสกุลอื่นที่ขึ้นต้นด้วยอักษร H เหมือนกัน การใช้อักษร

ย่อแทนชื่อเต็มจะทำให้เกิดความสับสน เช่น บทความที่กล่าวถึง *Homarus americanus* นั้นได้พูดถึง hydroid ชนิด *Hydra oligactis* ด้วย เมื่อจะใช้ตัวย่อของชื่อทั้งสองคือ “H.” ต้องใช้อย่างระมัดระวัง หรือไม่ก็หลีกเลี่ยงการใช้โดยใช้ชื่อเต็มของทั้ง 2 สกุลไปเลย เพื่อป้องกันความสับสน บางครั้งนักวิจัย (ที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ศึกษาอยู่) ไม่สามารถจำแนกกุ้งมังกรจนถึงระดับชนิดได้ หากมีชนิดเดียวชื่อที่เหมาะสมควรใช้ *Homarus* sp. หรือถ้ามีหลายชนิดในสกุล *Homarus* ซึ่งไม่สามารถจำแนกชนิดได้ ชื่อที่เหมาะสมควรเป็น *Homarus* spp. (คำ sp. และ spp. ต้องพิมพ์ด้วยอักษรตัวตรง และไม่ขีดเส้นใต้)

ตามกฎหมายหรือรหัสนานาชาติว่าด้วยการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ ทั้งพืชและสัตว์ระบุว่า ชื่อวิทยาศาสตร์ต้องมีชื่อบุคคลแรก (first author) ที่ค้นพบและ/หรือเขียนคำบรรยายลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้นต่อท้ายชื่อชนิด เช่น *Plasmodium ovale* Steven ชื่อของ author อาจมี 1-3 คน แต่ไม่นิยมให้มีมาก ส่วนใหญ่จะพบ author จำนวน 1-2 คน ชื่อของ author จะช่วยให้นักวิชาการสามารถค้นคำบรรยายดั้งเดิม (original description) ของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการศึกษาได้ บางครั้งจะพบชื่อ *Plasmodium vivax* (Grassi and Faletti) ซึ่งหมายถึงชนิด *vivax* ถูกตั้งชื่อครั้งแรก โดย Grassi and Faletti ภายใต้ชื่อสกุลอื่นที่ไม่ใช่สกุล *Plasmodium* ต่อมาได้มีนักวิชาการย้ายชนิดนี้ไปอยู่ภายใต้สกุล *Plasmodium* ชื่อของ authors จึงต้องใส่วงเล็บ แต่ถ้าเป็นชื่อวิทยาศาสตร์ของพืช เมื่อมีการเปลี่ยนชื่อวิทยาศาสตร์ จะต้องใส่ชื่อนักวิชาการที่ทำการแก้ไขต่อท้ายชื่อ author (ในวงเล็บ) อีก

1.2.3 รหัส (code)

ในอดีตคำบรรยายเกี่ยวกับรายละเอียดของชนิดที่เป็น new species จะถูกบรรยายเป็นภาษาหลายภาษาด้วยกัน และถูกตีพิมพ์ในวารสารวิชาการหลายฉบับทั่วโลก ดังนั้นการติดตามความก้าวหน้าเกี่ยวกับชื่อวิทยาศาสตร์จึงเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้สำหรับนักวิชาการเพียงคนเดียว นักอนุกรมวิธานซึ่งทำงานเกี่ยวกับ

สิ่งมีชีวิตเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจัดว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มนั้น แม้กระนั้นผู้เชี่ยวชาญก็อาจทำงานผิดพลาดได้ เช่น ผู้เชี่ยวชาญในประเทศต่าง ๆ อาจตั้งชื่อให้หลายชื่อและในเวลาต่างกันด้วย ยิ่งกว่านั้นชื่อเดียวกันนี้อาจถูกใช้ตั้งชื่อให้กับสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันก็ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการตั้งกฎเกณฑ์ เช่น สิ่งมีชีวิตสองชนิดต้องไม่มีชื่อซ้ำกัน, สิ่งมีชีวิตหนึ่งชนิดต้องไม่มีสองชื่อ และชื่อที่ได้รับการยอมรับ (valid name) ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะถูกใช้เรียกชื่อตลอดไป

ในกรณีที่มีสิ่งมีชีวิตสองชนิดในสกุลเดียวกันเกิดมีชื่อซ้ำกันโดยบังเอิญ คำที่ใช้เรียกชื่อที่ซ้ำกันคือ homonyms ชนิดแรกที่ได้รับการตั้งชื่อจะมีสิทธิใช้ชื่อนั้นต่อไป ตามกฎว่าด้วยลำดับก่อนหลัง ส่วนชนิดที่สองต้องมีการตั้งชื่อให้ใหม่ homonyms จะสามารถกำหนดได้ ถ้านักอนุกรมวิธานทำการศึกษาสกุลใดสกุลหนึ่งอย่างละเอียด

บางครั้งสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งถูกศึกษาโดยนักอนุกรมวิธานมากกว่า 1 คน ทำให้มีการตั้งชื่อมากกว่า 1 ชื่อ กรณีนี้กฎของลำดับก่อนหลังจะถูกนำมาใช้โดยคำบรรยายชนิดที่ถูกต้องเป็นครั้งแรกจะได้รับการยอมรับ และได้สิทธิการใช้ชื่อที่นักอนุกรมวิธานผู้นั้นเสนอไว้ ชื่อที่ถูกต้องและได้รับการยอมรับในระบบอนุกรมวิธาน เรียกว่า “valid name” ส่วนชื่ออื่นที่ไม่ได้รับสิทธิตามกฎหมายการตั้งชื่อมาก่อนของชนิดเดียวกันเรียกว่า “ชื่อพ้อง” หรือ “synonyms” ชื่อพ้องที่เกิดขึ้นก็คือ ชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกอ้างในการศึกษาจำนวนมากขึ้น ถ้าต่อมาพบว่าได้มีผู้ค้นพบและตั้งชื่ออื่นไว้แล้ว ซึ่งเป็นเวลานานมาก ดังนั้น valid name ในกรณีดังกล่าวจึงไม่เป็นที่รู้จักกันแพร่หลาย เนื่องจากผู้ค้นพบคนแรกได้ตีพิมพ์ผลงานในวารสารที่ไม่เป็นที่รู้จักระดับนานาชาติ ในกรณีนี้คณะกรรมการนานาชาติจะประชุมกันและคัดเลือกชื่อที่ใช้กันแพร่หลายในหมู่นักวิชาการให้เป็น “valid name” แทน โดยใช้กฎข้อบังคับของการตั้งชื่อ ซึ่งเป็นการ “override” เพื่อให้ได้มาซึ่งชื่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ และมีสิทธิตลอดไปตามระบบอนุกรมวิธาน

ปัญหาที่พบในชนิดที่หายาก (rare species) โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตในกลุ่มที่มีคนศึกษาน้อย เมื่อถูกค้นพบครั้งแรกแล้วอาจไม่มีผู้พบอีกเลยเป็นเวลานาน หรืออาจไม่มีการกล่าวถึงอีกเลยก็ได้ ถ้ามีนักวิชาการเก็บตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายชนิดที่หายาก ทำอย่างไรจึงจะแน่ใจว่าเป็นชนิดที่หายากหรือไม่? แม้ว่าจะมีคำบรรยายลักษณะชนิดและรูปภาพประกอบที่ถูกต้องให้ศึกษาแล้วก็ตาม แต่การตีความของข้อมูลประกอบยังแตกต่างกันอีกตามความเห็นของผู้ศึกษาดังนั้นการใช้ “holotype” จะช่วยแก้ไขปัญหาคำตีความที่แตกต่างกันนี้ได้

ความหมายของ holotype ก็คือ เมื่อมีการค้นพบสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ตัวอย่าง 1 ตัว จะถูกเก็บ (deposited) ในพิพิธภัณฑ์ วัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการศึกษาในอนาคต ดังนั้น holotype จะเป็นตัวอย่างที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ที่ได้กำหนดไว้ holotype ต้องมีคุณลักษณะและมาตรฐานตามที่ได้กำหนดไว้ตามกฎด้วยการตั้งชื่อ สถานที่พบตัวอย่างครั้งแรกเรียกว่า “type locality” และตัวอย่างตัวแรกที่ถูกตั้งชื่อยาไ้ชื่อสกุล เรียกว่า “type species” ในเวลาต่อมาถ้าสกุลหรือชนิดถูกแบ่งหรือรวมกับสกุล (หรือชนิดอื่น) type specimen ของชนิดนั้น ๆ จะถูกนำมาพิจารณาใหม่ว่าควรคงชื่อเดิมไว้อีกหรือไม่?

มาตรฐานที่ใช้กำหนด “valid description” มีหลายอย่าง เป็นต้นว่า “valid description” ต้องถูกตีพิมพ์ในวารสารที่ได้รับการยอมรับจากนักวิชาการของสาขานั้น ๆ ในบทความต้องระบุถึงสถานที่เก็บ type specimen หรือ type species รวมทั้งรูปภาพประกอบของตัวอย่างด้วย

จะเห็นได้ว่า “พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา” ซึ่งเป็นสถานที่เก็บรวบรวม type specimen ของสิ่งมีชีวิต มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาอนุกรมวิธานหรือความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นประเทศไทยควรพิจารณาสร้างพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อรวบรวมและเก็บรักษาทรัพยากรชีวภาพของ

ประเทศเพื่อให้อนุชนรุ่นหลังได้ศึกษา และเป็นการแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีความมั่งคั่งด้านทรัพยากรมากประเทศหนึ่งของโลก

กฎระเบียบส่วนใหญ่ได้ถูกใช้มาตั้งแต่สมัยของ Linnaeus แต่บางครั้งมีการสับสนเมื่อมีการใช้วารสารที่ตีพิมพ์ในอดีตประกอบการศึกษา กฎที่ตั้งขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาก็เมื่อใดก็ตามที่กฎระเบียบที่ตั้งขึ้นมาไม่สามารถแก้ไขได้ คณะกรรมการนานาชาติจะเป็นกลุ่มบุคคลที่ช่วยแก้ไขปัญหาลักษณะเกี่ยวกับอนุกรมวิธานหรือชื่อวิทยาศาสตร์ได้

1.2.4 higher taxa

รหัสไม่ได้ครอบคลุมเรื่องการตั้งชื่อสกุล (genus) และชนิด (species) เท่านั้น แต่ยังมีลำดับชั้นทางอนุกรมวิธาน (taxonomic category) อย่างอื่นอีก ได้แก่ kingdom, phylum, class, order และ family แลลงก็ตอนสัตว์กลุ่มที่มีความหลากหลายมาก คือ crustacean จะมีการแบ่งลำดับชั้นเพิ่มขึ้นจากกลุ่มอื่น ๆ ทั้งลำดับที่เหนือกว่า (supercategory) และลำดับชั้นที่ต่ำกว่า (subcategory) ของการจัดแบ่งตามลำดับชั้น (hierarchy) ลำดับชั้นทุกชั้นจัดว่าเป็น artificial ยกเว้นลำดับชั้นชนิด แต่ลำดับชั้นเหล่านี้เป็นเครื่องมือที่สะดวกในการจัดแยก (sort) ชนิดของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ยังช่วยให้นักอนุกรมวิธานจัดทำ catalogue ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในการดำเนินการสร้างระบบการจัดจำแนก (systematizing)

วงศ์หรือ family รวมชนิดที่มีลักษณะคล้ายกันหลายชนิดไว้ด้วยกัน ชื่อของวงศ์ใช้กฎหรือรหัสเช่นเดียวกับชื่อสกุล เพราะชื่อของวงศ์ใช้พื้นฐานของ type genus เช่นเดียวกัน ชื่อของวงศ์จะลงท้ายด้วย -idae

order รวมวงศ์หลายวงศ์ที่มีลักษณะคล้ายกันเข้าด้วยกัน การจัด order ใช้ลักษณะที่แน่นอนซึ่งเป็นลักษณะทั่วไป ชื่อของ order ส่วนใหญ่จะเป็นชื่อที่สื่อความหมาย phylum หรือ division เป็นลำดับชั้นที่สูงกว่า class แต่ละ phylum เป็นตัวแทนของสายวิวัฒนาการที่เด่นชัด เพราะบ่งบอกลักษณะพื้นฐานโดยยึดโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตเป็นเกณฑ์

ระบบของการจัดลำดับชั้น และการตั้งชื่อระบบ 2 ชื่อ เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพ เปรียบเสมือนเครื่องมือที่ช่วยให้นักชีววิทยาสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้สนใจ

ด้านอนุกรมวิธานควรศึกษาให้เข้าใจองแท้ เพื่อจะได้ช่วยพัฒนาความรู้ด้านนี้ของไทยให้กว้างขวางขึ้น และมีมาตรฐานจนเป็นที่ยอมรับของนานาชาติ

1.3 ความสำคัญทางด้านนิเวศวิทยา

แพลงก์ตอนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศในแหล่งน้ำ กล่าวคือ แพลงก์ตอนพืชเป็นผู้สร้างอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต จากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยใช้สารสี (pigment) เป็นตัวเร่ง และใช้แสงแดดเป็นพลังงาน ฉะนั้นปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำจึงเป็นดัชนีบอกความสมบูรณ์เบื้องต้น (primary productivity) ของแหล่งน้ำได้ ที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือ แพลงก์ตอนพืชจัดว่าเป็นอาหารเบื้องต้นของสิ่งมีชีวิตในน้ำ หรือเป็นอาหารเบื้องต้นของห่วงโซ่อาหาร

(food chain) ดังนั้นชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง และมีความสัมพันธ์ต่อสัตว์น้ำกลุ่มอื่นในห่วงต่อไปของห่วงโซ่อาหาร และเส้นใยอาหาร (food web) นอกจากนั้น แพลงก์ตอนยังใช้เป็นดัชนีชี้กระแสน้ำในการศึกษาด้านสมุทรศาสตร์ เป็นดัชนีชี้แหล่งทำการประมง เพื่อเป็นอาหารอนุบาลลูกสัตว์น้ำ เป็นอาหารเสริมสุขภาพ และใช้เป็นพืชหรือสัตว์ทดลองในการศึกษาทางชีววิทยา สรีรวิทยา พืชวิทยา เป็นต้น

1.4 ประวัติการศึกษาแพลงก์ตอนในประเทศไทย

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนในโลกได้เริ่มมาแล้วกว่าร้อยปี โดยเริ่มครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1873 (พ.ศ. 2416) การศึกษาครั้งแรกเริ่มจากงานด้านอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนทะเล ต่อมาจึงได้หันมาศึกษาพวกแพลงก์ตอนน้ำจืด โดยปัจจุบันนิยมศึกษาแพลงก์ตอนกลุ่มฟิโคแพลงก์ตอน (picoplankton) ซึ่งมีขนาดเซลล์ 0.2–2 μm ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ทันสมัย เช่น กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และกล้องจุลทรรศน์ฟลูออโรสโคป เรสเซนส์ ประกอบกับการใช้ความรู้ด้านชีววิทยาโมเลกุล เพื่อการจัดจำแนกชนิดของแพลงก์ตอน ดังนั้น การจัดหมวดหมู่ (classification) ของแพลงก์ตอน จึงมีการปรับเปลี่ยนกันเป็นระยะ ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลใหม่ ๆ ที่ได้รับ

การศึกษาด้านอนุกรมวิธาน หรือความหลากหลายของแพลงก์ตอนในประเทศไทย ได้เริ่มขึ้นเป็นครั้งแรกในช่วงปี ค.ศ. 1899–1900 โดยคณะสำรวจชาวเดนมาร์ก ซึ่งได้ทำการสำรวจและเก็บตัว

อย่างทั้งในแหล่งน้ำจืดและทะเลจากบริเวณเกาะช้าง จังหวัดตราด รายชื่อชนิดแพลงก์ตอนจากการสำรวจครั้งนั้นได้รับการตีพิมพ์ในรายงานเรื่อง “Flora of Koh Chang” โดย Johannes Schmidt เป็นบรรณาธิการที่จัดพิมพ์รายงานการสำรวจแพลงก์ตอน 4 class ของเกาะช้าง ได้แก่ Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae และ Dinophyceae (Schmidt, 1902) ในช่วงเวลาเดียวกันได้มีการสำรวจในอ่าวไทย ซึ่งศึกษาเฉพาะแพลงก์ตอนสัตว์เท่านั้น ชื่อ SIBOGA ต่อมาในปี ค.ศ. 1928–1930 ได้มีการสำรวจทางสมุทรศาสตร์ ชื่อ “The Oceanographical Expedition of the Carlsberg Round the World” โดยมี Johannes Schmidt เป็นหัวหน้าคณะสำรวจ ผลของการสำรวจได้ถูกตีพิมพ์ในรายงานชื่อ DANA Report เป็นรายงานการสำรวจด้านอนุกรมวิธานของ Hydromedusae, Ostracoda, Mollusca (ในกลุ่ม Pteropoda และ Heteropoda) (Tesch, 1946, 1948, 1949) ในปี ค.ศ. 1959–1961 ได้มี

โครงการสำรวจร่วมกันระหว่างไทยกับต่างประเทศชื่อ “โครงการพญานาค” (NAGA Expedition) การสำรวจครั้งนั้นได้มีการศึกษาทั้งด้านชีววิทยา เคมี และกายภาพ ผลงานทางการสำรวจได้ถูกตีพิมพ์ไว้ในรายงานชื่อ NAGA Report การสำรวจด้านชีววิทยาเป็นการสำรวจด้านแพลงก์ตอนเท่านั้น ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช (ไดอะตอม) แพลงก์ตอนสัตว์ ได้แก่ Chaetognatha, Euphausiacea, Copepoda, Mollusca (เฉพาะกลุ่ม Pteropoda), Amphipoda และ Decapoda (Alvarino, 1960, 1967; Fleminger, 1963; Brinton, 1975) และในช่วงใกล้กับการสำรวจโครงการพญานาคนี้เอง ประเทศไทยและญี่ปุ่นได้ร่วมมือกันสำรวจด้านชีววิทยาในแหล่งน้ำจืดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ชื่อ “The Joint Thai-Japanese Biological Expedition to Southeast Asia 1961-1962” ผลงานของการสำรวจครั้งนี้ได้ถูกตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 1967 (Hirano, 1967) แต่เป็นรายงานเฉพาะอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนพืชเท่านั้น

ผลงานด้านอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนเฉพาะกลุ่มส่วนใหญ่เป็นของนักวิจัยชาวต่างประเทศ เช่น แพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอมใน class Bacillariophyceae (Fstrup, 1902; Patrick, 1936; Foged, 1971; Hirano, 1975) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินใน class Cyanophyceae (Gomont, 1902; Hirano, 1975) สาหร่ายสีเขียวใน class Chlorophyceae (West and West, 1902; Hirano, 1975) และยูกลีโนยต์ใน class Euglenophyceae (Hirano, 1975) Wongrat (1995) ได้รวบรวมรายชื่อชนิดของแพลงก์ตอนพืชน้ำจืดในประเทศไทย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1901-1995 พบว่ามีจำนวน 161 สกุล 1,001 ชนิด

ส่วนงานวิจัยด้านอนุกรมวิธานเฉพาะกลุ่มของแพลงก์ตอนโดยนักวิจัยไทยในช่วงแรก ๆ ได้แก่ ไดอะตอมทะเล (ชนิษฐา, 2504) ไดโนแฟลกเจลเลต (Wongrat, 1982; พรศิลป์, 2530) แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโคพีพอด (Suvapepun and Suwanrumpha,

1968) ศึกษาโดย พจนา (2521) แมงกะพรุนใน class Scyphozoa แอมฟิพอดใน suborder Hyperiidea ศึกษาโดย Sudara (1972, 1973a, 1973b) หนอนธนูในทะเลอันดามัน ศึกษาโดย ไพเราะ (2530) ครัสตาเซียนน้ำจืด ศึกษาโดย สันทนา (2517), Bricker et al. (1978) และ Boonsom (1984) โรติเฟอร์น้ำจืด ศึกษาโดย Koste (1975) และ Boonsom (1984)

การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนน้ำจืดในประเทศไทยที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เป็นส่วนประกอบของการสำรวจด้านอื่น ๆ ได้แก่ การชลธิวิทยา ชีววิทยาประมง และการจัดการทรัพยากรประมง ดังนั้นการวิเคราะห์จึงศึกษาแค่ระดับสกุลเท่านั้น การวิเคราะห์แพลงก์ตอนจนถึงระดับชนิดได้รวมอยู่ในการศึกษาประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในโครงการก่อสร้างต่าง ๆ แต่การรายงานผลไม่ได้มีการบรรยายลักษณะของชนิดแพลงก์ตอนที่พบ แต่เป็นการพิมพ์รายชื่อชนิดของแพลงก์ตอนในบริเวณที่ศึกษาเท่านั้น (Wongrat, 1995)

นอกจากรายงานผลการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแล้ว ยังมีผลงานด้านอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนประเภทวิทยานิพนธ์ของมหาวิทยาลัยหลายแห่ง การจำแนกแพลงก์ตอนพืชน้ำจืดระดับสกุลส่วนมากเป็นวิทยานิพนธ์ของวิทยาลัยการศึกษาระดับมัธยม (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปัจจุบัน) ระหว่างปี พ.ศ. 2517-2520 ซึ่งมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 16 เรื่อง เป็นการศึกษาในแหล่งน้ำในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ส่วนการศึกษาแพลงก์ตอนในจังหวัดอื่น ๆ มีไม่มากนัก (สรวิศ, 2543) วิทยานิพนธ์ที่ศึกษาถึงระดับชนิด และมีการบรรยายลักษณะประกอบ (สุทธิ, 2528; พรศิลป์, 2530; สมถวิล, 2531; จันทร์พิมพ์, 2536; กุสุมา, 2540) ส่วนวิทยานิพนธ์ที่มีการวิเคราะห์ชนิดถึงระดับชนิด แต่รายงานผลเป็นรายชื่อชนิด เช่น กุศยา (2529) เฉลิมศรี (2532) จุฬามณฑก (2539) ณฐกร (2543) และ รุ่งนภา (2543) เป็นต้น

1.5 สถานภาพการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของไทย

1.5.1 เพลงก๊อตอนพืช

ตารางที่ 1.1 แสดงจำนวนชนิดเพลงก๊อตอนพืชทั้งน้ำจืดและทะเลที่มีการศึกษาในประเทศไทยในช่วงปี ค.ศ. 1901-1999 แยกตามกลุ่มเพลงก๊อตอนพืช ดังนี้

- division Cyanophyta นักวิจัยไทยได้ศึกษาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไว้มากพอสมควร โดยเฉพาะชนิดที่พบในดินบริเวณนาข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในประเทศเพื่อนบ้าน เช่น เวียดนาม และได้หวั่น

- division Chlorophyta

a) class Chlorophyceae เพลงก๊อตอนพืชในดิวิชันนี้ กลุ่มที่มีผู้ศึกษามากที่สุด ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวใน class Chlorophyceae โดยเฉพาะสาหร่ายใน order Chlorococcales และกลุ่มเดสมิติด (family Desmidiaceae, order Zygnematales) ซึ่งพบทั้งหมดถึง 292 ชนิด (Wongrat, 1998) จำนวนชนิดที่มีรายงานไว้ 455 ชนิด แต่ยังมีผู้ศึกษาน้อยมากในประเทศไทย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ที่ประเทศจีน-ไต้หวัน เพราะเฉพาะสาหร่ายใน order Chlorococcales เพียงกลุ่มเดียวของ 2 ประเทศนี้ มีรายงานว่าพบถึง 303 ชนิดกลุ่มที่มีผู้ศึกษาน้อยในไทย ได้แก่ สาหร่ายที่มีหนวด ใน order Volvocales รวมทั้งสาหร่ายที่เป็นเส้นสายอีก 4 orders ได้แก่ Ulotrichales, Oedogoniales, Ulotrichales และ Zygnematales

b) Class Euglenales พวกยูกลีโนยด์เป็นเพลงก๊อตอนพืชที่ได้มีผู้ศึกษาไว้น้อยมากเช่นกันคือ มีรายงานไว้เพียง 57 ชนิด โดยผู้วิจัยได้รายงานไว้ทั้งที่เป็นพืช (Wongrat, 1995) และเป็นสัตว์ (Charubhun and Charuphun, 1998) ยูกลีโนยด์ที่มีผู้ศึกษาไว้มาก ได้แก่ order Euglenales กลุ่มที่มีผู้ศึกษาน้อยมากมี 3 order ได้แก่ Heteronematales, Rhabdomonadales, และ Sphenomonadales

c) class Prasinophyceae เป็นเพลงก๊อตอนพืชกลุ่มเดียวใน Division Chlorophyta ที่ไม่มีผู้วิจัยศึกษาเลยในไทย เนื่องจากเป็นพวกมีหนวด และต้องทำการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

- division Chromophyta เป็นดิวิชันที่สำคัญของเพลงก๊อตอนพืช ประกอบด้วย เพลงก๊อตอนพืชถึง 9 class แต่ได้มีผู้จำแนกชนิดไว้เพียง 6 class ได้แก่ Bacillariophyceae, Dinophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Dictyochophyceae และ Raphidophyceae

a) class Bacillariophyceae ไดอะตอมเป็นกลุ่มที่ได้มีการศึกษามากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเพลงก๊อตอนพืชใน class อื่น (ตารางที่ 1.1) คือมีรายงานไว้ 605 ชนิด ในจำนวนนี้แยกเป็น centric diatom 127 ชนิด และ pennate diatom 478 ชนิด ผลงานของ pennate diatom ส่วนใหญ่ศึกษาโดยนักวิจัยต่างประเทศที่ได้ตีพิมพ์ไว้ในช่วง 1936-1975 (Patrick, 1936; Foged, 1971; Hirano, 1975) ชนิษฐา (2504) เป็นนักวิจัยไทยคนแรก que ศึกษาเพลงก๊อตอนไดอะตอมทะเล ผลงานส่วนใหญ่ของไดอะตอมเป็นผลงานของนักวิชาการกองประมงทะเล (เช่น สุนีย์, 2528; Suvapepun, 1978; Suvapepun et al., 1980; Piromnim, 1985) นักวิจัยชาวไทยที่ทำงานเกี่ยวกับไดอะตอมอย่างต่อเนื่องมีเพียง 1 ราย และมีผลงานระดับนานาชาติ (โสภณา, 2521, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530; Boonyapiwat, 1999a, 1999b)

สาเหตุสำคัญที่นักวิจัยไทยสนใจศึกษา centric diatom มากกว่า pennate diatom เนื่องจากการจำแนกชนิดของ pennate diatom ต้องมีการเตรียมสไลด์ถาวร และคู่มือในการแยกชนิดไดอะตอมในภูมิภาคนี้มันน้อย ประกอบกับต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนในการจำแนกชนิด

b) Class Dinophyceae ไดโนแฟลกเจล

เลดโดยเฉพาะไดโนแฟลกเจลเลตทะเลเป็นแพลงก์ตอนพืชที่มีรายงานว่าพบจำนวนมากเป็นอันดับสองรองจากไดอะตอมใน Class Bacillariophyceae แต่นักวิจัยไทยที่ศึกษามีเพียงไม่กี่คน (Wongrat, 1982; พรศิลป์, 2530, 2542; โสภณา, 2529, 2530; Boonyapiwat, 1999a, 1999b) และมีผู้ศึกษาไดโนแฟลกเจลเลตน้ำจืดน้อยมาก มีรายงานการพบเพียง 4 ชนิด (Wongrat, 1999)

ปัจจุบันมีรายงานว่าพบไดโนแฟลกเจลเลตชนิดที่ยังไม่เคยรายงานไว้ในไทย 9 ชนิด คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ของโลก 2 ชนิด (พรศิลป์, 2542)

ไดโนแฟลกเจลเลตเป็นกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่จำแนกชนิดยากมากอีกกลุ่มหนึ่ง เนื่องจากต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงมาก เช่น กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เพื่อตรวจดูโครงสร้างของเซลล์พวกที่มีผนังเซลล์หนา การจำแนกชนิดต้องศึกษา plate formula เป็นเกณฑ์ ฉะนั้นนักวิจัยที่สามารถจำแนกชนิดของไดโนแฟลกเจลเลตได้ต้องทำงานอย่างต่อเนื่อง และมีการติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญด้านนี้เพื่อช่วยยืนยันการจำแนกชนิด และให้ความช่วยเหลือนักวิจัยเรื่องเอกสารใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับอนุกรมวิธานของไดโนแฟลกเจลเลต

ตารางที่ 1.1 จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่มีการศึกษาในประเทศไทยในช่วงปี ค.ศ. 1901-2000

Division/Class	ไทย	เวียดนาม	อื่น ๆ	หมายเหตุ *
Division Cyanophyta				
Class Cyanophyceae	230	31	500	ทั่วโลก
Division Chlorophyta				
Class Chlorophyceae	398	151	} > 25,000	"
Euglenophyceae	57	55		"
Prasinophyceae	-	-		"
Division Chromophyta				
Class Bacillariophyceae				
Centric diatom	127	162	} 100,000	"
Pennate diatom	478	163		"
Class Dinophyceae	166	131	2,000	"
Class Dictyochophyceae	1	4	> 20	"
Class Chrysophyceae	10	9	> 200	"
Class Cryptophyceae	2	4	> 100	"
Class Raphidophyceae	2	-	> 20	"
Class Prymnesiophyceae	-	-	> 300	"
Class Xanthophyceae	-	4	-	"
Class Eustigmatophyceae	-	-	-	"

* ข้อมูลมาจากหลายแหล่ง, - ข้อมูลไม่ชัดเจน

c) class Dictyochophyceae เป็นแพลงก์ตอนพืชทะเลกลุ่มเล็ก ๆ จำนวนชนิดที่พบทั่วโลกมีประมาณ 4 ชนิด ในประเทศไทยมีรายงานว่าพบเพียง 1 ชนิด คือ *Dictyocha fibula*

d) class Chrysophyceae เป็นแพลงก์ตอนพืชน้ำจืดที่มีจำนวนชนิดไม่มากนัก และเป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบเสมอในต่างประเทศที่มีอากาศอบอุ่นจนถึงอากาศเย็น ในประเทศไทยมีรายงานว่าพบเพียง

10 ชนิด ซึ่งเป็นจำนวนที่ใกล้เคียงกับจำนวนชนิดของประเทศเวียดนาม (9 ชนิด) สกูลที่พบในไทยคือ *Mallomonas* และ *Dinobryon*

e) class Cryptophyceae เป็นแพลงก์ตอนพืช (นักวิจัยบางท่านจัดว่าเป็นโปรโตซัว) ที่มีผู้นิยามน้อย เนื่องจากเป็นแพลงก์ตอนพืชมีขนาดเล็ก การจำแนกชนิดจำเป็นต้องใช้ตัวอย่างที่ยังมีชีวิตอยู่ ชนิดที่มีรายงานพบในไทย เช่น *Cryptomonas ovata*, *C. pigra*, *Chilomonas paramecium* เป็นต้น

f) class Raphidophyceae ชนิดที่มีรายงานว่าพบในไทย เป็นแพลงก์ตอนพืชทะเลที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำแดงบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย ได้แก่ *Chattonella*

g) class Prymnesiophyceae, Xanthophyceae และ Eustigmatophyceae เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่มีขนาดเล็กมาก หรือที่เรียกว่า picoplankton (0.2-2 μm) จนถึง nanoplankton (2-20 μm) การศึกษาจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และเก็บตัวอย่างโดยวิธีการตกตะกอน (sedimentation) ฉะนั้น การศึกษาอนุกรมวิธานแพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 class นี้ต้องใช้เวลามากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเอกสารการจำแนกหรือคีย์ของกลุ่มนี้หายากมากในประเทศไทย

จากผลการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในภาคกลาง พบว่า ความหลากหลายชนิดในแหล่งน้ำหลายแห่งลดลงจากเดิม คาดว่าเป็นผลเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยทางการเกษตรมากขึ้น มีแนวโน้มว่าแหล่งน้ำธรรมชาติเปลี่ยนสภาพเป็นแหล่งน้ำยูโทรฟิเคมากขึ้น (Wongrat, 1999) ข้อมูลพื้นฐานนี้จะเป็นประโยชน์ในการจัดการและวางแผนอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพในแหล่งน้ำจืดของไทย

1.5.2 แพลงก์ตอนสัตว์

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดโดยนักวิจัยไทยได้ทำไว้มากพอสมควรในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาโดยได้รับทุนจากโครงการ BRT แต่ความหลากหลาย

ของแพลงก์ตอนสัตว์ทะเลยังมีน้อยมาก ผลงานแพลงก์ตอนสัตว์ในทะเล เน้นเรื่องนิเวศวิทยามากกว่าเรื่องอื่น (เช่น Suvapepun and Suvanrumptha, 1968) สรุปผลงานที่ทำมาแล้วมีดังนี้

- phylum Protozoa ผลการศึกษาของนักวิจัยไทยเรื่องแพลงก์ตอนสัตว์มีมากพอสมควร เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ประเทศเวียดนาม (ตารางที่ 1.2) กลุ่มที่ควรมีการศึกษาเพิ่มขึ้น คือ class Sarcodina ที่พบในทะเล ได้แก่ order Foraminiferida และ order Radiolarida

- phylum Porifera ฟองน้ำเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่จัดอยู่ในกลุ่มแพลงก์ตอนอุบัติเหตุ (accidental plankton) โดยสปิคูล (spicule) ซึ่งเป็นโครงร่างภายในของฟองน้ำปะปนกับตัวอย่างแพลงก์ตอนบริเวณชายฝั่ง ในประเทศไทยยังไม่มีนักวิจัยทำการศึกษาไฟล์มนี้

- phylum Coelenterata แมงกะพรุนที่เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นผู้กิน (consumer) ทั้งขั้นปฐมภูมิและทุติยภูมิ (primary and secondary consumer) ข้อมูลของแมงกะพรุนที่เก็บด้วยถุงลากแพลงก์ตอน (class Hydrozoa) ที่มีรายงานไว้เป็นผลงานของนักวิจัยชาวต่างประเทศใน “โครงการสำรวจพญานาค” (NAGA Expedition) ซึ่งมีจำนวน 39 ชนิด คาดว่าจำนวนชนิดน่าจะมากกว่านี้ เมื่อเปรียบเทียบกับ 75 ชนิดที่เคยมีรายงานไว้ในประเทศเวียดนามเมื่อปี ค.ศ. 1966 (Shirota, 1966) ส่วน class Scyphozoa ซึ่งเป็นแมงกะพรุนที่มีขนาดใหญ่ และมีตัวอ่อนที่เป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว (meroplankton) ปะปนอยู่กับแพลงก์ตอนที่ถูกเก็บด้วยถุงลากแพลงก์ตอน คาดว่ามีจำนวนชนิดประมาณ 55 ชนิด (ตารางที่ 1.2)

- phylum Ctenophora หวีวุ้นเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ทะเลกลุ่มที่มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหาร เช่นเดียวกับแมงกะพรุน แต่ในประเทศไทยยังไม่มีนักวิจัยทำการศึกษา (ตารางที่ 1.2)

ตารางที่ 1.2 จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีการศึกษาในประเทศไทย ในช่วงปี ค.ศ. 1901-1999

Phylum/Class	ไทย	เวียดนาม	อื่น ๆ	หมายเหตุ***
Phylum Protozoa				
Class Sarcodina	28	87	15,000	ทั่วโลก
Class Ciliata	150	186	8,000	"
Class Suctoria	3	2	-	
Phylum Porifera	-	5	5,000	"
Phylum Coelenterata				
Class Hydrozoa	44	75	3,000	ทั่วโลก
Class Scyphozoa	55	8	2000	"
Phylum Ctenophora	-	13	100	"
Phylum Platyhelminthes	-	1	3,000*	"
Phylum Nemertinea	-	1	900*	"
Phylum Rotifera	310	72	2,000	"
Phylum Chaetognatha	13	31	70	"
Phylum Annelida	84*	22	8,000*	"
Phylum Arthropoda				
Anostraca	4	-	-	-
Cladocera	55	56	800	ทั่วโลก
Ostracoda	33	7	6,650	"
Copepoda	133	203	8,000	"
Amphipoda	10	28	6,000	"
Cirripedia	-	8	1,000*	"
Mysidacea	2	4	780	"
Euphausiacea	2	6	85	"
Stomatopoda	77*	3	350*	"
Isopoda	-	-	10,000	"
Decapoda				
- Natantia	248*	14	-	"
- Reptantia	616*	14	10,000	"
Phylum Phoronida	-	3	20	"
Phylum Ectoprocta (Bryozoa)	-	-	4,000*	"
Phylum Brachiopoda	-	-	350*	"
Phylum Mollusca	10	43	-	
Class Gastropoda	673*	-	40,000*	ทั่วโลก
Class Bivalvia	313*	-	7,650*	"
Class Cephalopoda	62*	-	600*	"

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

Phylum/Class	ไทย	เวียดนาม	อื่น ๆ	หมายเหตุ***
Phylum Echinodermata				
Class Asteroidea	-	3	1,600*	"
Class Ophiuroidea	-	3	2,100*	"
Class Crinoidea	-	-	550*	"
Class Echinoidea	-	5	1,000*	"
Class Holothuroidea	-	3	1,000*	"
Phylum Hemichordata	-	-	85*	"
Phylum Chordata				
Sub Phylum Urochordata				
Class Larvacea	4	21	70	ทั่วโลก
Class Thaliacea	4	18	70	"
Class Osteichthyes	33**	-	85**	ทะเลจีนใต้

- ไม่มีข้อมูล

* จำนวนชนิด adult

** จำนวนวงศ์ (family)

*** อ้างอิงจาก Pechenik, 1996 และ Wallace and Taylor, 1997

- phylum Rotifera เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่ส่วนใหญ่พบในน้ำจืด เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเดียวของประเทศไทยที่มีนักวิจัยทำการศึกษาย่างจริงจังระดับนานาชาติ จำนวนชนิดที่มีรายงานว่ามีมากถึง 310 ชนิด ซึ่งมีจำนวนสูงกว่าจำนวนชนิดของภูมิภาคเอเชีย เช่น ประเทศเวียดนาม (72 ชนิด) จากผลงานการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ BRT พบว่า มีชนิดที่มีรายงานว่าเป็น new species 2 ชนิด ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของเอเชีย 7 ชนิด และเป็น new records ของประเทศไทย 32 ชนิด (Sanoamuang and Savatnalin, 1999, 2000; Sanoamuang, 1996, Sanoamuang et al., 1995; Segers and Sanoamuang, 1994)

- phylum Chaetognatha หนอนธนูเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในทะเลและน้ำกร่อย มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหาร คือเป็นผู้กินขั้นทุติยภูมิ (secondary consumer) หนอนธนูเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีจำนวนชนิดไม่มาก ในประเทศเวียดนามมี

รายงานพบ 31 ชนิด ซึ่งสูงกว่าประเทศไทยที่มีรายงานพบ 13 ชนิด (ไพเราะ, 2530) คาดว่าจะมีนักวิจัยทำการศึกษานอนธนูในอนาคต

- phylum Arthropoda แพลงก์ตอนสัตว์ใน phylum Arthropoda มี 2 class ได้แก่ class Crustacea และ class Insecta ทั้ง 2 class มีจำนวนชนิดและการแพร่กระจายต่างกัน คือ class Crustacea มีจำนวนชนิดมากมาย และพบทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และทะเล ส่วน class Insecta เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่ส่วนใหญ่พบในน้ำจืด ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงน้ำทุกชนิด จัดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว (mero-plankton) มักพบปะปนกับตัวอย่างแพลงก์ตอนที่เก็บด้วยถุงลาก แพลงก์ตอนในแหล่งน้ำไทย โดยเฉพาะต้นน้ำลำธาร

พวกครัสตาเซียนที่เป็นแพลงก์ตอน มีทั้งชนิดที่เป็นแพลงก์ตอนตลอดชีวิต หรือเรียกว่า แพลงก์ตอนถาวร (holoplankton) และแพลงก์ตอนชั่วคราว ครัสตาเซียนเป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญ เพราะมีความหลากหลายสูงที่สุดในบรรดา

แพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด กลุ่มที่มีนักวิจัยศึกษากันมาก ในไทย ได้แก่ โคพีพอด หรือ Copepoda (133 ชนิด) และ Cladocera (55 ชนิด) เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวน 203 ชนิด ของประเทศเวียดนามที่รายงานไว้ โดย Shirota (1966) แสดงว่าควรทำการศึกษา โคพีพอดเพิ่มขึ้นอีก โดยเฉพาะโคพีพอดน้ำจืดและน้ำกร่อย จากจำนวนโคพีพอด 133 ชนิด เป็นชนิดที่พบในทะเล 119 ชนิด (วรรณ, ติดต่อบุคคล) รายงานที่เกี่ยวกับโคพีพอดน้ำจืดในไทยมีน้อย (Bricker *et al.*, 1978; Lai and Fernando, 1981; Dumont and Ranga Reddy, 1994; Dumont *et al.*, 1996) จากผลงานวิจัยด้านแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดของไทยโดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค (เช่นเดียวกับแพลงก์ตอนพืช) มีรายงานว่าพบ new record ทั้งในไทย ในภูมิภาคเอเชีย และเป็น new species ของโลก (Dumont *et al.*, 1996, Sanoamuang, 1998)

การวิจัยด้านแพลงก์ตอนครัสตาเซียในทะเลในกลุ่ม Ostracoda, Amphipoda, Mysidacea และ Euphausiacea แม้มีนักวิจัยชาวต่างประเทศที่ร่วม “โครงการสำรวจพญานาค” ได้ทำการศึกษาไว้แล้ว แต่พบน้อยชนิดมาก (ตารางที่ 1.2) ฉะนั้นจึงควรส่งเสริมให้มีการศึกษาเพิ่มขึ้นในอนาคต เพราะประเทศไทยมีความหลากหลายชนิดของครัสตาเซียสูงมาก เมื่อเทียบกับจำนวนชนิดในบริเวณใกล้เคียง เช่น อินโด-แปซิฟิก (Carpenter and Niem, 1998) ส่วนแพลงก์ตอนครัสตาเซียในกลุ่มอื่นที่ผู้สนใจศึกษาน้อยมาก ได้แก่ เพรียง (Cirripedia), ตัวอ่อนกุ้ง ปู (Decapoda) และตัวอ่อนกั้ง (Stomatopoda) แพลงก์ตอนใน 3 กลุ่มหลังนี้สมควรได้รับการสนับสนุนให้ทุนวิจัยด้านความหลากหลายให้ครบวงจร คือ ลักษณะรูปร่าง การแพร่กระจายของตัวอ่อนที่เป็นแพลงก์ตอนประกอบด้วย ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการเพาะเลี้ยง กุ้ง ปู การจัดการสิ่งแวดล้อม เช่น เพรียงที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อการปลูกป่าชายเลน รวมทั้งมีประโยชน์ในการ

อนุรักษ์สัตว์ในกลุ่มครัสตาเซีย ซึ่งเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ

- phylum Chordata เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ประกอบด้วยกลุ่มที่เป็นแพลงก์ตอนถาวร (holoplankton) และแพลงก์ตอนชั่วคราว class Larvacea และ class Thaliacea เป็นแพลงก์ตอนถาวรที่พบเฉพาะในทะเล มีรายงานว่าพบทั้งหมด 8 ชนิด ซึ่งนับว่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศใกล้เคียง เช่น เวียดนาม (ตารางที่ 1.2) สมควรสนับสนุนให้มีการศึกษาเพิ่มขึ้น ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราวพวกปลา หรือนิยมเรียกว่า ichthyoplankton นั้น ส่วนใหญ่เป็นผลงานวิจัยของนักวิชาการกรมประมง ปัจจุบันมีรายงานว่าพบทั้งหมด 33 วงศ์ (Chayakul, 1990; Chayakul and Chamchong, 1990)

- แพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว แพลงก์ตอนสัตว์ 10 ไฟลัม ได้แก่ phylum Platyhelminthes, Nemertinea, Annelida, Phoronida, Ectoprocta, Brachiopoda, Brachiopoda, Mollusca, Echinodermata และ Hemichordata ยังไม่มีนักวิจัยทำการศึกษาอย่างจริงจัง ส่วนใหญ่รายงานที่ได้ทำไว้เป็นรายงานที่เกี่ยวข้องกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือเป็นรายงานการสำรวจเกี่ยวกับประมงทะเลและสมุทรศาสตร์ (Tottman, 1963; Rottman, 1976; Nabhitabhata, J. 1999) สมควรสนับสนุนให้มีการวิจัยด้านอนุกรมวิธาน โดยเฉพาะใน phylum Mollusca และ Echinodermata เนื่องจากจำนวนชนิดของตัวเต็มวัยที่พบในน่านน้ำไทยมีจำนวนมาก กล่าวคือ พบจำนวนหอยถึง 385 ชนิด และจำนวนชนิดของ echinoderm 256 ชนิด (Carpenter and Niem, 1998)

กล่าวโดยสรุป ผลการศึกษาวิจัยด้านแพลงก์ตอนของไทยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา พบแพลงก์ตอนชนิดใหม่ของโลก (new species) 9 ชนิด เป็นแพลงก์ตอนพืช 2 ชนิด และแพลงก์ตอนสัตว์ 7 ชนิด แพลงก์ตอนสัตว์ที่ค้นพบใหม่ คือ ไรน้ำนางฟ้าสิรินธร

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้เกิดความพยายามที่จะพัฒนาการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าเพื่อผลิตไข่ที่อยู่ในรูปของ cyst ในปริมาณมาก เพื่อทดแทนไร่น้ำเค็ม

(*Artemia*) ซึ่งกรมประมงได้เคยศึกษาค้นคว้าแต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ

1.6 สถานภาพของนักวิจัยไทยด้านแพลงก์ตอน

นักวิจัยไทยที่ทำงานด้านความหลากหลายหรืออนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนอย่างต่อเนื่องมีน้อยมาก โดยมีจำนวนไม่เกิน 15 คน เมื่อสองทศวรรษที่ผ่านมา และลดจำนวนลงเรื่อยๆ เนื่องจากการเกษียณอายุ และการเปลี่ยนงานไปทำงานด้านอื่น สาเหตุที่มีผู้สนใจทำงานด้านนี้น้อยมาก เพราะงานอนุกรมวิธานเป็นงานหนัก บุคลากรที่จะศึกษาต้องเป็นคนที่รักและทำงานอย่างเสียสละ เพราะในอดีตงานวิจัยด้านอนุกรมวิธานซึ่งเป็นงานวิจัยขั้นพื้นฐาน ไม่ได้รับการสนับสนุนจากแหล่งทุนวิจัย ด้วยเหตุนี้การจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนจึงเป็นส่วนหนึ่งของโครงการหลักหลายด้าน เช่น การสำรวจด้านประมง การเพาะเลี้ยง การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้าง และเทคโนโลยีชีวภาพ เป็นต้น ดังนั้นการรายงานผลจึงเป็นรายชื่อชนิดของแพลงก์ตอนที่พบเท่านั้น

ปัญหาสำคัญที่นักวิจัยไทยประสบนอกจากการขาดแคลนทุนวิจัยแล้ว ก็คือ การขาดแคลนคู่มือการจำแนกชนิดแพลงก์ตอนโดยเฉพาะในภูมิภาคเขตร้อน ทำให้นักวิจัยส่วนใหญ่เกิดความท้อแท้และล้มเลิกงานไปในที่สุด หรือเปลี่ยนแนวทางไปวิจัยด้านอื่นที่สามารถหาทุนวิจัยที่ดีกว่าและไม่มีปัญหาเรื่องเอกสารวิชาการ นิสิตนักศึกษาที่ทำการวิจัยด้านความหลากหลายของแพลงก์ตอน เมื่อจบการศึกษาแล้วส่วนใหญ่จะไปทำงานด้านอื่น ทำให้ประเทศไทยขาดแคลนนักวิจัยด้านนี้ยิ่งขึ้น ปัญหาอีกประการหนึ่งที่ควรพิจารณาแก้ไข คือ งานวิจัยทั้งในสถาบันการศึกษาและหน่วยงานของรัฐอยู่ในลักษณะที่ต่างคนต่าง ทำผลงานวิจัยจึงซ้ำซ้อน และไม่สามารถนำผลงานมาเปรียบเทียบกันได้ เพราะผู้วิจัยใช้วิธีการศึกษาและคู่มือการจำแนกต่างกัน ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและงบประมาณของประเทศ

1.7 การสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่

ปัจจุบันมีนักวิจัยรุ่นใหม่ที่ศึกษาด้านความหลากหลายของแพลงก์ตอนหลายราย โดยได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ในโครงการระยะแรก 5 ปี (พ.ศ. 2539-2543) เป้าหมายที่สำคัญ คือ ผลิตบัณฑิตโดยการให้ทุนทำวิทยานิพนธ์ และส่งเสริมให้มีการวิจัยความหลากหลายของแพลงก์ตอนในประเทศไทย จากรายงานผลการวิจัยของโครงการ BRT พบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแพลงก์ตอนมีทั้งหมด 26 โครงการ (บางโครงการถูกนับรวมอยู่ในงานของสาขาอื่น และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง) ดำเนินการแล้วเสร็จและส่ง

รายงานจำนวน 20 โครงการ อีก 6 โครงการกำลังรวบรวมข้อมูลขั้นสุดท้าย นักวิจัยและนักศึกษาจากสถาบันต่างๆ ที่ทำวิจัยด้านแพลงก์ตอนน้ำจืด มีการพบปะแลกเปลี่ยนข้อมูล และช่วยเหลือกันดีพอสมควร สมควรนำไปปรับใช้กับนักวิจัยกลุ่มอื่นของ BRT ด้วย คาดว่าเมื่อหมดโครงการระยะแรกของ BRT ข้อมูลจากงานวิจัยทั้งหมดเมื่อผนวกกับข้อมูลที่มีอยู่เดิมของนักวิจัยจากหน่วยงานอื่นสามารถจัดทำรายชื่อชนิดแพลงก์ตอนของไทย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านความหลากหลายของแพลงก์ตอน ก่อนที่สังเคราะห์ข้อมูลที่สามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพ (biological indicator) บอกคุณภาพน้ำในประเทศไทย ดัชนีชีวภาพที่เชื่อถือ

ได้ต้องเป็นข้อมูลที่ได้จากการวิจัยต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน และควรเป็นข้อมูลของชุมชนแพลงก์ตอน (plankton community) มากกว่าเป็นดัชนีชนิด (indicator species)

การสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ควรเน้นด้านคุณภาพมากกว่าปริมาณ เนื่องจากงานด้านอนุกรมวิธานหรือความหลากหลายของแพลงก์ตอน เป็นงานที่ต้องใช้กฎเกณฑ์ของหลักอนุกรมวิธาน โดยเฉพาะชื่อวิทยาศาสตร์นานาชาติทั้งพืชและสัตว์ [International Code of Botanical Nomenclature (ICBN) และ International Code of Zoological Nomenclature (ICZN)] ฉะนั้นนักวิจัยต้องใส่ใจกับรายละเอียด โดยเฉพาะอย่างยิ่งความถูกต้องในการเขียนรายงาน เพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดจากการอ้างอิงข้อมูลที่ผิดพลาดโดยนักวิจัยรุ่นหลัง

การสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่มีขีดจำกัด เนื่องจากการศึกษาด้านนี้จำเป็นต้องได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะกลุ่ม หรือนักวิจัยที่เคยศึกษางานแพลงก์ตอนมาก่อนแต่จำเป็นต้องเปลี่ยนงานไปทำงานด้านอื่น รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้มีประสบการณ์ด้านแพลงก์ตอนและสถานที่ทำงานที่สามารถขอคำปรึกษาได้ มีดังต่อไปนี้

1.7.1 แพลงก์ตอนน้ำจืด

ศ. ลัดดา วงศ์รัตน์ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ. ยุวดี พิรพรพิศาล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รศ. พิมพ์พรรณ ดันสกุล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผศ. ศิริเพ็ญ ตรีโยไชยาพร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.7.2 แพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม

คุณโสภณา บุญญาภิวัฒน์ กองประมงนอกน่านน้ำไทย กรมประมง

ผศ. พรศิลป์ ผลพันธ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คุณสุนีย์ สุวภิพันธ์ กองประมงทะเล กรมประมง (เกษียณอายุ)

ศ. ลัดดา วงศ์รัตน์ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผศ. สุนันท์ ภัทรจินดา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.7.3 แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด

รศ. ละออศรี เสนาะเมือง ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผศ. พรศิลป์ ผลพันธ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ศ. ลัดดา วงศ์รัตน์ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อ. สุนันท์ทิพย์ เสวตณลินทล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

อ. จมาภรณ์ นินาสะบุตร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.7.4 แพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็ม

คุณสุนีย์ สุวภิพันธ์ กองประมงทะเล กรมประมง (เกษียณอายุ)

ผศ. สุรพล สุตารา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (เกษียณอายุ)

คุณวรรณ สุวรรณรัมย์ กองประมงทะเล กรมประมง (เกษียณอายุ)

ศ. ลัดดา วงศ์รัตน์ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณรังสรรค์ ฉายากุล กองประมงทะเล กรมประมง

ดร. อภิชาติ เต็มวิชชากร สถาบันพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง

รศ. เสาวภา อังสุพานิช คณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คุณจุฑามาศ จิวาลักษณ์ สถาบันพิพิธภัณฑ์
สัตว์น้ำ กรมประมง

คุณไพเราะ เคาศิริกุล กองประมงนอก
น่านน้ำไทย กรมประมง

การสูญเสียหรือภัยที่คุกคามสถานภาพ
ปัจจุบันของแพลงก์ตอนไทย

แพลงก์ตอนเป็นสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ
ฉะนั้นภัยที่คุกคามต่อแพลงก์ตอน ได้แก่ น้ำทิ้งจาก
บ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม และยาฆ่าแมลง
ผนวกกับยาปราบศัตรูพืชที่มีสารเคมีนานาชนิดเป็นส่วนผสม
รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าบริเวณต้นน้ำ
ลำธาร เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสีย
ทรัพยากรแพลงก์ตอน

โลหะหนักเป็นส่วนประกอบของของเสียจาก
โรงงานอุตสาหกรรมและเป็นส่วนประกอบของยาฆ่า
แมลง รวมทั้งยาปราบศัตรูพืชจะถูกถ่ายทอดไปตาม
ห่วงโซ่อาหาร กล่าวคือ จะถูกถ่ายทอดจากแพลงก์
ตอนพืชสู่แพลงก์ตอนสัตว์และไปตามลำดับชั้นอาหาร
(trophic level) สุดท้ายจะถูกถ่ายทอดไปยังมนุษย์ที่
บริโภคสัตว์น้ำเข้าไป หากในน้ำที่มีสารเคมีที่เป็น
พิษจะมีผลต่อคุณภาพน้ำและทำให้แพลงก์ตอนตาย
ซึ่งจะส่งผลเสียต่อห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ ภัยอีก
ประการหนึ่งคือ หากแหล่งน้ำได้รับธาตุอาหาร
(nutrient) เพิ่มขึ้นจากแหล่งเกษตรกรรมที่ใช้ปุ๋ยปลูก
พืช โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ทำให้
เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ยูโทรฟิเคชัน หมายความว่า

ว่า แหล่งน้ำมีแร่ธาตุอาหารสำหรับพืชเพิ่มขึ้นมาก
เป็นผลให้ความหลากหลายของแพลงก์ตอนลดลง
แพลงก์ตอนพืชชนิดที่อยู่ได้ในแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหาร
สูงสามารถเจริญเติบโตได้ดีและมีปริมาณมากขึ้น
ส่วนแพลงก์ตอนพืชชนิดที่ไม่สามารถอยู่ในน้ำที่มีคุณ
สมบัติดังกล่าวจะตายไปหรือลดจำนวนลง ฉะนั้นใน
แหล่งน้ำยูโทรฟิเคชันจึงมีจำนวนชนิดแพลงก์ตอนน้อย
บางครั้งอาจมีเพียงชนิดเดียวเท่านั้น หรือที่เรียกว่า
เกิดการบลูมของน้ำ (water bloom)

การบลูมของน้ำมักเกิดจากแพลงก์ตอนพืช
บางกลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น
Microcystis aeruginosa, *Anabaena* spp.,
Oscillatoria spp. และการบลูมของแพลงก์ตอนพืชใน
แหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารประเภทสารอินทรีย์ จะเกิด
การบลูมของไดโนแฟลกเจลเลต เช่น *Ceratium*
hirundinella, *Peridinium* spp., *Euglena* spp. หรือ
อาจมีการบลูมของแพลงก์ตอนพืชหลายกลุ่มพร้อมกัน
เช่น *Anabaena* sp. ร่วมกับ *Ceratium hirundinella*
หากองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชเปลี่ยนไป จะ
มีผลต่อห่วงโซ่อาหารในน้ำและสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลา
และยังมีผลทางอ้อมแก่ระบบนิเวศทางน้ำ คือ ลด
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำส่งผลให้สัตว์น้ำตายลง
นอกจากนี้ แพลงก์ตอนพืชบางชนิดสามารถสร้าง
ท็อกซิน ก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ใน
แหล่งน้ำนั้นๆ ทำให้สัตว์เลี้ยงตายลงถ้าดื่มน้ำที่มี
ท็อกซิน หรือทำให้คุณภาพน้ำเพื่อการบริโภคลดลง
โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่ใช้ผลิตน้ำประปา

1.8 งานวิจัยด้านแพลงก์ตอนที่ได้รับการสนับสนุนอย่างเร่งด่วน

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยด้านความ
หลากหลายของแพลงก์ตอนของไทย ใคร่ขอเสนอแนว
ทางการวิจัยในอนาคต โดยลำดับความสำคัญดังนี้

1.8.1 สนับสนุนการวิจัยความหลากหลาย
ของแพลงก์ตอนพืชน้ำจืดกลุ่มที่มีขนาดเล็ก โดยเฉพาะ
กลุ่มที่พบในแหล่งน้ำยูโทรฟิเค เช่น สกุล *Euglena* ใน

class Euhlenophyceae สกุล *Chamydomonas* ใน order
Volvocales, class Chlorophyceae และสกุล
Cryptomonas ใน class Cryptophyceae เนื่องจากเป็น
แพลงก์ตอนพืชที่ต้องจำแนกชนิดขณะที่ตัวอย่งยังมีชีวิต
อยู่ โดยเป็นการวิจัยเฉพาะกลุ่มซึ่งเหมาะกับนักวิจัยที่อยู่ใน
ภูมิภาค เนื่องจากมีความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง

1.8.2 เนื่องจากการวิจัยด้านแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็มยังมีน้อย ฉะนั้นควรสนับสนุนการวิจัยความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำเค็มจนถึงระดับสกุลหรือระดับชนิด ซึ่งมี ทั้งหมด 7 ไฟลัม ได้แก่ phylum Cnidaria (class Hydrozoa), Phylum Ctenophora, Phylum Annelida (class Polychaeta), phylum Mollusca (class Gastropoda โดยเฉพาะ planktonic form), Phylum Arthropoda, class Crustacea (Ostracoda, Cirripedia, Mysidacea, Euphasiacea, Stomatopoda และกุ้งที่เป็น

แพลงก์ตอน), phylum Echinodermata, phylum Chordata, subphylum Urochordata (class Larvacea และ Thaliacea)

1.8.3 สนับสนุนงบประมาณเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำควบคู่กับการวิเคราะห์ชนิดแพลงก์ตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สามารถนำไปสังเคราะห์เป็นข้อมูลด้านดัชนีชีวภาพบอกคุณภาพน้ำในประเทศไทย ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเสนอแนะการจัดการระบบนิเวศทางน้ำ และอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพของประเทศ

1.9 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนางานวิจัยด้านแพลงก์ตอน

1.9.1 การสร้างบุคลากร การสนับสนุนให้ทุนวิจัยเพื่อผลิตบัณฑิตในระดับปริญญาโทควรเป็นการสนับสนุนเชิงปริมาณ และสนับสนุนเชิงคุณภาพในระดับปริญญาเอก โดยคัดเลือกบุคลากรที่มีความรักและใฝ่รู้ในด้านแพลงก์ตอน เพราะงานอนุกรมวิธานต้องการบุคลากรที่มีคุณภาพ และพร้อมที่จะทำงานหนักอย่างต่อเนื่อง บุคลากรที่มีคุณสมบัติดังกล่าวจะสามารถพัฒนาความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านอื่นต่อไป

1.9.2 การจัดตั้งศูนย์ข้อมูล สามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดตั้งห้องสมุดที่รวบรวมคู่มือการจัดจำแนกแพลงก์ตอนประมาณ 3-4 แห่ง เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักวิจัยที่ทำงานด้านนี้ การรวบรวมตัวอย่างไว้ในพิพิธภัณฑ์ หรือหน่วยงานของมหาวิทยาลัยทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค

โดยจัดตั้งในรูปของ Reference Collection เพื่อรวบรวมตัวอย่างดอง สไลด์ถาวร ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ ฯลฯ สำหรับให้นักวิจัยได้ตรวจสอบเทียบเคียงตัวอย่าง รวมทั้งการจัดทำข้อมูลผลงานการวิจัยด้านความหลากหลายของแพลงก์ตอน โดยวางรูปแบบให้สะดวกต่อการสืบค้นของผู้ใช้ โดยเฉพาะผู้ใช้ที่เป็นเกษตรกรและนิสิตนักศึกษา

1.9.3 การจัดตั้งศูนย์ฝึกอบรม การมีศูนย์ฝึกอบรมจะช่วยลดเวลาการเรียนรู้เรื่องแพลงก์ตอน ซึ่งเป็นทรัพยากรสำคัญที่มีความหลากหลายทั้งเรื่องโครงสร้างและเทคนิคการแยกชนิด ที่สำคัญการฝึกอบรมเป็นวิธีที่ดีในการจูงใจให้มีผู้สนใจศึกษาและวิจัยเรื่องแพลงก์ตอนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเยาวชนรุ่นใหม่ระดับมัธยมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- กุศยา สุวรรณวิหค. 2529. ปริมาณการแพร่กระจายของสาหร่ายและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบางประการของลำน้ำแม่กลาง และแม่กวัง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กุสุมา สุภัทรากุล. 2540. การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในห้วยทับเสลา ห้วยขาแข้ง และลำห้วยสาขาต่าง ๆ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนิษฐา ศิลธรวิสุทธิ. 2504. Plankton diatoms ในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แผนกชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทร์พิมพ์ แสนอุดม. 2536. การศึกษาแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตในแม่น้ำสงคราม และลำน้ำสาขา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุฑามณฑก รักรัตติธรรม. 2539. การศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนบริเวณแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เฉลิมศรี พลพล. 2532. องค์ประกอบของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐกร ประดิษฐ์สรรพ. 2543. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พจนา บุญยเนตร. 2521. การศึกษาชีววิทยาของแมงกะพรุนหนึ่งในอ่าวไทย. รายงานวิชาการฉบับที่ 21/2521. งานสัตว์น้ำอื่น ๆ กองประมงทะเล กรมประมง.
- พรศิลป์ ผลพันธ์. 2530. อนุกรมวิธานและการกระจายของไดโนแฟลกเจลเลตในครอบครัว Dinophysiaceae, Gonyaulacaceae และ Peridiniaceae ในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรศิลป์ ผลพันธ์. 2542. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตในอ่าวไทย. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 78-81.
- ไพเราะ เคาศิริกุล. 2530. การแพร่กระจาย ปริมาณ และขนาดของหนอนธนูในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของไทย. กองสำรวจแหล่งประมง, กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- รุ่งนภา พิทักษ์ตันสกุล. 2543. ความหลากหลายของสาหร่ายน้ำจืดในแหล่งน้ำยูโทรฟิค และสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของ *Microcystis*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (พืชศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมถวิล วลีลสุด. 2531. การศึกษาการแพร่กระจาย และคัดเลือกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจนได้เพื่อนำมาใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สรวิศ เผ่าทองสุข. 2543. ศักยภาพการวิจัย และพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในประเทศไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- สันทนา สังขกุล. 2517. แพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุทธิ แสงพนธ์ธาดา. 2528. การศึกษาแพลงก์ตอนในอ่างเก็บน้ำมาบประชัน จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.
- สุนัย สุวภีพันธ์. 2528. น้ำเปลี่ยนสีกับการประมงทะเลของไทย. รายงานวิชาการที่ สจ/27/7 สถานีวิจัยประมงทะเล กองประมงทะเล กรมประมง.
- โสภณา บุญญาวิวัฒน์. 2521. การศึกษาดัชนีความแตกต่างและความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6 กองสำรวจแหล่งประมง กรมประมง.

- โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2525. ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณอ่าวไทยตอนกลาง. รายงานวิจัยฉบับที่ 9 กองสำรวจแหล่งประมง กรมประมง.
- โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2526. ความชุกชุม ชนิด การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของน้ำบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13 กองสำรวจแหล่งประมง กรมประมง.
- โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2527. ความชุกชุมในรอบปี และองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และบริเวณใกล้เคียง. สัมนาครั้งที่ 3 การวิจัยคุณภาพน้ำ และคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน้ำไทย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.
- โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2528. *Thalassiosira mala* TAKANO ไดอะตอมขนาดเล็กที่ทำให้เกิดสภาวะน้ำเปลี่ยนสีในบริเวณอ่าวไทยตอนบน. รายการการสัมมนาวิชาการประจำปี 2528 กรมประมง. หน้า 405-411.
- โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2529. ชนิด และการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณอ่าวไทย. สัมนาวิทยาศาสตร์ทางทะเลครั้งที่ 3 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2530. ชนิด และการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในทะเลอันดามัน. รายงานการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 25. 3-5 กุมภาพันธ์ 2530. หน้า 163-174.
- ALVARINO, A. 1960. Chaetognatha, Siphonophorae, Medusae in the Gulf of Siam and the South China Sea. Scripps Instn. Oceanogr., SIO-Ref. (63-6): 53-58.
- ALVARINO, A. 1967. The Chaetognatha of the NAGA expedition (1959-1961) in the South China Sea and the Gulf of Thailand, part 1- systematics. Scripps Instn. Oceanogr., NAGA Report Vol. 4, Part 2: 1-197.
- BOONSOM, J. 1984. The freshwater zooplankton of Thailand (Rotifera and Crustacea). *Hydrobiologia* 113: 223-229.
- BOONYAPIWAT, S. 1999a. Distribution, abundance, and species composition of phytoplankton in the South China Sea, Area I. Gulf of Thailand and East Coast of Peninsular Malaysia. Proceedings of the First Technical Seminar on Marine Fishery Resource Survey in the South China Sea, 24-26 November, 1997, Bangkok, Thailand. pp. 111-134.
- BOONYAPIWAT, S. 1999b. Distribution, abundance, and composition of photosynthetic pigments in the South China Sea, Area II: Sabah, Sarawak, and Brunei Darussalam. Proceedings of the Second Technical Seminar on Marine Fishery Resources Survey in the South China Sea. pp. 177-196.
- BRICKER, K., L. WONGRAT AND J. E. GANNON. 1978. Composition and distribution of crustacean plankton in twelve inland water bodies of Thailand. *Kasetsart Univ. Fish. Res. Bull.* 10: 14.
- BRINTON, E. 1975. Euphausiids of Southeast Asian Waters. NAGA Report Vol. 4, Part 5. Scripps Instn. Oceanogr. La Jolla, California. 287 p.
- CARPENTER, K. E. AND V. H. NIEM. 1998. The living marine resources of the western central Pacific: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 1396 p.
- CHARUBHUN, B. AND N. CHARUBHUN. 1998. Freshwater protozoa in Thailand (an overview). In: WATANABE, M. M. AND K. KAYA (eds.), Advances in microalgal and protozoal studies in Asia, pp. 92-102. Global Environmental Forum, ISEBU Co. Ltd., Tsukuba, Japan.
- CHAYAKUL, R. 1990. Larvae and juvenile fishes occurring in the Gulf of Thailand. Technical Paper of Marine Resource Survey Team, No. 4/1990. 98 p.
- CHAYAKUL, R. AND C. CHAMCHONG. 1990. Description and identification of longtail tuna larvae, *Thunnus tonggol* (Bleeker) in the Gulf of Thailand. Technical Paper of Marine Resource Survey Team, No. 3/1990. 19 p.
- DUMONT, H. J. AND Y. RANGA REDDY. 1994. *Phyllodiaptomus predictus* n. sp. (Copepoda, Calanoida) from Thailand. *Hydrobiologia* 273: 101-110.
- DUMONT, H., Y. RANGA REDDY AND L. SANOAMUANG. 1996. Redescription of *Phyllodiaptomus christineae* n. sp. from Thailand, and distinction of two subgenera within *Phyllodiaptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda, Calanoida). *Hydrobiologia* 323: 139-148.
- FLEMINGER, A. 1963. The Calanoida (Copepoda, Crustaceans) in the Gulf of Thailand. Scripps Instn. Oceanogr., SIO-Ref. (63-6): 92-98.
- FOGED, N. 1971. Freshwater diatoms in Thailand. *Nova Hedwigia* 22: 267-370.
- GOMONT, M. 1902. Myxophyceae. In: SCHMIDT, J. (ed.), Flora of Koh Chang, contribution to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam. *Botanik Tidsskrift* 24(4): 204-211.
- HIRANO, M. 1967. Freshwater algae collected by the joint Thai Japanese biological expedition to southeast Asia 1961-1962. Nature and Life in Southeast Asia I. 71 p. 16 pls.
- HIRANO, M. 1975. Phytoplankton from Lake Boraphet in the central plain of Thailand. Reprint of Contributions from the Biological Laboratory, Kyoto University. 24(1): 187-203.
- KOSTE, W. 1975. Uler den rotatorienbestand einer microbiozonose in einem tropischen aquatischen saumbiotop, der *Eichornia crassipes*-Zone in Litoral des Bung- Borapet, einem Stausee in Zentralthailand. *Gewasser und Abwasser* 57/58: 43-58.

- LAI, H. C. AND C. H. FERMANADO. 1981. The freshwater Calanoida (Crustacea: Copepoda) of Thailand. *Hydrobiologia* 76: 161-178.
- NABHITABHATA, J. 1999. Checklist of diversity and distribution of recent cephalopods from Thai waters. *Thai Mar. Fish. Res. Bull.* 7: 89-96.
- φSTRUP, E. 1902. Freshwater diatoms. In: SCHMIDT, J. (ed.), Flora of Koh Chang. Contributions to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam. *Botanik Tiddskrift*.
- PATRICK, R. 1936. A taxonomic and distributional study of some diatoms from Siam and the federated Malay States. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* 88: 367-470.
- PECHENIK, J. A. 1996. Biology of the invertebrates. 3rd ed. W.M. C. Brown Publishers, Boston. 554 p.
- PIROMNIM, M. 1985. Phytoplankton in the Gulf of Thailand. Mar. Fish. Lab. Tech. Paper. No. 26. 25 p.
- ROTTMAN, M. 1976. Euthecosomatous Pteropods (Mollusca) in the Gulf of Thailand and the South China Sea: seasonal distribution and species associations. NAGA Report Vol. 4, Part 6, 117 p.
- SANOAMUANG, L. 1996. *Lecane segersi* n. sp. (Rotifera, Lecanidae) from Thailand. *Hydrobiologia* 32Q: 23-25.
- SANOAMUANG, L. 1998. Species composition and distribution of freshwater Calanoida and Cyclopoida (Copepoda) of northeast Thailand. In: SCHRAM, F. R. AND J. C. VON VAUPEL KLEIN (eds.), Proceedings of the 4th International Crustacean Congress, Amsterdam, The Netherlands, 20-24 July, pp. 217-230.
- SANOAMUANG, L. AND S. SAVATENALINTON. 1999. New records of rotifers from Nakhon Ratchasima province, northeast Thailand, with a description of *Lecane baimaii* n. sp. *Hydrobiologia* 412: 95-101.
- SANOAMUANG, L. AND S. SAVATENALINTON. 2000. The rotifer fauna of Lake Kud-Thing, a shallow lake in Nong Khai province, northeast Thailand. *Hydrobiologia*. (in press).
- SANOAMUANG, L., H. SEGERS AND H. J. DUMONT. 1995. Additions to the rotifer-fauna of southeast Asia: new and rare species from northeast Thailand. *Hydrobiologia* 313/314: 35-45.
- SCHMIDT, J. (ed.). 1902. Flora of Koh Chang. Contributions to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam. *Botanik Tiddskrift* 24.
- SEGERS, H. AND L. SANOAMUANG. 1994. Two more new species of *Lecane* (Rotifera, Monogononta) from Thailand. *Belg. J. Zool.* 24: 39-46.
- SHIROTA, A. 1966. The plankton of south Viet-Nam-fresh water and marine plankton. Overseas Technical Cooperation Agency, Japan. 489 p.
- SUDARA, S. 1972. Taxonomic problems of the hyperiid Amphipods, family Phronimidae, found in the Gulf of Thailand and the South China Sea. Mar. Fish. Lab. Third Symposium on Marine Fisheries, 26-27 January, 21 p.
- SUDARA, S. 1973a. A new species of *Cranocephalus* (Amphipoda, Hyperiidea, Oxycephalidae) from the Gulf of Thailand and the South China Sea. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 26(1).
- SUDARA, S. 1973b. The distribution of planktonic Hyperiids (Crustacea: Amphipoda) in the South China and the relationship to the distribution in the Gulf of Thailand. Proc. Third CSK Symposium, Bangkok, pp. 293-307.
- SUVAPEPUN, S. 1978. Checklist of Thai marine plankton, I. Phytoplankton, II. Copepoda. Mar. Fish. Lab. Tech. Paper No. 16/1978. 13 p.
- SUVAPEPUN, S. AND W. SUWANRUMPHA. 1968. Distribution of copepods in the inner Gulf and the western coast of the Gulf of Thailand. Proc. Indo-Pacific Fish. Coun. 13(II), 19 p.
- SUVAPEPUN, S., C. THARNBUPHA AND M. PIRONNIM. 1980. The relationship between phytoplankton and the environmental conditions in the Ta-chin Estuary. Mar. Fish. Lab. Tech. Paper No. 27/7.
- TESCH, J. J. 1946. The thecosomatous pteropods I. The Atlantic. "DANA" Report No. 28, 82 p., 34 figs., 8 pls.
- TESCH, J. J. 1948. The thecosomatous pteropods II. The Indo-Pacific. "DANA" Report No. 30, 45 p., 34 figs., 3 pls.
- TESCH, J. J. 1949. Heteropoda. "DANA" Report No. 34, 54 p., 44 figs., 5 pls. Photographic reprint 1961.
- TOTTMAN, M. 1963. Pteropoda (Mollusca) in the Gulf of Thailand and South China Sea. Scripps Instn. Oceanogr., SIO-Ref. (63-6): 99-103.
- WALLACE, R. L. AND W. K. TAYLOR. 1997. Invertebrate zoology. A laboratory manual. 5th ed. Prentice Hall, Inc., New Jersey. 336 p.
- WEST, W. AND G. S. WEST. 1902. Freshwater Chlorophyceae. In: SCHMIDT, J. (ed.), Flora of Koh Chang. Contributions to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam. *Botanik Tiddsskrift*, 24(4): 157-186.
- WONGRAT, L. 1982. Dinoflagellates genus *Ceratium* Schrank in Thai waters. Southeast Asian Fisheries Development Center. CTP/No. 17. 89 p.
- WONGRAT, L. 1995. Freshwater algae. In: LEWMANOMONT, K., L. WONGRAT AND C. SUPANWANID (eds.), Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning. Bangkok.
- WONGRAT, L. 1998. The status of phytoplankton diversity in Thailand. In: WATANABE, M. M. AND K. KAYA (eds.), Advances in microalgal and protozoal studies in Asia, pp. 70-80. Global Environmental Forum, ISEBU Co. Ltd., Tsukuba, Japan.
- WONGRAT, L. 1999. Diversity of freshwater phytoplankton in Thailand (Chlorophyta and Chromophyta). In: BAIMAI, V. ET AL. (eds.), Research reports on biodiversity in Thailand, pp. 39-45. BRT Program, Work Press Printing, Bangkok.

2. สาหร่ายทะเล และแนวทางการพัฒนา

บทคัดย่อ

สาหร่ายทะเลเป็นพืชชั้นต่ำที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศชายฝั่ง เป็นอาหาร เป็นยา และยังใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดสาร phycocolloid ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ งานวิจัยสาหร่ายทะเลในประเทศไทย เริ่มจากการสำรวจโดยชาวต่างประเทศ เมื่อ 136 ปีที่ผ่านมา การศึกษาโดยนักวิทยาศาสตร์ไทยเพิ่งจะเริ่มประมาณ 40 ปีมานี้ โดยเริ่มจากการสำรวจและศึกษาความหลากหลายของชนิดและการแพร่กระจายของสาหร่ายทะเลในน่านน้ำไทย ตามด้วยการเพาะเลี้ยง และการสกัดวัน จนถึงปัจจุบันมีรายงานผลการศึกษาและวิจัยรวม 197 เรื่อง และมีจำนวนชนิดของสาหร่ายทะเลที่ทราบชื่อแล้ว 326 ชนิด มีหลายชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สมควรได้รับความสนใจและสนับสนุนให้ทำการวิจัยและพัฒนาต่อไป โดยเฉพาะสาหร่ายสีแดงสกุล *Gracilaria* ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดวัน ซึ่งปัจจุบันยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศปีละไม่ต่ำกว่า 300 ล้านบาท นอกจากนี้ยังใช้เป็นอาหารของหอยเป๋าฮื้อซึ่งมีราคาแพง และกำลังได้รับความสนใจเพาะเลี้ยงเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดใหม่อยู่ในขณะนี้

ในปัจจุบัน นักวิชาการด้านสาหร่ายทะเลของไทยมีไม่มากนัก การขาดแคลนนักวิชาการและขาดการสนับสนุนจากหน่วยงาน นับว่าเป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการพัฒนางานด้านสาหร่ายทะเลของไทยทำให้ไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร จึงจำเป็นต้องสร้างบุคลากรรุ่นใหม่ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ด้านสาหร่ายทะเลให้ทันสมัย สำหรับการวิจัยและพัฒนาทรัพยากรสาหร่ายทะเลอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

2.1 บทนำ

งานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพของพืชชั้นสูงในประเทศไทย มีผู้ทำการศึกษากันจำนวนมาก ส่วนพืชชั้นต่ำพวกสาหร่ายโดยเฉพาะสาหร่ายทะเลยังมีไม่มากนัก ทั้ง ๆ ที่สาหร่ายทะเลมีความสำคัญนานัปการ ทั้งในระบบนิเวศชายฝั่งโดยเป็นผู้ผลิตออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำ และใช้คาร์บอนไดออกไซด์เช่นเดียวกับพืชโดยทั่วไป สาหร่ายทะเลหลายชนิดยังใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดสาร phycocolloid ซึ่งใช้ใน

อุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง สิ่งทอ ฯลฯ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้สาหร่ายทะเลบางชนิดยังให้สาร bioactive ซึ่งใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ที่หลายประเทศกำลังให้ความสนใจศึกษาอยู่ การศึกษาและวิจัยสาหร่ายทะเลในต่างประเทศก้าวหน้าไปไกลมากแล้ว แต่ในประเทศไทยจัดว่าอยู่ในขั้นเริ่มต้น ยังต้องการการสนับสนุนในด้านการวิจัยและพัฒนาอีกมาก

ศ. กาญจนภรณ์ ลิ้มโนมนต์. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543.

บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 21-38.

2.2 อนุกรมวิธานของสาหร่ายทะเล

2.2.1 อนุกรมวิธานของสาหร่าย

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ สามารถสังเคราะห์แสงได้ โดยใช้คลอโรฟิลล์ เอ ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ มีขนาดตั้งแต่เล็กมากมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จนถึงขนาดใหญ่มีความยาวหลายสิบเมตร ยังไม่มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริง รวมเรียกทั้งหมดว่า thallus

ก่อนปี ค.ศ. 1866 นักวิทยาศาสตร์ได้จัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 2 อาณาจักร ได้แก่ อาณาจักรพืช (Plant Kingdom) และอาณาจักรสัตว์ (Animal Kingdom) และแบ่งอาณาจักรพืชออกเป็น 4 ดิวิชัน (Division) ได้แก่ Thallophyta, Bryophyta, Pteridophyta และ Spermatophyta สาหร่ายถูกจัดไว้ใน Division Thallophyta

ดังนั้น สาหร่ายจึงเป็นที่รู้จักกันมาเป็นเวลานานว่าอยู่ใน Division Thallophyta จำแนกเป็น 4 Class ได้แก่ Class Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) Phaeophyta (สาหร่ายสีน้ำตาล) และ Rhodophyta (สาหร่ายสีแดง)

การจัดจำแนกหมวดหมู่ของสาหร่ายในสมัยก่อน ใช้รูปร่างลักษณะภายนอกที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน มาจัดรวมไว้ในกลุ่มเดียวกัน นอกจากนี้ยังดูตามสีที่ปรากฏออกมาให้เห็น แต่ต่อมาพบว่าการใช้สีในการแบ่งนั้นไม่แน่นอน สาหร่ายบางชนิดเห็นสีได้ไม่ชัดเจน เป็นต้นว่า สาหร่ายสีแดงอาจไม่เห็นสีแดง เนื่องจากสารสี (pigment) สีแดงถูกทำลายไป หรือถูกสารสีอื่นคลุมหรือบังไว้

จนกระทั่งปี ค.ศ. 1960 เมื่อมีการนำกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมาใช้ ทำให้เห็นลักษณะต่าง ๆ ของเซลล์ชัดเจนขึ้น อาทิ โครงสร้างของ flagellum การแบ่งเซลล์ โครงสร้างและหน้าที่ของ organelle ต่าง ๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านอนุกรมวิธานเรื่อยมา และเมื่อมีการศึกษาในระดับโมเลกุล โดย

เฉพาะการจัดลำดับของ gene เข้ามาช่วยสนับสนุนการจัดระบบตามสายวิวัฒนาการ (phylogenic tree) ด้วยแล้ว การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตจึงเปลี่ยนแปลงไป ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา มีการค้นพบสาหร่าย Class ใหม่ ไม่ต่ำกว่า 20 Class และจำนวนสกุล (genus) ของสาหร่ายบางกลุ่มเพิ่มขึ้น บางกลุ่มลดลง

ปัจจุบัน สาหร่ายถูกจัดไว้ใน 2 อาณาจักร คืออาณาจักร Monera โดยนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างของเซลล์เป็นพวก prokaryote เช่นเดียวกับแบคทีเรีย ไปรวมไว้ด้วยกัน ในอาณาจักร Monera และยังคงให้อยู่ใน Division Cyanophyta เหมือนเดิม แต่เรียกชื่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินว่า cyanobacteria ส่วนสาหร่ายอื่น ๆ ถูกจัดรวมไว้ในอาณาจักร Protista ซึ่งมีจำนวน Division มากน้อยต่างกันตามแนวความคิดและเหตุผลของนักวิชาการด้านสาหร่ายแต่ละท่าน ซึ่งแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม ยังคงยึดหลักเกณฑ์ และลักษณะสำคัญในการจัดจำแนกหมวดหมู่ ซึ่งได้แก่ ลักษณะโครงสร้างทั้งภายนอกและภายใน การสืบพันธุ์ และวัฏจักรชีวิต รวมทั้งองค์ประกอบทางชีวเคมี และการจัดลำดับของ gene

Moore et al. (1995)-จัดจำแนกหมวดหมู่ของสาหร่ายในอาณาจักร Protista เป็น 7 Division ได้แก่ Chlorophyta (green algae), Phaeophyta (brown algae), Rhodophyta (red algae), Chrysophyta (diatoms, yellowish green และ golden-brown algae), Euglenophyta (euglenoids), Pyrrophyta (dinoflagellates) และ Cryptophyta (cryptomonads)

Encyclopaedia Britannica 1999-2000 จัดกลุ่มสาหร่ายเป็น 6 Division ได้แก่ Chlorophyta (green algae), Chromophyta (diatoms, golden algae, brown algae และ yellow-green algae), Cryptophyta (unicellular flagellates), Pyrrophyta

(dinoflagellates), Euglenophyta (euglenoids) และ Rhodophyta (red algae)

โดยให้สาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae) เป็น Class หนึ่งใน Division Chromophyta

โดยทั่วไปสาหร่ายขึ้นอยู่ในน้ำ มีบางกลุ่มขึ้นในที่ชื้น ในดิน ในหิมะ ที่แห้งแล้ง บนพืช และบนสัตว์ เนื่องจากสาหร่ายมีขนาดต่าง ๆ กัน และการดำรงชีวิตแตกต่างกัน การจัดแบ่งประเภทของสาหร่ายจึงมีหลายแบบตามแนวทางการศึกษา ได้แก่

ก) แบ่งตามขนาด ได้เป็น 2 ประเภท

- สาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) มีขนาดเล็กมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า พบได้ทั้งในน้ำจืดและในทะเล ส่วนมากอยู่ในสภาพเป็นแพลงก์ตอน (plankton)

- สาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae) ประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ บางชนิดมีลักษณะเหมือนพืชชั้นสูง บางชนิดมีความยาวถึง 60 เมตร ส่วนมากขึ้นอยู่ในทะเล ในสภาพยึดเกาะอยู่กับที่ เรียกว่า สาหร่ายทะเล (seaweeds หรือ benthic marine algae) มีบางชนิดขึ้นในน้ำจืด

ข) แบ่งตามประเภทของแหล่งน้ำ ได้เป็น 2 ประเภท

- สาหร่ายน้ำจืด (fresh-water algae) ส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายขนาดเล็กในสภาพเป็นแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) พวกที่มีขนาดใหญ่อยู่ในสภาพยึดเกาะอยู่กับที่มีไม่มากนัก

- สาหร่ายน้ำเค็มหรือสาหร่ายทะเล (marine algae) มีทั้งสาหร่ายขนาดเล็กที่เป็นแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายทะเลที่มีขนาดใหญ่ยึดเกาะอยู่กับที่ (seaweeds หรือ benthic marine algae)

ค) แบ่งตามสภาพการดำรงชีวิต ได้เป็น 2 ประเภท

- แพลงก์ตอน (plankton) สาหร่ายขนาดเล็กที่ลอยลอยอยู่ในน้ำ เรียกแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) พบทั้งในน้ำจืดและในทะเล

- ยึดเกาะอยู่กับที่ (benthic algae) มี

ส่วนที่คล้ายรากทำหน้าที่ยึดเกาะ อาจยึดเกาะบนหิน หรือวัสดุอื่น ๆ บนพืช หรือบนสัตว์ ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่ในทะเล มีบางชนิดขึ้นในน้ำจืด

ดังนั้น เมื่อกล่าวถึงสาหร่าย (algae) จึงหมายถึงสาหร่ายทั้งขนาดเล็ก (microalgae) และขนาดใหญ่ (macroalgae) ที่ขึ้นอยู่ในน้ำจืดและในทะเล และเมื่อกล่าวถึงสาหร่ายทะเลจะหมายถึงทั้งสาหร่ายขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่อยู่ในทะเล ทั้งที่เป็นแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) และพวกที่ยึดเกาะอยู่กับที่ (benthic algae) สำหรับรายงานฉบับนี้ เนื้อหาส่วนใหญ่จะครอบคลุมเฉพาะสาหร่ายทะเลที่ยึดเกาะอยู่กับที่ (seaweeds หรือ benthic marine algae) เท่านั้น

สาหร่ายทะเลทั้งหมดจัดอยู่ใน 4 Division ได้แก่ Division Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน หรือ ไซยาโนแบคทีเรีย) ประมาณร้อยละ 20 เป็นสาหร่ายทะเล, Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) ประมาณ 2 ใน 3 เป็นสาหร่ายทะเล, Division Phaeophyta (สาหร่ายสีน้ำตาล) เป็นสาหร่ายทะเลเกือบทั้งหมดมีเพียง 3 สกุล เป็นสาหร่ายน้ำจืด และ Division Rhodophyta (สาหร่ายสีแดง) เกือบทั้งหมดเป็นสาหร่ายทะเลมีเพียง 12 สกุล 50 ชนิด เป็นสาหร่ายน้ำจืด

2.2.2 ปัญหาเรื่องชื่อวิทยาศาสตร์ของสาหร่ายทะเล

สาหร่ายบางกลุ่มมีปัญหาในเรื่องชื่อวิทยาศาสตร์ ทั้งๆ ที่เป็นชนิดเดียวกัน แต่แต่ละประเทศใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ต่างกันไป ทำให้เกิดการสับสนและไม่ทราบว่าชื่อใดเป็นชื่อที่ถูกต้อง จึงได้มีนักวิชาการสาหร่ายทะเลอาวุโสกลุ่มหนึ่งได้จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการด้านอนุกรมวิธานสาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจขึ้น เมื่อปี ค.ศ. 1985 ที่ University of Guam โดยได้รับการสนับสนุนจาก California Sea Grant College Program ให้นักวิชาการสาหร่ายทะเลที่ทำงานด้านอนุกรมวิธาน นำสาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศมาเปรียบเทียบ

ลักษณะ และกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เพื่อประโยชน์แก่นักวิชาการ และโรงงานอุตสาหกรรมที่จะนำสาหร่ายทะเลไปใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดสาร phycocolloid ต่อไป การประชุมเชิงปฏิบัติการนี้ใช้ชื่อว่า “Workshop on Taxonomy of Economic Seaweeds” ซึ่งจัดให้มีขึ้นทุก ๆ 2 ปี โดยประเทศต่าง ๆ ผลัดกันเป็นเจ้าภาพ การประชุมดังกล่าวจัดมาแล้ว 8 ครั้ง ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพเมื่อปี ค.ศ. 1997 สาหร่ายทะเลที่มีความสับสนในเรื่องชื่อวิทยาศาสตร์ ที่ได้ทำการศึกษาตั้งแต่ครั้งแรกจนถึงครั้งที่ 8 และยังคงดำเนินต่อไป ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำตาลสกุล *Sargassum* สาหร่ายสีแดงสกุล *Gracilaria* และสกุล *Eucheuma* และ Order Gelidiales สาหร่ายบางกลุ่มที่ศึกษาแล้วได้แก่ สกุล *Pterocladia*, *Kappaphycus*, *Laurencia*, *Hypnea*, *Ahnfeltiopsis* และ *Halymenia* อย่างไรก็ตาม ยังมีสาหร่ายทะเลอีกหลายกลุ่มที่ยังมิได้ดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบ และหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ปัญหาในการวิเคราะห์ชนิดสาหร่ายทะเลบางกลุ่ม เกิดจากความแปรผันทางรูปพรรณสัณฐาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ทำให้เข้าใจผิดคิดว่าเป็นสาหร่ายต่างชนิดกัน บางชนิดต้องเก็บตัวอย่างให้ได้ครบทุกส่วน ทั้งส่วนโคนที่ใช้ยึดเกาะไปจนถึงส่วนปลายซึ่งสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ เช่น สกุล *Sargassum* บางสกุลต้องตรวจสอบจากลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งเพศผู้และเพศเมีย เช่น สกุล *Gracilaria* บางกลุ่มต้องละลายหินปูนที่คลุมอยู่ภายนอก เพื่อให้เห็นโครงสร้างของเซลล์ที่ประกอบเป็น thallus เช่น coralline algae ในบรรดาสาหร่ายดังกล่าว สกุล *Gracilaria* เป็นสกุลที่มีความสับสนในเรื่องชื่อวิทยาศาสตร์มากที่สุด

2.2.3 ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายทะเล

Nishizawa ได้รายงานจำนวนชนิดของสาหร่ายทั่วโลกมีประมาณ 25,000 ชนิด เป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae) ประมาณ

13,500 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นสาหร่ายทะเลประมาณ 10,000 ชนิด ประกอบด้วย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินประมาณ 160 สกุล 1,500 ชนิด เป็นสาหร่ายทะเลประมาณร้อยละ 20 สาหร่ายสีเขียวกว่า 425 สกุล 6,500 ชนิด ประมาณ 2 ใน 3 เป็นสาหร่ายทะเล สาหร่ายสีน้ำตาลประมาณ 240 สกุล 1,500 ชนิด มีเพียง 3 สกุลที่ขึ้นในน้ำจืด และสาหร่ายสีแดงประมาณ 400 สกุล 4,000 ชนิด เป็นสาหร่ายน้ำจืด 12 สกุล 50 ชนิด (Nishizawa, 1988)

Moore et al. (1995) กล่าวถึงจำนวนชนิดของสาหร่ายในแต่ละ Division เมื่อรวมแล้วมีประมาณ 30,000 ชนิด ใกล้เคียงกับ Norton et al. (1996) ซึ่งรายงานว่า จำนวนชนิดของสาหร่ายทั่วโลกที่ทราบชนิดแล้วมีประมาณ 30,000-40,000 ชนิด นักวิชาการสาหร่ายเชื่อว่า ยังมีสาหร่ายที่ยังสำรวจไม่พบและยังมิได้วิเคราะห์ชนิดอีกจำนวนมากกว่านี้ 4-6 เท่า ในจำนวนดังกล่าวสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) มีมากกว่าสาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae) ประมาณ 2-3 เท่า ล่าสุด Encyclopaedia Britannica 1999-2000 ได้กล่าวถึงสาหร่ายทั่วโลกว่ามีประมาณ 31,000-37,000 ชนิด (ตารางที่ 2.1) จากข้อมูลดังกล่าว เมื่อคำนวณชนิดของสาหร่ายทะเลจะมีประมาณ 10,000-13,000 ชนิด ทวีปเอเชีย เป็นแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของสาหร่ายแห่งหนึ่งของโลก โดยมีศูนย์กลางอยู่ที่ประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งประกอบด้วยหมู่เกาะน้อยใหญ่กว่า 7,000 เกาะ มีรายงานสาหร่ายทะเลที่พบที่ฟิลิปปินส์โดย Silva และคณะ 818 ชนิด (Norton et al., 1996) ส่วน Trono (1998) รายงานว่าทรัพยากรสาหร่ายทะเลของฟิลิปปินส์มีมากกว่า 600 ชนิด ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมี 365 ชนิด (ตารางที่ 2.2) สำหรับประเทศที่มีรายงานความหลากหลายของชนิดสาหร่ายทะเลไว้มากที่สุดคือประเทศญี่ปุ่นมีถึง 1,510 ชนิด (Norton et al., 1996)

ตารางที่ 2.1 จำนวนชนิดของสาหร่ายแต่ละ Division และแหล่งที่พบ จาก Nishizawa (1988), Moore *et al.* (1995), Norton *et al.* (1996) และ Encyclopaedia Britannica (1999 - 2000)

Division	Nishizawa (1988)	Moore <i>et al.</i> (1995)	Norton <i>et al.</i> (1996)	Encyclopaedia Britannica (1999-2000)	แหล่งที่พบ
- CYANOPHYTA (blue-green algae or cyanobacteria)	≈ 1,500	> 1,500	2,000	-	- ส่วนมากน้ำจืด (≈ 20% ทะเล)
- CHLOROPHYTA (green algae)	≈ 6,500	≈ 7,500	14,700- 15,700	9,000-12,000	- ส่วนมากน้ำจืด (บางส่วนทะเล)
- PHAEOPHYTA (brown algae)	≈ 1,500	1,500	900-1,500	> 1,500	- เกือบทั้งหมด (ทะเล 3 สกุล น้ำจืด)
- RHODOPHYTA (red algae)	≈ 4,000	3,900	4,000-6,000	≈ 4,100	- ส่วนมากทะเล (12 สกุล 50 ชนิด น้ำจืด)
- CHRYSOPHYTA (diatoms, yellowish green and golden brown algae)	-	11,000	11,000- 13,000	14,500-15,500	- ทะเลและน้ำจืด
- EUGLENOPHYTA (euglenoids)	-	800	900	≈ 1,000	- ทะเลและน้ำจืด
- PYRRHOPHYTA (dinoflagellates)	-	3,000	2,000-4,000	> 1,200	- ทะเลและน้ำจืด
- CRYPTOPHYTA (cryptomonads)	-	100	200	200	- ส่วนมากน้ำจืด (บางส่วนทะเล)

ประเทศไทย มีรายงานชนิดของสาหร่ายทะเลไว้เพียง 326 ชนิด (Lewmanomant *et al.*, 1995) ยังมีที่ยังมิได้วิเคราะห์ชนิดอีกจำนวนมาก โดยเฉพาะสาหร่ายสีแดงกลุ่มที่มีหินปูนเป็นองค์ประกอบ (coralline red algae) และสาหร่ายขนาดเล็กที่ขึ้นเป็น epiphyte อยู่บนสาหร่ายทะเล และหญ้าทะเลอีกจำนวนมาก คาดว่าจำนวนสาหร่ายทะเลในประเทศไทยมีไม่ต่ำกว่า 500 ชนิด

ความหลากหลายของชนิดสาหร่ายทะเล

ในแต่ละประเทศที่มีผู้รายงานไว้จะมีจำนวนไม่เท่ากัน เนื่องจากสาหร่ายบางชนิดมีชื่อซ้ำหลายชื่อ หากนับทุกชื่อจะทำให้จำนวนชนิดมากเกินไปจนเกินความเป็นจริง หรือบางชนิดยังวิเคราะห์ชนิดไม่ได้ แต่ใส่ชื่อชนิดไว้ว่า sp. หรือ spp. ซึ่งผู้รายงานบางรายนำมานับรวมด้วย บางรายมิได้นับรวมไว้ จะนับเฉพาะชนิดที่ทราบชื่อแน่นอนแล้วเท่านั้น จึงทำให้จำนวนชนิดที่รายงานในประเทศเดียวกัน มีจำนวนชนิดไม่เท่ากัน

2.3 ความสำคัญและประโยชน์ของสาหร่ายทะเล

2.3.1 ความสำคัญของสาหร่ายทะเลในระบบนิเวศ

ในระบบนิเวศทางทะเล สาหร่ายทะเลและหญ้าทะเลเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างมาก เป็นตัวทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตในทะเล พืชกลุ่มนี้เป็นผู้ผลิตออกซิเจน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งเกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตในทะเล และที่มีอยู่ในบรรยากาศเหนือผิวน้ำ บริเวณที่มีสาหร่ายทะเลและ/หรือหญ้าทะเลจึงเป็นบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์ เพราะเป็นแหล่งอาหาร เป็นที่พักพิงอาศัยให้ร่มเงาแก่สัตว์น้ำ และเป็นแหล่งหลบซ่อนศัตรู นอกจากนี้ยังเป็นที่ยาว

ไข่ เพาะฟัก และอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ในหลายประเทศได้ทำการปลูกสาหร่ายทะเลและหญ้าทะเลเพื่อให้เกิดเป็นป่าในทะเล เป็นการชักนำสัตว์น้ำให้เข้ามาอยู่อาศัยให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ และเกื้อกูลซึ่งกันและกันระหว่างพืชและสัตว์ ทำให้เกิดความสมดุลของระบบนิเวศ

ในด้านสิ่งแวดล้อม สาหร่ายทะเลและหญ้าทะเลเป็นตัวช่วยลดมลภาวะในทะเล โดยทำหน้าที่ดูดซับสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำมาใช้ในการกระบวนการสังเคราะห์แสง สารประกอบอินทรีย์เหล่านี้ส่วนหนึ่งเกิดจากการขับถ่ายและการเน่าสลายของสิ่งมีชีวิตในทะเล อีกส่วนหนึ่งเกิดจากการระบายจากชายฝั่ง พืชทะเลจึงเป็นเสมือนตัวกรองให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น

ตารางที่ 2.2 จำนวนชนิดของสาหร่ายทะเลในประเทศต่าง ๆ ในทวีปเอเชีย (จาก Lewmanomont *et al.*, 1995; Norton *et al.*, 1996 และ Critchley and Ohno, 1998)

ประเทศ	สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	สาหร่ายสีเขียว	สาหร่ายสีน้ำตาล	สาหร่ายสีแดง	รวม (ชนิด)	ผู้รายงาน
ญี่ปุ่น	-	235	376	899	1,510	Yoshida <i>et al.</i> , 1990
เกาหลี	-	81	135	357	573	Lee and Kang, 1986
ไต้หวัน	-	-	-	-	490	Lewis and Norris, 1987; Wang <i>et al.</i> , 1993
เวียดนาม	-	115	86	223	424	Tittley (ติดต่อส่วนตัว โดย Norton <i>et al.</i> , 1996) Nang and Dinh, 1998
ฟิลิปปินส์	-	-	-	-	≈ 1,000	Silva <i>et al.</i> , 1987
อินโดนีเซีย	-	215	125	475	818	Trono, 1998
มาเลเซีย	-	-	-	-	> 600	Istini <i>et al.</i> , 1998
ไทย	-	-	-	-	555	Phang, 1998
	63	87	78	128	240	Lewmanomont <i>et al.</i> , 1995

2.3.2 ประโยชน์ของสาหร่ายทะเล

สาหร่ายทะเลมีประโยชน์นานัปการ นอกจากเป็นอาหารคน อาหารสัตว์ ใช้ทำปุ๋ย และเป็นยาแล้ว สิ่งสกัดจากสาหร่ายทะเลจำพวก phycocolloid ได้แก่ วุ้น (agar) carrageenan และ alginate ยังนำ

มาใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างมากมาย และปัจจุบันได้มีการนำสาหร่ายทะเลมาใช้ประโยชน์ด้านปรับปรุงคุณภาพน้ำจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกันบ้างแล้ว (ตารางที่ 2.3)

2.3.3 สิ่งสกัดจากสาหร่ายทะเลที่ใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม

- Agar หรือวุ้น สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง วุ้นใช้ประกอบอาหาร ใช้เลี้ยงแบคทีเรีย เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และใช้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ วุ้นเป็น polysaccharide ซึ่งมีกลุ่ม sulphate เป็นองค์ประกอบ เมื่อผ่านกระบวนการดึงเอากลุ่ม sulphate ออก จะได้ agarose ซึ่งมีราคาแพงและนิยมใช้ในงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพ อาทิ การแยกชิ้นส่วนของ DNA

สาหร่ายที่ใช้สกัดวุ้นเป็นพวกสาหร่ายสีแดง มีหลายสกุลที่นิยมมากที่สุดได้แก่สกุล *Gelidium* ซึ่งให้วุ้นคุณภาพดี แต่เนื่องจากมีขนาดเล็ก เจริญเติบโตช้า และยังไม่มีการเพาะเลี้ยงกันเท่าใดนัก ราคาจึงค่อนข้างสูง ส่วนสกุล *Gracilaria* เป็นสาหร่ายให้วุ้นคุณภาพไม่ดีนัก แต่เนื่องจากมีขนาดใหญ่และโตเร็ว จึงเป็นที่นิยมกว่า *Gelidium* ประกอบกับปัจจุบันสามารถเพาะเลี้ยงได้ และพบขึ้นในธรรมชาติในปริมาณมาก ราคาต่ำ เหมาะที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดวุ้น ประเทศในเอเชียที่เพาะเลี้ยง *Gracilaria* ได้ ได้แก่ ไต้หวัน อินโดนีเซีย เวียดนาม และไทย

- Alginate สกัดได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล ในรูปของเกลือ alginate มีลักษณะเป็นผง เมื่อนำมาละลายน้ำจะมีลักษณะข้นเหนียว นิยมใช้ในการพิมพ์ลายผ้า ใช้เป็น food additive และช่วยให้ผลิตภัณฑ์ข้นเหนียวหล่อแบบพิมพ์ และอุตสาหกรรมทำยา

สาหร่ายที่นำมาสกัด alginate เป็นพวกสาหร่ายสีน้ำตาลขนาดใหญ่ ซึ่งพบในเขตหนาว ได้แก่ สกุล *Laminaria*, *Macrocystis*, *Ascophyllum* ส่วนสาหร่ายสกุล *Sargassum* ซึ่งพบทั้งเขตหนาวและเขตร้อน ในทวีปเอเชียพบมากที่อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ สามารถนำมาสกัด alginate ได้ แต่

คุณภาพจะด้อยกว่าและไม่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม

- Carrageenan เป็น polysaccharide ที่สกัดได้จากสาหร่ายสีแดงและมีกลุ่ม sulphate เป็นองค์ประกอบเช่นเดียวกับวุ้น แต่คุณสมบัติแตกต่างกัน carrageenan ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมมีหลายประเภท แต่ละประเภทแตกต่างกันที่โครงสร้างทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพจึงแตกต่างกัน อาทิ ความข้นเหนียว ความสามารถในการเกิด gel และความแข็งแรงของ gel ส่วนใหญ่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์นม ยาสีฟัน เครื่องสำอาง และใช้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ

สาหร่ายที่นำมาสกัด carrageenan แต่เดิมใช้ Irish moss หรือ *Chondrus crispus* จากประเทศ Ireland ปัจจุบันสาหร่ายสีแดงสกุล *Eucheuma* และ *Kappaphycus* สามารถทำฟาร์มปลูกในทะเลที่ประเทศฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย ได้เป็นผลสำเร็จและมีผลผลิตสูงกว่าร้อยละ 60 ของความต้องการของโลก (McHugh and Lanier, 1983; McHugh, 1996)

เนื่องจาก phycocolloid เป็นสิ่งที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลเท่านั้น มีอาจสังเคราะห์หรือหาสิ่งอื่นมาทดแทนได้ ความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั่วโลกเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 10% แต่เนื่องจากแหล่งวัตถุดิบจากธรรมชาติมีได้เพิ่มขึ้น จึงจำเป็นต้องหาวิธีเพิ่มปริมาณของวัตถุดิบโดยการทำฟาร์มเพาะเลี้ยงประเทศในกลุ่ม ASEAN เป็นประเทศที่มีข้อได้เปรียบที่อยู่ในเขตร้อน มีฝั่งทะเลและเกาะแก่งมากมาย มีแสงแดดเกือบตลอดปี เหมาะแก่การทำฟาร์มสาหร่ายทะเลอย่างยิ่ง ดังที่ประเทศฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย ได้ดำเนินการอยู่ขณะนี้

ตารางที่ 2.3 การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทะเล

การใช้ประโยชน์	กลุ่มของสาหร่าย	ชื่อสกุล
อาหารคน	สาหร่ายสีเขียว	<i>Caulerpa</i> , <i>Enteromorpha</i> , <i>Monostroma</i>
	สาหร่ายสีน้ำตาล	<i>Laminaria</i> , <i>Undaria</i> , <i>Hizikia</i> , <i>Sargassum</i>
	สาหร่ายสีแดง	<i>Porphyra</i>
อาหารสัตว์และปุ๋ย เป็นยา	สาหร่ายสีน้ำตาล	<i>Ascophyllum</i> , <i>Sargassum</i>
	สาหร่ายสีน้ำตาล	<i>Sargassum</i>
	สาหร่ายสีแดง	<i>Digenia simplex</i>
สกัด phycocolloid		
- agar	สาหร่ายสีแดง	<i>Gelidium</i> , <i>Gracilaria</i> , <i>Pterocladia</i>
- carrageenan	สาหร่ายสีแดง	<i>Chondrus crispus</i> , <i>Eucheuma</i> , <i>Kappaphycus</i>
- alginate	สาหร่ายสีน้ำตาล	<i>Laminaria</i> , <i>Macrocystis</i> , <i>Sargassum</i>

2.4 งานด้านสาหร่ายทะเลในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์

ความรู้ทางด้านสาหร่ายทะเล เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างประเทศในเอเชีย พบว่า ประเทศญี่ปุ่น จีน และเกาหลี มีความก้าวหน้ามากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นงานด้านอนุกรมวิธาน การเพาะเลี้ยง การนำสาหร่ายทะเลมาใช้เป็นอาหารและเป็นยาโดยตรง การสกัดสาร phycocolloid เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม ตลอดจนการสกัดสาร bioactive เพื่อใช้เป็นยาและใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ส่วนประเทศในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ที่มีการศึกษาและพัฒนาด้านสาหร่ายทะเลจนเป็นที่ยอมรับ ได้แก่ ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ไทย เวียดนาม และมาเลเซีย

2.4.1 ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย

เนื่องจากฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย เป็นประเทศที่เป็นเกาะ มีจำนวนเกาะมากกว่า 7,000 และ 17,500 เกาะ ตามลำดับ นอกจากจะอุดมสมบูรณ์ด้วยสาหร่ายทะเลที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติแล้ว ยังเหมาะแก่การทำฟาร์มสาหร่ายทะเล โดยเฉพาะ *Eucheuma* และ *Kappaphycus* ปัจจุบันทั้ง 2 ประเทศสามารถผลิตสาหร่ายดังกล่าวได้เกินกว่า 60% ของตลาดโลก ส่วนหนึ่งส่งเป็นวัตถุดิบ

จำหน่ายต่างประเทศ อีกส่วนหนึ่งใช้ผลิต carrageenan สำหรับใช้ภายในประเทศและจำหน่ายต่างประเทศ

นอกจากนั้น อินโดนีเซียยังสามารถผลิต alginate จาก *Sargassum* และผลิตวุ้นจาก *Gracilaria* สำหรับใช้ภายในประเทศ แต่ก็ไม่เพียงพอ ยังคงต้องนำเข้าจากต่างประเทศอีกด้วย

ทรัพยากรสาหร่ายทะเลของฟิลิปปินส์มีมากกว่า 600 ชนิด ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมีถึง 365 ชนิด ส่วนอินโดนีเซียมี 555 ชนิด ใช้เป็นอาหาร 61 ชนิด และใช้เป็นยา 21 ชนิด (Trono, 1998 และ Istini et al., 1998)

2.4.2 เวียดนาม มีสาหร่ายทะเลเกือบ

1,000 ชนิด มี 324 ชนิด ที่ใช้เป็นอาหาร เป็นยา เป็นปุ๋ย และใช้สกัด phycocolloid จากสาหร่ายที่มีอยู่ในธรรมชาติ และจากการเพาะเลี้ยง โดยเฉพาะ *Gracilaria* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในบ่อได้ผลผลิตประมาณ 1,500-2,000 ตัน น้ำหนักแห้ง/ปี สามารถส่งไปขายต่างประเทศบางส่วน และใช้ผลิตวุ้นสำหรับใช้ภายในประเทศ 80-100 ตัน/ปี (Nang and Dinh, 1998)

งานด้านสาหร่ายทะเลของเวียดนามส่วนหนึ่งเป็นการสำรวจ อีกส่วนหนึ่งเป็นงานด้านการเพาะเลี้ยง และสกัด phycocolloid ปัจจุบันนักวิชาการด้านสาหร่ายทะเลมีเพียงไม่กี่คน แต่ประเทศเวียดนามมีชายฝั่งทะเลยาวถึง 3,260 กิโลเมตร โอกาสที่จะทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเล และตั้งโรงงานสกัด phycocolloid เป็นไปได้สูง เนื่องจากค่าแรงต่ำ

2.4.3 มาเลเซีย มีสาหร่ายทะเล 240 ชนิด ใช้เป็นอาหารคน อาหารสัตว์ เป็นปุ๋ย และเป็นยา มาเลเซียเพิ่งจะมีการศึกษาและพัฒนางานด้านสาหร่ายทะเลเมื่อไม่นานนัก ปัจจุบันมีการนำ *Eucheuma* มาทำฟาร์มปลูกในทะเลประมาณ 300 ครอบครัวยุ และส่งผลผลิตขายให้แก่ฟิลิปปินส์ประมาณ 800 ตัน/ปี ส่วนการเพาะเลี้ยง *Gracilaria* ยังอยู่ในขั้นทดลอง ปัจจุบันมาเลเซียนำเข้าสาหร่ายวุ้นจากประเทศไทย เพื่อใช้เป็นอาหารและใช้สกัดวุ้นในโรงงานขนาดเล็ก ผลิตรวุ้นได้ 5-6 ตัน สำหรับใช้ทำขนม (Phang, 1998)

ถึงแม้ปัจจุบันมาเลเซียจะยังไม่มีโรงงานสกัด phycocolloid ก็ตาม แต่ทว่ามาเลเซียมีระบบสาธารณูปโภคที่สมบูรณ์ การคมนาคมสะดวก และมีการเชื่อมโยงด้านการค้าระหว่างประเทศที่ดี จึงคาดว่าในอนาคต มาเลเซียจะเป็นศูนย์กลางของภูมิภาคด้านการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสาหร่ายทะเล

2.4.4 ประเทศไทย มีรายงานการพบสาหร่ายทะเลเพียง 326 ชนิด (Lewmanomont et al., 1995) และมีที่ยังมิได้รายงานอีกจำนวนมาก คาดว่าจำนวนสาหร่ายทะเลที่มีในประเทศไทยน่าจะใกล้เคียงกับ เวียดนามซึ่งอยู่ในแนวเดียวกัน และมีภูมิอากาศคล้ายคลึงกัน ในบรรดาสาหร่ายทะเลเหล่านี้หลายชนิดมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะสกุล *Gracilaria* สำหรับสกัดวุ้น สกุล *Porphyra* ซึ่ง

เป็นสาหร่ายที่มีราคาสูง ใช้ประกอบอาหาร และสกุล *Sargassum* ซึ่งใช้เป็นยาและเป็นวัตถุดิบในการสกัด alginate

ปัจจุบันมีการเก็บ *Gracilaria* จากที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ และจากการเพาะเลี้ยง มาใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดวุ้นในโรงงานขนาดเล็ก ซึ่งมีอยู่เพียงแห่งเดียวสามารถผลิตรวุ้นได้เพียง 13-30 ตัน/ปี (บริษัทวุ้นบริสุทธิ์จำกัด, ติดต่อส่วนตัว) แต่ความต้องการใช้วุ้นในประเทศมีสูงถึง 408 ตัน ในปี พ.ศ. 2542 ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2539 ที่มีการนำเข้าถึง 749 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 250-300 ล้านบาทต่อปี ดังนั้นหากประเทศไทยสามารถตั้งโรงงานสกัดวุ้นขนาดใหญ่เพื่อสนองความต้องการใช้วุ้นภายในประเทศได้ จะสามารถลดการนำเข้าและลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศลงได้

อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยมิได้นำเข้าเฉพาะวุ้นเท่านั้น ยังนำเข้า alginate และ carrageenan เพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ฯลฯ โดยมีปริมาณนำเข้าเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ละปีนำเข้า carrageenan ไม่ต่ำกว่า 1,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 300 ล้านบาท (McHugh, 1996) เช่นเดียวกับ alginate ในปี พ.ศ. 2542 มีการนำเข้ากว่า 700 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 100 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2542)

สำหรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด คือ alginate และ carrageenan ยังคงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากประเทศไทยไม่มีสาหร่ายสกุล *Eucheuma* สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต carrageenan ส่วนสาหร่ายสีน้ำตาลที่ใช้ผลิต alginate นั้นมีเฉพาะ *Sargassum* ซึ่งมีปริมาณไม่มากพอ และไม่สม่ำเสมอที่จะใช้เป็นวัตถุดิบได้

2.5 งานวิจัยด้านสาหร่ายทะเลในประเทศไทย

การศึกษาสาหร่ายทะเลในประเทศไทย เริ่มโดยชาวต่างประเทศ ส่วนมากจากประเทศในยุโรปที่เข้ามาสำรวจในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง เริ่มโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน Georg von Martens ในการสำรวจชื่อ “Die Preussische Expedition nach Ost-Asien” ระหว่างปี ค.ศ. 1864-1866 (พ.ศ. 2407-2409) การสำรวจครั้งนี้เป็นการสำรวจสาหร่ายทะเลบริเวณทะเลจีน ซึ่งรวมอ่าวไทยเข้าไว้ด้วย (Martens, 1866)

การสำรวจครั้งที่ 2. โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก J. Schmidt ได้มาทำการสำรวจพรรณพืชที่เกาะช้าง จังหวัดตราด ระหว่างปี ค.ศ. 1899-1900 (พ.ศ. 2442-2443) ซึ่งมีทั้งไม้ดอก เฟิร์น มอส สาหร่าย ไลเคน และเห็ดรา และได้พิมพ์รวมเป็นเล่มชื่อ “Flora of Koh Chang” (Schmidt, 1900-1916)

หลังจากนั้นไม่มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาสาหร่ายทะเลในประเทศไทยอีกเลย จนกระทั่ง พ.ศ. 2478 จึงได้มีรายงานของนักวิทยาศาสตร์ไทยปรากฏขึ้นเป็นครั้งแรก เรื่อง “วุ้นจากสาหร่ายทะเลของสยาม” โดย เกลียว บุนนาค กล่าวถึงวิธีการทำวุ้นจากสาหร่ายทะเลแบบพื้นบ้าน โดยใช้สาหร่ายวุ้นจากทะเลสาบสงขลา (เกลียว, 2478)

ต่อมา พ.ศ. 2490 โชติ สวัสดิ์ เขียนเรื่อง “จากสาหร่ายทะเลเป็นวุ้น” กล่าวถึงการเก็บสาหร่ายทะเลจากธรรมชาติ นำมาทำวุ้นโดยวิธีต่าง ๆ (โชติ, 2490) และใน พ.ศ. 2494 ท่านผู้นี้ได้จัดพิมพ์รายชื่อยชื่อพืชที่มีประโยชน์ต่อการประมง โดยใช้ชื่อว่า “Plant usefull” ซึ่งมีทั้งไม้บก ไม้น้ำ รวมทั้งสาหร่ายทะเลเข้าไว้ด้วย (Suwatti, 1951) ในปี พ.ศ. 2497 รุ่งตะวัน บุนนาค ได้เขียนเรื่อง “สาหร่ายทะเล” โดยกล่าวถึงการนำสาหร่ายทะเลมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ (รุ่งตะวัน, 2497) และในปีเดียวกันนี้ มีนักวิทยาศาสตร์จากประเทศสหรัฐอเมริกา ชื่อ E.Y. Dawson ได้เดินทางมาศึกษาสาหร่ายทะเลที่ประเทศเวียดนามและ

แวะมาเยือนเมืองไทยชั่วคราวเวลานั้นๆ ได้มีโอกาสไปเก็บสาหร่ายทะเลที่หาดแสนสุข จังหวัดชลบุรี และได้รายงานไว้ใน “Notes on tropical Pacific marine algae” (Dawson, 1954) ตั้งแต่ พ.ศ. 2502 เป็นต้นมา จึงเริ่มมีนักวิทยาศาสตร์ชาวไทยสนใจศึกษาสาหร่ายทะเลเรื่อยมาตามลำดับจนถึงปัจจุบัน นับเป็นเวลาถึง 40 ปี ในระยะแรกงานส่วนใหญ่เป็นงานสำรวจและศึกษาชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบในน่านน้ำไทย ในปี พ.ศ. 2529 และ 2530 มีโครงการร่วมมือระหว่าง 3 หน่วยงาน ได้แก่ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการเพาะเลี้ยงและแปรรูปสาหร่ายทะเลจำพวกสาหร่ายวุ้น โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนและช่วยเหลือจากรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ภายใต้โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อพัฒนา-การเกษตร หลังจากนั้นจึงมีผลงานด้านการเพาะเลี้ยงและการสกัดวุ้นจากสาหร่ายทะเลสกุล *Gracilaria* ออกมาจำนวนมาก

จากการรวบรวมผลการศึกษาและวิจัยด้านสาหร่าย ทั้งสาหร่ายทะเลและสาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดย สรวิศ เผ่าทองสุข ปรากฏว่า ผลงานวิจัยทั้งหมด 967 เรื่อง เป็นผลงานด้านสาหร่ายทะเลเพียง 197 เรื่อง หรือประมาณ 20% งานดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นงานด้านสำรวจและศึกษาชนิดของสาหร่ายที่พบบริเวณใดบริเวณหนึ่งเฉพาะแห่ง รองลงมาเป็นงานด้านการสกัดสารจากสาหร่ายทะเลโดยเฉพาะวุ้น ตามด้วยการเพาะเลี้ยง อนุกรมวิธาน ชีววิทยา การใช้ประโยชน์ และอื่นๆ ตามลำดับ (สรวิศ, 2543)

จากรายงานความหลากหลายของชนิดสาหร่ายทะเลในประเทศไทย มี 326 ที่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ ในจำนวนดังกล่าวเป็นสกุลใหม่ 1 สกุล และชนิดใหม่ 12 ชนิด (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.4 สาหร่ายทะเลสกุลใหม่และชนิดใหม่ที่พบในประเทศไทย

สกุล/ชนิดใหม่	Division	สถานที่เก็บตัวอย่าง	ผู้รายงาน
1. <i>Acetabularia major</i> Martens	Chlorophyta (สีเขียว)	ศรีราชา, จ.ชลบุรี	Martens, 1866
2. <i>Polysiphonia siamensis</i> Martens	Rhodophyta (สีแดง)	ศรีราชา, จ.ชลบุรี	Martens, 1866
3. <i>Archaeolithothamnion Schmidtii</i> Foslie	Rhodophyta (สีแดง)	เกาะกระดาด, จ.ตราด	Foslie, 1901
4. <i>Boodleia Siamensis</i> Reinbold	Chlorophyta (สีเขียว)	เกาะกระดาด, จ.ตราด	Reinbold, 1901
5. <i>Rhabdonia Schmidtii</i> Reinbold	Rhodophyta (สีแดง)	เกาะช้าง, จ.ตราด	Reinbold, 1901
6. <i>Scytonema Schmidtii</i> Gomont	Cyanophyta (สีเขียวแกมน้ำเงิน)	แหลมदान, จ.ตราด	Gomont, 1901
7. <i>Brachytrichia maculans</i> Gomont	Cyanophyta (สีเขียวแกมน้ำเงิน)	แหลมदान, จ.ตราด	Gomont, 1901
8. <i>Pseudostruvea Egerod</i>	Chlorophyta (สีเขียว)	ไผ่ยาง, จ.ภูเก็ต	Egerod, 1975
9. <i>Pseudostruvea siamensis</i> Egerod	Chlorophyta (สีเขียว)	ไผ่ยาง, จ.ภูเก็ต	Egerod, 1975
10. <i>Polycavernosa fisheri</i> Xia and Abbott [ปัจจุบันเปลี่ยนเป็น <i>Gracilaria fisheri</i> (Xia and Abbott) Abbott, Zhang and Xia]	Rhodophyta (สีแดง)	จ.ปัตตานี	Xia and Abbott, 1987 (type specimen ชื่อจากตลาดที่โกตาบารู ประเทศมาเลเซีย ซึ่งซื้อไปจากจังหวัดปัตตานี)
11. <i>Polycavernosa percurrans</i> Xia and Abbott [ปัจจุบันเปลี่ยนเป็น <i>Gracilaria percurrans</i> (Xia and Abbott) Abbott, Zhang and Xia]	Rhodophyta (สีแดง)	เกาะยอ, จ.สงขลา	Xia and Abbott, 1987
12. <i>Gracilaria irregularis</i> Abbott	Rhodophyta (สีแดง)	อ่าวเลน, จ.ตราด	Abbott, 1988
13. <i>Gracilaria minuta</i> Lewmanomont	Rhodophyta (สีแดง)	อ่าวซ้อ, จ.ตราด	Lewmanomont, 1994

2.6 สถานภาพการศึกษาสาหร่ายทะเล

2.6.1 สถานภาพสาหร่ายทะเลในประเทศไทย
ความอุดมสมบูรณ์ของสาหร่ายทะเล ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ได้แก่ แสง ความลึกของน้ำ ระดับความเค็ม สภาพพื้นที่ท้องทะเลสำหรับให้สาหร่ายยึดเกาะ ความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหาร ตลอดจนความรุนแรงของคลื่น ลม และกระแสน้ำ ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เป็นเหตุให้ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายทะเลแตกต่างกันไปด้วย

ในอดีต สาหร่ายทะเลในน่านน้ำไทย พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไป ทั้งในอ่าวไทยและฝั่งทะเล

อันดามัน บางแห่งพบว่ามีความหนาแน่นสาหร่ายทะเลขึ้นอยู่หนาแน่นจนเหยียบไม่ถึงพื้น แต่ในปัจจุบัน ผลจากการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลทางด้านอุตสาหกรรมและการทำนาุ้ง ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปทุกจังหวัดที่ติดทะเล หรืออยู่ใกล้ทะเล ทำให้สภาพชายฝั่งถูกทำลายและเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศชายฝั่ง อันมีผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ และแหล่งของสาหร่ายทะเล ซึ่งขณะนี้ได้เสื่อมโทรมลงเรื่อย ๆ ในหลายพื้นที่จนเป็นที่น่าวิตกว่า จะต้องสูญเสียแหล่งทรัพยากรธรรมชาติกลุ่มนี้ไปในที่สุด

สาหร่ายทะเลในประเทศไทยถูกจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจต่ำมาก เมื่อเทียบกับทรัพยากรสัตว์น้ำกลุ่มอื่น ๆ มาตรการอนุรักษ์ทรัพยากรกลุ่มนี้จึงไม่ค่อยได้รับความสนใจเท่าใดนัก หากมองในแง่ของระบบนิเวศ จะเห็นว่าพืชในทะเล ไม่ว่าจะเป็นสาหร่ายทะเลหรือหญ้าทะเล มีความสำคัญอย่างยิ่งไม่สามารถประเมินค่าได้ พืชในกลุ่มนี้เป็นตัวลดปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกปลดปล่อยลงสู่ทะเล หากขาดพืชกลุ่มนี้ไป จะทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชในทะเล ตามมาด้วยการเน่าเสียของน้ำซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำในที่สุด

ในปัจจุบันแหล่งสาหร่ายทะเลและหญ้าทะเลที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติอย่างอุดมสมบูรณ์มีเหลือเพียงไม่กี่แห่ง หากสามารถอนุรักษ์พื้นที่เหล่านั้นไว้ได้ จะช่วยรักษาสภาพแวดล้อมชายฝั่ง และรักษาสายพันธุ์สาหร่ายที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจไว้มิให้สูญไปจากน่านน้ำไทย โดยจัดอันดับความสำคัญของพื้นที่ดังกล่าวโดยด่วน และประกาศเป็นที่รักษาพืชพันธุ์ตามพระราชบัญญัติการประมง

2.6.2 สาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่สมควรได้รับการสนับสนุนให้ทำการวิจัยและพัฒนา

- *Gracilaria* เป็นสาหร่ายสีแดงที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดวุ้น (agar) มีชื่อเรียกตามภาษาท้องถิ่นแตกต่างกันไป ได้แก่ สาหร่ายวัน สาหร่ายผมนาง สาหร่ายเขากวาง สาย แซม แซล สาหร่ายสกุลนี้เป็นสาหร่ายที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน ในประเทศไทยมีประมาณ 20 ชนิด แต่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์เพียง 15 ชนิด (Lewmanomont, 1994, 1995; Chirapart and Ruangchaui, 1999) พบบริเวณชายฝั่งที่น้ำท่วมถึง ซึ่งพื้นเป็นดินปนทราย โดยขึ้นติดกับวัตถุที่จมอยู่ในน้ำ เช่น ก้อนหิน ก้อนกรวด เปลือกหอย หรือขาดหลูตรวมเป็นกระจุกอยู่ตามพื้นบริเวณที่มีสาหร่ายขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ ได้แก่ ทะเลสาบสงขลาตอนนอก บริเวณเกาะยอ

บ้านบ่อเก้ง ตำบลหัวเขาแดง จังหวัดสงขลา และที่อ่าวปัตตานี บริเวณบ้านนูดิ บ้านดาโต๊ะ บ้านบางปู อำเภอยะหริ่ง และบ้านตันหยงลูโ๊ะ อำเภอมือง จังหวัดปัตตานี

ประเทศไทยเคยส่งสาหร่ายวันเป็นสินค้าออกในปริมาณมากบ้างน้อยบ้างสุดแต่จะเก็บรวบรวมได้ ในปี พ.ศ. 2503 ปริมาณส่งออกสูงถึง 400 ตันน้ำหนักแห้ง และในปี พ.ศ. 2523 มีรายงานการส่งออก 203 ตัน และลดลงเรื่อย ๆ ในปีต่อ ๆ มา (กรมศุลกากร, 2500-2534) จากการบอกเล่าของชาวบ้านซึ่งมีอาชีพเก็บสาหร่าย เล่าว่า สาหร่ายวันที่ขึ้นอยู่ในธรรมชาติ ทั้งในทะเลสาบสงขลาและอ่าวปัตตานี มีปริมาณหนาแน่นมากจนเหยียบไม่ถึงพื้น ชาวบ้านเก็บโดยใช้คราดโกยใส่เรือได้เต็มลำภายในเวลาไม่นานนัก แสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของสาหร่ายวันในอดีต ส่วนในปัจจุบัน ปริมาณที่ขึ้นอยู่ในธรรมชาติลดลงมาก ถึงแม้จะมีการเพาะเลี้ยงทั้งที่ทะเลสาบสงขลาและอ่าวปัตตานีก็ตาม ผลผลิตรวมทั้งจากธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยงยังต่ำกว่าในอดีตซึ่งเก็บจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียว

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายวันในประเทศไทยยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก ปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงกันที่จังหวัดสงขลาและปัตตานี ซึ่งเป็นแหล่งที่สาหร่ายขึ้นอยู่ในธรรมชาติ โดยการนำต้นพันธุ์ที่เก็บจากธรรมชาติมาขยายเลี้ยงในบ่อ การเพาะเลี้ยงมี 2 วิธี คือ หว่านต้นพันธุ์ลงเลี้ยงในบ่อ และวิธีสอดเส้นเชือก ผลผลิตของสาหร่ายวันจากสงขลาและปัตตานี ทั้งที่เก็บจากธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยง ประมาณ 200 ตัน/ปี บางปีผลผลิตอาจสูงกว่านี้ (Lewmanomont, 1998)

สาหร่ายวันที่ซื้อขายกันอยู่ในปัจจุบัน ได้จากภาคใต้ที่จังหวัดสงขลาและปัตตานี ส่วนหนึ่งส่งไปขายที่ประเทศมาเลเซีย เพื่อใช้สกัดวุ้น และใช้เป็นอาหาร โดยเฉพาะช่วงเดือนถือศีลอด (รอมดอน) ของชาวมุสลิม สาหร่ายที่จำหน่ายในช่วงนี้จะมีราคาสูงกว่าปกติมาก สาหร่ายส่วนใหญ่จะถูกส่งมาขายให้

แกโรงงานสกัดวันที่จังหวัดราชบุรี ซึ่งมีเพียงโรงเดียวในประเทศไทย โรงงานแห่งนี้รับซื้อสาหร่ายวันจากจังหวัดสงขลาและปัตตานี ปีละประมาณ 185-430 ตัน (บริษัทวันบริสุทธิ์ จำกัด, ติดต่อส่วนตัว)

ทางฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี และตราด เคยเป็นแหล่งที่มีสาหร่ายวันขึ้นอยู่หนาแน่นในธรรมชาติเช่นกัน แต่ในปัจจุบันได้สูญเสียแหล่งทรัพยากรธรรมชาติกลุ่มนี้ไปอย่างน่าเสียดาย สาเหตุหนึ่งมาจากเรือหางยาวที่ทำให้น้ำขุ่น สาเหตุใหญ่มาจากการทำฟาร์มเลี้ยงกุ้ง ได้ทำลายสภาพชายฝั่งซึ่งเป็นแหล่งของสาหร่ายวันไปจนเกือบหมดสิ้น

จากการศึกษาเพื่อคัดเลือกชนิดของสาหร่ายวันที่เหมาะแก่การทำฟาร์มเพาะเลี้ยง (กาญจนภาชน์ และคณะ, 2536) พบว่า สาหร่ายวันชนิด *Gracilaria fisheri* ที่พบในทะเลสาบสงขลาและอ่าวปัตตานี เป็นชนิดที่เหมาะสมแก่การเพาะเลี้ยงในประเทศไทยมากกว่าชนิดอื่น เนื่องจากให้วันคุณภาพดี มีค่าความแข็งของวันสูง มีอัตราการเจริญเติบโตสูง และมีความทนทานต่อความเค็มในช่วงกว้าง

ปัจจุบัน *Gracilaria* มิได้ใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดวันที่เท่านั้น ยังนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงหอยเป่าฮื้อ ซึ่งมีราคาแพง ขณะนี้กรมประมงกำลังศึกษาเพื่อเผยแพร่ให้ประชาชนเพาะเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ยังสนับสนุนให้ทำการเพาะเลี้ยง *Gracilaria* เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งและการเลี้ยงสัตว์น้ำอื่น ๆ

จึงเห็นได้ว่า ประเทศไทยสมควรทำการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์สาหร่ายวันให้มากขึ้น แต่เป็นที่น่าเสียดายที่เกษตรกรยังไม่นิยมทำฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลกันเท่าใดนัก เนื่องจากรายได้ต่ำเมื่อเทียบกับรายได้จากการทำฟาร์มเลี้ยงกุ้ง นอกจากนี้ยังขาดการแนะนำและส่งเสริมอย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตาม เพื่อป้องกันมิให้แหล่งสาหร่ายวันที่ยังคงมีเหลืออยู่เพียงไม่กี่แห่งหมดไปจากน่านน้ำไทยจนไม่สามารถหาต้นพันธุ์มาใช้ในการเพาะเลี้ยงเพื่อขยาย

พันธุ์ได้ต่อไป จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์แหล่งที่มีสาหร่ายวันขึ้นอยู่ในธรรมชาติดังกล่าว

- *Porphyra* เป็นสาหร่ายสีแดงที่มีราคาแพง รู้จักกันในนามของ สายใบหรือจีไฉ่ นิยมนำมาประกอบอาหาร เช่น ข้าวห่อสาหร่าย และขนมจีบห่อสาหร่าย สาหร่ายชนิดนี้มีการเพาะเลี้ยงกันมากในประเทศญี่ปุ่น จีน และเกาหลี เพื่อใช้บริโภคในประเทศและส่งขายต่างประเทศ ประเทศไทยนำเข้าสาหร่ายทะเลรวมทั้งสายใบเพื่อใช้บริโภคเป็นอาหารคิดเป็นมูลค่าปีละนับร้อยล้านบาท จากการศึกษาและสำรวจ พบว่า ประเทศไทยมีสาหร่ายสกุลนี้ขึ้นอยู่ในธรรมชาติในบางจังหวัดภาคใต้ โดยมีแหล่งใหญ่ที่จังหวัดสงขลา บริเวณหาดหินชายทะเลเชิงเขาเก้าแสง และที่เกาะหนู เกาะแมว และแหลมสมิหรา สายใบที่ชาวบ้านเก็บได้จะถูกนำไปทำเป็นแผ่นแห้งขายในตลาด ลักษณะคล้ายสายใบที่นำเข้าจากต่างประเทศในอดีตมีรายงานไว้ว่า ในฤดูกาลที่เก็บสายใบประมาณ 3 เดือน ชาวบ้านสามารถเก็บรวบรวมเพื่อนำไปขายได้ถึง 1,000 กิโลกรัมน้ำหนักสด แต่ในปัจจุบันปริมาณที่เก็บได้ลดลงมาก บางปีเก็บได้เพียงเล็กน้อย หรือเก็บไม่ได้เลย และขนาดของต้นก็เล็กลงกว่าเดิม จึงเป็นที่น่าวิตกว่า สายใบอาจสูญสิ้นไปจากน่านน้ำไทยได้ หากไม่ทำการอนุรักษ์หรือหาทางเพาะเลี้ยงเพื่อให้มีปรากฏอยู่ในน่านน้ำไทยต่อไป (จินดา, 2503; กาญจนภาชน์ และ Ogawa, 2521)

- *Eucheuma* สาหร่ายสกุลนี้เป็นสาหร่ายสีแดงที่ไม่มีในประเทศไทย แต่ได้ทดลองนำเข้ามาปลูกเมื่อประมาณ 10 ปีที่แล้ว พบว่า สามารถขึ้นได้ดีในประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณเกาะที่น้ำทะเลใสสะอาด และไม่มีคลื่นลม หากได้รับการสนับสนุนให้ทำการวิจัยและพัฒนาต่อไป น่าจะเป็นสาหร่ายอีกสกุลหนึ่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจได้ในอนาคต

- *Sargassum* เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลที่พบทั่วไปในน่านน้ำไทย สามารถนำมาสกัด alginate ได้ถึงแม้คุณภาพจะไม่ดีนักก็ตาม หากสามารถทำการเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณให้มากเพียงพอสำหรับใช้

สีกัด alginate ได้ ก็จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง

- *Caulerpa* และ *Ulva* เป็นสาหร่ายสีเขียวที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว และใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำได้ดี หากนำมาเลี้ยงร่วมกับการเลี้ยงกุ้งหรือสัตว์น้ำอื่น ๆ จะช่วยพัฒนาการเพาะเลี้ยงแบบผสมผสานได้

2.6.3 สถานภาพของนักวิจัยไทย

นักวิจัยด้านสาหร่ายทะเลในประเทศไทยมีจำนวนไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นอาจารย์ในมหาวิทยาลัย ซึ่งมีงานวิจัยของตนเอง และเป็นผู้ควบคุมและแนะนำการทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาระดับปริญญาโทและเอก อีกส่วนหนึ่งเป็นนักวิชาการของกรมประมง ในอดีต ผู้ทำงานวิจัยด้านสาหร่ายไม่ค่อยได้รับการสนับสนุนเท่าที่ควร เนื่องจากผู้บริหารยังไม่เห็นความสำคัญ โดยเฉพาะการสนับสนุนงบประมาณด้านอุปกรณ์และเครื่องมือการทำงานวิจัย ทำให้ผู้วิจัยเกิดการเบื่อหน่ายและท้อแท้ สำหรับงานด้านอนุกรมวิธาน ซึ่งเป็นงานละเอียดและต้องใช้เวลามาก การขาดแคลนตำรา และเอกสารอ้างอิงนับว่าเป็นอุปสรรคสำคัญ ในปัจจุบัน อาจกล่าวได้ว่านักวิจัยด้านอนุกรมวิธานสาหร่ายทะเลที่ยังคงทำงานอย่างต่อเนื่องแทบจะไม่มีเลย หลังจากรุ่นเก่าได้เกษียณอายุราชการไปแล้ว

สำหรับนักศึกษาที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้ไปแล้ว เมื่อจบการศึกษา ส่วนใหญ่ไม่ได้ทำงานตรงตามความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมา ทำให้เกิดการสูญเปล่า โดยเฉพาะนักวิชาการของกรมประมงมีหลายรายที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้ และฝึกอบรมในระดับที่สามารถนำความรู้ไปทำงานวิจัยและพัฒนาได้ แต่ยังไม่มีโอกาสนำความรู้ไปใช้และยังมิได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานเท่าที่ควร ต้องทำงานตามความต้องการและตามนโยบายของผู้บริหาร ผลงานจึงยังปรากฏไม่มากนัก ผลงานส่วนใหญ่จะเป็นงานด้านการเพาะเลี้ยงสาหร่ายวันสกุล *Gracilaria*

นักวิจัยด้านการสกัดสารจากสาหร่ายทะเลในหน่วยงานวิจัยไบโอโพลิเมอร์ มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เป็นกลุ่มนักวิจัยที่เข้มแข็งและมีผลงานวิจัยด้านการสกัดวัน และผลิตภัณฑ์จากวันมากที่สุด ระหว่างปี พ.ศ. 2529-2537 ผลการวิจัยสามารถถ่ายทอดสู่ประชาชนในระดับท้องถิ่น และสู่ภาคเอกชนในระดับอุตสาหกรรม แต่เป็นที่น่าเสียดายที่นักวิจัยกลุ่มนี้ต้องสลายตัวไป เนื่องจากเหตุผลบางประการ ทำให้งานด้านการสกัดวันซึ่งกำลังพัฒนาอย่างเป็นรูปธรรมต้องหยุดชะงักลง ปัจจุบัน โรงงานสกัดวันแห่งแรกและแห่งเดียวในประเทศไทย ซึ่งเริ่มก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2531 และดำเนินการในขั้นทดลอง โดยได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากกลุ่มนักวิจัยดังกล่าว และเริ่มผลิตในระดับอุตสาหกรรมเมื่อปี พ.ศ. 2538 เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน สามารถผลิตวันผงได้ปีละประมาณ 13-30 ตัน โดยใช้สาหร่ายสกุล *Gracilaria* จากในประเทศ ปีละประมาณ 185-430 ตัน (บริษัทวันบริสุทธิ์, ติดต่อบริษัท) แต่มีปัญหาเรื่องคุณภาพของสาหร่ายและผลผลิตของสาหร่ายไม่สม่ำเสมอ

งานวิจัยและพัฒนาการสกัดวันและ phycocolloid จากสาหร่ายทะเล ควรได้รับการสนับสนุน เพราะประเทศไทยมีศักยภาพที่จะดำเนินการได้ โดยใช้วัตถุดิบจากในประเทศหรือนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งปัจจุบัน ภาชนะนำเข้าได้ลดลงจากร้อยละ 60 เหลือเพียงร้อยละ 5 หากสามารถทำได้สำเร็จ จะลดปริมาณการนำเข้าวันและผลิตภัณฑ์จากวันจากต่างประเทศลงได้

2.6.4 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานวิจัยด้านสาหร่ายทะเล

การขาดแคลนตำราและเอกสารอ้างอิงเนื่องจากตำรา และวารสารต่างประเทศด้านสาหร่ายทะเลมีราคาค่อนข้างสูง จึงไม่ค่อยได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานให้จัดซื้อ โดยอ้างว่า ไม่คุ้มค่าเพราะมีผู้ใช้น้อย ทำให้นักวิจัยส่วนใหญ่ต้องจัดซื้อ

โดยใช้ทุนทรัพย์ส่วนตัว โดยเฉพาะงานด้านอนุกรมวิธาน จำเป็นต้องอ้างอิงเอกสารดั้งเดิม ซึ่งผู้วิเคราะห์ตัวอย่างต้นแบบ (type specimen) ได้

บรรยายลักษณะไว้ เอกสารเหล่านี้หาได้ยากและมีราคาค่อนข้างสูง

เนื่องจากสาหร่ายทะเลส่วนใหญ่เป็นพืชล้มลุก มีระยะเวลาการงอกและวัฏจักรชีวิตไม่นานนัก การเก็บตัวอย่างขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ และคลื่นลมในทะเล การเดินทางไปเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง หากไม่ตรงกับระยะเวลาที่สาหร่ายขึ้นอยู่ ก็จะได้ตัวอย่างตามความต้องการ ต้องรอจังหวะเวลาที่พอเหมาะพอดี บางครั้งต้องรอเก็บใหม่ในปีต่อไป ทำให้ไม่สามารถรายงานผลได้ตามกำหนดเวลาที่ระบุไว้ในแผนงานวิจัย ดังนั้น นักวิจัยจึงมักหลีกเลี่ยงการศึกษาทางชีววิทยาที่ต้องทำการทดลองโดยใช้ตัวอย่างสด และใช้เวลาในการทดลองนาน หากไม่สามารถหาตัวอย่างได้จะต้องรอตัวอย่างใหม่ในปีต่อไป ทำให้ผลการทดลองล่าช้า งานวิจัยส่วนใหญ่ จึงเป็นการสำรวจสาหร่ายทะเล ณ แหล่งใดแหล่งหนึ่ง และรายงานผลเท่าที่เก็บตัวอย่างได้จากแหล่งนั้น ๆ

การศึกษานุกรมวิธานของสาหร่ายทะเล

บางกลุ่ม ต้องใช้เวลานานมาก อาทิ สาหร่ายสีแดงสกุล *Gracilaria* ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดวุ้น ในประเทศไทย มีรายงานการพบสาหร่ายสกุลนี้เพียง 15 ชนิด ซึ่งใช้เวลาในการศึกษานานกว่า 10 ปี และยังมีชนิดที่ยังไม่ทราบชื่ออีกหลายชนิด เนื่องจากตัวอย่างที่เก็บได้ไม่สมบูรณ์ ยังขาดต้นเพศใดเพศหนึ่ง ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญในการวิเคราะห์ชนิด จึงต้องรอจนกว่าจะได้ตัวอย่างครบทั้ง 2 เพศ สาหร่ายสกุลนี้เป็นสกุลที่มีความสับสนทางด้านอนุกรมวิธานมาก ในอนาคต คงต้องนำเทคนิคทางพันธุศาสตร์โมเลกุลมาศึกษาประกอบด้วย เช่นเดียวกับสาหร่ายสีน้ำตาลสกุล *Sargassum* ซึ่งมีปัญหาทางด้านอนุกรมวิธาน เพราะมีลักษณะภายนอกแตกต่างกันเนื่องจากสภาวะแวดล้อม และในการวิเคราะห์ชนิดจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างให้ครบทุกส่วน ตั้งแต่ส่วนล่างที่ใช้ยึดเกาะจนถึงส่วนยอดที่สร้างอวัยวะสืบพันธุ์ ในปัจจุบัน *Sargassum* ที่วิเคราะห์ชนิดแล้วในประเทศไทยมีเพียง 5 ชนิด ยังมีอีกหลายชนิดที่ยังไม่ทราบชื่อวิทยาศาสตร์

2.7 งานวิจัยและพัฒนาที่ควรได้รับการสนับสนุนอย่างเร่งด่วน

งานวิจัยพื้นฐานด้านสาหร่ายทะเลในประเทศไทย ได้รับการพัฒนามาถึงระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างสมบูรณ์ ที่ผ่านมาสากรายสีแดงสกุล *Gracilaria* ได้รับความสนใจทำการศึกษาและวิจัยมากที่สุด ทั้งด้านอนุกรมวิธาน ชีววิทยาบางประการ การเพาะเลี้ยง และการสกัดวุ้น ประกอบกับปัจจุบันมีโรงงานสกัดวุ้น 1 แห่งในประเทศไทย ซึ่งประสบปัญหาด้านวัตถุดิบไม่มีคุณภาพและมีปริมาณไม่เพียงพอที่โรงงานจะเดินเครื่องได้อย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี หากสามารถศึกษาสาหร่ายสกุลนี้โดยละเอียดและครบวงจร โดยเฉพาะการคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์สาหร่ายวุ้น และพัฒนาการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและมีปริมาณเพียงพอสำหรับป้อนโรงงานได้อย่างสม่ำเสมอ จะเป็นประโยชน์แก่โรงงานสกัดวุ้นอย่างยิ่งโดยไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อวัตถุดิบจากต่างประเทศ

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุล *Gracilaria* นับว่ามีประโยชน์หลายด้าน ได้แก่

2.7.1 เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานสกัดวุ้น และผลิตภัณฑ์จากวุ้น

2.7.2 เป็นอาหารหอยเป๋าฮื้อ ซึ่งเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมทำฟาร์มเพาะเลี้ยงแต่ยังมีสาหร่ายไม่เพียงพอสำหรับใช้เป็นอาหาร ปัจจุบัน สาหร่ายที่นิยมใช้เป็นอาหารของหอยเป๋าฮื้อคือ สาหร่ายสกุล *Gracilaria* ที่เก็บจากในธรรมชาติ บางฤดูจะขาดแคลน หากสามารถเพาะเลี้ยงสาหร่ายสกุลนี้ได้ จะมีอาหารสำหรับหอยเป๋าฮื้อได้ตลอดปี

2.7.3 ช่วยปรับคุณภาพน้ำทั้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำ จากการทดลองพบว่า สาหร่ายสกุล *Gracilaria* สามารถเลี้ยงในบ่อน้ำทั้งจากการเลี้ยงกุ้ง นอกจากทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้นแล้ว สาหร่ายยังเจริญเติบโตได้ดีด้วย โครงการวิจัยและพัฒนาดังกล่าว

ควรประกอบด้วยนักวิชาการจากหลายหน่วยงานที่มีความพร้อมในด้านต่าง ๆ กัน บางหน่วยงานมีความพร้อมด้านบุคลากร บางหน่วยงานมีสถานที่ทำการทดลอง และบางหน่วยงานมีความพร้อมด้านอุปกรณ์

2.8 สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาสาหร่ายทะเลในประเทศไทย ถึงแม้จะดำเนินการมาประมาณ 40 ปี มีผลงานวิจัย 197 เรื่อง มีจำนวนสาหร่ายทะเลที่วิเคราะห์ชนิดแล้ว 326 ชนิด ซึ่งนับว่ายังไม่มากนัก งานวิจัยในระยะแรกเป็นการศึกษาและสำรวจชนิดของสาหร่ายทะเลที่พบบริเวณใดบริเวณหนึ่งเฉพาะแห่ง ต่อมาเป็นการศึกษาชีววิทยาของสาหร่ายบางชนิดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เมื่อมีโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาการเกษตร ในปี พ.ศ. 2529 และ ปี พ.ศ. 2530 จึงเป็นการเริ่มต้นงานด้านการเพาะเลี้ยงสาหร่ายวัน สกุล *Gracilaria* และการสกัดวุ้นจากสาหร่ายดังกล่าว เป็นที่น่าเสียดายว่า โครงการนี้สิ้นสุดในระยะเวลาเพียง 2 ปี ยังมีทุนประสบความสำเร็จเท่าที่ควร หากได้ดำเนินการต่อเนื่องไปอีกระยะหนึ่งคงจะพัฒนาไปได้มากกว่านี้ ส่วนงานด้านอนุกรมวิธาน การศึกษาทางชีววิทยา และการสกัด bioactive compound จากสาหร่ายทะเลยังมิได้ดำเนินการอย่างจริงจัง

ดังนั้น หากประเทศไทยจะหันมาพัฒนาประเทศทางด้านเกษตรกรรม การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลและการแปรรูปสาหร่ายทะเลจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีความเป็นไปได้สูง ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มผลผลิตของสาหร่ายทะเลโดยตรงแล้ว ยังช่วยปรับปรุงสภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งได้อีกด้วย แนวทางการพัฒนามีดังนี้

2.8.1 การสร้างบุคลากรและพัฒนาองค์ความรู้

ถึงแม้ว่าสาหร่ายทะเลจะมีประโยชน์และมีความสำคัญเพียงใดก็ตาม แต่บทบาทโดยตรงทางด้านเศรษฐกิจมีน้อย เมื่อเทียบกับสัตว์น้ำอย่างอื่น

การวิจัย หากได้ร่วมกันทำงานวิจัยอย่างจริงจัง โดยได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารสถาบันเหล่านั้น น่าจะประสบความสำเร็จได้ในระดับหนึ่ง

เช่น ปลา และกุ้ง เป็นเหตุให้การพัฒนาความรู้ทางด้านนี้ขาดการสนับสนุน ทำให้ขาดแคลนบุคลากรทั้งนักวิจัยและนักวิชาการที่จะนำความรู้มาดำเนินการให้พัฒนาและก้าวหน้าไปได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องสร้างบุคลากรรุ่นใหม่ โดยให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและฝึกอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในด้านอนุกรมวิธานและชีววิทยา ด้านเทคโนโลยีชีวภาพและชีววิทยาโมเลกุล

2.8.2 การจัดตั้งศูนย์ข้อมูล

ในปัจจุบัน งานวิจัยส่วนใหญ่อยู่ในสถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานของรัฐ แต่ยังคงอยู่ในลักษณะที่ต่างคนต่างคิด ต่างคนต่างทำ ขาดการประสานงานและการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน จึงเกิดการซ้ำซ้อน สิ้นเปลืองเวลาและงบประมาณ ข้อมูลและผลการศึกษาวิจัยจึงยังกระจัดกระจายกันอยู่ ถึงแม้ว่าหน่วยงานจะได้รวบรวมข้อมูลเอาไว้บ้างแล้วก็ตาม ดังนั้น หากสามารถจัดตั้งศูนย์ข้อมูลขึ้นได้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจ และสะดวกในการค้นหาข้อมูล นอกจากนี้ การมีศูนย์ฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีที่เหมาะสมแก่เกษตรกรและผู้สนใจให้สามารถนำความรู้ไปประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะนำไปสู่การพัฒนาการใช้ทรัพยากรสาหร่ายทะเลอย่างยั่งยืนต่อไป

2.8.3 การสนับสนุนเพื่อการวิจัยและพัฒนา

เนื่องจากที่ผ่านมา งบประมาณด้านการวิจัยส่วนใหญ่มักให้การสนับสนุนทางด้านเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศที่เห็นผลอย่างรวดเร็ว งานด้านอนุกรมวิธานหรืองานพื้นฐานทางชีววิทยามักไม่ค่อยได้รับการสนับสนุนเท่าที่ควร จึงทำให้ผู้วิจัย

เกิดความท้อแท้และเปลี่ยนแนวทางไปวิจัยด้านอื่นที่ สันนิษฐานอย่างจริงจัง คงจะช่วยกระตุ้นให้มีผู้สนใจ
สามารถหาแหล่งเงินทุนสนับสนุนที่ดีกว่า ดังนั้น ผล ศึกษาและวิจัยเพิ่มขึ้น
งานวิจัยจึงยังมีไม่มากเท่าที่ควร หากได้รับการ

เอกสารอ้างอิง

- กรมชลการ. สถิติการค้าระหว่างประเทศของประเทศไทยปี 2500-2542.
- กาญจนภาชน์ ลีวโนมนต์ และ Hisao Ogawa. 2521. การศึกษาวงจรชีวิตของสาหร่ายทะเลจำพวกสายใบ (Porphyra) ของไทย. รายงานวิจัย คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 27 หน้า.
- กาญจนภาชน์ ลีวโนมนต์, สุจินต์ ดีแท้, อุดม สิทธิภูประเสริฐ, ปิยะพงศ์ โชติพันธ์, ลิขิต ชูชาติ และประเมษฐ์ พลอย
ประดับ. 2536. การคัดเลือกชนิดสาหร่ายวุ้นเพื่อการเพาะเลี้ยง. รายงานวิจัย คณะประมง มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. 135 หน้า.
- เกลียว บุนนาค. 2478. วุ้นจากสาหร่ายทะเลของสยาม. เอกสารวิชาการ กรมวิทยาศาสตร์ 5: 1-12.
- จินดา เทียมเมธ. 2503. สายใบที่สงขลา. วารสารการประมง 13(4): 331-339.
- โชติ สุวดี. 2490. จากสาหร่ายทะเลเป็นวุ้น. กลีกร 18-19-20(1): 41-44.
- รุ่งตะวัน บุนนาค. 2497. สาหร่ายทะเล. วารสารวิทยาศาสตร์ 8(5): 19-22.
- สรวิศ เผ่าทองสุข. 2543. ศักยภาพการวิจัยและพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในประเทศไทย. รายงานวิจัย
ประมวลสถานภาพองค์ความรู้เสนอสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (ยังไม่ได้ตีพิมพ์).
- ABBOTT, I. A. 1988. Some species of *Gracilaria* and *Polycavernosa* from Thailand. In: ABBOTT, I. A. (ed.),
Taxonomy of economic seaweeds, with reference to some Pacific species, pp. 137-150. A Publication of
California Sea Grant College, University of California, La Jolla, Calif., Vol. 2.
- CHIRAPART, A. AND R. RUANGCHAU. 1999. A new record of *Gracilaria*, *G. rubra* C.F. Chang et B.M. Xia
from Thailand. In: ABBOTT, I. A. (ed.), Taxonomy of economic seaweeds, with reference to some Pacific
species, pp. 137-143. California Sea Grant College, University of California, La Jolla, Calif., Vol. 7.
- CRITCHLEY, T. AND M. OHNO. 1998. Seaweed resources of the world. JICA, Japan. 431 p.
- DAWSON, E. Y. 1954. Notes on tropical Pacific marine algae. *Bull. So. Calif. Acad. Sci.* 53(1): 1-7.
- EGEROD, L. 1975. Marine algae of the Andaman Sea Coast of Thailand. Chlorophyceae. *Botanica Marina* 18(1):
41-66.
- ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. 1999-2000. www.britannica.com/boom/eb/article/printable/2/0,5722,00.html
- FOSLIE, M. 1901. Corallinaceae. In: SCHMIDT, J. (ed.), Flora of Koh Chang. Contributions to the vegetation in
the Gulf of Siam, pp. 16-22. Copenhagen.
- GOMONT, M. 1901. Myxophyceae hormogoneae. In: SCHMIDT, J. (ed.), Flora of Koh Chang. Contributions to
the vegetation in the Gulf of Siam, pp. 202-211. Copenhagen.
- ISTINI, S., A. ZATNIKA AND W. SUJATMIKO. 1998. The seaweed resources of Indonesia. In: CRITCHLEY, T.
AND M. OHNO (eds.), Seaweed resources of the world, pp. 92-98. JICA, Japan.
- LEWMANOMONT, K. 1994. The species of *Gracilaria* from Thailand. In: ABBOTT, I. A. (ed.), Taxonomy of
economic seaweeds, with reference to some Pacific species, pp. 135-148. California Sea Grant College,
University of California, La Jolla, Calif., Vol. 4.
- LEWMANOMONT, K. 1995. *Gracilaria urvillei* (Montagne) Abbott: a new record for Thailand. *ibid* 5: 223-226.
- LEWMANOMONT, K. 1998. The seaweed resources of Thailand. In: CRITCHLEY, T. AND M. OHNO (eds.),
Seaweed resources of the world, pp. 70-78. JICA, Japan.
- LEWMANOMONT, K., L. WONGRAT AND C. SUPANWANID. 1995. Algae in Thailand. Office of
Environmental Policy and Planning.
- MARTENS, G. V. 1866. Die preussische expedition nach Ost-Asien. Bot. Theil. Die Tange. K. Geheime, Berlin.
152 pp.
- MCHUGH, D. J. 1996. Seaweed production and markets. FAO/GLOBEFISH Research Programme, Vol. 48, 73 pp.
- MCHUGH, D. J. AND B. V. LANIER. 1983. The world seaweed industry and trade: developing Asian producers
and prospects for greater participation. ADB/FAO INFOFISH Market Studies, Vol. 6, 30 pp.
- MOORE, R., W. D. CLARK, K. R. STERN AND D. VODOPICH. 1995. Botany. Wm. C. Brown Publishers,
U.S.A. 824 pp.

- NANG, H. Q. AND N. H. DINH. 1998. The seaweed resources of Vietnam. In: CRITCHLEY, T. AND M. OHNO (eds.), Seaweed resources of the world, pp. 62-69. JICA, Japan.
- NISHIZAWA, K. 1988. BuE seaweeds-search the origin of foodstuff. Kenseisha, Tokyo, Japan. (in Japanese).
- NORTON, T. A., M. MELKONIAN AND R. A. ANDERSEN. 1996. Algal biodiversity. *Phycologia* 35(4): 308-326.
- PHANG, S. M. 1998. The Seaweed Resources in Malaysia. In: CRITCHLEY, T. AND M. OHNO (eds.), Seaweed resources of the world, pp. 79-91. JICA, Japan.
- REINBOLD, T. 1901. Marine algae. In: SCHMIDT, J. (ed.), Flora of Koh Chang. Contributions to the vegetation in the Gulf of Siam, pp. 187-201. Copenhagen.
- SCHMIDT, J. 1900-1916. Flora of Koh Chang. Contributions to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam. Copenhagen. 444 pp.
- SUWATTI, C. 1951. Plants useful. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture, Bangkok. 163 pp.
- TRONO, G. C. 1998. The seaweed resources of the Philippines. In: CRITCHLEY, T. AND M. OHNO (eds.), Seaweed resources of the world, pp. 47-61. JICA, Japan.
- UMEZAKI, I. AND K. LEWMANOMONT. 1991. The marine blue-green algae of Thailand. *Thai Mar. Fish. Res. Bull.* 2: 31-45.
- XIA, B. AND I. A. ABBOTT. 1987. New species of *Polycavernosa* Chang et Xia (Gracilariaceae, Rhodophyta) from the western Pacific. *Phycologia* 26: 405-418, figs. 1-14.

3. สาหร่ายน้ำจืดกับการใช้ประโยชน์

บทคัดย่อ

สาหร่ายเป็นทรัพยากรชีวภาพที่มีทั้งคุณค่าและความหลากหลายในตัวเอง แต่มักถูกมองข้ามเนื่องจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีอยู่อย่างมากมายรายล้อมรอบตัวเรา โดยปราศจากลักษณะที่สะดุดตาดึงดูดใจอย่างชัดเจนเหมือนในพืชหรือสัตว์ต่าง ๆ ตลอดจนบทบาทหน้าที่และความสำคัญของสาหร่ายที่มีต่อระบบนิเวศก็ยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย บทความนี้แสดงถึงบทบาทและความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในระดับโลก การใช้ประโยชน์และสถานภาพงานวิจัยของสาหร่ายน้ำจืด (freshwater algae) ในประเทศไทย ซึ่งรวมถึงสาหร่ายที่มีการเจริญเติบโตในระบบนิเวศทางบก (terrestrial ecology) ทั่วไปด้วย นอกจากนี้ ยังเสนอแนวทางการพัฒนางานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่าย และแนวนโยบายการจัดการทรัพยากรสาหร่ายในประเทศ โดยรวมไฮยาโนแบคทีเรีย หรือ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (cyanobacteria, blue-green algae) ไว้ด้วย แต่ไม่รวมสาหร่ายใน division Prochlorophyta ซึ่งเป็นสาหร่ายกลุ่มใหม่

3.1 บทนำ

ในขณะที่ทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญกับ “ความหลากหลายทางชีวภาพ” โดยมุ่งเน้นเฉพาะพืชชั้นสูง สัตว์ และแมลง สิ่งมีชีวิตบางกลุ่ม เช่น จุลินทรีย์ และสาหร่าย ซึ่งมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูง และมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศกลับถูกมองข้าม ในที่ประชุม United Nation Convention on Biological Diversity และ International Congress on Culture Collection หรือแม้แต่ International Plant Genetics Research Institute (หน่วยงานที่จัดทำบัญชีรายชื่อพืชทั่วโลก) ไม่ได้กล่าวถึงหรือให้ความสำคัญกับสิ่งมีชีวิตในกลุ่มสาหร่ายแต่อย่างใด หรือแม้แต่ IUCN Red List Categories ซึ่งจัดเตรียมโดย IUCN Species Survival Commission (SSC) ได้จัดทำเกณฑ์ที่มีขอบเขตกว้างเพียงพอสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกระดับอนุกรมวิธาน แต่ยังคงเว้นกลุ่มจุลินทรีย์ (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539)

ปัจจุบันการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็นไปตามทฤษฎีการพึ่งพา (symbiosis theory) ซึ่งได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง โดย Mereschkowsky ปี ค.ศ. 1905 ได้แบ่งอาณาจักรสิ่งมีชีวิตเป็น 3 อาณาจักร (Giovannoni *et al.*, 1998; Gunderson *et al.*, 1987; Hori and Osawa, 1987; Rausch *et al.*, 1989; Sogin *et al.*, 1986) ได้แก่ Archaeobacteria, Eubacteria และ Eukaryota สาหร่ายจัดอยู่ในอาณาจักร Eubacteria และ Eukaryota สาหร่ายในอาณาจักร Eubacteria มี 2 division ได้แก่ 1) Cyanophyta (หรือ Cyanobacteria) แบ่งเป็น 1 class คือ Cyanophyceae และ 2) Prochlorophyta (หรือ Chloroxybacteria) แบ่งเป็น 1 class คือ Prochlorophyceae สำหรับสาหร่ายในอาณาจักร Eukaryota มี 9 division ได้แก่ 1) Glaucophyta แบ่งเป็น 1 class คือ Glaucophyceae 2) Rhodophyta แบ่งเป็น 2 class คือ Bangiophyceae และ Florideophyceae 3) Heterokontophyta แบ่งเป็น

ดร. อารัตน์ มหาชนธ์, ศูนย์จุลินทรีย์ (ศจล.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)
2543. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 39-65.

9 class ได้แก่ Chrysophyceae, Parmophyceae, Sarcinochrysidophyceae, Xanthophyceae, Eustigmatophyceae, Bacillariophyceae, Raphidophyceae, Dictyochophyceae และ Phaeophyceae 4) Haptophyta แบ่งเป็น 1 class คือ Haptophyceae 5) Cryptophyta แบ่งเป็น 1 class คือ Cryptophyceae 6) Dinophyta แบ่งเป็น 1 class คือ Dinophyceae 7) Euglenophyta แบ่งเป็น 1 class คือ Euglenophyceae 8) Chlorarachniophyta แบ่งเป็น 1 class คือ

Chlorarachniophyceae และ 9) Chlorophyta แบ่งเป็น 11 class คือ Prasinophyceae, Chlorophyceae, Ulvophyceae, Cladophorophyceae, Bryopsidophyceae, Dasycladophyceae, Trentepohliophyceae, Pleurastrophyceae, Klebsomidiophyceae, Zygnemastrophyceae และ Charophyceae (Hoek *et al.*, 1995) รายงานความหลากหลายทางชีวภาพด้านสาหร่ายของโลกก็จัดจำแนกตามระบบดังกล่าวนี้

3.2 ความหลากหลายของสาหร่าย

โลกมีพื้นผิวน้ำเป็นองค์ประกอบถึงสามในสี่ส่วนของพื้นผิวโลก สาหร่ายจึงมีแหล่งอาศัยอย่างกว้างขวาง และเนื่องจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตแรกที่สังเคราะห์แสง ได้กำเนิดขึ้นบนโลกกว่า 3.5 พันล้านปีมาแล้ว สาหร่ายจึงมีเวลาอย่างมากมาสำหรับวิวัฒนาการ โดยปรับตัวร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นจนเกิดเป็นสาหร่ายกลุ่มอื่น เมื่อประมาณ 1 พันล้านปี เปรียบเทียบกับพืชชั้นสูงที่เพิ่งเกิดขึ้นเมื่อ 400 ล้านปีเท่านั้น (Tappan, 1980; Schopf and Walter, 1982; Sepkoski, 1995)

อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้ใดสามารถทราบตัวเลขความหลากหลายที่แท้จริงของชนิด (species) ของสาหร่าย (Norton *et al.*, 1996) เนื่องจากข้อจำกัดในการศึกษาหลายด้าน เช่น สาหร่ายหลายชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาได้หลายแบบ (polymorphism) ตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ทำให้ยากแก่การตั้งข้อกำหนดของชนิด (species criteria) ตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสาหร่ายสีเขียวสกุล *Scenedesmus* และ *Spirogyra* (Egan and Trainor, 1990; Anderson, 1992) อย่างไรก็ตาม ด้วยความรู้และเทคนิคที่พัฒนาขึ้นทำให้อัตราการค้นพบ

สาหร่ายชนิดใหม่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นักวิทยาศาสตร์น้อยคนเชื่อว่า สาหร่ายที่ค้นพบแล้วทั่วโลก 30,000-40,000 ชนิด เป็นจำนวนที่เกือบจะครอบคลุมชนิดของสาหร่ายทั้งหมดในโลก นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า จำนวนชนิดของสาหร่ายที่ยังไม่ถูกค้นพบน่าจะมากกว่าที่พบแล้ว 4-8 เท่า (Anderson, 1992; John, 1994) ในขณะที่นักสังเกตการณ์อื่น ๆ มีความเห็นว่า ยังมีพื้นที่อีกหลายแห่งในโลกที่มีสภาพภูมิประเทศเฉพาะตัวและยังไม่ได้มีการสำรวจ รวมทั้งยังมีสาหร่ายที่ดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัยกับสิ่งมีชีวิตอื่น (symbiotic form) และแบบปรสิต (parasitic form) ดังนั้น ชนิดของสาหร่ายที่ยังไม่ถูกค้นพบน่าจะมีความหลากหลายตั้งแต่ 3-250 เท่า ของชนิดที่พบแล้ว (Hammond, 1992; Anon, 1994) และหากจำนวนนี้มีค่าใกล้เคียงกับจำนวนที่แท้จริง สาหร่ายในกลุ่มไดอะตอมจะมีจำนวนมากถึง 10 ล้านชนิด (John, 1994) (ตารางที่ 3.1) และโดยที่ผู้เชี่ยวชาญสาหร่ายเฉพาะกลุ่มมีความเห็นว่า ชนิดของสาหร่ายที่ถูกค้นพบเป็นเพียงบางส่วนทั้งหมด จึงทำให้ประมาณการสูงสุดของชนิดไดอะตอมมากกว่าพืชชั้นสูงถึง 20 เท่า และมากกว่าแมลงปีกแข็งถึง 35 เท่า (Norton *et al.*, 1996)

ตารางที่ 3.1 ชนิดของสาหร่ายที่พบและที่คาดว่าจะมีในโลก (Norton *et al.*, 1996)

กลุ่มอนุกรมวิธาน	ที่พบ	ที่คาดว่าจะมี
Cyanophyta/Cyanobacteria	2,000	?
Euglenophyta	900	2,000
Chlorarachniophyta	3-4	20
Dinophyta	2,000-4,000	3,500-11,000
Glaucocystophyta	13	50
Cryptophyta	200	1,200
Rhodophyta	4,000-6,000	5,500-20,000
Chlorophyta		
Prasinophyceae (incl. Pedinophyceae)	120-140	500
Charophyceae (incl. Zygnematales)	11,000-13,000	20,500
Ulvophyceae	1,100	3,000
Chlorophyceae	2,500-2,600	10,000-100,000
Haptophyta (Prymnesiophyceae)	300	2,000
Heterokont algae (Chromophyta s.l.)		
Chrysophyceae	1,000-1,200	2,400
Dictyochophyceae (incl. Pedinellophyceae)	10	15
Eustigmatophyceae	12	1,000-10,000
Pelagophyceae	7	20
Diatomophyceae (Bacillariophyceae)	10,000-12,000	100,000-10,000,000
Fucophyceae (Phaeophyceae)	900-1,500	2,000
Tribophyceae (Xanthophyceae)	600	2,000
Raphidophyceae	15-27	100

3.3 อัตราการค้นพบและปัญหาในการจัดอนุกรมวิธาน

ความสำเร็จในการค้นพบและจัดอนุกรมวิธานของสาหร่ายนั้น ขึ้นอยู่กับความพยายามและทักษะเฉพาะตัวของนักวิทยาศาสตร์ เทคนิคดั้งเดิมที่ใช้ในการแยก (isolation) และจัดจำแนกสาหร่าย (classification) เป็นงานหนักและเป็นไปอย่างเชื่องช้า การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการจำแนกสาหร่ายบางกลุ่ม เช่น ไดอะตอม นอกจากนี้ การใช้เทคนิคด้าน spectroscopic และ chromatographic สามารถช่วยในการจัดแบ่งสาหร่ายพวกแพลงก์ตอนที่มีขนาดเล็กมาก (picoplankton) ได้ในหลายชั้น (class) การจัดจำแนกสาหร่ายยังไม่นิยมใช้เทคนิคทางอณูพันธุศาสตร์มากนัก แต่มีความเป็นไปได้ว่า นักอนุกรมวิธานด้านสาหร่ายสามารถใช้เทคนิคนี้ในการปฏิบัติระบบการจัดจำแนกสาหร่าย อย่างไรก็ตาม เทคนิคนี้มีข้อจำกัดในแง่ค่าใช้จ่ายที่สูงมาก

เทคนิคต่าง ๆ ที่กล่าวมาต้องใช้เวลามาก กล่าวคือ การแยกและเพาะเลี้ยงสาหร่ายต้องใช้เวลาอย่างน้อย 2 เดือน การเตรียมตัวอย่างและตรวจโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนใช้เวลา 1 เดือน การ

ขยาย (amplify) และศึกษาลำดับเบสของยีนเพียง 1 ชนิดใช้เวลา 2 สัปดาห์ และใช้เวลาอีก 1-2 เดือน หลังจากนั้นในการบรรยายลักษณะของชนิดและหาลำดับในอนุกรมวิธาน ดังนั้น ในเวลา 1 ปี นักอนุกรมวิธานสามารถใช้เทคนิคดังกล่าวในการจัดจำแนกสาหร่ายได้เพียง 6-10 ชนิดเท่านั้น (Norton *et al.*, 1996)

แม้ว่าสาหร่ายแต่ละสายวิวัฒนาการ (algal lineage) มีการพัฒนาแบบ monophyletic แต่เมื่อพิจารณาจากกลุ่มของสาหร่ายทั้งหมดรวมกันแล้วพบว่า มีวิวัฒนาการแบบ polyphyletic (Andersen, 1992) จากการศึกษา 18S rRNA และ 28S rRNA phylogenetic tree ทำให้ทราบว่า สิ่งมีชีวิตในกลุ่มสาหร่ายมีวิวัฒนาการสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสิ่งมีชีวิตหลายกลุ่ม (polyphyletic) ซึ่งได้ก่อให้เกิดปัญหาในการจัดจำแนก เนื่องจากความเกี่ยวพันกับสิ่งมีชีวิตในกลุ่มอื่น ดังนั้น การวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในหลายกลุ่มจึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใช่สาหร่าย (non-algal relation) เช่น สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมีลักษณะ

โครงสร้างใกล้เคียงกับแบคทีเรีย (eubacteria) ชนิดอื่น สำหรับกลุ่มยูกลีโนยด์ (Euglenophyta) มีลักษณะคล้ายคลึงกับโปรโตซัวกลุ่ม Kinetoplastida (เช่น trypanosomes และ bodonids) สำหรับกลุ่ม Heterokont ใกล้เคียงกับรากลุ่ม Oomycetes (lavafungi) และ Thraustochytrids สำหรับกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (Dinophyta) ใกล้เคียงกับโปรโตซัวกลุ่ม Apicom-plexans (เช่น *Plasmodium*) และโปรโตซัวที่มีซิเลีย (ciliate) ตลอดจนสาหร่ายสีเขียวที่มีลักษณะใกล้เคียงกับพืช ดังนั้น ความก้าวหน้าในการจัดอนุกรมวิธานของสาหร่ายส่วนหนึ่งจึง

ขึ้นอยู่กับความพยายามในการขยายการศึกษาในสิ่งมีชีวิตอื่นนอกเหนือไปจากสาหร่ายด้วยเช่นกัน

การค้นพบสาหร่ายชนิดใหม่ยังคงเกิดขึ้นตลอดเวลา มีการประมาณการว่า ไดอะตอมชนิดใหม่ (ทั้งที่มีชีวิตและเป็นฟอสซิล) ถูกค้นพบวันละ 1 ชนิด รวมทั้งพบสกุลใหม่ 3-4 สกุลต่อปีด้วย นอกจากการค้นพบชนิดใหม่แล้ว การค้นพบสาหร่ายบางสกุลยังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น สาหร่ายพวกไซนูโรไฟเซียน (synurophycean) สกุล *Mallomonas* เป็นต้น (Andersen, 1992)

3.4 ความหลากหลายที่อยู่เหนือระดับชนิด

ถึงแม้ว่าการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพจะมุ่งเน้นจำนวน “ชนิด” ที่มีในโลก แต่ก็ไม่ได้หมายความว่า ความหลากหลายของชนิดจะมีความสำคัญสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากความหลากหลายทางพันธุกรรมส่วนใหญ่มาจากความแตกต่างในระดับโพลีโมर्फิซึมมากกว่าในระดับชนิดที่ใกล้เคียงกัน การที่สาหร่ายมีวิวัฒนาการสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตหลายกลุ่มแสดงให้เห็นว่า สาหร่ายสามารถปรับตัวทำให้เกิดความหลากหลายมากกว่าสิ่งมีชีวิตในกลุ่มพืชและสัตว์ นอกจากนี้สาหร่ายยังมีช่วงของขนาดยีน (genomic size) กว้างกว่าสิ่งมีชีวิตในโพลีโมर्फิซึมอื่น (Kendrew, 1994)

ในสาหร่ายหลายชั้น ความหลากหลายขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและวงจรชีวิต นอกจากนี้ ความหลากหลายทางชีวเคมีและสรีรวิทยาของสาหร่ายยังเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ตัวอย่างเช่น ความหลากหลายของรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง

เฉพาะในสาหร่ายสีเขียวเพียงกลุ่มเดียวมีมากกว่าในพืชทั้งหมดรวมกัน (Andersen, 1992; Rowan, 1989)

ชั้น (class), ลำดับ (order), วงศ์ (family) และ สกุล (genera) ใหม่ของสาหร่ายถูกค้นพบตลอดเวลา ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา มีการค้นพบชั้นใหม่ ๆ ของสาหร่ายไม่น้อยกว่า 20 ชั้น และมากกว่าร้อยละ 95 ของสาหร่ายในมหาสมุทรที่ถูกค้นพบ ได้รับการจัดจำแนกในช่วงนี้ ได้แก่ สาหร่ายในชั้น Haptophyceae (Christensen, 1962), Dictyochophyceae (Silva, 1980), Ulvophyceae, Pleurostrophyceae (Mattox and Stewart, 1984), Pedinophyceae (Moestrup, 1991) และ Pelagophyceae (Andersen et al., 1993) โดยเทคนิคด้านอนุพันธุศาสตร์มีส่วนอย่างมากในการแบ่งและก่อให้เกิดชั้นใหม่ ๆ ของสาหร่าย (Cavalier-Smith, 1993)

3.5 ความหลากหลายกับการแพร่กระจาย

สาหร่ายมีการแพร่กระจายแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ทั่วโลก แม้จะเป็นที่ยอมรับกันว่า ในพื้นที่เขตร้อน (tropical zone) ของโลกมีความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตทั้งบนบกและในทะเลสูงสุด แต่

ในกรณีของสาหร่ายทะเล (seaweeds) กลับพบว่า มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงในเขตอบอุ่น (temperate zone) ได้แก่ แอตแลนติก-ยุโรป, เมดิเตอร์เรเนียน, ญี่ปุ่น และตอนใต้ของทวีปออสเตรเลีย

ส่วนที่พบแพร่กระจายในเขตร้อน ได้แก่ ฟิลิปปีนส์, แครีเบียน และชายฝั่งแปซิฟิกของประเทศเม็กซิโก (Norton et al., 1996)

ในกรณีของสาหร่ายน้ำจืด มีการศึกษาพบว่า ในเขตอบอุ่นมีความหลากหลายของสายพันธุ์มากกว่าในเขตร้อน อย่างไรก็ตาม ร้อยละ 80 ของชนิดที่พบในเขตอบอุ่นเป็นชนิดเดียวกับที่พบในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเขตร้อนของทวีป

อเมริกา (Lewis, 1978) ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณภาพน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อความหลากหลายของชนิดของสาหร่ายที่พบ อย่างไรก็ตาม ในหลายพื้นที่ เช่น แอนตาร์กติค เอเชีย ออสเตรเลีย ยังขาดแคลนข้อมูลการศึกษาสาหร่ายเป็นอย่างมาก ดังนั้นหากมีการสำรวจโดยละเอียดแล้ว อาจทำให้ภาพรวมของการแพร่กระจายของสาหร่ายทางภูมิศาสตร์เปลี่ยนแปลงไป

3.6 สาหร่ายประจำถิ่น

ในกรณีของสาหร่ายทะเลพบว่า กว่าร้อยละ 40 เป็นสาหร่ายประจำถิ่นในพื้นที่แอนตาร์กติคและตอนใต้ของออสเตรเลีย แต่ชนิดของสาหร่ายประจำถิ่นไม่ได้มีความสัมพันธ์กับความหลากหลายของชนิดที่มีในพื้นที่ ส่วนในสาหร่ายน้ำจืด แม้ว่าจะขาดแคลนข้อมูลเป็นอย่างมาก แต่มีการตั้งข้อสังเกตว่ามีชนิดของสาหร่ายประจำถิ่นอยู่ในระดับต่ำ (Lewis, 1978; Ross, 1983; Vyverman, 1992) นอกจากนี้ยังพบว่า ร้อยละ 65 ของสาหร่าย 2-3 สกุลที่พบในทะเลสาบแอฟริกาตะวันออก ไม่พบในพื้นที่อื่นของ

แอฟริกา ผลการศึกษาในทะเลสาบบิวา (Lake Biwa) ในญี่ปุ่น และทะเลสาบไบคาล (Lake Baikal) ในไซบีเรีย ซึ่งน้ำในทะเลสาบมีสมบัติต่าง ๆ ไม่เปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลานาน พบว่า มีอัตราส่วนของสาหร่ายประจำถิ่นอยู่สูง (Taylor, 1976; Pollinger, 1990) นอกจากนี้ยังพบว่า ในทะเลสาบไบคาลมีความหลากหลายของชนิดต่ำ แต่มีสัดส่วนของสาหร่ายประจำถิ่นอยู่สูง โดยพบสาหร่ายในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตอยู่เพียง 4 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นสาหร่ายประจำถิ่น 3 ชนิด

3.7 ความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์

แม้จะยังไม่ทราบถึงตัวเลขที่แท้จริงว่ามีสาหร่ายกี่ชนิดได้สูญพันธุ์ไปแล้ว แต่มีการประมาณจากฟอสซิลของสาหร่ายในกลุ่ม Coccolithophorid, Silicoflagellate, Dinoflagellate และบางสกุลในกลุ่ม Prasinophyte ที่สูญพันธุ์ไปแล้วว่า อาจมีจำนวนเท่า ๆ กับชนิดที่มีอยู่ในปัจจุบัน (Tappan, 1980; Taylor, 1987; Kristiansen, 1990; Young et al., 1994)

เนื่องจากสภาพแวดล้อมในมหาสมุทรมีความเสถียรมากกว่าพื้นดินและแหล่งน้ำจืด ทำให้ความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสาหร่ายในทะเลมีน้อยกว่า ความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสาหร่ายน้ำจืดมีสาเหตุมาจากมลพิษทางน้ำเป็นสำคัญ โดยเฉพาะในแหล่งที่มีมวลน้ำน้อย และมีอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำต่ำ ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารสูงมักมีความหลากหลาย

ทางชีวภาพของสาหร่ายต่ำ ส่วนปัจจัยอื่นที่ทำให้สาหร่ายเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ได้แก่ ความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อม การเพิ่มขึ้นของปริมาณสารอาหาร การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดิน ระบบระบายน้ำ ตลอดจนการขยายตัวของเมือง ฯลฯ มีการประมาณว่า ร้อยละ 60 ของพื้นที่ชุ่มน้ำในสหราชอาณาจักรเสียไปเนื่องมาจากการระบายน้ำ และกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศเนเธอร์แลนด์และเยอรมันตะวันตก (เดิม) เสียสภาพไปในช่วงทศวรรษ 1950-1980 (OECD, 1991) สำหรับประเทศไทยยังไม่มีตัวเลขที่ชัดเจน

การทำนายชนิดของสาหร่ายที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เป็นเรื่องยาก แต่เป็นที่แน่นอนแล้วว่าสาหร่ายบางชนิดในกลุ่ม Charales ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมใน

แหล่งน้ำ ได้สูญพันธุ์ไปแล้วในพื้นที่บางแห่ง นักวิทยาศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่นเล็งเห็นความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่าย จึงได้ทำการอนุรักษ์สายพันธุ์ของสาหร่ายในกลุ่มนี้ เช่น *Chara braunii* และ *Nitellopsis obtusa* นอกถิ่นกำเนิด (*ex situ* conservation) โดยเก็บไว้ในคลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ (Microbial Culture Collection) ของ National Institute for Environmental Studies (NIES)

เมือง Tsukuba ด้วยความมุ่งมั่นที่จะนำสาหร่ายนี้กลับคืนสู่แหล่งน้ำ ภายหลังจากแหล่งน้ำได้รับการฟื้นฟูสภาพแล้ว (M.M. Watanabe, personal communication) นอกจากสาหร่ายในกลุ่ม Charales แล้ว สาหร่ายน้ำจืดบางชนิดในกลุ่มสาหร่ายสีแดงและสีน้ำตาลกำลังจะสูญพันธุ์ไปจากยุโรป, ออสเตรเลีย และญี่ปุ่น (Whitton, 1974; Geissler and Gerloff, 1982; Geissler, 1988; Nozaki et al., 1994)

3.8 ฐานข้อมูลสาหร่าย

ถึงแม้ว่ามีการจัดทำบัญชีรายชื่อสาหร่ายในระดับภูมิภาคบ้างแล้ว แต่ในขณะนี้ยังไม่มีการรวบรวมบัญชีรายชื่อสาหร่ายและจัดทำเป็นฐานข้อมูลของโลกแต่อย่างใด ข้อมูลของสาหร่ายบางส่วนได้มีการรวบรวมไว้ในบัญชีรายชื่อของฟิช (Farr et al., 1979; Greuter et al., 1993) ในปัจจุบันนอกจาก International Phycological Society ได้จัดทำบัญชีรายชื่อสาหร่าย (A List of Algal Genera) แล้ว Bruce Parker กำลังจัดทำ "Encyclopedia of Algal Genera" นอกจากนี้ Paul Silva และคณะกำลังรวบรวมรายชื่อชนิดสาหร่ายทั่วโลกเพื่อจัดทำ Index Norninum Algorum ซึ่งประกอบด้วยดัชนีรายชื่ออนุกรมวิธานถึง 183,000 ดัชนี รวมทั้งข้อมูลเพิ่มเติมทางบรรณานุกรมอีก 70,000 รายการ โดยได้มีการบันทึกรายการสาหร่ายกว่า 10,000 ชนิด ในฐานข้อมูลและวางแผนที่จะเปลี่ยนรายชื่อจากระบบ

การ์ด (file card system) เป็นระบบที่สามารถเข้าถึงได้โดยผ่านอินเทอร์เน็ต (internet-accessible database) ในอนาคต (Norton et al., 1996)

คลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์หลายแห่งได้จัดทำแค็ตตาล็อกบัญชีรายชื่อจุลินทรีย์ (catalogue of species) หรือเก็บข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น World Directory of Collections of Cultures of Microorganisms ที่จัดทำโดย World Federation for Culture Collection มีทั้ง 2 รูปแบบ คือ หนังสือ และอินเทอร์เน็ต ในส่วนของประเทศไทย ศูนย์จุลินทรีย์ (ศจล.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) มีแค็ตตาล็อกบัญชีรายชื่อจุลินทรีย์สำหรับให้บริการซึ่งรวมสาหร่ายไว้ด้วย อย่างไรก็ตาม คลังเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ทำการเก็บรักษาเฉพาะสายพันธุ์แบคทีเรีย หรือรา มีส่วนน้อยที่ทำการเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายด้วย

3.9 การนำไปใช้ประโยชน์

สาหร่ายน้ำจืดและสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวได้รับความสนใจมากเป็นพิเศษ เนื่องจากความหลากหลายขององค์ประกอบทางเคมีภายในเซลล์สาหร่ายในกลุ่มนี้ นอกจากจะสามารถผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวางอีกด้วย การเพาะเลี้ยงสาหร่ายยังได้เปรียบในแง่ที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ ทั้งนี้เพราะสาหร่ายเจริญเติบโตในสภาพ photoautotroph ซึ่งใช้แสงเป็น

แหล่งของพลังงานใช้คาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศเป็นแหล่งของคาร์บอน และใช้สารอาหารอื่นในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ซึ่งมีราคาถูก นอกจากนี้สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวหลายชนิดยังสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ในการเจริญเติบโตได้โดยตรง

การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้ (อาภารัตน์ และณัฐพร, 2539 ก)

3.9.1 การใช้ประโยชน์แบบดั้งเดิม

มนุษย์รู้จักการนำสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ประโยชน์เป็นเวลาหลายชั่วอายุคนแล้ว โดยเฉพาะการนำมาใช้เป็นอาหารพื้นเมือง เช่น ประเทศชาด (Chad) ในทวีปแอฟริกา เก็บเกี่ยวสาหร่าย *Spirulina platensis* ซึ่งเจริญเติบโตตามธรรมชาติในทะเลสาบที่เป็นด่าง (alkaline lake) มาใช้เป็นอาหาร แม้ในประเทศไทย ประเทศในกลุ่มอินโดจีน และอินเดีย ก็มีการบริโภคสาหร่ายสีเขียว ซึ่งเรียกชื่อว่า “เทอน้ำ” หรือ “เตา” (*Spirogyra*) และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ชื่อ “ดอกหิน” (*Nostoc*) ก็เป็นอาหารพื้นเมืองในหลายประเทศ เช่น โบลิเวีย, เอกวาดอร์, เม็กซิโก, รัสเซีย, ฟิจิ, จีน, ทิเบต, เนปาล, ญี่ปุ่น, มองโกเลีย, ไทย, และอินโดนีเซีย เป็นต้น

3.9.2 การใช้ประโยชน์ทางการค้า

- ชีวมวล (biomass) และอาหารเสริมสุขภาพ

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อการผลิตชีวมวลเป็นเทคนิคที่ค่อนข้างง่าย ชีวมวลที่ได้ส่วนใหญ่จะเข้าสู่ตลาดอาหารเสริมสุขภาพในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผง, เม็ด, แคปซูล และสารสกัด สาหร่ายเหล่านี้เป็นสายพันธุ์ที่เจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัดอย่างมาก เช่น *Spirulina* หรือเป็นสาหร่ายที่มีความสามารถในการเจริญเติบโตสูง เช่น *Chlorella* ในประเทศไทยมีการผลิตอาหารเสริมสุขภาพจากสาหร่าย *Spirulina* ออกจำหน่ายโดยใช้เทคโนโลยีจากญี่ปุ่นและที่พัฒนาเองโดยคนไทยในบริษัทหลายแห่ง

- การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเจริญเติบโตในช่วงตัวอ่อนของสัตว์น้ำต้องการสาหร่ายเป็นอาหารในเบื้องต้น โดยทั่วไปแล้ว สาหร่ายที่มีอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำในแหล่งนั้น ๆ แต่ในการเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อการค้า ซึ่งประชากรสัตว์น้ำมีความหนาแน่นสูง จำเป็นต้องเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อเป็นอาหารสัตว์ สาหร่ายที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยง ได้แก่ *Chlamydomonas*, *Chlorella*, *Chlorococcum*,

Scenedesmus และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุล *Spirulina* เป็นต้น

- ปุ๋ยชีวภาพและสารปรับปรุงโครงสร้างดิน

การใช้สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นปุ๋ยชีวภาพนั้น อาจใช้ในรูปแบบของแหนแดง (*Azolla*) ซึ่งเป็นเฟิร์นน้ำที่มีสาหร่าย *Anabaena azollae* อาศัยอยู่ในลักษณะพึ่งพาในช่องว่างระหว่างใบของแหนแดง หรือใช้สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่อยู่อย่างอิสระก็ได้ อย่างไรก็ตาม สาหร่ายที่นิยมนำมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพในเชิงการค้ามักเป็นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่มีเซลล์พิเศษซึ่งเรียกว่า “heterocyst” ทำหน้าที่ในการตรึงไนโตรเจน ในปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการผลิตในทางการค้าโดยใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาโดยวท.

