บันทึกการประชุมวิชาการประจำปี
โครงการ BRT ครั้งที่ 12

10 – 13 ตุลาคม 2551
โรงแรมไดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Proceedings of the 12th BRT Annual Conference
10 – 13 October 2008
Diamond Plaza Hotel, Surat Thani

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
Biodiversity Research and Training Program

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

บันทึกการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12
10 – 13 ตุลาคม 2551
โรงแรมไดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Proceedings of the 12th BRT Annual Conference
10 – 13 October 2008
Diamond Plaza Hotel, Surat Thani

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

บรรณาธิการ : วิสุทธิ์ ใบไม้ และ รังสิมา ตัณฑเลขา

กองบรรณาธิการ : วิภามาศ ไชยภักดี แสงดาว กล่างไกล และ พลอยพรรณ จันทร์เรือง

ISBN
กันยายน 2552 จำนวน 500 เล่ม

Published by :
Biodiversity Research and Training Program (BRT)
NSTDA Building 73/1, Rama VI Road, Rajdhevee, Bangkok 10400, Thailand
Tel : 0-2644-8150-4 Ext : 552-553 Fax: 0-2644-8106

Editor : Visut Baimai and Rungsima Tantalakha

Edittorial Board : Wipamat Chaipakdee Sangdao Klangklai and Ployphan Janrueang

สำหรับการอ้างอิง
(หนังสือ - บรรณาธิการ) : วิสุทธิ์ ใบไม้ และ รังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ) 2552. บันทึกการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12, 10 - 13 ตุลาคม 2551 โรงแรมไดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. กรุงเทพฯ. 203 หน้า
(บทความในหนังสือ) : มรกต ตันติเจริญ. 2552. เตรียมเข้าสู่ปีแห่งวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต – ครบรอบ 200 ปี ชาร์ลส์ ดาร์วิน. ใน : บันทึกการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12, 10 – 13 ตุลาคม 2551 โรงแรมไดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี,. หน้า 7 - 19 จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT.

คำนำ

การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 เรื่อง **“ความหลากหลายทางชีวภาพกับการไขปริศนาสิ่งมีชีวิต : Biodiversity and Solved Mystery of Life”** ได้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 10-13 ตุลาคม 2551 ณ โรงแรมไดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี การประชุมในครั้งนี้มีกิจกรรมที่หลากหลายทั้งการบรรยายพิเศษ การเสวนา การนำเสนอผลงานวิจัย รวมทั้งการจัดประชุมกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มงานวิจัยชุดโครงการป่าเมฆ - เขานัน กลุ่มงานวิจัยชุดโครงการหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ และกลุ่มนักนิเวศวิทยารุ่นใหม่ ซึ่งการประชุมดังกล่าวได้มีการร่วมอภิปรายและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกันอย่างกว้างขวางรวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ในครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมการประชุมมากถึง 400 คน ประกอบด้วย คณะกรรมการนโยบาย กรรมการบริหาร คณาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นิสิตนักศึกษาจากสถาบันการศึกษาต่างๆ ตลอดจนองค์กรเอกชนจากทั่วประเทศที่สนใจและห่วงใยในทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นไทย ได้มาร่วมเรียนรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้มีประเด็นเนื้อหาสาระและมุมมองที่น่าสนใจมากมาย และมีประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนางานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพของไทยต่อไป ดังนั้น โครงการ BRT จึงได้รวบรวมรายละเอียดเกี่ยวกับกิจกรรมและข้อเสนอแนะ รวมทั้งมุมมองต่างๆ ที่มีคุณค่าทางวิชาการ จัดทำเป็นหนังสือ “บันทึกการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12” (Proceedings of the 12th BRT Annual Conference) เพื่อเผยแพร่ให้ผู้ที่สนใจได้รับทราบความเคลื่อนไหวในแวดวงวิชาการความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย

โครงการ BRT และคณะผู้จัดทำหนังสือเล่มนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ข้อมูล ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่ได้บันทึกไว้จากการประชุมฯ ครั้งที่ 12 จะเป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อนักวิชาการ นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไปที่จะนำมาไตร่ตรองและทบทวน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนางานวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพต่อไปในอนาคต

ผมขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิจัย และนิสิตนักศึกษาทุกท่านที่มีส่วนร่วมสร้างสรรค์ปัญญาให้เกิดเป็นเอกสารวิชาการที่มีคุณค่าเล่มนี้ และขอบคุณฝ่ายเลขานุการโครงการ BRT ที่ได้จัดทำหนังสือเล่มนี้ด้วยความมุ่งมั่นและอดทนจนเกิดเป็นผลงานที่ท่านถืออ่านอยู่นี้

วิสุทธิ์ ใบไม้

กันยายน 2552

สารบัญ

คำกล่าวเปิดการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 *โดย ฯพณฯ อำพล เสนาณรงค์ องคมนตรี* 1

คำกล่าวรายงาน *โดย ศ.ดร.วิสุทธิ์ ใบไม้* 5

คำกล่าวต้อนรับ *โดย ผศ.ดร.ณรงค์ พุทธิชีวิน* 6

การบรรยายพิเศษ

- เตรียมเข้าสู่ปีแห่งวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต – ครบรอบ 200 ปี ชาร์ลส์ ดาร์วิน 7
  โดย ศ.ดร.มรกต ตันติเจริญ
- What Is ecology research? *โดย Prof.Warren Y. Brockelman* 20
- What millipedes can tell us about evolution, biogeography – and legs *Prof. Henrik Enghoff* 26
- ยุคหลังจีโนมข้าว : ไขปริศนาวิวัฒนาการจากข้าวป่าสู่ข้าวเหนียวและข้าวเจ้า 29
  โดย รศ.ดร.ปรีชา ประเทพา
- แกะรอยบรรพบุรุษมนุษย์ *โดย ดร.เยาวลักษณ์ ชัยมณี* 34
- หนังสือ “พรรณไม้ที่พบครั้งแรกของโลกในเมืองไทย” *โดย ดร.ปิยะ เฉลิมกลิ่น* 38
- สาหร่ายกับพลังงานทางเลือก *โดย ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์* 42
- Earthworm : their diversity and applications to science and technology *โดย Dr.Samuel James* 46
- Careers in ecology opportunities for the present & the future *โดย Dr.George A. Gale* 52

การเสนอผลงานวิจัย

- การศึกษาพันธุศาสตร์เชิงประชากรของยุงก้นปล่องกลุ่มซับซ้อนชนิด *Anopheles barbirostris* 54
  ในประเทศไทย *โดย ศ.ดร.เวช ชูโชติ*
- ความขัดแย้งและภาวะพึ่งพาระหว่างมนุษย์และลิงแสม *โดย รศ.ดร.สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์* 62
- พฤติกรรมการค้นหาศัตรูและการโจมตีหรือการวางไข่ของแตนเบียน เพื่อการควบคุมและกำจัด 70
  โดย รศ.ดร.สังวรณ์ กิจทวี
- ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของริ้นดำ ในเขตภาคเหนือและภาคใต้ของไทย 74
  โดย ดร.เสน่ห์ จิตต์กลาง
- จากการเพาะเลี้ยงสู่การอนุรักษ์ : การปรับตัวของหิ่งห้อยน้ำจืด *Luciola aquatilis* 77
  โดย ดร.อัญชนา ท่านเจริญ
- Life history and cooperative breeding in a tropical forest bird, the Puff-throated bulbul 82
  (*Alophoixus pallidus*), at Khao Yai National Park *โดย นางสาววังวร สังฆธาวี*

การประชุมกลุ่มย่อย

กลุ่มย่อยที่ 1 : ชุดโครงการป่าเมฆ - เขานัน

- ผลของถิ่นอาศัยต่อความหลากหลายของมดพื้นล่างในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัด 88
  นครศรีธรรมราช *โดย รศ.ดร.ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์*

- Research projects at Khao Nan National Park related to climate change 97
  โดย ผศ.ดร.มัลลิกา เจริญสุธาสินี และ ผศ.ดร.กฤษณะเดช เจริญสุธาสินี
- ความหลากหลายของผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae ในอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช *โดย ดร.นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว* 104
- ความหลากหลายทางชีวภาพและชีพลักษณ์ของพืชวงศ์มะเดื่อ – ไทรกับความหลากชนิดของสัตว์ที่กินผลมะเดื่อ – ไทรบางชนิด ในอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช 112
  โดย นายภานุมาศ จันทร์สุวรรณ