การปรับปรุงโครงสร้างดินทำได้โดยใช้สาหร่ายที่ผลิตเมือก (mucilage) ซึ่งเป็นสารประกอบโพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) สารเหล่านี้จะเป็นตัวยึดอนุภาคดินให้มีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช สาหร่ายที่ใช้ในการปรับปรุงโครงสร้างดินจะมีการสร้างสารประกอบโพลีแซ็กคาไรด์ห่อหุ้มเซลล์ เช่น สาหร่ายสีเขียวสกุล *Chlamydomonas* และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในสกุล *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Auloseira*, *Microcoleus*, *Nostoc* และ *Tolypothrix* เป็นต้น

- การผลิตสารมูลค่าสูง

แม้ว่าการผลิตชีวมวลจากสาหร่ายจะง่ายกว่าการผลิตชีวมวลจากจุลินทรีย์กลุ่มอื่น แต่การผลิตสารมูลค่าสูงจากสาหร่ายมีข้อเสียเปรียบในแง่ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง สารที่ต้องการส่วนใหญ่ก็มีปริมาณต่ำเมื่อเทียบกับชีวมวลที่ผลิตได้ ด้วยเหตุนี้ การผลิตสารชีวมวลจากสาหร่ายจึงแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ผลิตในปริมาณมาก (large scale-bulk products) และกลุ่มที่ผลิตสารมูลค่าสูง (extremely high value) เพื่อตอบสนองต่อตลาดที่มีความต้องการเป็นพิเศษ เช่น การผลิต phycobiliprotein จากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเพื่อใช้เป็น fluorescent probe (phycofluors)

(Glazer and Stryer, 1984) ซึ่งมีมูลค่าสูงมากกว่า 100,000 เหรียญสหรัฐ/กก. หรือการผลิตตรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์ เช่น astaxanthin และ canthaxanthin โดยสาหร่ายสีเขียว *Haematococcus pluvialis* เป็นต้น

3.9.3 การใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ

- การวิเคราะห์ bioassay

สาหร่ายหลายชนิดมีความอ่อนไหวต่อปริมาณสารอาหารบางอย่างที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต เช่น วิตามิน หรือบางชนิดอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศอันเนื่องมาจากสารพิษ สาหร่ายเหล่านี้จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณสาร หรือระดับความรุนแรงของความเป็นพิษ เช่น วท. ใช้สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Anabaena siamensis* ในการทดสอบความเป็นพิษเบื้องต้นของสารหลายกลุ่ม (พงศ์เทพและคณะ, 2529; Mahakhant et al., 1999)

- การเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ

สาหร่ายแต่ละชนิดมีความสามารถในการเจริญเติบโตในแหล่งน้ำที่มีปริมาณธาตุอาหารหรือสารเคมีปนเปื้อนได้แตกต่างกัน ในประเทศสหรัฐอเมริกา

ได้มีการศึกษาชนิดของสาหร่ายในระบบนิเวศน้ำจืดต่าง ๆ สาหร่ายที่ก่อให้เกิดปัญหากลิ่นและรสในน้ำ รวมทั้งสาหร่ายที่เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ (Palmer, 1977) สำหรับในประเทศญี่ปุ่นได้มีการใช้สาหร่ายกลุ่มไดอะตอม *Achnanthes minutissima* เป็นดัชนีบ่งชี้ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนัก ทองแดง สังกะสี และแคดเมียมในแหล่งน้ำ (M.M. Watanabe, personal communication)

- การบำบัดน้ำเสีย

การใช้สาหร่ายในการบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ในระบบบ่ที่มีออกซิเจนจำกัด (facultative pond) และระบบบ่ที่มีการเติมออกซิเจนอย่างรวดเร็ว (high rate oxidation pond, HROP) ในการบำบัดน้ำเสียระบบนี้ สามารถให้ผลผลิตสาหร่ายได้ 1-2 กรัม/ลิตร จึงนำไปสู่โรงงานบำบัดน้ำเสียที่ผนวกเข้ากับการผลิตชีวมวลของสาหร่ายเพื่อเป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย ในประเทศไทยมีการใช้สาหร่าย *Spirulina* ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรงมันและน้ำเซลล์สาหร่ายมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ โดยใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3.10 สาหร่ายกับศักยภาพที่รอการพัฒนา

เทคโนโลยีสาหร่าย (algotechnology) ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามความหลากหลายของสายพันธุ์สาหร่ายเป็นจุดก่อให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ยังมีสาหร่ายอีกหลายชนิดที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงได้ทั้งในรูปแบบเดิมและผลิตภัณฑ์ใหม่ ผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายที่อยู่ในความสนใจจากนักเทคโนโลยีชีวภาพและนักอุตสาหกรรมที่จะพัฒนาสู่ตลาดผู้บริโภค (อาภารัตน์และคณะ, 2538) ได้แก่ วิตามิน, รงควัตถุต่าง ๆ, กรดไขมันไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acid, PUFA), กรดไขมันที่จำเป็นต่อมนุษย์ (essential fatty acid,

EFA), เอนไซม์ (restriction endonuclease), โพลีแซคคาไรด์, แอมโมเนีย, สารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ ก๊าซไฮโดรเจนเพื่อใช้เป็นพลังงานสะอาดทดแทนพลังงานจากน้ำมันในอนาคต (FAO, 1997) ตลอดจนสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพซึ่ง Mahakhant et al. (1999) พบว่า กว่าร้อยละ 20 ของสายพันธุ์สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่เก็บรักษา ณ ศูนย์จุลินทรีย์ วท. มีศักยภาพในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (ด้านแบคทีเรีย, ยีสต์, รา, สาหร่าย, ไรทะเล, แมลงศัตรูพืช) ในขณะที่การค้นพบสารออกฤทธิ์ในจุลินทรีย์กลุ่มอื่นมีเพียงร้อยละ 7 เท่านั้น (Carmichael, 1992)

3.11 งานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายน้ำจืด

ในปี ค.ศ. 1995 (พ.ศ. 2538) สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (OEPP, 1995) ได้รวบรวมและจัดทำบัญชีรายชื่อสาหร่ายในประเทศไทย ทั้งสาหร่ายน้ำเค็ม และสาหร่ายน้ำจืด โดยรายงานถึงงานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทยว่า ในช่วงแรกเป็นการดำเนินงานโดยชาวต่างประเทศ เริ่มในปี ค.ศ. 1900-1916 (พ.ศ. 2443-2459) คือ รายงาน "Flora of Koh Chang" โดย Johannes Schmidt ทำการศึกษาจากตัวอย่างที่เก็บรวบรวมโดยนักสำรวจชาวเดนมาร์ก ระหว่างปี ค.ศ. 1899-1900 (พ.ศ. 2442-2443) มีรายงานการค้นพบสาหร่ายทั้งสิ้น 98 สกุล, 418 ชนิด, 119 พรรณ (variety) และ 9 รูปแบบ (form) ในกลุ่มของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีแดง และโครโมไฟต์ (ไดอะตอม)

Outh (1936) รายงานการจัดอนุกรมวิธานและการแพร่กระจายของสาหร่ายในกลุ่มไดอะตอม ซึ่งศึกษาจากตัวอย่างลำไสของลูกอ๊อด มีรายงานการค้นพบ 21 สกุล 140 ชนิด, 48 พรรณ และ 5 รูปแบบ

Hirano ภายใต้โครงการ Joint Thai-Japanese Biological Expenditure to Southeast Asia ปี ค.ศ. 1961-1962 (พ.ศ. 2504-2505) รายงานในปี ค.ศ. 1967 (พ.ศ. 2510) ทั้งหมด 62 สกุล, 277 ชนิด, 104 พรรณ และ 12 รูปแบบ ในกลุ่มสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายยูกลีโนยด์ และไดอะตอม

ปี ค.ศ. 1966 (พ.ศ. 2509) Foged ทำการสำรวจสาหร่ายกลุ่มไดอะตอมอย่างกว้างขวางในพื้นที่ภาคกลางและภาคเหนือของประเทศไทย และรายงานในปี ค.ศ. 1971 (พ.ศ. 2514) จำนวน 378 ชนิด โดยพบว่า เป็นชนิดที่ค้นพบใหม่ 5 ชนิด, 5 พรรณ และ 2 รูปแบบ

ในปี ค.ศ. 1975 (พ.ศ. 2518) Hirano รายงานการสำรวจบึงบอระเพ็ด พบสาหร่าย 30 สกุล, 109 ชนิด, 37 พรรณ โดยเป็นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว สาหร่ายสีเขียว ไดอะตอม และยูกลีโนยด์

Velasquez ในปี ค.ศ. 1977 (พ.ศ. 2520) รายงานการค้นพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 20 สกุล, 40 ชนิด และ 1 พรรณ จากการเก็บตัวอย่างในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และพื้นที่ใกล้เคียง

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 เป็นต้นมา การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในประเทศไทย เริ่มดำเนินการโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวไทยในรูปแบบของโครงการต่าง ๆ รวมทั้งการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีการรวบรวมสาหร่ายน้ำจืดในบัญชีทั้งสิ้น 4 division ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 38 สกุล 207 ชนิด, สาหร่ายสีเขียว (รวมยูกลีโนยด์) 73 สกุล 448 ชนิด, สาหร่ายโครโมไฟต์ (Chromophyta) 46 สกุล 419 ชนิด และ สาหร่ายสีแดง 1 สกุล 1 ชนิด และได้สรุปว่า งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในประเทศไทยเป็นไปอย่างเชื่องช้า เนื่องจากไม่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยเท่าที่ควร พร้อมทั้งเสนอแนะว่างานวิจัยทางด้านความหลากหลายของสาหร่ายในประเทศไทยจำเป็นต้องมีการศึกษาอย่างกว้างขวางและเร่งด่วน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความรู้ด้านอื่น ๆ รวมทั้งการพัฒนาประเทศเช่นกัน (OEPP, 1995)

สำหรับการรวบรวมงานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในครั้งนี้ ได้ประเมินเปรียบเทียบกับพื้นที่และนิเวศวิทยาแหล่งน้ำที่สำคัญ ทั้งสภาพน้ำไหล และน้ำนิ่ง ตามภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 ถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2543) ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในลุ่มน้ำหลัก แม่น้ำสำคัญ และเขื่อนในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย
ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 – ปัจจุบัน (พ.ศ. 2543)

ภาค	พท. ¹ ตร.กม. (ร้อยละ)	จำนวน ลุ่มน้ำหลัก ¹	จำนวน แม่น้ำสำคัญ ¹	เขื่อน/ แหล่ง น้ำที่สำคัญ	จำนวนรายการงานวิจัย ³				รวม จำนวนเรื่อง
					2510- 2519	2520- 2529	2530- 2539	2540~ 4	
เหนือ	169,644.29 (33.06)	6	6	7	2	11	24	23	60
ตะวันออก เฉียงเหนือ	167,335 (33.00)	3	4	11	3	2	16	1	22
กลาง	77,477 (15.10)	7	11	9	22	5	16	10	53
ตะวันออก	34,380 (6.70)	4	7	5	-	1	1	1	3
ใต้	72,102 (13.77)	5	9	2	-	5	8	1	14
รวม	520,938.29 (100)	25	37	34	27	24	65	36	152

¹ กรมการปกครอง และสถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2535; ² มูลนิธิโลกสีเขียว, 2542; ³ ไม่นับข้าราชการวิจัยเรื่องเดียวกันที่มีการนำเสนอหลายแห่ง

⁴ นับงานวิจัยที่อยู่ระหว่างการดำเนินงานไว้ด้วย

ตั้งแต่ พ.ศ. 2510 ถึงปัจจุบัน มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายทั้งหมด ประมาณ 150 เรื่อง ในช่วงปี พ.ศ. 2530-2539 มีมากที่สุด คือ 65 เรื่อง ส่วนในช่วงปี พ.ศ. 2540-ปัจจุบัน (พ.ศ. 2543) มีงานวิจัยแล้วกว่า 30 เรื่อง

ภาคเหนือ ซึ่งมีพื้นที่ใหญ่อันดับหนึ่งของประเทศ ประกอบด้วยลุ่มน้ำหลัก 6 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำปิง, ลุ่มน้ำวัง, ลุ่มน้ำยม, ลุ่มน้ำน่าน, ลุ่มน้ำกก-อิง และลุ่มน้ำสาละวิน มีแม่น้ำสายหลัก 6 สาย ได้แก่ แม่น้ำปิง, แม่น้ำวัง, แม่น้ำยม, แม่น้ำน่าน, แม่น้ำกก และแม่น้ำอิง มีเขื่อนและแหล่งน้ำสำคัญ 7 แห่ง ได้แก่ เขื่อนภูมิพล, เขื่อนสิริกิติ์, เขื่อนแม่จัด, เขื่อนกิ่วลม, เขื่อนแม่งวง, กว๊านพะเยา และบึงบอระเพ็ด (กรมการปกครองและสถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2535) มีรายงานการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายเป็นจำนวน 60 เรื่อง กว่า 30 เรื่อง เป็นการศึกษาในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลุ่มน้ำ/ลำน้ำสำคัญที่มีการศึกษาแล้ว ได้แก่ ลุ่มน้ำอิง-ยม-น่าน (EGAT, 1982; 1985) ลุ่มน้ำปิง-วัง (กรรณิการ์, 2529) และแม่น้ำน่านในเขตจังหวัดพิษณุโลก (เดชา และสมพิศ, 2541) ส่วนลุ่มน้ำ/ลำน้ำสาขาที่มีการศึกษา ได้แก่ ลำน้ำแม่กวง (จมากรณ์, 2538), แม่สา (ประเสริฐ, 2541; ตรี, 2541) และลุ่มน้ำเมย (ลำน้ำสาขาของแม่น้ำสาละวิน) (กาญจนา, 2537) ส่วนเขื่อนขนาดใหญ่/แหล่งน้ำที่มีการศึกษา ได้แก่ บึงบอระเพ็ด (Hirano, 1975), เขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล (อึ้งรังค์ และศิริเพ็ญ, 2542) และเขื่อนแม่งวงอุดมธารา (ยุวดี และคณะ, 2539) รายงานการวิจัยที่เหลือส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาระบบนิเวศเฉพาะที่น่าสนใจได้แก่ การศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายบริเวณน้ำพุร้อนสันกำแพง (ทวีเดช และศิริเพ็ญ, 2542; อุดมลักษณ์, อยู่ระหว่างดำเนินการ) ซึ่งเป็นการ

ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายที่เจริญได้ในสภาพแวดล้อมอุกฤษณ์ (extreme environment)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ใหญ่เป็นอันดับสองของประเทศ ประกอบด้วยลุ่มน้ำหลัก 3 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำโขง, ลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำมูล (และบางส่วนของต้นน้ำลุ่มน้ำป่าสัก) มีแม่น้ำสายสำคัญ 4 สาย ได้แก่ แม่น้ำชี, แม่น้ำมูล, แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำโขง มีเขื่อน/แหล่งน้ำสำคัญ 11 แห่ง ได้แก่ เขื่อนลำปาว, เขื่อนลำตะคอง, เขื่อนลำพระเพลิง, เขื่อนน้ำอูน, เขื่อนอุบลรัตน์, เขื่อนสิรินธร, เขื่อนจุฬาภรณ์, เขื่อนห้วยหลวง, เขื่อนลำนางรอง, เขื่อนลำนูน และหนองหาร มีงานวิจัยด้านความหลากหลายของสาหร่ายเพียง 22 เรื่อง ลุ่มน้ำ/แม่น้ำสำคัญที่มีการศึกษาแล้ว คือ ลุ่มน้ำโขง (DEDP, 1991a; RID, 1991a), ลุ่มน้ำมูล (EGAT, 1981; บานเย็น, 2534), แม่น้ำชี (RID, 1991b), ลุ่มน้ำสงคราม (RID, 1992) และแม่น้ำสงครามเฉพาะสาหร่ายในกลุ่มเดสมิด (desmid) (จันทร์พิมพ์, 2536) เขื่อน/อ่างเก็บน้ำที่มีการศึกษาแล้ว ได้แก่ เขื่อนห้วยหลวง (DEDP, 1991b), อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง (เจียมจิตต์, 2512), เขื่อนลำปาว (พิภพ และวัฒนะ, 2519), เขื่อนลำตะคอง (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2538) และ หนองหาร (อนันต์, 2519) การศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในระบบนิเวศที่น่าสนใจในภาคนี้ ได้แก่ การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจนในดินเค็มในจังหวัดนครราชสีมา (Disthaluksana, 1990) ซึ่งจัดเป็นสภาพแวดล้อมอุกฤษณ์

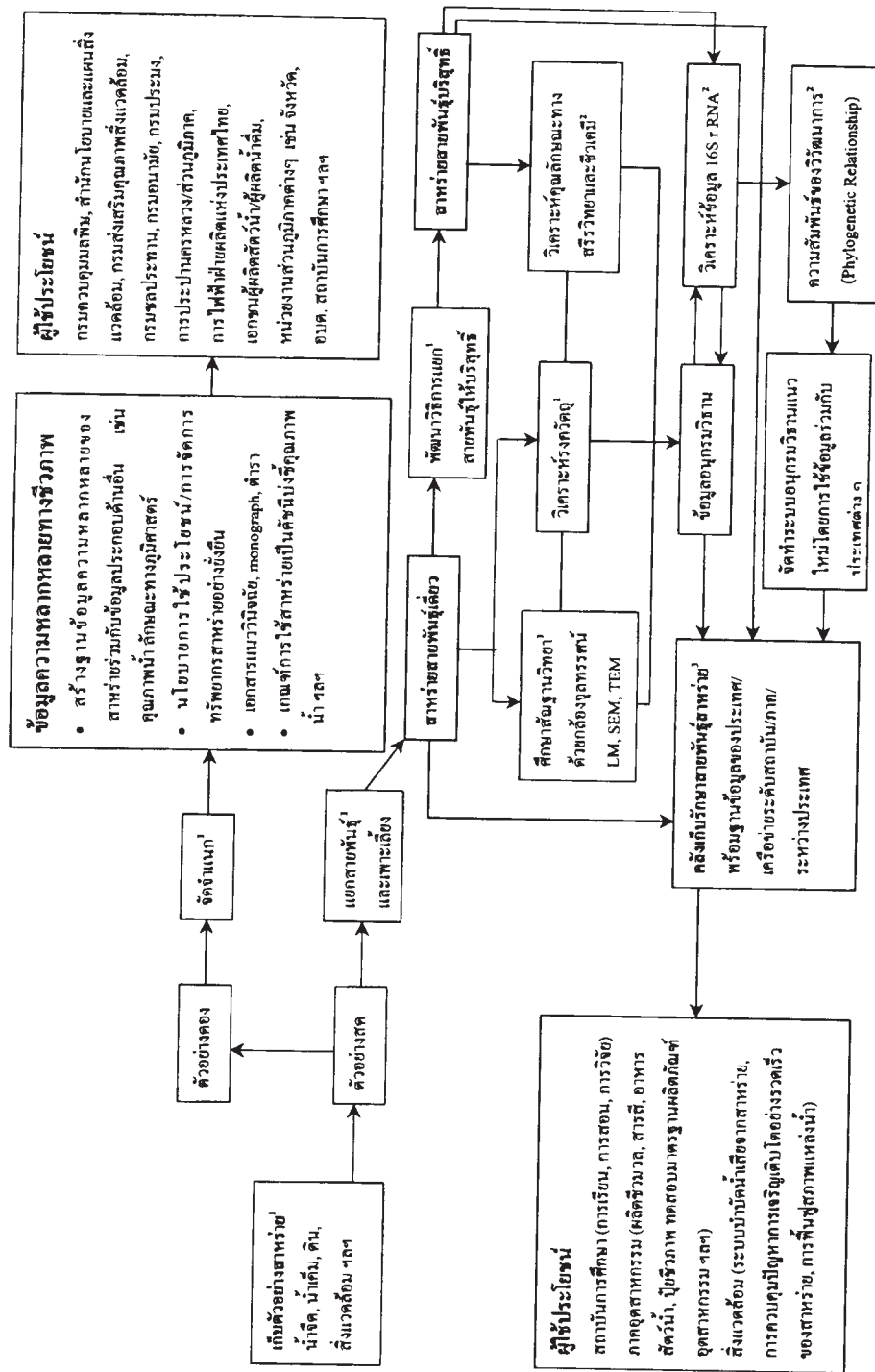
ภาคกลาง มีพื้นที่ใหญ่เป็นอันดับ 3 แต่มีขนาดประมาณครึ่งหนึ่งของภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ มีลุ่มน้ำหลัก 7 แห่ง ได้แก่ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา, ลุ่มน้ำสะแกกรัง, ลุ่มน้ำป่าสัก, ลุ่มน้ำท่าจีน, ลุ่มน้ำแม่กลอง, ลุ่มน้ำเพชรบุรี และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตกของอ่าวไทย มีแม่น้ำที่สำคัญ 11 สาย ได้แก่ แม่น้ำแควน้อย, แม่น้ำแควใหญ่, แม่น้ำแม่กลอง, แม่น้ำเพชรบุรี, แม่น้ำปรางบุรี, แม่น้ำสะแกกรัง,

แม่น้ำป่าสัก, แม่น้ำน้อย, แม่น้ำลพบุรี, แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำเจ้าพระยา มีเขื่อน/แหล่งน้ำที่สำคัญ 9 แห่ง ได้แก่ เขื่อนแก่งกระจาน, เขื่อนศรีนครินทร์, เขื่อนเขาแหลม, เขื่อนท่าทุ่งนา, เขื่อนวชิราลงกรณ์, เขื่อนปรางบุรี, เขื่อนกระเสียว, เขื่อนทับเสลา และเขื่อนป่าสัก มีงานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสหรัยในภาคนี้ทั้งสิ้น 53 เรื่อง ประมาณครึ่งหนึ่งของงานวิจัยทั้งหมดเป็นการศึกษาในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และมีข้อสังเกตว่า งานวิจัยเกือบทั้งหมดในช่วง พ.ศ. 2510-2519 ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตรในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากนั้นศึกษาซ้ำโดย อาภารัตน์ และคณะ (2542 ก, ข) และในช่วงเวลาเดียวกันนี้ กลับมีงานวิจัยด้านนี้ในภาคอื่น ๆ น้อยมาก หรือไม่มีเลย กลุ่มน้ำ/แม่น้ำที่มีการศึกษาแล้ว ได้แก่ กลุ่มน้ำแควใหญ่ (EGAT, 1980), กลุ่มน้ำแม่กลอง (สุพิมาลย์, 2535), กลุ่มน้ำป่าสัก (RID, 1993), แม่น้ำแม่กลอง (จุฬามณฑล, 2539 (เฉพาะเขตจังหวัดกาญจนบุรี); ผุสดี, 2540), แม่น้ำแควใหญ่ และแม่น้ำเจ้าพระยา (เขตจังหวัดนนทบุรี) (มณฑนา, 2517) และแม่น้ำเพชรบุรี (กรมควบคุมมลพิษ, อยู่ระหว่างดำเนินการ) เขื่อนที่มีการศึกษา ได้แก่ เขื่อนทับเสลา (ลัดดา, 2526)

ภาคตะวันออก มีพื้นที่น้อยที่สุดเพียงประมาณร้อยละ 6 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ประกอบด้วยกลุ่มน้ำหลัก 4 กลุ่มน้ำ ได้แก่ กลุ่มน้ำปราจีนบุรี, กลุ่มน้ำบางปะกง, กลุ่มน้ำทะเลสาบเขมร และกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย มีแม่น้ำสำคัญ 7 สาย คือ แม่น้ำปราจีนบุรี-แม่น้ำบางปะกง, แม่น้ำประแสร์, แม่น้ำพังราด, แม่น้ำจันทบุรี, แม่น้ำเวฬุ, แม่น้ำตราด และแม่น้ำระยอง มีอ่างเก็บน้ำ 5 แห่ง คือ

อ่างเก็บน้ำบางพระ, อ่างเก็บน้ำหนองค้อ, อ่างเก็บน้ำมาบประชัน, อ่างเก็บน้ำดอกกราย และอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ภาคตะวันออกเป็นภาคที่มีการศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสหรัยน้อยที่สุดเพียง 3 เรื่อง แม่น้ำ/อ่างเก็บน้ำที่ศึกษาแล้ว คือ แม่น้ำบางปะกง (ธิดาพร, 2540) และอ่างเก็บน้ำมาบประชัน (สุทธิ, 2528)

ในส่วนของภาคใต้ ซึ่งมีพื้นที่ใกล้เคียงกับภาคกลางนั้น ประกอบด้วยกลุ่มน้ำหลัก 5 กลุ่มน้ำ ได้แก่ กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกของภาคใต้, กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตกของอ่าวไทย, กลุ่มน้ำตาปี, กลุ่มน้ำปัตตานี และกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีแม่น้ำ/ลำน้ำสำคัญ 9 สาย ได้แก่ แม่น้ำตาปี, แม่น้ำพุมดวง, แม่น้ำปัตตานี, แม่น้ำปากจั่น, แม่น้ำตรัง, แม่น้ำสายบุรี, แม่น้ำโก-ลก, คลองหลังสวน และคลองลำ มีเขื่อนสำคัญ 2 แห่ง คือ เขื่อนรัชชประภา และเขื่อนบางลาง มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายของสหรัยในภาคนี้ 14 เรื่อง กลุ่มน้ำ/แม่น้ำที่มีการศึกษา ได้แก่ กลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบน (เฉลิมศรี, 2532; นคร, 2532) เขื่อนที่มีการศึกษา คือ เขื่อนรัชชประภา (สมชาย, 2539) มีงานวิจัยที่น่าสนใจซึ่งกำลังดำเนินการในภาคนี้ คือ การศึกษาสหรัยในพรุโต๊ะแดง ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมอุกฤษณ์ (RID, 1989) และการศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดสหรัยในดิน ป่าสมบูรณ์ และป่าที่ถูกรบกวนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโดนงาช้างและป่าสงวนใกล้เคียง (เบญจวรรณ, อยู่ระหว่างดำเนินการ) ซึ่งจะเป็งานวิจัยเปรียบเทียบเรื่องแรกของประเทศที่จะชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายของสหรัยเมื่อระบบนิเวศถูกรบกวน



¹เป็นแผนงานที่มีบุคลากรอยู่ข้างเคียงในปัจจุบัน ซึ่งควรได้รับการฝึกฝนเพื่อเพิ่มคุณสมบัติ พร้อมทั้งเพิ่มจำนวนบุคลากรในด้านนี้ให้เพียงพอ

²เป็นแผนงานในอนาคต ซึ่งต้องมีการเตรียมบุคลากรเฉพาะทาง

มีการคำนวณการบางส่วนแล้วที่ วท และ ดร.

ภาพที่ 3.1 แนวทางการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายและการใช้ประโยชน์ทางงานวิจัย

เมื่อพิจารณาในภาพรวมของทั้งประเทศแล้ว เห็นได้ว่า

-งานวิจัยด้านนี้มีจำนวนน้อยมาก คือ ประมาณ 150 เรื่อง ในระยะเวลากว่า 30 ปี และ การศึกษาส่วนใหญ่ยังไม่มีทิศทาง ขาดความละเอียด และการเชื่อมโยงเข้าถึงข้อมูลอื่น เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น งานด้านอนุกรมวิธานส่วนใหญ่ยังไม่สามารถศึกษาได้ถึงระดับชนิด ขาดความสมบูรณ์ของข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยเฉพาะคุณภาพน้ำทางเคมีที่จำเป็น ได้แก่ ธาตุอาหารต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการนำไปใช้งาน เนื่องจากข้อมูลทั้งสองจำเป็นต้องใช้ประกอบกันเพื่อจัดทำเกณฑ์การใช้สาหร่ายเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำของประเทศ รวมทั้งการใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ

-งานวิจัยที่มีการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างทั่วประเทศ นอกเหนือไปจากรายงานในตารางที่ 3.2 ได้แก่ การสำรวจเบื้องต้นของแพลงก์ตอนน้ำจืดในประเทศไทย (เจียมจิตต์, 2513) และการศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจน (สมถวิล, 2531; Sassanarakkit, 1999) จึงทำให้ข้อมูลการศึกษาความหลากหลาย และการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจนมีความสมบูรณ์กว่ากลุ่มอื่น

- งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในประเทศ ส่วนใหญ่ศึกษาในระบบนิเวศทางน้ำ (aquatic ecosystem) มากกว่าระบบนิเวศบนบก (ดิน, ต้นไม้, หิน/วัสดุต่าง ๆ) มีบางส่วนที่ศึกษาถึงความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในไลเคน (phycobiont) (อาภารัตน์, 2539 ข) และศึกษาสาหร่ายที่เจริญเติบโตบนพื้นผิวอาคาร บ้านเรือน โบราณสถาน และโบราณวัตถุ (นิชนันท์, 2540)

- งานวิจัยเกือบทั้งหมดขาดการดำเนินการควบคุมไปกับการอนุรักษ์สายพันธุ์สาหร่ายนอกถิ่นกำเนิด รวมทั้งการสร้างฐานข้อมูลสายพันธุ์สาหร่าย เว้นแต่งานวิจัยที่ดำเนินการโดย วท. ซึ่งเป็นหน่วย

งานที่มีศูนย์จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ให้บริการสายพันธุ์จุลินทรีย์เพียงแห่งเดียวของประเทศ สายพันธุ์สาหร่ายที่อนุรักษ์ไว้เป็นผลต่อเนื่องจากงานวิจัยของสมถวิล (2531), อาภารัตน์ และณัฐพร (2539), อาภารัตน์ และคณะ (2542) และ Sassanarakkit et al. (1999)

- มีรายงานการค้นพบสาหร่ายน้ำจืดสายพันธุ์ใหม่ในวารสารระดับนานาชาติโดยนักวิชาการไทย 1 เรื่อง (Antakanonda, 1985) แต่ไม่ปรากฏว่ามีการตีพิมพ์งานวิจัยด้านความหลากหลายของสาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทยในวารสารระดับนานาชาติ เอกสารที่ใช้เป็นหลักฐานทางวิชาการได้ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปวิทยานิพนธ์หรือรายงาน มีส่วนน้อยที่ตีพิมพ์ในรายงานการประชุมวิชาการระหว่างประเทศ (International Proceedings) หรือวารสารภายในประเทศ นักวิจัยยังนิยมเสนอผลงานในรูปโปสเตอร์ ซึ่งมีเพียงบทคัดย่อเท่านั้น

- ยังไม่มีการจัดทำหนังสือคู่มือแนววินิจฉัย หรือ monograph ของสาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย ในขณะที่สาหร่ายทะเลและหญ้าทะเลมีการจัดทำแล้ว ในบางส่วน (Lewmanomont and Ogawa, 1995) ประเทศในแถบเอเชียที่มีการจัดพิมพ์แนววินิจฉัย หรือ monograph ของสาหร่ายไปแล้ว ได้แก่ ญี่ปุ่น และ จีน โดยประเทศจีนจัดพิมพ์ออกมาแล้วกว่า 10 เล่ม (volume) ส่วนประเทศเวียดนามจัดพิมพ์ออกมาแล้ว 2 เล่ม (M.M. Watanabe; Liu Yong Ding; Duong Duc Tien personal communication)

ควรมีการวางแผนงานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ร่วมกัน โดยมองจากภาพรวมของทั้งประเทศ แล้วจึงกำหนดพื้นที่ศึกษาตามความจำเป็นเร่งด่วน ซึ่งอาจอยู่ในรูปของอนุกรรมการบริหาร ทั้งนี้ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการวิจัยที่ควรจะเป็นดังแสดงในภาพที่ 3.1 หน่วยงานที่ควรมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน ได้แก่ มหาวิทยาลัย (โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยในส่วนภูมิภาค), สถาบันราชภัฏทั่วประเทศ สถาบันวิจัยวิทยา

ศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, โครงการ BRT (สกว.-ศช.), กรมควบคุมมลพิษ, กรมประมง, ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ ฯลฯ โดยจำเป็นต้องสร้างกลุ่มงานวิจัยที่มีความเข้มข้นและต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้มีการผลิตผลงานวิจัยด้านนี้ได้อย่างรวดเร็ว ดังเช่น กลุ่มของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตรในอดีต และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในปัจจุบัน ในขณะเดียวกัน ควรมีการสร้างเครือข่ายการวิจัยในแต่ละภาคที่จะร่วมมือกันศึกษาในภาคของตนเอง และให้สถาบันที่มีความพร้อมที่สุดในภาคเป็นพี่เลี้ยง ในแง่คุณภาพของงานวิจัย ควรมีการจัดอบรมเทคนิคต่าง ๆ โดยเฉพาะเทคนิคใหม่ ๆ โดยให้นักวิชาการที่มีโอกาสศึกษาฝึกอบรม/ปฏิบัติงานวิจัยในต่างประเทศมาเป็นผู้ถ่ายทอดให้แก่นักวิชาการไทย รวมทั้งการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการแบบเข้มข้นโดยเชิญวิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านจากต่างประเทศ

- ลำดับความสำคัญของงานวิจัยในด้านนี้ ควรเริ่มจากการวิจัยเพื่อให้ทราบข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่าย (ถึงระดับชนิด) ที่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลประกอบด้านอื่น เช่น ข้อมูลคุณภาพน้ำ ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ฯลฯ เพื่อนำไปสร้างฐานข้อมูล สำหรับการวางแผนนโยบายการจัดการทรัพยากรสาหร่ายของประเทศ ขั้นตอนต่อไป ซึ่งสามารถดำเนินการไปพร้อม ๆ กับการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพ คือ การอนุรักษ์สายพันธุ์สาหร่ายที่สำคัญและมีประโยชน์ในด้านต่าง ๆ นอกถิ่นกำเนิด โดยจัดตั้งคลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายพร้อมทั้งสร้างฐานข้อมูลของสายพันธุ์ (strain data) เพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน แม้จะสามารถสั่งซื้อสายพันธุ์สาหร่ายจากต่างประเทศได้ (คลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายเกือบทั้งหมดอยู่ในเขตอบอุ่น) แต่สายพันธุ์เหล่านั้น นอกจากจะมีราคาแพงแล้ว ยัง

ไม่สามารถปรับตัวให้เจริญเติบโตในสภาพการเพาะเลี้ยงกลางแจ้งของประเทศไทยได้ ทำให้การพัฒนาในระดับอุตสาหกรรมโดยใช้สายพันธุ์ต่างประเทศทำได้ยาก เพราะต้นทุนสูง ส่วนงานวิจัยที่ต้องใช้เทคนิคขั้นสูงเข้าช่วย เช่น การวิเคราะห์สารพันธุกรรม มีความจำเป็นเร่งด่วนในลำดับรองลงไป เนื่องจากต้องใช้ทุนสูงในการทำวิจัย และข้อมูลที่ได้ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่านัก

การพัฒนางานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในประเทศ ประสบปัญหาเช่นเดียวกับการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น ๆ กล่าวคือ ปัญหาด้านเทคนิค และการขาดแคลนบุคลากรที่มีความสามารถและมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างมาก เนื่องจากในอดีตคนไทยไม่เคยเห็นความสำคัญของการสังสมองค์ความรู้ในด้านนี้ เมื่อเริ่มศึกษาก็ต้องพบกับปัญหาสองด้าน คือ เมื่อจัดจำแนกสาหร่ายโดยใช้ฐานวิทยาเป็นหลัก ก็ต้องพบกับปัญหาการขาดแคลนตำรา ซึ่งส่วนใหญ่หายาก มีราคาแพง และหลายเล่มเป็นภาษาต่างประเทศที่ไม่ใช่ภาษาอังกฤษ และเมื่อจะหันมาใช้ข้อมูลในการจัดจำแนก โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ก็ยังขาดแคลนทั้งความรู้ ความชำนาญ และที่สำคัญ คือ ขาดทุนอุดหนุนที่จะซื้อครุภัณฑ์และสารเคมีซึ่งมีราคาแพง อย่างไรก็ตาม ปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขและปรับสภาพการดำเนินงานให้เหมาะสมได้ ปัญหาที่สำคัญที่สุด คือ การขาดแคลนทุนและความต่อเนื่องในการสนับสนุนการวิจัย เนื่องมาจากการขาดความรู้ความเข้าใจ และการเห็นความสำคัญขององค์ความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของผู้บริหารประเทศ ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้ว องค์ความรู้เหล่านี้เป็นพื้นฐานสำคัญและจำเป็นสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ด้วยการสังสมความรู้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานนับสิบ ๆ ปี

3.12 ความหลากหลายของสาหร่ายในประเทศไทย

ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายน้ำจืดและนิเวศกในในประเทศไทย เปรียบเทียบระหว่างจำนวนชนิดที่มีรายงานถึงปัจจุบันจากการรวบรวมในครั้งนี และที่รวบรวมได้ในปี 2538 (OEPP, 1995) กับข้อมูลของโลก (รวมสาหร่ายทะเลด้วย) แบ่งความหลากหลายของสาหร่ายเป็น 7 กลุ่มอนุกรมวิธาน (ตามข้อมูลของโลกที่มี) ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (Cyanophyta), ยูกลีโนไฟต์ (Euglenophyta), ไดโนแฟลกเจลเลต (Dinophyta), คริปโตโมแนด (Cryptophyta), สาหร่ายสีแดง (Rhodophyta), สาหร่ายสีเขียว (Chlorophyta) และเฮเทอโรคอน (Heterokontophyta) จากการรวบรวมจำนวนสาหร่ายในประเทศไทยในครั้งนี้พบว่า จำนวนชนิดของสาหร่ายเพิ่มขึ้นจากเดิม 1,075 ชนิด (OEPP, 1995) เป็น 1,506 ชนิด หรือเพิ่มขึ้น 431 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 40.09 กลุ่มที่พบความหลากหลายของชนิดมากที่สุด 3 กลุ่มแรก ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว มีรายงานทั้งสิ้น 347 ชนิด จากเดิม 207 ชนิด หรือเพิ่มขึ้น 140 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 67.63 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สาหร่ายสีเขียว มีรายงานทั้งสิ้น 533 ชนิด จากเดิม 393 ชนิด หรือเพิ่มขึ้น 140 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 35.62 กลุ่มที่ 3 ได้แก่ เฮเทอโรคอน มีรายงานทั้งสิ้น 519 ชนิด

จากเดิม 415 ชนิด หรือเพิ่มขึ้น 104 ชนิด หรือร้อยละ 25.06 สาหร่ายในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นไดอะตอม กลุ่มที่มีรายงานการค้นพบเพิ่มขึ้นน้อย ได้แก่ ยูกลีโนไฟต์, ไดโนแฟลกเจลเลต และสาหร่ายสีแดง สาหร่ายกลุ่มที่ไม่มีรายงานการค้นพบเพิ่มขึ้นเลย คือ กลุ่มคริปโตโมแนด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัญหาในการจัดจำแนกชนิดที่นอกเหนือไปจากการขาดแคลนคู่มือที่ใช้เฉพาะกลุ่มแล้ว สาหร่ายในกลุ่มยูกลีโนไฟต์, ไดโนแฟลกเจลเลต และคริปโตโมแนดเป็นกลุ่มที่มีหมวดเคลื่อนไหวได้รวดเร็ว และบางชนิดยังไม่มีสี ทำให้ยากต่อการจัดจำแนกชนิด ส่วนในกรณีของสาหร่ายสีแดงที่พบจำนวนน้อย เนื่องจากส่วนใหญ่ของสาหร่ายในกลุ่มนี้เป็นสาหร่ายทะเล (มีการประมาณว่า มีสาหร่ายสีแดงประมาณ 10 สกุลเท่านั้นที่เป็นสาหร่ายน้ำจืด) (Kumar, 1990) นอกจากนี้ สาหร่ายกลุ่มเฮเทอโรคอน ส่วนใหญ่ก็อยู่ในน้ำทะเล (โดยเฉพาะไดอะตอม) ด้วยเช่นกัน

เป็นที่น่ายินดีว่า จำนวนชนิดของสาหร่ายเพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 1995 (พ.ศ. 2538) ถึงกว่า 400 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลงานจากการวิจัยภายใต้การสนับสนุนของ ศช. ในช่วงแรก และรับช่วงต่อโดยโครงการ BRT

ตารางที่ 3.3 จำนวนชนิดของสาหร่ายในโลกและที่รวบรวมได้ในการศึกษานี้

กลุ่มอนุกรมวิธาน	ในโลก ¹	ที่รวบรวมโดย OEPP (1995)	ที่รวบรวมได้ใน การศึกษานี้ ²	เพิ่มขึ้น (ร้อยละ/เท่า)
Cyanophyta	2,000	207	347	140 (67.63)
Euglenophyta	900	55	94	39 (70.91)
Dinophyta	2,000-4,000	2	6	4 (2 เท่า)
Cryptophyta	200	2	2	-
Rhodophyta	4,000-6,000	1	5	4 (4 เท่า)
Chlorophyta	14,000-15,000	393	533	140 (35.62)
Heterokontophyta	12,000-16,000	415	519	104 (25.06)
รวม	20,000-26,000	1,075	1,506	431 (40.09)

¹ดัดแปลงจาก Norton, 1996 (ข้อมูลรวมทั้งสาหร่ายน้ำจืดและน้ำเค็ม)

²ข้อมูลพื้นฐานจาก OEPP (1995) รวมกับรายงานการวิจัยอื่น ๆ ที่ไม่ปรากฏในบรรณานุกรมของ OEPP (1995)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบจำนวนสาหร่ายที่พบในประเทศไทย กับจำนวนชนิดที่พบในโลก โดยไม่นำจำนวนของสาหร่ายทะเลขนาดเล็กที่มีรายงานประมาณ 4,000 ชนิด (Soumia et al., 1991) และสาหร่ายทะเลในกลุ่ม seaweeds ซึ่งมีชนิดที่ทราบแล้วประมาณ 10,000 ชนิด (กาญจนภาชน์, สอดงามส่วนบุคคล) มาเปรียบเทียบกับแล้ว จะเห็นว่าจำนวนชนิดของสาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทยที่ทราบแล้วยังห่างไกลจากจำนวนที่ชนิดทราบแล้วของโลก (6,000-12,000 ชนิด) (ตารางที่ 3.3)

สำหรับรายละเอียดความหลากหลายในระดับสกุลและชนิดของสาหร่ายที่มีการรายงานในปี พ.ศ. 2538 (OEPP, 1995) และในการรวบรวมครั้งนี้ ตามระบบอนุกรมวิธานของ Christensen (1962) แสดงในตารางที่ 3.4

การรวบรวมข้อมูลความหลากหลายของสาหร่ายในครั้งนี้พบว่า มีรายงานความหลากหลายเหนือระดับสกุลเพิ่มขึ้น ดังนี้ ในสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 1 ลำดับ (Chamaesiphonales) 4 วงศ์ (Pleurocapsaceae, Dermocarpaceae, Entophysalidaceae และ Nastrochopsidaceae), สาหร่ายสีเขียว 1 ลำดับ (Siphonocladales) 7 วงศ์ (Phagotaceae, Chlorococcaceae, Micractiniaceae, Radiococcaceae, Cladophoraceae, Palmellaceae และ Tetrastromataceae), สาหร่ายโครโมไฟต์ 1 ลำดับ (Chromulinales) 2 วงศ์ (Chrysosphaeraceae และ Hydruraceae) และสาหร่ายสีแดง 1 ลำดับ (Bangiales) 2 วงศ์ (Erythrotrichaceae และ Thoreaceae)

ข้อมูลความหลากหลายของชนิดสาหร่ายในประเทศไทย ยังไม่เพียงพอที่จะประเมินถึงชนิดที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของประเทศ แต่เมื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลจากวิทยานิพนธ์จำนวน 20 เรื่อง ซึ่งดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ระหว่างปี พ.ศ. 2516-2520) กับรายงานวิจัยโดย อภารัตน์ และคณะ (2542 ก, ข) ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและ

ปริมณฑลพบว่า การสำรวจช่วงแรกพบสาหร่ายทั้งสิ้น 6 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียว, สาหร่ายยูกลีโนอยด์, สาหร่ายสีน้ำตาล (Chrysophyta), สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว, ไดโนแฟลกเจลเลต และสาหร่ายสีแดง โดยมีรายงานการสำรวจพบไดโนแฟลกเจลเลตสูงสุดถึง 11 สกุล (บุญยัง, 2517) และสาหร่ายสีแดง 6 สกุล (นรินทร์, 2518) ในขณะที่การสำรวจในช่วงหลัง (พ.ศ. 2540-2541) ไม่มีรายงานการสำรวจพบสาหร่ายในกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตและสาหร่ายสีแดงในพื้นที่ดังกล่าวแต่อย่างใด นอกจากนี้สาหร่ายสีแดง *Batrachospermum moniliforme* ซึ่งเป็นชนิดที่เป็นดัชนีชี้คุณภาพแหล่งน้ำที่สะอาด มีรายงานการพบครั้งแรกในปี พ.ศ. 2445 ที่จังหวัดตราด (West and G.S. West, 1902 อ้างซ้ำโดย OEPP, 1995) มีรายงานการสำรวจพบอีกครั้งหนึ่งในลำน้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ (Kunpradid and Peerapornpisal, 1999) ซึ่งเป็นระยะเวลาห่างกันถึงเกือบ 100 ปี

ในปัจจุบันเริ่มมีการมองเห็นคุณค่าของทรัพยากรสาหร่ายของประเทศ โดยการออกพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 ในมาตรา 3 กำหนดว่า “พืช” หมายความว่า สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืชและให้หมายความรวมถึงเห็ด และสาหร่าย แต่ไม่รวมถึงจุลินทรีย์อื่น ผลของพระราชบัญญัตินี้ทำให้ชาวต่างชาติที่ต้องการเข้าถึงทรัพยากรสาหร่ายจะต้องดำเนินการให้ถูกต้องตามกฎหมาย เพื่อป้องกันการฉกฉวยผลประโยชน์จากต่างชาติอย่างไม่เป็นธรรม อย่างไรก็ตาม การใช้ทรัพยากรสาหร่ายของประเทศอย่างยั่งยืนนั้น เป็นหน้าที่ของคนไทยทุกคนที่ต้องตระหนักในคุณค่าของทรัพยากรนี้ และร่วมมือกันอนุรักษ์ถิ่นอาศัยของสาหร่ายไว้ไม่ให้เสื่อมสภาพเพื่อนักวิจัยไทยทั้งในปัจจุบันและลูกหลานในอนาคตจักได้มีวัตถุดิบในการวิจัยพัฒนา และใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง ประเทศญี่ปุ่นเป็นตัวอย่างที่ดีในการวิจัยพัฒนาการใช้ทรัพยากรสาหร่ายอย่างชาญฉลาดและเห็นคุณค่า จนเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมและชีวิตประจำวันที่ได้เห็นได้ชัดเจน

ตารางที่ 3.4 สกุลและชนิดของสาหร่ายที่มีการรายงานในปี พ.ศ. 2538 (OEPP, 1995) และในการรวบรวมครั้งนี้ (จัดระบบตาม Christensen (1966))

ดิวิชัน	ชั้น	ลำดับ	วงศ์	OEPP (1995)		รวบรวมในครั้งนี้	
				สกุล	ชนิด	สกุล	ชนิด
Cyanophyta	Cyanophyceae	Chamaesiphonales	Pleurocapsaceae	-	-	2	3
			Dermocarpaceae	-	-	1	2
		Chroococcales	Chroococcaceae	12	28	16	68
			Entophysalidaceae	-	-	1	2
		Oscillatorales	Oscillatoriaceae	9	73	10	124
		Nostocales	Nostocaceae	6	43	7	64
			Scytonemataceae	3	18	4	32
			Rivulariaceae	4	28	4	31
		Stigonematales	Mastigocladeaceae	1	1	1	1
			Stigonemataceae	3	16	3	19
			Nostochopsidaceae	-	-	1	1
รวม	1	5	11	38	207	50	347
Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Chlamydomonadaceae	3	3	4	10
			Phagotaceae	-	-	1	1
			Spondylomoraceae	1	1	1	1
			Volvocaceae	5	8	5	11
			Botryococcaceae	1	1	1	3
			Characiaceae	1	1	1	1
			Chlorococcaceae	-	-	2	3
			Coelastraceae	1	4	1	7
			Hydrodictyaceae	2	8	4	10
			Micractiniaceae	-	-	2	4
			Oocystaceae	11	23	17	60
			Radiococaceae	-	-	2	3
			Scenedesmaceae	5	24	8	49
		Siphonocladales	Cladophoraceae	-	-	2	5
		Ulotrichales	Ulotrichaceae	3	3	3	5
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	1	4	1	8
		Zygnematales	Desmidiaceae	18	286	18	308
			Mesotaeniaceae	4	10	4	10
			Zygnemataceae	2	11	4	14
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	2	2	4	6
		Microsporales	Microsporaceae	1	1	1	4
		Tetrasporales	Coccomyxaceae	1	1	1	1
			Hypnomonadaceae	1	2	1	6
			Palmellaceae	-	-	2	2

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ดิวิชัน	ชั้น	ลำดับ	วงศ์	OEPP (1995)		รวบรวมในครั้งนี	
				สกุล	ชนิด	สกุล	ชนิด
	Euglenophyceae	Euglenales	Tetrasporaceae	-	-	1	1
			Euglenaceae	5	50	5	89
			Cyclidiopsidaceae	4	4	4	4
		Heteronematales	Peranemaceae	1	1	1	1
รวม	2	11	28	73	448	101	627
Chromophyta	Bacillariophyceae	Centrales	Aulacoseiraceae	1	4	1	5
			Thalassiosiraceae	1	5	2	7
			Coscinodiscaceae	1	1	1	2
			Eupodiscaceae	3	3	3	3
			Rhizosoleniaceae	1	2	1	2
		Pennales	Diatomaceae	5	16	5	26
			Eunotiaceae	1	31	1	33
			Achnanthaceae	3	24	3	30
			Naviculaceae	14	234	15	290
			Epithemiaceae	2	10	2	12
			Nitzchiaceae	4	48	4	64
			Surirellaceae	1	22	2	26
	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	1	1	2	5
		Gonyaulacales	Ceratiaceae	1	1	1	1
	Chrysophyceae	Chromulinales	Chrysosphaeraceae	-	-	1	1
			Hydruraceae	-	-	1	1
		Orchomonadales	Mallomonadaceae	1	4	1	5
			Ochromonadaceae	1	4	1	4
			Synuraceae	1	2	1	2
		Heterococcales	Centritractaceae	1	1	1	2
			Chlorotheciaceae	1	4	1	4
Chromophyta	Cryptophyceae	Cryptomonadales	Cryptomonadaceae	2	2	2	2
รวม	4	8	22	46	419	52	527
Rhodophyta	Rhodophyceae	Nemallomales	Batrachospermaceae	1	1	1	3
		Bangiales	Erythotrichaceae	-	-	1	1
			Thoreaceae	-	-	1	1
รวม	1	2	3	1	1	3	5
รวมทั้งสิ้น	8	26	64	158	1,075	206	1,506

3.13 แผนนโยบายการบริหารจัดการทรัพยากรสาหร่าย

ทรัพยากรสาหร่ายเริ่มเป็นที่รู้จักในสังคมไทยอย่างกว้างขวาง ทั้งในแง่ของการใช้ประโยชน์ การเกิดโทษ การเสื่อมสภาพของแหล่งน้ำ ฯลฯ ซึ่งนับวันสาหร่ายจะมีบทบาทมากขึ้น และเป็นโอกาสดีที่ทรัพยากรนี้ได้รับการคุ้มครองตามกฎหมาย มีหน่วยงานหลายแห่งให้ความสนใจ ในแง่การทำวิจัย การให้ทุน และการนำไปใช้ประโยชน์ อย่างไรก็ตาม ยังไม่ปรากฏชัดแจ้งว่ามีหน่วยงานใดดูแลทรัพยากรสาหร่ายโดยตรง อีกทั้งยังขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้อีกมาก เพื่อให้เกิดความชัดเจนในแนวทางและเป้าหมาย และนำไปสู่การจัดการทรัพยากรสาหร่ายอย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรมีแผนนโยบายการบริหารจัดการทรัพยากรสาหร่าย ดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 3.2)

3.13.1 จัดตั้งคณะกรรมการบริหารจัดการทรัพยากรสาหร่ายซึ่งประกอบด้วยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้เชี่ยวชาญด้านสาหร่ายของประเทศ ทำหน้าที่ร่วมกันกำหนดแนวทางการบริหารจัดการ และจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัยด้านสาหร่าย

3.13.2 การบริหารจัดการทรัพยากรสาหร่าย ควรมุ่งเน้นใน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่

- สร้างองค์ความรู้และอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่าย ทั้งการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด (*ex situ conservation*) และในถิ่นกำเนิด (*in situ conservation*) โดยเฉพาะสาหร่ายที่เจริญได้ใน

สภาพแวดล้อมอุทกทัศน์ เช่น ดินเค็ม น้ำพุร้อน พรุ ฯลฯ เนื่องจากมีสารพันธุกรรมและเอ็นไซม์ ที่น่าสนใจสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ในอนาคต

- วิจัยการใช้ประโยชน์จากสาหร่าย ในด้านการเกษตร อุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม รวมทั้งผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก

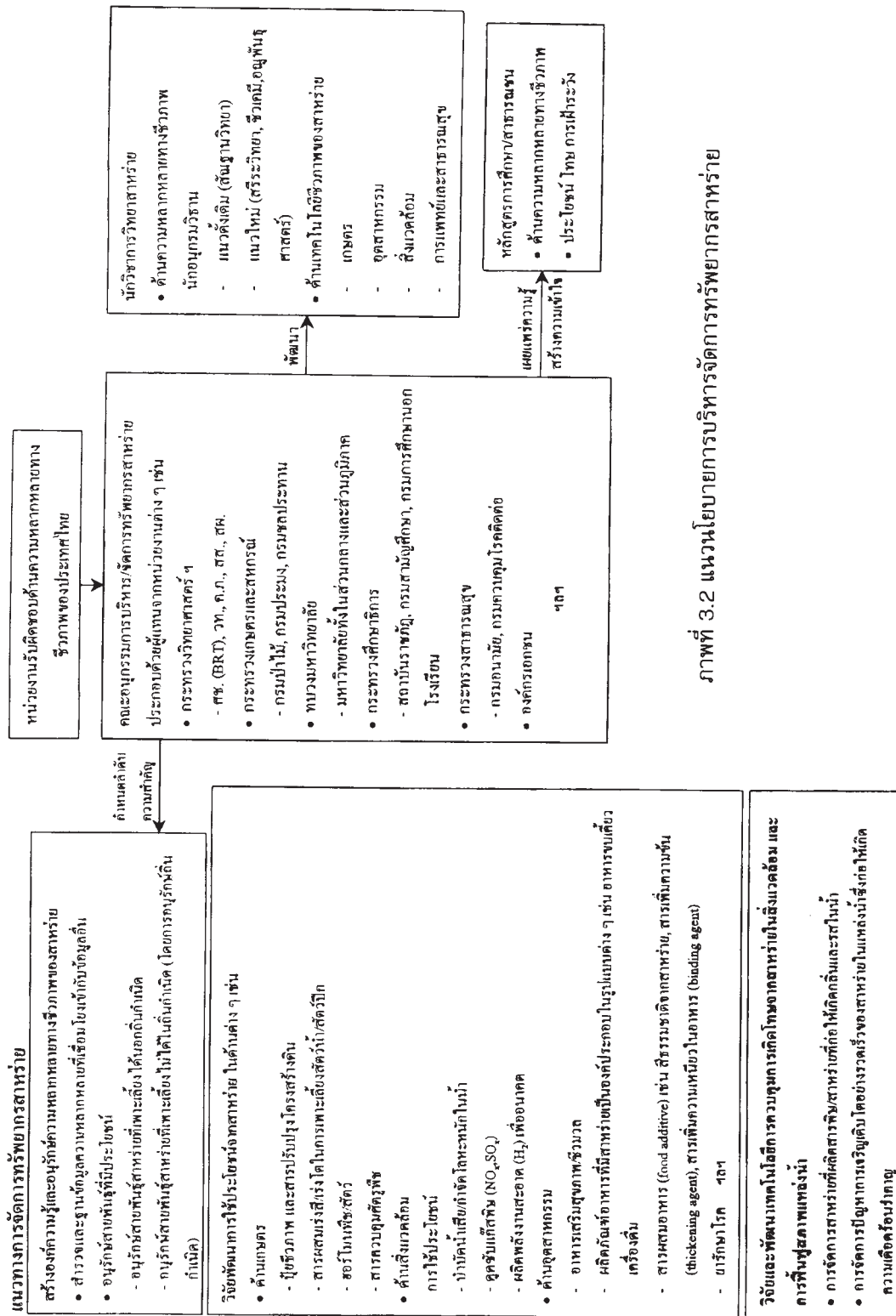
- วิจัยและพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหาจากสาหร่าย ควบคุมไปกับการฟื้นฟูสภาพแหล่งน้ำ และระบบนิเวศ

3.13.3 พัฒนาบุคลากรและสร้างผู้เชี่ยวชาญด้านสาหร่ายในหน่วยงานต่าง ๆ ให้เพียงพอ ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ โดยให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับภาระหน้าที่และความรับผิดชอบของหน่วยงานนั้น ๆ รวมทั้งเผยแพร่ความรู้ด้านสาหร่าย ทั้งด้านความหลากหลาย ประโยชน์ และโทษ ทั้งในสถานศึกษาโดยผ่านหลักสูตรการศึกษา และแก่สาธารณชนทั่วไป ส่งเสริมการใช้ประโยชน์สาหร่ายในหมู่ประชาชน ให้ประชาชนได้ทราบว่าสาหร่ายเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว และมีคุณค่า เพื่อก่อให้เกิดจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทั้งทรัพยากรสาหร่ายและถิ่นอาศัย (แหล่งน้ำ, ป่าไม้ และพื้นที่ดิน ฯลฯ) ในขณะเดียวกันสาหร่ายก็มีโทษถ้าหากแหล่งน้ำเสื่อมคุณภาพ ประชาชนในพื้นที่จึงต้องช่วยกันเฝ้าระวัง เนื่องจากเป็นผู้ได้รับผลกระทบโดยตรง

3.14 สรุป

ในปัจจุบันงานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายกำลังได้รับความสนใจ และมีการศึกษาเพิ่มขึ้น ในแง่ของปริมาณและคุณภาพ ดังจะเห็นได้จากจำนวนความหลากหลายของชนิดที่สำรวจพบเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 40 ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2539-ปัจจุบัน) อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดหลายประการในการดำเนินงานวิจัยด้านนี้ การที่ประเทศไทยจะสามารถสร้างและสั่งสมองค์ความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายให้มากเพียงพอ จนสามารถนำมาใช้

ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนนั้น จำเป็นยิ่งที่ต้องมีทุนสนับสนุนอย่างเพียงพอและต่อเนื่อง รวมทั้งมีแผนนโยบายการบริหารจัดการทรัพยากรสาหร่ายอย่างชัดเจน เพื่อลดข้อจำกัดในการทำงาน (เช่น การขาดแคลนบุคลากร, ตำรา, เครื่องมือ, เทคโนโลยี) ในขณะเดียวกันจะเป็นการใช้ทุนของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้มาซึ่งการใช้ประโยชน์จากองค์ความรู้ สำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาประเทศอย่างเป็นรูปธรรมและนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างแท้จริง



ภาพที่ 3.2 แนวนโยบายการบริหารจัดการทรัพยากรสาหร่าย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศ. กาญจนภาณุ ล้อมโนมนต์ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ผศ. ยุวดี พิรพิศาล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ดร. สรวิศ เผ่าทองสุข ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, คุณนงลักษณ์ ชมภูวิเศษ โครงการ BRT, Professor Dr. Makoto M. Watanabae, National Institute for Environmental Studies (NIES) Japan, Dr. Kuimitsu Kaya NIES, Japan, Prof. Liu Yong Ding, Institute of Hydrobiology, China และ Prof. Duong Duc Tien, Vietnam National University, Vietnam ในการอนุเคราะห์ข้อมูลบางส่วน คุณพัชราภรณ์ ศรีพุทธา, คุณมยุรี ตั้งธนาวัฒน์, คุณพอหทัย โชคสวัสดิ์ไพศาล ในการรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูลบางส่วน คุณรุ่งนภา กันพร้อม ในการจัดพิมพ์ต้นฉบับ และขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างยิ่งต่อ ศ. วิสุทธิ์ ใบไม้ ผู้อำนวยการโครงการ BRT ที่กรุณาชี้แนะแนวทาง และมอบความไว้วางใจในการจัดทำรายงานฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมการปกครอง และสถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม. 2535. แผนแม่บทการพัฒนาลุ่มน้ำขนาดเล็กของประเทศไทย (พ.ศ. 2536-2540).
- กรณิการ์ พุทธาธร. 2529. ปริมาณและการแพร่กระจายของสาหร่ายที่สัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบางประการบริเวณลุ่มน้ำปิง-วัง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กาญจนา เกิดมีมูล. 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและการแพร่กระจายของสาหร่ายกับคุณภาพน้ำ บางประการตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเมย จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2538. การศึกษาสภาพทรัพยากรสัตว์น้ำและการป้องกันผลกระทบด้านประมงในอ่างเก็บน้ำลำตะคอง. โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคองแบบสูบกลับ. รายงานฉบับสมบูรณ์.
- จันทร์พิมพ์ แสนอุดม. 2536. การศึกษาแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเดสมิดส์ในแม่น้ำสงครามและลำน้ำสาขา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุฑามณฑกั รักจิตธรรม. 2539. การศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนบริเวณแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจียมจิตต์ บุญสม. 2512. การสำรวจชีวประมงในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง. รายงานประจำปีหน่วยงานสำรวจและวิจัยเพื่อพัฒนาประมง กรมประมง. หน้า 52-75.
- เจียมจิตต์ บุญสม. 2513. รายงานการสำรวจเบื้องต้นของแพลงก์ตอนน้ำจืดในประเทศไทย. รายงานประจำปีหน่วยงานสำรวจและวิจัยเพื่อพัฒนาประมง กรมประมง. หน้า 191-222.
- ฉมารณ นีวาศบุตร. 2538. การสำรวจชนิดของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำแม่กว้งที่ไหลผ่านจังหวัดลำพูน. วท. 21, บทความที่ B-101, หน้า 466-467.
- เฉลิมศรี พละพล. 2532. องค์ประกอบของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เดชา นาวานุเคราะห์ และสมพิศ พรธนา. 2541. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนในแม่น้ำน่าน เขตจังหวัดพิษณุโลก. วารสารวิจัยและฝึกอบรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล 2(1): 57-65
- ตรัย เป็กทอง. 2541. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และเบ็นทีคอลลีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 330 ถึง 550 เมตร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- ทวีเดช ไชยนาพวงษ์ และศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2542. ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายบริเวณ น้ำพุร้อนสันกำแพง (พฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2541). วทท. 25, บทความที่ D-18, หน้า 926-992.
- ทัตพร คุณประดิษฐ์ และยุวดี พิรพรพิศาล. 2542. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 56-59.
- อัครงค์ ปรงเกียรติ และศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2542. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 61-65.
- ธิดาพร หรรบรรพ์. 2540. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นคร บุญประคอง. 2532. บทบาทของสาหร่ายที่มีต่อคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำที่สำคัญบริเวณภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นรินทร์ ไทรพิภ. 2518. การสำรวจสาหร่ายในเขตอำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- นิชนันท์ ทัดแก้ว. 2540. การศึกษาชนิดของสาหร่ายที่เจริญบนพื้นผิว และวิธีทดสอบสารที่ใช้ในการยับยั้งการเจริญของสาหร่าย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บานเย็น จันทราฤทธิกุล. 2534. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและการแพร่กระจายของสาหร่ายกับการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำมูล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญยัง ชันธะกาด. 2517. การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตบางกอกใหญ่ และภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ประเสริฐ ไวยะกา. 2541. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช และเบนทอคอลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ผุสดี เทียนถาวร. 2540. ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำบางประการในแม่น้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พงศ์เทพ อันตะริกานนท์, พวงเพ็ญ สุธะนันท์, อาภารัตน์ เชษฐสุมน และสมถวิล วัลลิสต์. 2529. การตรวจสอบความร้ายแรงของวัฏุมิพิษในน้ำทางชีววิทยาโดยใช้สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 24. ภาคโปสเตอร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 620-634.
- พิภพ กมลรัตน์ และวัฒนะ สีสากัทร. 2519. การสำรวจ Plankton ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์. เอกสารวิชาการ กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง ฉบับที่ 1.
- มณฑนา เลหาบรรจง. 2517. การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาในจังหวัดนนทบุรี. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร.
- มูลนิธิโลกลีเขียว. 2542. สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2540-41.
- ยุวดี พิรพรพิศาล, ตรัย เป็กทอง, ประเสริฐ ไวยะกา และสาคร พรหมขัติแก้ว. 2542. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทอคอลจีในลำน้ำแม่สาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เชียงใหม่. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 46-50.
- ยุวดี พิรพรพิศาล, อีรศักดิ์ สมดี, วันชัย สนธิไชย และ Eugen Rott. 2539. คุณภาพน้ำ การกระจายและผลผลิตเบื้องต้นของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดมธรา เชียงใหม่. รายงานการวิจัยเสนอสำนักงานคณะ

- กรมการวิจัยแห่งชาติ 2538-2539 ประเภทโครงการความร่วมมือกับต่างประเทศ, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2526. รายงานการประเมินผลกระทบด้านการประมงโครงการชลประทานห้วยทับเสลา จังหวัดอุทัยธานี.
- สมชาย สุรวิทย์. 2539. ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งกักตุนพืชกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมถวิล วลัยสุด. 2531. การศึกษาการแพร่กระจายและคัดเลือกสายพันธุ์น้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจนได้เพื่อนำมาใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2539. รายงานการประชุมเพื่อจัดสถานภาพทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย. โรงแรมเซ็นทรัลพลาซ่า ค่ำมารถ พัทธยา ชลบุรี. 29-30 พฤษภาคม 2539.
- สุทธิ แสงพินธาดา. 2528. การศึกษาแหล่งกักตุนในอ่างเก็บน้ำมาบประชัน จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.
- สุพิมมาลย์ นาคสุวรรณ. 2535. องค์ประกอบชนิดและปริมาณของแหล่งกักตุนพืชตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อนันต์ ปานศุภวัชร. 2519. การสำรวจสายพันธุ์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อารารัตน์ มหาชนธ์ และณัฐพร พันธุ์นาวัน. 2539ก. คลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่าย: ความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2539: 3-18.
- อารารัตน์ มหาชนธ์, ณัฐพร พันธุ์นาวัน, นิชนันท์ ทัดแก้ว, สวรรส ดำริชชอบ, พชร ผดุงวงศ์, พรณรัตน์ รัตนโชติ และทักษัน ทองอร่าม. 2539ข. การสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์สาหร่ายจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในธรรมชาติ. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.
- อารารัตน์ มหาชนธ์, ณัฐพร พันธุ์นาวัน, พงศเทพ อันตะริกานนท์. 2538. สาหร่ายศักยภาพที่รอการพัฒนา. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2538: 42-54.
- อารารัตน์ มหาชนธ์, วรณัฐดา เฉลิมศิริ, วัชร กัลยาณัง, มยุรี ตั้งธนาวัฒน์, ทวี สุปินันท์, ชชาติ สุขการ, จรัสรัตน์ เล็กรุ่งเรืองกิจ, รัฐพงษ์ บาลัน, ปฐมพร พูนสวัสดิ์, สุชาติ ทิมกุล และวัลลภา อรุณไพโรจน์. 2543ก. สาหร่ายในแหล่งน้ำจืดเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล: 1. องค์ประกอบของชนิด. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2543: 3-20.
- อารารัตน์ มหาชนธ์, วรณัฐดา เฉลิมศิริ, วัชร กัลยาณัง, มยุรี ตั้งธนาวัฒน์ และวัลลภา อรุณไพโรจน์. 2543ข. สาหร่ายในแหล่งน้ำจืดเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล: 2. การแพร่กระจาย. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2543: 73-86.
- อุดมลักษณ์ สมพงษ์ และยุวดี พิรพรพิศาล. 2542. ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในน้ำพุร้อนบางแห่งในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 99-103.
- ANDERSEN, R. A. 1992. Diversity of eukaryotic algae. *Biodiversity and Conservation* 1: 267-292.
- ANDERSEN, R. A., G. W. SAUNDERS, M. P. PASKIN AND J. P. SEXTON. 1993. The ultrastructure and 18S rRNA gene sequence for *Pelagomonas calceolata* gen. et sp. nov., and the description of a new class, the Pelagophyceae classis nov. *Journal of Phycology* 29: 701-715.
- ANTARIKANONDA, P. 1984. A new species of the genus Anabaena: *Anabaena siamensis* sp. nov. (Cyanophyceae) from Thailand. *Nova Hedwigia* 40: 343-352. (in press).
- ANON. 1993. Biodiversity challenge: an agenda for conservation in the UK. The Royal Society for the Protection of Birds, London. vii + 137 pp.
- ANON. 1994. Systematics agenda 2000: charting the biosphere. Technical Report, Systematics Agenda 2000. 34 pp.

- BATES, T. S., R. J. CHARLSTON AND R. H. GAMMEN. 1987. Evidence for the climatic role of marine biogenic sulphur. *Nature, London* 329: 319-321.
- CARMICHAEL, W. W. 1992. A status report on planktonic cyanobacteria (blue-green algae) and their toxins. EPA/600/R-92/079, Environmental Monitoring System Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.
- CAVALIER-SMITH, T. 1993. The kingdom protozoa and its 18 phyla. *Microbiological Reviews* 57: 953-994.
- CHRISTENSEN, T. 1962. Alger. In BOCHER, T. W., M. LANGE AND T. SØRENSEN (eds.), *Systematisk botanik*, pp. 59-64. Munksgaard, København.
- DEPARTMENT OF ENERGY AND DEVELOPMENT PROMOTION (DEDP). 1991a. Report of environmental impact assessment for Mekong Basin Irrigation Project, Phetchabun-Chaiyaphum provinces.
- DEPARTMENT OF ENERGY AND DEVELOPMENT PROMOTION (DEDP). 1991b. Report of environmental impact assessment for Huay Luang Project, Udon Thani-Nong Khai provinces.
- DISTALUKSANA, L. 1990. The study of saline soil blue-green algae in northeast of Thailand, case study: Nakhon Ratchasima province. M.Sc. Thesis (Technology of Environmental Management) Mahidol University.
- EGAN, P. F. AND F. R. TRAINOR. 1990. Phenotypic plasticity in *Scenedesmus communis* (Chlorophyceae). I. Relationship of *S. communis* to *S. komarekii*. *Journal of Phycology* 26: 367-376.
- ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND (EGAT). 1980. Report of environmental and ecological investigation for upper Quae Yai Project, Kanchanaburi province.
- ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND (EGAT). 1981. Report of environmental and ecological investigation for Pak Mun Project, Ubon Ratchathani province.
- ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND (EGAT). 1982. Report of environmental and ecological investigation for Ing-Yom-Nan Diversion Project, northern part of Thailand.
- ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND (EGAT). 1985. Report of environmental impact assessment for Kok-Ing-Yom-Nan Diversion Project, northern part of Thailand.
- FARR, E. R., J. A. LEUSSINK AND F. A. STAFLEU. 1979. Index nominum genericorum (Plantarum) junk, Utrecht. (Regnum Vegetabile 100-102). 1896 pp.
- FOGED, N. 1971. Freshwater diatoms in Thailand. *Nova Hedwigia* 22: 267-370.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1997. Renewable biological systems for alternative sustainable energy production. *FAO Agricultural Services Bulletin* 128. 108 pp.
- GEISSLER, U. AND J. GERLOFF. 1982. Veränderungen in der Algenflora Berlins. In SUKOPP, H. AND H. ELVERS (eds.), *Rote Listen der Gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin (West)*, pp. 141-149. Technische Universität, Berlin.
- GEISSLER, U. 1988. Some changes in the flora and vegetation of algae in freshwater environments. *Helgolander Wissenschaftliche Meeres-untersuchungen* 42: 637-643.
- GIOVANNONI, S. J., S. TURNER, G. J. OLSEN, S. BARNES, D. J. LANE AND N. R. PACE. 1988. Evolutionary relationships among cyanobacteria and green chloroplasts. *J. Bacteriol.* 170: 3584-3592.
- GLAZER, A. AND L. STRYER. 1984. Phycofluor probes. *Trends Biochem. Sci.* 8: 423-427.
- GREUTER, W., R. K. BRUMMET, E. FARR, N. KILLIAN, P. N. KIRK AND P. C. SILVA. 1993. Names in current use for extant plant genera. Koeltz Science Books, Königstein. 1464 pp.
- GUNDERSON, J. H., H. ELWOOD, A. INGOLD, K. KINDLE AND M. L. SOGIN. 1987. Phylogenetic relationship between Chlorophytes, Chrysophytes and Oomycetes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 84: 5823-5827.
- HAMMOND, P. M. 1992. Species inventory. Global diversity. In GROOMBRIDGE, B. (ed.), *Status of the earth's resources*, pp. 17-39. Chapman & Hall, London.
- HIRANO, M. 1967. Freshwater algae collected by the Joint Thai-Japanese Biological Expedition to Southeast Asia 1961-1962. *Nature and Life in Southeast Asia V*. 71 p. 16 pls.
- HIRANO, M. 1975. Phytoplankton from Lake Boraphet in the central plain of Thailand. Reprint of Contributions from the Biological Laboratory, Kyoto University. 24(4): 187-203.
- HOEK, C. V. D., D. G. MANN AND H. M. JAHNS. 1995. *Algae an introduction to phycology*. Cambridge University Press. United Kingdom. 627 pp.
- HORI, H. AND S. OSAWA. 1987. Origin and evolution of organisms as deduced from 5S ribosomal RNA sequences. *Molec. Biol. Evol.* 4: 445-472.
- JOHN, D. M. 1994. Biodiversity and conservation: an algal perspective. *The Phycologist* 38: 3-15.
- KENDREW, J. 1994. *The encyclopedia of molecular biology*. Blackwells Scientific, Oxford. i-xxvi + 1165 pp.
- KHAN, M. AND Y. S. R. K. SARMA. 1984. Cytogeography and chemosystematics of Charophyta. In IRVINE, D. E. G. AND D. M. JOHN (eds.), *Systematics of green algae*, pp. 303-330. Academic Press, London.
- KRISTIANSEN, J. 1990. Phylum Chrysophyta. In MARGULIS, L., J. O. CORLISS, M. MELKONIAN AND D. J. CHAPMAN (eds.), *Handbook of Protoctista*, pp. 438-453. Bartlett and Jones, Boston.

- KUMAR, H. D. 1990. Introductory phycology. Banaras Hindu University, Varanasi. 386 pp.
- KUNPRADID, T. AND Y. PEERAPORNPIHAL. 1999. Biodiversity of phytoplankton and macroalgae in Mae Sa stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province. In BAIMAI, V. ET AL. (eds.), Research reports on biodiversity in Thailand, pp. 56-60. BRT Program, Work Press Printing, Bangkok.
- LEADBEATER, S. C. AND R. RIDING (eds.). 1986. Biomineralization in lower plants and animals. Clarendon Press, Oxford. 401 pp.
- LEWIS, W. M. 1978. A compositional, phytogeographical and elementary structural analysis of the phytoplankton in a tropical lake. In TILZER, M. M. AND C. SERRUYA (eds.), Large lakes ecological structure and function, pp. 368-402. Springer Verlag, Berlin.
- LEWMANOMONT, K. AND H. OGAWA. 1995. Common seaweeds and seagrasses of Thailand. Faculty of Fisheries, Kasetsart University. 163 pp.
- MAHAKHANT, A., M. TUNGTANANUWAT, K. KAYA, K. TACHIBANA AND V. ARUNPAIROJANA. 1999. Bioactive compounds producing cyanobacterial strains at MIRCEN, TISTR. In International Conference on Asian Network on Microbial Research November 29-December 1, 1999, Chiang Mai, pp. 95-103.
- MATTOX, K. R. AND K. D. STEWART. 1984. Classification of the green algae: a concept based on comparative cytology. In IRVINE, D. E. AND D. M. JOHN (eds.), Systematics of the green algae, pp. 29-72. Academic Press, London.
- MERESCHKOWSKY, C. 1905. Über natur und ursprung der Chromatophoren im Pflanzenreiche. *Biol. Zbl.* 25: 593-604.
- MOESTRUP, Ø. 1991. Further studies of presumedly primitive green algae, including the description of *Pedinophyceae* class nov. and *Resultor* gen. nov. *Journal of Phycology* 27: 119-133.
- NORTON, T. A., M. MELKONIAN AND R. A. ANDERSEN. 1996. Algal biodiversity. *Phycologia* 35(4): 308-326.
- NOZAKI, H., H. KASAKI, S. SANO AND M. M. WATANABE. 1994. Extinction of the natural populations and possibility of the revival of Japanese *Nitellopsis obtusa* (Characeae). *Proceedings of the Japanese Society of Plant Taxonomy* 10: 45-50.
- OECD. 1991. Environmental data compendium. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- OFFICE OF ENVIRONMENTAL POLICY AND PLANNING. 1995. Algae in Thailand. 334 pp.
- PALMER, M. C. AND K. SQUARE. 1977. Algae and water pollution. U.S. Environmental Protecting Agency, Ohio, U.S.A.
- PATRICK, R. 1936. A taxonomic and distributional study of some diatoms from Siam and the federated Malay States. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* 88: 367-470.
- POLLINGER, U. 1990. Effects of latitude on phytoplankton composition and abundance in large lakes. In TILZER, M. M. AND C. SERRUYA (eds.), Large lakes ecological structure and function, pp. 368-402. Springer Verlag, Berlin.
- RAUSCH, H., N. LARSEN AND R. SCHMITT. 1989. Phylogenetic relationships of the green alga *Volvox carteri* deduced from small-subunit ribosomal RNA comparisons. *J. Molec. Evol.* 29: 255-265.
- ROSS, R. 1983. Endermism and cosmopolitanism in the diatom flora of the East African Great Lakes. In SIMMS, R. W., J. H. PRICE AND P. E. S. WHALLEY (eds.), Evolution, time and space. The emergence of the biosphere, pp. 157-177. Academic Press, London.
- ROWAN, K. S. 1989. Photosynthetic pigments of algae. Cambridge University Press, Cambridge i-xiii + 334 pp.
- ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT (RID). 1989. Report of environmental impact assessment for prat swamp (Pru-To-Daeng) Development Project, Nara Thiwat province.
- ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT (RID). 1991a. Report of environmental impact assessment for Mekong River Basin Irrigation Project, Khon Kaen-Surin provinces.
- ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT (RID). 1991b. Report of environmental impact assessment for Upper Chi Irrigation Development Project, Chaiyaphum province.
- ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT (RID). 1992. Report of environmental impact assessment for Song Kram Basin Irrigation Project, Nong Khai-Sakon Nakhon-Nakhon Phanom provinces.
- ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT (RID). 1993. Report of appropriation and environmental impact assessment for Pa-Sak Dam Project, Lop Buri province. (in Thai).
- SASSANARAKKIT, S., R. VISUTTHIPAT, S. SIRISATTHA, P. SAMAN, T. THAMNAMUANG, A. KOPRASERTSAK AND K. JARUJAREET. Systematic and species diversity of microalgae. III. distribution of N₂-fixing cyanobacteria in Thailand. 1999. In International Conference on Asian Network on Microbial Research. November 29-December 1, 1999. Chiang Mai, Thailand. pp. 845-853.
- SCHOPF, J. W. AND M. R. WALTER. 1982. Origin and early evolution of the cyanobacteria: the geological evidence. In CARR, N. G. AND B. A. WHITTON (eds.), The biology of the cyanobacteria, pp. 543-564. Blackwells Science Publishing, Oxford.
- SEPKOSKI, J. J. 1995. Large scale history of biodiversity. In Global Biodiversity Assessment, United Nations Environmental Programme, pp. 202-212. Cambridge University Press.

- SILVA, P. C. 1980. Names of classes of living algae. *Regnum Vegetabile* 103: 1-156.
- SOGIN, M. L., H. J. ELWOOD AND J. H. GUNDERSON. 1986. Evolutionary diversity of eukaryotic small-subunit rRNA genes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 83: 1383-1387.
- SOURNIA, A., M.-J. CHRETIENNOT-DINET AND M. RICARD. 1991. Marine phytoplankton: how many species in the world ocean? *Journal of Plankton Research* 13: 1093-1099.
- TAPPAN, H. 1980. The palaeobiology of plant protists. W. H. Freeman and Co., San Francisco. 1028 pp.
- TAYLOR, F. J. R. 1976. Dinoflagellates from the international Indian Ocean expedition. *Bibliographica Botanica* 132: 1-234.
- TAYLOR, F. J. R. 1987. General group characteristics; special features of interest; short history of dinoflagellate study. In TAYLOR, F. J. R. (ed.), The biology of dinoflagellates, pp. 1-23. Blackwell, Oxford.
- VELASQUEZ, G. T. 1977. The blue-green algae of Kasetsart University campus and vicinity. *Kasetsart Univ. Fish. Res. Bull.* 9: 1-25.
- VYVERMAN, W. 1992. Altitudinal distribution of non-cosmopolitan desmids and diatoms in Papua, New Guinea. *British Phycological Journal* 27: 49-63.
- WHITTON, B. 1974. Changes in the British freshwater algae. *Systematics Association Special Volume* 6: 115-161.
- WHITTON, B. A. 1992. Diversity, ecology, and taxonomy of the cyanobacteria. In NICHOLAS, H. M. AND G. C. NOEL (eds.), Photosynthetic prokaryotes, p. 51.
- YOUNG, J. R., P. R. BROWN AND J. A. BURNETT. 1994. Palaeontological perspectives. In GREEN, J. C. AND B. S. C. LEADBEATER (eds.), The Haptophyte algae, pp. 379-392. Clarendon Press, Oxford.

4. ไส้เคเน

บทคัดย่อ

ไส้เคเนเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของราและสาหร่าย ราที่สัมพันธ์อยู่กับไส้เคเนไม่สามารถเติบโตได้อย่างอิสระตามธรรมชาติ ต้องอาศัยอยู่กับสาหร่ายเท่านั้น ส่วนสาหร่ายที่พบในไส้เคเนส่วนใหญ่คือ *Trebouxia* sp. ไม่พบอยู่อย่างอิสระตามธรรมชาติเช่นกัน ไส้เคเนในโลกนี้มีประมาณ 17,000 ชนิด ความหลากหลายของชนิดไส้เคเนมักเกิดจากราเป็นสำคัญ

ในต่างประเทศมีการสำรวจศึกษาวิจัยไส้เคเนอย่างแพร่หลายมานานนับศตวรรษจนถึงปัจจุบันส่วนในประเทศไทยเริ่มมีการสำรวจที่เกาะช้าง ในปี พ.ศ. 2453 โดยนักพฤกษศาสตร์ชาวฟินแลนด์ หลังจากนั้นได้มีนักพฤกษศาสตร์จากต่างประเทศมาสำรวจ และเก็บตัวอย่างอีกประมาณ 6-7 ครั้ง ตัวอย่างไส้เคเนเป็นจำนวนมากเหล่านี้ถูกเก็บรักษาอยู่ที่พิพิธภัณฑ์พืชในต่างประเทศ ส่วนการศึกษาไส้เคเนโดยนักพฤกษศาสตร์ชาวไทยเริ่มต้นอย่างจริงจังเมื่อ พ.ศ. 2537 และต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ไส้เคเนที่เก็บรวบรวมได้มีประมาณ 20,000 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 14 อันดับ (order) 55 วงศ์ (family) 127 สกุล (genus) และ 420 ชนิด (species) พบชนิดใหม่ของโลก (new species) 7 ชนิด อยู่ในระหว่างตีพิมพ์เผยแพร่อีก 32 ชนิด และพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยกว่า 30 ชนิด ด้วยลักษณะของภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ประเทศไทยควรมีไส้เคเนมากกว่านี้เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น เช่น อังกฤษ ซึ่งพบไส้เคเนถึง 2,000 ชนิด แต่การสำรวจศึกษาไส้เคเนในประเทศไทยยังอยู่ในระยะเริ่มต้น

ไส้เคเนสามารถผลิตสารธรรมชาติที่แตกต่างจากพืชมีต่อลำเลียงอื่น ๆ ซึ่งมีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์ และอุตสาหกรรมมากมาย ไส้เคเนถูกนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่ยุคอียิปต์โบราณจนถึงปัจจุบันในหลายด้าน อาทิ เป็นอาหาร ยา หมักทำเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ทำสีย้อม รวมถึงผสมน้ำหอมเพื่อให้กลิ่นติดทนนาน และใช้เป็นดัชนีบ่งบอกมลภาวะทางอากาศด้วย ปัจจุบันในหลายประเทศมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำสารที่สกัดได้จากไส้เคเนมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์เพิ่มมากขึ้น

การศึกษาวิจัยไส้เคเนในต่างประเทศปัจจุบันครอบคลุมหลายสาขา เช่น การสังเคราะห์และเลี้ยงไส้เคเนในห้องปฏิบัติการ การใช้ประโยชน์จากสารสกัดของไส้เคเน นิเวศวิทยาและสรีรวิทยาของไส้เคเน การย้ายปลูกไส้เคเน เป็นต้น ประเทศไทยควรดำเนินการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์ และแหล่งรวบรวมข้อมูลไส้เคเน พร้อมทั้งดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน เช่น การศึกษานิเวศวิทยาและสรีรวิทยาของไส้เคเน การใช้ประโยชน์สารจากไส้เคเน การเลี้ยงไส้เคเนในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

4.1 บทนำ

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตมีลักษณะคล้ายพืช แต่มีกำเนิดที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่น คือ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่าย (algae) และรา (fungi) มาอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis หรือ mutualism) เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตหน่วยใหม่ขึ้นมาที่มีการประสานกันทั้งทางโครงสร้าง (structure) และระบบสรีระ (physiology) เป็นหนึ่งเดียวกัน

ไลเคนมีรูปร่างที่พบเห็นได้ทั่ว ๆ ไป 3 แบบ คือ แบบครัสโตส (crustose) มีลักษณะคล้ายแผ่นติดอยู่ตามเปลือกไม้หรือหิน แบบโฟลิโอส (foliose) มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ และแบบฟรุติโคส (fruticose) มีลักษณะเป็นเส้นสาย พุ่ม

นักพฤกษศาสตร์ประเมินความหลากหลายชนิดของไลเคนไว้ต่างกัน Hawksworth and Hill (1984) ประเมินว่ามีประมาณ 13,500 ชนิด ส่วน Hale (1974) ประเมินว่ามีประมาณ 17,000 ชนิด ในขณะที่ Nash (1996) ให้ความเห็นว่าการประเมินค่าสูงน่าจะถูกต้องกว่า เนื่องจากยังมีพื้นที่อีกหลายแห่งบนโลกที่ยังไม่ได้มีการสำรวจและศึกษาอย่างจริงจัง รวมทั้งประเทศไทย ซึ่งอยู่ในเขตร้อน และมีความหลากหลายของพรรณพืชมีท่อลำเลียง (vascular plant) สูง

ความจำเพาะของการเกิดไลเคน ทำให้ไลเคนสร้างสารธรรมชาติที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่น

ซึ่งถูกนำมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น ทางการแพทย์ ทำสีย้อม เป็นอาหาร ทำบรันดี เบียร์ และเป็นส่วนประกอบของเครื่องหอม ในต่างประเทศมีหลักฐานการศึกษาวิจัย และการนำไลเคนมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่ก่อนคริสตกาล (Smith, 1975) สารธรรมชาติจากไลเคนที่พบแล้วมีประมาณ 700 ชนิด (Huneck and Yoshimura, 1996) นอกจากนี้ ไลเคนยังมีบทบาทในระบบนิเวศด้วย เช่น เป็นที่หลบภัย และสร้างปลอกหุ้มตัวอ่อนของแมลงหลายชนิด รวมทั้งกักเก็บธาตุอาหารจากบรรยากาศ

ไลเคนพบได้ทั่วไปบนโลก ตั้งแต่หนาวจัดแถบขั้วโลก (tundra) จนถึงร้อนชื้น (tropic) และร้อนแห้งแล้งแบบทะเลทราย (desert) จากชายฝั่งทะเลจนถึงยอดเขาสูง แต่ไลเคนไม่สามารถเติบโตได้ในที่ที่มีมลภาวะ ดังนั้นไลเคนจึงถูกใช้เป็นตัวชี้บ่งบอกคุณภาพอากาศอย่างแพร่หลายในทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือ

เนื่องจากไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่รู้จักกันอย่างไม่แพร่หลายในประเทศไทย บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมวลความรู้เกี่ยวกับชีวิตของไลเคน สถานภาพการศึกษาวิจัยไลเคนในต่างประเทศและประเทศไทย และเสนอแนะแนวทางการศึกษาวิจัยไลเคนของประเทศไทยในอนาคต

4.2 ชีวิตของไลเคน

ไลเคนเกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการเติบโตของรา และสาหร่าย ทำให้สิ่งมีชีวิตทั้งสองต้องมาสัมพันธ์กันเพื่อความอยู่รอด ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่างฝ่ายต่างก็เติบโตได้ตามปกติ สาหร่ายในไลเคนเรียกว่า โฟโตไบออนท์ (photobiont) มีประมาณ 40 ชนิด 100 สกุล (Friedl and Bundel, 1996) ประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียว (division Chlorophyta) ประมาณร้อยละ 92 และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน หรือ blue-green algae

(division Cyanobacteria) ประมาณร้อยละ 8 สาหร่ายที่สัมพันธ์อยู่กับไลเคนส่วนมากมีชีวิตอยู่ได้อย่างอิสระ (free-living) ตามธรรมชาติ ยกเว้น *Trebouxia* ซึ่งพบเฉพาะในไลเคนเท่านั้น และพบว่าไลเคนประมาณร้อยละ 50 มี *Trebouxia* เป็นโฟโตไบออนท์ สาหร่ายสีเขียวอื่น ๆ ที่พบ ได้แก่ *Stichococcus Myrmecia* และ *Trentepohlia* ซึ่งชนิดสุดท้ายพบมากในเขตร้อน

ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Cyanobacteria) ที่เป็นโฟโตไบออนท์ เช่น *Nostoc*, *Scytonema*, *Stigonema*, *Gloeocapsa* และ *Chlorococcus* เป็นต้น ไสเคนที่มี *Nostoc* เป็นโฟโตไบออนท์ จะมีลักษณะคล้ายเห็ดหูหนูขนาดเล็กสีดำเมื่อเปียกน้ำจะนุ่ม และลื่น เนื่องจากสาหร่ายพวกนี้มีเมือก (slime) ห่อหุ้มเซลล์ จึงเรียกไลเคนพวกนี้ว่า เจลาตินไลเคน (gelatinous lichens)

ราในไลเคนเรียกว่า มายคอบิออนท์ (mycobiont) ประกอบด้วยราใน class Ascomycetes เป็นส่วนใหญ่ ประมาณครึ่งหนึ่งของราใน class นี้เป็นราที่สัมพันธ์อยู่กับไลเคน Honegger (1996) เรียกว่า lichenize fungi โดยมีราใน class Basidiomycetes และ Deuteromycetes เป็นส่วนน้อยเท่านั้น มายคอบิออนท์ไม่สามารถอยู่ได้อย่างอิสระในธรรมชาติ ราพวกน้อยได้เฉพาะในไลเคนเท่านั้น ด้วยเหตุนี้นักชีววิทยาหลายคนเชื่อว่า ราน่าจะเป็นพาราสิต (parasite) ของสาหร่าย และเป็นพาราสิตที่พัฒนาก้าวหน้ามาก สามารถเลียนแบบพืชในการดำรงชีวิตเพื่อให้มีชีวิตได้อย่างยั่งยืน ในขณะที่บางท่านเชื่อว่า ไสเคนมิใช่เป็นสิ่งมีชีวิตหน่วยเดียว แต่น่าจะเป็นระบบนิเวศที่มีสาหร่ายเป็นผู้ผลิต (producer) และมีราเป็นผู้บริโภค (consumer) (Tehler, 1996) ความหลากหลายของชนิดไลเคนจึงเกิดจากราเป็นสำคัญ

โครงสร้างพื้นฐานที่เปรียบเสมือนร่างกายของไลเคนเรียกว่า ทัลลัส (thallus) ประกอบด้วยราและสาหร่ายที่จัดสรรพื้นที่กันอยู่อย่างเป็นระเบียบ โดยมีส่วนที่ใช้สืบพันธุ์เรียกว่า อะโพธิเซีย (apothecia) หรือ เพอริทีเซียม (perithecium) รูปร่างต่าง ๆ กัน เช่น เป็นถ้วย (cup shape) เล็ก ๆ ติดอยู่บนทัลลัส หรือ เป็นคนโทเล็ก ๆ ฝังอยู่ในทัลลัส เป็นต้น ไสเคนขยายพันธุ์ได้สองวิธี คือ แบบไม่มีเพศ ได้แก่ การที่ส่วนประกอบที่เป็นโครงสร้างของไลเคนที่เรียกว่า ไอซีเดีย (isidia) และซอริเดีย (soridia) ซึ่งมีลักษณะคล้ายขนหนา ๆ และขนม้วนฟูเล็ก ๆ มีราและสาหร่ายเป็นส่วนประกอบหักหลุดออกจากทัลลัส

แล้วถูกพัดพาไปที่อื่นด้วยลมหรือน้ำ เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็จะเจริญเป็นไลเคนต่อไป หรืออาจเกิดจากการที่ทัลลัสฉีกขาดแล้วถูกพัดพาไปตกในที่ต่าง ๆ ส่วนการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศเกิดจากการที่สปอร์ (spore) ของราถูกดีดออกจากอะโพธิเซีย หรือเพอริทีเซียม แล้วถูกพัดพาไปที่ต่าง ๆ เมื่อพบสาหร่ายที่เหมาะสมก็จะสร้างสัมพันธ์กันเกิดเป็นไลเคน

ไลเคนเติบโตช้ามาก โดยพวกครัสโตสเติบโตเฉลี่ยปีละประมาณ 0.5-2 มิลลิเมตร โพลีออสประมาณ 0.5-4 มิลลิเมตร และฟรุติโคสประมาณ 1.5-5 มิลลิเมตร

เข้าใจว่าไลเคนถือกำเนิดขึ้นมาในโลกนี้นานแล้ว เนื่องจากราและสาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตดึกดำบรรพ์ที่อุบัติขึ้นมาบนโลกเมื่อประมาณ 400 ล้านปีล่วงมาแล้ว พร้อม ๆ กับการที่โลกเริ่มมีแผ่นทวีป (land plant) เกิดขึ้น ถึงแม้ว่ายังไม่มีการพบซาก (fossil) ของไลเคนก็ตาม

บรรณานุกรมเกี่ยวกับไลเคนสืบค้นได้ถึงยุคสมัยของกรีกโบราณ โดยธีโอพลาทัส (Theophrastus) ซึ่งมีชีวิตอยู่ระหว่าง 371-284 ก่อนคริสตกาล (B.C.) และเป็นศิษย์ของพลาโต (Plato) และ อริสโตเติล (Aristotle) ได้เขียนหนังสือชื่อประวัติของพืช (History of Plants) โดยเริ่มใช้คำว่า ไสเคน (lichens) เพื่อบรรยายถึงพืชที่เติบโตอยู่บนลำต้นของต้นมะกอก แต่ในสมัยนั้นได้รวมพืชอื่น ๆ เช่น *morchantice* หรือ *hepatic* ไว้ด้วย ไสเคนที่Theophrastus บรรยายถึงคือ *Usnea* หรือ *Alectoria* และที่สำคัญคือ *Roccella tinctoria* ซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากในสมัยนั้นในการใช้เป็นสีย้อม (Smith, 1975)

ในระยะต่อมาจนถึงต้นคริสตกาล มีเอกสารที่บรรยายถึงไลเคนเสมอ จนกระทั่งในคริสต์วรรษที่ 16 ผู้สนใจศึกษาไลเคนในยุโรปส่วนใหญ่เป็นแพทย์ที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านการบำบัดรักษา ไสเคนที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากในสมัยนั้น ได้แก่ *Sticta*

(*Lobaria*) *pulmonaria*, *Lobaria laetevirens*, *Cladonia pyxidata*, *Evemia prunastri* และ *Cetraria islandica*

ความก้าวหน้าที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และเป็นรากฐานของการศึกษาวิจัยไลเคนต่อมาเกิดจาก อีริค อาซาริอุส (Erich Acharius) (1757-1819) ซึ่งเป็นแพทย์ชนบทในสวีเดนที่หลงใหลในเสน่ห์ของไลเคน และได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาของวิทยาการไลเคนในเวลาต่อมา Acharius เป็นผู้ริเริ่มแยกไลเคนออกมาเป็นกลุ่มพืชที่ต้องศึกษาโดยเฉพาะ เนื่องจากในสมัยก่อนไลเคนถูกรวมอยู่กับพืชมีท่อลำเลียงอื่น ๆ Acharius จัดให้ไลเคนอยู่ใน order Cryptogamia และใช้หลักการของลินเนียส (Linnaeus) ในการจำแนกเป็นหมวดหมู่ และตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับโครงสร้างของอะโพธิเซีย (apothecia) ซึ่งเทียบเท่ากับผล (fruit) ของพืชชั้นสูงในการจำแนก ซึ่งเป็นหลักการที่ประยุกต์ใช้มาจนถึงปัจจุบัน

การศึกษาไลเคนยุคใหม่เริ่มต้นในปี ค.ศ. 1867 (พ.ศ. 2410) เมื่อ ชเวนดเนอร์ (Schwendener) ให้ทฤษฎีว่า ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยราและสาหร่าย ทฤษฎีนี้ต่อมาได้รับการยอมรับ และเป็นการเริ่มยุคใหม่ของการศึกษาวิจัยไลเคนทั้งในด้านอนุกรมวิธาน และการสังเคราะห์ไลเคนจากรา และสาหร่ายที่แยกออกมาจากไลเคน

ความพยายามในการจำแนกไลเคนตามหลักอนุกรมวิธานเกิดขึ้นตามยุคสมัยโดยใช้ ลักษณะของราในการจัดจำแนก (หลังจากมีการยอมรับว่า ไลเคนเกิดจากสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดอยู่ร่วมกัน) จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1890 (พ.ศ. 2433) ไวน์โอ (Vainio) เป็นคนแรกที่เสนอหลักเกณฑ์ในการจัดจำแนกไลเคนด้วยหลักการของรา ต่อมาในศตวรรษที่ 20 ซาลบรูคเนอร์ (Zahlbruckner) เป็นผู้เผยแพร่ผลงานซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่ออนุกรมวิธานของราที่สัมพันธ์อยู่กับไลเคน (lichenized fungi)

ปัจจุบันการจำแนกหมวดหมู่ และกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของไลเคนยึดหลักการของการ

จำแนกรากเป็นสำคัญ โดยให้ความสำคัญกับโครงสร้างลักษณะของอะโพธิเซีย และสปอร์ ในการจำแนกเป็นชั้น (class) ลำดับ (order) และวงศ์ (family) ส่วนการจำแนกถึงสกุล (genus) ใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของทาลัส (thallus) และส่วนประกอบทางเคมี ส่วนในระดับชนิด (species) ใช้ลักษณะของราสำหรับ สัณฐานวิทยา ส่วนประกอบทางเคมี การแพร่กระจาย และสารธรรมชาติที่พบในไลเคนเป็นหลัก ด้วยวิธีนี้จำแนกไลเคนได้ประมาณ 13,500 หรือ 17,000 ชนิด ความหลากหลายของชนิดเกิดจากราใน class Ascomycetes เป็นสำคัญ โดยมีไลเคนที่เกิดจากราใน class Basidiomycetes เพียง 20 ชนิดเท่านั้น (Tehler, 1996)

อีริกสัน (Eriksson) และ ฮอคชวอร์ทท์ (Hawksworth) (1983-1991) ปรับปรุงการจำแนกรากทั่ว ๆ ไป (non lichenized fungi) และราที่สัมพันธ์อยู่กับไลเคน (lichenized fungi) ให้เป็นระบบยิ่งขึ้น (Tehler, 1996)

มีความพยายามในการแยกรา และสาหร่ายออกจากไลเคน เพื่อสังเคราะห์ไลเคนขึ้นมาใหม่ในห้องปฏิบัติการ อาหมัดจัน (Ahmadjan) และ ไฮคิตา (Heikkita) ประสบความสำเร็จครั้งแรกในปี ค.ศ. 1970 (พ.ศ. 2513) โดยไลเคนที่สังเคราะห์ขึ้นได้ชนิดแรก คือ *Endocarpon pusillum* และพบว่าสภาวะที่จำเป็นในการทำให้เกิดไลเคน คือ ความมืดและสว่างสลับกัน ความแห้งและเปียกสลับกัน และมีที่อยู่อาศัย (substrate) ที่ปราศจากอาหาร (low nutrient) (Ahmadjan, 1973)

จากสภาวะที่จำเพาะในการดำรงชีวิต ทำให้ไลเคนสร้างสารธรรมชาติซึ่งเป็นสารทุติยภูมิ (secondary metabolic product) ที่แตกต่างจากสารที่พบในพืชชั้นสูงอื่นและมีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์มากมาย สารธรรมชาติจากไลเคนเป็นสารที่ร่าสัเคราะห์ขึ้นมาและขับออกมาสะสมอยู่ภายนอกเส้นใยของรา (hyphae) สารเหล่านี้ส่วนมากไม่ละลายน้ำแต่ละลายในแอลกอฮอล์ และอะซิโตน ปัจจุบันพบสารจากไลเคน

ประมาณ 630 ชนิด มีเพียงส่วนน้อย คือประมาณ 50-60 ชนิดเท่านั้น ที่พบในรา และพืชชั้นสูงอื่น ๆ ด้วย (Elix, 1996) นอกจากนี้สารธรรมชาติส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อราอยู่ในสภาพของโลเคนเท่านั้น ราที่ถูกแยก (isolate) ออกมาจากโลเคนนอกจากเติบโตซ้ำแล้ว ยังไม่สามารถสร้างสารบางอย่างที่เคยสร้างเมื่ออยู่ในโลเคนได้

อาซาฮินา (Asahina) และ ชิบาตา (Shibata) เป็นผู้ริเริ่มจำแนกสารจากโลเคนเมื่อปี ค.ศ. 1954 (พ.ศ. 2497) ตามโครงสร้าง และชีวสังเคราะห์ (biosynthetic pathway) ต่อมาในปี ค.ศ. 1989 (พ.ศ. 2532) คูลเบอร์สัน (Culberson) และอีลิกซ์ (Elix) ได้ปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สารธรรมชาติจากโลเคนจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม ตามกระบวนการชีวสังเคราะห์ คือ กลุ่มที่เกิดจาก

acetyl-polymalonal กลุ่มนี้เป็นสารประกอบ aromatic เช่น depsides depsidene depsones และ usnic acid รวมทั้ง xanthone และ anthraquinone กลุ่มที่สองเกี่ยวกับ mevalonic acid เช่น triterpene และ steroid ส่วนกลุ่มที่สามเกี่ยวกับ shikimic acid เช่น terphenylquinones และ pulvonic acid (Elix, 1996)

Huneck and Yoshimura (1996) ได้รวบรวมและศึกษาโครงสร้างสารธรรมชาติจากโลเคนพบว่า มีประมาณ 700 ชนิด สารธรรมชาติในโลเคนแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่น และมีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกมาก แต่โลเคนที่พบตามธรรมชาติมีอยู่น้อย และเติบโตช้าจึงมีความพยายามที่จะสังเคราะห์โลเคนในห้องปฏิบัติการหรือเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อให้ผลผลิตต่าง ๆ ที่ต้องการและมีปริมาณสูง

4.3 การศึกษาวิจัยในประเทศไทย

การศึกษาวิจัยโลเคนในประเทศไทยควรแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก เป็นการเก็บตัวอย่างโลเคนโดยนักพฤกษศาสตร์จากต่างประเทศ และระยะที่สอง เป็นการสำรวจ ศึกษา และวิจัยโดยนักพฤกษศาสตร์ชาวไทย

4.3.1 การเก็บตัวอย่างโดยนักพฤกษศาสตร์ชาวต่างประเทศ

ระหว่างปี พ.ศ. 2442-2443 มีการสำรวจพรรณพฤกษศาสตร์ในประเทศไทย โดยนักพฤกษศาสตร์ชาวเดนมาร์ก หลังจากนั้น Vainio ชาวฟินแลนด์ ได้พิมพ์เผยแพร่ผลการสำรวจศึกษาโลเคนในประเทศไทยเป็นครั้งแรก ซึ่งเก็บรวบรวมตัวอย่างมาจากเกาะช้าง จังหวัดตราด พบโลเคน 95 ชนิด 29 สกุล เป็นสายพันธุ์ใหม่ของโลกหลายสายพันธุ์ (Vainio, 1909) และยังได้รายงานการสำรวจโลเคนที่ดอยสุเทพในปี พ.ศ. 2464 ต่อมาในปี พ.ศ. 2473 พอลสัน (Paulson) รายงานการสำรวจโลเคนที่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี (Paulson, 1930) ซาโต้ (Sato) รายงานการสำรวจโลเคนจากดอยสุเทพ และดอยอินทนนท์ในปี พ.ศ. 2505 ส่วน

ในปี พ.ศ. 2507 เฮล (Hale) และคุโรคาวา (Kurokawa) จากญี่ปุ่นได้ร่วมมือกันสำรวจ และเก็บโลเคนในประเทศไทย ตัวอย่างโลเคนเหล่านี้ถูกเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์พืชในสถาบันสมิธโซเนียน (Smithsonian Institute) กรุงวอชิงตันดีซี ประเทศสหรัฐอเมริกา และพิพิธภัณฑ์แห่งชาติญี่ปุ่น ในโตเกียว (Tokyo National Museum) ในปี พ.ศ. 2521 เวียงค์เก (Warncke) เก็บรวบรวมโลเคนทางภาคเหนือของประเทศไทย และได้ให้ยืมระยะ (Yoshimura) เป็นผู้ตรวจสอบชนิดสายพันธุ์ ตัวอย่างที่ได้รับการจำแนกถูกเก็บรักษาที่ Arrhus University ประเทศเดนมาร์ก และ Kochi Gakun College ประเทศญี่ปุ่น (Yoshimura, 1978) ในปี พ.ศ. 2540 โวลส์เลย์ (Wolseley) และอาเกิรา-ฮัดสัน (Aguirre-Hudson) ได้เก็บรวบรวมสายพันธุ์โลเคนในประเทศไทย ตามโครงการการใช้โลเคนเป็นดัชนีบ่งบอกการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมด้วยทุนของพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติแห่งประเทศอังกฤษ (National History Museum, England) โดยมีพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย

และห้วยขาแข้ง (Wolseley and Aguirre-Hudson, 1995) ตัวอย่างไลเคนเหล่านี้ถูกเก็บรักษาอยู่ที่พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติแห่งประเทศไทย กรมป่าไม้ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4.3.2 การศึกษาวิจัยโดยนักพฤกษศาสตร์ชาวไทย

เริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2533 โดยการใช้ไลเคนเป็นดัชนีบ่งบอกมลภาวะทางอากาศในกรุงเทพมหานคร ด้วยการสนับสนุนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง ในครั้งนั้นผู้วิจัยต้องส่งไลเคนไปตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ จึงตระหนักว่า การศึกษาวิจัยต่าง ๆ จะไม่สามารถดำเนินไปได้ถ้าปราศจากความรู้พื้นฐานด้านอนุกรมวิธาน

การเริ่มเก็บตัวอย่างศึกษาด้านอนุกรมวิธานและความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนโดยหน่วยวิจัยไลเคน ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง จึงเริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2537 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2543) ด้วยทุนสนับสนุนจากสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ สำนักนายกรัฐมนตรี ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) และสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม การศึกษาได้ครอบคลุมพื้นที่ เส้นรุ้ง (latitude) 8 องศา-19 องศาเหนือ และ เส้นแวง (longitude) 99 องศา-04 องศาตะวันออก ประกอบด้วยระบบนิเวศต่าง ๆ คือ ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าชายเลน ป่ารุ่มสอง เขตเมือง โดยเป็นการสุ่มเก็บในบางพื้นที่ ส่วนบางพื้นที่ได้เก็บอย่างละเอียด ได้ตัวอย่างไลเคนประมาณ 20,000 ตัวอย่าง ประกอบด้วยไลเคน 127 สกุล 420 ชนิด (พิบูลย์ และคณะ, 2539; พิบูลย์ และคณะ, 2540; Boonpragob et al., 1998; Homchantara, 1999; Pooprang et al., 1999; Vongshewarat et al., 1999) รายชื่อของไลเคน (checklist) ที่พบในประเทศไทยเหล่านี้

นี้อยู่ใน web site ของมหาวิทยาลัยรามคำแหงชื่อ www.ru.ac.th คาดว่ายังมีไลเคนที่ไม่เคยมีรายงานว่าพบในประเทศไทยอีกมาก รวมถึงชนิดใหม่ของโลก (new species) ด้วย โดยปัจจุบันนี้มีไลเคนชนิดใหม่ที่ดีพิมพ์เผยแพร่จากหน่วยวิจัยไลเคน ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง แล้ว 8 ชนิด ได้แก่ *Parmotrema thailandicum*, *Parmotrema rubromarginatum*, *Hypotrachyna ramkhamhaengiana*, *Hypotrachyna chlorobarbatica*, *Everniastrum scabridum*, *Porina erawannensis*, *Laurera meristosporoides* และ *Everniastrum scabridum* (Pooprang et al., 1999; Vongshewarat et al., 1999) และยังอยู่ระหว่างรอการตีพิมพ์เผยแพร่อีก 32 ชนิด (Homchantara, in press) นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างที่ไม่สามารถจำแนกได้อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งคาดว่าจะอาจเป็นชนิดใหม่ ทั้งนี้ต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม และเทียบตัวอย่างอื่น ๆ ที่เก็บไว้แล้ว ณ พิพิธภัณฑ์พืชในต่างประเทศ

หน่วยวิจัยไลเคนยังได้ทำการเลี้ยงสายพันธุ์ราโดยการแยกสปอร์เดี่ยว (single spore isolation) ได้ประมาณ 40 ชนิด ซึ่งถือว่าเป็นสายพันธุ์ที่บริสุทธิ์และเป็นทรัพยากรสำหรับการศึกษามетаบอลิซึม สารธรรมชาติ และการสังเคราะห์ไลเคนเพื่อใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนในอนาคต

ส่วนการศึกษาด้านนิเวศวิทยาอยู่ในระหว่างการสังเกต และติดตามอัตราการเติบโตของไลเคนชนิดต่าง ๆ ในสภาพภูมิอากาศจำเพาะในระบบนิเวศต่าง ๆ ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

4.3.3 การเปรียบเทียบสายพันธุ์ที่พบในประเทศไทย และที่พบในประเทศอื่น

การจัดหมวดหมู่ไลเคนตามหลักอนุกรมวิธาน มีการปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงตลอดมา การรายงานหมวดหมู่ของไลเคนครั้งนี้ยึดถือการจัดจำแนกตามหลักการของผู้เชี่ยวชาญด้านอนุกรมวิธานของไลเคนหลายท่าน ได้แก่ Erikson และ Hawksworth ซึ่งทำการปรับปรุงในปี พ.ศ. 2534

และ 2536 Egan ในปี พ.ศ. 2530 Santesson ในปี พ.ศ. 2536 และ Elix ในปี พ.ศ. 2536 โดย Tehler เป็นผู้เรียบเรียงใหม่ในปี พ.ศ. 2541 (Nash, 1996) ตามหลักเกณฑ์นี้จำแนกไลเคนในโลกออกเป็น 14 อันดับ (order) 85 วงศ์ (family) 578 สกุล (genus) และ 13,500–17,000 ชนิด (species) โดยมีบางสกุล และบางวงศ์ ที่ยังไม่มีความแน่นอนว่า ควรจะอยู่กลุ่มไหน

ปัจจุบันหน่วยวิจัยไลเคน มหาวิทยาลัยรามคำแหง สามารถเก็บรวบรวมสายพันธุ์ไลเคนได้แล้ว ประมาณ 20,000 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 14 อันดับ 55 วงศ์ 127 สกุล และ 420 ชนิด

เมื่อรวมรายงานการพบสายพันธุ์ไลเคน ซึ่งพิมพ์เผยแพร่โดยชาวต่างประเทศ และนักพฤกษ

คาราที่ 4.1 เปรียบเทียบจำนวนลำดับ วงศ์ สกุล และชนิดของไลเคนที่พบ (โดยประมาณ) ในโลก ในประเทศไทย และบางประเทศ

โลก/ประเทศ	ลำดับ (order)	วงศ์ (family)	สกุล (genus)	ชนิด (species)
โลก	14(+6)	85(+5)	578(+46)	13,000–17,000
ไทย	14	56	127	420 ^a (+780) ^b
อังกฤษ	n.d.	n.d.	n.d.	2,200
นอร์เวย์	n.d.	n.d.	n.d.	1,800
ญี่ปุ่น	n.d.	n.d.	n.d.	700

() จำนวนที่ยังไม่มีความชัดเจนว่าจะจัดอยู่กลุ่มไหน; ^a จำนวนชนิดที่มีตัวอย่างในประเทศไทยในปัจจุบัน;

^b จำนวนชนิดที่รายงานโดยนักพฤกษศาสตร์ต่างประเทศระหว่าง พ.ศ. 2442–2540 และยังไม่พบโดยผู้ศึกษา

ไลเคนในประเทศไทย; n.d. (no data) ไม่มีข้อมูล

4.4 ประโยชน์ของไลเคน

ไลเคนถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้านมาตั้งแต่ยุคโบราณ โดยอาจจำแนกการใช้ประโยชน์ของไลเคนได้ ดังนี้

4.4.1 ด้านอาหาร

ไลเคนไม่มีแป้งที่แท้จริง หรือแม้แต่เซลลูโลส (cellulose) แต่มีสารพวกไลเคนิน (lichenin) ที่ผนังเซลล์ของไฮฟีของรา ซึ่งนำมาใช้เป็นอาหารได้ ในซีกโลกทางเหนือมีไลเคน *Cetraria islandica* หรือ iceland moss ซึ่งเมื่อนำมาผ่าน

ศาสตร์ชาวไทยแล้ว พอจะประเมินได้ว่า สายพันธุ์ไลเคนที่พบแล้วในประเทศไทยมีประมาณ 56 วงศ์ และ 1,200 ชนิด โดยพบว่าไลเคนหลายชนิดที่รายงานโดยนักพฤกษศาสตร์ในสมัยเริ่มแรกนั้น มีชื่อวิทยาศาสตร์แตกต่างจากที่ยอมรับในปัจจุบัน และยังไม่สามารถเทียบเคียงกับชื่อในปัจจุบันได้ (ตารางที่ 4.1)

คาดว่าประเทศไทยน่าจะมีสายพันธุ์ไลเคนมากกว่านี้ เนื่องจากมีภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการเติบโตของไลเคน ส่วนประเทศอื่นมีรายงานพบชนิดของไลเคน ดังนี้ ประเทศนอร์เวย์พบ 1,800 ชนิด อังกฤษพบ 2,200 ชนิด ญี่ปุ่นพบ 700 ชนิด East Africa พบ 616 ชนิด

กระบวนการที่กำจัดรสขมของสารไลเคนออก นำมาทำซูป หรือต้มกับนมรับประทานเป็นอาหารและยาช่วยย่อยได้ นอกจากนี้ยังใช้ป่นเป็นผงผสมแป้งทำขนมปังกรอบสำหรับนักเดินเรือ เรียกว่า “sea biscuit” ทำให้ขนมปังกรอบอยู่ทนนานไม่ถูกแมลงรบกวน ส่วนในฟินแลนด์นำไลเคนชนิดนี้กับไลเคน *Cladonia* sp. หรือ reindeer moss ผสมกับแป้งไรน์ (rye) ใช้ในการทำขนมปัง อียิปต์โบราณสั่ง *Evernia prunestri* และ *E. furfuracea* เข้ามาเพื่อผสมแป้ง

ทำขนมปัง ทำให้รสชาติดีขึ้น ในอินเดียใช้ *Parmelia perlata* ซึ่งภาษาพื้นเมืองเรียกว่า ราทาพู (rathapu) ผสมแองกะหรี ในญี่ปุ่นใช้ไลเคน *Endocarpon* (*Dermatocarpon*) *miniaturum* ซึ่งมีชื่อพื้นเมืองว่า อิวา ทากะ (iwataka) ทำอาหาร และส่งออกไปยังประเทศ จีน ไลเคนชนิดนี้น่าจะเป็นชนิดเดียวกับ *Gyrophora esculenta* นอกจากนี้ชาวอิสราเอลยังใช้ *Lecanora esculenta* ประกอบอาหารตามหลักศาสนา (manna) และเรียกว่าเป็น ขนมปังจากสวรรค์ (bread from heaven) ส่วนพวกที่อาศัยอยู่ในทะเลทรายก็ใช้ไลเคน ชนิดนี้ผสมแป้งทำขนมปังด้วย (Smith, 1975)

4.4.2 ด้านสมุนไพร และยา

ชาวอียิปต์โบราณใช้ไลเคนเป็นส่วนประกอบ ของยา และสมุนไพร โดยในปี ค.ศ. 1864 มีการค้นพบ โถที่บรรจุเมล็ด และส่วนของพืชต่าง ๆ รวมทั้ง ไลเคนที่มีอายุประมาณ 1,700–1,800 ปีก่อน คริสตกาล ไลเคนที่พบคือ *Evernia furfuracea* จึงมี อายุกว่า 3,000 ปี ณ วันที่พบ โดยทั่วไปไม่พบ ไลเคนชนิดนี้เติบโตในอียิปต์ จึงเข้าใจว่าไลเคนชนิดนี้ ถูกสั่งเข้ามาพร้อมกับ *Cetraria islandica* ในฐานะยา จากต่างแดน *Cetraria islandica* ซึ่งมีสาร cetrarin เป็นไลเคนที่ถูกใช้อย่างกว้างขวาง พบว่าสารนี้ช่วยให้ กล้ามเนื้อในกระเพาะอาหารเคลื่อนที่อาจช่วยทำให้ การย่อยอาหารดีขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นสารที่ทำให้ ประสาทตื่นตัว (nerve excitement) ได้ด้วย

ในยุโรปเมื่อประมาณคริสต์วรรษที่ 15 มีความเชื่อเรื่องการบำบัดรักษาในแนวทางธรรมชาติ พบว่ามีไลเคนหลายชนิดที่ใช้รักษาโรค และอาการ ต่าง ๆ เช่น *Usnea barbata*, *Lobaria pulmonaria*, *Xanthoria parietina*, *Peltigera canina* เป็นต้น ไลเคนที่มีรสขม เช่น *Pertusaria amara* ถูกใช้แทน ควินิน (ไลเคนชนิดนี้ผู้เขียนเคยพบที่อุทยานแห่งชาติ ดอยขุนตาล จังหวัดลำปาง)

4.4.3 พิษของไลเคน

ถึงแม้ไลเคนผลิกรดอินทรีย์ขึ้นมาหลาย ชนิด ซึ่งอาจจะคายเคืองบ้างเมื่อรับประทานเข้าไปแต่

ไลเคนส่วนมากไม่มีพิษ พบไลเคน 2 ชนิดที่มีพิษ คือ *Letharia vulpina* และ *Cetraria pinastri* ซึ่งชาวยุโรป เหนือใช้เพื่อสุนัขจิ้งจอก

4.4.4 การฟอกย้อมและการหมัก

คุณสมบัติในการเป็นแอสตริเจนของ *Cetraria islandica* และ *Lobaria pulmonaria* ทำให้ ถูกนำมาใช้ในการฟอกหนัง นอกจากนี้ยังพบว่า *Lobaria pulmonaria* ถูกนำมาแทนที่ฮอปในการหมัก ทำเบียร์ ในไซบีเรียมีการเก็บไลเคนที่เติบโตบนต้น สน มาหมักทำเบียร์ซึ่งได้เบียร์ที่มีรสชาติคล้ายกับที่ หมักด้วยฮอปมาก แต่แรงกว่า ในคริสต์วรรษที่ 19 มีการใช้ไลเคนในการทำเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น ใน ประเทศสวีเดนใช้ไลเคนหลายชนิด เช่น *Cladonia rangiferina*, *Cetraria islandica*, *Alectoria jubata*, *Physia ciliaris*, *Ramalina fraxinea* และ *Usnea florida* เป็นต้น โดยต้องนำไลเคนมาผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ไลเคนนิน (lichenin) เปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคส (glucose) แล้วจึงหมักให้เป็นแอลกอฮอล์ พบว่า *Cladonia rangiferina* มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบถึง ร้อยละ 68 ทำให้กลั่นเป็นบรันดีที่มีคุณภาพดี โดยไล เคน 1 กิโลกรัมสามารถกลั่นเป็นแอลกอฮอล์ได้ถึง ครึ่งลิตร มีการตั้งโรงงานกลั่นสุราจากไลเคนในสวี เดน แต่ต้องปิดกิจการไปในปี ค.ศ. 1884 เนื่องจาก หาวัดถูกปิดได้ไม่พอเพียง

4.4.5 ไลเคนเป็นสีย้อม

ไลเคนถูกใช้เป็นสีย้อมมาตั้งแต่สมัยอียิปต์ โบราณ ไลเคนที่รู้จักกันดี คือ *Rocella tinctoria* และ ชนิดต่าง ๆ ในสกุลนี้ที่ให้สีซึ่งเรียกว่า ออซิลล์ (orchil) เป็นโทนสีม่วง สารตั้งต้นคือ erythrin, lecanoric acid (orseillic acid) erythrinic, gyrophoric, evernic และ ramalic acid มีไลเคนอยู่ประมาณ 20 ชนิดที่มีสาร เหล่านี้ และสามารถให้สี orchil ได้ ในประเทศฝรั่งเศส และเนเธอร์แลนด์เคยผลิตสีเหล่านี้จากไลเคนใน เชิงอุตสาหกรรม สีเหล่านี้ใช้ย้อมเส้นใยจากสัตว์ เช่น ขนสัตว์ และไหมได้ดี แต่ย้อมเส้นใยจากพืช เช่น ฝ้าย ไม่ได้

ส่วนกระดาษลิตมัสเตรียมจาก erythrolein, erythrolitmus และ azolitmin ซึ่งเป็นสารที่ได้จากไลเคนเช่นกัน โดยในสภาพที่เป็นกลางจะให้สีม่วง และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อเป็นกรด และสีน้ำเงินเมื่อเป็นด่าง กระดาษลิตมัสจึงใช้อย่างแพร่หลายในการตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง

นอกจากนี้ยังมีไลเคนชนิดอื่น ๆ ที่ให้สีย้อม ได้แก่ *Umbilicaria pustulatu*, *Gyrophora*, *Parmelia* และ *Pertusaria* ที่สำคัญคือ *Lecanora tartarea* ซึ่งให้สีแดง ใช่มากในประเทศสวีเดน และสกอตแลนด์ Linnaeus รายงานว่าที่ Lappland (1760) มีการใช้ไลเคน *Parmelia omphalodes* เป็นสีย้อมสีน้ำตาล ไลเคนให้สีต่าง ๆ ได้หลายสี เช่น สีแดง ได้จาก *Parmelia saxatilis*, สีน้ำตาลแดง ได้จาก *Haematoma ventosum*, *H. occineum*, สีเหลืองน้ำตาล ได้จาก *Parmelia conspersa* (salazinic acid), สีน้ำตาล ได้จาก *Parmelia perlata*, *P. physodes*, *Lobaria pulmonaria* และ *Cetraria islandica* สีเหลือง ได้จาก *Xanthoria parietina*, *Cetraria juniperina*, *Teloschistes flavicans*, *Letharia vulpina*, *Lecanora parella*, *Pertusaria melaleuca* และ *Usnea barbata* ส่วน *Candellariella vitellina* และ *Xanthoria lichnea* ให้สีเหลือง ใช้ย้อมเทียนในพิธีทางศาสนาในสวีเดน

4.4.6 ไลเคนในน้ำหอม

ในประเทศฝรั่งเศสมีการใช้ไลเคน *Evermia prunastri* ซึ่งเรียกว่า oak moss และ *Lobaria pulmonaria* ผสมในน้ำหอม เพื่อให้กลิ่นที่ขึ้นใจ และยังติดทนนาน โดยใช้สารสกัดจากไลเคนเหล่านี้ผสมกับกลิ่นอื่น ๆ

4.4.7 ไลเคนทำความสะอาด

ในศตวรรษที่ 17 มีการใช้ผงจาก *Ramalina calicaris* ใส่ผง ทำให้ผมสวย สะอาด และกำจัดรังแคได้ด้วย นอกจากนี้ยังมี *Evermia prunestri*, *Physcia ciliaris* หรือ *Usnea*

คุณค่าของไลเคนในการดูแลรักษากลิ่นถูกผลิตเป็นอุตสาหกรรมในเมืองมงต์ปีเลีย (Montpellier) ประเทศฝรั่งเศส ซื้อมากันในราคาถูก

4.4.8 ไลเคนใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพอากาศ

ไลเคนเป็นพืชที่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอากาศ เนื่องจากไลเคนใช้น้ำ และอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำในสภาพของฝน หมอก น้ำค้าง ในการเติบโต เมื่อมลพิษในบรรยากาศละลายอยู่ในน้ำจึงเป็นอันตรายต่อไลเคนโดยตรง ประกอบกับไลเคนไม่มีแว็กซ์ (wax) และคิวทิเคิล (cuticle) ช่วยปกป้องโครงสร้างภายในเช่นเดียวกับพืชชั้นสูง มลพิษจากบรรยากาศจึงเข้าไปถึงเซลล์ต่าง ๆ และทำอันตรายต่อกระบวนการดำรงชีวิตที่สำคัญ เช่น การสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโต (Boonpragob et al., 1998; Boonpragob and Nash III, 1990; Boonpragob and Nash III, 1991)

Nylander รายงานในปี พ.ศ. 2409 ว่าสาเหตุที่ไม่พบไลเคนเติบโตอยู่ในเขตกรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส เกิดจากควันที่ปล่อยออกมาจากปล่องตามบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรม (Nylander, 1866) ต่อมาจึงมีการสำรวจในเขตเมืองของประเทศอื่น ๆ ในทวีปยุโรป และพบเหตุการณ์เช่นเดียวกัน ไลเคนจึงใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพอากาศอย่างแพร่หลายในทวีปยุโรป และอเมริกาเหนือ (Huckby, 1993; Greis, 1996; Nash III, 1974; Pilegaard, 1978)

4.4.9 การใช้ไลเคนบอกอายุหิน และโบราณวัตถุ

เมื่อผิวหน้าวัตถุใด ๆ เริ่มเปิด หรือสัมผัสอากาศ จะมีไลเคนเข้ามาเกาะอาศัย และเติบโต ขนาดของไลเคนจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอายุ เมื่อเราทราบอัตราการเติบโตของไลเคนก็จะสามารถประเมินอายุของวัตถุนั้นได้ วิธีการนี้เรียกว่า ไลเคนโนเมตรี (Lichenometry) ซึ่งใช้ประเมินอายุของหินและโบราณสถาน

ในกรณีของนารายณ์บรรทมสินธุ์ ซึ่งเคยมีความไม่มั่นใจว่าโบราณวัตถุชิ้นที่ไทยได้รับคืนมาจากซีกาโกนั้นเป็นของจริงหรือปลอม ก็ได้ใช้ไลเคนเป็น

ส่วนหนึ่งในการตัดสินใจ คือ ถ้าโบราณวัตถุมีไลเคนขนาดใหญ่พอสมควรก็จะน่าที่จะเป็นของจริง เพราะแสดงว่าโบราณวัตถุชิ้นนี้ได้เคยอยู่ในที่แจ้ง

ได้รับน้ำ และแสงมานานพอสมควร จนทำให้ไลเคนเติบโตจนมีขนาดใหญ่ได้

4.5 สรุป และวิจารณ์

ไลเคนเป็นพืชที่ไม่ได้รับความสนใจจากวงการพฤกษศาสตร์ในประเทศไทยมาเป็นเวลานาน เนื่องจากประเทศไทยมีพืชชั้นสูงที่มีพืคลำเลียงที่มีขนาดใหญ่เห็นได้ชัดจำนวนมาก ส่วนไลเคนมีขนาดเล็ก ประกอบกับไลเคนที่มีขนาดใหญ่ เช่น พอกโฟลิโอส (foliose) เติบโตในที่ที่มีแสงจ้า เช่น เรือนยอดของต้นไม้ ทำให้การเก็บตัวอย่างเพื่อการศึกษาทำได้ยาก ส่วนที่ระดับล่างลงมาเป็นพวก คริสโทส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก จึงไม่ได้รับความสนใจ ประกอบกับการศึกษาวิจัยไลเคนต้องใช้ความรู้หลายสาขาวิชาประกอบกัน คือ ราวิทยา (mycology) พฤกษเคมีวิทยา (phytochemistry) และนิเวศวิทยา (ecology) ประกอบกันจึงทำให้ในต่างประเทศมีการศึกษาวิจัยไลเคนมานานเป็นศตวรรษ ทั้งในด้านการจำแนกหมวดหมู่ และ

ส่วนประกอบทางเคมี มีการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์ที่รวบรวมสายพันธุ์ไลเคน และความรู้พื้นฐานของไลเคนสะสมอยู่มาก จนกระทั่งสามารถนำความรู้เหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจได้

การศึกษาไลเคนในประเทศไทยเริ่มโดยชาวต่างประเทศเมื่อประมาณหนึ่งร้อยปีมาแล้ว โดยมีการเก็บตัวอย่างเป็นครั้งคราว ตัวอย่างเหล่านี้ถูกเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์พืชในต่างประเทศ เช่น ประเทศเดนมาร์ก ฟินแลนด์ อังกฤษ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ส่วนในประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาวิจัยไลเคนอย่างจริงจัง และต่อเนื่องเมื่อประมาณ 7 ปีที่ผ่านมา เก็บรวบรวมตัวอย่างไลเคนได้ประมาณ 20,000 ตัวอย่าง มี 420 ชนิด แต่ในประเทศไทยยังไม่มีพิพิธภัณฑ์ที่เก็บรักษาไลเคนอย่างได้มาตรฐานสากล

4.6 ข้อเสนอแนะ

ไลเคนเป็นทรัพยากรชีวภาพที่ประเทศไทยมีอย่างอุดมสมบูรณ์ เริ่มมีการศึกษาวิจัยไลเคน เพื่อให้รู้ถึงข้อมูลพื้นฐานโดยนักพฤกษศาสตร์ภายในประเทศแล้ว การอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของทรัพยากรนี้ในอนาคตจำเป็นต้องมีการส่งเสริม และขยายการศึกษาวิจัยไลเคนอย่างจริงจัง และต่อเนื่อง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ และนโยบายในการจัดการทรัพยากรชีวภาพของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

ในต่างประเทศมีการศึกษาวิจัยไลเคนในด้านต่าง ๆ มาเป็นเวลานาน ในขณะที่การศึกษาวิจัยในประเทศไทยสามารถปฏิบัติได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

การศึกษาวิจัยไลเคนในอนาคตจึงควรประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้

4.6.1 การจัดตั้งพิพิธภัณฑ์ และศูนย์ข้อมูล

จากการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของไลเคนจนถึงปัจจุบัน ทำให้มีข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับไลเคน และตัวอย่างไลเคน ทั้งที่เก็บรวบรวมได้ในประเทศไทย และที่เก็บจากที่ต่าง ๆ ทั่วโลก รวมทั้งเอกสารที่ได้รับการสนับสนุนและบริจาคจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก จึงควรมีสถานที่เก็บรวบรวม และจัดตั้งให้เป็นแหล่งข้อมูลตามมาตรฐานสากล เพื่อการศึกษาค้นคว้าและวิจัยต่อไป

4.6.2 การศึกษาด้านอนุกรมวิธาน

การศึกษาวิจัยด้านอนุกรมวิธานมีความจำเป็น และเป็นพื้นฐานของการศึกษาวิจัยในการประยุกต์ใช้ประโยชน์ ซึ่งนอกจากจะทำให้ทราบชื่อวิทยาศาสตร์ และการจัดหมวดหมู่ของไลเคนแล้ว ยังให้ความรู้ และข้อมูลอื่น ๆ อีกมากมาย

การศึกษาด้านอนุกรมวิธานของไลเคนใน

ประเทศไทยอยู่ในระยะเริ่มต้น มีรายงานการพบไลเคนเพียง 550 สายพันธุ์ ในขณะที่ประเทศอื่นซึ่งมีพื้นที่เล็กกว่าประเทศไทย และมีสภาพภูมิอากาศคล้ายคลึงกัน มีรายงานการพบไลเคนมากกว่าประเทศไทย แสดงว่าไลเคนในประเทศไทยยังไม่มี การค้นพบอีกมาก เช่น วงศ์ Parmeliaceae จากการ ศึกษาโดยหน่วยวิจัยไลเคน มหาวิทยาลัยรามคำแหง ได้ค้นพบไลเคนวงศ์นี้เป็นครั้งแรกในประเทศไทย (new record) 26 ชนิด และพบชนิดใหม่ของโลก (new species) ถึง 5 ชนิด เป็นต้น การศึกษาวิจัยด้านอนุกรมวิธาน จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกระทำอย่างจริงจัง และต่อเนื่อง

4.6.3 การศึกษาด้านนิเวศวิทยา และ สรีรวิทยา

ทรัพยากรชีวภาพเป็นสิ่งที่ชีวิตที่ต้องการปัจจัยต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต แพร่พันธุ์ และดำรงเผ่าพันธุ์ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต้องการ สภาพที่เหมาะสมเหล่านี้แตกต่างกันไป การเข้าใจความต้องการพื้นฐานของไลเคน เช่น ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเกิด และการดำรงอยู่ของไลเคนในสภาพธรรมชาติ จะทำให้สามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการสร้างสภาพที่เหมาะสมขึ้นมาในห้องปฏิบัติการ อันจะนำไปสู่การสังเคราะห์ไลเคนเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป และเพื่อการรักษาสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติไว้ให้ไลเคนมีชีวิตอยู่ได้ ประเทศไทยยังขาดการ ศึกษาวิจัยด้านนี้

4.6.4 การสังเคราะห์ไลเคน

ไลเคนเป็นพืชที่เติบโตช้ามาก และมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ทำให้สูญเสียพันธุ์ไปจากที่อยู่อาศัยก่อนสิ่งมีชีวิตอื่น ประกอบกับการนำไลเคนจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์อาจไม่เพียงพอกับความต้องการ และอาจเป็นการเร่งให้ไลเคนสูญพันธุ์เร็วขึ้น การสังเคราะห์

ไลเคนขึ้นมาในห้องปฏิบัติการมีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์จากสารธรรมชาติของไลเคนอย่างยั่งยืน ประเทศไทยยังไม่มี การศึกษาวิจัยด้านนี้

4.6.5 การย้ายปลูกไลเคน

คือการนำไลเคนจากสถานที่อยู่อาศัยที่ถูกทำลาย หรือไลเคนที่สังเคราะห์ขึ้นมาในห้องปฏิบัติการ ไปปลูกในที่ ๆ ปลอดภัยกว่า เช่น สวนพฤกษศาสตร์ หรือป่านุรักษ์ที่ควบคุมการถูกบุกรุกได้ดี เนื่องจากการขยายตัวของเมืองอุตสาหกรรม และการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้สถานที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของไลเคนถูกทำลาย ผู้เขียนสังเกตเห็นว่าไลเคนบางชนิดที่เคยพบที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เมื่อประมาณ 7-8 ปีล่วงมาแล้ว ไม่มีปรากฏให้เห็นในปัจจุบัน นับเป็นการสูญเสียแหล่งพันธุกรรมที่น่าเสียดายเป็นอย่างยิ่ง

การย้ายปลูกเป็นเทคโนโลยีของการอนุรักษ์นอกพื้นที่ (ex situ conservation) เพื่อรักษาแหล่งพันธุกรรม (genetic resource) ของไลเคน หลายประเทศในยุโรปกำลังศึกษาวิจัยเรื่องนี้อย่างจริงจัง ในขณะที่ประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาวิจัยด้านนี้

4.6.6 การนำสารจากไลเคนมาใช้ประโยชน์

สารธรรมชาติจากไลเคนมีหลากหลายชนิด และมีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ ทั้งทางการแพทย์ เกษษกรรม และอุตสาหกรรม จึงควรมีการ ศึกษาวิจัยด้านนี้อย่างจริงจัง โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวไทยที่เป็นเจ้าของทรัพยากรนี้ การพัฒนาในส่วนนี้ใช้เวลา และต้นทุนสูง การร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ดังตัวอย่างจากประเทศที่พัฒนาแล้ว จะช่วยให้การ ศึกษาวิจัยด้านนี้บรรลุผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ปัจจุบันนี้พบว่าสารธรรมชาติจากไลเคนที่เก็บโดยหน่วยวิจัยไลเคนฯ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อที่ทำให้เกิดโรคบางชนิด และมีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ได้

เอกสารอ้างอิง

- พิบูลย์ มงคลสุข, ณัฐสุรางค์ หอมจันทร์, กัณห์ธิ์ บุญประกอบ, ชจรศักดิ์ วงศ์ชีวรัตน์, ฐิติพร ภูปร่าง, วิไลรัตน์ ชำทิม และนาสิน ภมรพล. 2539. รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง "การเก็บรวบรวม และจำแนกสายพันธุ์ไลเคนเขตป่าภูตีสวนทราย อำเภอเขาแก้ว จังหวัดเลย". ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 101 หน้า.
- พิบูลย์ มงคลสุข, ณัฐสุรางค์ หอมจันทร์, กัณห์ธิ์ บุญประกอบ, ชจรศักดิ์ วงศ์ชีวรัตน์, ฐิติพร ภูปร่าง, วิไลรัตน์ ชำทิม และนาสิน ภมรพล. 2540. รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง "ความหลากหลายของสายพันธุ์ไลเคน ณ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่". ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 126 หน้า.
- AHMADJAN, V. AND M. E. HALE. 1973. The lichens. Academic Press, New York.
- BOONPRAGOB, K. AND T. H. NASH III. 1990. Seasonal variation of elemental status in the lichen *Ramalina menziesii* Taly from two site in southern California: evidence for dry deposition accumulation. *Environmental and Experimental Botany* 30(4): 415-238.
- BOONPRAGOB, K. AND T. H. NASH III. 1991. Physiological responses of the lichen *Ramalina menziesii* Taly to the Los Angeles urban environment. *Environmental and Experimental Botany* 31(2): 229-238.
- BOONPRAGOB, K., N. HOMCHANTARA, B. J. COPPINS, P. M. MCCARTHY AND P. A. WOLESELEY. 1998. An introduction of lichen flora of Khao Yai National Park. *Botanical Journal of Scotland* 50(2): 209-219.
- BOONPRAGOB, K., T. H. NASH III AND C. A. FOX. 1989. Seasonal deposition patterns of acidic ions and ammonium to the lichen *Ramalina menziesii* Taly in southern California. *Environmental and Experimental Botany* 29: 187-197.
- ELIX, J. A. 1996. Biochemistry and secondary metabolite. In NASH III, T. H. (ed.), Lichen biology, pp. 154-180. Cambridge University Press, New York.
- FRIEDL, T. AND B. BUDEL. 1996. Photobionts. In NASH III, T. H. (ed.), Lichen biology, pp. 8-23. Cambridge University Press, New York.
- GREIS, C. 1996. Lichens as indicator of air pollution. In NASH III, T. H. (ed.), Lichen biology, pp. 240-254. Cambridge University Press, New York.
- HALE, M. E. 1974. The biology of lichens. Edward Arnold, London.
- HAWKSWORTH, D. L. AND D. L. HILL. 1984. The lichen-forming fungi. McCorquodale Ltd., Glasgow.
- HOMCHANTARA, N. 1999. Taxonomic and ecological aspects of the Thelotremaaceae in southeast Asia. Thesis submitted to Liver Pool John Moores University, England.
- HONEGGER, R. 1996. Morphogenesis. In NASH III, T. H. (ed.), Lichen biology, pp. 24-36. Cambridge University Press, New York.
- HUCKBY, L. S. 1993. Lichens as bioindicators of air quality. U.S. Dept. of Agric. Fort Collins, Colorado.
- HUNECK, S. AND I. YOSHIMURA. 1996. Identification of lichen substances. Springer, Berlin.
- NASH III, T. H. 1974. Lichens of the page environment as potential indicators of air pollution. *J. of the Arizona Aca. of Sci.* 9: 97-101.
- NASH III, T. H. 1996. Lichen biology. Cambridge University Press, New York.
- NYLANDER, W. 1866. Les lichens du jardin du Luxembourg. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 13: 364-372.
- PAULSON, F. L. S. 1930. Lichens from Kaw Tao, an Island in the Gulf Siam. *Journal Siam Society National History* Suppl.(8): 99-101.
- PILEGAARD, K. 1978. Air borne metals and SO₂ monitored by epiphytic lichens in an industrial area. *Envir. Pollut.* 17: 81-92.
- POOPRANG, T., K. BOONPRAGOB AND J. A. ELIX. 1999. New species and new records in the lichen family Parmeliaceae (Ascomycotina) from Thailand. *Mycotaxon* 71: 111-127.
- SMITH, A. L. 1975. Lichens. The Richmond Pub. Co., Richmond.
- TEHLER, A. 1996. Systematic, phylogeny and classification. In NASH III, T. H. (ed.), Lichen biology, pp. 217-239. Cambridge University Press, New York.
- VAINIO, E. A. 1909. Lichenes. *Botanisk tidskrift* 29: 104-152.
- VONGSHEWARAT, K., P. M. MCCARTHY, P. MONGKOLSUK AND K. BOONPRAGOB. 1999. Addition to the lichen flora of Thailand. *Mycotaxon* 70: 227-236.
- WOLSELEY, P. A. AND B. AGUIRRE-HUDSON. 1995. Key to lichen genera in Thailand with special reference to epiphytic taxa, part I: macrolichens. *Nat. Hist. Bull. Siam. Soc.* 43: 303-335.
- YOSHIMURA, I. 1978. Some lichens of Thailand collected by Danish botanists 1958-1968. *Bull. Kochi Gakuen J. College.* 9: 35-40.

5. การศึกษาด้านพืช

บทคัดย่อ

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในโลกที่มีความหลากหลายของพรรณพืชอย่างมาก การศึกษาพรรณพืชของประเทศไทยเริ่มโดยชาวตะวันตกเรื่อยมาจนกระทั่งปัจจุบัน ส่วนการศึกษาโดยนักพฤกษศาสตร์ของไทยยังมีน้อยมาก โครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (Flora of Thailand) ต้องใช้เวลานานกว่าที่ผลงานจะสำเร็จสมบูรณ์ หลังจากที่ได้โครงการพัฒนางานองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ได้เข้ามาส่งเสริมการวิจัยด้านพฤกษศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ โดยให้ทุนวิจัยแก่นักศึกษา และนักวิจัย ทำให้จำนวนผลงานวิจัยเพิ่มขึ้นอย่างมากมายนับจากการค้นพบพืชชนิดใหม่ของโลก พืชที่ยังไม่เคยบันทึกว่ามีในประเทศไทย พืชหายาก พืชใกล้สูญพันธุ์ ตลอดจนองค์ความรู้ใหม่ ๆ ทางพฤกษศาสตร์ การวิจัยดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งที่สนับสนุนให้โครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยสำเร็จได้รวดเร็วขึ้น ส่วนการวิจัยในอนาคตควรเน้นการวิจัยกลุ่มวงศ์ หรือสกุล ที่มีขนาดใหญ่ และมีการตรวจสอบตัวอย่างพืชต้นแบบ รวมทั้งมีการกลั่นกรองโครงการที่ขอทุนวิจัย ในขณะเดียวกันการวิจัยยังต้องเน้นทั้งแนวกว้าง และแนวลึก และควรนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศในสาขาที่เกี่ยวข้อง

5.1 บทนำ

โลกเรามีพืชที่มีท่อลำเลียง (vascular plants) ประมาณ 250,000 ชนิด เป็นพวกมอสไลเคน และสาหร่าย ประมาณ 325,000 ชนิด ซึ่งทุกชนิดต่างมีความสำคัญโยงใยถึงกัน เป็นเสมือนแผ่นผืนสีเขียวที่ปกคลุมโลกเอาไว้ ซึ่งสีเขียวนี้จำเป็นต่อชีวิตของมนุษย์ที่ต้องอาศัยพืชเพื่อความอยู่รอด เพราะมนุษย์ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหน ต้องพึ่งพาพืชเพื่อเป็นอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค ตลอดจนเชื้อเพลิง แม้ว่าบางครั้งมนุษย์จะไม่ได้ใช้ประโยชน์จากพืชโดยตรง ดังเช่น อาหารที่รับประทานนั้นมาจากสัตว์ แต่สัตว์ก็ต้องกินพืชเพื่อให้ได้พลังงาน จึงสรุปได้ว่าระบบนิเวศบนพื้นโลกขึ้นอยู่กับพืชทั้งสิ้น ในบรรดาพืชที่มีท่อลำเลียงนี้มีทั้งหมดประมาณ 12,000 ชนิด หรือร้อยละ 10 ของพืช

ทั้งหมด ที่พบในประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น จึงมีความหลากหลายทางชีวภาพ (biological diversity) สูง ทั้งความหลากหลายของชนิด (species diversity) ความหลากหลายของพันธุกรรม (genetic diversity) และความหลากหลายของแหล่งนิเวศ (habitat diversity) ประเทศไทยจึงเป็นประเทศที่อาศัยทรัพยากรพืชเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจ แต่ประเทศไทยยังขาดแคลนนักพฤกษศาสตร์ นักอนุกรมวิธานพืช (plant taxonomist) หรือผู้เชี่ยวชาญทางด้านพฤกษศาสตร์จำแนกพืช ที่สามารถจำแนกพรรณไม้ ที่จะเป็นผลผลิตทางอุตสาหกรรมการเกษตรและป่าไม้ได้ ขณะที่พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือเพียงประมาณร้อยละ 25 ของพื้นที่ประเทศ (พ.ศ. 2542) การศึกษาด้านอนุกรมวิธาน

รศ. ประพนธ์ จันทระโนทัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ ดร. ก่องกานดา ชยามฤต ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้. 2543. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 78-88.

ของพรรณไม้ในประเทศไทยยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร มีการศึกษาเพียงร้อยละ 35 ของพรรณไม้ที่คาดว่าจะมีทั้งหมดในประเทศเท่านั้น สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้ว การศึกษาด้านการจำแนกพรรณพืชนี้จำเป็นต้องดำเนินการเป็นอันดับแรก และต้องศึกษาข้อมูลจำนวนชนิดของพรรณไม้ให้ได้มากที่สุด เพื่อนำมา

พัฒนาในการเพิ่มพูนเศรษฐกิจของประเทศ ก่อนที่จะมีการบุกกรุกทำลายพื้นที่ป่าอันอุดมไปด้วยความหลากหลายของพรรณพืช ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายว่าพรรณพืชหลากหลายชนิดต้องมีอันสูญพันธุ์ไปก่อนที่มนุษย์จะได้รู้จัก และนำมาใช้ประโยชน์

5.2 การศึกษาด้านพฤกษศาสตร์ในประเทศไทย

การศึกษาด้านพฤกษศาสตร์ของประเทศไทย เริ่มจากการสำรวจ และเก็บตัวอย่างพรรณไม้ของชาวตะวันตกที่เข้ามาสำรวจตั้งแต่ปี พ.ศ. 2233 และได้ดำเนินการเรื่อยมา พรรณไม้ที่ได้จากการสำรวจถูกเก็บสะสมไว้ที่หอพรรณไม้ใหญ่ ๆ ในทวีปยุโรป อาทิ หอพรรณไม้คิว (K) และหอพรรณไม้กรุงเฮก (E) ประเทศสราชอาณาจักร พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา กรุงปารีส (P) ประเทศฝรั่งเศส พิพิธภัณฑ์พืช กรุงโคเปนเฮเกน (C) ประเทศเดนมาร์ก พิพิธภัณฑ์พืช เมืองไลเดน (L) ประเทศเนเธอร์แลนด์ หอพรรณไม้ ประเทศสิงคโปร์ (SING) และหอพรรณไม้ มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย (UC) ประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากในขณะนั้นประเทศไทยยังไม่มีเอกสารในการวิเคราะห์พรรณพืช และไม่มีหอพรรณไม้ในการเก็บตัวอย่าง

การสำรวจพรรณไม้ได้ดำเนินการเรื่อยมาจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2439 เมื่อประเทศไทยได้ก่อตั้งกรมป่าไม้ขึ้น จึงเริ่มมีการสำรวจพรรณไม้อย่างกว้างขวางทั่วประเทศ ทั้งนักสำรวจชาวต่างชาติ และเจ้าพนักงานของกรมป่าไม้เอง ในช่วงปี พ.ศ. 2443-2459 ได้มีความร่วมมือระหว่างประเทศไทย และประเทศเดนมาร์ก โดย นาย Johans Schmidt ชาวเดนมาร์กเข้ามาสำรวจพรรณไม้ที่เกาะช้าง และพื้นที่บางแห่งในจังหวัดจันทบุรี และตราด และเก็บตัวอย่างพรรณไม้ไม่น้อยกว่า 1,500 หมายเลขไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืชกรุงโคเปนเฮเกน รวมทั้งมีการสำรวจเกี่ยวกับสาหร่าย เห็ดรา ไลเคน มอส และเฟิร์นเป็นครั้งแรกในประเทศไทยด้วย ผลงานที่ได้จากการ

สำรวจครั้งนั้นทำให้ประเทศไทยมีหนังสือเกี่ยวกับพรรณพฤกษชาติของเกาะช้าง จังหวัดตราด (Flora of Koh Chang) และในช่วงเวลาเดียวกันก็มีนักพฤกษศาสตร์ และนักสำรวจจากประเทศต่าง ๆ เข้ามาเก็บตัวอย่างพรรณไม้ในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ โดยมีนักสำรวจที่สำคัญ ได้แก่

หมอคาร์ (A.F.G. Kerr) เป็นนายแพทย์และนักพฤกษศาสตร์ชาวไอริช ที่เดินทางเข้ามายังประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2445 ได้ทำการสำรวจและเก็บพรรณไม้อย่างจริงจังทั่วทุกภาคของประเทศ ได้ตัวอย่างพรรณไม้ประมาณ 25,000 หมายเลข และในปี พ.ศ. 2464 พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงเล็งเห็นว่างานด้านพฤกษศาสตร์ และการเกษตรได้พัฒนาขึ้นมาก ควรมีผู้ดูแล และขยายการสำรวจพรรณไม้ให้มากขึ้น จึงโปรดเกล้าฯ ให้จัดตั้งแผนกตรวจพันธุ์รุกชาติ มีฐานะเทียบเท่ากับกรมสังกัดกระทรวงพาณิชย์และคมนาคม ซึ่งถือได้ว่าเป็นพิพิธภัณฑ์พืชแห่งแรกของประเทศไทย (ปัจจุบันคือพิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร (BK) เกษตรกลาง บางเขน) โดยหมอคาร์ได้รับเกียรติจากรัฐบาลไทยให้ดำรงตำแหน่งเป็นผู้อำนวยการ ตัวอย่างพรรณไม้ที่ได้จากการสำรวจของหมอคาร์ ส่วนใหญ่ถูกเก็บไว้ที่แผนกตรวจพันธุ์รุกชาติ และส่วนหนึ่งถูกส่งไปเก็บไว้ที่ หอพรรณไม้ มหาวิทยาลัยเบอร์ลิน (ABD) หอพรรณไม้คิว และพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา (BM) ประเทศสราชอาณาจักร จากผลงานของท่านทำให้เกิดหนังสือทางวิชาการที่มีคุณค่าต่อการศึกษาอนุกรมวิธานพืชของไทย คือ หนังสือ *Florae*

Siamensis Enumeratio (ค.ศ. 1925-1939) ซึ่งเรียบเรียงโดย ศาสตราจารย์ W.G. Craib

ศาสตราจารย์ ดร. เต็ม สมิตินันท์ (พ.ศ. 2463-2537) ผู้เชี่ยวชาญทางพฤกษศาสตร์ป่าไม้ ได้สำรวจพรรณไม้ทั่วทุกภาคของประเทศ และได้ร่วมมือกับนักพฤกษศาสตร์จากสถาบันต่าง ๆ ในต่างประเทศ เป็นผลให้เกิดโครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (Flora of Thailand) โครงการนี้เป็นโครงการที่เกิดขึ้นจากการสำรวจพรรณไม้ระหว่างประเทศไทย และเดนมาร์ก พ.ศ. 2501-2502 โดยมี ศาสตราจารย์ ดร. เต็ม สมิตินันท์ และ ศาสตราจารย์ ดร. Kai Larsen เป็นหัวหน้าโครงการร่วมกัน เนื่องจากได้ตระหนักว่าประเทศเพื่อนบ้าน เช่น พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย มีหนังสือพรรณพฤกษชาติประจำประเทศแล้วยังคงเหลือประเทศไทยเท่านั้นที่ยังไม่มี จึงได้วางแผนโครงการที่จะจัดทำหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยขึ้น โดยมีการประชุมครั้งแรกที่ หอพรรณไม้คว ในปี พ.ศ. 2507 มีนักพฤกษศาสตร์จากสถาบันพฤกษศาสตร์ชั้นนำของโลกหลายแห่งเข้าร่วมโครงการ เพื่อวางกฎเกณฑ์ การหาทุนในการจัดพิมพ์ การเขียนต้นฉบับ หลังจากนั้นจึงมีความร่วมมือในการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของพืชในประเทศไทย มีการพัฒนาบุคลากรของกรมป่าไม้ในการศึกษาทบทวนพรรณไม้ โดยส่งไปรับการอบรม และ/หรือ ศึกษาต่อ และหัวหน้าโครงการได้พยายามหาแหล่งทุนจากต่างประเทศที่จะสนับสนุนให้นักพฤกษศาสตร์ไทยมีความรู้กว้างขวางขึ้น จนในปี พ.ศ. 2513 ได้จัดพิมพ์หนังสือพรรณพฤกษชาติเล่มแรกของประเทศไทย จบจนกระทั่งปัจจุบันได้พิมพ์หนังสือพรรณพฤกษชาติไปแล้วทั้งสิ้น 19 เล่ม เป็นพรรณไม้จำนวนกว่า 3,000 ชนิด (ก่องกานดา, 2539)

หลังจากนั้นการศึกษาด้านอนุกรมวิธานพืชได้ดำเนินเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน มีการมอบหมายงานศึกษาทบทวนพรรณไม้ให้นักพฤกษศาสตร์ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ และมีการประชุมติดตามผลงาน

ทุก ๆ 3 ปี ซึ่งจะมีการพิจารณาปัญหาและอุปสรรคเพื่อหาทางแก้ไข โดยความช่วยเหลือของนักอนุกรมวิธานพืชต่างชาติอาวุโสที่เข้าร่วมเป็นคณะกรรมการของหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย ซึ่งผลงานในปัจจุบันพอสรุปได้ว่ามีความก้าวหน้ามากขึ้น เมื่อเทียบกับในระยะก่อน แต่ก็ยังไม่ทันต่อการพัฒนาประเทศ การประชุมครั้งล่าสุดจัดขึ้นในปี พ.ศ. 2542 ที่พิพิธภัณฑ์พืช เมืองไลเดน ผลการประชุมครั้งนั้นเป็นที่น่าพอใจว่าบรรดาพรรณไม้แต่ละวงศ์ของประเทศ ได้มีนักพฤกษศาสตร์ทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศรับผิดชอบในการศึกษา เว้นแต่พรรณไม้วงศ์ใหญ่ ๆ เช่น วงศ์เปปัลลา (Euphorbiaceae) ซึ่งมีพรรณไม้อยู่เกือบ 400 ชนิด ซึ่งเป็นไปได้ยาก และใช้ระยะเวลานานมากที่จะศึกษาโดยนักพฤกษศาสตร์เพียงคนเดียว จึงควรที่จะต้องตั้งเป็นโครงการใหญ่ที่ประกอบด้วยนักพฤกษศาสตร์ด้านอนุกรมวิธานที่เชี่ยวชาญทั้งจากประเทศไทย และต่างประเทศ เพื่อร่วมกันศึกษา ถ้าทำในลักษณะเช่นนี้แล้ว การวิจัยจะสำเร็จได้ในระยะเวลาอันสั้น

เนื่องจากการศึกษาด้านอนุกรมวิธานพืชเป็นงานวิจัยข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญต่องานด้านอนุรักษ์ทรัพยากรพืช และการศึกษาพืชในเชิงประยุกต์อื่น ๆ งานด้านนี้จึงจำเป็นต้องอาศัยการศึกษาอ้างอิงจากตัวอย่างพรรณไม้ของนักสำรวจและนักพฤกษศาสตร์ในยุคบุกเบิก และยุคต่อ ๆ มา โดยตัวอย่างพรรณไม้เหล่านั้นล้วนแต่มีความสำคัญ มีหลายตัวอย่างที่เป็นตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบ (type specimen) นอกจากนี้ยังต้องอาศัยเอกสารอ้างอิงที่สำคัญ โดยเฉพาะเอกสารอ้างอิงที่ดีพิมพ์ชื่อพฤกษศาสตร์ของพรรณไม้เป็นครั้งแรก (first publication) ทั้งตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบ และเอกสารอ้างอิงเหล่านี้ ส่วนมากจะเก็บรักษาไว้ในหอพรรณไม้ของประเทศต่าง ๆ ในทวีปยุโรป การทำงานวิจัยด้านนี้ของนักพฤกษศาสตร์ไทยจึงเกิดปัญหาอย่างมาก เนื่องจากการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน จำเป็นต้องศึกษาตัวอย่าง

พรรณไม้ต้นแบบ และเอกสารอ้างอิงที่สำคัญเหล่านั้น เพื่อเปรียบเทียบหาชื่อพฤกษศาสตร์ จึงจำเป็นต้องมีแหล่งทุนสนับสนุนการเดินทางไปตรวจเทียบตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบ และสืบค้นเอกสารการวิจัย ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้งานด้านนี้ล่าช้า และไม่ก้าวหน้า เท่าที่ผ่านมา การสรุปผลงานวิจัยพืชแต่ละวงศ์ต้องรอเงินทุนสนับสนุนจากต่างประเทศ ซึ่งจัดหาโดยนักพฤกษศาสตร์อาวุโสชาวต่างประเทศที่เป็นผู้รับผิดชอบโครงการอยู่ จากปัญหานี้จึงส่งผลให้การศึกษาทางพฤกษศาสตร์ด้านอื่น ๆ ชะงักงันไปด้วย เพราะการวิจัยใด ๆ ก็ตามถ้าขาดชื่อพืชที่ถูกต้องแล้วก็ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ แต่ถ้าหากมีการสนับสนุนการวิจัยทางด้านนี้มากขึ้น โครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยจะสำเร็จได้เร็วขึ้น นับตั้งแต่เริ่มต้นโครงการฯ จนถึงปัจจุบัน รวมระยะเวลากว่า 30 ปี ศึกษาพรรณไม้ได้เพียงประมาณร้อยละ 35 ของพรรณไม้ทั้งประเทศ

5.3 งานวิจัยทางพฤกษศาสตร์สาขาต่าง ๆ

การศึกษาและวิจัยทางพฤกษศาสตร์ ในประเทศไทย มีการศึกษาหลายสาขาร่วมกัน ในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 5 สาขา ได้แก่ อนุกรมวิธานพืช (plant taxonomy) ภายวิภาคศาสตร์ของพืช (plant anatomy) เรณูวิทยา (palynology) วิทยาเอ็มบริโอ (embryology) และเซลล์พันธุศาสตร์ของพืช (plant cytogenetics)

5.3.1 อนุกรมวิธานพืช การศึกษาในสาขานี้เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาทางพฤกษศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ เนื่องจากการศึกษาด้านอนุกรมวิธานพืชของพรรณไม้ในประเทศไทยยังไม่สำเร็จ จึงมีหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยที่เป็นคู่มือจำแนกพืชไม่ครบทุกวงศ์ บางครั้งจึงต้องอาศัยหนังสือพรรณพฤกษชาติของต่างประเทศ ในการจำแนกพืชเพื่อการวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น หนังสือ Flora of British India (ค.ศ. 1875-1897) ของประเทศอินเดีย หนังสือ Flore Générale de L' Indo-Chine (ค.ศ. 1908-1942) และ Flore du Cambodge du Laos et du Vietnam (ค.ศ. 1962-1975) ของประเทศกัมพูชา

เท่านั้น นอกจากนี้ปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ การขาดแคลนบุคลากรที่จะมาทำงานทางด้านนี้ ปัจจุบันมีนักศึกษาเริ่มหันมาสนใจวิชาการทางด้านนี้ แต่เนื่องจากเมื่อจบการศึกษาแล้วไม่มีตำแหน่งรองรับ จึงต้องไปประกอบอาชีพอื่น จึงเป็นที่น่าเสียดายที่ไม่สามารถเพิ่มจำนวนบุคลากรทางด้านนี้ได้ ทั้งที่โครงการพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย ซึ่งดำเนินการโดยกรมป่าไม้ ยังต้องการให้นักพฤกษศาสตร์ไทยเข้าร่วมโครงการมากขึ้น และยังคงส่งเสริมให้นักพฤกษศาสตร์รุ่นเยาว์หันมาสนใจงานด้านอนุกรมวิธานพืชเพื่อช่วยกันศึกษาทบทวนพรรณไม้วงศ์ต่าง ๆ ของประเทศ เพื่อที่ประเทศไทยจะได้มีหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศ ซึ่งเป็นคู่มือวิเคราะห์ชนิดพรรณไม้ และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยพืชในเชิงประยุกต์อื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศต่อไป

ลาว และเวียดนาม และหนังสือ Flora of Malay Peninsular (ค.ศ. 1921-1925) ของประเทศมาเลเซีย เป็นต้น

การศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานพืชของประเทศไทยเพื่อนบ้าน เช่น พม่า มาเลเซีย ลาว กัมพูชา และเวียดนาม นั้น ได้ดำเนินการเสร็จสิ้น และจัดทำหนังสือพรรณพฤกษชาติประจำถิ่น (Flora) มาเป็นเวลานานแล้ว โดยการศึกษาของชนชาติที่ปกครองอยู่ในประเทศเหล่านี้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อถึงปัจจุบันก็จำเป็นต้องมีการศึกษาทบทวนใหม่ เนื่องจากมีพรรณไม้ที่สำรวจพบเพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวนมาก ส่วนประเทศอินโดนีเซีย มีชาวดัตช์เป็นผู้รับผิดชอบและได้ดำเนินการศึกษาพรรณไม้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 ซึ่งได้ดำเนินการไปแล้วประมาณร้อยละ 25 ของพรรณไม้ทั้งประเทศ เนื่องจากประเทศอินโดนีเซียมีความหลากหลายของพืชค่อนข้างสูง ประมาณว่ามีพรรณพืชมากกว่า 40,000 ชนิด ส่วนประเทศไทยนั้นมีการสำรวจพรรณไม้โดยชาวต่างประเทศเมื่อ 200 ปีมาแล้ว แต่ยังไม่หนังสือพรรณพฤกษชาติประจำถิ่น

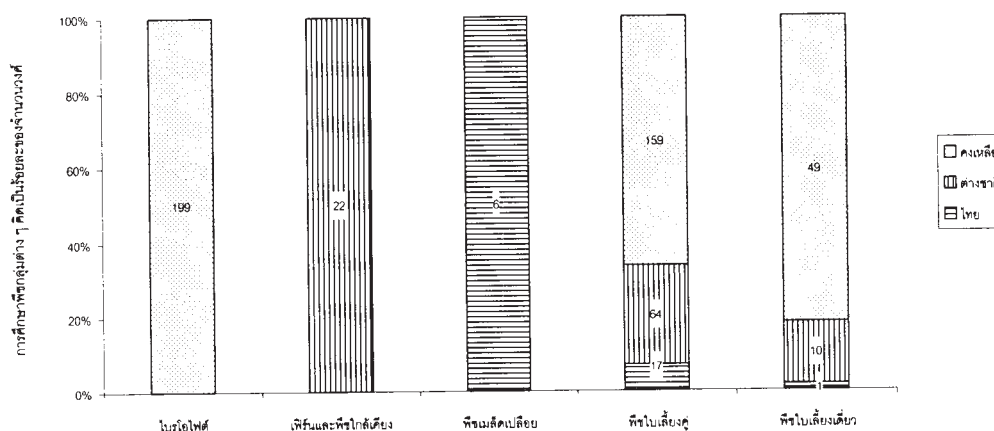
จนกระทั่งเมื่อปี พ.ศ. 2506 ได้เริ่มโครงการ
พรรณพฤกษชาติของประเทศไทยขึ้น และได้จัดพิมพ์
หนังสือพรรณพฤกษชาติเป็นเล่มแรก ในปี พ.ศ.
2513 และยังคงดำเนินการศึกษาเรื่อยมาถึงปัจจุบัน
รวมเวลา 30 ปี มีผลงานพิมพ์เผยแพร่รวม 19 ตอน
ประมาณร้อยละ 21.7 ของพรรณไม้ที่คาดว่าจะมีใน

ประเทศ การศึกษานี้ส่วนใหญ่เป็นผลงานวิจัยของ
ชาวต่างประเทศที่เข้ามาศึกษาในประเทศไทย
(Smitinand and Larsen, 1970-1975, 1979-
1981, 1984-1985, 1985, 1987-1992,
1988-1989, 1993; Larsen, 1996; Santisuk
and Larsen, 1997-1999) (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบผลงานวิจัยพรรณไม้ของประเทศไทย โดยนักพฤกษศาสตร์ไทย และต่างประเทศ
แสดงจำนวนวงศ์ สกุล และชนิดที่ศึกษา

จำนวน กลุ่มพืช	วงศ์ (ก/ข)	สกุล (ก/ข)	ชนิด (ก/ข)
ไบรโอไฟต์	-	-	-
เฟิร์นและพืชใกล้เคียง	22 (0/22)	59 (0/59)	297 (0/297)
พืชเมล็ดเปลือย	6 (6/0)	7 (7/0)	25 (25/0)
พืชดอก			
พืชใบเลี้ยงคู่	81 (17/64)	456 (57/399)	1,555 (268/1,287)
พืชใบเลี้ยงเดี่ยว	11 (1/10)	40 (1/39)	299 (5/294)
รวม	120 (24/96)	562 (65/497)	2,176 (298/2,176)

ก-ผลงานนักพฤกษศาสตร์ไทย ข-ผลงานนักพฤกษศาสตร์ต่างประเทศ



ภาพที่ 5.1 สถานภาพการศึกษาพืชในกลุ่มต่าง ๆ ของประเทศไทย (หมายเลข แสดงถึงจำนวนวงศ์;
ไทย หมายถึง ผลงานนักพฤกษศาสตร์ไทย; ต่างชาติ หมายถึง ผลงานนักพฤกษศาสตร์ต่างชาติ)

กลุ่มพืชที่ศึกษามี 4 กลุ่ม ได้แก่ ไบรโอไฟต์ เฟิร์นและพืชใกล้เคียง พืชเมล็ดเปลือย และพืชดอก ซึ่งแบ่งเป็น พืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ภาพที่ 5.1)

ไบรโอไฟต์ (bryophytes) เป็นกลุ่มพืชที่จัดเป็นพืชที่แท้จริงมีขนาดเล็ก ข้อมูลเกี่ยวกับพืชกลุ่มนี้ในประเทศไทยมีน้อยมาก มีผลงานที่ได้รับการเผยแพร่เพียง 1 เล่มเท่านั้น ได้แก่ Bryophytes in Thailand (ค.ศ. 1995) โดย Sornsamran and Thaithong (1995) หนังสือนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลตามชื่อชั้น (class) อันดับ (order) วงศ์ (family) สกุล (genera) ชนิด (species) และแหล่งที่พบ ไม่มีคำบรรยายลักษณะ และรูปวิธานจำแนกวงศ์ สกุล และชนิด ในประเทศไทยมีพืชกลุ่มนี้ทั้ง 3 ชั้น ได้แก่ ชั้น Bryopsida (Moss) มี 12 อันดับ 45 วงศ์ 167 สกุล 645 ชนิด ชั้น Anthocerotopsida (Hornworts) มี 1 อันดับ 1 วงศ์ 1 สกุล 1 ชนิด และชั้น Hepaticopsida (Liverworts) มี 4 อันดับ 31 วงศ์ 61 สกุล 281 ชนิด

เฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์น (ferns and fern allied) นักพฤกษศาสตร์ชาวญี่ปุ่นได้ศึกษาและพิมพ์ผลงานเกี่ยวกับกลุ่มเฟิร์น และพืชใกล้เคียงเฟิร์น ในหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (ค.ศ. 1979-1989) ทั้งสิ้น 4 ตอน จำนวน 22 วงศ์ 59 สกุล 297 ชนิด จำแนกเป็นพืชกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น ได้แก่ กลุ่มหวายทะนอย มี 1 วงศ์ 1 สกุล 2 ชนิด กลุ่มตีนตุ๊กแก มี 3 วงศ์ 3 สกุล 39 ชนิด และกลุ่มหญ้านอดปล้อง 1 วงศ์ 1 สกุล 1 ชนิด ส่วนกลุ่มเฟิร์น มี 17 วงศ์ 54 สกุล 255 ชนิด

พืชเมล็ดเปลือย (gymnosperms) เป็นพืชกลุ่มปรง และสน นักพฤกษศาสตร์ไทยได้ศึกษาเรียบร้อยแล้ว และพิมพ์ผลงานในหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (ค.ศ. 1972-1975) พบพืช 6 วงศ์ 7 สกุล 25 ชนิด

พืชดอก (angiosperms) เป็นกลุ่มพืชที่มีจำนวนชนิดมากที่สุด นักพฤกษศาสตร์ไทย และต่าง

ประเทศ ได้พิมพ์ผลงานในหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (ค.ศ. 1970-1999) ซึ่งแบ่งเป็น พืชใบเลี้ยงคู่ มี 81 วงศ์ 456 สกุล 1,555 ชนิด และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 11 วงศ์ 40 สกุล 299 ชนิด ผลงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นผลงานของนักพฤกษศาสตร์ชาวต่างประเทศ

5.3.2 กายวิภาคศาสตร์ของพืช เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์ เนื้อเยื่อ และโครงสร้างภายในของพืช ผลงานวิจัยในทวีปเอเชีย ช่วงปี พ.ศ. 2538-2542 ส่วนใหญ่เป็นผลงานจากประเทศอินเดีย 20 เรื่อง และเกาหลี 5 เรื่อง ไม่เคยมีผลงานวิจัยทางด้านนี้ของประเทศไทยที่ได้รับการเผยแพร่ในวารสารนานาชาติ

5.3.3 เรณูวิทยา เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาของสปอร์ และเรณู พัฒนาการของแกมีโทไฟต์เพศผู้ และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ผลงานวิจัยในทวีปเอเชีย ส่วนใหญ่มาจากประเทศอินเดีย 38 เรื่อง ได้หัว 13 เรื่อง ญี่ปุ่น 9 เรื่อง และจีน 8 เรื่อง ส่วนในประเทศไทยได้มีการศึกษาและวิจัยทางด้านนี้บ้าง แต่มีผลงานที่ได้รับการเผยแพร่ในวารสารนานาชาติเพียงฉบับเดียว

5.3.4 วิทยาเอ็มบริโอ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์กำเนิดเมกะสปอร์ แกมีโทไฟต์เพศเมีย เซลล์ไข่ ไซโกต และเอ็มบริโอ ผลงานวิจัยในทวีปเอเชีย ช่วงปี พ.ศ. 2538-2542 เป็นผลงานจากประเทศอินเดีย 10 เรื่อง และไม่เคยมีผลงานวิจัยทางด้านนี้ของประเทศไทยที่ได้รับการเผยแพร่ในวารสารนานาชาติ

5.3.5 เซลล์พันธุศาสตร์ของพืช เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์ และโครโมโซม ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับจำนวน ชนิดของโครโมโซม และพฤติกรรมของโครโมโซม ขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ผลงานวิจัยในทวีปเอเชีย ส่วนใหญ่เป็นผลงานจากประเทศอินเดีย ญี่ปุ่น และจีน ตามลำดับ สำหรับการศึกษในประเทศไทยยังมีน้อยมากเมื่อเทียบกับ 3 ประเทศข้างต้น และทุกประเทศที่กล่าวมา จะศึกษา

โครโมโซมของพืชใบเลี้ยงคู่เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากโครโมโซมมีขนาดใหญ่ และศึกษาได้ง่าย ส่วนสถานภาพผลงานวิจัยเกี่ยวกับโครโมโซมในประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2498-2542 มีการศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์มากพอสมควร ส่วนใหญ่ศึกษาในพืชใบเลี้ยง

เดี่ยว และไม่มีผลงานวิจัยในวารสารหรือสิ่งพิมพ์นานาชาติ ผลงานวิจัยในประเทศไทย มีดังนี้ กลุ่มพืชใบเลี้ยงคู่ มี 11 เรื่อง แต่เป็นผลงานของนักวิจัยไทยเพียง 3 เรื่อง และกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มี 14 เรื่อง เป็นผลงานของนักวิจัยไทยเพียง 5 เรื่อง เท่านั้น

5.4 ผลงานวิจัยด้านพฤกษศาสตร์จากการสนับสนุนของโครงการ BRT

ผลงานวิจัยที่ทางโครงการ BRT ให้การสนับสนุน (วิสุทธิ์ และคณะ, 2542) มีรายละเอียดดังนี้

5.4.1 อนุกรมวิธานพืช มีโครงการที่ได้รับการสนับสนุนจำนวน 34 โครงการ แบ่งเป็นการสำรวจพรรณไม้และสังคมพืช 10 โครงการ เป็นการสำรวจความหลากหลายของพรรณไม้ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง เช่น 1) โครงการที่วนอุทยานแห่งชาติขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย โดย ทวีศักดิ์ บุญเกิด และคณะ พบเฟิร์นและกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น 155 ชนิด พืชเมล็ดเปลือย 3 ชนิด และพืชดอก 437 ชนิด เป็นพรรณไม้ที่พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทยหลายชนิด ได้แก่ *Selaginella ciliaris* (Retz.) Spring, *Dendrobium denudans* D.Don, *Dillenia scabrella* (D.Don) Wall. และ *Bauhinia ornata* Kurz var. *subumbellata* (Pierre ex Gagnep.) K. & S.S. Larsen และคาดว่าเป็นพรรณไม้ชนิดใหม่ของโลก 2 ชนิด ได้แก่ *Oxalis* sp. และ *Drynaria* sp. 2) โครงการที่อุทยานแห่งชาติภูพาน โดย ประพนธ์ จันทระโนทัย และคณะ พบเฟิร์น 53 ชนิด พืชเมล็ดเปลือย 2 ชนิด และพืชดอก 520 ชนิด พบพืชชนิดใหม่ของโลก 1 ชนิด ได้แก่ *Boesenbergia baimaii* (กระชายวิสุทธิ์) และกำลังตรวจสอบอีก 5 ชนิด พบพรรณไม้เฉพาะถิ่น หลายชนิด ได้แก่ *Bauhinia lakhonensis* Gagnep. (ส้มเสี้ยวเถา), *Kaempferia filifolia* Larsen, *K. laotica* Gagnep., *K. siamensis* P. Sirirugsa และ *Germainia pilosa* Chai-anan (หญ้าขุมครี) 3) โครงการที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าไดโนเสาร์ โดย พวงเพ็ญ ศิริรักษ์ และคณะ พบพืช

เมล็ดเปลือย และพืชดอก 119 วงศ์ 364 สกุล 626 ชนิด และมีพรรณไม้ที่พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทย 1 ชนิด ได้แก่ *Pachylarnax praecalva* Dandy 4) โครงการที่อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง โดย มนุ ปานาทกุล และคณะ พบพรรณไม้มีท่อลำเลียงตามลำน้ำแม่มอน จำนวน 45 วงศ์ 99 สกุล 128 ชนิด และรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการวางแผนและจัดการอนุรักษ์แบบในสภาพป่า (*in situ*) ซึ่งเป็นการอนุรักษ์ในแหล่งที่อยู่อาศัยอันเหมาะสมต่อการปรับตัวของพรรณไม้ 5) อนุกรมวิธานของพืชให้สี ย้อมเส้นใยธรรมชาติ โดย ปิยชาติ ไตรสารสี พบพืชให้สี รวม 47 วงศ์ 109 สกุล 142 ชนิด ส่วนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ได้แก่ 6) เฟิร์นในอุทยานแห่งชาติภูจองนายอย จังหวัดอุบลราชธานี โดย ส่องศรี สุขสร้อย 7) โครงการที่ป่าบาลาฮาลา จังหวัดยะลา โดย ขวลิศ นิยมธรรม 8) โครงการที่อุทยานแห่งชาติดอยหลวง จังหวัดเชียงราย โดย วิไลวรรณ อนุสารสุนทร และคณะ 9) พรรณไม้พุ่มและไม้ต้น โดย ชัยชาญ มณีรัตน์รุ่งเรือง และ ไม้ล้มลุกและไม้เลื้อย โดย วรรณชัย ขาแท่น ที่เขาวังเขมร จังหวัดกาญจนบุรี 10) พืชสมุนไพรที่ป่าเต่าดำ จังหวัดกาญจนบุรี โดย อุไร จิรมงคลการ

การวิจัยพืชเฉพาะกลุ่ม เป็นการศึกษาพืชเฉพาะวงศ์ หรือสกุล ในเขตที่กำหนดไว้มี 11 โครงการ ได้แก่ 1) พืชวงศ์ขิง โดย สุรพล แสนสุข พบพืชชนิดใหม่ร่วมกับโครงการศึกษาพรรณไม้ที่อุทยานแห่งชาติภูพาน 2) วงศ์ผักปราบ โดย วิไลวรรณ มนุศิลป์ 3) วงศ์หญ้า โดย มณฑล นอแสงศรี ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน 4) สกุลเอื้องเห็ดม้า

(*Polygonum*) โดย ประภาพร ทับทิมทอง 5) สกุล กระดุมเงิน โดย อมรรัตน์ ประจักษ์สุต 6) เผ่ายอย Barleriinae โดย พัทธกิจ ใจคง ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยโครงการสกุล เอื้องเพ็ดมัว พบพืชชนิดใหม่ของประเทศ และอยู่ในอันดับใหม่ด้วย 1 ชนิด ได้แก่ *Persicaria lapathifolia* (L.) S.F. Gray var. *lanigera* (R. Br.) Chantar. & Tubtimtong ส่วนโครงการสกุลกระดุมเงิน พบพืชชนิดใหม่ของโลก 1 ชนิด ได้แก่ *Eriocaulon pseudoescape* (มณีนิล) และพรรณไม้ที่พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทย 19 ชนิด 7) สกุลหญ้าแห้วหมู (*Cyperus*) ในเขตกรุงเทพมหานคร โดย วีรญา บุญเตี้ย 8) พืชวงศ์ชิงตามแนวชายแดนไทย-มาเลเซีย โดย จรัส มากน้อย 9) พืชวงศ์ถั่วในเขตภาคเหนือตอนบน โดย จิตติพร ทรรคนิยากร และเจนจิรา จตุรัตน์ 10) พรรณไม้วงศ์น้อยหน่าในป่าดงดิบออก โดย ณรงค์ คุณขุนทด 11) เฟิร์นและกลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น ที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกห้วยยาง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดย ยุทธยา อยู่เย็น

การศึกษาทบทวนพรรณไม้ของประเทศไทย มีการศึกษาหลายโครงการ แต่ละโครงการได้บรรยายลักษณะพืช การกระจายพันธุ์ นิเวศวิทยา ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชื่อวิทยาศาสตร์และชื่อพ้อง และรูปวิธาน 14 โครงการ คือ 1) ศึกษาสกุลไม้ตีนนก (*Vitex*) โดย ประนอม จันทรโนทัย และสุทธิรา ชุมกระโทก พบพรรณไม้จำนวน 16 ชนิด เป็นพรรณไม้ชนิดใหม่ของประเทศ 1 ชนิด ได้แก่ *V. cochinchinensis* Dop และค้นพบชื่อพจนานุกรมของต้นหมากเล็กหมากน้อยที่ถูกต้อง คือ *V. scabra* Wall. ex Schauer ซึ่งถูกตั้งตั้งแต่ปี ค.ศ. 1847 นอกจากนั้นยังพบว่า *V. pierrei* Craib เป็นชื่อพ้องของผ้าเลียน (*V. canescens* Kurz) 2) สกุลไม้มะฮัง (*Macaranga*) โดย อัจฉรา ตรีวัฒนานนท์ พบพรรณไม้ 16 ชนิด 3) สกุลไม้ตองแตก (*Baliospermum*) และสกุลใกล้เคียง ได้แก่ สกุล *Blachia*, *Dimorphocalyx*, *Ostodes* และ *Pantadenia* โดย กัลยา

ภัทรหิรัญกนก พบพรรณไม้จำนวน 14 ชนิด 4) รวมพรรณไม้วงศ์กระดังงา (*Annonaceae*) โดย ปิยะ เฉลิมกลิ่น ได้พรรณไม้มารวม 30 สกุล 112 ชนิด ส่วนโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ ได้แก่ 5) สกุล พนมสวรรค์ (*Clerodendrum*) โดย จรัส สิริตวงศ์ 6) สกุลหญ้างู (*Hedyotis*) โดย คณิต แวงวาสิต 7) สกุลไม้ตั้งหน (*Calophyllum*) โดย สราวุธ แสงแก้ว 8) สกุลยางโอน (*Polyalthia*) โดย ภาสกร บุญชาติ 9) เผ่า Inuleae โดย พิมพ์ดี พรพงศ์รุ่งเรือง 10) วงศ์เปล้า (*Euphorbiaceae*) โดย ก้องกานดา ชยามฤต และคณะ 11) วงศ์บุกบอน (*Araceae*) โดย ดวงใจ ศุขเฉลิม และคณะ 12) สกุล *Acalypha* โดย ฉัตรชัย เงินแสงสรวย 13) สกุล *Cleistanthus* โดย ขวัญใจ รวยสูงเนิน 14) ชีวนุกรมวิธานของชงโคดำ (*Bauhinia*) โดย สุพจน์ แสงมณี

ทุกโครงการมีความน่าสนใจในเชิงวิชาการ ไม่ว่าจะเป็นการค้นพบพืชชนิดใหม่ของโลก จำนวน 10 ชนิด พบพืชที่ไม่เคยมีการบันทึกมาก่อนภายในประเทศจำนวนมาก ได้รูปวิธานซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการระบุชนิดของพืช ได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของพืช ทรัพยากรพืช และโครงสร้างป่าของสถานที่ทำการวิจัย เช่น อุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ อุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร และ จังหวัดกาฬสินธุ์ วนอุทยานน้ำตกขุนกรณ์ จังหวัดเชียงราย และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าไดโนเสาร์ จังหวัดสงขลา เป็นต้น

5.4.2 ภายวิภาคศาสตร์ของพืช ได้ข้อมูลเบื้องต้นของพืชบางชนิดใน 1) สกุลไม้ตีนนก โดย สุทธิรา ชุมกระโทก 2) สกุลเอื้องเพ็ดมัว โดย ประภาพร ทับทิมทอง 3) วงศ์ผักปราบ โดย วิไลวรรณ มนุสศิลป์ 4) สกุลกระดุมเงิน โดย อมรรัตน์ ประจักษ์สุต ส่วนโครงการที่กำลังดำเนินการวิจัย ได้แก่ 5) สกุลกนกหวดปลาตุก จำนวน 30 ชนิด โดย กมลหทัย พูลพงษ์ 6) กลุ่มข้าวทนเค็มและ สรรีวิทยา โดย อาทิตยา ฉิมรักแก้ว 7) เฟิร์นสกุลผักปึกไก่ (*Pyrrosia*) จำนวน 18 ชนิด โดย กนกอร โคตรนนท์

5.4.3 วิทยาเอ็มบริโอ จำนวน 1 โครงการ เป็นงานที่ไม่เคยมีการศึกษามาก่อนในประเทศไทย ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาการของเมกะสปอร์ และแกมีโทไฟต์เพศเมียของพืชวงศ์กก จำนวน 20 ชนิด โดย ปิยะรัตน์ อธิรัตน์

5.4.4 เซลล์พันธุศาสตร์ ได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ 1) จำนวนโครโมโซมของพืชบางชนิดในวงศ์ขิง จำนวน 39 ชนิด โดย สุรพล แสนสุข 2) พืชวงศ์เปปเปอร์ กำลังดำเนินการวิจัย โดย พวงผกา สุนทรชัย นาคแสง

5.4.5 เรณูวิทยา มีการศึกษาหลายโครงการ ซึ่งอยู่ในระหว่างการดำเนินการวิจัย ซึ่งจะได้ข้อ

มูลด้านเรณูวิทยาของ 1) พืชวงศ์เปปเปอร์ โดย โกสุม พิระมาน และคณะ 2) เรณูของพรรณไม้ในอ่างพรู เขาที่ยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ โดย รัฐพงษ์ พวงทับทิม และข้อมูลเบื้องต้นของพืชบางชนิดใน 3) สกุลไม้ตีนนก จำนวน 7 ชนิด โดย สุทธิรา ชุมกระโทก 4) วงศ์ขิง จำนวน 10 ชนิด โดย สุรพล แสนสุข 5) สกุลเอื้องพืดมา จำนวน 15 ชนิด โดย ประภาพร ทับทิมทอง 6) สกุลกระดุมเงิน จำนวน 12 ชนิด โดย อมรรรัตน์ ประจักษ์สูตร และ 7) ของพรรณไม้ในทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง โดย ปริญญา สุกแก้วมณี

5.5 งานวิจัยด้านพืชที่ควรได้รับการสนับสนุนอย่างเร่งด่วน

ดังจะเห็นได้ว่างานอนุกรมวิธานนี้มีความสำคัญต่อการเข้าใจ และสื่อสารกันในโลกแห่งธรรมชาติไม่ว่าพืชหรือสัตว์ บทบาทอย่างแรกของอนุกรมวิธานคือ การจำแนก และเรียกชื่อ ซึ่งมีตั้งแต่สมัยโบราณในการหาข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติ เพราะความเป็นอยู่ของมนุษย์นั้นขึ้นอยู่กับพืชมาตั้งแต่ดึกดำบรรพ์ ทั้งด้านอาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค เราจะสามารถใช้พืชเหล่านี้ได้ก็ต่อเมื่อรู้จักพืชชนิดนั้น ๆ เช่นเดียวกับการจัดการทรัพยากรพืชที่ต้องการข้อมูลจากการศึกษาสำรวจว่าบ้านเรามีจำนวนพืชอยู่กี่ชนิด อะไรบ้าง และมีกี่ชนิดที่ใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง ซึ่งต้องพึ่งงานอนุกรมวิธานเป็นอันดับแรก

จึงควรส่งเสริมการวิจัยการศึกษาทบทวนพืชดอก โดยเฉพาะวงศ์ หรือสกุลใหญ่ ๆ ให้มากขึ้น เพื่อที่จะได้มีรูปพรรณช่วยในการจำแนกพรรณไม้ เช่น ไม้วงศ์ก่อ (Fagaceae) ของไทยนั้นมีกว่า 100 ชนิด หรือประมาณร้อยละ 19 ของไม้ก่อกทั้งหมด ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คาดว่าหากมีการศึกษาทบทวนคงมีชนิดเพิ่มมากขึ้น เฉพาะสกุล *Quercus* ที่พบในประเทศไทยแห่งเดียวมีถึง 14 ชนิด หรือเท่ากับร้อยละ 14 นอกจากนี้ยังมี วงศ์กระดังงา (Annonaceae)

วงศ์สะระแหน่ (Lamiaceae) วงศ์อบเชย (Lauraceae) วงศ์ไทร (Moraceae) วงศ์หญ้า (Poaceae) วงศ์เข็ม (Rubiaceae) วงศ์ส้ม (Rutaceae) และวงศ์ขิง (Zingiberaceae) เป็นต้น เนื่องจากปัจจุบันสังคมพืชป่าดิบเขาได้รับการบุกรุกจากการทำไร่เลื่อนลอยซึ่งมีอยู่เกือบทุกหนทุกแห่ง การค้นคว้าวิจัยเพื่อหาความหลากหลายของชนิดพืชในวงศ์หรือกลุ่มต่าง ๆ นี้ควรได้รับการสนับสนุน เพราะถิ่นกำเนิดธรรมชาติของพืชได้ถูกทำลาย หรือเปลี่ยนสภาพไปมากในประเทศไทย เช่น ป่าในที่ลุ่มต่ำริมแม่น้ำใหญ่ ๆ (lowland forest) ส่วนใหญ่ได้กลายเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น และจะส่งเสริมการวิจัยในสาขาอื่นมากขึ้นด้วย

ดังนั้นการศึกษาทางพฤกษศาสตร์ในประเทศไทยจึงควรได้รับการส่งเสริมแบบต่อเนื่อง ทั้งการวิจัยในแนวกว้างและแนวลึก พร้อมทั้งมีการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ให้มากขึ้น การวิจัยแนวกว้าง เช่น การสำรวจพรรณไม้ การศึกษาโครงสร้างของป่า ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐาน ส่วนการวิจัยแนวลึกนั้น ควรส่งเสริมการวิจัยด้านการศึกษาทบทวนพรรณไม้เฉพาะกลุ่มมากขึ้น อาจเป็นสกุล หรือวงศ์ ซึ่งเป็นงานวิจัยที่เข้ากรอบของโครงการพรรณพฤกษชาติ

ของประเทศไทย เพราะจะได้ทราบถึงความผันแปรของลักษณะพืช ถิ่นกำเนิด เขตการกระจายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ และรูปิธานระบุพืช อันเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปสู่การเสาะแสวงหาแหล่งพันธุกรรมทางพืชที่สามารถนำไปปรับปรุงพันธุ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าทาง

การเกษตร ไม้ดอก ไม้ประดับ ไม้ผล ป่าไม้ เกล็ดขกรม เพราะพรรณไม้หลายชนิดมีศักยภาพที่จะนำมาคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปิธานที่ได้จะทำให้มีความสะดวกและง่ายในการศึกษาพืชกลุ่มนี้ต่อไป

5.6 การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของพืชมีทั้งการศึกษาวิจัยในแนวกว้างและแนวลึกองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้มามีประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยเชิงประยุกต์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศทั้งสิ้น เช่น การศึกษาวิจัยในแนวลึกทำให้เกิดรูปิธาน อันเป็นเครื่องมือที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งในการตรวจสอบเพื่อทราบชื่อวิทยาศาสตร์ของพืช ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ต้องใช้ในการอ้างอิงชื่อพืชที่นำมาใช้ในงานวิจัยเชิงประยุกต์ต่าง ๆ หากงานวิจัยใด ๆ ไม่มีชื่อวิทยาศาสตร์ งานวิจัยเหล่านั้นก็ไม่มีคุณค่าในเชิงวิชาการ หรือการวิจัยในแนวกว้างทำให้ทราบความหลากหลายของพรรณไม้ในแต่ละท้องถิ่น โครงสร้างของป่า สภาพนิเวศวิทยา และภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์ต่อการอนุรักษ์และการนำทรัพยากรพรรณไม้ในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและคุ้มค่า เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

เนื่องจากรากฐานการประเมินความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ คือการสำรวจว่าพืชมีทั้งหมดกี่ชนิด อะไรบ้าง และอยู่ที่ใด ดังนั้นการที่รัฐบาลจะปรับปรุง หรือวางแผนนโยบายในการลดอัตราการสูญเสียทรัพยากร การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชีวภาพให้เป็นไปอย่างยั่งยืน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อการเพิ่มพูนเศรษฐกิจของชาติ รัฐบาลต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพปัจจุบันของทรัพยากรชีวภาพอันได้แก่ พืช สัตว์ จุลินทรีย์ ฯลฯ ซึ่งหนังสือพิมพ์ข้อมูลเบื้องต้นของชนิด และจำนวนประชากร

ของทรัพยากรชีวภาพ ข้อมูลเหล่านี้เปรียบเสมือนต้นทุนของทรัพยากรที่เรามีอยู่ ก่อนที่จะจัดการบริหารทรัพยากรเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพ ทรัพยากรพืชเป็นต้นทุนที่สำคัญ ซึ่งประเทศไทยประกอบด้วยทรัพยากรพืชมากมายหลากหลายชนิดขึ้นอยู่ในป่าทุกสภาพของประเทศ นักพฤกษศาสตร์ด้านอนุกรมวิธานจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์จำแนกอย่างเร่งด่วน เพื่อให้ได้ข้อมูลต้นทุนที่ว่าพืชอะไรบ้าง มีมากน้อยเพียงใด และกระจายพันธุ์อยู่ที่ใด ชนิดใดมีความสำคัญอย่างไร เมื่อได้ข้อมูลเหล่านี้แล้ว นำมาวิเคราะห์คุณค่าของทรัพยากรพืชเหล่านั้น เพื่อนำมาวางแผนจัดการทรัพยากรเหล่านั้นให้เป็นประโยชน์ และเพิ่มพูนรายได้ให้กับประเทศชาติได้ แต่เนื่องจากปัจจุบันนักอนุกรมวิธานพืชของประเทศ มีจำนวนจำกัด การศึกษาด้านการจำแนกพืชจึงเป็นไปอย่างล่าช้า นอกจากต้องพึ่งพานักอนุกรมวิธานพืชจากต่างประเทศที่เคยร่วมมือกันมาเป็นเวลานานแล้ว ยังจำเป็นต้องเสริมสร้างและพัฒนา นักอนุกรมวิธานที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันให้มีจำนวนมากขึ้น ทั้งในหน่วยงานของรัฐ และในมหาวิทยาลัย เพื่อผลิตบัณฑิตให้มาปฏิบัติงานวิชาชีพทางด้านนี้ เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้วจะได้มีโอกาสใช้ความรู้ความสามารถที่ถนัดมาทำงานด้านนี้ รัฐบาลจึงควรกำหนดตำแหน่งไว้รองรับ เพื่อให้มาทำงานด้านอนุกรมวิธานพืชทดแทน และสานงานต่อจากนักอนุกรมวิธานพืชอาวุโสที่เชี่ยวชาญ เพื่อถ่ายทอดประสบการณ์ต่อไป

5.7 สรุป

5.7.1 การศึกษาทางด้านพืชส่วนใหญ่เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่มีหลายโครงการที่เป็นประโยชน์ เช่น โครงการศึกษาอนุกรมวิธานของพืชให้สัณฐานโยธรรมาชาติในประเทศไทย เป็นต้น และหากผู้สนใจนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการวิจัยในเชิงประยุกต์ก็จะมีประโยชน์มาก

5.7.2 นักวิชาการมีน้อย ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เมื่อเทียบกับปริมาณของทรัพยากรพืชของประเทศไทย ตั้งแต่มีการจัดสรรให้ทุนนักศึกษาทำการวิจัยพืช มีนักศึกษาให้ความสนใจมากขึ้น และผลงานของนักศึกษาก็มีคุณภาพ มีหลายคนสนใจที่จะศึกษาต่อในระดับสูงขึ้น และหลายคนยังสนใจที่จะทำการวิจัยทางความหลากหลายทางพืช ดังนั้นทาง

โครงการฯ น่าที่จะช่วยสนับสนุนต่อไป

5.7.3 การดำเนินการวิจัยที่ทาง BRT ได้สนับสนุนมานั้น มีความเหมาะสมทางด้านปริมาณ แต่คุณภาพคงต้องมีการกลั่นกรองมากขึ้น

5.7.4 ในกรณีที่ศึกษาทบทวนพรรณไม้ในแต่ละวงศ์ และสกุล ผู้วิจัยจำเป็นต้องมีการตรวจสอบ ตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบ ณ ต่างประเทศ เพื่อให้งานมีความสมบูรณ์มากขึ้น และสามารถตีพิมพ์ในระดับนานาชาติได้

5.7.5 กระตุ้นให้นักพฤกษศาสตร์นำความรู้ที่ได้จากการวิจัยพิมพ์เผยแพร่ และส่งเสริมให้นักวิจัยในสาขาอื่นนำความรู้นั้น หรือประสานงานกับนักพฤกษศาสตร์เพื่อทำการวิจัยในเชิงประยุกต์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กองกานดา ชยามฤต. 2539. ความก้าวหน้าของการศึกษาพรรณไม้ในประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการทางพฤกษศาสตร์เรื่อง “ทรัพยากรของเชิงเขาหิมาลัย”. 18-19 พฤศจิกายน. ณ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ และโรงแรมฮอลิเดย์อินน์ เชียงใหม่.
- วิสุทธิ ไบไม้ และคณะ (บรรณาธิการ). 2542. รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ.
- LARSEN, K. (ed.). 1996. Flora of Thailand. Vol. 6, part 2. Diamond Printing, Bangkok.
- SANTISUK, T. AND K. LARSEN (eds.). 1970-1975. Flora of Thailand. Vol. 2, part 1-3. Asret Press, Bangkok.
- SANTISUK, T. AND K. LARSEN (eds.). 1979-1981. Flora of Thailand. Vol. 2, part 4.-Vol. 3, part 1. Tistr Press, Bangkok.
- SANTISUK, T. AND K. LARSEN (eds.). 1984-1985. Flora of Thailand. Vol. 4, part 1.-2. Tistr Press, Bangkok.
- SANTISUK, T. AND K. LARSEN (eds.). 1985. Flora of Thailand. Vol. 3, part 2. Phonphan Printing Co., Bangkok.
- SANTISUK, T. AND K. LARSEN (eds.). 1987-1992. Flora of Thailand. Vol. 5, part 1-4. Chutima Press, Bangkok.
- SANTISUK, T. AND K. LARSEN (eds.). 1988-1989. Flora of Thailand. Vol. 3, part 3-4. Chutima Press, Bangkok.
- SANTISUK, T. AND K. LARSEN (eds.). 1993. Flora of Thailand. Vol. 6, part 1. Rumthai Press, Bangkok.
- SANTISUK, T. AND K. LARSEN (eds.). 1997-1999. Flora of Thailand. Vol. 6, part 3-4.-Vol. 7, part 1. Diamond Printing, Bangkok.
- SORNSAMRAN, R. AND O. THAITONG. 1995. Bryophytes in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

6. ไรสีขา

บทคัดย่อ

งานด้านอนุกรมวิธานของไรสีขาในประเทศไทยเริ่มต้นขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1971-1977 โดย H.H. Keifer และ L.C. Knorr ผู้ตีพิมพ์ผลงานการค้นพบไรสีขา 23 สกุล 35 ชนิดใน *Eriophyd Mites of Thailand* เมื่อปี ค.ศ. 1978 ในรายงานนี้มีไรสีขาจำนวน 7 สกุล 27 ชนิด ที่เป็นไรชนิดใหม่ของโลก หลังจากนั้นมีการศึกษาอนุกรมวิธานของไรศัตรูพืชในประเทศไทย โดยกลุ่มงานอนุกรมวิธานและวิจัย ไร กองกีฏวิทยาและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร (ขณะนี้เปลี่ยนเป็นกลุ่มงานวิจัยไรและแมลงมุม) ซึ่งพบไรสีขา รวม 10 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไรที่ได้รับการตั้งชื่อแล้ว แต่เพิ่งสำรวจพบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก จำนวน 4 ชนิด และเป็นไรชนิดใหม่ของโลก 1 ชนิด นอกจากนั้นยังมีรายงานการแพร่ระบาดของ *Acalitus adoratus* K บนสาบเลื้อย อีกด้วย

การศึกษานุกรมวิธานของไรสีขาในประเทศไทยได้เริ่มขึ้นอย่างจริงจังอีกครั้งหนึ่ง เมื่อ ศ. อังศุมาลย์ จันทราปัติย์ และ Prof. Jan Boczek ได้ร่วมกันเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ชนิดของไรสีขาในประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1989 เป็นต้นมา เมื่อนำผลงานการสำรวจไรสีขาโดย Keifer และ Knorr รวมกับผลงานของผู้วิจัยนับถึงปี ค.ศ. 1998 มีการค้นพบไรสีขาในประเทศไทยแล้วเป็นจำนวน 63 สกุล 122 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไรสีขาชนิดใหม่ของโลกจำนวน 26 สกุล 111 ชนิด เป็นไรที่ค้นพบและตั้งชื่อโดย ศ. อังศุมาลย์ จันทราปัติย์ และ Prof. Jan Boczek จำนวน 19 สกุล 84 ชนิด นอกจากนี้นี้ยังมีไรสีขาชนิดใหม่ที่อยู่ระหว่างการจัดพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ (ค.ศ. 1999-2000) อีกจำนวน 38 สกุล 57 ชนิด ซึ่งจัดเป็นไรสกุลใหม่ของโลกจำนวน 20 สกุล และยังมีไรชนิดใหม่ที่อยู่ระหว่างจัดเตรียมต้นฉบับอีก 9 สกุล 26 ชนิด ซึ่งเป็นไรสกุลใหม่ของโลก 3 สกุลด้วยกัน และพบไรที่เคยมีรายงานในประเทศอื่นมาก่อนแล้วอีก 7 ชนิด สำหรับไรที่อยู่ระหว่างการวิเคราะห์ชื่อวิทยาศาสตร์มีอยู่มากกว่า 100 ชนิด หากผลงานทั้งหมดได้รับการตีพิมพ์แล้ว ไรสีขาที่พบในประเทศไทยจะมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 98 สกุล 218 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไรสีขาที่พบเป็นครั้งแรกของโลก 49 สกุล 195 ชนิด ซึ่งเป็นไรที่ได้รับการตั้งชื่อโดย ศ. อังศุมาลย์ จันทราปัติย์ และ Prof. Jan Boczek จำนวน 42 สกุล 167 ชนิด และเป็นไรที่เพิ่งสำรวจพบในประเทศไทยจำนวน 23 ชนิดด้วยกัน

ศ. อังศุมาลย์ จันทราปัติย์. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543.

บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 89-109.

6.1 บทนำ

ศัตรูพืชซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พืชเกิดความเสียหายจนกระทั่งต้องสูญเสียผลผลิต หรือทำให้ผลผลิตของพืชด้อยคุณภาพนั้นมีอยู่หลายชนิด ในจำนวนศัตรูพืชที่สำคัญซึ่งทำให้เกษตรกรต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดนั้น มี “ไรศัตรูพืช” (Phytophagous mite) รวมอยู่ด้วย ไรศัตรูพืชที่จัดว่ามีความสำคัญและก่อให้เกิดปัญหาต่อการเกษตรกรรมทั่วโลกมี 4 วงศ์ด้วยกันคือ ไรแดงหรือไรแมงมุม (วงศ์ Tetranychidae), ไรแดงเทียมหรือไรแมงมุมเทียม (วงศ์ Tenuipalpidae), ไรขาว (วงศ์ Tarsonemidae) และ ไรสีขา (วงศ์ Eriophyidae)

ไรแดงหรือไรแมงมุมจัดเป็นไรศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นพืชในเขตหนาว เขตอบอุ่น เขตร้อน หรือแม้แต่พืชที่ปลูกอยู่ในเรือนกระจก ไรชนิดนี้ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วและวางไข่ได้มาก จึงทำให้พืชที่ถูกทำลายแสดงความเสียหายในเวลาอย่างรวดเร็ว ใบพืชที่ถูกไรชนิดนี้ดูดกินน้ำเลี้ยงมักเกิดการคายน้ำมาก จึงทำให้ใบแห้งและร่วงหล่นไปในที่สุด นอกจากไรแดงจะดูดกินใบพืชแล้ว ไรชนิดนี้ยังทำลายส่วนอื่น ๆ เช่น ดอกและผลอีกด้วย ไรแดงหรือไรแมงมุมเป็นไรศัตรูพืชที่มีขนาดใหญ่กว่าไรศัตรูพืชชนิดอื่น เคลื่อนไหวได้รวดเร็วและสามารถแพร่กระจายโดยปลิวไปกับลมได้ง่าย ไรแดงหรือไรแมงมุมส่วนใหญ่สามารถชักใยได้โดยใช้ระยางค์ที่ส่วนปากซึ่งมีต่อมเส้นใย (Silk gland) อยู่ภายใน จากลักษณะการชักใยนี้เอง จึงทำให้ไรชนิดนี้ได้ชื่อว่า “Spider mite” หรือไรแมงมุม ในประเทศไทยมีไรแมงมุมซึ่งเป็นศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ส้ม ทุเรียน มะละกอ กุหลาบ และถั่วต่าง ๆ เป็นต้น

ไรแดงเทียมหรือไรแมงมุมเทียมเป็นไรศัตรูพืชที่มีขนาดรองลงมาจากริดแดงหรือไรแมงมุม ไรชนิดนี้มีสีแดงหรือส้มอมแดง ลำตัวแบน เคลื่อนไหวได้เชื่องช้ามาก นอกจากนั้นยังขยายพันธุ์ได้ช้ามาก

เมื่อเทียบกับไรแดงหรือไรแมงมุม ไรแดงเทียมไม่สามารถชักใยได้ การโยกย้ายที่อยู่ส่วนใหญ่จะใช้วิธีติดไปกับชิ้นส่วนของพืชเป็นหลัก ไรแดงเทียมชอบดูดกินพืชบริเวณที่อวบน้ำ นอกจากนั้นยังดูดกินอยู่ตามใบพืชและกลีบดอกอีกด้วย พืชแทบทุกชนิดจะมีไรแดงเทียมอาศัยอยู่ด้วย แต่ปริมาณของไรชนิดนี้มักมีน้อย พืชจึงไม่ค่อยแสดงอาการผิดปกติให้เห็นสำหรับพืชที่ถูกไรแดงเทียมดูดทำลายจนเกิดความเสียหาย ได้แก่ กล้วยไม้ สับปะรด และ ไม้ประดับ เช่น อากาเว่ เป็นต้น

ไรขาวเป็นไรที่ชอบอาศัยอยู่ตามยอดอ่อนของพืช เนื่องจากมีอวัยวะดูดอาหารที่ค่อนข้างสั้น เมื่อเทียบกับไรแดงและไรแดงเทียม ไรชนิดนี้เจริญเติบโตได้ค่อนข้างรวดเร็ว พืชที่ได้รับความเสียหายจากไรขาว ได้แก่ พริก หม่อน เบญจมาศ และถั่วต่าง ๆ สาเหตุที่ไรชนิดนี้ได้ชื่อว่า “ไรขาว” ก็เพราะระยะตัวอ่อนของไรมีสีขาวขุ่น เกษตรกรสามารถมองเห็นจุดสีขาวนี้เคลื่อนไหวไปมาได้อย่างว่องไวบนใบพืช ไรชอบดูดกินตามบริเวณยอดอ่อน หากพืชถูกทำลายมากจะทำให้ยอดของพืชหงิกงอ หากเมื่อดูดกินที่ดอกก็จะทำให้ดอกร่วงหล่น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตได้

ไรสีขา (The four-legged mite หรือ Eriophyoid mite) เป็นไรที่มีขนาดเล็กที่สุดในบรรดาไรศัตรูพืชด้วยกัน โดยมีความกว้างของลำตัวประมาณ 50-70 ไมครอน และความยาวประมาณ 120-220 ไมครอน ศัตรูพืชชนิดนี้แพร่ระบาดอยู่ทั่วโลก และสามารถแพร่กระจายได้โดยติดไปกับชิ้นส่วนของพืช ท่อนพันธุ์ ติดไปกับแมลงและสัตว์อื่น หรือปลิวไปตามกระแสลม

รูปร่าง ลักษณะ และการดำรงชีวิตรวมทั้งการขยายพันธุ์ของไรสีขา จะแตกต่างจากริดศัตรูพืชชนิดอื่น สาเหตุที่ไรชนิดนี้มีชื่อว่า “ไรสีขา” ก็เพราะตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่จะมีขาเพียง 2 คู่ หรือ 4 ขา

และจำนวนขาของไรชนิดนี้จะไม่มีการเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตแต่อย่างใด ในขณะที่ไรศัตรูพืชอื่น ๆ เมื่อตัวอ่อนฟักออกจากไข่จะมีขา 3 คู่ เมื่อเข้าสู่ระยะวัยรุ่นที่ 1 ขาคู่หลังและเพิ่มขึ้นอีก 1 คู่ นอกจากนั้น ไรสัวยังมีรูปร่างยาวคล้ายหนอน (Wormiform) หรือมีส่วนหัวใหญ่กว่าส่วนท้าย ทำให้มีลักษณะคล้ายหยดน้ำหรือกระสวย (Fusiform) แต่ไรศัตรูพืชในวงศ์อื่น ๆ มักมีลำตัวอ้วนกลม หรือทรงรีคล้ายรูปไข่

การเจริญเติบโตของไรสัยาประกอบด้วยระยะไข่ ระยะวัยรุ่น 2 ระยะ และตัวเต็มวัย การเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลาประมาณ 7-15 วันเมื่ออุณหภูมิในอากาศไม่ต่ำหรือสูงจนเกินไป (24-32 องศาเซลเซียส) ไรสัยาสามารถขยายพันธุ์ได้ทั้งวิธีใช้เพศและไม่ใช้เพศ การขยายพันธุ์โดยใช้เพศของไรสัยานั้น เกิดขึ้นโดยไรเพศเมียใช้แผ่นปิดอวัยวะเพศ (Coverflap) หนีบนางน้ำเชื้อของไรเพศผู้ที่ทิ้งไว้ตามใบพืชหรือตามแหล่งที่คาดว่าจะมีไรเพศเมียเดินผ่าน และเก็บน้ำเชื้อไว้ภายในถุงบรรจุน้ำเชื้อ (Spermatheca) ซึ่งอยู่ภายในลำตัวไร

ไรสัยาที่อาศัยอยู่ในเขตหนาวจะมีการพักตัวในระยะตัวเต็มวัยเพศเมีย ทั้งนี้ไรเพศเมียมักจะทำการผสมพันธุ์ก่อนที่จะเข้าสู่ระยะพักตัว ไรสัยาเพศเมียที่เข้าสู่ระยะพักตัวนี้ จะดัดแปลงลักษณะภายนอกบางประการเพื่อให้เหมาะกับการดำรงชีวิตในช่วงวิกฤต ดังนั้นการศึกษานุกรมวิธานของไรสัยาในเขตหนาวจึงต้องแน่ใจว่าไรเพศเมียที่เก็บมาทำการจำแนกนั้น เป็นไรในระยะที่มีการเจริญเติบโตเป็นปกติ (ระยะ Protogyne) ไม่ใช่ไรในระยะพักตัว (ระยะ Deutogyne) เนื่องจากไรเพศเมียทั้ง 2 ระยะนี้ มักมีความแตกต่างกันมากจนทำให้เกิดความเข้าใจผิด และอาจทำการจำแนกเป็นไรคนละชนิดได้

ไรสัยาหลายชนิดจัดเป็นศัตรูพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น ข้าว ส้ม องุ่น มะพร้าว กระเทียม ข้าวโพด ฯลฯ โดยทั่วไปเราจะรู้จักไรสัยาจากลักษณะ

อาการของพืชที่แสดงออกก่อนที่จะรู้จักตัวไร เนื่องจากไรสัยามีขนาดเล็กมาก จึงยากแก่การสังเกตด้วยตาเปล่า ดังนั้นไรสัยาซึ่งทำลายพืชจึงมีชื่อเรียกตามลักษณะอาการที่ทำให้พืชผิดปกติหรือตามชนิดของพืชเป็นส่วนใหญ่ เช่น “ไรสนิมส้ม” ทำให้ผิวใบหรือพื้นผิวของผลส้มเขียวหวาน ส้มโอ ส้มจี๊ด และมะนาวบริเวณที่ถูกไรดูดทำลายกลายเป็นสีสนิม “ไรกำมะหยี่” ทำให้เกิดแผลบนขนคล้ายกำมะหยี่สีแดง เขียวอ่อน หรือน้ำตาลตามใบพืชและกิ่งอ่อน “ไรตาดอกมะม่วง” ทำให้ตาดอกของมะม่วงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ และ “ไรกระเทียม” ทำให้ใบของกระเทียมพ่นกันซึ่งเรียกว่า “อาการใบบ่วง” เป็นต้น นอกจากไรสัยาจะทำลายผลผลิตของพืชให้ได้รับความเสียหายแล้ว ไรสัยาบางชนิดยังเป็นพาหะในการนำเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคมารู้พืชได้อีกด้วย

ปัจจุบัน เกษตรกรทำการกำจัดไรสัยาโดยใช้สารเคมีเป็นส่วนใหญ่ และด้วยเหตุที่ไรชนิดนี้มีขนาดเล็ก จนยากแก่การมองเห็นด้วยตาเปล่านี้เอง จึงทำให้เกษตรกรส่วนมากใช้วิธีฉีดพ่นสารกำจัดไรหรือสารฆ่าแมลงปากดูดที่สามารถทำลายไรได้ โดยไม่แน่ใจว่ามีโรระบาดในแปลงเพาะปลูกหรือไม่ จึงนับว่าเป็นการสูญเสียต้นทุนการผลิตและเพิ่มปริมาณสารตกค้างในสภาพแวดล้อมโดยไม่จำเป็น

ในสภาพธรรมชาตินั้น ไรสัยามีศัตรูธรรมชาติที่คอยควบคุมปริมาณของไรไม่ให้แพร่ระบาดมาก เช่น เชื้อรา *Hirsutella thompsonii* Fisher และไรตัวห้ำ แต่การใช้สารเคมีที่มากเกินไปจนความจำเป็นหรือใช้สารที่เป็นอันตรายต่อศัตรูธรรมชาติ ก็ทำให้ศัตรูธรรมชาติเหล่านี้ถูกทำลายไป ในที่สุดก็เกิดการสูญเสียสมดุลในธรรมชาติไปโดยไม่สามารถเรียกคืนมาได้ ดังนั้นการควบคุมไรสัยาโดยใช้สารเคมีจึงควรทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันปัญหาไรดื้อยาและลดมลภาวะในสภาพแวดล้อม รวมทั้งเป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ผลิตและผู้บริโภคด้วย

การผลิตพืชผลทางการเกษตรในปัจจุบัน มุ่งเน้นการผลิตที่ไม่ทำลายสภาพแวดล้อม ดังนั้นรัฐบาล

จึงพยายามสนับสนุนที่จะให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรได้ทำการศึกษา ค้นคว้าหาวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยลดปริมาณสารเคมีลงให้มากที่สุด ขณะเดียวกันก็ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากศัตรูธรรมชาติ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน และจุลินทรีย์ ที่สามารถนำมาขยายพันธุ์ให้มีปริมาณมากและนำกลับไปใช้ในธรรมชาติได้ โรสชาศัตรูพืชก็มีศัตรูธรรมชาติที่จะช่วยควบคุมปริมาณไรให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นกัน แต่การศึกษาในด้านนี้ยังมีไม่มากพอที่จะเป็นข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในสภาพไรได้อย่างแท้จริงอย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะหาวิธีป้องกันกำจัดโรสชาที่ได้ผลนั้น เราจะต้องทราบข้อมูลเบื้องต้นโดยเฉพาะชนิดของไรที่พบว่าเป็นไรชนิด

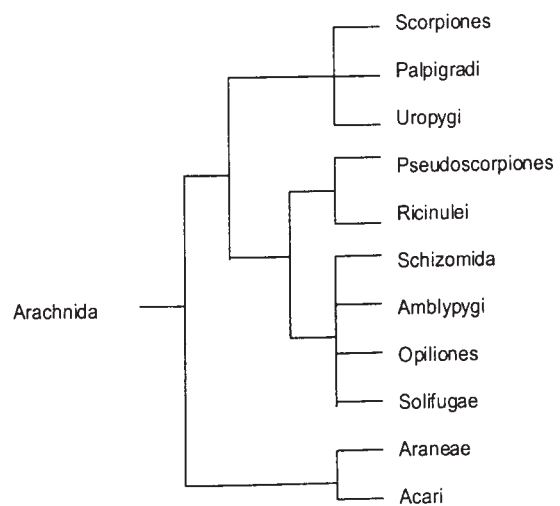
ใด จึงจะทำให้เราสามารถค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง ปัจจุบันข้อมูลด้านอนุกรมวิธานของโรสชาในประเทศไทยยังมีน้อยมาก เมื่อเทียบกับชนิดของพืชที่มีหลากหลาย โดยเฉพาะไม้ผล ไม้ดอกไม้ประดับ พืชสมุนไพร และพืชป่า ทั้งนี้เพราะโรสชาเป็นไรที่มีความเฉพาะเจาะจง (Host specificity) ต่อชนิดของพืชอาศัยมาก นอกจากนั้นประเทศไทยยังอยู่ในเขตร้อนซึ่งมีภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของไรได้ตลอดปี ฉะนั้นหากได้มีการรวบรวมและวิเคราะห์ชนิดของโรสชาอย่างจริงจังแล้ว เชื่อว่าจะพบโรสชานชนิดใหม่ของโลกอีกเป็นจำนวนมาก และเป็นการสร้างองค์ความรู้พื้นฐานให้กับงานวิจัยด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรสชาต่อไปในอนาคต

6.2 การตรวจเอกสาร

6.2.1 อนุกรมวิธานของสัตว์ในชั้น Arachnida

สัตว์ในชั้น (class) Arachnida หมายถึงสัตว์ที่มีลำตัวเป็นปล้อง ๆ มีขา 4 คู่ มีระยางค์ปากเรียกว่า Pedipalp และมีอวัยวะสำหรับจับอาหารลักษณะคล้ายคีม เรียกว่า Chelicerae ทั้ง Pedipalp และ Chelicerae สามารถดัดแปลงไปให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต สัตว์ซึ่งอยู่ในชั้น Arachnida มีหลายชนิด เช่น ไร เห็บ แมงมุม แมงป่อง และแมงดาทะเล เป็นต้น ถึงแม้ว่าการจัดแบ่งหมวดหมู่ของสัตว์ในชั้น Arachnida นี้จะค่อนข้างยาก เนื่องจากไม่มีข้อมูลด้าน Fossil มาสนับสนุนมากนักเหมือนสัตว์ในชั้นอื่น ๆ แต่นักอนุกรมวิธานก็ได้พยายามจำแนกชนิดของสัตว์ในกลุ่มนี้ออกเป็นชั้นย่อย (Subclass) โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ เท่าที่ปรากฏ เช่น Savory (1964) จำแนกสัตว์ในชั้น Arachnida ออกเป็น 11 ชั้นย่อย โดยจัดให้ไรและเห็บอยู่ในชั้นย่อยเดียวกันคือ ชั้นย่อย Acari ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มสัตว์ที่มีลำตัวไม่แบ่งเป็นปล้องอย่างชัดเจนเหมือนสัตว์ในชั้นย่อยอื่น ๆ นอกจากนั้นส่วนท้องของ Acari ก็ไม่แยกออกจากส่วนนอกอย่างเด่นชัดเหมือนแมงมุม ซึ่งอยู่ในชั้นย่อย Araneae (ภาพที่ 6.1)

Main (1972) เชื่อว่าสัตว์ในชั้น Arachnida มีชีวิตอยู่ในยุค Paleozoic ตอนกลาง เนื่องจากมีการค้นพบ Fossil ของไร *Protacarus crani* Hirst ซึ่งอยู่ในยุคนี้ และต่อมายังได้มีการค้นพบ Fossil ของไรที่เกิดในยุค Mesozoic ตอนปลายและยุค Cenozoic ตอนต้นอีกด้วย



ภาพที่ 6.1 การจัดลำดับชั้นย่อยของสัตว์ในชั้น Arachnida (Savory, 1964)

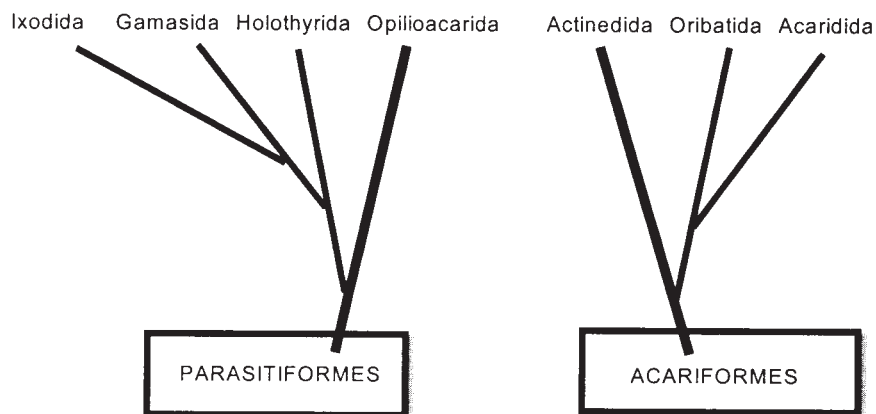
6.2.2 อนุกรมวิธานของสัตว์ในชั้นย่อย

Acari

Sharov (1966) กล่าวว่า สัตว์ในชั้นย่อย Acari ซึ่งประกอบด้วยไรและเห็บ ถือกำเนิดมาจากสัตว์ที่มีข้อปล้องตั้งแต่ยุค Devonian ตอนกลาง Main (1972) รายงานว่า Acari มีการปรับตัวให้เข้ากับที่อยู่อาศัยได้หลายแบบและมีรูปร่างแตกต่างกันมาก ต่อมาในปี ค.ศ. 1975 Lindquist รายงานว่า การที่ไรสามารถอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันมากนั้น เนื่องมาจากการแพร่กระจายของพืชอาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชในกลุ่ม Angiosperm ซึ่งมีการพัฒนามากในระยะ Mesozoic ตอนปลาย ยังผลให้มี Acari เกิดขึ้นมากในช่วงนี้ด้วย Krantz (1978) กล่าวว่า Acari มีการพัฒนามานานมาก เริ่มจากการเป็นตัวห้ำจับแมลงและสัตว์เล็ก ๆ เป็นอาหาร ต่อมาได้พัฒนาเป็นศัตรูพืช และอาศัยอยู่ในดินโดยกินเศษซากสัตว์เน่าเปื่อย ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินหรือเป็นตัวห้ำ นอกจากนั้น ไรหลายชนิดและเห็บได้พัฒนาเป็นตัวแทนของสิ่งมีชีวิตทั้งที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลังรวมทั้งมนุษย์ ไรตัวห้ำจัดเป็นไรที่มีประโยชน์ ในขณะที่ไรและเห็บอีกหลายชนิดให้โทษ โดยเป็นพาหะนำโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส ไรคิตเซีย และเชื้อรา มาสู่มนุษย์และสัตว์

นักอนุกรมวิธานมีความเห็นหลากหลายในการจำแนกหมวดหมู่ของ Acari อย่างไรก็ตามนักอนุกรมวิธานส่วนใหญ่จะจัดแบ่ง Acari ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ Acariformes และ Parasitiformes (Grandjean, 1935; Zakhvatkin, 1952; Van Der Hammen, 1971; Athias-Henriot, 1975) Krantz (1978) ได้จำแนกหมวดหมู่ของไรและเห็บออกเป็น 2 อันดับ (Order) คือ Acariformes และ Parasitiformes ซึ่งเป็นที่นิยมใช้อยู่ทุกวันนี้ ภายใต้อันดับทั้ง 2 อันดับนี้จะแบ่งออกเป็น 7 อันดับย่อย (Suborder) ได้แก่ Opilioacarida, Holothyrida, Gamasida, Ixodida (เห็บ), Actinedida, Oribatida และ Acaridida (ภาพที่ 6.2)

แม้ว่ามนุษย์จะรู้จักกับ Acari โดยเริ่มจากเห็บสุนัขมาเป็นเวลานานตั้งแต่ก่อนคริสตกาล แต่การศึกษาด้านอนุกรมวิธานของ Acari ปรากฏเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1735 เมื่อ Linnaeus ได้ตั้งชื่อสกุล (Genus) ของไรชนิดหนึ่งว่า *Acarus* ในหนังสือชื่อ Systema Naturae เล่มที่ 1 ต่อมาในปี ค.ศ. 1758 เขาได้กำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของไรชนิดเดียวกันนี้ว่า *Acarus siro* ผลงานด้านอนุกรมวิธานของไรได้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งในหนังสือ Systema Naturae เล่มที่ 10 ก็ได้ปรากฏชื่อวิทยาศาสตร์ของไรไม่น้อยกว่า 30 ชนิด (Krantz, 1978)



ภาพที่ 6.2 การจำแนกหมวดหมู่ของสัตว์ในชั้นย่อย Acari (Krantz, 1978)

การที่ Acari มีเขตแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง และอาศัยอยู่ทั่วทุกหนแห่ง ไม่ว่าจะเป็นบนพืชในอากาศ ในแม่น้ำลำคลอง มหาสมุทร หรือแม้แต่ตามลำตัวและที่อยู่อาศัยของสัตว์ จึงทำให้มีผู้ค้นพบไรและเห็บชนิดใหม่เพิ่มขึ้นอยู่เสมอ ในปี ค.ศ. 1978 Krantz รายงานว่ามีไรและเห็บที่ได้รับการตั้งชื่อแล้วกว่า 30,000 ชนิด พร้อมทั้งได้คาดคะเนว่ายังมี Acari อีกไม่น้อยกว่า 500,000 ชนิดที่รอการค้นพบอยู่ในขณะนี้

6.2.3 ประวัติการค้นพบโรสชา

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโรสชาที่มีอยู่ในปัจจุบัน พบว่า แม้โรสชาจะเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กซึ่งยากที่จะสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ก็เป็นที่เชื่อกันว่าสิ่งมีชีวิตชนิดนี้ได้อุบัติขึ้นในโลกมาเป็นเวลานาน เช่นเดียวกับสัตว์ชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิด Jeppson *et al.* (1975) รายงานว่ามีผู้พบ Fossil ของโรสชาอายุไม่ต่ำกว่า 50 ล้านปี ใน Maslin Sand ทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย คาดว่าเป็นซากของโรสชาซึ่งอาศัยอยู่บนพืชโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย (Leaf vagrant)

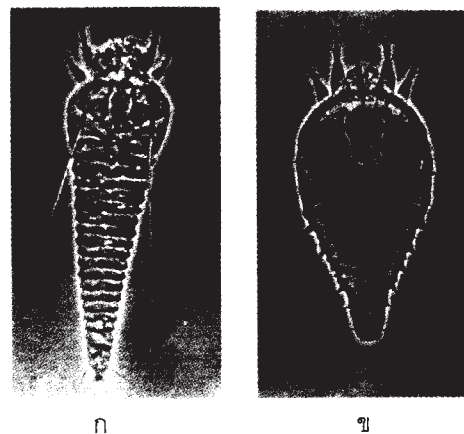
รายงานการค้นพบโรสชาปรากฏขึ้นเป็นครั้งแรกเมื่อ Reaumur ได้ตีพิมพ์ข้อความเกี่ยวกับโรสชาซึ่งพบในปมของใบพืชในปี ค.ศ. 1737 ขณะนั้นเป็นที่เข้าใจว่าลักษณะอาการที่ผิดปกติบนใบพืชเช่นนี้ เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา ในบทความนี้ Reaumur เรียกลักษณะปุ่มปมบนใบพืชว่า "Nail gall" และเรียกลักษณะการสร้างแผลบนกิ่งก้านว่า "Mold gall" ต่อมา Persoon (1797) ได้ตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตซึ่งเข้าใจว่าเป็นเชื้อราที่ทำให้พืชเกิดอาการคล้ายแผลบนกิ่งก้านนี้ว่า *Erineum* และ *Phyllerium*

ในปี ค.ศ. 1834 Fee กล่าวว่าภายในแผลบนกิ่งก้านนี้ไม่มีสปอร์ แต่มีตัวหนอนตัวเล็ก ๆ อยู่เป็นจำนวนมาก หลังจากนั้นจึงได้เริ่มมีการตั้งชื่อสกุลของโรสชาศัตรูพืช เช่น *Eriophyes* (Siebold, 1851) และ *Phytoptus* (Dujardin, 1851) เป็นต้น (Lindquist and Amrine, 1996) สำหรับโรสชาในแผลบน

กิ่งก้านที่พบโดย Reaumur เมื่อปี ค.ศ. 1737 นั้น ต่อมาได้รับการตั้งชื่อว่า *Phytoptus tiliae* (Pagenstecher, 1857)

6.2.4 ความสำคัญของโรสชา

โรสชาเป็นไรศัตรูพืชซึ่งมีขนาดเล็กที่สุด มีลำตัวยาวคล้ายหนอนหรือมีส่วนหัวป้านและส่วนท้ายแหลม ที่ส่วนท้องแบ่งเป็นปล้องอย่างชัดเจนติดกับไรศัตรูพืชในวงศ์อื่น ๆ ทั่วไป (ภาพที่ 6.3) การที่โรสชามีขนาดเล็กมากนั้น นับว่าเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีพเป็นอย่างยิ่ง เพราะช่วยให้โรสชาสามารถอาศัยอยู่ได้ทุกส่วนของพืช เช่น บนใบ ใต้ใบ ในซอกฐานรองดอก ในดอก ในตาดอก ตามซอกกิ่ง ก้านใบ ฯลฯ (ยกเว้นรากที่แท้จริง) นอกจากนั้น การที่โรสชาสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว และไข่ที่ไม่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อเพศผู้ก็สามารถฟักเป็นตัวได้ ทำให้โรสชาแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น Jeppson *et al.* (1975) กล่าวว่า โรสชามีความเฉพาะเจาะจงต่อชนิดของพืชมากอย่างน้อยที่สุดในระดับสกุลของพืช จึงทำให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นยังอยู่ในวงจำกัด



ภาพที่ 6.3 ก) โรสชาซึ่งมีรูปร่างคล้ายหนอน (Wormiform) ข) โรสชาที่มีส่วนหัวป้านและส่วนท้ายแหลม (Fusiform)

โรสชาที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชส่วนใหญ่จะไม่ทำให้พืชอาศัยตายในทันที แต่จะกระตุ้นให้พืชที่ถูกดูดกินสร้างเซลล์ผิดปกติ เพื่อเป็นอาหารและที่อยู่อาศัยของลูกอ่อนต่อไป ลักษณะความ

ผิดปกติที่เกิดขึ้นนี้มีหลายชนิด เช่น การเกิดปุ่มหรือปมตามใบหรือกิ่งก้านของพืช เช่น ใบชะอมหรือใบมะม่วงที่กอดกันเป็นก้อนกลม ปมที่เกิดขึ้นนี้อาจเป็นปมที่ปิดสนิท ไรจะขยายพันธุ์อยู่ภายในปม เช่น ปมที่พบบนใบหนามพุดตอ อย่างไรก็ตาม ไรหลายชนิดจะสร้างปมที่ไม่ปิดสนิท เช่น ปมที่พบตามใบกระท้อน ภายในปมเหล่านี้จะมีแมลงอ่อนนุ่มคล้ายกำมะหยี่ เป็นที่อยู่อาศัยของไรสีเขียวต่าง ๆ จำนวนมาก นอกจากนี้ ไรสีเขียวบางชนิดทำให้ส่วนของพืชที่ถูกทำลายกลายเป็นสีสนิม เมื่ออาการเช่นนี้เกิดขึ้นบนใบพืช มักจะทำให้ใบแห้งหรือร่วงหล่นได้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าไรสีเขียวเป็นโรคศัตรูพืชที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อพืชอาศัยได้เช่นเดียวกับโรคศัตรูพืชในวงศ์อื่น

6.2.5 การศึกษาด้านนิเวศวิทยาและการป้องกันกำจัดไรสีเขียวในประเทศไทย

ไรสีเขียวหลายชนิดในประเทศไทยจัดว่าเป็นศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจ และทำความเสียหายต่อผลผลิต ทั้งในรูปของการสูญเสียผลผลิต และทำให้ผลผลิตด้อยคุณภาพ ดังนั้นจึงได้มีนักวิจัยหลายท่าน โดยเฉพาะกลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม ให้ความสนใจศึกษาถึงชีววิทยา การขยายพันธุ์ของไร ปริมาณการแพร่กระจายของไร การประเมินความเสียหายของพืช รวมทั้งการป้องกันกำจัดโดยเน้นการใช้สารเคมี พืชที่ได้รับ ความเสียหายจากไรสีเขียวและได้รับการศึกษาค้นคว้าด้านนิเวศวิทยาและการป้องกันกำจัด ได้แก่ มะม่วง กระเทียม กระถ่อน ลิ้นจี่ ลำไย ส้มโอ ส้มเขียวหวาน และพุทรา เป็นต้น (เทวินทร์ และฉัตรชัย, 2537; เทวินทร์ และมานิตา, 2539; เทวินทร์ และคณะ, 2533, 2539; มานิตา และคณะ, 2528, 2529, 2530, 2531; Baker and Chandrapatya, 1989; Chandrapatya, 1987) นอกจากนั้นยังได้มีการศึกษาถึงการใส่สารสกัดจากสะเดาเพื่อกำจัดไรสนิมส้ม รวมทั้งศึกษาผลกระทบที่จะมีต่อศัตรูธรรมชาติอีกด้วย (เทวินทร์ และคณะ, 2538)

ไรสีเขียวมีศัตรูธรรมชาติหลายชนิด โดยเฉพาะเชื้อรา *H. thompsonii* ซึ่งแพร่ระบาดอยู่ทั่วไป

ในสภาพธรรมชาติ จึงได้มีการทดลองผลิตเชื้อรา *H. thompsonii* ให้มีปริมาณมาก และนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการใช้เชื้อราชนิดนี้กำจัดไรสนิมส้มทั้งในสภาพห้องทดลองและสภาพไร่ (อังศุมลย์, 2532; Chandrapatya, 1994, 1995; Chandrapatya and Dilokkunanant, 1988; Chandrapatya and McCoy, 1992; Maimala *et al.*, 1999)

อย่างไรก็ตามไรสีเขียวหลายชนิดที่อาศัยอยู่บนพืชก็ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย และในทางตรงกันข้ามไรสีเขียวบางชนิดนอกจากจะดูดกินพืชจนเกิดความเสียหายแล้ว ยังสามารถถ่ายทอดโรคไวรัสในพืช (Slykhuis, 1969, 1972; Oldfield, 1970) ถ่ายทอดเชื้อรา และไมโครพลาสมาได้ด้วย (Boczek *et al.*, 1989)

6.2.6 อนุกรมวิธานของไรสีเขียว

การศึกษาด้านอนุกรมวิธานของไรสีเขียวเริ่มขึ้นอย่างจริงจังในทวีปยุโรป โดยเฉพาะช่วงปี ค.ศ. 1889-1929 Alfred Nalepa ชาวออสเตรีย ได้ศึกษานิดของไรสีเขียวเป็นเวลา 40 ปีติดต่อกัน และได้ตั้งชื่อไรสีเขียวชนิดใหม่ ๆ ไว้กว่า 400 ชนิด (Species) ในระยะใกล้เคียงกันนี้ก็มียกอนุกรมวิธานของไรสีเขียวเกิดขึ้นในยุโรปอีกหลายท่าน เช่น Giovanni Canestrini (ค.ศ. 1891-1897) ตั้งชื่อไรสีเขียวไว้ 53 ชนิด

นักอนุกรมวิธานของไรสีเขียวที่สำคัญและมีผลงานมากอีกท่านหนึ่งคือ H.H. Keifer ชาวอเมริกัน ผู้เริ่มทำการวิเคราะห์ชนิดของไรสีเข้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 เป็นเวลาติดต่อกันกว่า 50 ปี ไรสีเขียวที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นไรในทวีปอเมริกา นอกจากนั้นยังมีไรที่มาจากทวีปอื่น ๆ โดยความร่วมมือของนักกีฏวิทยาในท้องถิ่น ไรสีเขียวที่ได้รับการตั้งชื่อโดย Keifer มีมากกว่า 113 สกุล 700 ชนิด (Lindquist and Amrine, 1996) นักอนุกรมวิธานอีกหลายท่านที่ได้ทำการจำแนกชนิดของไรสีเขียวในประเทศต่าง ๆ ไว้เป็นจำนวนมาก เช่น Boczek (โปแลนด์), Shevtchenko (รัสเซีย), Farkas (ฮังการี), Liro (ฟินแลนด์), Manson (นิวซีแลนด์),

Smith Meyer (แอฟริกาใต้), Mohanasundaram, Chakrabarti และ ChannaBasavanna (อินเดีย) และ Kuang (ไต้หวัน) เป็นต้น

นักอนุกรมวิธานมีความเห็นเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ของไรสีชาแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันนักอนุกรมวิธานของไรสีชาส่วนมากนิยมจัดไรชนิดนี้ไว้ในวงศ์ใหญ่ (Superfamily) Eriophyoidea ภายใต้อันดับย่อย Prostigmata หรือ Actinedida ซึ่งเทียบเท่ากับ

-โคฮอร์ตใหญ่ (Supercohort) Prostigmata ภายใต้อันดับย่อย Trombidiformes (Baker et al., 1958)

-อันดับ Prostigmata (Evans et al., 1961) และ

-อันดับย่อย Prostigmata (Krantz, 1970)

Newkirk and Jeppson (1975) จัดแบ่งไรสีชาออกเป็น 3 วงศ์ ได้แก่ Nalepellidae, Eriophyidae และ Diptilomiopidae ต่อมา Krantz (1978) จัดทำแนวทางวินิจฉัยวงศ์ของไรในอันดับ Actinedida และจำแนกไรสีชาออกเป็น 3 วงศ์ ได้แก่ Eriophyidae, Rhyncaphytophidae และ Sierraphytophidae

ในปี ค.ศ. 1982 Davis et al. ใช้ลักษณะของอวัยวะกินอาหารและจำนวนเส้นขนบน Propodosoma ในการจำแนกไรสีชาออกเป็น 6 วงศ์ ได้แก่ Ashieldophyidae, Pentasetacidae, Nalepellidae, Phytophidae, Eriophyidae และ Diptilomiopidae (Rhyncaphytophidae) ต่อมาในปี ค.ศ. 1996 Amrine ได้จัดทำแนวทางวินิจฉัยสกุลของไรสีชาทั่วโลก และสรุปว่าไรสีชาที่อยู่ด้วยกันทั้งหมด 3 วงศ์ คือ

1) Phytophidae (มี Nalepellidae และ Pentasetacidae เป็น Synonym)

2) Eriophyidae (มี Ashieldophyidae เป็น Junior synonym) และ

3) Diptilomiopidae (มี Rhyncaphytophidae เป็น Junior synonym)

6.2.7 การจำแนกสกุลของไรสีชา

การวินิจฉัยสกุลและชนิดของไรสีชาจะใช้ไรเพศเมียซึ่งอยู่ในระหว่างการเจริญเติบโต (Protoygne) เท่านั้น อย่างไรก็ตามไรสีชาเพศเมียในเขตอบอุ่นและเขตนานจะมีอาการพักตัวเพื่อหลีกเลี่ยงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม Keifer (1952) เรียกไรเพศเมียระยะนี้ว่า Deutoygne ซึ่งอาจเกิดในช่วงต้นหรือปลายฤดูของการปลูกพืช ขึ้นอยู่กับสรีรวิทยาของพืช (Oldfield and Newell, 1973) ดังนั้นการวิเคราะห์ชนิดของไรสีชาในเขตอบอุ่นและเขตนานจึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ ไรเพศเมียระยะ Deutoygne อาจมีรูปร่างลักษณะแตกต่างจากไรเพศเมียระยะ Protoygne มาก จนอาจทำให้เข้าใจผิดและจำแนกเป็นไรชนิดใหม่ได้ (Jeppson et al., 1975; Krantz, 1978)

การจัดทำแนวทางวินิจฉัยสกุลของไรสีชาค่อนข้างลำบาก เนื่องจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ชนิดของไรสีชาในยุคต้น ๆ ค่อนข้างกระจัดกระจายหรือสูญหาย อย่างไรก็ตามนักอนุกรมวิธานหลายท่านก็ได้พยายามรวบรวมเอกสารและตรวจสอบ Type species เท่าที่มีอยู่ตามพิพิธภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อจัดทำแนวทางวินิจฉัยไรสีชาในระดับสกุล (Key to genera) พร้อมทั้งจัดพิมพ์ Catalog สำหรับเป็นคู่มือการศึกษาเกี่ยวกับอนุกรมวิธานของไรสีชาต่อไป แนวทางวินิจฉัยสกุลของไรสีชาที่มีปรากฏให้เห็นไม่มากนัก เนื่องจากความยากลำบากในการหาเอกสารอ้างอิงดังกล่าวแล้ว ในปี ค.ศ. 1966 Boczek จัดทำแนวทางวินิจฉัยเพื่อแยกไรสีชาออกเป็น 95 สกุลด้วยกัน ต่อมา Newkirk and Keifer (1975) ได้จัดพิมพ์แนวทางวินิจฉัยสกุลของไรสีชาไว้ในหนังสือชื่อ Mites Injurious to Economic Plants ซึ่งเป็นหนังสือที่ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับไรศัตรูพืชหลายชนิดรวมทั้งไรสีชา และจัดเป็นหนังสือที่มีผู้นิยมใช้กันแพร่หลายมาจนปัจจุบันนี้ นอกจากการจัดทำกุญแจวินิจฉัยในระดับสกุลแล้ว ยังมีข้อ

มูลเกี่ยวกับไรสีขาที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ข้อมูลด้านชีววิทยา นิเวศวิทยา และการป้องกันกำจัด เป็นต้น ในอนุเจวินิจนัยสกุลของไรสีขาที่จัดทำโดย Newkirk and Keifer นั้น มีการจำแนกสกุลของไรสีขาออกเป็น 115 สกุล และมีการกล่าวถึงไรสีขาที่เป็นศัตรูพืช 1,800 ชนิด (Lindquist and Amrine, 1996)

อย่างไรก็ดี แนวทางวินิจนัยสกุลของไรสีขาที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 แนวทางด้วยกันคือ Generic Keys to World Fauna of Eriophyid Mites จัดทำโดย Boczek et al. (1989) ซึ่งจำแนกไรสีขาออกเป็น 209 สกุล และ Keys to World Genera of the Eriophyoidea จัดทำโดย Amrine (1996) ซึ่งจำแนกไรสีขาออกเป็น 237 สกุล ประกอบด้วย ไรสีขาในวงศ์ Phytoptidae 18 สกุล, วงศ์ Eriophyidae 180 สกุล และวงศ์ Diptilomiopidae 39 สกุล นอกจากนี้ยังได้จัดสกุลของไรที่เป็นเชื้อพ้อง

ไว้อีก 29 สกุลด้วยกัน

6.2.8 จำนวนชนิดของไรสีขาที่สำรวจพบทั่วโลก

Davis et al. (1982) รวบรวมเอกสารการวิเคราะห์ชื่อของไรสีขากว่า 800 เรื่อง พบไรที่ได้รับการตั้งชื่อแล้วจำนวน 156 สกุล 1,859 ชนิด อาศัยอยู่บนพืช 1,665 ชนิด และได้จัดพิมพ์ข้อมูลเกี่ยวกับชื่อไรรวมทั้งชื่อและวงศ์ของพืชอาศัยไว้ใน Catalog of Eriophyid Mites ต่อมา Amrine and Stasny (1994) จัดพิมพ์ Catalog of the Eriophyoidea ซึ่งรวบรวมชื่อของไรสีขาจำนวน 2,884 ชนิดภายใต้ 237 สกุล รวมทั้งพืชอาศัยของไรสีขาจำนวน 2,516 ชนิด ผลงานชิ้นนี้ได้มาจากเอกสารด้านอนุกรมวิธานของไรสีขากว่า 4,000 เรื่อง ในปีเดียวกันนี้ Boczek and Griffiths (1994) รายงานว่าไรสีขาในโลกที่ได้รับการค้นพบแล้วมีจำนวน 224 สกุล 2,400 ชนิด

ตารางที่ 6.1 จำนวนของไรสีขาที่ได้รับการวิเคราะห์ชื่อในช่วงปี ค.ศ. ต่าง ๆ ทั่วโลก
ที่มา: Amrine and Stasny (1994)

ช่วงปี ค.ศ. ที่พบไรสีขาชนิดใหม่	จำนวนไรสีขาชนิดใหม่	จำนวนรวมของไรสีขา	อัตราการค้นพบ ไรสีขาชนิดใหม่/ปี
1836-1880	27	27	0.6
1880-1889	32	59	3.2
1890-1899	288	347	28.8
1900-1909	104	451	10.4
1910-1919	185	636	18.5
1920-1929	147	783	14.7
1930-1939	113	896	11.3
1940-1949	168	1,064	16.8
1950-1959	217	1,281	21.7
1960-1969	451	1,732	45.1
1970-1979	338	2,070	33.8
1980-1989	559	2,629	55.9
1990-1992	220	2,838	73.3

Amrine and Stasny (1994) ทำการวิเคราะห์จำนวนของไรสียาที่ได้รับการจำแนกชื่อจำนวน 2,884 ชนิด โดยแยกตามปีที่ได้รับการตั้งชื่อและสรุปว่าจำนวนการค้นพบไรสียาชนิดใหม่มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะในช่วงศตวรรษที่ 19 (ตารางที่ 6.1) จึงเป็นที่เชื่อได้ว่ายังมีไรสียาที่ไม่ได้รับการค้นพบอีกเป็นจำนวนมาก Amrine and Stasny (1994) รายงานว่า ไรที่ได้รับการวิเคราะห์ชื่อส่วนใหญ่เป็นไรที่พบในเขตอบอุ่นและเขตกึ่งหนาว ซึ่งมี

จำนวนถึง 2,114 ชนิด หรือเทียบเท่ากับร้อยละ 73.3 ของจำนวนไรทั้งหมดที่ค้นพบ ส่วนไรในเขตร้อนนั้นมีรายงานการสำรวจพบเพียง 768 ชนิด หรือร้อยละ 26.7 เท่านั้น (ตารางที่ 6.2) ทั้งนี้เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญด้านอนุกรมวิธานของไรในกลุ่มนี้ส่วนมากอยู่ในทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Nalepa และ Keifer ซึ่งจัดว่าเป็นผู้นำที่สำคัญในการศึกษาอนุกรมวิธานของไรสียา ซึ่งทำการวิเคราะห์ชนิดของไรสียาไว้เป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 6.2 จำนวนของไรสียาที่ได้รับการวิเคราะห์ชื่อแล้ว จำแนกตามภูมิภาคต่าง ๆ

ที่มา: Amrine and Stasny (1994)

ภูมิภาค	จำนวนไรสียา
ยุโรป	890
ตะวันออกกลาง	63
อเมริกาเหนือ	703
เอเชียตะวันออก	136
เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	172
เอเชียใต้	389
เอเชียกลาง	32
ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์	121
แอฟริกา	230
อเมริกากลางและอเมริกาใต้	137
แคริบเบียน	20
โอเชียเนีย	28

ผลจากการแยกจำนวนไรสียาที่ได้รับการตั้งชื่อแล้วโดยแบ่งเป็นภูมิภาคต่าง ๆ ช่วยให้ Amrine and Stasny สรุปได้ว่า ไรในเขตอบอุ่นและเขตกึ่งหนาวที่ได้รับการตั้งชื่อแล้วมีร้อยละ 15-20 ส่วนไรในเขตร้อนมีการตั้งชื่อไว้เพียงร้อยละ 5 เท่านั้น นอกจากนั้น Amrine and Stasny (1994) ยังได้คาดคะเนว่าไรสียาชนิดใหม่ในเขตอบอุ่นน่าจะมีประมาณ 9,500-12,600 ชนิด ส่วนในเขตร้อนควรมีไรสียาที่รอการ

ค้นพบอีกไม่ต่ำกว่า 18,000 -19,000 ชนิด ต่อมาในปี ค.ศ. 1996 Amrine พบว่าจำนวนไรสียาที่ได้รับการตั้งชื่อแล้วในโลกนี้มี 3,039 ชนิด และได้ประมาณว่าจำนวนไรสียาในโลกนี้ควรจะอยู่ระหว่าง 35,000-50,000 ชนิด ไรสียาที่ได้รับการวิเคราะห์ชื่อแล้วนั้น กว่าร้อยละ 80 เป็นไรที่ทำความเสียหายให้กับพืชเศรษฐกิจ โดยก่อให้เกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ (ตารางที่ 6.3)

ตารางที่ 6.3 จำนวนชนิดของไรสีขาจำแนกลักษณะอาการที่ปรากฏบนพืช
ที่มา: Amrine and Stasny (1994)

ลักษณะอาการที่พืชแสดงออก	จำนวนไรสีขา
ปุ่มหรือปมตามส่วนต่าง ๆ ของพืช	510
ชนก้ามเหยี่ยว	376
สีสนิม	266
ทำลายดอก	143
ทำลายตาดอก	143
ขอบใบหรือใบม้วน	133
ทำลายส่วนอ่อนของพืช	34
พุ่มแจ้	46
ใบผิดปกติ เสียรูปทรง	30
พืชไม่แสดงอาการผิดปกติ	1,123
อยู่ตามรู ชอกของใบ ฐานใบ	48
ไรน้ำเชื้อไวรัส	13
ไม่มีรายงาน	155

6.2.9 งานด้านอนุกรมวิธานของไรสีขา ในภูมิภาคเอเชีย

การศึกษาอนุกรมวิธานของไรสีขาในภูมิภาคเอเชีย ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในประเทศอินเดีย และจีน ในปี ค.ศ. 1966 ChannaBasavanna รวบรวมไรสีขาที่พบในประเทศอินเดียจำนวน 18 สกุล 61 ชนิดไว้ในหนังสือชื่อ “Eriophyids of India” ประมาณร้อยละ 70 (44 ชนิด) ของไรสีขาที่รายงานในหนังสือเล่มนี้จัดเป็นไรชนิดใหม่ของโลก Amrine and Stasny (1994) รายงานไว้ใน Catalog of the Eriophyoidea ว่าไรจำนวน 389 ชนิดที่พบในเอเชียตอนใต้ นั้น เป็นไรที่พบในประเทศอินเดียถึง 386 ชนิด Hong and Zhang (1996) ได้รวบรวมชนิดของไรสีขาในประเทศจีน และจัดทำ Eriophyoidea of China: Illustrated Catalog and Identification Keys เพื่อใช้ในการจำแนกไรสีขาในประเทศจีน จำนวน 74 สกุล 200 ชนิด

สำหรับประเทศอื่น ๆ ในเอเชียที่มีรายงานการพบไรสีขาชนิดใหม่ ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย ไต้หวัน ญี่ปุ่น และไทย เป็นต้น ไรสีขาที่มีพบในประเทศอินโดนีเซียส่วนใหญ่ได้รับการจำแนกชนิดโดย Alfred Nalepa

6.2.10 งานด้านอนุกรมวิธานของไรสีขาใน ประเทศไทย

จากการตรวจเอกสารพบว่า งานด้านอนุกรมวิธานของไรสีขาในประเทศไทยเริ่มขึ้นโดย H.H. Keifer ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ชื่อของไรสีขาที่เก็บรวบรวมโดย L.C. Knorr ผู้เข้ามาอยู่ในประเทศไทยในระหว่างปี ค.ศ. 1971-1977 ในฐานะผู้จัดการโครงการ “Strengthening Plant Protection Services” ภายใต้ทุน UNDP/FAO/ Government of Thailand โครงการที่ THA 68/526 และ 74/019 ในปี ค.ศ. 1978 Keifer and Knorr ได้รายงานผลการสำรวจไรสีขาของประเทศไทยไว้ใน Eriophyid Mites of Thailand

โดยกล่าวว่าพบโรสชาในประเทศไทยรวมทั้งสิ้น 23 สกุล 35 ชนิด ในจำนวนนี้จัดเป็นโรสชาที่พบเป็นครั้งแรกของโลก 7 สกุล 27 ชนิด (Keifer, 1943, 1959, 1963, 1966, 1974, 1975a, 1975b, 1976, 1977a, 1977b, 1978; Nalepa, 1914; Attiah, 1955; Ashmead, 1879; Channa Basavanna, 1966)

ประมาณปี พ.ศ. 2526 เป็นต้นมา นักวิจัยกลุ่มงานอนุกรมวิธานและวิจัยไร กรมวิชาการเกษตร (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็นกลุ่มงานวิจัยไรและแมลงมุม) นำโดยคุณวัฒนา จารณศรี ได้ทำการศึกษาอนุกรมวิธานของไรศัตรูพืชเศรษฐกิจ ทั้งไม้ดอก-ไม้ประดับ พืชไร่ พืชสวน และไม้ผล หลายครั้งด้วยกัน และได้รายงานการสำรวจพบโรสชาในพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ได้แก่ กระเทียม (วัฒนา และคณะ, 2526, 2528), ส้มโอและส้มเขียวหวาน (วัฒนา และคณะ, 2530, 2531, 2534, 2535), มะม่วง (วัฒนา และคณะ, 2535), พุทรา (วัฒนา และมานิตา, 2539), ใผ่ (วัฒนา และคณะ, 2539) นอกจากนั้นยังมีรายงานความเสียหายของช่อดอกลิ้นจี่ที่เกิดจากการดูดกินโดยโรสชา (มานิตา และคณะ, 2528) และการแพร่ระบาดของโรสชาบนใบและลำต้นของสาบเสืออีกด้วย

โรสชาที่พบโดยกลุ่มนักวิจัยไทยดังกล่าวมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 10 ชนิด โดยจัดเป็นไรที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย (New record) 4 ชนิด และเป็นไรชนิดใหม่ของโลกอีก 1 ชนิด ซึ่งได้รับการตั้งชื่อโดย Boczek and Knihinicki เมื่อ ปี ค.ศ. 1998

อย่างไรก็ตาม การศึกษาอนุกรมวิธานของ

โรสชาในประเทศไทย ได้เริ่มขึ้นอย่างจริงจังอีกครั้งหนึ่งในปี ค.ศ. 1989 โดย Chandrapatya and Boczek ได้ร่วมกันสำรวจและวิเคราะห์ชนิดของโรสชาในประเทศไทยไว้หลายชนิด และในระหว่างปี ค.ศ. 1989-1993 ได้ร่วมกันตีพิมพ์ผลงานการค้นพบโรสชาไว้เป็นจำนวน 27 สกุล 49 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไรสกุลใหม่ 8 สกุล (Chandrapatya and Boczek 1991c, 1993a; Boczek and Chandrapatya, 1989a, 1989b, 1992a, 1992b) ไรชนิดใหม่ 46 ชนิด (Boczek and Chandrapatya, 1989a, 1989b, 1992a, 1992b, 1992c; Chandrapatya and Boczek 1991a, 1991b, 1991c, 1993a, 1993b) และไรที่มีรายงานแล้วแต่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (New record) อีก 3 ชนิด (Chandrapatya and Boczek, 1993a)

Amrine and Stasny (1994) ได้รายงานไว้ใน Catalog of the Eriophyoidea ว่าโรสชาชนิดใหม่ที่พบในประเทศไทยมี 50 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไรที่รายงานโดย Keifer and Knorr (1978) 27 ชนิด อีก 23 ชนิดเป็นไรชนิดใหม่ที่รายงานโดยผู้วิจัยและผู้ร่วมงานชาวต่างประเทศ (Prof. Jan Boczek) แต่จากเอกสารอ้างอิงของ Keifer and Knorr (1974) และของ Chandrapatya and Boczek (1989-1993) จะเห็นได้ว่า โรสชาชนิดใหม่ของโลกที่พบครั้งแรกในประเทศไทยในช่วงปี ค.ศ. 1978-1993 นั้น มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 15 สกุล 73 ชนิด ส่วนโรสชาที่พบในประเทศอื่นมาก่อนแล้ว แต่เริ่มสำรวจพบในประเทศไทยเป็นครั้งแรกมีจำนวน 11 ชนิด

6.3 ผลการวิจัยด้านอนุกรมวิธานของโรสชาในประเทศไทย

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ได้ให้การสนับสนุนทุนการวิจัยด้านอนุกรมวิธานของโรสชาในประเทศไทยจำนวน 2 โครงการด้วยกัน คือโครงการเรื่อง “การสำรวจโรสชาในประเทศไทย” (พ.ศ. 2539) และ “การศึกษาชนิด

ชีววิทยาและการแพร่กระจายของโรสชาในภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทย” (พ.ศ. 2540-2543) ผลจากการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

6.3.1 การแพร่กระจายของโรสชา

โรสชาสามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ในทุกสภาพพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นที่ราบลุ่ม บนที่ดอน

ภูเขาสูงหรือในพื้นที่ที่มีฝนตกชุก จากการสำรวจไรสีขาในพื้นที่ 41 จังหวัด (เชียงใหม่, ลำพูน, ลำปาง, แพร่, ตาก, กำแพงเพชร, พิจิตร, นครสวรรค์, ชัยนาท, สิงห์บุรี, ลพบุรี, สระบุรี, อ่างทอง, อุทัย, นครนายก, ปทุมธานี, นนทบุรี, กรุงเทพฯ, นครปฐม, กาญจนบุรี, ราชบุรี, สมุทรสงคราม, เพชรบุรี, สกลนคร, นครราชสีมา, ปราจีนบุรี, สระแก้ว, ฉะเชิงเทรา, ชลบุรี, ระยอง, จันทบุรี, ตราด, ประจวบคีรีขันธ์, ชุมพร, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, พังงา, กระบี่, นครศรีธรรมราช, ตรัง และสงขลา) พบไรสีขาแพร่กระจายอยู่ในทุกท้องที่ที่ทำการสำรวจ

6.3.2 พืชอาศัยของไรสีขา

การสำรวจไรสีขาในช่วงปี พ.ศ. 2539-2543 พบว่า พืชแทบทุกชนิดที่ทำการสำรวจจะมีไรสีขาอาศัยอยู่เสมอ แต่ส่วนมากจะเป็นไรที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชหรือที่เรียกกันว่า "Leaf vagrant" พืชอาศัยที่สำรวจพบไรสีขามี 85 วงศ์ 399 ชนิด ประกอบด้วยไม้ผล 72 ชนิด, ไม้ดอก-ไม้ประดับ 100 ชนิด, พืชสวน-พืชผัก 24 ชนิด, วัชพืช 51 ชนิด, ไม้ป่า 90 ชนิด, สมุนไพร 60 ชนิด และพืชไร่ 2 ชนิด นอกจากนั้นยังพบไรบนพืชที่กำลังอยู่ในระหว่างวิเคราะห์ชื่อวิทยาศาสตร์อีกกว่า 20 ชนิด ไรสีขาสวนมากอาศัยอยู่บริเวณใต้ใบพืชมากกว่าด้านบนของใบ มีการแพร่กระจายเป็นแบบกลุ่ม (Clumped distribution) พบได้ทั้งตามยอดอ่อน ใบอ่อน ใบเปสลาด ใบแก่ และในตาดอก

ลักษณะอาการของพืชที่ถูกทำลายมีหลายชนิด เช่น ใบร่วง (สะเดา), ขอบใบบิด เสียวรูปทรง (สนุ่น), ใบเป็นสีสนิม (สะเดา, ส้ม, ลิ้นจี่), ผิวของผลเป็นสีสนิม (ส้มเขียวหวาน, ส้มโอ, ส้มจี๊ด, มะนาว), ใบมีปุ่มปม (หนามพุดตอ), ใบรวมเป็นกระจุกหรือเป็นปม (มะม่วง, ชะอม), มีใยหรือผ้าสีขาวตามหน้าใบ (มะม่วง, มะหาด), เกิดแผลขนก้ามเหยียดตามใบหรือกิ่งก้าน (ลิ้นจี่, กระท้อน, สدابเสื่อ), ช่อดอกยืดยาวผิดปกติ (มะม่วง) เป็นต้น

6.3.3 จำนวนไรสีขาชนิดใหม่ของโลกที่ในประเทศไทยเป็นครั้งแรก

ผลการสำรวจและวิเคราะห์ชนิดของไรสีขาที่รวบรวมได้ในช่วงปี พ.ศ. 2539-2543 พบไรสีขาจำนวนมากที่คาดว่าจะป็นไรชนิดใหม่ของโลก ในระหว่างปี พ.ศ. 2539-2541 (ค.ศ. 1996-1998) เป็นต้นมา ผู้วิจัยได้เผยแพร่ผลการวิเคราะห์ไรสีขาชนิดใหม่ของโลกซึ่งพบในประเทศไทยจำนวน 28 สกุล 38 ชนิด ในวารสารวิชาการซึ่งเป็นที่ยอมรับในสาขาวิทยาเห็บ และไร คือ *Acarologia*, *International of Acarology* และ *Bulletin Polish Academy of Science: Biology* ซึ่งมีผู้ทรงคุณวุฒิระดับโลกเป็นผู้พิจารณา กลั่นกรองและตรวจสอบความถูกต้อง ในจำนวนนี้ไรสีขาชนิดใหม่ที่รายงานแล้วนี้ จัดเป็นไรสีขาสกุลใหม่ของโลก 11 สกุล (Boczek and Chandrapatya, 1996a, 1996b, 1998a, 1998b; Chandrapatya and Boczek, 1996, 1997a, 1997b, 1998)

ขณะนี้ผู้วิจัยได้มีต้นฉบับที่ผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิระดับโลกแล้ว และกำลังอยู่ในระหว่างรอการตีพิมพ์ (ปี ค.ศ. 1999-2000) จำนวน 14 เรื่อง เป็นการรายงานผลการค้นพบไรสีขาชนิดใหม่ในประเทศไทย 38 สกุล 57 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไรสกุลใหม่ของโลก 20 สกุล (Boczek and Chandrapatya, 1999a, 1999b, 1999c, 1999d, 2000a, 2000b, 2000c, Chandrapatya and Boczek, 1999a, 1999b, 1999c, 1999d, 1999e, 2000a, 2000b) และยังมีต้นฉบับที่อยู่ในระหว่างการจัดเตรียมเพื่อรายงานการค้นพบไรชนิดใหม่ของโลกอีก 9 สกุล 26 ชนิด ซึ่งจะเป็นไรสกุลใหม่ของโลกจำนวน 3 สกุล นอกจากการค้นพบไรชนิดใหม่ของโลกแล้ว ยังสำรวจพบไรที่มีรายงานการค้นพบในประเทศอื่นแล้ว แต่ยังไม่เคยพบในประเทศไทยมาก่อนอีกเป็นจำนวน 7 ชนิด ซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการจัดเตรียมต้นฉบับเช่นกัน

อย่างไรก็ดี ยังมีไรสีขาที่เก็บรวบรวมไว้อีกเป็นจำนวนมากที่อยู่ในระหว่างรอการวิเคราะห์ชนิด เนื่องจากการตรวจสอบลักษณะสำคัญและการเตรียมต้นฉบับโดยเฉพาะการวาดภาพต้องใช้เวลามาก ประกอบกับการหาเอกสารอ้างอิงค่อนข้างมีปัญหา จึงมีไรสีขาที่คาดว่าจะจะเป็นไรชนิดใหม่รอให้ทำการวิเคราะห์อยู่อีกกว่า 100 ชนิด

6.3.4 ศัตรูธรรมชาติของไรสีขา

ผลพลอยได้ที่สำคัญจากการศึกษาอนุกรมวิธานของไรสีขาในครั้งนี้ คือ การเก็บตัวอย่างเชื้อรา ซึ่งเป็นตัวเบียนที่สำคัญของไรสีขา เชื้อราชนิดนี้มีชื่อว่า *Hirsutella thompsonii* Fisher ทำให้ไรสีขาตาย

ภายใน 2 วัน จากนั้นจะงอกเส้นใยแทงทะลุผนังลำตัวไรออกสู่ภายนอกเพื่อรอเข้าทำลายไรตัวอื่นต่อไป ผลการเก็บซากของไรสีขาที่มีเชื้อราแทงทะลุผนังลำตัวมาทำการแยกให้บริสุทธิ์สามารถแยกเชื้อรา *H. thompsonii* ได้ 99 สายพันธุ์ เชื้อราชนิดนี้มีบทบาทสำคัญในการควบคุมไรสีขาในธรรมชาติ ดังนั้นประเทศต่าง ๆ ที่ประสบปัญหาการแพร่ระบาดของไรสีขาจึงได้ให้ความสนใจและนำเชื้อราชนิดนี้มาขยายพันธุ์ให้มีปริมาณมากเพื่อใช้กำจัดไรศัตรูพืช ปัจจุบันผู้วิจัยได้ส่งสายพันธุ์เชื้อราที่มีความบริสุทธิ์แล้ว ให้กับศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติเพื่อเก็บรักษาไว้ใช้ประโยชน์ต่อไป

6.4 บทสรุป

การศึกษานุกรมวิธานของไรสีขาแบ่งออกเป็น 2 ยุคคือ ยุคของ Nalepa ชาวออสเตรีย ซึ่งทำการศึกษาไรสีขาในยุโรปและยุคของ Keifer ชาวอเมริกัน ซึ่งทำการวิเคราะห์ชนิดของไรสีขาในทวีปอเมริกาเป็นหลัก นอกจากนั้นยังมีนักอนุกรมวิธานในประเทศอื่น ๆ ที่ให้ความสนใจศึกษาการจำแนกชนิดของไรสีขา อย่างไรก็ตาม งานส่วนใหญ่จะปรากฏในทวีปยุโรปมากกว่าซีกโลกด้านอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งภูมิภาคเอเชีย ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญด้านนี้อยู่น้อยมาก

หลักฐานการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของไรสีขาในประเทศไทย ปรากฏขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1975 เมื่อ H.H. Keifer เริ่มทำการวิเคราะห์ชื่อของไรสีขาที่เก็บรวบรวมได้โดย L.C. Knorr ซึ่งเข้ามาดำรงตำแหน่งผู้จัดการโครงการ "Strengthening Plant Protection Services" ในประเทศไทย ภายใต้ทุน UNDP/FAO/Government of Thailand ในระหว่างปี ค.ศ. 1971-1977 ต่อมา Keifer and Knorr ได้ร่วมกันตีพิมพ์ผลงานชื่อ *Eriophyid Mites of Thailand* เมื่อปี ค.ศ. 1978 โดยรายงานการสำรวจพบไรสีขาชนิดใหม่ของโลกจำนวน 27 ชนิด หลังจากนั้น Chandrapatya and Boczek (1989-1993) ก็ได้ตั้งชื่อไรสีขาในประเทศไทยซึ่งพบเป็นครั้งแรกของโลกไว้

เป็นจำนวน 46 ชนิด ทำให้จำนวนของไรสีขาชนิดใหม่ของโลกที่สำรวจพบในประเทศไทยเพิ่มขึ้นเป็น 73 ชนิด นอกจากนั้นยังได้มีการรายงานการค้นพบไรสีขาที่เคยปรากฏในประเทศอื่นมาก่อน แต่สำรวจพบในประเทศไทยเป็นครั้งแรกอีก 11 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไรที่รายงานโดย Keifer และ Knorr 8 ชนิด ส่วนที่เหลืออีก 3 ชนิดนั้น เป็นการรายงานโดย Chandrapatya และ Boczek

นอกจากผลการศึกษาของ Keifer, Knorr, Chandrapatya และ Boczek ดังกล่าวแล้ว นักวิจัยในประเทศไทยโดยเฉพาะจากกลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม กรมวิชาการเกษตร ยังได้รายงานการค้นพบไรสีขาในประเทศไทยอีก 10 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไรชนิดใหม่ของไทยแต่เคยปรากฏในประเทศอื่นมาก่อนแล้ว 4 ชนิด และเป็นไรชนิดใหม่ของโลก 1 ชนิด

การศึกษานุกรมวิธานของไรสีขาในประเทศไทย ภายใต้การสนับสนุนของโครงการ BRT เป็นเวลา 4 ปีทำให้พบไรสีขาชนิดใหม่เพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นยังพบพืชอาศัยชนิดใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยมีผู้ใดรายงานไว้อีกเป็นจำนวนมากเช่นกัน ในช่วงที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการนานาชาติจำนวน 8 เรื่อง โดยนำเสนอ

ไรชนิดใหม่ของโลกจำนวน 38 ชนิด ขณะเดียวกันยังมีผลงานที่อยู่ในระหว่างการตีพิมพ์อีกเป็นจำนวน 14 เรื่อง และกำลังจัดทำต้นฉบับอีก 6 เรื่อง หากผลงานดังกล่าวได้รับการตีพิมพ์แล้ว จะทำให้ไรที่พบในประเทศไทยมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 98 สกุล 212 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นไรที่พบเป็นครั้งแรกในโลก 49 สกุล 194 ชนิด และเป็นไรที่ได้รับการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์โดย ศ. อังศุมาลย์ จันทราปัดย์ และ Prof. Jan Boczek รวม 42 สกุล 167 ชนิด ซึ่งนับว่ายังน้อยมากหากเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในประเทศอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีไรที่รายงานโดยนักวิชาการในประเทศไทย ซึ่งเป็นไรชนิดใหม่ 1 ชนิด และไรที่เคยมีการรายงานมาก่อนแล้วแต่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรกอีก 4 ชนิด ทำให้จำนวนรวมของไรในประเทศไทยเพิ่มขึ้นเป็น 98 สกุล 217 ชนิด

อนึ่ง เป็นที่น่าสังเกตว่าไรสีขาวในประเทศไทยมีความหลากหลายในระดับสกุลมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพืชอาศัยที่พบในประเทศไทยมีความหลากหลายมากกว่าพืชในเขตอบอุ่น นอกจากนั้นการที่ไรสีขาวมีความเฉพาะเจาะจงกับพืชอาศัยมาก ก็ทำให้มีโอกาสพบไรชนิดใหม่ของโลกได้มากขึ้นด้วย

ผลการสำรวจไรสีขาวในพื้นที่ 41 จังหวัด พบว่าไรสีขาวแพร่กระจายอยู่ตามพืชต่าง ๆ ในทุกท้องที่ที่ทำการสำรวจ พืชอาศัยของไรสีขาวที่ตรวจพบมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 399 ชนิด ไรส่วนมากจะมีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดของพืชสูง อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจพบว่าไรบางชนิดกินพืชในสกุลเดียวกัน เช่น พืชตระกูลส้มหลายชนิด จะถูกทำลายโดยไรสนิมส้ม (*Phyllocoptruta oleivorus* (Ashmead)) นอกจากนั้นยังพบว่าพืชอาศัยบางชนิดมีไรสีขาวอาศัยอยู่มากกว่า 1 ชนิด เช่น ตะโก หนามพุดทอง กระท้อน และมะม่วง เป็นต้น

6.5 ข้อเสนอแนะ

งานด้านอนุกรมวิธาน เป็นงานที่สร้างองค์ความรู้พื้นฐานสำหรับการศึกษาในขั้นสูงต่อไป ผู้ที่จะทำงานในด้านนี้จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนมาเป็นเวลานานและควรทำงานอย่างต่อเนื่อง จึงจะสามารถทราบความเคลื่อนไหวในวงการอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิตที่ศึกษาอยู่ เนื่องจากงานด้านอนุกรมวิธานนั้นไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงและมีการค้นพบสิ่งมีชีวิตใหม่อยู่เสมอ นอกจากนั้นการนำเอาข้อมูลอื่น ๆ เช่น วิวัฒนาการ พฤติกรรม หรือแม้แต่ข้อมูลด้านพันธุศาสตร์เข้ามาผนวกในการวิเคราะห์ชนิดของสิ่งมีชีวิต ยิ่งทำให้งานด้านอนุกรมวิธานมีการพัฒนาไปในทางที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

งานด้านอนุกรมวิธานของไรสีขานั้นเป็นงานที่ใช้เวลามาก เนื่องจากไรสีขาวเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การเก็บตัวอย่างไรสีขาวต้องใช้แว่นขยายตรวจหาไรตามชิ้นส่วนของพืช การแยกไรออกจากพืชต้องใช้ขั้นตอนที่ละเอียดพิถีพิถันเพื่อไม่ให้ไรตาย นอกจากนั้น การจัดเตรียมสไลด์และการวาด

ภาพองค์ประกอบที่สำคัญก็ต้องใช้ความชำนาญเป็นพิเศษจึงจะกระทำได้อย่างถูกต้อง ด้วยความยากลำบากนี้ทำให้ให้ผู้สนใจศึกษาด้านนี้ได้ยาก ประกอบกับการฝึกฝนในขั้นตอนต่าง ๆ ต้องใช้ทั้งเวลาและความอดทน ปัจจุบันโครงการมีบุคลากรที่ได้รับการฝึกฝนจนสามารถกระทำการต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีแล้ว แต่เมื่อจบโครงการก็ต้องแยกย้ายกันไป นับเป็นการสิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการฝึกบุคลากรด้านนี้เป็นอย่างมาก

การตีพิมพ์ผลงานก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการนำเสนอสิ่งที่ค้นพบให้โลกรับทราบ ถึงแม้ว่าไรสีขาวจะมีพืชอาศัยที่จำกัด แต่การที่พืชชนิดเดียวกันสามารถเจริญเติบโตได้ในหลายประเทศ ก็ทำให้ประเทศอื่น ๆ ที่มีพืชชนิดเดียวกันมีโอกาสพบไรชนิดเดียวกันได้ด้วยการหาเอกสารอ้างอิงจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อป้องกันการใช้ชื่อของไรซ้ำซ้อนกับผู้อื่นได้ทำไว้แล้ว อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันห้องสมุดในประเทศไทยไม่มีเอกสารเกี่ยวกับการศึกษาด้านไรมากนัก ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาทางอนุกรมวิธานหรือด้านอื่น ๆ นอกจากนั้น

เอกสารที่มีอยู่ก็ขาดความสมบูรณ์ในหลายส่วน เช่น ภาพวาดไม่ชัดเจน ทำให้การเปรียบเทียบตัวอย่างเป็นไปได้ยากขึ้น

ในภาพรวม โครงการ BRT ซึ่งเป็นหน่วยงานสำคัญในการส่งเสริมกิจกรรมด้านการศึกษาอนุกรมวิธานของพืชและสัตว์ ควรให้การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) สนับสนุนทุนวิจัยด้านอนุกรมวิธานของพืชและสัตว์ทุกกลุ่มอย่างต่อเนื่อง โดยไม่มุ่งเน้นเฉพาะโครงการที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจแต่เพียงอย่างเดียว และควรสนับสนุนงานวิจัยเพื่อการสร้างองค์ความรู้พื้นฐานด้วย

2) ควรให้การสนับสนุนทุนวิจัยเป็น Package เช่น กลุ่มไรและเห็บ กลุ่มแมลงศัตรูพืช กลุ่มแมลงในน้ำ กลุ่มแมลงทางการแพทย์ โดยสนับสนุนทั้งงานวิจัยพื้นฐาน (การวิเคราะห์ชนิด) และการนำไปใช้ประโยชน์

3) สนับสนุนการสร้างบุคลากรที่มีความสนใจในงานด้านอนุกรมวิธาน เพื่อช่วยให้งานวิจัยดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง

4) สนับสนุนการจัดหาเอกสารอ้างอิงจากต่างประเทศซึ่งมีความจำเป็น รวมทั้งสนับสนุนการตีพิมพ์ผลงานวิชาการในวารสารต่างประเทศ

5) จัดฝึกอบรมด้านอนุกรมวิธานสาขาต่าง ๆ โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศมาทำการฝึกอบรมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในประเทศ

6) สนับสนุนการจัดพิมพ์ผลงานเป็นรูปเล่ม ซึ่งอาจอยู่ในรูปของ Catalog, Key ฯลฯ

7) สนับสนุนให้ผู้วิจัยและนักศึกษาในโครงการมีโอกาสไปฝึกอบรมระยะสั้นกับผู้เชี่ยวชาญในต่างประเทศ

8) จัดตั้งเครือข่ายของนักวิจัยด้านอนุกรมวิธานในประเทศไทย เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และการให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน

6.6 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ไรสีชาหลายชนิดมีรายงานว่าเป็นศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจในหลายประเทศ บางชนิดยังสามารถเป็นพาหะนำโรคมาสู่พืชอีกด้วย ในต่างประเทศมีรายงานถึงความเสียหายที่เกิดจากการลงทำลายพืชของไรสีชาเป็นจำนวนมาก แต่ในประเทศไทยยังไม่มีผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไรสีชามากนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไรสีชาเป็นศัตรูพืชที่มีขนาดเล็ก จึงมิได้รับความสนใจจากเกษตรกรหรือผู้เกี่ยวข้องเท่าที่ควร

การศึกษานอนุกรมวิธานของไรสีชาในประเทศไทยเป็นการสร้างองค์ความรู้พื้นฐาน ซึ่งทำให้เราทราบถึงชนิดของไรสีชาและชนิดของพืชที่มีไรสีชาอาศัยอยู่ นอกจากนั้นยังทำให้ทราบว่าไรสีชาชนิดใดเป็นศัตรูพืช โดยสังเกตจากลักษณะอาการผิดปกติ

ที่พืชแสดงออก และทราบถึงเขตการแพร่กระจายของไรสีชาซึ่งเป็นศัตรูพืชหรือมีแนวโน้มที่จะกลายเป็นศัตรูพืชในอนาคตเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมหรือศัตรูธรรมชาติถูกทำลายลงไป

การที่สามารถระบุชื่อวิทยาศาสตร์ของไรสีชาได้อย่างถูกต้องโดยเฉพาะไรสีชาที่เป็นศัตรูพืช จะช่วยให้นักวิชาการที่เกี่ยวข้องหรือผู้สนใจที่จะศึกษาไรสีชาในแง่มุมอื่น ๆ สามารถตรวจหาเอกสารที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งนำความรู้ที่มีอยู่เดิมมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อพัฒนาการเกษตรของประเทศต่อไป นอกจากนั้นข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของไรสีชาที่ค้นพบรวมทั้งชนิดของพืชอาศัย สามารถนำไปใช้ประกอบการศึกษาวิวัฒนาการของไรสีชาได้

เอกสารอ้างอิง

- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์. 2537. การสำรวจความเสียหายของกระรอกที่เกิตจากไรสีขา. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 147-151.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และมานิตา คงชื่นสิน. 2539. ปริมาณไรสนิมส้มและศัตรูธรรมชาติในสวนส้มโอที่มีการป้องกันกำจัดโดยใช้สารสกัดจากสะเดาและที่ใช้สารเคมี. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 103-114.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, วัฒนา จารณศรี และมานิตา คงชื่นสิน. 2538. ประสิทธิภาพของสารฆ่าไรและสารสกัดจากสะเดาต่อไรสนิมส้มและผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติ. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 241-249.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, วัฒนา จารณศรี และมานิตา คงชื่นสิน. 2539. การประเมินความเสียหายของส้มโอที่เกิดจากไรสนิมส้ม. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 201-212.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, วัฒนา จารณศรี, มานิตา คงชื่นสิน, นวลศรี วงษ์ศิริ, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์ และมารศรี จีระสมบัติ. 2533. การศึกษาความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของไรสนิม *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) บนผลของส้มเขียวหวาน. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-10.
- มานิตา คงชื่นสิน, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, วัฒนา จารณศรี และเทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2528. การศึกษาการทำลายของไรก้ามหยาบที่มีผลต่อการผลิตช่อดอกและการติดผลของลิ้นจี่. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-3.
- มานิตา คงชื่นสิน, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, วัฒนา จารณศรี และเทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2529. การศึกษาการทำลายของไรก้ามหยาบที่มีผลต่อการผลิตช่อดอกและการติดผลของลิ้นจี่. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-5.
- มานิตา คงชื่นสิน, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, วัฒนา จารณศรี, ฉลองชัย แบบประเสริฐ และรักเกียรติ ชอบเกื้อ. 2529. การศึกษาหาอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารฆ่าไร Mexacarbate และ Sulfur ในการป้องกันและกำจัดไรศัตรูกระเทียม. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-6.
- มานิตา คงชื่นสิน, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, วัฒนา จารณศรี, เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, นวลศรี วงษ์ศิริ, รุติ รอดประเสริฐ และสะอาด พงษ์สุวรรณ. 2531. การศึกษาการสูญเสียผลผลิตของกระเทียมเนื่องมาจากการทำลายของไรกระเทียม. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 245-253.
- มานิตา คงชื่นสิน, วัฒนา จารณศรี, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์ และจาวรอน ศุภเสถียร. 2530. ประสิทธิภาพของสารฆ่าไรบางชนิดเมื่อใช้ป้องกันและกำจัดไรศัตรูกระเทียมในสภาพไร่. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-8.
- มานิตา คงชื่นสิน, วัฒนา จารณศรี, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์ และรุติ รอดประเสริฐ. 2530. การป้องกันกำจัดไรศัตรูกระเทียมบนหัวกระเทียม. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-8.
- วัฒนา จารณศรี และมานิตา คงชื่นสิน. 2539. ชนิดและปริมาณไรบนพุทรา. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 159-186.
- วัฒนา จารณศรี, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, ชะเล็ก เสรีพันธ์พานิช และนวลศรี วงษ์ศิริ. 2526. การศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานและชีววิทยาของไรกระเทียมในประเทศไทย. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-12.

- วัฒนา จารณศรี, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, มานิตา คงชื่นสิน, เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, ชะเล็ก เสรีพันธ์พานิช และนวลศรี วงษ์ศิริ. 2528. การศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานและชีววิทยาของไรกระเทียมในประเทศไทย. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-20.
- วัฒนา จารณศรี, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, มานิตา คงชื่นสิน, เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และนวลศรี วงษ์ศิริ. 2530. การศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานของไรศัตรูส้มเขียวหวานในประเทศไทย. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-5.
- วัฒนา จารณศรี, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, มานิตา คงชื่นสิน, เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และนวลศรี วงษ์ศิริ. 2531. การศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานของไรศัตรูส้มเขียวหวานในประเทศไทย. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 133-166.
- วัฒนา จารณศรี, เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, มานิตา คงชื่นสิน และฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์. 2534. การศึกษาอนุกรมวิธานของไรบนส้มโอ. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 152-186.
- วัฒนา จารณศรี, เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, มานิตา คงชื่นสิน และฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์. 2535. การศึกษาชนิดและปริมาณไรในสวนส้มโอแปลงบริหารจัดการพืชและแปลงเกษตรกร. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 166-190.
- วัฒนา จารณศรี, มานิตา คงชื่นสิน และเทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2539. การศึกษาอนุกรมวิธานของไรบนไฟในประเทศไทย. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 187-191.
- วัฒนา จารณศรี, มานิตา คงชื่นสิน, เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์. 2535. การศึกษาอนุกรมวิธานของไรบนมะม่วงในประเทศไทย. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 201-206.
- อังศุมาลย์ จันทราปัติย์. 2532. การกำจัดไรโดยใช้เชื้อรา. เรื่องน่ารู้สำหรับประชาชน เล่มที่ 15. ชมรมนักเขียนทุนมูลนิธิอานันทมหิดล. หน้า 26-32.
- AMRINE, J. W. JR. 1996. Keys to the world genera of the Eriophyoidea (Acari: Prostigmata). Indira Publ. House, Michigan.
- AMRINE, J. W. JR. AND T. A. STASNY. 1994. Catalog of the Eriophyoidea (Acarina: Prostigmata) of the world. Indira Publ. House, Michigan.
- ASHMEAD, W. H. 1879. Injurious and beneficial insects found on the orange trees in Florida. *Can. Entomol.* 11: 159-160.
- ATHIAS-HENRIOT, C. 1975. The idiosomatic euneotaxy and epineotaxy in gamasids. (Arachnida, Parasitiformes). *Z. Zool. Syst. Evolut. -forsch.* 13(2): 97-109.
- ATTIAH, H. H. 1955. A new eriophyid mite on mango from Egypt (Acarina). *Bull. Soc. Entomol. Egypte.* 39: 379-383.
- BAKER, E. W., J. H. CAMIN, F. CUNLIFFE, T. A. WOOLLEY AND C. E. YUNKER. 1958. Guide to the families of mites. *Inst. Acarology. Contr. No. 3.*
- BAKER, E. W., T. KONO, J. W. AMRINE JR., M. DELFINADO-BAKER AND T. A. STASNY. 1996. Eriophyoid mites of the United States. Indira Publ. House, Michigan.
- BAKER, G. T. AND A. CHANDRAPATYA. 1989. Plant abnormalities induced by eriophyid mites on several species of plants in Thailand. *J. Electron Microsc. Soc. Thailand* 3(2): 39-47.
- BOCZEK, J. 1966. Generic key to Eriophyoidea. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 65: 177-187.
- BOCZEK, J. 1998. Relationships of eriophyoid mites (Eriophyoidea) to their host plants. *Zesz. Nauk. Nr 214. Ochrona srodowiska 2. XXV Krajow Sympozjum Akarologiczne "Akarologia w sluzbie czeloweka"* 2527.09.1997. Bydgoszcz. pp. 13-16.
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1989a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). I. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 37(4-6): 134-140.
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1989b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). II. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 37(4-6): 141-148.
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1992a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). VI. *Internat. J. Acarol.* 18(4): 277-285.
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1992b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). X. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 40(4): 261-267.

- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1992c. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XI. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 40(4): 269-277.
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1996a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XVIII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 44(1-2): 61-70.
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1996b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XX. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 44(1-2): 83-92.
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1998a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXII. *Acarologia* 39: 135-142.
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1998b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXV. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 46(1): 31-38.
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1999a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXX. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 48(2) (in press).
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1999b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXXII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 48(2) (in press).
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1999c. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXXIV. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 48(2) (in press).
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 1999d. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXXVII. *Acarologia* (in press).
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 2000a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XLI. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 49 (in press).
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 2000b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XLIII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 49 (in press).
- BOCZEK, J. AND A. CHANDRAPATYA. 2000c. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XLV. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 49 (in press).
- BOCZEK, J. AND D. A. GRIFFITHS. 1994. Structure and systematics of eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea) and their relation to host plants. In MICHELE A. AND J. WILLIAMS (eds.), *Plant galls*, pp. 119-129. Systematic Association, Spec. Vol. 49, Clarendon Press, Oxford.
- BOCZEK, J. AND D. KNIHINICKI. 1998. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXVII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 46(3-4): 141-146.
- BOCZEK, J. H., V. G. SHEVTCHENKO AND R. DAVIS. 1989. Generic keys to world fauna of eriophyid mites (Acarida: Eriophyoidea). Warsaw Agricultural Univ. Press, Warsaw.
- CHANDRAPATYA, A. 1987. Some biological and ecological attributes of the citrus rust mite. In *Problems of Sucking Insect and Mite Pests of Economic Crops in Thailand*, Ann. Meeting. Ent. Zool. Assoc. Thailand. pp. 109-127.
- CHANDRAPATYA, A. 1994. *Hirsutella thompsonii*: an effective fungal parasite of eriophyid mite in Thailand. 1st International Congress on Science and Technology for Cordial Relationship Among Neighbouring Countries. 18-24 Aug. UN Conference Center, Bangkok, Thailand.
- CHANDRAPATYA, A. 1995. A role of *Hirsutella* in plant pest management. Workshop on Application of Microbial in Plant Pest Management. 20-23 Nov. Rama Garden Hotel, Thailand.
- CHANDRAPATYA, A. AND C. W. MCCOY. 1992. Susceptibility of the citrus rust mite, *Phyllocoptruta oleivora* (Ash.) to different strains of *Hirsutella thompsonii* Fisher. Proc. 19th Int. Congr. Entomol., 28 Jun. - 4 Jul., Beijing. p. 268.
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1991a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). IV. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 39(4): 427-433.
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1991b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). V. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 39(4): 435-443.
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1991c. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). VIII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 39(4): 445-452.
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1993a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea): VII. *Internat. J. Acarol.* 19(1): 69-73.
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1993b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 41(1): 45-52.
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1996. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XIX. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 44(1-2): 71-81.
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1997a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXI. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 45(1): 11-21.
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1997b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXIII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 45(1): 23-34.

- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1998. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXVI. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 46(1): 39-46.
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1999a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXIX. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 48(2) (in press).
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1999b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXXI. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 48(2) (in press).
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1999c. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXXIII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 48(2) (in press).
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1999d. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXXVI. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 48(2) (in press).
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 1999e. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XXXVIII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 48(3) (in press).
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 2000a. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XLII. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 49 (in press).
- CHANDRAPATYA, A. AND J. BOCZEK. 2000b. Studies on eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). XLIV. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 49 (in press).
- CHANDRAPATYA, A. AND U. DILOKKUNANANT. 1988. *Hirsutella thompsonii* (Fisher), a fungal parasite of *Phyllocoptruta oleivora* (Ash.) in Thailand. Proc. 4th Asia-Pacific Conf. and Workshop on Electron Microsc. 31 Jul. – 4 Aug., Bangkok, Thailand. pp. 739-641.
- CHANNABASAVANNA, G. P. 1966. A contribution to the knowledge of Indian eriophyid mites (Eriophyoidea: Trombidiformes: Acarina). Univ. Agricultural Sciences, Hebbal, Bangalore, India.
- DAVIS, R., C. H. W. FLECHTMANN, J. H. BOCZEK AND H. E. BARKE. 1982. Catalogue of eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea). Warsaw Agricultural Univ. Press, Warsaw.
- DE LILLO, E. 1997. New eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea) from Italy. III. *Entomologica, Bari.* 31: 133-142.
- EVANS, G. O., J. G. SHEALS AND D. MACFARLANE. 1961. The terrestrial Acari of the British Isles. Vol. I. Introduction and biology. British Museum (Natural History), London.
- FARKAS, H. 1966. Gubaczatacak Eriophyidae. Fauna Hungariae XVIII, kot, 15, fuz, Akad. Kiado. Budapest. 164 pp.
- FEE, A. L. A. 1834. Memoire sur le groupe des Phylleries de Fris. 75 pp.
- GRANDJEAN, F. 1935. Observations sur les Acarines. *Bull. Mus. Nat. Hist. Natur. Paris*, Ser. 2. 7: 201-208.
- HONG, X-Y. AND Z-Q ZANG. 1996. The Eriophyoidea of China: Illustrated catalog and identification keys (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea). Memoirs on entomology, Inter. Assoc. Publ, Gainesville, Florida.
- JEPPSON, L. R., H. H. KEIFER AND E. W. BAKER. 1975. Mites injurious to economic plants. Univ. Calif. Press.
- KEIFER, H. H. 1943. Eriophyid series. XIII. *Bull. Calif. St. Dept. Agr.* 33: 18-38.
- KEIFER, H. H. 1952. The eriophyid mites of California (Acarina: Eriophyidae). *Bull. Calif. Insect. Surv.* 2(1): 1-123.
- KEIFER, H. H. 1959. Eriophyid series. XXVII. Occas. Paper *Calif. Dept. Agr.* 1:1-18.
- KEIFER, H. H. 1963. Eriophyid series. B-9. *Calif. Dept. Agr.* 1-20.
- KEIFER, H. H. 1966. Eriophyid series. B-18. *Calif. Dept. Agr.* 1-20.
- KEIFER, H. H. 1974. Eriophyid studies. C-9. *Bull. Calif. Dept. Agr.* 1-24.
- KEIFER, H. H. 1975a. Eriophyid studies. C-10. *Bull. Calif. Dept. Agr.* 1-24.
- KEIFER, H. H. 1975b. Eriophyid studies. C-11. *Bull. Calif. Dept. Agr.* 1-24.
- KEIFER, H. H. 1976. Eriophyid studies. C-12. *Bull. Calif. Dept. Agr.* 1-24.
- KEIFER, H. H. 1977a. Eriophyid studies. C-13. *Bull. Calif. Dept. Agr.* 1-24.
- KEIFER, H. H. 1977b. Eriophyid studies. C-14. *Bull. Calif. Dept. Agr.* 1-24.
- KEIFER, H. H. 1978. Eriophyid studies. C-15. *Bull. Calif. Dept. Agr.* 1-24.
- KEIFER, H. H. AND L. C. KNORR. 1978. Eriophyid mites of Thailand. *Bull. Calif. Dept. Agr.* 38 (UNDP/FAO THA 74/019).
- KRANTZ, G. W. 1970. A manual of acarology. Oregon State Univ., Bookstores, Corvallis.
- KRANTZ, G. W. 1978. A manual of acarology. 2nd ed. Oregon State Univ., Bookstores, Corvallis.
- LINDQUIST, E. E. 1974. Nomenclatural status and authorship of some family-group names in the Eriophyoidea (Acarina: Prostigmata). *Can. Ent.* 106: 209-212.
- LINDQUIST, E. E. 1975. Associations between mites and other arthropods in forest floor habitats. *Can. Ent.* 107: 425-437.
- LINDQUIST, E. E. AND J. W. AMRINE JR. 1996. Systematics, diagnoses for major taxa, and keys to families and genera. In LINDQUIST E. E., M. W. SABELIS AND J. BRUIN (eds.), Eriophyoid mites – their biology, natural enemies and control, pp. 33-87. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- LIRO, J. L. AND H. ROIVAINEN. 1951. Akamapunkit (Eriophyidae) Suomen Elaimet (Anim. Fenn.) 6. Porvoo – Helsinki, W. Soderstrom Osakeyhtio. 281 pp.

- MAIMALA, S., A. CHANDRAPATYA, C. CHAMSWARNG AND C. W. MCCOY. 1999. Preliminary testing of biomass production of *Hirsutella thompsonii* var. *synnematos*. *Thai J. Agr. Sci.* 32(2): 229-239.
- MAIN, B. Y. 1972. Subphylum V: Chelicerata. In A. J. MARSHALL AND W. D. WILLIAMS (eds.), Textbook of zoology, invertebrates, 7th ed., pp. 411-480. Macmillan, London.
- NALEPA, A. 1914. Eriophyiden aus Java. I. Beitrag. *Marcellia*. 13: 51-87.
- NEWKIRK, R. A. AND H. H. KEIFER. 1975. Synoptic keys to groups and genera Eriophyoidea. In L. R. JEPSON, H. H. KEIFER AND E. W. BAKER (eds.), Mites injurious to economic plants, pp. 562-587. Univ. Calif. Press.
- OLDFIELD, G. N. 1970. Mite transmission of plant viruses. *Ann. Rev. Ent.* 15: 343-380.
- OLDFIELD, G. N. AND I. M. NEWELL. 1973. The role of the spermatophore in the reproductive biology of protogynes of *Aculus cornutus* (Acarina: Eriophyidae). *Ann. Ent. Soc. Amer.* 66(1): 160-163.
- PERSOON, C. H. 1797. Tentamen dispositionis methodicae fungorum in classes, ordines, genera et familias: cum supplements adjecto. Wolf, Lipsiae (Leipzig). 76 pp.
- PETANOVIC, R. AND S. STANKOVIC. 1999. Catalog of the Eriophyoidea (Acari: Prostigmata) of Serbia and Montenegro. *Acta. Ent. Serb.* (Special Issue): 1-143.
- REAUMUR, R. A. F. DE. 1737. Des galles des plantes et des arbres, et des productions qui leur sont. Analogue; des insectes qui habitent ces galles, & qui en occasionnent la formation & l'accroissement. In Memoires pour servir a l'histoire des insectes, pp. 413-532. *Acad. Roy. Sci. Paris*, Vol. 3, Mem. 12.
- SAVORY, T. 1964. Arachnida. Academic Press, London.
- SHAROV, A. G. 1966. Basic arthropodan stock with special reference to insects. Pergamon Press, Oxford.
- SLYKHUIS, J. T. 1969. Mites as vectors of plant viruses. In Viruses, vectors and vegetation, pp. 121-141. Contrib. 613.
- SLYKHUIS, J. T. 1972. Transmission of plant viruses by eriophyid mites. In KADO AND AGARWAL (eds.), Principles and techniques in plant virology, pp. 204-225. Van Nostrand-Reinhold. Co.
- VAN DER HAMMEN, L. 1971. Classification and phylogeny of mites. Proc. 3rd Int. Congr. Acarol., Prague. pp. 275-282.
- ZAKHVATKIN, A. A. 1952. Division of the Acarina into orders and their position in the system of the Chelicerata. *Mag. Parasitol. Moscow*. 14: 5-46.

7. หอยทากบก

บทคัดย่อ

การศึกษาหอยทากบก (terrestrial pulmonate snails) ในประเทศไทยในอดีตได้ดำเนินการโดยนักวิทยาศาสตร์ต่างชาติ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชาวยุโรป ดังนั้น แหล่งตัวอย่างอ้างอิง (reference collection) ที่ใช้ในการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จึงอยู่ในทวีปยุโรป และมีการซื้อขายแลกเปลี่ยนไปยังสหรัฐอเมริกาในเวลาต่อมา การศึกษาด้านอนุกรมวิธานของหอยทากบกในประเทศไทยเริ่มต้นในปี ค.ศ. 1844 โดย Gould ชาวเยอรมัน ได้ศึกษาหอยทากบกในประเทศพม่าและสยาม แต่ยังไม่ระบุชื่อวิทยาศาสตร์ที่แน่นอนในขณะนั้น จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1860 Pfeiffer ได้รายงานการค้นพบหอยทากบก 4 ชนิดเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ต่อมานักวิจัยชาวต่างประเทศเริ่มเข้ามาเก็บตัวอย่างหอยทากบกในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านเรื่อยมา จนกระทั่งมีผลงานวิจัยตีพิมพ์ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเป็นจำนวนมาก Panha (1996) ได้ค้นคว้ารวบรวมผลงานวิจัยเหล่านั้นทั้งหมดในช่วง 150 ปีที่ผ่านมา รวมถึงผลงานที่วิจัยเองจนถึงปัจจุบัน พบว่า หอยทากบกในประเทศไทยที่ได้ค้นพบและศึกษาแล้วมีมากกว่า 200 ชนิด ในช่วงปี ค.ศ. 1996-1997 Panha and Burch (2000) ได้ศึกษาหอยทากจืดในแนวเขาดินปนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทย จนได้พบหอยทากจืดชนิดใหม่ของโลกเป็นจำนวนมาก และได้ตีพิมพ์ผลงานการค้นพบหอยทากจืดในประเทศไทยมากกว่า 300 ชนิด เป็นสกุลใหม่ 3 สกุล และชนิดใหม่มากกว่า 90 ชนิด โดยมีตัวอย่างอ้างอิง (type specimens) มากกว่า 200 ตัวอย่าง ตัวอย่างหอยทากจืดชนิดใหม่จำนวน 94 ชนิด ถูกเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ paratype ของทุกชนิดถูกส่งไปเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน อาทิ National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, The Field Museum of Natural History, Museum of Zoology, University of Michigan, Senckenberg Museum และ Zoological Museum, University of Amsterdam การจัดจำแนกหอยทากบกในปัจจุบันยังคงใช้สัณฐานวิทยาของเปลือก กายวิภาคศาสตร์ของอวัยวะสืบพันธุ์ ฟันหอย (radula) นอกจากนั้นยังใช้โครโมโซม และดีเอ็นเอ มาช่วยในการจัดจำแนกอีกด้วย ส่วนการนำหอยทากบกมาใช้ประโยชน์นั้นปรากฏในหลายรูปแบบ เช่น บริโภคเป็นอาหาร การควบคุมทางชีววิธี (biological control) นอกจากนี้ ยังมีการสกัดสารเคมีที่มีชื่อว่า “onchidin” จากทากหินสกุล *Onchidium* ซึ่งสารดังกล่าวสามารถควบคุมเซลล์มะเร็งได้ในระดับหลอดทดลอง และยังมีการนำหอยทากบกไปศึกษาในแง่มุมต่าง ๆ อีกมากมาย เช่น ประสาทวิทยา การแพร่กระจายทางภูมิศาสตร์ และวิวัฒนาการ เป็นต้น

7.1 บทนำและสอบสวนเอกสาร

หอยทากบกมีจำนวนมากกว่าครึ่งของแมลง พบได้ในถิ่นที่อยู่อาศัยที่หลากหลาย ตั้งแต่ใต้ดิน พื้นดิน ภูเขา ในถ้ำ บนต้นไม้ ในป่าทุกประเภท รวมทั้งป่าชายเลน แม้กระทั่งทะเลทรายก็พบหอยทากบกอาศัยอยู่ หอยทากบกมีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารมากมาย อาทิ เป็นอาหารให้กับแมลงบางชนิด ปู สัตว์เลื้อยคลาน นกหลายชนิด ตลอดจนสัตว์เลื้อยคลานด้วย นานนม นอกจากนั้น หอยทากบกเองก็บริโภคสิ่งมีชีวิตหลายประเภท เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เชื้อรา ไส้เดือน ใบไม้สด เศษซากพืช ตัวอ่อนแมลง ไข่เตี้น

รศ. สมศักดิ์ ปัญหา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.

บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 110-126.

เป็นต้น จะเห็นได้ว่าถัดจากแมลงแล้ว หอยเป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรอื่นอีกมากมาย แม้แต่ทางการแพทย์ยังพบว่าหอยทากหลายชนิดเป็นเจ้าบ้านให้กับพยาธิตัวกลมที่ทำให้เกิดโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ

หอยทากบกเริ่มเป็นที่รู้จักมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 15 ในยุคของการล่าอาณานิคม คนยุโรปนิยมบริโภคหอยทากยุโรปที่มีชื่อว่า “The Roman Edible Snail”, *Helix pomatia* Linnaeus, 1758 มาตั้งแต่สมัยอาณาจักรโรมัน หอยทากบกชนิดนี้เป็นชนิดแรกที่ Carolus Linnaeus ได้บันทึกไว้ในบัญชีรายชื่อสัตว์และตีพิมพ์ใน 10th Systema Naturae ซึ่งเป็นหนังสือเล่มแรกที่กล่าวถึง scientific name และ binomial system อย่างชัดเจน

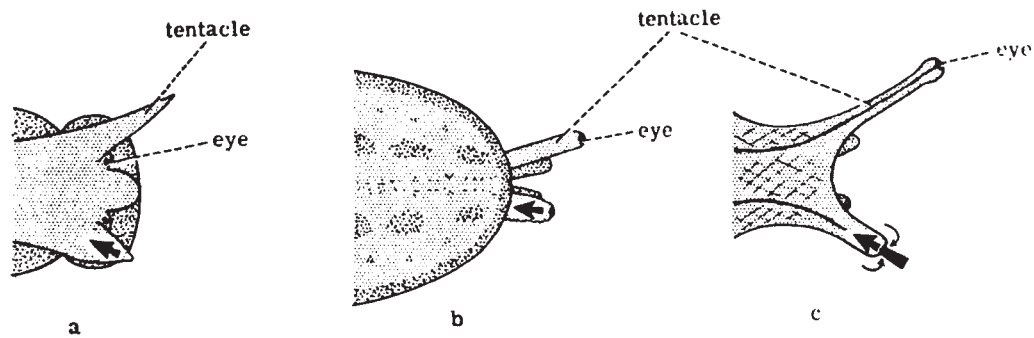
หอยทากบกสามารถพบเห็นได้ในประเทศไทยในทุกถิ่นอาศัย ตั้งแต่ภูเขาไปจนถึงป่าชายเลน มีรายงานการพบหอยทากบกในประเทศไทยเป็นครั้งแรก โดย Gould ในปี ค.ศ. 1844 แต่ยังไม่มียานงานชื่อวิทยาศาสตร์ที่แน่นอน จนกระทั่งปี ค.ศ. 1860 Pfeiffer ได้รายงานการค้นพบหอยทากบก 4 ชนิดแรกของไทย ได้แก่ *Helix caseus*, *H. dohrniana*, *H. mouhoti* และ *Bulinus schomburgki* ซึ่งตีพิมพ์ลงใน *Proceedings of the Zoological Society of London*

จากนั้น ได้มีการเก็บตัวอย่างและศึกษาหอยทากบกเรื่อยมา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาโดยชาวต่างชาติ จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 2000 พบว่าประเทศไทยมีหอยทากบกมากกว่า 600 ชนิด และยังมีหอยทากบกหลายชนิดที่นำเข้ามา (introduction) เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น หอยทากแอฟริกัน *Achatina fulica* ถูกนำเข้ามาตั้งแต่สมัยสงครามโลก โดยทหารญี่ปุ่น เพื่อนำมาทำเป็นอาหาร และหอยทากกินเนื้อฟลอริดา *Euglandina rosea* ที่ถูกนำเข้ามาโดยนักวิจัยไทยเพื่อมาควบคุมหอยทากแอฟริกัน *A. fulica* แต่นับว่าประเทศไทยยังโชคดีที่ *E. rosea* ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในประเทศไทย ไม่เช่นนั้นอาจทำให้หอยทากที่เป็นชนิดจำเพาะถิ่น (native species) ของ

ไทยถูกทำลาย เช่นเดียวกับการสูญพันธุ์ของหอยต้นไม้ *Partula* ในฮาวาย หอยทากแอฟริกัน *A. fulica* เข้ามาทำลายพืชพันธุ์ต่าง ๆ จนปัจจุบันอยู่ร่วมกับชนิดของไทยได้ราวกับ native species นอกจากนี้ยังมีหอยทากบกอีกหลายชนิดที่เข้ามาโดยบังเอิญ เช่น หอยข้าวสาร *Lamellaxis gracile* ถูกนำเข้ามาจากฟิลิปปินส์ โดยการนำเข้าดอกไม้ที่มีไข่หอยปนเปื้อน (Solem, 1959) ซึ่งปัจจุบันหอยข้าวสารได้ระบาดกินดอกไม้ในแปลงดอกไม้ทั่วไป

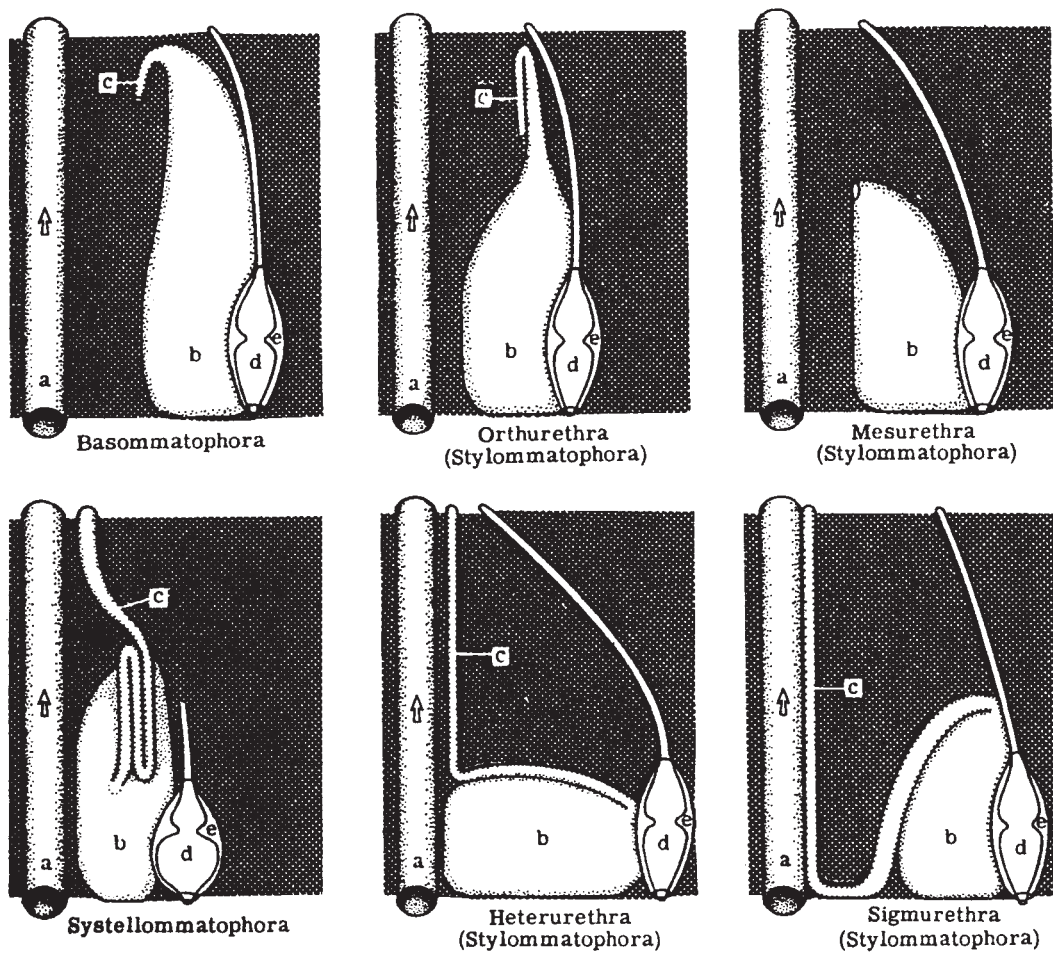
ประเทศไทยมีหอยทากบกที่เป็นชนิดจำเพาะถิ่นหลายชนิด อาทิ หอยทากสยาม *Cryptozona siamensis* พบกระจายอยู่ทั่วประเทศในถิ่นที่อยู่อาศัยที่หลากหลาย ปัจจุบันมีรายงานการทำลายกล้าไม้โดยหอยทากสยามบ่อยครั้ง นอกจากนั้นยังมีวงศ์ที่จำเพาะและน่าเป็นห่วง เช่น วงศ์หอยนกขมิ้น จัดเป็นหอยทากสวยงาม และเป็นหอยต้นไม้มักพบเฉพาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นักวิจัยบางท่านขนานนามหอยวงศ์นี้ว่า “Gems of the Forest” การทำลายป่าไม้ในปัจจุบันทำให้หอยวงศ์นี้อยู่ในภาวะอันตราย หอยทากจิ้งเขาคินปูนเป็นกลุ่มจำเพาะและน่าสนใจ มีมากกว่า 100 ชนิด การทำลายแนวหินปูนในปัจจุบัน ทำให้ทรัพยากรหอยทากจิ้งเขยู่ในสถานภาพที่น่าเป็นห่วง

หอยทากบกจัดอยู่ในชั้นย่อย (subclass) Pulmonata แบ่งออกเป็น 3 อันดับ (order) ได้แก่ Basommatophora, Systellommatophora และ Stylommatophora โดยพิจารณาจากจำนวนคู่หนวด ตำแหน่งตา และการหดของหนวดประกอบกัน โดยหอยทากบกในอันดับ Basommatophora มีหนวด 1 คู่แบบหดกลับ (contract) (ภาพที่ 7.1a) และมีตาอยู่ที่โคนหนวด หอยทากบกในอันดับ Systellommatophora เป็นหอยที่ไม่มีเปลือก มีหนวด 2 คู่แบบหดกลับ (contract) (ภาพที่ 7.1b) และมีตาบนปลายหนวดคู่บน ส่วนหอยทากบกในอันดับ Stylommatophora อาจมีหรือไม่มีเปลือกก็ได้ มีหนวด 2 คู่แบบม้วนกลับ (retract) (ภาพที่ 7.1c) และมีตาอยู่บนปลายหนวดคู่บน (Burch, 1962)



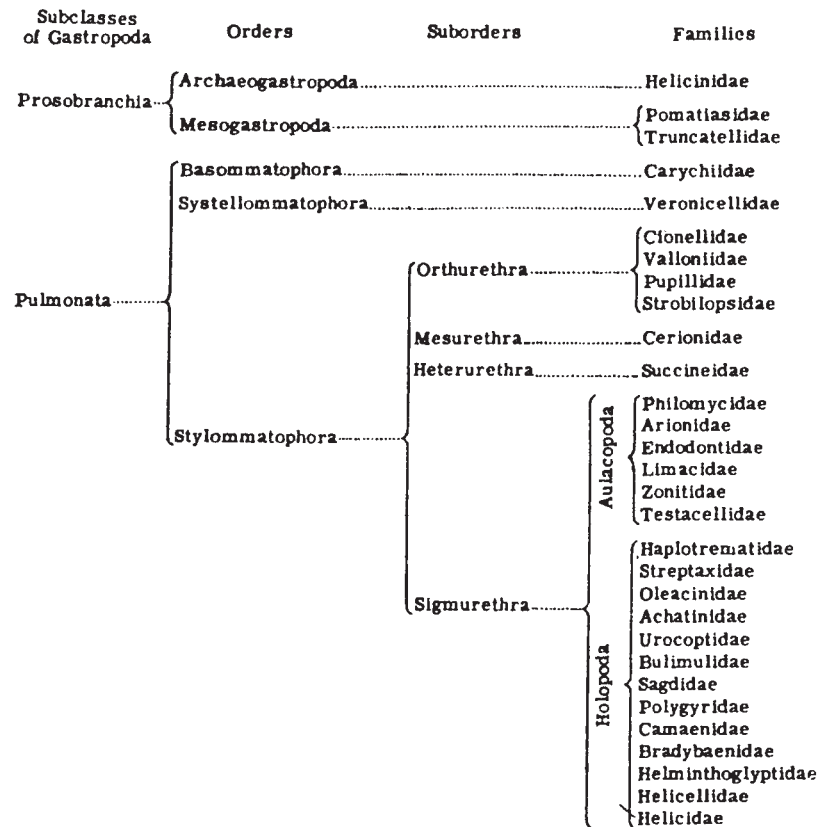
ภาพที่ 7.1 แสดงตำแหน่งของตาและการหดของหนวดในหอยทากบก 3 Order (a) Basommatophora (b) Systellommatophora (c) Stylommatophora (Burch, 1962)

ลักษณะและการวางตัวของไต (kidney) ท่อไต (ureter) และหัวใจ (heart) ก็จัดเป็นลักษณะที่ชัดเจนมากในการใช้จำแนกหอยทากบก (ภาพที่ 7.2)



ภาพที่ 7.2 แสดงตำแหน่งและการจัดเรียงตัวของไตและท่อไตในหอยทากบก (a) intestine (b) kidney (c) ureter (d) heart (e) pericardium (Burch, 1962)

ด้วยลักษณะดังกล่าวข้างต้น Burch (1962) ตะวันตกไว้เป็น 5 อันดับ (order) 30 วงศ์ (family) จึงได้จำแนกหอยทากบกโดยเฉพาะในแถบซีกโลก (ภาพที่ 7.3)



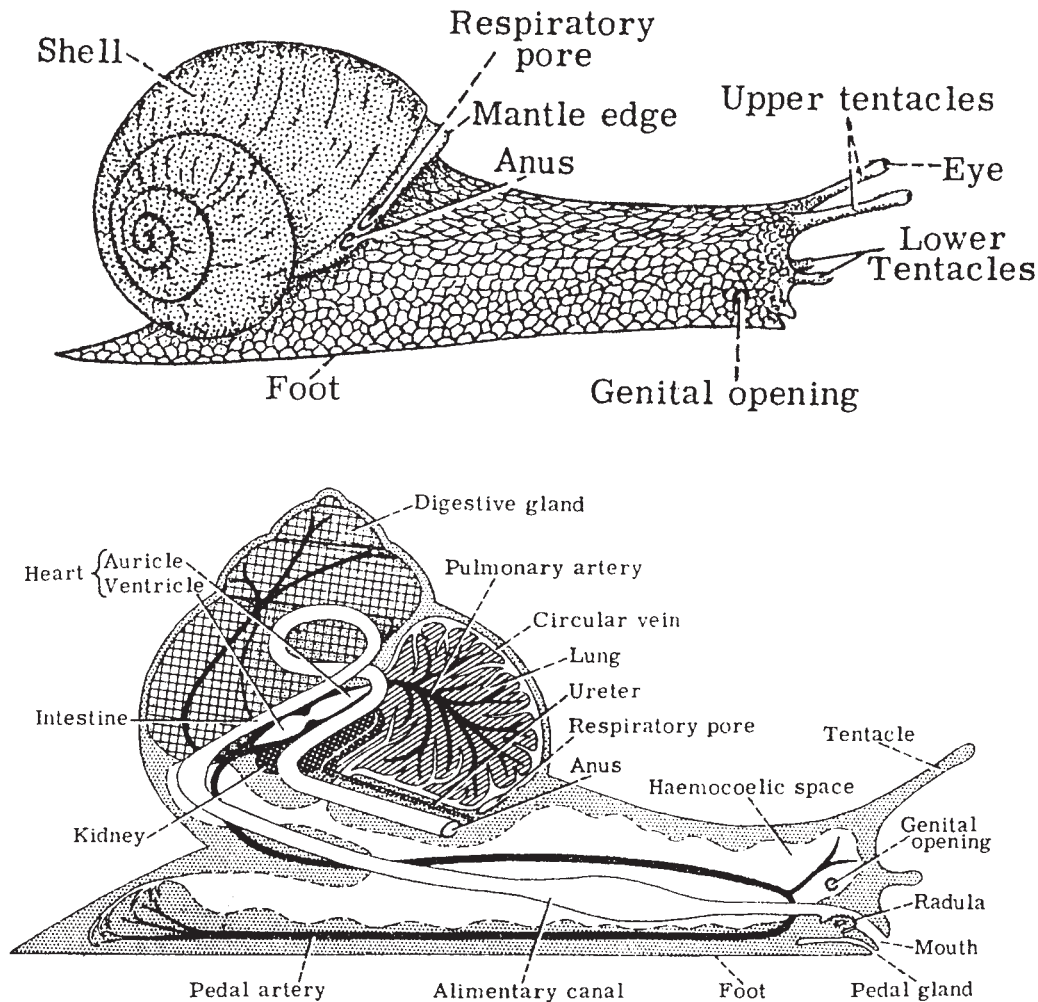
ภาพที่ 7.3 แสดงการจัดจำแนกหอยทากบก โดย Burch (1962)

หอยมีวิวัฒนาการขึ้นมาอยู่บนบกในยุคการกำเนิดแมลงราว 400 กว่าล้านปี โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาค และสรีรวิทยาบางประการเกิดขึ้น (ภาพที่ 7.4) เช่น การใช้ปอดในการหายใจ การมีอวัยวะรับความรู้สึก (sense organs) ที่พัฒนาสูงขึ้น การมีระบบประสาทรวมเข้าด้วยกัน รวมถึงการมีระบบสืบพันธุ์ที่ซับซ้อน (Takeda, 1989) และระบบสืบพันธุ์

นี้เองเป็นลักษณะหนึ่งที่ใช้ในการจัดจำแนก ดังนี้ 1) ลักษณะรูปร่างของ penis 2) การมี internal papilla และ external appendix 3) การมี flagellum หรือ epiphallus 4) ตำแหน่งที่แทรกตัวของ retractor muscle และ vas deferens 5) ในระบบของเพศเมีย (female system) การมีหรือไม่มี ลักษณะและรูปร่างของ dart sacs, darts, mucous gland หรือ

appendicula 6) ความยาวของ spermathecal duct 7) ลักษณะรูปร่าง caeca ของ ovotestis รวมถึงการฝังตัวของ ovotestis ว่าอยู่ในส่วนของตับหรือไม่ 8) ก้านตา

ข้างขวาหรือข้างซ้ายที่หอดตัวอยู่ระหว่างแขนงของระบบสืบพันธุ์ (อ้างตาม Solem, 1972)



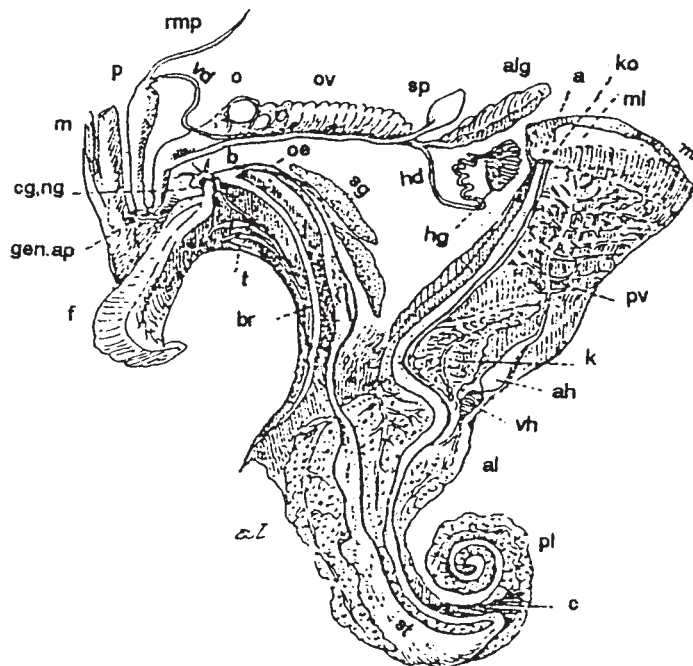
ภาพที่ 7.4 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคทั่วไปของหอยทากบก (Burch, 1962)

ระบบสืบพันธุ์ในหอยทากบก (pulmonate) เป็นแบบสองเพศในตัวเดียวกัน หรือที่เรียกว่า hermaphrodite แต่มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (male gamete) และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (female gamete)

แยกกันอยู่ในบริเวณชั้นเนื้อเยื่อเดียวกันที่เรียกว่า gonad หรือเรียกว่า hermaphroditic gland เป็นรูปแบบที่แตกต่างจากสัตว์อื่น ๆ ที่มีระบบสืบพันธุ์แบบ hermaphrodite ซึ่งจะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย

แยกกันอยู่ หอยในอันดับ Stylommatophora ทั้งหมดเป็นหอยบกทั้งสิ้นมี simultaneous hermaphrodite ที่แท้จริง คือมีอัตราเร็วในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (spermatogenesis) และกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (oogenesis) เท่ากัน ไข่ฟักออกเป็นหอยตัวอ่อนที่มีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัยโดยตรง ไม่มีระยะตัวอ่อน (larval stage) เหมือนหอยใน

กลุ่มอื่น โดยเฉพาะหอยทะเล ลักษณะเช่นนี้ทำให้หอยทากบกประสบความสำเร็จในการดำรงชีพบนบก มีการปฏิสนธิข้ามตัวเป็นส่วนใหญ่ และการปฏิสนธิเกิดขึ้นภายใน (internal fertilization) บางชนิดมีการผสมพันธุ์ในตัวเอง (self fertilization) และมีการเจริญของไข่โดยไม่ได้รับการผสม (parthenogenesis) ร่วมด้วย (Takeda, 1989)



- a. Anus.
- ah. Auricle of heart.
- al. Anterior lobe of liver.
- alg. Albumen-gland.
- b. Buccal mass.
- br. Retractor of buccal mass.
- c. Cavity where hermaphrodite and albumen gland were originally situated.
- cg., ng. Cerebral ganglia or nervous ring.
- f. Foot.
- gen.ap. Generative aperture.
- hd. Hermaphrodite duct.
- hg. Hermaphrodite gland.
- i. Intestine.
- k. Kidney or renal organ.
- ko. Kidney-opening.
- m. Mantle.
- ml. Mantle-lobe.
- o. Ovary.
- oe. Oesophagus.
- ov. Oviduct.
- p. Penis.
- pl. Posterior lobe of liver.
- p.v. Pulmonary vein.
- rmp. Retractor muscle of penis.
- sg. Salivary gland. dsq. Duct of.
- sp. Spermatheca or receptaculum seminalis.
- st. Stomach.
- t. Eye-tentacles.
- vd. Vas deferens.
- vh. Ventricle of heart.

ภาพที่ 7.5 แสดงลักษณะทางกายวิภาคทั่วไปของหอยทากบก (Blanford and Godwin-Austen, 1908)

หอยทากบกมีอวัยวะสืบพันธุ์แบบรวม (hermaphroditic gland) ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของระบบสืบพันธุ์ที่วางตัวอยู่ใน visceral sac (ภาพที่ 7.5) และบางส่วนฝังตัวอยู่ในตับ (hepatopancreas) แตกต่างจากพวกหอยทากไร้เปลือก (slug) ที่ไม่ฝังอยู่ในตับ ภายใน gonad ประกอบด้วยถุงเล็ก ๆ (acini) อยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งบรรจุเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศผู้ (spermatozoa) และเพศเมีย (ova) ที่เจริญเต็มที่แล้ว (Takeda, 1989) ต่อจากส่วนนี้จะเป็นท่อยาวที่เรียกว่า ท่อสืบพันธุ์รวม (hermaphroditic duct) ซึ่งโดยปกติมีลักษณะม้วนหยัก และเป็นทางผ่านของไข่ (ova) และสเปิร์ม (spermatozoa) ท่อนี้จะต่อเข้ากับ albumen gland ที่มีลักษณะเป็นก้อนยาว มีตำแหน่งแนบอยู่กับผิวส่วนที่โค้งเว้าด้านหน้าของ

digestive gland ส่วน albumen gland นี้ประกอบด้วย โครงสร้างที่เป็นท่อ ประกอบด้วย secretory cell ที่มี cilia ทำหน้าที่ในการโบกพัดและจะหลั่ง granule ที่ ทำหน้าที่สร้าง galactogen โดย Golgi apparatus สารที่สร้างจากต่อมนี้อาจทำหน้าที่ห่อหุ้มไข่เป็นชั้น ๆ และเป็นอาหารของเอ็มบริโอในการเจริญเติบโตของ ตัวอ่อน (Emberton, 1985) ขนาดของ albumen gland และปริมาณ galactogen ที่บรรจุใน albumen gland ขึ้นกับวงจรของการสืบพันธุ์ (reproductive cycle) กล่าวคือ albumen gland จะมีขนาดใหญ่ที่สุด และมี galactogen สูงสุดในระหว่างฤดูการผสมพันธุ์ และมีขนาดเล็กที่สุดพร้อมทั้งมี galactogen น้อยที่สุดในช่วงที่มีการวางไข่ การเจริญเติบโตของ albumen gland นั้น อยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนเพศ (sex steroid hormone) จากอวัยวะสืบพันธุ์รวม (Takeda, 1989) และก่อนที่ albumen gland จะขยายตัวไปจนถึงปลายเปิดของ hermaphroditic duct นั้น พบว่าท่อนี้มีการขยายตัวเล็กน้อย ไข่ที่ผ่านมายังจุดนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลง และถูกแยกออกจาก spermatozoa โดย ova จะผ่านลงมาทางท่อนำไข่ (oviduct) และสเปิร์มจะลงมาทาง prostate (Blanford and Godwin-Austen, 1908) การผสมระหว่างไข่กับ สเปิร์มใน หอยทาบกบเกิดขึ้นที่บริเวณช่วงรอยต่อระหว่างส่วน hermaphroditic duct กับ albumen gland ซึ่งมี ลักษณะเป็นกระเปาะขนาดเล็กที่เรียกว่า fertilization pocket หรือ talon หรือ carrefour หรือ fertilization pouch-seminal receptacle complex (Runhan and Hunter, 1970; Emberton, 1995)

ท่อนำไข่ และ prostate จะเกาะติดกันตลอด ความยาว รวมเรียกว่า common duct โดยจะแบ่ง ออกเป็นส่วนของท่อตัวผู้ และท่อตัวเมีย และจะมี ต่อมน้ำที่เปิดเข้าสู่ท่อตัวผู้ คือ prostate gland และที่ เปิดเข้าสู่ท่อตัวเมีย คือ oviducal gland นอกจากนี้ prostate gland ของหอยอันดับ Stylommatophora ส่วนใหญ่ประกอบด้วย tubular gland ที่บางและยาว เชื่อมติดกับ sperm groove และทอดไปตามความ

ยาวของ spermoviduct (Takeda, 1989) มีหน้าที่ สร้างสารที่ทำให้สเปิร์มรวมตัวกันเป็นก้อนเพื่ออำนวยความสะดวกในการส่งถ่าย และหลั่งสารมาเลี้ยงสเปิร์มในการ ปฏิสนธิ ส่วนของท่อนำไข่ มีขนาดใหญ่ สีส่อนขาว และ มีลักษณะม้วนพับ เป็นบริเวณที่มีต่อมเป็น จำนวนมากสำหรับการสร้างเยื่อหุ้มไข่ที่ได้รับการ ปฏิสนธิแล้ว ต่อจากท่อนำไข่นี้จะมีลักษณะเป็นท่อ อ้วน ๆ ที่เรียกว่า free oviduct ซึ่งเป็นส่วนที่ต่อไปยัง ทางออกของระบบสืบพันธุ์ ส่วนที่ต่อจาก prostate (หรือ sperm duct) มีลักษณะเป็นท่อเรียวยาวเรียกว่า ท่อนำเชื้อ (vas deferens) ซึ่งนำ spermatogenic contents สู่อวัยวะเพศผู้ ช่วงระยะทางระหว่าง free oviduct มาถึงทางออกของระบบสืบพันธุ์จะมีถุง ซึ่งมีหลากหลายรูปร่างในแต่ละชนิด มีขนาดต่าง ๆ กันไปเรียกว่า spermatheca โดยจะทำหน้าที่รับเอา spermatophore ที่ออกจากอวัยวะเพศผู้ของคู่ผสมไว้ (Blanford and Godwin-Austen, 1908) และทำ หน้าที่ในการย่อยสเปิร์มส่วนที่เหลือจากการปฏิสนธิ โดยเอนไซม์ที่อยู่ภายใน spermatheca สเปิร์มบาง ส่วนที่หลงเหลือจากการถูกย่อยเคลื่อนที่ออกมาแล้ว ว่ายขึ้นไปยังส่วน talon (หรือ receptaculum seminis หรือ fertilization pouch) (Emberton, 1985)

อวัยวะเพศผู้ประกอบด้วยแผ่นกล้ามเนื้อที่หด ได้ หรือเกิดการหดกลับเข้าข้างในได้ของท่อขนาดเล็ก เรียกว่า penis ที่ยื่นออกมาทางช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ โดยมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงเรียกว่า retractor penis muscle เป็นตัวดึง ถัดจาก penis จะมีลักษณะเป็น loop เข้าสู่ส่วนที่เป็นท่อขนาดเล็กกว่าเรียกว่า epiphallus ซึ่งเป็นส่วนที่ vas deferens เข้ามาต่ออยู่ด้วย (Blanford and Godwin-Austen, 1908)

บริเวณช่วงต่อระหว่าง vas deferens และ epiphallus นั้นโดยปกติจะมีลักษณะเป็น caecum-like appendage, kalc-sac หรือมีลักษณะเหมือนแส้ เรียกว่า flagellum ซึ่งเป็นบริเวณที่ spermatophore (ภาพที่ 7.6) ถูกสร้างขึ้นระหว่างมีกิจกรรมการผสมพันธุ์ spermatophore คือ สเปิร์มที่รวมกันเป็นกลุ่ม

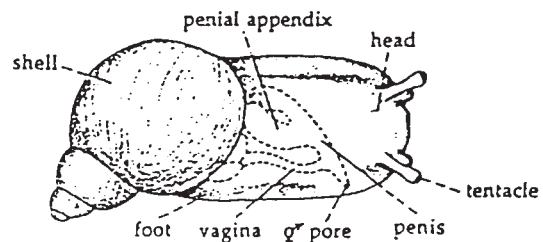
มีโครงสร้างที่ซับซ้อน ประกอบด้วย 2 ส่วนที่เห็นได้ชัด คือ ส่วนแรกมีลักษณะเป็นท่อ (gutter-like) ยาวและอาจมีลักษณะเรียบ หรือโดยทั่วไปมีหนาม อีกส่วนเป็นถุงยาวเรียว ผนังบางซึ่งภายในมี spermatozoa ที่ผ่านมาจาก vas deferens และถูกเก็บไว้ในรูปของ spermatophore จนกว่าจะถูกส่งเข้าไปอยู่ใน spermatheca (spermatheca) ของคู่ผสมพันธุ์ เพื่อผสมกับ ova ภายในคู่ผสมพันธุ์ รูปร่างของ spermatophore มีความหลากหลายมากมาย และเป็นลักษณะสำคัญในแต่ละชนิด และความรู้เกี่ยวกับ spermatophore ในกลุ่มหอยทากบกยังมีไม่มากนัก เพราะไม่ค่อยพบในระหว่างที่ทำการผ่าตัดหรือพบในลักษณะที่แตกหักไม่สมบูรณ์ (Blanford and Godwin-Austen, 1908)



ภาพที่ 7.6 แสดงลักษณะ spermatophore ของ *Macrochlamys pedina* ที่พบในประเทศไทย (Blanford and Godwin-Austen, 1908)

นอกจากนี้ ยังมีอวัยวะอีกส่วนหนึ่งซึ่งพบในระบบสืบพันธุ์ที่ซับซ้อนนั้น คือ amatorial organ หรือ dart sac ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่มีรูปร่างเรียวยาว และมี retractor muscle อยู่ที่ distal end ภายใน dart sac นี้มีแท่งกล้ามเนื้อ (pointed style) ซึ่งจะยื่นออกมาทางช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ ในส่วนของ male organ และส่วนอื่นที่อยู่ใกล้เคียงจะมีการหดกลับและยื่นออกมาในระหว่างการจับคู่ผสมพันธุ์ (Blanford and Godwin-Austen, 1908) amatorial organ ในหอยเตี๋ย *Hemiplecta distincta* ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Ariophantidae ประกอบด้วยกล้ามเนื้อวงกลม (circular muscles) และกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscles) และพบว่ามีเซลล์ชนิด

granule secreting cell ทำหน้าที่หลั่ง acid-mucopolysaccharide และมี lumen cell ทำหน้าที่สร้าง zymogenic granule การที่หอยเตี๋ยสร้างสารหลั่งเหล่านี้ น่าจะมีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ ทำให้ amatorial organ บวมแข็งสามารถยื่นออกมานอกตัวได้ และเพื่อการฟอรัมตัวเป็น spermatophore จากการศึกษาลักษณะ ultrastructure ของ granule secreting cell พบว่าภายใน cytoplasm ประกอบด้วย rER ขนาดใหญ่ Golgi body และ free ribosome จำนวนมาก amatorial organ นี้มีความสำคัญใช้ในขบวนการเกี่ยวพาราสี โดยอวัยวะนี้จะโผล่ออกมา และยื่นเข้าไปในท่อของระบบสืบพันธุ์ (genital duct) และช่องในระบบหายใจ (respiratory pore) ของคู่ผสมพันธุ์ในช่วงก่อนการผสมพันธุ์ (Panha, 1987) ทางที่เปิดออกของระบบสืบพันธุ์นั้นมีตำแหน่งอยู่ทางขวาของส่วนหัว (ภาพที่ 7.7)

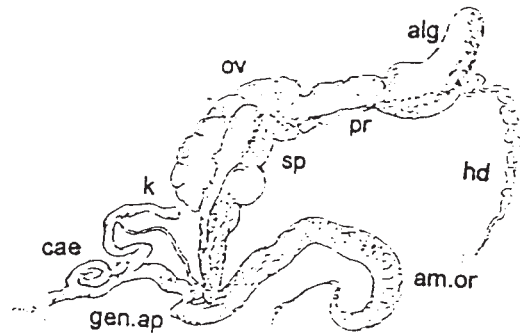


ภาพที่ 7.7 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของระบบสืบพันธุ์

ระบบสืบพันธุ์แบบ hermaphrodite นี้วางตัวยาวไปตาม parietal side ของอวัยวะภายใน จนถึงบริเวณเหนือกระเพาะอาหารที่เป็นส่วนของ hermaphroditic gland ซึ่งฝังตัวอยู่ส่วนบนของ digestive gland ในชนิดที่มีขนาดใหญ่จะพบว่ามึกล้ามเนื้อสั้น ๆ เชื่อมระหว่าง vagina กับผนังในบริเวณส่วนเท้า นอกจากนี้ยังมีกล้ามเนื้อเส้นหนึ่งของ free retractor แทรกอยู่ส่วนบนหรือติดอยู่กับส่วนบนฐานของ spermatheca และมี penial retractor muscle ยึดระหว่าง penis กับ diaphragm หรือก้านของ free

มีรายงานการศึกษาสัณฐานวิทยาของระบบสืบพันธุ์ในลักษณะการบรรยายบางส่วนของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ที่เด่นชัดมาประกอบการจัดจำแนกกลุ่มของหอยทากบกพร้อมกับการศึกษาด้านอื่น เช่น สัณฐานวิทยาของเปลือก พฤติกรรม และโครโมโซม เป็นต้น Emberton ในปี ค.ศ. 1995 ศึกษาพฤติกรรมในการสืบพันธุ์ร่วมกับสัณฐานวิทยาของระบบสืบพันธุ์ (ภาพที่ 7.9) ในการจัดจำแนกหอย *Patera laevior* และ *Xolotrema fosteri* ซึ่งมีลักษณะของเปลือกคล้ายคลึงกันมากจนไม่สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกได้ พบว่าพฤติกรรมการเกี่ยวพันและการผสมพันธุ์ของ *Patera laevior* จะมีการยื่นส่วน penis ออกมาพันกันเป็นเกลียวภายนอกตัว ต่างจาก *Xolotrema fosteri* ที่สอด penis เข้าภายในซึ่งกันและกัน นอกจากนั้น พบว่า *Xolotrema fosteri* มี penis สั้นกว่า และมีรูปร่างของ spermatheca ที่แตกต่างไปจาก *Patera laevior* (Emberton, 1995) retractor muscle (Tillier, 1989) (ภาพที่ 7.8) แรดูลา (radula) หรือฟันหอยเป็นลักษณะจำเพาะอีกลักษณะหนึ่งที่นำมาใช้ในการจัดจำแนก โดยปกติหอยฝาเดียว (gastropods) ในแต่ละวงศ์จะมีลักษณะและสูตรของฟันที่ชัดเจน ลักษณะของฟันยังสามารถบอกได้ว่าเป็นหอยบรีโคมพิซ เนื้อ หรือซาก หรือเป็นผู้ล่า

แรดูลาจะวางตัวอยู่ในช่องปาก (ภาพที่ 7.10) ภายในก้อนกล้ามเนื้อที่แข็งแรงที่เรียกว่า buccal mass ซึ่งจะเป็นตัวช่วยให้แรดูลามีการเคลื่อนที่เข้าหาอาหาร และบดเคี้ยวอาหารได้เช่นสัตว์อื่น นอกจากนั้นยังมีกล้ามเนื้ออีกหลายมัดที่ช่วยกิจกรรมดังกล่าวนี้ด้วย

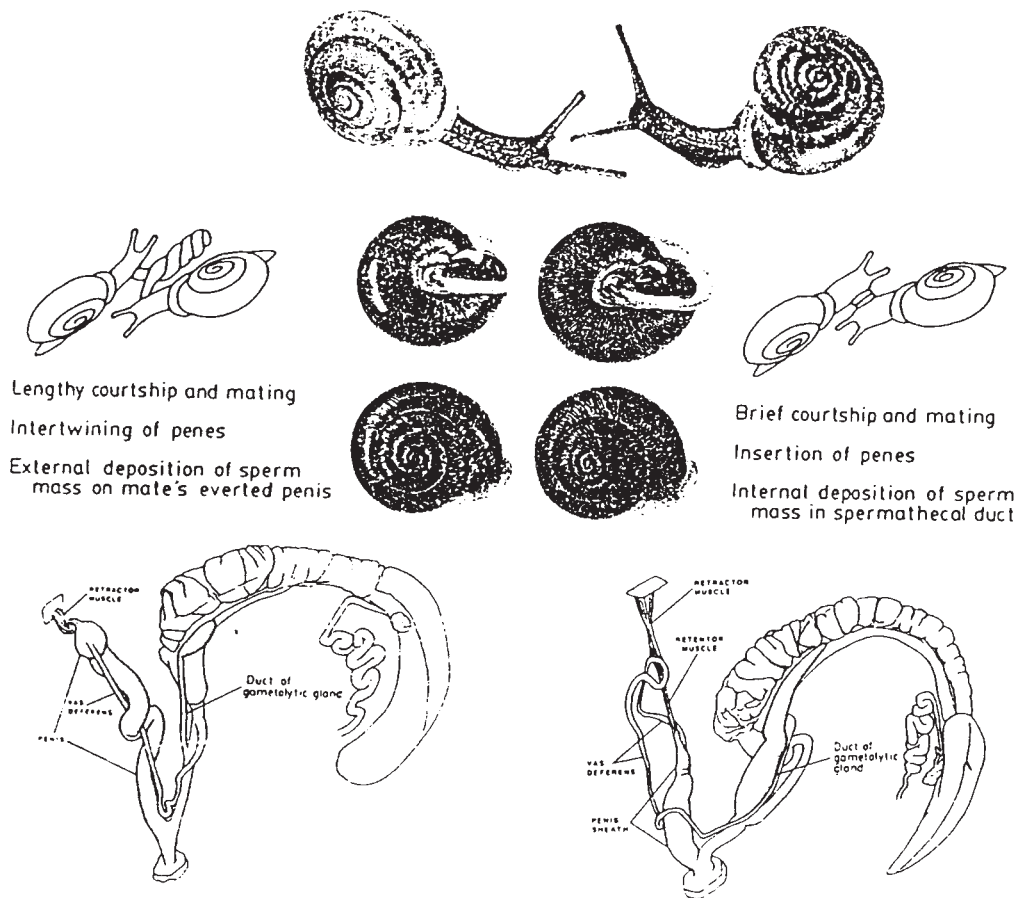


ภาพที่ 7.8 แสดงลักษณะระบบสืบพันธุ์ของหอยทากบกสกุล *Macrochlamy* hd=hermaproditic duct, alg=albumen gland, ov=oviduct, pr=prostate, sp=spermatheca, am.or=amatorial organ, k=kalc sac, cae=caecum, gen.ap=generative aperture (Blanford and Godwin-Austen, 1908)

7.2 อนุกรมวิธานหอยทากบกยุคใหม่

นอกเหนือจากงานทางด้านสัณฐานวิทยาของเปลือก (shell morphology) และกายวิภาคศาสตร์แล้วยังมีหอยหลายกลุ่มที่ยังคงประสบปัญหาในการจัดจำแนกชนิด วิธีการศึกษาทางโครโมโซมเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้นำมาใช้ในงานทางด้านอนุกรมวิธานของหอยทากบก Laws (1973) ได้เตรียมโครโมโซมของหอยวงศ์ Camaenidae จำนวน 14 สกุล 25 ชนิด และพบว่าหอยทั้งหมดนี้มีค่า haploid number เท่ากับ 29 Patterson and Burch (1978) ได้ศึกษาวิจัยและรวบรวมข้อมูลทางด้านโครโมโซมของหอยทากบกไว้เป็นจำนวนมาก และจัดทำตารางสรุปจำนวนโครโมโซม

ของหอยทากบก 10 อันดับเอาไว้ (ภาพที่ 7.11) Ramos and Aparicio (1985) ได้รายงานผลการวิจัยเกี่ยวกับ haploid number ของหอยวงศ์ Helicidae ที่เก็บรวบรวมจากประเทศสเปน และโปรตุเกส พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 21-30 Ieyama and Tada (1991) ศึกษาโครโมโซมของหอยทากจิ๋ววงศ์ Diplommatinidae ของประเทศญี่ปุ่น 11 ชนิด พบว่ามีค่า haploid number ที่เท่ากันทั้งหมดคือ 13 และยังได้รายงานค่า DNA content ของแต่ละชนิดว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

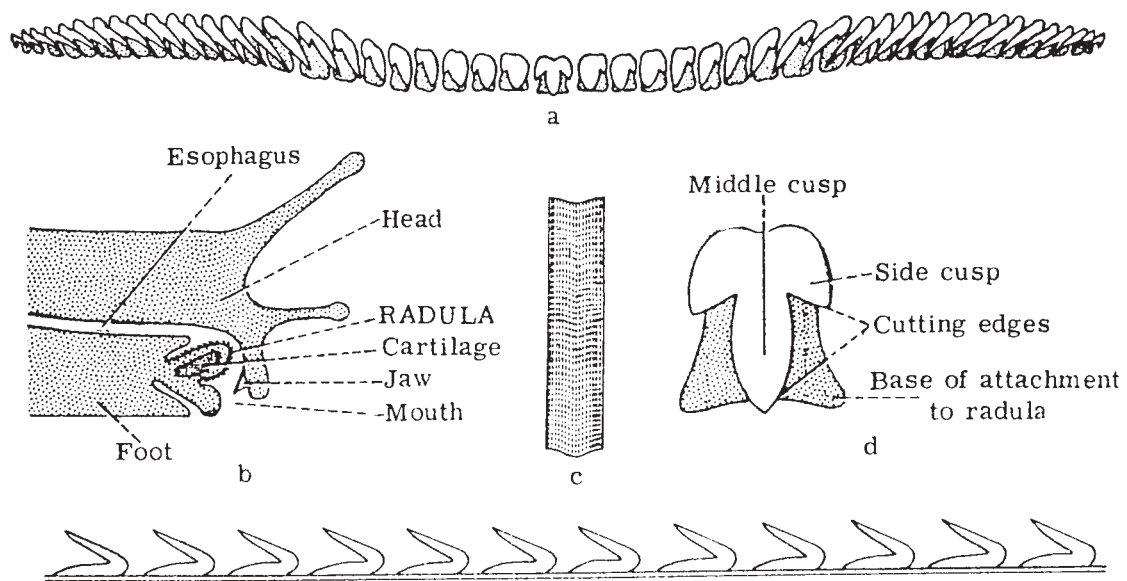


ภาพที่ 7.9 แสดง *Patera laevis* (ซ้าย) และ *Xolotrema fosteri* (ขวา) จาก Hawesville, Hancock, Kentucky มีสัณฐานวิทยาของเปลือกคล้ายคลึงกันมาก แต่เมื่อดูพฤติกรรมการเกี้ยวพาราสี และกายวิภาคศาสตร์ของอวัยวะสืบพันธุ์ก็สามารถบอกความแตกต่างได้ (Emberton, 1995)

7.3 การศึกษาทางอนุชีวศาสตร์

Tillier *et al.* (1996) ได้ใช้ลำดับของ rRNA ศึกษาความสัมพันธ์ของหอยทากบก 24 ชนิด ผลที่ได้พบความสัมพันธ์ที่สามารถนำมาจำแนกเป็นอันดับย่อย (Suborder) โดยเฉพาะ 4 อันดับแรกที่เสนอคือ Orthurethra, Mesurethra, Elasmognatha และ Helicoidea จากนั้น Schilthuizen *et al.* (1999) ได้ใช้ลำดับของ ribosomal DNA หาค่าความสัมพันธ์ในระดับประชากรของหอยทากจืดในประเทศ

มาเลเซีย จากข้อมูลทั้งทางสัณฐานวิทยาของเปลือก กายวิภาคศาสตร์ของอวัยวะสืบพันธุ์ โครโมโซม และดีเอ็นเอของหอยทากบก ทำให้ Dr. Fred Naggs แห่ง British Museum ได้สร้างตารางความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของหอยทากบกขึ้นใหม่ล่าสุดเมื่อเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2000 (Naggs, personal communication) เพื่อเตรียมเผยแพร่ในวารสารทางวิชาการในระดับนานาชาติต่อไป (ภาพที่ 7.12)



ภาพที่ 7.10 แสดงลักษณะของแรดูลาของหอย a) แสดงฟันในหนึ่งแถวตามขวาง b) ภาพตัดตามยาวแสดงส่วนหัวและตำแหน่งที่อยู่ของแรดูลา c) แรดูลาทั้งแผ่นที่ดึงออกมาประกอบไปด้วยฟันเป็นแถวตามขวางหลายแถว d) ฟันกลางหนึ่งซี่แสดงรายละเอียดของฟัน e) แรดูลาเมื่อมองจากด้านข้าง (Burch, 1962)

7.4 ผลงานวิจัยในประเทศไทย

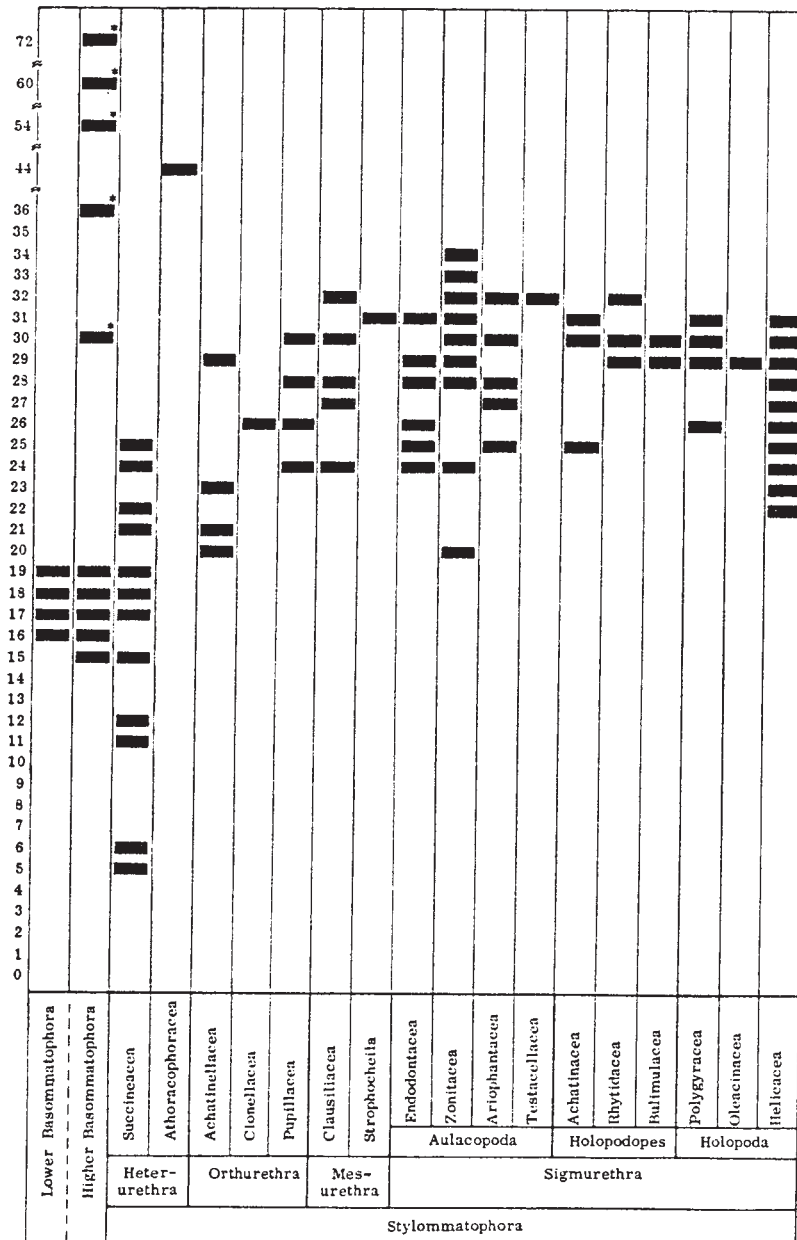
ผลงานแรกเมื่อ ค.ศ. 1844 โดย Gould ชาวเยอรมัน ได้รายงานการค้นพบหอยทากบกจากพม่าและสยาม แต่ยังไม่ระบุชื่อวิทยาศาสตร์ที่แน่นอน จนกระทั่งถึง ค.ศ. 1860 Pfeiffer ได้รายงานการค้นพบหอยทากบก 4 ชนิดแรกในประเทศไทย ที่ H. Cuming นักล่าสัตว์ชาวอังกฤษเป็นผู้เก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Helix caseus*, *H. dohrniana*, *H. mouhoti* และ *Bulinus schomburgki* ในปีเดียวกัน Martens รายงานการค้นพบหอยทากบกถึง 17 ชนิดในประเทศไทย นอกจากนั้น Pfeiffer (1861, 1862) ยังได้รายงานเพิ่มเติมเกี่ยวกับชื่อหอยทากบกในประเทศไทยที่เก็บตัวอย่างโดย H. Cuming เพิ่มขึ้นอีก

9 ชนิด Tomlin (1929, 1932) ชาวอังกฤษ รายงานการพบหอยทากตามแนวเขาทางตะวันตกของประเทศไทยติดกับพม่า Solem (1965, 1966) ได้รายงานการพบหอยทากมากกว่า 40 ชนิดที่เก็บโดยชาวอังกฤษและเดนมาร์ก ยังมีนักวิจัยต่างชาติอีกหลายคน que เข้ามาเก็บตัวอย่าง และศึกษาทั้งในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง ทำให้มีรายงานจำนวนชนิดหอยทากบกเพิ่มขึ้นเรื่อยมา

ต่อมา Panha (1996) ได้จัดทำ checklist ของหอยทากบกในประเทศไทย โดยรวบรวมผลงานวิจัยต่างๆ ในช่วง 150 ปี ซึ่งปรากฏว่ามีรายงานการพบหอยทากบกในประเทศไทยแล้วถึง 136 ชนิด เป็น

ชนิดใหม่ 3 ชนิด จากนั้น Panha ได้ทำวิจัยด้านนี้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงปี ค.ศ. 1997-1998 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการศึกษาหอยทากจืดเขาคินปูนอย่างจริงจัง จนมาถึงปี ค.ศ. 2000 ได้พบหอยทากบกเพิ่มเป็น 600 กว่าชนิด เป็นสกุลใหม่ 3 สกุล คือ

Antroapiculus, *Krobylos* และ *Montapiculus* หอยทากบกส่วนใหญ่ที่พบเป็นหอยทากจืดเขาคินปูน (Panha and Burch, 2000) ซึ่งถือได้ว่าเป็นการบุกเบิกการค้นพบที่สำคัญของวงการศึกษาวัยหอยทากบกในประเทศไทย



* หมายถึง โครโมโซมที่มีลักษณะเป็นโพลีพลอยด์

ภาพที่ 7.11 แสดงค่า haploid number ของหอยทากบกอันดับ Stylommatophora จำนวน 10 อันดับย่อย (Suborder) โดย Patterson and Burch (1978)

หอยทากบกจำนวน 15 วงศ์ที่มีรายงานพบในประเทศไทย ได้แก่ Vertiginidae, Buliminidae, Cerastidae, Clausiliidae, Subulinidae, Achatinidae, Streptaxidae, Helicarionidae, Ariophantidae, Zonitidae, Vitrinidae, Camaenidae, Bradybaenidae, Succineidae และ Plectopylidae (Panha, 1996)

การศึกษาหอยทากบกในเชิงของการใช้ประโยชน์ปรากฏในหลายรูปแบบ เช่น ความพยายามที่จะนำหอยทากมาใช้ประโยชน์ในเชิงของเศรษฐกิจ เช่นเดียวกับ *Helix pomatia* การนำหอยทากชนิดอื่นมาปรุงให้เป็น “escargot” เนื่องจากความต้องการของ

ตลาด Upatham et al. (1988) ได้รายงานผลวิจัยการเพาะเลี้ยงหอยทากแอฟริกัน *Achatina fulica* และศึกษาอัตราการเจริญเติบโตเทียบกับอาหารที่ให้ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้แหล่งอาหารโปรตีนแหล่งใหม่สำหรับคนไทยและเพื่อการส่งออกเนื้อหอย นอกจากนั้น Panha (1995) ได้เสนอสูตรอาหารสำเร็จในการเพาะเลี้ยงหอยเตี๋ย *Hemiplecta distincta* ในวารสารของ FAO เนื่องจากการพบว่าการบริโภคหอยเตี๋ยอย่างกว้างขวางในหลายท้องถิ่นของไทย ซึ่งอาจเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการเพาะเลี้ยงต่อไปในอนาคต

7.6 ผลงานในระดับโลกจนถึงปัจจุบัน

หอยทากบกปัจจุบันถูกค้นพบแล้วเกือบ 50,000 ชนิด พบในทุกถิ่นที่อยู่อาศัยตั้งแต่ขั้วโลกจนถึงเขตศูนย์สูตร และพบว่าเกือบร้อยละ 90 กระจายอยู่ในป่าเขตร้อน มากกว่าครึ่งหนึ่งอยู่ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตัวอย่างต้นแบบ (type specimens) ทั้งหมดถูกเก็บรวบรวมไว้ตามพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาทั้งในทวีปยุโรป และสหรัฐอเมริกา บางส่วนเก็บไว้ที่ Raffle Museum (RM) ประเทศสิงคโปร์ Bogor Museum (BGM) ประเทศอินโดนีเซีย และ Sarawak Museum (SM) ประเทศมาเลเซีย พิพิธภัณฑ์ที่เป็นแหล่งเก็บตัวอย่างที่สำคัญ ได้แก่ National Museum of Natural History (British Museum, NMNH) กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ, Copenhagen Museum (CM) เมืองโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก, Paris Museum (PM) กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส, Museum of Zoology, University of Amsterdam (UAMZ) เมืองอัมสเตอร์ดัม, Leiden Museum (LM), Rijk Museum of Natural History (RMNH) เมืองไลเดิน ประเทศเนเธอร์แลนด์, Senckenberg Museum of Natural History (SMNH) เมืองแฟรงก์เฟิร์ต ประเทศเยอรมนี, National Museum of Natural History, Smithsonian Institute (NMNHS) กรุงวอชิงตัน ดีซี, The Field Museum of

Natural History เมืองชิคาโก, Philadelphia Academy of Science (PAS) เมืองฟิลาเดลเฟีย, Museum of Zoology, University of Michigan (UMMZ) แอนอาร์เบอร์, Florida State University Museum (FUM) เกนส์วิลล์, Bishop Museum (BM) ฮาวาย, Museum of Comparative Zoology, Harvard University (HUCZ) ประเทศสหรัฐอเมริกา และ Indian Museum (IM) เมืองกัลกัตตา ประเทศอินเดีย บุคคลอ้างอิงที่กำลังดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันคือ Dr. Fred Naggs (NMNH), Dr. Tom Tschiotte (CM), Dr. Phillip Bouchet (PM), Dr. Robert Moolenbeek (UAMZ), Dr. M. Gittenberger (LM), Dr. Ronald Janssen (SMNH), Dr. Robert Hershler (NMNHS), Dr. Jochen Gerber (FMNH), Dr. John B. Burch (UMMZ), Dr. Fred G. Thompson (FUM), Dr. Risti Marvoto (BGM), Dr. Leh Moi Ung (SM)

งานวิจัยหอยทากบกในปัจจุบันนอกจากงานอนุกรมวิธานทั่วไปแล้ว ยังมีความพยายามที่จะศึกษาในเชิงความสัมพันธ์กับสัตว์กลุ่มอื่น ๆ รวมทั้งมนุษย์ เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ อาทิ ศึกษาการนำพาพยาธิตัวกลมที่เป็นสาเหตุโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ ศึกษาชนิดที่มีการทำลายต้นพืช ศึกษาการควบคุม

โดยชีววิธี ศึกษาความสัมพันธ์ของหอยทากบกกับ หิ้งหอยเพื่อการอนุรักษ์ ศึกษาการสัต์เอนไซม์บาง ชนิด การศึกษาเหล่านี้ล้วนเป็นการเข้าสู่ยุคการเสาะหาวิธีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพอย่างชาญฉลาด ภายหลังจากที่งานอนุรักษ์มรดกในหลายกลุ่มมาถึงจุดที่สมบูรณ์ ยกเว้นบางกลุ่มที่ยังประสบปัญหาในการศึกษาขั้นพื้นฐานอยู่บ้าง Dr. Rei Ueshima จากมหาวิทยาลัยโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น และ Dr. Winston Ponder มหาวิทยาลัยซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย กำลังศึกษาทางด้าน

อนุชีวศาสตร์ของหอยทากหลายวงศ์ เพื่อการจัดจำแนกที่สมบูรณ์ และนำมาใช้ประโยชน์ด้านการอนุรักษ์ ส่วนที่ห้องปฏิบัติการวิจัยหอยของ รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญหา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังเร่งรับทำวิจัยทางกลุ่มหอยทากจืด และหอยนกกม้น เพื่อไปสู่จุดสำคัญของวิวัฒนาการให้เร็วที่สุด Dr. Menno Schuilitzen แห่งมหาวิทยาลัยไลเดน ประเทศเนเธอร์แลนด์ เป็นอีกผู้หนึ่งที่ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอนุชีวศาสตร์ของหอยทากอย่างเร่งด่วนเช่นกัน

7.7 เปรียบเทียบกับสถานภาพของภูมิภาคและของโลก

ในปี ค.ศ. 1983 Alan Solem ได้รายงานว่า หอยทากบกมีจุดเริ่มต้นและเริ่มไปสู่ความหลากหลายในราวยุคไมโอซีน ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเกิดและกระจายของทุ่งหญ้า หอยทากมีต้นกำเนิดและเจริญตามเกาะแก่งต่าง ๆ จนเมื่อเกิดแนวหินปูนขึ้นบนแผ่นดินใหญ่ หอยทากจึงได้แพร่ขยายพันธุ์สู่แผ่นดินใหญ่ในเวลาต่อมา เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดกับสัตว์มีกระดูกสันหลังกลุ่มอื่นในทวีปอเมริกาเหนือพบว่าหอยทากบกอยู่ร้อยละ 3 ของสัตว์ทุกชนิดที่พบในโลก (ตารางที่ 7.1) แต่พบถึงร้อยละ 10 ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชนิดของหอยทากบกที่มีรายงานการศึกษารายแล้ว พบว่า หอยทากบก

ของประเทศอินโดนีเซียมีความหลากหลายของชนิดสูงที่สุด (ตารางที่ 7.2) และมีเปอร์เซ็นต์ของความจำเพาะ (endemism) สูงมากใกล้เคียงกับของประเทศนิวซีแลนด์

จำนวนชนิดที่พบบนเกาะมักมีความจำเพาะมากกว่าบนแผ่นดินใหญ่ หอยทากบกในประเทศไทยมีอีกมากกว่า 200 ชนิดที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นชนิดร่วมกับประเทศที่มีพรมแดนติดกัน เช่น พม่า อินโดจีน และมาเลเซีย และมีถึงร้อยละ 65 ที่เป็นชนิดจำเพาะ ประเทศไทยจึงจัดว่ามีความหลากหลายของชนิดหอยทากบกอยู่มาก เป็นจุดที่มีการแลกเปลี่ยน และเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพอีกบริเวณหนึ่งของโลก

ตารางที่ 7.1 ความหลากหลายของชนิดของสัตว์ในทวีปอเมริกาเหนือ (Solem, 1983)

กลุ่มสัตว์	จำนวน	จำนวนชนิดของโลก	จำนวนชนิดของทวีปอเมริกาเหนือ	เปอร์เซ็นต์ของโลก
นก		9,016	569	6.3
สัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนม		4,170	336	8.1
สัตว์เลื้อยคลาน		5,254	263	5.0
สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก		3,260	192	5.9
หอยทากบก		35,000	900	3.0

7.8 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

ประเทศไทยจัดได้ว่าเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของหอยทากบกที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก เนื่องจากพบหอยทากบกเกือบทุกกลุ่ม ในทุกถิ่นที่อยู่อาศัย ตั้งแต่หอยทากสยาม *Cryptozonia siamensis* ที่พบกระจายทั่วไปในประเทศไทย รวมทั้งประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียง หอยทากจิ๋วที่มีความจำเพาะมากกว่า 200 ชนิด หอยทากในป่าชายเลนที่จำเพาะ และมีการนำไปบริโภคโดยชาวบ้านในพื้นที่ต่าง ๆ และจำหน่ายตามร้านอาหารที่ยังไม่แพร่หลายมากนัก นอกจากนี้ ยังมีหอยนกขมิ้นวงศ์ Camaenidae ที่จัด

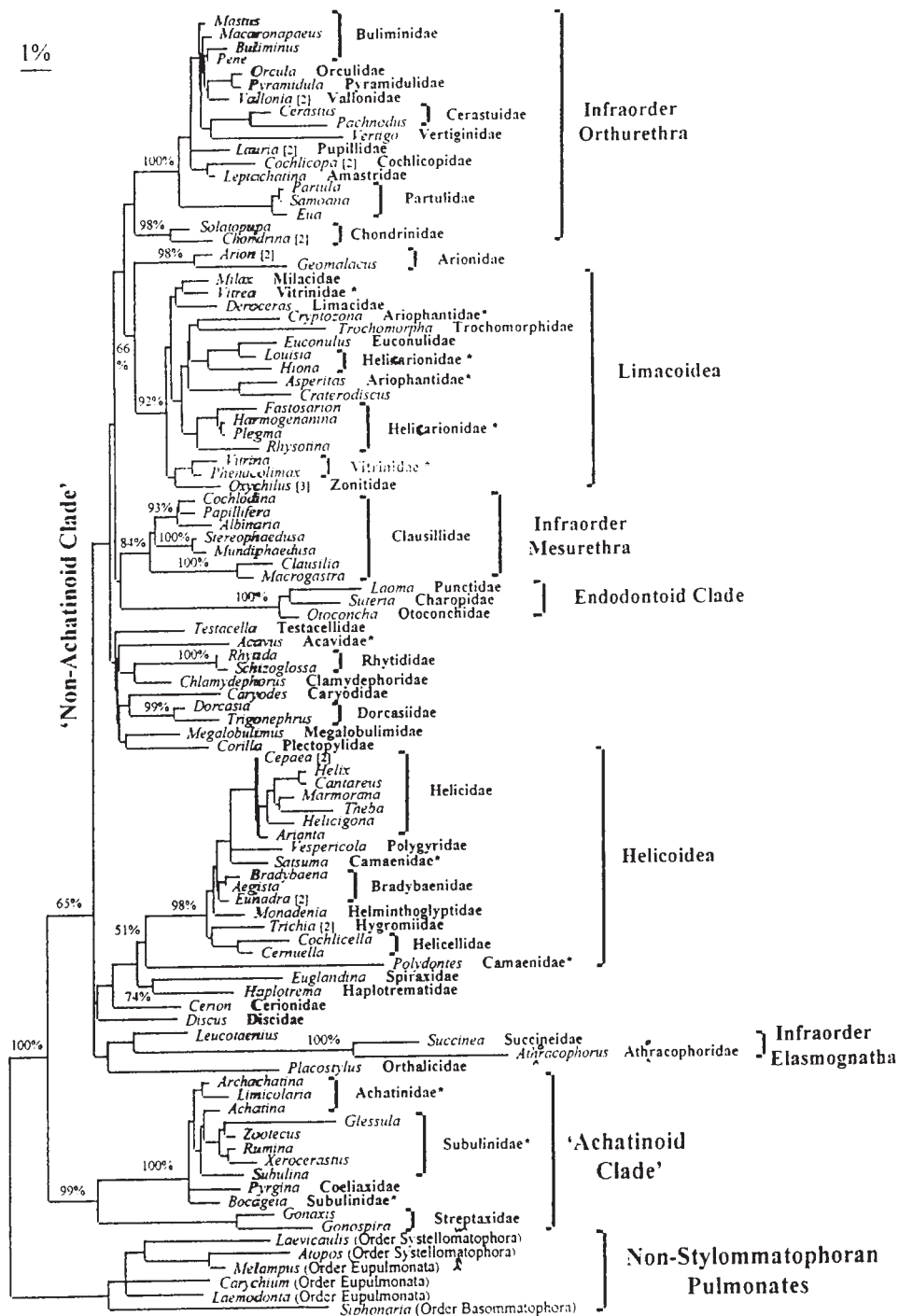
ว่าเป็นหอยต้นไม้ที่มีความสวยงามที่สุดในโลก ขณะนี้มีอยู่ในประเทศไทยถึงเกือบ 20 ชนิด แต่มีหลายชนิดที่อยู่ในภาวะถูกคุกคามจากมนุษย์ เนื่องจากการทำลายป่าไม้และการล่าสัตว์ หอยไม่มีเปลือกหรือทากเปลือย มีอยู่เกือบทุกประเภทตั้งแต่ ทากหิน (Onchidiidae) ในป่าชายเลน ทากดิน (Vaginulidae) และทากกึ่งเปลือย (Helicarionidae) เหล่านี้ล้วนเป็นตัวชี้ให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นความหลากหลายของถิ่นอาศัย และความหลากหลายของยีน

ตารางที่ 7.2 จำนวนชนิดและเปอร์เซ็นต์ความจำเพาะของหอยทากบกหลายบริเวณทั่วโลก

แหล่ง	จำนวนชนิด	เปอร์เซ็นต์ความจำเพาะ (endemism)
นิวซีแลนด์ (Solem, 1983)	~ 1000	99.5
ญี่ปุ่น (Azuma, 1982)	492	99
ฮาวาย (Solem, 1983)	395	98
มาดากาสการ์ (Bruggen, 1981)	378	95
นิวคาลิโดเนีย (Tillier and Clarke, 1983)	400	99
ตาสิตี (Solem, 1983)	80	90
อินโดนีเซีย (Vermeulen, 1991)	1200	99
มาเลเซีย (Vermeulen, 1994)	900	89
ไทย (Panha, 1996; Panha and Burch, 2000)	600	65

ในส่วนของการศึกษาการใช้ประโยชน์จากหอยทากนั้น ได้มีความพยายามเพาะเลี้ยงหอยทากหลายชนิดเพื่อทดแทนการบริโภค “escargot” (*Helix pomatia*) ที่นิยมในประเทศฝรั่งเศส เนื่องจากหอยทาก escargot ถูกล่าจนมีปริมาณไม่เพียงพอในเชิงการค้า การศึกษาทางด้านปรสิตวิทยาของพยาธิตัวกลมที่นำโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบที่มีหอยทากบกเป็นตัวนำพา ตลอดจนการสกัดสารบางอย่างจากหอยทากมาเป็นตัวตรวจชี้เซลล์มะเร็งหรือศึกษาสารเรืองแสงจากหอยทาก *Quantula striata* ที่มีการกระจายอยู่ในมาเลเซีย สิงคโปร์ และทางใต้ของไทยเพื่อการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และทางการแพทย์ สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งขณะนี้คือ หอยทากบกหลายชนิด

กำลังกลายเป็นศัตรูพืชในแปลงผัก สวนดอกไม้ กล้าไม้ต่าง ๆ นอกจากนี้ ความไม่สมดุลของระบบนิเวศ การทำลายป่า ตลอดจนการนำเข้าของหอยชนิดอื่นจากต่างประเทศ เป็นสิ่งที่ต้องเตรียมการระวังป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นเช่นเดียวกับการณีที่เกิดขึ้นในประเทศอังกฤษเมื่อเกือบ 10 ปีที่ผ่านมา ที่หอยทากบกเข้าบ้านมนุษย์ทำลายกระดาด เอกสาร รวมทั้งจดหมายในตู้ไปรษณีย์อีกด้วย หอยทากตัวเล็กจึงมีบทบาทใหญ่ต่อสังคมมนุษย์ในปัจจุบัน การศึกษาอย่างจริงจังต่อเนื่องจะทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพื่อประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพของหอยทากบกให้เกิดประโยชน์สูงสุดและยั่งยืนต่อไป



ภาพที่ 7.12 ตารางความสัมพันธ์ของหอยทากบกล่าสุดที่เตรียมโดย Dr. Fred Naggs แห่ง British Museum ประเทศอังกฤษ (Naggs, 2000 , personal communication)

เอกสารอ้างอิง

- AZUMA, M. 1982. Coloured illustrations of the land snails of Japan. Osaka Publishing, Osaka. 350 pp.
- BLANFORD, W. T. AND H. H. GODWIN-AUSTEN. 1908. The fauna of British India, including Ceylon and Burma, London..
- BRUGGEN, A. C. VAN. 1981. The African element among the terrestrial molluscs of the island of Madagascar. *Proc. K. Ned. Akad. Wet. (C)* 84: 115-129.
- BURCH, J. B. 1962. How to know the eastern land snails. WM. C. Brown Company Publishers. 214 pp.
- EMBERTON, K. C. 1985. Season change in the reproductive gross anatomy of the land snail *Triodopsis tridentata tridentata* (Pulmonata: Polygyridae). *Malacologia* 26(1-2): 225-231.
- EMBERTON, K. C. 1995. When shell do not tell: 145 million years of evolution in north America's polygyrid land snails, with a revision and conservation priorities. *Malacologia* 37(1): 69-110.
- GOULD, A. A. 1844. Descriptions of land shells from the province of Tavoy, in British Burmah. *Boston Society of Natural History Journal* 4(4): 452-460.
- IEYAMA, H. AND A. TADA. 1991. Chromosome studies and the quantitative evaluation of nuclear images stained with feulgen dye in the Diplommatinidae. *Venus* 1: 68-78.
- LAWS, H. M. 1973. The chromosome of some Australian camaenid land snails. *Cytologia* 38: 229-235.
- MARTENS, E. VON. 1860. Die Preussische expedition nach Ost-Asien. Zoo. Theil, 2, pp. i-xii, 1-447, pls. 1-22 (pp. 61-68).
- PANHA, S. 1987. Histochemical and ultrastructural studies on the amatorial organ of *Hemiplecta distincta* (Pfeiffer) (Pulmonata: Ariophantidae). *Venus* 46(2): 108-115.
- PANHA, S. 1995. Potentialities of a Thai edible land snail for snail farming. *B. E. D. I. M. Bureau for Exchange and Distribution of Information on Mini-Livestock (FAO Bulletin)* 4(2): 17-18.
- PANHA, S. 1996. A checklist and classification of the terrestrial pulmonate snails of Thailand. *Walkerana* 8(19): 31-40.
- PANHA, S. AND J. B. BURCH. 2000. Micro land snails from Thailand and some parts of Malaysia and Vietnam. *Malacological Review* Suppl. No. 8. (in press).
- PATTERSON, C. M. AND J. B. BURCH. 1978. Chromosome of pulmonate molluscs. In: FRETTER, V. AND J. PEAK (eds.), *Pulmonate*, Vol. 12 pp. 171-217. Academic Press, New York.
- PFEIFFER, L. 1860. Description of thirty-six new species of land shell from Mr. H. Cuming's collection. *Proceeding of the Zoological Society of London*. pp. 133-141.
- PFEIFFER, L. 1861. Description of new land-shells in the collection of H. Cuming Esq. *Proceeding of the Zoological Society of London*, pp. 190-196.
- PFEIFFER, L. 1862. Diagnoses de neuf especes nouvelles provenant de Siam. *Journal de Conchyliologie* 10: 39-46.
- RAMOS, M. A. AND M. T. APARICIO. 1985. A cytotaxonomic study of some Spanish and Portuguese Helicidae. *Malacological Review* 18: 73-82.
- RUNHAM, N. W. AND P. J. HUNTER. 1970. Reproduction, development, growth and genetics. In: CAIN, A. J. (ed.), *Terrestrial slugs*, pp. 83-97. Anchor Press, Great Britain.
- SCHILTHUIZEN, M., J. J. VERMEULEN, G. W. H. DAVISON AND E. GITTENBERGER. 1999. Population structure in a snail species from isolated Malaysian limestone hills, inferred ribosomal DNA sequences. *Malacologia* 41: 283-296.
- SOLEM, A. 1959. Sytematic and zoogeography of the land and fresh-water mollusca of the new Hebrides. *Fieldiana: Zoology* 43: 24-28.
- SOLEM, A. 1965. Land snails of the genus *Amphidromus* from Thailand. *Proceedings of The United States National Museum Smithsonian Institution* 117(3519): 615-627.
- SOLEM, A. 1966. Some non-marine mollusks from Thailand, with notes on classification of the Helicarionidae. *Journal Spolia Zoologica Musei Hauniensis* 24: 1-110.
- SOLEM, A. 1972. Classification of the land snail mollusca. In: FRETTER, V. AND J. PEAK (eds.), *Pulmonate*, Vol. 2, pp. 49-97. Academic Press, New York.
- SOLEM, A. 1983. Endodontoid land snails from Pacific Islands: part II families Punctidae and Charopidae, *Zoogeography*, IX, 336 pp. Chicago.
- TAKEDA, N. 1989. Homonal control of reproduction in land snail. *Venus* 48(2): 99- 139.
- TILLIER, S. 1989. Comparative morphology, phylogeny and classification of land snails and slugs (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora). *Malacologia* 30: 1-303.
- TILLIER, S. AND B. C. CLARKE. 1983. Lutte biologique et destruction du patrimoine genetique: le cas des mollusque gasteropodes pulmones dans les territoires francais du Pacifique. *Genet. Sel. Evol.* 15: 93-100.
- TILLIER, S., M. MASSELOT AND A. TILLIER. 1996. Phylogenetic relationships of the Pulmonate gastropods from rRNA sequences, and tempo and age of the Stylommatophoran radiation. *Origin and evolutionary radiation of the Mollusca*, Oxford University Press. pp. 267-284.
- TOMLIN, B. 1929. The land shells of Kaw Tao. *The Journal of Siam Society* 8(1): 15-17.
- TOMLIN, B. 1932. Note on land shell *Xesdna siamensis*. *The Journal of Siam Society* 8(4): 319-320.
- UPATHAM, E. S., M. KRUTRACHUE AND V. BAIDIKUL. 1988. Cultivation of the giant African snail *Achatina fulica*. *J. Sci. Soc. Thailand* 14: 25-40.
- VERMEULEN, J. J. 1991. Notes on the non-marine molluscs of the island of Borneo 2. The genus *Opisthostoma* (Gastropoda: Prosobranchia: Diplommatinidae). *Basteria* 55: 139-163.
- VERMEULEN, J. J. 1994. Notes on the non-marine molluscs of the island of Borneo 6. The genus *Opisthostoma* (Gastropoda: Prosobranchia: Diplommatinidae). *Basteria* 58(3-4): 73-191.

8. การศึกษาด้านแมลง

บทคัดย่อ

จากการศึกษาค้นคว้าเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงในประเทศไทย พบว่าข้อมูลมีอยู่กระจัดกระจาย ส่วนใหญ่ตีพิมพ์อยู่ในเอกสารต่างประเทศ ทำให้ไม่สามารถทราบจำนวนชนิดของแมลงที่จำแนกชนิดแล้วได้อย่างแน่นอน แมลงกลุ่มที่มีการศึกษามาก ได้แก่ ผีเสื้อกลางคืน และแมลงปอ จากการวิเคราะห์จำนวนชนิดแมลงทั้งหมดในประเทศไทย คาดว่ามีประมาณ 105,000 ชนิด หรือร้อยละ 7.7 ของแมลงทั้งหมดในประเทศ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดแมลง และเปรียบเทียบกับนักอนุกรมวิธานแมลงของประเทศไทยกับประเทศต่าง ๆ พบว่าข้อมูลทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงในประเทศไทยยังมีน้อยมาก จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาอย่างเร่งด่วน และควรมีการจัดทำฐานข้อมูลแมลงในประเทศไทย รวมทั้งเพิ่มจำนวนนักอนุกรมวิธานแมลงด้วย

8.1 บทนำ

แมลงเป็นสัตว์ที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดในโลก แมลงมีความหลากหลายทั้งในเรื่องรูปร่างและชีวิตความเป็นอยู่ มีการปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี ดังนั้นแมลงจึงสามารถอาศัยอยู่ได้แทบทุกแห่งในโลก และมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศต่าง ๆ ทั้งในน้ำและบนบก แมลงมีทั้งที่เป็นโทษ และมีประโยชน์ ที่เป็นโทษ ได้แก่ พวกที่เป็นศัตรูพืช ทำลายเครื่องใช้ต่าง ๆ หรือนำโรคมารสู่คนและสัตว์ ในขณะที่แมลงมีประโยชน์อย่างมาก เช่น ช่วยผสมเกสรพืชทำให้เพิ่มผลผลิต ให้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เช่น น้ำผึ้ง ครั่ง หรือเส้นไหมที่มนุษย์นำไปใช้เป็นประโยชน์ เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติ ไปทำลายแมลงศัตรูพืช ทำให้ไม่ต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่อาจเกิดพิษตกค้างเป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภค แมลงบางจำพวกสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ หรือความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันโลกกำลังเผชิญสภาวะวิกฤติในการ

สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างไม่ถูกต้อง การเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม การล่าและการค้า ซึ่งพืชป่า และสัตว์ป่าที่ใกล้สูญพันธุ์เหล่านี้ มีผลให้แมลงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และมีปริมาณลดลง การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงโดยเฉพาะแมลงที่มีประโยชน์ย่อมมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ และสังคมของมนุษย์

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อความอุดมสมบูรณ์ในทรัพยากรธรรมชาติทั้งทางด้านพืชและสัตว์ การนำทรัพยากรเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งในส่วนของแมลงยังมีการศึกษาน้อย จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องศึกษาเรื่องนี้ เพื่อให้ทราบสถานภาพทรัพยากรธรรมชาติทางด้านแมลงของประเทศไทย ในขณะเดียวกันเพื่อเป็นการอนุรักษ์แมลงที่มีประโยชน์ และแมลงที่หายากไม่ให้สูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย

ดร. อรุณ ลิ่ววนิช. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 2543. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 127-139.

8.2 อันดับ (order) ของแมลง

แมลงจัดอยู่ใน phylum Arthropoda, class Insecta ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 subclass คือ

- 1) subclass Apterygota เป็นพวกแมลงไม่มีปีก แบ่งเป็น order ต่าง ๆ ดังนี้

Collembola-แมลงหางดีด (springtails)

Protura – proturans

Diplura-ตัวสองง่าม (diplurans)

Microcoryphia-ตัวสามง่ามป้า (jumping bristletails)

Thysanura-ตัวสามง่าม (bristletails)

- 2) subclass Pterygota เป็นพวกแมลงมีปีก แบ่งเป็น order ต่าง ๆ ดังนี้

Ephemeroptera-ตัวชีปะขาว (mayflies)

Odonata-แมลงปอ (dragonflies)

แมลงปอเข็ม (dobsonflies)

Plecoptera-แมลงติดหิน (stoneflies)

Embioptera-แมลงปั่นใย (webspinners)

Dictyoptera มี 2 suborder ได้แก่

suborder Blattaria-แมลงสาบ (cockroaches)

suborder Mantodea-ตั๊กแตนตำข้าว (mantids)

Isoptera-ปลวก (termites)

Orthoptera-ตั๊กแตน (locusts, grasshoppers)

Phasmida-ตั๊กแตนกิ่งไม้ (stick-insects)

ตั๊กแตนใบไม้ (leaf-insects)

Dermaptera-แมลงหางหนีบ (earwigs)

Grylloblattodea-Grylloblatta

Psocoptera-เหาหนังสือ (book lice)

เหาไม้ (bark lice)

Mallophaga-เหานก (bird lice)

Anoplura-เหาคน (human lice)

Thysanoptera-เพลี้ยไฟ (thrips)

Hemiptera-มวน (bugs)

Homoptera-จักจั่น (cicadas)

แมลงหีขาว (whiteflies)

เพลี้ยจักจั่น (leafhoppers)

เพลี้ยกระโดด (planthoppers)

เพลี้ยอ่อน (aphids)

เพลี้ยแป้ง (mealybugs)

เพลี้ยหอย (scale insects)

เพลี้ยไก่แจ้, เพลี้ยไก่ฟ้า (jassids)

ครั่ง (lac insects)

Neuroptera-แมลงช้าง (antlions)

แมลงช้างปีกใส (lace wings)

Coleoptera-ด้วงปีกแข็ง (beetles)

Strepsiptera-แตนเบียนปีกบิด (stylops)

Hymenoptera-ผึ้ง (bees)

ชันโรง (stingless bees)

ต่อ, แตน (wasps),

มด (ants)

Mecoptera-แมลงแมงป่อง (scorpionflies)

Siphonaptera-หมัด (fleas)

Diptera-แมลงวัน (flies)

แมลงหวี่ (pomace flies)

ริ้น (midges)

ยุง (mosquitoes)

เห็บ (horseflies, deerflies)

บั่ว (gall midges)

Trichoptera-หนอนปลอกน้ำ (caddisflies)

Lepidoptera-ผีเสื้อกลางวัน (butterflies)

ผีเสื้อกลางคืน (moths)

8.3 ความสำคัญของแมลง

แมลงหลายชนิดเป็นแมลงที่มีประโยชน์ ทั้งที่มีประโยชน์โดยตัวของมันเอง และที่มีประโยชน์ต่อระบบนิเวศ แมลงที่มีประโยชน์โดยตัวของมันเอง ได้แก่ ผึ้ง ซึ่งนำสิ่งที่มีคุณค่าหลายอย่างมาสู่มนุษย์ เช่น น้ำผึ้ง ไขผึ้ง และเกสรผึ้ง เป็นต้น นอกจากนี้ผึ้งยังช่วยผสมเกสรพืชต่าง ๆ ทำให้ติดผล และได้ผลผลิตสูงขึ้น ยังมีแมลงชนิดอื่นอีกมากที่ช่วยในการผสมเกสรพืช เช่น ตัวชันโรง (stingless bees) ซึ่งเป็นผึ้งจำพวกหนึ่งแต่ไม่มีเหล็กใน ชอบบินมาตอมดูดกินน้ำหวานจากดอกไม้ แมลงวันดอกไม้ แมลงภู่ และผีเสื้อ เป็นต้น ตัวไหม เป็นแมลงอีกจำพวกหนึ่ง ซึ่งให้เส้นไหมที่นำมาใช้ทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม และเครื่องประดับ ตัวไหมมีอยู่หลายชนิด เช่น *Bombyx mori* เป็นตัวไหมที่มนุษย์นำมาเลี้ยงเป็นอุตสาหกรรมเพื่อให้เข้าดักแด้ และสาวนำเส้นใยมาทอเป็นผ้าไหมที่นิยมกันมากในปัจจุบัน ตัวไหมชนิดอื่น ๆ ให้เส้นใยเช่นเดียวกัน เช่น ไหมป่า ในวงศ์ Saturniidae ให้เส้นใยหยาบ และได้มีการทดลองนำไปทอผ้าแล้วเช่นเดียวกัน ส่วนครึ่ง (lac insects) เป็นแมลงขนาดเล็กเกาะอยู่ตามกิ่งไม้ ผลิตสารสีน้ำตาลแดงเหนียว ๆ ออกมา เรียกว่า “ครั่ง” นำไปใช้ทำชะแลค (shellac) ทาไม้ ในทวีปยุโรปตอนใต้มีการสกัดสาร cantharidin จากตัวงำน้ำมันชนิด *Lytta vesicatoria* ซึ่งรู้จักกันอย่างแพร่หลายว่า แมลงวันสเปน (spanish flies) ทำเป็นยากระตุ้นประสาท ซึ่งมีประโยชน์ในทางการแพทย์มาก และคาดว่าต่อไปในอนาคตนักวิทยาศาสตร์สามารถสกัดสารเคมีจากแมลงได้อีกหลายชนิด เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ และอุตสาหกรรม เช่น สาร luciferin ที่เป็นสารเรืองแสงจากหิ่งห้อย หรือสีที่ได้จากแมลงทับ เป็นต้น

ส่วนแมลงที่มีประโยชน์ต่อระบบนิเวศในสภาพสิ่งแวดล้อมปกติ ได้แก่แมลงศัตรูธรรมชาติ พวกแมลงห้ำ และแมลงเบียน จะทำหน้าที่ควบคุมแมลงศัตรูพืชไม่ให้เพิ่มปริมาณจนเกิดการระบาดของ

โดยคอยกัดกินทำลายแมลงศัตรูพืช ทำให้ระบบนิเวศนั้นอยู่ในลักษณะสมดุล แต่ถ้าแมลงศัตรูธรรมชาติถูกทำลายไป จะเกิดการระบาดของแมลงศัตรูพืชขึ้น ดังนั้นแมลงศัตรูธรรมชาติจึงมีประโยชน์ในระบบนิเวศ ทำให้ไม่ต้องใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช จึงไม่เกิดพิษตกค้างเป็นอันตรายแก่คน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ตัวงำนมูลสัตว์เป็นแมลงที่มีประโยชน์อีกจำพวกหนึ่ง โดยไปทำลายมูลสัตว์ เช่น วัว ควาย ที่อยู่ตามทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ทำให้หญ้าสามารถเจริญเติบโตได้ แมลงบางชนิดมีประโยชน์ใช้เป็นดัชนีชี้วัดสภาพสิ่งแวดล้อม และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น ถ้าเห็นตัวอ่อนของหิ่งห้อย แสดงว่าสิ่งแวดล้อมนั้นดี เพราะตัวอ่อนหิ่งห้อยสามารถอยู่ได้เฉพาะในน้ำหรือในดินที่สะอาดปราศจากสารพิษ เช่นเดียวกับแมลงหางดีด (Collembola) พบเฉพาะในดินที่อุดมสมบูรณ์เท่านั้น

แมลงไม่ใช่มีประโยชน์อย่างเดียว มีหลายชนิดที่ให้เป็นโทษ แต่เมื่อคิดเปรียบเทียบกันแล้วชนิดของแมลงที่มีประโยชน์มีมากกว่าแมลงที่เป็นโทษหลายเท่า (ปิยรัตน์ และปริญญา, 2535) แมลงที่เป็นโทษ เช่น ยุง เป็นพาหะนำเชื้อโรคต่าง ๆ มาสู่มนุษย์ ได้แก่ โรคมาลาเรีย มียุงก้นปล่องหลายชนิดในสกุล *Anopheles* เป็นพาหะ โรคไข้เลือดออก มียุงลาย *Aedes aegypti* เป็นพาหะ โรคเท้าช้าง (elephantiasis) มียุงชนิด *Culex pipiens fatigans* เป็นพาหะ ซึ่งโรคนี้พบมากทางภาคใต้ของประเทศไทย แมลงที่เป็นพาหะนำโรคนี้อีกหลายชนิด เช่นแมลงวัน แมลงบางชนิดมีพิษในตัวเมื่อไปสัมผัส หรือโดนต่อยทำให้เจ็บปวด ได้แก่พวกตัวต่อ แตน ต่อหัวเสือ เป็นตัวต่อมีขนาดใหญ่ ทำรังบนต้นไม้มีความดุร้าย ผู้ที่โดนต่อหัวเสือดอยอาจทนพิษไม่ไหวถึงตายได้ หนอนบุง และหนอนร่าน มีพิษอยู่ที่ปลายหนามหรือขนที่ปกคลุมลำตัว เมื่อไปถูกทำให้เกิดอาการปวดแสบปวดร้อน แมลงศัตรูพืชเป็นแมลงกลุ่มใหญ่ที่สุดในจำพวกแมลงที่เป็นโทษ ประกอบด้วยแมลงหลายอันดับ เช่น หนอนผีเสื้อ ตั๊กแตน ตัวง

เพี้ยนต่าง ๆ และมวน จำเป็นต้องมีการป้องกันกำจัด ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลง ทำให้สามารถนำไปพัฒนาวิธี

การป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ รวมทั้งไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมด้วย

8.4 ประวัติการศึกษาแมลงในประเทศไทย

นักสำรวจรวบรวมตัวอย่างแมลงในประเทศไทยสมัยก่อนเป็นชาวต่างประเทศทั้งสิ้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชาวยุโรป โดยเข้ามาสำรวจธรรมชาติวิทยาโดยตรง หรือเข้ามาด้วยธุรกิจอย่างอื่น เช่น ค้าขาย หรือติดต่อราชการ ในขณะเดียวกันได้รวบรวมตัวอย่างแมลงเป็นงานอดิเรกไปด้วย แมลงที่เก็บส่วนใหญ่เป็นแมลงสวยงาม เช่น ผีเสื้อ แมลงปอ และด้วงชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ตัวอย่างแมลงที่เก็บได้จะถูกส่งไปเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาในประเทศของเขา หรือเอาไว้เป็นสมบัติส่วนตัว

ไม่มีผู้ใดทราบว่าชาวต่างประเทศเข้ามาสำรวจแมลงเป็นครั้งแรกตั้งแต่เมื่อใด เท่าที่มีหลักฐานปรากฏพบว่า ในปี พ.ศ. 2330 ซึ่งเป็นสมัยต้นรัตนโกสินทร์ Fabricius นักธรรมชาติวิทยาชาวเดนมาร์ก ได้ศึกษาพบว่าผีเสื้อที่จับจากประเทศไทย 4 ชนิด เป็นผีเสื้อชนิดใหม่ที่ไม่เคยมีใครตั้งชื่อมาก่อน จึงได้ทำการตั้งชื่อว่า *Papilio arcesilaus*, *P. cocles*, *P. perianther* และ *P. allica* ผีเสื้อทั้ง 4 ชนิดนี้ถือว่าเป็นแมลงพวกแรกของประเทศไทยที่ได้รับการตั้งชื่อ (Godfrey, 1930)

ในปี พ.ศ. 2469 Mr. W.R.S. Ladell ชาวอังกฤษ ซึ่งเข้ามารับราชการในกระทรวงเกษตรของประเทศไทย ได้เก็บรวบรวมตัวอย่างแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจในขณะนั้นมาจำแนกชนิดเป็นครั้งแรก ได้ 69 ชนิด (Ladell, 1927) ต่อมาได้ศึกษาแมลงศัตรูพืชเพิ่มเติมอีกหลายชนิด (Ladell, 1928, 1933) ตัวอย่างแมลงที่ Mr. Ladell ศึกษาได้รวบรวมเก็บเป็นพิพิธภัณฑ์แมลง เป็นจุดเริ่มต้นของการจัดตั้ง “แผนกกีฏวิทยา” (กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการ ในปัจจุบัน) ซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐบาลที่ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแมลงเป็นครั้งแรกของประเทศ

ไทย ส่วนพิพิธภัณฑ์แมลงในสังกัดได้กลายมาเป็นพิพิธภัณฑ์แมลงที่มีข้อมูลทางด้านแมลงมากที่สุดของประเทศไทยในปัจจุบัน (องุ่น, 2534)

เรื่องเกี่ยวกับแมลงที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของไทยเป็นเรื่องแรก คือ “The butterflies of Siam” เขียนโดย Mr. E.J. Godfrey ในวารสารสยามสมาคมปี พ.ศ. 2459 (Godfrey, 1916) มีรายชื่อผีเสื้อกลางวัน 371 ชนิด และเพิ่มเติมเป็น 692 ชนิดในปี พ.ศ. 2473 (Godfrey, 1930) Mr. E.J. Godfrey เป็นชาวอังกฤษที่เข้ามาทำงานในประเทศไทย โดยเป็นอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนสวนกุหลาบ (จักรทอง, 2525) มีความสนใจในเรื่องผีเสื้อ ทั้งผีเสื้อกลางวัน และผีเสื้อกลางคืน ได้เขียนเรื่องเกี่ยวกับผีเสื้อเหล่านี้ไว้หลายเรื่อง (Godfrey, 1927, 1928, 1931)

ผีเสื้อกลางวันเป็นแมลงที่สวยงาม จึงมีผู้สนใจศึกษา และเขียนเรื่องไว้มาก Lekagul et al. (1977) ศึกษาผีเสื้อกลางวันในประเทศไทย 630 ชนิด ในขณะที่ Pinratana (1981, 1983, 1985, 1988) และ Pinratana and Eliot (1992, 1996) รายงานไว้รวม 931 ชนิด ส่วนผีเสื้อกลางคืนในประเทศไทยมีการศึกษาในวงศ์ Saturniidae (Pinratana and Lampe, 1990) และ Sphingidae (Inoue et al., 1997; Azuma, 1990) นอกจากนี้ยังมีผีเสื้อกลางคืนอีกหลายชนิดที่มีความสำคัญทางเกษตรได้รับการจำแนกชนิด (องุ่น, 2525, 2529, 2533ก, 2533ข, 2537; Lewvanich, 1974, 1980, 1981, 1990; Kuroko and Lewvanich, 1983, 1993)

แมลงปอ จัดอยู่ในอันดับ Odonata เป็นแมลงอีกกลุ่มหนึ่งที่มีผู้ศึกษามาก เนื่องจากมีสีสัน

สวยงาม ผู้ศึกษาแมลงปอในระยะแรก ๆ ของประเทศไทย คือ Mr. F.C. Fraser ได้เข้ามาสำรวจรวบรวมแมลงปอในประเทศไทยต่าง ๆ แถบอินโดจีนรวมทั้งประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2462 และได้เข้ามาสำรวจอีกหลายครั้ง (Fraser, 1919, 1922, 1927) ผู้ที่ศึกษาแมลงปอของประเทศไทยต่อมา คือ Asahina (1993) และพิสุทธิ (2538) และศึกษาเขตการแพร่กระจายของแมลงปอในประเทศไทยโดย Härmääinen and Pinratana (1999)

แมลงปีกแข็ง หรือด้วง ในอันดับ Coleoptera เป็นอันดับใหญ่ ประกอบด้วยหลายวงศ์ Kimoto and Gressit (1982) ศึกษาด้วงปีกแข็งในวงศ์ Chrysomelidae วงศ์ย่อย Eumolpinae จากประเทศไทย เขมร ลาว และเวียดนาม พบ 41 สกุล 207 ชนิด เป็นชนิดใหม่ 45 ชนิด ต่อมา Kimoto (1989) ศึกษาในวงศ์ย่อย Galerucinae พบ 97 สกุล 382 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นสกุลใหม่ 6 สกุล และชนิดใหม่ 103 ชนิด ด้วงในวงศ์ Anthribidae บางชนิดได้รับการศึกษาโดย Senoh (Senoh, 1995, 1996) Chunram (1974) ศึกษาแมลงทับใน tribe Chrysochroini และศึกษาดั้วเต่าลายในวงศ์ Coccinellidae (Chunram and Sasaji, 1980) ส่วน Wattanapongsiri (1966) ศึกษาด้วงวงมะพร้าวของประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทย

เมื่อมีการระบาดของตั๊กแตนป่าทั้งห้าในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2506 (Jalavicharana, 1969) ทางสถาบัน Anti-Locust Research Center ของประเทศอังกฤษ ได้เข้ามาช่วยเหลือในการศึกษาวิจัยเรื่องตั๊กแตนในประเทศไทย และได้สำรวจรวบรวมตั๊กแตนที่มีความสำคัญเป็นศัตรูพืชมาศึกษาชีวิต ประวัติ นิเวศวิทยา และเขตการแพร่กระจายจำนวน 55 ชนิด (Roffey, 1979)

แมลงของประเทศไทยในอันดับอื่น ๆ ที่มีการศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานแล้ว เช่น มวน สกุล *Scotinophara* (Wongsiri, 1975) เหลือบ tribe Tabanini (Burton, 1978) รินน้ำจืด วงศ์ Chironomidae

ในนาข้าว (Hashimoto *et al.*, 1981) เพลี้ยอ่อน (Bänziger, 1976, 1977) ปลวก (Morimoto, 1973) ตัวต่อ วงศ์ Chysididae และ Sphecidae (Tsuneki, 1963) เพลี้ยไฟศัตรูพืช (ศิริณี, 2533, 2535) เพลี้ยหอยศัตรูมะม่วง (บุปผา, 2540) และด้วงเจาะเมล็ดมะม่วง (สมหมาย, 2535) เป็นต้น

ในการจัดทำรายชื่อแมลงศัตรูพืชของประเทศไทยเริ่มต้นครั้งแรกโดย Ladell เมื่อปี ค.ศ. 1927 ต่อมาได้มีการจัดทำเพิ่มเติมโดย Beller and Bhenchitr (1952), Pholhoon (1965) และ Wongsiri (1991) สำหรับ Lewvanich (1987) ได้จัดทำรายชื่อแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก รวมทั้งประเทศไทย ส่วนแมลงศัตรูป่าไม้ได้มีการรวบรวมโดย Hutacharn and Tubtim (1995)

เรื่องเกี่ยวกับการศึกษาชนิดของแมลงในประเทศไทยได้รับการตีพิมพ์ไว้ในวารสารต่างประเทศจำนวนมาก เนื่องจากมีชาวต่างประเทศเดินทางเข้ามาสำรวจแมลงในประเทศไทย และนำแมลงไปศึกษาวิเคราะห์ชนิดในประเทศของเขา เรื่องที่ตีพิมพ์ไว้ในหนังสือ *Nature and Life in Southeast Asia Vol. 1-7* (1961-1976) ได้มาจากการสำรวจพืชและสัตว์ในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ของนักสำรวจญี่ปุ่น 2 ครั้ง คือ Osaka City University Biological Expedition to Southeast Asia (1957-1958) และ Joint Thai-Japanese Biological Expedition to Southeast Asia (1961-1962) นอกจากนี้ยังมีการตีพิมพ์เรื่องแมลงจากประเทศไทยในวารสารต่าง ๆ ของประเทศญี่ปุ่น เช่น *Mushi*, *Tinea*, *Esakia*, *Insecta Matsumurana*, *Kontyu*, *TyotoGA* และ *Elytra* และในวารสาร *Pacific Insects* และ *Pacific Insect Monograph* ของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

เนื่องจากมีชาวต่างประเทศเข้ามาสำรวจเก็บตัวอย่างแมลง และนำไปตีพิมพ์ในวารสารวิชาการของต่างประเทศอยู่เสมอ จึงไม่สามารถติดตาม

ได้ทั้งหมดว่ามีการตีพิมพ์เรื่องแมลงของประเทศไทยไว้ในวารสารใดบ้าง และรายชื่อแมลงที่ตีพิมพ์ไว้แล้วนั้นส่วนใหญ่ไม่มีตัวอย่างแมลงเก็บไว้ในประเทศไทย ทำให้ข้อมูลด้านจำนวนชนิดของแมลงในประเทศไทยขาดไป แต่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดของแมลงทั้งหมดที่มีอยู่ในประเทศไทยแล้ว แมลงที่ได้ทำการศึกษาจำแนกชนิดไว้แล้วยังมีน้อยกว่ามาก

ในด้านการศึกษาการป้องกันกำจัดแมลงศัตรู

พืชในประเทศไทย ปัจจุบันนี้ใช้หลักการบริหารศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน (กองกัญและสัตววิทยา, 2540) ซึ่งเป็นวิธีที่ทั่วโลกยอมรับว่าเป็นวิธีการที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่ดำเนินการโดยใช้ศัตรูธรรมชาติมาควบคุมศัตรูพืช ศัตรูธรรมชาติที่ใช้ในประเทศไทย ได้แก่ แมลงห้ำ แมลงเบียน เชื้อรา เชื้อไวรัส เชื้อแบคทีเรีย ไล่เดือนฝอย และสารสกัดจากพืช เป็นต้น (กองกัญและสัตววิทยา, 2539)

ตารางที่ 8.1 เปรียบเทียบจำนวนชนิดของแมลงกับจำนวนชนิดสัตว์ต่าง ๆ ทั่วโลกที่จำแนกชนิดแล้ว (Mayr, 1969)

กลุ่มสัตว์	จำนวนชนิด	กลุ่มสัตว์	จำนวนชนิด
PROTOZOA	28,350	PENTASTOMIDA (LINGUATULIDA)	65
Sarcomastigophora	17,650	ARTHROPODA	838,000
Mastigophora	6,000	Chelicerata	57,500
Opalinata	200	Merostomata (Xiphosura)	4
Sarcodina	11,450	Arachnida	57,000
Sporozoa	3,600	Pantopoda (Pycnogonida)	500
Cnidospora	1,100	Mandibulata	780,500
Ciliophora	6,000	Crustacea	20,000
MESOZOA	50	Chilopoda	2,800
PORIFERA	4,800	Diplopoda	7,200
COELENTERATA (CNIDARIA)	5,300	Pauropoda	380
CTENOPHORA	80	Symphyla	120
PLATYHELMINTHES	12,700	Insecta	750,000
Turbellaria	3,000	LOPHOPHORATA (TENTACULATA)	3,750
Trematoda	6,300	Phoronidea	18
Cestoda	3,400	Bryozoa	3,500
Gnathostomulida	45	Brachiopoda	230
ENTOPROCTA (KAMPTOZOA)	75	HEMICHORDATA (BRANCHIOTREMATA)	80
NEMERTINEA	800	ECHINODERMATA	6,000
ASCHELMINTHES (NEMATHELMINTHES)	12,500	Echinozoa	1,750
Gastrotricha	170	Holothuroidea	900
Rotatoria	1,500	Echinoidea	850
Nematoda	10,000	Crinozoa	650
Nematomorpha	230	Asterozoa	3,600
Kinorhyncha	100	Somasteroidea	1
Acanthocephala	500	Asteroidea	1,700
PRIAPULIDA	8	Ophiuroidea	1,900
MOLLUSCA	107,250	POGONOPHORA	100
Polyplacophora (Loricata)	1,000	CHAETOGNATHA	50
Aplacophora (Solenogastres)	150	CHORDATA	43,000
Monoplacophora	3	Tunicata	1,300
Gastropoda	80,000	Cephalochordata	25
Scaphopoda	350	Vertebrata	41,700
Bivalvia (Lamellibranchia)	25,000	Agnatha	50
Cephalopoda	750	Chondrichthyes	550
SIPUNCULIDA	250	Osteichthyes	20,000
ECHIURIDA	150	Amphibia	2,500
ANNELIDA	8,500	Reptilia	6,300
ONYCHOPHORA	70	Aves	8,600
TARDIGRADA	350	Mammalia	3,700
		Total	1,071,000

8.5 จำนวนชนิดแมลงในโลก

ไม่มีผู้ใดทราบแน่นอนถึงจำนวนชนิดของแมลงทั้งหมดในโลก หรือแม้กระทั่งจำนวนชนิดของแมลงที่ได้ศึกษาและทราบชื่อแล้ว (Solis, 1999) เฉพาะในส่วนของแมลงที่ทราบชื่อแล้ว Mayr (1969) และ Wheeler (1990) คาดว่ามีประมาณ 750,000 ชนิด ซึ่งใกล้เคียงกับ Wilson (1992) ที่กล่าวว่า มีประมาณ 751,000 ชนิด ในขณะที่ Romoser and Stoffolano (1998) อ้างถึงผลการศึกษาของ Samways เมื่อปี ค.ศ. 1994 ว่าแมลงที่ทราบชื่อแล้วในโลกนี้มีประมาณ 0.75–0.95 ล้านชนิด

Mayr (1969) ได้เปรียบเทียบจำนวนชนิดของแมลงกับจำนวนชนิดของสัตว์อื่น ที่ทราบชื่อแล้ว รวมทั้งหมดประมาณมากกว่า 1 ล้านชนิด ตามตารางที่ 8.1

จำนวนชนิดของสัตว์ที่พบขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของข้อมูลของสัตว์แต่ละกลุ่มที่ทำการศึกษ เช่น นกเป็นกลุ่มที่มีข้อมูลในการศึกษามาก โดยได้รับ

การจำแนกชนิดไว้แล้วสมบูรณ์ที่สุดถึงร้อยละ 99 สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์เลื้อยลูกด้วยนม ได้รับการศึกษาวิเคราะห์ชนิดแล้วร้อยละ 90 ส่วนสัตว์จำพวกขาปล้อง (Arthropoda) ซึ่งรวมทั้งแมลง ได้รับการจำแนกชนิดไว้น้อยมาก ไม่ถึงร้อยละ 10 ของจำนวนชนิดแมลงทั้งหมด

จากคำถามว่าในโลกนี้มีจำนวนชนิดของแมลงทั้งหมดเท่าใด ยังไม่มีผู้ใดให้คำตอบที่แน่นอนได้ Wheeler (1990) คาดคะเนว่ามีประมาณ 2 เท่าของจำนวนชนิดแมลงที่ทราบชื่อแล้ว คือประมาณ 1.5 ล้านชนิด ในขณะที่ William (1964) กล่าวว่า มีประมาณ 3 ล้านชนิด ส่วน Stork (1997) และ Hammond (1992) สันนิษฐานว่ามีประมาณ 5–15 และ 12.5 ล้านชนิด ตามลำดับ Erwin (1982) ซึ่งได้เคยไปสำรวจตัวปีกแข็งแถบป่าเขตร้อนของประเทศเปรู คำนวณว่าแมลงทั้งหมดในโลกนี้มีประมาณ 30 ล้านชนิด และอาจมากถึง 50 ล้านชนิด (Erwin, 1988)

8.6 จำนวนชนิดแมลงในประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิประเทศและภูมิอากาศเหมาะสมในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต จึงพบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมาก (Ogawa and Yoda, 1961) อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้ใดศึกษาว่าแมลงมีจำนวนชนิดทั้งหมดเท่าใด เช่นเดียวกับจำนวนชนิดของแมลงที่ทราบชื่อแล้ว ซึ่งมีอยู่กระจัดกระจายตามสถาบันและหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐ และเอกชน ทั้งภายในและต่างประเทศ จนไม่สามารถรวบรวมเพื่อให้ทราบจำนวนชนิดที่แน่นอนได้ แมลงของประเทศไทยส่วนใหญ่เก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์แมลงของกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ดังนั้นในการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับแมลงของประเทศต่าง ๆ จะใช้ข้อมูลจากพิพิธภัณฑ์แมลงของกรมวิชาการเกษตรเป็นตัวแทนของแมลง

จากประเทศไทย จำนวนชนิดของแมลงที่มีชื่อแล้วในอันดับ (order) ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพิพิธภัณฑ์แมลงกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร มีรายละเอียดตามตารางที่ 8.2

แมลงในพิพิธภัณฑ์ของกรมวิชาการเกษตรส่วนใหญ่เป็นแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เมื่อเปรียบเทียบกับแมลงของประเทศอื่น ๆ แล้ว ยังมีแมลงอีกมากหลายอันดับที่ยังไม่ได้ทำการสำรวจรวบรวมเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ในประเทศไทย ตามรายละเอียดในตารางที่ 8.3 ส่วนการเปรียบเทียบจำนวนชนิดแมลงที่ทราบชื่อแล้วของประเทศต่าง ๆ กับจำนวนชนิดแมลงที่ทราบชื่อแล้วทั้งหมดของโลกได้แสดงไว้ในตารางที่ 8.4

ตารางที่ 8.2 จำนวนชนิดแมลงที่ทราบชื่อแล้วในพิพิธภัณฑ์แมลง กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร

อันดับ (order)		จำนวนชนิด
Lepidoptera	- ผีเสื้อกลางวัน (900 ชนิด)	3,391
	- ผีเสื้อกลางคืน (2,491 ชนิด)	
Coleoptera	- แมลงปีกแข็ง (ด้วง)	2,527
Hymenoptera	- ผึ้ง, ต่อ, แตน, มด	566
Hemiptera	- มวน	377
Diptera	- แมลงวัน	368
Homoptera	- จักจั่น, เพลี้ยจักจั่น, เพลี้ยแป้ง, เพลี้ยหอย	320
Orthoptera	- ตั๊กแตน, จิ้งหรีด, แมลงสาบ	219
Thysanoptera	- เพลี้ยไฟ	120
Odonata	- แมลงปอ	78
Isoptera	- ปลวก	56
Dermaptera	- แมลงหางหนีบ	23
Neuroptera	- แมลงขี้าง	22
Mecoptera	- แมงป่อง	4
รวม		8,071

เนื่องจากว่าความหลากหลายของชนิดแมลงในประเทศต่าง ๆ ไม่เท่ากัน บางประเทศมีภูมิประเทศอุดมสมบูรณ์ที่เอื้ออำนวยทำให้มีจำนวนชนิดแมลงมาก และบางประเทศอาจมีลมฟ้าอากาศไม่เหมาะสม ทำให้แมลงมีอยู่น้อยชนิด ในประเทศที่เจริญแล้วทั้งหลาย เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น และอังกฤษ แมลงส่วนใหญ่ในประเทศของเขาได้รับการศึกษาจำแนกชนิดไว้มากแล้ว

เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดแมลงที่ทราบชื่อแล้วในประเทศไทยกับญี่ปุ่น จะเห็นว่าแมลงในประเทศไทยพบจำนวนน้อยชนิดกว่ามาก โดยที่ประเทศไทยพบ 8,071 ชนิด ในขณะที่ญี่ปุ่นมี 30,399 ชนิด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพภูมิประเทศ และดินฟ้าอากาศแล้ว ประเทศไทยจัดอยู่ในป่าเขตร้อน ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์มั่งคั่งด้วยทรัพยากรธรรมชาติ (วิสุทธิ์, 2538; Ogawa and Yoda, 1961) ดังนั้นในสภาพที่เป็นจริงจำนวนชนิดแมลงจากประเทศไทยควรมีมากกว่าญี่ปุ่น แต่เนื่องจากญี่ปุ่นมีบุคคลากรที่ทำงานทางด้านอนุกรมวิธานแมลงมาก และมีเงินทุนสนับสนุนการวิจัยทางด้านนี้ จึงทำให้ญี่ปุ่นสามารถเก็บรวบรวมแมลงในประเทศของเขา และจำแนกชนิดได้เกือบสมบูรณ์ ทำให้

ได้จำนวนชนิดมากกว่าของไทย

มีผู้กล่าวว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายในทรัพยากรธรรมชาติทั้งบนบกและในน้ำ มีประชากรคิดเป็นร้อยละ 1 ของประชากรทั้งหมดในโลก แต่มีชนิดพืชและสัตว์คิดเป็นร้อยละ 7 ของพืชและสัตว์ที่มีอยู่ในโลก (Anon, 1991) และจากการที่มีผู้ประเมินจำนวนชนิดของแมลงทั้งหมดที่พบในโลกแตกต่างกันไป โดยประเมินจำนวนน้อยที่สุด 1.5 ล้านชนิด (Wheeler, 1990) และมากที่สุดถึง 50 ล้านชนิด (Erwin, 1988) เมื่อคิดร้อยละ 7 ของแมลงเหล่านี้ จำนวนชนิดของแมลงทั้งหมดในประเทศไทยอาจมีจำนวน 105,000 ชนิดเป็นอย่างน้อย หรือมากที่สุดถึง 3.5 ล้านชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดแมลงที่คาดว่ามีทั้งหมดในประเทศไทย 105,000 ชนิด กับจำนวนแมลงที่ทราบชื่อแล้วในประเทศไทยเพียง 8,071 ชนิด จะเห็นได้ว่าแมลงที่ทราบชื่อแล้วในประเทศไทยคิดเป็นเพียงร้อยละ 7.7 ของแมลงทั้งหมด แสดงว่าทรัพยากรธรรมชาติทางด้านแมลงของประเทศไทยยังมีการศึกษาน้อยมาก จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาทางด้านนี้โดยเร่งด่วน

ตารางที่ 8.3 เปรียบเทียบจำนวนชนิดแมลงที่ทราบชื่อแล้วของประเทศไทย กับประเทศต่าง ๆ

อันดับ (order)	จำนวนชนิด					
	ญี่ปุ่น ¹	เกาหลี ¹	ออสเตรเลีย ²	อังกฤษ ³	สหรัฐอเมริกา ⁴	ไทย ⁵
Collembola	376	202	215	261	314	-
Protura	54	22	30	17	20	-
Diplura	12	2	32	12	-	-
Microcoryphia	14	5	-	11	50	-
Thysanura	9	1	23	-	-	-
Ephemeroptera	103	55	124	46	550	-
Odonata	176	99	248	42	420	78
Plecoptera	163	35	84	34	400	-
Embiopoda	3	0	65	-	9	-
Blattaria	59	7	439	8	-	-
Mantodea	9	4	118	-	-	-
Isoptera	20	1	182	-	41	56
Orthoptera	226	136	1,513	38	1015	219
Phasmida	19	5	132	-	-	-
Dermoptera	21	19	60	9	18	23
Grylloblattodea	6	5	0	-	-	-
Psocoptera	83	12	120	70	143	-
Mallophaga	150	14	186	274	318	-
Anoplura	32	10	22	34	62	-
Thysanoptera	163	60	287	183	600	120
Hemiptera	839	644	1,577	1,477	450	377
Homoptera	1,940	1,066	2,084	-	6,500	320
Neuroptera	160	52	412	60	338	22
Coleoptera	10,115	2,947	19,219	3,711	28,600	2,527
Strepsiptera	31	7	93	18	60	-
Hymenoptera	4,516	2,028	8,834	6,228	16,300	566
Mecoptera	44	11	20	4	75	4
Siphonaptera	70	40	68	47	-	-
Diptera	5,345	1,271	6,256	5,219	16,130	368
Trichoptera	356	117	260	188	975	-
Lepidoptera	5,285	2,976	11,221	2,233	11,000	3,391
รวม	30,399	11,853	53,924	20,225	84,388	8,071

¹ Kwon, 1997; ² CSIRO, 1970 ; ³ Tadauchi et al., 1990; ⁴ Borror and White, 1970; ⁵ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร; - ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 8.4 เปรียบเทียบจำนวนชนิดแมลงที่ทราบชื่อแล้วของประเทศต่าง ๆ กับของโลก

ประเทศ	จำนวนชนิดแมลงที่ทราบชื่อแล้ว	เปอร์เซ็นต์ชนิดแมลงที่ทราบชื่อแล้ว
โลก ¹	751,000	100
สหรัฐอเมริกา ²	84,388	11.80
ออสเตรเลีย ³	53,924	7.18
จีน ⁴	50,000	6.66
ญี่ปุ่น ⁵	30,399	4.04
อังกฤษ ⁶	20,225	2.69
รัสเซีย (ตะวันออก) ⁷	20,000	2.66
เกาหลี ⁵	11,853	1.58
ไทย ⁸	8,071	1.07

¹ Wilson, 1992; ² Borror and White, 1970; ³ CSIRO, 1970; ⁴ Wang et al., 1997; ⁵ Kwon, 1997;

⁶ Tadauchi et al., 1990; ⁷ Zhuravlev, 1997; ⁸ พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร

8.7 จำนวนนักอนุกรมวิธานแมลง

บุคคลที่สำคัญที่สุดในการพัฒนางานการ วิเคราะห์ชนิดแมลงได้เอง โดยไม่ต้องไปขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นคือ นัก อนุกรมวิธานแมลง นักอนุกรมวิธานแมลงในประเทศไทยที่มีความรู้ความสามารถในการศึกษาวิจัย และ ตารางที่ 8.5 จำนวนนักอนุกรมวิธานแมลงในประเทศไทย

อันดับ (order)	จำนวน (คน)	หมายเหตุ
Ephemeroptera	1	ม. ขอนแก่น
Plecoptera	(1)	ม. ขอนแก่น
Thysanoptera	1	กรมวิชาการเกษตร
Homoptera	1 (เพี้ยแป้งเพี้ยหอย)	กรมวิชาการเกษตร (เกษียณปี พ.ศ. 2543)
Coleoptera	3*	กรมวิชาการเกษตร 2 คน, ม. ขอนแก่น 1 คน
Hymenoptera	1 (ศัตรูธรรมชาติ)	ม. เกษตรศาสตร์
Diptera	1 (แมลงวันผลไม้)	กรมวิชาการเกษตร
Trichoptera	1(1)	ม. เชียงใหม่ (1) ม. ขอนแก่น
Lepidoptera	1	กรมวิชาการเกษตร (เกษียณปี พ.ศ. 2543)
รวม	10	

*1 คน เคยเป็นนักศึกษาได้ทุนสนับสนุนจากโครงการ BRT; () ตัวเลขในวงเล็บเป็นนักอนุกรมวิธานที่ได้ศึกษาแมลงหลายกลุ่ม ซึ่งได้นับจำนวนไว้แล้วในกลุ่มอื่น

ตารางที่ 8.6 เปรียบเทียบจำนวนนักอนุกรมวิธานแมลงระหว่างประเทศไทย ญี่ปุ่น และอังกฤษ (เฉพาะที่ พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยากรุงลอนดอน)

อันดับ (order)	ญี่ปุ่น ¹	อังกฤษ ²	ไทย ³
Collembola	2	1	-
Ephemeroptera	1	1	1
Odonata	5	(1)	-
Plecoptera	1	(1)	(1)
Embioptera	0	0	-
Zoraptera	0	1	-
Mantodea	1	-	-
Isoptera	2	3	-
Orthoptera	1	1 (1)	-
Phasmida	1	(1)	-
Dermaptera	2	(1)	-
Grylloblattodea	1	1	-
Psocoptera	0	(1)	-
Mallophaga, Anoplura	0	1 (1)	-
Thysanoptera	2	0	1
Hemiptera	3	1	-
Homoptera	4	4 (3)	1
Neuroptera	0	1 (1)	-
Coleoptera	37	12 (1)	3
Strepsiptera	2	0	-
Hymenoptera	21	10 (1)	1
Mecoptera	1	(2)	-
Siphonaptera	0	(1)	-
Diptera	35	14 (3)	1
Trichoptera	2	(1)	1 (1)
Lepidoptera	21	17	1
รวม	145	68	10

¹ Yamane, 1997; ² Entomology Department, Natural History Museum, London www.nhm.ac.uk/entomology/taxapec.html;

³ ข้อมูลจากการค้นคว้าของผู้เขียน; - ไม่มีข้อมูล; () ตัวเลขในวงเล็บเป็นนักอนุกรมวิธานที่ได้ศึกษาแมลงหลายกลุ่ม ซึ่งได้นับจำนวนไว้แล้วในกลุ่มอื่น

เอกสารอ้างอิง

- กองกึ่งและสัตววิทยา. 2539. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. เอกสารวิชาการ กองกึ่งและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร .
- กองกึ่งและสัตววิทยา. 2540. การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน. เอกสารวิชาการ กองกึ่งและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- จักรทอง ทองใหญ่. 2525. กัญชงในอดีตกาลที่จำได้. กลีกร 55(5): 364-374.
- นฤมล แสงประดับ, ยรรยง อินทร์ม่วง, ชุตินา หาญจวนิช, อาสา อาษาไชย และประยูร อุดรพิมาย. 2542. การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 316-319.
- บุปผา เหล่าสินชัย. 2540. การศึกษาอนุกรมวิธานของเพลี้ยหอยศัตรูมะม่วง. ว. กัญ. สัตว. 19(4): 196-211.
- ปิยรัตน์ เขียนมีสุข และปริญญา ชินโนรส. 2535. แมลงมีภัยจริงหรือ? กลีกร 65(2): 181-184.
- พิสุทธิ เอกอำนวยการ. 2538. แมลงปอของไทย. บริษัทต้นอ้อแถมมี จำกัด กรุงเทพฯ.
- วิสุทธิ ใบไม้. 2538. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ศิริณี พูนไชยศรี. 2533. เพลี้ยไฟที่พบใหม่ในประเทศไทย. ว. กัญ. สัตว. 12(4): 213-214.
- ศิริณี พูนไชยศรี. 2535. อนุกรมวิธานของเพลี้ยไฟที่พบในส้มโอ. ว. กัญ. สัตว. 14(1): 2-23.
- สมหมาย ชื่นราม. 2535. ตัวเจาะเมล็ดมะม่วง. ว. กัญ. สัตว. 14(1): 53-59.
- อุ้งน ลิ่ววานิช, สมหมาย ชื่นราม, นัชชัย เจริญเทศประสิทธิ์ และยุพา หาญบุญทรง. 2542. ความหลากหลายของแมลงกินได้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 361-365.
- อุ้งน ลิ่ววานิช. 2525. อนุกรมวิธานผีเสื้อหนอนกอสกุล *Chilo* ในประเทศไทย. เอกสารการประชุมวิชาการ กองกึ่งและสัตววิทยา ครั้งที่ 3.
- อุ้งน ลิ่ววานิช. 2529. ชื่อใหม่ของแมลงศัตรูลิ้นจี่และเงาะ. ว. กัญ. สัตว. 8(4): 197-200.
- อุ้งน ลิ่ววานิช. 2533ก. แมลงจำพวกผีเสื้อที่พบใหม่ในประเทศไทย. ว. กัญ. สัตว. 12(4): 249-251.
- อุ้งน ลิ่ววานิช. 2533ข. อนุกรมวิธานของผีเสื้อหนอนกอใบข้าว. เอกสารการประชุมวิชาการ กองกึ่งและสัตววิทยา ครั้งที่ 7. หน้า 550-573.
- อุ้งน ลิ่ววานิช. 2534. พิพิธภัณฑสถานของกรมวิชาการเกษตร. กลีกร 64(3): 309-311.
- อุ้งน ลิ่ววานิช. 2537. แมลงจำพวกผีเสื้อที่มีความสำคัญทางด้านการเกษตร. เอกสารวิชาการเสนอในการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง "Lepidoptera: Ecology and Conservation in Thailand", 10-12 พฤษภาคม. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อุ้งน ลิ่ววานิช. 2540. การอนุรักษ์แมลงในประเทศไทย. ว. กัญ. สัตว. 19(2): 95-99.
- ANON. 1991. Biodiversity in Thailand: research priorities for sustainable development. Science Society of Thailand (Biology Section) and Science Research Society of Thailand, Bangkok.
- ASAHINA, S. 1993. A list of the Odonata from Thailand. Part 1-21. Brothers of St. Gabriel in Thailand, Bangkok.
- AZUMA, S. 1990. Some Sphingidae collected in Thailand. (Lepidoptera). *Esakia* Special Issue 1: 155-160.
- BÄNZIGER, H. 1976. Key for the identification of aphids (Homoptera) I. Winged aphids of species economically important in Thailand. *Plant Protection Service Tech. Bull.* No. 36.
- BÄNZIGER, H. 1977. Key for the identification of aphids (Homoptera) II. Field identification of common wingless aphids of crops in Thailand. *Plant Protection Service Tech. Bull.* No. 37.
- BELLER, S. AND P. BHENCHITR. 1952. Insect pests of Thailand. *Dept. Agric. Tech. Bull.* 5: 1-22.
- BORROR, D. J. AND R. E. WHITE. 1970. A field guide to the insect of America North of Mexico. Houghton Mifflin Co., Boston.
- BURTON, J. S. 1978. Tabanini of Thailand above the Isthmus of Kra (Diptera: Tabanidae). Entomology Reprint Specialist. Los Angeles.
- CHANTARAMONGKOL, P., H. MALICKY AND P. CHAIBU. 1999. Biodiversity study of Trichoptera in Thailand and the application for the assessment of water quality. In: BAIMAI, V. ET AL. (eds.). Research reports on biodiversity in Thailand, pp. 295-300. BRT Program, Work Press Printing, Bangkok.
- CHUNRAM, S. 1974. Taxonomic studies of Thai metallic wood boring beetles in the tribe Chrysochroini (Coleoptera: Buprestidae). *Ent. Zool. Div. Tech. Bull.* No. 1. 85 pp.
- CHUNRAM, S. AND H. SASAJI. 1980. A contribution to the Coccinellidae (Coleoptera) of Thailand. *Oriental Insects* 14(4): 473-491.
- CSIRO. 1970. Insects of Australia, Melbourne University Press, Victoria.
- ERWIN, T. L. 1982. Tropical forest: their richness in Coleoptera and other Arthropod species. *Coleopt. Bull.* 36: 74-75.