กลุ่มย่อยที่ 2 : ชุดโครงการหาดขนอม – หมู่เกาะทะเลใต้

- ความหลากหลายของทากเปลือยในบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี *โดย ผศ.ดร.สุชนา ชวนิชย์* 125
- ความหลากหลายของกัลปังหาในบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี *โดย ผศ.ดร.วรณพ วิยกาญจน์* 130
- Marine fungi at Hat Khanom-Mu Ko Thale Tai National Park *โดย ดร.จริยา สากยโรจน์* 135
- ความหลากหลายของปลาในแนวปะการังเขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราช *โดย นายจิระพงศ์ จีวรงคกุล* 140

กลุ่มย่อยที่ 3 : นักวิจัยนิเวศวิทยารุ่นใหม่

- Distribution, nest dispersion, nesting sites and nest structures of the stingless bee, *Trigona collina* Smith, 1857 (Apidae, Meliponinae) in Thailand *โดย นายธัชคณิน จงจิตวิมล* 154
- พื้นที่ชุ่มน้ำมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา และศักยภาพในการพัฒนาบทปฏิบัติการนิเวศวิทยาระดับปริญญาตรี *โดย นางสาวจุฑามาศ สุคนธปฏิภาค* 163
- Effects of landscape characteristics on migratory shorebird communities in the Inner Gulf of Thailand *โดย นายศิริยะ ศรีพนมยม* 172
- The small carnivore community (Mammalia: Carnivora) of Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary, western Thailand *โดย นายวัลลภ ชุติพงศ์* 179

คำกล่าวปิดการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 *โดย ศ.ดร.วิสุทธิ์ ใบไม้* 190

ภาคผนวก

กำหนดการประชุม 193

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม 197

คำกล่าวเปิด
การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12

โดย

ฯพณฯ อำพล เสนาณรงค์ องคมนตรี

เนื่องในพิธีเปิดการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12

วันที่ 10 - 13 ตุลาคม พ.ศ. 2551 โรงแรมไดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

เรียน ผู้อำนวยการโครงการ BRT อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี และท่านผู้มีเกียรติที่เคารพทุกท่าน

ผมต้องขอขอบคุณทางฝ่ายจัดการประชุมฯ ที่ได้กรุณาให้เกียรติเชิญผมมาร่วมการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 ภายใต้หัวข้อ “ความหลากหลายทางชีวภาพกับการไขปริศนาสิ่งมีชีวิต” ซึ่งนับว่าเป็นการประชุมครั้งที่ 2 ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และครั้งที่ 5 ของการจัดประชุมฯ ในภาคใต้ และดำเนินการเหมือนทุกครั้งที่ผ่านมา คือ เชิญผมมากล่าวเปิดประชุมฯ และบรรยายในเรื่องที่ผมเห็นว่าเหมาะสม ซึ่งผมมีความยินดีและรู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่ง และพยายามเลือกหัวข้อเรื่องสั้นๆ มาบรรยายตามลำดับ ดังนี้

เรื่องแรก คือ ผมได้รับทราบว่า พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้โปรดเกล้าโปรดกระหม่อมให้คณะกรรมการ The International Society of Chemistry Ecology (ISCE) เข้าเฝ้าเพื่อทูลเกล้าทูลกระหม่อมถวายรางวัล “The Matura Pro Future Medal for Conservation of Biodiversity” เมื่อวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2536 ณ พระตำหนักจิตรลดารโหฐาน ซึ่งนับเป็นการถวายพระเกียรติอย่างสูง ในสาขาความหลากหลายทางชีวภาพเป็นครั้งแรก เป็นเวลาเกือบ 15 ปีมาแล้ว ผมจึงถือโอกาสนี้แจ้งให้ท่านผู้มีเกียรติทุกท่านได้ทราบด้วย