- ERWIN, T. L. 1988. The tropical forest canopy: the heart of biotic diversity. In: WILSON, E. O. (ed.), Biodiversity, pp. 123-129. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- FRASER, F. C. 1919. Note on a collection of Odonata from south Annam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam*. 3(4): 455-461.
- FRASER, F. C. 1922. A collection of dragonflies from Bangkok. *J. Nat. Hist. Soc. Siam*. 4(4): 231-238.
- FRASER, F. C. 1927. Notes on a collection of dragonflies (Odonata) from Siam. *J. Siam Soc. Nat. Hist. Suppl.* 7(2): 83-92.
- GODFREY, E. J. 1916. The butterflies of Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam*. 2(2): 106-147.
- GODFREY, E. J. 1927. A list of butterflies collected in northern Siam by Mr. M.B. Tennent. *J. Siam Soc. Nat. Hist. Suppl.* 7(2): 119-127.
- GODFREY, E. J. 1928. Note on a migration of butterflies at Pak Jong, E. Siam. *J. Siam Soc. Nat. Hist. Suppl.* 7(3): 189-190.
- GODFREY, E. J. 1930. Revised list of the butterflies of Siam, with notes on their geographical distribution. *J. Siam Soc. Nat. Hist. Suppl.* 7(4): 203-397.
- GODFREY, E. J. 1931. On a collection of butterflies from Kaw Tao. *J. Siam Soc. Nat. Hist. Suppl.* 8(3): 191-196.
- HÄMÄLÄINEN, M. AND A. PINRATANA. 1999. Atlas of the dragonflies of Thailand. Brothers of St. Gabriel in Thailand, Bangkok.
- HAMMON, P. 1992. Species inventory. In: GROOMBRIDGE, B. (ed.), Global biodiversity, pp. 17-39. Status of the earth's living resources. Chapman and Hall, London.
- HANBOONSONG, Y., S. CHUNRAM, S. PIMPASALEE AND R. EMBERSON. 1999. The Scarabaeinae dung beetle fauna of northeast Thailand. In: BAIMAI, V. ET AL. (eds.). Research reports on biodiversity in Thailand, pp. 338-341. BRT Program, Work Press Printing, Bangkok.
- HASHIMOTO, H., T. WONGSIRI, N. WONGSIRI, C. TIRAWAT, A. LEWVANICH AND K. YASUMATSU. 1981. Chironomidae from rice field of Thailand with description of 7 new species. *Ent. Zool. Div. Tech. Bull.* No. 7.
- HOLLOWAY, J. D., J. D. BRADLEY AND D. J. CARTER. 1987. CIE guides to insects of importance to man. I Lepidoptera. C.A.B. International Institute of Entomology, British Museum Natural History, London.
- HUTACHARERN, C. AND N. TUBTIM. 1995. Checklist of forest insects in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.
- INOUE, H., R. D. KENNET AND I. J. KITCHING. 1997. Moths of Thailand. Vol. 2. Sphingidae. Chok Chai Press, Bangkok.
- JALAVICHARANA, K. 1969. *Patanga* outbreak in Thailand in 1963. *Dep. Agric. Tech. Bull.* No. 11.
- KIMOTO, S. 1989. Chrysomelidae (Coleoptera) of Thailand, Cambodia, Laos and Vietnam. IV Galerucinae. *Esakia* 27: 1-241.
- KIMOTO, S. AND J. L. GRESSIT. 1982. Chrysomelidae (Coleoptera) of Thailand, Cambodia, Laos and Vietnam. III Eumolpinae. *Esakia* 18: 1-141.
- KUROKO, H. AND A. LEWVANICH. 1983. Some lepidopterous insect pests attacking economically important plants in Thailand. *Bull. Univ. Osaka Pref. Series B35*: 1-9.
- KUROKO, H. AND A. LEWVANICH. 1993. Lepidopterous pests of tropical fruit trees in Thailand. Japan International Cooperation Agency, Bangkok. 132 pp. 54 pls.
- KWON, Y. J. 1997. Insect diversity in Korea and its management strategy. In: Taxonomy and biodiversity in East Asia, pp.42-57. Proc. Inter. Conf. on Taxonomy and Biodiversity Conservation in East Asia. 12-14 June, Seoul, Korea.
- LADELL, W. R. S. 1927. Some injurious insects in Siam. *J. Siam Soc. Nat. Hist. Suppl.* 7(2): 101-105.
- LADELL, W. R. S. 1928. Control of the coconut beetle (*Oryctes rhinoceros*) in Bangkok. *J. Siam Soc. Nat. Hist. Suppl.* 7(3): 185-188.
- LADELL, W. R. S. 1933. Insects injurious to rice in Siam. *J. Siam Soc. Nat. Hist. Suppl.* 9(2): 161-172.
- LEE, BYUNG-HOON. 1997. International cooperation for promoting taxonomy and biodiversity collections in East Asia. Opening address. Taxonomy and biodiversity in East Asia, Proc. Inter. Conf. on Taxonomy and Biodiversity Conservation in East Asia. 12-14 June, Seoul, Korea.
- LEKAGUL, B., K. ASKIN, J. NABHITABHATA AND A. SAMRUADKIT. 1977. Field guide to the butterflies of Thailand, Bangkok.
- LEWVANICH, A. 1974. Study on the identity of the corn stem borer in Thailand. *Thai J. Agric. Sci.* 7: 103-109.
- LEWVANICH, A. 1980. Taxonomy and distribution of stem-borers of the genus *Scirpophaga* in the world. XVI International Congress of Entomology, Abstract 1980: 26. Japan.
- LEWVANICH, A. 1981. A revision of the old world species of *Scirpophaga*. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.)* 4(2): 185-298.
- LEWVANICH, A. 1987. Insect pests of economic significance affecting major crops of the countries in Asia and the Pacific Region. Technical Document No. 135/1987. FAO Regional office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
- LEWVANICH, A. 1990. Insect pests of fruit trees and their natural enemies. Proc. Tech. Conf. IPM in Selected Fruit Trees, 11-13 December, Chiangmai. Thai-German Plant Protection Programme.

- MAMIT, J. D. 1997. The status of biodiversity conservation in the state of Sarawak, Malaysia. In: Taxonomy and biodiversity in East Asia, pp. 103-111. Proc. Inter. Conf. on Taxonomy and Biodiversity Conservation in East Asia. 12-14 June, Seoul, Korea.
- MAYR, E. 1969. Principles of systematic zoology. McGraw-Hill Co., New York.
- MORIMOTO, K. 1973. Termites from Thailand. *Japan Bull. Gov. Forest Exp. Sta.* 257: 57-80.
- OGAWA, H. AND K. YODA. 1961. A preliminary survey on the vegetation of Thailand. *Nature and Life in S.E. Asia* 1: 21-157.
- PARTOMIHARDJO, T., S. PRAWIROATMODJO AND D. DARNAEDI. 1997. Biodiversity and conservation activities in Indonesia. In: Taxonomy and biodiversity in East Asia, pp.142-157. Proc. Inter. Conf. on Taxonomy and Biodiversity Conservation in East Asia. 12-14 June, Seoul, Korea.
- PHOLBOON, P. 1965. A host list of the insects of Thailand. Department of Agriculture, Thailand and United States Operations Mission to Thailand.
- PINRATANA, A. 1981. Butterflies in Thailand. Vol. 4. Lycaenidae. Viratham Press, Bangkok.
- PINRATANA, A. 1983. Butterflies in Thailand. Vol. 2. Pieridae and Amathusiidae. Viratham Press, Bangkok.
- PINRATANA, A. 1985. Butterflies in Thailand. Vol. 5. Hesperidae. Viratham Press, Bangkok.
- PINRATANA, A. 1988. Butterflies in Thailand. Vol. 6. Satyridae Libytheidae and Riodinidae. Viratham Press, Bangkok.
- PINRATANA, A. AND J. N. ELIOT. 1992. Butterflies in Thailand. Vol. 7. Papilionidae and Danaidae. 3rd ed. Bosco Offset, Bangkok.
- PINRATANA, A. AND J. N. ELIOT. 1996. Butterflies in Thailand. Vol. 3. Nymphalidae. 2nd ed. Bosco Offset, Bangkok.
- PINRATANA, A. AND R. E. S. LAMPE. 1990. Moths of Thailand. Vol. 1 Saturniidae. Bosco Offset, Bangkok.
- ROFFEY, J. 1979. Locusts and grasshoppers of economic importance in Thailand. *Anti-Locust Memoir* 14. United Kingdom.
- ROMOSER, W. S. AND J. G. STOFFOLANO JR. 1998. The science of entomology. 4th ed. WCB McGraw-Hill, Boston.
- SENOH, T. 1995. A new record of *Cedes cephalotes* (Coleoptera, Anthribidae) from south Thailand. *Elytra* 23(2): 143-154.
- SENOH, T. 1996. The Anthribid genus *Phloeopemon* (Coleoptera, Anthribidae) from Thailand. *Elytra* 24(1): 169-172.
- SOLIS, M. A. 1999. Insect biodiversity: perspectives from the systematist. *American Entomologist* 45(4): 204-205.
- STORK, N. E. 1997. Measuring global biodiversity and its decline. In: REAKA-KUDLA, M., D. E. WILSON AND E. O. WILSON (eds.). Biodiversity II: understanding and protection our biological resources, pp. 41-68. Joseph Henry Press, Washington, D.C.
- TADAUCHI, O., T. MIYAHARA, M. TAKEDA AND T. UCHIDA. 1990. Database of "A check list of Japanese insects". Res. Rep. Computer Center Kyushu Univ. 7: 9-18. (In Japanese).
- TAN, K. S. 1997. Taxonomy and biodiversity conservation in Singapore. In: Taxonomy and biodiversity in East Asia, pp. 67-79. Proc. Inter. Conf. on Taxonomy and Biodiversity Conservation in East Asia. 12-14 June, Seoul, Korea.
- TSUNEKI, K. 1963. Chrysididae and Sphecidae from Thailand. (Hymenoptera). *Etizenia* 4. Japan.
- WANG, Z., D. XUE, L. JI AND D. YUAN. 1997. Taxonomic research and biodiversity conservation in China. In: Taxonomy and biodiversity in East Asia, pp. 21-41. Proc. Inter. Conf. on Taxonomy and Biodiversity Conservation in East Asia. 12-14 June, Seoul, Korea.
- WATTANAPONGSIRI, A. 1966. A revision of the genera *Rhynchophorus* and *Dynamis* (Coleoptera: Curculionidae). *Dept. Agri. Sci. Bull.* No. 1.
- WHEELER, Q. D. 1990. Insect diversity and cladistic constraints. *Ann. Ent. Soc. America* 83(6): 1031-1047.
- WILLIAM, C. B. 1964. Patterns in the balance of nature. Academic, New York.
- WILSON, E. O. 1992. The diversity of life. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- WONGSIRI, N. 1975. A revision of the genus *Scotinophara* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) of southeast Asia. *Ent. and Zool. Div. Tech. Bull.* No. 3.
- WONGSIRI, N. 1991. List of insect, mite and other zoological pests of economic plants in Thailand. *Ent. and Zool. Div. Tech. Bull.*
- YAMANE, S. 1997. Insect biodiversity research and conservation in Japan. In: Taxonomy and biodiversity in East Asia, pp. 58-66. Proc. Inter. Conf. on Taxonomy and Biodiversity Conservation in East Asia. 12-14 June, Seoul, Korea.
- ZHURAVLEV, Y. N. 1997. The urgent problems of biodiversity conservation in the Russian Far East. In: Taxonomy and biodiversity in East Asia, pp. 11-20. Proc. Inter. Conf. on Taxonomy and Biodiversity Conservation in East Asia. 12-14 June, Seoul, Korea.

9. แมลงน้ำกับสถานการณ์ปัจจุบัน ด้านสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

โครงการความหลากหลายทางชีวภาพหรือ Biodiversity project ที่มุ่งหวังจะทราบสถานภาพของระบบนิเวศมักจะให้ความสำคัญกับการสำรวจพืช นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์เลื้อยคลาน หรือสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ส่วนแมลงน้ำจะไม่ค่อยได้รับความสนใจมากนัก ยกเว้นแมลงบางกลุ่มที่สวยงาม เช่น ผีเสื้อ และแมลงปีกแข็ง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาแมลงน้ำจากแหล่งที่อยู่และบทบาทหน้าที่จะเห็นว่าแมลงน้ำสามารถเชื่อมโยงกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งในเรื่องมลพิษทางอากาศ และทางน้ำ รวมทั้งผลกระทบเนื่องจากการจัดการของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี ผู้เขียนได้เชื่อมโยงบทความด้านสิ่งแวดล้อมจากนิตยสาร TIME เนื่องในวาระ Earth Day 2000 ที่ชี้ให้เห็นความสำคัญของการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำที่เชื่อมโยงกับระบบนิเวศแหล่งน้ำ สาเหตุสำคัญด้านการจัดการของมนุษย์ที่มีผลกระทบต่อการทำลายถิ่นที่อยู่ที่มีผลต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของระบบ รวมทั้งสถานภาพงานวิจัยที่มีมาก่อน เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา แม้ว่าการวิจัยจะจำกัดอยู่กับแมลงน้ำเพียงบางกลุ่ม โดยเฉพาะในกลุ่ม Trichoptera แต่องค์ความรู้ที่ได้สามารถนำมาเป็นรากฐานในการแสดงสถานภาพความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ แสดงการเชื่อมโยงกับคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทั้งด้านกายภาพและเคมีที่สัมพันธ์อยู่กับพื้นที่เก็บตัวอย่าง และรูปแบบการใช้พื้นที่ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ ข้อมูลการแพร่กระจายของแมลงน้ำที่ครอบคลุมพื้นที่สำรวจทั่วประเทศ จะสามารถตัดสิน Endemic และ Rare group และเชื่อมโยงกับ Zoogeographic area ได้ต่อไป

9.1 บทนำ

นักวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพคงจะรู้จักนักอนุรักษ์คนสำคัญ Prof. Edward O. Wilson แห่งมหาวิทยาลัย Harvard ท่านได้เขียนบทความ Biodiversity ลงในนิตยสาร TIME เนื่องในวันคุ้มครองโลกเมื่อวันที่ 22 เมษายน 2543 หรือ Earth Day 2000 โดยใช้ชื่อเรื่อง “Vanishing Before Our Eyes” กล่าวถึง ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนโลกที่รู้จักกันด้วยศัพท์ “Biosphere” หรือโลกของสิ่งมีชีวิต โดยนักชีววิทยาได้ประเมินว่า สิ่งมีชีวิตที่พบบนโลกนี้มากกว่าครึ่งหนึ่งพบในป่าเขตร้อน

ถ้าจะถามกันว่าจำนวนสิ่งมีชีวิตทั้งหมดในโลกนี้มีมากแค่ไหน คำตอบจะมีตั้งแต่ 3.6-100 ล้านชนิด ซึ่งจากจำนวนดังกล่าวมีสิ่งมีชีวิตเพียง 1.5-1.8 ล้านชนิด ที่ได้มีการค้นพบและตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ ถ้าจะสรุปว่าโลกของสิ่งมีชีวิตยังรอการค้นพบจากนักวิจัยที่สนใจด้านความหลากหลายทางชีวภาพ เราคงจะต้องรีบทำงานกันอย่างเร่งด่วน ก่อนที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะสูญหายเนื่องจากการสูญพันธุ์ (Species extinction) ซึ่งในขณะนี้มียัตราสูงกว่าในอดีตก่อนเริ่มมีมนุษย์ในโลกถึง 100-1,000 เท่า สาเหตุสำคัญของการสูญ

ดร. พรทิพย์ จันทรมงคล. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2543.

บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 140-148.

พันธุ์ของสิ่งมีชีวิตมาจากการที่มนุษย์ทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การสร้างสิ่งกีดขวางในแม่น้ำ ลำคลอง การสร้างเขื่อน การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และการขยายตัวของเขตชุมชนเป็นต้น จากรายงานขององค์การสหประชาชาติพบว่า สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจืดสูญพันธุ์ไปแล้วประมาณร้อยละ 20 ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา และที่น่าสนใจคือ พื้นที่ที่ได้รับการระบุว่าเป็น “Hot spot” แห่งหนึ่งของโลกคือ ประเทศไทยของเรานี้เอง

ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ได้หันมาสนใจสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและสัตว์ในท้องถิ่นเป็นอย่างมาก เนื่องจากความรู้พื้นฐานในด้านดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แมลงน้ำเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจ โดยมีการสำรวจและประยุกต์ใช้ข้อมูลด้านความหลากหลายทางชีวภาพในการติดตามตรวจสอบคุณภาพของสิ่งแวดล้อม

นิยามของคำว่า “แมลงน้ำ” หมายถึง แมลงที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำหรือมีวงจรชีวิตส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำ บริเวณใกล้แหล่งน้ำหรือพื้นที่ชื้นแฉะที่มีความชื้นสูง พบได้ตามแหล่งน้ำทั่วไป ทั้งตามธรรมชาติ เช่น ห้วย หนอง คลอง บึง บริเวณที่มีน้ำขังหรือ

แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำจืดและน้ำกร่อย พบได้น้อยในน้ำเค็ม แมลงน้ำมีความสำคัญในการหมุนเวียนพลังงานในแหล่งน้ำตามระบบห่วงโซ่อาหาร อีกทั้งยังช่วยในกระบวนการฟื้นฟูสภาพ (Self-purification) ของน้ำ โดยจัดเป็นผู้กำจัดเศษซากพืชซากสัตว์ที่สะสมในน้ำ ทำให้น้ำไม่เน่าเสีย แมลงน้ำจัดอยู่ใน Phylum Arthropoda, Class Insecta ประกอบด้วย 13 Order คือ Collembola, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Orthoptera, Plecoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Megaloptera, Neuroptera และ Trichoptera โดยมีเพียง 5 Order เท่านั้นที่แมลงทุกชนิดเป็นแมลงน้ำคือ Ephemeroptera (แมลงชีปะขาว) Odonata (แมลงปอ) Plecoptera (แมลงเกาะหิน) Megaloptera (แมลงปีกใส) และ Trichoptera (แมลงหนอนปลอกน้ำ) (Ward, 1992)

แมลงน้ำจัดเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่สำคัญในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและคุณภาพน้ำ โดยอาศัยหลักความจริงที่ว่า แมลงน้ำเหล่านี้สามารถเคลื่อนที่ได้ง่ายและหลายชนิดมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ชนิดและจำนวนของแมลงน้ำในแหล่งน้ำหนึ่ง ๆ จึงสะท้อนคุณภาพโดยรวมของปัจจัยทุกชนิดในแหล่งน้ำนั้นได้เป็นอย่างดี

9.2 งานวิจัยที่ผ่านมา

แมลงจัดเป็นกลุ่มของสัตว์ที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดในด้านการปรับตัว จากการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงพบว่ามีความหลากหลายถึง 1-3 ล้านชนิด จำนวนที่ประเมินสูงกว่านี้ คือ สูงถึง 30 ล้านชนิดก็ยังไม่ปรากฏในเอกสารอ้างอิง (Dudgeon, 1999) แมลงน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับแมลงทั้งหมดมีประมาณร้อยละ 1 หรือจากแมลงทั้งหมด 30-35 Order จัดเป็นแมลงน้ำเพียง 11-13 Order และเมื่อเปรียบเทียบกับ Order ของแมลงน้ำกับแมลงบก ถือว่า Order ของแมลงน้ำเป็น Order ค่อนข้างเล็ก ซึ่งมีจำนวน Species ไม่มากนัก

แมลงน้ำมีทั้งชนิดที่ช่วงชีวิตทั้งหมดอาศัยอยู่ในน้ำ หรือบางช่วงของชีวิตขึ้นมากินอาหารบนบกด้วย เช่น ช่วงตัวเต็มวัย แมลงน้ำส่วนใหญ่มีถิ่นที่อยู่เฉพาะเจาะจงและเคลื่อนย้ายไม่มากนัก (Low vagility) และมักมีระยะตัวเต็มวัยเป็นช่วงสั้น แมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจะเป็นองค์ประกอบหลักของสัตว์หน้าดิน (Benthic macroinvertebrate) ที่มีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงความเป็นไปของระบบนิเวศบนบกที่อยู่ข้างแหล่งน้ำ (Riparian system) กับระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยเฉพาะลำธารน้ำในป่าจัดเป็นระบบนิเวศในธรรมชาติที่มีแมลงน้ำอยู่ทุก Order และ

มีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบนิเวศแหล่งน้ำแบบอื่น เช่น แม่น้ำลำคลอง หรือแหล่งน้ำนิ่ง เช่น ทะเลสาบ สระน้ำหรือหนองบึง

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำเริ่มต้นในยุโรปตะวันตกมากกว่าหนึ่งศตวรรษ ความรู้ด้านดังกล่าวของแมลงน้ำส่วนใหญ่ที่มี ไม่ว่าจะเป็นระยะตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัยในพื้นที่แถบนั้นสามารถวินิจฉัยได้ถึงระดับ Genus หรือ Species ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระบบนิเวศเขตร้อนโดยเฉพาะแถบเอเชีย แม้ว่าโดยตำแหน่งที่ตั้ง สภาพทางภูมิศาสตร์และสภาพภูมิอากาศจะเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด แต่ความรู้ทางด้านอนุกรมวิธานกลับมีค่อนข้างจำกัดและมีอยู่เพียงบางกลุ่ม แมลงน้ำกลุ่มที่มีข้อมูลด้านความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะตัวเต็มวัยดีกว่ากลุ่มอื่น ได้แก่ กลุ่ม Trichoptera ทั้งนี้เนื่องจากมีรากฐานการทำวิจัยมาตลอดระยะ 10 ปีของผู้เขียน (Chantaramongkol) ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากประเทศ ออสเตรีย (Malicky) โดยมีรายงานการศึกษา Trichoptera ในประเทศไทยที่เป็นรายงานการตั้งชื่อชนิดใหม่ (Describe new species) ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการต่างประเทศต่าง ๆ รวม 19 ฉบับ (รายงานต่อเนื่องจากปี 1985-1999) เพื่อให้ชื่อที่ตั้งเป็น Available name ตามกฎของ International Code of Zoological Nomenclature (ICZN) นอกจากนั้น การนำข้อมูลทางอนุกรมวิธานทั้งหมดจากการศึกษาดังกล่าวมารวบรวมเป็นรูปวิธานถึงระดับ Species ของพื้นที่ ทำให้การศึกษานิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำ มีความเป็นไปได้ ในขณะนี้ได้มีโครงการศึกษานำร่องในด้านดังกล่าวแล้วในแม่น้ำปิง แหล่งน้ำบนดอยอินทนนท์ และดอยสุเทพ

การศึกษาความหลากหลายของแมลงน้ำในกลุ่มอื่น เช่น Ephemeroptera และ Plecoptera ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ยังมีการศึกษากัน

น้อยมากโดยเฉพาะในประเทศไทย (Stark, 1983; Dudgeon, 1994) อย่างไรก็ตาม ได้มีการสำรวจพบแมลงน้ำกลุ่ม Plecoptera ชนิดใหม่ในประเทศไทย (Stark, 1983, 1989; Stark and Sivec, 1991) การศึกษาการกระจายของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และการศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยห้วยเครือและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (Sangpradub *et al.*, 1999; Phaphong *et al.*, 1999)

สำหรับการใช้แมลงน้ำกลุ่ม Trichoptera เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำนั้น ได้มีการทดสอบและมีรายงานการวิจัยเปรียบเทียบในแม่น้ำหลายสายในทวีปยุโรป เช่น แม่น้ำดานูบที่ไหลผ่านประเทศออสเตรีย (Malicky, 1987a, 1987b) แม่น้ำไรน์ ประเทศเยอรมัน (Malicky, 1980) แม่น้ำดานูบช่วงที่ไหลผ่านประเทศฮังการี (Chantaramongkol, 1983) และจากแม่น้ำไรน์ ประเทศฝรั่งเศส (Baurard *et al.*, 1987) โดยงานวิจัยทั้งหมดใช้เทคนิคการเก็บตัวอย่างด้วยกับดักแสงไฟล่อ (Light trap) อยู่บนฝั่งแม่น้ำและเปรียบเทียบองค์ประกอบของความหลากหลายชนิดของตัวเต็มวัย บริเวณที่น้ำสะอาดจะมีความหลากหลายของชนิดสูง เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณที่น้ำมีคุณภาพต่ำ ความหลากหลายของชนิดจะลดลง และมีเพียงบางชนิดเป็นชนิดเด่น (Dominant species) และพบเป็นจำนวนมาก

งานทางด้านการประยุกต์ใช้แมลงน้ำในการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เห็นได้จากมีรายงานการใช้แมลงน้ำหลายกลุ่มในการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม เช่น Pinder and Morley (1995) ศึกษาศักยภาพของแมลงน้ำกลุ่ม Chironomidae เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของคุณภาพน้ำในทะเลสาบขนาดเล็ก ประเทศอังกฤษ Liess (1998) และ Collier (1995) ประเมินผลกระทบของ

การใช้อย่างเหมาะสม และการใช้พื้นที่ในการทำการเกษตรแผนใหม่ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำ และสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ และเมื่อเร็ว ๆ นี้ มีงานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของการสร้างเขื่อนและสิ่งกีดขวางในลำน้ำต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ทั้งพืชน้ำ นกน้ำ ปลา และแมลงน้ำ (Kingsford, 2000) โดยงานวิจัยดังกล่าวตรงกับสถานการณ์ปัจจุบันในประเทศไทยที่การสร้างเขื่อนมีผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตลดลงเป็นอย่างมาก อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศที่อยู่ตามธรรมชาติ

Dudgeon (1999) ได้รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำทุกกลุ่ม ทั้งทางด้านอนุกรมวิธาน ด้านชีววิทยา ความสำคัญของแมลงน้ำต่อระบบนิเวศ และการประยุกต์ใช้ข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำในเขตร้อน (Tropical region) แม้ว่าข้อมูลจากประเทศไทยจะมีอยู่อย่างจำกัด แต่ข้อมูลจากประเทศข้างเคียงในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งอยู่ใน Oriental region เดียวกัน จะเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการเริ่มต้นให้กับนักวิจัยที่สนใจงานด้านความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำแต่ละกลุ่มในประเทศไทยต่อไป

9.3 ผลงานวิจัยที่ได้รับจากการสนับสนุนโครงการ BRT

งานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำที่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการ BRT ส่วนใหญ่ เน้นการสำรวจในกลุ่ม EPT (Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะกลุ่ม Trichoptera มีภูมิหลังการศึกษามานานนับสิบปี Key ที่ใช้ในการวินิจฉัยตัวเต็มวัยจึงเป็น Key ของพื้นที่ที่ใช้วินิจฉัยได้จนถึงระดับ Species

ผลงานวิจัย ที่มีความสำคัญทางวิชาการ

1. ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำกลุ่ม Trichoptera ที่แตกต่างจากที่อื่น จากจำนวนแมลงน้ำกลุ่มนี้ทั้งหมด 493 ชนิด มีถึง 368 ชนิด หรือคิดเป็นร้อยละ 75 เป็นชนิดใหม่ ซึ่งได้ทำการตั้งชื่อโดยคณะผู้วิจัย รายละเอียดรายชื่อแมลงน้ำที่พบและการแพร่กระจายมีสรุปอยู่ใน Malicky and Chantaramongkol (1999) นอกจากนี้ การขยายพื้นที่วิจัยเพิ่มเติมทำให้พบชนิดที่มีรายงานในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (New record) เพิ่มขึ้นอีก 15 ชนิด และชนิดใหม่ (New species) อีก 5 ชนิด รวมทั้งตัวอย่างที่ไม่สามารถจำแนกได้และมีแนวโน้มว่าเป็นชนิดใหม่อีกมากกว่า 100 ตัวอย่าง ซึ่งในขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างขั้นตอนการแสดงสิทธิ

การค้นพบ และตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตใหม่ตามกฎเกณฑ์สากล ICZN

การศึกษาการแพร่กระจายของแมลงน้ำนั้น ถ้าเราได้ข้อมูลจากพื้นที่ต่าง ๆ ครบถ้วน จะสามารถนำไปสู่การเชื่อมโยงสถานภาพของพื้นที่ที่มี Endemic group ได้ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขณะนี้ ให้แนวโน้มว่า พื้นที่เก็บตัวอย่างจากภาคใต้มีความแตกต่างจากภาคเหนือหรือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนั้น ถ้านำข้อมูลวิจัยจากพื้นที่ใกล้เคียง เช่น จากประเทศเวียดนาม พม่า และยูนนานของจีน มา ร่วมในการวิเคราะห์ด้วย จะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับ Zoogeographic area ส่วนการศึกษาบางจุดเก็บตัวอย่างที่มีข้อมูลในอดีตในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา อาจให้ข้อมูลเปรียบเทียบว่าประเทศไทยเป็น “Hot spot” ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

2. ผลการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำกลุ่ม Trichoptera ในพื้นที่สำคัญ เช่น ดอยอินทนนท์ ดอยสุเทพ และแม่น้ำปิง โดยมีบัญชีรายชื่อ (Inventory list) และรายละเอียดเกี่ยวกับ Life history ของ Trichoptera บางชนิด อยู่ในงานวิจัยของ Thani and Chantaramongkol, 1999; Sompong and Chantaramongkol, 1999; Prommi

and Chantaramongkol, 1999; Chaibu and Chantaramongkol, 1999

ทำนองเดียวกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของตัวอ่อนแมลงน้ำกลุ่ม EPT ในลำธารต้นน้ำจากกลุ่มน้ำชี ป่าสัก และกลุ่มน้ำโขง รวมทั้ง Life history ของ Trichoptera บางชนิดจากลำธารน้ำในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว อยู่ในงานวิจัยของ Sangpradab *et al.*, 1999; Radomsuk *et al.*, 1999; Nuangchalem *et al.*, 1999; Phaphong *et al.*, 1999; Saeheng *et al.*, 1999

3. มีการประยุกต์ใช้ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำตัวเต็มวัยกลุ่ม Trichoptera ใน

การประเมินคุณภาพน้ำในลำธารบนดอยอินทนนท์ ดอยสุเทพ และแม่น้ำปิงในภาคเหนือ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปร (Multivariate technique) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และ PATN ทาชนิดของแมลงน้ำที่ใช้เป็นดัชนีที่สัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ และสามารถแบ่งกลุ่มสถานที่ศึกษาตามความมากน้อยของผลกระทบจากกิจกรรม และแบบแผนการใช้พื้นที่ที่ต่างกัน

เทคนิคเดียวกันนี้ ใช้ในงานวิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำกลุ่ม EPT กับคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและเคมี ซึ่งเป็นผลงานจากห้องปฏิบัติการด้านแมลงน้ำจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นด้วยเช่นกัน

9.4 บทสรุป วิจัย และข้อเสนอแนะ

การสนับสนุนการวิจัยที่ผ่านมาเน้นหนักไปที่แมลงน้ำกลุ่ม EPT โดยเฉพาะกลุ่ม Trichoptera ซึ่งมีพื้นฐานการศึกษามาก่อน 10 ปี จึงทำให้มี Key ของพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัยได้จนถึงระดับ Species อยู่จำนวนหนึ่ง จำนวน Species ที่พบแล้วในขณะนี้ เป็นเพียงครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับจำนวน Species ที่คาดว่าจะมี อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า ถ้าใช้แมลงกลุ่มนี้เป็นต้นแบบ (Template) ของการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำกลุ่มอื่นด้วยแล้ว น่าจะสรุปได้ว่า ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำในประเทศไทย ซึ่งเป็นเขตชีวนิเวศที่เรียกว่า Oriental นั้น มีความแตกต่างจากชีวนิเวศเขตอื่น ๆ (จากหลักฐานการศึกษาในขณะนี้ คือ ร้อยละ 75 ของแมลงน้ำที่พบเป็นชนิดใหม่) มีคำเชิญชวนโฆษณาด้านการอนุรักษ์จากสื่อโทรทัศน์ที่ว่า “ป่าคือบ้าน ลำธารคือชีวิต โปรดอย่าคิดทำลาย” บ้านและชีวิตสำหรับผู้คิดคำโฆษณานี้คงจะหมายถึงสำหรับมนุษย์เรา และเมื่อนำมาขยายความใช้กับบ้านและชีวิตของแมลงน้ำก็จะให้ความหมายเชื่อมโยงกับถิ่นที่อยู่ ซึ่งแสดงสถานภาพของสิ่งแวดล้อม (Bioindicator) ป่าคือระบบนิเวศที่มีความซับซ้อน และมีความสมดุลสูง ลำธารน้ำในป่าจัด

เป็นถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมที่สุดที่มีความเสถียรสูงสุด ความเชื่อมโยงของสิ่งมีชีวิตในอดีตมีหลักฐานทางวิวัฒนาการ (Evolution) ซึ่งแมลงน้ำหลายชนิดถือว่าเป็น Living fossil ด้วย การเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศ หรือสภาวะแวดล้อมโลก (Global change) จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรต่อไป โดยเฉพาะกับระบบนิเวศที่มีความเสถียรสูงสุดเป็นประเด็นที่น่าจับตามองอย่างยิ่ง

งานวิจัยด้านแมลงน้ำที่มีความสำคัญในอนาคตคือ การมี Long term monitoring site และการวิจัยประยุกต์ด้าน Ecotoxicology โดยใช้แมลงน้ำเป็นตัวชี้วัดภาวะความเป็นพิษของสิ่งแวดล้อม การศึกษา Long term monitoring จะให้ข้อมูลที่สำคัญในการเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นในปัจจุบันกับอดีตที่ผ่านมา หรือทำนายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ข้อมูลที่ได้จะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินความเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อมต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิต สำหรับงานวิจัยประยุกต์ทางด้าน Ecotoxicology ซึ่งกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในหลาย ๆ ประเทศ จะให้ข้อมูลเสริมในแง่ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับผลกระทบอันเกิดจากมลพิษในสิ่งแวดล้อม ซึ่งแสดงออกมาในรูปแบบ

ของความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในสิ่งแวดล้อมนั้น ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะเป็นพื้นฐานสำหรับการตัดสินใจในการเลือกใช้สารสังเคราะห์ต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษาแมลงน้ำกลุ่ม Trichoptera ที่ผ่านมาในประเทศไทย แสดงแนวโน้มว่า ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำซึ่งเป็นตัวแทนของเขต Oriental มีความแตกต่างและมีความเฉพาะเจาะจงสูง คาดว่าแมลงน้ำกลุ่มอื่นก็น่าจะแสดงผลในทำนองเดียวกัน การที่จะทราบว่าแมลงน้ำที่สำรวจได้เป็น

ชนิดใหม่ จำเป็นต้องมีข้อมูลว่าแมลงน้ำที่สำรวจไว้เดิมเป็นอย่างไร ดังนั้น การติดต่อกับนักอนุกรมวิธานที่ศึกษาแมลงน้ำในแต่ละกลุ่มจากต่างประเทศจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็น เนื่องจากงานด้านนี้เพิ่งจะเริ่มทำกันในประเทศไทยในขณะที่ต่างประเทศมีพื้นฐานการศึกษามานานนับร้อยปี ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ภาครัฐต้องให้การสนับสนุนในการทำวิจัยอย่างจริงจัง ตลอดจนให้การสนับสนุนการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำ ก่อนที่สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้จะสูญพันธุ์ไปเสียก่อน

9.5 การนำไปใช้ประโยชน์

ความรู้ความเข้าใจกลไกในธรรมชาติ จะนำไปสู่การจัดการที่ถูกต้อง บทความวิเคราะห์ต่อไปนี้เป็นรายงานขององค์การสหประชาชาติในนิตยสาร TIME เนื่องในวาระวันคุ้มครองโลก ในหัวข้อ “Condition critical” เขียนโดย Eugene Linden ซึ่งวิเคราะห์สถานภาพของระบบนิเวศที่มนุษย์มีส่วนในการเปลี่ยนแปลงและส่งผลกระทบเป็นปัญหาล้อมโลกในปัจจุบัน ผู้เขียนได้เริ่มด้วยปัญหาล้อมโลกระดับโลกที่เกิดขึ้นในช่วง 40 ปีที่ผ่านมาด้วยเหตุการณ์จริงที่เกิดขึ้นดังนี้ เหตุการณ์แรก นักอินทรีมีเปลือกไข่ที่เปราะบางเนื่องจากการสะสม DDT ซึ่งโดยนัยสำคัญของกลไกในระบบนิเวศนักอินทรีคือผู้บริโภคระดับสูงสุด (Top food chain) เหตุการณ์ที่สองคือ ป่าอะเมซอนเกิดความเสียหาย เนื่องจากกลุ่มหมอกควันจากการเผาพื้นที่เพื่อทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์และปลูกพืช เหตุการณ์ที่สามคือ ปริมาณปลาสตลงที่แอตแลนติกเหนือ ส่งผลให้ชาวประมงในประเทศแคนาดา 30,000 คน ไม่มีงานทำและชุมชนต่าง ๆ กว่า 700 แห่งประสบปัญหาทางเศรษฐกิจ เหตุการณ์ที่สี่คือ การตัดไม้ทำลายป่า ส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำท่วมครั้งร้ายแรงที่ประเทศจีนเมื่อ 2 ปีที่ผ่านมา มีประชากรสูญเสียชีวิตถึง 3,600 คน และอีก 14 ล้านคน ไม่มีที่อยู่อาศัย เหตุการณ์ที่ห้าคือ ประชากรเพิ่มขึ้นและอยู่กันอย่างหนาแน่น ประจวบกับภาวะแห้งแล้งในกลุ่มลาตินอเมริกา

ทำให้เกิดสงครามซึ่งมีคนถูกฆ่าถึง 30,000 คน และส่งผลให้เกิดปัญหาผู้อพยพอีกเป็นจำนวนมาก

การประมวลปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลกเหล่านี้นำมาสู่ความเชื่อมโยงว่า โลกที่เราอาศัยอยู่คือระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุด ปัญหาที่เกิดขึ้นกับป่าเขตร้อนหรือกับระบบนิเวศแนวปะการังย่อมส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของมวลมนุษยชาติทั่วไปไม่ว่าจะอยู่ ณ ที่ใดบนโลกใบนี้

มนุษย์เราถ้าต้องการทราบปัญหาสุขภาพของร่างกายก็จะให้หมอเป็นผู้ตรวจ ปัญหาสุขภาพของโลกโดยรวมมีอะไรเป็นตัวชี้วัด คำตอบคือระบบนิเวศต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของโลกเราตั้งแต่แนวปะการังจนถึงป่าเขตร้อน นักวิจัยซึ่งสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพจะทำหน้าที่คล้ายหมอให้ข้อมูลที่บอกว่า อาการของโลกอยู่ในภาวะสมบูรณ์ดีหรือวิกฤตเสียหายหรือไม่ อย่างไร ความคิดเหล่านี้จึงเป็นที่มาของการรณรงค์และให้การสนับสนุนของกองทุนประมาณ 20 ล้านดอลลาร์ เพื่อตรวจสอบระบบนิเวศต่าง ๆ บนโลก (Comprehensive global survey) และเพื่อหาคำตอบของศักยภาพของโลกในธรรมชาติที่สมดุลกับระดับ civilization โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย การวิจัยดังกล่าวนี้จะเริ่มในอีก 2 ปีข้างหน้า โดยมีเป้าหมายกับระบบนิเวศหลัก 5 ระบบคือ ป่าไม้ แหล่งน้ำจืด ชายฝั่ง/ทะเล ทundra และพื้นที่ทำการเกษตร

บนพื้นฐานรายงานจากการศึกษาเบื้องต้นว่า ทุกระบบนิเวศที่กล่าวถึงอยู่ในภาวะถดถอย ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามนุษย์เรามีส่วนทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ

ในส่วนของระบบนิเวศแหล่งน้ำที่มีปัญหาอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากอากาศ น้ำ ปุ๋ย และการตื่นเซินอันเนื่องมาจากตะกอนแขวนจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ต้นน้ำ การเปลี่ยนแปลงการกักเก็บน้ำในสภาพผายหรือเขื่อนได้เปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่จากน้ำไหลเป็นน้ำนิ่ง นอกจากนี้ การนำน้ำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคที่มีปริมาณมากเกินไปก่อให้เกิดภาวะการตื่นเซินหรือพื้นที่ท้องน้ำแห้งเป็นช่วง ๆ ตลอดจนการนำสัตว์น้ำแปลกปลอมเข้ามาในระบบ บางครั้งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศเดิมโดยสิ้นเชิง ในเขตร้อนผักตบชวาและหอยจะเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตเด่นของระบบแหล่งน้ำนิ่ง ผักตบชวาที่ปกคลุมพื้นผิวน้ำมีส่วนให้มีการสูญเสียน้ำโดยการระเหยผ่านปากใบมากกว่าการระเหยผ่านพื้นผิวน้ำตามปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาการขาดแคลนน้ำ ส่วนหอยเป็นพาหะของพยาธิใบไม้หลายชนิด เช่น พยาธิใบไม้ในเลือด พยาธิใบไม้ในตับ เป็นต้น น้ำที่กักเก็บในสภาพแหล่งน้ำนิ่งเมื่อมีสารอาหารรวมอยู่ด้วยกันและตกตะกอนอยู่บริเวณหน้าเขื่อน มักจะมีสีเขียวเข้มจากการ Bloom ของสาหร่าย ในสภาพที่น้ำมีสารอาหารมากสาหร่ายที่ผลิตสารพิษจึงเป็นอีกปัญหาที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เมื่อมองย้อนว่าจุดประสงค์ของการกักเก็บน้ำเหล่านี้เพื่อนำน้ำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค แต่มักมีข้อจำกัดที่คุณภาพน้ำไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจาก

กระบวนการทำน้ำประปาไม่มีขั้นตอนการการกำจัดสารพิษดังกล่าว

สำหรับคำถามที่ว่า ระบบนิเวศใดในธรรมชาติที่แม้ว่าจะมีสารอาหารแปลกปลอมเข้ามาในระบบมาก แต่น้ำยังมีคุณภาพดีสามารถนำไปใช้ในการอุปโภคบริโภคได้ คำตอบก็คือแหล่งน้ำไหลที่สารอาหารถูกเปลี่ยนเป็นมวลชีวภาพของผลผลิตระดับสอง ได้แก่ บรรดาแมลงน้ำต่าง ๆ จะช่วยแก้ปัญหาการสร้างสารพิษของสาหร่ายได้ แม้แมลงน้ำมีความสัมพันธ์อยู่กับถิ่นที่อยู่ซึ่งเป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติทุกประเภทก็จริง แต่ความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่ที่แตกต่างกันจะผลต่อความหลากหลายของชนิดต่างกันไปด้วย แมลงน้ำที่อาศัยพื้นท้องน้ำแบบน้ำไหลจากลำธาร จะมีความหลากหลายชนิดสูงและมีหลายบทบาท บางพวกกินสาหร่าย กินซากพืช ซากสัตว์ หรือกินสัตว์ด้วยกันเอง ขณะที่พื้นท้องน้ำแบบน้ำนิ่งซึ่งรับการสะสมของสิ่งมีชีวิตที่ตายทับถมกัน จุลินทรีย์จะทำหน้าที่ย่อยสลาย ออกซิเจนจึงมีค่อนข้างต่ำ แมลงน้ำที่จะอยู่ได้ในระบบนิเวศเช่นนี้ต้องมีกลไกในการใช้ออกซิเจนระดับต่ำ จึงจำกัดประเภทของแมลงน้ำอยู่ในกลุ่ม Chironomid บางชนิดเท่านั้น การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำนอกเหนือจากการได้ข้อมูลของชนิดและถิ่นอาศัยที่แตกต่างกันแล้ว การศึกษาบทบาทหน้าที่หรือความสำคัญทางนิเวศวิทยายังใช้เป็นข้อมูลเชื่อมโยงกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งในเรื่องมลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำกับสถานการณ์การอนุรักษ์และการจัดการที่เหมาะสมได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- BAUNARD, M., H. TACHET AND A. L. ROUX. 1987. The effect of seasonal and hydrobiological influence on the macroinvertebrates of the Rhone River, France. *Ecological aspects-Arch. Hydrobiol. Suppl.* 76: 25-51.
- CHAIBU, P. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1999. Caddisflies (Trichoptera) from the upper Ping River, northern Thailand. *Proc. 9th Int. Symp. Tric.* 53-54.
- CHANTARAMONGKOL, P. 1983. Light-trapped caddisflies (Trichoptera) as water quality indicators in large rivers, results from the Danube at Veroce, Hungary. *Aquatic Insects* 5(1): 33-37.
- 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.
- DUDGEON, D. 1999. Tropical Asian streams: zoobenthos, ecology and conservation. Hong Kong University Press. Aberdeen, Hong Kong. Nordica Printing Co. Ltd.
- KINGSFORD, R. T. 2000. Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Australia. *Austral Ecology* 25: 109-127.
- LISS, M. 1998. Significance of agricultural pesticides on stream macroinvertebrate communities. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 1245-1249.
- MALICKY, H. 1980. Litchfallen untersuchungen uber die Köcherfliegen (Insecta, Trichoptera) des Rhines Mainzer Naterw. *Archiv.* 18: 71-76.
- MALICKY, H. 1987a. Köcherfliegen-Lichtfallen fang am Denauufer in Linz (Trichoptera). *Linzer. Biol. Beitr.* 10: 135-140.
- MALICKY, H. 1987b. Köcherfliegen als idicatoren in Fliesswasser-Okosystemen und ihre Gefahrdung. *Oko. L.* 9(4): 22-29.
- MALICKY, H. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1999. A preliminary survey of the caddisflies (Trichoptera) of Thailand. *Proc. 9th Int. Symp. Tric.* 205-216.
- NUANGCHALERM, P., W. CHAIYAPA, N. SANGPRADUB AND C. HANJAVANIT. 1999. Species diversity of Leptoceridae and Philopotamidae in Phromlaeng and Yakrua streams at Nam Nao National Park, Thailand. In BAIMAI, V. *ET AL.* (eds.). Research Reports on Biodiversity in Thailand. pp. 326-327. BRT Program, Work Press Print, Bangkok.
- PHAPHONG, A., N. SANGPRADUB AND C. HANJAVANIT. 1999. Species diversity of mayflies (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) in Yakrua and Phromlaeng streams at Nam Nao National Park. In BAIMAI, V. *ET AL.* (eds.). Research Reports on Biodiversity in Thailand. pp. 328-329. BRT Program, Work Press Print, Bangkok.
- 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, 7-10 September 1993. pp. 271-293.
- PROMMI, T. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1999. Diversity and distribution of Trichoptera adults from different altitude streams on Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province. In BAIMAI, V. *ET AL.* (eds.). Research Reports on Biodiversity in Thailand. pp. 310-315. BRT Program, Work Press Print, Bangkok.
- RADOMSUK, S., N. SANGPRADUB AND Y. INMUONG. 1999. Species diversity of caddisflies (Trichoptera: Hydropsychidae) in Huay Phromlaeng and Huay Yakrua, Nam Nao National Park. In BAIMAI, V. *ET AL.* (eds.). Research Reports on Biodiversity in Thailand. pp. 320-325. BRT Program, Work Press Print, Bangkok.

- SAEHENG, S., N. SANGPRADUB AND C. HANJAVANIT. 1999. Species diversity of freshwater bugs (O. Hemiptera: Insecta) in lentic and lotic habitats. In BAIMAI, V. *ET AL.* (eds.). Research Reports on Biodiversity in Thailand. pp. 330-332. BRT Program, Work Press Print, Bangkok.
- SANGPRADUB, N., Y. INMUONG, C. HANJAVANIT, A. ASACHAI AND P. UDONPIMAI. 1999. Distribution of Ephemeropteran, Plecopteran and Trichopteran (EPT) larvae in watershed streams, northeast Thailand. In BAIMAI, V. *ET AL.* (eds.). Research Reports on Biodiversity in Thailand. pp. 316-319. BRT Program, Work Press Print, Bangkok.
- SOMPONG, S. AND P. CHANTARAMONGKOL. 1999. Studies on phenology and life cycles of *Limnocentropus* species (Trichoptera: Limnocentropodidae) in Doi Inthanon range, northern Thailand. Proc. 9th Int. Symp. Tric. 347-348.
- 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. *Ent. Scand.* 19(4): 503-525.
- STARK, B. P. AND I. SIVEC. 1991. Descriptions of oriental Perlini (Plecoptera: Perlidae). *Aquatic Insects* 13(3): 151-160.
- THANI, I AND P. CHANTARAMONGKOL. 1999. Life history of *Ugandatrichia maliwan* (Trichoptera: Hydroptilidae) in Mae Klang stream, Doi Inthanon range, northern Thailand. Proc. 9th Int. Symp. Tric. 411-414.
- WARD, J. V. 1992. Aquatic insect ecology. Colorado State University. John Wiley and Sons, Inc. Fort Collins, Colorado, USA.

10. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน

บทคัดย่อ

การศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทย ได้เริ่มต้นมานานกว่า 150 ปีมาแล้ว แต่ข้อมูลด้านชีววิทยา และนิเวศวิทยามีปรากฏน้อยมาก โดยที่ผ่านมามักจะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับด้านอนุกรมวิธาน และการกระจายของสัตว์เป็นส่วนใหญ่ และมักจะดำเนินการโดยนักสัตววิทยาชาวต่างประเทศ นักวิชาการไทยที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับสัตว์กลุ่มนี้ในอดีตจนถึงปัจจุบันนับได้ว่ามีจำนวนน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนนักวิชาการไทยที่ศึกษาสัตว์มีกระดูกสันหลังในกลุ่มอื่น ๆ ได้แก่ ปลา นก และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ดังนั้นความรู้ในสัตว์กลุ่มนี้ในกลุ่มนักวิชาการของไทยจึงยังไม่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากในอดีตได้มองข้ามความสำคัญของสัตว์กลุ่มนี้ไป และไม่ได้เริ่มทำการศึกษาค้นคว้าองค์ความรู้ใหม่เอง ตั้งแต่ต้น รวมทั้งไม่มีการถ่ายทอดให้กันอย่างต่อเนื่อง ข้อมูลสำคัญในด้านที่ทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับ บทบาทของสัตว์กลุ่มนี้ในระบบนิเวศ จำนวน และสถานภาพของประชากร ชีววิทยาการอนุรักษ์ ตลอดจน การประยุกต์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ และการวางมาตรการอนุรักษ์ที่ถูกต้องจึงยังแทบไม่ปรากฏ ประกอบกับ ในปัจจุบันถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์กลุ่มนี้หลายชนิดอยู่ในภาวะวิกฤต การล่าเนื่องจากความเกลียดชัง หรือกลัว อันตราย การล่าเพื่อนำมาเป็นอาหาร หรือเพื่อการค้าอย่างไม่มีขอบเขตยังปรากฏให้เห็นอยู่เสมอ จึงเป็นสิ่งที่น่าวิตกอย่างยิ่งว่าหากไม่มีแผนการสนับสนุนให้มีการสร้างนักวิชาการทางด้านนี้อย่างพอเพียง และให้มีการศึกษาวิจัยตลอดจนเผยแพร่องค์ความรู้ที่ถูกต้องต่อสังคมอย่างรีบด่วนเพื่อการอนุรักษ์สัตว์กลุ่มนี้ ประเทศไทยคงจะต้องสูญเสียความหลากหลายของสัตว์กลุ่มนี้ไปเป็นจำนวนมากในอนาคตอันใกล้

10.1 บทนำ

ปัจจุบันได้มีรายงานพบว่าพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทยรวมกันแล้วจำนวน 441 ชนิด (species) แยกเป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวน 123 ชนิด และสัตว์เลื้อยคลานจำนวน 318 ชนิด (Office of Environmental Policy and Planning, 2000) ซึ่งนับว่ามีจำนวนมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ประเทศ หรือเมื่อเทียบกับจำนวน

ชนิดที่พบแล้วในประเทศอื่นในแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรือของโลก เป็นที่คาดหมายกันว่า หากมีการสำรวจและศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานอย่างจริงจังต่อไปอีกจะพบจำนวนมากกว่านี้ ในจำนวนนี้อาจเป็นชนิดที่พบเฉพาะในประเทศไทยได้มากถึง 44 ชนิด เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 10 ชนิด และสัตว์เลื้อยคลาน 34 ชนิด หลายชนิดยังไม่

ผศ. กำธร อีร์คุปต์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.

บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 149-171.

ได้ทำการศึกษาบทบาททางนิเวศวิทยา และความสำคัญเชิงเศรษฐกิจ และในขณะเดียวกันกำลังตกอยู่ในภาวะที่ใกล้หมดไปจากประเทศไทย ปัจจุบันมีสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเพียงจำนวน 11 ชนิด เต่าและตะพาบ 29 ชนิด สัตว์วงศ์ตะกวด 4 ชนิด กิ้งก่า 4 สกุล กับอีก 2 ชนิด ตุ๊กแก 6 สกุล กับอีก 8 ชนิด จระเข้ 3 ชนิด และงู 11 ชนิดเท่านั้นที่ได้รับการคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 ซึ่งสาเหตุหนึ่งคงเนื่องมาจากการขาดความรู้และข้อมูลที่จะชี้ให้เห็นถึงความสำคัญและความมากมายของสัตว์กลุ่มนี้ จึงทำให้ไม่ได้รับความ

สนใจเท่าที่ควร และทำให้หน่วยงานที่รับผิดชอบไม่สามารถวางแผน และดำเนินการด้านการอนุรักษ์ได้อย่างเหมาะสม

ดังนั้น บทความเรื่องนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม และวิเคราะห์สถานภาพความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพ และนิเวศวิทยาของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานของไทย เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดทิศทางการศึกษาวิจัยและการพัฒนาบุคลากร อันจะนำไปสู่การอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

10.2 ตรวจเอกสาร

การศึกษาและสำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทย รวมทั้งประเทศใกล้เคียงในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เริ่มต้นมาตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 19 โดยมีนักวิทยาศาสตร์จากซีกโลกตะวันตกที่มีชื่อเสียงหลายท่านได้เดินทางเข้ามาสำรวจ เก็บตัวอย่าง และตีพิมพ์ผลงานไว้ ได้แก่ Cantor (1847), Guenther (1860, 1861), Mouhot (1864), Theobald (1868, 1876), Anderson (1879, 1889), Tirant (1885), Boulenger (1890), Boettger (1893) และ Flower (1896, 1899) โดย Guenther (1860) ได้ตีพิมพ์รายชื่อสัตว์เลื้อยคลานที่พบในประเทศสยามเป็นคนแรกโดยรายงานไว้ทั้งสิ้นจำนวน 23 ชนิด และต่อมา Flower (1899) ได้ตีพิมพ์จำนวนสัตว์เลื้อยคลานที่พบในประเทศสยามและในเขตคาบสมุทรมลายูเพิ่มขึ้นเป็น 184 ชนิดในตอนต้นจนถึงตอนกลางศตวรรษที่ 20 การศึกษาสำรวจ และเก็บรวบรวมตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทย และประเทศใกล้เคียงได้มีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่ยังคงเป็นผลงานการสำรวจ และศึกษาเกี่ยวกับชนิดโดยนักสัตววิทยาชาวตะวันตก ได้แก่ Laidlaw (1901), Mocquard (1907), Boulenger (1912,

1916), Barron (1918), Cochran (1927, 1930), Alexander (1933) และ Bourret (1934, 1941) ในช่วงนี้ผู้ที่มิบทบาทในการศึกษา และสำรวจสัตว์กลุ่มนี้ในประเทศไทยมากที่สุดคือ Malcolm Smith ซึ่งได้ตีพิมพ์ผลงานไว้จำนวนมากกว่า 45 เรื่อง (ดูรายชื่อได้จากหนังสือ Fauna of Thailand โดย Suvatti (1950)) ซึ่งมีเรื่องที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับประเทศไทย และประเทศในเขตภูมิภาคที่สำคัญ 5 เรื่อง (Smith, 1916, 1930, 1931, 1935, 1943) โดยเล่มแรกได้ตีพิมพ์รายชื่อสัตว์เลื้อยคลานพวกจระเข้ เต่า และกิ้งก่า ที่พบในประเทศไทยแล้วในขณะนั้น ลงในวารสารธรรมชาติวิทยาของสยามสมาคม สำหรับเล่มอื่นได้ตีพิมพ์ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดสัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก รวมทั้งการกระจายของสัตว์กลุ่มนี้ในคาบสมุทรมลายู (คอคอต กระจนถึงสิงคโปร์ และหมู่เกาะต่าง ๆ) บริติชอินเดียน (รวมซีลอน และพม่า) และเซดอินโดจีน

กลางศตวรรษที่ 20 หรือในราวปี ค.ศ. 1957 ศาสตราจารย์ ดร. Edward Taylor จากมหาวิทยาลัยแคนซัส สหรัฐอเมริกา โดยคำเชิญชวนของ ศาสตราจารย์คุยกัย วาณิชชานา หัวหน้าภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในขณะนั้น และภายใต้การสนับสนุนค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งจากทุนฟูไลบ์ท์ ได้เข้ามาทำการศึกษา และสำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานของประเทศไทย ในระหว่างปี ค.ศ. 1957-1961 ภายหลังการสำรวจได้นำตัวอย่างสัตว์ส่วนหนึ่งไปไว้ที่พิพิธภัณฑ์ของมหาวิทยาลัยแคนซัส อีกส่วนหนึ่งแยกเก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และต่อมาได้ตีพิมพ์ผลงานจำนวน 5 เล่ม มีข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Taylor, 1962) กิ้งก่า (Taylor, 1963) งู (Taylor, 1965) เต่าและจระเข้ (Taylor, 1970) และเขียดงู (Taylor, 1971) ตัวอย่างสัตว์ที่เก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ทั้งสองแห่ง รวมถึงผลงานที่ตีพิมพ์ข้างต้นนี้ถือได้ว่ามีคุณค่ามากต่อการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทยและในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งได้รับการอ้างอิงและใช้ประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาสัตว์กลุ่มนี้ในระยะต่อมา

หลังจากปี ค.ศ. 1970 การศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทยได้พัฒนามากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้เริ่มมีนักวิชาการชาวไทยให้ความสนใจ นักวิชาการไทยคนแรกที่มีบทบาทมากในการสำรวจ ศึกษา และเขียนบทความเกี่ยวกับชนิด และชีวประวัติของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน ได้แก่ นาวาอากาศเอก (พิเศษ) วิโรจน์ นุตพันธุ์ ผลงานที่ได้รับการอ้างอิงอย่างแพร่หลายชิ้นหนึ่ง ได้แก่ หนังสือชื่อ "The Turtles of Thailand" (Nutphand, 1979) นอกจากนี้ยังได้ตีพิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับสัตว์กลุ่มนี้จำนวนมากลงในวารสารศูนย์สัตวศาสตร์ไทยที่มีเนื้อหาที่เรียบเรียงเป็นภาษาไทยซึ่งเหมาะสำหรับเยาวชน นักศึกษา และนักวิชาการ นับได้ว่าผลงานของท่านได้มีส่วนช่วยให้คนไทยได้รับรู้เรื่องราวเกี่ยวกับสัตว์กลุ่มนี้มากขึ้น นอกจากนี้ จารุจินต์ นกิตะภักดิ์ และธัญญา จันอาจ ก็เป็นนักสัตววิทยาอีกสองท่านที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และ

สัตว์เลื้อยคลาน และมีผลงานด้านการสำรวจ ศึกษา เขียนบทความ และเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับสัตว์กลุ่มนี้ให้กับหน่วยงานต่าง ๆ จำนวนมาก ตัวอย่างผลงานที่ตีพิมพ์ทางวิชาการเกี่ยวข้องกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานของทั้ง 2 ท่านและผู้ร่วมงาน เช่น จารุจินต์ (2532), จารุจินต์ และธัญญา (2542), Nabhitabhata (1987), Matsui, Nabhitabhata and Panha (1998), Matsui, Chan-ard and Nabhitabhata (1996), Chan-ard, Thirakhupt and van Dijk (1996) และ Inger and Chan-ard (1997) เป็นต้น

กล่าวได้ว่าการศึกษาวิจัยในระยะหลังเริ่มพัฒนาไปในรูปแบบที่เน้นการศึกษารายละเอียดในสัตว์เฉพาะชนิด หรือเฉพาะกลุ่ม หรือเฉพาะแหล่งมากขึ้น เช่น การศึกษาเกี่ยวกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในครอบครัว Ranidae ที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา (Heyer, 1971a, 1971b, 1973) การศึกษาชีววิทยาและการเลี้ยงกบนา และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบางชนิด (Pariyanonth et al., 1994, 1996; Tangpraputgul et al., 1996; Chulalaksanaukul et al., 1997; Nootprapan et al., 1997) และงูที่เกาะภูเก็ต (Frith, 1977a, 1977b, 1978) ความหลากหลายชนิด นิเวศวิทยา และการอนุรักษ์เต่าและตะพาบในภาคตะวันตกของไทย (Thirakhupt and van Dijk, 1992, 1994, 1995, 1997) รวมทั้งมีการค้นพบสัตว์ชนิดใหม่ทั้งที่เป็น new record และ new species ของประเทศไทยซึ่งได้มีการรายงานอย่างต่อเนื่อง เช่น Bohme (1982), Frith (1977b, 1978), Frith and Boswall (1978), Frith and MacIver (1978), Inger (1970), Kiew (1984), Nabhitabhata (1987), Rasmussen (1982, 1987, 1989), Soderberg (1973), Heyer (1972), Rasmussen and Anderson (1990) นอกจากนี้ได้มีผู้จัดทำหนังสือคู่มือเพื่อใช้ในการจำแนกชนิดสัตว์ในภาคสนาม เช่น เต่าในประเทศไทย

(Nutaphand, 1979) สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบางชนิดของประเทศไทย (จารุจินต์, 2531) ฐที่พบในประเทศไทย (Cox, 1991) ฐพิษในประเทศไทย (ไพบุลย์ และลาวัณย์, 2538) ฐและสัตว์เลื้อยคลานบางชนิดที่พบในประเทศไทย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Cox et al., 1998) สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทย และคาบสมุทรมลายู (Chan-ard et al., 1999) สำหรับสัตว์พวกอื่นนอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้นยังไม่มีการจัดทำหนังสือคู่มือ และเมื่อเริ่มมีหน่วยงานให้ทุนสนับสนุนเพื่อทำวิจัยจากภายในประเทศ เช่น จากสภาวิจัยแห่งชาติ จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครง

การ BRT) จึงเริ่มมีผลงานการศึกษาวิจัยโดยนักวิจัยไทยขึ้นบ้างในระยะหลัง ทั้งในรูปแบบของสิ่งตีพิมพ์และวิทยานิพนธ์ โดยโครงการ BRT ตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนถึงปัจจุบันได้สนับสนุนโครงการวิจัยเกี่ยวกับสัตว์กลุ่มนี้ที่เป็นวิทยานิพนธ์แล้วจำนวน 13 เรื่อง เกี่ยวกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 5 เรื่อง และสัตว์เลื้อยคลาน 8 เรื่อง ในจำนวนนี้หลายเรื่องได้ดำเนินการเสร็จสิ้นสมบูรณ์และตีพิมพ์ผลงานแล้ว (วิสุทธิ์และคณะ, 2542) ซึ่งนับว่ามีส่วนทำให้เกิดการตื่นตัวเพื่อศึกษาหาองค์ความรู้เกี่ยวกับด้านนี้ และเป็นการช่วยผลิตนักวิชาการรุ่นใหม่ซึ่งต่อไปจะเป็นกำลังสำคัญของประเทศชาติโดยเฉพาะในด้านการวิจัยที่จะเกิดขึ้นในมหาวิทยาลัย และสถาบันวิจัยทั่วประเทศต่อไป

10.3 สถานภาพความรู้

ปัจจุบันสถานภาพในด้านความรู้ที่เกี่ยวกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานของประเทศไทยในภาพรวมน่าจะยังคงจัดอยู่ในขั้นแรกเนื่องจากข้อมูลต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นการสำรวจเพื่อวิเคราะห์ชนิดและศึกษาชีวประวัติบางประการที่สามารถทำได้เท่านั้น ความรู้ในด้านชีววิทยา และนิเวศวิทยาของสัตว์กลุ่มนี้ในรายละเอียดยังคงมีอยู่น้อยมาก และหลายชนิดจะไม่ทราบเลย จึงกล่าวได้ว่ายังอยู่ในระยะเริ่มต้นของการศึกษาด้านนี้ การจัดจำแนกสัตว์กลุ่มนี้บางพวกในระดับสกุล ชนิด และชนิดย่อยยังมีข้อถกเถียง และยังคงต้องสนับสนุนให้ค้นคว้าวิจัยในส่วนนี้ต่อไป ซึ่งข้อมูลสถานภาพความรู้ด้านอนุกรมวิธาน (การจัดจำแนก) ด้านนิเวศวิทยา ด้านคุณค่า และแนวโน้มเชิงเศรษฐกิจ ด้านการอนุรักษ์ (ความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์) และข้อเสนอแนะความเร่งรีบที่ต้องศึกษาของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานที่พบในประเทศไทยได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 10.2 และ 10.3 ตามลำดับ

การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ สรุปได้ว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบแล้วจำนวนประมาณ 34 ชนิดจากทั้งหมด 123 ชนิดยังคงต้องการการศึกษาเกี่ยวกับการจัดจำแนกชนิดที่ถูกต้อง โดยเฉพาะในกลุ่มเขียดงู (family Ichthyophiidae) ปาด (family Rhacophoridae) และกบ (family Ranidae) บางชนิด ข้อมูลด้านชีววิทยา และนิเวศวิทยามีการศึกษากันน้อยชนิด มากที่พอมืออยู่บ้างมีเพียงประมาณ 17 ชนิด ตัวอย่างเช่น กบนา (*Hoplobatrachus rugulosus*), ปาดจิวลายแต้ม (*Chirixalus nongkhorensis*), และปาดจิวพม่า (*C. vittatus*) เป็นต้น สำหรับการประเมินสถานภาพด้านการอนุรักษ์หรือจำนวนคาดว่าจะมี 28 ชนิดที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ เช่น กระต่า (*Tylototriton verrucosus*), กบหลังลายเหียง (*Rana miopus*), กบเกาะช้าง (*Limnonectes kohchangae*), กบท่าसान (*Ingerana tasanae*), กบดอยช้าง (*Chaparana aenea*), กบอกหนาม (*Paa fasciculispin*) และอึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) เป็นต้น และจำนวน 41 ชนิดมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะประเมินถึงความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์

ได้ซึ่งในกลุ่มนี้มีความจำเป็นที่ต้องจัดหาข้อมูลเพิ่มเติมด้านปริมาณ และการกระจายในอนาคตเพื่อจะทำให้สามารถจำแนกสถานภาพที่เหมาะสมได้ นอกจากนี้กลุ่มที่เป็นสัตว์เฉพาะถิ่น และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจก็ควรที่จะเร่งให้เกิดการศึกษาริ้วยด้วย

สัตว์เลื้อยคลานที่พบแล้วจำนวน 53 ชนิด จากทั้งหมด 318 ชนิด ยังต้องการการศึกษาเกี่ยวกับการจัดจำแนก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัตว์ในกลุ่มงูปีแก้วใน genus *Oligodon* งูปล้องฉนวน genus *Lycodon* งูลายสอ genus *Xenochrophis* งูเขียวหางไหม้ genus *Trimeresurus* งูพองอ้อ genus *Calamaria* งูลายสาบ genus *Amphiesma* งูดิน genus *Typhlops* จิ้งจกนิ้วยาว genus *Cnemaspis* จิ้งจกหิน genus *Gehyra* กิ้งก่าบิน genus *Draco* กิ้งก่าเขา genus *Acanthosaura* จิ้งเหลนบางชนิดใน genus *Mabuya*, *Sphenomorphus*, *Lipinia* และ *Scincella*

ข้อมูลทางด้านชีววิทยา และนิเวศวิทยาของสัตว์เลื้อยคลานโดยรวมยังทำการศึกษากันน้อย แต่ที่ได้ศึกษากันมากที่สุดคือ เต่าและตะพาบ เต่าทะเล (family Cheloniidae) จะได้รับความสนใจศึกษามากที่สุดโดยหน่วยงานหลักที่ทำการศึกษานี้คือ กรมประมง สำหรับเต่าบก เต่าน้ำจืด และตะพาบได้ทำการศึกษารายละเอียดบ้างในบางชนิดโดย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นอกนั้นการศึกษามีน้อยมากหรือแทบไม่มีเลย โดยเฉพาะสัตว์เลื้อยคลานในกลุ่มตุ๊กแก (family Gekkonidae) กิ้งก่า (family Agamidae) จิ้งเหลนตัวงู (family Dibamidae) จิ้งเหลน (family Scincidae) งูดิน (family Typhlopidae) งูแสงอาทิตย์ (family Xenopeltidae) งูกันขบ (family Cyllindrophidae) งูวงช้าง (family Acrochordidae) งูส่วนใหญ่ใน

วงศ์พิษเขี้ยวหลัง (family Colubridae) งูหลายชนิดในวงศ์พิษเขี้ยวหน้า (family Elapidae) และงูในวงศ์งูแมวเซา (family Viperidae) เป็นต้น

จากการประเมินสถานภาพด้านการอนุรักษ์ คาดว่ามี 3 ชนิดได้สูญพันธุ์ไปจากธรรมชาติแล้ว ได้แก่ ตะพาบหัวกบ (*Pelochelys cantorii*), จระเข้ฟ้าเค็ม (*Crocodylus porosus*) และ ตะโขง (*Tomistoma schlegelii*) มี 6 ชนิดที่คาดว่าจะอยู่ในภาวะใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ได้แก่ เต่ามะเฟือง (*Dermochelys coriacea*), เต่าหญ้า (*Lepidochelys olivacea*), เต่ากระอาณ (*Batagur baska*), เต่าลายตีนเป็ด (*Callagur borneoensis*), ตะพาบมันลาย (*Chitra chitra*) และจระเข้น้ำจืด (*Crocodylus siamensis*) จำนวน 98 ชนิดอยู่ในภาวะใกล้สูญพันธุ์ เช่น เต่าตนุ (*Chelonia mydas*), กระ (*Eretmochelys imbricata*), เต่าหก (*Manouria emys*), เต่าเตี๋ย (*Manouria impressa*), เต่าบัว (*Hieremys annandalii*), เต่าจิ้งกร (*Heosemys spinosa*), ตุ๊ดตู่ (*Varanus dumerilii*) และเห่าช้าง (*V. rudicollis*) เป็นต้น จำนวน 22 ชนิดมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกเต่า ตะพาบ ตะกวด และงู และจำนวนถึง 216 ชนิดที่ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะประเมินถึงความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ ซึ่งต้องเร่งทำการสำรวจ และศึกษาต่อไป ดังนั้น สัตว์เลื้อยคลานที่มีสถานภาพสมควรแก่การให้ความสนใจในการอนุรักษ์ รวมทั้งพวกที่เป็นสัตว์เฉพาะถิ่น และ/หรือมีคุณค่าทางเศรษฐกิจก็สมควรที่จะต้องได้รับการสนับสนุนให้เร่งทำการศึกษาโดยด่วนก่อนที่จะจำนวนประชากรจะลดลงจนไม่สามารถแก้ไขได้ ซึ่งรายละเอียดในเรื่องนี้ได้รับรวบรวมไว้ในตารางที่ 10.3

10.4 การวิเคราะห์องค์ความรู้เชิงเปรียบเทียบ

ประเทศไทยและประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งอยู่ในเขตร้อน เป็นประเทศที่มีความหลากหลายของชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

และสัตว์เลื้อยคลานสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศในภูมิภาคอื่น แต่องค์ความรู้รวมทั้งหมดยังจำกัดว่ามีอยู่น้อยมาก หากจะเทียบกับประเทศที่พัฒนา

แล้วในเขตอบอุ่น ซึ่งในเขตนี้จะมีความหลากหลายของชนิดน้อยกว่ามาก การศึกษาด้านอนุกรมวิธานของสัตว์กลุ่มนี้ค่อนข้างสมบูรณ์แล้ว และสิ่งตีพิมพ์ในระยะหลังมักเป็นผลงานที่มีรายละเอียดข้อมูลทางชีววิทยา นิเวศวิทยา วิวัฒนาการ รวมทั้งการอนุรักษ์ในแต่ละชนิด ซึ่งนับว่ามีความก้าวหน้าไปมากแล้ว

หากจะเปรียบเทียบโดยใช้จำนวนสิ่งตีพิมพ์ (science citation index) ในช่วง 7 ปีย้อนหลังเป็นดัชนีที่บ่งชี้องค์ความรู้ (ตารางที่ 10.1) จะเห็นได้ว่าองค์ความรู้เกี่ยวกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีน้อย

มากเมื่อเทียบกับของโลก โดยในช่วง 7 ปีที่ผ่านมา มีเอกสารตีพิมพ์ในภูมิภาคนี้เพียง 34 ชิ้นจาก 14,055 ชิ้นสำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และมี 109 ชิ้นจาก 7,999 ชิ้นสำหรับสัตว์เลื้อยคลาน และถ้าเปรียบเทียบระหว่างประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในภาพรวมจะเห็นได้ว่า ประเทศไทย และมาเลเซีย มีเอกสารตีพิมพ์มากกว่าประเทศอื่นเล็กน้อย สำหรับบางประเทศ เช่น ลาว กัมพูชา และพม่า มีข้อมูลปรากฏน้อยมาก และในประเทศไทยมีผู้สนใจศึกษาสัตว์เลื้อยคลานมากกว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

ตารางที่ 10.1 จำนวนสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานของประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และของโลก (Science Citation Index, 1993-2000)

จำนวนสิ่งตีพิมพ์	ประเทศ										
	ไทย	มาเลเซีย	สิงคโปร์	เวียดนาม	อินโดนีเซีย	ลาว	บรูไน	ฟิลิปปินส์	กัมพูชา	พม่า	ตะวันออกเฉียงใต้
สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก	4	10	3	4	4	1	6	1	0	1	34
สัตว์เลื้อยคลาน	43	16	4	14	12	0	2	16	1	1	109

10.5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิภาคที่มีความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานจำนวนมาก และหลายชนิดเป็นสัตว์เฉพาะถิ่น และกำลังอยู่ในภาวะใกล้สูญพันธุ์ แต่สถานการณ์ความรู้ในสัตว์กลุ่มนี้ยังอยู่ในระยะแรก ข้อมูลด้านชีววิทยา และนิเวศวิทยามีปรากฏบ้างในสัตว์บางชนิดเท่านั้น และส่วนใหญ่จะไม่ทราบเลย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนโดยยึดหลักการพึ่งตนเองโดยสนับสนุนให้มหาวิทยาลัยมีการสร้างนักวิชาการ สนับสนุนให้มีหน่วยงานที่ช่วยเหลือให้มีการตีพิมพ์ข้อมูลในระดับนานาชาติ สนับสนุนให้หน่วยงานที่มี

ศักยภาพจัดทำวารสารด้านความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อรวบรวมข้อมูลที่มีประโยชน์และที่สำคัญบางส่วนไม่ให้อสูญหายไป สนับสนุนให้หน่วยงานที่มีศักยภาพจัดทำพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาให้มีระบบในการรวบรวมสัตว์ตัวอย่างที่เป็นมาตรฐาน เพื่อใช้ในการอ้างอิงรวมทั้งการจัดฝึกอบรมการจำแนกชนิดที่ถูกต้อง และเผยแพร่ข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ เพื่อให้คนไทยส่วนใหญ่ได้มีโอกาสรับรู้เรื่องราวเกี่ยวกับสัตว์กลุ่มนี้มากขึ้น อันจะนำไปสู่การวางแผนเพื่อการอนุรักษ์และการนำไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมต่อไป

10.6 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์จารุจินต์ นภีตะภักดิ์, Dr. Peter Paul van Dijk, Mr. Olivier S. G. Pauwels, Dr. Annamarie Ohler, คุณอัญชลี เอาผล คุณทัศนีย์ เอี่ยมมงคล, คุณธนาคม บัณฑิตวงศ์รัตน์, คุณคันธีรียา

วังกุลกลางกูร, คุณวชิระ กิตติมงคลดี, คุณธงชัย งามประเสริฐวงศ์, คุณอวิทย์ ภูประดิษฐ์ และโครงการ BRT ที่ช่วยให้คำปรึกษา และข้อมูลในการเรียบเรียงบทความนี้

ตารางที่ 10.2 สถานภาพของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในประเทศไทย และการประเมินความเร่งรีบที่ต้องศึกษา

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
class Amphibia						
order Caudata						
family Salamandridae						
<i>Tylototriton verrucosus</i> กระทำง, จักกัมม่น้ำ	C	L	VU	L	M/H	ศึกษาบ้างแล้วในพม่า
order Anura (Salientia)						
family Megophryidae						
<i>Leptobrachium chapaense</i> อึ่งกรายตาขาว	C	L	VU	N	M/H	
<i>L. hendricksoni</i> อึ่งกรายลายจุด	C	L	LR	N	L/M	
<i>L. smithi</i> อึ่งกรายลายละเอียด	C	L	DD	N	M	
<i>L. pelodytoides</i> อึ่งกรายหนังป่น	C	L	LR	N	L/M	
<i>Megophrys carinensis</i> อึ่งกรายข้างแถบ	?	L	VU	N	H	
<i>M. nasuta</i> อึ่งกรายหัวแหลม	C	L	VU	N	M/H	
<i>M. aceras</i> อึ่งกรายหัวมน	C	L	DD	N	M	
<i>M. longipes</i> อึ่งกรายขายาว	C	L	VU	N	M/H	
<i>M. lateralis</i> อึ่งกรายห้วยใหญ่	C	L	LR	N	L/M	
<i>M. parva</i> อึ่งกรายห้วยเล็ก	C	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>M. minor</i> อึ่งกรายแคระ	C	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>Ophryophryne microstoma</i> อึ่งกรายปากแคบ	C	L	VU	N	M/H	
family Bufonidae						
<i>Bufo asper</i> จงโคร่ง	C	L	LR	N	L/M	
<i>B. macrotis</i> คางคกหัวราบ	C	L	LR	N	L/M	
<i>B. melanostictus</i> คางคกบ้าน	C	L/M	LR	N	M/H	มีข้อมูลในวิทยานิพนธ์ของ จุฬาร และ ม.เกษตรฯ
<i>B. parvus</i> คางคกแคระ	C	L	LR	N	L/M	
<i>Ansonia inthanon</i> คางคกห้วยอินทนนท์	C	L	DD	N	H	endemic species
<i>A. malayana</i> คางคกห้วยมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>A. siamensis</i> คางคกห้วยไทย	C	L	DD	N	H	endemic species
<i>Leptophryne borbonica</i> คางคกขาวยาว	C	L	VU	N	M/H	
<i>Pedostibes hosii</i> คางคกต้นไม้	C	L	VU	N	M/H	
family Hylidae						
<i>Hyla annectans</i> ปาดเมืองจีน	C	L	DD	N	M	มีรายงานว่าพบที่แม่ฮ่องสอนแห่งเดียว Taylor (1962)
family Ranidae						
<i>Occidozyga lima</i> เขียดจะนา	C	L	LR	N	L/M	
<i>Occidozyga magnapustulosus</i> เขียดหลังปทุมภูเขา	?	L	DD	N	M/H	
<i>Occidozyga laevis</i> เขียดลิ้น	C	L	DD	N	M	พบมากในมาเลเซียและอินโดนีเซีย
<i>Occidozyga martensi</i> เขียดหลังปทุมที่ราบ	C	L	LR	L	L/M	
<i>Amolops marmoratus</i> ปาดลายหินเมืองเหนือ	C	L	LR	N	L/M	

ตารางที่ 10.2 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Amolops larutensis</i> ปาดลายหินเมืองใต้	C	L	LR	N	L/M	
<i>Rana lateralis</i> กบหลังโพล	C	L	DD	N	M	
<i>R. erythraea</i> กบบัว, เขียดจึก	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. macrodactyla</i> กบหลังขีด	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. taipehensis</i> กบไต้หวัน	C	L	DD	N	M	
<i>R. alticola</i> กบเขาสูง	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. miopus</i> กบหลังลายเฉียง	C	L	VU	N	M/H	
<i>R. cubitalis</i> กบหูดำ	C	L	DD	N	M	
<i>R. leptoglossa</i> กบสังขละ	?	L	VU	N	H	
<i>R. montivaga</i> กบเขาสอยดาว	C	L	VU	N	M/H	
<i>R. nicobariensis</i> กบนิโคบาร์	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. chalconota</i> กบเขาล้างตอง	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. hosii</i> กบชะง่อนหินเมืองใต้	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. livida</i> กบชะง่อนหินเมืองเหนือ	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. schmackeri</i> กบดอยอินทนนท์	?	L	DD	N	M/H	
<i>R. luctuosa</i> กบเขาท้องลาย	C	L	VU	N	M/H	
<i>R. glandulosa</i> กบว้าก	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. signata</i> กบหลังจุด	C	L	DD	N	M	
<i>R. nigrovittata</i> กบอ่อง	?	L	LR	L	M	กำลังศึกษาโดยนักวิจัยจากต่างประเทศด้านอนุกรมวิธาน
<i>R. archotaphus</i> กบชะง่อนหินอินทนนท์	C	L	DD	N	M	
<i>Limnonectes cancrivora</i> กบน้ำกร่อย	C	L	LR	N	L/M	
<i>L. raj</i> กบราชา	C	L	DD	N	M/H	
<i>L. limnocharis</i> กบหนอง	?	L	LR	L	M	กำลังศึกษาโดยนักวิจัยต่างประเทศ
<i>L. doriae</i> กบดอร์เรีย	C	L	DD	N	M	
<i>L. kohchangae</i> กบเกาะช้าง	C	L	VU	N	M/H	
<i>L. macrognathus</i> กบหัวโต	C	L	DD	N	M	
<i>L. pileata</i> กบหงอน	C	L	LR	N	M	
<i>L. plicatellus</i> กบหงอนมลายู	C	L	LR	N	M	
<i>L. blythii</i> กบหูด, เขียดแลว	?	H	VU	L	H	กำลังศึกษาโดยองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติร่วมกับนักวิจัยต่างประเทศ
<i>L. paramacrodon</i> กบป่าพรุ	?	H	VU	N	H	
<i>L. kuhlii</i> กบห้วยขาปุม	?	H	LR	N	M/H	
<i>L. laticeps</i> กบหลังตาพับ	C	L	DD	N	M	
<i>L. nitidus</i>	C	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>L. malesianus</i>	?	H	DD	N	H	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>Taylorana hascheana</i> กบกา	?	L	LR	L	M/H	

ตารางที่ 10.2 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ – ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Ingerana tasanai</i> กบท่าสาร	C	L	VU	N	H	endemic species
<i>I. tenasserimensis</i> กบตะนาวศรี	C	L	VU	N	M/H	
<i>Hoplobatrachus rugulosus</i> กบนา	C	H	LR	M	M	มีข้อมูลในงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ม.เกษตรฯ ม.มหิดล และกรมประมง
<i>Chaparana aenea</i> กบดอยช้าง	C	L	VU	N	H	endemic species พบเฉพาะทางเหนือเท่านั้น
<i>Paa fasciculispina</i> กบอกหนาม	C	L	VU	N	H	endemic species พบเฉพาะเขาสอยดาว
<i>P. bourreti</i> กบเวียดนาม	?	L	DD	N	M/H	
family Rhacophoridae						
<i>Philautus petersi</i> ปาดกระสายเหลือง	?	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>P. parvulus</i> ปาดกระป่า	?	L	DD	N	M/H	
<i>P. gracillipes</i> ปาดกระชาเขียว	?	L	DD	N	M/H	
<i>P. carinensis</i> ปาดหลังขีด	?	L	DD	N	M/H	
<i>Rhacophorus cyanopunctatus</i> ปาดหลังสองจุด	C	L	DD	N	M	
<i>R. bipunctatus</i> ปาดตีนเหลือง	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. prominans</i> ปาดเขียวตีนแดง	C	L	DD	N	M	
<i>R. reinwardtii</i> ปาดเขียวตีนลาย	?	L	DD	N	M/H	
<i>R. maximus</i> ปาดยักษ์	C	L	VU	N	M/H	
<i>R. nigropalmatus</i> ปาดเขียวตีนดำ	?	L	VU	N	H	
<i>R. appendiculatus</i> ปาดลายละเอียด	?	L	LR	N	M/H	
<i>R. bisacculus</i> ปาดกระดูกตั้ง	?	L	LR	N	M/H	
<i>R. robinsoni</i> ปาดขาลาย	?	L	VU	N	H	endemic species กำลังศึกษาชนิด (species) โดยองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
<i>R. verrucosus</i> ปาดลายละเอียดเหนือ	?	L	DD	N	M/H	กำลังศึกษาชนิด (species) โดยองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
<i>Polypedates colletti</i> ปาดนิ้วแยกมลายู	?	L	LR	N	M/H	
<i>P. feae</i> ปาดดอยอินทนนท์	C	L	VU	N	M/H	กำลังศึกษาชนิด (species) โดยองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
<i>P. leucomystax</i> ปาดบ้าน	?	L	LR	L	M/H	
<i>P. macrotis</i> ปาดหูโต	?	L	LR	N	M/H	
<i>P. megacephalus</i> ปาดนิ้วแยกภูเขา	?	L	LR	N	M/H	
<i>Nyctixalus pictus</i> ปาดป่าจูดขาว	C	L	VU	N	M/H	
<i>Theloderma asperum</i> ปาดตะปุมเล็ก	C	L	LR	N	L/M	
<i>T. horridum</i> ปาดตะปุมมลายู	C	L	VU	N	M/H	
<i>T. gordonii</i> ปาดตะปุมใหญ่	C	L	VU	N	M/H	
<i>T. stellatum</i> ปาดตะปุมจันทบุรี	C	L	VU	N	M/H	

ตารางที่ 12.2 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ข้อมูลด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Chirixalus doriae</i> ปาดจ๊วหลังขีด	C	L	DD	N	M	
<i>C. nongkhorensis</i> ปาดจ๊วลายแต้ม	C	L	LR	L/M	L	Hayer (1972)
<i>C. vittatus</i> ปาดจ๊วพม่า	C	L	LR	L/M	L	Hayer (1972)
family Microhylidae						
<i>Calluella guttulata</i> อึ่งลาย	C	L	LR	N	L/M	
<i>Glyphoglossus molossus</i> อึ่งปากขวด	C	L	LR	N	L/M	
<i>Kaloula baleata</i> อึ่งอ่างมลายู	C	L	LR	N	L/M	พบมากในมาเลเซีย และอินโดนีเซีย
<i>K. medilineata</i> อึ่งอ่างกันขีด	C	L	VU	L	H	endemic species มีข้อมูลในงานวิจัยของจุฬาฯ
<i>K. pulchra</i> อึ่งอ่างบ้าน	C	L	LR	L	L/M	
<i>Kalophrynus pleurostigma</i> อึ่งปุม	C	L	LR	N	L/M	
<i>K. interlineatus</i> อึ่งปุมหลังลาย	C	L	LR	N	L/M	
<i>Microhyla borneensis</i> อึ่งบอร์เนียว	C	L	LR	N	L/M	
<i>M. annamensis</i> อึ่งอันนัม	C	L	VU	N	M/H	
<i>M. berdmorei</i> อึ่งแม่หนาว	C	L	LR	L	L/M	มีข้อมูลบ้างในวิทยานิพนธ์ของจุฬาฯ
<i>M. butleri</i> อึ่งลายแต้ม	C	L	LR	L	L/M	
<i>M. heymonsi</i> อึ่งข้างดำ	C	L	LR	L	L/M	
<i>M. pulchra</i> อึ่งชาคำ	C	L	LR	L	L/M	
<i>M. ornata</i> อึ่งน้ำเต้า	C	L	LR	L	L/M	
<i>Micryletta inornata</i> อึ่งหลังจุด, อึ่งหลังขีด	C	L	LR	L	L/M	
order Gymnophiona						
family Ichthyophiidae						
<i>Ichthyophis acuminatus</i> เขียดงูหัวแหลม	?	L	DD	N	H	endemic species
<i>I. youngorum</i> เขียดงูดอยสุเทพ	?	L	DD	N	H	endemic species
<i>I. supachaii</i> เขียดงูศุภชัย	?	L	DD	N	H	endemic species
<i>I. kohtaoensis</i> เขียดงูเกาะเต่า	?	L	DD	N	M/H	
<i>Caudacaecilia asplenica</i> เขียดงูมลายู	?	L	DD	N	M/H	

ข้อมูลด้านอนุกรมวิธาน: C=ข้อมูลค่อนข้างชัดเจนแล้ว, ?=ข้อมูลยังไม่ชัดเจน; คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ: L=น้อย, M=ปานกลาง, H=มาก; สถานภาพด้านการอนุรักษ์ (จำนวน): EW=สูญพันธุ์ในธรรมชาติ (extinct in the wild), CR=ชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (critically endangered species), EN=ชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์ (endangered species), VU=ชนิดที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable species), LR=มีความเสี่ยงน้อย (lower risk), DD=ข้อมูลไม่เพียงพอ (data deficient); ข้อมูลชีววิทยา และนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย: N=ไม่มีข้อมูล, L=น้อย, M=ปานกลาง, H=มาก; ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา: L=น้อย, M=ปานกลาง, H=มาก

หมายเหตุ: 1) สถานภาพข้างต้นประเมินจากข้อมูลที่รวบรวมได้จากเอกสารร่วมกับประสบการณ์ของผู้ศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทย 2) สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในประเทศไทยมีข้อมูลการสำรวจชนิดจากแหล่งต่าง ๆ ในงานวิจัย และวิทยานิพนธ์ของ ม.เกษตรฯ จุฬาฯ สภาวิจัยฯ องค์การพิทักษ์สัตววิทยาแห่งชาติ กรมประมง และกรมป่าไม้ และในงานด้านการศึกษามลกระทบสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 10.3 สถานภาพสัตว์เลื้อยคลานที่พบในประเทศไทย และการประเมินความเร่งรีบที่ต้องศึกษา

ชื่อวิทยาศาสตร์ – ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
class Reptilia						
order Chelonia (Testudines)						
family Dermochelyidae วงศ์เต่ามะเฟือง						
Dermochelys coriacea เต่ามะเฟือง	C	H	CR	M	M/H	มีการศึกษามากในต่างประเทศ
family Cheloniidae วงศ์เต่าทะเล						
Caretta caretta เต่าหัวโต	C	H	DD	N	M	มีการศึกษามากในต่างประเทศ และอาจไม่มีในน่านน้ำไทย
Chelonia mydas เต่าตนุ	C	H	EN	M	M/H	มีการศึกษามากในต่างประเทศ ในประเทศไทย ศึกษาโดยกรมประมง และมีข้อมูลในวิทยานิพนธ์ของจุฬาฯ
Eretmochelys imbricata เต่ากระ	C	H	EN	M	M/H	
Lepidochelys olivacea เต่าหญ้า	C	H	CR	M	M/H	
family Testudinidae วงศ์เต่าบก						
Indotestudo elongata เต่าเหลือง	C	M	VU	M	M/H	มีข้อมูลในงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ของจุฬาฯ
Manouria emys emys เต่าหกเหลือง	C	M	EN	L	H	
Manouria emys phayrei เต่าหกดำ	C	M	EN	L	H	
Manouria impressa เต่าเดือย	C	M	EN	L	H	
family Trionychidae วงศ์ตะพาบ						
Chitra chitra ตะพาบม่านลาย	C	H	CR	L	H	endemic species มีข้อมูลในงานวิจัย และวิทยานิพนธ์ของจุฬาฯ
Pelochelys cantorii ตะพาบหัวกบ	?	H	EW	N	H	มีข้อมูลในงานวิจัย และวิทยานิพนธ์ของจุฬาฯ และกรมประมง
Amyda cartilaginea ตะพาบน้ำ	C	H	VU	L/M	H	
Dogania subplana ตะพาบแก้มแดง	C	H	VU	L	H	อาจไม่มีในประเทศไทย
Lissemys scutata ตะพาบหับ	C	M	DD	N	M	
family Platysternidae วงศ์เต่าปูลู						
Platysternon megacephalum เต่าปูลู	?	M	VU	L	H	ควรศึกษาเกี่ยวกับ subspecies
family Emydidae วงศ์เต่าน้ำจืด						
Cuora amboinensis เต่าหับ	C	M	VU	L	M/H	มีข้อมูลในงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ของจุฬาฯ
Malayemys subtrijuga เต่านา	C	M	VU	M	M	
Hieremys annandalii เต่าบึงหัวเหลือง	C	M	EN	L	H	มีข้อมูลบางส่วนในงานวิจัยของจุฬาฯ
Siebenrockiella crassicolis เต่าดำ	C	M	VU	L	M/H	
Heosemys spinosa เต่าจักร	C	M	EN	L	H	
H. grandis เต่าหวาย	C	M	VU	L	M/H	อาจไม่มีในประเทศไทย
Melanochelys trijuga เต่าปากเหลือง	C	M	DD	N	M	

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Pyxidea mouhotii</i> เต่าจีน	C	M	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>Cyclemys dentata</i> เต่าใบไม้	?	M	VU	L/M	H	ควรศึกษาเกี่ยวกับ subspecies
<i>Notochelys platynota</i> เต่าทับทิม	C	M	VU	L	M/H	
<i>Batagur baska</i> เต่ากะอาน	C	M	CR	L	H	มีการศึกษาในที่เลี้ยงโดยกรมประมง และศึกษามากในมาเลเซีย ควรศึกษา reintroduction
<i>Callagur borneoensis</i> เต่าลายตีนเป็ด	C	M	CR	L	H	
family Crocodylidae วงศ์จระเข้						
<i>Crocodylus porosus</i> จระเข้ปากเค็ม	C	H	EW	L	H	มีการศึกษาในที่เลี้ยงโดยฟาร์มจระเข้สมุทรปราการ และงานวิทยานิพนธ์ของ ม.เกษตรฯ และ ม.มหิดล ควรศึกษาความเป็นไปได้เกี่ยวกับ reintroduction
<i>C. siamensis</i> จระเข้แม่น้ำจืด	C	H	CR	L	H	
<i>Tomistoma schlegelii</i> จระเข้ปากกระทุงเหว, ตะโขง	C	H	EW	N	H	
order Squamata						
suborder Sauria (Lacertilia)						
family Gekkonidae วงศ์ตุ๊กแก						
<i>Aeluroscalabotes felinus</i> ตุ๊กแกหัวโต	C	L	DD	N	M	
<i>Cyrtodactylus angularis</i> ตุ๊กแกปาดงพญาเย็น	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>C. brevipalmatu</i> ตุ๊กแกป่าโคนนื้ดัด	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>C. consobrinus</i> ตุ๊กแกปามลายู	C	L	DD	N	M	
<i>C. interdigitalis</i> ตุ๊กแกหน้าหนาว	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>C. intermedius</i> ตุ๊กแกป่าตะวันออก	C	L	DD	N	M	
<i>C. jarujini</i> ตุ๊กแกป่าจระเข้	C	L	DD	N	M	
<i>C. marmoratus</i> ตุ๊กแกปาลายหินอ่อน	?	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>C. oldhami</i> ตุ๊กแกปากคอกวัน	C	L	DD	N	M	
<i>C. papilionoides</i> ตุ๊กแกป่าจุดลายผีเสื้อ	C	L	DD	N	M	
<i>C. peguensis</i> ตุ๊กแกปาลายจุด	C	L	DD	N	M	
<i>C. pulchellus</i> ตุ๊กแกป่าไต้หวัน	C	L	DD	N	M	
<i>C. quadrivirgatus</i> ตุ๊กแกปาลายสี่ขีด	C	L	DD	N	M	
<i>C. variegatus</i> ตุ๊กแกพม่า	C	L	DD	N	M	
<i>Cnemaspis affinis</i> จิ้งจกนิ้วยาวมลายู	C	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>C. kumpoli</i> จิ้งจกนิ้วยาวกำพล	C	L	DD	N	M	
<i>C. mysoriensis</i> จิ้งจกนิ้วยาวอินเดีย	?	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>C. siamensis</i> จิ้งจกนิ้วยาวไทย	?	L	DD	N	H	endemic species
<i>C. chanthaburiensis</i> จิ้งจกนิ้วยาวจันทบุรี	C	L	DD	N	M/H	endemic species?
<i>Phyllodactylus melanostictus</i> จิ้งจกดินช้างดำ	?	L	DD	N	H	endemic species
<i>P. siamensis</i> จิ้งจกดินลายจุด	C	L	LR	N	L/M	
<i>Hemidactylus frenatus</i> จิ้งจกหางหนาม	C	L	LR	N	L/M	มีการศึกษาใน Hawaii, USA
<i>Hemidactylus gamotii</i> จิ้งจกหางเรียบ	C	L	LR	N	L/M	

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Cosymbotus craspedotus</i> จิ้งจกหางแบนมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>C. platyurus</i> จิ้งจกหางแบน	C	L	LR	N	L/M	
<i>Gehyra angusticaudata</i> จิ้งจกหินหางเรียว	?	L	DD	N	H	endemic species
<i>G. fehlmanni</i> จิ้งจกหินลายกระ	?	L	DD	N	H	endemic species
<i>G. lacerata</i> จิ้งจกหินเมืองกาญจน์	?	L	DD	N	H	endemic species
<i>G. mutilata</i> จิ้งจกหินสี่จาง	?	L	LR	N	M	
<i>Hemiphyllodactylus typus</i> จิ้งจกเขาสูงมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>H. yunnanensis</i> จิ้งจกเขาสูงยูนนาน	C	L	DD/LR	N	M	
<i>Gekko gecko</i> ตุ๊กแกบ้าน	C	H	LR	L	M/H	กำลังทำการศึกษาโดยจุฬาฯ
<i>G. petricolus</i> ตุ๊กแกเขาหินทราย	C	L	DD	N	M	
<i>G. siamensis</i> ตุ๊กแกไทย	C	L	DD	N	M/H	Endemic species
<i>G. smithii</i> ตุ๊กแกสีเทา	C	L	DD	N	M	
<i>G. monarchus</i> ตุ๊กแกหลังจุดคู่	C	L	DD	N	M	
<i>Ptychozoon kuhli</i> ตุ๊กแกบินทางแผ่น	C	L	DD	N	M	
<i>Ptychozoon lionotum</i> ตุ๊กแกบินทางเพื่น	C	L	DD	N	M	
family Agamidae วงศ์กิ้งก่า						
<i>Draco blanfordii</i> กิ้งก่าบินคอแดง	C	L	LR	N	L/M	มีการศึกษาในบอร์เนียว
<i>D. fimbriatus</i> กิ้งก่าบินคอสีส้ม	C	L	DD	N	L/M	
<i>D. haematopogon</i> กิ้งก่าบินปีกแดง	C	L	DD	N	L/M	
<i>D. maculatus</i> กิ้งก่าบินปีกส้ม	?	L	LR	N	M	มีการศึกษาในบอร์เนียว ควรศึกษาเกี่ยวกับ subspecies
<i>D. melanopogon</i> กิ้งก่าบินคอดำ	C	L	LR	N	L/M	มีการศึกษาในบอร์เนียว
<i>D. obscurus</i> กิ้งก่าบินมลายู	C	L	DD	N	L/M	
<i>D. quinquelfasciatus</i> กิ้งก่าบินปีกห้าแถบ	C	L	DD	N	L/M	
<i>D. taeniopterus</i> กิ้งก่าบินปีกลาย	C	L	DD	N	L/M	มีการศึกษาในบอร์เนียว ควรศึกษาเกี่ยวกับ subspecies
<i>D. volans</i> กิ้งก่าบินหัวสีฟ้า	?	L	LR	N	M	
<i>Acanthosaura armata</i> กิ้งก่าเขาหนามยาว	C	L	DD	N	M	กำลังมีผู้ศึกษาเกี่ยวกับอนุกรมวิธาน
<i>A. crucigera</i> กิ้งก่าเขาหนามสั้น	?	L	DD	N	M/H	
<i>A. lepidogaster</i> กิ้งก่าเขาเล็ก	?	L	DD	N	M/H	
<i>Gonocephalus doriae</i> กิ้งก่าดงคิ้วสั้น	C	L	DD	N	M	
<i>G. bellii</i> กิ้งก่าดงบอร์เนียว	C	L	DD	N	M	
<i>G. grandis</i> กิ้งก่าดงมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>Bronchocela cristatella</i> กิ้งก่าเขี้ยว	C	L	DD	N	M	
<i>Pseudocalotes floweri</i> กิ้งก่าเขาสอยดาว	?	L	DD	N	M/H	ควรศึกษาเกี่ยวกับ subspecies
<i>P. microlepis</i> กิ้งก่าเขาสูง	C	L	DD	N	M	

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ค่านุกรม วิธาน	คุณค่าเชิง เศรษฐกิจ	สถานภาพ ด้านการ อนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยา และนิเวศวิทยา ที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบ ที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Calotes emma</i> กิ้งก่าแก้ว	?	L	LR	N	M/H	ควรศึกษาชนิด(species) และ subspecies
<i>Calotes mystaceus</i> กิ้งก่าสวน	C	L	LR	N	L/M	
<i>Calotes versicolor</i> กิ้งก่าหัวแดง	C	L	LR	N	L/M	มีผู้ทำการศึกษาใน ประเทศอินเดีย
<i>Aphanotis fusca</i> กิ้งก่าพระอินทร์	C	L	DD	N	M	
<i>Ptyctolaemus phuwanensis</i> กิ้งก่าภูว	C	L	DD	N	M	
<i>Physignathus cocincinus</i> ตะก่อง, ลั้ง, กิ้งก่ายักษ์	C	H	DD	L	M/H	มีข้อมูลในวิทยานิพนธ์ ของจุฬาฯ
<i>Salea kakhinensis</i> กิ้งก่าพม่า	C	L	DD	N	M	
family Uromastycidae วงศ์แอ้						
<i>Leiolepis belliana</i> แอ้	C	H	LR	L	H	มีข้อมูลในงานวิจัยของ ม.ขอนแก่น
<i>L. boehmei</i> แอ้	C	M	DD	N	H	endemic species?
<i>L. reevesii</i> แอ้	?	H	LR	L	H	มีข้อมูลในงานวิจัยของ ม.ขอนแก่น
<i>L. triplida</i> แอ้	C	M	DD	N	H	endemic species?
family Dibamidae วงศ์จิ้งเหลนตัวง						
<i>Dibamus alfredi</i> จิ้งเหลนตัวงสีม่วง	C	L	DD	N	M/H	endemic species?
<i>D. somsaki</i> จิ้งเหลนตัวงสมศักดิ์	C	L	DD	N	M/H	endemic species
family Scincidae วงศ์จิ้งเหลน						
<i>Eumeces quadrilineatus</i> จิ้งเหลนหางสีฟ้า	C	L	DD	N	M	
<i>Dasia olivacea</i> จิ้งเหลนต้นไม้	C	L	DD	N	M	
<i>Mabuya longicaudata</i> จิ้งเหลนหางยาว	C	L	LR	N	L/M	
<i>M. macularia</i> จิ้งเหลนหลากลาย	?	L	LR	N	M/H	ควรศึกษา subspecies
<i>M. multifasciata</i> จิ้งเหลนบ้าน	C	L	LR	L	L/M	
<i>M. novemcarinata</i> จิ้งเหลนเกล็ดสัน	C	L	DD	N	M	
<i>M. rugifera</i> จิ้งเหลนลายขีด	C	L	DD	N	M	
<i>Riopa bowringii</i> จิ้งเหลนเรียวท้องเหลือง	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. haroldyoungi</i> จิ้งเหลนเรียวลาย	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>R. herberti</i> จิ้งเหลนเรียวปากซีด	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>R. isodactyla</i> จิ้งเหลนเรียวภาคกลาง	C	L	DD	N	M	
<i>R. koratense</i> จิ้งเหลนเรียวโคราช	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>R. anguina</i> จิ้งเหลนเรียวพม่า	C	L	DD	N	M	
<i>Lygosoma quadrupes</i> จิ้งเหลนเรียวขาเล็ก, เมี่ยง	C	L	LR	N	L/M	
<i>Sphenomorphus butleri</i> จิ้งเหลนภูเขามลายู	C	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>S. helenae</i> จิ้งเหลนภูเขาลึก	?	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>S. indicus</i> จิ้งเหลนภูเขาคินเดีย	C	L	LR	N	L/M	
<i>S. praesignis</i> จิ้งเหลนภูเขาลายกระ	C	L	DD	N	M	
<i>S. maculatus</i> จิ้งเหลนภูเขากลิตเรียบ	C	L	LR	N	L/M	
<i>S. scotophilus</i> จิ้งเหลนภูเขาลายแฉก	C	L	DD	N	M	

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>S. stellatus</i> จิ้งเหลนภูเขาเขมร	C	L	DD	N	M	
<i>S. tersus</i> จิ้งเหลนภูเขาสีจาง	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>Larutia ocellai</i> จิ้งเหลนภูเขาสามนิ้ว	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>Lininia surdas</i> จิ้งเหลนลายมลายู	?	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>Lipinia vittigera</i> จิ้งเหลนลาย	C	L	LR	N	L/M	
<i>Scincella melanosticta</i> จิ้งเหลนดินจุดดำ	?	L	DD	N	M/H	} ศึกษานิต (species)
<i>S. punctatolineata</i> จิ้งเหลนดินเมืองกาญจน์	?	L	DD	N	M/H	
<i>S. reevesi</i> จิ้งเหลนดงพญาเย็น	?	L	DD	N	M/H	
<i>Tropidophorus bormorei</i> จิ้งเหลนทองแดง	C	L	DD	N	M	
<i>Tropidophorus laotus</i> จิ้งเหลนห้วยลาว	C	L	DD	N	M	
<i>T. microlepis</i> จิ้งเหลนห้วยเขมร	C	L	DD	N	M	
<i>T. robinsoni</i> จิ้งเหลนห้วยปักข์ใต้	C	L	DD	N	M/H	endemic species?
<i>T. thai</i> จิ้งเหลนห้วยไทย	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>Isopachys anguinoides</i> จิ้งเหลนตัวประจวบ	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>I. gyldenstoepei</i> จิ้งเหลนตัวหางลาย	C	L	DD	N	M/H	endemic species?
<i>I. roulei</i> จิ้งเหลนตัวชลบุรี	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>I. gyldenstolpei</i>	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>I. borealis</i> จิ้งเหลนตัวตะวันตก	C	L	DD	N	M	
<i>Davewakeum miramae</i> จิ้งเหลนตัวปักธงชัย	C	L	DD	N	M/H	endemic species
family Lacertidae วงศ์จิ้งเหลนน้อยหางยาว						
<i>Takydromus sexlineatus</i> จิ้งเหลนน้อยหางยาว	C	L	LR	N	L/M	ศึกษาในจีน
family Anguillidae วงศ์กิ้งก่างู						
<i>Ophisaurus gracilis</i> กิ้งก่างู	C	L	LR	N	L/M	ศึกษาในจีน
family Varanidae วงศ์ตะกวด						
<i>Varanus dumerilii</i> ตีตุ๋	C	M/H	EN	L	H	} ศึกษาบ้างแล้วในอินเดียและมาเลเซีย ในประเทศไทยมีข้อมูลในวิทยานิพนธ์ของจุฬาฯ
<i>V. bengalensis nebulosus</i> ตะกวด, แล่น	C	H	VU	L	H	
<i>V. rudicollis</i> เหาช้าง	C	M/H	EN	L	H	
<i>V. salvator</i> เหยี่ยว	C	H	VU	L	H	
order Squamata						
suborder Serpentes (Ophidia)						
family Typhlopidae วงศ์งูดิน						
<i>Ramphotyphlops albiceps</i> งูดินหัวขาว	C	L	DD	N	M	} มีข้อมูลด้านอนุกรมวิธานและการแพร่กระจายในวิทยานิพนธ์ของจุฬาฯ
<i>R. braminus</i> งูดินบ้าน	C	L	LR	L	L/M	
<i>R. lineatus</i> งูดินลายขีด	C	L	DD	N	M	
<i>R. ozakiae</i> งูดินปักธงชัย	C	L	DD	N	M	
<i>Typhlops diardi</i> งูดินใหญ่อินโดจีน	C	L	DD	N	M	
<i>T. floweri</i> งูดินหัวเหลือง	C	L	DD	N	M	
<i>T. muelleri</i> งูดินใหญ่มลายู	C	L	DD	N	M	
<i>T. porrectus</i> งูดินดอยปู่	C	L	DD	N	M	
<i>T. siamensis</i> งูดินไทย	?	L	DD	N	M/H	

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>T. khoratensis</i> งูดินโคราช	C	L	DD	N	M/H	endemic species มีข้อมูลด้านอนุกรมวิธานและการแพร่กระจายในวิทยานิพนธ์ของจุฬาฯ
<i>T. trangensis</i> งูดินตรัง	?	L	DD	N	M/H	
<i>T. roxaneae</i> งูดินอยุธยา	?	L	DD	N	M/H	
family Xenopeltidae วงศ์งูแสงอาทิตย์						
<i>Xenopeltis unicolor</i> งูแสงอาทิตย์	C	L	LR	N	L/M	
family Cyllindrophidae วงศ์งูกันขบ						
<i>Cyllindrophis ruffus</i> งูกันขบ	C	L	LR	N	L/M	
family Pythonidae วงศ์งูเหลือม						
<i>Python curtus</i> งูหลามปากเป็ด	C	M/H	VU	N	H	ศึกษาบ้างในอินโดนีเซีย
<i>P. molurus</i> งูหลาม	C	H	VU	L	H	ศึกษาในอินเดีย
<i>P. reticulatus</i> งูเหลือม	C	H	VU	L	H	ศึกษาบ้างในอินโดนีเซียและอินเดีย
family Acrochordidae วงศ์งูวงช้าง						
<i>Acrochordus granulatus</i> งูผ้าขี้ริ้ว	C	L	LR	N	L/M	ศึกษาบ้างในออสเตรเลีย
<i>A. javanicus</i> งูวงช้าง	C	L	VU	N	M/H	ศึกษาบ้างในอินโดนีเซีย
family Colubridae วงศ์งูพิษเขี้ยวหลัง						
<i>Ahaetulla fasciolata</i> งูเขี้ยวหัวจิ้งจกหัวลายกระ	C	L	DD	N	M	
<i>A. mycterizans</i> งูเขี้ยวหัวจิ้งจกมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>A. nasuta</i> งูเขี้ยวปากแหลม	C	L	LR	N	L/M	
<i>A. prasina</i> งูเขี้ยวหัวจิ้งจกป่า, งูวงกลางดง	C	L	LR	N	L/M	
<i>Amphiesma deschauenseei</i> งูลายสาบท้องสามขีด	?	L	DD	N	M/H	ควรศึกษาชนิด (species)
<i>A. groundwateri</i> งูลายสาบท่าสาร	?	L	DD	N	M/H	
<i>A. inas</i> งูลายสาบมลายู	?	L	DD	N	M/H	
<i>A. stolata</i> งูลายสาบดอกหญ้า	C	L	LR	N	L/M	
<i>Aplopeltura boa</i> งูกินทากหัวโหนด, งูบอ	C	L	DD	N	M	
<i>Bitia hydroides</i> งูปากกว้างท้องสั้น	C	L	DD	N	M	
<i>Boiga cyanea</i> งูเขี้ยวบอน	C	L	LR	N	L/M	
<i>B. cynodon</i> งูแส้หางม้า	C	L	DD	N	M	
<i>B. dendrophila</i> งูปล้องทอง	C	L	LR	N	L/M	ศึกษาบ้างในมาเลเซีย
<i>B. drapiezii</i> งูคางคกทอง	C	L	DD	N	M	
<i>B. jaspidea</i> งูกระ	C	L	DD	N	M	
<i>B. mahasomi</i> งูเขี้ยวตงลาย	C	L	DD	N	M	
<i>B. multomaculata</i> งูแม่ตะจาว	C	L	LR	N	L/M	
<i>B. nigriceps</i> งูตอ้งไฟ	C	L	DD	N	M	
<i>B. ocellata</i> งูแส้หางม้าเทา	C	L	DD	N	M	
<i>Calamaria lumbricoidea</i> งูพองอ้อหลากลาย	?	L	DD	N	M/H	ควรศึกษาชนิด (species)
<i>C. pavimentata</i> งูพองอ้อท้องเหลือง	?	L	DD	N	M/H	
<i>C. schlegeli</i> งูพองอ้อหัวแดง	?	L	DD	N	M/H	

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Cantoria violacea</i> งูปากกว้างลาย	C	L	DD	N	M	
<i>Cerberus rynchops</i> งูปากกว้างน้ำเค็ม	C	L	LR	L	L/M	ศึกษาในมาเลเซีย, อินเดีย และไทย
<i>Chrysopelea ornata</i> งูเขียวดอกหมาก	C	L	LR	L	L/M	ศึกษาโดยนักวิจัยชาวต่างประเทศ
<i>C. paradisi</i> งูเขียวว่อน	C	L	DD	N	M	
<i>C. pelias</i> งูดอกหมากแดง	C	L	DD	N	M	
<i>Dendrelaphis caudolineatus</i> งูสายม่านแดงหลังลาย	C	L	DD	N	M	
<i>D. cyanochloris</i> งูสายม่ายคอขีด	C	L	DD	N	M	
<i>D. pictus</i> งูสายม่านพระอินทร์	C	L	LR	N	L/M	
<i>D. striatus</i> งูสายม่านลายเฉียง	C	L	DD	N	M	
<i>D. subocularis</i> งูสายม่านเกล็ดใต้ตาใหญ่	C	L	DD	N	M	
<i>D. formosus</i> งูสายม่านหลังทอง	C	L	DD	N	M	
<i>Dinodon septentrionale</i> งูปล้องฉนวนภูเขา	C	L	DD	N	M	
<i>Dryocalamus davisonii</i> งูปล้องฉนวนอินเดีย	C	L	DD	N	M	
<i>D. subannulatus</i> งูปล้องฉนวนมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>Dryophiops rubescens</i> งูเถา, งูสายน้ำผึ้ง	C	L	DD	N	M	
<i>Elaphe flavolineatus</i> งูทางมะพร้าวดำ, งูหล่นชุน	C	L	DD	N	M	
<i>E. porphyracea</i> งูทางมะพร้าวแดง	C	L	DD	N	M	
<i>E. prasina</i> งูทางมะพร้าวเขียว	C	L	DD	N	M	
<i>E. radiata</i> งูทางมะพร้าวลายขีด	C	L	LR	N	L/M	
<i>E. taeniura</i> งูกาบหมากดำ	C	L	DD	N	M	
<i>Enhydis bocourti</i> งูไซ	C	L	DD	N	M	
<i>E. enhydis</i> งูสายรุ้งลายขีด	C	L	LR	L	L/M	ศึกษาโดยนักวิจัยชาวต่างประเทศ
<i>E. jagorii</i> งูสายรุ้งลายขวาง	C	L	DD	N	M	
<i>E. plumbea</i> งูปลิง	C	L	LR	L	L/M	ศึกษาโดยนักวิจัยชาวต่างประเทศ
<i>E. smithi</i> งูสายรุ้งดำ	?	L	DD	N	M/H	
<i>Erpeton tentaculatum</i> งูกระด้าง	C	L	DD	N	M	
<i>Fordonia leucobalia</i> งูปลาหลังเทา	C	L	DD	N	M	
<i>Gerarda prevostiana</i> งูปลาตาแมว	C	L	DD	N	M	
<i>Gonyosoma oxycephalum</i> งูเขียวกาบหมาก	C	L	LR	N	L/M	
<i>Homalophis buccata</i> งูเหลือมอ้อ, งูหัวกะโหลก	C	L	LR	L	L/M	ศึกษาโดยนักวิจัยชาวต่างประเทศ
<i>Lepturophis borneensis</i> งูปล้องฉนวนบอร์เนียว	C	L	DD	N	M	
<i>Liopeltis baliodeira</i> งูสายทองลายแถบ	C	L	DD	N	M	
<i>L. scriptus</i> งูสายทองคอหวาน	C	L	DD	N	M	
<i>L. tricolor</i> งูสายทองมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>Macropisthodon flaviceps</i> งูรังแหหัวแดง	C	L	DD	N	M	
<i>M. rhodomelas</i> งูรังแหหลังศร	C	L	DD	N	M	

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Oligodon barroni</i> งูปีแก้วหัวลายหัวใจ	?	L	DD	N	M/H	ควรทำการศึกษานิต (species)
<i>O. cinereus</i> งูปีแก้วลายกระ	?	L	DD	N	M/H	
<i>O. dorsalis</i> งูปีแก้วภูหลวง	?	L	DD	N	M/H	
<i>O. fasciolatus</i> งูปีแก้วลายแต้ม	?	L	DD	N	M/H	
<i>O. inornatus</i> งูปีแก้วสีจาง	?	L	DD	N	M/H	
<i>O. joynsoni</i> งูปีแก้วใหญ่	?	L	DD	N	M/H	endemic species ควรทำการศึกษานิต (species)
<i>O. mouhoti</i> งูอดเขมร	?	L	DD	N	M/H	ควรทำการศึกษานิต (species)
<i>O. purpurascens</i> งูคุต	?	L	DD	N	M/H	
<i>O. quadrilineatus</i> งูอดลายสี่ขีด	?	L	DD	N	M/H	
<i>O. taeniatus</i> งูอดไทย	?	L	DD	N	M/H	
<i>O. theobaldi</i> งูปีแก้วพม่า	?	L	DD	N	M/H	
<i>Lycodon butleri</i> งูปล้องฉนวนมลายู	?	L	DD	N	M/H	
<i>Ophites capucinus</i> งูสร้อยเหลือง	C	L	LR	N	L/M	
<i>Lycodon effraenis</i> งูปล้องฉนวนมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>L. fasciatus</i> งูปล้องฉนวนเมืองเหนือ	C	L	DD	N	M	
<i>L. laoensis</i> งูปล้องฉนวนลาว, งูปล้องฉนวนลายเหลือง	C	L	LR	N	L/M	
<i>L. subcinctus</i> งูปล้องฉนวนบ้าน	?	L	DD	N	M/H	
<i>Opisthotrophis boonsongi</i> งูลายสอหมอบุญส่ง	C	L	VU	N	H	endemic species
<i>O. praemaxillaris</i> งูลายสอลาวเหนือ	C	L	DD	N	M	
<i>O. spenceri</i> งูลายสอสองสี	C	L	DD	N	M/H	endemic species
<i>Pareas carinatus</i> งูกินทากเกล็ดสัน	C	L	DD	N	M	
<i>P. leavis</i> งูกินทากเกล็ดเรียบ	C	L	DD	N	M	
<i>P. macularius</i> งูกินทากจุดดำ	?	L	DD	N	M/H	
<i>P. malaccanus</i> งูกินทากมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>P. margaritophorus</i> งูกินทากจุดขาว	C	L	LR	N	L/M	
<i>Plagiopholis nucharis</i> งูหัวลายสูงศร	C	L	DD	N	M	
<i>Psammodynastes pulverulentus</i> งูหมอก	C	L	LR	N	L/M	
<i>Psammophis condanarus</i> งูมันทอง	C	L	LR	N	L/M	
<i>Pseudorapdion longiceps</i> งูพองอ้อหัวยาว	C	L	DD	N	M	
<i>Pseudoxenodon macrops</i> งูลายสาบตาโต	C	L	DD	N	M	
<i>Ptyas carinatus</i> งูสิงหางดำ	C	L	DD	L	M	
<i>P. korros</i> งูสิงบ้าน, งูเห่าตะลาน	C	L	DD	L	M	
<i>P. mucosus</i> งูสิงหางลาย	C	L	DD	L	M	
<i>Rhabdophis chrysargus</i> งูลายสาบจุดดำขาว	C	L	DD	N	M	
<i>R. nigrocinctus</i> งูลายสาบเขียวขี้วันดำ	C	L	LR	N	L/M	
<i>R. subminiatus</i> งูลายสาบคอดแดง	C	L	LR	N	L/M	
<i>Sibynophis collaris</i> งูคอขี้วันหัวดำ	C	L	LR	N	L/M	
<i>S. melanocephalus</i> งูคอขี้วันปลายหัวดำ	C	L	DD	N	M	

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Sibynophis triangularis</i> งูคอขั้วหัวลายสามเหลี่ยม	C	L	DD	N	M	
<i>Sinonatrix percarinata</i> งูลายสอเมืองจีน	C	L	DD	N	M	
<i>Stegonotus borneensis</i> งูแดงบอร์เนียว	C	L	DD	N	M	อาจไม่มีในประเทศไทย
<i>Xenelaphis hexagonotus</i> งูควนขนุน, งูบ้องหลาน้ำ	C	L	DD	N	M	
<i>Xenochrophis flavipunctatus</i> งูลายสอสวน	?	L	LR	N	M	กำลังศึกษาโดยนักวิจัยต่างประเทศ
<i>X. piscator</i> งูลายสอใหญ่	?	L	LR	N	M	กำลังศึกษาโดยนักวิจัยต่างประเทศ
<i>X. trianguligerus</i> งูลายสอสามเหลี่ยม	C	L	DD	N	M	
<i>Xenodermus javanicus</i> งูทองขาว, งูซอนไม้	C	L	DD	N	M	
family Elapidae วงศ์งูพิษเขี้ยวหน้า						มีความสำคัญทางการแพทย์
<i>Calliophis gracilis</i> งูปล้องหวายมลายู	C	L	DD	N	M	
<i>C. maccllellandii</i> งูปล้องหวายลายขีดดำ	C	L	DD	N	M	
<i>C. maculiceps</i> งูปล้องหวายหัวดำ	C	L	DD	N	M	
<i>Maticora bivirgata</i> งูพริกทองแดง	C	L	DD	N	M	
<i>M. intestinalis</i> งูพริกสีน้ำตาล	C	L	DD	N	M	
<i>Bungarus candidus</i> งูทับสมิงคลา	C	L	DD	N	H	
<i>B. fasciatus</i> งูสามเหลี่ยม	C	L	VU	L	H	มีการศึกษาในที่เลี้ยงโดยสถานเสาวภา
<i>B. flaviceps</i> งูสามเหลี่ยมหัวทางแดง	C	L	VU	L	H	
<i>Naja siamensis</i> งูเห่าต่างพันพิษ	C	M	VU	L	H	
<i>N. sumatrana</i> งูเห่าทองพันพิษ	C	M	DD	N	H	
<i>N. kaouthia</i> งูเห่าหม้อ	C	M	VU	L	H	มีการศึกษาในที่เลี้ยงโดยสถานเสาวภา มีข้อมูลในวิทยานิพนธ์ของ ม.มหิดล
<i>Ophiophagus hannah</i> งูจงอาง	C	H	VU	L	H	มีการศึกษาในที่เลี้ยงโดยสถานเสาวภา มีการศึกษาในประเทศอินเดีย
<i>Laticauda laticaudata</i> งูสมิงทะเลปากดำ	C	L	DD	N	M	งูทะเลหลายชนิดกำลังเริ่มทำการศึกษาโดยจุฬาร ม.สงขลานครินทร์ และกรมประมง ร่วมกับนักวิจัยจากต่างประเทศ
<i>L. colubrina</i> งูสมิงทะเลปากเหลือง	C	L	DD	N	M	
<i>Aipysurus eydouxii</i> งูชายธงนวล	C	L	DD	N	M	
<i>Kerilia jerdoni</i> งูชายธงขาวหลามตัด	C	L	DD	N	M	
<i>Disteira stokesii</i> งูทากลาย	C	L	DD	N	M	
<i>Enhydrina stokesii</i> งูคออ่อนปากจะงอย	C	L	DD	N	M	
<i>Thalassophis annandalei</i> งูชายธงหัวโต	C	L	DD	N	M	
<i>T. anomalus</i> งูเสมียนรังหัวสั้น	C	L	DD	N	M	
<i>Acalyptophis peronii</i> งูทากลายทองขาว	C	L	DD	N	M	
<i>Lapemis curtus</i> งูอ้ายงัว	C	L	DD	N	M	
<i>Microcephalophis gracilis</i> งูคออ่อนหัวเข็ม	C	L	DD	N	M	
<i>Leioselasma cyanocincta</i> งูแสมรังลายฟ้า, งูแสมรังลายเหลืองลายคราม	C	L	DD	N	M	
<i>L. spiralis</i> งูแสมรังเหลือง	C	L	DD	N	M	

ตารางที่ 10.3 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ - ชื่อไทย	ด้านอนุกรมวิธาน	คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ	สถานภาพด้านการอนุรักษ์	ข้อมูลชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย	ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา	หมายเหตุ
<i>Hydrophis bituberculatus</i> งูแสมรังเกล็ดสองตุ่ม	C	L	DD	N	M	งูทะเลหลายชนิดกำลังเริ่มทำการศึกษาโดย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกรมประมง ร่วมกับนักวิจัยจากต่างประเทศ
<i>H. brookii</i> งูแสมรังท้องเหลือง	C	L	DD	N	M	
<i>H. caerulescens</i> งูแสมรังลายเยื้อง	C	L	DD	N	M	
<i>H. cantoris</i> งูแสมรังกุนเทอร์	C	L	DD	N	M	
<i>H. fasciatus</i> งูแสมรังหัวดำ	C	L	DD	N	M	
<i>H. inornatus</i> งูแสมรังแถบสีจาง	C	L	DD	N	M	
<i>H. klossi</i> งูผีกระรุม	C	L	DD	N	M	
<i>H. lamberti</i> งูแสมรังสมิทธิ์	C	L	DD	N	M	
<i>H. lapemoides</i> งูแสมรังอ่าวเปอร์เซีย	C	L	DD	N	M	
<i>H. melanosoma</i> งูแสมรังดำ	C	L	DD	N	M	
<i>H. nigrocinctus</i> งูแสมรังลายขั้วดำ	C	L	DD	N	M	
<i>H. obscurus</i> งูแสมรังโดว์แดง	C	L	DD	N	M	
<i>H. ornatus</i> งูแสมรังหางขาว	C	L	DD	N	M	
<i>H. torquatus</i> งูแสมรังเทา	C	L	DD	N	M	
<i>Pelamis platurus</i> งูชายธงหลังดำ, งูปิ่นแก้วทะเล	C	L	DD	N	M	
family Viperidae วงศ์งูแมวเซา						
<i>Daboia russelli</i> งูแมวเซา	C	L	DD	N	M/H	มีความสำคัญทางการแพทย์ และมีการศึกษาในท้องถิ่นโดยสถานเสาวภา
<i>Calloselasma rhodostoma</i> งูกะปะ	C	L	LR	N	M/H	
<i>Ovophis monticola</i> งูแสมหางภูเขา	C	L	DD	N	M	กำลังศึกษาอนุกรมวิธาน โดยองค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ร่วมกับนักวิจัยต่างประเทศ
<i>Trimeresurus albolabris</i> งูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง	?	L	LR	N	M	
<i>T. hageni</i> งูเขียวหางไหม้สุมาตราหัวเขียว	C	L	DD	N	M	
<i>T. kanburiensis</i> งูแสมหางกาญจน์	C	L	VU	N	M/H	
<i>T. macrops</i> งูเขียวหางไหม้ตาโต	C	L	LR	N	L/M	
<i>T. popeorum</i> งูเขียวหางไหม้ท้องเขียว	?	L	DD	N	M	
<i>T. puniceus</i> งูปาล์ม	C	L	DD	N	M	
<i>T. purpureomaculatus</i> งูพังกา	C	L	LR	N	L/M	
<i>T. stejnegeri</i> งูเขียวไผ่	?	L	DD	N	M/H	
<i>T. venustus</i> งูเขียวหางไหม้ป่าไผ่	C	L	DD	N	M	
<i>Tropidolaemus wagleri</i> งูเขียวตุ๊กแก	C	L	DD	N	M	

ข้อมูลด้านอนุกรมวิธาน: C=ข้อมูลค่อนข้างชัดเจนแล้ว, ?=ข้อมูลยังไม่ชัดเจน; คุณค่าเชิงเศรษฐกิจ: L=น้อย, M=ปานกลาง, H=มาก; สถานภาพด้านการอนุรักษ์ (จำนวน): EW=สูญพันธุ์ในธรรมชาติ (extinct in the wild), CR=ชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (critically endangered species), EN=ชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์ (endangered species), VU=ชนิดที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable species), LR=มีความเสี่ยงน้อย (lower risk), DD=ข้อมูลไม่เพียงพอ (data deficient); ข้อมูลชีววิทยา และนิเวศวิทยาที่ศึกษาในไทย: N=ไม่มีข้อมูล, L=น้อย, M=ปานกลาง, H=มาก; ความเร่งรีบที่ต้องศึกษา: L=น้อย, M=ปานกลาง, H=มาก

หมายเหตุ: 1) สถานภาพข้างต้นประเมินจากข้อมูลที่รวบรวมได้จากเอกสารร่วมกับประสบการณ์ของผู้ศึกษาสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทย
2) สัตว์เลื้อยคลานที่พบในประเทศไทยมีข้อมูลการสำรวจชนิดจากแหล่งต่าง ๆ ในงานวิจัย และวิทยานิพนธ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ม.สงขลานครินทร์ สภาวิจัย องค์การพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ กรมประมง และกรมป่าไม้ และในงานด้านการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

- จารุจินต์ นกิตะภักดิ์ และธัญญา จันทอจ. 2542. การสำรวจและติดตามผลความหลากหลายของชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน. ใน: แนวทางในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ, อักษรสยามการพิมพ์ กรุงเทพฯ.
- จารุจินต์ นกิตะภักดิ์. 2531. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก. องค์การคำครุสภา กรุงเทพฯ. 56 หน้า.
- จารุจินต์ นกิตะภักดิ์. 2532. ความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในประเทศไทย. ใน: ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย, เอกสารประกอบการสัมมนาชีววิทยา ครั้งที่ 7. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. หน้า 169-204.
- พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535. ประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 109 ตอนที่ 15 ลงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2535. (สำเนา)
- ไพบุลย์ จินตกุล และลาวัณย์ จันทโรสม. 2538. ภูมิพืชในประเทศไทย. สถานเสาวภา สภากาชาดไทย. 175 หน้า.
- วิสุทธิ ไบไม้ และคณะ (บรรณาธิการ). 2542. รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ.
- ALEXANDER, G. 1933. Secondary sexual characters of *Bufo melanostictus* Schneider. *Copeia* 4: 204-207.
- ANDERSON, J. 1879. Anatomical and zoological researches and zoological results of the Yunnan expeditions. Reptilia and amphibia, pp. 705-860. Bernard Quaritch, London.
- ANDERSON, J. 1889. Report on the mammals, reptiles and Batrachians, chiefly from the Mergui Archipelago, collected for the trustees of the Indian Museum. *J. Linn. Soc., Zoology* 21: 331-350.
- BARRON, P. A. R. 1918. A new snake and a new Batrachian for Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam* 3(1): 45.
- BOETTGER, O. 1893. Ein neuer Drache (Draco) aus Siam. *Zool. Anz. Leipzig*, 1893: 429-430.
- BOHME, W. 1982. A new lygosomine skink from Thailand (Reptilia: Scincidae). *Boll. Mus. Civ. Storia Naturale-Verona* 8: 375-382.
- BOULENGER, G. A. 1890. The fauna of British India, including Ceylon and Burma. Reptiles and Batrachians. Taylor & Francis, London.
- BOULENGER, G. A. 1912. A vertebrate fauna of the Malay Peninsula from the Isthmus of Kra to Singapore including the adjacent Islands. Reptilia and Batrachia. Taylor & Francis, London.
- BOULENGER, G. A. 1916. Description of a new frog from Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam* 2(2): 103-105.
- BOURRET, R. 1934. Les serpents marins de l'Indochine Française. *Inst. Ocean l'Indochine* Note 25, 1934.
- BOURRET, R. 1941. Les tortues de l'Indochine. *Inst. Ocean l'Indochine* 38: 1-235.
- CANTOR, T. E. 1847. Catalogue of the reptiles inhabiting the Malay Peninsula and Islands. *J. Asiatic Soc. Bengal* 157 pp.
- CHAN-ARD, T., K. THIRAKHUPT AND P. P. VAN DIJK. 1996. Observations on *Manouria impressa* at Phuluang Wildlife Sanctuary, northeastern Thailand. *Chelonian Conservation and Biology* 2(1): 109-113.
- CHAN-ARD, T., W. GROSSMAN, A. GUMPHEIT AND K. D. SCHULZ. 1999. Amphibians and reptiles of peninsular Malaysia and Thailand. Bushmaster Publication, Germany.
- CHULALAKSANAUKUL, W., P. PARIYANONTH AND P. CHOCKCHAICHOMNANKIT. 1997. Sex chromosome study of *Rana catesbeiana*. Chulalongkorn University 80th Anniversary Research Conference. Bangkok, Thailand. pp. 735-742.
- COCHRAN, D. M. 1927. New reptiles and Batrachians collected by Dr. Hugh M. Smith in Siam. *Proc. Biol. Soc. Washington* 40: 179-192.
- COCHRAN, D. M. 1930. The herpetological collections made by Dr. Hugh M. Smith in Siam from 1923 to 1929. *Proc. U.S.N.M.* 77: 1-30.
- COX, M. I., P. P. VAN DIJK, J. NABHITABHATA AND K. THIRAKHUPT. 1998. A photographic guide to snakes and other reptiles of Thailand and southeast Asia. Asia Book, Bangkok. 144 pp.
- COX, M. J. 1991. The snakes of Thailand and their husbandry. Krieger Publ., Malabar. 526 pp.
- FLOWER, S. S. 1899. Notes on a second collection of reptiles made in the Malay Peninsula and Siam, from November 1896 to September 1898, with a list of the species recorded from those countries. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1899: 600-695.
- FLOWER, S. S. 1896. An account of the reptiles and amphibians collected in the Malay Peninsula, from March 1895 to April 1896, with a list of the species recorded from those countries. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1896: 856-914.
- FRITH, C. B. 1977a. A survey of the snakes of Phuket Island and the adjacent mainland areas of peninsular Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 26: 263-316.
- FRITH, C. B. 1977b. The sea snake *Hydrophis spiralis* (Shaw); a new species of the fauna of Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 26: 263-316.

- FRITH, C. B. 1978. Additions to the snake fauna of Phuket Island, peninsular Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 27: 181-198.
- FRITH, C. B. AND D. MACIVER. 1978. The crab-eating water snake, *Fordonia leucobalia* (Schleg); another snake new to Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 27: 189-191.
- FRITH, C. B. AND J. BOSWALL. 1978. Cantor's water snake, *Cantoria violacea* Girard; a vertebrate new to the fauna of Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 27: 187-188.
- GÜNTHER, A. 1860. On the reptiles of Siam. *Proc. Soc. Lond.*, 1860: 113-117.
- GÜNTHER, A. 1861. Second list of Siamese reptiles. *Proc. Soc. Lond.*, 1861: 187-189.
- HEYER, W. R. 1971a. Mating calls of some frogs from Thailand. *Fieldiana, Zoology* 58(6): 61-82.
- HEYER, W. R. 1971b. Descriptions of some tadpoles from Thailand. *Fieldiana, Zoology* 58(7): 83-91.
- HEYER, W. R. 1972. A new limbless skink (Reptilia: Scincidae) from Thailand with comments on the generic status of the limbless skinks of southeast Asia. *Fieldiana, Zoology* 58(10): 109-129.
- HEYER, W. R. 1973. Ecological interactions of frog larvae at a seasonal tropical location in Thailand. *J. Herpetol.* 7(4): 337-361.
- INGER, R. F. 1970. A new species of frog of the genus *Rana* from Thailand. *Fieldiana, Zoology* 51(14): 169-174.
- INGER, R. F. AND T. CHAN-ARD. 1997. A new species of Ranid frog from Thailand, with comments on *Rana livida* (Blyth). *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 45: 65-70.
- KIEW, B. H. 1984. A new species of toad, *Ansonia siamensis* (Bufonidae), from the Isthmus of Kra, Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 32(2): 111-115.
- KITANA, N., V. YODYINGYUAD AND K. THIRAKHUPT. 1998. Annual reproductive cycle of vulnerable softshell turtle, *Amyda cartilaginea*. Recent Progress in Molecular and Comparative Endocrinology, 1999: 425-435.
- LAIDLAW, F. F. 1901. List of a collection of snakes, crocodiles and Chelonians from the Malay Peninsulamade by members of the 'Skeat Expedition', 1899-1900. *Proc. Zool. Soc. London, 1901* (II): 575-586.
- MATSUI, M., J. NABHITABHATA AND S. PANHA. 1998. A new *Ansonia* from northern Thailand (Anura: Bufonidae). *Herpetologica* 54(4): 448-454.
- MATSUI, M., T. CHAN-ARD AND J. NABHITABHATA. 1996. Distinct specific status of *Kalophrynus pleurostigma interlineatus* (Anura: Microhylidae). *Copeia* 2: 440-445.
- MOCQUARD, M. F. 1907. Les reptiles de l'Indochine. Librairie Maritime et Coloniale, Paris.
- MOUHOT, H. 1864. Travels in the central parts of Indo-China (Siam), Cambodia and Laos during the years 1858, 1859 and 1860. 2 vol., 303 and 301 pp. John Murray, London.
- NABHITABHATA, J. 1987. Anguidae, a new family of lizard for Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 35: 59-62.
- NOOTPRAPAN, T., P. PARIYANONTH, S. WERAWATGOOPA AND KROGSTAD. 1997. The effect of different GnRH analogues in inducing spawning in *Rana rugulosa*. Proceeding of XIII International Congress of Comparative Endocrinology, pp. 725-728. Yokohama, Japan.
- NUTAPHAND, W. 1979. The turtles of Thailand. Siamfarm Zoological Garden, Bangkok. 222 pp.
- OFFICE OF ENVIRONMENTAL POLICY AND PLANNING. 2000. National report: biodiversity conservation in Thailand. Ministry of Science Technology and Environment.
- PARIYANONTH, P. AND V. DAORERK. 1994. Frog farming in Thailand. Proceeding of Infofish Aquatech' 94, International Conference on Aquaculture, pp. 126-130. Colombo, Srilanka.
- PARIYANONTH, P., T. NOOTPRAPAN AND N. CHANPONG. 1996. Stock selection and growth rate of *Rana tigerina* and *Rana catesbeiana*. Proceeding of the Third Congress of the Asia & Oceania Society for Comparative Endocrinology (Environmental and Conservation Endocrinology), pp. 257-258. Sydney, Australia.
- RASMUSSEN, A. R. AND M. ANDERSEN. 1990. The sea snake *Kerilia jerdoni* Gray (1849): first records from Andaman Sea, Phuket Island, Thailand, with remarks on the two subspecies. *The Snake* 22: 131-133.
- RASMUSSEN, A. R. 1987. Persian gulf sea snake, *Hydrophis lapemoides* (Gray): new records from Phuket Island, Andaman Sea and Strait of Malacca. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 35: 57.
- RASMUSSEN, A. R. 1989. Sea snakes *Thalassophis viperina* (Schmidt) and *Laticauda laticaudata* (Linne'): new records from Phuket Island, Andaman Sea, with remarks on subspecies of *L. laticaudata*. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 37(1): 99-103.
- RASMUSSEN, J. B. 1982. A new record of the rare *Opisthotropis praemaxillaris* (Serpentes: Colubridae). *Amphibia-Reptilia* 3: 279-280.
- SMITH, M. A. 1916. A list of crocodiles, tortoises, turtles and lizards at present known to inhabit Siam. *J. Nat. Hist. Soc. Siam* 2: 48-57.
- SMITH, M. A. 1930. The Reptilia and Amphibia of the Malay Peninsula from the Isthmus of Kra to Singapore, including the adjacent Islands (A supplement to Dr. G. A. Boulenger's Reptilia and Batrachia, 1912). *Bull. Raffles Mus. Singapore, Straits Settlements*, 3: 1-138.
- SMITH, M. A. 1931. The fauna of British India, including Ceylon and Burma. Reptilia and Amphibia. Vol. I.-Loricata, Testudines. Taylor & Francis, London. xxviii + 185 pp.

- SMITH, M. A. 1935. The fauna of British India, including Ceylon and Burma. Reptilia and Amphibia. Vol. II.-Sauria. Taylor & Francis, London. 440 pp.
- SMITH, M. A. 1943. *The Fauna of British India, Ceylon and Burma, including the whole of the Indochinese subregion*. Reptilia and Amphibia. Vol. III.-Serpentes. Taylor & Francis, London, 583 pp.
- SODERBERG, P. 1973. On eleven Asian elapid snakes with specific reference to their occurrence in Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 24: 303-317.
- SUVATTI, C. 1950. Fauna of Thailand. Department of Fisheries, Bangkok. 1100 pp.
- TANGPRAPRUTGUL, P., R. CHAITIAMWONG AND P. PARIYANONTH. 1996. Annual sex steroid profiles in female *Rana tigerina* and *Rana catesbeiana*. Proceeding of the Third Congress of the Asia & Oceania Society for Comparative Endocrinology (Environmental and Conservation Endocrinology), pp. 199-200. Sydney, Australia.
- TAYLOR, E. H. 1962. The amphibian fauna of Thailand. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 43(8): 265-599.
- TAYLOR, E. H. 1963. The lizards of Thailand. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 44(14): 687-1077.
- TAYLOR, E. H. 1965. The serpents of Thailand and adjacent Waters. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 45(9): 609-1096.
- TAYLOR, E. H. 1970. The turtles and crocodiles of Thailand and adjacent Waters, with a synoptic herpetological bibliography. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 49(3): 87-179.
- TAYLOR, E. H. 1971. The Caecilian fauna of Thailand with an examination of scale characters. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 24: 33-39.
- THEOBALD, W. 1868. Catalogue of the reptiles of British Burma, embracing the provinces of Pegu, Martaban and Tenasserim; with descriptions of new or little-known species. *J. Linn. Soc. Zoology* 10: 4-67.
- THEOBALD, W. 1876. Descriptive catalogue of the reptiles of British India. Thacker, Spink & Co., Calcutta.
- THIRAKHUPT, K. AND P. P. VAN DIJK. 1992. Report on the turtles of Huay Kha Khaeng and Thung Yai Naresuan wildlife sanctuaries. *Khao Nang Rum Annual Research Papers* 4: 40-48.
- THIRAKHUPT, K. AND P. P. VAN DIJK. 1994. Species diversity and conservation of turtles of western Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 42: 207-259.
- THIRAKHUPT, K. AND P. P. VAN DIJK. 1995. Turtle conservation and research in Thailand. Proceedings: International Congress of Chelonian Conservation, pp. 64-65. Gonfaron, France.
- THIRAKHUPT, K. AND P. P. VAN DIJK. 1997. The turtles of western Thailand – pushed to the edge by progress. Proceedings: International Conference on Conservation, Restoration, and Management of Tortoises and Turtles, pp. 272-277.
- TIRANT, G. 1885. Notes sur les reptiles et les Batraciens de la Cochinchine et du Cambodge. *Saigon*, 1885: 1-104.
- VAN DIJK, P. P. AND K. THIRAKHUPT. 1995. Southeast Asian *Chitra* – from distinction to extinction in 15 years, pp. 62-63. Proceeding: International Congress of Chelonian Conservation. Gonfaron, France.

11. AN OVERVIEW OF ORNITHOLOGICAL STUDIES IN THAILAND

ABSTRACT

Studies of birds have arguably done more to advance knowledge of biodiversity, animal behaviour and ecology than have studies of any other single animal group. Birds also play an important role as environmental indicators.

The history of ornithological study in Thailand is sketched. Current fields of interest and trends in the ornithological world are described, and recommendations for encouragement of further ornithological study within Thailand are made.

11.1 The Avifauna of Thailand

Among tropical countries, Thailand is of moderate to high richness in terms of its avifauna. Approximately 960 species of birds are known for the country (Round, 2000a), which is roughly 10% of the world's total. Thailand owes this diversity partly to its position spanning a wide latitudinal range, ca. 5°45' N to >20° N, on the southern margin of the continental Asian landmass (Table 11.1). Though lacking any truly high mountains (Doi Inthanon, the highest peak is 2,565 m), it is climatically and vegetationally diverse, with an extremely long coastline.

Thailand lies in a transition zone between the Asian mainland and the Indochinese and Malay peninsulas. At least four disparate avifaunal elements are found within the national boundary. There are a significant number of Sino-Himalayan montane species, as well as lowland Indo-Burmese, Indochinese and Sundaic elements (Deignan, 1945; Lekagul and Round, 1991; Graham and Round, 1994). Thailand is also an important terminus for many migrant Palearctic landbirds and waterbirds, and receives a few of passage migrants, which winter further to the south in Malaysia, and the Greater Sundas. A few shorebirds

occurring in Thailand also reach Australasia.

The bird fauna of Thailand is relatively well known, especially in relation to neighbouring Indochinese countries (Table 11.1). Laos and Vietnam are exceptional in that they straddle the moist Annamite mountains, an important centre of endemism for birds and other taxa of plants and animals, but in spite of this, they possess about the same avian richness in relation to land area as Thailand (Figure 11.1). In fact, Thailand may lack any full endemic species. Deignan's Babbler *Stachyris rodolphei*, endemic to Doi Chiang Dao, northern Thailand (Deignan, 1939) is considered by Robson (2000) to be an invalid taxon, and indistinguishable from some specimens of the widespread Rufous-fronted Babbler *S. rufifrons*. The White-eyed River Martin *Pseudochelidon sirintarae* Thonglongya, 1968 may indeed be endemic to the Chao Phraya basin, but this cannot be stated with certainty, since it is known from so few records. Its breeding grounds, and its biology, remain undocumented.

The attributes of the Thai bird fauna can therefore be described briefly in two terms: high faunal mixing, and low endemism.

Although endemism is usually judged to be synonymous with richness, there are other aspects of species richness that are of great scientific interest and conservation concern. Precisely because of its faunal mixing, Thailand is a country of high significance. The ranges of a number of close congeners or

“species-pairs” overlap in Thailand, where there is the opportunity to study aspects of ecological segregation, and other fascinating biological problems. The taxonomy of some of these (species or subspecies?) is still not clear and remains to be studied.

Table 11.1 Bird faunas of Indochinese countries, Thailand and Myanmar

Country	Land area (km ²)	Number of bird species (source)
Myanmar	676,577	1,027 (Smythies, 1986)
Thailand	513,517	960 (Round, 2000a)
Laos	236,800	694 (Duckworth <i>et al.</i> , 1999)
Cambodia	181,035	475 (Poole, unpublished)
Vietnam	329,556	ca. 796 (Robson, 2000)
Peninsular Malaysia	131,235	ca. 661 (Wells, 1999)

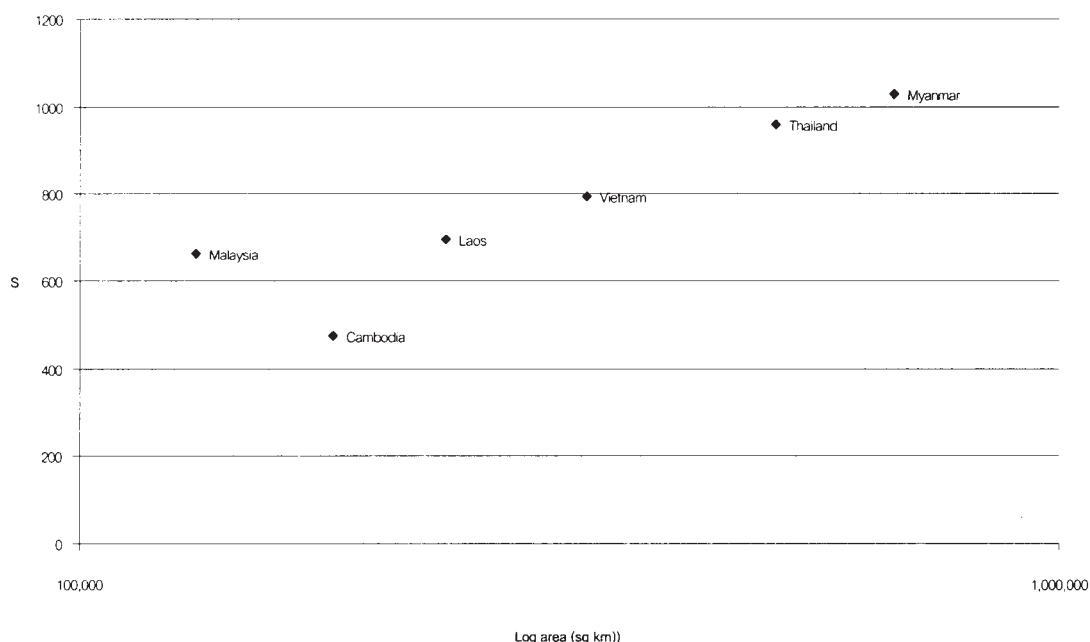


Figure 11.1 Bird species according to land area for Thailand and neighbouring countries

11.2 History of Thai Ornithology

Ornithology in Thailand can be divided into four eras. The first was dominated by the diplomat-merchant-explorers, who made opportunistic observations on birds such as Crawfurd, Schomburgk and others in the nineteenth century. A number of new forms were described during this period but since

Siam remained largely outside the ambit of colonial powers, it was less favoured by, or less accessible to, western ornithologists and museum collectors at that time. Ornithological exploration of Siam lagged well behind that of (*e.g.*) the Indian subcontinent.

Modern ornithology in Thailand began in earnest during the closing decade of the nineteenth century, and the early twentieth century, when the growth of interest in museum taxonomy stimulated a more or less systematic period of specimen collecting. This may have begun with the collecting activities of W.L. Abbott, C. Boden Kloss, Count Nils Gyldenstolpe and others. H.C. Robinson, Director of the Federated Malay States Museum, together with C. Boden Kloss, made a detailed exploration of the peninsular Siamese provinces in the early twentieth century, summarised in Robinson and Kloss (1921–1924).

The pre-eminent figure of this period, however, was H.G. Deignan who worked in Chiang Mai during two periods, 1928–1932, and 1935–1937; and at the Smithsonian Institution from 1938 until retirement in 1962. He produced then-definitive revisions of major oriental bird families, such as bulbuls (Pycnonotidae) and babblers (Timaliidae).

Ornithology was interrupted in SE Asia, as elsewhere, by the turmoil of WW2 and its aftermath. In the immediate post-war years, the taxonomists implemented some further work. Deignan revisited Thailand during 1952–1953, while R.E. Elbel undertook exploration of some further areas hitherto unvisited. This included Loei and Phitsanulok Provinces, including the (subsequently established) Phu Hin Rong Kla National Park. It was not until 1963, when Deignan's *Checklist of the Birds of Thailand* was published that this era came to a close.

During the 1960s, post-colonial wars in Indochina, and the involvement of the US military machine were an unlikely, but effective, engine for further studies under the MAPS (Migratory Animal Pathological Survey).

MAPS was primarily aimed at identifying zoonoses, and possible mechanisms of transmission to man. In addition to detailed studies of ecto- and endo-parasites carried by (especially) birds, it also necessitated studies of the migration patterns

of birds. The project was very broad in scope and a number of studies, including faunal surveys, were implemented. During 1963–1971 over 1.16 million birds of 1,216 species were banded in 9 countries, 173,639 of these in Thailand (McClure, 1972).

During MAPS there was also considerable renewed exploration of the more remote areas, which were becoming more easily accessible, and which added over thirty species of birds to the Thai faunal list. While these were mainly from the north, there were also some from the south, adjacent to the Malaysian border, and the central plains, including, remarkably, one species new to science (*Pseudochelidon sirintarae*).

Some of the most significant pieces of ornithological field research to emerge from MAPS were produced in Malaysia through the efforts of the western ornithologists then working there (e.g., Medway, 1969, 1973; Nisbet and Medway, 1972). Overall, however, the contribution of MAPS was less than what might have been achieved. Due to the scaling down of the US presence in Indochina after 1973, MAPS was wrapped up before the data was fully analysed. In addition, a large area of the Asian continent, (especially the Peoples' Republic of China) was then effectively a sink, from which data from marked migrant birds could not be retrieved. If such work was repeated today, it would produce a much greater harvest of migration data through recoveries of banded birds, shared through the medium of modern, electronic communications.

The MAPS program also coincided with the establishment of the Thai protected area system. As a result, there was fruitful collaboration between western ornithologists and Royal Forest Department personnel, and others. Some *ad hoc* sampling of avifaunas of new national parks was carried out in association with this, especially at Khao Yai (Dickinson, 1963, 1967; Dickinson and Chaiyaphun, 1968), Thung Saleng Luang (Dickinson and Chaiyaphun, 1970),

Phu Kradeung and elsewhere (Dickinson and Chaiyaphun, 1973a, 1973b).

Conservation has been the engine for many of the field studies conducted in Thailand. Dr. Boonsong Lekagul and the Association for the Conservation of Wildlife (ACW) collected a few bird specimens in the 1950s, with the aim of producing Thailand's first field guide (Lekagul, 1968) which listed 828 species. By the emergence of a second edition (Lekagul and Cronin, 1974) 849 species were then known. ACW initiated a small amount of further collecting in 1980–1981, and in addition instituted some banding of shorebirds, but field surveys of lesser-known areas took precedence.

Economic development and improved communications post WW2 wreaked devastation on forest cover. Because much of the deforestation was carried out by small farmers, ironically, insurgent activity during the 1960s and 1970s did little to impede the process. Deforestation was particularly devastating in

southern Thailand where reliance in the 1960s and 1970s, especially, on rubber, as a cash-crop caused a massive reduction in forest area. There was virtually no exploration of lowland areas in southern Thailand following the work of Robinson and Kloss implemented before 1920. As a result, a whole avifauna disappeared almost before it was ever properly documented. The northern range limits for some Sundaic lowland forest birds, known from Malaysia, but suspected to have occurred in Thailand (e.g. *Lophura erythrophthalma*, and others, for which the extent of the Thai range has not been elucidated (e.g., *Polyplectron malacense*) will probably now never be known. A similar situation prevailed in the lowlands of the drier and more seasonal environments in continental Thailand, so that in many areas the historical extent of moist lowland forest (e.g., in Kanchanaburi, western Thailand), and of drier forest types, and savannahs (especially in the north-east), and their associated bird communities, is not known.

11.3 Contemporary Studies

11.3.1 Faunal surveys and conservation

The conservation theme has been prominent in most contemporary studies.

Surveys implemented originally through Association for the Conservation of Wildlife, and subsequently in association with BirdLife International and Center for Conservation Biology, Mahidol University led to the first nationwide assessment of the coverage of Thailand's protected area network in respect of forest birds (Round, 1988). In the course of this, ornithological surveys were linked for the first time with forest cover data obtained by remote sensing. This led to the identification of significant remnants of lowland forest lying outside the protected area network, of global conservation concern, and the production of recommendations as to how Thailand's protected area coverage should be expanded.

Much emphasis was placed upon the near-vanished lowland forests of the

peninsula, and on Gurney's Pitta, *Pitta gurneyi*, rediscovered at Khao Nor Chuchi, Krabi/Trang, in 1986 (Collar *et al.*, 1986; Round and Treesucon, 1986), an endemic "flagship species" for the Thai-Burmese rainforest floristic zone. Detailed research on this species was somewhat inhibited by its great rarity, but sufficient information was collected to determine its broad habitat requirements, and the immediate threats to its conservation (Gretton *et al.*, 1993). Further survey work in the late 1980s and early 1990s greatly extended knowledge of the representation and distribution of the lowland Sundaic bird fauna in peninsular Thailand and made a major contribution to understanding of peninsular avian biogeography, summarised in Wells (1999).

Wetlands International, through the Interwader Programme operated in Thailand from 1984 onwards, initially conducting banding activities and surveys of wetlands

using the innovation of aerial surveys to identify difficult -to-access sites on mangrove coastlines and locate major concentrations of migratory waterfowl (Parish and Wells, 1985; Starks, 1987).

The 1980s ornithological survey and research interest was superseded in the 1990s by emphasis on management, especially through the involvement of local communities. In the case of Wetlands International a major initiative for the conservation of mangroves and associated mudflats at Pattani Bay and elsewhere in southern Thailand was mounted through the Wetlands International Thailand Programme, in collaboration with Prince of Songkla University. At Khao Nor Chuchi the Khao Nor Chuchi Lowland Forest Project focused on sustainable management of lowland forest, through Center for Conservation Biology, Mahidol University, in association with BirdLife International and BirdLife Denmark.

11.3.2 Species studies and ecological studies

A small cadre of field biologists, including some with an interest in ornithology, has grown out of the development of a Wildlife Research Division (formerly Wildlife Technical Section) in RFD, and expansion of the Faculty of Forestry,

Kasetsart University. The establishment of wildlife research stations in western, northern, north-east, south-east and southern Thailand has also given some renewed impetus to basic bird field studies among (especially) RFD staff. Bird studies have predominated in fieldwork at the southern research station in Hala-Bala and at Phru To Daeng.

Most bird studies carried out so far have been opportunistic or short-term, of less than one year duration (Figure 11.2), and primarily descriptive, aimed at documenting basic natural history (*e.g.*, nesting, breeding habits, parasites) with the focus mainly on waterbirds (*e.g.*, Thongaree, *et al.*, 1995; Poonswad *et al.*, 1992; Poonswad and Chatikavanij, 1989a, 1989b) or the more easily studied forest and land birds (*e.g.*, Meckvichai, 1988; see also Appendix 11.1). Although, most studies have been sporadic and based on convenience, *etc.*, these have nonetheless contributed a highly important body of data. Few studies have posed hypotheses, which they have then set out to prove or disprove. One notable exception was the work of Mizuta and Yamagishi (1998) which sought to examine the basis for plumage polymorphism in Asian Paradise-flycatcher *Terpsiphone paradisi*.

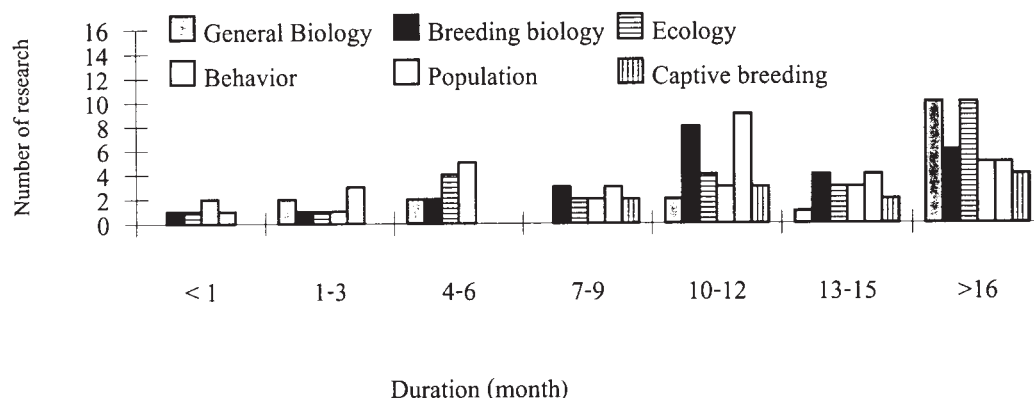


Figure 11.2 Duration of studies (months), n=124

The hornbill project is pre-eminent among ornithological studies in Thailand, in that it has carried out sustained and detailed research, with an ecological and conservation focus, over nearly 20 years. Details of nesting behaviour (Poonswad *et al.*, 1986b, 1988; Poonswad, 1995), breeding biology (Poonswad *et al.*, 1991; Chimchome *et al.*, 1998; Poonswad *et al.*, 1983, 1986a, 1986b, 1987, 1998a, 1999), ranging behaviour (Tsuji *et al.*, 1987; Poonswad and Tsuji, 1994), feeding (Poonswad *et al.*, 1987, 1998b) have been studied. Interactions between birds and plants through studies on (*e.g.*) phenology of figs related to hornbill usage (Poonswad *et al.*, 1998c) have also progressed. Hornbill Project Thailand has also been an effective leader within the region, having held two International Asian Hornbill Workshops, in 1992 and 1996, with a third in planning for 2001 and also has offered a training course in hornbill field research (Poonswad, 1999).

Some other studies currently under way in northern Thailand under the Forest Research and Restoration unit of Chiang Mai University are now beginning to examine the role of forest birds in dispersal and regeneration of forest trees (Blakesley and Elliott, 2000; Scott *et al.*, 2000).

11.3.3 Ornithological publications

An analysis of 206 publications

which were published in forms of theses, papers, and a few others, was made (Figure 11.3 and Appendix 11.2). There were 53 English-language published papers compared with 99 Thai language papers. A breakdown of number of studies by family is given in Table 11.2, showing the unevenness of coverage, with 41% of species-oriented papers being concentrated on just four families: Bucerotidae, Sturnidae, Phasianidae and Pycnonotidae. Only one study was found on Timaliidae, the largest bird family in Thailand, having 71 species. The number of papers published on Thai birds has shown a marked increase during the four decades covered (Figure 11.4), with a preponderance of papers on behaviour, ecology, breeding biology and population.

An examination of two primary Thai journals for publications on wildlife, the *Natural History Bulletin of the Siam Society* (NHBSS) and the *Journal of Wildlife in Thailand* (JWT) show that the proportion of ornithological papers has usually varied between about 30-40% of all papers and short notes published (Table 11.3). In JWT the percentage of ornithological papers was as high as 56% in the most recent period, 1996-1998. The majority of the bird studies published in JWT were from Kasetsart University.

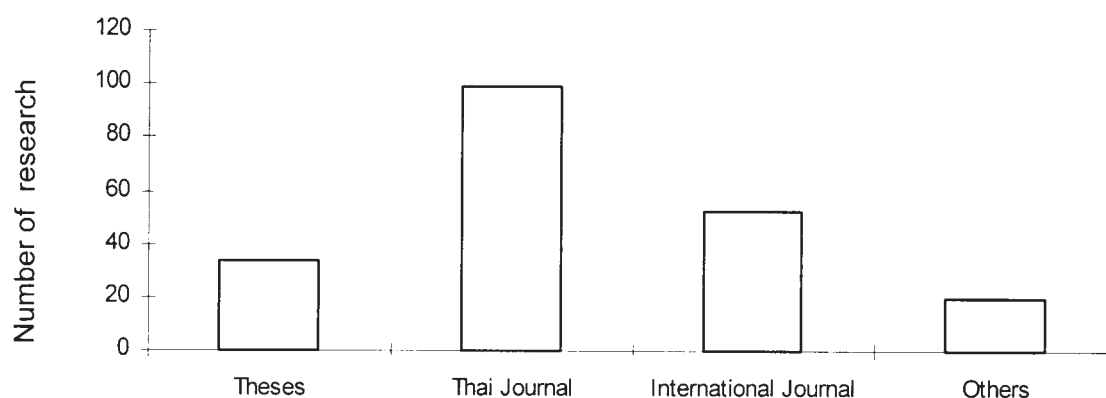


Figure 11.3 Number and type of publications covered, n=206

11.3.4 Importance of museum collections

On the whole, ornithology in Thailand has not been well-served by museums. Some commentators have decried, from a narrow nationalist perspective, the fact that so many biological specimens from Thailand have been deposited in museums abroad rather than remaining in the country. From a scientific perspective, however, this was probably fortunate, since it has ensured that these specimens remain to be examined by researchers. On the other hand, some of the collections of bird specimens that have remained in Thailand have been allowed to deteriorate due to inadequate storage or lack of proper curation. Some specimens have disappeared or been discarded, or labels, accession registers, and other irreplaceable data lost.

Another failure is that only a minority of Thai biologists are aware of the role of museums as important repositories of scientific data. There is often a bias against the principle of killing organisms to collect specimens, even though there are few, if any, cases where collecting has played a role in the endangerment of species. Anti-collecting sentiment is not unique to Thailand, and has

been a constant theme throughout twentieth century ornithology and conservation. It is probably true to say that many people, while accepting the role of museums in education and exhibition, lack understanding of the vital function of museum collections as a database to support both scientific study and conservation. A good example of the latter comes from the mid-1980s search for Gurney's Pitta, so far as known, had not been found in the wild since 1936. Previous authors (*e.g.*, Bain and Humphrey, 1982) though aware of the absence of recent records, concluded there was ample habitat for the species by simply mapping forest cover within the bird's historical range. However, when archival and label data from examination of specimens was superimposed on a map of forest cover, the reasons for the "disappearance" of Gurney's Pitta were immediately evident. All specimens for which there was reliable information had been collected in the lowlands whereas most remaining forest was on the hill slopes (Collar *et al.*, 1986). Within less than a year of finalising this data synthesis, a population of Gurney's Pittas in the wild, already referred to above, was found.

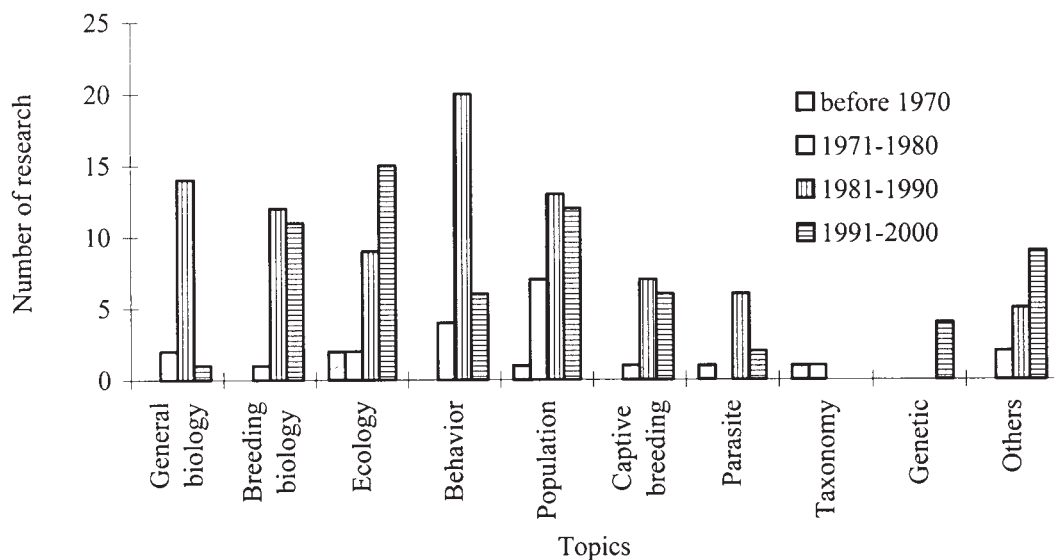


Figure 11.4 Number and topic of research papers by decade, n=177

Table 11.2 Number of species-oriented studies by family. (Follows conventional avian classification)

Family	Total sp.	Total sp. studied	Biology	Breeding	Ecology	Behavior	Popula- tion	Captive breed	Parasite	Taxo- nomy	Genetics	Other
1 Podicipedidae	2	1	1									
2 Phalacrocoracidae	3	2	2			1						
3 Ardeidae	19	2	1		1							
4 Ciconiidae	8	4			5	2			3			
5 Anatidae	19	3		1	1	2	1	2				
6 Accipitridae	43	2	1			1						
7 Phasianidae	23	7		1	2	3	2	6			4	3
8 Gruidae	1	1					1					1
9 Rallidae	15	3	1			1			1			
10 Jacanidae	2	1	1	1								
11 Dromadidae	1	1				1						
12 Charadriidae	12	1		1								
13 Scolopacidae	38	1				1						
14 Laridae	23	1		1								
15 Columbidae	28	2		2								
16 Psittacidae	7	1		1								
17 Tytonidae	19	1				1						
18 Apodidae	12	1	1									
19 Coraciidae	2	1				1						
20 Bucerotidae	13	13	2	2	4	8	2					
21 Megalaimidae	13	1		2								1
22 Picidae	36	1				1						
23 Eurylaimidae	7	2		2								
24 Pittidae	12	1			1	1						
25 Hirundinidae	11	1		1								
26 Oriolidae	6	1				1						
27 Sturnidae	16	8	2	2	2	1	3	3			1	3
28 Corvidae	11	2			1							
29 Timaliidae	71	1	1									
30 Acanthizidae	1	1	1									
31 Pycnonotidae	35	6		2	2	1						
32 Dicruridae	7	1	1									
33 Turdidae	50	4	1	1		2						
34 Sylviidae	58	5	1							1		
35 Monarchidae	5	1		3								
36 Laniidae	5	1				1						
37 Nectariniidae	22	1		1								
38 Passeridae	4	1		1		1			2			
39 Estrildidae	8	1		2								1
Total	668	89	17	27	19	31	9	11	6	1	5	9

Table 11.3 Proportion of journal space occupied by ornithological papers (number of bird papers or notes as a percentage of total papers and notes)

Journal	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–1998
NHBSS	41%	12%	35%	27%
JWT	-	-	26%	56%

The largest and best-curated collection of birds Thailand, at Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), is something of an anachronism. The collection was mainly established during the MAPS era, but since this institution is an applied scientific institution, which usually responds to requests by clients in relation to specific problems, it has no direct role in recording biodiversity or maintaining records. Although TISTR staff have displayed exemplary curatorial skills up to the present, and have allowed access by researchers, this is no guarantee of future continuity or stability in maintaining this collection. The older generation of MAPS-trained personnel are approaching retirement and are not being replaced.

The second largest collection of birds in Thailand is the private collection of the late Dr. Boonsong Lekagul. Unfortunately, most of the older specimens (those pre-dating 1980) are badly damaged by insects, dirt and humidity, through having been stored in non-air-conditioned premises for some decades. This does not diminish their scientific validity and utility, however, since most are properly labelled. This collection is now housed in the newly established Science Museum. Although the Science Museum has the beginnings of proper storage facilities, at present it lacks a full-time ornithologist or ornithological curator.

Chulalongkorn University Museum of Zoology holds important pre-World War II (WW2) collections, most notably part of David-Beaulieu's collection from Laos (which includes two types) and many Luang S. Vijjakit and Aagaard skins from Thailand.

A few specimens of birds collected from national parks by Sontob Chaiyaphun and co-workers in the 1960s are still held by the Wildlife Research Division, Royal Forest

Department. These include most of the very few specimens ever taken from within Khao Yai National Park. These are in storage with inadequate facilities to prevent their further deterioration.

Although some further opportunistic collecting was carried out by TISTR during the 1980s, no collection of bird specimens is being undertaken at present by any agency. This is unfortunate.

11.3.5 Taxonomic studies

In terms of their taxonomy, birds are generally regarded as being well-known or even "over-worked" in comparison with other major groups of animals. However, recent taxonomic studies on birds should be looked at less as an obsession with the minutiae of classification, and more as ground-breaking new work which is helping to reinvigorate taxonomy, and provide further insight into the extent of biodiversity. Methods developed for use with birds are increasingly being applied to other vertebrate groups.

Because of the relative ease of studying birds, and the ready availability and versatility of modern portable field gear, aspects of behaviour (especially vocalisations) are now more readily studied and analysed, and complement the molecular methods now being increasingly employed in taxonomy. Tapes of bird vocalisations collected by both amateurs and professionals during the 1980s and 1990s have contributed important evidence in the elucidation of taxonomic relationships, in Thailand as elsewhere (e.g., Round and Loskot, 1994; Dickinson *et al.*, 2000; Rasmussen *et al.*, 2000).

Some complexes of sibling species (e.g., among *Phylloscopus* and *Seicercus*) have so far proved more amenable to study on their breeding grounds in China or the Himalayas (e.g., Alström *et al.*, 1992; Alström and Olsson,

1995, 1999; Martens *et al.*, 1999), where their territorial behaviour is open to scrutiny. However, many of these same taxa winter in Thailand, where further aspects of their ecological and behavioural segregation may be studied. This is certain to enlarge our understanding.

In addition, among resident tropical species in Thailand, there are many taxonomic and distribution problems which require attention (*e.g.*, *Alophoixus* and *Iole* bulbuls); *Muscicapa* flycatchers, the taxonomic status of *Stachyris rodolphei*. An approach which employs both field behavioural study and biochemical methods, could yield important new findings.

11.3.6 Systematic exploration

Systematic exploration of the country is far from complete. In fact, unlike in Lao PDR (Duckworth *et al.*, 1999) there has never been any systematic effort to inventory species of birds and other wildlife present in national park and wildlife sanctuaries in Thailand, even though the first protected areas were set up some three decades before those in Lao. Such compilations as have been made (*e.g.*, Round, 1988) were carried out opportunistically on extremely limited resources.

At least one-third of national parks have never been surveyed. Even within better known protected areas, survey coverage is far from complete and is usually only from a tiny proportion of the total park area.

Surveys should also be concentrated in non-protected or under-protected habitats, such as lowland forests, wetlands, and coastal areas.

However, more is needed than simple inventory of the species present. Future forest bird surveys should aim at using standardised listing or recording methods so as to quantify community structure, *e.g.*, through "MacKinnon lists" or other techniques (Bibby *et al.*, 1998).

Basic surveys, especially combined with use of GPS technology have the potential to greatly enlarge our capacity to plot geographical distributions in detail and

could greatly expand the role of amateur birdwatchers in data collection. Together with use of GIS, this could also facilitate detailed analysis of distribution in relation to environmental parameters, and human-use factors, both within protected areas and broader-scale throughout the country.

More needs to be done to examine the effects of fragmentation upon forest bird community structure. Much work has already been carried out in the Amazon Basin, commencing more than one decade ago. In Asia, BirdLife International (Asia Programme) is currently collecting information on representation of species in different-sized forest patches.

11.3.7 Numbers and density of birds

Increasingly we should ask, not merely "Which birds occur where?", but "How many birds are there?" There is a much greater need for data on numbers and density of birds in various habitats. Only by collecting and applying these data will we be able to determine the conservation attributes, and carrying capacity of protected areas, and apply meaningful management.

For forest birds, this information cannot be collected easily during the course of general faunal surveys, but is highly labour-intensive, and requires use of specialised techniques (*e.g.*, line-transects, variable circular plots, *etc.*) Frugivores and flocking birds may require different techniques to territory-holding species.

There is very little information on density and numbers of birds in Thai forests, due to problems in applying sampling techniques. The only reliable density information which has been published is for hornbills, through locating nests, or radio telemetry.

Open country habitats, including farmland, are more amenable to census, but even so there have been no studies which have produced reliable population or density data for any area in Thailand.

11.3.8 Databases

The development of Thailand's first

biodiversity database (MASS Database for Species, Habitats and Protected Areas) during 1986–1990 arose out of surveys conducted by ACW and later at Center for Conservation Biology, Mahidol University. Some ten years later, this is still the only national vertebrate conservation database in Thailand, in which assessment of conservation status is developed from real data on forest cover, and actual (and predicted) bird distribution and abundance. Although data is held on mammals, reptiles and amphibians, the data for birds is still the most complete.

MASS still receives recognition as one of the best maintained and managed contemporary data sets for species conservation in the Asian region. However, it has not kept apace of recent advances in information technology and GIS; it is no longer up-to date.

Bird distribution data should be input into a national biodiversity conservation database. One could envisage linkages among different groups, working on different taxa or problems, and ready access to these data through the medium of the internet. A bird database would keep track not only of sight records, but museum skins, literature records, banding records and other relevant information.

11.3.9 Research and conservation

The use of birds as environmental indicators is well established. However, there has in general been a failure among Thai conservation agencies to use either existing bird data, or indeed any biodiversity data, to assess, or seek to improve coverage of protected areas, or to identify shortcomings in, and then modify, conservation policy. This may reflect a failure of the present, archaic and inflexible government system, which is unable to assimilate and respond to new findings, rather than any lack of knowledge or expertise of the individuals within it. The process is also two-way, however: there has been a reciprocal failure by researchers and conservation biologists to either collect or

disseminate adequate data to focus the attention of conservation agencies.

Management of small populations in fragmented forest landscapes is a topic which is beginning to receive attention. Studies of hornbill nest cavities (Chualua *et al.*, 1998) has suggested how natural tree cavities might be improved so as to increase nesting success. Woodruff and Srikwan (1998) have recommended using DNA samples from feathers of hornbills and other larger, threatened forest birds to examine the genetic attributes of fragmented populations.

Thailand's nature-reserve approach, and emphasis on forests, has led somewhat to open country habitats being understudied and under-valued. Many lowland areas, which are used as farmland, or support nationally or globally important populations of lowland (especially deciduous forest) species, many of which are scarce or absent from the (mainly mountainous) protected areas. Some, which are commensals of man (*e.g.*, vultures, Black Kites) have already disappeared.

It is likely that intensification of agriculture, increased use of herbicides, *etc.* are having profound effects on biodiversity in ricefields and other croplands. This in turn will have a wide range of implications for man, (*e.g.*, on human health and on the sustainability of soils, living systems, *etc.*). As in Europe and N America in the 1950s and 1960s, during the advent of environmental damage due to over-use of organochlorine pesticides, deleterious changes among bird communities in agricultural habitats may be detected sooner than those in other groups. Population studies of birds in open-country areas are therefore much required.

11.3.10 Banding studies and migration studies

Banding (ringing) is a more or less essential technique for field studies of birds. It is particularly important as a tool for detailed behavioural studies, long-term population studies, survival studies among both resident and migrant birds, as well as pure migration studies.

Post MAPS, the small amount of banding subsequently carried out in Thailand, totaling no more than 2,000 birds, was implemented using University of Malaya bands. Since ca. 1990, however, Thailand has had its own bands, bearing the Royal Forest Department address and administered by the Wildlife Research Division of that agency. However, there has been no regular banding activity; most banding which has subsequently taken place has been initiated by visiting banding banders from Yamashina Institute of Ornithology (Japan), and The Wetland Trust (UK), in collaboration with RFD. Both agencies have collaborated to supply bands to RFD so that a full range of sizes is now available for all landbirds and waterfowl likely to occur in Thailand. Although a small number of RFD staff have received training in Japan, on the whole, the level of expertise in essential techniques such as identification, ageing and sexing, moult-recording is low, and needs refinement. This is unlikely to occur unless there is considerable expansion on both the scope and frequency of banding activity. There is a clear role for collaboration between government agencies and the volunteer/amateur birdwatching sector in implementing banding activities.

Migration studies are often neglected. Yet conservation of migratory birds is no less essential than conservation of resident species. Moreover conservation of migrant species is more problematical as important international cooperation in conservation requires cooperation among countries along migrant flyways. Few countries in Asia have ratified the Bonn Convention on Conservation of Migratory Species. We need to identify migrant flyways, through discovering origins and destinations of migrant birds, as well as important staging, and feeding or moulting areas along flyways. When this is done, seasonally standardised counts can be used to monitor populations of (*e.g.*) ducks and other waterfowl, shorebirds and birds of prey throughout the East Asian region.

11.3.11 The contribution of amateurs

The growth of interest in amateur ornithology should not be derided. There is no sharp division between the interests and contributions of the hobbyist birdwatcher and the professional ornithologist. Both share interest in faunistic recording, and more than half of the records input to the MASS database above were contributed by amateurs. Amateurs have contributed much more than species-location records, such as basic documentation on seasonality, nesting of species, behaviour, and vocalisations.

Bird Conservation Society of Thailand (BCST) undertook a more or less systematic exploration of Thailand's largest (and then least-known) National Park, Kaeng Krachan during the late 1980s and early 1990s. This generated a large amount of data, including significant range extension for both lowland Sundaic forms and northern montane forms (Treesucon, *in press*). Thanks to this work (as yet still unmatched by surveys of other vertebrate groups there) Kaeng Krachan is now recognised as one of the highest biodiversity sites in the country.

The growth of amateur interest in Thailand has been highly dynamic and has greatly exceeded the development of professional ornithological capacity. Professional field biologists remain few in number, and are unlikely to make much contribution beyond their own narrow fields of interest. Those countries such as USA, the United Kingdom and in Europe, which are leaders in the field of ornithological research, have been able to attain this position through harnessing networks of amateurs. This has significantly expanded data gathering capacity. In UK, amateur effort has been coordinated by the British Trust for Ornithology (BTO), which for over 50 years has systematically monitored bird populations through schemes such as the Common Birds Census, Breeding Birds Survey, Nest Records Scheme and through well-coordinated bird-banding activities. These are now used to generate a Common Birds Index, which reliably points to

changes in bird populations. Since 1998, the British Government has adopted this measure as one of 13 indicators to monitor "Quality of Life" in UK.

Besides long-running schemes, BTO has also been able to successful channel amateur interest to specific enquiries directed at "new" conservation problems or issues, or particular species (*e.g.*, Birds of Estuaries Enquiry, Beached Bird Survey. *etc.*).

Thailand, with its excellent standards of communications, literacy and traditions of volunteer effort, is well placed to be able to harness amateur ornithological interest similarly. Bird Conservation Society of Thailand has undertaken at least two small-scale, short-term projects through using amateur effort: surveys of illegal bird trade at

the Bangkok Weekend Market (Round, 1990); and a coordinated winter survey of shorebirds in the Inner Gulf of Thailand (Erftemeijer and Jugmongkol, 1999; Round, 2000b). In addition, much of the information submitted to BirdLife International for the Asian Red Data Book was supplied by BCST. At present, BCST is also compiling data for Thailand for BirdLife's Important Bird Areas (IBA) Project.

However, in order to harness volunteer more systematically, a framework needs to be developed to allow systematic participation in regional or national projects. These could involve surveys of key habitats, provinces or regions, or monitoring of long-term study plots using standardised techniques

11.4 Recommendations

11.4.1 Museums

A national database on bird specimens should be established. This would list all the holdings of bird specimens by all institutions. Facilities for maintenance and study of collections should be improved. There should, in addition, be training and incentives to develop a new generation of curatorial staff.

Judicious collecting of target groups (*i.e.*, those presenting taxonomic problems, or those under-represented in existing collections) should be continued provided that this does not conflict with the dictates of conservation (*i.e.*, collecting should not be permitted for species of national or global conservation concern).

In addition, opportunistic retrieval of bird corpses (*e.g.*, birds killed by collisions with cars, or glass windows, or confiscated from hunters) should be practised. This will greatly increase specimen holdings, as well as provide essential training for students, and potential future museum technical staff.

11.4.2 Taxonomy

A number of groups occurring in Thailand, both resident and migrant, present special taxonomic problems and deserve

further study. Molecular methods should be used in concert with field studies to elucidate aspects of distribution, behaviour, *etc.*

11.4.3 Surveys

More parks and sanctuaries need to receive basic surveys of birds, focusing wherever possible on key or under-represented habitats (*e.g.*, lowland waterways, lowland forest patches). Within each area coverage needs to be spread much more widely and evenly. Surveys should be linked with quantitative recording aimed at determining community structure.

Where possible, surveys, linked with censuses (below) should be conducted in forest patches of different sizes, degrees of isolation, and different degrees of disturbance so as to judge the effects of anthropogenic factors on bird communities.

Ornithological data collection should be combined with the use of GPS so as to map distributions much more accurately.

In key wetland areas, including coastal sites, more emphasis needs to be placed upon counting and monitoring seasonal changes in waterfowl numbers, as a precursor to more detailed studies.

11.4.4 Censuses

- Forests

In forest habitats, more research needs to be done to apply and evaluate a range of census techniques, ideally with a view to producing guidelines on the best methods for specific groups of birds and perhaps develop techniques for rapid assessment.

- Open country, wetlands

Regular, routine censuses of the more easily counted concentrations of birds should be carried out, focusing on those species of conservation concern. These include nesting colonial waterbirds, wintering duck and other waterfowl-shorebird concentrations, and seabirds (mainly terns) nesting on small rocky islets, many of which are nationally endangered.

11.4.5 Population monitoring

Some long-term monitoring of populations in various habitats should also be undertaken through the establishment of a network of long-term study plots in representative habitats, including different types of farmland.

A sufficient number of long-term census plots, scattered throughout the country, and monitored by standardised methods, could yield useful data on population changes. Some of these could be linked with current long-term forest dynamic plots (FDPs) that have been initiated in Thailand, such as in Khao Yai, Huai Kha Khaeng, Doi Intanon, and Khao Banthat or those currently under development (*e.g.*, Nam Nao, Phu Khieo, *etc.*) (Brockelman, 2000).

11.4.6 Banding

There needs to be a great increase in the amount of banding in order to facilitate studies of both resident and migrant species. This should take place through collaboration among RFD, universities, and bird conservation groups in order to train a cadre

of reliable volunteer or amateur banders. Experienced banders from abroad should be invited to work in Thailand to help transfer skills.

11.4.7 Ecological and behavioural studies

There is massive potential for conducting such studies on Thai birds in the wild, and which could address a range of interesting problems in ecology and sociobiology. Such studies are more likely to be facilitated once study plots, within which a large number of birds are marked, facilitating individual recognition, have been established.

Another topic of current interest concerns the role of birds in forest regeneration. This has important applications for conservation, and requires increased study. Such projects could be coordinated in areas where forest restoration projects have been or will be initiated, or in regenerating forests in or adjacent to protected areas.

11.4.8 Migration studies

Migration studies should be integrated into a national bird-monitoring framework. This could be done by designating selected sites, which receive significant numbers of migrant birds, as "bird observatories" and ensuring they receive repeated coverage, particularly during spring and autumn migration seasons, through a combination of field observation and banding.

11.4.9 Contribution of amateurs

A national network needs to be set up to more effectively harness the contribution of amateur ornithologists and birdwatchers, engaging them wherever possible in survey and monitoring projects. Such a network could probably be maintained, at least partially, through the establishment of a web-based information clearinghouse either through a bird conservation organisation, university, or other organisation such as BRT

11.5 Acknowledgments

We are grateful to Dr. George Gale for his comments on a draft of this paper. We thank Siriwan Nakkuntod for preparing data and figures. We also would like to extend

our thanks to Assoc. Prof. Wina Meckvichai for her kind cooperation in sending us a list of her publications.

References

- ALSTRÖM, P. AND U. OLSSON. 1995. A new species of *Phylloscopus* warbler from Sichuan Province, China. *Ibis* 137: 459–468.
- ALSTRÖM, P. AND U. OLSSON. 1999. The Golden-spectacled Warbler: a complex of sibling species, including a previously undescribed species. *Ibis* 141: 545–568.
- ALSTRÖM, P., U. OLSSON AND P. R. COLSTON. 1992. A new species of *Phylloscopus* warbler from central China. *Ibis* 134: 329–334.
- BAIN, J. R. AND S. R. HUMPHREY. 1982. A profile of the endangered species of Thailand, 1. Through birds. University of Florida, Gainesville. (Report No. 4, Office of Ecological Services, Florida State Museum)
- BIBBY, C. J., M. JONES AND S. MARSDEN. 1998. Expedition field techniques: bird surveys. Royal Geographical Society, London.
- BLAKESLEY, D. AND S. ELLIOTT. 2000. Restoring conservation forests in northern Thailand and the monitoring of frugivorous birds. *OBC Bulletin* 31: 23–26.
- BROCKELMAN, W. 2000. Monitoring biodiversity: improved methodology for permanent forest dynamics plots. Grant proposal submitted to the National Science and Technology Development Agency.
- CHIMCHOME, V., A. VIDHIDHARM, S. SIMCHAROEN, S. BUMRUNGSRI AND P. POONSWAD. 1998. Comparative study of the breeding biology and ecology of two endangered hornbill species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. In: POONSWAD, P. (ed.), The Asian hornbills: ecology and conservation. Thai Studies in Biodiversity 2, pp. 111–131. National Science and Technology Development Agency, Bangkok.
- CHUAILUA, P., K. PLONGMAI AND P. POONSWAD. 1998. Status of nest cavities of hornbills in Khao Yai National Park, Thailand. In: POONSWAD, P. (ed.), The Asian hornbills: ecology and conservation. Thai Studies in Biodiversity no. 2, pp. 219–226. National Science and Technology Development Agency, Bangkok.
- COLLAR, N. J., P. D. ROUND AND D. R. WELLS. 1986. The past and future of Gurney's *Pitta pitta gurneyi*. *Forktail* 1: 29–51.
- DEIGNAN, H. G. 1939. Three new birds of the genus *Stachyris*. *Zool. Series of Field Museum of Nat. Hist.* 24 (10): 109–114.
- DEIGNAN, H. G. 1945. The birds of northern Thailand. *U.S. Nat. Mus. Bull.* 186. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- DEIGNAN, H. G. 1963. Checklist of the birds of Thailand. *U.S. Nat. Mus. Bull.* 226. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- DICKINSON, E. C. 1963. A preliminary list of the birds of Khao Yai National Park. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 20 (3): 183–204.
- DICKINSON, E. C. 1967. A further contribution on the birds of Khao Yai National Park. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 22: 173–184.
- DICKINSON, E. C. AND S. CHAIYAPHUN. 1968. Notes on Thai birds I. On a small collection of birds from in or near Nakhorn Ratchasima province, eastern Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 22: 307–315.
- DICKINSON, E. C. AND S. CHAIYAPHUN. 1970. Notes on Thai birds 2. A first contribution to our knowledge of the birds of Thung Salaeng Luang National Park, Phitsanulok province. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 23: 513–525.
- DICKINSON, E. C. AND S. CHAIYAPHUN. 1973a. Notes on Thai birds 3. Selected records from northern Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 24(3 & 4): 431–438.
- DICKINSON, E. C. AND S. CHAIYAPHUN. 1973b. Notes on Thai birds 4. Birds collected in Phu Kradeung National Park, Loei province. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 25: 33–38.
- DICKINSON, E. C., P. C. RASMUSSEN, P. D. ROUND AND F. G. ROZENDAAL. 2000. A review of the Russet Bush Warbler, *Bradypterus seebohi* (Ogilvie-Grant, 1895).
- DUCKWORTH, J. W., R. E. SALTER AND K. KHOUNBOLINE (compilers). 1999. Wildlife in Lao PDR: 1999 Status Report. IUCN-The World Conservation Union/ Wildlife Conservation Society/Centre for Protected Areas and Watershed Management: Vientiane.
- ERFTEMEIJER, P. AND R. JUGMONGKOL. 1999. Migratory shorebirds and their habitats in the Gulf of Thailand. Wetlands International - Thailand Programme. Publication no. 13, Hat Yai.

- GRAHAM, M. AND P. D. ROUND. 1994. Thailand's vanishing flora and fauna. Finance One, Bangkok.
- GRETTON, A., M. KOHLER, R. V. LANSDOWN, T. J. PANKHURST, J. PARR AND C. ROBSON. 1993. The status of Gurney's Pitta 1987-1989. *Bird Conservation International* 3: 351-367.
- LEKAGUL, B. 1968. Bird guide of Thailand. Saha Karn Bhaet, Bangkok.
- LEKAGUL, B. AND E. W. CRONIN JR. 1974. Bird guide of Thailand. 2nd edition. Saha Karn Bhaet, Bangkok.
- LEKAGUL, B. AND P. D. ROUND. 1991. A guide to the birds of Thailand. Saha Karn Bhaet, Bangkok.
- MARTENS, J., S. ECK, M. PACKERT AND YUE-HUA SUN. 1999. The Golden-spectacled Warbler *Seicercus burkii* a species swarm (Aves: Passeriformes: Sylviidae). Part 1. *Zoologische Abhandlungen* 50: 281-327.
- MCCLURE, H. E. 1972. Migratory animal pathological survey: Annual Progress Report 1971. U.S. Army Research and Development Group, San Francisco.
- MECKVICHAI, W. 1998. Nest characteristics of Coppersmith Barbets (*Megalaima haemacephala indica*, Latham, 1790. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 46: 55-62.
- MEDWAY, L. 1969. A ringing study of the migratory Brown Shrike in west Malaysia. *Ibis* 112: 184-198.
- MEDWAY, L. 1973. A ringing study of migratory Barn Swallows in west Malaysia. *Ibis* 115: 60-85.
- MIZUTA, T. AND S. YAMAGISHI. 1998. Breeding biology of monogamous Asian Paradise Flycatcher *Terpsiphone paradisi* (Aves: Monarchinae): a special reference to colour dimorphism and exaggerated long tails in male. *Raffles Bull. Zool.* 46(1): 101-112.
- NISBET, I. C. T. AND L. MEDWAY. 1972. Dispersion, population ecology and migration of Eastern Great Reed Warblers *Acrocephalus orientalis* wintering in Malaysia. *Ibis* 114 (4): 451-494.
- PARISH, D. AND D. R. WELLS (eds.). 1985. Interwader annual report 1984. Interwader, Kuala Lumpur. 164 pp.
- POONSWAD, P. 1995. Nest site characteristics of four sympatric species of hornbills in Khao Yai National Park, Thailand. *Ibis* 137(2): 183-191.
- POONSWAD, P. AND A. TSUJI. 1994. Ranges of males of the Great Hornbill *Buceros bicornis*, Brown Hornbill *Ptilolaemus tickelli* and Wreathed Hornbill *Rhyticeros undulatus* in Khao Yai National Park, Thailand. *Ibis* 136(1): 79-86.
- POONSWAD, P. AND P. CHATIKAVANIJ. 1989a. *Echinoparyphium oscitansi* n. sp. (Trematoda: Echinostomatidae): natural infection in Asian Open-billed Storks (*Anastomus oscitans*; Aves: Ciconiidae) in Thailand. *J. Sci. Soc. Thailand* 5: 293-299.
- POONSWAD, P. AND P. CHATIKAVANIJ. 1989b. New record on natural definitive and intermediate hosts of *Echinoparyphium recurvatum* (Trematoda: Echinostomatidae). *J. Trop. Med. Parasit.* 12(2): 37-42.
- POONSWAD, P., A. TSUJI AND C. NGAMPONGSAI. 1986a. A comparative ecological study of four sympatric hornbills (family Bucerotidae) in Thailand. *Acta XIXth Congressus Internationalis Ornithologici* Vol. II: 2781-2791.
- POONSWAD, P., A. TSUJI AND C. NGAMPONGSAI. 1987. A comparative study on breeding biology of sympatric hornbill species (Bucerotidae) in Thailand with implications for breeding in captivity. In: *Proceedings Jean Delacour/IFCB Symposium on Breeding Birds in Captivity*, pp. 250-315.
- POONSWAD, P., A. TSUJI AND C. NGAMPONGSAI. 1983. A study of the breeding biology of hornbills (Bucerotidae) in Thailand. In: *Proceedings Jean Delacour/IFCB Symposium on Breeding Birds in Captivity*, pp. 239-265.
- POONSWAD, P., A. TSUJI AND R. LIEWVIRIYAKIT. 1998a. Effect of external factors on hornbill breeding and population. In: DRESSER, B. L., R. W. REECE AND E. J. MARUSKA (eds.), *Breeding of endangered species in captivity. Proceedings of the 5th World Conference on Breeding Endangered Species*, Cinicnnati, pp. 523-545.
- POONSWAD, P., A. TSUJI, AND C. NGAMPONGSAI. 1986b. Zur Brutbiologie der Nashornvogel in Thailand. *Natur und Museum* 116(5): 129-144.
- POONSWAD, P., A. TSUJI, N. JIRAWATKAVI AND V. CHIMCHOME. 1998b. Some aspects of food and feeding ecology of sympatric hornbill species in Khao Yai National Park, Thailand. In: POONSWAD, P. (ed.), *The Asian hornbills: ecology and conservation. Thai Studies in Biodiversity* 2, pp. 137-157.
- POONSWAD, P., A. TSUJI, R. LIEWVIRIYAKIT AND N. JIRATWATKAVI. 1991. Biology of hornbills in Khao Yai National Park. (In Thai). *Journal of Wildlife in Thailand* 1(1): 31-40.
- POONSWAD, P., A. TSUJI, R. LIEWVIRIYAKIT AND N. JIRAWATKAWI. 1988. Effects of external components on nesting behaviour of hornbills. *Thai Journ. For.* 7: 289-302.
- POONSWAD, P., P. CHATIKAVANIJ AND W. THAMAVIT. 1992. Chaunocephalosis in a wild population of Asian Open-billed Storks in Thailand. *Journal of Wildlife Diseases* 28(3): 460-466.
- POONSWAD, P., P. CHUAILUA, K. PLONGMAI AND S. NAKKUNTOD. 1998c. Phenology of some Ficus species and utilisation of Ficus source in Khao Yai National Park, Thailand. In: POONSWAD, P. (ed.), *The Asian hornbills: ecology and conservation. Thai Studies in Biodiversity* 2, pp. 227-244.

- POONSWAD, P., V. CHIMCHOME, K. PLONGMAI AND P. CHUILUA. 1999. Factors influencing the reproduction of Asian hornbills. In: ADAMS, N. J. AND R. H. SLOTOW (eds.), Proc. 22nd Int. Ornithol. Congr., Durban, pp. 1740-1755. Johannesburg: BirdLife South Africa.
- RASMUSSEN, P. C., E. C. DICKINSON, P. D. ROUND AND F. G. ROZENDAAL. 2000. A new Bush Warbler (Sylviidae, *Bradypterus*) from Taiwan. *Auk* 117(2): 279-289.
- ROBINSON, H. C. AND C. B. KLOSS. 1921-1924. The birds of south-west and peninsular Siam. *J. Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 5: 1-397.
- ROBSON, C. 2000. A field guide to the birds of SE Asia. New Holland, London.
- ROUND, P. D. 1988. Resident forest birds in Thailand: their status and conservation. International Council for Bird Preservation, Cambridge, U.K.
- ROUND, P. D. 1990. Bangkok bird club survey of the bird and mammal trade in the Bangkok Weekend Market. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 38: 1-43.
- ROUND, P. D. 2000a. Field check-list of Thai birds. Bird Conservation Society of Thailand, Bangkok.
- ROUND, P. D. 2000b. Waterfowl and their habitats in the Gulf of Thailand. Paper presented at OEPP Wetlands 2000 Meeting, 2-3 February 2000.
- ROUND, P. D. AND U. TREESUCON. 1986. The rediscovery of Gurney's *Pitta pitta gurneyi*. *Forktail* 2: 53-66.
- ROUND, P. D. AND V. LOSKOT. 1994. A reappraisal of the taxonomy of the Spotted Bush Warbler *Bradypterus thoracicus*. *Forktail* 10: 159-172.
- SCOTT, R., P. PATTANAKAEW, J. F. MAXWELL, S. ELLIOTT AND G. GALE. 2000. The effects of artificial perches and local vegetation on bird-dispersed seed deposition into regenerating sites. In: ELLIOTT, S., J. KERBY, K. HARDWICK, D. BLAKESLEY, K. WOODS AND V. ANUSARNSUNTHORN (eds.), Restoration for wildlife conservation, pp. xx. Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand. (In press).
- SMYTHIES, B. F. 1986. The birds of Burma. 3rd edition. Nimrod, Liss, U.K.
- SONTAG, W. A. 1998. Devastated, damaged, and fully intact forest habitats and the sturniae family in a dry lowland evergreen biome in southeast Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 46: 43-53.
- STARKS, J. 1987. Report on interwader shorebird surveys in Thailand. *Interwader Publication* No. 25. Kuala Lumpur. 69 pp.
- THONGAREE, S., O. KHOBKHET, V. LAUHACHINDA AND S. PONG-UMPHAI. 1995. Breeding biology of Pheasant-tailed Jacana *Hydrophasianus chirurgus* in central Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 43: 289-302.
- THONGLONGYA, K. 1968. A new martin of the genus *Pseudochelidon* from Thailand. *Thai Nat. Sci. Papers, Fauna Ser.* 1: 1-10.
- TREESUCON, U. 2000. Check-list of the birds of Kaeng Krachan. Bird Conservation Society of Thailand, Bangkok. (In press).
- TSUJI, A., P. POONSWAD AND N. JIRAWATKAVI. 1987. Application of radio-tracking to study ranging patterns of hornbills (Bucerotidae) in Thailand. In: Proceedings Jean Delacour/IFCB Symposium on Breeding Birds in Captivity, pp. 316-351.
- WELLS, D. R. 1999. The birds of the Thai-Malay Peninsula. Vol. 1, Non-passerines. Academic Press, London.
- WOODRUFF, D. AND S. SRIKWAN. 1998. Molecular genetics and the conservation of hornbills in fragmented landscapes. In: POONSWAD, P. (ed.), The Asian hornbills: ecology and conservation. Thai Studies in Biodiversity 2, pp. 257-263. National Science and Technology Development Agency, Bangkok.

Appendix 11.1 List of theses and Thai language papers incorporated in survey

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
	ชีววิทยา		
	Family Podicipedidae		
1	ชีววิทยานกเป็ดผี	พรทิพย์ อังคปริชาเศรชญ์ และ บุปผา อ่ำเกตุ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2525
	Family Phalacrocoracidae		
2	ชีววิทยาบางประการของนกกาฬน้ำปาก ยาว Some Biological Aspects of Indian Shag	โอภาส ขอบเขตต์ และ ชูศรี ราชศรีรัตนะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2523
3	ไบโอโนมิกส์บางประการของนกกาฬน้ำ ปากยาว Some Bionomics of Indian Shag	ชูศรี ตลับมุข	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2523
	Family Ardeidae		
4	ชีววิทยาของนกแขวก Biology of Night Heron	ชาตรี เกิดธรรม	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
	Family Accipitridae		
5	ชีววิทยาบางประการของเหยี่ยวดำเล็ก (<i>Milvus migrans govinda</i> sgkes, 1832) ในกรงเลี้ยง	ชุติมา แสงสว่าง และ วีณา เมฆวิชัย	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2532
	Family Phasianidae		
6	แบบแผนและการผลิตขนของนกยูงไทย ในสวนสัตว์เชียงใหม่	ปรีชา ไพรินทร์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2532
	Family Rallidae		
7	ชีววิทยาบางประการของนกอัญชันคิ้วขาว Some Biological Aspects of White Browed Crake (<i>Porzana cinerea</i>)	ศิริพร ทองอารีย์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
	Family Jacanidae		
8	ชีววิทยาของนกพริก	บุปผา อ่ำเกตุ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2525
	Family Bucerotidae		
9	ชีววิทยาของนกเงือกในอุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่ Biology of Hornbills in Khao Yai National Park (Aves: Bucerotidae)	พิไล พูลสวัสดิ์ และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2534
	Family Picidae		
10	ศักยภาพของนกหัวขวานในการก่อให้เกิด โพรงรังแก่นกเงือก	พิไล พูลสวัสดิ์	รายงานความก้าวหน้า เสนอต่ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 2539, 2540, 2541
	Family Dicruridae		
11	ชีววิทยาบางประการของนกแซงแซวหาง ปลา	ชาตรี เกิดธรรม และ กัจจา สุทธิพันธุ์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2528
	Family Apodidae		
12	ชีววิทยาของนกแอ่นกินรัง (<i>Collocalia fuciphaga</i> (Thunberg, 1821) Biology o Edible-nest Swiftlet, (<i>Collocalia fuciphaga</i> (Thunberg, 1821)	นิตา พงศ์ชู	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2528
	Family Timaliidae		
13	ชีววิทยาและพฤติกรรมของนกกระราง Biology and Behavior of Laughing Thrush Species	ดวงรัตน์ มณีกรณ	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2530

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
	Family Acanthizidae		
14	ชีววิทยาของนกกระจอยป่าโกงกาง The Biology of the Flyeater	กรรณ สมร่า และ โอภาส ขอบเขตต์	วารสารสัตวศาสตร์ป่าเมืองไทย 2527
	Family Turdidae		
15	การศึกษาชีววิทยาบางประการของนก กางเขนหางแดงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ ป่าไผ่หนองช้าง จ. สงขลา Study on Some Biology of Chestnut-naped Forktail in Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla Province	สถาพร อภิชนบุตร และคณะ	วารสารสัตวศาสตร์ป่าเมืองไทย 2529
	Family Sturnidae		
16	ชีววิทยาบางประการของนกเอี้ยงสาริกา Some Biological of the Common Myna	ชาติรี เกิดธรรม	วารสารสัตวศาสตร์ป่าเมืองไทย 2527
17	Biology Study of Thai Hill Mynahs at the Overlapping Area	มณี อัครวานนท์	
	Other		
18	A Project for Study on Bird Biology Through Nature Observation	Wina Wilaspachanont et al.	รายงานการประชุม Biology Education and Technology 1984
19	ลำดับการทำรังในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าวัด ตาลเอน	วีรยุทธ เล่าทะจินดา	วารสารสัตวศาสตร์ป่าเมืองไทย 2524
	ชีววิทยาการสืบพันธุ์		
	Family Anatidae		
20	การศึกษาการวางไข่และลำดับขนปกคลุม ตัวของเป็ดก่าในสภาพกรงเลี้ยง A Study of Eggs Laying and the Plumage Sequence of White-winged Wood Duck (<i>Cairina</i> <i>scutulata</i>) in Captivity.	กมลทิพย์ พรหมเพ็ชร	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2539
	Family Phasianidae		
21	Biological Characteristics and Breeding Behaviours of Green Peafowl (<i>Pavo</i> <i>muticus</i> (Linnaeus)) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary	Pongsak Ponsena	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 1988
22	การผสมพันธุ์ของไก่ฟ้าบางชนิดในสภาพ กรงเลี้ยง	ศรชัย สังคเลศ, สุมาลี ชัยพร รณพานิช และยุพาพร ชินอรุณ ชัย	วารสารสัตวศาสตร์ป่าเมืองไทย 2528
	Family Jacanidae		
23	Breeding Biology of Pheasant-tailed Jacana <i>Hydrophasianus chirurgus</i> in Central Thailand	Siriporn Thong-aree et al.	Natural History Bulletin of Siam Society 1995
	Family Charadriidae		
24	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกกระแตแต้แว๊ด Breeding Biology of Red-wattled Lapwing (<i>Vanellus indicus</i>)	วีรยุทธ เล่าทะจินดา และคณะ	วารสารสัตวศาสตร์ป่าเมืองไทย 2523
	Family Laridae		
25	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกนางนวลแกลบ เล็ก Breeding Biology of Little Tern (<i>Sterna albifrons</i>)	ชลธร ชำนาญคิด และ อนุชยา ชำนาญคิด	วารสารสัตวศาสตร์ป่าเมืองไทย 2538

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
	Family Megalaimidae		
26	The Study on Breeding Biology of Coppersmith Barbst (<i>Megalaima haemacephala indicus</i> Latham 1790) In Chulalongkorn University, Bangkok	Wina Meckvichai	เอกสารรายงานการประชุมวิชาการ วทท. ครั้งที่ 15 ปี 2532
	Family Eurylaimidae		
27	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกพญาปากกว้างท้องแดง (<i>Cymbirhynchus macrorhynchos</i>) Breeding Biology of Black and Red Broadbill <i>Cymbirhynchus macrorhynchos</i>	ศิริพร ทองอารีย์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2541
28	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกพญาปากกว้างอกสีเงิน (<i>Serilophus lunatus</i> (Gould)) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ห้วยขาแข้ง จ. อุทัยธานี Breeding Biology of Silver-breasted Broadbill <i>Serilophus lunatus</i> (Gould) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Changwat Uthai-thani.	ประทีป ด่วงแค	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2539
	Family Pycnonotidae		
29	นกปรอดหัวโขนเคราแดงในเชียงใหม่	นริทธิ์ สีตะสุวรรณ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2531
30	นิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของนกปรอดหัวโขน (<i>Pycnonotus jocosus</i>) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ. เลย Breeding Ecology of Red-whiskered Bulbul (<i>Pycnonotus jocosus</i>) Reproduction in Phuluang Wildlife Sanctuary, Changwat Loei	พิทักษ์ ชิดเครือ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2542
	Family Sylviidae		
31	การศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาของนกกระจุบหญ้าสี่ริ้วหางยาว เน้นหนักในด้านชีววิทยาสืบพันธุ์	สุรจิต จามรมาน	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2524
	Family Turdidae		
32	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกทางเขนน้ำหลังเทา Breeding Biology of Slaty-backed Forktail (<i>Enicurus schistaceus</i>)	ประทีป โรจนดิลก	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2542
	Family Monarchidae		
33	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกในวงศ์นกแซวสวรรค์ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ห้วยขาแข้ง จ. อุทัยธานีและตาก Reproductive Biology of the Family Monarchidae in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Changwat Uthai-thani and Tak	ศศิธร รัตนเดชกำจร	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2539
34	การแยกเพศนกขุนทอง <i>Gracula religiosa intermedia</i>	มณี อัครวานนท์	การประชุมวิชาการ วทท. ครั้งที่ 18 2535

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
	Family Sturnidae		
35	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกขุนทองไทยในป่าธรรมชาติ	มณี อัครวานนท์	รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง 2536
	Family Nectariniidae		
36	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกกินปลีอกเหลือง Breeding Biology of Yellow bellied Sunbird.	บุษบง กาญจนสาขา	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526ก
	Family Passeridae		
37	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกกระจอกบ้าน <i>Passer montanus</i> Linnaeus 1758 Reproductive Biology of Tree Sparrow <i>Passer montanus</i> Linnaeus 1758	สมศรี ชันธวิภาค และ วีณา เมฆวิชัย	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2530
	Family Estrildidae		
38	ความสัมพันธ์ระหว่างสีขนกับอวัยวะสืบพันธุ์ของนกกระดัดสีชมพู	ปานสิริ ปุชิโต และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2524
39	ผลของฮอร์โมนเพศต่อพฤติกรรมการสืบพันธุ์ของนกกระดัดสีชมพู	ยุทธนา สมิตะสิริ และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2524
	Other		
40	การทำรังวางไข่ของนกบางชนิดที่อ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี Birds Nesting at Bang Pra Reservoir, Chonburi Province	ลีบ นาคะเสถียร	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2524
41	นกบางชนิดที่ทำรังวางไข่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ. อุทัยธานีและตาก Some Nesting Birds at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary Uthai-Thani and Tak Province	ดวงรัตน์ โพธิ์เที่ยง	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2529
42	การศึกษาเบื้องต้นของนกที่ทำรังในป่าเขาท่าเพชร จ. สุราษฎร์ธานี	สวัสดิ์ วงศ์ถิรวัฒน์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2527
43	ชีววิทยาการสืบพันธุ์และอุปนิสัยการกินอาหารของนกบางชนิดในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลน้อย Breeding Biology and Food Habits of Some Birds at Thale Noi Non-hunting Area	บุษบง กาญจนสาขา และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2529
44	การทำรังของนกในป่าพรุโต๊ะแดง Nesting of Birds in To Daeng Peat Swamp Forest	ศิริพร ทองอารีย์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2536
45	ความสำเร็จในการสืบพันธุ์ของนกในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน On the Breeding Success of Birds in Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary, Eastern Thailand	ไสว วังหงษา และ ณรงค์ คุณขุนทด	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2541
46	ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของนกในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช Breeding Biology of Birds At Sakaerat Environmental Research Station	ปราโมทย์ สายวิเชียร และคณะ	วารสารวนศาสตร์ 2531

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
พฤติกรรม			
Family Phalacrocoracidae			
47	อุปนิสัยการกินอาหารของนกกาน้ำเล็ก (<i>Phalacrocorax pygmeus</i>) Food Habits of Little Cormorant (<i>Phalacrocorax pygmeus</i>)	วีรยุทธ เลหาะจินดา และ อุณเรือน ศิริวานิชกุล	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2523
Family Ciconiidae			
48	การศึกษาพฤติกรรมและการขยายพันธุ์ของนกกบบัว A Study of Behavior and Potential Breeding Of Painted Stork	สุวิมลณี ปานะถึก และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2523
49	การพัฒนาพฤติกรรมเพื่อความอยู่รอดของนกกบบัว	นริทธิ์ สีตะสุวรรณ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2528
Family Anatidae			
50	พฤติกรรมสังคมของเป็ดดำ (<i>Cairina scutulata</i>)	ปรีชา ไพรินทร์ และ นริทธิ์ สีตะสุวรรณ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2530
Family Accipitridae			
51	พฤติกรรมการหากินของเหล่าแร้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ. อุทัยธานี และตาก Feeding Behavior of Vultures in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary Uthai-thani and Tak Provinces, Thailand	ธีรภัทร ประยูรสิทธิ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2530
Family Phasianidae			
52	พฤติกรรมสังคมของนกยูงไทย (<i>Pavo muticus</i>) ในสวนสัตว์เชียงใหม่	นพเก้า รัตนวิบูลย์ และ นริทธิ์ สีตะสุวรรณ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2529
53	พฤติกรรมสังคมเปรียบเทียบระหว่างนกแว่นสีน้ำตาลและนกแว่นสีเทา Comparative Social Behavior of Malaysian Peacock-Pheasant and Grey Peacock-Pheasant	สุทธิลักษณ์ วิทยาเมธีวงศ์ และ นริทธิ์ สีตะสุวรรณ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2536
54	การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางพฤติกรรมระหว่างลูกไก่ฟ้าหลังขาวกับลูกไก่ฟ้าคอแหว่น	พิเชษฐ กลมศิลป์ และ นริทธิ์ สีตะสุวรรณ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2530
Family Tytonidae			
55	อุปนิสัยการกินอาหารของนกแสก (<i>Tyto alba</i> (Scopoli) Food Habits of Barn Owl (<i>Tyto alba</i> (Scopoli))	สุภาพ นิยมแสง	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2535
56	พฤติกรรมการกินอาหารของลูกนกแสก	สมบูรณ์ อนันต์ลาโภชัย และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2525
Family Rallidae			
57	การศึกษาพฤติกรรมของนกอีล้ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว Study on the Natural Behavior of Moorhen in Pookhiew Wildlife Sanctuary	มานพ ชมภูจันทร์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2534

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
	Family Coraciidae		
58	พฤติกรรมการกินอาหารของนกตะขาบ ทุก Feeding Behaviors of the Black- billed Roller	เกรียงไกร ศิลารังษี และ โอภาส ขอบเขตต์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2527
	Family Bucerotidae		
59	พฤติกรรมบางประการของนกกก Some Interested Behaviors of Great Hornbill	สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2527
60	พฤติกรรมพื้นฐานของนกกกและนก เงือกกรามช้างในฤดูผสมพันธุ์	สุทัศน์ สุภาชี และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2529
61	การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเลือกกิน อาหารของนกเงือกที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ในเขตรักษาพันธุ์ สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ. อุทัยธานี The Comparative Study on Food Choice of the Sympatric Hornbill species (Aves: Bucerotidae) during their Breeding Season in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Uthai Thani Province	กนิษฐา อู่ยถาวร	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2543
62	การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกก ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ A Study of Vocalization Patterns of Great Hornbills (<i>Buceros bicornis</i>) at Khao Yai National Park	ศิริวรรณ นาคขุนทด และ พิไล พูลสวัสดิ์	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2543
63	Effects of External Components on Nesting Behavior of Hornbills	Pilai Poonswad et al.	วารสารวิทยาศาสตร์ 2531
	Family Pycnonotidae		
64	การสื่อสารด้วยเสียงของนกปรอด หัวโขน Vocal Communication of Red-whiskered Bulbul	สุรกันต์ ยัคมบุตร และ นริทธิ์ สิตะสุวรรณ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2539
	Family Oriolidae		
65	การศึกษาถึงอาหารและอุปนิสัยการทำรัง ของนกขมิ้นหัวดำ (<i>Oriolus xanthornus</i>) ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขา แข้ง Observation on the Food and Nesting Habit of Indian Black-headed Oriole (<i>Oriolus xanthornus</i>) at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary	บุษบง กาญจนสาธา	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2527
	Family Muscicapidae		
66	พฤติกรรมการครอบครองพื้นที่ของนก กางเขนแดง Territorial Behavior of the White-Rumped Shama (<i>Copsychus malabaricus Scopoli</i>)	ทวี หนูทอง	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2529
67	พฤติกรรมบางประการของนกกางเขน บ้าน	ชาติรี เกิดธรรม และ กัจจา สุทธิพันธ์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2530
	Family Laniidae		
68	พฤติกรรมบางประการของนกอีเสือหัว ดำ Some Interested Behaviors of Black-headed Shrike	ชาติรี เกิดธรรม และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2529

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
	Family Sturnidae		
69	การชักนำให้เกิดพฤติกรรมการสืบพันธุ์ ในนกเอี้ยงสาริกา	ยุทธนา สมิตะสิริ และ สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2525
	Family Passeridae		
70	พฤติกรรมของนกกระจอกบ้าน Behavior of Tree Sparrow (<i>Passer montanus</i>)	ประทุม ยอดคำปัน	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2539
	Family Estrildidae		
71	การเลือกอาหารและเวลาที่อาหารผ่าน ทางเดินอาหารในนกกระทาตึกขี้หมู นิเวศวิทยา	นริทธิ์ สีตะสุวรรณ และ ปานสิริ ปุชิโต	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2524
	Family Ciconiidae		
72	นิเวศวิทยาของนกตะกรุม <i>Leptoptilos javanicus</i> Horsfield ในป่าพรุโต๊ะแดง Ecology of Lesser Adjutant <i>Leptoptilos javanicus</i> Horsfield in Pha Phru Toa Daeng Peat Swamp Forest	ศิริพร ทองอารีย์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2538
73	การศึกษาการเลือกที่ทำรังของนก ปากห่างในประเทศไทย Study on Selection of Nesting Areas of the Open-billed Stork in Thailand	บุบผา อ้าเกตุ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2538
74	ปัจจัยที่มีผลต่อการรอดตายของลูกนก ปากห่าง Factors Influencing the survival of the Asian Open-billed Stork Fledgeling <i>Anastomus oscitans</i> (Boddaert)	วศิน อิงคพัฒนากุล และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2529
75	Habitat Utilization of Open-billed Stork's Netting at Wat Phai Lom and Wat Umpuwararam Non-hunting Area Pathum Thani Province	Kriengsak Chaturasuksakul	วารสารวนศาสตร์ 2531
	Family Ardeidae		
76	นิเวศวิทยาของนกยางควาย <i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus) Ecology of Cattle Egret <i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus)	เกรียงไกร ศิลารังษี	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2527
	Family Anatidae		
77	นิเวศวิทยานกเป็ดแดง Ecological Aspects of Whistling Teal	กัลยาณี บุญเกิด	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
	Family Phasianidae		
78	Foraging ecology of Green Peafowl in breeding season at Doi Phu Nang National Park	Siriraks Arrathrakorn and Wina Meckvichai	รายงานการประชุมวิชาการ ททท. ครั้งที่ 26 ปี 2000
	Family Bucerotidae		
79	The Comparative Study of Some Characteristics of Nests and Nest Sites of Four Hornbill Species (Aves: Bucerotidae) at Khao Yai National Park	Rung-arun Liewviriyakit	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 1989

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
	Family Pycnonotidae		
80	ความต้องการทางนิเวศวิทยาของนก ปรอดบางชนิด (Family Pycnonotidae) ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ Ecological Niches of Some Bulbuls (Family Pycnonotidae) in Khao Yai National Park	กฤษณา ชายกวอด	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2543
81	การศึกษาอาณาเขตครอบครองของนก ปรอดหัวโขนในบริเวณสถานีสัตว์ป่าภู หลวง จ. เลย	กฤษณา ชายกวอด	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2538
	Family Corvidae		
82	การศึกษาเปรียบเทียบการตอบสนอง ต่อสิ่งเร้าระหว่างนกขุนแผนและนก สาลิเกเขียว (<i>Cissa chinensis</i>) ในสภาพ กรงเลี้ยง Comparative Study on Responsiveness of Red-billed Blue Magpie (<i>Cissa erythrorhyncha</i>) and Hunting Greenpie (<i>Cissa Chinensis</i>) in Captivity	นริทธิ์ สิตะสุวรรณ และ มานพ มีสุข	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2530
	Family Pittidae		
83	ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมและการกระจาย ของนกแต้วแล้วในป่าบริเวณสวนสัตว์ เปิดเขาเขียว The Suitable Habitat and Range Distribution of Pittas in Relation to Khao Kheow Open Zoo Forest Areas	อุฬาริกา กองพรม และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2542
	Family Sturnidae		
84	อิทธิพลของนกขุนทองต่อการงอกของ เมล็ดหว้า (<i>Syzygium</i> spp.) The Effect of Hill Mynas on <i>Syzygium</i> spp. Seed Germination	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2541
	Other		
85	วิธีการดำรงชีวิตและการเลือก Habitat ของนกสีชมพูสวน และนกกินปลือกสี เหลือง	นริทธิ์ สิตะสุวรรณ และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2532
86	ความหลากหลายและความสัมพันธ์กับ ถิ่นที่อยู่อาศัยชนิดต่างๆของนกในเขต ห้ามล่าสัตว์ป่าหนองบงคาย จ. เชียงใหม่ Bird Diversity and Their Relationships with Habitat Types at Nong Bung Kay Non-hunting Area, Changwat Chiang Rai	เดช ปงคำเพย	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2539
87	ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดนกกับสภาพ ถิ่นที่อยู่อาศัยในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึง บอระเพ็ด จ. นครสวรรค์ Relationship of Birds and Habitat Types at Buang Borapet Non-hunting Area, Changwat Nakhon Sawan	พงษ์ชัย แดงสี	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2539

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
88	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์ต่อนิเวศวิทยาของนกในบึงบอระเพ็ด จ. นครสวรรค์ The Impact of Changing Ecosystem on Bird Ecology at Bung Borapet Changwat Nakhon Sawan	วิเชียร คงทอง	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2537
89	การใช้ประโยชน์ป่าดงดิบแล้งเพื่อการสร้างรังของนก ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง Utilization of Dry Evergreen Forest for Nesting of Birds in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary	ไกรรัตน์ เอี่ยมอำไพ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2539
90	พืชอาหารของนกในป่าบางประเภทระหว่างฤดูฝนในสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง จ. กาญจนบุรี Bird Floral Foods from Some Forest Types during Rainy Season at Mae-Klong Watershed Research Station, Changwat Kanchanaburi	มงคล คำสุข	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2539
91	การใช้ประโยชน์ป่าเบญจพรรณเพื่อการสร้างรังของนกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง Utilization of A Mixed Deciduous Forest in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary for Nesting of Birds	ณรงค์ จิระวัฒน์กรี	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2542
92	Relationships among birds, plants and park management in Bangkok	Varasaya Soonthornsarathool	วิทยานิพนธ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1999
93	Ecological Studies for Conservation of Shore Birds in Songkhla Lake	Ecological Research Division Thailand Institute of Scientific and Tecnological Research	Vol. 1 NEB Pub. 1981-007
ประชากร			
Family Anatidae			
94	การกระจายของเป็ดก่าใน จ. อุบลราชธานี Distribution of the White-winged Wood Duck (<i>Cairina scutulata</i>) in bonratchathani Province	โกมล บุญไชย และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2529
Family Gruidae			
95	สถานภาพนกกระเรียนในประเทศไทย	บุบผา อ่ำเกตุ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
Family Phasianidae			
96	ประชากรและขอบเขตการกระจายพันธุ์ของนกยูง (<i>Pavo muticus</i>) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง Population and Distribution Range of Green Peafowl (<i>Pavo muticus</i>) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary	ศักดิ์สิทธิ์ ชิมเจริญ และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2535
97	Distribution range and minimum population of Green Peafowl in breeding season at Dor Phue Nang National Park	Naratip Silapasuan and Wina Meckvichai	รายงานการประชุมวิชาการ ททท. ครั้งที่ 26 ปี 2000

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
	Family Bucerotidae		
98	การแพร่กระจายและสถานภาพปัจจุบันของนกเงือกในประเทศไทย Current Distribution and Status of hornbills in Thailand	อดิศักดิ์ วิธิธรรม และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2538
	Family Sturnidae		
99	การศึกษาชีววิทยาประชากรของนกขุนทองในประเทศไทย	พรชัย วงศ์वासนา	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2000
100	ความแตกต่างระหว่างนกขุนทองเหนือและนกขุนทองใต้ของประเทศไทย	มณี อัครวานนท์	รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง 2537ข.
101	งานวิจัย “นกขุนทองไทย” หนทางหนึ่งการอนุรักษ์สัตว์ป่า”	มณี อัครวานนท์	วารสารวิทยาศาสตร์ 2541ข.
	Other		
102	นกในบริเวณป่าชายเลนและพื้นที่ใกล้เคียงใน จ. กระบี่ Bird in Mangrove Forest and Adjacent Areas in Changwat Krabi	ปิยรัตน์ วงศ์อรินทร์	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2532
103	ชนิดนกในป่าชายเลนธรรมชาติและป่าชายเลนถูกตัดฟัน Avifauna in Natural and Disturbed Mangrove Forest	วีรยุทธ์ เลาหะจินดา และ นิตยา เลาหะจินดา	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
104	การศึกษาประชากรนกน้ำที่ทะเลสาบสงขลา Bird Population Studies in Songkhla Lake	พรทิพย์ อังคปริชาเศรษฐ์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2523
105	ความหลากหลายชนิดของนกในพื้นที่อยู่อาศัยต่างกันบริเวณ แหล่มผักเบี้ย จ. เพชรบุรี Bird Diversity in Various Habitat of Laem Phak Bia Area, Changwat Phetchaburi	ประโยชน์ กำนันจันทร์	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2539
106	รายงานการสำรวจนกบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ จ. ชลบุรี	ลีบ นาคะเสถียร	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
107	ความหลากหลายชนิดของนกในบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ	ยืนดี ราชพบสิทธิ์	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2524
108	ความหลากหลายชนิดของนกในบึงบอระเพ็ด Diversities of Birds at Borapet Reservoir	โอภาส ขอบเขตต์ และ ศิริพร ทองอารีย์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2525
109	ความหลากหลายของปักษาพรรณและความหนาแน่นของประชากรนกในพื้นที่โครงการสร้างป่าตามแนวพระราชดำริ อุทยานแห่งชาติทับลาน	วีณา เมฆวิชัย และคณะ	รายงานวิจัยโครงการพระราชดำริปี 2541
110	การสำรวจและการศึกษาสถานภาพนกในเขตห้ามล่าสัตว์ป่า ต.ท่าเสด็จ อ. เมือง จ. สุพรรณบุรี	ชาตรี เกิดธรรม และ สมบัติ พุ่มสาขา	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
111	ความหลากหลายชนิดของนกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ Chalermsuda Wildlife Sanctuary	ศิริพร ทองอารีย์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2535

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
112	การสำรวจและศึกษาสถานภาพนกในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบรเพ็ด จ.นครสวรรค์	ฝ่ายวิชาการ กองอนุรักษ์สัตว์ป่า	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2525
113	ความหลากหลายของนกบริเวณทุ่งกะมัง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ผลภายหลังการปล่อยนกเลี้ยงสู่ธรรมชาติในปี พศ. 2530 และ 2532 Diversity of Bird Species in Thung-Kamang, Phu-Kheio Wildlife Sanctuary: The Effects of Reintroduction Captive Birds in 1987 and 1989	สิริมณี ภัทรพิทยา	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2539
114	การกระจายของนกที่ระดับความสูงต่างๆบนดอยสุเทพ Distribution of Birds of Different elevation above sea level	อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
115	ความหลากหลายของชนิดพันธุ์นกบริเวณป่าชุมชนต้นแม่น้ำเทพา จ. ยะลา และสงขลา	โกเศศ รัตนะ และกำพล มีสวัสดิ์	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2542
116	ความหลากหลายชนิดพันธุ์นกในป่าโต๊ะเตพและควนหินลับ อำเภอสะบ้าย้อย จ. สงขลา การเพาะเลี้ยง Family Anatidae	นิกร สุวรรณการณ และคณะ	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2542
117	การขยายพันธุ์เปิดก่าในกรงเลี้ยง Breeding of the White-winged Wood Duck in Captivity	ผ่องพรรณ หลาวทอง	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2531
118	การเพาะเลี้ยงเปิดเทา Breeding of Spot-billed Duck (<i>Anas poecilorhyncha</i>) in Captivity Family Phasianidae	แจ่มจันทร์ พิริยะพงศ์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2542
119	การเจริญเติบโตและการพัฒนาของไก่ป่าตมหูขาวในสภาพกรงเลี้ยง Growth and Development of Red Junglefowls in Captive Conditions	มัทนา ศรีกระจำง	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2527
120	การเพาะเลี้ยงไก่ฟ้าหน้าเขียว Captive Breeding of Crested Fireback Pheasant <i>Lophura ignita rufa</i>	กอบศักดิ์ สุวรรณรัตน์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2542
121	การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ไก่จุก	สมทบ นรพรคพฤติกร	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
122	ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงสัตว์จำพวกไก่ฟ้าในสวนสัตว์ธรรมชาติภูเขียว Biology and Propagation of Gallinaceos Birds in Phukhieo Natural Zoo Family Columbidae	โอภาส ขอบเขตต์	รายงานวิจัยโครงการพระราชดำริ 2532
123	การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์นกเขาวัว Breeding of Zebra Dove (<i>Geopelia striata</i>) in Captivity	ยุพาพร สุรพันธ์พิทักษ์ และ สมพงษ์ วณิกสัมพันธ์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2538

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
124	การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์นก ชาปีไนน์ Breeding of Nicobar Pigeon (<i>Caloenas nicobarica</i>) in Captivity Family Psittacidae	ยุพาพร สุรพันธ์พิทักษ์ และ สมพงษ์ วณิกสัมพันธ์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2538
125	พฤติกรรมการเลี้ยงและการขยายพันธุ์ ของนกแก้วหัวแพร (<i>Psittacula roseata</i>) ในสวนสัตว์เชียงใหม่ Family Sturnidae	ไมตรี อินโปธา และ รสสุคนธ์ จุยก้าววงศ์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2534
127	การเพาะเลี้ยงนกขุนทองเพื่อทดลอง ปล่อยคืนสู่ธรรมชาติ Captive Breeding of Hill Mynas for Rehabilitation	พงษ์ศักดิ์ พลเสนา	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2538
128	การเพาะเลี้ยงนกขุนทองในกรงเลี้ยง The Breeding of Hill Myna in Captivity	วีระพล บุญชูดวง และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2538
129	Captive Breeding of Thai Hill Mynahs Other	มณี อัครวานนท์	
130	เทคนิคในการฟักไข่ในตู้ไฟฟ้าและการดูแล ลูกไก่ในระยะแรกเกิด	สุชีพ สุขสุพพทย์ และ พานิซ แสนโกษณ์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2524
131	ข้อมูลบางประการเกี่ยวกับ การเพาะ เลี้ยงสัตว์ป่าพวกนก และไก่ฟ้า: การไข่ และการฟักไข่ ปรัลิตวิทยา Family Ciconiidae	สุชีพ สุขสุพพทย์ และ พานิซ แสนโกษณ์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2524
132	หนอนพยาธิที่พบในท้องทางเดินอาหาร ของนกแขวก <i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus)	นิตยา เลาทะจินดา	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
133	Chaunocephalosis in a Wild Population of Asian Open-billed Storks in Thailand. Family Rallidae	Pilai Poonswad <i>et al.</i>	Journal of Wildlife Diseases 1992
134	หนอนพยาธิที่เป็นปรสิตในท้องทาง เดินอาหารของนกอัญชัญอกเทา Family Passeridae	สุพิน ด้านปริดา และ นิตยา เลาทะจินดา	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2527
135	ปรสิตในนกกระจอกบ้าน Helminth Parasites of the Treesparrow (<i>Passer montanus</i>)	วีณา วิลาสเตชานนท์ และ สุทัศน์ บุญคง	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2526
136	Arthropod Parasites of the tree sparrow (<i>Passer montanus</i> Linnaeus, 1758) in Bangkok, Thailand Other	Suthasane Boonkong and Wina Meckvichai	Journal Science Society of Thailand 1987
137	การศึกษาปรสิตในระบบทางเดินอาหาร ของสัตว์ป่าและนกชนิดต่างๆในสวน สัตว์เปิดเขาเขียว จ. ชลบุรี Study on Gastro-intestinal Parasites of the Captive Wildlife and Birds in Khao Kheow Open Zoo, Chonburi Province	ธีรยุทธ ไพฑิตะมงคล และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2539
138	ปรสิตในเลือดของนกป่า 9 ชนิดในสวนสัตว์ เปิดเขาเขียว จ. ชลบุรี Blood Parasites of 9 species of Wild Birds in Khao Kheow Open Zoo, Chonburi Province	สุดจิตต์ จุ่งพิพัฒน์ และคณะ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2539

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
Genetics			
139	Mitochondrial DNA sequence variation within and between Red Junglefowl (<i>Gallus gallus gallus spadiceus</i>) in Thailand	Boripat Siriaroonrat	วิทยานิพนธ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1997
140	Microsatellite DNA variation of Red Junglefowls (<i>Gallus gallus spadiceus</i>) in northern and southern Thailand	Pramong Begthaisong	วิทยานิพนธ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1998
141	Genetic variations of Thai native fowls (<i>Gallus gallus domesticus</i>) based on microsatellite DNA	Piyamas Kaarnsomdee.	วิทยานิพนธ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1999
142	ความผันแปรของไซโตโครมบีในไก่ฟ้าไก่อ้า	วีณา เมฆวิชัย และคณะ	รายงานการประชุม เกล็ดฉลอง 80 ปี แห่งการสถาปนาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2540
Family Sturnidae			
143	การศึกษาโครโมโซมของนกขุนทองไทย	มณี อัครานนท์	การประชุมวิชาการ วทท. ครั้งที่ 23 2540
Other			
Family Phasianidae			
144	ความต้องการโปรตีนและพลังงานสำหรับไก่ฟ้าหลังขาวระยะเล็กและระยะเจริญเติบโต Protein and Energy Requirements of Young and Growing Silver Pheasant	สุชีพ สุขสุแพทย์ และคณะ	วารสารสัตวศาสตร์วัดป่าเมืองไทย 2539
145	การศึกษาระดับความต้องการโปรตีนและพลังงานสำหรับไก่ฟ้าหลังขาวธรรมดา A Study on Protein and Energy Requirements of Silver Pheasant (<i>Lophura nycthemera jonesi</i> Oates)	สุชีพ สุขสุแพทย์ และคณะ	วารสารสัตวศาสตร์วัดป่าเมืองไทย 2542
Family Gruidae			
146	ทัศนคติของชาวบ้านต่อการคืนถิ่นของนกกระเรียน Villagers' Attitude toward the Return of Sarus Crane	มานพ ชมภูจันทร์	วารสารสัตวศาสตร์วัดป่าเมืองไทย 2534
Family Sturnidae			
147	ความสามารถในการเลียนเสียงของนกขุนทองไทย Concurrent Sessions	มณี อัครานนท์	การประชุมวิชาการ วทท. ครั้งที่ 22 2539
148	นกขุนทองกลุ่มใหม่ของประเทศไทย	มณี อัครานนท์	การประชุมวิชาการ วทท. ครั้งที่ 24 2541
149	การเลี้ยงและขยายพันธุ์นกขุนทองไทย	มณี อัครานนท์	สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2539
Family Megalaimidae			
150	การศึกษาการเจริญเติบโตของลูกนกตีทอง (<i>Megalaima haemacephala indicus</i> Latham 1790)	เฉลิม เลิศวงศ์สกุล และวีณา เมฆวิชัย	รายงานการประชุมวิชาการ วทท. ครั้งที่ 23 ปี 2540

Appendix 11.1 (cont.)

	ชื่อเรื่อง	ชื่อผู้วิจัย	ปีที่ตีพิมพ์
	Other		
151	การสำรวจทางปักษีวิทยาเพื่อการ พัฒนาการท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติ เฉลิมรัตนโกสินทร์ จ. กาญจนบุรี The Avifauna Survey for Tourism Development of Chalerm Ratanakosin National Park, Kanchanaburi Province	วคิน อิงคพัฒนกุล	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2537
152	การดึงดูดนกในธรรมชาติ	โอภาส ขอบเขตต์ และ มานพ ชมภูจันทร์	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2528
153	การพัฒนาการศึกษา การวิเคราะห์ และ การพยายามที่จะเข้าใจ "ภาษานก"	นริทธิ์ สีตะสุวรรณ	วารสารสัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทย 2527
154	วัดภูมิพืชตกค้างในนกบางชนิด ณ บึง บอระเพ็ด จ. นครสวรรค์ Pesticide Residues in Some Birds at Borapet Reservoir, Nakorn Sawan Province	เอนก อ่วมแจน	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2527
155	วัดภูมิพืชตกค้างชนิดออร์กาโนคลอรีน ในนก Organochlorine Pesticide Residues in Birds	ศิริรักษ์ มหิทธิบุรินทร์	วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 2524
156	ความหลากหลายทางชีวภาพและแนว ทางการจัดการเพื่อการอนุรักษ์ไก่ฟ้าใน ภาคเหนือตอนบน	วีณา เมฆวิชัย และคณะ	การประชุม BRT 2543
157	Wildlife Response to Habitat Fragmentation and other Human Influences in Tropical Montane Evergreen Forest, Northern Thailand	Anak Pattanavibool	Thesis University of Victoria 1999

Appendix 11.2 List of journals, books and theses covered by the analysis

Journals:

1. Acta International Ornithological Congress
2. Forktail
3. Ibis
4. Journal of Wildlife in Thailand
5. Natur und Museum
6. Natural History Bulletin of the Siam Society
7. Journal of Wildlife Diseases
8. The Journal of Tropical Medicine and
Parasitology
9. Journal Science Society Thailand
10. วารสารวิทยาศาสตร์
11. รายงานการประชุมเสนอผลงานวิจัยของการ
สถาปนาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
12. รายงานการประชุมเสนอผลงานวิจัย BRT

13. รายงานการประชุมเสนอผลงานวิจัยในโครงการ
พระราชดำริ

14. รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

15. เสนอผลงานวิจัยความก้าวหน้าต่อสำนักงานกองทุน
สนับสนุนงานวิจัย

Books:

1. Manual to the conservation of Asian Hornbills
2. The Asian Hornbills : Ecology and Conservation
(Proceedings)

Theses sources:

1. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. มหาวิทยาลัยรามคำแหง
3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. Victoria University

12. แบคทีเรียและยีสต์: การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์

บทคัดย่อ

ความสนใจและความเข้าใจในเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยโดยรวมยังคงค่อนข้างจะจำกัดอยู่ในแวดวงของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ในกลุ่มพืชและสัตว์เป็นส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มจุลินทรีย์ อันได้แก่สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ส่วนใหญ่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ที่เป็นเช่นนี้เนื่องด้วยเหตุผลหลายประการ ซึ่งนอกจากการขาดความตระหนักถึงความสำคัญของจุลินทรีย์ต่อการรักษาภาวะความสมดุลทางธรรมชาติเป็นเบื้องต้นโดยทั่วไป และขาดความเข้าใจในบทบาทและศักยภาพของจุลินทรีย์ในการพัฒนาเศรษฐกิจยุคใหม่แล้ว ยังรวมถึงความยากลำบากในการศึกษาวิจัยเนื่องจากการขาดแคลนบุคลากร และอุปกรณ์ที่เหมาะสมและจำเป็นอีกด้วย

รายงานฉบับนี้ครอบคลุมการศึกษาวิจัยจากการรวบรวมเบื้องต้นเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหรือจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียและยีสต์ในประเทศไทยเพื่อประโยชน์ด้านการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์เป็นสำคัญ ข้อมูลจึงยังไม่ครบถ้วน โดยมีความมุ่งหวังที่จะให้เป็นการริเริ่มให้มีวิวัฒนาการการติดตามประเมินความก้าวหน้าและการสังมองค์ความรู้เป็นระยะ ๆ อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เป็นฐานความรู้ที่จะส่งผลให้เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่ทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศเป็นการเฉพาะและทรัพยากรชีวภาพของชาติโดยรวมต่อไป

12.1 บทนำ

ในรายงานการศึกษาสถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย วิสุทธิ์ (2538) ได้สรุปการประเมินข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในกลุ่มจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตที่เซลล์ไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะว่า จากการพยายามรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างฐานข้อมูลของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แบคทีเรีย รา โปรโตซัว สาหร่าย และ ไลเคน พบว่าข้อมูลที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ ชนิดของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่บันทึกไว้นั้นน้อยกว่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากยังขาดการศึกษาเรื่องเหล่านี้อย่างจริงจังและต่อเนื่อง โดยเฉพาะในกลุ่มไลเคน ซึ่งเริ่มมีการศึกษาโดยนักวิจัย

ไทยในปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา

การสนับสนุนการศึกษาวิจัยความหลากหลายด้านจุลชีววิทยาของโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพ (โครงการ BRT) เป็นความพยายามสำคัญมากอันหนึ่งที่จะให้มีการพัฒนาและสังมองค์ความรู้ของประเทศในด้านนี้อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โครงการนี้ได้รับการจัดตั้งขึ้นด้วยการสนับสนุนร่วมกันของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (โดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ-ศช.) เพื่อ

ดร. มาลี สุวรรณอัคร, นางวันเชิญ โพธาเจริญ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และนางไพพรรณ บุตทะ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2543. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 203-218.

ส่งเสริมสนับสนุนการพัฒนาองค์ความรู้และเสริมสร้างขีดความสามารถในการจัดการทรัพยากรชีวภาพของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

รายงานฉบับนี้ครอบคลุมการศึกษาวิเคราะห์เบื้องต้นเกี่ยวกับการศึกษาสำรวจวิจัยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก หรือจุลินทรีย์ ในกลุ่มแบคทีเรียและยีสต์ในประเทศไทยเพื่อประโยชน์ด้านการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์เป็นสำคัญ โดยมีความมุ่งหวังที่จะให้เกิดกระบวนการติดตามประเมินความก้าวหน้าและการสังมองค์ความรู้เป็นระยะ ๆ อย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง สำหรับเป็นฐานความรู้ที่จะส่งผลให้เกิดการต่อยอดและการสร้างมูลค่าเพิ่มแก่ทรัพยากร

จุลินทรีย์ของประเทศเป็นการเฉพาะและทรัพยากรชีวภาพของชาติโดยรวมต่อไป การวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้ในครั้งนี้ ได้ใช้เอกสาร และรายงานผลการวิจัยของโครงการศึกษาต่าง ๆ ที่มีความสำคัญในด้านการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพทั้งในสภาพธรรมชาติและในการนำมาใช้ประโยชน์ เป็นเอกสารหลัก นอกจากนั้น บางส่วนเป็นรายงานการศึกษาภายใต้โครงการการสนับสนุนของหน่วยงานต่างประเทศ และได้ทำการสอบถามและศึกษาเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องบ้างในบางกรณี เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจภาพรวมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

12.2 ทรัพยากรจุลินทรีย์กับความหลากหลายทางชีวภาพ

ประเทศไทย เป็นหนึ่งในประเทศเขตร้อนชื้นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง มีระบบนิเวศที่แตกต่างกันหลากหลายในเชิงชีวภูมิศาสตร์อยู่มากถึง 6 ประเภท หรือเขต จึงเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิด ได้มีการประมาณกันว่า จำนวนชนิดพันธุ์พืชและสัตว์ที่พบในประเทศไทย คิดเป็นร้อยละ 7 ของจำนวนพันธุ์พืชและสัตว์ทั้งหมดที่พบในโลก อย่างไรก็ตาม หากพิจารณา รวมไปถึงสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า ที่เราเรียกรวม ๆ กันไปว่า จุลินทรีย์ ด้วยแล้ว จะพบว่า จำนวนชนิดจุลินทรีย์ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ ไวรัส แบคทีเรีย โปรโตซัว ยีสต์ รา และสาหร่ายนั้น มีอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าจำนวนชนิดพืชและสัตว์หลายเท่า โดยที่เรารู้จักกันเพียงไม่ถึงร้อยละ 5 ของที่เราคาดว่ามียู่ในประเทศ

ในปี พ.ศ. 2510 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) (ขณะนั้นเรียกว่าสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย) ได้เริ่มดำเนินโครงการศึกษาข้อมูลแวดล้อมเขตร้อน (Tropical Environmental Data Program) ในลักษณะการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ในพื้นที่สถานีวิจัยป่าเขตร้อนสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ภายใต้โปรแกรมนี้ได้มีโครงการ

แยกเชื้อและศึกษาจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมทั้งในดิน อากาศและน้ำในบริเวณสถานีวิจัยรวมทั้งเก็บรวบรวมอย่างเป็นระบบ ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2519 หน่วยเก็บรักษาจุลินทรีย์แห่งนี้ได้รับมอบหมายจากองค์การสหประชาชาติว่าด้วยการศึกษาและวัฒนธรรม หรือ UNESCO ให้ทำหน้าที่เป็นหน่วยเก็บรักษาจุลินทรีย์สำหรับภูมิภาคเอเชียอาคเนย์-Microbiological Resources Center for S.E. Asia at Bangkok (Bangkok MIRCEN) และในปัจจุบันเป็น 1 ใน 31 หน่วยงานเครือข่ายทรัพยากรจุลินทรีย์ทั่วโลก (นางพงา และวันเชิญ, 2539) สำหรับหน่วยที่ตั้งขึ้นในประเทศไทยนี้เป็นศูนย์นำร่องเพื่อทำหน้าที่เก็บรวบรวมรักษาทรัพยากรจุลินทรีย์ด้านการหมัก ด้านอาหาร และด้านการจัดการของเสียให้เป็นประโยชน์ ทำการฝึกอบรมบุคลากรทางวิทยาศาสตร์ในด้านการเก็บรักษาและใช้ประโยชน์ในสาขานี้ รวมทั้งได้เริ่มบทบาทเป็นหน่วยเก็บรักษาที่ให้บริการสายพันธุ์จุลินทรีย์แก่สาธารณะด้วย ซึ่งต่อมาได้มีการเสริมสร้างสมรรถนะเพิ่มเติม โดยได้รับการสนับสนุนจาก ศช. สำหรับข้อมูลของจุลินทรีย์บางส่วนที่เป็นข้อมูลสาธารณะ ได้มีการแลกเปลี่ยนและบันทึกไว้เป็นส่วนหนึ่งของศูนย์ข้อมูลจุลินทรีย์โลก (World Data Center for Microorganisms-WDCM) ซึ่งเริ่มก่อตั้งเป็นครั้งแรก

ที่ประเทศออสเตรเลีย และต่อมาได้ย้ายสถานที่ตั้งไปอยู่ที่ประเทศญี่ปุ่น (<http://wdcm.nig.ac.jp>)

ความรู้และเทคนิคการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพของสิ่งมีชีวิตก้าวหน้าไปเป็นอันมาก โดยเฉพาะในระดับเซลล์และโมเลกุล ที่เป็นองค์ประกอบขนาดเล็ก มีลักษณะคาบเกี่ยวใกล้เคียงกับการศึกษาค้นคว้าทางจุลินทรีย์มากยิ่งขึ้น การเก็บรักษาตัวอย่างสารพันธุกรรมของพืช สัตว์ รวมทั้งของมนุษย์เอง ก็สามารถจัดเก็บในลักษณะเนื้อเยื่อ หรือเซลล์ หรือแม้กระทั่งสามารถ “ฝากเก็บ” ไวในเซลล์จุลินทรีย์ได้อีกด้วย ทำให้นักวิทยาศาสตร์และนักลงทุนทางธุรกิจเทคโนโลยีชีวภาพหันมาสนใจแสวงหารวบรวม และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพันธุกรรมจุลินทรีย์มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งทางวิทยาศาสตร์และเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้ ในระดับสากลยังมีแนวโน้มที่จะมีการปรับเปลี่ยนขยายกรอบความคิด และกรอบงานของการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ให้หมายรวมถึง การจัดการทรัพยากรชีวภาพในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งข้อมูลเชิงลึกอีกด้วย ใน

อนาคตเป็นที่คาดหมายได้ว่า การกล่าวถึงแหล่งเก็บรักษาจุลินทรีย์คงจะมีการเรียกเสียใหม่เป็น “ศูนย์ทรัพยากรชีวภาพ-Bioresource Center” แนวคิดเหล่านี้นี้มีการผลักดัน (โดยกลุ่มประเทศความร่วมมือทางเศรษฐกิจและพัฒนา-Organization for Economic Cooperation and Development-ซึ่งประเทศไทยมิได้ร่วมเป็นสมาชิก) ให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้นในช่วง 1-2 ปีนี้ ในการเตรียมการเจรจาระดับโลกเกี่ยวกับแผนการจัดตั้งแหล่ง (เครือข่าย) ข้อมูลทรัพยากรชีวภาพระดับโลก - Global Biodiversity Information Facility (GBIF) ที่กำหนดจะเริ่มดำเนินการในปลายปี ค.ศ. 2000

ในด้านการใช้ประโยชน์นั้น จากการประมาณการทางสถิติเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ทั่วโลกโดยรวม ประมาณการว่า ในจำนวนเชื้อยีสต์ 60 กลุ่มที่ค้นพบ ร้อยละ 30 ถูกนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับแบคทีเรีย 700 กลุ่มที่ค้นพบ ประมาณร้อยละ 5 ถูกนำไปใช้ประโยชน์ และจากเชื้อรา 5,100 กลุ่ม มีเพียง ร้อยละ 0.5 เท่านั้นที่ได้รับการพัฒนานำไปใช้ประโยชน์ (มาลี, 2543)

12.3 ทรัพยากรจุลินทรีย์ในประเทศไทย: แบคทีเรียและยีสต์

ประเทศไทยได้มีการดำเนินการเกี่ยวกับทรัพยากรจุลินทรีย์มาเป็นระยะเวลานานกว่า 30 ปี ทั้งในด้านการแพทย์และสาธารณสุข โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ด้านการเกษตร โดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และด้านสิ่งแวดล้อม โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และด้านการศึกษา โดยมหาวิทยาลัยหลายแห่งที่มีการเรียนการสอนด้านจุลชีววิทยา ทั้งนี้เห็นได้จากการที่ประเทศไทยมีแหล่งเก็บรวบรวมสายพันธุ์จุลินทรีย์อยู่กระจัดกระจายหลายแหล่งด้วยกัน และเพิ่มจำนวนมากขึ้นตามลำดับ ทั้งในลักษณะที่เป็นระบบและไม่เป็นระบบ ทั้งในระดับองค์กร ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงาน และระดับบุคคล และตามที่ปรากฏในราย

งานการสำรวจแหล่งเก็บจุลินทรีย์ทั่วโลกซึ่งจัดทำโดยสหพันธ์การเก็บรักษาจุลินทรีย์ของโลก (World Federation for Culture Collections หรือ WFCC) เมื่อปี ค.ศ. 1972 (Martin, *et al.* 1972) ประเทศไทยมีแหล่งเก็บจุลินทรีย์เพียง 2 แห่ง คือ ที่สถาบันวิจัยไวรัส กระทรวงสาธารณสุข (สมาชิกเลขที่ 82) และคณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล (สมาชิกเลขที่ 64) ซึ่งเก็บรักษาแบคทีเรียโปรโตซัว และเซลล์สัตว์ สำหรับการแพทย์ และสาธารณสุข

จากการสำรวจอย่างเป็นทางการโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2531 สำหรับเป็นข้อมูลบันทึกในรายงานของสหพันธ์การเก็บรักษาจุลินทรีย์ของโลก (World Federation for Culture Collections) ปรากฏว่า มีแหล่งเก็บที่สำรวจได้รวมทั้งสิ้น 51 แห่ง มี

จุลินทรีย์จำนวนประมาณ 10,000 สายพันธุ์ แต่เมื่อได้มีการสำรวจต่อมาในปี พ.ศ. 2537 ตามความต้องการของ ศช. ภายใต้โครงการพัฒนาการจัดตั้งศูนย์เก็บรวบรวมจุลินทรีย์แห่งชาติ ปรากฏว่าแหล่งเก็บลดจำนวนลงเหลือเพียง 23 แห่ง และมีจำนวนจุลินทรีย์เพียง 7,500 สายพันธุ์ ในจำนวนนี้เป็นจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์จำนวน 112 สายพันธุ์ และแบคทีเรีย 413 สายพันธุ์ (พูนสุข และคณะ, 2538) ทั้งนี้วิเคราะห์ว่าส่วนหนึ่งได้สูญหายไปเพราะไม่มีการศึกษาวิจัยต่อเนื่อง รวมทั้งวิธีการเก็บส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบชั่วคราวที่ต้องมีการถ่ายเชื้อเป็นระยะ ๆ อย่างสม่ำเสมอ และอีกส่วนหนึ่งต้องการเก็บรักษาไว้เป็นการเฉพาะไม่เปิดเผยต่อสาธารณะ

ศช. ได้ตระหนักถึงความสำคัญในการอนุรักษ์จุลินทรีย์เพื่อการศึกษาและใช้ประโยชน์ จึงได้ให้การสนับสนุนการฝึกอบรมและเพิ่มขีดความสามารถให้กับศูนย์เก็บจุลินทรีย์เอเชียอาคเนย์ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย รวมทั้งได้มอบหมายให้ศึกษาแนวทางในการจัดให้มีศูนย์เก็บรวบรวมและรักษาจุลินทรีย์แห่งชาติ นอกจากนี้ ศช. ยังได้เล็งเห็นความสำคัญของศักยภาพการใช้ประโยชน์ในลักษณะใหม่ ๆ ที่มีมูลค่าเพิ่มสูงจากทรัพยากรจุลินทรีย์ จึงได้ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยทรัพยากรจุลินทรีย์อย่างเป็นระบบ โดยร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครงการ BRT รวมทั้งได้จัดตั้งห้องปฏิบัติการกลางพิเศษเพื่อการนี้ขึ้นสำหรับนักวิจัยในประเทศ ซึ่งได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 เป็นต้นมา ผลการศึกษาขั้นต้นปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจสำหรับการวางแผนพัฒนาไปสู่การผลิตสารชีวภัณฑ์ และตัวยาใหม่ ๆ ในการป้องกันรักษาโรคในเขตร้อนที่สำคัญ

ต่อมาโครงการ BRT ร่วมกับ ศช. ได้ให้การสนับสนุนการจัดตั้งห้องปฏิบัติการสำหรับเป็นหน่วยจัดเก็บจุลินทรีย์ที่ได้จากการศึกษาสำรวจวิจัยภายใต้การสนับสนุนของโครงการ BRT และการสนับสนุนของ ศช. เองขึ้นอีกแหล่งหนึ่ง ดำเนินการโดย ศช.

ในลักษณะศูนย์เก็บจุลินทรีย์เฉพาะทาง รวมทั้งให้บริการเป็นที่ฝากเก็บจุลินทรีย์อ้างอิงในโครงการวิจัยต่าง ๆ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการสูญหายอย่างที่เคยเป็นมาในอดีต โดยการเก็บรักษาในรูปแบบกึ่งถาวรในเชิงอนุรักษ์พันธุ์กรรมสำหรับการศึกษาความรู้และการใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต นอกจากนั้น ศช. ยังได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่เป็นหน่วยเก็บรักษาเพื่อการอ้างอิง สำหรับสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาให้กับกรมทรัพย์สินทางปัญญาเป็นกรณีพิเศษด้วย

12.3.1 การศึกษาทรัพยากรจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรีย

ก) แบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ แบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนมีความสำคัญ ทั้งในการรักษาความสมบูรณ์ของดินตามธรรมชาติ และในการเป็นพื้นฐานขององค์ความรู้จากธรรมชาติ สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางในการพัฒนาคุณภาพดิน และในการพัฒนาปุ๋ยชีวภาพ รวมทั้งมีศักยภาพในการนำความรู้ทางพันธุกรรมไปพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ในจำพวกแบคทีเรียที่รู้จักกันดีและมีการศึกษากันอย่างกว้างขวางทั่วโลกรวมทั้งในประเทศไทย ได้แก่ กลุ่มไรโซเบียมที่อาศัยอยู่กับพืชประเภทตระกูลถั่ว ส่วนกลุ่มที่ได้รับ ความสนใจรองลงมาในประเทศไทย ได้แก่ กลุ่มตรึงไนโตรเจนที่อาศัยอยู่อย่างอิสระ (เช่น กลุ่มแบคทีเรียอะซิโดแบคเตอร์) สำหรับกลุ่มแบคทีเรียกลุ่ม “ใหม่” ได้แก่ กลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจน ซึ่งในอดีตรู้จักกันในลักษณะที่เรียกว่าสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว หรือ blue-green algae

จากความสำคัญของแบคทีเรียกลุ่มนี้ต่อการพัฒนาการเกษตรของประเทศ ขอบข่ายการศึกษาจึงกว้าง รวมถึงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนในระบบนิเวศ (ศศิธร และคณะ, 2542) ประชากรจุลินทรีย์ที่ศึกษามีอยู่ 3 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มไรโซเบียม, กลุ่มตรึงไนโตรเจนที่อาศัยอยู่อย่างอิสระ และกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่

ตรึงไนโตรเจน การศึกษาครอบคลุม ภาคเหนือ ภาคอีสานและภาคกลาง ที่มีการทำการปลูกพืชไร่ และดำเนินการศึกษาติดตามในช่วงระยะเวลา 3 ปี ผลการศึกษา ชี้ให้เห็นว่า ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจุลินทรีย์กลุ่มไรโซเบียมต่ำที่สุด และโดยทั่วไปพบว่าจำนวนประชากรจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ในดินในช่วงร้อยละ 1.7-3.5 และค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 5-7 นอกจากนี้ยังพบว่าในพื้นที่เกษตรที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีและยาปราบศัตรูพืชมาก เช่น แปลงผัก จะทำให้ประชากรไรโซเบียมลดลง หรือไม่มีเลย ในขณะที่ปริมาณของฟอสฟอรัสจะช่วยส่งเสริมการเจริญของประชากรกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจน

นอกจากนั้น ยังพบว่า ประชากรจุลินทรีย์กลุ่มไรโซเบียมจะผันผวนอยู่เสมอในขณะที่ประชากรกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนจะค่อนข้างคงที่ โดยเฉพาะในแถบบนภูเขา

ข้อมูลและองค์ความรู้เหล่านี้ นับว่ามีประโยชน์ในการจัดการดินเพื่อการเกษตร โดยเฉพาะในการทำการเกษตรปลอดสารพิษ อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อเนื่องและในขอบข่ายที่กว้างขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

- แบคทีเรียกลุ่มไรโซเบียม

แบคทีเรียกลุ่มไรโซเบียมนี้ ถึงแม้ปกติจะเจริญได้ดีและพบได้ทั่วไปในดินที่มีอากาศหรือออกซิเจนเพียงพอ แต่จะแสดงลักษณะความสามารถตรึงไนโตรเจนได้ต่อเมื่อเข้าไปอาศัยอยู่ในรากพืชตระกูลถั่วและเพิ่มปริมาณจำนวนมากทำให้รากพืชมีลักษณะโป่งเป็นปมราก (nodules) กระจายตามรากพืช ทำหน้าที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาเป็นอาหารให้กับพืชที่อาศัยอยู่ สายพันธุ์แบคทีเรียมีความสัมพันธ์เฉพาะเจาะจงกับชนิดของพืชหรือต้นถั่ว เช่น กับพืชถั่วเหลือง ถั่วแดง (Bhromsiri *et al.*, 1995) กับพืชถั่วลิสงและกับพืชผักกระเฉดซึ่งจัดเป็นพืชชนิดหนึ่งในตระกูลถั่ว เช่นนี้เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงความจำเพาะดังกล่าวรวมทั้งการคัด

เลือกสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงในสภาวะสิ่งแวดล้อมที่ต้องการ

แบคทีเรียกลุ่มไรโซเบียม เป็นแบคทีเรียที่ได้มีการศึกษาวิจัยคัดเลือกกันมานานในประเทศไทย จนกระทั่งได้รับการพัฒนาและส่งเสริมให้มีการนำมาผลิตและใช้เป็น “ปุ๋ยชีวภาพ” ชนิดหนึ่ง สำหรับพืชถั่วโดยเฉพาะถั่วเหลืองใช้กันอย่างแพร่หลาย มีหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง ได้แก่ กองไรโซเบียมและจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร ซึ่งได้ทำการศึกษารวบรวม รวมทั้งทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์จากทั่วประเทศและจากแหล่งเก็บที่สำคัญของโลก สำหรับการผลิตปุ๋ยประเภทนี้ใช้ในประเทศ ในปัจจุบันมีการเก็บรวบรวมไว้กว่า 1,000 สายพันธุ์ นอกจากนั้น ยังมีสายพันธุ์จากแหล่งอื่นทั้งในและต่างประเทศที่มีฝากเก็บไว้ที่ศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์สำหรับอาเซียน ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยอีกจำนวนหนึ่งประมาณ 100 สายพันธุ์ (TISTR Culture Collection, 1995) และที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อีกประมาณ 200 สายพันธุ์ (อำพัน, ดิดดอส่วนตัว)

- แบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนแบบอิสระ

จากงานที่เป็นส่วนหนึ่งกลุ่มงานจุลินทรีย์ดินกรมวิชาการเกษตรและในมหาวิทยาลัย โครงการ BRT ก็ได้ให้การส่งเสริมงานวิจัยภายใต้การศึกษาและการรวมกลุ่มด้านสาหร่าย ตัวอย่างเช่นความหลากหลายทางพันธุกรรมของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนแบบอิสระในระบบนิเวศต่าง ๆ ในประเทศไทย (อรรณพ และคณะ, 2542) ได้ดำเนินการศึกษาสำรวจและเก็บรวบรวมแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้จากดิน (free-living bacteria) ในถิ่นอาศัยธรรมชาติในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยรวมทั้งสิ้นกว่า 90 สายพันธุ์ ในจำนวนนี้พบว่า บางสายพันธุ์มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนสูงกว่าสายพันธุ์มาตรฐาน และจากการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมสามารถแบ่งได้เป็น 7 กลุ่มด้วยกัน

การศึกษาแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนนี้ ได้มีการศึกษาอย่างต่อเนื่องโดยกลุ่มนักวิจัยของมหาวิทยาลัยสุรนารีร่วมกับกลุ่มงานจุลินทรีย์ดินของกรมวิชาการเกษตร แต่ในอดีตที่ผ่านมาได้ให้ความสำคัญโดยเน้นเพียงการศึกษาเชิงประยุกต์ ยังขาดการศึกษาเชิงพื้นฐานประกอบ โครงการศึกษาเหล่านี้จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาองค์ความรู้ในด้านนี้ในระยะยาว อย่างไรก็ดี เพื่อให้สามารถดำเนินการศึกษาได้อย่างต่อเนื่องและกว้างขวางมากขึ้นเพื่อประโยชน์ของประเทศ ควรจะได้ให้ความสำคัญกับการเก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์เหล่านี้ให้เป็นระบบและมาตรฐาน โดยประสานงานกับกรมวิชาการเกษตร หรือศูนย์ฝากเก็บจุลินทรีย์กลาง ณ ศช.

- การศึกษาแบคทีเรียในจินัสไซยาโนแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจน

จุลินทรีย์ประเภทนี้เคยเป็นที่รู้จักในลักษณะของสาหร่ายเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green algae) เพราะมีสีเขียว (แกมน้ำเงิน) เช่น สาหร่าย และมีความสามารถในการสังเคราะห์แสง ในขณะเดียวกันก็มีความแตกต่างกับแบคทีเรียในทางสรีรวิทยา จึงได้รับความสนใจในเชิงความหลากหลายทางชีวภาพที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ รวมทั้งความสามารถการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ

อย่างไรก็ดี การศึกษาการกระจายของแบคทีเรียยังมีอยู่จำกัด สาเหตุหนึ่งเนื่องจากความยากในการจัดจำแนก

การศึกษาในเรื่องนี้ ได้มีการรวบรวมสายพันธุ์แบคทีเรียจากภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยรวมได้กว่า 80 สายพันธุ์ ซึ่งส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 99 มีลักษณะรูปร่างเป็นสายใยและมีเซลล์พิเศษที่เรียกว่า heterocyst และจัดอยู่ใน Genus *Nostoc* หรือ Genus *Anabaena* และมีความสามารถตรึงไนโตรเจนได้ดี โดยเฉพาะในสภาพที่มีแสง แต่ก็พบว่ามีบางสายพันธุ์ที่ตรึงได้ในสภาพที่มืด และบางสายพันธุ์ตรึงได้ทั้งในสองสภาพ (ศศิธร และคณะ, 2542)

โครงการนี้ได้พยายามพัฒนาวิธีจำแนกโดย

ใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอ ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะให้ผลชัดเจนมากขึ้นในระดับสายพันธุ์/สปีชีส์ ซึ่งจะได้มีการดำเนินการต่อไป

ความสามารถในการสังเคราะห์แสงของแบคทีเรียกลุ่มนี้เกิดจากสารคลอโรฟิลล์ และสาร ไฟโคไซยานิน ซึ่งในปัจจุบันได้รับความสนใจในการนำไปศึกษาสำหรับนำไปสกัดเพื่อผลิตสีธรรมชาติอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งได้มีการเริ่มวิจัยเช่นกัน

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ทำการศึกษารวบรวมแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวนี้ไว้เป็นจำนวนประมาณ 100 สายพันธุ์ และได้ทำการวิจัยและพัฒนาการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ทั้งในลักษณะหั่วเชื้อเพื่อจำหน่ายสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์ และการส่งเสริมการผลิตในไร่เกษตรกร ในการนี้ ได้มีการใช้สายพันธุ์ที่ค้นพบในประเทศไทยเป็นส่วนประกอบสำคัญด้วย สายพันธุ์ดังกล่าวได้แก่ *Anabaena siamensis* (Antarikanonda et al., 1982) นอกจากนั้น ยังได้ดำเนินการวิจัยศักยภาพการใช้ประโยชน์จากไซยาโนแบคทีเรียบางชนิด เช่น *Anabaena* และ *Nostoc* นอกจากมีมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนเป็นประโยชน์ทางการเกษตรแล้วยังมีส่วนประกอบที่เป็นสารที่มีประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม เช่น อาหารเสริมในอาหารสัตว์ เป็นต้น (Sassanarakkit et al., 2000) โดยร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

ข) แบคทีเรียในกลุ่มแอกติโนมัยสิต

แบคทีเรียในกลุ่มนี้มีความสำคัญในระบบนิเวศวิทยาและการรักษาความสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากบทบาทในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุหลายชนิดในดิน ในทางเศรษฐกิจได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตยาปฏิชีวนะอย่างกว้างขวาง กลุ่มที่พบมากได้แก่ กลุ่ม *Streptomyces* เพราะแยกง่าย นอกจากประโยชน์ด้านปฏิชีวนะแล้ว ยังได้มีการค้นพบการใช้ประโยชน์ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น เช่น สารชีวภาพสำหรับการฟอกขาว อีกทั้งในปัจจุบันมีเทคนิคใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแยกจุลินทรีย์ได้อย่างมี

ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถค้นพบแบคทีเรียแอกติโนมัยสิต “ชนิดหายาก” (“Rare” Actinomycetes) ได้มากขึ้นตามลำดับ ด้วยเหตุดังกล่าว การสำรวจศึกษาแบคทีเรียกลุ่มนี้ จึงมีการดำเนินการกันมาอย่างต่อเนื่องในต่างประเทศ สำหรับประเทศไทยได้มีการศึกษาบ้างเช่นกันและได้มีการนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักโดยกรมพัฒนาที่ดิน สำหรับการศึกษานี้ในเชิงลึกยังมีค่อนข้างจำกัดและยังขาดความต่อเนื่อง โดยเฉพาะในกลุ่ม “หายาก” ที่กล่าวถึงข้างต้น

ตัวอย่างโครงการที่เป็นการศึกษาเชิงลึก ได้แก่ การศึกษาเพื่อพัฒนาเทคโนโลยียีนมาใช้ในการตรวจหาศักยภาพทางพันธุกรรมของจุลินทรีย์ในการสร้างระบบการทำงานของเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น สารปฏิชีวนะ เป็นต้น ซึ่งในกรณีนี้ เป็นการตรวจหายีนสำหรับระบบเอนไซม์สำหรับสารประเภท Polyketide จากแบคทีเรียกลุ่มแอกติโนมัยสิตของประเทศไทยที่ได้มีการเก็บรวบรวมไว้ที่ศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์กลาง ศช. โดยศึกษาจากสายพันธุ์ที่มีศักยภาพ 96 สายพันธุ์ ซึ่งปรากฏผลว่า เทคนิคดังกล่าวสามารถพัฒนาใช้ในการตรวจหาจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพที่ต้องการได้ (ยุวดี และอรินทิพย์, 2542) เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจหาจุลินทรีย์ที่สามารถขยายผลในการนำไปใช้ได้ในวงกว้างต่อไปในอนาคต อันจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการศึกษาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพที่หลากหลายของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยเหล่านี้ยังต้องทำมากขึ้นและสร้างบุคลากรเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มขีดความสามารถให้ถึงระดับที่จะนำไปสู่การปฏิบัติได้ในอนาคต นอกจากนี้ เทคนิคดังกล่าวยังสามารถปรับใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์ได้อีกทางหนึ่งด้วย

ศช. มีนโยบายที่จะส่งเสริมให้มีการศึกษาแบคทีเรียกลุ่มแอกติโนมัยสิต ปัจจุบันได้มีการรวบรวมสายพันธุ์ไว้แล้วประมาณ 450 สายพันธุ์ และ

คาดว่าจะมีจำนวนทั้งสิ้นประมาณกว่า 600 สายพันธุ์ทั่วประเทศ

ค) แบคทีเรียกลุ่มแลคติก

แบคทีเรียกลุ่มนี้นับได้ว่าเป็นกลุ่มที่มีการศึกษามากเกือบทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทยซึ่งได้มีการศึกษากันมายาวนานและนับได้ว่าเป็นระบบมากที่สุด เริ่มตั้งแต่การศึกษาในลักษณะที่เป็นวิทยานิพนธ์ของนิสิตนักศึกษา มีการเก็บรักษาสายพันธุ์ไว้ได้มากที่สุด และในหลายแหล่งเก็บรวบรวมประมาณกว่า 600 สายพันธุ์ ไปจนถึงงานวิจัยเชิงพัฒนาโดยนักวิจัยทั้งในภาครัฐและเอกชน รวมทั้งมีการพัฒนาจนถึงขั้นได้มีการรวมกลุ่มกันขึ้นเป็นชมรมเป็นทางการเป็นเวลาเกือบ 10 ปี โดยการริเริ่มของ รศ. ดร. วิเชียร ลีลาวัชรมาศ มีหน่วยงานรองรับการดำเนินงานของกลุ่มซึ่งรวมทั้งภาครัฐและเอกชน ได้แก่ ศูนย์ปฏิบัติการแลคติกแอกซิดแบคทีเรีย (ล.อ.บ.) คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถือได้ว่าเป็นรูปแบบการศึกษาทรัพยากรจุลินทรีย์อย่างเป็นระบบที่ควรจะได้รับ การส่งเสริมสนับสนุน และปรับใช้เป็นแบบอย่างในการส่งเสริมการรวมกลุ่มและการพัฒนาเครือข่ายในอนาคต

ความสนใจในแบคทีเรียกลุ่มนี้ มีแนวโน้มว่าจะมีมากขึ้น โดยมีส่วนสัมพันธ์กับความห่วงใยในสุขภาพของประชาชนทั่วไป โดยเฉพาะในลักษณะอาหารคุณภาพ และอาหารอนามัย รวมทั้งอาหารชีวจิตด้วย ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูง แบคทีเรียกลุ่มนี้มีบทบาทในอาหารหมักพื้นเมืองของหลายชาติรวมทั้งประเทศไทย ที่รู้จักกันดี ได้แก่ นมเปรี้ยว เนย โยเกิร์ต และอาหารหมักดองหลายชนิด จึงเชื่อว่าจะมีความปลอดภัยและเป็นที่คุ้นเคยยอมรับในวงกว้าง มีการคาดกันว่า ในอนาคตจะมีการนำแบคทีเรียกลุ่มนี้มาใช้ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม เช่น จากผลิตภัณฑ์และการฝากสารพันธุกรรม เพื่อทำหน้าที่บทบาทใหม่ ๆ เช่น เป็นวัคซีน เป็นต้น นอกจากนี้ การผลักดันให้มีการลดหรือห้ามใช้ยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์ก็มี

ส่วนให้มีการหันกลับไปใช้แบคทีเรียธรรมชาติเหล่านี้มากขึ้น เพราะมีลักษณะพิเศษในด้านเหล่านี้อยู่มาก ที่สำคัญลำดับสูง คือ ความสามารถในการผลิตสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียรวมถึงสารกันบูดที่ทำให้อาหารเน่าเสียหลายชนิด เรียกรวม ๆ ว่า สาร bacteriocin ตัวอย่างได้แก่ สาร nisin จาก *Lactococcus lactis*, lactacin และจาก *L. acidophilus* เป็นต้น ในประเทศไทยมีการสำรวจคัดแยกทั้งในเชิงประเภทอาหาร และในเชิงนิเวศวิทยา หรือพื้นที่ เช่น ในชนบทจันทบุรี ในเมือง และแหลม เป็นต้น รวมทั้งในลำไส้คนและสัตว์ ในส่วนการใช้ประโยชน์ได้มีการรวบรวมข้อมูลในส่วนประเภทกลุ่มอาหารเสริมชีวภาพที่เรียกว่าโปรไบโอติกจากแบคทีเรียกลุ่มนี้ไว้อย่างเป็นระบบ (วิเชียร, 2543; Suyanandana et al., 1999)

ศช. ได้ให้การส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มผู้วิจัยด้านแลคติกแอซิดแบคทีเรียขึ้นในต้นปี พ.ศ. 2543 ได้มีการหารือร่วมกันและมีข้อสรุปเบื้องต้นว่าสามารถแบ่งกลุ่มสาขานักวิจัยออกได้เป็น 4 กลุ่มงานวิจัยด้วยกัน คือ 1) การแยกและจัดจำแนกสายพันธุ์ 2) โปรไบโอติกส์ 3) การใช้ประโยชน์ และ 4) เอนไซม์

ง) แบคทีเรียกลุ่มอะซิติก

อะซิติกแอซิดแบคทีเรีย เป็นจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งที่มีความสามารถในการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ เป็นกรด ซึ่งมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ เช่น การปรุงอาหาร เป็นเครื่องดื่มน้ำ รวมทั้งช่วยในการถนอมอาหาร นอกจากนี้ จุลินทรีย์กลุ่มนี้ยังสามารถผลิต กรดกลูโคนิก ที่มีคุณสมบัติเป็น antioxidant ในอุตสาหกรรมอาหาร ผลิตน้ำตาล ซอร์บิท (L-Sorbose) ที่นำมาใช้เป็นสารตัวกลางในการผลิตไวตามินซีโดยขบวนการทางเคมี ผลิตเซลลูโลสบริสุทธิ์สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ และฟิล์มถาวรรูป เป็นต้น จากความสามารถของจุลินทรีย์ที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้นักวิจัยต่างชาติให้ความสนใจและทำการศึกษากันมากมาย ซึ่งเมื่อจัดกลุ่มการวิจัยแล้วจะมีประมาณ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ 1) ขบวนการผลิต 2) ผลิตภัณฑ์

และ 3) การจัดจำแนก ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ทั้งสิ้น

ในธรรมชาติจะพบแบคทีเรียกลุ่มนี้ปะปนอยู่ทั่วไป ทั้งในดิน พืช น้ำผึ้ง และเครื่องดื่มน้ำผลไม้ (Swing et al., 1992) ในผักและผลไม้ (Virojsaengaroon and Thanasupawat, 1990) และในอาหารหมัก (Potacharoen et al., 2000)

หลักฐานการศึกษาเกี่ยวกับอะซิติกแอซิดแบคทีเรียมีมากในต่างประเทศ ผลจากการศึกษาจากได้ผลิตภัณฑ์และวิธีการแล้ว ยังได้จุลินทรีย์เก็บรักษาไว้ตามหน่วยเก็บต่าง ๆ จากการสำรวจแหล่งเก็บจุลินทรีย์ที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักทั่วโลก ซึ่งนักวิจัยเชื่อถือในคุณภาพการเก็บรักษาและนิยมนำเข้ามาฝากเก็บพบว่า ที่ ATCC มีจำนวน 103 สายพันธุ์ (<http://www.atcc.org>) ในอังกฤษ มี 89 สายพันธุ์ (<http://www.ukncc.co.uk>) ที่เบลเยียมมี 261 สายพันธุ์ (<http://www.belspo.be>) ที่ญี่ปุ่นมี 13 สายพันธุ์ (<http://www.jcm.riden.go.jp>) และที่ประเทศจีนมี 11 สายพันธุ์ (<http://www.im.ac.cn>) ในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาด้านการคัดสายพันธุ์ (รสสุคนธ์, 2528) และการพัฒนาวิธีการผลิตที่มุ่งเน้นการผลิตสารจำพวกเซลลูโลสเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (Krusong et al., 1999) แบคทีเรียเหล่านี้เก็บไว้ที่ศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) (TISTR Culture Collection, 1995) จำนวน 84 สายพันธุ์ และที่ศูนย์เก็บจุลินทรีย์ ศช. (<http://www.bcc.biotec.or.th>) จำนวน 56 สายพันธุ์ การศึกษาด้านการจัดจำแนกจุลินทรีย์กลุ่มนี้ในประเทศไทย ยังไม่ค่อยแพร่หลายมากนัก เนื่องจากนักวิจัยส่วนใหญ่ให้ความสนใจในด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ และวัตถุดิบมากกว่า อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยร่วมระหว่างนักวิจัยไทย และญี่ปุ่น พบอะซิติกแอซิดแบคทีเรียสายพันธุ์ใหม่จากประเทศไทย คือ *Asaia siamensis* BCC 7075^T และ BCC 7097 ซึ่งคัดแยกจากดอกพลับพลึง (อยู่ระหว่างจัดพิมพ์)

จ) การศึกษาแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ

ขอบข่ายการศึกษาแบคทีเรียในประเทศไทย ครอบคลุมมากมายหลายชนิด เกินกว่าที่จะสามารถ นำมากล่าวรวมไว้ได้ในรายงานเดียวกันในคราวเดียว ในขณะเดียวกันก็มีข้อมูลบางประเด็นที่น่าสนใจในเชิง ทิศทางการศึกษาในอนาคต จึงยกมากล่าวเป็นตัวอย่างพอสังเขป ดังนี้

- การศึกษาระบบอาศัยของแบคทีเรียในจี นัสโวลบาเคีย (*Wolbachia*)

แบคทีเรีย *Wolbachia* จัดอยู่ในกลุ่ม แบคทีเรีย alpha-proteobacteria และมักพบอาศัย อยู่กับสัตว์ประเภทที่มีลำตัวเป็นปล้อง (arthropods) เช่นแมลง หรือแมง และพวกไส้เดือนฝอย เป็นต้น โดยจะผลต่อระบบสืบพันธุ์ของสัตว์ที่ให้อาศัย ทำให้ ระบบการร่วมอยู่อาศัยดังกล่าวเป็นระบบอาศัยที่น่าสนใจในเชิงวิชาการในด้านการควบคุมการเจริญเติบโตทางชีวภาพหรือทางธรรมชาติของศัตรูพืชบางชนิด

การศึกษาแบคทีเรียชนิดนี้ยังมีน้อยในเขต ร้อนเช่นประเทศไทย และจากการศึกษาสำรวจใน ประเทศไทยในกรณีนี้ (ปัทมาภรณ์ และคณะ, 2543) ได้เห็นการสำรวจในสัตว์ให้อาศัยที่อาศัยอยู่ใน ข้าวทั่วประเทศไทยกว่า 70 ชนิด ปรากฏจาก การสำรวจพบว่ามีอยู่ในสัตว์อาศัยหลายชนิด และใน อัตราที่สูงกว่าที่พบในเขตอบอุ่น โดยพบประมาณ ร้อยละ 30 นอกจากนั้น ยังเป็นการรายงานการพบ เป็นครั้งแรกในแมงมุม (*Oecobius annulipes*) และ ไรน้ำจืด (*Mesocyclops thermocyclopoides*)

นอกจากนั้นยังมีการตรวจพบในพยาธิ (filarial nematodes-*Brugia malayi* and *Wuchereria bancrofti*) ในโลหิตผู้ป่วยในประเทศไทยด้วย

ในเชิงความรู้พื้นฐาน นับว่าเป็นโครงการที่ น่าสนใจ และมีศักยภาพที่จะพัฒนาต่อไปได้ในหลาย แนวทาง ซึ่งสมควรได้รับการติดตามความก้าวหน้า และให้การสนับสนุนต่อไปในอนาคตโดยเฉพาะใน ด้านการสร้างกลุ่มและพัฒนาบุคลากรทางด้านนี้เพื่อ ส่งเสริมการขยายขอบข่ายการศึกษาออกไปทั้งใน

ระดับพื้นฐานและระดับการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ให้เป็นประโยชน์ต่อไป

- การศึกษาแบคทีเรียกลุ่มโรคพืชบางชนิด
ประเทศไทยมีการสำรวจ ศึกษา และรวบรวมเก็บรักษาแบคทีเรียกลุ่มโรคพืชจากทั่วประเทศไว้ อย่างเป็นระบบในระดับหนึ่ง ภายใต้กองโรคพืช กรม วิชาการเกษตร ซึ่งปัจจุบันเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่าย ศูนย์เก็บรักษาทรัพยากรจุลินทรีย์ของชาติ กลุ่ม แบคทีเรียที่เก็บส่วนใหญ่ ได้แก่ กลุ่ม *Pseudomonas* และ *Xanthomonas* รวมกันมากกว่า 400 สายพันธุ์

นอกจากฐานข้อมูลความรู้ในด้านโรคพืช แล้ว ประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับแบคทีเรียกลุ่มโรคพืช คือ ความสามารถของกลุ่ม *Xanthomonas* ซึ่งมีคุณ ลักษณะที่มีการพัฒนามาใช้ประโยชน์ได้ในทาง เศรษฐกิจ เช่น *Xanthomonas campestris* ซึ่งทำให้เกิดโรคเน่าสีดำ (black rot) ในพืช ในขณะเดียวกันก็ สามารถนำมาผลิตสารเหนียว (xanthan gum) สำหรับใช้ในการผสมอาหาร หรือเครื่องสำอาง หรือ ยาประเภทครีมเพื่อเพิ่มความหนืด เป็นต้น

การศึกษาด้านสรีรวิทยาของกลุ่มแบคทีเรีย ดังกล่าวในเชิงลึก จึงมีความสำคัญและได้มีความสนใจศึกษาในด้านนี้ในระดับอื่น เช่น การศึกษาการ สมองตอบของแบคทีเรียต่อสภาพแวดล้อมจำเพาะ เป็นต้น (Vattanaviboon, 1999) ซึ่งจะเป็นพื้นฐาน ที่สำคัญสำหรับการศึกษาการใช้ประโยชน์ในอนาคต ในวงกว้าง เพราะได้เคยมีการค้นพบว่าแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* นั้น เมื่อนำมาเพาะเลี้ยง กับแบคทีเรีย *Escherichia coli* F+ จะสามารถจะรับ การถ่ายทอดยีนได้ ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในคุณ ลักษณะที่สำคัญ

นอกจากนั้น ในกรณีของแบคทีเรียที่ สามารถผลิตสารเหนียวนี้ ยังมีแบคทีเรียกลุ่มอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติในลักษณะคล้ายคลึงกันที่มีการศึกษา ค้นพบในประเทศไทย เช่น ได้มีการสำรวจศึกษาและ รวบรวมได้จากตัวอย่างเชื้อที่แยกจากของเสียจาก อาหารทะเล (Dermlim, 1999) ในจำนวน 188 ตัว

อย่างเชื้อ พบ 3 สายพันธุ์ที่มีคุณลักษณะที่น่าสนใจ ได้แก่ *Enterobacter cloacae*, *E. agglomerans* และ *Pseudomonas alcaligenes* ซึ่งสามารถ นำมาปรับใช้เป็นสารช่วยการตกตะกอน (Biofloculants) ในการฟอกน้ำเสีย

- การศึกษาแบคทีเรียกลุ่มที่ทำลายสารประเภทไฮโดรคาร์บอน

ปัญหาสิ่งแวดล้อมเนื่องจากมลพิษประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงหรือไฮโดรคาร์บอน กระตุ้นให้มีความสนใจในการค้นหาจุลินทรีย์ที่มีคุณลักษณะพิเศษสามารถทำลายสารประเภทนี้ได้ดี สำหรับประเทศไทย วท. ไตรเริ่มศึกษาในเรื่องนี้มาเป็นลำดับ (วัลลภา และคณะ, 2537) รวมทั้งได้มีการวิจัยและพัฒนาการนำไปใช้ประโยชน์ในการกำจัดคราบน้ำมันได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ภายใต้การร่วมมือและสนับสนุนของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย และอยู่ระหว่างการจดสิทธิบัตรเทคโนโลยีดังกล่าว (จิราภรณ์, ตัดต่อส่วนตัว)

1.3.3.2 การศึกษาจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญมา ยาวนานในการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม ก่อนที่จะมีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การทำขนมปังและการทำไวน์ และสุราต่าง ๆ ประมาณกันว่าอาจจะนานหลายพันปี ในทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานยีสต์มีวิตามินบีหลายชนิด และปริมาณโปรตีนภายในเซลล์สูง จึงเป็นแหล่งวิตามินรวมและโปรตีนที่ดีอีกทางหนึ่งด้วย คนไทยรู้จักใช้ประโยชน์ในการทำข้าวหมากขนมถั่วฟู น้ำส้มสายชู ปลาเจ่า เครื่องดื่มพื้นบ้านหลายชนิด เช่น อุ กระแช่ สาโท ในปัจจุบันมีการใช้ยีสต์ในการผลิตสุรา เบียร์ แอลกอฮอล์ และอาหารเสริม เป็นต้น แหล่งของยีสต์นอกจากติดมากับผลิต

ผลทางธรรมชาติแล้ว ยังมีในรูปของ “ลูกแป้ง” และในปัจจุบันมีจำหน่ายในรูปเชื้อบริสุทธิ์ อีกทั้งสามารถจัดหาได้จากแหล่งเก็บหลายแห่งในประเทศ แหล่งเก็บที่สำคัญได้แก่ ศูนย์เก็บรวบรวมจุลินทรีย์ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (TISTR Culture Collection, 1995) กลุ่มยีสต์ที่มีความสำคัญและนำไปใช้ประโยชน์มาก ได้แก่ กลุ่ม *Saccharomyces* และกลุ่ม *Candida*

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับยีสต์ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเชิงประยุกต์ โดยเฉพาะการผลิตไวน์ซึ่งมีการส่งเสริมอย่างแพร่หลาย หน่วยงานที่ศึกษากลุ่มยีสต์โดยมีการรวบรวมและคัดเลือกสายพันธุ์อย่างต่อเนื่องได้แก่ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีการศึกษาในเชิงความหลากหลายทางชีวภาพ ลักษณะนิเวศ และในด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพพื้นฐานด้วย

การค้นพบยีสต์ที่มีลักษณะพิเศษในประเทศไทยที่สำคัญ คือ ยีสต์สำหรับผลิตแอลกอฮอล์ที่ตกตะกอนได้ดี และผลิตแอลกอฮอล์ได้สูง โดย ดร. จรูญ คำนวนตา แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และได้มีการนำไปใช้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมด้วย นอกจากการแสวงหายีสต์ที่มีความทนต่อแอลกอฮอล์ในความเข้มข้นสูงแล้ว ยังมีความสนใจการศึกษาเพื่อคัดเลือกยีสต์ที่ทนความเค็มได้สูง (Limtong et al., 1998) ในการศึกษานี้ได้คัดแยกจากแหล่งอาหารต่าง ๆ ที่มีความเค็มหรือความหวานสูงได้กว่า 100 ตัวอย่างจุลินทรีย์ และทำการศึกษาในเชิงลึกระดับยีนควบคู่ไปด้วย

ปัจจุบันคาดว่าจะมีการเก็บรวบรวมยีสต์อยู่ตามแหล่งต่าง ๆ ทั่วประเทศสูงถึงกว่า 600 สายพันธุ์

12.4 การเก็บรักษาจุลินทรีย์เพื่อการอนุรักษ์: เครือข่ายศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์แห่งชาติ

จากหลักฐานการสำรวจที่ปรากฏในรายงานของศูนย์ข้อมูลจุลินทรีย์โลก ปัจจุบันมีแหล่งเก็บจุลินทรีย์รวมทั้งสิ้น 61 แหล่งด้วยกัน ดังแสดงในตารางที่ 12.1 โดยที่การเก็บรักษาจุลินทรีย์เพื่อการอนุรักษ์แบบถาวรนั้น ต้องการการจัดการอย่างเป็นระบบที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพเป็นมาตรฐานสากลเพื่อการประสานแลกเปลี่ยนข้อมูลทั้งระดับภายในประเทศและกับต่างประเทศ ดังนั้น ประเทศต่าง ๆ จึงได้มีการปรับปรุงการบริหารการจัดการเก็บให้มีความพร้อมเพื่อการประสานงานตามแผนงาน

Global Biodiversity Information Facility (GBIF) สำหรับประเทศไทย ได้มีแนวนโยบายในเรื่องนี้อยู่แล้ว และได้มีการศึกษาเตรียมการเป็นระยะ ๆ เริ่มจากการที่ ศช. ได้ให้การสนับสนุนการฝึกอบรมและเพิ่มขีดความสามารถให้กับศูนย์เก็บจุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และต่อมาโครงการ BRT ร่วมกับ ศช. ได้ให้การสนับสนุนการจัดตั้งห้องปฏิบัติการสำหรับเป็นหน่วยจัดเก็บจุลินทรีย์ขึ้นใหม่ ณ ศช. สำหรับให้บริการรับเป็นที่ฝากเก็บจุลินทรีย์อ้างอิงในโครงการวิจัยต่าง ๆ

ตารางที่ 12.1 จำนวนหน่วยเก็บรักษาจุลินทรีย์ในประเทศไทยที่เป็นสมาชิกศูนย์เก็บข้อมูลจุลินทรีย์โลก*

องค์กร	จำนวนหน่วยเก็บจุลินทรีย์
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	1
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข	2
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	6
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม	3
มหาวิทยาลัย	49
รวมจำนวน	61

*<http://www.wdcm.nig.ac.jp>

ในขณะเดียวกัน รัฐบาลมีนโยบายให้มีการจัดตั้งศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพขึ้น เพื่อทำหน้าที่ประสานการดำเนินงานด้านความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชาติ และในการประสานงานในด้านนี้กับต่างประเทศ ภายใต้นโยบายและการกำกับของคณะกรรมการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ในการนี้ หน่วยเก็บรวบรวมจุลินทรีย์ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ หน่วยจัดเก็บรักษาจุลินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร หน่วยจัดเก็บรักษาจุลินทรีย์ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และหน่วยจัดเก็บรักษาจุลินทรีย์ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ

และมีการจัดเก็บจุลินทรีย์ด้านการศึกษา ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์และสาธารณสุข และด้านการอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อมตามลำดับ) ได้ร่วมหารือและดำเนินการร่วมกันในการเตรียมการประสานระบบข้อมูลการจัดเก็บให้เป็นมาตรฐานเดียวกันและเป็นมาตรฐานสากล ในรูปแบบซึ่งจะสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ทางเครือข่ายอิเล็กทรอนิกส์ ภายใต้การกำกับดูแลของคณะกรรมการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ (ด้านจุลินทรีย์) อีกทั้งยังมีแผนงานสำหรับตรวจสอบคุณภาพเชื้อ พัฒนาการจัดเก็บระยะยาวอย่างปลอดภัย และการให้บริการอย่างเป็นระบบได้มาตรฐานสากลเช่นเดียวกัน โดยที่เครือข่ายนี้จะร่วมกันทำหน้าที่

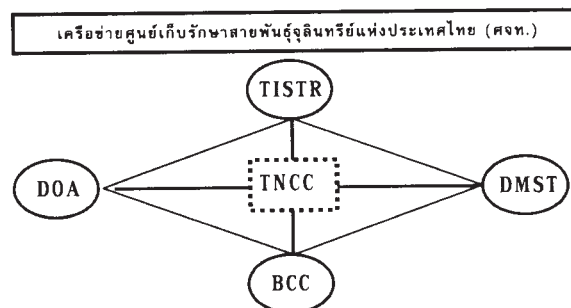
ที่เป็นเครือข่ายศูนย์จุลินทรีย์แห่งชาติ ในอนาคตมีแผนงานที่จะขยายเครือข่ายตามความเหมาะสมตามนโยบายของรัฐ

ในการจัดการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์เก็บรักษาจุลินทรีย์ของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบการบริหารและจัดการทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศ ทั้งในด้านเชื้อพันธุ์ และข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และให้สะดวกในการติดตามตรวจสอบจำนวนและชนิดที่มีอยู่ รวมทั้งการเคลื่อนไหวหรือแพร่กระจายของจุลินทรีย์ไทยในประเทศต่าง ๆ ซึ่งปัจจุบันมีงานวิจัยที่นักวิจัยในแต่ละองค์กรได้ทำการศึกษาทั้งโดยตนเอง และร่วมกับนักวิจัยต่างชาติ ผลผลิตที่ได้จากงานวิจัยในส่วนที่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีการเก็บรักษาเป็นไปอย่างกระจัดกระจาย และบางครั้งมีการสูญหาย หรือตาย ทำให้การศึกษาเพิ่มเติมหรือต่อเนื่องไม่สามารถกระทำได้

ในประเทศไทยมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่เก็บรักษาจุลินทรีย์หลายแห่ง แต่แหล่งที่สำคัญและมีความพร้อมในด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ กำลังคน และกิจกรรม รวมทั้งมีนโยบายขององค์กรที่เน้นด้านการเก็บรักษาจุลินทรีย์นั้น มีอยู่เพียง 4 แห่ง คือ ศูนย์เก็บจุลินทรีย์สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.), ศูนย์เก็บจุลินทรีย์ กรมวิชา

การเกษตร, ศูนย์เก็บจุลินทรีย์ กรมวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ และศูนย์เก็บจุลินทรีย์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (คสช.) ซึ่งแต่ละศูนย์ที่กำลังมาทำหน้าที่เก็บรักษาจุลินทรีย์ตามนโยบายองค์กร และมีความเชี่ยวชาญที่แตกต่างกันไปตามชนิดจุลินทรีย์ที่เก็บรักษา ในการประสานให้ศูนย์ฯ ทั้ง 4 แห่ง เป็นเครือข่ายศูนย์เก็บจุลินทรีย์ของประเทศ จะช่วยให้การดำเนินงานด้านการจัดการทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศสามารถกระทำได้อย่างครบถ้วนในแง่ของชนิดจุลินทรีย์ และความเชี่ยวชาญของบุคลากร เครือข่ายศูนย์เก็บจุลินทรีย์ประกอบด้วย 1) ศูนย์เก็บจุลินทรีย์ วท. 2) ศูนย์เก็บจุลินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร 3) ศูนย์เก็บจุลินทรีย์ กรมวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ และ 4) ศูนย์เก็บจุลินทรีย์ คสช.

โดยในขั้นแรกศูนย์เก็บจุลินทรีย์ คสช. จะทำหน้าที่เป็นสำนักงานเลขานุการของเครือข่าย ส่วนคณะกรรมการหลักของศูนย์จุลินทรีย์แห่งชาติจะประกอบด้วย ผู้จัดการศูนย์จุลินทรีย์ทั้ง 4 ศูนย์ ซึ่งจะหมุนเวียนกันทำหน้าที่เป็นประธานในคณะกรรมการเครือข่ายดังกล่าว ลักษณะการเชื่อมโยงของเครือข่าย ดังแสดงในภาพที่ 12.1 และ 12.2



DOA = Department of Agricultural (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

DMST = Department of Medical Science (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข)

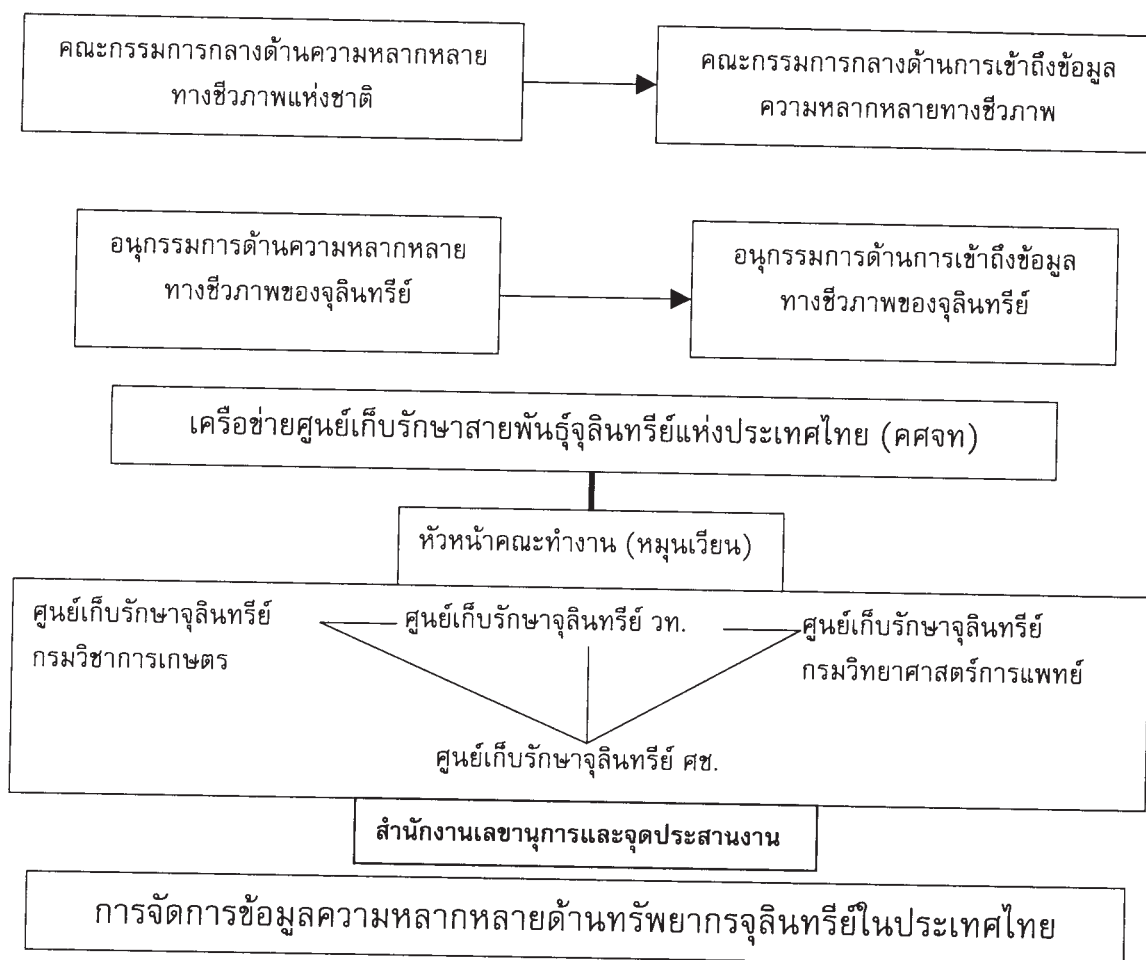
TNCC = Thailand Network on Culture Collection (เครือข่ายศูนย์เก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์แห่งประเทศไทย (คสท.))

TISTR = Thailand Institute of Scientific and Technological Research (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม)

BCC = BIOTEC Culture Collection (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ)

ภาพที่ 12.1 เครือข่ายอิเล็กทรอนิกส์ศูนย์เก็บจุลินทรีย์แห่งประเทศไทย

แผนผังการบริหารจัดการข้อมูลเครือข่ายศูนย์เก็บจุลินทรีย์แห่งประเทศไทย



วท. = สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

คช. = ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

ภาพที่ 12.2 แผนผังการบริหารจัดการข้อมูลเครือข่ายศูนย์เก็บจุลินทรีย์แห่งประเทศไทย

12.5 จุลินทรีย์สายพันธุ์ใหม่ที่ค้นพบในประเทศไทย

จากการที่นักวิจัยในประเทศไทยได้ให้ความสนใจในการศึกษาวิจัยในสาขาจุลชีววิทยามานาน และได้มีการสำรวจคัดแยกเสาะหาสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีลักษณะใหม่ ๆ รวมทั้งได้มีการศึกษาในบางกลุ่มอย่างต่อเนื่อง จึงมีโอกาสในการค้นพบแบคทีเรียและยีสต์สายพันธุ์ที่มีลักษณะแปลกใหม่เป็นระยะ ๆ แต่เป็นที่น่าเสียดายที่ในหลายกรณีไม่ได้มีการศึกษาจัดจำแนกตามมาตรฐานสากล เพื่อทำการจดทะเบียน

รับรองอย่างเป็นทางการ และในบางกรณีเป็นการ
ดำเนินงานโดยผู้ร่วมงานต่างประเทศแต่ฝ่ายเดียวทำ
ให้ขาดข้อมูลและสายพันธุ์ต้นแบบ หรือสายพันธุ์อ้าง
อิงสำหรับเก็บรักษาตามระเบียบสากล อย่างไรก็ตาม
จากที่ปรากฏหลักฐานที่สามารถรวบรวมได้ใน
ปัจจุบันและมีข้อมูลสมบูรณ์ มีสายพันธุ์แบคทีเรีย
และยีสต์ที่เป็นสายพันธุ์ใหม่จากประเทศไทยดังแสดง
ในตารางที่ 12.2

ตารางที่ 12.2 รายชื่อแบคทีเรียและยีสต์สายพันธุ์ใหม่ที่พบในประเทศไทย

ลำดับที่	ชื่อสกุล	รหัสไทย	รหัสอื่น	ชนิด
1	<i>Bensingtonia musae</i>	TISTR 5645	JCM 8801 ^T	ยีสต์
2	<i>Bullera penniseticola</i>	TISTR 5720	JCM 9857 ^T	ยีสต์
3	<i>Kockovaella thailandica</i>	TISTR 5590	JCM 7824 ^T	ยีสต์
4	<i>Kockovaella imperatae</i>		JCM 7826 ^T	ยีสต์
5	<i>Kockovaella sacchari</i>	TISTR 5721	JCM 9858 ^T	ยีสต์
6	<i>Bensingtonia thailandica</i>	TISTR 5733	JCM 10651	ยีสต์
8	<i>Sporobolomyces nylandii</i>	TISTR 5581		ยีสต์
9	<i>Sporobolomyces poonsookiae</i>	TISTR 5722	JCM 10207	ยีสต์
10	<i>Sporobolomyces blumeae</i>	TISTR 5723	JCM 10212	ยีสต์
11	<i>Sporobolomyces vermiculatus</i>	TISTR 5562	JCM 10221	ยีสต์
12	<i>Tilletiopsis dextii</i>	TISTR 5726	JCM 10216	ยีสต์
14	<i>Tilletiopsis pennesti</i>	TISTR 572...	JCM 10216	ยีสต์
15	<i>Asaia siamensis</i>	BCC 7075 ^T		แบคทีเรีย
16	<i>Asaia siamensis</i>	BCC7097		แบคทีเรีย
17	<i>Lactobacillus acidipsis</i>	TISTR 1386 ^T		แบคทีเรีย
18	<i>Weissella thailandensis</i>	TISTR 1384 ^T		
19	<i>Microbispora corallina</i>		JCM 10267	แบคทีเรีย
20	<i>Anabaena siamensis</i>	TISTR 8012		แบคทีเรีย

12.6 แนวคิด และข้อเสนอแนะ

นักวิจัยไทยในกลุ่มงานแบคทีเรียและยีสต์หลายคน นับได้ว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญในระดับหนึ่ง และเป็นทรัพยากรบุคคลสำคัญของชาติที่สามารถทำหน้าที่เป็นแกนนำสำคัญในการกระตุ้นให้มีการร่วมกันเป็นเครือข่ายในการดำเนินงานวิจัยในด้านต่าง ๆ ในกลุ่มย่อยในเชิงลึกต่อไปอีกอย่างต่อเนื่อง สร้างสมองค์ความรู้ ประสบการณ์ และผลงานวิจัยให้เกิดผลอย่างจริงจัง เพราะนอกจากจะมีประโยชน์โดยตรงต่อนักวิจัยและหน่วยงานวิจัยที่สังกัดโดยตรงแล้ว หากได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลและสายพันธุ์อย่างเป็นระบบเป็นส่วนหนึ่งของฐานข้อมูลการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศโดยรวม น่าจะมีประโยชน์ต่อประเทศชาติในลักษณะองค์ความรู้หรือเครื่องมืออีกทางหนึ่ง และยิ่งหากได้มีการหารือ

ชนึกกำลังกันในกลุ่มนักวิจัยในแต่ละกลุ่มในการวางแผนงาน วิเคราะห์วิจัยนำไปสู่เป้าหมายรวมของประเทศร่วมกันด้วยแล้ว ยิ่งจะทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มเสริมกันได้มากยิ่งขึ้นไปอีก ทั้งยังสามารถช่วยกันกำหนดทิศทางและกลยุทธ์ดำเนินการวิจัยรวมทั้งการสนับสนุนทุนวิจัยให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติโดยรวมได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพคุ้มค่ามากขึ้น

ในส่วนที่เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนสายพันธุ์และข้อมูลระหว่างกันและกับนักวิจัยต่างประเทศ รวมทั้งการเข้าถึงทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศในอนาคตนั้น วิวัฒนาการทางด้านบริหารจัดการทรัพยากรจุลินทรีย์ของประเทศไทยเองและของประเทศอื่น ๆ ในระยะสองสามปีที่ผ่านมา เห็นได้ว่านับวันจะมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีการ

ทำความเข้าใจศึกษาระเบียบใหม่ ๆ ให้ดี การรวมกลุ่มนักวิจัยเพื่อการสื่อสารข้อมูลความรู้ระหว่างกันในกลุ่มเป็นแนวทางเบื้องต้นทางหนึ่งที่จะช่วยให้การดำเนินงานมีความร่วมมือวิจัยกับต่างประเทศในอนาคตเป็นไปด้วยความราบรื่น

ในทางปฏิบัติ หมายถึง การส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มอย่างไม่เป็นทางการในกลุ่มนักวิจัยไทย

ในแต่ละกลุ่มจุลินทรีย์ ร่วมกันพิจารณาแนวทางในการพัฒนาโครงการวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้อง (เช่นเดียวกับกลุ่มแบคทีเรียแลคติก) เพื่อผลักดันให้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยและพัฒนาของชาติ และพิจารณาความเหมาะสมในการขยายกลุ่มวิจัยให้เชื่อมโยงกับกลุ่มงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- นางพาง จิตรกร และวันเชิญ โพธาเจริญ. 2539. ความช่วยเหลือของยูเนสโกในกิจกรรมของกิจกรรมของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. วารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษา สหประชาชาติ 28(3): 40-52.
- ปัทมาภรณ์ กฤตยพงษ์, อภิสิทธิ์ ทิพย์อักษร, เฉลิม สีนุเสถ, J. R. CUNNINGHAM, สุรางค์ ไตรธีระประภาพ, S. L. O'NEILL. 2543. การศึกษาการกระจายของจุลินทรีย์ *Wolbachia* ในสัตว์ให้อาศัยในประเทศไทย. ใน: รวมบทคัดย่อโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์ การประชุมวิชาการประจำปี โครงการ BRT ครั้งที่ 3. หน้า 179.
- พวงเพ็ญ สุธะนันท์. 2543. แบคทีเรียฆ่าลูกน้ำยุง อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม. จดหมายข่าว วท. ปีที่ 3 ฉบับที่ 9.
- พูนศุข อุตตมสมบูรณ์, วันเชิญ โพธาเจริญ และวัลลภา อรุณไพโรจน์. 2538. การศึกษาวิเคราะห์แนวทางการจัดตั้งและดำเนินงานของศูนย์รวบรวม เก็บรักษา และบริการเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์. รายงานเสนอต่อศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.
- มาลี สุวรรณรัตน์. 2543. ทฤษฎีการจุลินทรีย์กับความหลากหลายทางชีวภาพ. จดหมายข่าวศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ 2(1): 5.
- ยุวดี ตาลาวนิช และอรินทิพย์ ธรรมชัยพิเนต. 2542. การตรวจหา ยีน polyketide synthase type I และ type II จาก Actinomycete คัดแยกจากดินในประเทศไทย. ใน: รวมบทคัดย่อโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์ การประชุมวิชาการประจำปี โครงการ BRT ครั้งที่ 3. หน้า 182.
- รสสุคนธ์ เหล่าไพบูลย์. 2528. การคัดเลือกจุลินทรีย์ผลิตกรดน้ำส้มที่เหมาะสมกับวิธีการผลิตแบบต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัลลภา อรุณไพโรจน์, สุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์, พวงเพ็ญ สุธะนันท์ และจิราภรณ์ สุขุมาวาสี. 2537. การแยกและคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่ย่อยสลายสารไฮโดรคาร์บอน. รายงานการประชุมประจำปีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32.
- วิเชียร สิวาวัชรมาศ. 2543. โปรไบโอติก: อาหารสุขภาพสำหรับคนและสัตว์. ตอนที่ 1-5 วารสารจารย์พา ฉบับที่ 41-45, 2541 และ ตอนที่ 6-9 และจบ วารสารจารย์พา ฉบับที่ 46-49, 2542. อ้างในจดหมายข่าว ล.อ. บ. ปีที่ 9(25): 2-3, 2543. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิสุทธิ ใบไม้. 2538. การศึกษาสถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 254 หน้า.
- ศศิธร อินทรนอก, หนึ่ง เตียอำรุง, นันทกร บุญเกิด และสมพร ชุนห์ลือชานนท์. 2542. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไซยาโนแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนในระบบนิเวศต่าง ๆ ในประเทศไทย. ใน: รวมบทคัดย่อโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์ การประชุมวิชาการประจำปี โครงการ BRT ครั้งที่ 3. หน้า 180.

- อรรณพ ปิยะบุญ, นันทกร บุญเกิด, หนึ่ง เตียอำรุง และเศรษฐา ศิรีพันธ์. 2542. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไซยาโนแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนแบบอิสระในระบบนิเวศต่าง ๆ ในประเทศไทย. ใน: รวมบทความโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์ การประชุมวิชาการประจำปี โครงการ BRT ครั้งที่ 3. หน้า 181.
- ANTARIKANONDA, P. AND H. LORENZO. 1982. Nitrogen-fixing bluegreen algae (Cyanobacteria). Arch. Hydrobiol. Suppl. 63, Algological Studies 30: 53-70.
- BHROMSIRI, A., A. SHUTRRIRUNG, S. NILLAKAN, A. PENGNOO AND P. SUTIGULABUD. 1995. Native root nodule bacteria for soybean and red kidney bean in northern Thailand. In: MUROOKA (ed.), 1996, Breeding of nitrogen-fixation bacteria in southeast Asia. Report of Monbusho International Scientific Program. Dept. of Biotechnology, Osaka Univ. Japan.
- DERMLIM, W. 1999. Screening for polymer-producing bacteria from seafood sludge and biofloculant characterization. วารสารสมาคมเทคโนโลยีชีวภาพ 5(11): 6.
- KRUSONG, W., N. PHAPINYO AND T. YOSHIDA. 1998. Counteraction of negative effect on cellulose production in agitated submerged culture of *Acetobacter xylinum*. Asian Network on Microbial Researches, Gadjah Mada University (GMU) The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN) Science and Technology Agency, Japan.
- LIMTONG, S., W. YONGMAITCHAI, H. KAWASAKI, K. FUJIYAMA AND T. SEKI. 1998. Taxonomic characterization of halotolerant yeasts isolated in Thailand and their applications. Proceedings of International Conference on Asian Network on Microbial Researches. Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia, 23-25 February.
- MARTIN, S. M. AND V. B. D. SKERMAN. 1972. World directory of cultures of collection of microorganismset. Wiley Interscience.
- POTACHAROEN, W., R. R. NAVARRO, P. BUDKA, K-I SUZUKI AND K. KOMAGATA. 2000. Isolation and identification of acetic acid bacteria from fermented foods in Thailand. International Conference on Asian Network on Microbial Research, Chiang Mai, Thailand, 29 November-1 December, 1999.
- SASSANARAKKIT, S., N. NARANONG, W. CHOOCHOTE, A. KOPRASERTSAK AND K. JARUJAREET. 2000. Future international network on utilization of Cyanobacteria research in Asia. International Workshop on Asian Network on Microbial Research, Siam Inter-Continental, Bangkok Thailand, 28-29 August 2000.
- SUYANANDANA, P., S. SASSANARAKKIT, P. SAMAN, D. KRAYKAW, P. BUDHAKA, P. BOONSONG, P. DISYABUT, Y. CAI AND Y. BENNO. 2000. Effect of new beneficial lactic acid bacteria on animal productions. International Workshop on Asian Network on Microbial Research, Siam Inter-Continental, Bangkok Thailand, 28-29 August 2000.
- SWINGS, J. 1992. The genera *Acetobacter* and *Gluconobacter*. In: BALOWS, A., H. G. TRUPER, M. WORKIN, W. HARDER AND K. H. SCHLEIFER (eds.), *The Prokaryotes*, 2nd ed., vol. 3, pp. 2268-2286. Springer-Verlag Inc., New York.
- THOMSON, J. A., A. BHROMSIRI, A. SHUTSRIRUNG AND S. NILLAKAN. 1991. Native root nodule bacteria of traditional soybean-growing areas of northern Thailand. *Plant and Soil* 135: 53-65.
- TISTR CULTURE COLLECTION. 1995. List of cultures. Thailand Institute of Scientific and Technological Research. Bangkok, Thailand.
- VATTANAVIBOON, P. 1999. The study of oxidative stress response in *Xanthomonas* spp. วารสารสมาคมเทคโนโลยีชีวภาพ 5(11): 5.
- VIROJSAENGARON, N. AND S. THANASUPAWAT. 1990. Study on acetic acid produced by *Acetobacter* species isolated from natural materials. Annual Report, Faculty of Pharmacy, Chulalongkorn University, Bangkok.

13. เห็ดรา

13.1 บทนำ

เชื้อรา (fungi) เป็นจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเซลล์เป็นแบบ eukaryotic มีผนังหุ้มนิวเคลียส มีเซลล์เดียว เช่น ยีสต์ หรือราน้ำพริก Chytrids หรือมีเส้นใย (hypha) ผนังเซลล์ประกอบด้วยไคติน และ กลูแคน ยกเว้นในราน้ำกลุ่ม Oomycetes ที่ผนังเซลล์เป็นเซลลูโลส ราสะสมอาหารในรูป glycogen ซึ่งต่างจากพืชที่สะสมอาหารในรูปแป้ง (starch) ราสามารถดำรงชีวิตได้หลายแบบในสภาวะเป็นปรสิต (parasite) อยู่เป็นอิสระทำหน้าที่ย่อยสลาย (saprophyte) หรืออาศัยร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น (mutualism หรือ symbiosis) ราส่วนใหญ่หรือเกือบทุกชนิดจัดเป็น heterotroph ต้องการสารอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงาน และแหล่งคาร์บอน ราจะปล่อยเอนไซม์ (extracellular enzyme) ออกมาย่อยอินทรีย์วัตถุ แล้วดูดซึมสารอาหารเข้าสู่เซลล์หรือเส้นใย มีเอนไซม์ของราหลายชนิดที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

เซลล์ของราเป็นแบบ eukaryotic ต่างจากแบคทีเรียซึ่งเป็น prokaryotic รางจะมี nuclear membrane, mitochondria และ endoplasmic reticulum ซึ่งต่างจากแบคทีเรียที่ไม่มี nuclear membrane ทำให้สารพันธุกรรม เช่น DNA และ โครโมโซมกระจัดกระจายอยู่ใน cytoplasm รวมทั้งไม่มี mitochondria และ endoplasmic reticulum ไรโบโซมของรามีขนาด 80S ส่วน prokaryote มีขนาด 70S eukaryote มี sterol ที่ plasma membrane แต่ไม่พบ sterol ในเซลล์ของ prokaryote โดยทั่วไปรามีขนาดใหญ่กว่า 2 ไมโครเมตร ซึ่งต่างจาก prokaryote ที่มี

ขนาดเล็กกว่า 2 ไมโครเมตร

ความสำคัญของเชื้อรา รางางชนิดมีความสำคัญทางการเกษตร การแพทย์ และอุตสาหกรรม โดยที่รางจะสร้างปฏิชีวนสาร เอนไซม์ กรดอินทรีย์ (organic acid) สารสี (pigment) และสารอื่น ๆ อีกหลายชนิด เชื้อรางางชนิดทำให้คน สัตว์ และพืชเป็นโรค (Chaiprasert et al., 1991) แต่สารบางอย่างที่รางสร้างสามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น สาร gibberellin จากเชื้อรา *Gibberella fujikuroi* (*Fusarium moniliforme*) นำมาใช้ทำให้พืชเจริญดีขึ้น และสาร alkaloid (ergot) จากรา *Claviceps purpurea* สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ รวมทั้งสาร cyclosporine ซึ่งได้จากราดิน *Tolypocladium* ใช้กดภูมิคุ้มกันของร่างกายในการเปลี่ยนอวัยวะในร่างกายมนุษย์ จากการค้นพบสารที่มีประโยชน์จากเชื้อราดังกล่าว ทำให้การวิจัย ค้นคว้าหาเชื้อรางที่จะสร้างปฏิชีวนสาร รวมทั้งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นเรื่องสำคัญที่นานาประเทศให้ความสนใจ (Okuda, 2000; Chang, 2000; Wildman et al., 2000; Nishio, 2000; Bussaban et al., 2000; Isaka et al., 2000; Choi et al., 2000; Lam et al., 2000; Bae et al., 2000; Das et al., 2000; Kladwang et al., 2000; Sudirman and Adijuwana, 2000; Viswanathan and Karthik, 2000)

Nishio (2000) รายงานความสำคัญของเชื้อราในการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์และเภสัชกรรมโดยบริษัท Tanabe Seiyaku ประเทศญี่ปุ่น ได้เริ่มโครงการ screen

รศ. เลขา มาโนช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 219-246.

หาสายพันธุ์เชื้อราในปี ค.ศ. 1992 ได้ค้นพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญจากเชื้อราหลายชนิด ได้แก่ TMC-2: dipeptidyl peptidase IV inhibitor จากเชื้อรา *Aspergillus oryzae*, TMC-52: cysteine proteinase inhibitor จากเชื้อรา *Gliocladium* sp., TMC-95: proteasome inhibitor จากเชื้อรา *Apiospora montagnei*, TMC-120: eosinophil survival inhibitor จากเชื้อรา *Aspergillus ustus*, TMC-151 cytotoxic antibiotic จากเชื้อรา *Gliocladium* sp. และ *Clonostachys rosea* สารดังกล่าวบางชนิดมีสูตรโครงสร้างเคมีที่เป็น highly modified peptides (TMC-2, 95), สาร epoxysuccinate (TMC-52), isoquinoline

alkaloid (TMC-120) และในกลุ่ม highly methylated polyketide (TMC-51) จากการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า เชื้อราเป็นแหล่งสำคัญของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่จะนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ และราดังกล่าวเป็นราซึ่งพบได้ในดินเศษซากพืชและวัสดุชนิดอื่นในประเทศไทย (เลขา และจินตนา, 2539)

เมืองไทยเป็นประเทศในเขตร้อนชื้น สภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ จึงพบว่า จุลินทรีย์มีความหลากหลายมาก งานวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับเชื้อราในประเทศไทยได้มีผู้ให้ความสนใจศึกษาเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความสำคัญของราดังกล่าว

13.2. การศึกษาเอนไซม์และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเชื้อรา

Chitradon et al. (1966, 1993, 1996) ได้ศึกษาเอนไซม์จากรา *Rhizopus* sp. สายพันธุ์ 26R แยกได้จากประเทศไทย โดยราดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงในการสร้างเอนไซม์ pectinase ย่อยสลายหัวมันสำปะหลัง เมื่อใช้ร่วมกับเอนไซม์ glucoamylase ที่ได้จากรา *Aspergillus niger* สายพันธุ์ J8 การศึกษาเอนไซม์จากเชื้อราดังกล่าวได้ใช้ของเหลือจากการเกษตรได้แก่ จมูกข้าวสาลี (wheat bran) และข้าวเปลือก (rice husk) ในอัตราต่าง ๆ กัน ผลการทดลองพบว่ารา *Rhizopus* sp. สายพันธุ์ 26R สร้างเอนไซม์ pectinase ได้สูงที่สุดถึง 7,010 units ต่อ solid substrate 1 กรัม เมื่อใช้ wheat bran, rice bran และ rice husk ในอัตราส่วน 9:9:2 หรือ 6:12:2 ที่ระดับความชื้น 58% pH 5.7 บ่มที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส (Chitradon et al., 1996)

Kitpreechavanich et al. (1992) เปรียบเทียบการสร้างเอนไซม์ xylan จากเชื้อรา *Aspergillus fumigatus* สายพันธุ์ 4-45-IF บนอาหารแข็งที่มีส่วนประกอบของฟางข้าว, bagasses, corncob, cornhull หรือ wheat bran พบว่าเชื้อราดังกล่าวผลิตเอนไซม์ได้ดีที่สุดบนอาหารที่มีส่วนประกอบของฟางข้าวที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ส่วนประกอบของ

อาหารคือ ฟางข้าว 5 กรัม, NH_4NO_3 0.2 กรัม และ yeast extract 0.001 กรัม ที่ความชื้นเริ่มต้น 81% ทั้งนี้พบว่า การเติมสาร pentachlorophenol (PCP) 2 มิลลิกรัม จะลดการทำงานของเอนไซม์ β -Xylanase และ β -Xylosidase

Limtong et al. (1993) ได้แยกเชื้อราจำนวน 729 สายพันธุ์จากวัสดุชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ดิน ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยคอก จากที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศจำนวน 1,579 ตัวอย่าง ได้ทดสอบความสามารถของเชื้อราดังกล่าวในการย่อยสลายเซลลูโลส (Walsyth cellulose) กระดาษกรอง carboxymethyl cellulose รวมทั้งทดสอบเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ (avicel enzyme) และทดสอบความสามารถในการย่อยสลายฟางข้าวในห้องปฏิบัติการ จากผลการทดลองพบว่าเชื้อราสายพันธุ์ MBK336 (*Aspergillus*), MRY586 (*Helicomyces*) และ MCT794 (*Chaetomium*) รวมทั้งสายพันธุ์ *Streptomyces* spp. นำมาเลี้ยงรวมกันเป็น mixture inoculum ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการย่อยสลายฟางข้าว

อานนท์ และคณะ (2543) ศึกษาการผลิตเอนไซม์ β -xylanase ที่ปราศจาก cellulase จากเชื้อรา *Humicola lanuginosa* โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อ

การผลิตเอนไซม์ในพลาสติกขนาด 250 ml ที่บรรจุวัสดุหมักปริมาณ 12 กรัม ประกอบด้วยขี้ข้าวโพดที่ผ่านการแช่ต่าง รำข้าวสาลี และแกลบในอัตราส่วน 5:5:2-4:6:2 ความชื้นเริ่มต้น 70% บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน พบว่าเราสามารถผลิตเอนไซม์ได้สูงสุด 725-729 หน่วยต่อกรัมวัสดุหมักแห้ง เมื่อเพิ่มปริมาณขี้ข้าวโพดที่แช่ต่างหรือรำข้าวสาลี จะทำให้การผลิตเอนไซม์ลดลง แต่การเติมไซเลนจากไม้ปริมาณ 0.12-0.75 กรัม ในวัสดุหมัก ทำให้ผลิตเอนไซม์ได้เพิ่มขึ้น 1.30-1.58 เท่า อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 45-50 องศาเซลเซียส และความชื้นเริ่มต้นที่เหมาะสมคือ 70% และเมื่อศึกษาการหมักเพื่อขยายขนาดของการผลิตเอนไซม์ β -xylanase โดยใช้การหมักในถังหมักระดับห้องปฏิบัติการแบบถาดที่มีอากาศขึ้น 50 องศาเซลเซียส โดยใช้วัสดุหมักคือ ขี้ข้าวโพดที่แช่ต่าง, รำข้าวสาลี, แกลบ และไซเลนจากไม้ในอัตรา 5:5:2:0.25 บนถาดไม้ไผ่หนา 1, 2 และ 5 และให้อากาศขึ้น 0.06, 0.24 และ 0.45 ลิตร/อากาศ/ชั่วโมง/กรัมวัสดุหมักแห้ง พบว่าเมื่อเพิ่มความหนาของวัสดุหมักจะทำให้การผลิตเอนไซม์ลดลง และการให้อากาศทำให้การผลิตเอนไซม์เพิ่มขึ้น โดยเมื่อให้อากาศ 0.24 ลิตร/อากาศ/ชม./กรัมวัสดุหมักแห้ง จะมีผลให้ผลิตเอนไซม์ได้สูงสุดเท่ากับ 1,764 หน่วย/กรัมวัสดุหมักแห้ง

Wongvithoonyaporn et al. (2000) ศึกษาเชื้อราในประเทศไทยที่สามารถผลิตเอนไซม์ พบเชื้อรา 651 ชนิด และ actinomycetes 81 ชนิด ผลิต cellulase, xylanase, starch-degrading enzyme, invertase, glucanotransferase และ lipase เชื้อราดังกล่าวเป็นพวก wood-decayed (187), lichenous (209), seed (82), aquatic (68), soil (20), และ marine (85) ใช้กระดาษกรองเป็น substrate ในการทดสอบ cellulase มีเชื้อรา 16% ให้ผลทางบวก ใช้

birchwood xylan เป็น substrate ในการทดสอบ xylanase แต่ถ้าวิธีของ Novo Nordisk ใช้เชื้อราประมาณ 100 ชนิด พบราผลิตเอนไซม์ cellulase 38%, xylanase 70%, starch-degrading enzyme 83%, invertase 46% และผลิต glucanotransferase เพียง 1% ส่วน actinomycetes ที่สามารถผลิตเอนไซม์ cellulase มีจำนวน 19%, xylanase 37%, starch-degrading enzyme 59%, invertase 26%, และ lipase 32%

Isaka et al. (2000) รายงานการ screen หาสายพันธุ์เชื้อราที่แยกได้จากวัสดุชนิดต่าง ๆ จากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย เพื่อหาสารออกฤทธิ์ตามธรรมชาติ (bioactive natural products) โดยนำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำการหมัก (fermented) และสกัดสาร anti-malaria, anti-tuberculosis, anti-virus (HSV-1) และ anti-tumor โดยทดสอบกับ cell lines บางชนิด (KB, BC-1) จากการศึกษาดังกล่าวสามารถสกัดสาร Macrocyclic Trichothecenes จากเชื้อรา *Myrothecium verrucaria* ซึ่งใช้ป้องกันกำจัดเชื้อมาลาเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น จากการศึกษาได้พบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิดที่มีความสำคัญทางการแพทย์

Charoenrat and Plikemol (2000) ศึกษาผลของ chitinase ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Cladosporium*, *Fusarium* และ *Lasiodiplodia* โดยได้ screen หา culture filtrate ของรา 165 สายพันธุ์ที่สร้างเอนไซม์ chitinase โดยนำไปเลี้ยงบนอาหารที่มี colloidal chitin เป็นแหล่งคาร์บอน เขย่าด้วย shaker ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน นำน้ำส่วนใสมาทดสอบการยับยั้งการเจริญของราชนิดอื่น โดยวิธี cylindrical plate method พบว่า culture filtrate ของรา *Trichoderma*, *Basipetospora* และ *Alternaria* สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Fusarium* เป็นต้น

13.3 การศึกษาเชื้อราในดินในประเทศไทย

เลขา และ จินตนา (2539) ได้รวบรวม สายพันธุ์เชื้อราในดินและในน้ำจำนวน 1,008 สายพันธุ์ทำการเก็บรักษาไว้ใน culture collection ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ จำแนกเป็นรา 85 genera 86 ชนิด 6 varieties จัดอยู่ใน class ต่าง ๆ ได้แก่ Chytridiomycetes (1 genus), Oomycetes (4), Zygomycetes (7), Ascomycetes (13), Basidiomycetes (1), Hyphomycetes (50), Coelomycetes (7) และ Agonomycetes (2) เชื้อราที่พบจากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Absidia cylindrospora* var. *cylindrospora*, *Absidia* sp., *Acremonium polychromum*, *Acremonium* spp., *Achlya* sp., *Allomyces* spp., *Alternaria* sp., *Arthrinium* state of *Apiospora montagnei*, *Arthrinium* sp., *Axiella terrestris*, *Ascotricha* sp., *Aspergillus candidus*, *A. clavatus*, *A. flavipes*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. giganteus*, *A. japonicus*, *A. niger*, *A. ochraceus* group, *A. penicilloides*, *A. restrictus*, *A. sclerotiorum*, *A. terreus*, *A. ustus*, *Aspergillus* spp., *Bartalinia robillardoides*, *Beauveria bassiana*, *Blakeslea* sp., *Botryosporium longibrachiatum*, *Chaetomium globosum*, *C. minutum*, *C. trilaterale*, *C. venezulense*, *Chaetomium* spp., *Chalara* spp., *Choanephora cucurbitarum*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. oxysporum*, *Cladosporium* spp., *Clonostachys araucaria*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cunninghamella echinulata*, *C. elegans*, *Cunninghamella* spp., *Curvularia clavata*, *C. lunata*, *Curvularia* spp., *Cylindrocladium parvum*, *C. scoparium*, *Cylindrocladium* spp., *Cylindrocarpon* spp., *Dictyuchus* sp., *Diheterosporium* sp., *Drechslera ellesii*, *Drechslera* sp., *Emericella nidulans* var. *lata*, *E. varicolor*, *Eupenicillium* spp., *Fusarium longipes*, *F. moliniforme*, *F. oxysporum*, *F. semitectum*, *F. solani*, *Fusarium* spp.,

Fusicoccum sp., *Gelasinospora* sp., *Geotrichum* sp., *Gilmaniella* spp., *Gliocladium roseum*, *G. virens*, *G. viride*, *Gliocladium* spp., *Gongronella butlerii*, *Gonytrichum macrocladum*, *Hamigera avellania*, *Humicola fuscoatra*, *H. fuscoatra* var. *fuscoatra*, *Idriella lunata*, *Mariannaea elegans* var. *punicea*, *Memnoniella levispora*, *M. subsimplex*, *M. echinata*, *Menispora* sp., *Monilia* sp., *Monodictys* spp., *Myrothecium cinctum*, *M. rodidum*, *M. verrucaria*, *Myrothecium* spp., *Nectria* sp., *Neosartorya fischerii*, *N. fischeri* var. *glaber*, *N. fischeri* var. *spinosus*, *Neosartorya* spp., *Neurospora* sp., *Nigrospora* sp., *Nodulisporium gregarium*, *Olpidiopsis* sp., *Paecilomyces lilacinus*, *P. marquandii*, *P. variotii*, *Papulaspora* sp., *Penicillium duclauxii*, *P. rubrum*, *P. striatisporum*, *Penicillium* spp., *Periconia lateralis*, *Periconia* spp., *Pestalotia* sp., *Phaeotrichoconis crotolariae*, *Phoma* spp., *Phomopsis* spp., *Pithomyces maydicus*, *Pycnoporus sanguineus*, *Pythium* spp., *Rhizomucor* spp., *Robillarda* spp., *Sclerotium rolfsii*, *Scolecobasidium constrictum*, *Scopulariopsis* sp., *Scytalidium* spp., *Sesquicillium candelabrum*, *Sesquicillium* spp., *Solosympodiella* sp., *Sordaria* sp., *Spegazzinia tessarthra*, *Stachybotrys dichroa*, *Stachybotrys* sp., *Stilbella aciculosa*, *Syncephalastrum racemosum*, *Talaromyces* spp., *Thermomyces* sp., *Thielavia terricola*, *Thielavia* sp., *Trichocladium* sp., *Trichoderma hamatum*, *T. longibrachiatum*, *Trichoderma* spp., *Tritirachium oryzae*, *Verticillium chlamydosporum*, *Verticillium* spp., *Volutella ciliata*, *Wiesneriomyces javanicus* และ *Xylaria* sp.

Manoch et al. (2000a) ศึกษารา Ascomycota จากดิน และมูลสัตว์ โดยใช้แอลกอฮอล์และความร้อนไล่ในดินและมูลสัตว์ ก่อนนำไปอาหาร

ในงานเลี้ยงเชื้อ พบรา Sordariales ที่น่าสนใจหลายชนิด ได้แก่ *Anixiella*, *Chaetomium*, *Gelasinospora*, *Sordaria* และ *Thielavia* ได้ถ่ายภาพ ascospore ของรา *Anixiella* และ *Gelasinospora* โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่ารา *Gelasinospora* 3 ชนิด จากเชียงใหม่ อุดรราชธานี และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง อุทัยธานี มีผนังเป็นรู (pitted wall) และมีขนาดต่างกัน ส่วน *Anixiella* มีผนังเป็นร่างแห (reticulate) รา Ascomycota ชนิดอื่นที่พบ ได้แก่ *Chaetomium cupreum*, *C. globosum*, *C. minutum*, *C. trilaterale* และ *C. venezuelense* ส่วนรา Order Hypocreales พบรา *Nectria* และ *Neocosmospora* ซึ่งมี *Acremonium* anamorph และแยกได้รา Dothideales (Sporormiaceae) 3 genera ได้แก่ *Preussia*, *Sporomiella* และ *Westerdykella* พบรา *Operculata* *Discomycetes*, *Ascodesmis* จากมูลคางคก และรา *Ascotricha* จากกระดาดขึ้นและผนังปูน บนกิ่งไทร (*Ficus*) พบรา *Muroia* ซึ่ง ascospore มีสารเมือกหุ้ม และมี 2 germ pore พบรา *Astrocystis* บนกิ่งตาล (sygar palm) จากภาคใต้ รา *Nectria* spp. บนผลสะเก็ด canker บนกิ่งท้อจากเชียงใหม่และบนกิ่งไม้โก่งจากกระนอง และพบรา *Hysterographium* บนกิ่งไม้ทั่วไป

Manoch et al. (2000b) รายงานเชื้อรา Hyphomycetes จากประเทศไทย และ teleomorph ของราดังกล่าว โดยได้แยกเชื้อราจากดิน น้ำ เศษซากพืช มูลสัตว์ อาหาร และชิ้นส่วนพืช พบเชื้อรา *Acremonium blochii*, *A. kiliense*, *A. murorum*, *A. polychromum* และ *A. strictum* รา *Acremonium* บางชนิดสร้าง *Neocosmospora* และ *Nectria* teleomorph พบรา *Aspergillus* หลายชนิด ได้แก่ *A. candidus*, *A. fumigatus* (*Neosartorya* teleomorph), *A. glaucus* (*Eurotium* anamorph), *A. nidulaus* (*Emericella* teleomorph) และ *A. versicolor*, Teleomorph ของรา *Penicillium* ได้แก่

Eupenicillium, *Hamigera* และ *Talaromyces* สามารถแยกจากดิน เมล็ดพืช อาหารเน่าเสีย และ มูลสัตว์ ได้ โดยใช้อัลกอฮอล์ และความร้อน treat ดิน และพบรา *Geosmithia* ที่มี *Talaromyces bacillisporus* teleomorph ราอื่น ๆ ที่พบ ได้แก่ *Curvularia eragrostidis*, *C. lunata*, *C. pallescens*, *C. prasadii*, *C. tuberculata*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium* (บางชนิดมี *Nectria* teleomorph), *Humicola*, *Monodictys*, *Paecilomyces*, *Scopulariopsis*, *Scytalidium*, *Spegazzinia*, *Stachybotrys*, *Trichocladium* และ *Trichoderma* ส่วนราชอบอุณหภูมิสูง ได้แก่ *Chrystosporium*, *Humicola*, *Malbranchea*, *Myceliophthora*, *Paecilomyces* และ *thermomyces* ราที่เป็น dermatophytes ที่แยกได้จากดิน ได้แก่ *Microsporum* และ *Trichophyton*

เลขา และคณะ (2543) ได้ศึกษาสายพันธุ์เชื้อราในป่าต่าง ๆ ชนิด ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ป่าเบญจพรรณและป่าดิบแล้ง โดยแยกเชื้อราจากดิน น้ำ เศษซากพืช และ มูลสัตว์ พบรา 45 genera ราชที่พบมากที่สุดเป็น Deuteromycetes (29 genera) รองลงมาได้แก่ Ascomycetes (12), Zygomycetes (3) และ Basidiomycetes (1) รา *Penicillium*, *Aspergillus* และ *Trichoderma* เป็นราชที่มีการแพร่กระจายมากที่สุด พบในป่าทุกประเภท และพบว่าชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อราไม่มีความแตกต่างกันในป่าทั้งสามชนิดดังกล่าว ราชที่พบ ได้แก่ *Acremonium*, *Alternaria*, *Arxiella*, *Aspergillus*, *Sordaria*, *Talaromyces*, *Chaetomium*, *Coprotus*, *Eupenicillium*, *Eurotium*, *Gelasinospora*, *Hamigera*, *Neocosmospora*, *Neosartorya*, *Podospora*, *Saccobolus*, *Bartalinia*, *Botryodiplodia*, *Chalara*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Gonytrichum*, *Heterocephalum*, *Humicola*, *Idriella*, *Oidiodendron*, *Myrothecium*, *Paecilomyces*, *Phialophora* และ *Penicillium* เป็นต้น

นิยมและคณะ (2542) ได้รายงานความหลากหลายของราในดินและราโรคพืชในดินปลูกพืชไร่ จังหวัดสกลนคร เป็นดินปลูกข้าวโพด อ้อย งาม ถั่ว พุ่ม ปอแก้ว และมันสำปะหลัง พบรา 44 genera 102 ชนิด ราที่พบได้แก่ *Acremonium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Conidiocarpus*, *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Emericella*, *Eupenicillium*, *Eurotium*, *Exserohilum*, *Fusarium*, *Gliocladium*, และ *Gongronella* เป็นต้น และได้ทดสอบการเกิดโรคของรา *Fusarium* spp., *Pythium* spp. และ *Sclerotium rolfsii* บนพืชดังกล่าว

สุจิตรา และคณะ (2542) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณของราในดิน น้ำ และพืชภายใต้แปลงปลูกสั้กลุ่มน้ำล้นถัน ในบริเวณแปลงปลูกสั้กลุ่มอายุ 5 ปี พบเชื้อราทั้งหมด 42 สกุล (genera) 101 ชนิด โดยจัดเป็นราในกลุ่ม Ascomycetes, Coelomycetes, Hyphomycetes, zygomycetes, unidentified species และ sterile hyphae จำนวน 9, 2, 52, 28 และ 5 ชนิด ตามลำดับ ชนิดและปริมาณของราที่พบมากที่สุดที่ดิน และน้ำ คือ กลุ่ม Hyphomycetes เช่น *Aspergillus*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Trichoderma* และ *Paecilomyces* เป็นต้น ซึ่งราดังกล่าวมีความสำคัญในระบบนิเวศโดยการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ทำให้เกิดการย่อยสลายของเศษซากพืชทำให้เกิดสมดุลต่อสภาวะ แวดล้อม และเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน

เลขา (2538) ได้รวบรวมรายงานราที่เป็นประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ ราที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ ราที่ใช้ในทางการแพทย์และอุตสาหกรรม ได้แก่ *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* ปฏิชีวนสาร กรดอินทรีย์ เอนไซม์ และสารสี ราบางชนิดมีประโยชน์ทางการแพทย์ ใช้ป้องกันกำจัดโรคพืช ได้แก่ รา *Trichoderma* ป้องกันโรคพืชที่เกิดจากราในดินหลายชนิด ราที่เจริญในอุณหภูมิสูง เช่น *Humicola*, *Myceliophthora*, *Chaetomium*, *Penicillium dupontii*, *Thermomyces* และ *Thermoascus* เป็นต้น ราดังกล่าวจะเป็นประโยชน์

ในการย่อยสลายกองปุ๋ย และราที่เป็นไมคอร์ไรซาช่วยการเจริญเติบโตของพืช ส่วนราที่เป็นโทษ ได้แก่ ราที่ทำให้คนเกิดโรคภูมิแพ้ โรค aspergillosis (*Aspergillus fumigatus*) โรคผิวหนัง (dermatophytes) ราที่มักพบในผู้ป่วยที่เป็นโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง (AIDS) ได้แก่รา *Penicillium marnifii* และรา *Pythium insidiosum* สาเหตุโรค Pythiosis ในผู้ป่วยธาลัสซีเมีย ส่วนราที่ทำให้เกิดโรคกับสัตว์ ได้แก่รา *Pithomyces chartarum* ทำให้แกะเป็นโรคผิวหนังที่หน้า (facial eczema) และเกิดอาการชันรุนแรงทำให้แกะตายได้

Charoenwattana et al. (1990) ศึกษาการแพร่กระจายของรา *Fusarium* ชนิดต่าง ๆ บนพืชและในดิน แยกเชื้อราได้ 158 isolate จัดอยู่ใน 8 section 14 ชนิด รา *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti* และ *F. semitectum* พบเป็นส่วนใหญ่แยกได้จากข้าวโพด, แกลดิโอลัสและอ้อย *F. longipes* และ *F. graminearum* แยกได้จากดินจากป่า, *F. decemcellulare* พบเฉพาะในดินที่ทำการเกษตร และ *F. acuminatum* พบในดินที่ทำการเกษตรและดินจากป่า

Manoch et al. (1990) ศึกษาเชื้อราที่อยู่ในดินปลูกยูคาลิปตัส โดยเก็บตัวอย่างจากแหล่งต่าง ๆ พบราส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม Ascomycotina และ Hyphomycetes ได้แก่ *Apiosordaria* sp., *Ceratocystis* sp., *Chaetomium* spp., *Emericella nidulans*, *Eupenicillium* sp., *Thielavia basicola*, *Thielavia terricola*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Fusarium oxysporum*, *Gilmaniella*, *Humicola*, *Penicillium*, *Periconia*, *Phialophora*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*

Manoch and Ponoretong (1983) ศึกษาเชื้อราบริเวณรากส้มเขียวหวาน ทั้งรากปรกติและรากเน่า โดยเก็บตัวอย่างจากจังหวัดเชียงใหม่ ปทุมธานี และนครปฐม แยกเชื้อโดยวิธี dilution plate บนอาหาร glucose-ammonium nitrate agar ที่มี rose bengal และ streptomycin เชื้อราที่พบได้แก่ *Aspergillus* spp.,

Botryodiplodia theobromae, *Cephalophora tropica*, *Myrothecium* spp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* spp., *Chloridium* spp., *Cladosporium* spp., *Phoma* spp., *Pithomyces* sp., *Podospora* sp., *Cunninghamella* spp., *Curvularia* spp., *Drechslera* spp., *Rhinochlaeniella* spp., *Thielavia* spp. and *Fusarium lateritium*, *F. oxysporum*, *F. roseum*, *Westerdykella multispora*, *F. solani*, *Gliocladium* sp., *Gongronella* spp.,

13.4 การศึกษาเชื้อราในป่าจาก และป่าชายเลน (mangrove forest)

อภिरดี และวาสนา (2542) ได้สำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์ราในป่าจาก (*Nipa fruticans*) ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา จันทบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร เก็บตัวอย่างได้ประมาณ 1,200 ตัวอย่าง พบเชื้อรา 95 ชนิด เป็นเชื้อราที่มีการแพร่กระจายมาก ได้แก่ *Linocarpon appendiculatum*, *Astrosphaeriella striataspora*, *Linocarpon nipae*, *Astrosphaeriella striataspora* และ *Trichocladium linderi* พบราชั้นสูง ที่มีรายงาน

พบเสมอในดินจากที่บรูไนและประเทศไทย ได้แก่ *Linocarpon appendiculatum*, *Linocarpon nipae*, *Astrosphaeriella striataspora* ส่วน *Trichocladium linderi* ไม่มีรายงานในบรูไน

Nakagiri et al. (2000) ศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อราจากดินบริเวณรากและใบพืชที่ร่วนสลายบริเวณป่าชายเลน ในเขตร้อนที่จังหวัดระนอง และพังงา เปรียบเทียบกับเชื้อราจากป่าชายเลนในเขตกึ่งร้อนที่เกาะ Iriomote ประเทศญี่ปุ่น

13.5 การศึกษารามูลสัตว์ (Coprophilous) ในประเทศไทย

Manoch et al. (1999) ได้ศึกษารามูลสัตว์ป่า ได้แก่ ช้าง วัวแดง และ กวาง จากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มูลกระทิง หมู สุนัข และนกจากสวนสัตว์ดุสิต เขาหินวนา และมูลค้างคาว วัว กระต่าย และไก่ ในการแยกเชื้อราใช้วิธีให้ความชื้นใน moist chamber รวมทั้งวิธีอื่น ๆ ได้แก่ dilution plate, soil plate, alcohol and heat treatment พบเชื้อราหลายชนิดในกลุ่ม (class) ต่าง ๆ ได้แก่ Zygomycetes: *Circinella*, *Mucor*, *Pilobolus* and *Syncephalastrum* ส่วนรา Ascomycetes และ Deuteromycetes ได้แก่ *Acremonium*, *Arachniotus*, *Ascodesmis*, *Aspergillus* (*A. candidus*, *A. clavatus*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger* and *A. puniceus*), *Cephalophora*, (*C. irregularis*, *C. tropica*), *Cercophora* (*C. coprophila*), *Chaetomium*, *Coniochaeta*, *Coprotus* (*C. leucopocillium*), *Delitschia* (*D. tomentosa*), *Eupenicillium*, *Eurotium*, *Fusarium* (*F. solani*), *Gelasinospora*, *Hamigera*, *Heterocephalum*, *Humicola*, *Lophotrichus*, *Neosartorya*, *Nigrospora*, *Papularia*, *Penicillium*, *Podospora* (*P. communis*, *P.*

curvicolla, *P. anserina*), *Saccobolus* (*S. citrinus*), *Scopulariopsis* (*S. brevicaulis*) *Sordaria* (*S. fimicola*), *Talaromyces*, *Thielavia*, *Trichoderma* and *Zopfiella* ส่วนราจำพวกเห็ด Basidiomycetes ที่พบบนมูลสัตว์ ได้แก่ *Coprinus* (*C. patouillaedii* and *C. poliomallus*)

Manoch et al. (2000a) ศึกษา รามูลสัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยง ได้แก่ วัวแดง กวาง ช้าง กระต่าย สุนัข และ ไก่ โดยวิธีให้ความชื้น (moist chamber) และตรวจดูเชื้อราใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo พบรา Coprophilous Pyrenomycetes ได้แก่ *Lophotichus Podospora* spo., *Sordaria fimicola*, และ *Zopfiella* ส่วนรา Operculate Discomycetes ได้แก่ *Coprotus leucopocillus* และ *Saccobolus citrinus* ซึ่งพบเสมอบนมูลกวาง จากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และจังหวัดเลย ราที่น่าสนใจและไม่เคยมีรายงานมาก่อนในประเทศไทยคือรา *Podosordaria* ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Coprophilous Xylariales พบรานี้จากมูลกระต่ายป่า จังหวัดเชียงใหม่

13.6 การศึกษาราน้ำ (Ascomycetes)

Sivichai et al. (2000) ได้ศึกษาการเจริญของเชื้อราบนชิ้นไม้ในแม่น้ำลำธารรวมทั้งเมล็ดและฝักของพรรณไม้ที่ร่วงหล่นอยู่ที่พื้นในป่าธรรมชาติหลายแห่ง พบรา *Melanochaeta* 2 ชนิด และรา *Sporoschisma* 3 spp. และได้พบความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา lignicolous Ascomycetes: *Melanochaeta hemipila* กับ *Sporoschisma saccardoi* anamorph และมีรา *Chalara* เป็น Synamorph เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ นอกจากนี้ได้พบราชนิดใหม่ได้แก่ *Melanochaeta garethjonesii* Sivichai and Hywel-Jones sp. nov. ซึ่งพบว่า anamorph คือรา *S. uniseptatum* ส่วนรา *S. nigroseptatum* ที่พบจากการศึกษาครั้งนี้ไม่มีรายงานการพบ *Melanochaeta* teleomorph

13.7 การศึกษาราน้ำในเมล็ดพืช (Seed fungi)

Somrithipol et al. (2000 a) ศึกษาเชื้อราที่เจริญบนผลไม้และเมล็ดพืชในป่าเขตร้อนจำแนกชนิดได้ 70 ชนิด และ 50 unidentified spp. ในการทดลองใช้ผลยางแดง dipterocarp fruits (*Dipterocarpus turbinatus*) อบอุ่นด้วยแก๊ส ใส่ใน litterbags แล้วนำไปวางไว้ในป่าดิบเขา (evergreen forest) อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยวางไว้ 3 แห่งบนดิน (กม. 29 และ ผากระเจา) และแขวนไว้ในลำธารที่ กม. 29 นำผลยางมาออกมาตรวจหาเชื้อราทุก 6 อาทิตย์ จนถึง 30 อาทิตย์ โดยนำมาบ่มให้ชื้น (moist chamber) ในห้องปฏิบัติการ จากการศึกษาพบรา 38 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นรา Hyphomycetes ที่พบเสมอได้แก่ *Beltrania* sp., *Codinaea* spp., *Dinemasporium* sp., and *Thozetella nivea* และพบว่าราที่มีรายงานพบในน้ำ (aquatic habitats) ได้แก่ *Biflagellospora gracilis*, *B. siamensis*, *Boerlagiomyces websteri*, *Dendrosporium lobatum* และ *Savoryalla aquatica* สามารถเจริญได้บนผลไม้ที่อยู่บนพื้นดิน

Somrithipol et al. (2000 b) ศึกษาความหลากหลายของราที่พบบนเมล็ดพืชและผลไม้ในเขตร้อนชื้น โดยเก็บผลไม้และเมล็ดมาบ่มใน moist chamber ในห้องปฏิบัติการ พบราทั้งหมด 74 genera อยู่ในกลุ่ม Hyphomycetes 56 genera, Ascomycetes (11), Coelomycetes (4) และ Basidiomycetes (3) โดยราส่วนใหญ่เป็น lignicolous หรือ leaf saprobes ส่วนใหญ่เป็นราย่อยสลายลิกนิน (lignicolous) และราย่อยสลายใบพืช (leaf saprobes)

13.8 การศึกษาราน้ำในแมลง (insect fungi)

Chandrapatya (1993) ศึกษาการเจริญและการเข้าทำลายของเชื้อรา *Hirsutella thompsnii* var. *synnemata* บนไรส้ม: citrus rust mite, *Phyllocoptura olevera* ในประเทศไทย เชื้อราดังกล่าวเจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA, PDA, V-8 และ SDA รวมทั้งบนข้าว ข้าวโพดและข้าวฟ่าง *synnemata* และ polyblastic spores ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของรา variety นี้จะสร้างเฉพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อ ไม่พบในธรรมชาติ ผลการทดลองพบว่าราเข้าทำลายไรส้ม 70% แต่เนื่องจากจำนวนสปอร์ที่สร้างขึ้นยังไม่มากพอ จึงได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาเป็น mycoacaricide สำหรับ eriphid mite ในประเทศไทย

Hywel-Jones (1993) รายงานการสำรวจและศึกษาราน้ำที่ทำลายแมลงที่เขาใหญ่โดยเริ่มสำรวจในปี พ.ศ. 2532 ราที่พบบ่อยบริเวณด้านล่างของใบพืช ได้แก่ *Hypocrella* ทำลายเพลี้ยหอย (scale

insect) ที่ยังอ่อน รา *Gibellula* spp. พบบนแมงมุม (hunting spiders-Salticidae) ส่วนบนพื้นป่าที่มีเศษใบไม้ผุขึ้นมักพบเชื้อรา *Cordyceps* เจริญอยู่บนตัวอ่อน (larva) ของแมลงจำพวกต่อแตน (wasps) ใน order Hymenoptera และผีเสื้อใน order Lepidoptera

ส่วนในดินจะพบรา *Cordyceps* spp. และ anamorp ของราดังกล่าวเข้าทำลายตัวอ่อนของปลวก Isoptera (termites) และแมลงใน order Coleoptera การจำแนกชนิดของรา *Cordyceps* ต้องอาศัย Host

13.9 การศึกษาราสที่เป็นสาเหตุโรคคนและโรคสัตว์

Flegel (1991) รายงานเชื้อราที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ tiger prawns (*Penaeus monodon*) เป็นการค้า ราที่ทำความเสียหายได้แก่ Oomycetes และ *Fusarium* อาหารลูกกุ้งใช้ marine yeast แต่ได้มีการพัฒนาการใช้ beta glucans จากเชื้อราพวก chytrids

Youngchim et al. (1999) ศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ในเส้นใยและสภาวะการเจริญแบบยีสต์ (yeast phase) ของรา *Penicillium marneffeii* ที่พบในผู้ป่วยที่เป็นโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

Desakorn et al. (1999) การวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการติดเชื้อจากเชื้อรา *Penicillium marneffeii* โดยวิธี quantitation of urinary antigen by using an enzyme immunoassay

Pienthaweechai et al. (1999) ศึกษาการสร้างเอนไซม์ phospholipase ในเชื้อรา *Cryptococcus neoformans* ที่แยกได้จากผู้ป่วยโรคเอดส์ในประเทศไทยและประเทศอิตาลี

แมนสรวง และคณะ (2543) ได้ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากมะคำดีควาย (*Sapindus* sp.) ที่มีผลต่อราที่เป็นสาเหตุโรคผิวหนัง (dermatophytes), *Cryptococcus neoformans* และ *Candida albicans* จำนวน 52, 28 และ 25 สายพันธุ์ตามลำดับ โดยใช้ผลมะคำดีควายมาสกัดด้วยน้ำและอบที่ 60 องศาเซลเซียส 24 ชม. แล้วระเหยแห้งด้วยความดันต่ำเปรียบเทียบกับฤทธิ์ของสาร ketoconazole ผลการทดลองพบว่าเชื้อรา 95 สายพันธุ์มีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางการยับยั้งของสารน้อยกว่าการใช้สาร ketoconazole แต่พบว่าความไวของราเส้นใยทั้งต่อสารสกัดและ ketoconazole ต่างจากของรา cell เดียวอย่างมีนัยสำคัญ

Chaiprasert et al. (1991) ศึกษาเชื้อรา *Pythium insidiosum* สาเหตุโรค Pythiosis ในผู้ป่วยทาลัสซีเมีย โดยศึกษาวิธีการกระตุ้นให้ราสร้าง zoospore Wanachiwanawin et al. (1993) ศึกษาวิจัยผู้ป่วยที่เป็นโรคดังกล่าวในประเทศไทย

13.10 การศึกษาราสพืช (Plant Pathogenic fungi)

พัฒนา และคณะ (2537) ได้รวบรวมเชื้อราสาเหตุโรคพืช รวมทั้งเอกสารอ้างอิงโดยละเอียดในหนังสือดรชนีโรคพืชในประเทศไทย

นิพนธ์ (2542) ได้พิมพ์เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการโรคพืชต่าง ๆ จำนวน 10 เล่ม ได้แก่ โรคไม้ผล เขตกิ่งร้อน โรคไม้ผลเขตหนาว โรคทุเรียน โรคองุ่น โรคมะม่วง โรคฝรั่ง โรคเงาะ โรคมะขาม โรคพุทรา เป็นต้น

Visarathanonth (1993) รายงานโรคไม้ผลชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย

นิยมรัฐ (2542) รายงานโรคของกล้วยไม้และการป้องกันกำจัด

Nishimura et al. (1999) Distribution of *Phytophthora infestans* populations in seven Asian countries

Surin (2000) ได้รายงานการใช้ SiO₂ เพื่อยับยั้งความรุนแรงของโรคไหม้ของข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *Manaportha grisea* ในเรือนกระจกและในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

Farungsang et al. (1994a, 1994b, 1998a, 1998b) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของราที่เป็นสาเหตุของโรคผลเน่าภายหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วง เงาะ และมังคุด ชนิดของราที่ตรวจพบเสมอบนผลมะม่วง ได้แก่ *Colletotrichum gloeosporioides*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Phomopsis* sp. และ *dothiorella* spp. ส่วนบนผลเงาะนอกจากรา 3 ชนิดแรกแล้วยังพบรา *Gliocephalotrichum bulbilium*, *Pestalotiopsis* sp., *Glomerella cingulata* ซึ่งเป็น perfect stage ของรา *C. gloeosporioides* และ *Greeneria* sp. นอกจากนี้พบว่ารา *C. gloeosporioides*

และ *Greeneria* sp. ที่แยกได้จากผลมะม่วงและเงาะที่เป็นโรคมมีความต้านทานสารเคมี benomyl

Sangchote and Pongpisutta (1998) รายงานว่าเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผลเน่าภายหลังการเก็บเกี่ยวของมังคุดเป็นราชนิดเดียวกับที่ตรวจพบบนเงาะ

Lorsuwan et al. (1984) และ Lohsomboon et al. (1986) รายงานความหลากหลายของราสนิมบนพืชหลายชนิดในประเทศไทย Farungsang et al. (1993) ศึกษา *Pythium* 8 ชนิด บนพืชตระกูลกะหล่ำ

13.11 การศึกษาเชื้อราที่ปนเปื้อนบนอาหารและสร้างสารพิษ (Mycotoxin)

อนุเทพ (2542) ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อราในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลตากแห้งชนิดต่าง ๆ ที่ตลาดหนองมน ชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน 2541 จำนวน 180 ตัวอย่าง พบเชื้อราปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์หมึกตากแห้งมากที่สุดถึง 206 ไอโซเลท รองลงมาคือ ปลา และกุ้งแห้ง พบ 147 และ 76 ไอโซเลท ตามลำดับ เมื่อนำมาจัดจำแนกพบว่าส่วนใหญ่เป็นราในกลุ่ม *Aspergillus* ส่วนเชื้อที่สร้างสาร aflatoxin พบมากที่สุดใหมึกตากแห้ง ได้ทดลองเติมสารกันเสียพบว่ากรดเบนโซอิกที่ความเข้มข้น 750 ppm. มีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อแช่กุ้งฝอยและปลาข้างเหลืองก่อนตากแห้ง ส่วนน้ำเกลือ 3% เหมาะกับหมึกกล้วยตากแห้ง เมื่อผ่านกรรมวิธีดังกล่าว สามารถเก็บถนอมผลิตภัณฑ์อาหารทะเลตากแห้งในถุงพลาสติกที่ปิดมิดชิดได้นานกว่า 1 เดือน โดยไม่พบการเจริญของราที่สร้างสารพิษ aflatoxin

Srikitsasemwa et al. (2000) ศึกษาการควบคุมการเจริญและการสร้าง aflatoxin จากรา *Aspergillus parasiticus* ในข้าวโพดโดยใช้เกลือชนิดต่าง ๆ ได้แก่ sodium chloride, ammonium carbonate และ sodium bisulphite ที่ความเข้มข้น 1, 2, 3, 4 และ 5% พบว่าเกลือทั้ง 3 ชนิดสามารถยับยั้งการเจริญของ *A. parasiticus* ได้ โดย sodium

bisulphite ยับยั้งได้ดีที่สุดในทุก ๆ ความเข้มข้น ส่วน ammonium carbonate 2% และ sodium chloride 3% สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษ aflatoxin ได้ ส่วนในรา *A. flavus* พบว่าเกลือ ammonium carbonate 2% ให้ผลดีที่สุดและ sodium bisulphite 3% สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้าง aflatoxin ได้เช่นกัน แต่เกลือ sodium chloride จะยับยั้งได้น้อยที่สุด

Patthanadech et al. (2000) รายงานสารพิษ aflatoxin จากเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในพืชสมุนไพรตากแห้งที่เก็บตัวอย่างจากร้านขายยา ที่จังหวัดสงขลา แยกเชื้อโดยใช้วิธี blotter plate แยกได้รา *Aspergillus* 288 สายพันธุ์ จำแนกได้ 25 ชนิด ที่พบบ่อยคือ *A. niger* 99 สายพันธุ์ *A. flavus* (83), *A. terreus* (33), *A. oryzae* (25), *A. nidulans* (*Emericella nidulans*) (10), *A. fumigatus* (9), *A. chevalieri* (8) และ *Aspergillus* อีกหลายชนิด ได้ศึกษาความสามารถในการสร้าง aflatoxin ของรา *A. flavus* บนอาหาร coconut milk agar จากจำนวน 83 สายพันธุ์พบว่ามีเพียง 57 สายพันธุ์ (67.5%) เมื่อศึกษารูปปร่างลักษณะของ *A. flavus* สายพันธุ์ที่สร้างและไม่สร้างสารพิษได้กลั่นจุลทรรศน์แบบ compound และ electron พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อใช้ ELISA technique พบว่า

พืชสมุนไพรทุกตัวอย่างมีสารพิษ aflatoxin พืชที่มีการปนเปื้อนของสารพิษมากที่สุดคือ *Cassia garrettiana*

(1,101.8 ppb.) และมีพืชสมุนไพรเพียง 16 ชนิดที่มีระดับ aflatoxin ต่ำกว่าที่ WHO กำหนด (20 ppb.)

13.12 การใช้เชื้อราควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (Biological control)

การศึกษาการควบคุมโรคโดยชีววิธีพบว่า ยีสต์บางชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรมสามารถลดอัตราการงอกของ conidia ของรา *L. theobromae* บนผลมะม่วง และบางชนิดสามารถลดการเกิดโรคแอนแทรคโนส (Sangchote and Saona, 1998) สำหรับงานมีการศึกษาเปรียบเทียบชนิดของราที่ตรวจพบบนผลเงาะอ่อนกับราที่เป็นสาเหตุของโรคผลเน่าภายหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าชนิดของราไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ได้ทดลองนำ antagonistic yeasts ที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้ควบคุมโรคผลเน่าภายหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าสามารถควบคุมรา *Greeneria* sp. ได้ (Farungsang et al., 1998a, 1998b)

Soythong (1993) ได้แยกเชื้อรา 190 สายพันธุ์ (isolates) จากตัวอย่างดิน 258 ตัวอย่าง จำแนกเชื้อรา 15 ชนิดได้นำมาทดสอบ antagonistic activity กับราสาเหตุโรคพืชบางชนิด จากการทดลองพบว่ารา *Chaetomium curpureum* มีผลต่อการเจริญของรา *Fusarium oxysporum* F. sp. *lycopersici* (โรคเหี่ยวของมะเขือเทศ) และ *Sclerotium rolfsii* (โรคโคนเน่าของข้าวโพด) ส่วน *Chaetomium globosum* มีประสิทธิภาพในการลดความรุนแรงของโรคใบจุดของข้าวโพดที่เกิดจากเชื้อรา *Curvularia lunata* ทั้งในเรือนกระจกและในแปลงทดลอง จากความสำเร็จดังกล่าวได้พัฒนาไปสู่การผลิตเชื้อราเพื่อใช้ควบคุมโรคพืชทางชีววิธีเป็นการค้าในรูป biopellets ได้อธิบายโดยละเอียดถึงวิธีการผลิต biopellets ดังกล่าว

Sontirat and Rakvidhyasastra (1993) รายงานการสำรวจและศึกษาเชื้อราที่เข้าทำลายไส้เดือนฝอยโรคพืช โดยเก็บตัวอย่างรากพืชหลายชนิดรวมทั้งพืชที่ไส้เดือนฝอยรากปมเข้าทำลายจากท้องที่ต่าง ๆ แยกเชื้อราได้มากกว่า 200 สายพันธุ์ นำมาคัดเลือกหาราที่ใช้ป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยในห้องปฏิบัติการ

และในแปลงทดลองเพื่อพัฒนาเป็น bionematocide ในอนาคต

Chamswarn and Gesnara (1993) รายงานการใช้รา *Trichoderma* species เพื่อยับยั้งการเจริญหรือทำลายราสาเหตุโรคพืชที่อยู่ในดิน ได้แก่ *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium* และ *Fusarium* species โดยทำการเพาะเลี้ยงรา *Trichoderma* spp. บนเมล็ดข้าวฟ่าง และในสภาวะของเหลวใน molasses และ yeast และปรับปรุงเป็นผงเชื้อราดังกล่าว นำไปคลุกเมล็ดพืชหรือใส่ในดินก่อนปลูกพืช จากผลการทดลองพบว่า *T. harzianum* สามารถป้องกันกำจัดโรคเน่าระดับดินของลำไย ผักและถั่วเหลืองที่เกิดจากรา *Pythium*, โรคโคนเน่ารากเน่าของส้มที่เกิดจากเชื้อ *Phytophthora* โรคลำต้นเน่าของมะเขือเทศและพริกที่เกิดจากรา *Sclerotium* และโรคใบไหม้ของข้าวบาร์เลย์ที่เกิดจากรา *Sclerotium* ในเรือนกระจก ส่วนในแปลงทดลองพบว่ารา *T. harzianum* มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดรา *Sclerotium* spp. สาเหตุโรคใบไหม้ของข้าวบาร์เลย์ และโรครากเน่าโคนเน่าของมะเขือเทศและการผลิตสารชีวภาพจากรา *T. harzianum* เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคพืชดังกล่าวกำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินการ

Pengnoo et al. (2000) ศึกษาการผลิตรา *Trichoderma* spp. เพื่อใช้ป้องกันกำจัดโรคใบไหม้บน Bambarra groundnut (*Vigna subterranea*) ที่เกิดจากรา *Rhizoctonia solani* บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย โดยทดลองเพาะเชื้อรา *Trichoderma* spp. ลงบนเปลือก (pericarp) ของปาล์มน้ำมัน ผสมกับปุ๋ยยูเรีย อัตรา 10:1 (W/W) ใน flask บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 26–30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน แล้วผสมกับโดโลไมท์ (dolomite) pH 8.2, 325 mesh อัตรา 1:1 V/V บรรจุในถุงพลาสติกปิดแน่นที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส

ตรวจหาเปอร์เซ็นต์การยู่รอดของรากทุก ๆ 14 วัน พบเชื้อรา 1×10^{10} cfu/gm เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 3 เดือน งานวิจัยดังกล่าวเป็นการนำวัตถุดิบที่หาง่ายคือเศษเหลือจากปาล์มน้ำมันมาใช้ประโยชน์เป็นการลดต้นทุนเหมาะแก่การให้เกษตรกรนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคพืชดังกล่าว

ธวัชชัย และคณะ (2543) ศึกษาการคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. เพื่อควบคุม *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* เชื้อราสาเหตุโรคโคนต้นเน่าและรากเน่าของโป๊ยเซียน (*Euphorbia milii*) โดยทดสอบคุณสมบัติ การเจริญแข่งขัน ความเป็นไมโทพาราสิต ความสามารถในการย่อยเซลลูโลส และการสร้างปฏิชีวนะ พบว่ารา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท R1-1 ที่แยกจากต้นโป๊ยเซียนที่เป็นโรคโคนเน่า มีลักษณะดีเด่นกว่าไอโซเลทอื่นคือ สามารถเจริญแข่งขันและมีคุณสมบัติเป็นไมโทพาราสิตกับรา *P. nicotianae* var. *parasitica* ได้ดี มีความสามารถย่อยสลายเซลลูโลสอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถสร้างปฏิชีวนะยับยั้งรา *P. nicotianae* var. *parasitica* ได้ 100% จากการจำแนกชนิดพบว่า R1-1 คือรา *Trichoderma koningii* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่สมควรจะมีการพัฒนาใช้ในเชิงการค้าต่อไป

อุไรวรรณ และคณะ (2543) ศึกษาผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* โดยเก็บตัวอย่างพืช 177 ชนิด แบ่งเป็น ใบ ดอก เถา ราก เมล็ด รวม 202 อย่าง นำมาตากแห้ง บด และสกัดเย็น ใช้ ethanol 95% เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำมาผสมใน PDA และวางเชื้อรา *A. niger* บนอาหาร วัตถุดิบการเจริญทุกวันเป็นเวลา 8 วัน ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจาก 19 ตัวอย่าง มีแนวโน้มทำให้รา *A. niger* เจริญได้ดี ได้แก่ ใบกระถิน

ยักษ์ ใบเข็ม เศรษฐี ใบมะขาม และในทางตรงกันข้าม มี 8 ตัวอย่าง จากพืช 6 ชนิด มีแนวโน้มยับยั้งเชื้อรา *A. niger* ได้ ได้แก่ ใบและดอกแก้ว ดอกกันเกรา ใบตะขบ ใบเล็บครุฑ และรากหนอนตายอยากร พลุเป็นพืชชนิดเดียวที่ยับยั้งการเจริญของราได้อย่างสมบูรณ์

Soytong (2000) ศึกษาการควบคุมเชื้อรา *Thielaviopsis* ในต้นปาล์มขวด (*Hyophorbe lagenicaulis*) โดยใช้เชื้อรา *Chaetomium cuprem* และ *Chaetomium globosum* ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น antagonist มาทำการทดสอบ พบว่า เชื้อรา *Chaetomium* ทั้ง 2 ชนิด สามารถควบคุมโรคตาเน่า (bud rot) ของต้นปาล์มที่เกิดจากเชื้อรา *Thielaviopsis* ได้

Soytong and Wilairat (2000) ศึกษาเปรียบเทียบสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช เช่น โรคแอนแทรคโนส, โรคใบไหม้ของข้าวโพด โรคเหี่ยวของมะเขือเทศ และโรคตาเน่าของปาล์มขวด พบว่า *Trichoderma harzianum* PCO1 สามารถควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ดีกว่า *T. harzianum* 95

กณิษฐา และคณะ (2543) ศึกษาการใช้ราไตรโคเดอร์มาในรูปหัวเชื้อสดในการควบคุมโรคโคนเน่าระดับดินในพืชผัก สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ได้ทดลองใช้วัตถุดิบที่หาง่าย ราคาถูกมาใช้แทนข้าวฟ่าง จากการทดลองพบว่าแกลบและรำข้าวในอัตราส่วนเท่ากันโดยน้ำหนัก สามารถเพาะเลี้ยงเชื้อรา *Trichoderma* sp. ได้ดี มีปริมาณเชื้อรา 3.54×10^9 cfu/g หลังจากบ่มเชื้อรานาน 7 วัน ได้ทดสอบรา *Trichoderma harzianum* 5 สายพันธุ์ โดยคลุกดินก่อนปลูกเมล็ดกวางตุ้งและแตงกวาในสภาพโรงเรือนและแปลงทดลอง พบว่าสามารถควบคุมโรคโคนเน่าระดับดินได้ดี พืชมีเปอร์เซ็นต์รอดตายสูง

13.13 การศึกษาราก Endophytes บนใบพืช

Rarunee et al. (1999) ศึกษาพืชพื้นบ้านของประเทศไทย พบรา endophytic 200 ชนิด ส่วนใหญ่ราและจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่แยกได้สามารถเจริญ

บน shellfish waste agar medium ซึ่งมี scallop waste 15% (W/V), NaCl 177% และวันอาหาร 2% มี endophytic fungi 15% เท่านั้นที่ไม่สามารถ

เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าว อาหารชนิดนี้เหมาะต่อการเจริญและสร้างเส้นใยของรา endophyte โดยเฉพาะรากกลุ่ม xylariaceous และ *Colletotrichum* spp. พบการสร้าง anamorph เมื่อเจริญบนอาหารดังกล่าว

Photita et al. (2000) ศึกษารา endophyte ของกล้วยป่า (*Musa acuminata*) ที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พบรา 61 ชนิดบนส่วนต่าง ๆ ของพืช ราที่พบได้แก่ Xylariaceous group, *Guignardia cocoicola*, *Pyriculariopsis parasitica*, *Dactylaria* sp. และ *Colletotrichum* spp ส่วน *Deightonella torulosa* เป็นราที่พบบ่อยที่สุดในการศึกษาครั้งนี้

Cheeptham et al. (1999) แยกรา endophyte จากไม้พื้นบ้านในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อหาสารปฏิชีวนะยับยั้งเชื้อรา (antifungal antibiotic) โดยเฉพาะสารที่ยับยั้งการสังเคราะห์ chitin ใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* จำนวน 3 สายพันธุ์ทดสอบประสิทธิภาพการสร้างปฏิชีวนะของรา endophyte ได้แก่ wild type, SS 553 และ EC19 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ mutant (chitin synthetase I-defective mutant) นำเชื้อรา endophyte ที่แยกได้จำนวน 108 สายพันธุ์เลี้ยงในอาหาร 4 ชนิด นำมาทดสอบหาสารออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของยีสต์ พบว่าเชื้อรา endophyte สายพันธุ์ F6PRb-12 ผลิตสาร antifungal antibiotics ในขณะที่ไม่พบสารดังกล่าวในสายพันธุ์ wild type ในปัจจุบันกำลังศึกษาการจำแนกชนิด fermentation และ สกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเชื้อราดังกล่าว

Lumyong et al. (2000) ได้ใช้ molecular technique ในการจัดจำแนกรา endophytes ได้ศึกษา phylogenetic ของเชื้อรา *Guignardia* sp. MK 3 พบว่ามีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *Guignardia atmcola* โดยดูลักษณะการเรียงตัวของ 18s rDNA

Pongputthachat et al. (1999) ศึกษารา endophyte จากใบปกติและกิ่งของต้นก่อ: *Castanopsis*

acuminatissima โดยเก็บตัวอย่าง 5 แห่งบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 4,500 ตัวอย่างจากต้นก่อ 50 ต้น ผลการทดลองพบเชื้อรา 38 genera 68 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นรา Xylariaceae, Coelomycetes, Hyphomycetes และ Mycelia Sterilia ราที่พบบ่อยที่สุดบนใบได้แก่ *Xalaria* sp.1, *Phomopsis* sp. 1 และ *Colletotrichum* sp. ส่วนบนกิ่งพบรา *Xalaria* sp. 2, black mycelium A, และ *Phomopsis* sp. 1.

Lumyong and Lumyong (1999) ศึกษารา endophytes จากใบและกิ่งต้นอบเชย *Cinnamomum iners* จำนวน 6 ต้น บริเวณดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเล 1,000 เมตร โดยทำการเปรียบเทียบเชื้อราระหว่าง 2 ฤดูในปี ค.ศ. 1998 แยกเชื้อราจากกิ่งและใบพบรา 20 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นรา Ascomycotina และ Deuteromycotina ราที่พบเป็นจำนวนมาก ได้แก่ Xylariaceous, *Colletotrichum*, Mycelia Sterilia และ *Phomopsis* spp. ส่วนราชนิดอื่นที่พบได้แก่ *Guignardia* sp., *Thermomyces*, *Sporomella* และ *Beltramia* sp. ในช่วงฤดูที่อากาศเย็นจะพบจำนวนเชื้อรามากกว่าในฤดูร้อน

Norkeaw and Lumyong (1999) ศึกษาประสิทธิภาพของเอนไซม์ cellulase, xylanase และ mannanase จากรา endophyte โดยแยกเชื้อราจากใบและกิ่งของพืชสมุนไพร 6 ชนิด ได้แก่ *Hibiscus sabdariffa*, *Barleria lupulina*, *Rhinacanthus nasutus*, *Vitex trifolia*, *Cinchona succirubra* ที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ผ่าเชื้อที่ผิวด้วยแอลกอฮอล์ 70% เป็นเวลา 1 นาที, Sodium hypochlorite 3% เป็นเวลา 5 นาที และแอลกอฮอล์ 95% เป็นเวลา 30 วินาที บ่มเชื้อบนอาหาร malt extract agar ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ สามารถแยกเชื้อราจากสมุนไพรทั้ง 6 ชนิดได้จำนวน 13, 8, 8, 10, 11 และ 7 isolates ตามลำดับ นำเชื้อแต่ละสายพันธุ์เลี้ยงในอาหารเหลวที่มีส่วนประกอบของ cellulose, xylan และ mannan บ่มไว้ที่

อุณหภูมิห้อง บนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 160 รอบ/นาที เป็นเวลา 4 วัน ตรวจสอบการผลิตเอนไซม์ ได้โดยวิธี gel diffusion method ผลการทดลองแสดงว่า เชื้อราที่แยกได้มี การสร้าง cellulase, xylanase และ mannase ซึ่งมีกิจกรรมสูงมากโดยเกิด clear zones 12, 15 และ 10 mm. จากจำนวนเชื้อรา 15, 11 และ 5 สายพันธุ์ ตามลำดับ

Pimolsri and Lumyong (1999) ได้ตรวจสอบหาการยับยั้งเชื้อรา (antifungal activities) จากรา endophyte จำนวน 148 สายพันธุ์ โดยนำรามาล้างบนอาหารเหลว 5 ชนิด นำน้ำสกัด ส่วนใสด้านบน (supernatants) ของอาหารที่หมักไว้ 7 วัน ตรวจสอบหา antifungal activity ที่ต่อต้านเชื้อรา *Pyricularia* sp. โดยใช้ paper disc agar diffusion assay method พบรา endophyte จำนวน 25 สายพันธุ์ สามารถยับยั้งการเจริญของราสาเหตุโรคพืช ราดังกล่าวจำแนกเป็น *Xylaria* sp. และ *Fusarium* จำนวน 23 และ 2 สายพันธุ์ ตามลำดับ

Techa et al. (1999) แยกเชื้อรา endophyte จากใบและก้านใบของปาล์ม 2 ชนิด ได้แก่ *Calamus kerrianus* และ *Wallichia caryotoides* โดยการฆ่าเชื้อที่ผิวแล้วตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ วางบนอาหาร malt extract agar 2% ซึ่งมีส่วนผสมของ rose bengal และ chloramphenicol รา endophyte ที่พบได้แก่ *Phomopsis* sp., *Xylariaceae*, *Colletotrichum* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Guignardia* sp. และ *Mycelia sterilia*

Mekkamol et al. (2000) ศึกษาการจำแนกและระบบนิเวศของเชื้อราที่เป็น endophyte ของต้นสัก *Tectora grandis* L. ที่จังหวัดเชียงใหม่ รา endophyte ที่พบในใบแก่ที่ได้จากป่าธรรมชาติและป่าปลูกไม่มีความแตกต่างกัน จากการเปรียบเทียบ endophyte ที่พบในต้นอ่อนและต้นแก่พบว่ามีความแตกต่างในการเข้าทำลายที่ใบอ่อน มักพบเชื้อราในกลุ่ม *Xylariaceae* ที่ใบแก่ส่วนใบอ่อนพบเชื้อ รา *Phomopsis* และ *Colletotrichum*

13.14 การศึกษารานร้อน (Thermoresistant)

Luangsa-ard et al. (2000) ศึกษาเชื้อรา นร้อน (thermoresistant) จากดินในประเทศไทย โดยนำดินมาให้ความร้อน (น้ำร้อน) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แยกได้มากกว่า 200 สายพันธุ์ จำแนกได้เป็น genera ต่าง ๆ ได้แก่ *Aspergillus*, *Byssoschlamys*, *Chaetomium*, *Eupenicillium*, *Eurotium*, *Humicola*, *Monascus*,

Neosartorya, *Paecilomyces*, *Penicillium* และ *Talaromyces* เชื้อราในกลุ่มนี้สามารถผลิตเอนไซม์ และกรดอินทรีย์ที่มีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม ในขณะที่บางสายพันธุ์ทำความเสียหายแก่อุตสาหกรรมอาหารและผลไม้กระป๋อง เนื่องจากสปอร์มีความทนทานต่อความร้อน

13.14 การศึกษาเชื้อราโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

Plaingam et al. (2000) ศึกษารูปร่าง ลักษณะและการเกิดของสปอร์เชื้อรา Coelomycetes: *Chaetospermum camelliae* และ *Pestalotiopsis* sp. โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบ scanning และ transmission

Manoch et al. (2000a) ศึกษารูปร่าง ลักษณะ ascospore ของรา *Anixiella*, *Gelasinospora* และ *Podosordaria* โดยใช้ SEM

13.16 การศึกษารารำเือก (Slime mold) ในประเทศไทย

เลขา และคณะ (2540) ได้ศึกษารำเือก (slime mold) รา Hyphomycetes และรามูลสัตว์จาก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี พบร่ำเือก (true slime mold) บนขอนไม้ที่ผุขึ้น จำนวน 5 genera ได้แก่ *Arcyria*, *Ceratiomyxa*,

Dictydium, *Hemitrichia*, และ *Stemonitis* และ cellular slime mold 1 genus ได้แก่ *Dictyostelium*

รัตเชตร์ และพรณี (2542) รายงานร่ำเือกที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาเขียว-เขาชมภู่ จังหวัดชลบุรี พบร่ำเือก 2 ชนิด ได้แก่ *Cribaria microcarpa* และ *Arcyria cinerea*

13.17 การศึกษาเห็ดราในประเทศไทย

เสาวลักษณ์ และคณะ (2542) ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส โดยได้เก็บตัวอย่างเห็ดจำนวน 245 ตัวอย่าง เป็นเห็ดพวก Ascomycetes 45 ตัวอย่าง และ Basidiomycetes 200 ตัวอย่าง ได้จำแนกออกเป็นหมวดหมู่ระดับ Order, Family และ Genus พบเห็ด Ascomycetes 9 สกุล ที่พบมากที่สุด ได้แก่ Order Xylariales โดยพบสกุล Xylaria มากที่สุดประมาณ 15 ชนิด อยู่บนดิน กิ่งไม้ ไม้ไผ่ เมล็ดปาล์มบังสุรย์ เป็นต้น ตัวอย่างเห็ด Ascomycetes ที่พบเสมอได้แก่ *Cookeina tricholoma*, *C. sulcipes* และ *Hymenoseyphus crocatum* เห็ด Ascomycetes สกุล *Scutellinia* sp. พบ 2 ครั้งในเดือนสิงหาคม และธันวาคม และ *Sarcocypha* sp. พบในเดือนตุลาคม *Trichoglossum* sp. และ *Sarcosoma javanicum* พบในเดือนกันยายน

วสันต์ และคณะ (2542) ได้สำรวจ เก็บตัวอย่าง และรวบรวม เห็ดในพื้นที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโดนงาช้าง จังหวัดสงขลา และพื้นที่ใกล้เคียง เก็บตัวอย่างเห็ดทั้งหมดจำนวน 980 ตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ 354 ชนิด เมื่อทำการจัดหมวดหมู่โดยใช้หลักเกณฑ์ของ Hawksworth et al. (1995) พบว่าอยู่ใน 3 ชั้น (Class) 30 อันดับ (Order) 67 วงศ์ (Family) และ 140 สกุล ที่พบมาก คือ *Agaricus* (14 ชนิด) และ *Lepiota* (12 ชนิด) เป็นต้น มีเห็ดหลายชนิดที่พบเพียงครั้งเดียวตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและไม่เคยมีรายงานพบในประเทศไทยมาก่อน ได้แก่ *Boedijnopeziza insitiata*, *Gyrodon merulioides*,

Gomphus sp., *Calostoma* sp., *Simblum* sp., *Mutinus ravenelii* และ *Tylostoma* sp. เป็นต้น จากการสอบถามชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียงในการนำเห็ดมาใช้ประโยชน์ พบว่ามีเห็ดจำนวนน้อยชนิดที่ชาวบ้านนำมารับประทาน ที่นิยมและรู้จักกันแพร่หลายในภาคใต้ ได้แก่ เห็ดแครง (*Schizophyllum commune*), เห็ดโคน (*Termitomyces heimil*), เห็ดจุ (*T. clypeatus*), เห็ดนมหมู (*T. globulus*), เห็ดตับเต่า (*Phlebopus colossus*) เห็ดเสม็ด (*Tylopilus subrobrunneus*) และเห็ดขาว (*Lentinus squarrosulus*) เป็นต้น มีเห็ดหลายชนิดที่นิยมรับประทานในภาคอื่น ๆ ของประเทศไทย แต่ชาวใต้ไม่รับประทาน ได้แก่ เห็ดระโงกเหลือง (*Amanita hemibapha javanica*), เห็ดระโงกขาว (*A. princeps*) และเห็ดกระด้าง (*L. polychrous*) เป็นต้น

รัตเชตร์ และพรณี (2542) รายงานความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดราขนาดใหญ่ ในบริเวณสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียว จังหวัดชลบุรี ในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ในปี ค.ศ. 1997 และ 1998 ผลการสำรวจพบเห็ดราขนาดใหญ่ 267 ตัวอย่าง ในจำนวนนี้สามารถจำแนกจนถึงชนิดได้ 96 ตัวอย่าง และเป็นเห็ดราในชั้น Basidiomycetes 82 ตัวอย่าง, ชั้น Ascomycetes 12 ตัวอย่าง และ ชั้น Myxomycetes 2 ตัวอย่าง ส่วนที่จำแนกได้ถึงสกุลมี 38 สกุล (107 ตัวอย่าง) เป็นเห็ดราในชั้น Basidiomycetes 34 สกุล (85 ตัวอย่าง) ชั้น Ascomycetes 2 สกุล (20 ตัวอย่าง) และ ชั้น

Myxomycetes 2 สกุล (2 ตัวอย่าง) ส่วนที่เหลือเป็นพวกที่จำแนกได้แค่วงศ์มี 8 วงศ์ (64 ตัวอย่าง)

อัจฉรา และคณะ (2539) ศึกษาการเจริญของเส้นใยและการสร้างดอกเห็ดของเห็ดยานางิ (*Agrocybe cylindracea*) บนก้อนซีลีอียที่ใช้แล้ว เนื่องจากเห็ดชนิดนี้ย่อยสลายซีลีอียได้ช้ามาก สูตรอาหารที่ให้ผลดีที่สุดคือ ซีลีอียใช้แล้ว 100 กก. ผสมรำแคลเซียมคาร์บอเนต ดีเกลือ และ น้ำ ในปริมาณ 3, 0.25, 0.1 และ 60-65 กก.

อัจฉรา และสัณชัย (2539) ได้รายงานปัจจัยที่มีต่อคุณภาพและจำนวนผลผลิตของเห็ดเข็มเงิน (*Flammulina velutipes*) โดยแนะนำให้หนึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อที่ประกอบด้วย ซีลีอียไม้ยางพารา: รำข้าว: แป้งข้าวโพด: น้ำ ในอัตราส่วน 70: 20: 5: 60 โดยบรรจุในถุงพลาสติก 800 กรัม/ถุง นำไปนึ่งด้วยความร้อน 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

Pichyangkura (1993) รายงานการรวบรวมเห็ดโคนและได้จำแนกชนิดโดยใช้วิธีของ Heim (1977) เห็ดโคนที่พบ ได้แก่ *Termitomyces clypeatus*, *T. mammiformis*, *T. robustus*, *T. schimpero*, *T. globula* และ *T. microcapus*

Petcharat (2000) ศึกษาความหลากหลายของเชื้อรา Basidiomycetes ในจังหวัดสงขลา ซึ่งอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยสุ่มตัวอย่างจากบริเวณที่เป็นป่าไม้, ทุ่งหญ้า, สวนผลไม้ และชายฝั่งทะเล โดยแยกพบเชื้อรา 308 ชนิด เป็นรา Basidiomycetes โดย

จัดจำแนกอยู่ใน 116 genera 53 families ซึ่งพบราใหม่ ๆ อีกหลายชนิด

Ruksawong et al. (2000) ศึกษาความหลากหลายของราในกลุ่ม Basidiomycetes ในป่าเขตร้อนพบรา Basidiomycetes จำนวนมาก และในการศึกษานี้จะออกเก็บตัวอย่างกระจัดกระจายทั่วไปในประเทศไทย ตัวอย่างที่เก็บจะถูกบันทึกชนิดที่หลากหลายและเก็บรวบรวมไว้

Sanmee et al. (2000) ศึกษาเห็ดที่กินได้ใน จ.เชียงใหม่ และเชียงราย โดยสำรวจจากป่าในพื้นที่ต่าง ๆ พบทั้งหมด 287 ชนิด เป็นรา Ascomycota 10 ชนิด และ Basidiomycota 277 ชนิด ส่วนใหญ่พบบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ซึ่ง Basidiomycota ที่พบเป็น ectomycorrhizal (ECM) fungi มักเกิดเป็นดอกเห็ดอยู่ร่วมกับพืชในวงศ์ต่าง ๆ ได้แก่ Fagaceae, Pinaceae และ Dipterocarpaceae

Rodtong and Teaumroong (2000) ศึกษาความหลากหลายของเห็ดกินได้ในป่าดิบแล้ง อุทยานแห่งชาติทับลาน ซึ่งอยู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ส่วนใหญ่ที่พบจะได้แก่ราใน genera *Amnita*, *Boletus*, *Cantharellus*, *Lactarius*, *Russula* และ *Schizophyllum* ราที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดคือ ราใน genus *Russula* เห็ดกินได้เหล่านี้เป็นแหล่งอาหารสำคัญและเป็นผลิตภัณฑ์ของพวกชาวบ้าน ที่อยู่ใกล้อุทยานในฤดูฝน การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายและความหนาแน่นของเห็ดกินได้ในป่าดิบแล้ง

13.18 การศึกษาเชื้อราไมคอร์ไรซา

อนิวรรณ เฉลิมพงษ์ (1999) รายงานเรื่องเอคโตไมคอร์ไรซา: การวิจัยและพัฒนาในด้านกรป่าไม้ จากการตรวจสอบเอกสารพบว่ามีเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาอยู่ประมาณ 3,000-5,000 ชนิด มีความสัมพันธ์กับพืชป่าไม้ประมาณ 2,000 ชนิด เห็ดที่พบบ่อยในประเทศไทยได้แก่ *Astraeus hygrometricus*, *Boletus edulis*, *B. calopus*, *Boletellus emodeusis* เป็นต้น งานวิจัยดังกล่าวได้เริ่มดำเนิน

การเป็นครั้งแรกโดยกรมป่าไม้ เมื่อประมาณ 30 ปีมาแล้ว โดยใช้หัวเชื้อจากดินป่า (soil inoculum) เพาะเชื้อกับกล้าไม้สนสามใบ (*Pinus kesiya*), สนสองใบ (*P. merkusii*) และสนหางจระเข้จากต่างประเทศในแปลงเพาะชำ แล้วนำไปย้ายปลูกเป็นสวนป่า ในโครงการสำรวจวัดฤดูดับเพื่ออุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ ปัจจุบันการวิจัยและพัฒนาได้ดำเนินการทั้งหน่วยงานกรมป่าไม้ มหาวิทยาลัย และสถาบันต่าง ๆ โดยมุ่ง

เน้นการวิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดราไมคอร์ไรซา ที่มีความสัมพันธ์กับชนิดพันธุ์ไม้ป่าต่าง ๆ โดยศึกษาความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ ความหลากหลายทางระบบนิเวศป่าไม้ การคัดเลือกชนิดพันธุ์ การเก็บรวบรวมพันธุ์ การตรวจพิสูจน์ชนิดพันธุ์ การเพาะเลี้ยง, การเพาะเชื้อ, การขยายพันธุ์ ตลอดจนศึกษาการใช้ประโยชน์ของเห็ดราไมคอร์ไรซา ในแนวทางต่าง ๆ มากมายเพิ่มขึ้น การวิจัยด้านการผลิต และการเพาะเชื้อกับพืชอาศัยที่เฉพาะเจาะจงให้กับกล้าไม้ แม้ว่าส่วนใหญ่จะทำการวิจัยในแปลงเพาะชำ แต่การนำเอาเอคโตไมคอร์ไรซา ไปใช้ในสภาพสวนป่าจริง มีการปฏิบัติกันอยู่มากพอควร

Phosri et al. (2000) ศึกษาผลของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus tinctorius* ผลต่อการเจริญของกล้าสนสองใบ (*Pinus khesiya*) และยูคาลิป (*Eucalyptus camadulensis*) โดยแยกเชื้อรา *P. tinctorius* ได้จากดอกเห็ด (sporocarp) ที่เก็บจากแปลงปลูกยูคาลิป จังหวัดยโสธรและตาก (1-12) และจากป่าสนจังหวัดเชียงใหม่ และเพชรบูรณ์ (4-13) เชื้อราทุกสายพันธุ์เจริญได้ดีในอาหารที่มี pH 3-7 อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 30 องศาเซลเซียส ได้เพาะราไมคอร์ไรซากับกล้าพืชทั้งสองชนิด ผลการทดลองพบว่าพืชจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วภายในเวลา 6 เดือน ลำต้นสูงกว่าต้นที่ไม่ได้เพาะเชื้อ รวมทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกล้าพืชเพิ่มขึ้น *P. tinctorius* 13 ให้ผลดีกับกล้า *P. khesiya* ส่วน *P. tinctorius* 12 เหมาะกับกล้าไม้ยูคาลิป งานวิจัยนี้เป็นการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาที่เหมาะสมต่อการเจริญของพืชเพื่อนำไปพัฒนาใช้ในการปลูกป่าของประเทศต่อไปในอนาคต

Sangwanit and Sangthian (1993) รายงานการใช้เชื้อบริสุทธิ์จำพวกเห็ด 4 ชนิด มาทดสอบความสามารถในการเกิด ectomycorrhiza กับกล้าไม้ยางนา: *Dipterocarpus alatus* ผลการทดลองพบว่ารากพืชจะมีรา ectomycorrhiza เมื่อเพาะด้วยรา *Pisolithus tinctorius* เป็นเวลา 2 เดือน

และใช้เวลา 6 เดือนเมื่อเพาะด้วยรา *Astraeus hygrometricus* และ *Cenicocccum geophikum* แต่จะไม่พบ ectomycorrhiza เมื่อเพาะด้วยรา *Suillus* sp.

อุทัยวรรณ (2538) ศึกษาและรายงานเอคโตไมคอร์ไรซาของไม้ป่า อธิบายถึงประโยชน์ที่พืชได้รับรวมทั้งภาพแสดงกล้าไม้ยางนาที่มีเอคโตไมคอร์ไรซา รากพืชจะแตกแขนงเป็นจำนวนมาก รวมทั้งการนำความรู้ด้านเอคโตไมคอร์ไรซามาใช้ในการปลูกสร้างสวนป่า

Sawanarit and Suwana-adth (1993) รายงานเชื้อรา *Curvularia* sp. เป็นปรสิตกับรา vesicular arbuscular mycorrhiza: *Gigaspora margarita* โดยพบว่าเชื้อรา *Curvularia* สามารถเข้าทำลายสปอร์ของรา *G. margarita* บนอาหาร WA ในจานเลี้ยงเชื้อภายในเวลา 3 วัน สปอร์จำนวน 27% ถูกทำลายและการทำลายจะเพิ่มมากขึ้นในวันที่ 10, 17 และ 93 วัน เป็นเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย 43, 45 และ 64% ตามลำดับ การศึกษาเข้าทำลายได้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ารา *Curvularia* สร้าง appressorium เจาะแทงผ่านผนังเซลล์ของ VAM *G. margarita* เข้าไปเจริญสร้างเส้นใยและสปอร์อยู่ภายในสปอร์ของ host

Sanmee et al. (2000) ศึกษาการแพร่กระจายของเห็ด ectomycorrhiza ที่รับประทานได้ ที่ดอยสุเทพ-ปุย อำเภอดอยสะเก็ด อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านแม่สวด จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน ในปี ค.ศ. 1999 พบราดังกล่าวจำนวน 13 Family ได้แก่ Amanitaceae, Russulaceae, Cantharellaceae, Pisolithaceae, Boletaceae, Strobilomycetaceae, Geastraceae, Scleromataceae, Tricholomataceae, Hydnaceae, Thelephoraceae, Helvellaceae, และ Lycoperdaceae เห็ดที่นิยมรับประทานและพบเสมอในป่าเต็งรังได้แก่เห็ดในกลุ่ม Amanitaceae, Russulaceae, Cantharellaceae และ Boletaceae

Sanmee et al. (2000) รายงานการสำรวจและศึกษารายขนาดใหญ่ (macrofungi) ในกลุ่ม Ascomycota และ Basidiomycota จากป่าในจังหวัดภาคเหนือเช่นเดียวกับที่ศึกษาไว้ในปี ค.ศ. 1999 พบเห็ดโคน (*Termitomyces*) 3 ชนิด ECM fungi *Russula* (8), *Lactarius* (3), *Amanita* (3), *Boletus* (2), *Cantharellus* (1), *Craterellus* (2) และ *Astraeus* (1) เห็ดที่เป็น ectomycorrhiza ที่รับประทานได้ส่วนมากเก็บได้จากไม้ตระกูล Fagaceae ได้แก่ก่อ (oak) ชนิดต่าง ๆ, Pinaceae และ Dipterocarp

न्हินทา และคณะ (2543) ได้แยกเชื้อและจัดจำแนกชนิดเชื้อไมคอร์ไรซากล้วยไม้ และศึกษาถึงการนำไมคอร์ไรซากล้วยไม้มาใช้ประโยชน์ในการเพาะเมล็ดแบบซิมไบโอซิส (symbiosis germination) โดยทำการสำรวจกล้วยไม้ในเขตจังหวัดกาญจนบุรี จันทบุรี และแหล่งอื่น ๆ และเก็บตัวอย่างกล้วยไม้เกาะอาศัย (epiphytic orchids) 20 ชนิด และกล้วยไม้ดิน (terrestrial orchids) 15 ชนิด หลักจากตัดขวางรากและตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบไมคอร์ไรซาในราก

กล้วยไม้เกาะอาศัย 17 ชนิด และพบในรากกล้วยไม้ดินทุกชนิด จำแนกชนิดของราไมคอร์ไรซากล้วยไม้ทุกสายพันธุ์คือเชื้อ *Rhizoctonia* spp.

Manoch et al. (2000c) ศึกษา *Rhizoctonia* ที่เจริญร่วมกับรากกล้วยไม้ดิน 5 ชนิด ได้แก่ *Goodyera procera*, *Paphiopedilum concolor*, *P. concolor* var. *striatum*, *Paphiopedilum* sp., และ *Spathoglottis plicata* จากจังหวัดจันทบุรี กาญจนบุรี เชียงใหม่ และกรุงเทพฯ ได้แยกเชื้อราที่เจริญเป็นเส้นใยชดอยู่ในเซลล์ราก (peloton) รวมทั้งได้แยกเชื้อราจากดินบริเวณรากกล้วยไม้ดังกล่าวโดยตรง และใช้เมล็ดข้าวเป็นเหยื่อล่อ แยกได้รา *Rhizoctonia* 75 สายพันธุ์ ซึ่ง 70 สายพันธุ์ได้มาจาก peloton ในเซลล์ราก ส่วนอีก 5 สายพันธุ์ได้จากดิน เนื่องจาก *Rhizoctonia* เป็นราที่สร้างเฉพาะเส้นใย บางสายพันธุ์อาจสร้าง monilioid cell ได้ศึกษารูปร่างลักษณะของเส้นใยทุกสายพันธุ์ และย้อมสีนิวเคลียสด้วย safranin O ตามวิธีของ Bandoni พบ binucleate hypha เป็นส่วนใหญ่ มีเพียงส่วนน้อยที่เป็น multinucleate

13.19 การศึกษาเชื้อราในกลุ่ม Xylariaceae

Thienhirun et al. (2000) รายงานรา Xylariaceae จากเกาะสมุยและเกาะใกล้เคียงบริเวณอ่าวไทย จังหวัดชลบุรี เกาะดังกล่าวมีพืชพรรณหลายชนิดทั้งป่าดิบแล้ง ป่าชายหาด ต้นไม้ที่ขึ้นตามหน้าผา เป็นต้น เก็บตัวอย่างรา Xylariaceae ได้ 5111 ตัวอย่าง จำแนกเป็น genera ต่าง ๆ ได้แก่ *Xylaria*, *Hypoxylon*, *Biscogniauxia*, *Daldinia*, *Kretzschmaria*, *Jumillera*, *Nemania*, *Rosellinia* และ *Penzigia*. ราที่พบมากที่สุดคือรา *Hypoxylon* โดยเฉพาะ *H. fendleri* และ *H. lenormandii*

Rodtong et al. (2000) ได้รายงานรา Xylariaceae จากอุทยานแห่งชาติทับลาน โดยเก็บตัวอย่างทุกเดือนเป็นเวลา 22 เดือน ในป่าดิบเขา (dry evergreen) ป่าผลัดใบ (mixed deciduous) ป่าเต็งรัง (deciduous dipterocarp) และทุ่งหญ้า (savanna) ราที่

พบเป็นจำนวนมากในทุกแหล่งที่สำรวจได้แก่ *Hypoxylon* และ *Xylaria* ในทุ่งหญ้าจะพบรา Xylariaceae น้อยชนิดกว่าบริเวณอื่น เนื่องจาก *Xylaria* เป็นราที่เจริญบนไม้ (wood inhabitants) จัดจำแนกได้ 53 taxa มีหลายชนิดที่มีแนวโน้มว่าจะเป็นราชนิดใหม่จากการศึกษาได้รายงานไว้ 7 genera

Siikitikulchai et al. (2000) ศึกษาในกลุ่ม Xylariaceae ที่มีความสามารถในการย่อย lignocellulose ในป่าเขตร้อนชื้น โดยพบว่า Xylariaceae fungi จาก 12 แหล่งสามารถลดปริมาณ lignocellulose ได้ และยังสามารถใช้ cellulose และ xylan ได้ เนื่องจากพบว่าน้ำหนักรากไม้ที่นำมาทดสอบลดลง โดยมีเพียง *Xylaria* sp. ชนิดเดียวเท่านั้นที่ทำให้เกิด decolourization of Poly R-478 และชี้ให้เห็นถึง peroxidase activity

13.20 พันธุศาสตร์ของเชื้อรา (Fungal Genetics)

จินตนา และคณะ (2543) ศึกษาการจัดจำแนกเชื้อรา *Trichoderma* spp. และ *Glodadium* sp. โดยอาศัยเทคนิคทางอณูวิทยาร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดยการรวบรวมเชื้อจากแหล่งต่าง ๆ 40 ไอโซเลท โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถจำแนกได้เป็น *T. harzianum* 26 ไอโซเลท, *T. koningii* 5 ไอโซเลท, *T. aurcoviride* 1 ไอโซเลท, *T. pseudokoningii* 2 ไอโซเลท, และ *B. virens* 6 ไอโซเลท ทุกไอโซเลทสามารถยับยั้งการเจริญของรา *Pythium aphanidermatum* เมื่อทำการทดสอบแบบ dual culture บนอาหาร PDA การวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ โดยอาศัยเทคนิค amplified fragment length polymorphism สามารถแบ่งเชื้อราได้ 40 ไอโซเลท มี 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม *T. harzianum*, กลุ่ม *T. koningii*-*T.*

aurcoviride, กลุ่ม *G. virens* และกลุ่ม *T. pseudokoningii* ซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างชัดเจน

Yongsmith et al. (1994), ศึกษา (mutagenesis) ในราข้าวแดง (*Monascus* spp.) เพื่อให้ผลิตสารสีแดงเพิ่มมากขึ้น ชูลี (2542), เสาวนิตย์ และคณะ (2543) กมลนันท์ และคณะ (2543) ศึกษาวิเคราะห์ยีนของราข้าวแดงโดยการตรวจจำนวนและขนาดโครโมโซมด้วยกระแสไฟฟ้า สลับทิศทาง และโดยเทคนิคการสุ่มขยายชิ้น DNA (RAPD) Lakrod et al. (2000) ศึกษา genetic variation ของราข้าวแดง จำนวน 25 ไอโซเลท โดยเทคนิค RAPD

13.21 ราที่ทำความเสียหาย และอาหารเน่าเสีย

Vibulsresth et al. (1990) รายงานเชื้อราบนทุเรียนกวน โดยเก็บตัวอย่างทุเรียนกวนตามท้องตลาดในกรุงเทพฯ และจันทบุรี รวม 10 ตัวอย่าง มาเก็บไว้ที่ห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 2 เดือนจนขึ้นรา จึงนำมาแยกเชื้อโดยวิธี dilution plate ใช้อาหารแยก

เชื้อ 4 ชนิดพบว่า อาหารที่เหมาะสมที่สุดคือ dichloran 18% glycerol agar (DG 18) ผลการทดลองแยกได้รา *Aspergillus glaucus* group ที่มี *Eurotium* teleomorph ได้จำแนกรายละเอียดบนอาหาร CZ 20% sucrose

13.22 ราชนิดใหม่ (New and noteworthy fungal species)

Bussaban et al. (2000) ศึกษาพบเชื้อรา Ascomycetes ชนิดใหม่ *Lanceispora amomi* sp. nov. จากพืช Zingiberaceae: *Amomum siamense* ที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยแยกได้จาก pseudostem ของพืชที่สมบูรณ์ พบว่าเราสามารถสร้าง ascospore ได้ 2 ชนิดที่มีลักษณะแตกต่างกันบนอาหาร cornmeal agar

Manoch and Ramirez (1988) แยกได้รา *Penicillium siamensis* เป็นราชนิดใหม่แยกได้จากดินป่าอำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง ได้เก็บรักษาสายพันธุ์บริสุทธิ์ไว้ที่ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, MIRCEN, ATCC และ CBS

13.23 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชื้อรา (Fungal Culture Collection)

Tanticharoen (2000) รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายของเชื้อราในประเทศไทย เนื่องจากป่าไม้ในประเทศไทยถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น ปี ค.ศ. 1951-1987 BRT และ BIOTEC ได้

ทำโครงการเก็บรวบรวมข้อมูลของเชื้อราในประเทศไทย สามารถรวบรวมเชื้อราได้ 1,200 ชนิด โดยเก็บในลักษณะของ herbarium และ culture collection ซึ่งมีประมาณ 3,700 สายพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

- กณิษฐา สังคหะ, ญาณิ มั่นอัน และเฟื่องฟ้า จันทนิยม. 2543. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในรูปหัวเชื้อสดควบคุมโรคโคนเน่าระดับดินในพืชผักสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium phanidermatum*. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 38. หน้า 36.
- กมลนันท์ หลักรอด, ชูลี ชัยพร และบุษบา ยงสมิทธิ์. 2543. การวิเคราะห์ยีนโนมของราข้าวแดง (*Monascus* spp.) โดยใช้เทคนิคการสุ่มขยายชิ้น DNA (RAPD). หน้า 267-277.
- กิตติมา รามัญวงศ์ และอุทัยวรรณ แสงวนิช. 2542. ผลของเชื้อราเวสสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้วย. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- โกวิทย์ ยันตศาสตร์ และสุเทพ พูนสวัสดิ์. 2542. ปฏิกิริยาของเส้นใยราข้าวแดง (*Monascus* spp.) ที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้วย. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- จินตนา อิงคินันท์, พชรา โพธิ์งาม, จิระเดช แจ่มสว่าง และวรรณวิไล อินทนู. 2543. การจัดจำแนกเชื้อรา *Trichoderma* spp. และ *Gliocladium* sp. โดยอาศัยเทคนิคทางอณูชีววิทยาร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 38. หน้า 38.
- ชูลี ชัยศรีสุข. 2542. ปฏิกิริยาของเส้นใยราข้าวแดง (*Monascus purpureus*). การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 37 สาขาวิทยาศาสตร์. หน้า 93-99.
- ชูลี ชัยศรีสุข. 2542. รูปแบบโครโมโซมในระดับโมเลกุลของราข้าวแดง (*Monascus* spp.) ที่กำหนดโดยใช้ระบบสนามไฟฟ้าสถิตย์. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 37 สาขาวิทยาศาสตร์. หน้า 195-201.
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2542. การศึกษาเห็ดกลุ่มเห็ดตับเต่าในประเทศไทย. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- อวิชชัย เปรมศรี, นิพนธ์ วิสารทนนท์ และดุชนิ ธนะปริพัฒน์. 2543. การคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. เพื่อควบคุมเชื้อรา *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* เชื้อราสาเหตุโรคโคนเน่าและรากเน่าของต้นไผ่เขียว (*Euphobia milii*). การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 38. หน้า 40.
- นภา โล่ห์ทอง. 2540. สิ่งอันพึงประสงค์จากจุลินทรีย์. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 54 หน้า.
- นันทนา คำเมือง, เลขา มาโนช, จิตราพรรณ พิลัง และพรพิมล อธิปัญญาคม. 2543. การแยกเชื้อและจัดจำแนกชนิดไมคอร์ไรซากล้วยไม้. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 38. หน้า 62.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคเงาะ. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 8. 29 หน้า.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคทุเรียน. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 4. 29 หน้า.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคฝรั่ง. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 7. 29 หน้า.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคพุทรา. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 10. 13 หน้า.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคมะขาม. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 9. 13 หน้า.

- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคมะม่วง. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 6. 44 หน้า.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคไม้ผลเขตกึ่งร้อน. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 2. 144 หน้า.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคไม้ผลเขตร้อนและการป้องกันกำจัด. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 1. 172 หน้า.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคไม้ผลเขตหนาว. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 3. 144 หน้า.
- นิพนธ์ วิสารทนนท์. 2542. โรคองุ่น. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการหลักสูตร “หมอฟืช-ไม้ผล” ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ฉบับที่ 5. 45 หน้า.
- นิยม สุตเพระ, เลขา มาโนช, อุบล คือประโคน และพูนพิไล สุวรรณฤทธิ์. 2542. ความหลากหลายของราดินและราโรคพืชในดินปลูกพืชไร่ จังหวัดสกลนคร. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 129-135.
- นิยมรัฐ ไตรศรี. 2542. โรคของกล้วยไม้และการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยโรคพืช ผัก ไม้ดอกและไม้ประดับ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 50 หน้า.
- พัฒนา สนธิรัตน์, ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน, ธนวัฒน์ กำแหงฤทธิ์, วิรัช ชูบำรุง และอุบล คือประโคน. 2537. ดรรชนีโรคพืชในประเทศไทย. กลุ่มงานวิทยาไมโค กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 284 หน้า.
- พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, สุธี ชัยศรีสุข, ภาสนันท์ ดอกไม้ และสุทธิศักดิ์ จาตุเจริญ. 2539. ชนิดและปริมาณของเชื้อราในสาร EM. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทยาศาสตร์) 30: 47-57.
- พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, มลชัย กิตติศักดิ์มนตรี, อุทัยวรรณ แสงวนิช. 2542. ผลของราเวสสิคูลาอัสคูลาไมคอร์ไรซาต่อการเจริญของปอแก้ว (*Hibiscus sabdariffa* var. *altissima*) และการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita*. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- แมนสรวง วุฒิอุดมเลิศ, พรรณกร อัมวิทยา, อ้อมบุญ ล้วนรัตน์ และโยธิน คำอุดม. 2543. เปรียบเทียบฤทธิ์ต้านราของสารสกัดมะค่าดีควายที่สกัดต่างวิธีกับ ketoconazole. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 38. หน้า 232.
- รัตเชตร เชยกลิ่น และพรณี ฐิตาภิชาติ. 2542. ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดราขนาดใหญ่ในบริเวณสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเขียว จังหวัดชลบุรี. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 136-140.
- เลขา มาโนช และจินตนา ชนะ. 2539. การเก็บรวบรวมและเก็บรักษาสายพันธุ์เชื้อราในดินและน้ำ. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 296 หน้า.
- เลขา มาโนช, จินตนา ชนะ และวิรัช ชูบำรุง. 2542. สายพันธุ์เชื้อราที่มีความสำคัญในประเทศไทย. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 37 สาขาพืช.
- เลขา มาโนช, จินตนา ชนะ, สายัณห์ สมฤทธิ์ผล และสุจิตรา โกศล. 2540a. สายพันธุ์เชื้อรา Ascomycetes และ Deuteromycetes จากดินและพืช. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 35 สาขาพืช. หน้า 432-443.
- เลขา มาโนช, จินตนา ชนะ, สายัณห์ สมฤทธิ์ผล และสุจิตรา โกศล. 2540b. ราเมือก รา Hyphomycetes และรามูลสัตว์จากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 35 สาขาพืช. หน้า 444-452.

- เลขา มาโนช, นันทนา คำเมือง และจิตราพรรณ พิสิก. 2542. ไมคอร์ไรซากล้วยไม้ในประเทศไทย: อดีต ปัจจุบัน และอนาคต. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- เลขา มาโนช. 2536. รา *Pythiaceae*, *Zygomycetes*, *Ascomycetes* และ *Hyphomycetes* บางชนิด จากดินในประเทศไทย. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 30 สาขาพืช. หน้า 739-752.
- เลขา มาโนช. 2538. ราที่เป็นประโยชน์และโทษต่อมนุษย์. ใน: เรื่องน่ารู้สำหรับประชาชน. ชมรมนักเรียนทุนมูลนิธิอานันทมหิดล. เล่มที่ 21. หน้า 266-274.
- วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, พัทยากร ล้อมทอง, เสียงแจ้ว พิริยพจน์, ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ และนวลจันทร์ ภาสดา. 2542. การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดินและเชื้อราวิเอไมคอร์ไรซาในรากหญ้าแฝก 6 กลุ่มพันธุ์ ในดินชุดท้ายาง. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- วสันต์ เพชรรัตน์, ปรีชา กลิ่นเกษร และอนิรุต เฉลิมพงษ์. 2542. การสำรวจและรวบรวมเห็ดในพื้นที่บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโด่งช้าง อำเภอดงหลวง จังหวัดสงขลา และพื้นที่ใกล้เคียง. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 151-154.
- สุจิตรา โกศล, เลขา มาโนช, พิพนธ์ ตั้งธรรม และสามัคคี บุณยะวัฒน์. 2542. ชนิดและปริมาณของราในดิน น้ำ และพืชภายใต้แปลงปลูกสัก ลุ่มน้ำลั่นทม. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 146-150.
- สุภาพร ธรรมะสุระกุล, ออมทรัพย์ นพอมรบดี และสมเพชร เจริญสุข. 2542. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตสับปะรดโดยเชื้อราไมโคไรซา. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- เสาวนิตย์ ขอบบุญ, ชูลี ชัยพร และบุษบา ยงสมิทธิ์. 2543. การวิเคราะห์ยีนโนมของราข้าวแดง (*Monascus* spp.) โดยการตรวจจำนวนและขนาดของโคโมโซมด้วยกระแสไฟฟ้าสลับทิศทาง. หน้า 258-266.
- เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร, เยาวลักษณ์ ดิสระ, วิไลลักษณ์ รีม่วงตระกูล และวสันต์ เพชรรัตน์. 2542. ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 155-159.
- โสภณ บุญลือ และอนุสรณ์ อินยา. 2542. ผลของเชื้อราเวสสิคูลาอาบัสคูลา ไมคอร์ไรซา ต่อการเจริญเติบโตของปอแก้ว. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- อนงค์ จันทรศรีกุล, อุทัยวรรณ แสงวนิช และนันท์ ศรีจุมปา. 2542. เห็ดราเอ็กโตไมโคไรซา. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- อนุเทพ ภาสุระ. 2540. การผลิตจุลินทรีย์โปรตีนของเห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) จากการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 5(1): 9-19.
- อนุเทพ ภาสุระ. 2542. การศึกษาเชื้อราปนเปื้อนสายพันธุ์ที่สร้างสารอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลตากแห้งและการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่ปนเปื้อนโดยใช้สารกันเสียบางชนิด. วารสารมหาวิทยาลัยบูรพา 4(1): 14-23.

- อภิรดี ปลื้มอนภาคย์ และวาสนา ศรีบุญธรรม. 2542. การสำรวจและเก็บรวบรวมสายพันธุ์ราป่าจาก. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 141-145.
- ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2542. การวิจัยและพัฒนาการใช้เชื้อราไวเอดไมคอร์ไรซาในกรมวิชาการเกษตร. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- อานนท์ ประเสริฐศรี, วิเชียร กิจปรีชาวนิช, สาโรจน์ ศิริคันสนียกุล, จริญญา เจตนะนต และนภา โล่ห์ทอง. 2543. การผลิตเอนไซม์ β -xylanase ที่ปราศจากเซลล์จากเชื้อรา *Humicola lanuginosa* (Griffon and Maublanc) Bunce ด้วยกระบวนการหมักแบบ solid state. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 38. หน้า 229.
- อุทัยวรรณ แสงวนิช, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และกุศล ตั้งใจพิทักษ์. 2542. ผลการปลูกเชื้อราบางชนิดให้กับกล้าไม้ยูคาลิปตัสตามลดูแลนซิส. การสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพการวิจัยในปัจจุบันและแนวทางในอนาคต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 8-9 ธันวาคม.
- อุทัยวรรณ แสงวนิช. 2538. เอดโดไมคอร์ไรซาของไม้ป่า. ใน: เรื่องนำรู้สำหรับประชาชน. ชมรมนักเรียนทุนมูลนิธิอานันทมหิดล. เล่มที่ 21. หน้า 192-199.
- อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์, สุกนิตา บัวบาน, นวลอนงค์ นาคคง, สุวรรณภา กลัดพันธุ์, อุไร สุวรรณวงศ์ และงามผ่อง คงคาทิพย์. 2543. ผลของสารสกัดจากพืชที่มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger*. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 38. หน้า 46.
- BAE, J. T., J. SHINHA, J. W. PARK AND J. W. YUN. 2000. Optimization of submerged culture conditions for exo-biopolymer production by *Paecilomyces japonica*. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 25. Abstract.
- BELL, A. 1983. Dung fungi, an illustrated guide to coprophilous fungi in New Zealand. Victoria Univ. Press, Wellington, New Zealand. 88 p.
- BUSSABAN, B., S. LUMYONG, P. LUMYONG AND K. D. HYDE. 2000. *Lanceispora amomi*, a new species of ascomycetes from *Amomum siamense*. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 79. Abstract.
- CHAIPRASERT, A., K. SAMERPITAK, W. WANACHIWANAWIN AND P. THASNAKORN. 1991. Induction of zoospore formation in Thai isolates of *Pythium Insidiosum*. In: First Symposium of Mycology in Asia (MIA I): Applications of Fungi in Biotechnology, Chulalongkorn University, 29-30 October. p. 43. Abstract.
- CHAMSWARN, C. AND W. GESNARA. 1993. Biological control of plant pathogenic fungi by *Trichoderma* spp. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 15. Abstract.
- CHANDRAPATYA, A. 1993. *Hirsutella thomopsonii*: a fungal parasite of the citrus rust mite in Thailand. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 12. Abstract.
- CHANG, Y. S. 2000. The search for antimicrobial agents and other useful components from Malaysian fungi. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 33. Abstract.
- CHAROENRAT, S. AND A. PLIKEMOL. 2000. Inhibitory effect of culture filtrate of Chitinase producing mold on *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. and *Lasiodiplodia* sp. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 48. Abstract.
- CHAROENWATTANA, P., L. MANOCH AND C. KITTITHAMKUL. 1990. Taxonomic study and distribution of *Fusarium* species from plants and soils in Thailand. In: Fourth International Mycological Congress IMC 4, Reegensburg, German (F. R. G.), 28 August-3 September. p. 272.
- CHEEPHAM, N., S. LUMYONG AND F. TOMITA. 1999. Anti-yeast activity from endophytic fungi. Program and Abstracts. International Conference on Asian Network on Microbial Research. Chiang Mai, Thailand. p.141.
- CHITRADON, L., P. MAHAKHAN AND V. KITPREECHAVANICH. 1993. Fungal pectinases, efficient in enhancing the digestion of raw starch from cassava tuber. Kasetsart University, Bangkok, Faculty of Science. Research abstract. Ruam Botkhatyongwan Wichai 2536. 162 p.

- CHITRADON, L., P. MAHAKHAN, P. POONPAIROJ, V. KITPREECHAVANICH AND N. LOTONG. 1996. Production of pectinases from *Rhizopus* sp. in solid substrates. In: VISSER, J. AND A. G. J. VORAGEN (eds.), Pectins and pectinases 1996, Elsevier Science B.V.
- CHITRADON, L., P. POONPAIROJ, P. MAHAKHAN, V. KITPREECHAVANICH AND N. LOTONG. 1966. Pectinases from *Rhizopus* sp. In: VISSER, J. AND A. G. J. VORAGEN (eds.), Efficient in enhancing the hydrolyzation of raw cassava starch: purification and characterization. Pectins and pectinases 1996, Elsevier Science B.V.
- CHOI, P. Y., V. C. E. AND L. C. M. CHIU. 2000. *In vivo* and *in vitro* studies of antitumor effects of Tremella mesenterica polysaccharides. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 24. Abstract.
- DAS, S., D. H. KIM, B. K. YANG, S. C. JEONG, N. J. HUR, J. W. YUN AND C. H. SONG. 2000. A study on the hypoglycemic effects of the exo-polymers product by submerged mycelial culture of *Phellinus linteus*. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 26. Abstract.
- DEACON, J. W. 1997. Modern mycology. 3rd ed. Black Well Science. 303 p.
- DESAKORN, V., M. D. SMITH, A. L. WALSH, A. J. H. SIMPSON, D. SAHASSANANDA, A. REIANUWONG, V. WUTHIEKANUN, P. HOWE, B. J. ANGUS, P. SUNTHARASAMAI AND N. J. WHITE. 1999. Diagnosis of *Penicillium mameffeii* infection by quantitation of urinary antigen by using an enzyme.
- DICKSON, G. AND M. WHALLEY. 2000. The BMS expeditions to Ecuador and Thailand. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- DISSARA, Y. AND P. PUTCHARAPORN. 2000. Fibrinol lytic enzymes from Filamentous fungi. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- DOMSCH, K. M., W. GAMS AND T-H ANDERSON. 1993. Compendium of soil fungi. Vol. 1. 2nd ed. 859 p. and Vol. 2. 405 p. Academic Press, London.
- EVANS, H. C. AND N. L. HYWEL-JONES. 2000. Tropical entomopathogenic fungi: their form and function. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- FARUNGSANG, N., U. FARUNGSANG AND S. SANGCHOTE. 1998b. Factors affecting the consistency of leaf disk assays. *ACIAR Proceedings* 81: 131-136.
- FARUNGSANG, S., L. MANOCH AND U. FARUNGSANG. 1993. Eight *Pythium* spp. from some cultivated locations in Thailand. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 24. Abstract.
- FARUNGSANG, U., N. FARUNGSANG AND S. SANGCHOTE. 1994a. Benomyl resistance of *Colletotrichum* species associated with mango and rambutan fruit rot in Thailand. *ACIAR Proceedings* 58: 45-50.
- FARUNGSANG, U., S. SANGCHOTE AND N. FARUNGSANG. 1994b. Rambutan poethorvoet disease in Thailand. *ACIAR Proceedings* 58: 51-59.
- FARUNGSANG, N., U. FARUNGSANG AND S. SANGCHOTE. 1998a. Biological control of postharvest fruit rot (*Greeneria* sp.) in rambutan with phyloplane yeasts. *ACIAR Proceedings* 81: 113-119.
- FLEGEL, T. W. 1991. The importance of fungi in shrimp mariculture. In: First Symposium of Mycology in Asia (MIA I): Applications of Fungi in Biotechnology, Chulalongkorn University, 29-30 October. p. 21. Abstract.
- GOCHENAUR, S. 1964. A modification of the immersion tube method for isolating soil fungi. *Mycologia* 65: 921-923.
- HYWEL-JONES, N. L. 1993. Insect fungi from natural habitat in Thailand. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 13. Abstract.
- IAMTHAM, S. AND M. VAJRABHAYA. 1991. Control of fungal contamination by eenomyl in tissue culture. In: First Symposium of Mycology in Asia (MIA I): Applications of Fungi in Biotechnology, Chulalongkorn University, 29-30 October. p. 51. Abstract.
- ISAKA, M., M. TANTICHARON AND Y. THEBTARANONTH. 2000. Novel bioactive compounds from fungi in Thailand. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 24. Abstract.
- JATURAPAT, A., W. KLADWANG, J. PUNYA, Y. LERTWERAWAT AND M. TANTICHARON. 1998. Screening of bioactive compounds from microorganisms in Thailand. In: Proceedings of the Asia-Pacific Mycological Conference on Biodiversity and Biotechnology, Hua Hin, Thailand, pp. 153-162. BIOTEC. NSTDA.
- KITPREECHAVANICH, V., W. SRISUK AND A. SVANCHOM. 1992. Production of cellulose and xylan degrading enzymes by *Aspergillus fumigatus* Fresenius No. 4-45-IF using agricultural wastes as substrate. *Kasetsart Journal (Natural Science)* 26(3): 296-306.
- KITPREECHAVANICH, V., W. SRISUK AND N. LOTONG. 1992. Production of β -xylanase and β -xylosidase by *Aspergillus fumigatus* In: VISSER, J. (ed.), Using solid state cultivation, Xylans and Xylanases, pp. 619-522. Elsevier Science Publishers.

- KLADWANG, W., A. BHUMIRATANA, N. L. HYWEL-JONES AND L. LANGE. 2000. Alkaline-tolerant fungi from Thailand: a source for alkaline enzymes? In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 26. Abstract.
- LAKROD, K., C. CHAISRIPOOK, B. YONGSMITH AND D. Z. SKINMER. 2000. RAPD analysis of genetic Variation within a collection of *Monascus* spp. isolated from red rice (Ang-kak) and Sofu. *Mycol. Res.* 104 (4): 403-408.
- LAM, K. H., T. K. FUNG, W. F. FONG, L. L. P. VRIJMOED AND E. B. G. JONES. 2000. Preliminary screening of mangrove Coelomycetes for bioactive compounds. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 25. Abstract.
- LIMTONG, P., S. VANGNAI, V. SUNANTHAPONGSUK AND S. PIRIYAPRIN. 1993. Isolation and selection of thermophilic cellulolytic microorganisms for compost product in Thailand. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 14. Abstract.
- LOHSOMBOON, P., L. MANOCH, N. VISARTHANONTH, M. KAKISHIMA, Y. ONO AND S. SATO. 1986. Materials for the rust flora in Thailand. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 25: 57-65.
- LORSUWAN, C., S. TONTYAPORN, N. VISARTHANONTH, L. MANOCH AND M. KAKISHIMA. 1984. Materials for the rust flora in Thailand I. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 25: 57-65.
- LUANGSA-ARD, J. J., N. L. HYWEL-JONES AND R. A. SAMSON. 2000. The role of microcyclic conidiation in thermotolerant fungi. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- LUMYONG, S. AND P. LUMYONG. 1999. Endophytic fungi in leaves and twigs of *Cinnamomum* iners. Program and Abstracts. International Conference on Asian Network on Microbial Research. Chiang Mai, Thailand. p. 150.
- LUMYONG, S., P. LUMYONG, K. TANAKA, F. TOMITA AND K. D. HYDE. 2000. Phylogenetic studies of endophytic fungi: amplification of 18S ribosomal DNA of endophytic fungi. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 98. Abstract.
- MANOCH, L. AND C. RAMIRZ. 1988. *Penicillium siamensis* sp. nov., from Thailand. *Mycopathologia* 101: 31-35.
- MANOCH, L. AND S. PONORETONG. 1983. Rhizosphere fungi of root-rotted *Citrus reticulata* Blance CV. Somkhiewwan. In: Abstracts The Third International Mycological Congress, Tokyo, Japan. 28 August-3 September. p. 539.
- MANOCH, L., C. CHANA, P. ATHIPUNYAKOM AND A. SOMRITH. 2000. Noteworthy Ascomycota from Thailand, with special emphasis on Coprophilous Pyrenomycetes and Discomycetes. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- MANOCH, L., C. CHINTANA, P. ATHIPUNYAKOM, W. POTACHAROEN AND M. TANTICHAROEN. 2000. Hyphomycetes from Thailand and their teleomorph connections. In: Programme and abstracts ninth international congress for culture collections. Microbial, cellular and genetic resources for the new millennium, p. 89. Brisbane, Australia. 23-28 July.
- MANOCH, L., C. KITTITHAMKUL AND P. CHAROENWATTANA. 1990. Soil microfungi from *Eucalyptus camaculensis* plantations in Thailand. In: Fourth International Mycological Congress IMC 4. Regensburg, German (F. R. G), 28 August-3 September. p. 292.
- MANOCH, L., N. KUMMUANG AND C. PILUK. 1999. Orchid Mycorrhizae in Thailand: past, present and future. Mycorrhiza: Recent Research and Future Trend, Faculty of Science, Kasetsart University. 8-9 December.
- MANOCH, L., P. ATHIPUNYAKOM AND M. TANTICHAROEN. 2000c. *Rhizoctonia*-like fungi associated terrestrial orchids in Thailand. In: Program and Abstracts Third International Symposium on *Rhizoctonia*, Taichung, Taiwan (ROC), 17-20 August. p. 63.
- MEKKAMOL, S., N. JONGLAEKHA AND A. J. S. WHALLEY. 2000. Endophytic fungi from teak leaves. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- MORINAGA, T. AND A. TADANORI. 1999. Mycelial growth of *Tricholoma matsutake*, Mycorrhiza: Recent Research and Future Trend, Faculty of Science, Kasetsart University. 8-9 December.
- NAKAGIRI, A., T. ITO, L. MANOCH AND M. TANTICHAROEN. 2000. Comparative biodiversity of fungi inhabiting tropical (Thailand) and subtropical (Japan) mangroves. In: Programme and abstracts ninth international congress for culture collections. Microbial, cellular and genetic resources for the new millennium, pp. 80-81. Brisbane, Australia. 23-28 July.
- NARANJA, K. AND S. M. REDDY. 1997. Production of pectic acid lyase (PAL) by five hyphomycetes. In: REDDY, S. M. AND H. P. SRIVASTAVA (eds.), *Microbial biotechnology*, pp. 209-211.
- NISHIMURA, R., K. SATO, L. W. HYU, U. P. SINGH, T. T. CHANG, E. SURYANINGSIH, S. SUWONAKENEE, P. LUMYONG, C. CHAMSWARNG, W. H. TANG, S. K. SHRESTHA, M. KATO, N. FUJII, S. AKINO, N. KONDO, K. KOBAYASHI, A. OGOSHI AND W. H. LEE. 1999. Distribution of

- Phytophthora infestans populations in seven Asian countries, *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 65(2): 163-170.
- NISHIO, M. 2000. Fungal metabolites: still a treasure house of novel bioactive substances. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 34. Abstract.
- NORKEAW, K. AND S. LUMYONG. 1999. Enzyme activities of endophytic fungi. Program and Abstracts. International Conference on Asian Network on Microbial Research. Chiang Mai, Thailand. p. 151.
- OKUDA, T. 2000. Is the natural product screening activity declining? In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 32. Abstract.
- PATTHANADECH, A., V. PETCHARAT, S. CHEUNCHIT AND S. LIM. 2000. Aflatoxin-producing *Aspergillus* in sun-dried medicinal plant materials. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 103. Abstract.
- PENGNOO, V. SOMSAP, A. CHUMTHONG, P. SAWANGSRI, A. NOODUANG AND M. KANJANAMANEESATHIAN. 2000. Production and formulation of *Trichoderma* spp. biomass used to control leaf blight of Bambarra groundnut (*Vigna subterranea*) cause by *Rhizoctonia solani* in the south of Thailand. In: Program and Abstracts. Third International Symposium on Rhizoctonia, Taichung, Taiwan (ROC), 17-20 August. p. 110.
- PETCHARAT, V. 2000. Diversity of macrofungi (Basidiomycetes) in Songkla province, southern Thailand. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 104. Abstract.
- PHONGPAICHIT, S., Y. DISSARA, W. RIMWANGTRAKUL AND V. PETCHARAT. 2000. Biodiversity of macrofungi in Hala-Bala Wildlife Sanctuary, southern Thailand. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- PHOSRI, C., P. SIHANONTH, J. KANCHANAPRAYUDH AND A. J. S. WHALLEY. 2000. Growth and ectomycorrhizal development of *Pinus khesiya* and *Eucalyptus camaldulensis* seedlings infected with selected isolates of *Pisolithus tinctorius* in Thailand. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- PHOTITA, W., S. LUMYONG, P. LUMYONG AND K. D. HYDE. 2000. Endophytic fungi of wild banana (*Musa Acuminata*) at Doi Suthep-Pui National Park. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 38. Abstract.
- PICHYANGKURA, S. 1993. Some species of *Termomyces* in Thailand. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 11. Abstract.
- PIENTHAWEECHAI, K., S. ITO-KUWA, K. NAKAMURA, S. AOKI, V. VIDOTTO, C. Y. KOGA-ITO AND A. SINICCO. 1999. Phospholipase production in *Cryptococcus neoformans* isolates from AIDS patients in Thailand and Italy, *Journal de Mycologie Medicale* 9(1): 45-48.
- PIMOLSRI, U. AND S. LUMYONG. 1999. Screening of antifungal activity against *Pyricularia* sp. from endophytic fungi. Program and Abstracts. International Conference on Asian Network on Microbial Research. Chiang Mai, Thailand. p. 161.
- PITAKPAIVAN, P. AND A. CHIENGKUL. 2000. Preservation methods for Hed-Khonkao (*Lentinus squarrosulus* Mont.) native mushroom to Thailand. In: Programme and abstracts ninth international congress for culture collections. Microbial, cellular and genetic resources for the new millennium, p. 100. Brisbane, Australia. 23-28 July.
- PLAINGAM, N., D. W. T. AU, E. B. G. JONES AND Y. DANDUSITAPUNTH. 2000. Ultrastructure of conidial appendage ontogeny of the Coelomycete *Chaetospermum Camelliae*. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- PONGPUTTHACHAT, D. AND S. LUMYONG. 1999. Distribution of endophytic fungi from oak tree. Program and Abstracts. International Conference on Asian Network on Microbial Research. Chiang Mai, Thailand. p. 145.
- POTACHAROEN, W., S. CHUNHAMETHA, N. SAELEE, T. BOONREUNG AND M. TANTICHAROEN. 2000. Development of microbial resource management system at BIOTEC Culture Collection. In: Program and Abstracts Ninth International Congress for Culture Collections. Microbial, cellular and genetic resources for the new millennium. Brisbane, Australia. 23-28 July. p. 103.
- RARUNEE, S., S. LUMYONG, P. LUMYONG AND B. DELL. 1999. Distribution of edible ectomycorrhiza in Chaing Rai Province. In: Program and Abstract. International conference Asian network on microbial research. 29 November-1 December. Chaing Mai, Thailand.
- RELVNOLDS, C., M. DONOVAN, S. RODTONG AND A. J. S. WHALLEY. 2000. Characterisation of fungal and other lectins: an overview. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium, Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- RELVNOLDS, C., M. DONOVAN, S. RODTONG AND A. J. S. WHALLEY. 2000. Characterisation of fungal and other lectins: an overview. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.

- RODTONG, S. AND N. TEAUMROONG. 2000. Edible mushrooms in dry dipterocarp forest of Tup Lan National Park in Thailand. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 105. Abstract.
- RODTONG, S., S. THIENHIRUN, A. J. S. WHALLEY, N. SUWANNASAI, S. SORAJJATANON AND S. MATEEYONPIRIYA. 2000. New and interesting Xylariaceae from Tup Lan National Park. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium, Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- RUKSAWONG, P., T. BOONPRATUANG AND T. W. FLEGEL. 2000. Biodiversity of Basidiomycetes in Thailand. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 105. Abstract.
- SANGCHOTE, S. AND M. SAOHA. 1998. Control of postharvest diseases of mango using yeasts. *ACIAR Proceedings* 81: 108-112.
- SANGCHOTE, S. AND R. PONGPISUTTA. 1998. Fruit rot of mangosteen and their control. *ACIAR Proceedings* 81: 81-86.
- SANGCHOTE, S., N. FARUNGSANG AND U. FARUNGSANG. 1994. Factors affecting the incidence of stem-end rot of mango. *ACIAR Proceedings* 58: 80-83.
- SANGWANIT, U. AND T. SANGTHIAN. 1993. Ability of ectomycorrhizal fungi in forming Ectomycorrhizae with *Dipterocarpus alatus* Roxb. seedling. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 17. Abstract.
- SANMEE, R., S. LUMYONG, P. LUMYONG AND B. DELL. 1999. Distribution of edible ectomycorrhiza in Chiang Mai and Chiang Rai Province. Program and Abstracts. International Conference on Asian Network on Microbial Research. Chiang Mai, Thailand. p. 144.
- SANMEE, R., S. LUMYONG, P. LUMYONG AND B. DELL. 2000. Edible wild macro fungi in Chiang Mai and Chiang Rai provinces. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 41. Abstract.
- SIKITIKULCHAI, P., E. B. G. JONES, Y. DANDUSITAPUNTH AND M. TANTICHAROEN. 2000. Qualitative estimation of lignocellulose breakdown by selected tropical Xylariaceous fungi. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- SIVICHAI, S., N. L. HYWEL-JONES AND S. SOMRITHIPOL. 2000. Lignicolous freshwater Ascomycota from Thailand: *Melanochaeta* and *Sporoschisma* anamorphs. *Mycol. Res.* 104(4): 478-485.
- SOMRITHIPOL, S., E. B. G. JONES AND N. L. HYWEL-JONES. 2000. Diversity of fungi on seeds and fruits in a tropical rainforest. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 19. Abstract.
- SOMRITHIPOL, S., E. B. G. JONES AND N. L. HYWEL-JONES. 2000. Fungal colonization of dipterocarp fruits in a tropical evergreen forest in Thailand. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- SONTIRAT, P., W. CHOOBAMRONG AND P. PITAKPRAIWAN. 2000. Morpho-taxonomy of fungi causing weed diseases in Thailand. In: Programme and abstracts ninth international congress for culture collections. Microbial, cellular and genetic resources for the new millennium, p. 95. Brisbane, Australia. 23-28 July.
- SONTIRAT, S. AND V. RAKVIDHYASASTYRA. 1993. Control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) with egg-parasitizing fungi in Thailand. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 9. Abstract.
- SOYTHONG, K. 1993. Biocontrol of plant pathogens using *Chaetomium* spp. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 10. Abstract.
- SOYTONG, K. 2000. Application of *Chaetomium* as a broad spectrum biological fungicide for plant disease control. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 47. Abstract.
- SOYTONG, K., H. K. W. SRINON AND T. SMARAK. 2000. Biological control of *Thielaviopsis* Bud Tot of *Hyophorbe Lagenicaulis* in the field. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 110. Abstract.
- SRIKITHASEMWA, K., D. THANABORIPAT AND V. RUANGRATTANAMETEE. 2000. Control of growth and aflatoxin production of *Aspergillus* Parasiticus in corn by salts. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 111. Abstract.
- SUDIRMAN, L. I. AND H. ADIJUWANA. 2000. Tropical lentinus a source of antimicrobial compounds. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 27. Abstract.
- SURIN, A. 2000. Study on the effective of SiO₂ for reducing the severity of rice blast disease. In: Abstracts Third Crop Science Conference, Hamburg, Germany, 21-25 August.
- SUWANARIT, P. AND M. SUWANA-ADTH. 1993. *Curvularia* as hyperparasite of *Gigaspora margarita*. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 16. Abstract.
- TANTICHAROEN, M. 2000. Progress in the documentation of the fungal diversity of Thailand. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 50. Abstract.
- TECHA, W., S. LUMYONG, P. LUMYONG AND K. D. HYDE. 1999. Isolation and collection of endophytic fungi from two species of palms in Doi Suthep-Pui National Park. Program and Abstracts. International Conference on Asian Network on Microbial Research. Chiang Mai, Thailand. p. 155.

- TECHAPINYAWAT, S., P. PAKKONG, P. SUWANARIT AND P. SUMPTONG. 1999. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza and phosphate fertilizer on phosphorus uptake of Vetiver using nuclear technique. Mycorrhiza: Recent Research and Future Trend, Faculty of Science, Kasetsart University. 8-9 December.
- THIENHIRUN, S., A. J. S. WHALLEY, N. SUWANTASIE, S. SOERUSTANON AND S. MAETEECHONPIRIYA. 2000. Xylariaceae in Samaesan Island and neighbouring islets. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- VIBULSRESTH, ET AL. 1990. Xerophilic fungi from spoilage preserved durian. In: Fourth International Mycological Congress IMC 4. Reegensburg, German (F.R.G), 28 August-3 September. p. 261.
- VISARATHANONTH, N. 1993. Fungal diseases of mango, rambutan, grapes and pear fruits in Thailand. In: Joint Seminar on Mycology in Thailand BMS/Kasetsart Univ., 3 March. p. 25. Abstract.
- VISWANATHAN, P. AND R. KARTHIK. 2000. Classical and response surface methodology for the optimisation of medium containing *Amaranthus paniculata* as a new source of starch for alpha amylase production by *Aspergillus flavus*. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 27. Abstract.
- VRIJMOED, L. L. P., J. H. C. HONG AND E. B. G. JONES. 2000. Learning beyond the classroom-a problem-based student project on fungi of the tropical rainforest in Thailand. Abstracts. BMS/Tropical Mycology Symposium. Liverpool John Moores University, Liverpool, UK. 25-29 April.
- WANACHIWANAWIN, W., M. THIAMAPRASIT, S. FUCHAROCM, A. CHAIPRASERT, N. AYVDHYA, S.N. SIRITHAMARATKUL AND A. PIANKIJAGUM. 1993. Fatal arteritis due to *Pythium insidiosum* infection in patients with Thalassaemia. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hug.* 87: 296-298.
- WILDMAN, H. G., B. MEURER-GRIMES, I. STREET, J. E. FARTHING, N. M. GOUGH AND R. M. TAIT. 2000. Drug discovery from Australasian fungi-outcomes and perspectives of the natural products screening programme at Exgenix. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 33. Abstract.
- WONGVITHOONYAPORN, P., P. PONGTANYA, J. SVASTI AND M. TANTICHAROEN. 2000. Enzyme screening from microorganisms found in Thailand. In: Asian Mycological Congress, Hong Kong SAR, China, 9-13 July. p. 119. Abstract.
- YONGSMITH, B., S. KRAIRAK AND R. BAVAVODA. 1994. Production of yellow pigments in submerged culture of a mutant of *Monascus* spp. *Journal of Fermentation and Bioengineering Japan* 78(3): 223-228.
- YOUNGCHIM, S.,N. VANITTANAKOM AND A. J. HAMILTON. 1999. Analysis of the enzymatic activity of mycelial and yeast phases of *Penicillium mameffe*. *Medical Mycology* 37(6): 445-450.

14. นิเวศวิทยา การจัดการทรัพยากร และภูมิปัญญาท้องถิ่น

บทคัดย่อ

องค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาจากตะวันตกที่เข้ามาในประเทศไทยมีประวัติการเข้ามาเป็นช่วง ๆ ก่อนที่องค์ความรู้ดังกล่าวจะถูกจัดเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของวิชานิเวศวิทยาด้วยซ้ำ เริ่มต้นจากความรู้เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรชีวภาพโดยการทำให้สัตว์อย่างยั่งยืน ตามหลักการเลือกและหมุนเวียนตัดเมื่อประมาณ 100 กว่าปีที่ผ่านมา จนในที่สุดเข้ามาในช่วงที่มีการพัฒนาการเรียนการสอนชีววิทยาสัมัยใหม่ และการพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ส่งนักเรียนไปเรียนยังต่างประเทศ องค์ความรู้ส่วนใหญ่ได้สะสมในตัวคนมากกว่าบทความทางวิชาการนานาชาติ และมีบทความที่ตีพิมพ์เป็นภาษาไทยมากพอสมควร ส่วนการศึกษาภูมิปัญญาชาวบ้านเกิดขึ้นจากการสนใจส่วนตัวของนักวิชาการบางท่านว่าสามารถมีปัญญาช่วยตัวเองได้ไม่แพ้ภูมิปัญญาตะวันตก องค์ความรู้ดังกล่าวเป็นการแสวงหาทางเลือกในการพัฒนาที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรมากกว่าแค่การเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจแต่เพียงอย่างเดียว ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา องค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาของเราได้แตกแขนงตามแนวโน้มของนิเวศวิทยาสากล และได้สอดแทรกเป็นส่วนหนึ่งขององค์ความรู้ในวิชาชีพต่าง ๆ ไม่เพียงแต่ในสายวนศาสตร์ หรือชีววิทยาสัมัยใหม่เท่านั้น แต่ได้เป็นส่วนหนึ่งขององค์ความรู้ทางด้านการเกษตร เช่น การจัดการศัตรูพืชทางการแพทย์ เช่น วิทยาการระบาดของพืชวิเวทสิ่งแวดล้อม เวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม และในสายวิศวกรรมศาสตร์ เช่น วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เป็นต้น การแตกแขนงดังกล่าวดูเหมือน ๆ เหมือนกับว่าดีเพราะเชื่อมต่อกับต่างประเทศได้ แต่ยังคงขาดการเชื่อมโยงระหว่างสาขาต่าง ๆ ในประเทศ ทำให้นิเวศวิทยาในเมืองไทยปราศจากราก เหวที่ความหลากหลายทางชีววิทยาอาจจะเป็นเวทีหนึ่งที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว

14.1 บทนำ

ตามคำนิยามสากลนิเวศวิทยาเป็นวิชาที่ว่าด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาองค์ประกอบ การปฏิสัมพันธ์ และบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่มีต่อกันและกัน การศึกษารวมถึงการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมต่อการรบกวนซึ่งอาจเกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือโดยมนุษย์ ในยุคแรก ๆ ของการศึกษานิเวศวิทยาถือว่ามนุษย์เป็นสิ่งแปลกปลอม และไม่เป็นธรรมชาติ ทำ

ให้แนวทางการศึกษาของนักนิเวศวิทยาในอดีตไม่รวมระบบที่มีมนุษย์เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องด้วย

เนื่องจากนิเวศวิทยามีประวัติอันยาวนานตั้งแต่ปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 โดยเป็นผลผลิตของปฏิกิริยาโต้ตอบต่อกิจกรรมของมนุษย์เนื่องจากการปฏิบัติอุตสาหกรรมที่มุ่งประโยชน์สูงสุดทางเศรษฐกิจโดยไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ มนุษย์ทำงานเป็นเครื่องจักรมากขึ้น ห่วงไกล

จากธรรมชาติมากขึ้น การพัฒนานิเวศวิทยาในช่วงแรก จึงเริ่มต้นจากประวัติศาสตร์ธรรมชาติที่มุ่งเน้นที่การศึกษาชีวิตความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ตามธรรมชาติ (Worster, 1977) จนต่อมาได้มีการพัฒนากรอบคิดและทฤษฎีต่าง ๆ มากขึ้น และนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่สอดแทรกเข้าไป ทำให้หันไม่พ้นแนวคิดแบบกลไก การศึกษานิเวศวิทยาจึงมีลักษณะของทั้งแบบอิสระและแบบติดกรอบที่เป็นกลไก นอกจากนี้องค์ความรู้ทางนิเวศวิทยายังแตกกิ่งก้านสาขาและพัฒนาเป็นองค์ความรู้พิเศษเฉพาะด้านเฉพาะทางอย่างหลากหลาย โดยนอกจากจะมีการแบ่งการศึกษาออกเป็นระดับประชากร ชุมชนของสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศแล้ว ยังแบ่งแยกตามกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่ศึกษาด้วย เช่น นิเวศวิทยาของแมลง นก และสัตว์เลื้อยคลานด้วยนม เป็นต้น อีกทั้งยังแบ่งตามสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ อาศัยอยู่ เช่น นิเวศวิทยาดำน้ำ ซึ่งอาจจะเป็นป่าไม้ หรือทุ่งหญ้า นิเวศวิทยาน้ำซึ่งอาจแบ่งเป็นบึงน้ำจืด แม่น้ำ ทะเล และพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นต้น การแตกกิ่งก้านสาขาของวิชายังอิงกับจุดประสงค์ขอบเขต และการให้ความสำคัญต่อกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้เกิดนิเวศวิทยาสาขาต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นมาอีก เช่น นิเวศวิทยามนุษย์ ชุมชนเมือง อุตสาหกรรม การอนุรักษ์ธรรมชาติ การแพร่เชื้อโรค การเกษตร การประมง การจัดการป่าไม้ ต้นน้ำลำธาร และสัตว์ป่า เป็นต้น โดยการศึกษาดังกล่าวอาจใช้แนวคิดและวิธีการในการศึกษาที่ค่อนข้างแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ แบบผ่าตัดให้เป็นส่วนย่อย ๆ ที่เล็กลงไป และศึกษาส่วนย่อยดังกล่าวอย่างละเอียดแบบวิเคราะห์ โดยมีความเชื่อว่าเมื่อเข้าใจส่วนย่อยแล้วก็จะทำให้ช่วยเข้าใจองค์ประกอบที่ใหญ่ขึ้นมาได้ดียิ่งขึ้น อีกแบบหนึ่งเป็นการมองแบบองค์รวม ที่พิจารณาส่วนประกอบทั้งหมดแบบไม่แยกส่วน ทำให้ต้องนำปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยเข้ามาพิจารณาในเวลาเดียวกัน เป็นการศึกษาแบบสังเคราะห์ สานต่อและหักทงองค์ความรู้จากสาขาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยการศึกษาทั้งสองแนวทางมีจุดอ่อนและจุดแข็งที่

สามารถพึ่งพากันและกันได้ (Holling, 1998)

ในประเทศไทยคลื่นความรู้ทางนิเวศวิทยาตะวันตกซึ่งเป็นวิชาที่รวบรวมองค์ความรู้หลากหลายวิชาเข้าด้วยกัน ได้ขัดเขามากระทบเป็นระลอก ๆ ทั้งองค์ความรู้ที่เป็นส่วนประกอบย่อย และองค์ความรู้ที่ได้สังเคราะห์แล้ว องค์ความรู้ย่อยแต่ละส่วนได้ขัดเขามาต่างกรรมต่างวาระ ก่อนที่เราจะรู้ด้วยซ้ำว่าในที่สุดได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ทางนิเวศวิทยาด้วยซ้ำ คลื่นแรกที่กระทบเป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการป่าไม้โดยเฉพาะไม้สัก ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนเป็นการจัดการป่าไม้ชนิดอื่นที่ไม่ใช่ไม้สัก จนกลายเป็นการจัดการป่าไม้แบบอเนกประสงค์ (เทียม 2508; ชมัยโณม 2520) การจัดการดังกล่าวมีกรอบคิดของการผลิตแบบอุตสาหกรรมสอดแทรกอยู่ในตัวด้วย นอกจากนี้ยังมีคลื่นอื่น ๆ ที่ขัดมาเป็นระยะ ทั้งที่รุนแรงและไม่รุนแรง ที่รุนแรงมากได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมจนไม่สามารถฟื้นตัวกลับไปยังเดิมได้ เช่น การจัดการทรัพยากรน้ำแบบการชลประทานขนาดใหญ่ (ปราโมทย์, 2529) ซึ่งเป็นการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาน้ำจืดในที่ราบลุ่มภาคกลางจนต้องตั้งกรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Smith, 1925) เป็นต้น ในเวลาเดียวกันก็ได้มีการไหลเข้าขององค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาที่ได้สังเคราะห์แล้ว และได้พัฒนาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาชีววิทยาสสมัยใหม่ (คลุ้ม, 2525) องค์ความรู้ดังกล่าวถึงแม้ว่าจะครบถ้วนและมององค์รวมกว่า แต่ไหลเข้าไปในสถาบันที่มักจะไม่มีโอกาสนำองค์ความรู้ดังกล่าวไปปฏิบัติ จึงเป็นองค์ความรู้ที่ออกไปทางทฤษฎี บางส่วนก็ห่างไกลต่อการอธิบายปรากฏการณ์นิเวศวิทยาของประเทศไทย บางส่วนก็ดีและเหมาะสมกับประเทศไทย แต่รอคอยที่นำองค์ความรู้ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง องค์ความรู้ทั้งที่ขัดกระหน่ำเข้าและที่ไหลรินได้ผ่านเข้ามาตามสถาบันราชการ ตามกรมกองต่าง ๆ ที่มีที่ปรึกษาชาวต่างประเทศทั้งรายบุคคล และที่รวมตัวอยู่ในสยามสมาคม (Smitinand, 1976) รวมทั้งข้าราชการต่าง ๆ ที่ไปศึกษาต่าง

ประเทศตามสถาบันการศึกษาที่ผลิตข้าราชการพลเรือน โดยเฉพาะครูและอาจารย์ที่ต้องมีความรู้ทางชีววิทยาสัมัยใหม่ ซึ่งต่อมาได้พัฒนาเป็นวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเข้ามาผ่านบุคคลที่รักความรู้จนพัฒนาเป็นองค์กรเอกชนในเวลาต่อมา เช่น สมาคมนิยมไพรของนายแพทย์บุญส่ง เลขะกุล เป็นต้น องค์ความรู้ที่กระทบสถาบันต่าง ๆ มักจะมาเป็นส่วนเลี้ยวตามสาขาวิชาชีพซึ่งได้มีการแบ่งแยกตามระบบการแบ่งงานกันทำ แม้แต่ส่วนที่ได้รับการสังเคราะห์อย่างสมบูรณ์แบบกว่าและไหลรินเข้ามาสู่สถาบันการศึกษา ก็เป็นแค่ส่วนเลี้ยวหนึ่งของการศึกษาชีววิทยาสัมัยใหม่ โดยอาจจะเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาแมลง ป่าไม้ การเกษตร การประมง วิทยาศาสตร์ทางทะเล และวาริชศาสตร์ เป็นต้น แต่ไม่สามารถพัฒนาในฐานะสาขาวิชาที่เป็นองค์รวมที่จะสานและทักทอองค์ความรู้ที่กระจัดกระจายเป็นส่วนย่อยของสาขาวิชาดังกล่าวออกมาเป็นองค์ความรู้แบบสังเคราะห์ข้ามขอบเขตที่อยู่ในกรอบของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมแต่ละแบบ แต่ละจำพวกได้ ยิ่งประเทศไทยเป็นประเทศเปิดและวิ่งไล่ตามความทันสมัย องค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาที่ได้แตกแยกเป็นกิ่งก้านสาขาย่อยในสังคมตะวันตกได้ไหลเข้ามาอย่างต่อเนื่อง ทำให้องค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาในประเทศไทยมีทั้งแบบเก่าโบราณ จนถึงแบบทันสมัยซึ่งไม่สามารถเชื่อมต่อกับระบบเดิมได้ ดูเผิน ๆ องค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาในประเทศไทยจึงมหาศาสตร์แตกแยกกระจัดกระจายเหมือนเป็นพืดตามส่วนต่าง ๆ ของสังคมไทย แต่เป็นความรู้ที่ปราศจากราก ปราศจาก

จุดร่วมภายใน เกิดปรากฏการณ์ “คุยกันคนละเรื่องเดียวกัน” แต่ในเวลาเดียวกันก็เป็นความรู้ที่นักวิชาการไทยบางกลุ่มสามารถเชื่อมต่อกับต่างประเทศได้

บทความต่อไปนี้จะรวบรวม วิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาตะวันตกทั้งที่กระทบมาเป็นคลื่น และที่ไหลรินมาเป็นสายเล็ก ๆ ทั้งที่เป็นส่วนเลี้ยวแต่มีผลกระทบอย่างยิ่งใหญ่ และทั้งที่เป็นแบบองค์รวมและสมบูรณ์แบบกว่า แต่มีผลกระทบน้อยกว่า โดยจะพยายามชี้ให้เห็นถึงแบบแผนของการเข้ามาขององค์ความรู้ดังกล่าว และจะพยายามวิเคราะห์และสังเคราะห์ว่าทำไมเราจึง “พูดคนละเรื่องเดียวกันอยู่” ในเวลาเดียวกันจะพยายามวิเคราะห์และสังเคราะห์คลื่นการศึกษานิเวศวิทยาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งได้ก่อตัวในช่วงเวลา 10 กว่าปีที่ผ่านมา แต่ได้รับการอัดฉีดและกระตุ้นให้เจริญเติบโตในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา โดยเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนโดยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย หรือ โครงการ BRT การวิเคราะห์และสังเคราะห์จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของคำถามที่ว่า เวทีความหลากหลายทางชีวภาพ จะมีส่วนส่งเสริมการพัฒนาองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาแบบองค์รวมของประเทศไทยได้อย่างไร เราจะใช้เวทีนี้ในการส่งเสริมให้เกิดรากแก้วทางความรู้ทางนิเวศวิทยาได้อย่างไร อะไรคือจุดอ่อนและจุดแข็งของการพัฒนาองค์ความรู้ดังกล่าว

14.2 นิเวศวิทยาในการจัดการทรัพยากรชีวภาพ

ความรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยาแบบตะวันตกที่สอดแทรกเข้ามาในสายจัดการทรัพยากรธรรมชาติในช่วงแรก ได้แก่ หลักการที่ซ่อนอยู่ใต้กฎเกณฑ์การทำไม้แบบการเลือกตัด ซึ่งเริ่มต้นจากไม้สักซึ่งเป็นไม้เศรษฐกิจเมื่อประมาณ 100 กว่าปีที่ผ่านมา (เทียม 2508; ชัยมโน 2520; จิระ 2539) และมีหลัก

การและวิธีการว่า ควรจะตัดต้นไม้ขนาดใด มีการหมุนเวียนในการตัดอย่างไร แต่เป็นองค์ความรู้สำเร็จรูปที่เราได้จากชาวอังกฤษที่ทำไม้สักในพม่าและอินเดีย ซึ่งเป็นองค์ความรู้ประยุกต์เกี่ยวกับนิเวศวิทยาประชากร เพื่อจะเก็บเกี่ยวผลประโยชน์สูงสุดจากต้นสักในป่า โดยเมื่อมีการตัดฟันต้นสักจำนวน

หนึ่งแล้วยังหลงเหลือต้นสักอีกจำนวนหนึ่งเพื่อการเก็บเกี่ยวในรุ่นต่อไปอย่างไม่สูญเสียและได้ประโยชน์สูงสุดเท่าที่เป็นไปได้ ต่อมาได้มีการประยุกต์ใช้กับไม้อื่น ๆ คือไม้กระยาเลย เนื่องจากทรัพยากรป่าไม้ในสมัยก่อนอุดมสมบูรณ์ทำให้การทำไม้ที่เหมือนกับมีหลักการทางวิชาการ แต่ในทางปฏิบัติไม่ได้มีความเคร่งครัดต่อหลักการดังกล่าวเท่าใดนัก จนเมื่อทรัพยากรป่าไม้อย่างน้อย นอกจากหันไปทำไม้ชนิดอื่นแล้วยังมีแนวคิดเกี่ยวกับการปลูกไม้ทดแทน (บุญชูและพิทยา, 2536; มณี, 2528) ซึ่งเป็นแนวคิดที่

ออกไปทางการเพาะปลูกมากขึ้น ประกอบกับการลดลงของป่าไม้ นอกจากการทำไม้แล้วยังเกิดจากการเปลี่ยนพื้นที่ป่าให้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งเป็นกิจกรรมต่อเนื่องมาจากการจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการขนส่งต่าง ๆ คือการขุดคลอง เป็นการขุดคลองเพื่อการแจกจ่ายน้ำ และการกักเก็บน้ำเพื่อใช้ในการเกษตรในช่วงที่น้ำขาดแคลน กิจกรรมดังกล่าวได้เริ่มจากบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำคือที่ราบภาคกลางและขยายออกไปในพื้นที่อื่นที่สูงชันไปและเป็นภูเขาซึ่งเดิมที่เป็นพื้นที่ป่าไม้ การจัดการป่าไม้และการเพาะปลูกจึงต้องมาหลอมรวมกัน

ตาราง 14.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับนิเวศวิทยาและการจัดการป่าไม้ที่ตีพิมพ์โดยมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (ณรงค์, 2534) และ ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บุญวงศ์ และคณะ, 2535)

ผู้แต่ง	เนื้อหาวิชาและองค์ความรู้
ดุสิต เวชกิจ	ความรู้พื้นฐานทางนิเวศวิทยา
ชัยวัฒน์ คงสม	ระบบนิเวศป่าบกประเภทไม่ผลัดใบ
สมศักดิ์ สุขวงศ์	ระบบนิเวศป่าบกประเภทผลัดใบ
สนิท อักษรแก้ว	ระบบนิเวศป่าชายเลน
ดุสิต เวชกิจ	การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้
เกษม จันทรแก้ว และ ณรงค์ มหรรณพ	การจัดการลุ่มน้ำ
ณรงค์ มหรรณพ	การจัดการอุทยานแห่งชาติ
ทวี หนูทอง	การจัดการสัตว์ป่า
ชัยวัฒน์ คงสม	การจัดการป่าไม้ในเมือง
เกษม จันทรแก้ว	การจัดการสิ่งแวดล้อม
เลิศ จันทนภาพ	การจัดการป่าไม้
เลิศ จันทนภาพ และ วัฒนา แก้วกำเนิด	ระบบและการประยุกต์ระบบการจัดการป่าไม้
บุญวงศ์ ไทยอุดสาห์	การจัดการสวนพืชป่า
สนิท อักษรแก้ว	การจัดการป่าชายเลน
ประพันธ์ โกยสมบูรณ์	การส่งเสริมการพัฒนาทรัพยากรป่าไม้
ชาญณรงค์ ชัยนิก	นโยบายการป่าไม้แห่งชาติและกฎหมายป่าไม้
อุทิศ ภูมิอินทร์	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับนิเวศวิทยา ระบบนิเวศ และนิเวศวิทยาป่าไม้
สมคิด สิริพัฒน์ดิกล	ป่าและปัจจัยในการเกิดป่าในประเทศไทย
ยงยุทธ ไตรสุรัตน์	ป่าอนุรักษ์
เริงชัย เผ่าสัจจะ	ป่าเศรษฐกิจ
มณี โพธิ์ทัย และ สุริยัน มูลสาร	ไม้เศรษฐกิจ
สามัคคี บุญยะวัฒน์	ป่าต้นน้ำลำธารและการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ
สุรเชษฐ์ เชนฐมาส	อุทยานแห่งชาติ
นริศ ภูมิภาคพันธ์	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
บุญวงศ์ ไทยอุดสาห์	การปลูกสร้างและการจัดการสวนป่า
สันต์ เกตุปราณีต	การป้องกันไฟในสวนป่า
ชูบ เข็มนาถ และ เสรี ทรัพย์สาร	สวนป่านันทนาการและการป่าไม้ในเมือง

ในหลาย ๆ สถานการณ์เป็นวนเกษตร เป็นต้น องค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาป่าไม้ดูเหมือนได้ฝังตัวอยู่ในสังคมไทยไม่ต่ำกว่า 100 ปีทำให้องค์ความรู้สะสมทั้งจากกลุ่มที่ปรึกษาชาวต่างชาติ กลุ่มข้าราชการที่ไปเรียนต่างประเทศในยุคแรก และจากการสะสมประสบการณ์ของข้าราชการในกรมกองต่าง ๆ จนต่อมาได้เพิ่มขยายเมื่อมีการตั้งโรงเรียนป่าไม้แพร่และส่วนหนึ่งเป็นคณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ องค์ความรู้ส่วนหนึ่งที่นักวิชาการป่าไม้รวบรวมออกสู่สาธารณะดังตารางที่ 14.1 เป็นประจักษ์พยานได้อย่างดีถึงการสะสมองค์ความรู้ที่ยาวนานดังกล่าว

ส่วนการจัดการน้ำเพื่อการคมนาคม และชลประทาน เนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงองค์ประกอบที่มีชีวิตอื่น ๆ ที่อยู่ในน้ำ เช่น สัตว์น้ำ ทำให้การชลประทานมีผลกระทบโดยตรงต่อการลดลงของสัตว์น้ำ จนต้องมีการจัดตั้งหน่วยงานของราชการเพื่อมาทำนุบำรุงสัตว์น้ำซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนเป็นกรมประมง (Smith, 1925; ประไพและบุตรธิดา, 2537) โดยจุดเริ่มต้นแล้ว กรมประมงเริ่มต้นจากแนวคิดของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ถึงแม้ว่าเราจะมีทรัพยากรสัตว์น้ำเค็มมากมายแต่ด้วยจุดจำกัดในความสามารถเก็บเกี่ยวทรัพยากรดังกล่าวมาจากทะเล ทำให้ในช่วงแรกได้มีการส่งเสริมให้มีการทำประมงในทะเลมากขึ้น ทั้งชนิดของเรือและเครื่องมือในการจับ แต่การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมดังกล่าวในช่วงไม่กี่ปี ทรัพยากรทางทะเลที่มากมายมหาศาลก็ได้ลดลงจนเกือบสูญหายไปอย่างไม่น่าเชื่อ ความรู้ทางนิเวศวิทยาที่ดูอย่างผิวเผินว่าน่าจะเจริญเติบโตในสายประมงนั้นส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เมื่อมีเหตุการณ์ส่อเค้าว่าทรัพยากรประมงร่อยหรออย่างน่าเป็นห่วงถึงได้มีแนวคิดในการอนุรักษ์ด้วยการใช้อย่างชาญฉลาดเกิดขึ้น แต่ในเวลาเดียวกันแนวคิดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจก็ยังคงค่อนข้างแข็งแกร่งในองค์กรดังกล่าว การเพาะเลี้ยงได้แปรเปลี่ยนจากสัตว์น้ำเศรษฐกิจตัวหนึ่งไปสู่สัตว์น้ำเศรษฐกิจอีกตัวหนึ่ง จนมาถึงเอชท์กึ่ง

ซึ่งการเพาะเลี้ยงกึ่งเป็นแนวคิดของการจัดการทางด้านการเกษตรที่มนุษย์สามารถควบคุมได้ ส่งผลต่อการเปลี่ยนพื้นที่ชายฝั่งซึ่งมักเป็นป่าชายเลน ทำให้ป่าชายเลนมีพื้นที่ลดลงอย่างรวดเร็ว และล่าสุดก็มีความพยายามจะรื้อจากพื้นที่ชายทะเลไปในพื้นที่นา (Menasveta, 1997; Flaherty *et al.*, 2000) เป็นต้น

การจัดการทรัพยากรน้ำซึ่งไม่คำนึงถึงปัจจัยอื่น เช่น สิ่งมีชีวิตในน้ำ ได้มีการแตกแขนงเปลี่ยนแปลงจากการจัดการเพื่อประโยชน์แบบหนึ่งไปสู่ผลประโยชน์อีกแบบหนึ่ง เช่น จากการจัดการเพื่อเป็นเส้นทางคมนาคมก็กลายเป็นเพื่อการจัดสรรทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตร (ปราโมทย์, 2529) และต่อมาเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า (Tuntawiroon and Samootsakorn, 1986) และเพื่อผลประโยชน์นอกประสงค์คือทั้งไฟฟ้า เกษตร ประมง และการท่องเที่ยว เป็นต้น การจัดการน้ำดังกล่าวการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่หนึ่งเอง การเน้นที่การจัดการทรัพยากรน้ำทำให้ประเทศไทยมีเขื่อนทั้งขนาดเล็กและใหญ่กระจายเกือบทุกสายน้ำ (อาณัติ และคณะ, 2531; Arbhahirama *et al.*, 1988) ในเวลาเดียวกันการขยายตัวของวงการอุตสาหกรรมที่ต้องพึ่งพิงธรรมชาติก็ขยายตัว เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทำให้น้ำเน่าเสียอย่างเช่นกรณีแม่น้ำแม่กลอง (มยุร, 2516) เป็นต้น

ผลสะสมของการสร้างเขื่อนเพื่อการชลประทานขนาดใหญ่ เขื่อนเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า เขื่อนนอกประสงค์ และการขยายตัวของอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นผลผลิตของการขยายตัวขององค์ความรู้สายวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งมีประวัติศาสตร์อันยาวนาน และประมาณช่วงปี พ.ศ. 2515-2516 นี้เองที่เป็นจุดรอยต่อที่ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้างและการจัดการทางวิศวกรรมต่าง ๆ ได้รับการตั้งคำถาม และได้มีการเรียกร้องให้วิศวกรคำนึงถึงผลกระทบอื่นที่ตามมาเนื่องจากกิจกรรมทางวิชาชีพของตัวเอง ทำให้เกิดการต่อสู้ทางความคิดภายในวิชาชีพดังกล่าว (นาท, 2518) และเป็นหน่ออ่อนของการ

แตกตัวของสายวิชาชีพวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ประจวบกับการเห็นร่วมกันของนักวิชาการหลากหลายสาขาที่เกี่ยวข้องกับโครงการพัฒนาใหญ่ ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิศวกร นักเศรษฐศาสตร์ สถาปนิกที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนโครงการและวางแผนเมือง และนักวิชาการสายอื่น ๆ ทำให้มีการรวมตัวกันแบบหลวม ๆ เป็นสมาคม เช่น สมาคมอนุรักษ์ศิลปกรรมและสิ่งแวดล้อม (Ganjanapan, 1999) ซึ่งเป็นแหล่งในการพบปะพูดคุย แต่เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มมีบทบาทในการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นโดยตรงจากหน้าที่การงานในหน่วยงานที่ตนสังกัด ทำให้สมาชิกในกลุ่มได้มีบทบาทที่สำคัญในวงการสิ่งแวดล้อมทั้งในหน่วยงานราชการ เช่น คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สภาพัฒน์ และต่อมาได้มีบางคนได้มีบทบาทที่สำคัญในสถาบันที่แตกตัวออกมาเป็นสถาบันอิสระ เช่น สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย เป็นต้น และสมาชิกบางคนก็ก่อให้เกิดสถาบันวิชาการทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นต้น ตัวอย่างองค์ความรู้ของกลุ่มคนดังกล่าวสามารถดูได้จากบทความทางวิชาการที่เสนอในการประชุมทางวิชาการของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทยและสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (ตารางที่ 14.2 และ 14.3)

ช่วงรอยต่อ พ.ศ. 2515-2516 เป็นช่วงเวลาเดียวกับที่มีการตื่นตัวของปัญญาชนต่าง ๆ ที่ปฏิเสธการพัฒนากระแสหลัก (เช่น เตือนใจ, 2528) ซึ่งได้เปลี่ยนประเทศเป็นประเทศผู้ผลิตทางการเกษตรหรือเป็นฐานการผลิตทางอุตสาหกรรมของประเทศพัฒนาแล้ว ทำให้หลายคนหันเหออกสู่ชนบท และได้สร้างสังคมนิยมการเรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตความเป็นอยู่และสังคมพื้นบ้าน นักวิชาการบางคนได้สะสมองค์ความรู้ดังกล่าวทั้ง ๆ ที่แต่เดิมได้รับการดูถูกว่าไม่ศิวิไลซ์ องค์ความรู้ที่สะสมดังกล่าวได้เป็นจุดเริ่มต้น

ของกระแสการชูความสำคัญของภูมิปัญญาไทย (เอกวิทย์, 2540) โดยส่วนหนึ่งได้เริ่มวิพากษ์วิจารณ์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติของรัฐที่มักจะเน้นที่โครงการขนาดใหญ่ ทำให้มีแผนแม่บท และระบบพิมพ์เขียวเกิดขึ้น การจัดการดังกล่าวมักจะมองไม่รอบด้าน มุ่งผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจเป็นที่ตั้ง แต่ได้ละเลยมิติของมนุษย์และทรัพยากรธรรมชาติ การสะสมประสบการณ์ดังกล่าวได้เริ่มจากการหาทางเลือกในการพัฒนาชนบท จนในที่สุดมีการวิพากษ์วิจารณ์เรื่องการจัดการป่าไม้ (เสนห์และยศ, 2536) และทรัพยากรน้ำ เป็นต้น

รอยต่ออีกช่วงหนึ่งที่น่าจะพูดถึงคือเหตุการณ์อุทกภัยและแผ่นดินถล่มที่บ้านกระทุง ซึ่งก่อให้เกิดโศกนาฏกรรมเมื่อปี พ.ศ. 2531 ทำให้บุคคลหลายฝ่ายหันมาพูดคุยในที่สุด และเกิดเวทีการสัมมนาเรื่องสิ่งแวดล้อมที่กล่าวเกือบทุกประเด็น โดยเริ่มต้นเมื่อปี พ.ศ. 2533 และได้ก่อให้เกิดมูลนิธิต่าง ๆ เช่น มูลนิธิโลกสีเขียว ประกอบกับความล้มเหลวของการจัดการเขตนุรักษ์ทำให้หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งปลิดชีวิตตัวเอง ก่อให้เกิดมูลนิธิสืบนาคะเสถียร เป็นต้น การรวมตัวกันเป็นไปอย่างไม่ได้มีอะไรมาผูกพัน เมื่อเหตุการณ์หลาย ๆ อย่างที่เป็นต้นเหตุของปัญหาเปลี่ยนไปเมื่อประเทศไทยประสบปัญหาทางด้านเศรษฐกิจเมื่อปี พ.ศ. 2540 นอกจากนี้ การพัฒนาและปรับตัวองค์กรหลาย ๆ องค์กรก็เป็นการแก้ปัญหาภายในตัวของตัวเอง เวทีสิ่งแวดล้อมจึงเป็นเวทีชั่วคราวซึ่งเมื่อมีการพูดคุยแล้วก็ถึงเวลาแยกย้ายไปทำหน้าที่ของตัวเอง แต่ในเวลาเดียวกันปัญหาบางอย่างถึงแม้ว่าจะได้รับการแก้ไข แต่ปัญหาบางอย่างยังเป็นปัญหาสะสมที่ค่อย ๆ ผุดขึ้นมา และกระทบต่อกลุ่มคนที่ขาดบทบาทในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยตรง เช่น ปัญหาเขื่อนปากมูล เป็นต้น

ตารางที่ 14.2 ตัวอย่างงานวิชาการในการประชุมประจำปีของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทยเมื่อปี พ.ศ. 2537 เกี่ยวกับการแก้วิกฤตสิ่งแวดล้อม: แปรแนวคิดสู่การปฏิบัติ และในปี พ.ศ. 2539 เรื่อง Linking local solutions to global needs: Thailand's environment agenda in the 21st Century และ ปี พ.ศ. 2542 เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมไทย ภายใต้ภาวะวิกฤต

ผู้แต่ง	เนื้อหาวิชาและองค์ความรู้
นารี บุญธีราร, ครรชิต ผิวนวนล และคณะทั้งหมดรวม 8 คน	วิกฤตสิ่งแวดล้อมและปัญหามลพิษ
Dhira Phantumvanit, Quanruedee Limvorapitak and D. O' Conner	Applying polluter-pays-principle: Time for action
P. Hastings	Lighting the way: information technology for environment management
Sitanon Jesdapipat	Thailand's policy responses to climate change crises: an analysis of critical sectors
สิดานนท์ เจษฎาพิพัฒน์	ภาวะโลกร้อน: ภาระใหม่ทางการพัฒนาของประเทศไทย
คอลิน แมคควิชตัน	ชุมชน-แนวกันชน เพื่อป่าไม้ไทยในอนาคต
สมฤดี นิโครพัฒน์อึ้งยง	ธรรมาภิบาลในการจัดการสิ่งแวดล้อม-บทบาทของภาคีท้องถิ่น
ทองโรจน์ อ่อนจันทร์ และ ดารารัตน์ อานันทะสูงค์	การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ในการจัดการสิ่งแวดล้อม: ความเป็นไปได้และแผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 14.3 ตัวอย่างงานวิชาการในหนังสือคู่มือและทำเนียบสมาชิกของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2531-2532 และการประชุมประจำปีของเมื่อปี พ.ศ. 2532

ผู้แต่ง	เนื้อหาวิชาและองค์ความรู้
Thongchai Panswad	Analysis of the Thai Legislations concerning environmental issues
Pranee Pantumsinchai	ISO14000 and Clean Technology
Suchint Phanapavudhikul	No wastewater in agricultural countries
Chongrak Polprasert and Nawa Raj Khatiwada	Natural systems for pollution control and waste recycling
Puangrat Kajitvichyanukul	Waste and recycling
Samorn Muttamara	Green factory: its challenges and profits
Seni Karnchanawong	Pretreatment of domestic wastewater by UASB processes
J. Lander and K. Salt	Privatisation and the environment
Thunya Siltorn and Robert G. Livet	2X700 MW coal fired power plant located in Prachuap Khiri Khan Province
ชัยยุทธ สุขศรี และ สุจริต คุณธนกุลวงศ์	แนวคิดในการจัดการแหล่งน้ำเพื่ออุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
พล สาเกทอง	การจัดการขยะมูลฝอยและระบบเตา
R.H. Palmer	Environmental noise and vibration in a south-east Asian context: an Australian perspective
J. Konrad, M. Robertz, S. Eckl, T. Muckenhein and L. Webb	Cost-effective method of determining soil respiration in contaminated and uncontaminated soils
วรางคณา สันติธิตส์วดี, ธวัชชัย เนียงวิฑูรย์, อุไรวรรณ อินทร์ม่วง และ ภิรพงษ์ ภิรมณ์	ปริมาณโลหะหนักในพืชน้ำและสัตว์น้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียในเทศบาลนครขอนแก่น

ตารางที่ 14.3 (ต่อ)

ผู้แต่ง	เนื้อหาวิชาและองค์ความรู้
วีระ วิทยอุดม	แนวคิดในการจัดการน้ำเสียชุมชนของสภาพที่ลุ่มภาคกลางที่มีระดับน้ำใต้ผิวดินสูงของประเทศไทย
ชาติ เจียมไชยศรี และ แสงระวี รัชตนันท์	การปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากระบบเอกทิวเต็ดสลัดจ์ในระบบกรองสัมผัส
อรุชา เศรษฐธีรกิจ และ มั่นสิน ตันทุลเวศม์	การประเมินความดันพาร์เซียของก๊าซไฮโดรซัลไฟด์ มีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ในถังปฏิกรณ์ไร้อากาศ
ไสว อมรวงศ์, พิสิทธิ์ พุฒิไพโรจน์ และชวัญชัย สี่เผ่าพันธุ์	ลุ่มน้ำภาคเหนือ: แนวทางการฟื้นฟูคุณภาพน้ำยั่งยืน
สุจินต์ พนาปวุฒิกุล	การใช้น้ำเสียโดยตรงเพื่อการเกษตร
สุรศักดิ์ บุญเจือ	การคัดเลือกและสำรวจพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยบริเวณอำเภอมะจัน แม่สาย และเชียงแสน จังหวัดเชียงราย
ปัทมวรรณ คุณประเสริฐ, ศศิธร พุทธวงษ์, นฤมล วิเธอร์ ยารวิทย์ และ สิรินทรเทพ เต่าประยูร	การศึกษารูปแบบการนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อประสิทธิภาพการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
วรารณ กิจชัยนุกุล, ศศิธร พุทธวงษ์ และ ภาวิณี ชัยประเสริฐ	การศึกษาศักยภาพของเสียจากอุตสาหกรรมหล่อหลอมโลหะเพื่อใช้เป็นวัสดุผสมกับปูนซีเมนต์ในการหล่อแข็ง
โสภา ชินเวทกิจวานิชย์ และ มั่นสิน ตันทุลเวศม์	ความสำคัญของสภาพต่างในระบบบำบัดแบบไร้อากาศ
เพชรพร ชาวกิจเจริญ และประเสริฐ งามเลิศประเสริฐ	การนำซิลิกา-อะลูมินาที่ใช้แล้วและปรอทซัลไฟด์มาทำให้เป็นก้อนด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
ศรัณยา เปี้ยแดง และผู้ร่วมงานรวมทั้งหมด 23 คน	การศึกษามลกระทบจากศูนย์วิจัยนิวเคลียร์องค์การทบวงนิเวศวิทยา
กองควบคุมสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	การจัดทำแผนปฏิบัติการในภาวะฉุกเฉินสำหรับนิคมอุตสาหกรรม/ท่าเรืออุตสาหกรรม
มั่นสิน ตันทุลเวศม์ และวุฒิ วิพันธ์พงษ์	การกำจัดโลหะหนักด้วยสารโพลีเมอร์ที่มีกลุ่มไฮโอคาร์บาเมต 1: การควบคุมด้วยโออาร์พี
ชอบ เพชรพิเชฐเขียว	การเข้าสู่ Green Company ของ ปตท.
พรสวรรค์ ทิมาศาสตร์	กรณีศึกษาการจัดการสิ่งแวดล้อมในเมืองใหม่
ไพศาล ปันสง่า และสมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ	Wastewater treatment in three phase fluidized bed
ศรัณยา เปี้ยแดง	การใช้รังสีแกมมาลดปริมาณ BOD ในน้ำเสีย
เพชรพร ชาวกิจเจริญ และโรมัน ว่องวิไลรัตน์	การบำบัดน้ำเสียความเข้มข้นสูงด้วยถังกรองไร้อากาศที่มีตัวกลางพลาสติกโพลีเอทิลีน
วรวิทย์ เหลืองศิริก และองชัย พรณสวัสดิ์	ผลของภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันต่ออัตราการลดสี
วรารณ คุณวานากิจ และสุรเชษฐ์ จีงเกษมโชคชัย	การติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งของโรงไฟฟ้าแม่เมาะแบบต่อเนื่อง
นริศญา กรีนันทวงศ์ และ ชวลิต รัตนธรรมสกุล	การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่จากอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยกระบวนการเมมเบรนอัลตราฟิลเตรชัน
ยุทธนา มหัจฉริยวงศ์	การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ กรณีศึกษา บริษัทฟีนิกซ์ พัลป์ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด
S.K. Mittal and Sabhash Maheshwari	Use of treated effluent for irrigation – a part of EMS at Phoenix
เสนีย์ กาญจนวงศ์ และ ศตวรรษ นัทคน์วิจิตร	การศึกษาเปรียบเทียบถึงปฏิกิริยาแบบซีเอสทีอาร์กับยูเอเอสบีในกระบวนการสร้างกรดของเสียจากอุตสาหกรรมผลิตมันเทศ

ตารางที่ 14.4 นักวิชาการที่เขียนเรื่องเกี่ยวกับขบวนการทางสังคม และนโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากร ข้อมูลมาจาก อาพันธ์ (2543 ก,ข*) และจากที่รวบรวมจากที่อื่น ๆ (**)

ผู้แต่ง ปีที่แต่ง และสถาบันการศึกษา	หัวข้อวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก
1) Piker, S. (1964, Washington**) 2) Keyes, C.F. (1966, Cornell**)	1) An examination of character and socialization in a Thai Peasant community** 2) Peasant and nation: a Thai-Lao village in a Thai state**
3) Riley, J.N. (1972, North Carolina) 4) Small, L.E. (1972, Cornell*) 5) Derveaux, P. F.P., (1973, Sorbonne*) 6) Puntasen, Apichai (1973, Vanderbilt**) 7) Amara Bhumiratana (Pongspich) (1974, Washington**) 8) Bilmes, J. (1974, Standford**) 9) Calavan, M. (1974, Illinois) 10) Lefferts, H.L. Jr. (1974, Colorado) 11) Akin Rabibhadana (1975, Cornell**) 12) Hilton, P. (1975, Sydney) 13) Johnston, D.B. (1975, Yale) 14) Prasartset, Suthy (1975, Sydney**) 15) Grandstaff, T.B. (1976, Hawaii) 16) Dow Mongkolsmai (1977, Cornell*) 17) Gisselquist, D. (1977, Maryland, 1976?, Yale?*) 18) Marujohn Iddhichiracharas (1977, Berkeley**) 19) Prasartkul, P. (1977, Cornell**) 20) Saihoo, Pattaya (1977, Oxford**) 21) Suthep Soonthornpesuch (1977, Berkeley**) 22) O'Conner, R.A. (1978, Cornell**) 23) Theravet Pramuanratkarn (1979, Washington*)	3) Family organization and population dynamics in a central Thai village 4) An economic evaluation of water control in the northern region of the greater Chao Phya Project of Thailand* 5) A study of a small rural area in Northeastern of Thailand, recently occupied by farmer and cultivated* 6) Manpower and education planning: an application of a simple integrated model to selected groups** 7) Industrialization and social change in Thailand** 8) Interaction and decision making in northern Thai villages** 9) Decision against nature 10) Ban Dong Pong: land tenure and social organization in a northeastern Thai village 11) Bangkok slum: aspects of social organization** 12) Karen subsistence: the limits of swidden economy in Thailand 13) Rural society and the rice economy in Thailand 1880-1930;14) Production and trade of Thailand 1855-1940** 14) Swidden society in northern Thailand: a diacronic perspective emphasizing resource relationships 15) Distributional effects and reimbursement analysis of an irrigation project in Thailand* 16) A history of contractual relationships in a Thai rice growing village (or Public goods and private contracts 17) A history of economic organization for a Thai village?*) 18) Bamboo village: a northern Thai frontier community** 19) Pattern and decision factors affecting internal migration in Thailand ** 20) Social organization of an island Malay village in southern Thailand** 21) Islam identity in Chiang Mai City: a historical and structural comparison of two communities** 22) Urbanization and religion: community, hierarchy and sanctity in urban Thai Buddhist temples** 23) Impact of urbanization on a peripheral area of Bangkok, Thailand*.
24) Prachuabmoh, Chaivun (1980, Hawaii**) 25) Cohen, P. (1981, London) 26) Hong, L. (1981, Sydney**) 27) Manat Suwan (1981, Pennsylvania State*) 28) Elder, G. (1982, North Carolina) 29) Tannenbaum, N. (1982, Iowa**) 30) Uraivan Tan-Kim-Yong (1983, Cornell) 31) Suchitta, Pornchai (1983, Bown, Providence**) 32) Winai Pongsripian (1983, Bristol) 33) Anan Gajanapan (1984, Cornell) 34) Chayan Vaddhanaputi (1984, Standford**) 35) Rujaya Abhakorn (1984, Cornell) 36) Apichart Pattaratuma (1985, Washington*) 37) Benchaphun Shinawatra (1985, Michigan State) 38) Floyd, J.M. (1985, Hawaii*) 39) Mehl, C.B. (1985, Cornell*) 40) Sanay Yarnasarn (1985, Columbia*)	24) The role of women in maintaining ethnic identity and boundaries: a case of Thai Muslims in southern Thailand** 25) The politics of economy development in northern Thailand 1967-1978 26) The evolution of Thai economy in the early Bangkok: period and its historiography** 27) Resettlement of population following the dam construction: the case of Srinagarind Dam, Thailand* 28) Ritual and Chinese ethnicity in Mahachai, Thailand 29) Agriculture decision making among the Shan of Maehongsorn Province** 30) Resource mobilization in traditional irrigation systems of northern Thailand: a comparison between the lowland and the upland irrigation 31) The history and development of iron-smelting technology in Thailand** 32) Traditional Thai historiography and its nineteenth century decline 33) The partial commercialization of rice production in Northern Thailand (1900-1980) 34) Ideology and culture reproduction in rural northern Thai Society** 35) Ratchaburi, an inner province, local government and control politics in Siam 1868-1892 36) A systematic land use planning model and case study, Mae Sa watershed, Chiang Mai Province, Thailand*

ตารางที่ 14.4 (ต่อ)

ผู้แต่ง ปีที่แต่ง และสถาบันการศึกษา	หัวข้อวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก
41) Sherman, P.B. (1985, Hawaii*)	37) Highland-lowland interrelationships in northern Thailand: a study of production, distribution, and consumption
42) Chindasri, K.A. (1986, Hawaii)	38) The political economy of fisheries development in Indonesia, Malaysia, the Philippines, and Thailand*
43) Harper, D.E. (1986, Hawaii)	39) Land, agriculture labor, and development in rural Thailand: a study of the variations in the socio-economic structure of three villages in Nakhon Ratchasima province*
44) Nakornthab, Pramote (1986, Cornell)	40) Land use patterns and land use change in Chiangmai, northern Thailand*
45) Hirsch, P. (1987, London)	41) Market failure and the underprovision of parks and protected areas*
46) Jitsanguan, T. (1987, Hawaii)	42) Economic analysis of leader compensation in communal irrigation systems of northern Thailand
47) Srikam, Wanchai (1987, Cincinnati)	43) Sustainable agriculture on slopes: the effectiveness of international development projects in fostering soil conservation in north Thailand
48) Anuchalee Jengjalern (1988, New York)	44) Urbanization and national development: a study of Thailand's local urban government
49) Bonasopit Mekvichai (1988, Cornell)	45) Participation, rural development and changing production relations in recently forest areas of Thailand
50) Bowie, K.A. (1988, Chicago*)	46) Economic evaluation of trade and production in the Thai Fisheries Industry
51) Thanwa Jitsangsuan (1988, Hawaii*)	47) An analysis of the location of manufacturing in Thailand
52) Thomas, D.E. (1988, Berkeley*)	48) Forestry for community: analysis of forest policy in Thailand
53) Werasit Sittitrai (1988, Hawaii)	49) The teak industry of north Thailand: the role of a natural resource-based export industry in regional development
54) Poday, M. (1989, Aston*)	50) Peasant perspectives on the political economy of the northern Tai kingdom of Chiang Mai in the nineteenth century: implication for the understanding of peasant political expression*
55) Prasertkul, Seksan (1989, Cornell**)	51) An empirical study of policy incentives and comparative advantage in the fisheries industry of Thailand*
	52) Village land use in northeast Thailand: predicting the effects of development policies on village use of wildlands*
	53) Rural transformation in northern Thailand
	54) Computer automation of land use evaluation procedure (satellite imaginary)*
	55) The transformation of the Thai State and economic change (1855-1945)**
56) Anusorn, Sornpohm (1991, South Illinois*)	56) Land reform and productive efficiency: the case of Thai rice farms*
57) Bruns, B.R. (1991, Cornell*)	57) The stream the tiger leaped: a study of intervention and innovation in small-scale irrigation development in northeast Thailand*
58) Pongsomlee, Anuchat (1991, ANU, Canberra**)	58) An integrative study of urban ecosystem: the case of Bangkok**
59) Wattana Sugunnasii (1991, Wisconsin*)	59) The state and agrarian policy in Thailand, 1960-1980*
60) Ablers, H.J. (1992, Berkeley*)	60) Economics of tropical forest management: uncertainty, irreversibility, and spatial relationships*
61) Dachanee Emphandhu (1992, Washington)	61) Land use conflict and public participation as a conflict management tool in park management planning process: a case study of Doi Inthanon
62) Forsyth, T.J. (1992, London**)	62) Environment degradation and tourism in a Yao village of northern Thailand**
63) Sadoff, C.W. (1992, Hawaii*)	63) The effects of Thailand's logging ban: a natural resource accounting approach*
64) Stam, K.R. (1993, Syracuse*)	64) Social groups and social forestry in Dong Mun forest reserve in western Thailand: a case study of Ban Nong Saeng and Ban Saitong*
65) Suthawan Sathirathai (1993, Cambridge)	65) The adoption of conservation practices by hill farmers with particular reference to property rights
66) Chusak Wittayapak (1994, Victoria)	66) Local institutions in common property resources: a case study of community-based watershed management in northern Thailand
67) Dilokwanich, Sittipong (1994, ANU, Canberra**)	67) Industry, water and people in greater Bangkok: a case study of Samut Prakan**
68) Greenberg, C. (1994, British Columbia*)	68) Regional based urbanization in Bangkok's extended periphery*
69) Penporn, Janekarnkij (1994, Rhode Island*)	69) Economic incentives for water resource management in the Pak Phanang Basin of Southern Thailand*
70) Sinth Sarobol (1994, Philippines)	
Waraporn Prompoj (1994, Waterloo*)	

ตารางที่ 14.4 (ต่อ)

ผู้แต่ง ปีที่แต่ง และสถาบันการศึกษา	หัวข้อวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก
71) Hansen, P.K. (1995, Copenhagen*)	70) Community forest management for fuelwood in highland village of northern Thailand Planning for sustainable reservoir fisheries in Thailand*
72) Keokam, Kraisoraphong (1995, British Columbia*)	71) Shifting cultivation adaptations and environment in a mountainous watershed in northern Thailand*
73) Opart Panya (1995, Victoria, New Zealand)	72) Evolving water policy in the Bangkok metropolitan region, Thailand*
74) Sureerat Lakanavichian (1995, Berkley*)	73) Change from within, adaptation and self determination in three rain-fed communities in northeast Thailand
75) Janpanit, Surasin (1996, Wisconsin*)	74) The state and buddhist philosophy in resource conflicts and conservation in northern Thailand*
76) Pornchai Preechaphanya (1996, Wales)	75) Indigenous knowledge in natural resource management: the case of two villages in Thailand*
77) Ritchie, M.A. (1996, Berkeley*)	76) Indigenous ecological knowledge about the sustainability of tea gardens in the hill evergreen forest of northern Thailand
78) Shoocongdej, R. (1996, Michigan**);	77) From peasant farmers to construction workers: the breaking down of the boundaries between agrarian and urban life in northern Thailand, 1974-1992*
79) Sonnenfeld D.A. (1997, California, Santa Cruz**)	78) Forager mobility organization in seasonal tropical environment: a view from Lang Kamnan Care, Western Thailand**
80) Somporn Sangawongse (1996, Monash*)	79) Greening the tiger? Environmental social movements' influence on adoption of environmental technologies in the pulp and paper industries of Australia, Indonesia, and Thailand**
81) Pearmsak Makarabhirom (1997, Tsukuba*)	80) Landscape change detection in the Chiang Mai Area: an appraisal from remote sensing, GIS and cartographic data developed for monitoring applications*
	81) A study of contract tree farming in Thailand*.

ในเวลาเดียวกันองค์ความรู้ทางสังคมศาสตร์ เรื่องทางเลือกของการพัฒนาที่ได้รับการสะสม ทั้งจาก นักวิจัยชาวต่างประเทศทั้งที่เป็นอาจารย์และนักศึกษา ปริญญาโทและเอกที่มาทำวิจัยในประเทศของเรา หรือ แม้แต่นักศึกษาไทยที่ได้ไปศึกษาต่อ ณ ต่างประเทศ

(ตารางที่ 14.4) ทำให้มีองค์ความรู้สะสมเพิ่มพูนขึ้น โดยองค์ความรู้ส่วนหนึ่งนอกจากจะเกี่ยวกับทางเลือกในการพัฒนาแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรอีกด้วย ดังเช่นองค์ความรู้ที่รวบรวมในวงการไทยศึกษา (ตารางที่ 14.5) และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ศึกษา เป็นต้น

14.3 นิเวศวิทยาในวงการศึกษาศีวิทยาสมัยใหม่

ส่วนองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาที่ผ่านมาทางการศึกษานิเวศวิทยาสมัยใหม่นั้น ได้เริ่มต้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเน้นการผลิตนักวิชาการไปเป็น อาจารย์สอนชีววิทยา (คลุ้ม, 2525) ทำให้การพัฒนาองค์ความรู้เน้นหนักในเรื่องวิชาการที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนชีววิทยาพื้นฐาน ซึ่งต้องให้บริการต่อนักศึกษา วิทยาศาสตร์ชีวภาพทุกสาขาเป็นหลัก ทำให้องค์ความรู้ระดับดังกล่าวได้รับการพัฒนามาก่อน (เช่น บรอกเคิลแมน, 2516; วราพร, 2518; ไพรัช 2523; อรรถ, 2523; สมสุข, 2528; อยู่แก้ว, 2531ก,ข; จิรากรณ์, 2540) ซึ่งส่วนมากก็เป็นการประยุกต์ข้อมูลที่มีอยู่ในตำราฝรั่ง ประสมประสานกับองค์ความรู้ใหม่ที่พอมืออยู่

บาง ส่วนการศึกษาวิจัยซึ่งเป็นหัวใจที่สำคัญเป็นเรื่องได้มาเนื่องจากไปศึกษาต่อชั้นสูง ณ ต่างประเทศเป็นหลัก และเมื่อกลับมาการทำงานวิจัยดังกล่าวเป็นเรื่องส่วนบุคคลมากกว่าหน้าที่ ทำให้องค์ความรู้ดังกล่าวไม่แตกแขนงเท่าที่ควร

ส่วนสายวิชาพื้นฐานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรในมหาวิทยาลัยนั้น องค์ความรู้ที่ได้จากวิทยานิพนธ์ต่าง ๆ ของนักศึกษาและอาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในช่วงพัฒนามหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2516-2521 เป็นช่วงที่องค์ความรู้ของเราแตกแขนงไปเชื่อมกับต่างประเทศโดยเฉพาะอเมริกา มากที่สุด มีการศึกษาพอสมควรเกี่ยวกับนิเวศวิทยาทาง

การป่าไม้ การเกษตร และการประมง เป็นต้น (พุ่ม, 2533; ตารางที่ 14.6) ภาระหน้าที่หลักของอาจารย์ดังกล่าวคือการสอน จนงานค้นคว้าวิจัยเป็นงานรอง ทำให้นอกจากไม่มีโอกาสทำวิจัยอย่างต่อเนื่องแล้ว งานในวิทยานิพนธ์ก็อาจจะไม่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่อีกด้วย หรือถ้าทำต่อเนื่องก็เป็นรายละเอียดเพิ่มเติมในเรื่องเดิม ถ้าเป็นเรื่องใหม่ก็มักจะเป็นการร่วมมือกับชาวต่าง

ประเทศที่เข้ามากระตุ้น การพัฒนาองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาไม่ว่าสายวิทยาศาสตร์พื้นฐานหรือการจัดการทรัพยากรจึงไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร แต่เนื่องจากองค์ความรู้ที่สะสมที่ยาวนานกว่าในวงการป่าไม้ ทำให้มีข้อมูลต่าง ๆ ที่ก้าวหน้ากว่าในวงการเกษตร เช่น การจัด การศัตรูพืช (ตารางที่ 14.7) เป็นต้น

ตารางที่ 14.5 บทความต่าง ๆ ที่มีการรวบรวมเพื่อสรุปสถานภาพขององค์ความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาไทย แนวคิดทางสังคมศาสตร์ในการจัดการทรัพยากร และการจัดการทรัพยากรโดยชุมชนในภูมิภาคต่าง ๆ

(จากเอกวิทย์, 2540; ฉัตรทิพย์ และคณะ, 2543; อานันท์ และคณะ, 2543 ก, ข)

ผู้แต่ง	เรื่อง
เอกวิทย์ ณ ถลาง	ภูมิปัญญาชาวบ้านสี่ภูมิภาค: วิถีชีวิตและกระบวนการเรียนรู้ของชาวบ้านไทย
สุธาวัลย์ เสถียรไทย, ปิ่นแก้ว เหลืองอร่ามศรี, สุธาริน คุณผล และ ชูศักดิ์ วิทยาภัก	แนวคิดและวรรณกรรมที่เกี่ยวกับสิทธิในทรัพยากร: กับปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในประเทศไทย
ปิ่นแก้ว เหลืองอร่ามศรี และ สุธาริน คุณผล	คิดเชิงสังคมวิทยาและมนุษยวิทยา: วิวาทะว่าด้วยเรื่องทรัพยากรส่วนรวม
ชูศักดิ์ วิทยาภัก	แนวคิดวิเคราะห์เชิงนิเวศวิทยาการเมือง
สุธาวัลย์ เสถียรไทย	แนวคิดด้านเศรษฐศาสตร์นิเวศ
อานันท์ กาญจนพันธุ์	สถานภาพการวิจัย ชุมชนกับการจัดการทรัพยากร บทสังเคราะห์ผลการศึกษา
อานันท์ กาญจนพันธุ์	สิทธิในการเข้าถึงทรัพยากร: สถานภาพการศึกษาเกี่ยวกับวิถีคิด
ยศ สันตสมบัติ	รัฐ ชุมชน และนโยบายการจัดการทรัพยากร: บทสำรวจองค์ความรู้
เบญจพรรณ เอกะสิงห์	โครงสร้างระบบเศรษฐกิจและการจัดการทรัพยากร: บทสำรวจสถานภาพความรู้
สันธิฐิตา กาญจนพันธุ์	สถานภาพความรู้เกี่ยวกับชุมชนและแบบแผนการจัดการทรัพยากร
ไพสิฐ พาณิชนกุล	ชุมชนกับการจัดการป่าไม้: กฎหมายและประเพณีท้องถิ่น
กอบกุล รายนคร	กฎหมายกับการจัดการทรัพยากรน้ำและชายฝั่งทะเล
จามะรี เชียงทอง	ชุมชนกับการจัดการทรัพยากร: ศักยภาพและการต่อสู้ของท้องถิ่น
ประเทือง นรินทร์ทรงกุล ณ ออยุธยา	ชุมชนกับการจัดการทรัพยากรที่ดินในภาคเหนือ
ชูศักดิ์ วิทยาภัก	ชุมชนกับการจัดการทรัพยากรป่าไม้ในภาคเหนือ
ชูศักดิ์ วิทยาภัก	ชุมชนกับการจัดการทรัพยากรน้ำในภาคเหนือ
วิยุทธี จำรัสพันธุ์ และ ประสิทธิ์ คุณรัตน์	ชุมชนกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในภาคอีสาน
โอภาส ปัญญา, อนุชาติ พวงสำลี และวิภาณุ คงจันทร์	ชุมชนกับการจัดการทรัพยากร: ภาคตะวันตก
ฉันทนา บรรพศิริโชติ	ชุมชนกับการจัดการทรัพยากรในภาคตะวันออก: การสำรวจองค์ความรู้
นฤมล หิญาธิระนันท์	ชุมชนกับการจัดการทรัพยากรในภาคใต้: สถานภาพการศึกษา
วัฒนา สุกันศีล	ชุมชนกับการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลในภาคใต้

ตาราง 14.6 นักวิชาการสายวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและหัวข้อวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกและโทบางเรื่องที่สำคัญ (*) ที่เขียนทั้งในและต่างประเทศ

ผู้แต่ง ปีที่แต่ง และสถาบันการศึกษา	หัวข้อวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกและโท (*)
Wacharakitti, S. (1968, Helsinki*)	Forest inventory planning*
1) Prabuddham, P. (1973, Illinois)	1) The composition levels of selected trace elements in soil from major rice producing regions of Thailand and south Vietnam and some factors related to the abundance of these elements
2) Menasveta, P. (1974, Washington)	2) Effect of certain food additives on mercury accumulation, distribution, and elimination in salmonid fishes, and the results on growth
3) Aksornkoe, S. (1975, Michigan State)	3) Structure, regeneration and productivity of mangroves in Thailand
4) Kutintara, U. (1975)	4) Structure of the dry dipterocarp forest
5) Akranakul, P. (1977, Cornell)	5) The natural history of dwarf honey bee, <i>Apis florea</i>
6) Suraswadi, P. (1976, Minitoba)	6) Newly covered grass as habitat for fishes in Bung Boraphed
7) Kaosa-ard (1977, ANU, Canberra)	7) Physiological studies of sprouting of teak (<i>Tectona grandis</i> Linn.f.) planting stumps
8) Ngampongsai (1977, Michigan State)	8) Habitat relations of the sambar (<i>Cervus unicolor</i>) in Khao Yai National Park, Thailand
9) Ruangpanit, N. (1977, Colorado State)	9) Primary productivity of sanhills grassland.
10) Attanandana, Tasnee (1982, Kyoto)	10) Fertility problems of acid sulphide soils of Thailand
11) Kaitpraneet, S. (1982, Washington)	11) Bitterbrush (<i>Purshia tridentata</i> (Push)DC.), as a dynamic fuel complex
12) Petmak, P. (1983, Phillipines)	12) Primary productivity, nutrient cycling and organic matter turnover of tree plantations after agricultural intercropping practices in northeast Thailand
13) Dhanmanonda, P. (1988, Kyoto)	13) Gap regeneration in a dry dipterocarp forest at Sakaerat
14) Gajasen, J. (1988, Georgia)	14) Ecological comparison of traditional agriculture and the forest village system (agroforestry) in northern Thailand.
15) Kanjanavanit, S. (1992, London)	15) Aspects of the temporal pattern of dry season fires in the dry dipterocarp forest of Thailand
16) Bhumpakphan, N. (1997, Kasetsart)	16) Ecological characteristics and habitat utilization of gaur (<i>Bos gaurus</i> H. Smith, 1827) in different climatic sites
17) Prayurasiddhi (1997, Mininsota)	17) The ecological separation of gaur (<i>Bos gaurus</i>) and banteng (<i>Bos javanicus</i>) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand
18) Trisurat, Y. (1997, AIT)	18) Spatial-ecological impact assessment of the proposed dam construction in Khao Yai National Park, Thailand
19) Tungittiplakorn, W. (1998, Victoria)	19) Highland cash crop development and biodiversity conservation: the Hmong in northern Thailand
20) Pattanavibool (1999, Victoria);	20) Wildlife response to habitat fragmentation and other human influences in tropical montane evergreen forests, northern Thailand

ส่วนองค์ความรู้อีกสายหนึ่งที่โตขึ้นมาจากการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจกระแสหลักคือสายพิษวิทยาและสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 14.8) รวมทั้งการจัดการมลพิษทางอุตสาหกรรมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมเป็นต้น นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการศึกษเกี่ยวกับวิทยาการระบาด (ตารางที่ 14.9) และเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สมชัย และคณะ, 2542)

องค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาบางส่วนทั้งตามแบบสากลนานาชาติ และแบบประยุกต์ที่ทำโดยนักวิชาการไทย และชาวต่างประเทศที่ทำในประเทศไทย

สามารถดูได้ตามตารางที่ 14.10 จะเห็นได้ว่าองค์ความรู้ได้เพิ่มขยายจากช่วงทศวรรษที่ 60 และเพิ่มขยายมากขึ้นจนปี ค.ศ. 1990-2000 มีองค์ความรู้ที่เพิ่มขึ้นมากมายตามปัญหาการร่อยหรอของทรัพยากร และการจัดการสิ่งแวดล้อมในรูปแบบที่ต่างกัน

แต่เป็นที่น่ายินดีว่าแนวคิดทางการอนุรักษ์เป็นแนวคิดที่มีการประสานประสานระหว่างประสบการณ์ท้องถิ่นกับประสบการณ์ระหว่างประเทศเป็นอย่างดี โดยเฉพาะแนวคิดของนายแพทย์บุญส่ง เลขะกุล ซึ่งประสานประสบการณ์และองค์ความรู้ใน

การเที่ยวป่าร่วมกับความสนใจในสัตว์ป่าต่าง ๆ นอกประเทศ ทำให้สนใจเขียน และอ่านหนังสือมากมาย ห้องสมุดของท่านจัดได้ว่าเป็นห้องสมุดทางธรรมชาติที่ดีที่สุด ประสบการณ์สะสมและองค์ความรู้จากต่างประเทศ และการปฏิสัมพันธ์กับนักวิชาการต่างประเทศ ทำให้แนวคิดและการดำเนินการของท่านได้เป็นไปก่อนการณ ทำให้มีการเคลื่อนไหวในการอนุรักษ์ด้วยองค์กรเอกชนเป็นองค์กรแรก ๆ และเมื่อมาประจวบเหมาะกับการเคลื่อนไหวของหน่วยราชการคือกรมป่าไม้ทำให้ข้อมูลและประสบการณ์ต่าง ๆ

ของท่านมีประโยชน์ต่อหน่วยงานราชการมหาศาล กิจกรรมและวิสัยทัศน์ของท่านก่อให้เกิดองค์กรเอกชนคือมูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพันธุ์พืชแห่งประเทศไทย และสมาคมอนุรักษ์นกแห่งประเทศไทย ซึ่งถ้าการดำเนินงานเป็นไปในลักษณะที่คุณหมอดำเนินมาก่อน คือมีการสร้างเสริมประสบการณ์ท้องถิ่นอย่างต่อเนื่องและประสานกับองค์ความรู้และการเคลื่อนไหวของต่างประเทศก็จะทำให้การดำเนินงานของทั้งสององค์กร นำยุคนำสมัยก่อนการณเหมือนที่คุณหมอบุญส่งได้เคยทำไว้

ตารางที่ 14.7 องค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการศัตรูพืชที่ตีพิมพ์โดยมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (กฤษณา, 2541)

ผู้แต่ง	เนื้อหาวิชาและองค์ความรู้
สืบทัด สนิธิรัตน์ และ พงศ์พันธุ์ เอียรหิรัญ	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับศัตรูพืช
ประภารัตน์ หอมจันทร์ และ ศิริพรรณ ตันดาตม	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแมลง
พิสมัย ขวลิตรวงษ์พร และ พรทิพย์ วิสารทานนท์	แมลงศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจ
ขวัญชัย สมบัติศิริ และ กฤษณา รุ่งโรจน์วนิชย์	การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช
เดือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์ และ พิสมัย ขวลิตรวงษ์พร	การจัดการแมลงศัตรูพืช
เสริมศักดิ์ หงส์นาค, ชมพูนุท จรรยาเทศ และ ยุวลักษณ์ ขอบประเสริฐ	การจัดการสัตว์ศัตรูพืช
กฤษณา รุ่งโรจน์วนิชย์ และ พิสมัย ขวลิตรวงษ์พร	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืชและเครื่องมือที่ใช้พ่นสารกำจัดศัตรูพืช
พงศ์พันธุ์ เอียรหิรัญ	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคพืช
นิพนธ์ วิสารทานนท์ และ พงศ์พันธุ์ เอียรหิรัญ	โรคพืชที่สำคัญในประเทศไทย
สุดฤดี ประเทืองวงศ์, จิระเดช แจ่มสว่าง และ ธรรมศักดิ์ สมมาตย์	การควบคุมโรคพืช
สืบทัด สนิธิรัตน์ และ พงศ์พันธุ์ เอียรหิรัญ	การจัดการโรคพืช
เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวัชพืช
ดิรก ทองอร่าม	หลักการควบคุมวัชพืช
ประทีป กระแสสินธุ์	การจัดการวัชพืช
สืบทัด สนิธิรัตน์, ประทีป กระแสสินธุ์ และ กฤษณา รุ่งโรจน์วนิชย์	แนวโน้มของการจัดการศัตรูพืชในอนาคต

14.4 การศึกษานิเวศวิทยาที่สนับสนุนโดยโครงการ BRT

การศึกษาที่มีมิติทางนิเวศวิทยาที่สนับสนุนโดย โครงการ BRT (วิสุทธิ และคณะ, 2542) สามารถแบ่งการศึกษาต่าง ๆ ให้เข้าหมวดหมู่ตามตารางที่ 14.11 ซึ่งแบ่งเป็นแนวทางการศึกษา 2 แนวทางคือ 1) การศึกษาที่เอาความหลากหลายทางชีววิทยาเป็นตัวตั้ง และ 2) การศึกษาที่มนุษย์เป็นตัวตั้ง

การศึกษาที่เอาความหลากหลายทางชีววิทยาเป็นตัวตั้งสามารถออกเป็น

14.4.1 การศึกษานิเวศวิทยาแนวสากล
ดั้งเดิมแนวการศึกษานี้เป็นการศึกษาที่มักจะตัดปัจจัยที่เกี่ยวกับมนุษย์ออกไป เมื่อดูเผิน ๆ การศึกษาในแนวนี้อาจดูเหมือนไม่ขาดแคลน แต่ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อประกอบเข้ากับการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ส่วนการศึกษาอย่างค่อนข้างเป็นระบบที่มีวิธีการทางนิเวศวิทยาที่สามารถเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ได้มีน้อยมาก และในเวลา

เดียวกัน การศึกษาในระดับประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งและปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตระหว่างประชากรก็มีน้อย

การศึกษาที่มีข้อมูลเบื้องต้นทางนิเวศวิทยาแทรกอยู่ในการศึกษา สามารถพบได้ในการศึกษาที่เกี่ยวกับจุลินทรีย์, ไส้เดือน, เห็ดรา, พืชตระกูลต่าง ๆ, แมลงชนิดต่าง ๆ, หอยจำพวกหอยทาก, ปลา, และสัตว์เลื้อยคลานด้วยขนาดเล็กลงในอดีต

การศึกษาอีกแนวหนึ่งที่มีทำกันมากพอสมควร คือการศึกษาของชุมชนสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกัน เช่น โครงสร้างของป่าชนิดต่าง ๆ เช่นที่อุทยานแห่งชาติภูพาน, เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าไดโนเสาร์, อุทยานแห่งชาติดอยหลวง, อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน, อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, และ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาชุมชนของพืชน้ำบริเวณคูขุด, ชุมชนของแมลงน้ำที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย, บริเวณต้นน้ำลำธารภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งรวมทั้งเขตอนุรักษ์ในบริเวณดังกล่าว เช่น อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว นอกจากนี้ยังมีการ

ศึกษาชุมชนของปลา, สัตว์หน้าดินอื่น ๆ และนก เป็นต้น

การศึกษาเพื่อให้เข้าใจพลวัตของระบบนิเวศมีค่อนข้างน้อย ได้แก่ การศึกษาขบวนการย่อยสลายของใบไม้ในป่าชายเลน, การศึกษาการผสมเกสรดอกไม้โดยแมลง, การศึกษาเพื่อให้ทราบบทบาทของเม่นทะเลต่อการกร่อนของปะการัง และผลกระทบของปลาต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน เป็นต้น

การศึกษาน้อยมากอีกกลุ่มหนึ่งก็คือนิเวศวิทยาระดับประชากร ตัวอย่างการศึกษา ได้แก่ การศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่อความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินในทะเล เช่น แอนเนลิด, การศึกษาปัจจัยทางนิเวศวิทยาการเจริญพันธุ์ของเต่า, การกระจายของนกขุนทอง การเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจน, ถิ่นที่อยู่อาศัยและอาหารของนกชนิดต่าง ๆ เช่นนกปรอด, นกเงือก, บทบาทของชะนีตัวผู้ที่ไม่ใช่คู่ในพลวัตของกลุ่มชะนี และพฤติกรรมการร้องของนกเงือก เป็นต้น

ตาราง 14.8 องค์ความรู้เกี่ยวกับพืชวิทยาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัยที่ดีพิมพ์โดยมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (พรทิพย์, 2539)

ผู้แต่ง	เนื้อหาวิชาและองค์ความรู้
จารุพงศ์ บุญ-หลง	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัย และพืชวิทยา
สมพล กฤตลักษณ์	การกระจายตัวของสารพิษในสิ่งแวดล้อม
นวลศรี ทายพัชร	สารเคมีที่ใช้ในเกษตรกรรม
สมศรี สุวรรณจรัส	สารพิษทางชีวภาพ
พรทิพย์ เกตุรานนท์	สารเคมีประเภทโลหะ
สราวุธ สุธรรมสา	สารเคมีประเภทก๊าซและอนุภาค
สิริรัตน์ สุนิษฐ์เจริญ	ตัวทำลายอินทรีย์และสารกีดกัน
สุรเดช ประดิษฐ์บาทูภา	หลักการเก็บตัวอย่าง การเฝ้าระวัง และการวิเคราะห์ตัวอย่างทางพืชวิทยาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย
ประนอม ภูวนัตถ์ และ จุฑามาศ เกตุทัต	มลพิษทางน้ำ
นิตยา มหาผล	มลพิษทางอากาศและเสียง
ประยูร ฟองสดีชัยกุล	กากของเสียอันตราย
ศรีศักดิ์ สุนทรไชย	สารพิษในอาหาร
สราวุธ สุธรรมสา	สารพิษเกี่ยวกับอาชีวอนามัย
วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์	ความร้อนและรังสี
บุญจง ชาวสิทธิวงศ์	การจัดการด้านพืชวิทยาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัยในประเทศไทย

ตาราง 14.9 องค์ความรู้เกี่ยวกับวิทยาการระบาดและการควบคุมโรคที่ตีพิมพ์โดยมหาวิทยาลัยสุโขทัย
ธรรมาธิราช (สมศักดิ์, 2540)

ผู้แต่ง	เนื้อหาวิชาและองค์ความรู้
พรพันธุ์ บุญยรัตพันธุ์ และ พรทิพย์ เชิดชูพงศ์ล้ำ	แนวคิดพื้นฐานของวิทยาการระบาด
ไพบุลย์ โล่ห์สุนทร	มนุษย์และสิ่งแวดล้อม
ทวีศักดิ์ สิตลรัศมี	ธรรมชาติและการเกิดโรคและภัย
สมโภช รติโอฬาร และ ประยูร ภูนาศล	ปัญหาสาธารณสุข
ไพบุลย์ โล่ห์สุนทร	ดัชนีอนามัย
พรพันธุ์ บุญยรัตพันธุ์	การกระจายของโรคและภัย
มุกดา ตันชัย	การวินิจฉัยอนามัยชุมชน
สมโภช รติโอฬาร	วิทยาการทางวิทยาการระบาด
ประยูร ภูนาศล และ สมโภช รติโอฬาร	การเฝ้าระวังโรคและภัย
สมชาย พันธุ์นิช	การสอบสวนการระบาดของโรค
อุเทน จารณศรี และ วิลาวัณย์ จิงประเสริฐ	หลักการป้องกันและควบคุมโรคและภัย
สมศักดิ์ บุตรราช	วิทยาการระบาดกับการป้องกันและควบคุมโรคติดต่อ
ประกรณ์ ศิริยง	วิทยาการระบาดกับการป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อ
วิลาวัณย์ จิงประเสริฐ	วิทยาการระบาดของโรคจากการประกอบอาชีพและการป้องกัน
ศุภชัย ฤกษ์งาม	การประยุกต์วิทยาการระบาดในการพัฒนาคุณภาพชีวิต

ตารางที่ 14.10 ผลงานทางวิชาการบางส่วนที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติตามช่วงปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 1967

Neal (1967)
Beaver (1974); Hongkul (1974); Menasveta (1976); Menasveta and Cheevaparanapiwat (1981) Inger and Colwel (1977); (Christensen (1978); Kunstader <i>et al.</i> (1978); Heckman (1979);
Tuntawiroon (1980, 1985); Suvapepun <i>et al.</i> (1980); Menasveta (1981, 1987); Seely <i>et al.</i> (1982); Beaver (1983, 1985); McKinnon (1983); Ruangpanit (1983); Boonkird <i>et al.</i> , (1984); Stott (1984); Kjellsson <i>et al.</i> (1985); Koyiyama <i>et al.</i> (1987); Napompeth (1988); Witehom and Gordh (1994)
Rabinowitz (1990, 1991); Rabinowitz and Walker (1991); Gajaseeni and Jordan (1990); Hutacharern and Choldumrongkul (1990); Yamakura and Sahunulu (1990); Dixon and Sherman (1991); Sontirat (1991); Thoranisorn <i>et al.</i> , (1991); Alford (1992); Jintsanguan (1992); Jordan <i>et al.</i> (1992); Sutinen <i>et al.</i> (1992); Tisdell <i>et al.</i> (1992); Tokrisna (1992); Asornkoae (1993); Hirose <i>et al.</i> (1993); Srikosamatar (1993); Forsyth (1994, 1996); Ganjanapan (1994, 1997); Tongumpou and Harvey (1994); Gajaseeni (1995); Augsupanich and Kawabura (1995ab); Augsupanich and Aksornkoae (1996); Boonpragob and Santisirisomboon (1996); Kajita <i>et al.</i> , (1996); Augsupanich and Rakkheaw (1997); Hirsch (1997); Menasveta (1997); Sudara and Yeemin (1997); Boyd and Clay (1998); Brockelman <i>et al.</i> , (1998); Sonnenfeld (1998); Flaherty <i>et al.</i> (2000)

14.4.2 การศึกษานิเวศวิทยาที่มีการตั้งคำถามเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากร

การศึกษาในกลุ่มนี้ทำให้เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และระบบนิเวศทางภาคเหนือของประเทศไทยดีขึ้น โดยถึงแม้ว่าจะเป็นการศึกษาที่ต่างคนต่างทำ แต่เนื่องจากมีแนวความคิดนิเวศวิทยาสากลร่วมกันทำให้สามารถเชื่อมโยงกันได้ เช่น การศึกษาที่แสดงถึงผลกระทบของมนุษย์ต่อการสูญพันธุ์ของสัตว์ป่าชนิดต่าง ๆ ผลกระทบดังกล่าวได้มีผลต่อบทบาท

ของสัตว์ที่มีต่อการกระจายเมล็ดพืชซึ่งได้มีการศึกษาโดยละเอียดเพื่อนำความรู้นี้ไปใช้ในการฟื้นฟูป่าทางภาคเหนือของประเทศไทย นอกจากนี้การศึกษาแนวนี้ยังให้ความเข้าใจถึงการจัดการทรัพยากรชีวภาพโดยชุมชนไม่ว่าเรื่อง ปลา และสัตว์ป่า

การศึกษายังประกอบด้วยการศึกษาเพื่อการจัดการสัตว์ป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ และการศึกษาที่ประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการจัดการเขตอนุรักษ์บางแห่งหรือการศึกษาผลกระทบต่อกิจกรรมมนุษย์ต่อความ

หลากหลายของสิ่งมีชีวิต

14.4.3 การศึกษานิเวศวิทยาที่มีการตั้งคำถามเกี่ยวกับการจัดการสิ่งแวดล้อม

งานส่วนใหญ่เป็นการเสนอแนะศักยภาพของสิ่งมีชีวิตในน้ำเพื่อบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช แมลงน้ำ และโปรโตซัว เป็นต้น

ส่วนการศึกษาที่มนุษย์เป็นตัวตั้ง เป็นการ

ศึกษาทางสังคมศาสตร์ที่พยายามใช้มิติทางนิเวศวิทยาเข้าไปเกี่ยวข้อง การศึกษาแนวนี้ได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของนักวิชาการสายสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ หรือสายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการจัดการทรัพยากรชีวภาพ เช่น บทบาทของนักมนุษยวิทยา และนักเศรษฐศาสตร์ และยังแสดงให้เห็นภูมิปัญญาชาวบ้านและศักยภาพของชุมชนในการจัดการทรัพยากรชีวภาพอีกด้วย

ตารางที่ 14.11 การจำแนกอย่างคร่าว ๆ เพื่อให้เห็นแบบแผนการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพที่มีมิติทางนิเวศวิทยาซึ่งสนับสนุนโดยโครงการ BRT การจำแนกเบื้องต้นได้จากการไล่ดูเรื่องแต่ละเรื่องจากรายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย โดย วิสุทธิ์ และคณะ (2542)

แนวทางการศึกษา	ลักษณะ	นักวิจัย
ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นศูนย์กลาง	ชีววิทยา	รัฐดิพร และคณะ หน้า (น.) 113, ขจรศักดิ์และคณะ น. 119, วิไลรัตน์ และคณะ น. 124, อภิรัตน์ และวาสนา น. 141, จิตติพรและปรีทรรศ น. 232, ประนอม และคณะ น. 240, พวงเพ็ญและคณะ น. 246, ประภาส และคณะ น. 253, ไชยมอน และคณะ น. 260, มนุ และคณะ น. 265, นิพิท และคณะ น. 269, สุธีระ และคณะ น. 285, แดงอ่อน และพรทิพย์ น. 310, นฤมลและคณะ น. 316, ศุภลักษณ์ และคณะ น. 320, ประสาทและคณะ น. 326, อลงกรณ์ และคณะ น. 328, ศิริพร และคณะ น. 330, อัญชนาและสังวรณ์ น. 333, ยุพา และคณะ น. 338, สุระและคณะ น. 324, เดชา และคณะ น. 346, จุฑามาส และคณะ น. 351, สุวรรณ และคณะ น. 355, อำนาจ และคณะ น. 373, ชโลบล และคณะ น. 389, อติเทพพรชัย และชโลบล น. 395, มงคลรัตน์ และคณะ น. 402, สมศักดิ์และคณะ น. 408, นิสิต และธรรมศักดิ์ น. 419, สุภาวดี น. 423, เสาวภา และอำนาจ น. 431, กานดาและคณะ น. 437, จรุงจิต น. 451, ประเสริฐ และคณะ น. 469, นิตติศักดิ์ และคณะ น. 474, คันสรียา และคณะ น. 501, กฤษณา น. 514, ศิริวรรณ น. 518, กนิษฐา น. 524, โกเศศ และ กำพล น. 530, นิกร และคณะ น. 537, พรชัย น. 542, เขียวลักษณ์ น. 545, ปัทมาภรณ์ และคณะ น. 648, ศศิธร และคณะ น. 652, อรวรรณ และคณะ น. 657, ทนึ่งและคณะ น. 671, บรอกเคสแมน และคณะ น. 690, อุดมลักษณ์ และบรอกเคสแมน น. 696, เพ็ญศรี และจิราภรณ์ น. 710
	การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ	เกริก และคณะ หน้า (น.) 222, นวลจันทร์ น. 463, ขวสิต และคณะ น. 483, เอลเลียต น. 677, รัตน์วัฒน์ และคณะ น. 683, ไสนิม และคณะ น. 703, อนรรฆ น. 715, ฉวีวรรณ และ Dickinson น. 722, สมศักดิ์และคณะ น. 736, อภิรัตน์ น. 746, วรณัฐ และคณะ น. 778, ขวสิต และเอกพจน์ น. 822, สมโภชน์ และคณะ น. 826 และ 832
	การจัดการสิ่งแวดล้อม	ธำรง และศิริเพ็ญ หน้า (น.) 61, พรทิพย์ และคณะ น. 295, สมจิตร และพรทิพย์ น. 301, อิสระและพรทิพย์ น. 305, อินทิรา และคณะ น. 378,
มนุษย์เป็นศูนย์กลาง		ยศ หน้า (น.) 729, บานจิต น. 752, สุธาวลัยและคณะ น. 756, กานต์มณี และชูศรี น. 762, ทศนัเวช และปรีทรรศ น. 767, ชูศรี และปรีทรรศ น. 770, เทวินทร์ และมานิตย์ น. 774, สันติ และคณะ น. 785, เสรี และอรุณ น. 788, ยศ และคณะ น. 797, นริทธิ์ และคณะ น. 818, สมโภชน์และคณะ น. 826 และ 832

ตารางที่ 14.12 รายชื่อนักวิชาการไทยหรือนักวิชาการต่างประเทศและหัวข้อวิจัยที่เสนอในการประชุมกลุ่มย่อยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับนิเวศวิทยาของเมืองไทย ในการประชุมนานาชาติทางนิเวศวิทยาครั้งที่ 5

(V International Congress of Ecology) ณ เมืองโยโกฮาม่า ประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ. 2533

ชื่อผู้วิจัย	เรื่องวิจัย	หมวดหมู่ของการวิจัย
T. Nakamura, T. Nagano, K. Suzuki and Sanit Aksornkoae	Description of mangrove forest in Thailand by aerial photographic survey using balloons	Mangrove Ecosystem managements and its ecological study in southeast Asia
Sanit Aksornkoae, T. Nakamura, M. Higaki and Bubpha Topark-Ngarm	A preliminary study on growth of mangrove species planted on saline soils at Khonkaen, Thailand	Mangrove Ecosystem managements and its ecological study in southeast Asia
M. Kanzaki, Pricha Dhanmanonda and K. Yoda	Mosaic structure and the regeneration of a tropical evergreen seasonal forest in Thailand	Tropical and subtropical ecosystems in south-east Asia
K. Yoda, M. Kanzaki, H. Kawaguchi, K. Kimura, Somchai Thoranisorn, Pongsak Sahunlu, Pricha Dhanmanonda and Virat Pongsak Sahunlu and Pricha DhanmanondaTanpibal	Improvement of biological productivity in tropical wasteland in Thailand	Mangrove and Mire Ecology
Jiragorn Gajaseni	Socio-economic paradigms of Taungya agriculture	Taungya Agriculture in southeast Asia: ecological and economic aspects
Jiragorn Gajaseni	Overcoming problems of FIO system	Taungya Agriculture in southeast Asia: ecological and economic aspects
K. Kamo, Bopit Kiatvuttinon and Bunyarit Puriyakorn	Growth dynamic of some fast growing tree species in Thailand	Tropical and subtropical ecosystems in south-east Asia
Jitt Kongsangchai and Pipat Patanaponpaiboon	Stand structure analysis, an application of plant density effect theory to silvicultural practice	Mangrove Ecosystem managements and its ecological study in southeast Asia
Pipat Patanaponpaiboon and K. Ogino	Effect of plant density on growth and yield of <i>Kandelia candel</i> and <i>Rhizophora apiculata</i>	Population ecology of plants
Montee Phothaitai	Agroforestry in Thailand: perspective of Forest Industry Organization (FIO.)	Taungya Agriculture in southeast Asia: ecological and economic aspects
Ob Priyakraisor	Agroforestry in Thailand: Perspective of Royal Forest Department	Taungya Agriculture in southeast Asia: ecological and economic aspects
Sanga Sabhasri	Socio-ecosystem concept in mangrove management in southeast Asia	Mangrove Ecosystem managements and its ecological study in southeast Asia
Pongsak Sahunlu and Pricha Dhanmanonda	Structure and dynamics of dry dipterocarp forest, Sakaerat, Northeastern Thailand	Tropical and subtropical ecosystems in south-east Asia
Absornsuda Siripong, S. Murai, H. Kakiuchi and Sukit Viseshsin	Application of remote sensing for mangrove forest mapping and coastal resources changing after the catastrophic flood of November 1988 at southern Thailand	Application of remote sensing for vegetation mapping and resource monitoring
Sompoad Srikosamatara and Varavudh Suteethorn	Mineral licks and distribution of large mammals in western Thailand	Ecology and management of large Asian mammals
Somchai Thoranisorn and Pongsak Sahunlu	Density effect and growth analysis of <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn. In Thailand	Population ecology of plants
Suvit Vibulsresth, Darasri Srisaengthong, Kanya Tisyakorn and Chanchai Peanvijarnphong	Environmental change monitoring of Thailand using satellite Data	Application of remote sensing for vegetation mapping and resource monitoring
A. Miyawaki	Vegetation-ecological studies on mangroves with examples from Thailand and Japan and with special reference to Human impacts	Mangrove Ecosystem managements and its ecological study in southeast Asia
P.S. Ashton	Towards a reclassification of the forests of tropical Asia	Forest ecosystems of East and southeast Asia, in Global Perspective: Overview and evergreen broad-leaved forests
P.S. Ashton	Variation in the regerability of south-east Asian Dipterocarp forests: where the Malaysian uniform system does not work	Tropical and subtropical ecosystems in south-east Asia
R. Tabuchi	Fine root amount of young mangrove stand in Trang province, Thailand	Tropical and subtropical ecosystems in south-east Asia

ตารางที่ 14.13 รายชื่อนักวิชาการไทยหรือนักวิชาการต่างประเทศและหัวข้อวิจัยที่เสนอในการประชุมกลุ่มย่อยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับนิเวศวิทยาของเมืองไทย ในการประชุมนานาชาติทางนิเวศวิทยาครั้งที่ 6 (VI International Congress of Ecology) ณ เมืองแมนเชสเตอร์ สหราชอาณาจักร เมื่อปี พ.ศ. 2537

ชื่อผู้วิจัย	เรื่องวิจัย	หมวดหมู่ของการวิจัย
Poonsook Jithavech	Effect of liming and fertilization of an acid topsoil on soil properties and crop nutrition	
Sirin Kawla-Ierad	Ecologically-based strategies for forest restoration ecology to meet the challenge of deforestation in Thailand	Ecosystem management and rehabilitation in developing countries
H. Keitarou, K. Suzuki and Chawalit Niyomdham	Forest structural characterizations of a tropical peat swamp forest in southern Thailand	Wetland Ecology
Pipat Patanaponpaiboon	Relationship between root density distribution of the rubber tree <i>Hevea brasiliensis</i> and slope of plantation area	Communities & Ecosystems
Sompoad Srikosamatar	Density and biomass of large herbivores in a dry tropical forest, Thailand	Tropical forests: animals and management
K. Suzuki and K. Hara	Restoration of tropical swamp forest in Thailand	The Japanese Centre for International Studies in Ecology

ตารางที่ 14.14 รายชื่อนักวิชาการทั้งไทยและต่างประเทศที่ร่วมกันแสดงผลงานวิชาการเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรในการประชุมนานาชาติเรื่อง ไทยศึกษาครั้งที่ 7 ที่กรุง Amsterdam ระหว่าง 4-8 กรกฎาคม พ.ศ. 2542 (จาก <http://www.pscw.uva.nl/icts7/environment.html>)

นักวิชาการ	เรื่อง
Benchavan Tongsiri	Roles and indigenous knowledge of men and women in utilization of biodiversity: a case study of a low-land village in northern Thailand
Churai Tapvong and Jittapatr Kruavan	Water quality improvements: a contingent valuation study of the Chao Praya River
Chusak Wittayapak	Community culture revisited: community as a political space for struggles over natural resources and cultural meaning
Phillip Dearden	Dern Sai Kiang-Walking the Middle Path: Civil society and biodiversity conservation in Thailand
Tony Doulman	Theorising Thai social space under globalization
Kristen Ewers Andersen	Policy discourses on environment/biodiversity conservation in Thailand and the influence of civil society
Tim Forsyth	Social movements and environment knowledge in Thailand
Craig Johnson	Old tools, new rules and the creation of common property reflections on 'rights-based fishing in Phangnga Bay, Thailand
Otem Klein Hutheesing	Land and trees in tribal context: Lisu responses to environmental politics
Larry Lohmann	Racial oppression and forest cleansing in northern Thailand
Malee Traisawasdichai Lang	Rivers for sale: a contemporary account of the Socialist Laos in transition to the marketplace or Laos's hydropower dollars: blessing or curse in disguise?
Pinkaew Laungaramsri	The ambiguity of 'watershed': the politics of people and conservation in northern Thailand: a case study of Chom Thong conflict
Ingvar Sander	Environmental conflict and energy policy: the role of actors, strategies, and systemic framework conditions
Santita Ganjanapan	Urban Thais and environmentalism
Michelle Scoccimarro and Andrew Walker	Catchment conflict and uneven development: some preliminary findings from northern Thailand

ตารางที่ 14.14 (ต่อ)

นักวิชาการ	เรื่อง
Sanith Sittiraksa	Daughters of development: the stories of women and the changing environment in Thailand (Part 2)
Somrudee Nicro	Thinking environmental governance: rethinking Thai politics
Suchart Seththamalinee	From tourism industry to ecotourism: a civil society movement in northern Thailand
Suntariya Muanpawong	Rights of public participation in Thai environmental laws
Supachit Manopimoke	Siting of hazardous facilities in Thailand: experience and future challenges
Suraphol Sudara	Present Thai environment response facing difficulties
Peter Vandergeest, Mark Flaherty and Paul Mille	Shrimp aquaculture and the politics of zoning in Thailand
Andrew Walker	Karen economy and rural nostalgia in an age of uncertainty: reflections from northern Thailand
Philip Hirsch	Civil society and the uncivil politics of an environment
Claes Corlin	Ethnic minorities, land rights and state invention: a comparison between Thailand and Vietnam
Yoko Hayami	Community rights and multiple discourse
Oliver Raendchen and Jana Raendchen	The Lao hit Khoong code: traditional community rights and social values of the Lao
Ratanaporn Sethakul	Communal rights of the Lu: the trace of primitive society
Loes Chenk-Sandbergen	Gender, land rights and culture in Laos: a study in districts, villages and households
Cholthira Satyawadhna	Introduction, overview and discussion: land rights and state intervention

14.5 มองไปข้างหน้า

เมื่อดูภาพใหญ่ของนิเวศวิทยาสาครวมทั้งคลื่นความรู้ทางนิเวศวิทยาที่ทั้งขัดและไหลรินมาเป็นสายและระลอก ๆ ตลอด 100 ปีที่ผ่านมา ถึงแม้จะมีองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาที่ก่อตัวในสังคมไทยพอสมควร แต่ก็ยังเป็นส่วนเลี้ยวตามสายอาชีพและความสายความเชี่ยวชาญเป็นส่วนใหญ่ หรือไม่ก็เป็นองค์ความรู้ในแง่ของหลักการกว้าง ๆ ที่ไม่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ที่เจาะจง ดูเผิน ๆ เหมือนกับมีความรู้อย่างมหาศาล แต่ดูลึก ๆ แล้วกลับเป็นความรู้ที่ส่วนใหญ่เรารับมาจากต่างประเทศ หรือชาวต่างประเทศมาทำให้เรา ความรู้จึงอาจจะสะสมอยู่ในแค่เอกสารต่าง ๆ เท่านั้น แต่ไม่ได้สะสมในตัวคนไทยที่ในที่สุดสามารถดำเนินการพัฒนาองค์ความรู้ของตัวเองได้ ส่วนองค์ความรู้ที่สะสมในตัวคนไทยโดยดูจากนักวิชาการที่จบการศึกษาปริญญาเอกจากต่างประเทศส่วนใหญ่แล้วมักจะเป็นผู้ที่จบทางสายสังคมศาสตร์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักคิด ไม่ใช่คนทำ ส่วนคนที่จบสายวิทยาศาสตร์นั้นก็ยังมีน้อยนิด และยังเป็นการศึกษาที่ไปต่อยอดองค์ความรู้ของต่างประเทศด้วยแล้ว เมื่อ

กลับมาอาจจะไม่รู้ว่าจะต่อไปอย่างไรในประเทศไทย เพราะสภาพของการพัฒนาองค์ความรู้แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงราวฟ้ากับดิน มีกลุ่มคนน้อยนิดที่สามารถพัฒนาองค์ความรู้อย่างต่อเนื่อง แต่ก็ไม่เพียงพอต่อความต้องการ นักวิชาการสายวิทยาศาสตร์บางส่วนก็ไม่มีโอกาสนำความรู้ของตนมาปฏิบัติและเนื่องจากต้องทำหน้าที่สอนเป็นหลักทำให้ความรู้ต่าง ๆ หนักไปทางทฤษฎีเป็นส่วนใหญ่ นั่นคือโดยภาพรวมเราขาดองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาที่มีรากอยู่ในสังคมไทย ฝ่ายสังคมศาสตร์ก็คิดเชิงหลักการมากเกินไป ฝ่ายวิทยาศาสตร์ระดับปฏิบัติก็มีอยู่น้อยนิดไม่พอเพียง ด้วยภาพดังกล่าว เวทีความหลากหลายทางชีวภาพจึงเป็นเวทีหนึ่งที่อาจจะช่วยเสริมรากฐานดังกล่าว โดยสายวิทยาศาสตร์ต้องทำงานด้านปฏิบัติการมากขึ้น ศึกษาในสถานที่จริงมากขึ้น มองรอบด้านมากขึ้น บางส่วนน่าจะแหวกกรอบของการศึกษาที่ติดกับสิ่งมีชีวิตที่ตัวเองศึกษาหรือกรอบสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ อาศัยอยู่ออกมา ส่วนสายสังคมศาสตร์นั้นน่าจะทำมากขึ้น โดยอาจจะหาวิธีการง่าย ๆ

ก็ได้เพื่อพิสูจน์ความคิดของตัวเอง หรือถ้าทำไม่ได้ก็ร่วมมือกับนักวิชาการอื่นที่สามารถทำได้อย่างเท่าเทียมกัน แทนที่จะว่ากันไปมา

ถึงแม้ว่านักวิชาการในแต่ละกลุ่มมักจะมีเวทีทางวิชาการของตัวเองอย่างไม่ขาดแคลนและอาจจะมากเกินไปสำหรับบางสายด้วยซ้ำ แต่เมื่อตรวจสอบดูเวทีทางวิชาการทางนิเวศวิทยาที่สัมพันธ์อย่างจากการประชุมนิเวศวิทยานานาชาติที่ประเทศญี่ปุ่นและอังกฤษ เมื่อปี พ.ศ. 2533 และ พ.ศ. 2537 (ตารางที่ 14.12 และ 14.13) จะเห็นว่าค่อนข้างน้อยกว่าที่คิด ในการประชุมทั้งสองแห่ง นักวิชาการส่วนใหญ่ทำงานร่วมกับญี่ปุ่น โดยมีนักวิชาการญี่ปุ่นที่ทำงานเกี่ยวกับนิเวศวิทยาเมืองไทยมากกว่าที่หลายคนคิด แต่เมื่อดูการประชุมเวทีนานาชาติเกี่ยวกับไทยศึกษาซึ่งส่วนหนึ่งเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรกลับมีคนไทยอยู่ในสัดส่วนที่มากกว่า (ตารางที่

14.14) การอธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวอาจจะมองได้ในแง่ว่าการศึกษาในนิเวศวิทยาในปัจจุบันส่วนหนึ่งทำโดยนักวิชาการญี่ปุ่นโดยอาจจะถ่ายทอดองค์ความรู้และประสบการณ์มาสู่คนไทยด้วยการทำงานร่วมกัน หรืออาจจะคิดในแง่ว่านักวิชาการญี่ปุ่นมาทำงานให้เรา ซึ่งในแง่นี้ก็จะได้เฉพาะองค์ความรู้ แต่ไม่มีประสบการณ์ที่จะทำงานต่อเนื่องแต่องค์ความรู้ออกไป ความจริงแล้วการรับรององค์ความรู้จากตะวันตกในช่วงเวลา 100 ปีน่าจะทำให้เราสามารถทำงานอย่างอิสระได้มากกว่านี้ แต่น่าจะมีอะไรผิดปกติบางอย่างทำให้เราไม่สามารถพัฒนาองค์ความรู้ที่เป็นตัวของตัวเองได้ ในขณะที่ฝ่ายสังคมศาสตร์ดูเหมือนจะมีเวทีเหลือเฟือจนอาจจะไม่พยายามเปิดเวทีกับฝ่ายวิทยาศาสตร์ จุดจำกัดดังกล่าวน่าจะเป็นส่วนที่น่าจะมาขบคิดเพื่อแก้ไขร่วมกัน

14.6 บทสรุป

แนวคิดทางนิเวศวิทยาสากลที่มีประวัติมาเป็นร้อยปีได้แตกกิ่งก้านสาขาหลากหลาย และได้มีผลกระทบต่อการจัดการทรัพยากรของประเทศไทย แต่การไหลมาขององค์ความรู้เป็นไปแบบส่วนเลี้ยวตามวิชาชีพและความชำนาญ แต่ไม่ได้พัฒนาทำให้มีฐานการศึกษาร่วมกัน นักวิชาการทางสายนิเวศวิทยามีน้อยกว่าสายสังคมศาสตร์ที่คิดเรื่องการจัดการทรัพยากร และนักสังคมศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นนักคิดซึ่งมักจะไม่มองในแง่การปฏิบัติ เราน่าจะมีนักนิเวศวิทยาที่ลงพื้นที่มากขึ้น บางส่วนอาจจะพัฒนาด้วย

การทำงานร่วมมือกับนักสังคมศาสตร์ นักนิเวศวิทยารุ่นใหม่ ๆ น่าจะคิดและตั้งคำถามดี ๆ มากขึ้น มากกว่าไปเน้นแค่เทคนิคแต่อย่างเดียว ส่วนนักสังคมศาสตร์ควรที่จะคิดเรื่องที่สามารถปฏิบัติได้ตามความเป็นจริงมากขึ้นกว่าเดิม เวทีความหลากหลายทางชีวภาพนอกจากจะส่งเสริมให้มีนักนิเวศวิทยามากขึ้นแล้ว ยังควรที่จะมีการส่งเสริมให้มีการประสานร่วมมือกับนักสังคมศาสตร์ที่เป็นนักคิดให้คิดแล้วทำได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา รุ่งโรจน์วิชัย (บรรณาธิการ). 2541. การจัดการศัตรูพืช. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 394+566 หน้า.
- กลุ่ม วัชโรบล. 2525. ประวัติวิชาชีววิทยา. ใน: สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ (บรรณาธิการ), วิทยาศาสตร์ 200 ปี, หน้า 99-103. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.
- จิระ จินตบุญ (บรรณาธิการ). 2539. 100 ปีวิชาการป่าไม้ไทย. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 264 หน้า.
- จิรากรณ คชเสนี. 2540. มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 276 หน้า.
- ฉัตรทิพย์ นาถสุภา และคณะ. 2543. สถานภาพไทยศึกษา: การสำรวจเชิงวิพากษ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 370 หน้า.
- ชัยโยม สุนทรสวัสดิ์. 2520. การศึกษาเชิงประวัติศาสตร์เกี่ยวกับกิจการป่าไม้ทางภาคเหนือของไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2439 ถึง พ.ศ. 2475. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการปกครอง แผนกวิชาประวัติศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 341 หน้า.
- ณรงค์ มหรรณพ (บรรณาธิการ). 2534. นิเวศวิทยาและการจัดการทรัพยากรป่าไม้. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 830 หน้า.
- เดียนใจ ดีเทศน์. 2528. แม่น้ำสายน้ำที่ผันเปลี่ยน. บริษัทสำนักพิมพ์ประพันธ์สาส์น จำกัด. 320 หน้า.
- เทียม คมกฤต. 2508. การป่าไม้ในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 337 หน้า.
- นาท ดันตวิรุฬห์. 2518. นักนิเวศวิทยาและวิศวกร – มิตรหรือศัตรู “Ecologist and engineers-friends or foes”. คำบรรยายในการประชุมใหญ่ทางวิชาการของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย เรื่อง วิศวกรพลังงานและสิ่งแวดล้อม. บุญวงศ์ ไทยอุดสำหรั และคณะ. 2535. การพัฒนาทรัพยากรป่าไม้. ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 261 หน้า.
- บุญชู บุญทวี และพิทยา เพชรมาก (บรรณาธิการ). 2536. การปลูกไม้ป่า. ส่วนวนวัฒนวิจัย และส่วนป่าชุมชน กรมป่าไม้. 384 หน้า.
- วเรน บรอดเคลแมน. 2516. Ecology. วารสารปัญญา: 30-41.
- ประไพ อินทร์มรรย และบุตรธิดา. 2537. ชีวิตและงาน นายบุญ อินทร์มรรย. อนุสรณ์งานพระราชทานเพลิงศพ. 434 หน้า.
- ปราโมทย์ ไม่กลัด (บรรณาธิการ). 2529. 84 ปีชลประทาน. กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 496 หน้า.
- พุ่ม ขำเกลี้ยง. 2533. ชีวิตและงาน ศาสตราจารย์ (พิเศษ) อินทร์ จันทรสติย์ (หลวงอิงศรีภักดี). อนุสรณ์งานพระราชทานเพลิงศพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 370 หน้า.
- ไพรัช สายเชื้อ. 2523. นิเวศวิทยา. ใน: วิสุทธิ ไบไม้ และคณะ (บรรณาธิการ), ชีววิทยา, หน้า 817-851. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรทิพย์ เชิดชูพงศ์ (บรรณาธิการ). 2539. พืชวิทยาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 391+450 หน้า.
- มณฑิ โพธิ์ทัย. 2528. การปลูกสร้างสวนป่า. องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้. 230 หน้า.
- มยุร วิเศษกุล. 2516. แม่กลอง-จุดเริ่มต้น เรื่อง 17(1-5). ใน: เอกสารการประชุมทางวิชาการเรื่อง บทบาทวิศวกรไทย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.
- วิสุทธิ ไบไม้ และคณะ (บรรณาธิการ). 2542. รายงานผลงานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. 892 หน้า.
- วราพร สุรวดี. 2518. นิเวศวิทยา ทฤษฎี และบทปฏิบัติการ. ดี ดี บุ๊คส์ ธนบุรี. 280 หน้า.

- สมชัย บวรกิตติ, จอห์น พี. ลอฟท์ส และกฤษณา ศรีสำราญ. 2542. ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชา. ศูนย์เวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม โรงพยาบาลเมตตาประชารักษ์ (วัดไร่ขิง) กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 1388 หน้า.
- เสน่ห์ จามริก และยศ สันตสมบัติ (บรรณาธิการ). 2536. ป่าชุมชนในประเทศไทย: แนวทางการพัฒนา 3 เล่ม. สถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา. 239+222+219 หน้า.
- สมสุข มัจฉาชีพ. 2528. นิเวศวิทยา. สำนักพิมพ์แพรววิทยา. 292 หน้า.
- สมศักดิ์ บุตรราช (บรรณาธิการ). 2540. วิทยาการระบาดและการควบคุมโรค. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 346+314 หน้า.
- เอกวิทย์ ณ ถลาง. 2540. ภูมิปัญญาชาวบ้านสี่ภูมิภาค: วิถีชีวิตและกระบวนการเรียนรู้ของชาวบ้านไทย. โครงการกิตติเมธี สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 378 หน้า.
- อานันท์ กาญจนพันธุ์ (บรรณาธิการ). 2543ก. พลวัตของชุมชนในการจัดการทรัพยากรกระบวนการทัศน์และนโยบาย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย กรุงเทพฯ. 599 หน้า.
- อานันท์ กาญจนพันธุ์ (บรรณาธิการ). 2543ข. พลวัตของชุมชนในการจัดการทรัพยากร สถานการณ์ในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย กรุงเทพฯ. 710 หน้า.
- อานันท์ อากาภิรม, อีระ พันธุ์นิคม, ไพฑูรย์ อิงศุวรรณ และคณะ. 2531. ประมวลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของไทย เราจะใช้ทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทยได้อีกนานเท่าใด. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. 318 หน้า.
- อุแก้ว ประกอบไทยกิจ บีเวอร์. 2531ก. นิเวศวิทยา. ไทยวัฒนาพานิช กรุงเทพฯ. 346 หน้า.
- อุแก้ว ประกอบไทยกิจ บีเวอร์. 2531ข. มนุษย์-ระบบนิเวศและสภาพนิเวศในประเทศไทย. ไทยวัฒนาพานิช กรุงเทพฯ. 248 หน้า.
- อรรถ บุญนิธิ. 2523. ประชากร. ใน: วิสุทธิ ไบไม้และคณะ (บรรณาธิการ), ชีววิทยา, หน้า 852-890. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- AKSORNKOAE, S. 1993. Ecology and management of mangrove. The IUCN Wetlands Programme, Bangkok. 165 pp.
- ALFORD, D. 1992. Stream flow and sediment transport from mountain watersheds of the Chao Phraya basin, Northern Thailand: a reconnaissance study. *Mountain Research and Development* 12(3): 257-268.
- ANGSUPANICH, S. AND S. AKSORNKOAE. 1996. Macrobenthic fauna in shrimp-farms adjacent mangrove, Kradae Chae Cannal, Ban Don Bay, southern Thailand. *La mer* 34: 75-81.
- ANGSUPANICH, S. AND R. KAWABURA. 1995a. Distribution of macrobenthic fauna in Phawong and U-Taphao cannals flowing into a lagoonal lake, Songkhla, Thailand. *Lakes and Reservoirs: Research and Management* 1: 1-13.
- ANGSUPANICH, S. AND R. KAWABURA. 1995b. Macrobenthic fauna in Thale Sap Songkhla, a brackish lake in southern Thailand. *Lakes and Reservoirs: Research and Management* 1: 115-125.
- ANGSUPANICH, S. AND RAKKHEAW. 1997. Seasonal variation of phytoplankton community in Thale Sap Songkhla, a lagoonal lake in southern Thailand. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 30: 297-307.
- ARBHABHIRAMA, A., D. PHANTUMVANIT, J. ELKINGTON AND P. INGKASUWAN (eds.). 1988. Thailand Natural Resources Profile. Oxford University Press. 431 pp.
- BEAVER (PRAKOBVITAYAKIT), O. 1974. Laboratory studies on competition for food of the larvae of some British Scimyid flies (Diptera: Sciomyzidae) I. Intra-specific competition. *Hydrobiologia* 44(4): 443-462.
- BEAVER, R. A. 1983. The communities living in *Nepenthes* pitcher plants: fauna and food webs. In: FRANK, J. H. AND L. P. LOUNIBOS (eds.), *Phytotelmata: terrestrial plants as hosts for aquatic insect communities*, pp. 125-159. Plexus, Medford, New Jersey.
- BEAVER, R. A. 1985. Geographical variation in food webs structure in *Nepenthes* pitcher plants. *Ecological Entomology* 10: 241-248.
- BOONKIRD, S. A., E. M. C. FERNANDES AND P. K. R. NAIR. 1984. Forest villages: an agroforestry approach to rehabilitating forest land degraded by shifting cultivation in Thailand. *Agroforestry Systems* 2: 87-102.
- BOONPRAGOB, K. AND J. SANTISIRISOMBOON. 1996. Modeling potential changes in forest area of Thailand under climate change. *Water, Air and Soil Pollution* 92: 107-117.
- BOYD, C. E. AND J. W. CLAY. 1998. Shrimp aquaculture and the environment. *Scientific American* June 42-49.
- BROCKELMAN, W. Y., U. REICHARD, U. TREESUCON AND J. J. RAEMAEEKERS. 1998. Dispersal, pair formation and social structure in gibbons (*Hylobates lar*). *Behav Ecol Sociobiol.* 42: 329-339.

- CHRISTENSEN, B. 1978. Biomass and primary production of *Rhizophora apiculata* in a mangrove in southern Thailand. *Aqua. Biol.* 4: 43-52.
- DIXON, J. A. AND P. B. SHERMAN. 1991. Economics of protected areas. *Ambio* 20(2): 68-74.
- FLAHERTY, M., B. SZUSTER AND P. MILLER. 2000. Low salinity inland shrimp farming in Thailand. *Ambio* 29(3): 174-179.
- FORSYTH, T. J. 1994. The use of Cesium-137 measurements of soil erosion and farmers' perceptions to indicate land degradation amongst shifting cultivations in northern Thailand. *Mountain Research and Development* 14(3): 229-244.
- FORSYTH, T. J. 1996. Science, myth and knowledge: testing Himalayan environmental degradation in Thailand. *Geoforum* 27(3): 375-392.
- GAJASENI, J. 1995. Energy analysis of wetland rice systems in Thailand. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 52: 173-178.
- GAJASENI, J. AND C. F. JORDAN. 1990. Decline of teak yield in northern Thailand: effects of selective logging on forest structure. *Biotropica* 22(2): 114-118.
- GANJANAPAN, A. 1994. The northern Thai land tenure system. Local customs versus national laws. *Law and Society* 28(3): 609-622.
- GANJANAPAN, A. 1997. The Politics of conservation and the complexity of local control forests in the northern Thai highlands. *Mountain Research and Development* 18(1): 71-82.
- GANJANAPAN, S. 1999. Urban Thais and environmentalism. Paper presented at 7th International Conferences on Thai studies, Amsterdam, 4-8 July 1999.
- HECKMAN, C. W. 1979. Rice field ecology in N.E. Thailand. *Monographiae Biologicae* 34: 1-228. Dr. W. Junk by Publishers, the Hague.
- HIROSE, Y., H. KAJITA, M. TAKAGI, S. OKAJIMA, B. NAPOMPETH AND B. BURANAPANICHPAN. 1993. Natural enemy of *Thrips palmi* and their effectiveness in the native habitat, Thailand. *Biological Control* 3: 1-5.
- HIRSCH, P. (ed.). 1997. Seeing forests for trees: environmental and environmentalism in Thailand. Silkwood Books, Chiang Mai. 297 pp.
- HOLLING, C. S. 1998. Two cultures of ecology. *Conservation Ecology* [online] 2(2): 4.
- HONGSKUL, V. 1974. Population dynamics of *Platy Rastrelliger neglectus* (van Kapon) in the gulf of Thailand. Proceeding of the Indo-Pacific Fishery Conference 15(3): 297-342.
- HUTACHARERN, C. AND S. CHOLDUMRONGKUL. 1990. A note on the insect pests of multipurpose tree species in Thailand. *J. Trop. For. Sci* 2(1): 81-84.
- INGER, R. F. AND R. K. COLWELL. 1977. Organization of contiguous communities of amphibians and reptiles in Thailand. *Ecological Monograph* 47: 229-253.
- JORDAN, C. F., G. GAJASENI AND H. WATANABE (eds.). 1992. Taunya: forest plantation with agriculture in southeast Asia. CAB International, Wallingford.
- JINTSANGUAN, T. 1992. Economic evaluation of trade and production in the Thai fisheries industry. In: MARSH, J. B. (ed.), Resources and environment in Asia's marine sector, pp. 99-110. Taylor & Francis, Washington. 457 pp.
- KAJITA, H., Y. HIROSE, M. TAKAGI, S. OKAJIMA, B. NAPOMPETH AND S. BURANAPANICHPAN. 1996. Host plants and abundance of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae), an important pest of vegetables in southeast Asia. *Applied Entomology and Zoology* 31(1): 87-94.
- KJELLSSON, G., F. N. RAMUSSEN AND D. DUPUY. 1985. Pollination of *Dendrobium infundibulum*, *Cymbidium insigne* (Orchidaceae) and *Rhododendron lili* (Ericaceae) by *Bombus eximius* (Apidae) in Thailand: a possible case of floral mimicry. *J. Trop. Ecol.* 1(4): 289-302.
- KUNSTADTER, P., E. C. CHAPMAN AND S. SABHASRI (eds.). 1978. Farmers in the forest: economic development and marginal agriculture in northern Thailand. East-West Centre, Honolulu.
- KOMIYAMA, A., K. OGINA, S. AKSORNKOAE AND S. SABHASRI. 1987. Root biomass of a mangrove forest of southern Thailand. I. Estimation by the trench method and the zonal structure of root biomass. *J. Trop. Ecol.* 3(2): 97-108.
- MCKINNON, J. AND W. BHUKSASRU (eds.). 1983. Highlanders of Thailand. Oxford University Press, Kuala Lumpur.
- MENASVETA, P. 1976. Total mercury in the food chain of Bang Pra coastal area, Choburi. *J. Sci. Soc. Thailand.* 2(3): 117-126.
- MENASVETA, P. 1981. Lethal temperature of marine fishes of the gulf of Thailand. *J. Fish Biol.* 18: 603-607.
- MENASVETA, P. 1987. Effects of water pollution on aquaculture development in Thailand. *Water Quality Bulletin* 12(3): 116-118.
- MENASVETA, P. 1997. Intensive and efficient shrimp-culture-the Thai way-can we save mangroves. *Aquaculture Asia* 9: 38-44.
- MENASVETA, P. AND R. SIRIYONG. 1977. Mercury content of several predacious fish in the Andaman Sea. *Mar. Pollu. Bull.* 8: 200-204.

- MENASAVETA, P. AND V. CHEEVAPARANAPIWAT. 1981. Heavy metals, organochloride pesticides and PCBs in green mussels, mullets and sediments of river mouths in Thailand. *Mar. Pollu. Bull.* 12: 19-25.
- NAPOMPETH, B. 1988. Pest management research and development in Thailand. In: THOHARI, M. ET AL. (eds.), Proceedings of the symposium on pest ecology and pest management, pp. 39-44. BIOTROP Special Publication No. 32, Bogor, Indonesia.
- NEAL, D. G. 1967. Statistical description of the forests of Thailand. Joint Thai-US Military Research and Development Center, Bangkok, Thailand.
- RABINOWITZ, A. 1990. Note on behavior and movements of leopard cats, *Felis bengalensis*, in a dry tropical forest mosaic in Thailand. *Biotropica* 22(4): 397-403.
- RABINOWITZ, A. 1991. Behaviour and movements of sympatric civet species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. *J. Zool., Lond.* 223: 281-298.
- RABINOWITZ, A. AND S. WALKER. 1991. The carnivore community in a dry tropical forest mosaic in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. *J. Trop. Ecol.* 7: 37-47.
- RUANGPANIT, N. 1983. Primary productivity of Yaaphet (*Arundinaria pushylla*) in the dry dipterocarp forest. *Indian Journal of Range Management* 4: 1-24.
- SEELEY, T. D., R. H. SEELY AND P. AKRATANAKUL. 1982. Colony defense strategies of the honeybees in Thailand. *Ecol. Mono.* 52: 43-63.
- SMITINAND, T. 1976. The natural history section of the Siam Society. Illustrated booklet, the Natural History Section of the Siam Society, 72nd Anniversary (26th February 1976), Bangkok. 4 pp.
- SMITH, H. M. 1925. A review of aquatic resources and fisheries of Siam, with plans and recommendations for their administration, conservation, and development. Ministry of Lands and Agriculture, Bangkok. 91 pp.
- SONNENFELD, D. A. 1998. From brown to green? Late Industrialization, social conflict, and adoption of environmental technologies in Thailand's pulp industry. *Organization & Environment* 11(1): 59-87.
- SONTIRAT, S. 1991. Studies on the effects of some hydroelectric dams on the fish-species compositions of Thailand. *Biotrop. Special Publication* No. 83.
- SRIKOSAMATARA, S. 1993. Density and biomass of large herbivores and other mammals in a dry tropical forest, western Thailand. *J. Trop. Ecol.* 9: 33-43.
- STOTT, P. A. 1984. The savannah forests of mainland southeast Asia: an ecological survey. *Progress in Physical Geography* 8(3): 315-335.
- SUDARA, S AND T. YEEMIN. 1997. Status of coral reefs in Thailand. In: GRIGG, R. W. AND C. BIRKELAND (eds.), Status of coral reefs in the Pacific, pp 135-144. University of Hawaii Sea Grant College Program, Hawaii.
- SUVAPEPUN, S., C. THARNBUPHA AND PHIROMNIM. 1980. The relationship between phytoplankton and the environmental conditions in the Ta-Chin estuary. *Fisheries Gazette* 35(3): 275-294.
- SUTINEN, J. G., J. YAHAYA AND V. HINRUNRUK. 1992. Fisheries law enforcement programs, practices, and problems in Malaysia, the Philippines, and Thailand. In: MARSH, J. B. (ed.), Resources and environment in Asia's marine sector, pp. 129-159. Taylor & Francis, Washington. 457 pp.
- TISDELL, C., H. KHAN, S. VIRYASIRI, S. Z. PRITCHARD, J. A. DOELEMEN, M. WATSON, M. D. WIRAKARTAKUSUMAH AND J. B. MARSH. 1992. Marine pollution and tourism. In: MARSH, J. B. (ed.), Resources and environment in Asia's marine sector, pp. 381-420. Taylor & Francis, Washington. 457 pp.
- TOKRISNA, R. 1992. Economics of coastal aquaculture in Thailand. In: MARSH, J. B. (ed.), Resources and environment in Asia's marine sector, pp. 163-184. Taylor & Francis, Washington. 457 pp.
- TONGUMPOU, C. AND H. HARVY. 1994. Implication of recent EIA changes in Thailand. *Environment Impact Assessment Review* 14(4): 271-294.
- THORANISORN, S., P. SAHUNALU AND K. YODA. 1991. Litterfall and productivity of *Eucalyptus camaldulensis* in Thailand. *J. Trop. Ecol.* 7(2): 275-280.
- TUNTAWIROON, N. 1980. National development, resource depletion and environmental deterioration in Thailand. *Contemporary Southeast Asia* 1(4).
- TUNTAWIROON, N. 1985. The environmental impact of industrialisation in Thailand. *The Ecologist* 15: 161-164.
- TUNTAWIROON, N. AND SAMOOTSAKORN. 1986. Thailand's dam building program: past, present and future. In: GOLDSMITH, E. AND N. HILDYARD (eds.), The social and environmental effects of large dam, Vol. 2: Case studies, pp. 291-303. Wadebridge Ecological Centre, Cornwall, England.
- WITEHOM, B. AND G. GORDH. 1994. Development and life table of *Geniozus thailandensis* (Hymenoptera: Bethyilidae) a gregarious ectoparasitoid of a Phycitine fruit borer (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Sci. Soc. Thailand* 20: 101-114.
- WORSTER, P. 1977. Nature's economy: a history of ecological ideas. Cambridge University Press, Cambridge.
- YAMAKURA, T. AND P. SAHUNALU. 1990. Soil carbon/nitrogen ratio as a site quality index for some south-east Asian forests. *J. Trop. Ecol.* 6: 371-378.

พันธุศาสตร์ (Genetics)

- ❖ สัตว์น้ำ (Genetics of Aquatic Animals)
- ❖ ปศุสัตว์ (Genetics of Livestock)
- ❖ แมลง (Genetics of Insects)
- ❖ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Genetics of Invertebrates)
- ❖ พืชเศรษฐกิจ (Genetics of Economic Crops)
- ❖ พืชสมุนไพร (Genetics of Medicinal Plants)
- ❖ ป่าไม้ (Genetics of Forestry)
- ❖ จุลินทรีย์ (Genetics of Microorganisms)

15. พันธุศาสตร์ของสัตว์น้ำ

บทคัดย่อ

สัตว์น้ำในประเทศมีจำนวนมากมายหลายชนิด แต่ที่มศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมแล้ว ทั้ง กุ้ง หอย ปู ปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ ประมาณ 30 ชนิด เทคนิคระดับโมเลกุลที่นำมาใช้ในการศึกษา ได้แก่ เอนไซม์อิลีคโตรโฟเรซิส, RFLP-mtDNA, RAPD และ microsatellite DNA แต่เทคนิคที่นำมาใช้มากคือ เอนไซม์อิลีคโตรโฟเรซิส ส่วนเทคนิคที่เหลือมีใช้กันน้อย ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรมเหล่านี้ได้นำไปใช้ในการจำแนกชนิด จำแนกประชากร วัดความแปรปรวนทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการนำไปใช้เพื่อการวางแผนในโครงการปรับปรุงพันธุ์ และการอนุรักษ์เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

15.1 บทนำ

สัตว์น้ำในประเทศไทยมีจำนวนมากมายจำนวนมากที่แท้จริงมีอยู่เท่าไรไม่มีใครทราบได้ แต่ Suvati (1967) พยายามรวบรวมสัตว์น้ำที่สามารถจัดอันดับวงศ์ และ สกุลได้ เมื่อนับจำนวนทั้งหมดโดยไม่รวมสัตว์น้ำประเภทสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะมีอยู่จำนวน 2,169 ชนิด ซึ่งจำนวนที่ได้นี้คงต้องน้อยกว่าที่เป็นจริงในปัจจุบันนี้ ทั้งนี้เพราะทุก ๆ ปี จะมีการค้นพบสัตว์น้ำชนิดใหม่ที่ยังไม่เคยมีใครจำแนกไว้ก่อน และรวมทั้งการจัดระเบียบใหม่ด้านอนุกรมวิธาน ซึ่งอาจส่งผลให้มีการจำแนกกลุ่มที่เคยจำแนกไว้แล้วเป็นกลุ่มย่อย หรือเป็นชนิดใหม่ ตัวอย่างกรณีของปลาในประเทศไทย Suvati (1967) ได้จำแนกไว้เพียง 1,059 ชนิด แต่ถ้าดูรายงานจำนวนชนิดปลาในประเทศไทยขณะนี้ถึง 1,741 ชนิด (Monkolprasit et al., 1997) เป็นต้น และถ้าเราสอบเทียบกับเอกสารใหม่ที่มีอย่างกระจัดกระจายทั้งหมดแล้ว ก็คงจะได้จำนวนเพิ่มเติมอีกมากมาย

นอกเหนือจากความหลากหลายของชนิดสัตว์น้ำแล้ว สิ่งที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งในเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ คือ ความหลากหลาย

ทางพันธุกรรม (genetic diversity) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ทั้งนี้เพราะว่าประชากรสัตว์น้ำที่ขาดความหลากหลายทางพันธุกรรม จะไม่สามารถวิวัฒนาการต่อไปและอาจไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ มิฉะนั้นแล้ว ก็ต้องประสบกับปัญหาการสูญพันธุ์ (Templeton, 1995) ความหลากหลายทางพันธุกรรมจะช่วยให้สิ่งมีชีวิตชนิด (species) ในชนิดหนึ่งดำรงพันธุ์อยู่ได้ต่อเนื่องและวิวัฒนาการต่อไปได้ โดยคำจำกัดความแล้ว ชนิด หมายความว่า กลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่สามารถสืบพันธุ์และผสมพันธุ์ระหว่างกันได้ แต่อาจดำรงพันธุ์อยู่แยกกันเป็นกลุ่ม ๆ ก็ได้ ดังนั้นจึงสามารถแบ่งสัตว์น้ำชนิดหนึ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มจะมีความเป็นเครือญาติระหว่างกันซึ่งจะเห็นได้จากการที่มีความเกี่ยวข้องกันทางพันธุกรรมหรือลักษณะภายนอก การดำรงพันธุ์อยู่ได้อย่างต่อเนื่องจึงเป็นคุณลักษณะพื้นฐานของชนิดนั้น การแพร่กระจายอยู่ตามสภาพภูมิศาสตร์ และ/หรือ การมีอยู่ของเครื่องกีดขวางต่าง ๆ ทำให้การผสมพันธุ์ระหว่างกันโดยสุ่มในชนิดนั้น ๆ ไม่อาจเกิดขึ้น

รศ. อำนวย จรดวง. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 272-287.

ได้ ดังนั้นภายในสัตว์น้ำชนิดใดชนิดหนึ่งจึงประกอบด้วยกลุ่มย่อย หรือ deme จำนวนมากมาย จึงยังทำ

ให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตนั้นมีช่วงกว้างขึ้น

15.2 เทคนิคระดับโมเลกุลที่ใช้วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม

ในการศึกษาความผันแปรของยีนที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะภายนอก วงจรชีวิต และพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตกลายพันธุ์ (mutant) แต่ข้อมูลที่ได้ยังมีข้อจำกัดมากมาย จึงได้มีการนำเอาเทคนิคระดับโมเลกุลมาใช้ในการศึกษาพันธุศาสตร์ประชากรและการจำแนกชนิด ซึ่งเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในปัจจุบันนั้น มีทั้งเทคนิคที่ใช้ในระดับโปรตีนและดีเอ็นเอ ซึ่งแต่ละเทคนิคมีทั้งข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน เช่น การศึกษา protein polymorphism อาจทำให้เราไม่สามารถตรวจการกลายพันธุ์ชนิด synonymous mutation ได้ ในขณะที่การศึกษาในระดับดีเอ็นเอสามารถตรวจสอบได้และให้ข้อมูลที่ละเอียดกว่า ดังนั้นในขณะนี้จึงมีการวิเคราะห์ DNA polymorphism มาตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์เพิ่มมากขึ้น ยิ่งภายหลังการค้นพบเทคนิคทาง PCR (polymerase chain reaction) แล้ว ทำให้การวิเคราะห์ประชากรทำได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

15.2.1 Protein electrophoresis

ตั้งแต่มีการนำเอาเทคนิค starch gel electrophoresis มาใช้ช่วงทศวรรษ 1960 จึงได้มีการศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genetic variability) การไหลของยีน (gene flow) และความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ (phylogenetic relationship) ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ อย่างขนานใหญ่ ข้อมูลที่ได้จากการทำ protein electrophoresis มี 2 ประเภท คือ ไอโซไซม์ (isozymes) ซึ่งหมายถึงข้อมูลทุกรูปแบบของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ได้ และเป็นผลผลิตของยีนต่างโลกัส หรือต่างอัลลีล แต่โลกัสเดียวกัน และข้อมูลจากอัลโลไซม์ซึ่งหมายถึงกลุ่มของไอโซไซม์ซึ่งเป็นตัวแปรของโพลีเปปไทด์ที่เป็นตัวแทนของอัลลีลที่แตกต่างกันในโลกัสเดียวกัน (Murphy et al., 1990)

เพราะว่าเอนไซม์ทุกชนิดควบคุมด้วยยีน ดังนั้นจึงเป็นโอกาสให้เราสามารถอนุมานข้อมูลทางพันธุกรรมของแต่ละตัวจากรูปแบบของไอโซไซม์ที่ปรากฏ ทำให้สามารถบอกได้ว่ายีนไทป์ของแต่ละบุคคลเป็น homozygous หรือ heterozygous และผลสุดท้ายเราสามารถประเมินโครงสร้างทางพันธุกรรมของแต่ละประชากรได้

ความแปรปรวนของไอโซไซม์จะถูกนำไปประมาณการระดับความหลากหลายรูปแบบ (level of polymorphism) และค่าเฮเทอโรไซโกซิตี (heterozygosity) ของประชากร ค่าประมาณการที่สังเกตได้จะต้องนำไปเปรียบเทียบกับประชากรสมดุลตาม Hardy-Weinberg equilibrium (HWE) ความแปรปรวนของลักษณะภายนอก (phenotypic variation) ที่ไม่สอดคล้องกับ HWE นั้น อาจเนื่องจากปัจจัยอย่างอื่นที่ไม่ใช่ปัจจัยพันธุกรรม หรือข้อสมมติฐานของ HWE ไม่เกิดขึ้นในประชากรที่ศึกษา (Murphy et al., 1990) ข้อมูลจากไอโซไซม์ที่ได้จะนำไปประมาณการค่าความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากร (F_{st} = gene differentiation between population) ระยะทางทางพันธุกรรม (genetic distance) และความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ (phylogenetic relationship) (Hoelzel and Dover, 1991) เป็นต้น

แต่เทคนิคที่กล่าวแล้วอาจไม่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตบางชนิด การศึกษาทดลองที่ใช้เทคนิคไอโซไซม์แล้ว ไม่พบความแปรปรวน จำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่นที่ละเอียดกว่า Murphy et al. (1990) ยังได้สรุปว่าเทคนิคไอโซไซม์อาจมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนโลกัสที่ศึกษา จำนวนอัลลีลต่อโลกัส และจำนวนสัตว์ (พืช) ที่ต้องใช้เพื่อการศึกษาประชากรหรือความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ

15.2.2 Restriction fragment length polymorphism (RFLP) of mitochondrial DNA (mtDNA)

mtDNA ของสัตว์จะเป็นดีเอ็นเอนอกโครโมโซม (extrachromosomal DNA) มีลักษณะเป็นวงกลมมีขนาดประมาณ 15–20 kb (Boore, 1999) mitochondrial genome จะประกอบด้วยยีนกับรหัสสำหรับโปรตีน 13 ยีน rRNA 2 ยีน และ tRNA 22 ยีน โมเลกุล mtDNA มีประโยชน์และเหมาะสมในการศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากร (Bermingham, 1990) ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้คือ 1) โมเลกุล mtDNA วิวัฒนาการได้รวดเร็ว คาดว่าประมาณ 1% ต่อล้านปี และง่ายที่จะตรวจสอบความแตกต่างระหว่าง mtDNA haplotypes ต่าง ๆ ในชนิดเดียวกัน 2) mtDNA ถ่ายทอดผ่านเฉพาะทางแม่เท่านั้น และไม่มีการจัดระเบียบใหม่ (non-recombination) 3) ในแต่ละตัวจะมีเพียงยีนโอบิเดียว ดังนั้นในสัตว์ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็น homoplasmic และ 4) ในสัตว์ทุกชนิด mitochondria จะทำหน้าที่และคุณลักษณะของโมเลกุลเหมือนกัน ดังนั้น mtDNA จึงเป็นระบบทางพันธุกรรมที่เหมาะสมสำหรับศึกษาประชากรย่อย (population subdivision)

จากการเปรียบเทียบลำดับและการทำแผนที่ด้วย restriction endonuclease Ferris and Berg (1986) ได้สรุปไว้ว่า การกลายพันธุ์ใน mtDNA สูงสุดจะอยู่ในส่วนของ D-loop ต่ำสุดในส่วนของ RNA genes แต่อย่างไรก็ตาม การกลายพันธุ์จะเกิดขึ้นตลอดทั้งจีโนม การกลายพันธุ์ส่วนใหญ่จะเป็น base substitution ส่วน addition/deletion จะมีอยู่บ้างแต่น้อย (Avice et al., 1987)

เมื่อย่อย mtDNA ด้วย restriction endonuclease จะได้ restriction fragment profile และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในเชิงวิวัฒนาการจะให้ผล restriction fragment ที่แตกต่างกัน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะอธิบายออกมาในลักษณะของ restriction fragment length polymorphism (RFLP) ข้อมูลที่ได้

จะถูกนำไปรวมเป็น mtDNA haplotype ของแต่ละตัวจาก haplotype เหล่านี้จึงนำไปคำนวณหาค่าประมาณการที่แสดงถึงความแปรปรวนของประชากร เช่น haplotypic diversity, nucleotide sequence divergence และ geographic differences

15.2.3 Polymerase chain reaction (PCR)

เป็นเทคนิคการเพิ่มปริมาณ specific DNA sequence ในหลอดทดลอง ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากในการศึกษาพันธุศาสตร์ประชากร ซึ่งอาจใช้ในการผลิต DNA probe หรือ เพื่อการวิเคราะห์ลำดับความแปรปรวนของนิวคลีโอไทด์ในประชากร เทคนิคโดยสรุปก็คือ original DNA sequence จะถูกเพิ่มปริมาณโดยอาศัย synthetic primer (ซึ่งมีความยาวประมาณ 15–35 นิวคลีโอไทด์ และสามารถจับคู่กับบริเวณส่วนปลายของ original DNA) บัฟเฟอร์ นิวคลีโอไทด์อิสระ (dNTP) และเอนไซม์ Taq polymerase (Hoelzel and Green, 1992) การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจะเป็นวงจร โดย วงจรแรก ดีเอ็นเอจะได้รับความร้อน แยกออกเป็นสายเดี่ยว แล้วปล่อยให้เย็นลงโดยมี primer จำนวนมากอยู่ด้วย เอนไซม์โพลีเมอเรสจะต่อไพรเมอร์ให้ยาวออกไป จึงได้ดีเอ็นเอสายคู่ขึ้นมาใหม่ วงจรต่อไปก็ดำเนินการเหมือนวงจรแรก แต่ปริมาณดีเอ็นเอจะเพิ่มขึ้น ปกติแล้ว PCR จะดำเนินการไปหลาย ๆ วงจร

PCR จะช่วยให้เราสามารถเพิ่มปริมาณ specific DNA ให้ได้จำนวนมาก โดยไม่ต้องอาศัยวิธีโคลน ผลผลิตดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ (amplified PCR-product) อาจนำไปย่อยด้วย restriction endonuclease เพื่อวิเคราะห์ RFLP ของดีเอ็นเอที่สนใจ ในการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากร นอกจากนั้นเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับ PCR เพื่อการวิเคราะห์พันธุกรรมของประชากรก็มี RAPD (random amplified polymorphic DNA)-PCR การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ microsatellite DNA และการนำ PCR-product ไปวิเคราะห์หาลำดับ (sequencing)

RAPD-PCR จะใช้ไพรเมอร์ขนาดสั้น ๆ (ปกติจะยาวประมาณ 10-12 bp) เพิ่มปริมาณส่วนดีเอ็นเอโดยสุ่ม โดยคาดว่า 10-mer primer จะจับคู่กับลำดับดีเอ็นเอโดยสุ่มทุก 1 ล้านคู่เบส (Hoelzel and Green, 1992) ดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้จะมีจำนวนน้อย (5-10 ท่อน) และมีขนาดแตกต่างกัน (น้อยกว่า 3-4 kb) ดังนั้นถ้า intervening DNA มีความแปรปรวนในเรื่องจำนวนของ tandem repeat ดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ก็จะแปรปรวนในเรื่องความยาว (Hoelzel and Green, 1992) การดำเนินการทดลองด้วย RAPD-PCR มีจุดดีที่ทำให้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลเรื่องดีเอ็นเอในจีโนมนั้นมาก่อน

Microsatellite DNA คือ short repetitive segment ของ simple sequence ที่มีความยาวแปรปรวน (Hoelzel and Green, 1992) ขนาดของ repeat unit จะมีขนาดตั้งแต่ 1-6 bp ที่มีลำดับแตกต่างกัน คาดว่าใน human genome จะมีอยู่ประมาณ 35,000-100,000 ชุด (Veerapraditsin, 1997) เมื่อวิเคราะห์ลำดับส่วนปลายของ microsatellite DNA แล้วเราก็จะสามารถสังเคราะห์ไพรเมอร์เพื่อการเพิ่มปริมาณ microsatellite loci โดยวิธี PCR และแยกขนาดด้วย polyacrylamide gel เพื่อวิเคราะห์

จำนวน copy number variation

สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอ (DNA sequencing) จะเป็นเทคนิคที่ให้ประโยชน์สูงสุดในการคำนวณระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) เพื่อกำจัดความคลุมเครือของ taxon ต่าง ๆ (Hoelzel and Green, 1992) สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยอาศัยการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์จะให้ข้อมูลที่ดีที่สุด แต่ถึงอย่างไรก็ตามขณะนี้การเปรียบเทียบประชากรโดยวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์เป็นเรื่องยาก เพราะการวิเคราะห์ลำดับของสัตว์จำนวนมากจะต้องใช้เงินและเวลามาก แต่อาจทำได้โดยวิเคราะห์ลำดับของ PCR-Product (Hoelzel and Green, 1992)

แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้จากการใช้เทคนิคที่กล่าวแล้ว คือ RAPD-PCR, microsatellite DNA polymorphism หรือ DNA sequencing เมื่อจะนำไปอธิบายความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรจะต้องประยุกต์เอา statistical model ที่สอดคล้องกับเทคนิคนั้น ๆ มาใช้เพื่อการอธิบาย (กรุณาอ่านเพิ่มเติม Lynch, 1991, 1994; Takezaki and Nei, 1996; Weir, 1996)

15.3 การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของสัตว์น้ำ

จากเอกสารผลการวิจัยเท่าที่รวบรวมได้ การศึกษาวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมในสัตว์น้ำได้ดำเนินการแล้วกับสัตว์น้ำ ประมาณ 30 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่ก็เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สำหรับสัตว์น้ำที่ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจยังได้ดำเนินการน้อยมาก สำหรับเทคนิคที่นำมาใช้นั้น มีตั้งแต่การวิเคราะห์ไอโซไซม์, mtDNA, RAPD-PCR และ microsatellite DNA ข้อมูลที่ได้เพียงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้พอสมควร เช่น การปรับปรุงพันธุ์ การจัดการทางประมง และการอนุรักษ์พันธุ์

15.3.1 สัตว์น้ำประเภทกุ้ง

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของสัตว์น้ำประเภทกุ้งได้แสดงไว้ในตารางที่ 15.1 ซึ่งแสดงความแปรปรวนทางพันธุกรรมของกุ้งเพียง 3 ชนิด เท่านั้น คือ กุ้งกุลาดำ กุ้งก้ามกราม และ กุ้งแชบ๊วย งานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งไปที่กุ้งกุลาดำ ทั้งนี้คงอาจเพราะเป็นกุ้งเป็นสัตว์เศรษฐกิจมูลค่าสูง เมื่อดูจากมูลค่าสัตว์น้ำต่าง ๆ การใช้เทคนิคอัลโลไซม์มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางพันธุกรรมของกุ้งกุลาดำ พบว่ากุ้งกุลาดำเกือบครึ่งโลกมีอยู่เพียง 4 กลุ่ม แต่ที่สำคัญพบว่า กุ้งกุลาดำในประเทศไทย แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม

คือ กลุ่มทะเลอันดามัน และ อ่าวไทย แต่ไม่พบความแตกต่างของกุ้งในบริเวณเดียวกัน เมื่อใช้เทคนิคที่ละเอียดกว่า เช่น RAPD-PCR และ microsatellite DNA ทำให้พบความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างกุ้งในบริเวณอ่าวไทย (จังหวัดตราด และชุมพร) ส่วนในกุ้งแชบ๊วยก็พบความแตกต่างทางพันธุกรรมของกุ้งที่รวบรวมจากอ่าวไทย และทะเลอันดามัน เช่นเดียวกัน

- กุ้งกุลาดำ (*Panaeus monodon*, Fabricius) เป็นกุ้งที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศไทยประมาณ 4-5 หมื่นล้านบาทต่อปี เมื่อประมาณ 20 ปีที่ผ่านมาแล้ว การเพาะเลี้ยงทั้งหมดเป็นการเพาะเลี้ยงกุ้งแชบ๊วย แต่เมื่อยุโรปและอเมริกาต้องการกุ้งจำนวนมาก เกษตรกรจึงหันมาเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ การพัฒนาการเพาะเลี้ยงเป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่ปัญหาต่าง ๆ ก็เกิดขึ้นตามมา เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม ขาดแคลนพ่อ-แม่พันธุ์ ในระยะหลังลูกกุ้งที่

ผลิตได้เพื่อการเพาะเลี้ยงมีคุณภาพต่ำ และเจริญเติบโตช้า ดังนั้นจึงเกิดความคิดว่า การทำความเข้าใจเรื่องความแปรปรวนทางพันธุกรรมเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อการปรับปรุงพันธุ์กุ้งในโอกาสต่อไป

เมื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมกุ้งกุลาดำจากแหล่งต่าง ๆ 11 แหล่ง ตั้งแต่ประเทศเคนย่า อินโดจีน ไปถึงประเทศฟิลิปปินส์ โดยการวิเคราะห์อัลโลไซม์ 46 โลกัส Sodsuk (1996) พบว่าอัลโลไซม์เพียงแค่ 10 โลกัสเท่านั้นที่มีลักษณะสภาวะหลากหลายรูปแบบ (polymorphic) และมีค่า average heterozygosity เท่ากับ 0.027 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากรพบว่า มีความแตกต่างระหว่างประชากร ($F_{st} = 0.384$) ซึ่งสามารถแบ่งประชากรกุ้งกุลาดำเป็น 4 กลุ่มหลัก คือ เคนย่า, ทะเลอันดามัน, ทะเลจีนใต้ และกลุ่มประเทศฟิลิปปินส์ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกุ้งที่จับจากแหล่งต่าง ๆ บริเวณเดียวกัน

ตารางที่ 15.1 ความหลากหลายทางพันธุกรรมสัตว์น้ำประเภทกุ้ง

Species	Technique	Number Locations	Number loci	Percentage Polymorphism	Heterozygosities	Genetic distance	Reference
<i>Panaeus monodon</i>	Allozyme	4	46	13.00	0.25 - 0.31	0.004 - 0.005	ศรีรัตน์, 2539
<i>P. monodon</i>	mtDNA	3	52 ⁽¹⁾	86.40 ⁽²⁾	0.0191 - 0.0251 ⁽³⁾	0.0247 ⁽⁴⁾	Klinbunga et al., 1996
<i>P. monodon</i>	RAPD	5	50 - 85 ⁽⁵⁾	72.50	0.8626 - 0.8878 ⁽⁶⁾	0.0029 - 0.3340	Tassanakajon et al., 1998
<i>P. monodon</i>	Microsatellite DNA	5	5	-	0.49 - 0.95	0.0012 - 0.0124 ⁽⁷⁾	Supungul et al., 2000
<i>P. merguensis</i>	Allozyme	3	26	19.20	0.066 ± 0.028	0.001 - 0.011	ศรีรัตน์ และ พนม, 2541
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Allozyme	3	24	12.50	0.031 ± 0.018	0.000 - 0.005	ศรีรัตน์ และ พนม, 2541

1 = restriction profiles, 2 = haplotype diversity, 3 = nucleotide diversity, 4 = nucleotide divergence, 5 = RAPD genotype, 6 = genetic identity and 7 = genetic differentiation

ศรีรัตน์ (2539) ได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางพันธุกรรมของกุ้งกุลาดำจาก 4 แหล่งในประเทศไทย (2 แหล่งในอ่าวไทย: ตราด และสุราษฎร์ธานี และอีก 2 แหล่งในทะเลอันดามัน: ภูเก็ต และสตูล) โดยวิเคราะห์จากยีนควบคุมอัลโลไซม์ 46 โลกัส พบว่ายีน 3 โลกัสที่ทำให้กุ้งจากทะเล

อันดามันและกึ่งในอ่าวไทยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ความแตกต่างระหว่างประชากรทั้งหมดมีค่าน้อยมาก ($F_{st} = 0.006$) แต่ที่น่าสังเกต คือ ประชากรกึ่งจากทะเลอันดามันมีความสัมพันธ์กับกึ่งจากจังหวัดตราดมากกว่าจะเป็นกึ่งจากสุราษฎร์ธานี

เมื่อใช้การวิเคราะห์ mtDNA-RFLP ของกึ่งกุลาดำจากแหล่งต่าง ๆ (ยกเว้นกึ่งจากประเทศเคนยา) Sodsuk (1996) ได้พบว่า ประชากรกึ่งจากทะเลอันดามันและกึ่งจากทะเลจีนใต้แตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อประมาณค่า nucleotide divergence ($0.1-0.7$) กึ่งที่ได้จากแหล่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้สามารถแบ่งกึ่งได้เป็น 2 โคลน คือ โคลน เอ อยู่ในทะเลอันดามัน และ โคลน บี อยู่ในทะเลจีนใต้ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า กึ่งกุลาดำจาก 2 แหล่งแบ่งแยกประชากรอย่างชัดเจน

Klinbunga *et al.* (1999) ได้ใช้เทคนิค mtDNA-RFLP วิเคราะห์กึ่งกุลาดำที่จับได้จากจังหวัดสตูล (ทะเลอันดามัน), สุราษฎร์ธานี และตราด (อ่าวไทย) โดยใช้ mtDNA ย่อยด้วย restriction endonuclease 11 ชนิด ผลปรากฏว่าค่า nucleotide diversity ในแต่ละประชากรค่อนข้างสูง (ค่าเฉลี่ย 2.21%) และเมื่อประมาณ nucleotide divergence ระหว่างประชากรพบว่ากึ่งกุลาดำจากอ่าวไทยและทะเลอันดามันแยกจากกันอย่างชัดเจน จึงมีการนำกึ่งจากสตูลและตราดมาใช้เป็น founder stock เพื่อโครงการผสมพันธุ์

เมื่อตรวจสอบความแปรปรวนทางพันธุกรรมของกึ่งกุลาดำด้วยการวิเคราะห์อัลโลไซม์พบว่าความแปรปรวนค่อนข้างต่ำ ถึงแม้ว่าเราจะสามารถจำแนกประชากรที่ห่างกันทางภูมิศาสตร์ได้ แต่เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ mtDNA-RFLP เราตรวจพบว่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูงขึ้น ซึ่งทั้งสองวิธีที่กล่าวแล้วไม่ได้ทำการวิเคราะห์โดยตรงต่อสารพันธุกรรม ดังนั้น Tassanakajon *et al.* (1998) ได้ใช้เทคนิค random amplified polymorphic DNA (RAPD) มาวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชา

กรกึ่งกุลาดำ จาก 5 แหล่ง ที่มีความห่างไกลทางภูมิศาสตร์ สตูล-ตรัง, พังงาและ เมตาน-อินโดนีเซีย (ฝั่งทะเลอันดามัน), ชุมพรและตราด (อยู่ในบริเวณอ่าวไทย) ผลการวิเคราะห์ RAPD fragment พบว่ามีสภาวะหลากหลายรูปแบบถึง 51.5 - 57.7% ค่าระยะห่างพันธุกรรม (genetic distance) ระหว่างประชากรพบว่า ประชากรกึ่งจากบริเวณเมตานมีโครงสร้างพันธุกรรมแตกต่างจากกึ่งกุลาดำจากบริเวณอ่าวไทยอย่างชัดเจน นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบกึ่งกุลาดำที่เก็บรวบรวมจากทะเลอันดามัน (สตูล-ตรัง) จะแตกต่างจากกึ่งที่รวบรวมได้จากอ่าวไทย (ชุมพรและตราด) อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่ามีการแบ่งแยกประชากรกึ่งจากแหล่งประมงทั้งสองฝั่ง

เมื่อใช้เทคนิคที่ละเอียดขึ้น Supungul *et al.* (2000) ได้ใช้ microsatellite DNA 2 โลกัสทดสอบความแปรปรวนและการจำแนกทางพันธุกรรมของกึ่งในประเทศไทย 5 แหล่งอย่างทั่วแล้วข้างบน พบว่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมในแต่ละประชากรมีค่าสูงมาก (average heterozygosity = 0.78) เมื่อวิเคราะห์ geographic heterogeneity โดยวิเคราะห์ 2 โลกัส พบความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างกึ่งในบริเวณอ่าวไทย (ตราดและชุมพร) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ไม่พบในกึ่งที่ได้จากทะเลอันดามัน แต่ด้วยการวิเคราะห์ครั้งนี้สามารถแบ่งประชากรกึ่งกุลาดำได้เป็น 3 ประชากร คือ ประชากรทะเลอันดามัน ชุมพร และ ตราด

- กึ่งแชบ๊วย (*Penaeus merguensis* de Man) ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกึ่งแชบ๊วยในประเทศจำนวน 3 แหล่ง (ชลบุรี สุราษฎร์ธานี และตราด) โดยวิธี starch gel electrophoresis ศรีรัตน์ และพนม (2542) ได้วิเคราะห์ยีนควบคุมอัลโลไซม์ 26 โลกัสพบว่ามีเพียง 5 โลกัสเท่านั้นที่อยู่ในสภาวะหลากหลายรูปแบบ ($P_{0.95} = 0.192$) และค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีเฉลี่ยเท่ากับ 0.066 ± 0.028 ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากร (F_{st}) ชี้ว่ากึ่งแชบ๊วยจากแต่ละแหล่งมีความ

แตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างกัน กุ้งจากสุราษฎร์ธานี และชลบุรีจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกันมากกว่าความสัมพันธ์กับกุ้งจากสตูล ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีความแตกต่างของประชากรระหว่างกุ้งฝั่งทะเลอันดามันและฝั่งอ่าวไทย

- กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) มีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น กุ้งนาง กุ้งหลวง กุ้งก้ามเกลี้ยง พบแพร่หลายในหลายพื้นที่ เมื่อประมาณ 20 ปีที่ผ่านมาแล้ว กุ้งก้ามกรามจะมีการจับจากธรรมชาติทั้งหมด แต่กรมประมงดำเนินการขยายพันธุ์สำเร็จ แล้วมีการเพาะเลี้ยงกันเรื่อยมา ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมีปัญหาหลายด้าน เช่น ตัวโตไม่เท่ากัน เจริญพันธุ์เร็วมาก กุ้งเป็นโรค ฯลฯ การศึกษาเรื่องความหลากหลายทางพันธุกรรมมีน้อยมาก ศรีรัตน์ และพนม (2541) ได้ศึกษาความหลากหลายของกุ้งก้ามกรามจากจังหวัดฉะเชิงเทรา สุราษฎร์ธานี และ สงขลา โดยศึกษาจากอัลโลไซม์ จำนวน 24 โลกัส พบว่ามีเพียง 3 โลกัสที่มีลักษณะเป็นโพลิมอร์ฟิก (polymorphic) ($P_{0.95} = 0.125$) โดยมีค่า heterozygosity ค่อนข้างต่ำ คือ $H_e = 0.031$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนทางพันธุกรรม เมื่อประเมินค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) มีค่าต่ำมา แสดงว่ากุ้งทั้ง 3 ประชากรมีความใกล้ชิดกันมา

Yaitavorn et al. (1991) ได้พัฒนา mtDNA probe (pMR-1) เพื่อนำไปใช้ทดสอบ RFLP patterns ของกุ้งที่เก็บจากแม่น้ำกระบือ (ระนอง) แม่น้ำบางปะกง (ฉะเชิงเทรา) และกุ้งเลี้ยงจากฟาร์ม ซึ่งผลปรากฏว่า เมื่อทำ hybridization ระหว่าง mtDNA fragment กับ DNA probe พบว่า กุ้งจากฟาร์มเพาะเลี้ยง จะเหมือนกับกุ้งจากแม่น้ำบางปะกง แต่แตกต่างจากกุ้งจากแม่น้ำกระบือ แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างทางภูมิศาสตร์ของกุ้งที่มาจากแหล่งต่าง ๆ แต่การทดลองนี้ไม่ได้ชี้ให้เห็นว่ากุ้งในแต่ละแหล่งมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมมากน้อยแค่ไหน

15.3.2 สัตว์น้ำประเภทหอย

ตารางที่ 15.2 แสดงถึงความแปรปรวนทางพันธุกรรมของหอยตะไกรม หรือหอยนางรม และปลาหมึก ซึ่งในกรณีของหอยนางรมและหอยขมมีปัญหาในด้านอนุกรมวิธาน จึงได้มีการศึกษาและพัฒนา molecular marker มาใช้ในการจำแนกชนิดเพื่อจำแนกลูกหอยในการเพาะเลี้ยง แต่เมื่อศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรม พบว่ามีความแปรปรวนทางพันธุกรรมในแต่ละชนิดอย่างชัดเจน

- หอยนางรม (*Crassostrea* sp.) หรือบางแห่งอาจเรียกว่า หอยตะไกรม ซึ่งยังแบ่งได้เป็นหอยตะไกรดำ, ตะไกรขาว หอยนางรมมีแพร่กระจายอยู่ในเขตร้อน หรือเขตกึ่งร้อน สำหรับในประเทศไทย หอยนางรมหรือหอยตะไกรมมีอยู่ 5 ชนิด การจำแนกหอยนางรมทั้งหลายเหล่านี้จะพิจารณาจากลักษณะภายนอก ลักษณะเปลือกซึ่งแปรปรวนไปตามสภาพแวดล้อมที่หอยอาศัยอยู่ ลักษณะสีเนื้อหอย และ muscle scar

รัตน (2532) จึงได้พยายามศึกษาไอโซไซม์ในหอยตะไกรดำและตะไกรขาว เพื่อหาวิธีการจำแนกชนิดโดยใช้เอนไซม์ 2 ชนิด ผลปรากฏว่าเอนไซม์เอสเตอเรส (esterase) จะให้ผลที่แตกต่างกันในหอยนางรมทั้ง 2 ชนิด

การเพาะเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทย มีมาแล้วยาวนานประมาณ 50 ปี แต่หอยชนิดที่เพาะเลี้ยงกันเป็นการค้ามีเพียง 3 ชนิด คือ *Crassostrea belcheri*, *C. iredalei* และ *C. cucullata* แต่ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เพราะเทคนิควิธีการเลี้ยงและความไม่สม่ำเสมอของลูกหอยที่เก็บได้จากธรรมชาติ การจำแนกหอยเพื่อนำเพาะเลี้ยงก็ยังมีปัญหา เพราะการจำแนกโดยอาศัยลักษณะภายนอกยังไม่ชัดเจน ดังนั้น Klinbunga et al. (2000a) จึงได้พัฒนา species-specific marker ของหอยนางรมชนิด *C. belcheri* ซึ่งเป็นชนิดที่เพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายจาก RAPD marker แล้วพัฒนาไพรเมอร์ (primer) เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดหอย เพื่อประโยชน์ในโครง

เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดหอย เพื่อประโยชน์ในโครงการผสมพันธุ์ นอกจากนั้น Klinbunga et al. (2000b) ยังได้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของหอยนางรมทั้ง 5 ชนิด โดยการทำ RAPD analysis จึงสามารถจำแนก species-specific marker ของหอย 3 ชนิดคือ *C. belcheri*, *C. iredalei* และ *C. cucullata* และยังพบว่า ความหลากหลายรูปแบบ (polymorphism) มีอยู่ค่อนข้างสูง (57.38 - 77.46%) เมื่อประมาณการระยะห่างทางพันธุกรรมพบว่าหอยชนิด *Crassostrea* และ *Saccostrea* จำแนกได้โดยชัดเจน

- หอยขม (*Filopaludina* sp.) Tarbsripair (1998) ได้ศึกษาลักษณะเปลือกเพื่อใช้จำแนกชนิดของหอยขมซึ่งสามารถจำแนกหอยขมออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ และ 10 กลุ่มเล็ก และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยอาศัยเอนไซม์ 11 ชนิด และนำมาคำนวณระหว่างพันธุกรรมใน 30 ประชากร พบว่ามีค่า 0.136 - 0.655 ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกันกับลักษณะเปลือกสามารถจำแนกชนิดหอยขมได้ 10 ชนิด

- ปลาหมึก (*Sepioteuthis lessoniana*) พบแพร่หลายทั่วไปในน่านน้ำไทยและเป็นชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีการส่งออกขายต่างประเทศ เป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีการจับกันมาก จึงจำเป็นต้องมีโครงการจัดการทางประมงเพื่อรักษาทรัพยากรธรรมชาติให้คงอยู่ Pratoomchat et al. (1998) จึงได้วิเคราะห์ความแตกต่างทางพันธุกรรมของปลาหมึกที่เก็บรวบรวมจากน่านน้ำไทย และญี่ปุ่น (เมืองนาซากิ) โดยอาศัยการวิเคราะห์อัลโลไซม์ พบว่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมในปลาหมึกชนิดนี้ค่อนข้างสูง มีค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีตั้งแต่ 23.11-27.84 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อประมาณการระยะห่างทางพันธุกรรมก็สามารถแบ่งแยกประชากรย่อยของปลาหมึกได้

15.3.3 สัตว์น้ำกลุ่มปู

ปูนาเป็นปูพบกระจายทั่วทุกภาคใน

ประเทศไทย จากเอกสารที่รวมได้มีการศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของปูนาในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว 3 ชนิด (ตารางที่ 15.3) ซึ่งพบว่าปูนาเหล่านี้มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ ส่วนในปูทะเล ซึ่งในประเทศไทยนั้นคาดว่าจะมีอยู่ 3 ชนิด เมื่อใช้ RAPD-analysis วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมพบว่าในแต่ละชนิดมีความแปรปรวนอยู่ค่อนข้างสูง

- ปูนา (*Somanniathelphusa* sp.) เป็นปูน้ำจืดที่พบกระจายอยู่ทั่วไปในประเทศไทย ปูนาจะเป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำคัญแหล่งหนึ่งของประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของปูนา (*S. dugasti*) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิเคราะห์ไอโซไซม์ 8 โลกัส พันธุสีนและคณะ (2536) พบว่าปูนาชนิดนี้มีค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีค่อนข้างสูง (0.208) มีค่าความเหมือนกันทางพันธุกรรม (genetic identity) ระหว่าง 0.802 - 0.902 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าระยะห่างทางพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ แต่จาก 5 แหล่งพบว่าปูนาจากจังหวัดนครราชสีมาแบ่งแยกออกไปจากปูกลุ่มอื่น ๆ

ศรมน (2536) ได้ศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของปูนา ชนิด *S. bangkokensis* และ *S. germaini* จากบริเวณภาคกลางของประเทศไทย โดยวิเคราะห์ไอโซไซม์ 11 โลกัส พบว่า ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมของ *S. bangkokensis* (0.181) สูงกว่าของชนิด *S. germaini* (0.151) และเมื่อคำนวณค่าความเหมือนกันทางพันธุกรรมพบว่าปูนา *S. bangkokensis* จากปทุมธานีมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับปู *S. germaini* จากนครสวรรค์ ซึ่งอาจเป็นเรื่องบังเอิญหรือต้องพิสูจน์

- ปูทะเล (*Scylla* sp.) พบแพร่กระจายอยู่บริเวณป่าชายเลนและบริเวณปากแม่น้ำโดยทั่วไป ปูทะเลมีอยู่ทั้งหมด 4 ชนิด แต่การจำแนกชนิดในประเทศไทยยังมีปัญหาอยู่ แต่ชนิดที่นำมาเพาะเลี้ยงส่วนใหญ่จะเป็นชนิด *S. oceanica* ทั้งนี้เพราะอัตรา

อื่น แต่ก็ยังมีปัญหาเรื่องลูกปูหรือปูเล็กที่นำมาชั่งคอกเลี้ยง ทั้งเพราะรวบรวมปูเล็กได้ไม่เพียงพอ ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนเพาะพันธุ์ปูทะเล Klinbunga et al. (2000) จึงได้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของปูทะเล 3 ชนิด คือ *S. serrata*, *S. oceanica* และ *S. tranquebarica* โดยการใช้ RAPD ซึ่งผลปรากฏระดับความหลากหลายแบบ (polymorphic level) ภายในชนิดมีค่าตั้งแต่ 47.92% ถึง 77.59% และพบว่าความแตกต่างระหว่างชนิดมีอยู่สูง (D_{ij} = 0.171 ถึง 0.199) ซึ่งน่าจะจำแนกปูทะเลที่มีลักษณะปรากฏแตกต่างกันนี้ได้เป็น 3 ชนิด

15.3.4 สัตว์น้ำประเภทปลา

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม

ในปลานั้นได้มีการศึกษาแล้ว มีเพียง 5 ชนิดเท่านั้น (ตารางที่ 15.4) เมื่อเทียบกับจำนวนชนิดของปลาไทย ซึ่งมีถึง 1,741 ชนิด แต่ปลาเหล่านี้เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ชนิดแรกคือ ปลานิล ซึ่งเป็นปลาที่นำเข้าจากต่างประเทศ การศึกษาส่วนใหญ่เน้นที่เรื่องความพยายามจำแนกสายพันธุ์ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นแล้วแนะนำให้เกษตรกรเพาะเลี้ยง สำหรับปลาพื้นเมืองนั้นก็ได้เริ่มมีการศึกษาประชากรธรรมชาติของปลาช่อน ปลาดุกอุย ปลาดุกด้าน และปลาสร้อย พบว่าในประชากรปลาช่อน ดุกอุย และ ดุกด้าน มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมค่อนข้างสูง และจำแนกประชากรได้ตามแหล่งที่เก็บรวบรวมปลานั้น ๆ ส่วนในปลาสร้อยนั้นพบว่าปลาจากสถานที่ต่าง ๆ จะมีความคล้ายคลึงกัน

ตารางที่ 15.2 ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของหอยตะไกรม หรือหอยนางรม และปลาหมึก

Species	Technique	Number Locations	Number loci	Percentage Polymorphism	Heterozygosity	Genetic distance	Reference
5 species of Oyster	RAPD	-	-	57.39 - 99.30	-	0.1050 - 0.8110	Klinbunga et al., (2000)
<i>Sepioteuthis lessoniana</i>	Isozymes	2	22	45.4 - 50.00	23.11 - 27.84	0.0031	Pratoomchat et al., (1998)

ตารางที่ 15.3 ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของปูนา 3 ชนิด ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Species	Technique	Number Locations	Number loci	Percentage Polymorphism	Heterozygosity	Genetic distance	Reference
<i>Somaniathelphusa dugasti</i>	Isozymes	5	8	36.4 - 45.5	0.159 - 0.232	0.0084 - 0.2205	พันธุ์สิน และคณะ (2536)
<i>S. bangkokensis</i>	Isozymes	2	11	31.5	0.181	0.0023	क्रम (2536)
<i>S. germaini</i>	Isozymes	2	11	28.9	0.151	0.0107	क्रम (2536)
<i>Scylla</i> sp.	RAPD	-	-	47.9 - 77.5	0.809 - 0.844 ⁽¹⁾	0.171 - 0.751	Klinbunga et al., (2000)

1 = similarity index

ตารางที่ 15.4 ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลา

Species	Technique	Number Locations	Number Loci	Percentage polymorphism	Heterozygosity	Genetic distance	Reference
22 Tilapine cichlid species	Allozymes	-	43	2.3 - 27.9	0.002 - 0.058	0.051 - 0.798 ⁽¹⁾	พนมและเบรนต์ตัน, 2540
<i>Channa striatus</i>	Allozymes	13	12	-	0.023 - 0.059	0.004 - 0.009	Hara <i>et al.</i> , 1998
<i>Clarias macrocephalus</i>	Isozymes	4	19	10.5 - 26.3	0.038 - 0.080	0.000 - 0.019	Na Nakorn <i>et al.</i> , 1998
<i>C. macrocephalus</i>	Microsatellite DNA	4	4	6.0 - 10.0 ⁽²⁾	0.715 - 0.810	0.230 - 0.535	Na Nakorn <i>et al.</i> , 1999
<i>C. batrachus</i>	RAPD	6	-	31.85 - 48.39	0.40 ⁽³⁾ - 0.60 ⁽⁴⁾	0.42 - 0.72	อำนาจและคณะ, 2543
<i>Trichogaster pectoralis</i>	Allozymes	5	14	-	0.176 - 0.235	0.015 - 0.080	นวลมณี และคณะ, 2542

1 = F_{st} , 2 = mean number of allele per locus, 3 = AMOVA-within population and 4 = AMOVA-between population

- ปลานิล (*Tilapia sp.*) เป็นปลาที่มีแหล่งกำเนิดในทวีปแอฟริกา มีการนำเข้ามาเพาะเลี้ยงในประเทศไทย ปัจจุบันกลายเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และเป็นแหล่งอาหารโปรตีนราคาถูกเมื่อเทียบกับปลาอื่น ๆ ปัจจุบันนี้ปลานิลเป็นปลาที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย เพราะเลี้ยงง่าย โตเร็ว สืบพันธุ์ง่าย และทนทานต่อสิ่งแวดล้อม ปลากลุ่มปลานิลที่มีการนำเข้ามาเพาะเลี้ยงในประเทศไทย มี 4 ชนิด คือ ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ปลาหมอเทศ (*O. mossambicus*) ปลาหมอเทศข้างลาย (*Sarotherodon melanotheron*) และปลานิลอัสราเอล (*O. aureus*) ซึ่งปลานิลเหล่านี้มีการผสมข้ามพันธุ์กันได้ง่าย จึงเกิดลูกผสมมากมาย ลูกผสมเหล่านี้จะแสดงรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ทำให้เกิดความสับสนในการจำแนกลูกผสมและพ่อ-แม่พันธุ์ออกจากกัน ด้วยปัญหาดังกล่าวนี้ พนม(2537) จึงได้สำรวจความแปรปรวนทางพันธุกรรมของปลานิลทั้ง 4 ชนิดที่เคยถูกนำเข้ามาในประเทศไทยด้วยวิธีเอนไซม์อิเล็กโตรโฟรีซิส ซึ่งผลปรากฏว่าจากจำนวนยีน 43 โลกัส มี 26 โลกัส ที่มีความแตกต่างของอัลลีลระหว่างปลาทั้ง 4 ชนิด แต่มีเอนไซม์เพียง 8 โลกัส ที่เหมาะสมสำหรับมาใช้วิเคราะห์ชนิดของ

ปลานิล ซึ่งได้แก่ AAT-2*, ADA*, ADH*, ALAT*, CU*, 1DHP-1*, MDH-3* และ SOD* ด้วยเทคนิคที่กล่าวแล้วนี้ พนม และศรีรัตน์ (2541) จึงได้ใช้ตรวจสอบปลานิลสายพันธุ์เยอรมัน

ผลการตรวจสอบพบว่าปลานิลสายพันธุ์เยอรมันที่สูญเสียความแปรปรวนทางพันธุกรรมไปมากแล้วอันเนื่องมาจาก genetic drift และพร้อมทั้งได้เสนอแนะให้ใช้เทคนิคเอนไซม์อิเล็กโตรโฟรีซิสมาใช้ในการตรวจสอบพันธุกรรมของปลาที่นำเข้ามาให้เสร็จสิ้นก่อนนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะเลี้ยง

จรัสธาดา และคณะ (2542) ได้ใช้เทคนิคเอนไซม์อิเล็กโตรโฟรีซิสจำแนกพันธุ์ปลานิลที่พบในน้ำทะเลความเค็มสูงที่บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในจังหวัดเพชรบุรี โดยเปรียบเทียบกับปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา (*Oreochromis niloticus*) ซึ่งผลปรากฏว่าปลานิลน้ำเค็ม หรือปลานิลสายพันธุ์เพชรบุรีเป็นปลาลูกผสมและพบองค์ประกอบทางพันธุกรรมของปลานิล 3 ชนิด คือ ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ปลาหมอเทศ (*O. mossambicus*) และปลาหมอเทศข้างลาย (*Sarotherodon melanotheron*)

นอกจากความพยายามที่จะจำแนกกลุ่มปลานิลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อัลโลไซม์แล้ว

Haiqing (1997) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสายพันธุ์ปลา นิล 4 สายพันธุ์ คือสายพันธุ์ AIT, CHITRALADA, GIFT และ UDORN ด้วยการศึกษารูปแบบของ mtDNA ที่ตัดด้วยเอนไซม์ restriction endonuclease 2 ชนิด คือ *Apa I*, *Dra I* พบว่า รูปแบบของ mtDNA ที่ได้ สามารถระบุได้ว่าสายพันธุ์ AIT และ UDORN มีต้น กำเนิดไปจากสายพันธุ์ CHITRALADA ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้ สามารถใช้เป็น genetic marker ในการจัดการทาง ประมงได้

- ปลาช่อน (*Channa striatus*) เป็นปลาน้ำจืดที่พบโดยทั่วไป เป็นปลาที่นิยมบริโภคในประเทศไทย ปลาช่อนที่ขายทั่วไปได้จากการจับจากธรรมชาติ และจากบ่อเลี้ยง แต่ลูกปลาที่นำมาเพาะเลี้ยง ส่วนใหญ่จะได้จากธรรมชาติทั้งนี้เพราะการผสมพันธุ์เทียมทำได้ลำบาก ถึงอย่างไรก็ตาม เมื่อการพัฒนา บ้านเมืองมากขึ้น ทำให้มีการขนย้ายลูกปลากันอย่าง กว้างขวางซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทาง พันธุกรรมและสูญเสียความแปรปรวนทางพันธุกรรม ในประชากรธรรมชาติ Hara et al. (1998) ได้ศึกษา ประชากรธรรมชาติปลาช่อนจาก 13 แหล่งใน ประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ไอโซไซม์ จำนวน 12 ชนิด ซึ่งควบคุมด้วยยีน 17 โกลัส และพบว่า 6 โกลัส อยู่ในสภาวะหลายรูปแบบ เมื่อคำนวณระยะ ทางทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต่าง ๆ พบว่า สามารถจัดแบ่งประชากรปลาช่อนได้เพียง 2 กลุ่ม หลัก คือ กลุ่มเหนือ-กลาง และกลุ่มตะวันออกเฉียง เหนือ การจัดแบ่งประชากรที่ได้มีความสัมพันธ์อยู่กับ ลุ่มน้ำ 2 ลุ่มน้ำในประเทศไทย

- ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) เป็นปลาน้ำจืดอีกชนิดหนึ่งที่พบตามแหล่งน้ำไป ตลอดทั้งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นปลาที่นิยมรับประทานกันตลอดทั่วบริเวณนี้ ปลาดุกอุยก็ประสบ ปัญหาเหมือนปลาน้ำจืดอื่น ๆ กล่าวคือ ความหลากหลายทางพันธุกรรมถูกกระทบกระเทือนด้วยปัญหามา นาประการ เช่น สิ่งแวดล้อมเลวร้าย แหล่งอยู่ อาศัยถูกทำลาย การเคลื่อนย้ายพ่อ-แม่พันธุ์ และ

รวมทั้งการนำปลานอกถิ่นฐานเข้ามา เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2530 มีการนำเอาปลาดุกเทศ (*Clarias gariepinus*) เข้ามาในราชอาณาจักร และเป็นปลาที่สามารถผสมข้ามกับปลาดุกอุยได้ ส่งผลให้เกิดการ เพาะเลี้ยงปลาลูกผสมเพื่อส่งตลาดกันอย่างขนานใหญ่ ในขณะที่ความต้องการแม่พันธุ์ปลาดุกอุยเพิ่ม ตามมาด้วย ผลก็คือมีการเคลื่อนย้ายปลาดุกอุยแม่ พันธุ์กันทั่วประเทศ ซึ่งมักจะเป็นปลาที่ไปแหล่งเดียวกัน ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้อาจส่งผลให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลาดุกอุยลดลงได้ ด้วย ปัญหาดังกล่าวนี้ Na Nakorn et al. (1998) ได้ วิเคราะห์ประชากรปลาดุกอุยจาก 4 แหล่งที่อยู่ห่าง กันมากทางภูมิศาสตร์ คือปลาจากจังหวัดเชียงราย ปราจีนบุรี ปัตตานี และยะลา โดยวิเคราะห์ความ แปรปรวนของไอโซไซม์ พบว่า ระดับความหลากหลายรูปแบบ (polymorphism) จะมีค่าระหว่าง 10.5 - 26.3 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อประมาณการระยะห่างทางพันธุ กรรม (genetic distance) สามารถแบ่งปลาดุกอุย เป็น 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่มเชียงราย-ปราจีนบุรี และ กลุ่มปัตตานี-ยะลา แต่เมื่อ Na Nakorn (1999) วิเคราะห์ประชากรปลาดุกอุยโดยอาศัย microsatellite markers ผลปรากฏว่า ค่า genetic heterozygosities สูงขึ้น คือมีค่าตั้งแต่ 0.715-0.810 แต่ในการ วิเคราะห์ครั้งนี้ได้นำปลาดุกอุยจากจังหวัดพัทลุงมา แทนปลาจากยะลา เมื่อประเมินค่าระยะห่างทางพันธุ กรรมได้ผลที่แตกต่างไปจากการวิเคราะห์เอนไซม์ กล่าวคือ พบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่าง ปลาพัทลุงและปราจีนบุรี แต่มีระยะห่างจากปลาจาก เชียงรายอย่างชัดเจน ซึ่งผลที่ได้ไม่ได้สะท้อนหรือ เชื่อมโยงกับระยะห่างทางภูมิศาสตร์เลย

- ปลาดุกด่าน (*Clarias batrachus*) เป็น น้ำจืดที่พบทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปเมื่อ ประมาณ 20 ปีที่แล้ว แต่ขณะนี้กลายเป็นปลาที่อยู่ ในภาวะถูกกดดัน (threatened species) ทั้งเพาะ ปัญหาแหล่งน้ำถูกทำลาย ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของ ปลาดุกทำลายไปด้วย จึงทำให้เราพบปลาดุกด่านใน

แหล่งน้ำธรรมชาติได้ยากมาก ปลาอุกด้านเป็นปลาอาหารถูกปากคนไทย ก่อนปี พ.ศ. 2530 มีการเพาะเลี้ยงปลาอุกด้านกันอย่างมากมายมหาศาลในจังหวัดสุพรรณบุรี ฉะเชิงเทรา และนครปฐม แต่เมื่อมีการนำปลาอุกเทศเข้ามาในปี พ.ศ. 2530 เกษตรกรหันไปนิยมเพาะเลี้ยงปลาลูกผสม “บิ๊กอู๋” ซึ่งเป็นปลาโตเร็ว เนื้อคล้ายคลึงปลาอุกอู๋และเล็กการเลี้ยงปลาอุกด้าน ส่งผลให้ปลาอุกด้านกำลังจะสูญพันธุ์ไปจากแหล่งน้ำ เช่น คู คลอง หนอง บึง ทั่วไป จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลาอุกด้านอย่างเร่งด่วน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการอนุรักษ์พันธุ์ อำนาจและคณะ (2543) ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมทั้งภายในและภายนอกระหว่างประชากรปลาอุกด้านโดยเทคนิค RAPD-PCR พบว่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมภายในประชากรปลาอุกด้านประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และระหว่างประชากรประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งช่วยให้เห็นถึงการจำแนกทางพันธุกรรมระหว่างประชากรอย่างชัดเจนและสามารถแบ่งปลาอุกด้านได้ 3 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่มกรุงเทพฯ สามร้อยยอด และ สมุทรปราการ

- ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis* Regan) เป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกประเภทหนึ่ง ราคาดี รสชาติดี คนไทยนิยมบริโภคทั้งสดและแห้ง การเลี้ยงปลาสลิดจะมีมากที่จังหวัดสมุทรปราการ ปลาสลิดที่ถูกเพาะเลี้ยง หรือปลาในธรรมชาติ จากแหล่งต่าง ๆ จะมีลักษณะภายนอกแตกต่างกัน นอกจากนั้นปลาจากแต่ละแหล่งจะมีการเจริญเติบโตและให้รสชาติที่ต่างกันได้ ด้วยเหตุนี้ นวลมณี และคณะ (2542) จึงได้มีการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลาสลิดจากแหล่งน้ำต่าง ๆ 5 แหล่ง โดยการวิเคราะห์ไอโซไซม์พบว่า ปลาสลิดจากพิษณุโลก และสมุทรปราการ มีความคล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างจากปลาสลิดจากจังหวัดสุพรรณบุรี อุบลราชธานี และ ปัตตานี แต่เมื่อวิเคราะห์ลักษณะภายนอก พบว่าปลาสลิดจาก

พิษณุโลกแตกต่างจากปลาสลิดจากแหล่งอื่น ๆ มากที่สุด

15.3.5 สัตว์น้ำอื่น ๆ

ความแปรปรวนของสัตว์น้ำอื่น ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 15.5 ซึ่งได้แสดงไว้เฉพาะของกบนาและเต่าทะเล ในกบนาความแปรปรวนทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต่าง ๆ มีต่ำมาก ซึ่งผิดกับกรณี เต่าทะเล ซึ่งมีค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีค่อนข้างสูง และสามารถจำแนกประชากรได้จากอ่าวไทยและทะเลอันดามันออกจากกันได้

- กบนา (*Rana rugulosa*) เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งเป็นสินค้าประมงที่ตลาดต่างประเทศต้องการ ผู้ส่งออกจึงได้รวบรวมกบจากธรรมชาติและกบจากการเพาะเลี้ยง เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของตลาด การเพาะเลี้ยงกบของเกษตรกรนั้น ลูกกบที่นำมาเพาะเลี้ยงนั้นได้จากการรวบรวมลูกกบจากธรรมชาติ เพาะฟักลูกกบขึ้นเองจากพ่อแม่พันธุ์ที่จับไว้แต่ละปีหรืออาจซื้อลูกกบจากแหล่งเพาะเลี้ยงลูกกบเพื่อจำหน่าย จากจังหวัดชลบุรี หรือระยอง แต่ถึงอย่างไรก็ตาม เกษตรกรก็ยังเชื่อว่า กบนาน่าจะมีสายพันธุ์ดีกว่า โดยเฉพาะกบที่มาจากคนละท้องถิ่นที่ เฉลิมชัยและคณะ (2540) จึงได้ทำการศึกษาโครงสร้างและความแปรปรวนทางพันธุกรรมของกบนาจากธรรมชาติในท้องถิ่น ทั้งที่มีการเลี้ยงและไม่มีการเพาะเลี้ยงกบนา 7 จังหวัด โดยอาศัยการวิเคราะห์อัลโลไซม์ 16 โลกัส ผลปรากฏว่าประชากรกบนามีค่า polymorphism เฉลี่ยเท่ากับ 0.66 และค่า เฮตเทอโรไซโกซิตีเฉลี่ย 0.216 แต่ค่าความแตกต่างของยีนระหว่างประชากรต่ำมาก และเมื่อนำไปประมาณการค่าระยะห่างทางพันธุกรรม ผลปรากฏว่า กบนาจากจังหวัดตราดจะอยู่ห่างจากกบนาจากจังหวัดอื่นๆ 6 จังหวัด (ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี และ ลพบุรี) แสดงให้เห็นว่าประชากรกบนาส่วนใหญ่จะมีความใกล้ชิดกันมาก

ตารางที่ 15.5 ความหลากหลายทางพันธุกรรมของสัตว์น้ำอื่น ๆ

Species	Technique	Number Locat-ions	Number Loci	Percentage polymorphism	Heterozygosities	Genetic distance	Reference
Frog (<i>Rana rugulosa</i>)	Isozymes	7	16	62.5 - 68.7	0.153 - 0.227	0.000 - 0.0941	เฉลิมชัย และคณะ, 2540
Green turtle (<i>Chelonia mydas</i>)	Microsatellite DNA	2	3	19 - 31 ⁽¹⁾	0.74 - 0.87	0.2693	Veerapraditsin, 1997

1 = Number of alleles per locus

- เต่าตะนุ (*Chelonia mydas*) เต่าตะนุเป็นเต่าทะเลชนิดหนึ่งในประเทศไทยซึ่งมีอยู่ 4 ชนิด เต่าตะนุ เต่ากระ เต่าหญ้า และ เต่ามะเฟือง เต่ากระและเต่าตะนุจะมีการแพร่กระจายทั่วฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยและอันดามัน ส่วนเต่าหญ้าและเต่ามะเฟืองจะพบเฉพาะฝั่งทะเลอันดามันเท่านั้น เต่าทะเลในประเทศไทยเป็นสัตว์อนุรักษ์ (รุ่งนภา, 2540) แต่จำนวนเต่าทะเลลดลงเรื่อย ๆ ทั้งนี้เพราะสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง และการใช้ประโยชน์จากเต่าทะเลโดยมนุษย์เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยจึงได้ดำเนินการโครงการอนุรักษ์เต่าทะเล แต่การดำเนินการโครงการอนุรักษ์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะยังขาดแคลนข้อมูลพื้นฐานบางประการ เช่น การเปลี่ยนแปลงจำนวนในธรรมชาติ การจำแนกเพศลูกเต่าทะเล พันธุศาสตร์ประชากรเต่าทะเล ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการจัด

การอย่างยั่งยืน ดังนั้น Veerapraditsin (1997) จึงได้วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในชนิดของเต่าตะนุ จากบริเวณทะเลอันดามันและอ่าวไทยด้วยไมโครแซทเทลไลท์ (microsatellite) 3 โลกัส พบว่า ค่าเฮตเออโรไซโกซิตีเฉลี่ยในแต่ละโลกัสค่อนข้างสูง (0.87, 0.85 และ 0.74) เมื่อวิเคราะห์ระยะห่างทางพันธุกรรมของประชากรเต่าตะนุจากทะเลอันดามันและอ่าวไทย พบว่ามีความแตกต่างทางพันธุกรรมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แสดงว่าประชากรทั้งสองแบ่งแยกกัน นอกจากนั้น เมื่อใช้วิธี combined exclusion ability ของไมโครแซทเทลไลท์ทั้ง 3 โลกัสพบว่าตัวเมียจะมีการผสมพันธุ์กับตัวผู้มากกว่า 1 ครั้งในการวางไข่ 1 ครั้ง ข้อมูลทั้งหลายเหล่านี้มีประโยชน์อย่างมากในการวางแผนอนุรักษ์เต่าตะนุในประเทศไทย

15.4 บทสรุป และข้อเสนอแนะ

ได้มีการนำเอาเทคนิค protein electrophoresis, RFLP-mtDNA, RAPD และ microsatellite DNA มาศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกุ้ง หอย ปู ปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ ในประเทศไทยแล้ว ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้ คือ

15.4.1 กุ้ง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของกุ้ง 3 ชนิด คือ กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย และกุ้งก้ามกราม ซึ่งเป็นกุ้งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ไอโซไซม์ในกุ้งกุลาดำ พบความแตกต่างระหว่างประชากรกุ้งกุลาดำในทะเลอันดามันและในอ่าวไทย แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างในบริเวณอ่าวไทย แต่เมื่อใช้เทคนิคที่ละเอียดขึ้น คือ mtDNA, RAPD และ microsatellite DNA จึงสามารถจำแนกประชากรกุ้งในอ่าวไทย (ตราด และ ชุมพร) ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้ จึงได้นำไปใช้เพื่อคัดเลือก stock พ่อ-แม่พันธุ์กุ้งในโครงการปรับปรุงพันธุ์เป็นที่น่าสนใจกว่า มี

การนำเทคนิคระดับโมเลกุลทั้งหมดที่ใช้กันในปัจจุบันมาใช้ในการวิเคราะห์

15.4.2 หอย

ได้มีการนำเทคนิคการวิเคราะห์ไอโซไซม์มาใช้ในการจำแนกชนิดของหอยขม และแบ่งแยกประชากรของปลาหมึก และมีการวิเคราะห์ RAPD-markers เพื่อจำแนกชนิดและความหลากหลายทางพันธุกรรมของหอยนางรม หรือหอยตะไกร

15.4.3 ปู

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของปูนา 3 ชนิด ด้วยการวิเคราะห์ไอโซไซม์พบว่าปูอยู่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งแสดงว่าปูนามีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรมมาก ส่วนปูทะเล เมื่อใช้ RAPD-markers วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมในปูทะเล 3 ชนิด พบว่าในแต่ละชนิดมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง

15.4.4 ปลา

ปลาสำคัญทางเศรษฐกิจคือ ปลานิล ปลาช่อน ปลาดุกอูย ปลาดุกด่าน และปลาสร้อย ได้มีการนำเอาการวิเคราะห์ไอโซไซม์มาใช้จำแนกสายพันธุ์ปลานิล วิเคราะห์ประชากรปลาช่อน ปลาสร้อย และปลาดุกอูย ในปลาช่อนการแบ่งแยกประชากรมีความสัมพันธ์กับลุ่มน้ำ ส่วนปลาดุกแบ่งประชากรได้ตามแหล่งอาศัยทางภูมิศาสตร์ นอกจากเทคนิคเอนไซม์อิเล็กโตรโฟรีซิสแล้ว ยังมีการนำเอาเทคนิค microsatellite DNA มาใช้กับปลาดุกอูย และ RAPD กับปลาดุกด่าน

15.4.5 สัตว์น้ำอื่น ๆ

ได้มีการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกบนาและเต่าตะนุ การวิเคราะห์อัลโลไซม์พบว่าประชากรกบนาส่วนใหญ่มีความใกล้ชิดกันมาก และเมื่อใช้ microsatellite DNA ในเต่าตะนุทำให้สามารถแบ่งแยกประชากรเต่าตะนุในทะเลอันดามันและในอ่าวไทยได้

จากผลการศึกษาครั้งนี้ใคร่ขอให้ข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- ควรสนับสนุนให้มีการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมในชนิดสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอื่น ๆ ซึ่งมีจำนวนอีกมากมาย เช่น กรณีของสัตว์ทะเล ทั้งที่มีการเพาะเลี้ยงแล้ว หรือที่จับมาจากธรรมชาติ เพื่อประโยชน์ในการจัดการทางการประมงให้เหมาะสมในโอกาสต่อไป

- ในกรณีชนิดของสัตว์น้ำที่กำลังอยู่ในภาวะกดดัน (threatened species) ควรจะสนับสนุนให้มีการศึกษาอย่างเร่งด่วน และให้สมบูรณ์เป็นระบบ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการอนุรักษ์อย่างทันทั่วถึง

- ควรสนับสนุนให้มีการใช้เทคนิคที่ให้ข้อมูลที่ละเอียดกว่า มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลความหลากหลายทางพันธุกรรม เช่น การวิเคราะห์ลำดับดีเอ็นเอ ฯลฯ เป็นต้น

- ควรจัดให้มีการอบรมเชิงปฏิบัติการทางด้านพันธุศาสตร์ประชากรที่เต็มระบบ โดยการอบรมให้รู้จักวิธีรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เอกสารอ้างอิง

- จรัสธำดา กรรณสูตร, วงศ์ปฐม กมลรัตน์ และธวัชชัย งามศิริ. 2542. การจำแนกพันธุ์ปลานิลที่พบในน้ำทะเลความเค็มสูงเขตการเลี้ยงสัตว์ที่เมืงสถานี่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรีโดยการวิเคราะห์อิลีคโตรฟอร์ซิส. วารสารการประมง 52(6): 533-542.
- เฉลิมชัย สุวรรณรักษ์, บุญรัตน์ ประทุมชาติ และพนม สอดสุข. 2540. การศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างทางพันธุกรรมและการวัดความผันแปรทางพันธุกรรมของประชากรกบนา (*Rana rugulosa*) ในประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14 กรมประมง. 21 หน้า.
- นวลมณี พงศ์ธนา, แสงทอง ประเสริฐวิริยะกุล และพุทธรัตน์ เป้าประเสริฐกุล. 2542. โครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรปลาสลิดในประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2542. กรมประมง. 59 หน้า.
- พนม กระจำพจน์ สอดสุข และเบรนตัน เจ แม็คแอนดรูว์. 2540. อัลโลไซม์และความแตกต่างทางพันธุกรรมของปลาในกลุ่มปลานิล. วารสารการประมง 50: 331-344.
- พนม กระจำพจน์ สอดสุข และศรีรัตน์ สอดสุข. 2541. การระบุพันธุกรรมของสต็อกปลานิลจากเยอรมันนี้โดยวิธีอัลโลไซม์อิลีคโตรโฟรีซิส. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2541. กรมประมง. 6 หน้า.
- พนม กระจำพจน์ สอดสุข. 2537. ข้อมูลทางพันธุกรรมสำหรับตรวจสอบปลาในกลุ่มปลานิล 4 ชนิด โดยวิธีอิลีคโตรโฟรีซิส. วารสารการประมง 47(6): 525-539.
- พันธุ์สิน เกตุทัต, นงลักษณ์ สกฏยานนท์วิทยา, วราภร กิจวิริยะ, อนันต์ พุทธิยาสาธพร และสมณฑา พรหมบุญ. 2536. การวัดความผันแปรทางพันธุกรรมของปูนา, *Somanniathelphusa dugasti* ใน 5 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว 9(1): 20-32.
- รัตน์า ผลธัญญา. 2532. การศึกษา isozymes ในหอยตะไกร่ขาวและดำ. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 473-479.
- รุ่งนภา ผาสุข. 2540. การหาชนิดเอ็นเอที่มีความจำเพาะต่อเพศในเต่าตะนุ, *Chelonia mydas*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ. 93 หน้า.
- ศรมณ โพธิ์ทอง. 2536. การศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของปูนา 2 ชนิด *Somanniathelphusa germaini* (Rathbun, 1902) กับ *Samanniathelphusa bangkokensis* (Naiyanetr, 1982) ในภาคกลางของประเทศไทยโดยวิธีอิลีคโตรโฟรีซิส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ. 116 หน้า.
- ศรีรัตน์ สอดสุข และพนม กระจำพจน์ สอดสุข. 2541. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรกึ่งก้ามกรามจาก 3 แหล่งในประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2541. กรมประมง กรุงเทพฯ. 40 หน้า.
- ศรีรัตน์ สอดสุข และพนม กระจำพจน์ สอดสุข. 2542. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรกึ่งแซบวีย. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 51-58 หน้า.
- ศรีรัตน์ สอดสุข. 2539. ความแตกต่างและโครงสร้างทางพันธุกรรมของกึ่งกุลดำในประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 12. กรมประมง กรุงเทพฯ. 19 หน้า.
- อำนวย จรดวง ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และเจริญ ทิงโคสูง. 2543. การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของปลาตุ๋กด้านด้วยวิธีพีซีอาร์. รายงานการวิจัยเสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพฯ. 22 หน้า.
- AVISE, J. C., J. ARNOLD, R. M. BALL, E. BERMINGHAM, T. LAMB, J. E. NEIGEL, C. A. REEB AND N. C. SAUNDERS. 1987. Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18: 489-522.
- BERMINGHAM, E. 1990. Mitochondrial DNA and the analysis of fish population structure. In: WHITMORE, D. H. (ed.), Electrophoretic and isoelectric focusing techniques in fisheries management, pp. 197-239. CRC Press, Inc., Boston.
- BOORE, J. L. 1999. Survey and summary: animal mitochondrial genome. *Nucleic Acids Res.* 27: 1767-1780.
- FERRIS, S. D. AND W. J. BERG. 1986. The utility of mitochondrial DNA in fish genetics and fishery management. In: RYMAN, N. AND F. UTTER (eds.), Population genetics and fishery management, pp. 277-300. Washington Sea Grant Program. University of Washington Press, Seattle.
- HAIQING, S. 1997. Comparison of the genetic structure of four Tilapia strains using mtDNA analysis. M.S. Thesis, Asian Institute of Technology. 53 pp.
- HARA, M., M. SEKINO AND U. NA-NAKORN. 1998. Genetic differentiation of natural population of the snake-head fish, *Channa striatus*, in Thailand. *Fisheries Science* 64: 882-885.
- HOELZEL, A. R. AND A. GREEN. 1992. Analysis of population level variation by sequencing PCR-amplified DNA. In: HOELZEL, A. R. (ed.), Molecular genetic analysis of populations: a practical approach, pp. 159-188. IRL Press, Oxford.
- HOELZEL, A. R. AND G. A. DOVER. 1991. Molecular genetic ecology. IRL Press, Oxford. 75 pp.

- KLINBUNGA, S., A. BOONYAPAKDEE AND B. PRATOOMCHAT. 2000. Genetic diversity and species-diagnostic markers of mud crabs (genus *Scylla*) in eastern Thailand determined by RAPD analysis. *Mar. Biotechnol.* 2: 180-187.
- KLINBUNGA, S., D. J. PENMAN, B. J. ANDREW AND A. TASSANAKAJON. 1999. Mitochondrial DNA diversity in three populations of the giant tiger shrimp, *Penaeus monodon*. *Mar. Biotechnol.* 1: 113-121.
- KLINBUNGA, S., P. AMPAYUP, A. TASSANAKAJON, P. JARAYABHAND AND W. YOOSUKH. 2000a. Development of species-specific markers of the tropical oyster (*Crassostrea belcheri*) in Thailand. *Mar. Biotechnol.* (In press).
- KLINBUNGA, S., P. AMPAYUP, A. TASSANAKAJON, P. JARAYABHAND AND W. YOOSUKH. 2000b. Genetic diversity and molecular markers of commercial oysters (genera *Crassostrea* and *Saccostrea*) in Thailand determined by RAPD analysis. *J. Mollus. Studies* (In press).
- LYNCH, M. 1991. Analysis of population genetic structure by DNA fingerprinting. In: BURKE, T., G. DOLF, A. JEFFREYS AND R. WOLF (eds.), *DNA fingerprinting: approaches and applications*, pp 113-126. Birkhauser Verlag, Basel.
- LYNCH, M. AND B. G. MILLIGAN. 1994. Analysis of population genetic structure with RAPD markers. *Mol. Ecol.* 3: 91-99.
- MONKOLPRASIT, S., S. SONTIRAT, S. VIMOLLOHAKARN AND T. SONGSIRIKUL. 1997. Checklist of fishes in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.
- MURPHY, R. W., J. W. SITES JR., D. G. BUTH AND C. H. HAUFLE. 1990. Proteins I: isozyme electrophoresis. In: HILLIS, D. M. AND C. MORITZ, *Molecular systematics*, pp 45-126. Sinauer Associates, Inc. Publisher, Massachusetts.
- NA-NAKORN, U., M. HARA, N. TANIGUCHI AND S. SEKI. 1998. Isozymes variation of *Clarias macrocephalus* from four locations in Thailand. *Fisheries Science* 64: 526-530.
- NA-NAKORN, U., N. TANIGUCHI, E. NUGROHO, S. SEKI AND W. KAMONRAT. 1999. Isolation and characterization of microsatellite loci of *Clarias macrocephalus* and their application to genetic diversity study. *Fisheries Science* 65: 520-526.
- PRATOOMCHAT, B., Y. NATSUKARI, I. MIKI AND C. CHALERMWAT. 1998. Comparative genetic diversity of Japanese and Thai populations of squid. The Fifth International Congress on Medical and Applied Malacology, Chaingmai. pp. 1-13.
- SHAKLEE, J.B., S.R. Phelps and J. Salini. 1990. Analysis of fish stock structure and mixed-stock fisheries by the electrophoretic characterization of allelic isozymes. In D.H. WHITMORE (ed.), *Electrophoretic and isoelectric focusing techniques in fisheries management*, CRC Press, Boston. 173-196.
- SODSUK, S. 1996. Genetic population structure of *Penaeus monodon* using allozyme and mitochondrial DNA analysis. Ph.D. Thesis. University of Stirling, Stirling. 276 pp.
- SUPUNGUL, P., P. SOOTANAN, S. KLINBUNGA, W. KAMONRAT, P. JARAYABHAND, AND A. TASSANAKAJON. 2000. Microsatellite polymorphism and the population structure of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) in Thailand. *Mar. Biotechnol.* (In press).
- SUVATI, C. 1967. Fauna of Thailand. Applied scientific Research Co-operation of Thailand, Bangkok. 1100 pp.
- TAKEZAKI, N. AND M. NEI. 1996. Genetic distances and reconstruction of phylogenetic trees from microsatellite DNA. *Genetics* 144: 389-399.
- TARBSRIPAI, P. 1998. The genus *Filopaludina* (Prosobranchia: Gastropoda) of Thailand: morphology, anatomy, allozymes and systematic relationships. Ph.D. Thesis, Mahidol University, Bangkok. 120 pp.
- TASSANAKAJON, A., S. PONGSOMBOON, P. JARAYABHAND, S. KLINBUNGA AND V. BOONSAENG. 1998. Genetic structure in wild populations of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) using randomly amplified polymorphic DNA analysis. *Mar. Biotechnol.* 6: 249-254.
- TEMPLETON, A. R. 1995. Biodiversity at the molecular genetic level: experience from disparate macroorganism. In: HAWKSWORTH, D. L. (ed.), *Biodiversity: measurement and estimation*, pp. 59-64. Chapman & Hall, London.
- VEERAPRADITSIN, T. 1997. Microsatellite DNA variation in green turtles *Chelonia mydas* of Thailand, M.S. Thesis, Chulalongkorn University. Bangkok. 100 pp.
- WEIR, B. S. 1996. Genetic data analysis II. Sinauer Associates. Inc., Massachusetts. 445 pp.
- YAITAVORN, P., S. PANYIM, S. PANICHAJAKUL AND P. MENASVETA. 1991. Mitochondrial DNA probe for detecting genetic variation in giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). Proceedings of the 3rd Technical Conference on Living Aquatic Resources, pp. 256-265. Chulalongkorn University, Bangkok.

16. พันธุศาสตร์ด้านปศุสัตว์

16.1 บทนำ

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ เป็นการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์เพื่อนำสิ่งที่เด่นในความหลากหลายทางพันธุกรรมมาคัดเลือก โดยอยู่บนพื้นฐานเพื่อการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของประชากรปศุสัตว์ให้สามารถสนองความต้องการบริโภคของมนุษย์ได้ สหสาขาวิชาที่นำมาใช้ มีได้ถูกจำกัดเฉพาะหลักการของการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์หรือพันธุศาสตร์เท่านั้น หากยังรวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ (Information and Computing Science) ตลอดจนเทคโนโลยีชีวภาพด้านต่าง ๆ มาประมวลใช้อย่างเหมาะสมในการศึกษาระบบการผลิตปศุสัตว์ที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและเป็นการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน

ส่วนประกอบที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์อันจะส่งผลให้การดำเนินการประสบความสำเร็จหรือไม่นั้น ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ในการปรับปรุงพันธุ์ (Breeding objective): เป็นการกำหนดทิศทางในการพัฒนาซึ่งจะต้องสอดคล้องกับความต้องการของผู้ผลิตหรือผู้บริโภค การศึกษาเรื่องนี้นำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ช่วยในการตัดสินใจอย่างมากมาย เช่น B-OBJECT, \$INDEX, SIMBULL เป็นต้น 2) การประเมินคุณค่าทางพันธุกรรม (Genetic evaluation): เป็นการคำนวณคุณค่าทางพันธุกรรม ซึ่งสามารถแสดงค่าได้หลายลักษณะ เช่น EBV (estimated breeding value), EPDs (estimated progeny difference) และใช้ในการจัด

ลำดับและคัดเลือกสัตว์รายตัวสำหรับลักษณะเศรษฐกิจที่สนใจให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ 3) Program design: เป็นการกำหนดโครงสร้างการผสมพันธุ์ที่เหมาะสม หมายถึงรวมถึงจำนวนของเพศเมียต่อพ่อพันธุ์ ปริมาณของการคัดเลือก และระยะเวลาในการใช้พ่อแม่พันธุ์ในแต่ละระยะ สิ่งเหล่านี้จะช่วยในเป็นแนวทางในการตัดสินใจดำเนินการเลี้ยงปศุสัตว์ที่สามารถพัฒนาปรับปรุงพันธุกรรมตามต้องการ

ลักษณะทางเศรษฐกิจในการพัฒนาปศุสัตว์ เป็นลักษณะปริมาณที่ต้องมีการชั่ง ตวง วัด และเป็นข้อมูลที่สำคัญในการบ่งชี้ความสามารถของสัตว์ในการผลิต (Brinks, 1984) การทดสอบความสามารถในการถ่ายทอดพันธุกรรมลักษณะเศรษฐกิจจะแตกต่างกันไปตามลักษณะและชนิดของสัตว์ ซึ่งเป็นการประมาณจากลักษณะปรากฏที่รวบรวมไว้ระบบการจัดเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ เป็นหัวใจสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์และควบคู่ไปกับต้นทุนสูง ในต่างประเทศการจัดเก็บข้อมูลจะดำเนินการโดยสมาคมผู้บำรุงพันธุ์สัตว์ และได้รับความร่วมมือทางวิชาการจากภาครัฐและสถาบันการศึกษาในการประมวลผลทางพันธุกรรม โดยการศึกษาและทดสอบทฤษฎีทางพันธุศาสตร์ต่าง ๆ จากพันธุศาสตร์ประชากร (Population Genetics) พันธุศาสตร์ปริมาณ (Quantitative Genetics) จนถึงพันธุศาสตร์โมเลกุล (Molecular Genetics)

16.2 พันธุศาสตร์ปริมาณกับการปรับปรุงพันธุ์สัตว์

ทฤษฎีของการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ เริ่มพัฒนาจากความสนใจในการปรับปรุงพันธุ์โคนมที่สามารถแสดงให้เห็นว่า ความก้าวหน้าทางพันธุกรรมจะถูกจำกัดหากทำในฝูงปิด (Dickerson and Hazel, 1944; Rendel and Robertson, 1950) และมีการพัฒนาเทคนิคในการทดสอบสกุล (progeny test) โดยการใช้เทคนิคการผสมเทียม (Rendel and Robertson, 1950) ซึ่งความพยายามที่จะนำความรู้พื้นฐานมาปรับใช้ในประชากรโคนมจริงนี้ เปรียบเสมือนการเปิดประตูสู่การพัฒนาองค์ความรู้ต่าง ๆ อีกมากมาย

ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของประชากร (estimation of genetic (variance) parameters) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ การประมาณความแปรปรวนที่เกิดขึ้น จะเป็นการแบ่งส่วนของลักษณะสังเกต ให้อยู่ในรูปของลักษณะของความแปรปรวนแบบสะสม (additive effect) ลักษณะข่ม (dominance) epistasis และ สิ่งแวดล้อม (Falconer and Mackay, 1989) ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลความสัมพันธ์ทางเครือญาติมาร่วมด้วย ความแปรปรวนดังกล่าวสามารถประมาณได้ด้วยหลายวิธี โดยประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติมาช่วย เริ่มตั้งแต่การใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ซึ่งข้อมูลที่ใช้จะอยู่ในรูปของ Balanced data แต่เนื่องจากข้อมูลจริงที่ได้จากการผลิตโคนมนั้น เป็นข้อมูลที่ใช้เวลานานและมักจะอยู่ในลักษณะของ unbalanced data ดังนั้นวิธีการประมาณความแปรปรวนที่สามารถใช้ได้กับข้อมูลในลักษณะนี้ จึงมีพัฒนาการมาตั้งแต่ Henderson's (1953) method 3 เพื่อให้ได้วิธีการที่ประมาณองค์ประกอบของความแปรปรวนให้เหมาะสมกับโครง

สร้างของข้อมูลและแม่นยำขึ้น ความแปรปรวนที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นค่าพารามิเตอร์ที่จะใช้ในแผนการปรับปรุงพันธุ์ได้ต่อไป การคำนวณคุณค่าการผสมพันธุ์ของสัตว์ เริ่มจากการนำ linear model มาใช้ในการวิเคราะห์ generalized least square (Harvey, 1960, 1977) นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้มาจะไม่อยู่ในลักษณะสมดุลแล้ว ยังจะเป็นข้อมูลที่เกิดจากการคัดเลือกพันธุ์หรือจากแผนการปรับปรุงพันธุ์และจะไม่เกิดโดยสุ่มซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานของ ANOVA ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการที่จะเหมาะสมกับโครงสร้างของข้อมูลและให้ผลแม่นยำขึ้น จึงมีวิธีการของ maximum likelihood (Curnow, 1961) Restricted maximum likelihood (Patterson and Thompson, 1971) DFREML จนถึง Gibb sampling เพื่อใช้ในการประเมินความแปรปรวนที่เกิดขึ้น การคำนวณเหล่านี้มีขั้นตอนยุ่งยาก ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้กับการผลิตจริงและมีประสิทธิภาพเมื่อการนำ Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) มาใช้ในการประเมินคุณค่าทางพันธุกรรมในลักษณะของ animal model (Henderson, 1984) ทั้งนี้มีการพัฒนาโปรแกรมอื่น ๆ เพื่อช่วยในการคำนวณอีกด้วย (Van Raden and Freeman, 1986; Meyer, 1988) การคำนวณค่าชีวิตทางพันธุกรรมต่าง ๆ ที่สนใจได้แก่ อัตราพันธุกรรม (heritability), ความแปรปรวนทางพันธุกรรมแบบสะสม (additive genetic variance) covariance and correlation จะใช้เป็นการแสดงความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะ การประเมินประชากรที่จะทำการคัดเลือก และใช้ในการพิจารณาหาแนวทางในการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ และ เลือกใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่สามารถใช้ในแผนการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

16.3 ศักยภาพของ Genetic markers ในการผลิตสัตว์

Robertson (1982, 1986) มองเห็นศักยภาพของเทคนิค recombinant DNA ในการที่มนุษย์สามารถควบคุมการกลายพันธุ์ และสามารถนำลักษณะที่ต้องการของสิ่งมีชีวิตหนึ่ง (gene transfer) ไปเป็นส่วนประกอบทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สร้างขึ้นใหม่ได้ (transgenesis) มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (Hill and Mackay, 1989)

การนำ genetic markers หรือ candidate gene มาใช้ในการผลิตสัตว์ เป็นไปได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะในลักษณะที่ไม่สามารถมีการวัดได้โดยตรง ลักษณะที่มีการควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (Quantitative trait loci, QTL) และลักษณะที่ต้องใช้ระยะเวลานานในการเก็บข้อมูล แต่เป็นลักษณะที่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ เพื่อให้เกิดผลกำไรต่ออุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ สรุปลงดังต่อไปนี้

16.3.1 การใช้ genetic markers ที่พึงประสงค์ มาใช้เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกสัตว์ให้มีพันธุกรรมที่ต้องการ (Goddard, 1992; Van Arendonk *et al.*, 1994) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือก (selection accuracy) (Neimann-Sorensen and Robertson, 1961; Smith, 1967) ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของ Marker-assisted selection (MAS) (Soller and Beckmann, 1983)

16.3.2 ลักษณะเศรษฐกิจบางลักษณะที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง เช่น คุณภาพซาก ซึ่งมักจะใช้วิธีการคัดเลือกโดยทดสอบลักษณะนั้น ๆ จากเครือญาติ (sib testing) เป็นวิธีการที่ให้ความแม่นยำในการคัดเลือกที่ต่ำกว่าการคัดเลือกโดยตรง หากสามารถที่จะค้นหาถึง markers ของลักษณะเหล่านี้ได้ ก็จะสามารถคัดเลือกลักษณะซากจากตัวสัตว์นั้น ๆ โดยไม่ต้องมีการศึกษาซาก เป็นต้น

16.3.3 การคัดเลือกสัตว์โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงลักษณะบางลักษณะที่สามารถแสดงออกได้เฉพาะเพศใดเพศหนึ่งเท่านั้น (sex-limited traits) ได้แก่ ผลผลิตน้ำนม ผลผลิตไข่ และ

ขนาดครอกของสุกร ลักษณะเหล่านี้จะต้องมีการทดสอบลูกหลาน (progeny testing) ในโคนม หรือ การทดสอบเครือญาติ (sib-testing) ในสัตว์ปีกและสุกร การทำ DNA typing ในฝูงสัตว์ สามารถใช้ marker นี้ ในการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการในทั้งสองเพศได้ ซึ่งจะเป็นการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ได้เร็วขึ้น (Ruane and Colleau, 1996)

16.3.4 การคัดเลือกลักษณะของความสามารถในการต้านทานโรค หรือความผิดปกติที่เกิดจากพันธุกรรม (polygenic disorder) ซึ่งเป็นลักษณะที่การจัดการและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลอย่างมากในการแสดงออกของลักษณะนั้น จะต้องอาศัยการวางแผนคัดเลือกที่ดี ซึ่งจะต้องมีการลงทุนสูงมากและใช้ระยะเวลายาวนาน เพื่อที่จะคัดเลือกสัตว์ที่สามารถต้านทาน หรือรอดชีวิตจากโรคได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์ใหญ่ เช่นโค นอกจากนี้ เชื้อโรคยังมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้ความสำเร็จของการคัดเลือกโดยวิธีที่ใช้ทั่วไปไม่สามารถทำได้ ดังนั้นในการค้นหา markers ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถต้านทานโรค จึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพมากกว่า (Teale *et al.*, 1994; Crawford *et al.*, 1997) โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่ควบคุมด้วยยีนไม่กี่คู่ DNA typing ในการคัดเลือกโคที่จะนำมาใช้ในการผสมเทียม เพื่อให้ปลอดจากลักษณะไม่พึงประสงค์ที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม (DNA-assisted screening) (Hoeschele and Meinert, 1990; Charlier *et al.*, 1996)

16.3.5 ลักษณะของการให้ผลผลิตของสัตว์ตลอดชั่วชีวิต ทั้งในการให้ผลผลิตน้ำนม ระบบสืบพันธุ์และการอยู่รอดของสัตว์ ต่างก็เป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ในการใช้ประโยชน์และก่อให้เกิดผลกำไร ในการประกอบการเลี้ยงสัตว์ ข้อมูลแบบนี้ตลอดชีวิต จะต้องมีการเก็บข้อมูลระยะยาว และมีผลรวมที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมมากมาย ดังนั้นการใช้ candidate genes ในการคัดเลือกลักษณะเหล่านี้ เช่น K-casein B allele (Lin *et al.*, 1992)

ในสัตว์อายุน้อยเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ต่อไป ทำให้เพิ่มความรวดเร็วในการปรับปรุงพันธุ์ได้ ในการใช้ข้อมูล markers ร่วมกับข้อมูลผลผลิตจะสามารถทำให้การคัดเลือกลักษณะตลอดชีวิตนี้ โดยการเพิ่มความแม่นยำของการคัดเลือกและลดช่วงห่างของชั่วอายุ (generation interval) นอกจากนี้ การที่สามารถคัดเลือกพ่อแม่ก่อนการนำไปใช้ใน progeny test จะช่วยเพิ่มความเข้มข้นของการคัดเลือก (selection intensity) เมื่อมีจำนวนของพ่อแม่พันธุ์เข้าทดสอบจำนวนเท่า ๆ กัน (Kashi *et al.*, 1990)

16.3.6 การค้นหายีนพึงประสงค์ เพื่อใช้ใน gene cloning และ gene transfer ซึ่งเมื่อเทคนิคเหล่านี้มีความสมบูรณ์และใช้งานได้แล้ว จะสามารถขยายจำนวนของพันธุกรรมที่ต้องการในประชากรได้อย่างรวดเร็ว

16.3.7 การใช้ประโยชน์ของเทคนิคอนุพันธุศาสตร์อย่างแพร่หลาย ในทางการแพทย์ ก็คือการทำ DNA fingerprint เพื่อค้นหาพ่อแม่ (paternity test) (Jeffrey *et al.*, 1985; Ron *et al.*, 1996) และการประเมินอัตราเลือดชิด (Kuhnlein *et al.*, 1989) ความสัมพันธ์ทางสายเลือด (Mannen *et al.*, 1993) และ genetic distance (Kuhnlein *et al.*, 1989) ซึ่งในการประเมินอัตราเลือดชิดและความสัมพันธ์ทางสายเลือดนั้น จะมีความถูกต้องแม่นยำมากกว่าการใช้บันทึกพันธุ์ประวัติ โดยเฉพาะในโคนม โคเนื้อและสุกร ที่มีการใช้บันทึกพันธุ์ประวัติในการประเมินคุณค่าทางพันธุกรรม (genetic evaluation) และเทคนิคนี้ จะมีประโยชน์มากในประชากรที่ไม่มีการบันทึกพันธุ์ประวัติ

16.4 วิธีการที่ใช้ในการทำแผนที่ QTLs

ความพยายามที่จะหาตำแหน่งที่ตั้งของยีนเริ่มมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961 (Thoday, 1961) และมีการพัฒนาเทคนิคต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อใช้ในการศึกษาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น อาทิเช่น เทคนิค Restricted Fragment Length Polymorphisms (RFLPs, Botstein *et al.*, 1980) DNA fingerprint (Jeffreys *et al.*, 1985) Polymerase Chain Reaction (PCR, Saiki *et al.*, 1988) AFLP (Pieter *et al.*, 1995) เป็นต้น

การจัดทำแผนที่พันธุกรรมของสัตว์เลี้ยง ที่สามารถนำมาใช้ในการหาตำแหน่งยีนที่สนใจ หรือกลุ่มของยีนที่ควบคุมลักษณะเศรษฐกิจ โดยตัวบ่งชี้ทางพันธุกรรม (genetic markers) การพัฒนาทางเทคนิคยังดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ที่สามารถอธิบายการแสดงออกของยีน (Ralph *et al.*, 1993) เป็นผลให้มีวิธีการและเทคนิคทางอนุพันธุศาสตร์ที่ก้าวหน้ามากมาย ที่สามารถนำมาปรับใช้ในการคัดเลือกพันธุกรรมของลักษณะที่สำคัญได้ และมีตัวอย่างให้เห็นถึงการนำไปปรับใช้ เช่น การคัดเลือกจากความหลากหลาย

(polymorphisms) ของยีนที่ควบคุม โปรตีนนมในโคนม (Bovenhuis, *et al.*, 1992; Lin *et al.*, 1992) Bovine lymphocytes antigen (BoLA) (Hines *et al.*, 1986; Warner *et al.*, 1988) ยีนที่ควบคุม growth hormone (Hoj *et al.*, 1993; Lucy *et al.*, 1993) ยีนที่ควบคุม prolactin (Cowan *et al.*, 1990) ระบบเลือด (Haenlein *et al.*, 1987) และลักษณะของกล้ามเนื้อ (double muscling) (Charlier *et al.*, 1996)

เทคนิคที่มีประสิทธิภาพและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ในการทำแผนที่พันธุกรรม โดยเฉพาะในยีนที่ควบคุมลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ microsatellite markers (Litt and Luty, 1989; Tautz, 1989; Weber and May, 1989) ซึ่ง markers เหล่านี้มีให้เลือกใช้ในโคนม (Fries, 1993; Bishop *et al.*, 1994; Barendse *et al.*, 1994) ในแกะ (Crawford *et al.*, 1994) สุกร (Rohrer *et al.*, 1994; Visscher and Haley, 1995) และอื่น ๆ อีกมากมาย ข้อได้เปรียบของการ

ใช้ตัวบ่งชี้ชนิดนี้นั้น คือ ง่ายในการตรวจหา สามารถตรวจหาความหลากหลายได้สูง (Litt and Luty, 1989; Tautz, 1989; Weber and May, 1989) ความซ้ำของ microsatellite loci จะกระจายทั้ง genome (Stallings *et al.*, 1991) ใช้ตัวอย่าง DNA ในปริมาณที่น้อย ง่ายต่อการนำไปใช้เพราะสามารถหาได้จากการดีพีเอ็มของ primer sequences และยังสามารถใช้ในการนำข้อมูลของความหลากหลายที่เกิดขึ้นมาใช้ (Fries *et al.*, 1993; Teale *et al.*, 1994) จากข้อได้เปรียบเหล่านี้ จึงทำให้ markers นี้ เหมาะสมแบบอุดมคติในการค้นหาอื่นที่เกี่ยวข้องกับลักษณะพึงประสงค์ที่กำหนดไว้แล้วอย่างชัดเจน การที่ microsatellites สามารถให้ผลความหลากหลายในอัตราที่สูงนั้น ทำให้แตกต่างอย่างเด่นชัดจาก RFLPs ซึ่งเป็นวิธีการสามารถบ่งชี้ของการปรากฏของยีนในตำแหน่งที่มีความจำเพาะเจาะจงกับเอนไซม์ที่ใช้ ทำให้มีประโยชน์น้อยกว่าในการใช้เป็น genetic markers และมีข้อจำกัดในการใช้ค้นหาสายพ่อแม่เมื่อมีการผสมข้าม อันเป็นขั้นตอนหนึ่งของการทำแผนที่พันธุกรรม ซึ่งเทคนิค microsatellite markers นี้ มีการนำไปใช้ในการสร้างแผนที่พันธุกรรมของยีนที่ควบคุมการให้ผลผลิตน้ำนมใน โคนม (Georges *et al.*, 1994; Ron *et al.*, 1994) c) ในสัตว์ปีก (Groenen *et al.*, 1997)

ความหลากหลาย (polymorphism) ของ genetic markers ที่เกิดในแต่ละส่วนของสาย DNA ที่มีส่วนในการกำหนดหน้าที่อยู่ เป็นสาเหตุทำให้เกิดความแตกต่างกันระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันได้ genetic markers บางชนิด จะควบคุมทั้งลักษณะยีนโอไทป์ (marker genotype) และลักษณะปริมาณ (quantitative traits) ซึ่ง markers แบบนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ genetic markers และกลุ่มของยีนที่ควบคุมลักษณะนั้น ตั้งอยู่บนโครโมโซมเดียวกันในตำแหน่งที่ใกล้กันมาก จนมีลักษณะเหมือนกับการที่ยีนโดยยีนหนึ่งที่ควบคุมมากกว่าหนึ่งลักษณะ (pleiotropy) และจะมีประโยชน์มากในการใช้หาความสัมพันธ์โดย

ตรงระหว่าง genetic markers และลักษณะพึงประสงค์ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีวิธีการที่สามารถจะแยกได้ว่า การแสดงออกของ marker gene นั้นเป็นการแสดงออกโดยตรงหรือเกิดจาก linkage

16.4.1 Genetical and statistical considerations

วิธีการทางสถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์นั้น มักจะเป็นการประเมินจากข้อมูลของการแสดงออกของลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจที่พึงประสงค์นั้น ๆ ซึ่งจะแตกต่างจากการวิเคราะห์ทางอนุพันธุศาสตร์ ซึ่งเป็นการเริ่มต้นจากยีนหรือการจัดเรียงของสารพันธุกรรม (DNA sequences) ที่ทราบแล้ว แล้วค้นหาถึงผลที่มีต่อการแสดงออกของ

ลักษณะปรากฏ การนำศาสตร์ทั้งสองนี้มาใช้ร่วมกันอย่างเหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาปรับปรุงการผลิตสัตว์ แนวทางการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (Breeding strategies) ที่จะนำข้อมูลของพันธุกรรมโดยตรงหรือตัวบ่งชี้พันธุกรรมมาใช้ร่วมกับวิธีการปรับปรุงพันธุ์สัตว์มาตรฐาน (Conventional breeding programs) จึงเป็นเรื่องที่ท้าทายและเป็นที่น่าสนใจอย่างมาก (Smith and Simpson, 1986; Meuwissen and Van Arendonk, 1992) และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าเมื่อทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการใช้ประโยชน์จาก genetic markers ในการปรับปรุงพันธุ์โคนม (Kashi *et al.*, 1990; Brascamp *et al.*, 1993; Van Arendonk and Bovenhuis, 1996)

16.4.2 From QTLs to gene

เทคนิคที่มีประสิทธิภาพและถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ในการทำแผนที่พันธุกรรม โดยเฉพาะในยีนที่ควบคุมลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ microsatellite markers (Litt and Luty, 1989; Tautz, 1989; Weber and May, 1989) ซึ่ง markers เหล่านี้มีให้เลือกใช้ในโคนม (Bishop *et al.*, 1994; Barendse *et al.*, 1994) ในแกะ (Crawford *et al.*, 1994) สุกร (Rohrer *et al.*, 1994; Visscher and

Haley, 1995) และอื่น ๆ อีกมากมาย ข้อได้เปรียบของการใช้ตัวบ่งชี้ชนิดนี้นั้น คือ ง่ายในการตรวจหา สามารถตรวจหาความหลากหลายได้สูง (Litt and Luty, 1989; Tautz, 1989; Weber and May, 1989) ความซ้ำของ microsatellite loci จะกระจายทั้ง genome (Stallings *et al.*, 1991) ใช้ตัวอย่าง DNA ในปริมาณที่น้อย ง่ายต่อการนำไปใช้เพราะสามารถหาได้จากการตีพิมพ์ของ primer sequences และยังสะดวกในการนำข้อมูลของความหลากหลายที่เกิดขึ้นมาใช้ (Fries *et al.*, 1993; Teale *et al.*, 1994) จากข้อได้เปรียบเหล่านี้ จึงทำให้ markers นี้เหมาะสมแบบอุดมคติ ในการค้นหาพื้นที่เกี่ยวข้องกับลักษณะพึงประสงค์ที่กำหนดไว้แล้วอย่างชัดเจน การที่ microsatellites สามารถให้ผลความหลากหลายในอัตราที่สูงนั้น ทำให้แตกต่างอย่างเด่นชัดจาก RFLPs ซึ่งเป็นวิธีการสามารถบ่งชี้ของการปรากฏของคู่ยีนในตำแหน่งที่มีความจำเพาะเจาะจง กับเอนไซม์ที่ใช้ ทำให้มีประโยชน์น้อยกว่าในการใช้เป็น genetic markers และมีข้อจำกัดในการใช้ค้นหาสายพ่อแม่เมื่อมีการผสมข้าม อันเป็นขั้นตอนหนึ่งของการทำแผนที่พันธุกรรม ซึ่งเทคนิค microsatellite markers

นี้ มีการนำไปใช้ในการสร้างแผนที่พันธุกรรมของยีนที่ควบคุมการให้ผลผลิตน้ำนมในโคนม (Georges *et al.*, 1994; Ron *et al.*, 1994c) ในสัตว์ปีก (Groenen *et al.*, 1997)

หาก genetic markers อยู่บนโครโมโซมเดียวกันกับชุดของยีนที่ควบคุมลักษณะปริมาณที่พึงประสงค์ (QTLs) เมื่อมีการแยกตัวของยีน (segregation) แล้ว โอกาสที่ marker และ QTLs นั้น จะถ่ายทอดไปด้วยกันจากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกจะมีโอกาสสูง จึงเป็นเหตุผลที่สามารถใช้ genetic markers นั้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงลักษณะปริมาณที่ต้องการได้ อย่างไรก็ตาม genetic marker หนึ่งสามารถที่จะสัมพันธ์กับ QTLs ของหลาย ๆ ลักษณะได้ หรือในทางกลับกัน QTLs หนึ่งก็อาจมี genetic marker หลายอันได้เช่นกัน เนื่องจาก markers และ QTLs อยู่บนโครโมโซมเดียวกันนี้มีโอกาสของการเกิด recombination ซึ่งจะต้องคำนึงถึง Linkage disequilibrium ที่อาจเกิดขึ้นด้วย (Zhang and Smith, 1992) ดังนั้น คุณค่าของการใช้ markers เพื่อคัดเลือกชุดพันธุกรรมที่ต้องการ จะต้องพิจารณาเลือก markers ที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

16.5 การใช้ประโยชน์จากพันธุศาสตร์ กับการพัฒนาปรับปรุงปศุสัตว์ไทย

การผลิตปศุสัตว์ เป็นการเกษตรแขนงหนึ่งที่มีผลิตอาหารคุณภาพดีที่มีประโยชน์ต่อสุขอนามัยของมนุษยชาติ และเป็นภาคการผลิตที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่ผลิตอาหารเลี้ยงชาวโลก ซึ่งสินค้าปศุสัตว์เป็นสินค้าเกษตรรายการต้น ๆ ที่ทำรายได้เข้าประเทศอย่างมากมาย และอาชีพการปศุสัตว์ ยังเป็นอาชีพที่เสริมสร้างและกระจายความอยู่ดีกินดีในชุมชนและสังคมที่มีกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับการปศุสัตว์ แต่ถ้ามองกันจริง ๆ แล้ว การพัฒนาปศุสัตว์จากการเลี้ยงหลังบ้านเป็นอุตสาหกรรมนั้น เป็นการนำ

เข้าเทคโนโลยีเบ็ดเสร็จเข้ามาผลิตในประเทศโดยเฉพาะพันธุ์สัตว์ และเป็นการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับองค์ประกอบของพันธุกรรมนั้น

ความต้องการบริโภคอาหารโปรตีนจากสัตว์ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นในรูปของเนื้อ นม ไข่ สัตว์แรงงาน หนัง และมูลสัตว์ นั้นเป็นการใช้ประโยชน์จากปศุสัตว์มากกว่า 30 ชนิด (species) หากแต่ว่าการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ เป็นการลงทุนระยะยาวและต้องมียุคประกอบสำคัญมากมายดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นการศึกษาวิจัยและการดำเนินการตราแผนการปรับปรุงพันธุ์ได้ก็ตาม จำเป็นต้องได้รับ

การสนับสนุนอย่างจริงจัง บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญและได้รับการฝึกฝนด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์จะกระจายอยู่ตามหน่วยงานต่างๆ ทั้งของภาครัฐ สถาบันการศึกษาและภาคเอกชน ปัจจัยทางกายภาพในเรื่องความพร้อมของอุปกรณ์ เครื่องมือในห้องปฏิบัติการหรือคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ส่วนไม่ใช่ข้อจำกัดของการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (วิสุทธิ และคณะ, 2540) แต่สิ่งสำคัญที่สุดที่ประเทศไทยยังต้องพัฒนาและดำเนินการอย่างจริงจังก็คือระบบและการบริหารจัดการจัดเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ เพราะการปรับปรุงพันธุ์เป็นการประเมินความสามารถในการผลิตของสัตว์ในอนาคต จึงต้องอาศัยการประเมินที่มีประสิทธิภาพ คุณภาพของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินจึงเป็นพื้นฐานของความสำเร็จทั้งในการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์และการพัฒนาการปศุสัตว์โดยรวม

ฐานข้อมูลในการผลิตปศุสัตว์ในประเทศไทย เป็นการเก็บข้อมูลที่มีวัตถุประสงค์ในลักษณะเฉพาะกิจ ยังไม่มีการดำเนินการจัดทำฐานข้อมูลที่มีศูนย์กลางและหน่วยงานรับผิดชอบโดยตรง ความพยายามที่จะทำในลักษณะนี้เกิดขึ้นในโคเนมของประเทศ ระบบจัดเก็บข้อมูลโคเนมมีการพัฒนาหลายรูปแบบแต่มีการใช้ในฟาร์มโคเนมจริง และมีการศึกษาวิจัยได้แก่ โปรแกรม CoopLive (ปรียพันธุ์, 2536) DHI (กองบำรุงพันธุ์สัตว์, 2541) ซึ่งระบบ DHI กำลังดำเนินการทดสอบและพัฒนา เพื่อที่จะสามารถรองรับระบบการผลิตโคเนมที่แตกต่างกันในระหว่างเกษตรกร อย่างไรก็ตาม การเชื่อมโยงของแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เป็นเรื่องที่น่าสนใจและควรได้รับการสนับสนุนทางวิชาการอีกมาก

การเลี้ยงสัตว์ เป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตของไทยมาช้านาน องค์ประกอบของพันธุกรรมที่มีอยู่ในสัตว์ต่าง ๆ สามารถที่จะสะท้อนถึงประวัติศาสตร์ของวิถีชีวิตดังกล่าวได้ สัตว์ที่มีอยู่จะเป็นลักษณะพันธุกรรมที่ได้รับการคัดเลือกลักษณะพึงประสงค์ในการใช้ประโยชน์ พันธุกรรมเหล่านี้จะสะสมและถ่ายทอด

จากพ่อแม่สู่ลูกหลานรุ่นแล้วรุ่นเล่า เป็นการสะสมของความหลากหลายทางพันธุกรรม การใช้ความรู้พันธุศาสตร์ที่ก้าวหน้าเพื่อใช้เป็นสัตว์เศรษฐกิจโดยการผสมข้ามพันธุ์ มีส่วนทำให้สัตว์พื้นเมืองมีจำนวนน้อยลง เพราะสัตว์เหล่านี้ไม่สามารถให้ผลผลิตได้ดีเท่ากับสัตว์พันธุ์ใหม่ ดังนั้นความรู้และประสบการณ์ที่ได้ประสบความสำเร็จในภาคปฏิบัติและเทคโนโลยีชีวภาพ โดยเฉพาะพันธุศาสตร์โมเลกุลนั้น เป็นสิ่งที่ประเทศไทยสามารถนำมาปรับใช้เพื่อบรรลุมรดกประสงค์ทั้งในการอนุรักษ์ทรัพยากรพันธุกรรมพื้นเมือง และใช้ประโยชน์ทรัพยากรเหล่านี้ในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์สัตว์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิต พร้อมกับคุ้มครองความหลากหลายทางพันธุกรรมปศุสัตว์เพื่อปรับใช้ในอนาคต

ประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศหนึ่งที่สมบูรณ์ไปด้วยความหลากหลายทางชีวภาพอันเป็นทรัพย์ของแผ่นดินที่มีค่าอย่างยิ่ง การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรพันธุกรรมของไทยที่มีอยู่เหล่านี้จะมีความเป็นไปได้อย่างสูงหากเราสามารถที่จะจำแนก และเลือกใช้ทรัพยากรพันธุกรรมของปศุสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งสามารถทำได้ทั้งในระดับโครโมโซม (Shrimpton and Robertson, 1988; Bowcock *et al.*, 1994; Khumnirdpetch *et al.*, 1998) และระดับโมเลกุล (Arranz *et al.*, 1996; Khumnirdpetch *et al.*, 2000) เพื่อผลิตสินค้าบริการที่สามารถตอบสนองกับความต้องการบริโภคในรูปแบบต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ สามารถที่จะย่นระยะเวลาในการค้นหาข้อมูลที่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้ การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกสารพันธุกรรม (ยีน Gene) หรือตัวบ่งชี้ทางพันธุกรรม (Genetic markers) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะปริมาณที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นเทคนิคหนึ่งที่จะสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการปรับ

ปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ความพยายามที่จะหาตำแหน่งที่ตั้งของ ยีน การจัดทำแผนที่พันธุกรรมของสัตว์เลี้ยง ที่ สามารถนำมาใช้ในการหาตำแหน่งยีนที่สนใจ หรือ กลุ่มของยีนที่ควบคุมลักษณะเศรษฐกิจ โดยตัวบ่งชี้ ทางพันธุกรรม การพัฒนาทางเทคนิคยังดำเนินการ อย่างต่อเนื่อง ที่สามารถอธิบายการแสดงออกของยีน เป็นผลให้มีวิธีการและเทคนิคทางอนุพันธุศาสตร์ที่ ก้าวหน้ามากมาย ที่สามารถนำมาปรับใช้ในการคัด เลือกพันธุกรรมของลักษณะที่สำคัญ หรือลักษณะ จำเพาะของชนิดพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีผลต่อปศุสัตว์ทั้งใน การผลิตและสุขภาพของสัตว์ กรมปศุสัตว์ ได้เริ่ม ดำเนินการศึกษาทางพันธุศาสตร์โมเลกุลในสัตว์พื้น เมือง (Khumnirdpetch *et al.*, 2000) ทั้งนี้ยังมี หน่วยงานและสถาบันการศึกษาหลายแห่งที่ดำเนิน การศึกษาในลักษณะคล้ายกัน การประชุมหารือและ ติดตามความก้าวหน้าของความรู้เหล่านี้เป็นสิ่งที่เป็น สำคัญและเป็นแรงจูงใจและควรได้รับการสนับสนุนจากหน่วย

ราชการและสาธารณชน เพื่อเป็นการรวบรวมความรู้ ความเข้าใจในเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถร่วมมือ ทางวิชาการได้

นอกจากนี้ การสำรวจสถานภาพของ ทรัพยากรพันธุกรรมสัตว์พื้นเมืองในถิ่นที่อยู่ การ ประเมินศักยภาพและแนวทางการคุ้มครองทรัพยากร พันธุกรรมสัตว์เหล่านี้ จะเป็นแนวทางที่สามารถก่อ ให้เกิดการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เพื่อ การบริโภค การเสริมสร้างความสามารถในการแข่ง ขันตลาด และประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมการ ผลิตปศุสัตว์ องค์ความรู้และทรัพยากรทางวิชาการ ในด้านพันธุศาสตร์และการปรับปรุงพันธุ์ เป็นสิ่งที่ ประเทศไทยมีอยู่แล้วแม้จะมีจำนวนน้อย แต่สิ่งสำคัณ ก็คือการจัดการที่จะรวบรวมและประสานประโยชน์ เพื่อใช้ทรัพยากรเหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพ ก็จะสามารถพัฒนาปศุสัตว์ไทยให้ก้าวหน้าและสามารถ แข่งขันได้

เอกสารอ้างอิง

- กองบำรุงพันธุ์สัตว์. 2541. รายงานประจำปี 2540 กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ.
- ปรียพันธุ์ อุดมประเสริฐ. 2536. โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการฟาร์มโคนมของเกษตรกรไทย CoopLIVE. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- วิสุทธิ หีมารัตน์, จินตนา วงศ์นากนาร, จันทรา กอนันทา และธวัชชัย อินทรตุล. 2540. กิจกรรมการจัดระบบการ เก็บข้อมูลผลผลิตน้ำนม ปี 2537-2539. กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ.
- ARRANZ, J. J., Y. BAYON AND F. SA PRIMITIVO. 1996. Comparison of protein markers and microsatellites in differentiation of cattle population. *Anim. Genet.* 27: 415-419.
- BARENDSE, W., S. M. ARMITAGE, L. M. KOSSAREK, A. SHALOM, B. W. KIRKPATRICK, A. M. RYAN, D. CLAYTON, L. LI, H. L. NEIBERGS, N. ZHANG, W. M. GROSSE, J. WEISS, P. CREIGHTON, F. MCCARTHY, M. RON, A. J. TEALE, R. FRIES, R. A. MCGRAW, S. S. MOORE, M. GEORGES, M. SOLLER, J. E. WOMACK AND D. J. S. HETZEL. 1994. A genetic linkage map of the bovine map of the genome. *Nature Genet.* 6: 227-235.
- BISHOP, M. D., S. M. KAPPES, J. W. KEELE, R. T. STONE, S. L. F. SUNDEN, G. A. HAWKINS, S. S. TOLDO, R. FRIES, M. D. GROSZ, J. YOO AND C. W. BEATTIE. 1994. A genetic linkage map for cattle. *Genetics* 136: 619-639.
- BOTSTEIN, D., R. L. WHITE, M. SKOLNICK AND R. W. DAVIS. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *Amer. J. Hum. Genet.* 32: 314-331.
- BOVENHUIS, H., J. A. M. VAN ARENDONK AND K. LOVER. 1992. Associations between milk protein polymorphisms and milk production traits. *J. Dairy Sci.* 75: 2549-2559.
- BOWCOCK, A. M., A. RUIZ-LINARES, J. TOMFOHRDE, E. MINCH, J. R. KIDD AND L. L. SFORZA. 1994. High resolution of human evolutionary trees with polymorphic microsatellites. *Nature* 368: 455-457.
- BRASCAMP E. W., J. A. M. VAN ARENDONK AND A. F. GROEN. 1993. Economic appraisal for the utilization of genetic markers in dairy cattle breeding. *J. Dairy Sci.* 76: 1204-1213.

- BRINKS, J. S. 1984. The concept of performance testing. In: NELSEN, T. C. AND R. A. BELLOWS (eds.), Breeding beef cattle in a range environment, pp. 109-113. Fort Keogh Research Symposium (USDA-ARS Miles City, Montana).
- CHARLIER, C., B. DENYS, J. I. BELANCHE, W. COPIETERS, L. GROBET, M. MNI, J. WOMACK, R. HANSET AND M. GEORGES. 1996. Microsatellite mapping of the bovine roan locus: a major determinant of White Heifer Disease. *Mamm. Genome* 7: 138-142.
- COWAN C. M., M. R. DENTINE, R. L. AX AND L. A. SCHULER. 1990. Structural variation around prolactin gene linked to quantitative traits in an elite Holstein sire family. *Theor. Appl. Genet.* 79: 577-582.
- CRAWFORD, A. M., G. W. MONTGOMERY, C. A. PIERSON, T. BROWN, K. G. DODDS, S. L. F. SUNDEN, H. M. HENRY, A. J. EDE, P. A. SWARBRICK, T. BERRYMAN, J. M. PENTY AND D. F. HILL. 1994. Sheep linkage mapping: nineteen linkage groups derived from the analysis of paternal half-sib families. *Genetics* 137: 573-579.
- CRAWFORD, A. M., S. H. PHUA, J. C. MCEWAN, K. G. DODDS, C. C. WRIGHT, C. A. MORRIS, S. A. BISSET AND R. S. GREEN. 1997. Finding disease resistance QTL in sheep. *Anim. Biotech.* 8: 13-22.
- CURNOW, R. N. 1961. The estimation of repeatability and heritability from records subject to culling. *Biometrics* 17: 553-556.
- DICKERSON, G. E. AND L. N. HAZEL. 1944. Effectiveness of selection on performance as a supplement to earlier culling of livestock. *Journal of agricultural research* 69: 459-476.
- EDWARDS, A., H. A. HAMMOND, L. JIN, T. CASKEY AND R. CHAKRABORTY. 1992. Genetic variation at five trimeric and tetrameric tandem repeat loci in four human population groups. *Genomic* 12: L241-253.
- FALCONER, D. S. AND T. F. C. MACKAY. 1989. Introduction to quantitative genetics. 2nd ed. Longman Group Limited. 464 p.
- FRIES, R. 1993. Mapping the bovine genome: methodological aspects and strategy. *Anim. Genet.* 24: 111-116.
- FRIES, R., A. EGGEN AND J. E. WOMACK. 1993. The Bovine genome map. *Mamm. Genome* 4: 405-428.
- GEORGES, M., D. NIELSEN, M. MACKINNON, A. MISHRA, R. OKIMOTO, A. T. PASQUINO, L. S. SARGEANT, A. SORENSEN, M. R. STEELE, X. ZHAO, J. E. WOMACK AND I. HOESCHELE. 1994. Mapping quantitative trait loci controlling milk production in dairy cattle by exploiting progeny testing. *Genetics* 139: 907-902.
- GODDARD, M. E. 1992. A mixed model for analyses of data on multiple genetic markers. *Theor. Appl. Genet.* 83: 878-886.
- GROENEN, M. A. M., R. P. M. A. CROOIJMANS, T. VEENENDAAL, J. B. C. H. M. VAN KAAM, A. L. J. VEREIJKEN, J. A. M. VAN ARENDONK AND J. J. VAN DER POEL. 1997. QTL mapping in chicken using a three generation full sib family structure of an extreme broiler x broiler cross. *Anim. Biotech.* 8: 41-46.
- HAENLEIN, G. F. W., D. S. GONYON, R. E. MATHER AND H. C. HINES. 1987. Association of bovine blood and milk polymorphisms with lactation traits: Holsteins. *J. Dairy Sci.* 70: 2599-2609.
- HARVEY, W. R. 1960. Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. United States Department of Agriculture, ARS. 20-28.
- HARVEY, W. R. 1977. Users guide for LSML76. Mixed model least squares and maximum likelihood computer program. United States Department of Agriculture, ARS.
- HENDERSON, C. R. 1984. *Applications of linear models in animal breeding*. University of Guelph, Guelph, Canada. 423 p.
- HILL, W. G. AND T. F. C. MACKAY. 1989. Evolution and animal breeding: reviews on molecular and quantitative approaches in honour of Alan Robertson. CAB. International, UK.
- HINES, H. C., F. R. ALLAIRE AND M. M. MICHALAK. 1986. Association of bovine lymphocyte antigens with milk fat percentage differences. *J. Dairy Sci.* 69: 3148-3150.
- HOESCHELE, I. 1993. Elimination of quantitative trait loci equation in an animal model incorporating marker data. *J. Dairy Sci.* 76: 1693-1713.
- HOESCHELE, I. AND T. R. MEINERT. 1990. Association of genetic defects with yield and typ traits: The Weaver locus effect on yield. *J. Dairy Sci.* 73: 2503-2515.
- HOJ, S., M. FREDHOLM, N. J. LARSEN AND V. H. NIELSEN. 1993. Growth hormone gene polymorphism associated with selection for milk fat production in lines of cattle. *Anim. Genet.* 24: 91-96.
- JEFFREYS, A. J., V. WILSON AND S. L. THEIN. 1985. Individual-specific "fingerprints" of human DNA. *Nature* 316: 76-79.
- KASHI, Y., E. M. HALLERMAN AND M. SOLLER. 1990. Marker-assisted selection of candidate bulls for progeny testing programs. *Anim. Production* 51: 63-74.
- KHUMNIRDPECH, V., S. THAMMABOOD AND S. TRAGOONROONG. 2000. Germplasm analysis of Thai indigenous cattle. Plant and Animal Genome VIII Conference. p. 145. (Abstract).

- KHUMNIRDPETCH, V., V. CHAVANANIKUL, J. INTARAMONGKOK AND S. WATTANADORN. 1998. Karyotype of crossbred between *Bos javanicus* and *Bos banteng* sires and domestic dams. Proc. 6th World Congress on Genetic applied to livestock production. 25: 311-314.
- KUHNLEIN, U., Y. DAWÉ, D. ZADWORY AND J. S. GAVORA. 1989. DNA fingerprinting: a tool for determining genetic distances between strains of poultry. *Ther. Appl. Genet.* 77: 669-672.
- LIN, C. Y., M. P. SABOUR AND A. J. LEE. 1992. Direct typing of milk protein as an aid for genetic improvement of dairy bull and cows: a Review. *Anim. Breed. Abstr.* 60: 2-10.
- LIN, C. Y., O. SASAKI AND M. P. SABOUR. 1997. Incorporation of genetic markers into animal breeding programs. *Sabao J.* 29(1): 1-20.
- LITT, M., AND J. A. LUTY. 1989. A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. *American Journal of Human Genetics* 44: 397-401.
- LUCY, M. C., S. D. HAUSER, P. J. EPPARD, G. G. KRIVI, J. H. CLARK, D. E. BAUMAN AND R. J. COLLIER. 1993. Variants of somatotropin in cattle: gene frequencies in major dairy breeds and associated milk production. *Domest. Anim. Endocrinol.* 10: 325-333.
- MANNEN, H., S. TSUJI, F. MUKAI, N. GOTO AND S. OHTAGAKI. 1993. Genetic similarity using DNA fingerprinting in cattle to determine relationship coefficient. *Journal of Heredity* 84: 166-169.
- MEUWISSEN, T. H. E. AND J. A. M. VAN ARENDONK. 1992. Potential improvements in the rate of genetic gain from marker assisted selection in dairy cattle breeding schemes. *J. Dairy Sci.* 75: 1651-1659.
- MEYER, K. 1988. DFREML - a set of programs to estimate variance components under an individual animal model. *J. Dairy Sci.* 71, Suppl. 2: 33-34. (Abstract).
- NEIMANN-SØRENSEN, A. AND A. ROBERTSON. 1961. The associations between blood groups and several production characteristics in three Danish cattle breeds. *Acta Agricultura Scandinavica* 11: 163.
- PATTERSON, H. D. AND R. THOMPSON. 1971. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika* 58: 545-554.
- PIETER V., R. HOGERS, M. BLEEKER, M. REIJANS, T. VAN DE LEE, M. HORNES, A. FRIJTERS, J. POT, J. PELEMAN, M. KUIPER AND M. ZABEAU. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprint. *Nucleic Acids Res.* 23: 4407-4414.
- RALPH, D., M. MCCLELLAND AND J. WELSH. 1993. RNA fingerprinting using arbitrarily primed PCR identifies differentially regulated RNAs in mink lung (MylLu) cells growth arrested by transforming growth factor 1. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 90: 10710-10714.
- RENDEL, J. M. AND A. ROBERTSON. 1950a. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *Journal of Genetics*. 50: 1-8.
- RENDEL, J. M. AND A. ROBERTSON. 1950b. The use of progeny testing with artificial insemination in dairy cattle. *Journal of Genetics* 50: 21-31.
- ROBERTSON, A. 1982. Genetic engineering in animal improvement. In: Proceedings of the 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Madrid: 6 : 139-145.
- ROBERTSON, A. 1986. Molecular biology and animal improvement. In: *Proceedings of the 3rd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Lincoln, Nebraska, University of Nebraska: Vol. 12 : 32-41.
- ROHRER, G. A., L. J. ALEXANDER, J. W. KEELE, T. P. SMITH AND G. W. BEATTIE. 1994. A microsatellite linkage map of the porcine genome. *Genetics* 136: 231-245.
- RON, M., Y. BLANC, B. M. BAND, E. EZRA AND J. I. WELLER. 1996. Misidentification rate in the Israeli dairy cattle population and its implications for genetic improvement. *J. Dairy Sci.* 79: 676-681.
- RON, M., B. M. BAND, A. YANAI AND J. I. WELLER. 1994. Mapping quantitative trait loci with DNA microsatellites in a commercial dairy cattle population. *Anim. Genet.* 25: 259-264.
- RUANE, J., AND J. J. COLLEAU. 1996. Marker-assisted selection for a sex-limited character in a nucleus breeding population. *J. Dairy Sci.* 79: 1666-1678.
- SAIKI, R. K., D. H. GELFAND, S. STOFFEL, S. J. SCHARF, R. HIGUCHI, D. T. HORN, K. M. MULLIS AND H. A. ERLICH. 1988. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*. 239: 487-491.
- SHRIMPTON, A. E. AND A. ROBERTSON. 1988. The isolation of polygenic factors controlling bristle score in *Drosophila melanogaster*. 2. Distribution of third chromosome bristle effects within chromosome sections. *Genomics* 118: 445-449.
- SMITH, C. 1967. Improvement of metric traits through specific genetic loci. *Animal Production* 9: 349-358.
- SMITH, C. AND S. P. SIMPSON. 1986. The use of genetic polymorphisms in livestock improvement. *J. Anim. Breed. Genet.* 103: 205-217.
- SOLLER, M. AND J. S. BECKMANN. 1983. Genomic genetics and the utilization for breeding purposes of genetic variation between populations. In: WEIR, B. S., E. J. EISEN, M. M. GOODMAN AND G. NAMKOONG (eds.), Proc. 2nd international congress quantitative genetics, pp. 161-188. Sinauer, Sunderland MA.

- STALLINGS, R. L., F. FORD, D. NELSON, D. C. TORNEY, C. E. HILDEBRAND AND R. K. MOYZIS. 1991. Evolution and distribution of (GT)_n repetitive sequences in mammalian genomes. *Genomics* 10: 807-815.
- TAUTZ, D. 1989. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers. *Nucleic Acids Res.* 17: 6463-6471.
- TEALE, A. J., S. G. TAN AND J. H. TAN. 1994. Applications of molecular genetic and reproductive technologies in the conservation of domestic animal diversity. *Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Genet. Appl. Livest. Prod.* 21: 493-499.
- THODAY, J. M. 1961. Location of polygene. *Nature* 191: 368-370.
- VAN ARENDONK, J. A. M. AND H. BOVENHUIS. 1996. The application of genetic markers in dairy cow selection programmes. In: PHILLIPS, C. J. C. (ed.), *Papers in Dairy Science*, pp. 105-123. CAB International, UK.
- VAN ARENDONK, J. A. M., B. TIER AND B. P. KINGHORN. 1994. Use of multiple genetic markers in prediction of breeding values. *Genetics* 137: 319-329.
- VAN RADEN, P. M. AND A. E. FREEMAN. 1986. Computing restricted maximum likelihood estimates of variances and covariances. *J. Dairy Sci.* 69. Suppl. 1,208 (Abstr.)
- VISSCHER, P. M. AND C. M. HALEY. 1995. Utilizing genetic markers in pig breeding programmes. *Anim. Breed. Abstr.* 63: 1-8.
- WARNER, C. M., M. F. ROTHCHILD AND S. J. LAMONT. 1988. The molecular biology of the major histocompatibility complex of domestic animal species. Iowa State Univ. Press, Ames.
- WEBER, J. L. AND P. E. MAY. 1989. Abundant class of human DNA polymorphisms which can be typed using the polymerase chain reaction. *Amer. J. Hum. Genet.* 44: 388-396.
- ZHANG, W. AND C. SMITH. 1992. Computer simulation of marker-assisted selection utilizing linkage disequilibrium. *Theor. Appl. Genet.* 83: 813-820.

17. พันธุศาสตร์ด้านแมลง

17.1 บทนำ

สัตว์ในชั้นอินเซกตาคือพวกแมลงที่ไม่มีปีก และมีปีก ซึ่งมีจำนวนชนิดมากกว่าครึ่งหนึ่งของชนิดสิ่งมีชีวิตทั้งหมด แมลงเหล่านี้จัดแยกกันอยู่ในอันดับ (Order) ต่าง ๆ ได้ 27-29 อันดับ แล้วแต่ตำรา และย่อยลงมาเป็นวงศ์ (Family) รวมกันได้ประมาณ 750 วงศ์ การศึกษาพันธุศาสตร์ของแมลงนั้น ส่วนใหญ่ศึกษาในวงศ์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ทางการแพทย์ การเกษตร และสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาความหลากหลายและการจำแนกชนิดของแมลงนั้น จะใช้พื้นฐานของสัณฐานวิทยาอย่างเดียวไม่ได้ จำเป็นต้องใช้ผลการศึกษาด้านอื่นประกอบด้วย อาทิ การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ (cytogenetics) การศึกษาทางด้านชีวเคมีโดยการศึกษารูปแบบของยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนและเอนไซม์ต่าง ๆ โดยเทคนิคอิเล็กโทรโฟเรซิส (electrophoresis) การศึกษาด้านอนุพันธุศาสตร์ (molecular genetics) โดยการศึกษาเปรียบเทียบความ

แตกต่างของการเรียงลำดับเบสของยีน (gene sequencing) บางชนิด เช่น ribosomal DNA gene (rRNA) และ mitochondrial DNA gene (mtDNA) หรือการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของชิ้นโมเลกุลดีเอ็นเอ (DNA polymorphism) ในจีโนมของแมลงโดยวิธี RAPD (Random Amplified Polymorphic DNAs) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ประหยัด รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่แตกต่างกันและเป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต (DNA fingerprint) เป็นเครื่องหมายสำหรับแยกชนิดของแมลงออกจากกันโดยวิธี RFLPs (Restriction Fragment Length Polymorphisms) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลาย การศึกษาเหล่านี้สามารถนำไปสู่การศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของแมลงที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดและห่างไกลในสายวิวัฒนาการด้วย

17.2 การศึกษาสัณฐานวิทยา

ประเทศไทยในอดีตมีการศึกษาความหลากหลายของชนิดแมลงค่อนข้างน้อย เนื่องจากขาดงบประมาณการวิจัย ประกอบกับไม่ค่อยมีผู้สนใจทางด้านนี้มากนัก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 จนถึงปัจจุบัน นักวิชาการและนักวิจัยได้ให้ความสนใจศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะแมลง เนื่องจากได้รับแรงกระตุ้นจาก และทุนอุดหนุนจากโครงการ BRT ดังจะเห็นได้จากรายงานของการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย ในการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 3 ที่ได้มีนักวิจัยศึกษาชนิดของแมลงในภูมิภาคต่าง ๆ ของ

ประเทศ โดยการศึกษาสัณฐานวิทยาเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น แมลงหนอนปลอกหน้า (อันดับ Trichoptera) ในวงศ์ต่าง ๆ แมลงหนอนปลอกหน้าสามารถใช้เป็นดัชนีในการประเมินคุณภาพน้ำได้ จากการศึกษาพบสปีชีส์ใหม่เป็นจำนวนมาก (พรทิพย์ และคณะ, 2542; สมจิตร และพรทิพย์, 2542; นฤมล และคณะ, 2542; แต่งอ่อน และพรทิพย์, 2542; ศุภลักษณ์ และคณะ, 2542; ประสาท และคณะ, 2542) แมลงชีปะขาว (อันดับ Ephemeroptera) (นฤมล และคณะ, 2542; อลงกรณ์ และคณะ, 2542) แมลงสโตนฟลาย (อันดับ Plecoptera) (นฤมล และคณะ,

รศ. เฉลียว ภูวังคะดิลก. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2543. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 299-316.

2542) มวนน้ำจืด (อันดับ Hemiptera) ซึ่งเป็นตัวห้ำที่มีประโยชน์ในการควบคุมศัตรูตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (ศิริพร และคณะ, 2542) หิ่งห้อย (อันดับ Coleoptera) (อัญชนา และสังวรณ์, 2542) ตัวมุลสัตรี (อันดับ Coleoptera) ซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยย่อยสลายมูลสัตว์ ลดมลภาวะของมูลสัตว์ ลดการฟุ้งของพยาธิต่าง ๆ และลดการนำโรคของแมลงวันปศุสัตว์ การศึกษานี้ยังพบตัวมุลสัตรีชนิดใหม่ของโลกด้วย (ยุพา และคณะ, 2542; สุระ และคณะ, 2542) มด (อันดับ Hymenoptera) (เดชา และวาลูลี, 2542; จุฑามาศ และคณะ, 2542) แมลงวันดำ (อันดับ Diptera) ซึ่งเป็นแมลงที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและการแพทย์ โดยเป็นพาหะนำโปรโตซัวและไวรัสของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและสัตว์ปีก รวมทั้งเป็นพาหะสำคัญในการนำพาปรสิตกลมหชนิด *Onchocerca volvulus* มาสู่คนในแถบอาฟริกาและอเมริกากลาง ซึ่งมีผลทำให้คนป่วยสาตาเสียและตาบอด เกิดเป็นโรค Onchocerciasis จากการศึกษาการแพร่กระจายของแมลงวันดำในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย พบวันดำทั้งหมด 41 สปีชีส์ รวมทั้งสปีชีส์ใหม่จำนวน 6 สปีชีส์ (เจลิยว และคณะ, 2542;

Kuvangkadilok et al., 1999a; Takaoka and Kuvangkadilok, 1999; Kuvangkadilok and Takaoka, submitted) นอกจากนี้ได้มีผู้ศึกษาอนุกรมวิธานของแมลงวันดำในประเทศต่าง ๆ ของทวีปเอเชียอย่างกว้างขวาง เช่น อินเดีย (Datta, 1974a, 1974b) มาเลเซีย (Takaoka and Davies, 1995) อินโดนีเซีย (Takaoka and Davies, 1996) ได้หวัน (Takaoka, 1979) และญี่ปุ่น (Takaoka, 1977)

การศึกษาสัณฐานวิทยาของแมลงวันอันดับ Diptera นอกจากในแมลงวันดำแล้ว ยังมีการศึกษาแมลงวันผลไม้ที่เป็นแมลงศัตรูผลไม้ ทำความเสียหายแก่เกษตรกรเป็นอย่างมาก จากการศึกษาได้พบแมลงวันผลไม้สปีชีส์ใหม่เป็นจำนวนมาก (แสน, 2529) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาชนิดของยุงกันปล้อง (Peyton and Scanlon, 1966; Reid, 1970; Rattanarithikul and Green, 1986; Rattanarithikul and Harbach, 1990) และเพลี้ยไฟ (อันดับ Thysanoptera) ที่เป็นแมลงศัตรูพืชต้นมะม่วงหิมพานต์ (อินทวัฒน์, 2538)

ปัจจุบันการศึกษาสัณฐานวิทยาของแมลงวันต่างประเทศมีน้อยมาก

17.3 การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์

เนื่องจากการศึกษาอนุกรมวิธานโดยอาศัยรูปร่างลักษณะของแมลงมีปัญหาและข้อจำกัดหลายประการ การศึกษาความหลากหลายของชนิดแมลงจะทำได้ถูกต้องและแม่นยำ เมื่อแมลงเหล่านั้นมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันอย่างเด่นชัด ถ้าแมลงมีรูปร่างลักษณะภายนอกที่คล้ายคลึงกันมากโดยเฉพาะซิบลิงสปีชีส์ (sibling species) ซึ่งเป็นสมาชิกในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน (species complex) จะไม่สามารถแยกสปีชีส์ออกจากกันโดยใช้รูปร่างลักษณะได้ ดังนั้นการศึกษาในระดับโครโมโซมโดยศึกษาคาริโอไทป์ รูปร่าง ลักษณะ ขนาด รวมทั้งการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณและการกระจายของคอนสทิทิวทีฟเฮเทโรโครมาทินบนเมทาเฟสโครโมโซม

โดยการย้อมด้วยสีกิมซา (Giemsa) ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น C-banding และ G-banding หรือย้อมโครโมโซมด้วยสารเรืองแสง Hoechst-33258 จะสามารถแยกชนิดของแมลงได้ดีขึ้น โดยเฉพาะซิบลิงสปีชีส์ในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน นอกจากนี้การศึกษาแบบแผนการเรียงตัวของแบนด์บนโพลีทีนโครโมโซมที่มาจากต่อมน้ำลายของตัวอ่อนของแมลงวันอันดับ Diptera หรือมาจาก Mulpighian tubule ของแมลงตัวเต็มวัย สามารถแยกชนิดของแมลงต่าง ๆ รวมทั้งซิบลิงสปีชีส์ในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากแมลงแต่ละสปีชีส์มีแบบแผนการเรียงตัวของแบนด์บนโพลีทีนโครโมโซมจำเพาะซึ่งแตกต่างจากสปีชีส์อื่น

ในประเทศไทยได้มีผู้ศึกษาการโอไทป์เพื่อแยกชนิดของแตนเบียน (อันดับ Hymenoptera) 3 สปีชีส์ ซึ่งมีโครโมโซม $2n=17-20$ (Kitthawee et al., 1999) ตั๊กแตน (อันดับ Orthoptera) จำนวน 40 วงศ์ คือตั๊กแตนหนวดยาว (วงศ์ Acrididae) จำนวน 12 สปีชีส์ มีจำนวนโครโมโซม $2n=20-24$ ตั๊กแตนหนวดยาว (วงศ์ Tettigonidae) 7 สปีชีส์ มีจำนวนโครโมโซม $2n=22-36$ วงศ์ Pyromorphidae 2 สปีชีส์ มีจำนวนโครโมโซม $2n=22-24$ และจิ้งหรีด (วงศ์ Gryllidae) 1 สปีชีส์ มีจำนวนโครโมโซม $2n=11$ (อำพา และคณะ, 2542) นอกจากนี้ยังพบโครโมโซม Y 2 แบบ คือแบบ acrocentric และ submetacentric ใน *Anopheles culicifacies* species B และ C (Adak et al., 1997)

จากการศึกษาความแตกต่างของปริมาณและการกระจายของคอนนสัทิวท์เฟสโครมาทินในอโอโทโซมและ X โครโมโซม ทำให้สามารถแยกชนิดสปีชีส์ในกลุ่มสปีชีส์ชัษซ้อนของแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera dorsalis* ออกเป็น 26 สปีชีส์ คือ สปีชีส์ A-Z (Baimai et al., 1995, 1996, 1999; Baimai and Trinachartvanit, 1999; เฉลลา และวิสุทธิ, 2542) กลุ่มสปีชีส์ชัษซ้อนของยุงก้นปล่องชนิด *Anopheles dirus* ออกเป็น 5 สปีชีส์ (A-E) (Baimai et al., 1981, 1984, 1987, 1988) ยุงก้นปล่องชนิด *Anopheles sundaicus* (Sukowati and Baimai, 1996) และยุงก้นปล่องกลุ่มอื่น ๆ (Baimai et al., 1993a, 1993b, 1996) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาไมโททิกโครโมโซมในยุง *Culex* 3 สปีชีส์ (Motara, 1982) และยุง *Aedes* จำนวน 28 สปีชีส์ (Motara and Rai, 1977, 1978; Rao and Rai, 1987)

สำหรับโพลีทินโครโมโซมได้มีผู้ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างการเรียงตัวของแบนด์บนโพลีทินโครโมโซมเพื่อแยกชนิดของแมลงวันผลไม้ *Bactrocea tryoni* (Zhao et al., 1998) และ *Ceratitis capitata* (Zacharopoulou, 1987, 1990) ในประเทศไทยได้มีผู้ศึกษาแยกชนิดของแมลงหวี่ *Drosophila bocki* (Kitthawee and Baimai, 1994) และแมลงหวี่กลุ่ม

สปีชีส์ชัษซ้อน *Drosophila kikawai* (Kitthawee and Baimai, 1979; Baimai et al., 1980) ในยุงก้นปล่องกลุ่มสปีชีส์ชัษซ้อน *Anopheles dirus* (Poopittastaporn and Baimai, 1995) *Anopheles sundaicus* (Sukowati and Baimai, 1996) และ *Anopheles maculatus* (Green et al., 1985) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาโพลีทินโครโมโซมของ *Anopheles funestus* (Green and Hunt, 1980; Lochouarn et al., 1998) การศึกษาแบบแผนและความแตกต่างของการเรียงตัวของแบนด์และแถบสีซี (C-band) บนโพลีทินโครโมโซมของริ้นดำ 6 สปีชีส์ที่แพร่กระจายอยู่ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย (Kuvangkadilok et al., 1998, 1999b, 1999c)

การศึกษาชนิดของแมลงริ้นดำสปีชีส์ต่าง ๆ ในแอฟริกา อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ โดยการศึกษาโพลีทินโครโมโซมดังนี้ คือ *Simulium diequerense* (Boakye and Mosha, 1988) และ *S. pertinax* (Campos et al., 1996) รวมทั้งการพบ cytotypes ใหม่อีก 4 cytotypes ในแมลงริ้นดำชนิด *S. quianense* (Charalambous et al., 1996) และอีก 1 cytotype ในกลุ่มสปีชีส์ชัษซ้อน *S. metallicum* (Arteaga and Munoz, 1999) ซึ่งเดิมมีอยู่แล้ว 11 cytotypes (A-K) (Conn, 1990) นอกจากนี้ยังมีการแยกชนิดสปีชีส์ของกลุ่มสปีชีส์ชัษซ้อน *S. damnosum* ซึ่งเป็นพาหะสำคัญของพยาธิที่ก่อให้เกิดโรค Onchocerciasis ในทวีปแอฟริกาอย่างน้อยที่สุด 26 cytotypes (Dunbar and Vajime, 1972; Vajime and Dunbar, 1975; Maegga and Cupp, 1994) แยกชนิดสปีชีส์ของกลุ่มชัษซ้อน *S. vittatum* ออกเป็น III-L-1 และ IS-7 ซึ่งมีอินเวอร์ชันในโครโมโซม Y และโครโมโซม X ต่างกัน (Rothfels and Featherston, 1981) และกลุ่มชัษซ้อน *S. ochraceum* ออกเป็น สปีชีส์ A-C (Hirai et al., 1994)

ส่วนการศึกษา linkage map ในพวกหนอนไหมได้พบ genetic markers จำนวน 1,018 แห่ง บนอโอโทโซม 27 แท่ง และบน Z โครโมโซม ซึ่งเป็น

linkage map แรกของแมลงที่ศึกษาครบทุกโครโมโซมโดยไม่มีช่องว่าง (Yasukochi, 1998) นอกจากนี้ได้มีผู้ศึกษา sex chromatin ในพวกผีเสื้อที่มีระบบโครโมโซมเพศแบบ WZ/ZZ โดย sex chromatin ได้มาจากโครโมโซมเพศ W สันนิษฐานว่า sex chromatin เป็นตัวชี้การวิวัฒนาการของโครโมโซม W การสูญเสียโครโมโซม W จะควบคู่กับ

การไม่มีเฮเทโรโครมาทินที่จำเพาะในเพศเมียของแมลงที่มีระบบโครโมโซมเพศแบบ Z/ZZ ผู้ทำการวิจัยเสนอว่าเมื่อก่อนผีเสื้อมีโครโมโซมเพศแบบ Z/ZZ เหมือนพวกแมลงในอันดับ Trichoptera ต่อมาได้เกิดวิวัฒนาการของระบบโครโมโซมเพศ WZ/ZZ ขึ้นในพวกผีเสื้อ (Traut and Maroc, 1996)

17.4 การศึกษาชีวเคมีโดยเทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส

การศึกษาชีวเคมีโดยเทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิสเป็นการศึกษาแบบแผนของยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนและเอนไซม์ต่าง ๆ ในประเทศไทยได้มีผู้ศึกษาความแปรผันทางพันธุกรรมของแมลงวันผลไม้ *Bactrocera tau* โดยใช้เทคนิคอะครีลาไมด์เจลอิเล็กโตรโฟรีซิสของเอนไซม์ 9 ระบบ จำนวน 12 โลไซ พบว่ามีความแตกต่างแปรผันทางพันธุกรรมระหว่างประชากรน้อยมาก (อัญชลี และวิสุทธิ, 2542) การศึกษาแอลโลไซม์ของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจำนวน 10 กลุ่ม ที่เก็บจากภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศพบความแปรผันทางพันธุกรรมระหว่างประชากรค่อนข้างต่ำ (Tripop et al., 1999) จากการศึกษา 3 เอนไซม์โลไซของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากญี่ปุ่นและไต้หวันพบความแตกต่างของโครงสร้างประชากรทางภูมิศาสตร์ (Hoshizaki, 1997) การศึกษาความแปรผันทางพันธุกรรมของยีนที่ควบคุมการสร้างเอนไซม์ PGM และ TRF ในแมลงวันดำ *S. yahense* และ *S. sanctipauli* (Fryauff and Trpis, 1986, 1988) ศึกษาเอนไซม์ PGM และ/หรือ HK เพื่อเป็นการวินิจฉัยแยกชนิดสปีชีส์ในกลุ่มชับช้อน *S. damnosum* (Mebrahtu et al., 1987) และ

S. squamosum (Thomson et al., 1990) และแยกวันดำชนิด *S. yahense* และ *S. squamosum* ออกจากกัน (Davies et al., 1988) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาประชากรพันธุศาสตร์และการแปรผันทางพันธุกรรมของแมลงวันจากจำนวน 12 แอลโลไซม์โลไซ แต่มีเพียง 4 แอลโลไซม์โลไซที่เป็นพอลิมอร์ฟิก (Szalanski et al., 1996) และได้มีการแยกชนิดสปีชีส์ของกลุ่มสปีชีส์ชับช้อนของยุงก้นปล่อง *Anopheles dirus* (Green et al., 1992) และกลุ่มสปีชีส์ชับช้อน *Anopheles sundaicus* จากอินโดนีเซีย ออกเป็น 3 ชนิดสปีชีส์ (Sukowati et al., 1999)

นอกจากจะมีการศึกษาความแตกต่างของยีนที่ควบคุมการสร้างเอนไซม์แล้ว ได้มีผู้สกัดเอนไซม์ chitinase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการลอกคราบของแมลงและสามารถย่อยสลาย chitin ที่อยู่ในเปลือกนอกหุ้มตัวแมลงและทางเดินอาหารของแมลงจาก hornworm (*Manduca sexta*) และจากแมลงอื่นอีกหลายสปีชีส์ ได้มีการศึกษาทางเคมีและฟิสิกส์ของเอนไซม์เพื่อใช้เป็นยาฆ่าแมลง และควบคุมแมลงและเชื้อราต่าง ๆ (Kramer and Mithukrishnan, 1997)

17.5 การศึกษาอนุพันธุศาสตร์

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ได้มีการศึกษาอนุพันธุศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่น เทคนิค *In situ* hybridization เพื่อเป็นการหาตำแหน่งของยีนหรือ

genetic markers ต่าง ๆ บนโครโมโซม เทคนิค RAPD-PCR, PCR-RFLP, AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ที่มีประสิทธิภาพของ DNA fingerprint และ DNA sequencing

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการแปรผันลักษณะทางพันธุกรรมภายในประชากรของสปีชีส์หรือระหว่างสปีชีส์ ศึกษาโครงสร้างของประชากร แยกชิปลิงสปีชีส์ และศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการระหว่างสปีชีส์

ปัจจุบันในประเทศไทยมีผู้ศึกษาด้านอนุพันธุศาสตร์ของแมลงมากกว่าอดีต โดยเฉพาะเทคนิค RAPD-PCR และ PCR-RFLP เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ง่าย สะดวก ประหยัด และให้ผลเชื่อถือได้ ได้มีการศึกษาความแปรผันทางพันธุกรรมและโครงสร้างของกลุ่มประชากรผึ้งโพรงไทย *Apis cerana* โดยวิธี PCR-RFLP ของบริเวณควบคุมไมโทคอนเดรียลดีเอ็นเอ ทำให้ทราบว่าผึ้งโพรงไทยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผึ้งโพรงตอนเหนือ ตอนใต้ และเกาะสมุย (ศิริพร และคณะ, 2542; สุรเทพ และคณะ, 2542) ศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกลุ่มหนอนไหมพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ต่างประเทศโดยวิธี RAPD-PCR (พรธนา และสุรินทร์, 2538) ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของไรผึ้งโดยวิธี RAPD-PCR และการหาลำดับเบสบริเวณ ITS (วิรัช และพัชรา, 2542) ศึกษา transposable element ของแมลงวันผลไม้กลุ่มสปีชีส์ซับซ้อนชนิด *Bactrocera tau* (ชัชวาลย์ และสุจินดา, 2542) โดยเทคนิค *In situ* hybridization สามารถหาตำแหน่งของ transposable elements 4 ชนิด คือ T1, Q, Pegasus และ Mariner บนโพลีทีนโครโมโซมจาก ovarian nurse cells ของยุงก้นปล่องชนิด *Anopheles gambiae* (Mukabayire and Besansky, 1996) และ

ทำให้ทราบว่ายีน Balbiani ring (BR) 2.1 อยู่บนโพลีทีนโครโมโซมแท่งที่ 4 ของแมลงหนอนแดงชนิด *Chironomus tentans* และยีน Iron-regulatory protein 1A (IRP1A) อยู่บนโพลีทีนโครโมโซมตำแหน่ง 3R83 ของแมลงหวี่ *D. melanogaster* (Gu *et al.*, 1997) จากการศึกษาโดยเทคนิค fluorescence *In situ* hybridization (FISH) และ Southern hybridization พบการเรียงลำดับของเบสที่ซ้ำกันชนิด TTAGG ตรงปลายโครโมโซม (telomere) ในแมลงพวกผีเสื้อ ไหม ผีเสื้อกลางคืน ผีเสื้อตัวด้ง และ amphipod จำนวน 10 สปีชีส์ แต่ไม่พบในพวก Coleoptera (mealworm) แมลงหวี่ ตัวมวน และแมงมุม (Sahara *et al.*, 1999) นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาความสามารถในการทำปฏิกริยาร่วมกันของ transposable elements ชนิด hobo และ Hermes ทำให้เกิด crossmobilization ในพวกแมลง (Sundarorajan *et al.*, 1999)

ถึงแม้ว่างานวิจัยด้านอนุพันธุศาสตร์ของแมลงในประเทศไทยยังไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและมีงบประมาณจำกัด แต่งานวิจัยทางด้านนี้ในต่างประเทศ โดยเฉพาะยุโรปและอเมริกาได้รุดก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ความรู้ทางอนุพันธุศาสตร์ของแมลงได้เผยแพร่เป็นจำนวนมาก งานวิจัยด้านอนุพันธุศาสตร์ของแมลงสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 17.1

ตารางที่ 17.1 การศึกษาอนุพันธุศาสตร์ในพวกแมลง (ชั้นอินเซกตา)

อันดับ/สกุล	ยีน/โปรตีนที่ศึกษา	เทคนิค	วัตถุประสงค์	เอกสารอ้างอิง
อันดับ Lepidoptera, Diptera, Coleoptera และ Homoptera แมลงอันดับต่าง ๆ	DNA	DNA amplification fingerprint (DAF)	วินิจฉัย cell lines ของสปีชีส์ต่าง ๆ	McIntosh <i>et al.</i> , 1996
	DNA	RAPD-PCR	การแยก cell lines ของแมลง	Kawai and Mitsuhashi, 1997
อันดับ Lepidoptera ผีเสื้อ	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Aubert <i>et al.</i> , 1999
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Sperling <i>et al.</i> , 1999
อันดับ Zygoptera แมลงปอ	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Chippindale <i>et al.</i> , 1999
อันดับ Thysanoptera เพลี้ยไฟ	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Crespi <i>et al.</i> , 1998
อันดับ Mecoptera แมงป่อง	microsatellites	-	ความแตกต่างทางพันธุกรรม	Epplen <i>et al.</i> , 1998
อันดับ Isoptera ปลวก	mtDNA (cytochrome P450)	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Falckh <i>et al.</i> , 1997
	mtDNA	Double-strand conformation polymorphism (DSCP)	genetic markers ของ haplotypes ในโคลนี	Atkinson and Adams, 1997
เพลี้ยอ่อน	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Kambhampati <i>et al.</i> , 1996
	rDNA (28S)	DNA sequencing	ศึกษา secondary structure	Amako <i>et al.</i> , 1996
อันดับ Hymenoptera มด	mtDNA	DNA sequencing	โครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากร	Crozier <i>et al.</i> , 1997
แตนเบียน	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการระหว่างสกุล	Mardulyn and Whitfield, 1999
	mtDNA	PCR	เปรียบเทียบผล PCR จากตัวอย่างที่เก็บรักษาโดยวิธีต่าง ๆ	Dillon <i>et al.</i> , 1996
มด ผึ้ง ต่อ แตนเบียน ผึ้ง	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Whitfield and Cameron, 1998
	mtDNA	DNA sequencing	วิวัฒนาการของการเรียงลำดับเบสระหว่างสปีชีส์	Koulianos and Crozier, 1999
	mtDNA และ microsatellite	DNA sequencing	ความแตกต่างทางพันธุกรรม	Estoup <i>et al.</i> , 1996

ตารางที่ 17.1 (ต่อ)

อันดับ/สกุล	ยีน/โปรตีนที่ศึกษา	เทคนิค	วัตถุประสงค์	เอกสารอ้างอิง
อันดับ Homoptera เพลี้ยจักจั่น	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Arias and Sheppard, 1996
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Peterson, 1996
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Dietrich <i>et al.</i> , 1997
อันดับ Coleoptera ด้วง	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Emerson <i>et al.</i> , 1999
หิ่งห้อย	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Silvain and Delobel, 1998
	Luciferase gene	DNA sequencing	การเรียงตัวของกรด อะมิโน	Ye <i>et al.</i> , 1997
อันดับ Phthiroptera เหาไก่	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Page <i>et al.</i> , 1998
อันดับ Orthoptera จิ้งหรีด	satellite DNA (pDoP102, pDsPv400 และ pDoP500)	DNA sequencing	ความแปรผันของ การเรียงตัวของเบส	Bachman <i>et al.</i> , 1996
ด้กแตน	mtDNA	DNA sequencing	โครงสร้างทางพันธุ กรรมภายในสปีชีส์	Lunt <i>et al.</i> , 1998
	mtDNA	DNA sequencing	โครงสร้างและการ เรียงลำดับเบส	Szymura <i>et al.</i> , 1996
อันดับ Diptera แมลงหวี่	Xanthine dehydrogenase (Xdh) gene	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Rodriguez-Trelles <i>et al.</i> , 1999
	Histone genes	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Baldo <i>et al.</i> , 1999
	43 transposable elements (Tes)	-	การกระจายของ Tes ในแมลงหวี่ 228 สปีชีส์	Biemont and Cizeron, 1999
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	O'Grady, 1999
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Spicer and Pitnick, 1996
	mtDNA	RFLP	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Nikolaidis and Scouras, 1996
	Dopa decarboxylase (Ddc) gene	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Tatarenkov <i>et al.</i> , 1999
	P transposable elements	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Garcia-Planells <i>et al.</i> , 1998
	P transposable elements	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทาง สายวิวัฒนาการ	Clark <i>et al.</i> , 1998

ตารางที่ 17.1 (ต่อ)

อันดับ/สกุล	ยีน/โปรตีนที่ศึกษา	เทคนิค	วัตถุประสงค์	เอกสารอ้างอิง
แมลงวันดำ	Microsatellite	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Harr <i>et al.</i> , 1998
	Adh gene, rDNA (ITS1) และ mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	O'Grady <i>et al.</i> , 1998
	Amylase (Amy) genes	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Inomata <i>et al.</i> , 1997
	Ribosomal protein 49 (rp49) gene	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Ramos-Onsins <i>et al.</i> , 1998
	r2 elements	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Lathe and Eickbush, 1997
	Period (per) gene	DNA sequencing	ความแตกต่างระหว่างซิบลิงสปีชีส์	Gleson and Powell, 1997
	Gpdh และ Sod genes	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Barrio and Ayala, 1997
	Cuticle proteins (LCPs)	DNA sequencing	เปรียบเทียบความแตกต่างของกรดอะมิโน	Steinemann <i>et al.</i> , 1996
	YP2 yolk protein	DNA sequencing	เปรียบเทียบความแตกต่างของการเรียงลำดับเบสระหว่างสปีชีส์	Ho <i>et al.</i> , 1996
	Myosin alkali light chain (Mlc)	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Clark <i>et al.</i> , 1996
	Amylase (Amy) genes	DNA sequencing	ประวัติการวิวัฒนาการของยีน	Popadic <i>et al.</i> , 1996
	Mariner transposable element	DNA sequencing และ In situ hybridization	ศึกษาโครงสร้างของยีน	Brunet <i>et al.</i> , 1996
	Glycerol-3-phosphate dehydrogenase (Gpdh) gene	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Wells, 1996
	Clock gene period (per)	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Rosato <i>et al.</i> , 1996
	Alcohol dehydrogenase (Adh) gene	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Nurminsky <i>et al.</i> , 1996
	mtDNA	Direct heteroduplex analysis (DHDA)	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Tang <i>et al.</i> , 1996a
	rDNA (ITS)	DNA sequencing, hybridization และ heteroduplex analysis	ศึกษา heterogeneity ของแต่ละตัวและ heterogeneity ภายในสปีชีส์	Tang <i>et al.</i> , 1996b
	mtDNA	DNA sequencing และ heteroduplex analysis	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการและแยก ซิบลิงสปีชีส์	Tang <i>et al.</i> , 1995
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Pruess <i>et al.</i> , 1992
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Xiong and Kocher, 1991

ตารางที่ 17.1 (ต่อ)

อันดับ/สกุล	ยีน/โปรตีนที่ศึกษา	เทคนิค	วัตถุประสงค์	เอกสารอ้างอิง
ยุง วงศ์ Culicidae (13 สปีชีส์) <i>Culex</i> spp.	Repetitive DNA marker และ pSO11	DNA sequencing	การแปรผันภายในสปีชีส์และระหว่างสปีชีส์	Flook and Post, 1997
	mtDNA และ rDNA (ITS-1)	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Kruger <i>et al.</i> , 2000
	White gene	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Besansky and Fahey, 1997
	rDNA (ITS1, ITS2)	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Miller <i>et al.</i> , 1996
	rDNA (ITS2)	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Severini <i>et al.</i> , 1996
	rDNA	PCR-RFLP	แยกชิปลิงสปีชีส์ในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน	Debrunner-vossbrinck <i>et al.</i> , 1996
	rDNA cistron	PCR-RFLP	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Kumar <i>et al.</i> , 1998
	rDNA (ITS2)	DNA sequencing และ PCR	แยกชิปลิงสปีชีส์ในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน	Walton <i>et al.</i> , 1999
	rDNA	rDNA-PCR	แยกชิปลิงสปีชีส์ในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน	Cornel <i>et al.</i> , 1997
	rDNA (ITS2)	DNA sequencing	เพื่อสร้าง DNA probe และ primer จากลำดับเบสเฉพาะ	Fritz, 1998
	rDNA (28D3)	Single-strand conformation polymorphism (SSCP)	วินิจฉัยสปีชีส์	Koekemoer <i>et al.</i> , 1999
	rDNA	rDNA-PCR	แยกสปีชีส์	Harbach <i>et al.</i> , 1997
	rDNA	PCR-RFLP และ rDNA-PCR	แยกฟอร์มต่าง ๆ	Favia <i>et al.</i> , 1997
	rDNA (ITS2)	rDNA-PCR	แยกชิปลิงสปีชีส์ในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน	Cornel <i>et al.</i> , 1996
	rDNA (28SD2)	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Poter and Collin, 1996
	mtDNA	DNA sequencing	ศึกษา gene flow	Besansky <i>et al.</i> , 1997
	mtDNA และ rDNA (ITS2)	DNA sequencing	ศึกษาการเรียงลำดับเบส	Mukabayire <i>et al.</i> , 1999
	mtDNA และ microsatellite	DNA sequencing	โครงสร้างทางพันธุกรรม	Lehmann <i>et al.</i> , 1997
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Conn <i>et al.</i> , 1997
แมลงวัน	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Caccone <i>et al.</i> , 1996
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Bernasconi <i>et al.</i> , 2000

ตารางที่ 17.1 (ต่อ)

อันดับ/สกุล	ยีน/โปรตีนที่ศึกษา	เทคนิค	วัตถุประสงค์	เอกสารอ้างอิง
แมลงวันผลไม้	mtDNA	DNA sequencing และ PCR-RFLP	วินิจฉัยสปีชีส์	Malgorn and Coquoz, 1999
	mtDNA	DNA sequencing	ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ	Well and Sperling, 1999
	mtDNA	PCR-RFLP	วินิจฉัยสปีชีส์และศึกษาการแปรผันภายในสปีชีส์เพื่อแยกสายพันธุ์ในห้องทดลอง และตัวอย่างที่เก็บมา	Taylor <i>et al.</i> , 1996
	Mariner element	DNA sequencing	วิวัฒนาการและลักษณะของ element สัมพันธ์กับ host species	Torti <i>et al.</i> , 1998
	White gene	DNA sequencing	แบบแผนการเรียงลำดับเบสของยีน	Bennett and Frommer, 1997
	Microsatellite	สร้าง DNA probe และ sequencing	ศึกษา polymorphism ของ microsatellite	Kinnear <i>et al.</i> , 1998
	Mariner element	Plasmid-based Transposition assays	ลักษณะ Mariner element	Coates <i>et al.</i> , 1997
	Hobo, Ac, Tam3 transposon family	Genomic clone	เปรียบเทียบกับ hobo และ Ac ใน hAT elements	Handler and Gomez, 1997
	hAT transposable elements (P, hobo, Hermes, Minos and Mariner elements)	Transformation	ศึกษาการเคลื่อนย้ายของ hAT transposable elements	Pinkerton <i>et al.</i> , 1996.

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาส ผลพันธ์, ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ และสุไรกร เพิ่มคำ. 2542. ความหลากหลายของแมลงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโดนงาช้าง (เทือกเขาบรรทัด). ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 351-354.
- เฉลา สำราญดี และวิสุทธิ์ ใบไม้. 2542. การศึกษาการโอโทปีเพื่อจำแนกชนิดแมลงวันผลไม้กลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 553-555.
- เฉลียว กุวังคะดิลก, ชัยณรงค์ บุญเข็มทอง และสุวรรณี พุทธิเสนา. 2542. ความหลากหลายของสปีชีส์ของร้งดำในประเทศไทย. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 556-562.
- ชัชวาล สงวนศิลป์ และสุจินดา ธนะภูมิ. 2542. การศึกษาอนุพันธุศาสตร์ของ *hopper* transposable element จากจีโนมของแมลงวันผลไม้ในกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อนของแมลงวันทองแดงกาว (*Bactrocera tau*) ที่พบในประเทศไทย. ใน: รายงานประจำปีโครงการ BRT. Work Press Printing กรุงเทพฯ.

- เดชา วิวัฒน์วิทยา และวาลูลี โรจนวงศ์. 2542. ความหลากหลายของมดในป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 346-350.
- แดงอ่อน พรหมมี และพรทิพย์ จันทรมงคล. 2542. ความหลากหลายและการกระจายของแมลงหนอนปลอกน้ำตัวเต็มวัยจากลำธารที่ระดับความสูงต่างกันบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 310-315.
- นฤมล แสงประดับ, ยรรยงค์ อินทร์ม่วง, ชุตินา หาญจวนิช, อาษา อาษาไชย และประยุทธ์ อุดรพิมาย. 2542. การศึกษาการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงกลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ในลำธารต้นน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 316-319.
- ประสาธน์ เถืองเฉลิม, วิไลลักษณ์ ไชยปะ, นฤมล แสงประดับ และชุตินา หาญจวนิช. 2542. ความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae และ Philopotamidae บริเวณห้วยพรมแล้งและห้วยห้วยเคียว อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 326-327.
- พรทิพย์ จันทรมงคล, H. MALICKY และประจวบ ฉายบุ. 2542. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้ำกลุ่มไทรคอปเทอร่าในประเทศไทย. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 295-300.
- ยุพา หาญบุญทรง, สมหมาย ชื่นราม, สุระ พิมพ์สวัสดิ์ และ R. EMBERSON. 2542. การศึกษาอนุกรมวิธานของด้วงมูลสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 338-341.
- วิรัช ตั้งจริงใจ และพัชรา วีระกะลัส. 2542. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไรผึ้ง *Tropilaelaps* spp. ที่ศึกษาโดยการหาลำดับเบสของบริเวณ ITS และโดยการวิเคราะห์ด้วย RAPD. ใน: รายงานประจำปีโครงการ BRT. Work Press Printing กรุงเทพฯ.
- ศิริพร แซ่เฮง, นฤมล แสงประดับ และชุตินา หาญจวนิช. 2542. ความหลากหลายของมวนน้ำจืดในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 330-332.
- ศิริพร สิทธิประณีต, อรุมา ชองรัมย์, นภา ศิวรังสรรค์, กนกทิพย์ ภักดีบำรุง, สิริวดี กลิ่นบุหงา และสิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2542. ความหลากหลายของจิ้งหรีดในประเทศไทยซึ่งแสดงโดยพอลิเมอร์พีเอ็มของดีเอ็นเอ. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 630-635.
- ศุภลักษณ์ ระดมสุข, นฤมล แสงประดับ และยรรยงค์ อินทร์ม่วง. 2542. ความหลากหลายของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Hydropsychidae บริเวณห้วยพรมแล้งและห้วยห้วยเคียว อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 320-325.
- สมจิตร สมพงษ์ และพรทิพย์ จันทรมงคล. 2542. ความหลากหลายและชีววิทยาแมลงหนอนปลอกน้ำชนิด *Limnacentropus* spp. จากลำธารที่ความสูงสองระดับในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 301-304.

- สุรเทพ ภูทอง, กนกทิพย์ ภักดีบำรุง และศิริพร สิทธิประณีต. 2542. การตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของผึ้งโพรงไทย *Apis cerana* โดยใช้บริเวณควบคุมของไมโทคอนเดรียลดีเอ็นเอ. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 624-629.
- สุระ พิมพ์สวัสดิ์, ยุพา หาญบุญทรง, มโนชัย กิริติกสิกร และสมหมาย ชื่นราม. 2542. ความหลากหลายของชนิดของด้วงมูลสัตว์ในเขตการเกษตรและเขตป่าไม้. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 342-345.
- แสน ดิถุพัฒนานนท์. 2529. ความสำคัญของแมลงวันทองชนิด *Dacus tau* (Walber) ในประเทศไทย. แก่นเกษตร 14: 114-118.
- อลงกรณ์ ผาผิง, นฤมล แสงประดับ และชุติมา หาญจวนิช. 2542. ความหลากหลายของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ในห้วยหญ้าศรีและห้วยพรมแล้ง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 328-329.
- อัญชนา ทานเจริญ และสังวรณ กิจทวี. 2542. การศึกษาความหลากหลายทางชีววิทยาของประชากรหิ่งห้อยในบริเวณที่สูงและที่ราบ. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 333-337.
- อัญชลี แซ่หลี่ และวิสุทธิ์ ใบไม้. 2542. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของแมลงวันผลไม้ชนิด *Bactrocera tau* (Diptera: Tephritidae) ในประเทศไทย. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 580-586.
- อำพา เทลิ้งภิมย์, สุนทวิทย์ บุณนาค, อรอนงค์ กฤษเพชรรัตน์ และชวลิต กฤษเพชรรัตน์. 2542. การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของสัตว์บางชนิดในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน. ใน: รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press Printing กรุงเทพฯ. หน้า 563-570.
- อินทวัฒน์ บุรีคำ. 2538. การใช้การจัดการแมลงศัตรูพืชกับเพลี้ยไฟมะม่วงหิมพานต์. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ADAK, T., S. KAUS, S. WATTAL, N. NANDA AND V. P. SHARMA. 1997. Y chromosome polymorphism in species B and C of *Anopheles culicifacies* complex. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 13: 379-383.
- AMAKO, D., O. Y. KWON AND H. ISHIKAWA. 1996. Nucleotide sequence and presumed secondary structure of the 28S rDNA of pea aphid: implication for diversification of insect rRNA. *J. Mol. Evol.* 43: 469-471.
- ARIAS, M. C. AND W. S. SHEPPARD. 1996. Molecular phylogenetics of honeybee subspecies (*Apis mellifera* L.) inferred from mitochondrial DNA sequence. *Mol. Phylogenet. Evol.* 5: 557-566.
- ARTEAGA, L. T. AND P. MUNOZ DE HOYOS. 1999. New cytotype in the *Simulium mettalicum* complex (Diptera: Simuliidae) from Cundinamarca, Columbia. *J. Med. Entomol.* 36: 133-140.
- ATKINSON, L. AND E. S. ADAMS. 1997. Double-strand conformation polymorphism (DSCP) analysis of the mitochondrial control region generates highly variable markers for population studies in a social insect. *Insect Mol. Biol.* 6: 369-376.
- AUBERT, J., L. LEGAL, H. DESCIMON AND F. MICHEL. 1999. Molecular phylogeny of swallowtail butterflies of the tribe Papilionini (Papilionidae, Lepidoptera). *Mol. Phylogenet. Evol.* 12: 156-167.
- BACHMANN, L., F. VENANZETTI AND V. SBORDONI. 1996. Tandemly repeated satellite DNA of *Dolichopoda schiavazzii*: a test for models on the evolution of highly repetitive DNA. *J. Mol. Evol.* 43: 135-144.
- BAIMAI, V. AND W. TRINACHARTVANIT. 1999. Metaphase karyotype of fruit flies of Thailand. III. Six members of the *Bactrocera dorsalis* complex. *Zool. Stud.* 38: 110-118.
- BAIMAI, V., B. A. HARRISON AND L. SOMCHIT. 1981. Karyotype differentiation of three anopheline taxa in the balabacensis complex of southeast Asia (Diptera: Culicidae). *Genetica* 57: 81-86.
- BAIMAI, V., J. PHINCHONGSAKULDIT AND S. TIGVATTANANONT. 1999. Metaphase karyotype of fruit flies of Thailand. IV. Evidence of six new species of the *Bactrocera dorsalis*. *Cytologia* 64: 371-377.

- BAIMAI, V., R. RATTANARITHIKUL AND U. KIJCHALOA. 1993a. Metaphase karyotype of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) of Thailand and southeast Asia. I. The Hyrcanus Group. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 9: 59-67.
- BAIMAI, V., R. E. HARBACH AND U. KIJCHALAO. 1988. Cytogenetic evidence for a fifth species within the taxon *Anopheles dirus* in Thailand. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 3: 333-338.
- BAIMAI, V., R. G. ANDRE AND B. A. HARRISON. 1984. Heterochromatin variation in the sex chromosomes in Thailand populations of *Anopheles dirus* A (Diptera: Culicidae). *Can. J. Genet. Cytol.* 26: 633-636.
- BAIMAI, V., R. G. ANDRE, B. A. HARRISON, U. KIJCHALAO AND L. PANTHUSIRI. 1987. Crossing and chromosomal evidence for additional sibling species within the taxon *Anopheles dirus* Peyton and Harrison (Diptera: Culicidae) in Thailand. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 89: 157-166.
- BAIMAI, V., S. KITTHAWEE AND C. CHUMCHONG. 1980. Cytogenetic relationship of three sibling species of the *Drosophila kikkawai* complex. *Jpn. J. Genet.* 55: 177-187.
- BAIMAI, V., U. KIJCHALOA AND R. RATTANARITHIKUL. 1993b. Metaphase karyotype of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) of Thailand and southeast Asia. II. Maculatus group, Neocellia series, subgenus *Cellia*. *Mosq. Syst.* 25: 116-123.
- BAIMAI, V., U. KIJCHALOA AND R. RATTANARITHIKUL. 1996. Metaphase karyotype of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) of Thailand and southeast Asia. VI. The Pyretophorus and the Neomyzomyia series, subgenus *Cellia* (Diptera: Culicidae). *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 12: 669-675.
- BAIMAI, V., W. TRINACHARTVANIT, S. TIGVATTANANONT AND P. J. GROTE. 1996. Metaphase karyotype of fruit flies of Thailand. II. Five species of four subgenus of *Bactrocera*. *J. Sci. Soc. Thailand* 22: 97-104.
- BAIMAI, V., W. TRINACHARTVANIT, S. TIGVATTANANONT, P. J. GROTE, R. PORAMACOM AND U. KIJCHALAO. 1995. Metaphase karyotype of fruit flies in Thailand. I. Five sibling species of the *Bactocera dorsalis* complex. *Genome* 38: 1015-1022.
- BALDO, A. M., D. H. LES AND L. D. STRAUSBAUGH. 1999. Potentials and limitations of histone repeat sequences for phylogenetic reconstruction of Sophaphora. *Mol. Biol. Evol.* 16: 1511-1520.
- BARRIO, E. AND F. J. AYALA. 1997. Evolution of the *Drosophila obscura* species group inferred from the Gpdh and Sod genes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 7: 79-93.
- BEHANSKY, N. J., T. LEHMANN, G. T. FAHEY, D. FONTENILLE, L. E. BRAOCK, W. A. HAWLEY AND F. H. COLLINS. 1997. Patterns of mitochondrial variation within and between African malaria vectors, *Anopheles gambiae* and *An. arabiensis*, suggest extensive gene flow. *Genetics* 147: 1817-1828.
- BENNETT, C. L. AND M. FROMMER. 1997. The white gene of the tephritid fruit fly *Bactrocera tryoni* is characterized by a long untranslated 5' leader and a 12 kb first intron. *Insect Mol. Biol.* 6: 343-356.
- BERNASCONI, M. V., C. VALSANGIACOMO, J.-C. PIFFARETTI AND P. I. WARD. 2000. Phylogenetic relationships among Muscoidea (Diptera: Calypttratae) based on mitochondrial DNA sequences. *Insect Mol. Biol.* 9: 67-74.
- BESANSKY, N. J. AND G. T. FAHEY. 1997. Utility and the white gene in estimating phylogenetic relationships among mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Mol. Biol. Evol.* 14: 442-454.
- BIEMONT, C. AND G. CIZERON. 1999. Distribution of transposable elements in *Drosophila* species. *Genetica* 105: 43-62.
- BOAKYE, D. A. AND F. W. MOSHA. 1988. The distribution and chromosome polymorphism of *Simulium dieguerense* (Diptera: Simuliidae). *Trop. Med. Parasit.* 39: 117-119.
- BRUNET, F., F. GODIN, C. BAZIN, F. R. DAVID AND P. CAPY. 1996. The mariner transposable element in natural populations of *Drosophila teissieri*. *J. Mol. Evol.* 42: 669-675.
- CACCONI, A., B. A. GARCIA AND J. R. POWELL. 1996. Evolution of mitochondrial DNA control region in the *Anopheles gambiae* complex. *Insect Mol. Biol.* 5: 51-59.
- CAMPOS, J., S. M. RECCOPIMENTEL AND C. F. S. ANDRADE. 1996. Polytene chromosome analysis of a population of *Simulium pertinax* (Diptera: Simuliidae). *Brazilian J. Genet.* 19: 47-52.
- CHARALAMBOUS, M., A. J. SHELLEY, M. M. HERZOG AND A. P. DIAS. 1996. Four new cytotypes of the onchocerciasis vector blackfly *Simulium quianense* in Brazil. *Med. Vet. Entomol.* 10: 111-120.
- CHIPPINDALE, P. T., V. K. DAVE, D. H. WHITMORE, J. V. ROBINSON. 1999. Phylogenetic relationships of North American damselflies of the genus *Ischnura* (Odonata: Zygoptera: Coenagrionidae) based on sequence of three mitochondrial genes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 11: 110-121.
- CLARK, A. G., B. G. LEICHT AND S. V. MUSE. 1996. Length variation and secondary structure of introns in the Mcl gene in six species of *Drosophila*. *Mol. Biol. Evol.* 13: 471-482.
- CLARK, J. B., B. C. KIM AND M. G. KIDWELL. 1998. Molecular evolution of P transposable elements in the genus *Drosophila*. III. The melanogaster species group. *Mol. Biol. Evol.* 15: 746-755.

- COATES, C. J., C. L. TURNEY, M. FROMMER, D. A. O'BROCHTA AND P. W. ATKINSON. 1997. Interplasmid transposition of the mariner transposable element in non-drosophilid insects. *Mol. General Genet.* 253: 728-733.
- CONN, J. 1990. Chromosome key to the larvae of the *Simulium metallicum* complex (Diptera: Simuliidae) from Latin America. *J. Med. Entomol.* 27: 459-466.
- CONN, J. E., S. E. MITCHELL AND A. F. COCKBURN. 1997. Mitochondrial DNA variation within and between two species of neotropical anopheline mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Heredity* 88: 98-107.
- CORNEL, A. J., C. H. PETOR AND F. H. COLLINS. 1996. Polymerase chain reaction species diagnostic assay for *Anopheles quadrimaculatus* cryptic species (Diptera: Culicidae) based on ribosomal DNA ITS2 sequences. *J. Med. Entomol.* 33: 109-116.
- CORNEL, A. J., M. COETZER, A. J. VAN RENSBURG, L. L. KOCKEMOER, R. H. HUNT AND F. H. COLLINS. 1997. Ribosomal DNA-polymerase chain reaction assay discriminates between *Anopheles quadrimaculatus* and *An. merus* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 34: 573-577.
- CRESPI, B. J., D. A. CARMEAN, L. A. MOUND, M. WOROBEY AND D. MORRIS. 1998. Phylogenetics of social behavior in Australian gall-forming thrips: evidence from mitochondrial DNA sequence, adult morphology and behavior, and gall morphology. *Mol. Phylogenet. Evol.* 9: 163-180.
- CROZIER, R. H., B. P. OLDROYD, B. E. KAUFMANN, R. N. JOHNSON, M. E. CAREW AND K. M. JENNINGS. 1997. Molecular advances in understanding social insect population structure. *Electrophoresis* 18: 1672-1675.
- DATTA, M. 1974a. Some black flies (Diptera: Simuliidae) of the subgenus *Simulium* Latreille (s.str.) from Darjeeling area, India. *Orient. Insects* 8: 15-27.
- DATTA, M. 1974b. New species of black flies (Diptera: Simuliidae) of the Darjeeling area, India. *Orient. Insects* 8: 457-468.
- DAVIES, J. B., M. C. THOMSON AND P. A. BEECH-GAUWOOD. 1988. Morphological identification of *Simulium yahense* and *Simulium squamosum* in the south of Sierra Leone confirmed by enzyme electrophoresis. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 82: 643.
- DEBRUNNER-VOSSBRINCK, B. A., C. R. VOSSBRINCK, M. H. VODKIN AND R. J. NOVAK. 1996. Restriction analysis of the ribosomal DNA internal transcribed spacer region of *Culex restuans* and mosquitoes in the *Culex pipiens* complex. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 12: 477-482.
- DIETRICH, C. H., R. F. WHITCOMB AND W. C. BLACK. 1997. Phylogeny of the grassland leafhopper genus *Flexamia* (Homoptera: Cicadellidae) based on mitochondrial DNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 8: 139-149.
- DILLON, N., A. D. AUSTIN AND E. BARTOWSKY. 1996. Comparison of preservative techniques for DNA extraction from hymenopterous insects. *Insect Mol. Biol.* 5: 21-24.
- DUNBAR, R. W. AND C. G. VAJIME. 1972. The *Simulium* (*Edwardsellum*) *damnosum* complex. A report on cytotoxic studies to April 1972 WHO/VBC/SC/72.100 Mimeogr. Doc.
- EMERSON, B. C., P. OROMI AND G. M. HEWITT. 1999. MtDNA phylogeography and recent intra-island diversification among Canary Island *Calathus* beetles. *Mol. Phylogenet. Evol.* 13: 149-158.
- EPPLEN, C., I. OVER, T. LUBJUN, J. T. EPPLEN AND K. P. SAUER. 1998. Genetic distinction of scorpionflies (*Panorpa vulgaris*) by microsatellite. *Mol. Ecol.* 7: 1256-1258.
- ESTOUP, A., M. SOLIGNAC, J. M. CORNUET, J. GOUDET AND A. SCHOLL. 1996. Genetic differentiation of continental and island populations of *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) in Europe. *Mol. Ecol.* 5: 19-31.
- FALCKH, P. H., W. BALCOMBE, V. S. HARITOS AND J. T. AHOKAS. 1997. Isolation and identification of a cytochrome P450 sequence in an Australian termite, *Mastotermes darwiniensis*. *Biochem. Biophys. Res. Commu.* 241: 579-583.
- FAVIA, G., A. DELLA TORRE, M. BAGAYOKO, A. LANFRANCOTTI, N. SAGNON, Y. T. TOURE AND M. COLUZZI. 1997. Molecular identification of sympatric chromosomal forms of *Anopheles gambiae* and furthers evidence of their reproductive isolation. *Insect Mol. Biol.* 6: 377-383.
- FLOOK, P. K. AND R. J. POST. 1997. Molecular population studies of *Simulium damnosum* s.l. (Diptera: Simuliidae) using a novel interspersed repetitive DNA marker. *Heredity* 79: 531-540.
- FRITZ, G. N. 1998. Sequence analysis of the rDNA internal transcribed spacer 2 of five species of south American human malaria mosquitoes. *DNA Sequence* 8: 215-221.
- FRYAUFF, D. J. AND M. TRPIS. 1986. Identification of larval and adult *Simulium yahense* and *Simulium sanctipauli* based on species-specific enzyme markers at their distribution at different breeding habitats in Central Liberia. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 35: 1218-1230.
- FRYAUFF, D. J. AND M. TRPIS. 1988. Population relationship of *Simulium yahense* and *Simulium sanctipauli* in the Firestone Rubber Plantation at Harbel, Liberia. *Med. Vet. Entomol.* 2: 152-160.
- GARCIA-PLANELLAS, J., N. PARICIO, J. B. CLARK, R. DE FRUTOS AND M. G. KIDWELL. 1998. Molecular evolution of P transposable elements in the genus *Drosophila*. II. The *obscura* species group. *J. Mol. Evol.* 47: 282-291.

- GLESON, J. M. AND J. R. POWELL. 1997. Interspecific and intraspecific comparisons of the period locus in the *Drosophila willistoni* sibling species. *Mol. Biol. Evol.* 14: 741-752.
- GREEN, C. A., L. E. MUNSTERMANN, S. G. TAN, S. PANYIM AND V. BAIMAI. 1992. Population genetic evidence for species A, B, C and D of the *Anopheles dirus* complex in Thailand and enzyme electromorphs for their identification. *Med. Vet. Entomol.* 6: 29-36.
- GREEN, C. A. AND R. H. HUNT. 1980. Interpretation of variation in ovarian polytene chromosome of *Anopheles funestus* Giles *A. parensis* Gillies and *A. aruni*. *Genetics* 51: 187-195.
- GREEN, C. A., V. BAIMAI, B. A. HARRISON AND R. G. ANDRE. 1985. Cytogenetic evidence for a complex of species within the taxon *Anopheles maculatus* (Diptera: Culicidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 24: 321-328.
- GU, H. F., M. I. LIND, L. WIESLANDER, U. LANDEGREN, K. SODERHALL AND O. MALEFORS. 1997. Using PRINS for gene mapping in polytene chromosomes. *Chromosome Res.* 5: 463-465.
- HANDLER, A. M. AND S. P. GOMEZ. 1997. A new hobo, Ac, Tam3 transposable elements, hopper, from *Bactrocera dorsalis* in distantly related to hobo and Ac. *Gene* 105: 133-135.
- HARBACH, R. E., H. TOWERSON, L. G. MUKWAYA AND T. ADENIRAN. 1997. Use of rDNA-PCR to investigate the ecological distribution of *Anopheles bwambae* complex of mosquitoes in Bwamba Country, Uganda. *Med. Vet. Entomol.* 11: 329-334.
- HARR, B., S. WEISS, J. R. DAVID, G. BREM AND C. SCHLOTTERER. 1998. A microsatellite-based multilocus phylogeny of the *Drosophila melanogaster* species complex. *Current Biol.* 8: 1183-1186.
- HIRAI, H., W. S. PROCUNIER, J. O. OCHOA AND K. UEMOLO. 1994. A cytotoxic analysis of the *Simulium ochraceum* species complex (Diptera: Simuliidae) in central America. *Genome* 37: 36-53.
- HO, K. F., E. M. CRADDOCK, F. PIANO AND M. P. KAMBYSELLIS. 1996. Phylogenetic analysis of DNA length mutations in a repetitive region of the Hawaiian *Drosophila yolk* protein gene Yp2. *J. Mol. Evol.* 43: 116-124.
- HOSHIZAKI, S. 1997. Allozyme polymorphism and geographic variation in the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus* (Homoptera: Delphacidae). *Biochem. Genet.* 35: 383-393.
- INOMATA, N., H. TACHIDA AND T. YAMAZAKI. 1997. Molecular evolution of the Amy multigenes in the subgenera Sophophora of *Drosophila*. *Mol. Biol. Evol.* 14: 942-950.
- KAMBHAMPATI, S., K. M. KJER AND B. L. THORNE. 1996. Phylogenetic relationship among termite families based on DNA sequence of mitochondrial 16S ribosomal RNA gene. *Insect Mol. Biol.* 5: 229-238.
- KAWAI, Y. AND J. MITSUHASHI. 1997. An insect cell line discrimination method by RAPD-PCR. *In vitro Cellular Devel. Biol. Ani.* 33: 512-515.
- KINNEAR, M. W., H. S. BARIANA, J. A. SVED AND M. FROMMER. 1998. Polymorphic microsatellite markers for population analysis of a tephritid pest species, *Bactrocera tryoni*. *Mol. Ecol.* 7: 1489-1495.
- KITTHAWEE, S. AND V. BAIMAI. 1979. Salivary gland chromosome and gene arrangements of *Drosophila kikkawai* Burla from Thailand. *J. Sci. Soc. Thailand* 5: 168-174.
- KITTHAWEE, S. AND V. BAIMAI. 1994. Polytene chromosome arrangement in *Drosophila bochki*. *Jpn. J. Genet.* 69: 227-231.
- KITTHAWEE, S., S. SINGHAPONG AND V. BAIMAI. 1999. Metaphase chromosomes of parasitic wasp *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in Thailand. *Cytologia* 64: 111-115.
- KOEKEMOER, L. L., L. LOCHOUARN, R. H. HUNT AND M. COETZEE. 1999. Single-strand conformation polymorphism analysis for identification of four members of the *Anopheles funestus* (Diptera: Culicidae) group. *J. Med. Entomol.* 36: 125-130.
- KOULIANOS, S. AND R. H. CROZIER. 1999. Current intraspecific dynamics of sequence evolution differs from long-term trends and can account for the AT-richness of honeybee mitochondrial DNA. *J. Mol. Evol.* 49: 44-48.
- KRAMER, K. J. AND S. MUTHUKRISHNAN. 1997. Insect chitinases: molecular biology and potential use as biopesticides. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 27: 887-900.
- KRÜGER, A., A. GELHAUS AND R. GARMS. 2000. Molecular identification and phylogeny of east African *Simulium damnosum* s.l. and their relationship with west African species of the complex (Diptera: Simuliidae). *Insect Mol. Biol.* 9: 101-108.
- KUMAR, A., W. C. 4TH BLACK AND K. S. RAI. 1998. An estimate of phylogenetic relationship among culicine mosquitoes using a restriction map of the rDNA cistron. *Insect Mol. Biol.* 7: 367-373.
- KUVANGKADILOK, C., C. BOONKEMTONG AND S. PHAYUHASANA. 1998. C-banding in polytene chromosomes of six *Simulium* species (Diptera: Simuliidae) from Doi Inthanon National Park, northern Thailand. *J. Sci. Soc. Thailand* 24: 215-230.
- KUVANGKADILOK, C. AND H. TAKAOKA. Taxonomic note on Simuliidae (Diptera) from Thailand: description of a new species and new distributional records of nine known species. *Jpn. J. Trop. Med. Hyg.* (Submitted).

- KUVANGKADILOK, C., C. BOONKEMTONG AND S. PHAYUHASANA. 1999a. Distribution of the larvae of black flies (Diptera: Simuliidae) at Doi Inthanon National Park, northern Thailand. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 30: 328-337.
- KUVANGKADILOK, C., C. BOONKEMTONG AND S. PHAYUHASANA. 1999c. Larval polytene chromosomes of five *Simulium* species (Diptera: Simuliidae) from Doi Inthanon National Park, northern Thailand. *Cytologia* 64: 197-207.
- KUVANGKADILOK, C., S. PHAYUHASANA AND V. BAIMAI. 1999b. Population cytogenetic studies on *Simulium feuerborni* Edwards (Diptera: Simuliidae) from northern Thailand. *Genome* 42: 80-86.
- LATHE, W. C. 3RD. AND T. H. EICKBUSH. 1997. A single lineage of r2 retrotransposable elements in an active, evolutionarily stable component of the *Drosophila* rDNA locus. *Mol. Biol. Evol.* 14: 1232-1241.
- LEHMANN, T., N. J. BESANSKY, W. A. HAWLEY, T. G. FAHEY, L. KAMAU AND F. H. COLLINS. 1997. Microgeographic structure of *Anopheles gambiae* in western Kenya based on mtDNA and microsatellite loci. *Mol. Ecol.* 6: 243-253.
- LOCHOUARN, L., I. DIA, D. BOCCOLINI, M. COLUZZI AND D. FONTENILLE. 1998. Bionomical and cytogenetic heterogeneities of *Anopheles funestus* in Senegal. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 92: 607-612.
- LUNT, D. H., K. M. IBRAHIM AND G. M. HEWITT. 1998. MtDNA phylogeography and postglacial patterns of subdivision in the meadow grasshopper *Chorthippus parallelus*. *Heredity* 80: 633-641.
- MAEGGA, B. T. A. AND E. W. CUPP. 1994. Cytotaxonomy of the *Simulium damnosum* complex and description of new cytotypes in the tukuyu focus, southeast Tanzania. *Trop. Med. Parasitol.* 45: 125-129.
- MALGORN, Y. AND R. COQUOZ. 1999. DNA typing for identification of some species of Calliphoridae. An interest in forensic entomology. *Forensic Sci. Inter.* 102: 111-119.
- MARDULYN, P. AND J. B. WHITFIELD. 1999. Phylogenetic signal in the COI, 16S, and 28S gene for inferring relationships among genera of Microgastrinae (Hymenoptera: Braconidae): evidence of a high diversification rate in this group of parasitoids. *Mol. Phylogenet. Evol.* 12: 282-294.
- MCINTOSH, A. H., J. J. GASELA AND R. L. MATTERI. 1996. Identification of insect cell lines by DNA amplification fingerprinting (DAF). *Insect Mol. Biol.* 5: 187-195.
- MEBRAHTU, Y., R. F. BEACH, L. D. HENDRICKS AND C. N. OSTER. 1987. Isozyme variation in *Simulium* (*Edwardsellum*) *damnosum* s.l. (Diptera: Simuliidae) from Kenya. *J. Am. Control Assoc.* 3: 196-200.
- MILLER, P. R., M. B. CRABTREE AND H. M. SAVAGE. 1996. Phylogeny of fourteen *Culex* mosquito species, including the *Culex pipiens* complex, inferred from the internal transcribed spacers of ribosomal DNA. *Insect Mol. Biol.* 5: 93-107.
- MOTARA, M. 1982. Giemsa C-banding in four species of mosquitoes. *Chromosoma* 86: 319-323.
- MOTARA, M. AND K. S. RAI. 1977. Chromosomal differentiation in the species of *Aedes* and their hybrid revealed by Giemsa C-banding. *Chromosoma* 64: 125-132.
- MOTARA, M. AND K. S. RAI. 1978. Giemsa C-banding patterns in *Stegomyia* mosquitoes. *Chromosoma* 70: 51-58.
- MUKABAYIRE, O. AND N. J. BESANSKY. 1996. Distribution of T1, Q, Pegasus and mariner transposable elements on the polytene chromosome of DEST, a standard strain of *Anopheles gambiae*. *Chromosoma* 104: 585-595.
- MUKABAYIRE, O., D. BOCCOLINI, L. LOCHOUARN, D. FONTENILLE, N. J. BESANSKY. 1999. Mitochondrial and ribosomal internal transcribed spacer (ITS2) diversify of the African malaria vector *Anopheles funestus*. *Mol. Ecol.* 8: 289-297.
- NIKOLAIDIS, N. AND Z. G. SCOURAS. 1996. The *Drosophila montium* subgroup species. Phylogenetic relationships based on mitochondrial DNA analysis. *Genome* 39: 874-883.
- NURMINSKY, D. I., E. N. MORIYAMA, E. R. LOZOVSKAYA AND D. L. HARTL. 1996. Molecular phylogeny and genome evolution in the *Drosophila virilis* species group: duplications of the alcohol dehydrogenase gene. *Mol. Biol. Evol.* 13: 132-149.
- O'GRADY, P. M. 1999. Reevaluation of phylogeny in the *Drosophila obscura* species group based on combined analysis of nucleotide sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 12: 124-139.
- O'GRADY, P. M., J. B. CLARK AND M. G. KIDWELL. 1998. Phylogeny of the *Drosophila saltans* species group based on combined analysis of nuclear and mitochondrial DNA sequences. *Mol. Biol. Evol.* 15: 656-664.
- PAGE, R. D., P. L. LEE, S. A. BECHER, R. GRIFFILHS AND D. H. CLAYTON. 1998. A different tempo of mitochondrial DNA evolution in birds and their parasite lice. *Mol. Phylogenet. Evol.* 9: 276-293.
- PETERSON, B. V. 1996. A phylogenetic analysis of cuckoo bumblebees (*Psithyrus*, Lepeletier) and bumblebees (*Bombus*, Latreille) inferred from sequence of the mitochondrial gene cytochrome oxidase I. *Mol. Phylogenet. Evol.* 5: 289-297.
- PEYTON, E. L. AND J. E. SCANLON. 1966. Illustrated key to the female *Anopheles* mosquitoes of Thailand. Applied Scientific Research Corporation of Thailand, Bangkok. 47 pp.
- PINKERTON, A. C., D. A. O'BROCHTA AND P. W. ATKINSON. 1996. Mobility of hAT transposable elements in the Old World bollworm *Helicoverpa armigera*. *Insect Mol. Biol.* 5: 223-227.

- POOPITTAYASATAPORN, A. AND V. BAIMAI. 1995. Polytene chromosome relationship of five species of the *Anopheles dirus* complex in Thailand. *Genome* 38: 426-434.
- POPADIC, A., R. A. NORMAN, W. W. DOANET AND W. W. ANDERSON. 1996. The evolutionary history of the amylase multigene family in *Drosophila pseudoobscura*. *Mol. Biol. Evol.* 13: 883-888.
- PORTER, C. H. AND F. H. COLLINS. 1996. Phylogeny of nearctic members of the *Anopheles maculipennis* species group derived from the D2 variable region of 28S ribosomal RNA. *Mol. Phylogenet. Evol.* 6: 178-188.
- PRUESS, K. P., X. ZHU AND T. O. POWERS. 1992. Mitochondrial transfer RNA genes in a black fly, *Simulium vittatum* (Diptera: Simuliidae), indicate long divergence from mosquito (Diptera: Culicidae) and fruit fly (Diptera: Drosophilidae). *J. Med. Entomol.* 29: 644-651.
- RAMOS-ONSINS, S., C. SRGARRA, J. ROZAS AND M. AGUADE. 1998. Molecular and chromosomal phylogeny in the *obscura* group of *Drosophila* inferred from sequences of the rp49 gene region. *Mol. Phylogenet. Evol.* 9: 33-41.
- RAO, P. N. AND K. S. RAI. 1987. Comparative karyotypes and chromosomal evolution in some genera of Nematocera (Diptera: Nematocera) family. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 80: 321-332.
- RATTANARITHIKUL, R. AND C. A. GREEN. 1986. Formal recognition of the species of the *Anopheles maculatus* group (Diptera: Culicidae) occurring in Thailand, including the description of two new species and a preliminary key to females. *Mosq. Syst.* 18: 246-278.
- RATTANARITHIKUL, R. AND R. E. HARBACH. 1990. *Anopheles maculatus* (Diptera: Culicidae) from the type locality of Hong Kong and two new species of the *Maculatus* complex from the Philippines. *Mosq. Syst.* 22: 160-183.
- REID, J. A. 1970. Anopheline systematics and malaria control, with special reference to southeast Asia. *Ent. Soc. Am. Misc. Publ.* 7: 56-62.
- RODRIGUEZ-TRELLES, F., R. TARRIO AND F. J. AYALA. 1999. Molecular evolution and phylogeny of the *Drosophila saltans* species group inferred from the Xdh gene. *Mol. Phylogenet. Evol.* 13: 110-121.
- ROSATO, E., A. A. PEINOTO, A. GALLIPPI, C. P. KYRIACOU AND R. COSTA. 1996. Mutational mechanisms, phylogeny, and evolution of a repetitive region within a clock gene of *Drosophila melanogaster*. *J. Mol. Evol.* 42: 392-408.
- ROTHFELS, K. H. AND D. W. FEATHERSTON. 1981. The population structure of *Simulium vittatum* (Zett.): the IIL-1 and IS-7 sibling species. *Can. J. Zool.* 59: 1857-1883.
- SAKAHA, K., F. MAREC AND W. TRAUT. 1999. TTAGG telomeric repeats in chromosomes of some insects and other arthropods. *Chromosome Res.* 7: 449-460.
- SEVERINI, C., F. SILVESTRINI, P. MANCINI, G. LA ROSA AND M. MARINUCCI. 1996. Sequence and secondary structure of the rDNA second internal transcribed spacer in the sibling species *Culex pipiens* L. and *Cx. quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Insect Mol. Biol.* 5: 181-186.
- SILVAIN, J. F. AND A. DELOBEL. 1998. Phylogeny of west African *Caryedon* (Coleoptera: Bruchidae): congruence between molecular and morphological data. *Mol. Phylogenet. Evol.* 9: 533-541.
- SPERLING, F. A. H., A. G. RASKE AND I. S. OTVOS. 1999. Mitochondrial DNA sequence variation among populations and host races of *Lambdina fiscellaria* (Gn.) (Lepidoptera: Geometridae). *Insect Mol. Biol.* 8: 97-106.
- SPICER, G. S. AND S. PITNICK. 1996. Molecular systematics of the *Drosophila hydei* subgroup as inferred from mitochondrial DNA sequences. *J. Mol. Evol.* 43: 281-286.
- STEINEMANN, M., S. STEINEMANN AND W. PINSKER. 1996. Evolution of the larval cuticle protein coded by the secondary sex chromosome pair: X2 and neo-Y of *Drosophila minanda*: II. Comparison and the amino acid sequence level. *J. Mol. Evol.* 43: 413-417.
- SUKOWATI, S. AND V. BAIMAI. 1996. A standard cytogenetic map for *Anopheles sundaicus* (Diptera: Culicidae) and evidence for chromosomal differentiation in populations from Thailand and Indonesia. *Genome* 39: 165-173.
- SUKOWATI, S., V. BAIMAI, S. HARUN, Y. DASUKI, H. ANDRIS AND M. EFRIWATI. 1999. Isozyme evidence for three sibling species in the *Anopheles sundaicus* complex from Indonesia. *Med. Vet Entomol.* 13: 408-419.
- SUNDARARAJAN P., P. W. ATKINSON AND D. A. O. BROCHTA. 1999. Transposable element interactions in insects: crossmobilization of hobo and Hermes. *Insect Mol. Biol.* 8: 359-368.
- SZALANSKI, A. L., D. B. TAYLOR AND R. D. PETERSON. 1996. Population genetics and genetic variation of stable fly populations (Diptera: Muscidae) in Nebraska. *J. Med. Entomol.* 33: 413-420.
- SZYMURA, J. M., D. H. LUNT AND G. M. HEWITT. 1996. The sequence and structure of the meadow grasshopper (*Chorthippus parallelus*) mitochondrial srRNA, ND2, COI, COII, ATPase8 and 9 tRNA genes. *Insect Mol. Biol.* 5: 127-139.
- TAKAOKA, H. 1977. Studies on black flies of the Nansei Island, Japan (Diptera: Simuliidae). III. On six species of the subgenus *Simulium* Latreille. *Jpn. J. Sanit. Zool.* 28: 193-217.
- TAKAOKA, H. 1979. The black flies of Taiwan (Diptera: Simuliidae). *Proc. Insects* 20: 365-403.

- TAKAOKA, H. AND C. KUVANGKADILOK. 1999. Four new species of black flies (Diptera: Simuliidae) from Thailand. *Jpn. J. Trop. Med. Hyg.* 27: 497-509.
- TAKAOKA, H. AND D. M. DAVIES. 1995. The black flies (Diptera: Simuliidae) of west Malaysia. Kyushu University Press, Tokuoka. 175 pp.
- TAKAOKA, H. AND D. M. DAVIES. 1996. The black flies (Diptera: Simuliidae) of Java, Indonesia. Bishop Museum Bulletin in Entomology 6. Bishop Museum Press, Honolulu, USA. 81 pp.
- TANG, J., K. PRUESS, E. W. CUPP AND T. R. UNNASCH. 1996a. Molecular phylogeny and typing of blackflies (Diptera: Simuliidae) that serve as vectors of human or bovine onchocerciasis. *Med. Vet. Entomol.* 10: 228-234.
- TANG, J., L. TOE, C. BACK, AND T. R. UNNASCH. 1996b. Intra-specific heterogeneity of the rDNA internal transcribed spacer in the *Simulium damnosum* (Diptera: Simuliidae) complex. *Mol. Biol. Evol.* 13: 244-252.
- TANG, J., L. TOE, C. BACK, P. A. ZIMMERMAN, K. PRUESS AND T. R. UNNASCH. 1995. The *Simulium damnosum* species complex: phylogenetic analysis and molecular identification based upon mitochondrially encoded gene sequences. *Insect Mol. Biol.* 4: 79-88.
- TATARENKOV, A., J. KWIATOWSKI, D. SKARECKY, E. BARRIO AND F. J. AYALA. 1999. On the evolution of *Dopa decarboxylase* (Ddc) and *Drosophila systemics*. *J. Mol. Evol.* 48: 445-462.
- TAYLOR, D. B., A. L. SZALANSKI AND R. D. D. PETERSON. 1996. Identification of screwworm species by polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism. *Med. Vet. Ent.* 10: 63-70.
- THOMSON, M. C., A. RENZ AND J. B. DAVIES. 1990. A new PGM eletromorph diagnostic for *S. squamosum* from Sierra Leone and Togo but not found in *S. squamosum* from Cameroon. *Acta Leidensia* 59: 303-305.
- TORTI, C., L. M. GOMULSKI, A. R. MALACRIDA, P. CAPY AND G. GASPERI. 1998. Characterization and evolution of mariner elements from closely related species of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Mol. Evol.* 46: 288-298.
- TRAUT, W. AND F. MAROC. 1996. Sex chromatin in Lepidoptera. *Quarterly Rev. Biol.* 71: 239-256.
- TRIPPOP, M., R. S. KEAWJAM, P. KITTAYAPONG AND C. SINDHUSAKE. 1999. Population genetic study of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stål (Homoptera: Delphacidae) in Thailand. *Thai J. Agric. Sci.* 32: 995-104.
- VAJIME, C. G. AND R. W. DUNBAR. 1975. Chromosomal identification of eight species of the subgenus *Edwardsellum* near and including *Simulium* (*Edwardsellum*) *damnosum* Theobald (Diptera: Simuliidae). *Tropenmed. Parasitol.* 26: 111-138.
- WALTON, C., J. M. HANDLEY, C. KUVANGKADILOK, F. H. COLLINS, R. E. HARBACH, V. BAIMAI AND R. K. BUTLIN. 1999. Identification of five species of the *Anopheles dirus* complex from Thailand, using allele-specific polymerase chain reaction. *Med. Vet. Entomol.* 13: 24-32.
- WELL, J. D. AND F. A. SPERLING. 1999. Molecular phylogeny of *Chrysomya albiceps* and *C. rufifacies* (Diptera: Calliphoridae). *J. Mol. Ent.* 36: 222-226.
- WELL, R. S. 1996. Excessive homoplasy in an evolutionary constrained protein. *Proc. R. Soc. London-Series B: Biol. Sci.* 263: 393-400.
- WHILFIELD, J. B. AND S. A. CAMERON. 1998. Hierarchical analysis of variation in the mitochondrial 16S rRNA gene among Hymenoptera. *Mol. Biol. Evol.* 15: 1728-1743.
- XIONG, B. AND T. D. KOCHER. 1991. Comparison of mitochondrial DNA sequences of seven morphospecies of black flies (Diptera: Simuliidae). *Genome* 34: 306-311.
- YASUKOCHI, Y. 1998. A dense genetic map of the silkworm, *Bombyx mori*, covering all chromosomes based on 1018 molecular markers. *Genetics* 150: 1513-1525.
- YE, L., L. M. BUCK, H. J. SCHAEFFER AND F. R. LEACH. 1997. Cloning and sequencing of a cDNA for firefly luciferase from *Photuris pennsylvanica*. *Biochem. Biophys. Acta* 1339: 37-52.
- ZACHAROPOULOU, A. 1987. Cytogenetic analysis of mitotic and salivary gland chromosomes in the medfly *Ceratitis capitata*. *Genome* 29: 67-71.
- ZACHAROPOULOU, A. 1990. Polytenic chromosome maps in the medfly *Ceratitis capitata*. *Genome* 33: 184-197.
- ZHAO, J. T., M. FROMMER, J. A. SVED AND A. ZACHAROPOULOU. 1998. Mitotic and polytenic chromosome analysis in the Queensland fruit fly, *Bactocera tryoni* (Diptera: Tephritidae). *Genome* 41: 510-526.

18. พันธุศาสตร์ด้าน สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

บทคัดย่อ

การศึกษาพันธุศาสตร์ด้านสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมีความสำคัญในการจัดจำแนกชนิด ซึ่งในอดีตเราทำการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยรูปร่างหรือลักษณะทางโครงสร้างหรือสัณฐานวิทยา แต่บางครั้งสิ่งมีชีวิตมีความคล้ายคลึงกันมากจนไม่อาจแยกแยะด้วยลักษณะดังกล่าว การศึกษาทางพันธุศาสตร์จึงเข้ามา มีบทบาทในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ เช่น การจัดจำแนกในระดับ chromosomes, ระดับ enzyme และระดับ DNA นอกจากนี้ พันธุศาสตร์ยังอาจใช้เป็นเครื่องมือในการตอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกัน, ระหว่างกลุ่ม, และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการตรวจสอบเอกสารต่อไปนี้จะช่วยให้เข้าใจความเป็นมาในการศึกษาพันธุศาสตร์ด้านสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังรวมทั้งแนวโน้มในการใช้พันธุศาสตร์ในอนาคต

18.1 บทนำ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (invertebrates) เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มใหญ่ที่แยกจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นโดยอาศัยลักษณะเฉพาะ คือ ไม่มีกระดูกสันหลัง กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ประกอบด้วยสัตว์เซลล์เดียวในอาณาจักร Protista และสัตว์หลายเซลล์ (multicellur) ใน Phylum Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata รวมทั้งบางส่วนของ Phylum Chordata

ในโลกเรามีสิ่งมีชีวิตอยู่มากมาย มีผู้คาดคะเนว่ามีสิ่งมีชีวิตอย่างน้อยประมาณ 5 ล้านชนิด Pechenik (1996) ได้รายงานว่ามีการศึกษาสิ่งมีชีวิตแล้วประมาณ 1.5 ล้านชนิด ในจำนวนนี้พบว่าการศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประมาณ 0.99

ล้านชนิด สำหรับในประเทศไทยคาดว่าจะมีสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอยู่ 82,000 ชนิด ได้ทำการศึกษาไปแล้ว 9,800 ชนิด (วิสุทธิ, 2538) ยังมีอีกมากมายที่ยังไม่ได้ทำการศึกษา จึงควรเร่งส่งเสริมให้ทำการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญทั้งทางด้านการเกษตร, สิ่งแวดล้อม, การแพทย์, สาธารณสุข, อุตสาหกรรม ฯลฯ

ความสำคัญในการศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังก็เพื่อจะได้มีการวางแผนและการจัดการในการใช้ทรัพยากรดังกล่าวอย่างคุ้มค่าและถูกวิธี ซึ่งต้องทำการศึกษาดังแต่ชนิด, รูปแบบการดำรงชีวิต, ความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นและกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์

18.2 อาณาจักร Protista

Protista จัดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ชนิด karyotic cell สัตว์เซลล์เดียวในกลุ่มนี้มี mitochondria เป็นองค์ประกอบสำคัญ จึงมีผู้ศึกษาวิวัฒนาการและกำเนิดของ eukaryotes โดยอาศัย mitochondrial DNA เข้ามาตรวจสอบ (Gray et al., 1998; Lang et al., 1999)

สัตว์เซลล์เดียวมีความสำคัญทั้งทางการแพทย์และระบบนิเวศ จึงมีผู้ศึกษาพันธุศาสตร์กันอย่างกว้างขวาง กลุ่มที่สำคัญทางการแพทย์ เช่น *Amoeba* โดยเฉพาะ *Acanthamoeba* spp. ซึ่งก่อให้เกิดการอักเสบของม่านตาดำ ขณะนี้ไม่มีผู้ทำการศึกษา Mitochondrial DNA (Burger et al., 1995) แล้ว แต่สำหรับในประเทศไทยกำลังเริ่มทำการสำรวจ, การเพาะเลี้ยง และตรวจสอบสายพันธุ์ รวมทั้งยืนยันความสามารถในการก่อโรคโดยวิธีทางโมเลกุล

Plasmodium เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ที่รู้จักกันดีคือ malarial parasite มีการศึกษากันอย่างละเอียดและลึกซึ้ง ทั้งทางด้านการก่อให้เกิดโรคระบาดวิทยา, วงจรชีวิต, ชีววิทยา, ความต้านทานยา, การศึกษาโครโมโซม, ระดับยีน และการพัฒนาวัคซีน (Persidis, 2000; Jahan et al., 1999; Anderson and Day, 2000; Ramirez and Dessen, 2000; Cui et al., 2000; Rodriguez et al., 2000; Diebner et al., 2000; Su et al., 1999; Graves and Gelband, 2000; Taylor-Robinson, 2000; Yoshida et al., 2000) การศึกษาดังกล่าวทำกันอย่างกว้างขวางทั่วโลก มีการตีพิมพ์ผลงานเผยแพร่ปีละไม่ต่ำกว่า 10,000 เรื่อง และเนื่องจากเชื้อไข้มาลาเรียพบในประเทศเขตร้อนถึงร้อนชื้น แอฟริกา, อเมริกาใต้, เอเชียอาคเนย์ และในประเทศไทย จึงมีองค์กรต่าง ๆ ส่งผู้เชี่ยวชาญและเทคโนโลยีเข้ามาศึกษาในประเทศไทย ทำให้นักวิชาการในประเทศไทยเข้าร่วมศึกษาเชื้อไข้มาลาเรียกับองค์กรต่าง ๆ

เช่น WHO, AFRIMS ฯลฯ นับว่านักวิชาการในประเทศไทยมีโอกาสมผลิตผลงานไปเคียงคู่กับบุคลากรขององค์กรต่างชาติ (Traore et al., 2000; Na-Bangchang et al., 1999; Krungkrai et al., 2000; Khusmith et al., 1999)

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกลุ่มที่มีความสำคัญในระบบนิเวศ อาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม มักจัดไว้ในกลุ่ม zooplankton เนื่องจากมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหาร มีขนาดเล็ก และมักจะเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตที่ใหญ่กว่า นักวิชาการส่วนใหญ่จะศึกษาการจัดจำแนก, ชีววิทยาการกินอาหาร และการปรับตัวทางด้านรูปร่างให้อยู่ได้ในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะกลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวแบบใช้ขาเทียม (Subphylum Sarcodina) คือ *Amoeba*, *Mayorella* *Actinophry* และ *Arcella* พบร่องรอยอยู่ตามน้ำนิ่งหรือบ่อน้ำ สำหรับกลุ่มที่มีขาเทียมพวก Foraminifera มีเปลือกหุ้มเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต และ Radiolaria มีเปลือกหุ้มเป็นซิลิกา ซึ่งเป็น zooplankton ที่อาศัยอยู่ในทะเล ในปี ค.ศ. 1992 Tomas Cehagen ได้ศึกษาการจัดจำแนกและชีววิทยาของ Foraminiferan ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของ Atlantic ในขณะนี้นักวิชาการไทยทำการศึกษาสสิ่งมีชีวิตในกลุ่มดังกล่าวทางภาคใต้ของประเทศไทย ส่วนกลุ่มสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีการเคลื่อนไหวโดยใช้ Cilia (Subphylum Ciliophora) ได้แก่ *Paramecium*, *Blepharisma undulan*, *Stentor coeruleus*, *Vorticella*, *Euphotis euryostomus*, *Urosoma caudata*, *Stytonychia mytilus* และ *Coleps elongatus*

นอกจากการจัดจำแนกโดยวิธีทางสัณฐานวิทยาแล้วในปี ค.ศ. 1985 John R. Preer จากภาควิชาชีววิทยา แห่งมหาวิทยาลัย Indiana (Bloomington) ได้พัฒนาวิธีทางพันธุศาสตร์โมเลกุลโดยนำพายีน (gene) เข้าสู่ *Paramecium* ต่อมา ในปี ค.ศ. 1990 Pritchard A.E. และคณะทำการศึกษา

mitochondrial genome ของ *Paramecium* (Pritchard *et al.*, 1990; Burger *et al.*, 2000; Cehagen,

1992) สำหรับประเทศไทยนั้น ยังคงอยู่แค่ระดับการจัดจำแนกโดยใช้วิธีทางสัณฐานวิทยาเท่านั้น

18.3 อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia)

18.3.1 Phylum Porifera (ฟองน้ำ)

เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำหลายเซลล์ (multicellular cells) ที่วิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว 98 % ของฟองน้ำพบอยู่ในน้ำเค็มหรือในทะเล 2% พบในน้ำจืด แต่ก็ยังมีคำถามเสมอว่ามีฟองน้ำบนบกหรือไม่ ฟองน้ำเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกาะอยู่กับที่, รูปร่างไม่แน่นอน, ลำตัวมีรูพรุน อาศัยอยู่ตามแนวปะการังและโขดหิน จากการศึกษาโดยอาศัยวิธีทางสัณฐานวิทยา พบฟองน้ำ ประมาณ 5,000-100,000 ชนิด ฟองน้ำมีรูปร่างต่างกันตามโครงสร้างของ spicule (Ledger and Jones, 1977) ฟองน้ำแต่ละชนิดอาจแตกต่างกัน ในส่วนของระบบไหลเวียนของน้ำเข้า-ออก (Labarbera and Vogel, 1982) ความแตกต่างดังกล่าวจึงนำมาใช้เป็นเครื่องมือจำแนกชนิดในเบื้องต้น และเมื่อประมาณ 100 ปีมานี้ นักสัตววิทยาได้ค้นพบว่า Porifera มีความแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ โดยอาศัยข้อมูลทางโมเลกุลพบว่า Porifera เป็นกลุ่มแรกในสายวิวัฒนาการที่มีการแตกออกมา และไม่มีการพัฒนาต่อไปอีกแล้ว แต่ก็ยังมีส่วนคล้ายคลึงกับ Cnidaria (Watkins and Beckenbach, 1999) สำหรับการศึกษาฟองน้ำในประเทศไทยยังขาดแคลนนักวิชาการในกลุ่มนี้อยู่

18.3.2 Phylum Cnidaria หรือ Coelenterata

สิ่งมีชีวิตใน Phylum นี้มักอาศัยอยู่ในน้ำและส่วนใหญ่พบในทะเล ได้แก่ ดอกไม้ทะเล, ปะการัง, กัลปังหา, แมงกะพรุนและไฮดรา ลักษณะโดยทั่วไปมีเนื้อเยื่อ 2 ชั้น มีรูปร่างสมมาตรแบบรัศมี (radial symmetry) หรือมีลักษณะที่ดัดแปลงไปจากนี้ นักวิชาการส่วนใหญ่จะศึกษาการพัฒนากาย, ชีววิทยา, สัณฐานวิทยา ตลอดจนกำเนิดและวิวัฒนาการ (Rees, 1966) ด้วยเหตุที่ Cnidaria มีเซลล์พิเศษชื่อ

cnidocyte ที่มีองค์ประกอบหลักคือ nematocyst ทำหน้าที่ป้องกันตัว จับอาหาร ฯลฯ จึงทำให้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับเซลล์ดังกล่าว (Aerne *et al.*, 1991; Lubbock, 1979; Mire-Thibodeaux and Watson, 1993) ด้วยเหตุที่สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้อาศัยอยู่ในน้ำจึงมีผู้สนใจการทำงานของระบบประสาทที่ตอบสนองต่อสิ่งมีชีวิตอื่น รวมทั้งพฤติกรรมการตอบสนองต่อแสง เช่น ของดอกไม้ทะเล (Sawyer *et al.*, 1994) นอกจากนี้การศึกษากายของอวัยวะในไฮดราที่มีผู้ศึกษากันอย่างกว้างขวางตั้งแต่ระดับเนื้อเยื่อ, เซลล์, เอนไซม์, ยีนและระดับโมเลกุล (MacWilliams, 1983; Muller, 1996; Technau and Holstein, 1992; Gierer *et al.*, 1972; Weir *et al.*, 1996; Takano and Sugiyama, 1983; Grens *et al.*, 1996; Takahashi *et al.*, 1997)

ในการศึกษาพันธุศาสตร์ของ Cnidaria มีการศึกษาในระดับโมเลกุลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ในสายวิวัฒนาการ (Berntson *et al.*, 1999), ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Class ใน Phylum นี้ (Bridge *et al.*, 1992), ระหว่าง Subclass (France *et al.*, 1996; Van Oppen, *et al.*, (unpublished); Beagley *et al.*, 1995) ตลอดจนศึกษาความแตกต่างระหว่างชนิด (species) ด้วย (Warrior and Gall, 1985) สำหรับในประเทศไทยไม่พบผู้ศึกษาพันธุศาสตร์ของ Cnidaria คงมีผู้ศึกษาเฉพาะระดับชีววิทยาทั่วไปจนถึงนิเวศวิทยา การจัดจำแนกก็ยังใช้สัณฐานวิทยาเป็นหลัก

18.3.3 Phylum Platyhelminthes

หนอนตัวแบน (flat worm) ได้แก่ พยาธิใบไม้ (fluke), พยาธิตัวตืด (tapeworm) และ Turbellaria พบ 18,500 ชนิด (species) มากกว่า 80% เป็นปรสิต พวกที่ดำรงชีวิตอิสระ ได้แก่ Turbellaria ได้มีการศึกษาวิวัฒนาการและกำเนิดของ

หนอนตัวแบนนี้ จากการศึกษา fossil ในอดีตไม่สามารถตอบคำถามได้ ปัจจุบันข้อมูลทาง molecular ช่วยแก้ไขหรืออธิบายได้ดี (Rieger, 1985; Littlewood et al., 1996) ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพยาธิกับเจ้าบ้าน (host) มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาทั้งชนิดของพยาธิและชนิดของเจ้าบ้าน รวมทั้งวงจรชีวิตของทั้งคู่ (Stunkard, 1964; Joffe and Kornakova, 1996) วิธีการสัตววิทยา ก็ยังเป็นวิธีการเบื้องต้น (Stunkard, 1980; Nentwig, 1978; Gremigni and Falleni, 1996) บางครั้งอาจอาศัยวิธีเปรียบเทียบเอนไซม์/โปรตีน เช่น opsins (Orii et al., 1996) เป็นต้น

เนื่องจากหนอนตัวแบนมีความสำคัญทางการแพทย์ (ในฐานะเป็น parasite) และการเกษตร จึงมีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะด้านพันธุศาสตร์ ซึ่งถือว่ามีส่วนสำคัญในการวางแผนแก้ปัญหาในอนาคต ในการศึกษาพันธุศาสตร์นั้น พบว่ามีผู้ศึกษาทางด้านโครโมโซม (Joffe et al., 1998; Oki et al., 1996; Tamura et al., 1996; Beukeboom et al., 1996) ปัจจุบัน การศึกษาในระดับโมเลกุลกระทำกันอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพื่อการศึกษาวิวัฒนาการ (Jondelius, 1996; Batistoni et al., 1996; Kokaze et al., (unpublished Genbank); Garey and Wolstenholme, 1989) สำหรับในประเทศไทยมีผู้ทำการศึกษาด้าน immunology, electrophoresis ตลอดจนด้าน molecular ของพยาธิใบไม้ในตับเป็นส่วนใหญ่ (Korbsrisate et al., 1991; 1992; Sirisinha et al., 1991; Sirisinha et al., 1992; Wongratanacheewin et al., 1988)

18.3.4 Phylum Nematoda

หนอนตัวกลม มีโพรงในลำตัวเทียม (pseudocoelom) ลำตัวไม่เป็นปล้อง พบอยู่ทั่วไปในบริเวณตะกอนน้ำตื้นทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม บางชนิดอาศัยอยู่บนบกดำรงชีวิตแบบอิสระ บางชนิดก็เป็นปรสิตของสิ่งมีชีวิตอื่น หนอนตัวกลมเป็นที่รู้จักกันดี

หรือได้รับการอธิบายลักษณะแล้วประมาณ 20,000 ชนิด (species) ทั้ง ๆ ที่มีการประมาณว่ามีจำนวนมากกว่านี้ถึง 4-50 เท่า ความยุ่งยากในการจัดจำแนกคือ nematode มีขนาดเล็ก สัตววิทยาไม่แตกต่างกัน การจัดจำแนกจึงมักใช้วิธีทางชีวเคมีและอาจศึกษาอย่างละเอียดภายใต้กล้องจุลทรรศน์

งานวิจัยส่วนใหญ่จะเน้นศึกษาพัฒนาการของหนอนตัวกลม (nematode development) (Bennett and Ward, 1986) การศึกษาใน *Ascaris lumbricoides* พบว่าเซลล์ร่างกายสูญเสีย DNA 30% จาก DNA 0.63 pq เหลือ 0.46 pq ต่อเซลล์ ขณะที่ germ-line เซลล์ยังคงพบ DNA 0.63 pq ต่อเซลล์ แสดงถึงการสูญเสีย chromatin ระหว่างการพัฒนาตัวอ่อน DNA ใน somatic นั้นแตกต่างจาก germ-line นอกจากนี้ นักวิจัยทั้ง 2 ท่านข้างต้นยังได้ศึกษาโปรตีนของสเปิร์มเพื่อการจัดจำแนกชนิดระหว่างกลุ่มที่เป็นปรสิตกับกลุ่มที่ดำรงชีวิตอิสระ

ความสำคัญของ nematode นอกจากเป็นปรสิตก่อให้เกิดโรค เช่น โรคพยาธิ, โรคเท้าช้าง ในแง่ของการก่อให้เกิดประโยชน์ พยาธิเหล่านี้อาจช่วยควบคุม vector เช่น ยุง สำหรับหนอนตัวกลมที่ดำรงชีวิตอิสระ จะเป็นอาหารของสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

การศึกษาพันธุศาสตร์ของหนอนตัวกลมมีความสำคัญในการจัดจำแนกชนิด, วิวัฒนาการ ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบถึงชนิดของหนอนตัวกลมที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างหนอนตัวกลมด้วยกันเองหรือความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น พบว่ามีการศึกษาพันธุศาสตร์ทั้งในระดับโครโมโซม (Bennett and Ward, 1986) ระดับชีวเคมี (Cookson et al., 1992; Selkirk and Blaxter, 1990; Selkirk et al., 1991) และระดับโมเลกุล (Blaxter, 1995; Blaxter et al., 1992; Vanfleteren et al., 1994; Hyman et al., 1988; Hyman and Slater, 1990; Azevedo and Hyman, 1993; Magnenat et al., 1999; Dawes et al.,

1999; Underwood and Bianco, 1999) นอกจากนี้ การศึกษา genetic pathway ที่ควบคุมขบวนการต่าง ๆ ของหนอนตัวกลมก็กำลังเป็นที่สนใจในปัจจุบัน (Tree *et al.*, 1995) ในประเทศไทยโรคพยาธิต่าง ๆ รวมทั้งโรคเท้าช้างก็ยังคงเป็นปัญหา การศึกษาคงอยู่แค่ระดับระบาดวิทยา สำหรับการศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์ของหนอนตัวกลมเหล่านี้ในประเทศไทย ได้มีการศึกษาทั้งในระดับชีวเคมี (Nitaya *et al.*, 1990; Subhachalat *et al.*, 1999) และในระดับโมเลกุล (Thanomsub *et al.*, 2000)

18.3.5 Phylum Annelida

มีเกือบ 12,000 ชนิด เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีร่างกายอ่อนนุ่มลำตัวเป็นปล้อง มีระบบหมุนเวียนโลหิตแบบปิด สิ่งมีชีวิตใน Phylum นี้ ได้แก่ เพรียง, ไส้เดือน, ปลิง, รวมทั้งหูก การวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาเพื่อประโยชน์ทางนิเวศวิทยา (Di Meo *et al.*, 2000; Hughes *et al.*, 1997; Das and Barker, 1976) และการค้า ดังนั้นการศึกษากการแพร่กระจาย, การจำแนกชนิด และการศึกษาความสัมพันธ์ภายใน Phylum หรือกับสิ่งมีชีวิตอื่น จึงยังมีความสำคัญ การศึกษาด้านพันธุศาสตร์ก็เป็นแนวทางสนับสนุนงานวิจัยเหล่านั้นให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตัวอย่างการศึกษาทางพันธุศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตในไฟลัมนี้อาจเป็นการศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของ endosymbionts ของ tubeworms (Di Meo *et al.*, 2000; Hughes *et al.*, 1997) ซึ่งมีตัวอย่างการศึกษาในระดับ chromosomes (Das and Barker, 1976; Dixon *et al.*, 1999; Jha *et al.*, 1995) และการศึกษาในระดับ DNA (Sturmbauer *et al.*, 1999; Castresana *et al.*, 1998; Daane *et al.*, 1996) สำหรับในประเทศไทยยังมีการศึกษาสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้น้อยมาก ทั้ง ๆ ที่ทรัพยากรเหล่านี้มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหาร และเป็นเครื่องบ่งชี้ภาวะมลพิษในน้ำ พบว่ามีการศึกษาการจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตใน Phylum นี้แค่ระดับฐานานุกรม (Angsupanich and Kuwabara, 1995)

18.3.6 Phylum Mollusca

กลุ่มหอยและพวกหมีกต่าง ๆ เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มใหญ่มีประมาณ 50,000 ถึง 110,000 ชนิด พบได้ทั่วไป ส่วนใหญ่จะมีเปลือก ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแคลเซียม ได้แก่ หอยต่าง ๆ ส่วนพวกไม่มีเปลือก ได้แก่ ทากทะเล (sea slug) และพวกหมีก ปัจจุบันพบว่ามีการศึกษาวิจัยสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีความสำคัญด้านเศรษฐกิจ, การเกษตร, การแพทย์, และอุตสาหกรรม ฉะนั้นการศึกษาด้านพันธุศาสตร์ จึงถูกนำมาใช้แก้ปัญหา หรือพัฒนาความสำคัญข้างต้น (Menzel, 1971) การศึกษาการจัดจำแนกชนิดเป็นการศึกษาวิจัยเบื้องต้น เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในระดับลึก ซึ่งการจัดจำแนกอาจเริ่มจากการศึกษาสัณฐานวิทยา โดยอาศัยดูจากรูปร่างของเปลือก และลักษณะภายนอกอื่น ๆ ซึ่งบางครั้งลักษณะภายนอกก็มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ (Bottjer and Carter, 1980; Conover, 1979; Johannesson, 1986) ส่วนการศึกษาด้านพันธุศาสตร์นั้น มีการศึกษาในระดับโครโมโซม การแสดงจำนวนโครโมโซมของแต่ละชนิดจะช่วยให้การจำแนกชนิด และความเข้าใจความผันแปรทางพันธุกรรม รวมทั้งการแยกเซลล์ (Menzel, 1967; Menzel, 1968a,b; Ahmed and Sparks, 1970; Burch *et al.*, 1979; Longwell *et al.*, 1967; Guo and Allen, 1997; Vitturi *et al.*, 1991; Shotr *et al.*, 1987; Stiles, 1973) บางครั้งการศึกษาในระดับเคมีก็สามารถนำมาสนับสนุนข้อมูลทางพันธุศาสตร์ได้ เช่น การใช้ chromatographic evidence เพื่อหาความแตกต่างทางพันธุกรรมของหอยนางรม (Hillman, 1964) ขณะนี้การศึกษาพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตใน Phylum นี้ มุ่งสู่ระดับโมเลกุลมากขึ้น เช่นการศึกษาใน land snail (Lecanidou *et al.*, 1994), sea slug (Yamazaki *et al.*, 1997), sea snail (Boore *et al.*, 1995; Wilding *et al.*, 1999) ในหอย 2 ฝา bivalve (Beagley *et al.*, 1999; Rigaa *et al.*, 1995;

Boulding *et al.*, 1993; Stewart *et al.*, 1996) สำหรับในประเทศไทย การศึกษาพันธุศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตใน Phylum นี้คงศึกษาอยู่ในระดับโครโมโซมเป็นส่วนใหญ่ การศึกษาในระดับ DNA นั้นมีน้อยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ประเทศไทยมีทรัพยากรมาก จนกระทั่งการศึกษาในระดับเบื้องต้นก็ยังใช้ตอบคำถามหรือปัญหาได้ไม่หมด จึงไม่มีความจำเป็นที่จะลงสู่ระดับโมเลกุลในขณะนี้ ขณะเดียวกันการศึกษาทางพันธุกรรมในระดับโครโมโซมก็ยังเป็นที่นิยมและใช้ได้ดีไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าระดับอื่น (Torreiro *et al.*, 1999; Palazzo *et al.*, 1999; Park *et al.*, 1999; Alfonsi *et al.*, 1998) ในประเทศไทยก็พบผู้ศึกษาพันธุศาสตร์ในระดับโครโมโซม ขณะเดียวกันการศึกษาระดับเอนไซม์ และในระดับโมเลกุล ก็มีผู้สนใจเพิ่มขึ้น (Keawjam, 1990; Keawjam and Upatham, 1990)

18.3.7 Phylum Echinodermata

ได้แก่ พลัปปะลิ้งทะเล, ดาวขนนก, ดาวทะเล, ดาวหมอนปักเข็ม, ตามมังกูหนาม, ดาวเปราะ, ดาวตะกร้า, เม่นทะเล, อีแปะทะเล, เหยี่ยวทะเล, และปลิงทะเล ทั้งหมดมีประมาณ 6,000 ชนิด สิ่งมีชีวิตใน Phylum นี้ไม่พบในน้ำจืด มีรูปร่างสมมาตรแบบรัศมี บางชนิดอาจเห็นร่องรอยสมมาตรแบบรัศมี เช่น ปลิงทะเล (sea cucumber) สิ่งมีชีวิตใน Phylum นี้มีโครงร่างภายในเป็นชั้นหินปูนต่อกันและคลุมไว้ด้วยผิวหนังบาง ๆ ชั้นหินปูนดังกล่าวช่วยในการศึกษาความเหมือนความต่างกันทางสัณฐานวิทยาของสปีชีส์ทั้งในปัจจุบัน, อดีต, รวมทั้งที่สูญพันธุ์ไปแล้ว (Boardman *et al.*, 1987; Clarkso, 1986) ความเข้าใจในเรื่องความหนาแน่นและการกระจายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตใน Phylum นี้ (Bentley and Cockcroft, 1995a; Bentley and

Cockcroft, 1995b) จะช่วยส่งเสริมงานด้านการอนุรักษ์และการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ ในปัจจุบันการศึกษาวิวัฒนาการของ Phylum นี้ทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีทางการศึกษาในระดับโมเลกุล ช่วยให้การตอบคำถามเป็นไปด้วยดี (Jacobs *et al.*, 1988; Smith *et al.*, 1993; Asakawa *et al.*, 1991) การศึกษารายละเอียดของสิ่งมีชีวิตทำได้รวดเร็วขึ้น เช่น ดาวทะเล (Jacobs *et al.*, 1989), ปลิงทะเล (Arndt and Smith, 1998)

สำหรับในประเทศไทย การศึกษาสิ่งมีชีวิตใน Phylum นี้ยังมีน้อยมาก อาจเป็นเพราะมีนักวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ หรืองานวิจัยอื่นๆ น่าสนใจกว่า การศึกษาที่โครงการ BRT ให้การสนับสนุน เป็นการศึกษาผลกระทบทางชีวภาพของเม่นทะเลต่อแนวปะการัง

18.3.8 Phylum Chordata

ใน Phylum นี้มีส่วนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอยู่ประมาณ 1,400 ชนิด อยู่ใน Subphylum Urochordata และ Cephalochordata พบ 90% อยู่ใน Subphylum Urochordata สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังใน Phylum นี้ทั้งหมดอาศัยอยู่ในทะเลเช่น เพรียงหอม (sea squirt) และ *Amphioxus* นักวิจัยสนใจสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ในแง่ของวิวัฒนาการ เนื่องจากเป็นกลุ่มที่เชื่อมต่อระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขั้นต่ำกับสัตว์มีกระดูกสันหลัง (Wada and Satoh, 1994; Garstang, 1928) ในอดีตจะดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นหลัก แต่ปัจจุบันการศึกษาในระดับโมเลกุลง่าย สะดวก และรวดเร็ว จึงมีผู้ศึกษาสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มากขึ้น (Boore *et al.*, 1999; Spruyt *et al.*, 1998; Delarbre *et al.*, 1997; Yokobori *et al.*, 1998) ขณะนี้ยังไม่พบผู้ศึกษาสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ในแง่ของพันธุศาสตร์ในประเทศไทย อาจเป็นเพราะนักมีวิชาทางด้านนี้น้อยมาก

18.4 สรุป และข้อเสนอแนะ

ประเทศไทยมีการศึกษาพันธุศาสตร์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังไม่มากเท่าที่ควร ในขณะที่ทั่วโลกได้ทำการศึกษาทั้งในระดับโครโมโซม ระดับชีวเคมี และระดับโมเลกุลของทุก Phylum สำหรับการศึกษาพันธุศาสตร์ในประเทศไทยนั้นยังพบจุดอ่อนหลายประการ เช่น มีการศึกษาเฉพาะกลุ่ม และไม่ได้ทำการศึกษาให้ทั่วถึงสิ่งมีชีวิตทุก Phylum ส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับชีวเคมี และระดับโมเลกุล ส่วนการศึกษาระดับโครโมโซม กลับมีการศึกษาน้อย ดังตารางที่ 18.1 พบว่าการศึกษาพันธุศาสตร์ของสัตว์ไม่มี

มีกระดูกสันหลังในประเทศไทยยังมีน้อยมาก นักวิชาการไทยสนใจศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในแง่การจัดจำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นหลัก

ข้อเสนอแนะ: ควรจัดให้มีการอบรมผู้สนใจทางด้านพันธุศาสตร์ หรือให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งในและต่างประเทศมาถ่ายทอดความรู้และเทคนิคที่ทันสมัยให้กับนักวิจัยด้านพันธุศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งและการขยายเครือข่ายงานด้านพันธุศาสตร์

ตารางที่ 18.1 เปรียบเทียบการศึกษาพันธุศาสตร์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในประเทศไทย (*) กับทั่วโลก (+)

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง	ระดับการศึกษา			
	สัณฐานวิทยา	โครโมโซม	ชีวเคมี	โมเลกุล
Protista	+ *	+	+ *	+ *
Animalia				
Porifera	+ *			+
Cnidaria	+ *			+
Platyhelminthes	+ *	+	+ *	+ *
Nematoda	+ *	+	+ *	+ *
Annelida	+ *	+		+
Mollusca	+ *	+ *	+ *	+ *
Echinodermata	+ *			+
Chordata	+ *			+

เอกสารอ้างอิง

- วิสุทธิ ไบไม้. 2538. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย กรุงเทพฯ.
- AERNE, B. L., R. P. STIDWILL AND P. TARDENT. 1991. Nematocyst discharge in *Hydra* does not require the presence of nerve cells. *J. Exp. Zool.* 258: 137.
- AHMED, M. AND A. K. SPARKS. 1970. Chromosome number, structure and autosomal polymorphism in the marine mussels *Mytilus edulis* and *Mytilus californianus*. *Biol. Bull.* 138: 1-13.
- ALFONSI, C., E. BASOA AND J. E. PEREZ. 1998. Chromosomes isolation from scallop oocytes. *Acta Cient. Venez.* 49(3): 198-200.
- ANDERSON, T. J. AND K. P. DAY. 2000. Geographical structure and sequence evolution as inferred from the *Plasmodium falciparum* S-antigen locus. *Mol. Biochem. Parasitol.* 106(2): 321-326.
- ANGSUPANICH, S. AND R. KUWABARA. 1995. Macrobenthic fauna in Thale Sap Songkhla, a brackish lake in Southern Thailand. *Lake & Reservoirs: Research Management* 1: 115-125.

- ARNDT, A. AND M. J. SMITH. 1998. Mitochondrial gene rearrangement in the sea cucumber genus *Cucumaria*. *Mol. Biol. Evol.* 15(8): 1009-1016.
- ASAKAWA, S., Y. KUMAZAWA, T. ARAKI, H. HIMENO, K. MIURA AND K. WATANABE. 1991. Strand-specific nucleotide composition bias in echinoderm and vertebrate mitochondrial genomes. *J. Mol. Evol.* 32(6): 511-520.
- AZEVEDO, J. L. B. AND B. C. HYMAN. 1993. Molecular characterization of lengthy mitochondrial DNA duplications from the parasitic nematode *Romanomermis culicivora*. *Genetics* 133: 933-942.
- BATISTONI, R., C. FILIPPI, A. SALVETTI, M. CARDELLI AND P. DERI. 1996. Repeated DNA elements in planarians of the *Dugesia gonocephala* group (Platyhelminthes, Tricladida). Proceedings of the 8th ISBT (Brisbane, August 1996).
- BEAGLEY, C. T., J. L. MACFARLANE, G. A. PONT-KINGDON, R. OKIMOTO, N. OKADA AND D. R. WOLSTENHOLME. 1995. Mitochondrial genomes of Anthozoa (Cnidaria). *Progress in Cell Research*. 5: 149-153.
- BEAGLEY, C. T., R. OKIMOTO AND D. R. WOLSTENHOLME. 1999. Mytilus mitochondrial DNA contains a functional dihydouridine arm replacement loop-containing tRNAser (UCN) gene and a pseudo-tRNAser (UCN) gene: A plausible case of convergent evolution in invertebrate mitochondrial DNAs. *Genetics* 152(2): 641-652.
- BENNETT, K. L. AND S. WARD. 1986. Neither a germ line-specific nor several somatically expressed genes are lost or rearranged during embryonic chromatin diminution in the nematode *Ascaris lumbricoides* var. *suum*. *Devel. Biol.* 118: 141-147.
- BENTLEY, A. C. AND A. C. COCKCROFT. 1995a. Sand dollar (*Echinodiscus bisperforatus*) distribution and abundance in South Africa: Implications for conservation and legislation. *South African Journal of Science* 91: 38-40.
- BENTLEY, A. C. AND A. C. COCKCROFT. 1995b. Sublittoral sand dollar (*Echinodiscus bisperforatus*) communities in two bays on the South African south coast. *South African Journal of Zoology* 30(1): 5-17.
- BERNTSON, E. A., S. C. FRANCE AND L. S. MULLINEAUX. 1999. Phylogenetic relationships within the class Anthozoa (phylum Cnidaria) based on nuclear 18S rDNA sequence information. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 13(2): 417-433.
- BEUKEBOOM, L. W., T. F. SHARBEL AND N. K. MICHIELS. 1996. Reproductive modes, ploidy distribution and supernumerary chromosome frequencies of the flatworm *Polycelis nigra* (Platyhelminthes: Tricladida). Proceedings of the 8th ISBT (Brisbane, August 1996).
- BLAXTER, M. L. 1995. The filarial genome project. *Parasitology Today* 11: 811-812.
- BLAXTER, M. L., A. P. PAGE, W. RUDIN AND R. M. MAIZELS. 1992. The nematode surface coat: Actively evading immunity. *Parasitology Today* 8: 243-247.
- BOARDMAN, R. S., A. H. CHEETHAM AND A. J. ROWELL (eds.). 1987. Fossil invertebrates. Palo Alto, Calif.: Blackwell Scientific Publications.
- BOORE, J. L., T. M. COLLINS, D. STANTON, L. L. DAEHLER AND W. M. BROWN. 1995. Deducing the pattern of arthropod phylogeny from mitochondrial DNA rearrangements. *Nature* 376: 163-166.
- BOORE, J. L., L. L. DAEHLER AND W. M. BROWN. 1999. Complete sequence, gene arrangement and genetic code of mitochondrial DNA from the cephalochordate *Branchiostoma floridae* ("amphioxus"). *Mol. Biol. Evol.* 16(3): 410-418.
- BOTTJER, D. J. AND J. G. CARTER. 1980. Functional and phylogenetic significance of projecting periostracal structures in the Bivalvia (Mollusca). *J. Paleontol.* 54: 200.
- BOULDING, E. G., J. D. G. BOOM AND A. T. BECKENBACH. 1993. Genetic variation in one bottlenecked and two wild populations of the Japanese scallop (*Patinopecten yessoensis*): Empirical parameter estimates from coding regions of mitochondrial DNA. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 1147-1157.
- BRIDGE, D., C. W. CUNNINGHAM, B. SCHIERWATER, R. DESALLE AND L. W. BUSS. 1992. Class-level relationships in the phylum Cnidaria: Evidence from mitochondrial genome structure. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 89: 8750-8753.
- BURCH, J. B., J. I. BRUCE, P. H. RUDOLPH, J. C. MALLETT AND M. A. BANHAWY. 1979. The chromosome numbers of four populations of bulinine snails from Lake Nasser, Egypt. *Tropenmed Parasitol.* 30(2): 174-178.
- BURGER, G., I. PLANTE, K. M. LONERGAN AND M. W. GRAY. 1995. The mitochondrial DNA of the amoeboid protozoan, *Acanthamoeba castellanii*: complete sequence, gene content and genome organization. *J. Mol. Biol.* 245: 522-537.
- BURGER, G., Y. ZHU, T. G. LITTLEJOHN, S. J. GREENWOOD, M. N. SCHNARE, B. F. LANG AND M. W. GRAY. 2000. Complete sequence of the mitochondrial genome of *Tetrahymena pyriformis* a comparison with *Paramecium aurelia* mitochondrial DNA. *J. Mol. Biol.* 297(2): 365-380.

- CASTRESANA, J., G. FELDMAIER-FUCHS, S. YOKOBORI, N. SATOH AND S. PAABO. 1998. The mitochondrial genome of the hemichordate *Balanoglossus carnosus* a evolution of deuterostome mitochondria. *Genetics* 150(3): 1115-1123.
- CEHAGEN, T. 1992. Taxonomy and feeding biology of some Benthic Rhizopods, mainly Foraminiferans (Protozoa). Department of Zoology, Göteborg University.
- CLARKSON, E. N. K. 1986. Invertebrate paleontology and evolution, 2nd ed. Allen and Unwin, Boston.
- CONOVER, M. R. 1979. Effect of gastropod shell characteristics and hermit crabs on shell epifauna. *J. Exp. Marine Biol. Ecol.* 40: 80.
- COOKSON, E., M. L. BLAXTER AND M. E. SELKIRK. 1992. Identification of the major soluble cuticular glycoprotein of lymphatic filarial nematode parasites as a secretory homologue of glutathione peroxidase. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 89: 5837-5841.
- CUI, L., S. LUCKHART AND R. ROSENBERG. 2000. Molecular characterization of a prophenoloxidase cDNA from the malaria mosquito *Anopheles stephensi*. *Insect Mol. Biol.* 9(2): 127-137.
- DAANE, L. L., J. A. MOLINA, E. C. BERRY AND M. J. SADOWSKY. 1996. Influence of earthworm activity on gene transfer from *Pseudomonas fluorescens* to indigenous soil bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 62(2): 515-521.
- DAS, N. K. AND C. BARKER. 1976. Mitotic chromosome condensation in the sperm nucleus during postfertilization maturation division in *Urechis* eggs. *J. Cell Biol.* 68(1): 155-159.
- DAWES, H. E., D. S. BERLIN, D. M. LAPIDUS, C. NUSBAUM, T. L. DAVIS AND B. J. MEYER. 1999. Dosage compensation proteins targeted to X chromosomes by a determine hermaphrodite fate. *Science* 284(5421): 1800-1804.
- DELARBRE, C., V. BARRIEL, S. TILLIER, P. JANVIER AND G. GACHELIN. 1997. The main features of the craniate mitochondrial DNA between the *nadl* and the *coxI* genes were established in the common ancestor with the lancelet. *Mol. Biol. Evol.* 14(8): 807-813.
- DIEBNER, H. H., M. EICHNER, L. MOLINEAUX, W. E. COLLINS, G. M. JEFFERY AND K. DIETZ. 2000. Modeling the transition of asexual blood stages of *Plasmodium falciparum* to gametocytes. *J. Theor. Biol.* 202(2): 113-127.
- DI MEO, C. A., A. E. WILBUR, W. E. HOLBEN, R. A. FELDMAN, R. C. VRIJENHOEK AND S. C. CARY. 2000. Genetic variation among endosymbionts of widely distributed vestimentif tubeworms. *Appl. Environ. Microbiol.* 66(2): 651-658.
- DIXON, D. R., J. T. WILSON, P. L. PASCOE AND J. M. PARRY. 1999. Anaphase aberrations in the embryos of the marine tubeworm *Pomatoceros lamarckii* (Polychaeta: Serpulidae): a new in vivo test assay for detecting aneuploids and clastogens in the marine environment. *Mutagenesis* 14(4): 375-383.
- FRANCE, S. C., P. E. ROSEL, J. E. AGENBROAD, L. S. MULLINEAUX AND T. D. KOCHER. 1996. DNA sequence variation of mitochondrial large-subunit rRNA provides support for a two subclass organization of the Anthozoa (Cnidaria). *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 5(1): 15-28.
- GAREY, J. R. AND D. R. WOLSTENHOLME. 1989. Platyhelminth mitochondrial DNA: Evidence for early evolutionary origin of a tRNAser^{arg} that contains a dihydrouridine arm replacement loop and of serine-specifying AGA and AGG codons. *J. Mol. Evol.* 28: 374-387.
- GARSTANG, W. 1928. The morphology of the Tunicata and its bearing on the phylogeny of the Chordata. *Q. J. Microsc. Sci.* 72: 51.
- GIERER, A., S. BERKING, H. BODE, C. N. DAVID, K. FLICK, G. HANSMANN, H. SCHALLER AND E. TRENNER. 1972. Regeneration of *Hydra* from cell reagggregates. *Nature New Biol.* 239: 98-101.
- GRAVES, P. AND H. GELBAND. 2000. Vaccines for preventing malaria. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2: CD000129.
- GRAY, M. W., B. F. LANG, R. CEDERGREN, G. B. GOLDING, C. LEMIEUX, D. SANKOFF, M. TURMEL, N. BROSSARD, E. DELAGE, T. G. LITTLEJOHN, I. PLANTE, P. RIOUX, D. SAINT-LOUIS, Y. ZHU AND G. BURGER. 1998. Genome structure and gene content in protist mitochondrial DNAs. *Nucl. Acids Res.* 26(4): 865-878.
- GREMIGNI, V. AND A. FALLENI. 1996. Characters of the female gonad and the phylogeny of Platyhelminthes. *Proceedings of the 8th ISBT (Brisbane, August 1996)*.
- GRENS, A., L. GEE, D. A. FISHER AND H. R. BODE. 1996. CnNK-2, an NK-2 Homeobox gene, has a role in patterning the basal end of the axis in *Hydra*. *Dev. Biol.* 180: 473-488.
- GUO X. AND S. K. ALLEN JR. 1997. Sex and meiosis in autotetraploid Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Genome* 40(3): 397-405.
- HILLMAN, R. E. 1964. Chromatographic evidence of intraspecific genetic differences in the Eastern oyster, *Crassostrea virginica*. *Syst. Zool.* 13: 12-18.
- HUGHES, D. S., H. FELBECK AND J. L. STEIN. 1997. A histidine protein kinase homolog from the endosymbiont of the hydrothermal vent tubeworm *Riftia pachyptila*. *Appl. Environ. Microbiol.* 63(9): 3494-3498.

- HYMAN, B. C., J. L. BECK AND K. C. WEISS, 1988. Sequence amplification and gene rearrangement in parasitic nematode mitochondrial DNA. *Genetics* 120: 707-712.
- HYMAN, B. C. AND T. M. SLATER, 1990. Recent appearance and molecular characterization of mitochondrial DNA deletions within a defined nematode pedigree. *Genetics* 124: 845-853.
- JACOBS, H. T., S. ASAKAWA, T. ARAKI, K. MIURA, M. SMITH AND K. WATANABE, 1989. Conserved tRNA gene cluster in starfish mitochondrial DNA. *Curr Genet.* 15: 193-206.
- JACOBS, H. T., P. BALFE, B. COHEN, A. FARQUHARSON AND L. COMITO, 1988. Phylogenetic implication of genome rearrangement and sequence evolution in echinoderm mitochondrial DNA. In: PAUL, C. R. C. AND A. B. SMITH (eds.), *Echinoderm phylogeny and evolutionary biology*, ch. 10. Clarendon Press, Oxford.
- JAHAN, N., P. T. DOCHERTY, P. F. BILLINGSLEY AND H. HURD, 1999. Blood digestion in the mosquito, *Anopheles stephensi*: the effects of *Plasmodium nigeriensis* on midgut enzyme activities. *Parasitology* 119(6): 535-541.
- JHA, A. N., I. DOMINQUEZ, A. S. BALAJEE, T. H. HUTCHINSON, D. R. DIXON AND A. T. NATARAJAN, 1995. Localization of a vertebrate telomeric sequence in the chromosomes of two marine worms (phylum Annelida: class polychaeta). *Chromosome Res.* 3(8): 507-508.
- JOFFE, B. I. AND E. E. KORNAKOVA, 1996. *Notentera ivanovi* Joffe *et al.* 1997: a contribution to the question of phylogenetic relationships between "turbellarians" and the parasitic Plathelminthes (Neodermata). Proceedings of the 8th ISBT (Brisbane, August 1996).
- JOFFE, B., I. SOLOVEI AND H. C. MACGREGOR, 1998. Ordered arrangement and rearrangement of chromosomes during spermatogenesis in two species of planarians (Platyhelminthes). *Chromosoma* 107: 173-183.
- JOHANNESSON, B. 1986. Shell morphology of *Littorina saxatilis* Olivi: the relative importance of physical factors and predation. *J. Exp. Marine Biol. Ecol.* 102: 183.
- JONDELIUS, U. 1996. Flatworm phylogeny from partial 18S rDNA sequences. Proceedings of the 8th ISBT (Brisbane, August 1996).
- KEAWJAM, R. S. 1990. The apple snails of Thailand: molecular genetics. *Journal of Medical and Applied Malacology* 2: 1-44.
- KEAWJAM, R. S. AND E. S. UPATHAM, 1990. Shell morphology, reproductive anatomy and genetic patterns of three species of apple snail of genus *Pomacea* in Thailand. *Journal of medical and Applied Malacology* 2: 45-57.
- KHUSMITH, S., P. TANGTEERAWATANA AND S. LOOAREESUWAN, 1999. Low CD8+T lymphocyte response to *P. falciparum* circumsporozoite protein naturally-exposed malaria endemic populations in Thailand. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 30(3): 405-411.
- KOKAZE, A., H. MIYADERA, K. KITA, R. MACHINAMI, O. NOYA, B. NOYA AND S. KOJIMA, 1996. Phylogenetic identification of *Sparganum proliferum* as pseudophyllidean cestodes. Unpublished, available in Genbank.
- KORBSRISATE, S., S. MONGKOLSUK, J. R. HAYNES, D. ENGLAND AND S. SIRISINHA, 1991. Nucleotide sequence of the small subunit ribosomal RNA-encoding gene from *Opisthorchis viverrini*. *Gene* 105: 259-261.
- KORBSRISATE, S., S. MONGKOLSUK, J. R. HAYNES, Q. WONG AND S. SIRISINHA, 1992. Cloning and characterization of ribosomal RNA genes from *Opisthorchis viverrini*. *Parasitology* 104 (Pt2): 323-329.
- KRUNGKRAI, J., P. PRAPUNWATTANA AND S. R. KRUNGKRAI, 2000. Ultrastructure and function of mitochondria in gametocytic stage of *Plasmodium falciparum*. *Parasite* 7(1): 19-26.
- LABARBERA, M. AND S. VOGEL, 1982. The design of fluid transport systems in organisms. *Amer. Scient.* 70: 54.
- LANG, B. F., M. W. GRAY, G. BURGER, 1999. Mitochondrial genome evolution and the origin of eukaryotes. *Annu. Rev. Genet.* 33: 351-397.
- LECANIDOU, R., V. DOURIS AND G. RODAKIS, 1994. Novel features of metazoan mtDNA revealed from sequence analysis of three mitochondrial DNA segments of the land snail *Albinaria turrita* (Gastropoda: Clausiliidae). *J. Mol. Evol.* 38: 369-382.
- LEDGER, P. W. AND W. C. JONES, 1977. Spicule formation in the calcareous sponge *Sycon ciliatum*. *Cell Tissue Res.* 181: 553.
- LITTLEWOOD, D. T. J., R. A. BRAY AND K. A. CLOUGH, 1996. A phylogeny of the Platyhelminthes: towards a total-evidence solution. Proceedings of the 8th ISBT (Brisbane, August 1996).
- LONGWELL, A. C., S. S. STILES AND D. G. SMITH, 1967. Chromosome complement of the American oyster *Crassostrea virginica*, as seen in meiotic and cleaving eggs. *Can. J. Genet. Cytol.* 9: 845-856.
- LUBBOCK, R. 1979. Chemical recognition and nematocyte excitation in a sea anemone. *J. Exp. Biol.* 83: 283.
- MACWILLIAMS, H. K. 1983. Hydra transplantation phenomena and the mechanism of *Hydra* head regeneration. I. Properties of head activation. *Dev. Biol.* 96: 239-257.

- MAGNENAT, L., H. TOBLER AND F. MULLER. 1999. Developmentally regulated telomerase activity is correlated with chromosome healing during chromatin diminution in *Ascaris suum*. *Mol. Cell. Biol.* 19(5): 3457-3465.
- MENZEL, R. W. 1967. Hybridization in species of *Crassostrea*. *Proc. Natl. Shellfish. Assoc.* 58: 6.
- MENZEL, R. W. 1968a. Cytotaxonomy of species of clams (*Mercenaria*) and oysters (*Crassostrea*). *Proc. Symp.* 75-84.
- MENZEL, R. W. 1968b. Chromosome number in nine families of marine pelecypod mollusks. *Nautilus* 8: 45-60.
- MENZEL, R. W. 1971. The role of genetics in molluscan mariculture. *Am. Malacol. Union Bull.* 13-15.
- MIRE-THIBODEAUX, P. AND G. M. WATSON. 1993. Direct monitoring of intracellular calcium ions in sea anemone tentacles suggests regulation of nematocyst discharge by remote, rare epidermal cells. *Biol. Bull.* 185: 335.
- MULLER, W. A. 1996. Pattern formation in the immortal Hydra. *Trends in Genetics* 12: 91-96.
- NA-BANGCHANG, K., P. TAN-ARIYA, A. THANAVIBUL, S. RIENGCHAIAM, S. B. SHRESTHA AND J. KARBWANG. 1999. Pharmacokinetic and pharmacodynamic interactions of mefloquine and quinin. *Int. J. Clin. Pharmacol. Res.* 19(3): 73-82.
- NENTWIG, M. R. 1978. Comparative morphological studies of head development after decapitation and after fission in the planarian *Dugesia dorotocephala*. *Trans. Amer. Microsc. Soc.* 97: 297.
- NITAYA, S., V. VIYANANT, E. S. UPATHAM AND R. KEAWJAM. 1990. Isoenzyme analyses of *Opisthorchis viverrini* and *Fasciola gigantica* by isoelectric focusing in polyacrylamide gel. *The Journal of Tropical Medicine and Parasitology* 13(1): 12-17.
- OKI, I., S. NISHINO, M. TAKAI, K. D. KUZNEDELOV, O. A. TIMOSHKIN AND M. KAWAKATSU. 1996. Chromosomes of *Phagocata kawakatsui* and *Bdellocephala annandelei* from Lake Biwa-ko in Honshu, Central Japan. Proceedings of the 8th ISBT (Brisbane, August 1996).
- ORII, H., T. KATAYAMA, T. SAKURAI, K. AGATA AND K. WATANABE. 1996. Immunohistochemical detection of opsins in turbellarians. Proceedings of the 8th ISBT (Brisbane, August 1996).
- PALAZZO, R. E., E. A. VAISBERG, D. G. WEISS, S. A. KUZNETSOV AND W. STEFFEN. 1999. Dynein is required for spindle assembly in cytoplasmic extracts of *Spisula solidissima* oocytes. *J. Cell Sci.* 112(Pt9): 1291-1302.
- PARK, G. M., J. J. KIM, P. R. CHUNG, Y. WANG AND D. Y. MIN. 1999. Karyotypes on three species of Chinese mesogastropod snails, *Semisulcos libertina*, *S. dolichostoma* and *Viviparus rivularis*. *Korean J. Parasitol.* 37(1): 5-11.
- PECHENIK, J. A. 1996. Biology of the invertebrates. W.M. C. Brown Publishers, Sydney.
- PERSIDIS, A. 2000. Malaria. *Nat. Biotechnol.* 18(1): 111-112.
- PRITCHARD, A. E., J. J. SEILHAMER, R. MAHALINGAM, C. L. SABLE, S. E. VENUTI AND D. J. CUMMINGS. 1990. Nucleotide sequence of the mitochondrial genome of *Paramecium*. *Nucl. Acids Res.* 18(1): 173-180.
- RAMIREZ, C. C. AND E. M. DESSEN. 2000. Chromosomal evidence for sibling species of the malaria vector *Anopheles cruzii*. *Genome* 43(1): 143-151.
- REES, W. J. 1966. The Cnidaria and their evolution. Academic Press, New York.
- RIEGER, R. M. 1985. The phylogenetic status of the acoelomate organization with the Bilateria: a histological perspective. In: MORRIS, S. C. ET AL. (eds.), The origins and relationships of lower invertebrates, pp. 101-122. Clarendon Press, Oxford.
- RIGAA, A., M. MONNERO AND D. SELLOS. 1995. Molecular cloning and complete nucleotide sequence of the repeated unit and flanking gene of the scallop *Pecten maximus* mitochondrial DNA: putative replication origin features. *J. Mol. Evol.* 41: 189-195.
- RODRIGUEZ, M. H., L. GONZALEZ-CERON, J. E. HERNANDEZ, J. A. NETTEL, C. VILLARREAL, K. C. KAIN AND R. A. WIRTZ. 2000. Different prevalences of *Plasmodium vivax* phenotypes VK210 and VK247 associated with the distribution of *Anopheles albimanus* and *Anopheles pseudopunctipennis* in Mexico. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 62(1): 122-127.
- SAWYER, S. J., H. B. DOWSE AND J. M. SHICK. 1994. Neurophysiological correlates of the behavioral response to light in the sea anemone *Anthopleura elegantissima*. *Biol. Bull.* 186: 195.
- SELKIRK, M. E. AND M. L. BLAXTER. 1990. Cuticular proteins of *Brugia filarial* parasites. *Acta Tropica*. 47: 373-380.
- SELKIRK, M. E., M. YAZDANBAKHSI, D. FREEDMAN, M. L. BLAXTER, E. COOKSON, R. E. JENKINS AND S. A. WILLIAMS. 1991. A proline-rich structural protein of the surface sheath of larval *Brugia filarial* nematode parasites. *Journal of Biological Chemistry* 266: 11002-11008.
- SIRISINHA, S., R. CHAWENGKIRTTIKUL, R. SERMSWAN, S. AMORNPAINT, S. MONGKOLSUK AND S. PANYIM. 1991. Detection of *Opisthorchis viverrini* by monoclonal antibody-based ELISA and DNA hybridization. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 44: 140-145.

- SIRISINHA, S., R. CHAWENGKIRTTIKUL, C. TAYAPIWATANA, C. NAIYANETR, J. WAIKAGUL, P. RADOMYOS AND G. I. PODOPRIGORO. 1992. Specific and cross-reactive monoclonal antibodies to the 89-kDa antigen of *Opisthorchis viverrini*. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 23: 489-490.
- SHOTR, R. B., W. H. TEEHAN AND V. LIBERATOS, 1987. Chromosomes of *Heterobilharzia americana* (Digenea: Schistosomatidae), with ZWA sex determination, from Louisiana. *J. Parasitol.* 73(5): 941-946.
- SMITH, M. J., A. ARNDT, S. GORSKI AND E. FAJBER. 1993. The phylogeny of echinoderm classes based on mitochondrial gene arrangements. *J. Mol. Evol.* 36: 545-554.
- SPRUYT, N., C. DELARBRE, G. GACHELIN AND V. LAUDET. 1998. Complete sequence of the amphioxus (*Branchiostoma lanceolatum*) mitochondrial genome: relations to vertebrates. *Nucl. Acids Res.* 26(13): 3279-3285.
- STEWART, D., E. KENCHINGTO, R. SINGH AND E. ZOUROS. 1996. Degree of selective constraint as an explanation for the different rates of evolution of the gender-associated mitochondrial DNA lineages in the mussel *Mytilus*. *Genetics* 143: 1349-1357.
- STILES, S. S. 1973. Cytogenetic analysis of an attempted inter-species hybridization of the oyster. *Incompatibility Newsletter* 3: 41-45.
- STUNKARD, H. W. 1964. Studies on the trematode genus *Renicola*: observations on the life-history, specificity and systematic position. *Biol. Bull.* 126: 467.
- STUNKARD, H. W. 1980. The morphology, life-history and taxonomic relations of *Lepocreadium aveolatum* (Linton, 1900) Stunkard, 1969 (Trematoda: Digenea). *Biol. Bull.* 158: 154.
- STURMBAUER, C., G. B. OPADIYA, H. NIEDERSTATTER, A. RIEDMANN AND R. DALLINGER. 1999. Mitochondrial DNA reveals cryptic oligochaete species differing in cadmium resistance. *Mol. Biol. Evol.* 16(7): 967-974.
- SU, X., M. FERDIG, Y. HUANG, C. Q. HUYNH, A. LIU, J. YOU, J. C. WOOTTON AND T. E. WELLEMS. 1999. A genetic map and recombination parameters of the human malaria parasite *Plasmodium falciparum*. *Science* 286(5443): 1351-1353.
- SUBHACHALAT, P., S. SHIRASAKA, H. NAKAJIMA AND Y. ADACHI. 1999. *Setaria digitata* in cattle of Thailand identified by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Vet. Med. Sci.* 61(4): 443-445.
- TAKANO, J. AND T. SUGIYAMA, 1983. Genetic analysis of developmental mechanisms in *Hydra*. VIII. Head activation and head inhibition potentials of a slow-budding strain (L4). *J. Embryol. Exp. Morphol.* 78: 141-168.
- TAKAHASHI, T., Y. MUNEOKA, J. LOHMANN, M. DE HARO, G. SOLLEDER, T. C. G. BOSCH, C. N. DAVID, H. R. BODE, O. KOIZUMI, H. SHIMIZU, H. HATTA, T. FUJISAWA AND T. SUGIYAMA. 1997. Systematic isolation of peptide signal molecules regulating development in *Hydra*: LWamide and PW families. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 94: 1241-1246.
- TAMURA, S., K. YAMAMOTO, M. TAKAI, I. OKI AND M. KAWAKATSU. 1996. Karyological and taxonomic studies of *Dugesia japonica* and *D. ryukyuensis* in Kyushu Southern Japan. Proceedings of the 8th ISBT (Brisbane, August 1996).
- TAYLOR-ROBINSON, A. W. 2000. Vaccination against malaria: targets, strategies and potentiation of immunity to blood stage parasites. *Front. Biosci.* 5: E16-29.
- TECHNAU, U. AND T. W. HOLSTEIN. 1992. Cell sorting during the regeneration of *Hydra* of reaggregated cells. *Dev. Biol.* 151: 117-127.
- THANOMSUB, B. W. K. CHANSIRI, N. SARATAPHAN, S. PHANTANA. 2000. Differential diagnosis of human lymphatic filariasis using PCR-RFLP. *Mol. Cell Probes* 14(1): 41-46.
- TORREIRO, A., M. J. MARTINEZ-EPOSITO, M. I. TRUCCO AND J. J. PASANTES. 1999. Cytogenetics in *Brachidontes rodriguezi* d'Orb (Bivalvia, Mytilidae). *Chromosome Res.* 7(1): 49-55.
- TRAORE, B., K. MUANZA, S. LOOAREESUWAN, S. SUPAVEJ, S. KHUSMITH, M. DANIS, P. VIRIYAVEJAKUL AND F. GAY. 2000. Cytoadherence characteristics of *Plasmodium falciparum* isolates in Thailand using an in vitro human lung endothelial cells model. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 62(1): 38-44.
- TREE, T. I. M., A. J. GILLESPIE, K. J. SHEPLEY, M. L. BLAXTER, R. S. TUAN AND J. E. BRADLEY. 1995. Characterisation of an immunodominant glycoprotein antigen of *Onchocerca volvulus* with homologues in other filarial nematodes and *Caenorhabditis elegans*. *Molecular and Biochemical Parasitology* 69: 185-195.
- UNDERWOOD, A. P. AND A. E. BIANCO. 1999. Identification of a molecular marker for the Y chromosome of *Brugia mal.* *Mol. Biochem. Parasitol.* 99(1): 1-10.
- VANFLETEREN, J. R., M. L. BLAXTER, S. A. R. TWEEDIE, C. TROTMAN, L. LU, M. L. VAN HEUWAERT AND L. MOENS. 1994. Molecular genealogy of some nematode taxa as based on cytochrome c and globin amino acid sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 3: 92-101.

- VAN OPPEN, M. J., B. L. WILLIS AND D. J. MILLER. The mitochondrial genome of the scleractinian coral *Acropora tenuis*: major differences in gene order within the anthozoan subclass Zoantharia. Unpublished, available in Genbank.
- VITTURI, R., D. COLOMBERA, E. CATALANO AND F. P. AMICO. 1991. Spermatocyte chromosome analysis of *Helicella virgata* (Pulmonata: Helicidae): silver-stained and C- banded chromosomes. *J. Hered.* 82(4): 339-343.
- WADA, H. AND N. SATOH. 1994. Details of the evolutionary history from invertebrates to vertebrates, as deduced from the sequences of 18S rDNA. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 91: 1801.
- WARRIOR, R. AND J. GALL, 1985. The mitochondrial DNA of *Hydra attenuata* and *Hydra littoralis* consists of two linear molecules. *Arch. Sc.* 38: 439-445.
- WATKINS, R. F. AND A. T. BECKENBACH. 1999. Partial sequence of a sponge mitochondrial genome reveals sequence similarity to Cnidaria in cytochrome oxidase subunit II and the large ribosomal RNA subunit. *J. Mol. Evol.* 48, 542-554.
- WEIR, E. C., W. M. PHILBRICK, M. AMLING, L. A. NEFF, R. BARON AND A. E. BROADUS. 1996. Targeted overexpression of parathyroid hormone-related peptide in chondrocytes causes chondrodysplasia and delayed endochondral bone formation. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 93, 10240-10245.
- WILDING, C. S., P. J. MILLL AND J. GRAHAME. 1999. Partial sequence of the mitochondrial genome of *Littorina sautilis*: relevance to gastropod phylogenetics. *J. Mol. Evol.* 48, 348-359.
- WONGRATANACHEEWIN, S., R. CHAWENGKIRTIKUL, D. BUNNAG, S. SIRISINHA, 1988. Analysis of *Opisthorchis viverrini* antigens by immunoprecipitation and polyacrylamide gel electrophoresis. *Parasitology* 96, 119-128.
- YAMAZAKI, N., R. UESHIMA, J. TERRETT, S-I. YOKOBORI, M. KAIFU, R. SEGAWA, T. KOBAYASHI, K-I. NUMACHI, T. UEDA, K. NISHIKAWA, K. WATANABE AND R. THOMAS. 1997. Evolution of pulmonate gastropod mitochondrial genomes: comparisons of gene organizations of *Euhadra*, *Cepaea* and *Albinaria* and implications of unusual tRNA secondary structures. *Genetics* 145, 749-758.
- YOKOBORI, S. -I., U. TAKUYA, G. FELDMAIER-FUCHS, S. PAABO, R. UESHIMA, A. KONDOW, K. NISHIKAWA AND K. WATANABE. 1998. Complete DNA sequence of the mitochondrial genome of the ascidian *Halocynthia roretzi* (Chordata, Urochordata). *Genetics* 153, 1851-1862.
- YOSHIDA, S., S. I. KASHIWAMURA, Y. HOSOYA, E. LUO, H. MATSUOKA, A. ISHII, A. FUJIMURA AND E. KOBAYASHI. 2000. Direct immunization of malaria DNA vaccine into the liver by gene gun protects against lethal challenge of *Plasmodium berghei* sporozoite. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 271(1), 107-115.

19. พันธุศาสตร์ด้านพืชเศรษฐกิจ

19.1 บทนำ

พืชเศรษฐกิจ ได้แก่ พืชไร่และพืชสวนที่สำคัญของประเทศไทย ประกอบด้วยพืชที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยและต่างประเทศ จากการสำรวจและตั้งสมมติฐานของ Vavilov (1950) พบว่า ประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงน่าจะเป็นศูนย์กลางของความหลากหลาย (centers of diversity) ของ ข้าว ถั่วเขียว ถั่วพุ่ม มะเขือ เผือก พริกไทย กล้วย มะม่วง ส้มบางชนิด และมะพร้าว ในขณะที่พืชเศรษฐกิจอีกหลายชนิดไม่ได้มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย เช่น จากอเมริกาใต้ ได้แก่ ยางพารา มันสำปะหลัง สับปะรด ยาสูบ มะเขือเทศ จากจีน ได้แก่ อ้อย ถั่วเหลือง งา ผักกาด หอม ขา ฝั่ จากเอเชียกลาง ได้แก่ ฝ้าย กระเทียม หอม อุ่น จากเมดิเตอร์เรเนียน ได้แก่ ถั่วลิ้นเต่า หน่อไม้ฝรั่ง กะหล่ำปลี ผักกาดหอม จากอาฟริกา ได้แก่ ข้าวฟ่าง ละหุ่ง กาแฟ ทานตะวัน กระเจี๊ยบ ปาล์มน้ำมัน จากอเมริกากลาง ได้แก่ ข้าวโพด มันเทศ พริก มะละกอ เป็นต้น จึงเห็นได้ว่า พืชเศรษฐกิจส่วนใหญ่ของไทย เป็นพืชที่นำเข้ามาโดยชาวต่างชาติผู้อพยพ หรือโดยชาวไทยนำมาปลูก การศึกษาพันธุศาสตร์ด้านพืชเศรษฐกิจของไทยในช่วงที่ผ่านมา จึงมักเป็นการนำพันธุ์พืชจากต่างประเทศ มาศึกษาภายใต้สภาพแวดล้อมของไทย รวมทั้งปฏิกิริยาต่อโรคและแมลงที่มีอยู่ในประเทศไทย ดังนั้น ถ้าจะใช้ความหลากหลายที่มีอยู่ในประเทศ เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีปกติ (conventional plant breeding) แล้ว ก็จะมีข้อจำกัดที่พืชส่วนใหญ่ไม่มีพืชชนิด (species) เดียวกันอยู่ในประเทศไทย แต่จะมีความเป็นไปได้สูงในการใช้วิธีการปรับปรุงโดยพันธุวิศวกรรม เนื่องจากจะไม่มี

ปัญหาการแพร่กระจายของยีนจากการผสมข้ามกับวัชพืช

โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ได้ดำเนินโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 โดยตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชที่มีอยู่ในประเทศไทย และได้สร้างเครือข่ายกับหน่วยงานทั่วประเทศ โดยเฉพาะหน่วยงานในสังกัดของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงศึกษาธิการ และทบวงมหาวิทยาลัย ในการปกป้องรักษาและหาแนวทางใช้ประโยชน์จากพันธุกรรมพืชพื้นเมืองของไทย โครงการนี้ได้ทำรายชื่อพืชที่ควรอนุรักษ์ไว้ทั้งสิ้นกว่า 300 ชนิด ทั้งพืชไร่ พืชสวน พืชสมุนไพร และพืชป่าไม้ เพื่อสนับสนุนให้มีการปกป้องรักษา และศึกษาข้อมูลเพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืชต่อไป (งานอนุรักษ์พันธุกรรมพืช, 2537) จึงถือได้ว่า เป็นโครงการศึกษาความหลากหลายและการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม โครงการในลักษณะนี้ต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง และต้องการการสนับสนุนจากเครือข่ายอย่างจริงจังและต่อเนื่อง จึงจะประสบความสำเร็จได้

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) เป็นหน่วยงานที่ให้การสนับสนุนการวิจัยความหลากหลายทางนิเวศวิทยา ชนิดและพันธุกรรมภายในแต่ละชนิดสิ่งมีชีวิต จึงมีการศึกษาทางพันธุศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญของโครงการ

ศ. พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 2543. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 330-339.

ด้วย โดยได้สนับสนุนการศึกษาด้านพันธุศาสตร์ของไม้วงศ์เป้ง้า แผลงวันผลไม้ และเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชและสัตว์ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน ความหลากหลายทางพันธุกรรมของแมลงเบียนบางชนิด เพลี้ย

กระโดดสีน้ำตาล กิ่งกลาดำ ผึ้งโพรงไทย มังคุด ไม้สัก และแบคทีเรียหลายชนิด (วิสุทธิ และคณะ, 2542) ซึ่งจะเห็นได้ว่า โครงการ BRT ยังไม่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษาด้านพันธุศาสตร์ของพืชไร่และพืชสวนโดยตรงเลย

19.2 ความก้าวหน้าด้านพันธุศาสตร์ของพืชไร่และพืชสวน ในระดับสากลและประเทศไทย

วิธีการทางพันธุวิศวกรรม โดยเฉพาะ เทคนิคการถ่ายยีน (genetic transformation) เพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการดัดต่อยีน (genetically modified organisms หรือ GMOs) มีความได้เปรียบการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีปกติ (conventional plant breeding) อยู่สามประการคือ 1) การถ่ายยีนจะเจาะจงถ่ายเพียงไม่กี่ยีน ซึ่งไม่กระทบต่อพันธุกรรมดี ๆ ที่พืชนั้นมีอยู่เดิม 2) ใช้เวลาน้อยกว่าวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีปกติ 3) สามารถใช้ยีนจากสิ่งมีชีวิตชนิดใดถ่ายให้แก่ชนิดใดก็ได้โดยไม่มีอุปสรรคเนื่องจากการผสมไม่ติด ด้วยศักยภาพดังกล่าว ทำให้ภาครัฐและเอกชนในประเทศที่เจริญแล้ว ได้แก่ สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย มุ่งสร้างองค์ความรู้ด้านพันธุศาสตร์ส่วนใหญ่เพื่อนำไปสู่การสร้าง GMOs อย่างไรก็ดีตาม ได้มีการศึกษาเพื่อนำความรู้ด้านพันธุศาสตร์ประชากร (population genetics) และพันธุศาสตร์ปริมาณ (quantitative genetics) มารวมกับความรู้ด้านพันธุศาสตร์โมเลกุล (molecular genetics) เพื่อประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ กับเพื่อการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตอีกด้วย การศึกษาในแต่ละสาขามักใช้จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตทดลองเริ่มแรก ต่อมาจึงใช้พืชไร่และพืชสวนที่สำคัญเป็นสิ่งมีชีวิตที่ใช้ศึกษา อันอาจสรุปความก้าวหน้าจนถึงปัจจุบันได้ดังนี้

19.2.1 การศึกษาเพื่อควบคุมการทำงานของยีน

แนวคิดนี้เริ่มมากกว่า 10 ปีแล้ว จากความสำเร็จในการใช้สารเคมีควบคุมการทำงานของpromoter ที่ควบคุมเกสรเพศผู้ให้เป็นหมันในพืชหลายชนิด

ปัจจุบันประสบความสำเร็จมากขึ้น Grady (1999) กล่าวว่า เทคโนโลยีปิดเปิดการทำงานของยีน (gene switching technology) นี้ ต้องประกอบกันกับสารเคมีหรือสภาพแวดล้อมที่ช่วยเหนี่ยวนำ (induce) ให้ยีนทำงานหรือหยุดทำงาน โดยมีการศึกษาทั้งในประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกา ตัวอย่างที่มีผู้พบแล้วคือ ยีน CBF1 ซึ่งควบคุมการทำงานของกลุ่มยีนควบคุมความทนอากาศเย็น (cool - regulated genes หรือ COR) โดย COR แต่ละตำแหน่งเพิ่มความทนอากาศเย็นในพืชได้ไม่มากนัก แต่ถ้ายีนสามารถทำงานได้หลาย ๆ ตำแหน่งในขณะเดียวกัน จะทำให้พืชต้นนั้นทนความเย็นได้อย่างมาก นักพันธุศาสตร์กำลังเชื่อมต่อยีนทนอากาศเย็นเข้ากับ promoter ที่กระตุ้นโดยสารเคมี ทำให้เกษตรกรสามารถเอาสารเคมีไปพ่นให้แก่ต้นพืชที่ต้องการให้ทนความเย็นในช่วงฤดูหนาวได้ ขณะนี้อยู่ในขั้นทดลองกับข้าวสาลีและมันฝรั่ง ตัวอย่างที่มีศักยภาพในการนำเทคโนโลยีปิดเปิดการทำงานของยีนมาใช้ประโยชน์มีมากมาย เช่น

- กำหนดให้ยีนที่สร้างโปรตีนต้านทานแมลง (ยีน Bt) ทำงานเฉพาะเวลาที่ต้องการ จะได้ไม่ต้องให้ยีนทำงานตลอดเวลา ซึ่งอาจทำให้หนอนเจาะสมอฝ้ายปรับตัวต้านทานต่อโปรตีน Bt ได้ง่าย

- กำหนดให้ยีนควบคุมความเป็นหมันในข้าวโพดทำงานเมื่อต้องการผลิตลูกผสม แต่ให้ไม่ทำงาน (ไม่เป็นหมัน) เมื่อต้องการขยายพันธุ์สายพันธุ์ตัวเมีย

- ควบคุมการออกดอกหรือหยุดออกดอกของพืช

- การควบคุมการทำงานหลาย ๆ ยีน พร้อมกันโดยใช้สารเคมีชนิดเดียว

พืชที่อยู่ในโครงการถ่ายยีนปิดเปิดการทำงานให้ มีทั้งพืชไร่และพืชสวน ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี ถั่วเหลือง ฝ้าย มะเขือเทศ มันฝรั่งและกล้วย ในประเทศไทยในปัจจุบันยังไม่มีการวิจัยทางด้านนี้

19.2.2 การค้นหายีน

ด้วยเหตุที่เทคโนโลยีการรวมดีเอ็นเอ (recombinant DNA technology) มีศักยภาพในการนำมาสร้าง GMOs ดังกล่าวนั้นแล้ว การค้นพบยีนที่เป็นประโยชน์จะทำให้บริษัทหรือหน่วยงานที่ค้นพบสามารถจดสิทธิบัตรและนำไปสู่ผลประโยชน์ทางการค้าได้ จึงมีการศึกษาด้านพันธุศาสตร์เพื่อหาตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เพื่อตัดแต่งมาเพิ่มจำนวน (cloning) ไว้ใช้ในกระบวนการถ่ายยีน รวมทั้งการค้นหา selectable marker ใหม่ ๆ เพื่อใช้แทน marker จากจุลินทรีย์ ที่มีผู้กังวลกันว่าจะไม่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ยีนที่ค้นพบมักพบพร้อม ๆ กันโดยนักวิจัยคนละกลุ่มที่มีความสนใจในยีนสำคัญ ๆ ร่วมกัน จนมีการค้นพบยีนที่ทราบลำดับเบสแล้วนับหมื่นยีนในพืชไร่และพืชสวน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามหน้าที่ของยีนนั้นเช่น

- กลุ่มยีนที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ ATP และส่งถ่ายอิเล็กตรอน

- กลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง
- กลุ่มยีนควบคุมการสังเคราะห์ antigen
- structural DNA ต่าง ๆ
- ยีนควบคุมการสร้างเอนไซม์ทั้งหลาย ซึ่งเป็นยีนกลุ่มใหญ่ที่สุดกลุ่มหนึ่งที่มีผู้ค้นพบ
- ฯลฯ

ยีนที่ค้นพบมีขนาดตั้งแต่ไม่กี่สิบลำดับเบส เช่น ยีนควบคุมการสร้าง α -amylase ในข้าว (ขนาด 76 ลำดับเบส) จนถึงเกือบหมื่นเบส ในยีนที่ควบคุมการสร้าง phytochrome ในข้าว (ขนาด 9979 ลำดับเบส) (Latterich and Croy, 1993) เมื่อพบยีนหนึ่งในพืชใด

ก็มักจะพบในพืชอื่น ๆ ด้วย อย่างไรก็ตาม ยีนเหล่านี้เกือบทั้งหมดไม่มีศักยภาพในทางเศรษฐกิจ มีเพียงไม่กี่ยีนที่มีผู้นำมาใช้ประโยชน์ทางการค้า และมักเป็นยีนที่ค้นพบในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน ทำให้เกิดความหวาดระแวงว่า เมื่อนำไปถ่ายให้กับพืชเศรษฐกิจแล้วจะไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค เช่น ยีนที่ค้นพบจากแบคทีเรีย เป็นต้น ตัวอย่างของยีนที่ใช้ประโยชน์อย่างมากในปัจจุบันและยีนที่ค้นพบใหม่ ๆ แต่มีศักยภาพมาก แสดงในตารางที่ 19.1

การที่มีผู้ตั้งข้อรังเกียจการถ่ายยีนจากสิ่งมีชีวิตแปลก ๆ (เช่น ไวรัส แบคทีเรีย แมลงกะปุน ฯลฯ) ให้แก่พืช ทำให้นักพันธุศาสตร์ส่วนหนึ่งหันกลับมาสนใจพันธุกรรมพืชที่มีอยู่อีกครั้ง บางคนก็กลัวว่าพืชบางพันธุ์จะไม่ได้รับความสนใจ และสูญหายไปในที่สุดเนื่องจากนักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถหาแหล่งพันธุกรรมจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้เช่นกัน เมื่อเร็ว ๆ นี้ Dr. Geoffrey Hawtin (2000) ซึ่งเป็นหัวหน้าของ International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) (IPGRI เป็นหน่วยงานในองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ซึ่งมีกิจกรรมอยู่ทั่วโลกเพื่อการปกป้องรักษาพืชไม่ให้สูญพันธุ์) ได้กล่าวเนื่องในโอกาสครบรอบ 25 ปีของ IPGRI ว่า ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชในโลกกำลังถูกคุกคามโดยฝีมือมนุษย์อย่างไม่เคยเป็นมาก่อน โดยอัตราการสูญเสียชีวิต (species) ของพืชมีสูงกว่านับพัน ๆ เท่าของอัตราการเกิดใหม่ ซึ่งจะกระทบต่อการเกษตรและอาหารของมนุษยชาติในอนาคต IPGRI ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือกว่า 100 ประเทศทั่วโลกในการจัดตั้งธนาคารยีน (genebanks) เพื่อเก็บรวบรวมพืชซึ่งสามารถใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชใหม่ กับฝึกอบรมนักวิชาการให้แก่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกกว่า 2,000 คนแล้ว การรวบรวมพันธุ์พืชนั้น IPGRI ได้ให้การสนับสนุนการรวบรวมพันธุ์พืชทั่วโลก โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนา กว่า 560 ครั้ง รวบรวมพืชไว้แล้วประมาณ 250,000 ชนิด

ตารางที่ 19.1 ตัวอย่างของยีนที่แยกจากสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เพื่อใช้ถ่ายให้กับพืชไร่หรือพืชสวนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ*

สัญลักษณ์/ชื่อ ของยีน	ได้จากสิ่งมีชีวิต	การแสดงออกของยีน
- aro A	<i>Salmonella typhimurium</i>	- ด้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช glyphosate (Roundup)
- Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>	- สร้างโปรตีนที่เป็นพิษต่อหนอนเจาะสมอฝ้าย
- Cp TI	ถั่วลิสง	- ด้านทานหนอนเจาะฝักและหนอนกินรากข้าวโพด
- WTI-1B	ถั่วพู	- สร้าง trypsin inhibitor ที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของ หนอนเจาะลำต้นข้าว (<i>Chilo suppressalis</i>)
- Chitinase genes	ข้าว	- ด้านทานโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อ <i>Magnaporthe grisea</i>
- High methionine gene	Brazil nut	- เพิ่มปริมาณกรดอะมิโน methionine ในพืชที่ได้รับ การถ่ายยีนนี้
- Green fluorescent protein (GFP)**	แมงกะพรุน	- เรืองแสงเมื่อได้รับการกระตุ้นโดย promoter บางตัว
- Gene controlling water loss in guard cells**	<i>Arabidopsis thaliana</i>	- ทำให้พืชคายน้ำจาก guard cell น้อยลงในสภาพ แห้งแล้ง
- Organomercurial metabolism**	แบคทีเรีย	- ควบคุมการสร้างเอนไซม์ 2 ตัว ตัวแรกช่วยสลาย organic mercury เป็นเกลือ ตัวที่สองสลายเกลือแยก เป็นปรอท ซึ่งลดความเข้มข้นไปเองในธรรมชาติ

* รวบรวมจาก Ugaki, 1999; Van Roozendaal and Van Wijk, 1992; Bruhn, 2000; White, 2000 และ Bizily, 2000.

** ยีนค้นพบใหม่

งานด้านการค้นหายีนในประเทศไทยเพิ่ง อยู่ในขั้นเริ่มต้น โดยมีโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่ เพียง 1 โครงการ คือ การค้นหายีนในข้าวขาวดอก มะลิ 105 ข้าวพื้นเมือง และข้าวป่าของไทย (Rice Gene Discovery Project) ซึ่งเป็นโครงการย่อย 1 ใน 4 ของ โครงการจีโนมข้าวประเทศไทย (Rice Genome Project Thailand) ได้รับการสนับสนุนจาก ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.) เพื่อมุ่งสืบค้นและวางตำแหน่งของยีนที่มีความ สำคัญทางเศรษฐกิจที่มีอยู่ในข้าวไทย โดยคาดหวังว่า จะนำไปสู่การเป็นเจ้าของสิทธิบัตรของยีนที่ค้น พบอีกด้วย เนื่องจากข้าวเป็นพืชเดียวในประเทศไทย ซึ่งมีนักวิจัยที่มีความสามารถ และได้รับการ สนับสนุนด้านงบประมาณในโครงการ Rice Gene Discovery Project จนพร้อมที่จะค้นหายีนได้เป็นพืช

แรก ๆ จึงสมควรที่จะใช้เป็นพืชต้นแบบในการพัฒนา ขีดความสามารถของนักวิจัยในประเทศ เพื่อค้นหา ยีนในพืชอื่น ๆ โดยเฉพาะพืชไร่และพืชสวนที่มีความ สำคัญทางเศรษฐกิจ สำหรับวิธีการที่นักวิจัยในหน่วย DNA Fingerprinting ของ ศช. (ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน) ใช้อยู่ เป็น เทคนิคมาตรฐานซึ่งใช้ในการค้นหายีนได้อย่างแม่นยำ ได้แก่ 1) BAC หรือ Bi BAC Libraries, 2) cDNA Fishing, 3) Resistant Gene Analog, 4) Monosomic Alien Addition Line, 5) Comparative Mapping และ 6) Complementation Test คาดว่า โครงการดังกล่าวจะนำไปสู่การค้นพบยีนที่สำคัญ เช่น ยีนควบคุมลักษณะทนน้ำท่วม ทนแล้ง ทนเค็ม ด้านทานโรคใบไหม้ ด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ยีนควบคุมความหอมและคุณภาพพุ่มต้น เป็นต้น

โครงการลักษณะเดียวกันนี้ กำลังจะได้รับการสนับสนุนจาก ศช. ผ่านทางหน่วยพันธุวิศวกรรมด้านพืช (ตั้งอยู่ใน ม. เกษตรศาสตร์ กำแพงแสน เช่นกัน) ภายในกลางปี พ.ศ. 2543 นี้ คือ โครงการ การแยกสกัดยีนต้านทานโรคใบไหม้ Ph-3 ในมะเขือเทศ โดยอาศัยแผนที่โครโมโซม ยีน Ph-3 นี้มีผู้ทราบตำแหน่งคร่าว ๆ ว่าอยู่บนปลายโครโมโซม 9 แต่ยังไม่มีการทำ BAC Library และ cDNA Library มาก่อน

19.2.3 การศึกษาด้าน genomics

การศึกษาด้าน genomics เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอทั้งหมดที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่ง สารพันธุกรรมเหล่านี้มีอยู่ในนิวเคลียสเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังมีอยู่ใน mitochondria และ chloroplast อีกบ้าง สมวงษ์ (2540) กล่าวว่า การศึกษาด้าน genomics ในพืชอาจทำได้ใน 6 หัวข้อใหญ่ ซึ่งอาจเรียกชื่อแตกต่างกันไปบ้างตามความนิยมของนักพันธุศาสตร์และปรับปรุงพันธุ์พืช คือ 1) การจำแนกพันธุ์พืช (varietal identification) 2) การทำแผนที่จีโนม (genome mapping) 3) การหา DNA marker ที่ต่อเชื่อมกับยีน (gene tagging) เพื่อช่วยในการคัดเลือก (marker - aided selection) 4) การหาดำแหน่งของยีนที่ควบคุมลักษณะปริมาณ (quantitative trait loci หรือ QTL mapping) 5) การหาลำดับเบส (DNA sequencing) และ 6) การศึกษาการแสดงออกของยีน (gene expression analysis) การศึกษาทั้ง 6 หัวข้อนี้ นักวิจัยจะต้องใช้ความรู้ด้านเครื่องหมายโมเลกุล (molecular markers) ซึ่งเป็นลักษณะที่แสดงลำดับของ DNA ในจีโนมพืชเหมือนกับป้ายบอกตำแหน่ง (signpost) บนถนน ทั้งนี้เพราะ DNA อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายด้วยการกลายพันธุ์ที่ nucleotide ตำแหน่งเดียว หรืออาจเปลี่ยนแปลงไปมากเนื่องจากผลของ inversion, translocation, deletion หรือ transposition ก็ได้ จึงทำให้ความแปรปรวนของ DNA มีสูงมากในธรรมชาติ และสามารถตรวจวัดได้โดย molecular marker แบบใดแบบหนึ่งคือ 1)

Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP), 2) Simple Sequence Repeats (SSR), 3) Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), 4) Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP), 5) Sequence Characterized Amplified Region (SCAR), 6) Single Nucleotide Polymorphism (SNP), ฯลฯ

ในประเทศไทย การศึกษาด้าน genomics ได้รับความนิยมมากที่สุดในการใช้พันธุศาสตร์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่และพืชสวน ดังตัวอย่างส่วนหนึ่งต่อไปนี้

ก. การจำแนกพันธุ์พืช (varietal identification หรือ varietal verification)

มีหน่วยงานจำนวนมากในประเทศไทยที่มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีด้านเครื่องหมายโมเลกุล (molecular markers) ในการจำแนกพันธุ์พืช โดยในช่วงเริ่มแรกเมื่อประมาณ 20 ปีมาแล้ว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้เริ่มใช้ isozyme กว่า 30 ชนิด แต่ที่นิยมคือ เอนไซม์ในระบบ esterase, lipoxigenase, transaminase, dehydrogenase และ peroxidase ในการจำแนกพันธุ์ถั่วฝักยาวและแตงกวา ต่อมาได้มีผู้ใช้เทคโนโลยีการจำแนกพันธุ์พืชไร่และพืชสวนโดยใช้เอนไซม์ โดยสถาบันการศึกษาต่าง ๆ และกรมวิชาการเกษตร พืชที่จำแนกได้แก่ ถั่วเขียว และฝักต่าง ๆ ปัจจุบันมีผู้ใช้เทคนิคนี้น้อยลง ใช้เสริมข้อมูลเครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA markers) ในหมากสง มะเกี๋ยง และระกำ (ศุจิรัตน์ และคณะ, 2543)

เครื่องหมายดีเอ็นเอ เป็นเครื่องหมายที่นิยมใช้ในการจำแนกพันธุ์พืชไร่และพืชสวนมากที่สุดในปัจจุบัน โดยห้องปฏิบัติการในมหาวิทยาลัยของรัฐเกือบทุกแห่งและของกรมวิชาการเกษตร มีความสามารถในการตรวจวัดเครื่องหมายโมเลกุลหลายแบบที่ใช้กันอยู่ได้แก่วิธี RAPD, RFLP, AFLP และ SSR พืชที่มีการศึกษาในประเทศไทยได้แก่ ข้าว ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ข้าวโพด พริก มะเขือเทศ ปาล์มน้ำมัน มะม่วง ยูคาลิปตัส เป็นต้น งานวิจัยด้านนี้

ยังรวมไปถึงการจำแนกเชื้อสาเหตุของโรคพืชเหล่านี้ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลอีกด้วย เช่น ในการจำแนกเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ซึ่งทำทั้งที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประเทศไทยได้ประยุกต์เทคโนโลยีด้านเครื่องหมายดีเอ็นเอ เพื่อใช้กำหนดความบริสุทธิ์ของพันธุ์ข้าวโพดลูกผสมที่บริษัทเอกชนจะขายให้แก่กรมส่งเสริมการเกษตร การตรวจการปนของข้าวขาวดอกมะลิ ปลายุ่น ถั่วเหลือง กุ้ง โค สุนัข สัตว์ปีก ฯลฯ โยงไปถึงการตรวจปริมาณของ GMOs ในเมล็ดพืช และอาหารบางชนิดที่สามารถสกัดดีเอ็นเอได้อีกด้วย ปัจจุบัน DNA Technology Service Laboratory ซึ่งเป็นศูนย์เครือข่ายของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ซึ่งตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เป็นผู้นำในการพัฒนาวิธีการตรวจสอบ GMOs ที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง ถึงขนาดที่สามารถจดเป็นสิทธิบัตรได้

ข. การทำแผนที่จีโนม (genome mapping)

การทำแผนที่จีโนมเป็นผลมาจากการหาเครื่องหมายโมเลกุลด้วย ทั้งนี้เพราะการมีเครื่องหมายโมเลกุลมาก ๆ บนโครโมโซม จะทำให้ตรวจพบได้ง่ายว่า ยีนที่เราสนใจอยู่ใกล้กับเครื่องหมายตัวไหน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ตัวเครื่องหมายจะทำหน้าที่เหมือนดังป้ายบอกตำแหน่ง หรือหลักกิโลเมตรที่บอกว่าอยู่ใกล้กับยีนใด จะได้กำหนดตำแหน่งของยีนได้ถูกโครโมโซม (หรือ linkage group) การทำแผนที่จีโนมในประเทศไทยทำกันน้อยเนื่องจากขาดห้องปฏิบัติการ บุคลากรและงบประมาณ มักใช้ข้อมูลสาธารณะที่นักวิชาการต่างประเทศตีพิมพ์ในวารสารต่าง ๆ หรือบรรจุใน web site ที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม มียีนบางตำแหน่งที่นักวิจัยไทยมีความสนใจเป็นพิเศษ ตัวอย่างเช่น ยีนควบคุมความทนทานต่อน้ำท่วมขังในข้าว Apichart et al. (2000) ใช้ P1-derived Artificial Chromosome (PAC) ขนาด 136 kb แล้วทำ short gun sequencing จาก plasmid ขนาด 2 และ 5 kb ซึ่ง

เป็น subclones ของ PAC นี้ในการหาตำแหน่งของยีน ถือว่าเป็นนักวิจัยกลุ่มแรก ๆ ของโลกที่กำหนดตำแหน่งของยีนดังกล่าวได้ ซึ่งนักวิจัยกลุ่มเดียวกันก็กำลังหาตำแหน่งของยีนที่ควบคุมความต้านทานโรคราน้ำค้างในข้าวโพดอีกด้วย พบว่ามี 2 ตำแหน่ง (loci) หลักคือ บริเวณส่วนปลายของโครโมโซมที่ 1 (ตำแหน่ง bnl 6.32) และส่วนหัวของโครโมโซมที่ 3 (NC 030) แสดงว่านักวิจัยของไทยมีความสามารถที่จะหาตำแหน่งที่แน่นอนของยีนได้ ถ้าได้รับการสนับสนุน

ส่วนโครงการทางด้านพืชสวนซึ่งกำลังดำเนินการอยู่ เป็นโครงการระยะยาว คือการสร้างแผนที่โครโมโซมระดับโมเลกุลของมะม่วง

ค. การหา DNA marker ที่ต่อเชื่อมกับยีน (gene tagging)

การหาตำแหน่งของเครื่องหมายดีเอ็นเอที่ต่อเชื่อมกับยีน ก็เป็นผลมาจากความสามารถในการหาเครื่องหมายโมเลกุลเช่นกัน คือสามารถกำหนดได้ว่า ยีนที่เป้าหมาย (target gene) อยู่ใกล้กับ marker ไດ ห้องปฏิบัติการเกือบทุกแห่งในประเทศไทยที่สามารถวิเคราะห์เครื่องหมายโมเลกุลได้มีศักยภาพในการศึกษา gene tagging ทั้งสิ้น โดยผู้วิจัยจะต้องสร้างประชากร (mapping population) ขึ้นมา โดยการผสมพันธุ์พืช 2 พันธุ์ ที่มีความแตกต่างในลักษณะ (trait) ที่ต้องการศึกษา และอาจสร้างประชากรรุ่นที่สอง ลูกผสมกลับ หรือสายพันธุ์แท้ (recombinant inbred line) หรือสายพันธุ์ double haploid ขึ้นมา เพื่อตรวจสอบ trait (นิยมเรียกว่าทำ phenotyping) จากนั้นจึงแยกกลุ่ม DNA ของแต่ละ trait เพื่อวิเคราะห์หา marker ที่เชื่อมต่อกับ trait นั้น ๆ อีกทีหนึ่ง การศึกษาที่ง่ายที่สุดคือ เมื่อ trait ถูกควบคุมด้วยยีนเพียงคู่เดียว เช่น งานที่ Yan et al. (1998) ศึกษาพบว่า RAPD marker OPH₀₂ ต่อเชื่อมกับยีนควบคุมความต้านทานโรคราน้ำค้างในถั่วเหลืองที่เกิดจากผสมระหว่างพันธุ์ 'นครสวรรค์ 1' ของไทย กับ 'AGS 129' ของไต้หวัน โดยขนาดของ

band ที่พบมีอยู่ 2 band ขนาด 710 และ 800 คู่เบส ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้คัดเลือกตัวเหลืองที่ต้านทานโรคราน้ำค้างได้ แม้ในสภาพที่ไม่มีโรคระบาด

โครงการทางด้านพืชสวนที่ดำเนินการคล้ายกันคือ การสร้าง microsatellite marker สำหรับมะเขือเทศ

ง. การหาตำแหน่งของยีนที่ควบคุมลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative trait loci หรือ QTL mapping)

โดยใช้หลักการเดียวกันกับการทำ gene tagging แต่ trait เป็นลักษณะเชิงปริมาณที่ควบคุมด้วยยีนหลายคู่ แต่ละคู่มีอิทธิพลเล็กน้อย และอยู่บนคนละโครโมโซมกันด้วย ทำให้ไม่สามารถจะกำหนด marker ตัวใดตัวหนึ่งให้อยู่ใกล้กับ 'block' ของยีนได้ อย่างกรณีเมื่อยีนตำแหน่งเดียวควบคุม trait จึงต้องใช้ marker หลายตัว จากนั้นผู้วิจัยต้องใช้วิธีการทางสถิติเพื่อช่วยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ดังกล่าว สถิติที่ใช้ก็มีหลายวิธี ตั้งแต่ t-test, F-test, ANOVA, maximum likelihood estimation และ regression ในประเทศไทย Tan et al. (1998) ใช้วิธี multiple regression (MR) ในการหาเครื่องหมาย RFLP และ AFLP ที่เชื่อมโยงกับยีนควบคุมลักษณะแก่ความเป็นหมันในเกสรตัวผู้ของข้าว (male fertility restoration) ต่อมา Tan et al. (1999) เสนอวิธี path coefficient analysis (PCAN) เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลชุดเดียวกัน คาดว่าจะมีผู้นิยมใช้วิธี PCAN มากเท่า ๆ กับ MR ในอนาคต

อย่างไรก็ตาม การหาตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะเชิงปริมาณ เป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยากในการวางแผนการทดลองและเก็บข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูล จึงมีเพียงห้องปฏิบัติการศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่มีผลงานออกมดังกล่าว แต่เนื่องจากความรู้ด้าน QTL มีประโยชน์ต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเป็นอย่างมาก จึงคาดว่าจะมีห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ให้ความสนใจศึกษาขึ้น

การอื่น ๆ ให้ความสนใจศึกษาขึ้น

จ. การหาลำดับเบส (DNA sequencing)

ห้องปฏิบัติการ 4-5 แห่งในประเทศไทย มีความสามารถในการหาลำดับเบสของ cDNA ในพืชไร่และพืชสวนได้ แต่การหาลำดับเบสมีค่าใช้จ่ายสูง และใช้ประโยชน์ในแง่ปรับปรุงพันธุ์ได้น้อยในขณะนี้ แต่อาจมีประโยชน์ในอนาคตได้ การหาลำดับเบสทั้งโครโมโซมหรือทั้งจีโนม (genome sequencing) ในพืชเป็นโครงการใหญ่ ปัจจุบันสหรัฐอเมริกากำลังดำเนินการในพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง มะเขือเทศ และพืชเพื่อการศึกษามาก เช่น arabidopsis ในประเทศไทยมีโครงการหาลำดับเบสจีโนมข้าว (Rice Genome Sequencing Project) ซึ่งเป็นโครงการย่อยของโครงการจีโนมข้าวประเทศไทย โครงการหาลำดับเบสนี้ เป็นส่วนหนึ่งของโครงการความร่วมมือนานาชาติ ซึ่งมีสมาชิก 10 ประเทศ เพื่อการหาลำดับเบสของจีโนมข้าวซึ่งมีขนาดประมาณ 430 ล้านเบส และมียีนประมาณ 30,000 ตำแหน่ง ให้เสร็จภายใน 8 ถึง 10 ปี ประเทศไทยเป็นสมาชิกที่ได้รับมอบหมายให้หาลำดับเบสของโครโมโซม 9 ซึ่งมีขนาดเพียง 28 ล้านเบส จัดว่ามีขนาดเล็กที่สุดรองมาจากโครโมโซม 10 แต่จากความสามารถของห้องปฏิบัติการของไทย ซึ่งทำได้ปีละประมาณ 1 ล้านเบส จึงต้องใช้เวลาประมาณ 28 ปี กว่าที่จะหาลำดับเบสได้สำเร็จ ขณะนี้ มหาวิทยาลัย McGill ประเทศแคนาดา ก็เสนอตัวช่วยหาลำดับเบสของโครโมโซม 9 ร่วมกับไทย ซึ่งจะทำให้ความร่วมมือนานาชาติครั้งนี้สำเร็จตามเวลาที่ตั้งเป้าเอาไว้ ความก้าวหน้าในการหาลำดับยีนข้าวสามารถติดตามได้จาก <http://www.staff.or.jp/Seqcollab.html>

ฉ. การศึกษาการแสดงออกของยีน (gene expression analysis)

การศึกษาการแสดงออกของยีนยังเป็นเรื่องใหม่ของประเทศไทย ปัจจุบันมีเพียงโครงการจีโนมข้าวประเทศไทยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน ที่มีความสนใจจะศึกษาการ แสดงออกของยีน การศึกษาดังกล่าวสามารถทำได้ หลายวิธี เช่น 1) Northern Hybridization, 2) RT-PCR, 3) Subtractive Suppressive Hybridization (SSH), 4) Representational Differences Analysis (RDA), 5) Differential Display, 6) Serial Analysis of Gene Expression (SAGE), และ 7) cDNA Microarray โดยวิธีที่ 1-5 เป็นวิธีที่ใช้ศึกษาการ แสดงออกของยีนได้ครั้งละ 1 ตำแหน่ง ในขณะที่วิธีที่ 6) และ 7) สามารถศึกษาการแสดงออกได้ครั้งละ หลายตำแหน่ง โดยเฉพาะวิธีที่ 7 ถือว่าเป็นวิธีที่ใหม่ มากและขณะนี้ประเทศไทยก็ยังไม่มียี่ห้อที่เรียกว่า Chip Maker microspotting device ซึ่งมีลักษณะ คล้ายหัวเครื่องพิมพ์แบบคอมพิวเตอร์ แต่มีโครงการ ในต่างประเทศที่ให้ความร่วมมือส่งนักวิจัยไปใช้ เครื่องได้ คาดว่าเทคโนโลยี cDNA microarray นี้จะมีความสำคัญมากในอนาคต จึงใคร่ขอกล่าวถึง เทคโนโลยีดังกล่าวไว้ดังนี้ (Lemieux et al., 1998; และ <http://www.hooked.net/users/telechem>) DNA microarray ใช้หลักการทำให้ cDNA ติดอยู่บน glass slide ขนาดเล็กประมาณ 1 ซม.² ซึ่งจะสามารถวาง cDNA ได้ทั้งหมดประมาณ 64,000 elements ในแต่ละ element มีจำนวนซ้ำ 10,000 ถึง 1,000,000 ซ้ำ จึงทำให้สามารถศึกษาหน้าที่ ของยีนได้ครั้งละนับพันยีน

19.2.4 การศึกษาด้านพันธุศาสตร์สาขาอื่น

การศึกษาด้านพันธุศาสตร์สาขาอื่นได้รับความสนใจน้อยกว่าด้าน genomics มาก แต่ก็มีความสำคัญต่องานด้านปรับปรุงพันธุ์พืชไร่และพืชสวนเป็นอย่างมากเช่นกัน

ก. การศึกษาด้านพันธุศาสตร์เชิงปริมาณ (quantitative genetics) ได้มีการศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (inheritance study) ในพืชไร่และพืชสวนในสหรัฐอเมริกามากกว่าประเทศใดในโลก โดยเฉพาะในช่วงปี ค.ศ. 1950-1980 ความรู้ด้านการประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genetic

variability) และอัตราพันธุกรรม (heritability) ที่ค้นพบโดยนักพันธุศาสตร์และนักปรับปรุงพันธุ์พืชจากสหรัฐอเมริกาและอังกฤษ เป็นพื้นฐานที่ทั่วโลกใช้ในการศึกษาด้านพันธุศาสตร์เชิงปริมาณในพืชเศรษฐกิจของตน ทั้งยังก่อให้เกิดความก้าวหน้าในสาขาวิชาการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สถิติและคอมพิวเตอร์ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ทำได้ง่ายขึ้น จนเกือบถึงจุดอิ่มตัว (Falconer and Mackay, 1996; Kearsey and Pooni, 1996) อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยก็มีการศึกษาด้านพันธุศาสตร์เชิงปริมาณของพืชไร่และพืชสวนอยู่ตลอดเวลา โดยพืชไร่ นิยมศึกษาในข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง งา ละหุ่ง และอ้อย ส่วนพืชสวน ได้มีการศึกษาในมะเขือจาน มะละกอ มะเขือเทศ ถั่วฝักยาว แตงกวา และไม้ดอกบางชนิด

เมื่องานวิจัยด้าน genomics มีความก้าวหน้ามากขึ้น นักพันธุศาสตร์ปริมาณด้านพืชไร่และพืชสวน จึงหันมาประยุกต์ความรู้ด้านสถิติและ bioinformatics ของตนเข้ากับความรู้ใหม่ ๆ ที่สร้างขึ้นโดยนักเทคโนโลยีชีวภาพ เกิดเป็นการศึกษาด้านพันธุศาสตร์เชิงปริมาณแนวใหม่ ที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ทางการเกษตร โดยเฉพาะการทำ QTL mapping (Liu, 1998)

ข. การศึกษาด้านพันธุศาสตร์ของเซลล์ (cytogenetics) การศึกษาด้านพันธุศาสตร์ของเซลล์ได้รับความสนใจในต่างประเทศในช่วงใกล้เคียงกับการศึกษาด้านพันธุศาสตร์เชิงปริมาณ โดยมีแนวคิดเพื่อใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพจากชนิด (species) หรือสกุล (genera) ที่อยู่ใกล้เคียงกัน แล้วหาทางแก้ปัญหาการผสมไม่ติด หรือการที่ลูกผสมเป็นหมัน ความสำเร็จในช่วงแรกของการประยุกต์พันธุศาสตร์ของเซลล์ในการปรับปรุงพันธุ์พืชไร่และพืชสวนในต่างประเทศ เป็นตัวอย่างที่ตำราด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชเกือบทุกเล่มกล่าวถึงอยู่ในปัจจุบัน เช่นการสร้างข้าวไรย์ที่เป็น tetraploid (Muntzing, 1951) สร้างแตงโมไม่มีเมล็ด (Kihara, 1951)

การใช้ tertiary trisomic ในการผลิตลูกผสมข้าวบาร์เลย์เป็นการค้า (Ramage, 1965) การถ่ายทอดยีนต้านทานโรคราสนิมจากหญ้า *Aegilops umbellata* ให้แก่ข้าวสาลี (*Triticum vulgare*) โดย Sears (1956) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความสำเร็จในการประยุกต์ใช้พันธุศาสตร์ของเซลล์ในการปรับปรุงพันธุ์พืชมีไม่มากนัก และกว่าจะประสบความสำเร็จในแต่ละกรณีก็ต้องใช้เวลานานนับปี ประกอบกับพันธุ์พืชที่ได้จากวิธีการทางพันธุศาสตร์ของเซลล์ มักจะไม่ปกติ หรือไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ นักพันธุศาสตร์ของเซลล์จึงหันมาศึกษาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ และพันธุวิศวกรรม หรือการกลายพันธุ์ (mutation) เช่น เพื่อสร้างพืช double haploid จากการเพาะเลี้ยงอับละอองเรณู การศึกษาด้าน somaclonal variation เป็นต้น ทำให้ประเทศที่พัฒนาแล้วมีการศึกษาพันธุ

ศาสตร์ของเซลล์ในพืชไร่และพืชสวนน้อยมากในปัจจุบัน

ในประเทศไทย การศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์ขึ้นแรก ๆ ในพืชสวน ดำเนินการโดยระพีและคณะ (2507) เป็นที่น่าเสียดายว่า ประเทศไทยไม่ได้มีการรวบรวมผลงานด้านพันธุศาสตร์ของพืชไร่และพืชสวนอีกเลย ตั้งแต่การรวบรวมครั้งสุดท้ายในปี 2527 โดยชัยฤกษ์และคณะ เอกสารดังกล่าวได้รวบรวมผลงานไว้ถึง 93 เรื่อง โดยแบ่งหมวดหมู่เป็น 7 หัวข้อ คือ 1) Cytogenetics, 2) Inheritance of insect resistances, 3) Inheritance of disease resistances, 4) Inheritance of other characters, 5) Polyploidy, 6) Radiation and mutation และ 7) Quantitative genetics and breeding

19.3 สรุป

สถานภาพความรู้ด้านพันธุศาสตร์ของพืชเศรษฐกิจไทย เน้นการศึกษาด้าน genomes อยู่ในปัจจุบัน โดยสาขาที่มีผู้ศึกษารองลงมาคือพันธุศาสตร์เชิงปริมาณ พันธุศาสตร์ของเซลล์ และการกลายพันธุ์ แต่เนื่องจากเทคโนโลยีด้าน genomes

เปลี่ยนแปลงไปเร็วมาก ประเทศไทยจึงควรกำหนดแผนให้ชัดเจนว่า จะใช้ทรัพยากรบุคคลและเงินทุนในพืชไร่และในเรื่องอะไรเกี่ยวกับ genomes ของพืชนั้น เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ประเทศ

เอกสารอ้างอิง

- งานอนุรักษ์พันธุกรรมพืช. 2537. เอกสารแนะนำโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา. (โรเนียว). 13 หน้า.
- ชัยฤกษ์ มณีพงษ์, สนิธิชัย จันทรเปรม และเจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2527. รวมเรื่องย่องานวิจัยเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และการปรับปรุงพันธุ์พืช. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ระพี สาคริก, H. KAMEMOTO และสมเพียร เกษมทรัพย์. 2507. จำนวนโครโมโซมของกล้วยไม้ไทยในสกุลแวนด้าและสกุลใกล้เคียง. รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรและชีววิทยา (สาขาพืชและชีววิทยา) ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. หน้า 55-56.
- วิสุทธิ ใบไม้ และคณะ (บรรณาธิการ). 2542. รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. Work Press Printing กรุงเทพฯ.
- ศุจิรัตน์ สงวนรังศิริกุล, สุภาพ สุนทรนนท์, อัมพิกา ปูนนิจ และสุวิวัฒน์ จันทรปรณิก. 2543. การศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์ไอโซไซม์ในการจำแนกพืชสกุลระกำ. ใน: พัฒนาการเกษตรไทยยุคเทคโนโลยีชีวภาพ. สำนักวิจัยและเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 171-199.

- สมวงษ์ ตระกูลรุ่ง. 2540. The Agricultural Genome Project. ใน: เอกสารการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 10 เรื่อง พันธุศาสตร์กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย. คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 19-21 มีนาคม 2540. หน้า 170-175.
- BIZILY, S. P. 2000. Phytodetoxification of hazardous organomercurials by genetically engineered plants. *Nature Biotechnology* 18: 213-217.
- BRUHN, S. 2000. Genetic edge. *Seed Trade News* 121(2): 12.
- FALCONER, D. S. AND T. F. C. MACKAY. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Longman Scientific & Technical, New York.
- GRADY, T. 1999. The flick of a switch. *Farm Chemicals*. May 1999. 24 & 28.
- HAWTIN, G. 2000. Top scientist warns over plant losses. <http://www.cgiar.org/ipgri/pa/index.htm> Rome, 9 March 2000.
- KEARSEY, M. J. AND H. S. POONI. 1996. The genetical analysis of quantitative traits. Chapman & Hall, New York.
- KIHARA, H. 1951. Triploid watermelons. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 58: 217-230.
- LATTERICH, M. AND R. R. D. CROY. 1993. Chapter 3: Plant gene index. In: CROY, R. R. D. (ed.), Plant molecular biology labfax, pp. 49-120. BIOS Scientific Publishers Ltd. Oxford, UK.
- LEMIEUX, B., A. AHARONI AND M. SCHENA. 1998. Overview of DNA chip technology. *Molecular Breeding* 4: 277-289.
- LIU, B. H. 1998. Statistical genomics: linkage, mapping and QTL analysis, CRC Press, New York.
- MUNTZING, A. 1951. Cytogenetic properties and practical value of tetraploid rye. *Hereditas* 37: 2-84.
- QINSHANG, Y., P. TONGPAMNAK, P. SRINIVES AND R. T. OPENA. 1998. Identification of RAPD maker associated with downy mildew resistance in soybean using bulked segregant analysis of near-isogenic lines. *Thai J. Agric. Sci.* 31(4): 527-532.
- RAMAGE, R. T. 1965. Balanced tertiary trisomic for use in hybrid seed production. *Crop Sci.* 5: 177-178.
- SEARS, E. R. 1956. The transfer of leaf rust resistance from *Aegilops umbellata* to wheat. In: Genetics in plant breeding, pp. 1-22. Brookhaven Symposium in Biology. No. 9.
- TAN, X. L., A. VANAVICHIT, P. SRINIVES AND S. TRAGOONRUNG. 1999. Detection of quantitative trait loci using path coefficient analysis. *SABRAO J. Breed & Gen.* 31(1): 1-8.
- TAN, X. L., A. VANAVICHIT, S. AMORNSILPA AND S. TRAGOONRUNG. 1998. Genetic analysis of rice CMS-WA fertility restoration based on QTL mapping. *Theor. Appl. Genet.* 97: 994-999.
- UGAKI, M. 1999. Improvement of bio-functions by genetic engineering. *J. ISSAAS* 5:66-82.
- VAN ROOZENDAAL, G. AND J. VAN WIJK. 1992. Pioneer hi-bred international. *Biotech. & Develop. Monitor* 12: 14-15.
- VANAVICHIT, A., V. RURNJAICHON AND S. TRAGOONRUNG. 2000. Towards positional cloning of the submergence tolerance genes based on rice genomic sequences. Plant & Animal Genome VIII Conference. Town & Country Hotel, San Diego, California. 9-12 January 2000. <http://www.intl-pag.org/pag/8/abstracts/pag8424.html>.
- VAVILOV, N. I. 1950. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Waltham, Mass.
- WHITE, J. D. 2000. Inhibited guard cells break dry spells' curse. *Seed Trade News* 121(4): 14.

20. พันธุศาสตร์ด้านพืชสมุนไพร

บทคัดย่อ

การศึกษารายงานการวิจัยทางพันธุกรรมของพืชสมุนไพร เพื่อกำหนดแนวทางการวิจัยพืชสมุนไพรไทยพบว่า ควรเน้นการวิจัยพืชสมุนไพรในอันดับต้น ๆ เนื่องจากเป็นสมุนไพรที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ประโยชน์และมีการซื้อขายในท้องตลาดอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ฟ้าทะลาย ชมันชัน เปล้าน้อย พญาขอ กวาวเครือขาว ไพล ชีเหล็ก บัวบก โคลาน และผักเชียงดา เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมในการใช้ประโยชน์สำหรับเป็นเครื่องมือตรวจจำแนกได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ สามารถควบคุมคุณภาพของสมุนไพรในทุกขั้นตอน และใช้เป็นข้อมูลทางพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์พืชสมุนไพร

20.1 บทนำ

สมุนไพร หมายถึง พืชวัตถุ สัตววัตถุ และธาตุวัตถุ ที่ใช้ปรุงเป็นยา อาจใช้ในรูปแบบสมุนไพรเดี่ยวหรือสมุนไพรตำรับก็ได้

สมุนไพรมีบทบาทต่อการดำรงชีพของประชาชนชาวไทยมาตั้งแต่โบราณกาลจวบจนปัจจุบัน ถึงแม้ว่าบางช่วงเวลาจะได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรมตะวันตกมากเกินไป รัฐบาลได้กลับมาให้ความสนใจที่จะส่งเสริมให้ประชาชนหันกลับมาใช้สมุนไพรมากขึ้นในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 โดยเน้นที่การส่งเสริมงานสาธารณสุขมูลฐานด้วยสมุนไพรจำนวน 60 ชนิด และสนับสนุนให้ใช้สมุนไพรในระดับคลินิกในโรงพยาบาลจำนวน 5 ชนิด คือ ว่านหางจระเข้ ฟ้าทะลาย ชุมเห็ดเทศ พญาขอ และชมันชัน ซึ่งทั้ง 5 ชนิดนี้มีศักยภาพสูงและมีความเด่นชัดในประสิทธิภาพของการรักษา ในปัจจุบันมีผู้หันกลับมาสนใจใช้สมุนไพรกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น ทั้งเพื่อวัตถุประสงค์ในการรักษาโรค อาหารเสริมสุขภาพ ตลอดจนในด้านเครื่องสำอาง ในประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และทวีปยุโรปก็เช่นเดียวกัน มีการนำสมุนไพร

มาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น จนกล่าวได้ว่าสมุนไพรที่ผลิตมาจากประเทศเหล่านี้มักจะเป็นที่รู้จักกันอย่างรวดเร็วในประเทศไทย ดังจะเห็นได้จากเภสัชผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในขณะนี้ เช่น taxol, platanol, echinacea, evening primrose, ginkgo เป็นต้น สำหรับประเทศไทยนั้นมีการใช้สมุนไพรในโรงพยาบาลมากขึ้น สมุนไพรที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ ชมันชัน ฟ้าทะลาย โคลาน และสมุนไพรตำรับต่าง ๆ มีการตั้งโรงงานผลิตชาสมุนไพรจากผักเชียงดา ซึ่งเป็นผักพื้นบ้านในภาคเหนือของประเทศไทยเพื่อใช้สำหรับลดน้ำตาลในเลือดโดยชาวญี่ปุ่นและมีการจดสิทธิบัตรในญี่ปุ่น ยุโรป และอเมริกาแล้ว การวิจัยสมุนไพรในปัจจุบันมักจะมุ่งเน้นในด้าน พฤกษเคมี เภสัชวิทยา พิษวิทยา และการพัฒนาตำรับสมุนไพร แต่ส่วนใหญ่มักจะเป็นโครงการที่นักวิจัยต่างคนต่างทำไม่มีการประสานความร่วมมือ จึงมักพบว่ายังไม่ค่อยมีสมุนไพรที่ผ่านกระบวนการศึกษาวิจัยที่ครบถ้วนในทุก ๆ ด้าน จนสามารถนำไปผลิตเป็นยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สมุนไพรไทยซึ่งอยู่ระหว่างการวิจัยใน

ขณะนี้ เช่น พญายอ ชมันชัน โคคลาน ฟาทะลาย กวาวเครือขาว ฯลฯ แต่เป็นการวิจัยทางด้านพฤกษเคมี เภสัชวิทยา การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ

และเภสัชผลิตภัณฑ์ และเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อปรับปรุงพันธุ์สมุนไพร

20.2 การตรวจเอกสาร

งานวิจัยด้านพันธุกรรมของพืชสมุนไพรนั้น เป็นสาขาที่ยังมีผู้สนใจศึกษาไม่มากนัก ตัวอย่างงานวิจัยในด้านนี้ได้แก่

20.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ genetic marker เช่น

- การใช้ random amplified polymorphic DNAs (RAPDs) และ restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) เพื่อใช้ elucidate intra- และ inter-population variability ในต้นเหวี่ยงปลาหมอคอกม่วง (*Acanthus ilicifolius* L. วงศ์ Acanthaceae) (Lakshmi et al., 1997)

- การใช้ random amplified polymorphic DNAs (RAPDs) และ restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) เพื่อใช้เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตังกุย (*Angelica* spp.) พันธุ์ต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้ จากการใช้ restriction enzymes ที่แตกต่างกัน 10 ชนิด ไม่พบ RFLP ในพันธุ์ต่าง ๆ ของ *A. acutiloba* แต่การวิเคราะห์ RAPD พบว่าสามารถจำแนก *A. acutiloba* ได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ *A. acutiloba* Kitagawa และ *A. acutiloba* Kitagawa var. *sugiyamae* Hikino และพบว่า ทั้ง RFLP และ RAPD pattern ของ *A. sinensis* แตกต่างกับ *A. acutiloba* (Watanabe et al., 1998)

- การใช้ restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) เพื่อใช้เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสมุนไพร *Lupinus albus* และ *L. luteus* พันธุ์หวานและพันธุ์ขม ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เป็น alkaloid-poor และ alkaloid-rich ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า RFLP profiles มีความสัมพันธ์กับ alkaloid production แสดงให้เห็นว่า RFLP สามารถใช้สำหรับ DNA characterization ของพืช

สมุนไพรได้ (Yamazaki et al., 1993)

- การใช้ PCR markers (RAPD, anchored inter-SSR PCR และ chloroplast PCR) เพื่อวิเคราะห์ชนิดย่อย (subspecies) ของผักกาดน้ำ (*Plantago major*) พบว่า RAPD และ inter-SSR markers แสดงความแตกต่างกันระหว่างชนิดย่อยของผักกาดน้ำ (Wolff and Morgan-Richards, 1998)

- การใช้ random amplified polymorphic DNAs (RAPDs) เพื่อศึกษาความแตกต่างของประชากรสมุนไพร willow-leaved foxglove (*Digitalis obscura* L.) สามารถจำแนกประชากรจากความแตกต่างทางพันธุกรรมออกได้ 6 กลุ่ม (Nebauer et al., 1999)

- การใช้ random amplified polymorphic DNAs (RAPDs) เพื่อแยกชนิดระหว่าง *Anoectochilus formosanus*, *Anoectochilus koshunensis* และลูกผสม พบว่าสามารถใช้จำแนกได้ง่ายมาก และข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์ (Cheng et al., 1998)

- การใช้ RAPD และ AP-PCR เพื่อแยกสายพันธุ์ของ *Codonopsis pilosula* ที่มาจากแหล่งปลูกต่างกันพบว่า สายพันธุ์ที่มาจากจังหวัดเดียวกัน มี DNA fingerprint คล้ายคลึงกัน แต่สายพันธุ์ที่มาจากคนละจังหวัดมี DNA fingerprint แตกต่างกันมาก (Zhang et al., 1999)

- การใช้ PCR เพื่อศึกษาจำแนกชนิดต่าง ๆ ของ *Fritillaria* spp. พบว่ามี unique EcoR I site สามารถใช้จำแนกชนิดได้ (Cai et al., 1999)

- การใช้ 700 bp sequence ของ 5S-rRNA gene spacer region เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ chemotypes ต่าง ๆ ของว่านน้ำสองชนิด คือ

Acorus calamus และ *Acorus gramineus* พบว่า *Acorus gramineus* มีความแตกต่างอย่างชัดเจนไปจาก *Acorus calamus* (Sugimoto et al., 1999)

- การใช้ RAPD markers สำหรับศึกษาความเสถียรทางพันธุกรรม (genetic stability) ของ *Digitalis obscura*

- การใช้ DNA fingerprint เพื่อจำแนกชนิดย่อยที่ใช้เป็นสินค้าในตลาดสมุนไพรของ *Melissa officinalis* พบว่าจากการวิเคราะห์ด้วย RAPD สามารถใช้เป็นวิธีที่รวดเร็วและแม่นยำในการจำแนกชนิดย่อยได้ (Wolf et al., 1999)

20.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระเทียม (*Allium sativum* L.)

- การศึกษาเกี่ยวกับ biolistic transfer และการแสดงผลของ uidA reporter gene (Barandiaran et al., 1998)

- การศึกษาเกี่ยวกับ chromosomal ribonucleoproteins ในระยะ mitotic metaphase (Xue et al., 1994)

- การศึกษาเกี่ยวกับ gene ipt ที่เกี่ยวข้องกับระดับของสาร cytokinin เพื่อเพิ่มการผลิตหัวกระเทียม (Letham et al., 1993)

- การศึกษาเกี่ยวกับ cDNA clones ที่สัมพันธ์กับ chitinases พบว่ามี 2 ชนิดคือ CHITAS 1 และ CHITAS 2 (Van Demme et al., 1993)

- การศึกษาเกี่ยวกับ cDNA clones ที่สัมพันธ์กับ lectins พบว่ามี 2 ชนิดคือ ASAI และ ASAIL ซึ่งเกือบจะเหมือนกันทั้งสองชนิด (Van Demme et al., 1992)

- การศึกษาเกี่ยวกับ cDNA clones ที่สัมพันธ์กับ alliinase พบว่ามี mRNA encoded ด้วย 486-amino-acid- polypeptide of 55,623 Da (Van Demme et al., 1992)

- การศึกษาเกี่ยวกับการ transfer gene เพื่อความต้านทานต่อศัตรูพืช (De Lafonteyne and Sormann, 1992)

- การศึกษาการถ่ายยีน alliin lyase จากกระเทียมใน *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae* และ *Pichia pastoris* (Weik et al., 1998)

20.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับว่านหางจระเข้ (*Aloe* spp.)

- การศึกษา chloroplast tRNA genes 3 ชนิด คือ trnT, trnL และ trnF เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดของว่านหางจระเข้ (Toothman, 1998)

- การศึกษา DNA variation ในว่านหางจระเข้ชนิดต่าง ๆ จำนวน 10 ชนิด พบว่ามี % variation 35.8% (Cavallini, 1993)

- การศึกษา cDNA สำหรับ phosphoenolpyruvate carboxylase ในว่านหางจระเข้ (*Aloe arborescens*) (Honda et al., 1996)

- การศึกษาการ cloning ของ cDNA สำหรับ malate dehydrogenase ในว่านหางจระเข้ (*Aloe arborescens*) เพื่อใช้ในการสร้างสายพันธุ์ทนแล้ง พบว่ามี 2 isoforms คือ AME1 และ AME2 (Honda et al., 1996)

20.2.4 การศึกษาเกี่ยวกับ amyloplasts ribosomes ในเซลล์ใบเลี้ยงของบัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) (Sun et al., 1998)

20.2.5 การศึกษาเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมของพืชสมุนไพร

- การศึกษาเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมของพืชสมุนไพรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 13 วงศ์ 23 สกุล 27 ชนิด (ปรีชา, 2538)

- การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพรรณไม้บางชนิดในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนครและจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 3 กลุ่มคือ วงศ์กล้วยไม้ วงศ์ชิงช้า และเฟิร์น ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรส่วนหนึ่งในวงศ์กล้วยไม้ และวงศ์ชิงช้า (สุนททิพย์ และคณะ, 2542)

20.3 บทสรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

จากการตรวจเอกสารจะเห็นได้ว่าการ
ศึกษาวิจัยทางด้านพันธุกรรมของพืชสมุนไพรยังมี
น้อยมาก จึงควรสนับสนุนให้มีการศึกษาความรู้พื้น
ฐานทางพันธุกรรมของพืชสมุนไพร โดยมีจุดมุ่ง
หมายเพื่อ

20.3.1 สามารถใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมใน
การตรวจจำแนกได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ทั้งใน
ระดับชนิด (species) ชนิดย่อย (subspecies)
พันธุ์ (varieties) รวมทั้งสายพันธุ์ที่ดีเพื่อใช้ปลูกใน
ทางการค้า

20.3.2 สามารถใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมใน
การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์
สำเร็จรูป

20.3.3 สามารถใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมใน
การปรับปรุงพันธุ์พืชสมุนไพร เพื่อวัตถุประสงค์
ต่าง ๆ ขึ้นกับชนิดพืช สมุนไพรที่ควรนำมาวิจัยทาง
พันธุกรรมในอันดับต้น ๆ เนื่องจากเป็นสมุนไพรที่มี
ศักยภาพสูงในการนำมาใช้ประโยชน์และมีการซื้อ
ขายในท้องตลาดอย่างแพร่หลายได้แก่

- ฟ้าทะลาย (*Andrographis paniculata*
(Burm. f.) Wall. ex Nees)

- ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.)
- เปล้าน้อย (*Croton sublyratus* Kurz)
- พญาขอ (*Clinacanthus nutans* (Burm.
f.) Lindau)

- กวาวเครือขาว (*Pueraria candollei*
Graham ex Benth. var. *mirifica* (Airy Shaw and
Suvat.) Niyomdham)

- ไพล (*Zingiber montanum* (Koenig)
Dietr. ex Link)

- ชี้เหล็ก (*Senna siamea* (Lam.) Irwin
et Barneby)

- บัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urban)

- โคคลาน (*Mallotus repandus* (Willd.)

Muell. Arg.)

- ผักเชียงดา (*Gymnema inodorum* Decne.)

20.3.4 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางพันธุ
กรรมสำหรับการตรวจจำแนกพืชสมุนไพร ควบคุม
คุณภาพ และปรับปรุงพันธุ์สมุนไพรให้ได้ตาม
ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

- ปรีชา ประเทพา. 2538. จำนวนโครโมโซมของสมุนไพรอีสานบางชนิด. ว. กรมวิทย. พ. 37(2): 99-113.
- สุนทียะ บุนนาค, อำพา เหลืองภิรมย์, ปราณี กุลพัฒน์, นกตล ชนวิทย์. 2542. การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์
ของพรรณไม้บางชนิดในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนครและจังหวัดกาฬสินธุ์. ใน: รายงานผล
การวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT Work Press
Printing กรุงเทพฯ. หน้า 571-575.
- BARANDIARAN, X., A. DI PIETRO AND J. MARTIN. 1998. Biolistic transfer and expression of a uidA
reporter gene in different tissues of *Allium sativum*. *Plant Cell Reports* 17(9): 737-741.
- CAI, Z. H., P. LI, T. T. X. DONG AND K. W. K. TSIM. 1999. Molecular diversity of 5s-rRNA spacer domain in
Fritillaria species revealed by PCR analysis. *Planta Medica* 65: 360-364.
- CAVALLINI, A. 1993. Cytophotometric and biochemical analyses of DNA variations in the genus *Aloe* L. *Int. J.*
Plant Sci. 154(1): 169-174.
- CHENG, K. T., L. C. FU, C. S. WANG, F. L. HSU AND H. S. TSAY. 1998. Identification of *Anoectochilus*
formosanus and *Anoectochilus koshunensis* species with RAPD markers. *Planta Medica* 64: 46-49.

- DE LAFONTEYNE, J. L. J. AND M. B. SORMANN. 1992. An *Agrobacterium tumefaciens* for transmitting genes into monocotyledonous plants. PCT Int. Appl. WO 92 06,205 (Cl. C12N15/82), 16 April 1992.
- HONDA, H., T. OKAMOTO AND H. SHIMADA. 1996. Isolation of a cDNA for a phosphoenol pyruvate carboxylase from a monocot CAM-plant, *Aloe arborescens*: structure and its gene expression. *Plant Cell Physiol.* 37(6): 881-888.
- HONDA, H., H. SHIMADA AND T. FUJIMURA. 1996. Cloning of cDNA for malate dehydrogenase of *Aloe arborescens* and its use in preparing drought-resistant transgenic plants. Jpn. Kokai JP 08 89,250 [96 89,250] (Cl. C12N15/09), 9 April 1996.
- LAKSHMI, M., S. RAJALAKSHMI, M. PARANI, C. S. ANURUTHA AND A. PARIDA. 1997. Molecular phylogeny of mangroves I. Use of molecular markers in assessing the intraspecific genetic variability in the mangrove species *Acanthus ilicifolius* Linn. (Acanthaceae). *TAG Theoretical and Applied Genetics* 94(8): 1121-1127.
- LETHAM, D. S., K. R. STEVENSON AND C. Q. TAO. 1993. Transgenic plants expressing an heterologous isopentenyl transferase gene. PCT Int. Appl. WO 93 07,272 (Cl. C12N15/29), 15 April 1993.
- NEBAUER, S. G., L. DEL CASTILLO-AGUDO AND J. SEGURA. 1999. RAPD variation within and among natural populations of outcrossing willow-leaved foxglove (*Digitalis obscura* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 98(6/7): 985-994.
- SUGIMOTO, N., F. KIUCHI, M. MIKAGE, M. MORI, H. MIZUKAMI AND Y. TSUDA. 1999. DNA profiling of *Acorus calamus* chemotypes differing in essential oil composition. *Biol. Pharm. Bull.* 22(5): 481-485.
- SUN, D., H. WANG AND X. SU. 1998. Observation and isolation of the amyloplasts ribosomes in cotyledon cells of lotus. *Chin. Sci. Bull.* 43(16): 1371-1375.
- TOOTHMAN, P. 1998. Method of identifying aloe species by PCR using chloroplast tRNA genes-derived primers. PCT Int. Appl. WO 98 04,741 (Cl. C12Q1/68), 5 February 1998.
- VAN DEMME, E. J. M., K. SMEETS, S. TORREKENS, F. VAN LEUVEN, A. J. GOLDSTEIN AND W. J. PEUMANS. 1992a. The closely related homomeric and heterodimeric mannose-binding lectins from garlic are encoded by one-domain and two-domain lectin genes, respectively. *Eur. J. Biochem.* 206(2): 413-420.
- VAN DEMME, E. J. M., K. SMEETS, S. TORREKENS, F. VAN LEUVEN AND W. J. PEUMANS. 1992b. Isolation and characterization of alliinase cDNA clones from garlic (*Allium sativum* L.) and related species. *Eur. J. Biochem.* 209(2): 751-757.
- VAN DEMME, E. J. M., P. WILLEMS, S. TORREKENS, F. VAN LEUVEN AND W. J. PEUMANS. 1993. Garlic (*Allium sativum*) chitinases: Characterization and molecular cloning. *Physiol. Plant* 87(2): 177-186.
- WANG, X., S. GOU, L. SONG, T. FAN, X. WANG AND Z. ZHANG. 1994. Chromosomal ribonucleoproteins at mitotic metaphase in *Allium sativum*. *Zhiwu Xuebao* 36(7): 494-496.
- WATANABE, A., S. ARAKI, S. KOBARI, H. SUDO, T. TSUCHIDA, T. UNO, N. KOSAKA, K. SHIMOMURA, M. YAMAZAKI AND K. SAITO. 1998. *In vitro* propagation, restriction fragment length polymorphism, and random amplified polymorphic DNA analyses of *Angelica* plants. *Plant Cell Reports* 18: 187-192.
- WEIK, R., A. FRANCKY, G. STRIEDNER, P. RASPOR, K. BAYER AND D. MATTANOVICH. 1998. Recombinant expression of alliin lyase from garlic (*Allium sativum*) in bacteria and yeasts. *Planta Medica* 64: 387-388.
- WOLF, H. T., T. VAN DEN BERG, F. C. CZYGAN, A. MOSANDL, T. WINCKLER, I. ZUNDORF AND T. DINGERMAN. 1999. Identification of *Melissa officinalis* fingerprinting. *Planta Medica* 65: 83-85.
- WOLFF, K. AND M. MORGAN-RICHARDS. 1998. PCR markers distinguish *Plantago* major subspecies. *TAG Theoretical and Applied Genetics* 96(2): 282-286.
- YAMAZAKI, M., A. SATO, K. SAITO AND I. MURAKOSHI. 1993. Molecular phylogeny based on RFLP and its relation with alkaloid patterns in *Lupinus* plants. *Biol. Pharm. Bull.* 16(11): 1182-1184.
- ZHANG, Y. B., F. N. NGAN, Z. T. WANG, T. B. NG, P. P. H. BUT, P. C. SHAW AND J. WANG. 1999. Random primed polymerase chain reaction differentiates *Codonopsis pilosula* from different localities. *Planta Medica* 65: 157-160.

21. พันธุศาสตร์ด้านป่าไม้

บทคัดย่อ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเป็นแหล่งน้ำและช่วยให้ฝนตกตามฤดูกาล อย่างไรก็ตาม ป่าไม้ในประเทศไทยได้ถูกบุกรุกและทำลายอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเร่งการอนุรักษ์พันธุกรรมของไม้ป่าไว้ เพื่อให้สามารถมีแหล่งทรัพยากรด้านป่าไม้ เพื่อประโยชน์แก่ประเทศชาติอย่างยั่งยืน

การที่จะวางแผนการอนุรักษ์พันธุกรรมไม้ป่าให้อย่างมีประสิทธิภาพจะต้องมีพื้นฐานความรู้และความเข้าใจของโครงสร้างทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้ป่า และระบบการสืบพันธุ์ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด ซึ่งการศึกษาวิจัยโดยใช้ molecular markers ในการศึกษาดังกล่าวสามารถกระทำได้ ซึ่งใช้เวลาไม่นานและค่าใช้จ่ายไม่สูงนักเมื่อเทียบกับผลประโยชน์ที่จะได้รับ

หากเราสามารถอนุรักษ์พันธุกรรมของพันธุ์ไม้ชนิดต่าง ๆ ไว้โดยเฉพาะพันธุ์ไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจและนิเวศวิทยาก็เท่ากับอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมของพันธุ์ไม้นั้นไปในตัว ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในการปรับปรุงพันธุ์และนำไปปลูกสร้างสวนป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ นอกจากนี้ยังสามารถเอื้อประโยชน์ในการผลิตยารักษาโรค อาหาร วัตถุดิบในอุตสาหกรรมเคมี และเยื่อกระดาษได้ในอนาคต ตลอดจนประโยชน์ด้านอื่นที่รอการค้นพบในอนาคต

การศึกษาวิจัยดังกล่าวข้างต้นยังสามารถช่วยวินิจฉัยและคุ้มครองไม้พันธุ์ดีที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ หรือไม้ป่าที่ได้มีการปรับปรุงสายพันธุ์ขึ้นใหม่ ในการจดสิทธิบัตรพันธุ์ไม้ป่าได้ในอนาคต

นอกจากนี้ หากเรามีฐานข้อมูลทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้แต่ละสายพันธุ์และแต่ละชนิดก็ย่อมที่จะป้องกัน และติดตามการลักลอบทรัพยากรทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจไม่ให้ออกไปนอกประเทศได้

ดังนั้นจึงสมควรอย่างยิ่งที่รัฐบาลจะให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยทางด้านพันธุศาสตร์ป่าไม้ในการศึกษาพันธุกรรมและความหลากหลายทางพันธุกรรมไม้ป่าโดยใช้ molecular markers เพื่อเป็นฐานข้อมูลทางพันธุกรรมด้านป่าไม้และการประยุกต์ใช้ที่เป็นคุณประโยชน์ต่อประเทศชาติอย่างยั่งยืน

21.1 บทนำ

ทรัพยากรป่าไม้ของประเทศไทยได้ถูกทำลายและลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งขณะนี้เหลือพื้นที่ป่าอยู่เพียงประมาณ 25.28% (กรมป่าไม้, 2541) ความตื่นตัวในการเห็นความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์ทรัพยากรด้านป่าไม้ จึงได้มีการศึกษาในระดับนิเวศ ชนิดพันธุ์พืช และไม้ป่าเพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง แต่การศึกษาทางด้านพันธุกรรมและความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ป่า ยังมีการศึกษาน้อยอยู่ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาวิจัยสาขาอื่น โดยเฉพาะในประเทศไทย

ทฤษฎีทางวิวัฒนาการทำให้เราทราบว่า ความหลากหลายทางพันธุกรรมมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด หากไม่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ และจะค่อย ๆ สูญพันธุ์ไปในที่สุด การวัดระดับและการกระจายความหลากหลายทางพันธุกรรมได้นำมาใช้ในการศึกษาและประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านพันธุศาสตร์ และการอนุรักษ์พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตอย่างแพร่หลาย (Hamrick et al., 1991)

การที่จะเข้าใจรูปแบบของความแตกต่างทางพันธุกรรมภายในและระหว่างหมู่ไม้หรือประชากร เป็นสิ่งที่ต้องกระทำในระยะเริ่มต้นของการปรับปรุงพันธุ์และอนุรักษ์พันธุ์ไม้ป่า เช่น การทดสอบถิ่นกำเนิด (provenance trails) การทำสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่า (clonal and seedling seed orchard) และการทดสอบลูกไม้ (progeny test) อย่างไรก็ตาม มีวิธีการอยู่หลายวิธีที่สามารถนำมาศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมภายในและระหว่างหมู่ไม้ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะใดที่ต้องการศึกษาโดยทั่วไป การใช้ลักษณะทางปริมาณ (quantitative traits) ที่ใช้กับโครงการปรับปรุงพันธุ์และอนุรักษ์ไม้ป่า คือ การวัดความโต ความสูง ความตรง ปริมาตรเนื้อไม้ และ

มวลชีวภาพ ฯลฯ มาใช้ประกอบการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมดังกล่าว อย่างไรก็ตามลักษณะดังกล่าวข้างต้น เป็นลักษณะที่มีอิทธิพลจากลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ($P=G+E$) โดยถูกควบคุมจากยีนหลายยีน (polygenes) ทำให้การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมดังกล่าวเป็นไปได้ยากและได้ผลไม่แน่ชัด เพราะความแตกต่างที่วัดได้ อาจไม่ได้มาจากลักษณะทางพันธุกรรมทั้งหมด และยังต้องใช้เวลานาน ประกอบกับไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้คงที่ในภาคสนามได้ตลอดเวลา

อย่างไรก็ตาม การศึกษาพันธุศาสตร์ป่าไม้ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยการใช้ molecular genetic markers มาศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของไม้ป่า โดยเฉพาะ isoenzyme gene markers และ DNA markers ได้ถูกนำมาใช้ในงานด้านพันธุศาสตร์ป่าไม้ร่วม 20 ปีมาแล้วในต่างประเทศ และในประเทศไทยเมื่อประมาณ 10 ปี ที่ผ่านมานี้ ทั้งนี้เพราะว่ามีข้อดีคือเป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยลักษณะพันธุกรรมโดยตรง โดยไม่มีสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง และเพราะว่า isoenzyme มีผลเกี่ยวข้องกับ gene โดยตรง เนื่องจาก enzyme คือ protein product ที่ถูกแปลรหัสและควบคุมโดยลำดับของ DNA nucleotides ในหน่วยของพันธุกรรม (gene) (Rudin, 1977) ดังนั้นความแตกต่างทางพันธุกรรมที่วัดได้จาก isoenzyme gene markers จะมีความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยตรง ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะพันธุกรรมของต้นไม้แต่ละต้นได้ว่าเป็น homozygous หรือ heterozygous (สุจิตรา, 2536 ก) ส่วนการศึกษาพันธุกรรมไม้ป่าโดยใช้ DNA markers สามารถศึกษาได้กว้างขวางขึ้น ทั้งใน nucleus genome และ cytoplasmic genome (chloroplast และ mitochondrial genome) ซึ่งมีระบบการถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่ไม่เหมือนกัน กล่าวคือ ใน nucleus genome จะมีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากทั้งพ่อและแม่ ส่วนใน chloroplast

และ mitochondrial genome จะมีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมไม่จากพ่อก็จากแม่ ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ไม้ (Szmidt, et al., 1987; Szmidt, et al., 1988. Wagner et al., 1987) ซึ่งจะเห็นว่าการศึกษาที่ได้จาก molecular markers ดังกล่าวสามารถทำการศึกษพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ ตั้งแต่ระดับต้น (clone) จนถึงระดับประชากรทั้งภายใน

และระหว่างหมู่ไม้และชนิดพันธุ์ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประยุกต์ ทั้งด้านการอนุรักษ์พันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าได้ นอกจากนี้ยังใช้ระยะเวลาที่สั้นกว่าและสามารถประหยัดงบประมาณและแรงงานและมีความถูกต้องและแม่นยำสูงกว่าการศึกษาวิจัยแบบดั้งเดิม

21.2 การตรวจเอกสาร

การประยุกต์ใช้ molecular genetics markers โดยใช้ electrophoresis สามารถนำมาศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในและระหว่างประชากร ตลอดจนระบบการสืบพันธุ์ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดได้ molecular markers ดังกล่าวมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด กล่าวคือ isoenzyme เป็น codominant markers ที่ถูกนำมาในการศึกษาด้านพันธุศาสตร์ป่าไม้ตั้งแต่ช่วงต้นของปี ค.ศ. 1970 ในปัจจุบัน markers นี้ก็ยังมีผู้นิยมใช้อยู่เพราะค่าใช้จ่ายถูกกว่าการศึกษา DNA markers และเหมาะสำหรับศึกษาระบบการสืบพันธุ์ (mating system) และศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ชนิดต่าง ๆ ต่อมา DNA markers ได้ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1980 RFLP's (Restriction Fragment Length Polymorphism) ได้ถูกนำมาใช้การศึกษาด้านพันธุศาสตร์ป่าไม้และการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า ตั้งแต่ช่วงต้นปี ค.ศ. 1990 เทคนิคใหม่ ๆ ได้ถูกพัฒนาและนำมาประยุกต์ใช้ เช่น PCR (Polymerase Chain Reaction) based markers เช่น RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA), AFLP's (Amplified Fragment Length Polymorphisms), PCR-SSR (Simple Sequence Repeat หรือ microsatellites), PCR-SSCP (Single Stranded Confirmation

Polymorphisms), PCR-RELP's และการทำ DNA sequencing โดยตรงจาก PCR products ในปัจจุบัน DNA markers เช่น RELP's microsatellites, AFLP's และ RAPD ได้ถูกนำมาศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้ป่าอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะว่าสามารถศึกษา polymorphic loci มากกว่า isoenzymes (Changtragoon, 1998; Szmidt, 1995)

การศึกษาวิจัยโดย molecular markers แต่ละชนิดตามวัตถุประสงค์ที่ศึกษาในพันธุ์ไม้หลายชนิด ได้สรุปไว้พอสังเขปในตารางที่ 21.1 ส่วนการศึกษความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ในประเทศเขตร้อนได้สรุปพอสังเขปตามภูมิภาคต่าง ๆ ในโลกในตารางที่ 21.2 และจากผลการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้ป่าเขตอบอุ่นและไม้ป่าเขตร้อนพบว่า ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้ป่าเขตร้อนมีค่าสูงกว่ามาก ดังแสดงในตารางที่ 21.3 ดังนั้นเราควรตระหนักถึงความสำคัญของพันธุ์ไม้ป่าของประเทศเรา ซึ่งเป็นหนึ่งของแหล่งทรัพยากรที่มีค่าด้านป่าไม้ของกลุ่มประเทศป่าเขตร้อน และสมควรอย่างยิ่งที่จะหาแนวทางและมาตรการในการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมทางด้านป่าไม้ที่มีค่านี้ไว้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้อง

ตารางที่ 21.1 ตัวอย่างของการศึกษาพันธุกรรมและความหลากหลายทางพันธุกรรมไม้ป่า โดยใช้
molecular markers

Application	Species	Molecular markers	References
1. Genetic diversity and variation	- <i>Acacia mangium</i> and <i>A. melanoxylon</i> - <i>Azadirachta</i> spp. - <i>Melaleuca cajuputii</i> - <i>Pinus merkusii</i> - <i>Pinus mekusii</i> and <i>P. kesiya</i> - <i>Populus balsamea</i> - <i>Pterocarpus macrocarpus</i> - <i>Quercus robur</i> - <i>Abies alba</i> - <i>Pinus attenuata</i> and <i>P. radiata</i> - <i>Pinus mekusii</i> and <i>P. kesiya</i> - <i>Pinus</i> spp. - <i>Quercus robur</i> and <i>Q. petraea</i> - <i>Calamus palustris</i>	- Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - Cp (RFLP's) - RFLPs - Cp (RFLP's) - Cp (RFLP's) - RFLPs - RAPD and isoenzyme	- Moran, 1992 - Changtragoon <i>et al.</i>, 1996 - Changtragoon and Szmidt, 1997 - Changtragoon and Finkeldey, 1995a, 1995b - Szmidt <i>et al.</i>, 1996 - Hamrick <i>et al.</i>, 1992 - Liengsiri <i>et al.</i>, 1995; - Finkeldey <i>et al.</i>, 1998, 1999 - Mueller-Starck <i>et al.</i>, 1992 - Ziegenhagen <i>et al.</i>, 1995 - Strauss <i>et al.</i>, 1992 - Szmidt <i>et al.</i>, 1996 - Wang and Szmidt, 1994 - Kremer <i>et al.</i>, 1991 - Changtragoon <i>et al.</i>, 1995, 1998
2. Mating system 2.1 Selfing rate - 50% - 16% - 10.8% 2.2 Pollen contamination a) Controlled crosses b) Seed orchard - 21-89% - > 50%	- <i>Pinus merkusii</i> - <i>Pinus sylvestris</i> - <i>Pinus sylvestris</i> - <i>Acacia auriculiformis</i> - <i>Acacia mangium</i> and <i>A. auriculiformis</i> - <i>Betula alleghaniensis</i> - Douglas fir - <i>Pinus sylvestris</i>	- Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - RAPD - Isoenzyme - Isoenzyme	- Changtragoon and Finkeldey, 1995 - Yeh, 1989 - Szmidt, 1984 - Changtragoon, 1997, 2000 - Wickneswari, 1989 - Roy <i>et al.</i>, 1992 - Wheeler and Jech, 1992 - Wang <i>et al.</i>, 1991
3. Species and clone identification 3.1 Species	- <i>Azadirachta</i> spp. - <i>Populus</i> spp. - <i>Pinus densiflora</i> and <i>P. sylvestris</i> - <i>Pinus merkusii</i> and <i>P. kesiya</i> - <i>Pinus sylvestris</i> and <i>P. mugo</i> - Asian <i>Pinus</i> spp. - <i>Quercus</i> spp. - <i>Picea mariana</i> and <i>P. rubens</i> - American and Mexican pines	- Isoenzyme - Nu (RFLP's) - Cp (RFLP's) - Cp (RFLP's) - Cp (RFLP's) - Cp (RFLP's) - RAPD - RAPD - RAPD	- Changtragoon <i>et al.</i>, 1996 - Wagner, 1992 - Szmidt and Wang, 1993 - Szmidt <i>et al.</i>, 1996 - Filppula <i>et al.</i>, 1992 - Wang and Szmidt, 1993 - Moreau <i>et al.</i>, 1992 - Perron <i>et al.</i>, 1995 - Furman <i>et al.</i>, 1997

ตารางที่ 21.1 (ต่อ)

Application	Species	Molecular markers	References
3.2 Clones	- <i>Acacia auriculiformis</i> - <i>Azadirachta indica</i> var. <i>siamensis</i> - <i>Eucalyptus</i> spp. - <i>Picea glauca</i> - <i>Picea sitchensis</i>	- Isoenzymes - Isoenzyme - RAPD - RAPD - RAPD	- Changtragoon and Woo, 1996 - Changtragoon, 1996 - Kiel and Griffin, 1994 - Hong <i>et al.</i> , 1992 - Van de Ven and McNicol, 1995
4. Marker assisted selection			
4.1 Somaclonal variation	- <i>Populus</i> spp. - <i>Picea glauca</i> - <i>Picea marina</i>	- RFLP's - RAPD - RAPD	- Changtragoon, 1991 - Isabel <i>et al.</i> , 1996 - Isabel <i>et al.</i> , 1993
4.2 Mapping	- <i>Picea glauca</i> and <i>Pinus</i> spp. - <i>Picea glauca</i> - <i>Pinus caribaea</i> and <i>P. elliottii</i> - <i>Eucalyptus intens</i> - <i>Pinus taeda</i> - <i>Pinus sylvestris</i> - <i>Pinus radiata</i>	- Isoenzymes - RAPD - RAPD - RFLP's - RFLP's - RAPD - RFLP, RAPD and microsatellite	- Weeden, 1989 - Tulsieram <i>et al.</i> , 1992 - Dale <i>et al.</i> , 1993 - Byrne <i>et al.</i> , 1992 - Neale <i>et al.</i> , 1989 - Yazdani <i>et al.</i> , 1995 - Devey <i>et al.</i> , 1996

ตารางที่ 21.2 ตัวอย่างของการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้ป่าเขตร้อนและการประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์พันธุกรรมและการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าในแต่ละภูมิภาคของโลก

Region	Species	Source
Africa	<i>Acacia albida</i> <i>Terminalia superba</i>	Joly <i>et al.</i> , 1992 Vigneron, 1984
America	<i>Bertolletia excelsa</i> <i>Gliricidia sepium</i> <i>Havea brasiliensis</i> <i>Astrocaryum mexicanum</i> 16 frequent species on BCL* 16 rare species on BCL*	Buckley <i>et al.</i> , 1988 Chamberlain <i>et al.</i> , 1996 De Paiva <i>et al.</i> , 1994 Eguiarte <i>et al.</i> , 1992 Hamrick and Loveless, 1989 Hamrick and Murawski, 1991
Asia	<i>Calamus palustris</i> <i>Calamus</i> spp. <i>Pinus merkusii</i> <i>Paulownia taiwaniana</i> <i>Tectona grandis</i> <i>Agathis borneensis</i> <i>Stemonoporus oblongifolius</i> <i>Pterocarpus macrocarpus</i> <i>Drybalanops</i> spp.	Changtragoon <i>et al.</i> , 1995; Changtragoon, 1998 Bon <i>et al.</i> , 1995 Changtragoon and Finkeldey, 1995; Szmidt <i>et al.</i> , 1996 Finkeldey, 1992 Kertadikara and Prat, 1995; Changtragoon and Szmidt, 1999, 2000 Kitamura and Rahman, 1992 Murawski and Bawa, 1994 Liengsiri <i>et al.</i> , 1995 Shiraishi <i>et al.</i> , 1994
Australia	<i>Eucalyptus diversicolor</i> <i>Eucalyptus</i> and <i>Acacia</i> spp. <i>Eucalyptus caesia</i> <i>Eucalyptus</i> spp. <i>Acacia mangium</i> <i>E. paliformis</i> and <i>parvifolia</i> <i>Eucalyptus crucis</i> <i>Acacia auriculiformis</i>	Coates and Sokolowski, 1989 Moran, 1992 Moran and Hopper, 1983 Moran and Hopper, 1987 Moran <i>et al.</i> , 1989 Prober <i>et al.</i> , 1990 Sampson <i>et al.</i> , 1988 Wickneswari and Norwati, 1993

* BCL: Barro Colorado Island

ตารางที่ 21.3 การเปรียบเทียบความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้ป่าจากป่าเขตอบอุ่นกับไม้เขตร้อน

Type of forest tree species	Genetic differentiation among populations	References
Temperate Forests	0.038 (3.8%)	Loveless, 1992
Tropical Forests	0.109 (10.9%)	Hamrick <i>et al.</i> , 1992

21.3 ผลงานวิจัยในประเทศไทย

ในประเทศไทยโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าโดยการประยุกต์ใช้ isoenzyme gene และ DNA markers เพื่อนำมาจำแนกชนิดพันธุ์ clone แม่ไม้พันธุ์ดี พิสูจน์ลูกผสม ตลอดจนการประเมินสถานภาพแหล่งพันธุกรรมโดยการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและระบบการสืบพันธุ์ของไม้ป่าหลายชนิด ซึ่งจากผลงานที่ผ่านมา ได้นำ isoenzyme gene markers มาใช้จำแนกพันธุ์ไม้สะเดาไทย สะเดาอินเดียและไม้เทียม (Changtragoon *et al.*, 1996) ออกจากกันซึ่งมีความแตกต่างทางพันธุกรรมค่อนข้างมาก ซึ่งจากผลการวิจัยที่ได้กล่าวได้ว่า ไม้สะเดาไทยเป็นพันธุ์ไม้สะเดาอีกชนิดหนึ่ง (species) ไม่ใช่เป็นสายพันธุ์หนึ่งของไม้สะเดาอินเดียตามที่เข้าใจแต่ครั้งก่อน ในหวายสามารถจำแนกพันธุ์หวาย 9 ชนิดที่มีลักษณะภายนอกใกล้เคียงกันโดยใช้ DNA markers ได้ (Changtragoon *et al.*, 1995) นอกจากนี้ยังใช้วินิจฉัยแม่ไม้ที่ถูกขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการเสียบยอด ติดตา ปักชำ ในไม้สะเดาไทย ไม้สัก และไม้กระถินณรงค์ที่ถูกนำมาปลูกในแปลงรวมแม่ไม้พันธุ์ดีว่า เป็นแม่ไม้พันธุ์ดีตามที่ได้คัดเลือกมาที่ถูกต้องหรือไม่ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์และผสมข้ามได้อย่างถูกต้องต่อไป ส่วนการผสมข้ามพันธุ์แม่ไม้พันธุ์ดีในไม้กระถินณรงค์เพื่อให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะดีตามที่ต้องการนั้น ได้มีการวินิจฉัยลูกผสม (Hybrids) ที่ได้ว่าต้นใดเป็นลูกผสมที่แท้จริงโดยใช้ isoenzyme gene markers (สุจิตรา และคณะ, 2536; Changtragoon, 1996; Changtragoon and Woo, 1996; Changtragoon, 1997; Changtragoon *et al.*, 1998; Changtragoon, 2000)

ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมไม้ป่าได้มีการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยใช้ molecular markers ทั้ง 2 ชนิด ดังกล่าวข้างต้นในการประเมินสถานภาพแหล่งพันธุกรรมของไม้สนสองใบ ไม้สนสามใบ (Changtragoon and Finkeldey, 1995b; Szmidt *et al.*, 1996) ไม้สัก (Changtragoon and Szmidt, 1999; Changtragoon and Szmidt, 2000) ไม้สะเดา (Changtragoon *et al.*, 1996) ไม้ยางนา (สุจิตราและบุญชู, 2542) ไม้เสม็ดขาว (สุจิตรา, 2537) ไม้ดุ่มกว้าว หวาย ประ (Changtragoon and Finkeldey, 2000) และอื่น ๆ (สุจิตรา, 2540) เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนและจัดการการอนุรักษ์พันธุกรรม และปรับปรุงพันธุ์ไม้และพืชป่าตลอดจนการปลูกสร้างสวนป่าดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งการศึกษาวินิจฉัยดังกล่าวข้างต้นได้สรุปไว้ในตารางที่ 21.4 ส่วนผลการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างหมู่ไม้ใน ไม้ป่าแต่ละชนิดในประเทศไทยได้สรุปใน ตารางที่ 21.5

จนถึงปัจจุบันการเปรียบเทียบสถานภาพการศึกษาด้านพันธุกรรมและความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยใช้ molecular markers ของแต่ละกลุ่มประเทศในโลก โดยสรุปพอสังเขปในตารางที่ 21.6 ซึ่งจะเห็นว่าประเทศไทยยังอยู่ในระดับเริ่มต้นของการศึกษาวินิจฉัยด้านนี้ จึงสมควรอย่างยิ่งที่จะได้มีการสนับสนุนให้มีการศึกษาวินิจฉัยอย่างจริงจัง เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านอนุรักษ์พันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า และการปลูกสร้างสวนป่าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 21.4 การศึกษาพันธุกรรมและความหลากหลายทางพันธุกรรมไม้ป่า โดยใช้ molecular markers เพื่อการประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ และอนุรักษ์พันธุกรรมไม้ป่าในประเทศไทย

Species	Application	Type of molecular markers	References
<i>Pinus merkusii</i>	- Genetic diversity - Mating system	- Isoenzyme - Cp (RFLP's) - Isoenzyme	- Changtragoon and Finkeldey, 1995b - Szmidt <i>et al.</i> , 1996 - Changtragoon and Finkeldey, 1995b
<i>P. khasya</i>	- Genetic diversity	- Isoenzyme - Cp (RFLP's)	- Szmidt <i>et al.</i> , 1996
<i>Acacia auriculiformis</i>	- Clonal identification - Mating system - Controlled crosses - Hybrid identification	- Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme - Isoenzyme	- Changtragoon, 1996 - Changtragoon and Woo, 1996 - Changtragoon, 1997 - Changtragoon <i>et al.</i> , 1998 - Changtragoon, 2000
<i>Azadirachta indica</i>	- Genetic diversity - Clonal identification	- Isoenzyme - Isoenzyme	- Changtragoon <i>et al.</i> , 1996 - สุจิตรา และคณะ, 2536; Changtragoon, 1996
<i>A. indica</i> var. <i>siamensis</i>	- Genetic diversity - Mating system	- Isoenzyme	- Changtragoon <i>et al.</i> , 1996
<i>A. exelsa</i>	- Genetic diversity	- Isoenzyme	- Changtragoon <i>et al.</i> , 1996
<i>Dipterocarpus alatus</i>	- Genetic diversity	- Isoenzyme	- สุจิตรา และบุญชูบ, 2542
<i>Hopea odorata</i>	- Genetic diversity	- Isoenzyme	- Changtragoon (in preparation)
<i>Tectona grandis</i>	- Clonal identification - DNA fingerprinting - Genetic diversity - Mating system	- Isoenzyme - RAPD - Isoenzyme - RAPD - SAPs - Isoenzyme	- Changtragoon, 1996 - Changtragoon (in preparation) - Changtragoon and Szmidt, 1999 - Changtragoon and Szmidt, 2000 - Changtragoon and Szmidt (in preparation) - Changtragoon and Szmidt, 1999
<i>Rhizophora apiculata</i>	- Genetic diversity - Mating system	- Isoenzyme - RAPD - SAPs - Isoenzyme	- Changtragoon and Szmidt (in preparation)
<i>R. mucronata</i>	- Genetic diversity - Mating system	- Isoenzyme - RAPD - SAPs - Isoenzyme	- Changtragoon and Szmidt (in preparation) - Changtragoon and Szmidt (in preparation)
<i>Pterocarpus alatus</i>	- Genetic diversity - Mating system	- Isoenzyme - Isoenzyme	- Liengsiri <i>et al.</i> , 1995
<i>Calamus pulustris</i>	- Genetic diversity - Mating system	- Isoenzyme - RAPD - Isoenzyme	- Changtragoon <i>et al.</i> , 1998 - Changtragoon <i>et al.</i> , 1995 - Changtragoon and Szmidt, 1998
<i>Cycas siamensis</i>	- Genetic diversity	- Isoenzyme	- Changtragoon and Szmidt (in preparation)

ตารางที่ 21.5 การเปรียบเทียบความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ป่าบางชนิดในประเทศไทย

Species	Genetic differentiation among populations	References
<i>Pinus khasya</i>	0.023 (2.3%)	Szmidt <i>et al.</i> , 1996
<i>Pinus merkusii</i>	0.104 (10.4%)	Changtragoon and Finkeldey, 1995b Changtragoon and Finkeldey, 2000
<i>Tectona grandis</i>	0.234 (23%)	Changtragoon and Szmidt, 1999, 2000
<i>Mitragyna brunonis</i>	0.110 (11.0%)	Changtragoon and Szmidt (in preparation)
<i>Dipterocarpus alatus</i>	0.182 (18.2%)	สุจิตรา และบุญชูบ, 2542
<i>Calamus palustris</i>	0.259 (25.9%)	Changtragoon <i>et al.</i> , 1998
<i>Cycas siamensis</i>	0.078 (7.8%)	Changtragoon and Szmidt (in preparation)

ตารางที่ 21.6 การเปรียบเทียบสถานภาพการศึกษาพันธุกรรมและความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ป่าของแต่ละกลุ่มประเทศในโลก โดยใช้ molecular markers

กลุ่มประเทศ	ระดับการศึกษาและการประยุกต์ใช้
ยุโรป	ก้าวหน้า
อเมริกา	ก้าวหน้า
ออสเตรเลีย	ก้าวหน้า
ลาตินอเมริกา	เริ่มต้น-กลาง
แอฟริกา	เริ่มต้น
ญี่ปุ่น	ก้าวหน้า
มาเลเซีย, จีน, เกาหลีใต้	เริ่มต้น-กลาง
อินเดีย, อินโดนีเซีย, ไต้หวัน	เริ่มต้น
ไทย	เริ่มต้น
ลาว, กัมพูชา, ฟิลิปปินส์, เวียดนาม, พม่า	ยังไม่ได้เริ่มต้นอย่างจริงจัง

21.4 การประยุกต์ใช้

รายละเอียดพอสังเขปที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากการศึกษาวิจัยด้านพันธุศาสตร์ป่าไม้ในการศึกษาพันธุกรรมและความหลากหลายทางพันธุกรรมของป่าไม้ โดยใช้ molecular markers ชนิดต่าง ๆ ได้แบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

21.4.1 ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity)

เนื่องจากไม้ป่าเป็นพืชที่มีอายุยาวนานกว่าพืชเกษตรทั่ว ๆ ไป ดังนั้นไม้ป่าจะต้องมีความหลากหลายทางพันธุกรรมค่อนข้างสูง เพื่อเป็นการประกันความมีชีวิตรอดภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีความผันแปรตลอดเวลา (Changtragoon and Szmidt,

1993) ไม่ว่าจะเป็นเกิดจากวงจรธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต คือการระบาดของโรค และแมลง หรือเกิดจากอิทธิพลของการพัฒนาเทคโนโลยีของมนุษย์ เช่น การสร้างโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้อากาศและน้ำเสีย ตลอดจนสภาวะเรือนกระจก (green house effect) และฝนกรด (acid rain) สาเหตุดังกล่าวมีผลต่อความอยู่รอดของไม้ป่า

ดังนั้น หากพื้นฐานทางพันธุกรรมของไม้ป่าที่เราคัดเลือก ไม่ว่าจะด้วยวัตถุประสงค์ใดก็ตาม คือมีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ ก็อาจจะทำให้ไม่สามารถอยู่รอดได้ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ผันแปรตลอดเวลา ซึ่งยากต่อการควบคุมและคาดการณ์ล่วงหน้า

หน้าได้ (สุจิตรา, 2537; Changtragoon and Szmidt, 1997)

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมได้มีการใช้ molecular markers (isoenzyme gene markers และ DNA markers) มาใช้ในการศึกษาในไม้ป่าหลายชนิด เช่น ไม้ตระกูลสน (Changtragoon and Finkeldey, 1995; Szmidt and Wang, 1991, 1993; Szmidt et al., 1996) ไม้ป่าชายเลน (สุจิตรา, 2536ข) ไม้สะเดา (สุจิตรา และคณะ, 2536; Changtragoon et al., 1996) หวาย (Changtragoon et al., 1995) และไม้อีกหลายชนิด (สุจิตรา, 2537) ซึ่งข้อมูลและผลการศึกษาทางด้านความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ที่ได้จะสามารถนำไปใช้ประกอบในการพิจารณาวางแผนการอนุรักษ์พันธุกรรม การปรับปรุงและการปลูกสร้างสวนป่าในไม้ป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สุจิตรา, 2537; Changtragoon and Szmidt, 1993, 1997; Changtragoon and Finkeldey, 2000) ซึ่งประเทศไทยยังจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยในพันธุ์ไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและนิเวศวิทยาอีกหลายชนิด

21.4.2 การศึกษาระบบการสืบพันธุ์ (Mating system)

- การศึกษาอัตราการผสมตัวเอง (selfing rate)

เมล็ดไม้ที่ได้จากหมู่ไม้ที่มีการผสมตัวเอง (selfing) หรือผสมระหว่างต้นที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกัน (inbreeding) จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ กล้าไม้จะ sensitive ต่อการถูกทำลายจากโรคและแมลงทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดตายต่ำ นอกจากนี้ ต้นที่รอดตายจะมีการเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้ผลผลิตและปริมาตรเนื้อไม้ต่ำกว่าปกติ ดังตัวอย่างที่พบ inbreeding depression ในไม้ *Picea abies* (Langlet, 1940; Eriksson et al., 1973; Hattemer et al., 1993)

โดยทั่วไปการศึกษาระบบการสืบพันธุ์ของพันธุ์ไม้ป่ามักจะใช้ isoenzyme ในการตรวจสอบดูว่าไม้ป่าแต่ละชนิดมีอัตราการผสมตัวเอง (selfing rate) เท่าไร ดังการศึกษาใน Scots pine seed orchard โดย Szmidt (1984) พบว่าอัตราผสมตัวเองมี 10.8% และใน *Pinus sylvestris* 16% (Yeh, 1989) ในการศึกษาในไม้สนสองใบ (*Pinus merkusii*) ซึ่งเป็นไม้สนเขตร้อนที่ขึ้นในประเทศไทย พบว่ามีอัตราของการผสมตัวเองสูงถึง 50% (Changtragoon and Finkeldey, 1995) ส่วนในไม้สักมีอัตราการผสมตัวเองช่วงระหว่าง 2.5-14.1% (Changtragoon and Szmidt, 1999) ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละต้นและหมู่ไม้ที่ขึ้นในแต่ละท้องถิ่น

ข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำไปวางแผนการอนุรักษ์พันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าว่า ควรจะเก็บเมล็ดไม้จากต้นหรือหมู่ไม้ไหนอย่างไร เพื่อการอนุรักษ์พันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถนำไปแนะนำเอกชนในการเก็บเมล็ดไม้ที่ถูกต้องเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด inbreeding depression ได้ ซึ่งจะได้ต้นไม้ที่นำไปปลูกสร้างสวนป่าที่มีประมาณเนื้อไม้มีสูง ซึ่งคุ้มค่าต่อการลงทุนและผลกำไรสูง

- การตรวจเช็คความถูกต้องของ controlled crosses

ไอโซเอนไซม์ (isoenzymes) ได้นำมาใช้ในการตรวจเช็คความผิดพลาดในการทำ controlled crosses ใน Douglas fir ซึ่งพบความผิดพลาดมากกว่า 30 % (Haines, 1994) ในไม้กระถินณรงค์ได้มีการตรวจความถูกต้องของ controlled crosses 7 คู่ผสม และพบว่ากล้าไม้ที่ไม่ใช่ลูกผสมที่แท้จริงมีอยู่ถึงมากกว่า 60 % จากคู่ผสม 2 คู่ (Changtragoon, 2000)

นอกจากนี้การใช้ RAPD's โดย Roy et al. (1992) พบว่าเกิด pollen contamination ในการทำ controlled crosses ของ *Betula alleghaniensis*

- การตรวจเช็คความปนเปื้อนของ pollen (pollen contamination)

ในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าส่วนหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์คือการทำ seed orchard ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกแม่ไม้ที่มีลักษณะตามต้องการ แล้วนำมาปลูกรวมกันเพื่อให้ผลิตเมล็ดไม้จากต้นแม่ไม้ที่ต้องการ การใช้ isoenzyme markers เข้าช่วยตรวจสอบเช็คทำให้ทราบว่า การทำ seed orchard ของพันธุ์ไม้ที่คัดเลือกมีการปนเปื้อนของ pollen จากที่อื่นหรือไม่ ดังในการศึกษาของ Wang et al. (1991) ใน Scots pine seed orchard พบว่า มีการปนเปื้อนของ pollen ที่มาจากต้นไม้ที่ไม่ได้คัดเลือกมากกว่า 50% และใน Douglas fir มีสูงถึง 21-89% (Wheeler and Jech, 1992)

21.4.3 การตรวจสอบแหล่งกำเนิดสายพันธุ์และ clone (Species and clone identification)

การมีข้อมูลทางพันธุกรรมที่แน่นอนของพันธุ์ไม้ ไม่ว่าจะเป็นระดับชนิดหรือ clone มีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์ และอนุรักษ์พันธุ์ไม้แต่ละชนิด

molecular markers ได้ถูกใช้ในการวินิจฉัย (identify) พันธุกรรมของพันธุ์ไม้ป่าทั้งในระดับชนิด และ clone เช่นการใช้ isoenzymes ในการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของไม้สะเดาไทย (*Azadirachta indica* var. *siamensis*) สะเดาอินเดีย (*A. indica*) และไม้เท้ายม (*A. excelsa*) ทำให้ทราบสถานภาพทางพันธุกรรมของไม้สะเดาไทยที่แตกต่างจากไม้สะเดาอื่น ๆ อย่างเด่นชัด (Changtragoon et al., 1996)

สำหรับ nuclear RFLP's ได้นำมาจำแนกไม้ *Populus tremuloides* และ *P. grandidentata* ออกจากกันได้ สำหรับ chloroplast RFLP's ก็นำมาจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมพันธุ์ไม้สนสองใบ

(*Pinus merkusii*) และสามใบ (*Pinus khaya*) โดย Szmidi et al. (1996)

ในระดับ clone นั้น molecular markers ที่นำมาวินิจฉัย fingerprinting มีทั้ง isoenzyme markers ในไม้สะเดาไทย (สุจิตรา และคณะ, 2536) ไม้กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) และไม้สัก (*Tectona grandis*) (Changtragoon, 1996) ซึ่งพบว่าการเขียนเบอร์ clone ผิด และมีความผิดพลาดใน clone bank

ส่วน RAPD markers ได้มีการใช้จำแนกหว่าย 9 ชนิดออกจากกันได้ (Changtragoon et al., 1996) และมีการจำแนกต้นที่ได้มาจาก full sited family ในไม้ *Picea glauca* (Hong et al., 1992)

21.4.4 Markers ที่ช่วยในการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการ (Marker assisted selection)

การคัดเลือกลักษณะที่ต้องการของพันธุ์ไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเพื่อใช้ในระดับอุตสาหกรรมวิธีหนึ่งที่จะช่วยได้คือการใช้ molecular markers ที่สัมพันธ์ (link) กับลักษณะที่ต้องการซึ่งเรียกว่า Quantitative Trait Loci (QTLs) โดยการทำการ mapping ด้วย isozymes ในไม้ *Picea glauca*, *Picea nigra*, *Pinus rigida* และ *Pinus albicaulis* (Weeden, 1989) สำหรับ RAPD's ได้มีการทำในไม้ตระกูลสน เช่นในไม้ *Picea glauca* (Tulsieram et al., 1992) นอกจากนี้ยังมีการหาความสัมพันธ์ (link) RAPD's markers กับยีนที่ควบคุม ความหนาของเปลือกในไม้ *Pinus elliotti* และ *Pinus caribaea* (Dale et al., 1993) ส่วน RFLP's map ได้มีการทำในไม้ *Eucalyptus nitens* (Byrne et al., 1992) และในไม้ *Pinus taeda* (Neale et al., 1989)

21.5 บทสรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

จะเห็นได้ว่าการศึกษัพันธ์ศาสตร์ป่าไม้ ใน การศึกษัพันธ์กรรมและความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้ป่าโดยใช้ molecular markers ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้านเช่น การปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า การอนุรักษ์พันธุกรรมไม้ป่า การปลูกสร้างสวนป่าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Bergman and Hattemer, 1998; Szmidt and Wang, 1991; Williams and Neale, 1992; Finkeldey and Hattemer, 1993; Changtragoon and Szmidt, 1997; Haines, 1994) โดยที่ Isoenzyme และ DNA fingerprinting ได้ถูกนำมาวินิจฉัยลักษณะพันธุกรรมของแม่ไม้ที่มีลักษณะดี plus trees และพิสูจน์คุณสมบัติจากการผสมข้าม (Changtragoon, 1996, 2000; Changtragoon et al., 1998) การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและระบบการสืบพันธุ์ได้มีการนำเอา isoenzyme, RAPD's RFLP's และ microsatellites มาใช้ศึกษาเพื่อใช้คัดเลือกและประเมินว่าแหล่งไม้แหล่งใดของแต่ละชนิดเหมาะสมต่อการปรับปรุงพันธุ์และอนุรักษ์พันธุกรรมไม้ป่าชนิดนั้น ๆ ข้อมูลดังกล่าวที่ได้สามารถนำมาหาจำแนกแหล่งพันธุกรรมของเมล็ดไม้และสามารถนำมาพิจารณาคัดเลือกว่า เมล็ดและท่อนพันธุ์แหล่งใดเหมาะสมต่อการนำมาปลูกสร้างสวนป่าเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้การศึกษา markers ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจไม้ป่า เช่น ความหนาแน่นของเนื้อไม้ ความยาวของ fibre ปริมาณ lignin ในเนื้อไม้ โดยการใช้ markers เช่น isoenzyme, RAPD's, RFLP's และ microsatellites มาช่วยในการคัดเลือกและหาความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้องการ (QTL's trait loci) โดยการทำการ Mapping ซึ่งสามารถนำมาช่วยการปรับปรุงพันธุ์

และคัดเลือกลักษณะของพันธุ์ไม้ที่ต้องการได้ และย่นระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิมได้มาก นอกจากนี้การศึกษา somaclonal variation ในพันธุ์ไม้ที่ถูกขยายพันธุ์ โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ได้ มีการใช้ RAPD และ RFLP's markers มาใช้ในการตรวจสอบ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยและการประยุกต์ใช้ดังกล่าวข้างต้นมีอย่างกว้างขวางในประเทศที่พัฒนาแล้ว ส่วนประเทศที่กำลังพัฒนาโดยเฉพาะประเทศไทยยังอยู่ในระดับเริ่มต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านงบประมาณและผู้เชี่ยวชาญในการศึกษาวิจัย ซึ่งรัฐบาลควรจะทำให้ความสำคัญและให้การสนับสนุนการวิจัยด้านนี้ เพราะสามารถที่จะนำมาช่วยในการจัดการทรัพยากรด้านพันธุกรรมป่าไม้ให้อยู่อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบในการปรับปรุงพันธุ์ไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอนาคตทั้งทางด้านอาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และอื่น ๆ ซึ่งยังสามารถเอื้อประโยชน์ได้ในอนาคต ซึ่งเรายังอาจมองไม่เห็นและคิดไม่ถึงอีกมาก ตลอดจนช่วยส่งเสริมให้สิ่งแวดล้อมที่ดี โดยช่วยให้มีอากาศบริสุทธิ์ ฝนตกตามฤดูกาลและแหล่งน้ำให้ยั่งยืนตลอดไป

การพัฒนาการศึกษาวิจัยดังกล่าวข้างต้นยังสามารถช่วยรับรองและคุ้มครองไม้ป่าที่ได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ที่ดี หรือไม้ป่าพันธุ์ใหม่ในการจดสิทธิบัตร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าและประเทศไทยในอนาคตได้อีกด้วย

นอกจากนี้หากเรามีฐานข้อมูลทางพันธุกรรมไม้ป่าที่มีค่าทางเศรษฐกิจก็ย่อมสามารถป้องกันและติดตามการลักลอบทรัพยากรทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ที่มีคุณค่าไม่ให้ออกไปนอกประเทศได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2541. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย. ส่วนศูนย์ข้อมูลกลาง สำนักสารนิเทศ กรมป่าไม้. 144 หน้า.
- สุจิตรา จางตระกูล. 2536ก. เทคนิคใหม่ในการวิจัยทางด้านปรับปรุงพันธุ์ไม้โตเร็วเอนกประสงค์ ทิศทางการวิจัย และพัฒนาทางด้านพันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพของไม้โตเร็วเอนกประสงค์. โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาพันธุ์วิศวกรรมทางการเกษตร และอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 62-72.
- สุจิตรา จางตระกูล. 2536ข. การประยุกต์ใช้ molecular genetics เพื่อการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม และอนุรักษ์ยีนไม้ป่าชายเลน. ตอนที่ 1 ผลการศึกษาเบื้องต้น. การสัมมนากระบวนนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติครั้งที่ 8: การจัดการทรัพยากรป่าชายเลนแบบยั่งยืน เล่มที่ 1 (session II-5). 25-28 สิงหาคม. โรงแรมวังใต้ จ. สุราษฎร์ธานี. หน้า 1-12.
- สุจิตรา จางตระกูล, บุญชู บุญทวี และ A. E. SZMIDT. 2536. การประยุกต์ใช้ isoenzyme gene markers เพื่อการวินิจฉัย clones จาก plus trees ใน grafted clone bank ของไม้สะเดาไทย. รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ประจำปี 2536. 20-24 ธันวาคม. โรงแรมมารวยการ์เดน กรุงเทพฯ. หน้า 20-30.
- สุจิตรา จางตระกูล. 2537. ความสำคัญของข้อมูลทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ป่าต่อการพิจารณาวางแผนการปลูกป่า. รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ประจำปี 2537. โรงแรมวังใต้ จ. สุราษฎร์ธานี. หน้า 66-78.
- สุจิตรา จางตระกูล. 2540. เทคนิคทางอนุพันธุศาสตร์ในการปรับปรุงพันธุ์และอนุรักษ์พันธุ์กรรมไม้ป่า. สัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 10: พันธุศาสตร์เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย 19-21 มีนาคม ดิโกบรัมวิชาการ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 39-47.
- สุจิตรา จางตระกูล และบุญชู บุญทวี. 2542. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของไม้ยางนาโดยใช้ isoenzyme gene markers. เอกสารประกอบประชุมสัมมนาเรื่องไม้ยางนาและไม้ในวงศ์ไม้ยาง. 17-18 พฤศจิกายน. อาคารสารนิเทศ 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 107-114.
- BERGMAN, F. AND H. H. HATTEMER. 1998. Isozymes in forest genetics research. In: MANDAL, A. K. AND G. L. GIBSON (eds.), Forest genetics and tree breeding, pp. 227-238. New Delhi, CBS Publishers.
- BON, M. -C., B. BASRI, H. ALI AND H. JOLY. 1995. Isozyme variability of two rattan species from isozyme markers. In: BOYLE, T. J. B. AND B. BOONTAWEE (eds.), Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forests, pp. 219-225. Proc. IUFRO Symposium, Chiang Mai, Thailand, 27 August-2 September, 1994. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.
- BUCKLEY, D. P., D. M. O'MALLEY, V. APSIT, G. T. PRANCE AND K. S. BAWA. 1988. Genetics of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. and Bonpl.: Lecythidaceae). I. Genetic variation in natural populations. *Theor. Appl. Genet.* 76: 923-928.
- BYRNE, M., G. F. MORAN AND J. MURRELL. 1992. Progress on a genetic linkage map in Eucalypts. Proc. Third Australasian Gene Mapping Workshop, Univ. of Queensland, Brisbane, July 1992.
- CHAMABERLAIN, J. R., N. W. GALWEY AND A. J. SIMONS. 1996. Population structure in *Gliricidia sepium* (Leguminosae) as revealed by isozyme variation. *Silvae Genetica* 45: 112-118.
- CHANGTRAGOON, S. 1991. Untersuchungen zur Bedeutung nuklearer und extranuklearer genetischer information fuer das Verhalten von Pappeln (*Populus* spp.) *in vitro*. Dissertation. Fachbereichs der Georg-August-Universitaet, Goettingen, Germany. 101 p. (In German).
- CHANGTRAGOON, S. 1996. Clonal identification of forest tree species by isoenzyme gene markers. In: FORTROP' 96: Tropical Forestry in the 21st Century, Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 25-28 November. pp. 66-67.
- CHANGTRAGOON, S. 1997. Isoenzyme analysis of the breeding population of *Acacia auriculiformis*. In: The Third International Acacia Workshop, Hanoi, Vietnam, 26-30 October. pp. 216-219.
- CHANGTRAGOON, S. 1998. Application of molecular markers in forest trees for developing countries. In: The 7th Annual international conference of BIOREFOR in Manila, Philippines, 3-5 November. pp. 111-114.
- CHANGTRAGOON, S. 2000. Application of isoenzyme gene markers in the identification of *Acacia auriculiformis* elite trees and hybrids. In: Hybrid breeding and genetics of forest trees. Proceedings of QFRI/CRC-SPF Symposium, Noosa, Queensland, Australia, 9-14 April. pp. 241-245.

- CHANGTRAGOON, S. AND A. E. SZMIDT. 1993. An integrated population genetic approach to conserve forest tree diversity in Thailand. ASEAN Seminar on management and conservation of biodiversity. Session III. ASEAN Institute of Forest Management, Kuala Lumpur, Malaysia, 29 November -1 December. pp. 217-224.
- CHANGTRAGOON, S. AND A. E. SZMIDT. 1997. The evaluation of genetic diversity and resources of tropical forest trees in Thailand by using molecular markers. In: The 6th Annual International Workshop of BIO-REFOR. The University of Queensland, Brisbane, Australia, 2-9 December. pp. 169-171.
- CHANGTRAGOON, S. AND A. E. SZMIDT. 1999. Genetic diversity of teak by means molecular markers. In: International Teak Conference: Teak Beyond Year, 23-25 August, Empress Hotel, Chiang Mai, Thailand. 11 p.
- CHANGTRAGOON, S. AND A. E. SZMIDT. 2000. Genetic diversity of teak (*Tectona grandis* Linn. F.) in Thailand revealed by Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD). In: IUFRO Working Party 2. 08. 01 Tropical Species Breeding and Genetic Resources: Forest Genetics for the Next Millennium. International Conferences Centre, Durban, South Africa, 8-13 October. p. 8.
- CHANGTRAGOON, S. AND K. C. WOO. 1996. Application of isoenzyme gene markers in the breeding of *Acacia auriculiformis* hybrid. In: DIETER, M. J., A. C. MATHESON, D. G. NIKLES, C. E. HARWOOD AND S. M. WALKER (eds.), The Proceedings of QFRI-IUFRO Conferences on "Tree improvement for Sustainable Tropical Forestry" Caloundra, Queensland, 27 October-8 November. QFRI Publications. Vol. 1: 189-190.
- CHANGTRAGOON, S. AND R. FINKELDEY. 1995a. Genetic variation of *Pinus merkusii* in Thailand. I: Genetic analysis of isozyme phenotypes. *Journal of Tropical Forest Science* 8(2): 167-177.
- CHANGTRAGOON, S. AND R. FINKELDEY. 1995b. Patterns of genetic variation and characterization of the mating system of *Pinus merkusii* in Thailand. *Forest Genetics* 2(2): 87-97.
- CHANGTRAGOON, S. AND R. FINKELDEY. 2000. Isoenzyme genmarker fuer Erhaltung forstgenetischer resourcen in Thailand. *For. Snow Landsc. Res.* 75(1): 149-158.
- CHANGTRAGOON, S., A. E. SZMIDT AND B. BOONTAWEE. 1996. The study of genetic diversity of *Azadirachta* spp. by using isoenzyme analysis. In: The Proceedings of the third Asia-Pacific Conference on Agricultural Biotechnology, 10-15 November, Melia Hotel, Hua Hin, Thailand. pp. 353-360.
- CHANGTRAGOON, S., A. E. SZMIDT AND R. V. ROA. 1998. Evaluating the status of genetic resources of rattan (*Calamus palustris*) in Thailand by isoenzyme gene markers. In: IUFRO -All Division 2 Conference on Forest Genetics and Tree Improvement, Contribution of genetics to sustained management of global forest resources, Beijing, China, 22-28 August. (Poster abstract).
- CHANGTRAGOON, S., A. E. SZMIDT AND X-R. WANG. 1995. Genetic diversity of rattan in Thailand: I - Preliminary results. In: IPGRI Workshop: Molecular Techniques in Plant Genetic Resources, Rome, 9-11 October. pp. 39-43.
- CHANGTRAGOON, S., P. ROONGRATTANAKUL, V. LUANGVIRIYASAENG AND K. C. WOO. 1998. The identification of hybrid genotypes from *Acacia auriculiformis* elite trees by using isoenzyme gene markers. In: The 4th ASIA-Pacific Conference on Agricultural Biotechnology. Darwin, Australia, 13-16 July. pp. 327-329.
- COATES, D. J. AND R. E. SOKOLOWSKI. 1989. Geographic patterns of genetic diversity in Karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) *Australian Journal of Botany* 37: 145-156.
- DALE, G., C. GATES, H. VOGEL, F. DAGGARD AND R. TEASDALE. 1993. Mapping of the interspecific hybrid between *Pinus caribaea* and *Pinus elliottii* using RAPD markers. In: IMRIE, C. C. (ed.), Focused plant improvement: towards responsible and sustainable agriculture, pp. 223-224. The 10th Australian Plant Breeding Conference Organising Committee, Brisbane.
- DE PAIVA, J. R., P. Y. KAGEYAMA, R. VENCOSKY AND P. B. CONTEL. 1994. Genetics of rubber tree (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Muell. Arg.) I. Genetic variation in natural populations. *Silvae Genetica* 43: 307-312.
- DEVEY, M. E., J. C. BELL, D. N. SMITH, D. B. NEALE AND G. F. MORAN. 1996. A genetic linkage map for *Pinus radiata* based on RFLP, RAPD and microsatellite markers. *Theor. Appl. Genet.* 92: 673-679.
- EGUIARTE, L. E., N. PEREZ-NASSER AND D. PINERO. 1992. Genetic structure, outcrossing rate and heterosis in *Astrocaryum mexicanum* (tropical palm): implications for evolution and conservation. *Heredity* 69: 217-228.
- ERIKSSON, G., B. SCHELANDER AND V. AKEBRAND. 1973. Inbreeding depression in an old experimental plantation of *Picea abies*. *Hereditas* 73: 185-193.
- FILPPULA, S., A. E. SZMIDT AND O. MUAONA. 1992. Genetic comparison between *Pinus sylvestris* L. and *P. mugo* Turra using allozymes and chloroplast DNA. *Nordic Journal of Botany* 12: 381-386.
- FINKELDEY, R. 1992. The hybrid origin of *Paulownia taiwaniana* Hu and Chang - evidence from isozyme gene markers. *Silvae Genetica* 41: 4-5.

- FINKELDEY, R. AND H. H. HATTEMER. 1993. Gene resources and gene conservation with emphasis on tropical forests. *FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter* 94/95: 5-10.
- FINKELDEY, R., N. D. GUZMAN AND S. CHANGTRAGOON. 1998. Inheritance of isozyme phenotypes in *Pterocarpus indicus* Willd. *Forest Genetics* 5(3): 165-170.
- FINKELDEY, R., N. D. GUZMAN, AND S. CHANGTRAGOON. 1999. The mating system of *Pterocarpus indicus* Willd. at Mt. Makiling, Philippines. *Biotropica* 31(3): 525-530.
- FURMAN, B. J., D. GRATTAPAGLIA, W. S. DVORAK AND D. M. OMALLEY. 1997. Analysis of genetic relationships of central American and Mexican pines using RAPD markers that distinguish species. *Molecular Ecology* 6: 321-331.
- HAINES, R. 1994. Biotechnology in forest tree improvement. *FAO Forestry Paper* 118: 230.
- HAMRICK, J. L. AND D. A. MURAWSKI. 1991. Levels of allozyme diversity in populations of uncommon Neotropical tree species. *Journal of Tropical Ecology* 7: 395-399.
- HAMRICK, J. L. AND M. D. LOVELESS. 1989. The genetic structure of tropical tree populations: associations with reproductive biology. In: BOCK, J. H. AND Y. B. LINHART (eds.), *The evolutionary ecology of plants*, pp. 129-146. Westview Press, Boulder, San Francisco, London.
- HAMRICK, J. L., M. J. W. GODT AND S. L. SHERMAN-BROYLES. 1992. Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species. *New Forests* 6: 95-124.
- HARMRICK, J.L., M.J.W. GODT, D.A. MURAWSKI AND M.D. LOVELESS. 1991. Correlations between species traits and allozyme diversity: implications for conservation biology. Pages 75-86 in Falk, D.A.; K.E. Holsinger. eds. *Genetics and Conservation of Rare Plants*. Oxford, New York.
- HATTEMER, H., F. BERGMAN AND M. ZIEHE. 1993. Einführung in die genetik fuer studierende der forstwissenschaft. J. D. Sauerlaender Verlag, Frankfurt am Main. 492 p.
- HONG, Y., B. PONOY AND J. E. CARLSON. 1992. DNA fingerprinting of conifer genomes using RAPD markers. Proc. of Sixth Meeting of the International Conifer Biotechnology Working Group, Raleigh, North Carolina, April 1992. N. C. State University.
- ISABEL, N., L. TREMBLAY, M. MICHAUD, F. M. TREMBLAY, AND J. BOUSQUET. 1993. RAPDs as an aid to evaluate the genetic integrity of somatic embryogenesis-derived populations of *Picea mariana* (Mill) BSP. *Theor. Appl. Genet.* 86: 81-87.
- ISABEL, N., R. BOIVIN, C. LEVASSEUR, P. M. CHAREST, J. BOUSQUET AND F. M. TREMBLAY. 1996. Occurrence of somaclonal variation among somatic embryo-derived white spruces (*Picea glauca*, Pinaceae). *American Journal of Botany* 83: 1121-1130.
- JOLY, H. I., M. ZEH-NLO, P. DANTHU AND C. AYGALANT. 1992. Population genetics of an African acacia, *Acacia albida*. I. Genetic diversity of populations from west Africa. *Australian Journal of Botany* 40: 59-73.
- KEIL, M. AND A. R. GRIFFIN. 1994. Use of random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers in the discrimination and verification of genotypes in *Eucalyptus*. *Theor. Appl. Genet.* 89: 442-450.
- KERTADIKARA, A. W. S. AND D. PRAT. 1995. Isoenzyme variation among teak (*Tectona grandis*) provenances. *Theor. Appl. Genet.* 90: 803-810.
- KITAMURA, K. AND M. Y. B. A. RAHMAN. 1992. Genetic diversity among natural populations of *Agathis borneensis* (Araucariaceae), a tropical rain forest conifer from Brunie Darussalam, Borneo, Southeast Asia. *Canadian Journal of Botany* 70: 1945-1949.
- KREMER, A., R. PETIT, A. ZANETTO, V. FOUGERE, A. DUCOUSSO, D. WAGNER AND C. CHAUVIN. 1991. Nuclear and organelle gene diversity in *Quercus robur* and *Q. petraea*. In: MULLER-STARCK, G. AND M. ZIEHE (eds.), *Genetic variation in European populations of forest trees*. Sauerlander's Verlag, Frankfurt am Main.
- LANGLET, O. 1940. Om utvecklingen av granar ur fröe efter självbefruktning och efter fri vindpollinering. *Medd. Statens Skogsfoersoeksanst.* 32: 1-22.
- LIENGSIRI, C., F. C. YEH AND T. J. B. BOYLE. 1995. Isozyme analysis of a tropical forest tree, *Pterocarpus marcocarpus* Kurz. In Thailand. *Forest Ecology and Management* 74: 13-22.
- LOVELESS, M. D. 1992. Isoenzyme variation in tropical trees: patterns of genetic organisation. *New Forests* 6: 67-94.
- MORAN, G. F. 1992. Patterns of genetic diversity in Australian tree species. *New Forests* 6: 49-66.
- MORAN, G. F. AND S. D. HOPPER. 1983. Genetic diversity and the insular structure of the rare granite rock species *Eucalyptus caesia* Benth. *Australian Journal of Botany* 31: 161-172.
- MORAN, G. F. AND S. D. HOPPER. 1987. Conservation of the genetic resources of rare and widespread eucalypts in remnant vegetation. In: SAUNDERS, D. A., G. W. ARNOLD, A. A. BURBIDGE AND A. J. M. HOPKINS (eds.), *Nature conservation: the role of remnants of native vegetation*, pp. 151-162. Surrey Beatty and CSIRO, Canberra, Australia.

- MORAN, G. F., O. MUONA AND J. C. BELL. 1989. *Acacia mangium*: a tropical forest tree of the coastal lowlands with low genetic diversity. *Evolution* 43: 231-235.
- MOREAU, F., A. KREMER, P. MOREAU AND R. PETIT. 1992. Intra-and interspecific variation of random amplified DNA fragments in European oaks. Proc. of IUFRO Working Party S2.04.06 Workshop "Molecular Biology of Forest Trees", Carcans-Maubuisson, France, June 1992. INRA, Bordeaux.
- MUELLER-STARCK, G., P. BARADAT AND F. BERGMANN. 1992. Genetic variation within European tree species. *New Forests* 6: 23-47.
- MURAWSKI, D. A. AND K. S. BAWA. 1994. Genetic structure and mating system of *Stemonoporus oblongifolius* (Dipterocarpaceae) in Sri Lanka. *American Journal of Botany* 81: 155-160.
- NEALE, D. B., C. G. TAUER, D. M. GORZO AND K. D. JERMSTAD. 1989. Restriction fragment length polymorphism mapping of loblolly pine: methods, applications and limitations. In: Proceedings of the 20th Southern Tree Improvement Conference, 26-30 June, Charleston, South Carolina. pp. 363-372.
- PERRON, M., A. G. GORDON AND J. BOUSQUET. 1995. Species-specific RAPD fingerprints for the closely related *Picea mariana* and *P. rubens*. *Theor. Appl. Genet.* 91: 142-149.
- PROBER, S. M., C. TOMPKINS, G. F. MORAN AND J. C. BELL. 1990. The conservation genetics of *Eucalyptus paliformis* L. Johnson et Blaxell and *E. parvifolia* Cambage, two rare species from southeastern Australia. *Australian Journal of Botany* 38: 79-95.
- ROY, A., N. FRASCARIA, J. MACKAY AND J. BOUSQUET. 1992. Segregating random amplified polymorphic DNA's (RAPDs) in *Betula alleghaniensis*. Proc. of IUFRO Working Party S2.04.06 Workshop "Molecular Biology of Forest Trees", Carcans-Maubuisson, France, June 1992. INRA, Bordeaux.
- RUDIN, D. 1977. The isozyme technique – a short-cut to the genes of our forest trees? Ph.D. Thesis. Department of Genetics, University of Umeå, Sweden.
- SAMPSON, J. F., S. D. HOPPER AND S. H. JAMES. 1988. Genetic diversity and the conservation of *Eucalyptus crucis* Maiden. *Australian Journal of Botany* 36: 447-460.
- SHIRAIISHI, S., N. H. LATIFF, S. MIYATAKE, Y. OCHIAI AND T. FURUKOSHI. 1994. Population genetical studies on *Dryobalanops* (Kapur) species. *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute* 366 (Tsukuba, Ibaraki, Japan): 107-114.
- STRAUSS, S., Y. P. HONG AND V. HIPKINS. 1992. Chloroplast and mitochondrial DNA subdivision in the California closed-cone pines. Proc. of IUFRO Working Party S2.04.06 Workshop "Molecular Biology of Forest Trees", Carcans-Maubuisson, France, June 1992. INRA, Bordeaux.
- SZMIDT, A. E. 1984. Genetic studies of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) domestication by means of isozyme analysis. Ph.D. Thesis. The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Genetics and Plant Physiology, Umeå, ISBN 91-576-2123-3.
- SZMIDT, A. E. 1995. Molecular population genetics and evolution: two neglected elements in studies on forest biodiversity. In: BOYLE, T. J. B. AND B. BOONTAWEE (eds.), Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forests, pp. 177-193. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- SZMIDT, A. E. AND X-R. WANG. 1991. DNA markers in forest genetics. In: MUELLER-STARCK, G. AND M. ZIEHE (eds.), Genetic variation in forest tree populations in Europe, pp. 79-94. Sauerlaender's Verlag, Frankfurt am Main.
- SZMIDT, A. E. AND X-R. WANG. 1993. Molecular systematics and genetic differentiation of *Pinus sylvestris* (L.) and *P. densiflora* (Sieb. et Zucc.). *Theor. Appl. Genet.* 86: 159-165.
- SZMIDT, A. E., S. CHANGTRAGOON AND X-R. WANG. 1996. Contrasting patterns of genetic diversity in two tropical pines: *Pinus khasya* (Royle) and *Pinus merkusii* (Jung et de Vriese). *Theor. Appl. Genet.* 92: 436-441.
- SZMIDT, A. E., T. ALDEN AND J. -E. HAELLGREN. 1987. Paternal inheritance of chloroplast DNA in *Larix*. *Plant Molec. Biol.* 9: 59-64.
- SZMIDT, A. E., Y. A. EL-KASSABY, A. SIGURGEIRSSON, T. ALDEN, D. LINDGREN AND J. -E. HAELLGREN. 1988. Classifying seedlots of *Picea sitchensis* and *P. glauca* in zones of introgression using restriction analysis of chloroplast DNA. *Theor. Appl. Genet.* 76: 841-845.
- TULSIERAM, L. K., J. C. GLAUBITZ, G. KISS AND J. E. CARLSON. 1992. Single tree genetic linkage mapping in conifers using haploid DNA from megametophytes. *Bio/Technology* 10: 686-690.
- VAN DE VEN, W. T. G. AND R. J. MCNICOL. 1995. The use of RAPD markers for the identification of Sitka spruce (*Picea sitchensis*) clones. *Heredity* 75: 126-132.
- VIGNERON, P. 1984. Polymorphisme enzymatique et variabilité genetique der provenances ivoiriennes et congolaises de *Terminalia superba* Engl. et Diels. *Bois et Forêts des Tropiques* 204: 41-49.
- WAGNER, D. B. 1992. Nuclear, chloroplast, and mitochondrial DNA polymorphisms as biochemical markers in population genetic analyses of forest trees. *New Forests* 6: 373-390.

- WAGNER, D. B., G. R. FURNIER, M. A. SAGHAI-MAROOF, S. M. WILLIAMS, B. P. DANCIC AND R. W. ALLARD. 1987. Chloroplast DNA polymorphisms in lodgepole and jack pines and their hybrids. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 84: 2097-2100.
- WANG, X-R. AND A. E. SZMIDT. 1993. Chloroplast DNA-based phylogeny of Asian *Pinus* species. *Plant Systematics and Evolution* 188: 197-211.
- WANG, X-R. AND A. E. SZMIDT. 1994. Hybridisation and chloroplast DNA in a *Pinus* species complex from Asia. *Evolution* 48: 1020-1031.
- WANG, X-R., D. LINDGREN, A. E. SZMIDT AND R. YAZDANI. 1991. Pollen migration into a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. and the methods of its estimation using allozyme markers. *Scand. J. For. Res.* 6: 379-385.
- WEEDEN, N. F. 1989. Applications of isozymes in plant breeding (review). *Plant breed. Rev.* 6: 11-54.
- WHEELER, N. C. AND K. S. JECH. 1992. The use of electrophoretic markers in seed orchard research. *New Forests* 6: 311-328.
- WICKNESWARI, R. 1989. Use of isozyme analysis in a proposed *Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis* hybrid seed production orchard. *Journal of Tropical Forest Science* 2: 157-164.
- WICKNESWARI, R. AND M. NORWATI. 1993. Genetic diversity of natural populations of *Acacia auriculiformis*. *Australian Journal of Botany* 41: 65-77.
- WILLIAMS, C. G. AND D. B. NEALE. 1992. Conifer wood quality and marker-aided selection: a case study. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 1009-1017.
- YAZDANI, R., F. C. YEH AND J. RIMSHA. 1995. Genomic Mapping of *Pinus sylvestris* using random amplified polymorphic DNA markers. *Forest Genetics* 2(2): 109-116.
- YEH, F. C. H. 1989. Isozyme analysis for revealing population structure for use in breeding strategies. In: GIBSON, G. I., A. R. GRIFFIN AND A. C. MATHESON (eds.), *Breeding tropical trees: population structure and genetic improvement strategies in clonal and seedling forestry*, pp. 119-131. OFI, Oxford, U. K. and Winrock International, Arlington, Virginia.
- ZIEGENHAGEN, B., A. KORMUTAK, M. SCHAUERTE AND F. SCHOLZ. 1995. Restriction site polymorphism in Chloroplast DNA of silver fir (*Abies alba* Mill.). *Forest Genetics* 2(2): 99-107.

22. พันธุศาสตร์ด้านสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก

22.1 บทนำ

คำจำกัดความของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (microorganism) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ซึ่งมุ่งเน้นในแง่สัณฐานวิทยา (morphology) สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในความหมายนี้ จึงรวม prokaryotic organisms, unicellular eukaryotic organisms และ multicellular eukaryotic organisms บางชนิดด้วย อย่างไรก็ตามคำจำกัดความดังกล่าวก็ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ว่าควรเป็นเช่นไร เพราะหากนำลักษณะด้าน phylogenetic significance หรือความรู้

ด้านอื่น ๆ มาพิจารณาก็อาจทำให้ความหมายของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กแตกต่างออกไป

จากข้อมูลของ National Center for Biotechnology Information, National Library of Medicine, National Institute of Health พบว่าการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กตั้งแต่ปี ค.ศ. 1992-2000 มีถึง 1,080 เรื่อง โดยแบ่งตามชนิดของสิ่งมีชีวิต ดังตารางที่ 22.1

ตารางที่ 22.1 ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่มีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ

ระยะเวลา (ค.ศ.)	ชนิด	จำนวน
1993-2000	Virus	43
1992-2000	Gram negative bacteria	232
1992-2000	Gram positive bacteria	127
1993-2000	Cyanobacteria	28
1993-1999	Yeast	34
1992-1999	Fungi	569
1992-2000	Lichen	6
1994-2000	Plankton	41

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กนี้ ในด้านการค้นหา new species มีจำนวนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาในสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ เนื่องจากการจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กยังไม่มีกฎ หรือข้อบ่งชี้ที่สามารถนำมาใช้ได้ อย่างถูกต้องและแม่นยำ อีกทั้งการตรวจสอบชนิดของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กก็มีข้อจำกัด สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กบางชนิดไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้นับเป็นกลุ่มใหญ่ที่พบในสิ่ง

แวดล้อมทั่วไปทั้งในดินและน้ำ ปัจจุบันได้มีการนำความรู้ทางด้าน DNA technology มาใช้ นอกเหนือจากการตรวจสอบโดยลักษณะภายนอก (phenotypic characterization) สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กกลุ่มดังกล่าวที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อจึงสามารถนำมาทำการตรวจสอบ Base composition, nucleic acid sequence, DNA/DNA hybridization, rRNA เป็นต้น

ผศ. สุมาลี ตั้งประดับกุล. ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2543. บทความปริทัศน์งานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย (Review of Biodiversity Research in Thailand). หน้า 361-366.

22.2 ทิศทางการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก

ดังได้กล่าวแล้วว่าสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กพบในสิ่งแวดล้อมทั้งในดินและน้ำ โดยอาศัยอยู่แบบมีความสัมพันธ์ร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กด้วยกันหรือกับพืช และสิ่งมีชีวิตชั้นสูงอื่น จากข้อมูลดังกล่าวพอจะสรุปการศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ในระดับนานาชาติเป็นหัวข้อดังนี้

22.2.1 ศึกษาหาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กกับสิ่งแวดล้อม ในด้านการดำรงชีพ การเจริญเติบโต หัวข้อการศึกษานี้พบว่ามีค่อนข้างสูง โดยส่วนใหญ่จะเห็นความสนใจไปในสิ่งแวดล้อมแบบต่าง ๆ เช่น สิ่งแวดล้อมที่เป็นดินในป่าแบบต่าง ๆ สิ่งแวดล้อมบริเวณน้ำพุร้อน สิ่งแวดล้อมทางทะเล สิ่งแวดล้อมบริเวณขั้วโลก สิ่งแวดล้อมที่มีความเป็นกรดหรือด่างสูง หรือต่ำมาก ๆ หรือแม้กระทั่งสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้เกิดตามธรรมชาติ เช่น ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ของเสียจากอุตสาหกรรมโลหะหนัก รวมทั้งมลภาวะต่าง ๆ ด้วย

การศึกษาดังกล่าวยังครอบคลุมถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจจะทำให้สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ ความเป็นอยู่ และลักษณะเฉพาะตัวของมันในสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ด้วย

22.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ที่อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน เอื้อประโยชน์ต่อกัน การศึกษาส่วนใหญ่เป็นการเพิ่มพูนความรู้ในด้านนิเวศวิทยา รวมถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นด้วย

22.2.3 ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในกลุ่มหรือสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ก่อประโยชน์ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ เคมี อุตสาหกรรม โดยส่วนใหญ่

การศึกษาจะเน้นในระดับโมเลกุลของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ทั้งนี้ นอกจากจะมีประโยชน์ในการเพิ่มศักยภาพในการค้นหาสายพันธุ์ที่น่าสนใจแล้ว ยังสามารถสืบค้นข้อมูลระดับดีเอ็นเอซึ่งก่อประโยชน์ในเชิงอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์ด้วย

22.2.4 ศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในกลุ่มหรือสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่ก่อประโยชน์ทางการแพทย์ เกษตวิทยา และการสาธารณสุขอื่น ๆ การศึกษาในกลุ่มนี้จะมีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เป็นเป้าหมายอยู่แล้ว เนื่องจากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กนั้นก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ หรือเป็นพาหะให้เกิดโรค การศึกษาในกลุ่มนี้ยังคงมุ่งเน้นในระดับโมเลกุลของสิ่งมีชีวิตนั้น แต่ต่อเนืองมาจนสามารถหาความสัมพันธ์เกี่ยวกับความรุนแรงของโรค กลไกการก่อโรค ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนายาและวัคซีนในอนาคต

จะเห็นว่าข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในปัจจุบัน ไม่ค่อยเน้นในการหาสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ หรือ species list เนื่องจากความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมีน้อยกว่าของสิ่งมีชีวิตชั้นสูงอื่น ๆ อีกทั้งคำจำกัดความของ new species ก็ยังมีการถกเถียงในกลุ่ม taxonomist ด้วยกัน แม้ว่าปัจจุบันเทคนิคทางด้านชีวโมเลกุลได้นำมาเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการจัดจำแนกชนิดสิ่งมีชีวิตก็ตาม วิธีการด้านชีวโมเลกุลและความก้าวหน้าด้านคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันมุ่งไปในแง่เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบผลในเชิงอนุรักษ์ และปรับปรุง ประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้เพื่อให้เกิดประโยชน์ทั้งด้านเทคโนโลยีชีวภาพ การสาธารณสุข

22.3 การใช้เป็นแหล่งพันธุกรรม

ข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กได้ถูกพิจารณาเน้นการศึกษาลงไปในระดับโมเลกุลของทั้งยีนโอม เนื่องจากมีขนาดที่ไม่ใหญ่นัก โดยเฉพาะพวกไวรัสที่มียีนโอมขนาดเล็กมาก จึงได้ถูกเสนอให้มีการศึกษาการหาลำดับเบสทั้งยีนโอม โดยคัดเลือกออกมาจากแต่ละ species เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลทางพันธุกรรม และใช้ในการเปรียบเทียบในกลุ่ม species เดียวกัน โดยการหาส่วนต่าง (polymorphic) การนำมาเป็นแหล่งพันธุกรรมเพื่อประยุกต์ในการออกแบบยารักษาโรคจากกลุ่มที่ก่อให้เกิดโรค หรือศึกษาในด้านกลไกการอยู่รอด วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในอดีต และการคาดการณ์ในอนาคต รวมทั้งการศึกษาในเชิงอนุรักษ์เพื่อประโยชน์ในด้านเทคโนโลยีชีวภาพและอุตสาหกรรม

ขณะเดียวกัน การค้นหายีน การแสดงออกของยีนซึ่งให้ผลผลิตที่ชัดเจน ก็เป็นอีกส่วนหนึ่งในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในกลุ่ม

species เดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบถึงหน้าที่การทำงาน กลไก และการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มนั้น ๆ สามารถนำมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในการใช้ผลผลิตของยีนเหล่านั้นโดยตรง หรือเปรียบเทียบผลผลิตของยีนเหล่านั้นกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบโดยตรงหรือโดยอ้อม เพื่อสามารถเข้าใจสภาวะการอยู่ร่วมกันหรือความสัมพันธ์ร่วมกันในระบบนิเวศ สำหรับกลุ่มสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ใช้ประโยชน์ในด้านเทคโนโลยีชีวภาพและการอุตสาหกรรม สามารถศึกษาคุณสมบัติทางพันธุกรรมของยีนที่ให้ผลผลิตเดียวกันแต่มีความผันแปรในระดับโมเลกุลหลากหลายรูปแบบ สามารถเข้าใจกระบวนการคัดเลือกในธรรมชาติ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตที่ดี เป็นประโยชน์ทางเทคโนโลยีชีวภาพและการอุตสาหกรรม รวมทั้งทางการเกษตรและสาธารณสุข

22.4 เทคนิคที่ใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก

ในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพจะต้องตั้งเป้าหมายให้ชัดเจนว่า ต้องการศึกษาระดับใด เช่น ต้องการหาความแตกต่างในระดับเอกลักษณ์ของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ หรือต้องการหาความสัมพันธ์ในระดับนิเวศ ในสองระดับที่กล่าวถึงเป็นตัวอย่างนี้ การศึกษาก็อาศัยเทคนิคและกระบวนการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ การศึกษาหาความแตกต่างในระดับเอกลักษณ์ของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ต้องการข้อมูลละเอียดมากถึงจะสามารถแยกความเป็นเอกลักษณ์ได้ จะต้องใช้เทคนิคที่ละเอียด เช่น การหาลำดับเบส การทำ RFLP analysis การทำ RAPD analysis เป็นต้น ส่วน

ต้องการหาความสัมพันธ์ในระดับนิเวศ โดยมากจะใช้วิธีศึกษา Phenotype การศึกษา cellular fatty acid fingerprinting (FAME) ดังแสดงในภาพที่ 22.1

เนื่องจากดีเอ็นเอเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้น การศึกษาส่วนใหญ่จึงหันมาใช้เทคนิคทางดีเอ็นเอ เพราะสามารถทำได้รวดเร็ว โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 เทคนิคด้วยกัน คือ 1) เทคนิคที่ใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะเพื่อแยกความแตกต่าง (polymorphism) 2) เทคนิคที่ใช้พีซีอาร์ (PCR) และ 3) เทคนิคที่ละเอียดที่สุดคือการใช้การหาลำดับเบส

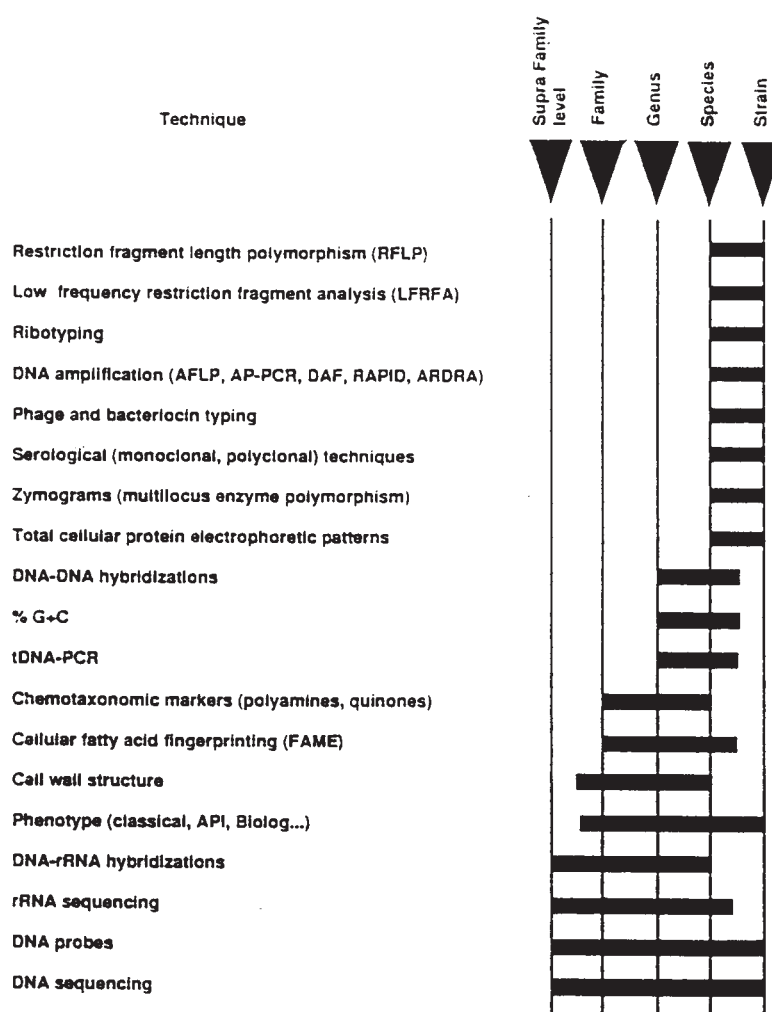
22.5 การศึกษาสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในประเทศไทย

จากรายงานการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยภายใต้โครงการ BRT ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2542 จะเห็นได้ว่าจะเน้นการศึกษาในกลุ่มแพลงก์ตอน เห็ด รา ไลเคน ส่วนแบคทีเรียยังมีการศึกษาน้อยมาก โดยเฉพาะแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์ และสาธารณสุข

ผลงานจากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยภายใต้โครงการ BRT ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2542 ที่ได้ตีพิมพ์ในวารสารก็มุ่งเน้นใน

เรื่องของการพบ species ใหม่ ซึ่งในกลุ่มแบคทีเรียจะไม่สามารถจัดกลุ่มใหม่ได้อย่างชัดเจน อาจเป็นเหตุผลที่ไม่สามารถตีพิมพ์ผลงานในลักษณะดังกล่าวได้ ดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้นเกี่ยวกับอุปสรรคของการจำแนกกลุ่มสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก โดยเฉพาะพวกแบคทีเรีย

ที่น่าสังเกตจะไม่มีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของไวรัสเลย อาจเนื่องจากยีนโนมของไวรัส มีขนาดเล็ก การศึกษาจึงเน้นที่การหาลำดับเบสของทั้งยีนโนมจึงได้รวมเข้าอยู่ในโครงการ BRT



ภาพที่ 22.1 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระดับ Family Genus species และ strain โดยเทคนิคต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์จะเห็นว่าแนวโน้มการศึกษาคความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในประเทศไทย ควรปรับเปลี่ยนเป้าหมายโดยการหาชนิด หรือแบบแผนที่ให้ได้ species ใหม่ให้คงไว้เพียงร้อยละ 20 ควรพิจารณาการศึกษาแบบแผนที่มีความสัมพันธ์ต่อประโยชน์ทางการแพทย์ อุตสาหกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ การเกษตร และสิ่งแวดล้อม เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 75 ส่วนที่เหลือน่าจะสนับสนุนโครงการหายีนใหม่ของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ต้องการเงินสนับสนุนเพียงบางส่วน มิใช่ทั้งหมดของโครงการยีนนั้น ๆ การพิจารณาเรื่องการศึกษาในเชิงประยุกต์อาจพิจารณาต่างหัวข้อต่อไปนี้

22.5.1 ประโยชน์ทางการแพทย์

- หา Genetic markers ที่สัมพันธ์ต่อความรุนแรงของโรค หรือที่สัมพันธ์ต่อชนิดของ Host

- หาชนิด (strains) ที่พบในผู้ป่วย (ก่อโรค) เทียบกับชนิดที่พบในธรรมชาติ ที่ก่อโรคได้ และที่ไม่ก่อโรค เพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิทยาการระบาด

- หา Genetic markers ของ species ที่สร้างสารที่ออกฤทธิ์ในการทำลายเชื้อที่ก่อโรค หรือเซลล์มะเร็ง เพื่อพัฒนาเป็นยา

- หา Genetic markers ที่มีแบบแผนที่สำคัญ และสัมพันธ์กับพืชสมุนไพร เพื่อการใช้ประโยชน์ในการยับยั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอย่างมีประสิทธิภาพ

- ศึกษาชนิดที่เกี่ยวข้องกับการดื้อยา และเปรียบเทียบความผันแปรในกลุ่มที่ดื้อยา กับกลุ่มที่ไม่ดื้อต่อยา เพื่อเข้าใจกลไกการดื้อยา

- ศึกษาลำดับเบสของยีนในไวรัสที่ก่อโรคที่สำคัญในประชากรไทย หรือสัตว์ หรือพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย

22.5.2 ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม

- หาชนิดของ species ที่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมลักษณะต่าง ๆ กัน ทั้งที่เป็นแหล่งธรรมชาติ และแหล่งมลภาวะที่เกิดจากมนุษย์ และศึกษาให้ได้ Genetic markers ที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หรือเข้าถึงกลไกใน

การปรับตัวของ species นั้น ๆ

- หาเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการอยู่รอดภายใต้สภาวะสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรม

22.5.3 ประโยชน์ทางเทคโนโลยีชีวภาพ

- ค้นหา ยีน หรือผลผลิตที่สำคัญจากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ เช่น ยา ขบวนการย่อยสลายสารธรรมชาติ จากกลุ่มสิ่งมีชีวิตเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน และเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้กับชนิดและลำดับเบสของยีนดังกล่าว

- ติดตามและทดสอบยีนที่ให้ผลผลิตที่สำคัญในสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มีในธรรมชาติ และที่เกิดจากการดัดแปลงโดยมนุษย์ เพื่อให้สามารถเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงในการเกิด Genetic transformation ที่จะก่อให้เกิดปัญหาในระบบนิเวศในอนาคต

22.5.4 ประโยชน์ทางการเกษตร

- หาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่มีในธรรมชาติที่เกื้อกูลกับพืชหรือสัตว์ธรรมชาติ โดยใช้ Genetic markers ของทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และพืชหรือสัตว์นั้น ๆ เป็นตัวตรวจสอบ เพื่อให้เข้าใจกระบวนการอยู่ร่วมกัน

- หาชนิดของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เกี่ยวข้องต่อการช่วยเหลือให้เกิดผลผลิตที่ดีในพืช หรือ สัตว์เศรษฐกิจ เพื่ออนุรักษ์และใช้ประโยชน์ต่อการเพิ่มผลผลิตใน พืช หรือสัตว์เศรษฐกิจในประเทศไทย

22.5.5 ประโยชน์ในด้านข้อมูลพื้นฐาน

- ส่งเสริมโครงการหาลำดับเบสของยีนในไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคในคน พืช และสัตว์ที่พบมากในประเทศไทย แต่พบน้อยหรือไม่พบเลยในต่างประเทศ เนื่องจากเป็นยีนที่ไม่ใหญ่ จึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก

- ให้มีแหล่งฐานข้อมูลที่ชัดเจน โดยเฉพาะ Genetic markers ที่มีประโยชน์ และมีแหล่งเก็บ สายพันธุ์สิ่งมีชีวิตดังกล่าวที่พร้อมจะทดสอบ Genetic markers เหล่านั้นได้ชัดเจนเพื่อป้องกันการสูญเสีย

ทรัพยากร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ ทรัพยากรชีวภาพให้เป็นไปอย่างยั่งยืน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อการเพิ่มพูนเศรษฐกิจของชาติ รัฐบาลต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัจจุบันของ ทรัพยากรชีวภาพอันได้แก่ พืช สัตว์ จุลินทรีย์ ฯลฯ ซึ่ง หนีไม่พ้นข้อมูลเบื้องต้นของชนิด และจำนวนประชากร ของทรัพยากรชีวภาพ ข้อมูลเหล่านี้เปรียบเสมือนต้นทุนของทรัพยากรชีวภาพที่เรา มีอยู่ ก่อนที่จะจัดการ บริหารทรัพยากรเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพ ทรัพยากร พืชเป็นต้นทุนที่สำคัญ ซึ่งประเทศไทยประกอบด้วย ทรัพยากรพืชมากมายหลากหลายชนิดขึ้นอยู่ในป่าทุก สภาพของประเทศ นักพฤกษศาสตร์ด้านอนุกรมวิธาน จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์จำแนกอย่างเร่งด่วน เพื่อให้ ได้ข้อมูลต้นทุนที่ว่า มีพืชอะไรบ้าง มีมากน้อยเพียงใด และกระจายพันธุ์อยู่ที่ใด ชนิดใดมีความสำคัญอย่างไร เมื่อได้ข้อมูลเหล่านี้แล้ว นำมาวิเคราะห์คุณค่าของ ทรัพยากรพืชเหล่านั้น เพื่อนำมาวางแผนจัดการ ทรัพยากรเหล่านั้นให้เป็นประโยชน์ และเพิ่มพูนรายได้ ให้กับประเทศชาติได้ แต่เนื่องจากปัจจุบันนักอนุกรม วิธานพืชของประเทศ มีจำนวนจำกัด การศึกษาด้าน

การจำแนกพืชจึงเป็นไปอย่างล่าช้า นอกจากต้องพึ่งพา นักอนุกรมวิธานพืชจากต่างประเทศที่เคยร่วมมือกันมา เป็นเวลานานแล้ว ยังจำเป็นต้องเสริมสร้างและพัฒนา นักอนุกรมวิธานที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันให้มีจำนวน มากขึ้น ทั้งในหน่วยงานของรัฐ และในมหาวิทยาลัย เพื่อผลิตบัณฑิตให้มาปฏิบัติงานวิชาชีพทางด้านนี้ เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้วจะได้มีโอกาสใช้ความรู้ ความสามารถที่ถนัดมาทำงานด้านนี้ รัฐบาลจึงควร กำหนดตำแหน่งไว้รองรับ เพื่อให้มาทำงานด้าน อนุกรมวิธานพืชทดแทน และสานงานต่อจากนัก อนุกรมวิธานพืชอาวุโสที่เชี่ยวชาญ เพื่อถ่ายทอด ประสบการณ์ต่อไป

สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมสามารถหาอ่านได้ที่ (Allsopp et al., 1995; Mooibroek and Cornish, 2000; Ritchie et al., 2000; Layton et al., 2000; Casamayor et al., 2000; Staley and Gosink, 1999; Av-Gay, 1999; Edlund et al., 1996; Colwell, 1994; Wommack and Colwell, 2000; Daszak et al., 1999.)

เอกสารอ้างอิง

- ALLSOPP, D., R. R. COLWELL AND D. L. HAWKSWORTH (eds.). 1995. Microbial diversity and ecosystem function. Proceeding of the IUBS/IUMS Workshop, Egham, UK. 10-13 August 1993. CAB International.
- AV-GAY, Y. 1999. Uncontrolled release of harmful microorganisms. *Science* 4: 284.
- CASAMAYOR, E. O., H. SCHAFER, L. BANERAS, C. PEDROS-ALIO AND G. MUYZER. 2000. Identification of and spatio-temporal differences between microbial assemblages from two neighboring sulfurous I comparison by microscopy and denaturing gradient gel electrophoresis. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 499-508.
- COLWELL, R. R. 1994. Biodiversity and utilization of microorganisms. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 745: 395-398.
- DASZAK, P., L. BERGER, A. A. CUNNINGHAM, A. D. HYATT, D. E. GREEN AND R. SPEARE. 1999. Emerging infectious diseases and amphibian population declines. *Emerg. Infect Dis.* 5: 735-748.
- EDLUND, C., M. HEDBERG AND C. E. NORD. 1996. Antimicrobial treatment of periodontal diseases disturbs human ecology: a review. *J. Chemother.* 3: 331-341.
- LAYTON, A. C., P. N. KARANTH, C. A. LAJOIE, A. J. MEYERS, I. R. GREGORY, R. D. STAPLETON, D. E. TAYLOR AND G. S. SAYLER. 2000. Quantification of Hyphomicrobium populations in activated sludge from an industrial wastewater treatment system determined by 16S rRNA analysis. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 1167-1174.
- MOOIBROEK, H. AND K. CORNISH. 2000. Alternative sources of natural rubber. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 53: 355-365.
- RITCHIE, N. J., M. E. SCHUTTER, R. P. DICK AND D. D. MYROLD. 2000. Use of length heterogeneity PCR and fatty acid methyl ether profiles to characterize microbial communities in soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 1668-1675.
- STALEY, J. T. AND J. J. GOSINK. 1999. Poles apart: biodiversity and biogeography of sea ice bar. *Annu. Rev. Microbiol.* 53: 189-251.
- WOMMACK, K. E. AND R. R. COLWELL. 2000. Virioplankton: viruses in aquatic ecosystems. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 64: 69-114.