เรื่องที่สอง คือ เมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 ผมได้มีโอกาสไปบรรยายเรื่อง “ธ ผู้ทรงนำความหลากหลายทางชีวภาพกลับสู่ผืนนาไทย” ในที่ประชุมของสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15 ณ โรงแรม บีพีสมิหลา บีช จังหวัดสงขลา โดยเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 10 ที่จังหวัดกระบี่ ซึ่งผมได้สัญญาไว้ว่าจะบรรยายเกี่ยวกับเรื่องนี้ในโอกาสที่เหมาะสม

เรื่องที่สาม คือ นับตั้งแต่เฉลิมฉลอง 60 พรรษาของการครองราชย์ สืบเนื่องมาจนถึงการเฉลิมฉลองพระชนมายุ 80 พรรษา ได้มีหน่วยราชการหลายแห่งริเริ่มโครงการปลูกต้นไม้หลายโครงการ เช่น โครงการปลูกต้นราชพฤกษ์ 9 ล้านต้น โครงการ 9 ล้านกล้า 80 พรรษามหามงคล และการปลูกต้นไม้เฉลิมพระเกียรติ 80 ล้านเมล็ดเพื่อพ่อ ซึ่งแต่ละโครงการเน้นการปลูกต้นไม้ใหญ่ทั่วประเทศ โดยใช้ต้นไม้ที่มีดอกสีเหลือง ผมได้พิจารณาเห็นว่าบางโครงการไม่ได้คำนึงถึงความหลากหลายทางชีวภาพ และบางโครงการไม่ได้คำนึงถึงการปฏิบัติที่เป็นไปได้จริงและไม่ต่อเนื่อง ผมจึงได้บรรยายในโอกาสต่างๆ เกี่ยวกับตัวอย่างของพันธุ์ไม้ใหญ่ที่มีดอกสีเหลืองบางชนิด ที่ควรนำมาปลูก เช่น ฝาง ราชพฤกษ์ แสมสาร ขี้เหล็ก อะราง นนทรี ประดู่บ้าน ประดู่ป่า และพะยอม เป็นต้น ซึ่งในความจริงแล้วยังมีอีกหลายชนิด แต่ประเด็นสำคัญ คือ ไม่ควรปลูกไม้ชนิดเดียวกันจำนวนมากในสถานที่เดียวกัน เพราะอาจมีปัญหาเรื่องการแพร่ขยายของโรคและแมลงศัตรูในภายหลัง

เรื่องที่สี่ เป็นเรื่องที่ผมตั้งใจจะนำมาบรรยายสั้นๆ ในครั้งนี้ คือ เรื่อง “พรุ” และ “พืชในพรุ”

“พรุ” คือ ที่ลุ่มน้ำขัง สภาพชื้นแฉะ มีสนุ่น หรือซากพืชและอินทรียวัตถุที่ผุพังกองทับถมอยู่บนผิวดินจำนวนมาก หนาตั้งแต่ 0.5 – 5.0 เมตร ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 4.5 – 6.0

ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตั้งแต่อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอชะอวด ไปจนถึงจังหวัดสงขลา ปัตตานี และนราธิวาส เป็นบริเวณที่ทะเลมีคลื่นลมแรง และพัดเอาดินทรายมากองเป็นแนวสันเขื่อนทรายยาวขนานกับชายฝั่ง เป็นเวลาติดต่อกันมาหลายร้อยปี ทำให้กั้นไม่ให้น้ำทะเลพัดขึ้นมาและกั้นน้ำจืดไม่ให้ไหลลงได้สะดวก จึงเกิดเป็นแอ่งน้ำแยกอิสระออกจากทะเล มีลักษณะเป็นทะเลสาบหรือหนองน้ำ และเกิดสารประกอบประเภทเหล็ก และกำมะถันจำนวนมาก ซึ่งจะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ช่วยย่อยสลายซากพืชและอินทรียวัตถุ จึงเกิดเป็นสารประกอบที่เรียกว่า “ดินอินทรีย์” (Peat Soil) ส่วนกระแสน้ำในพรุจะมีการไหลออกอยู่บ้าง ทำให้มีน้ำไหลเอื่อยอยู่ตลอดเวลา และน้ำในพรุไม่อยู่ในสภาพเน่าเสีย

ป่าพรุที่สมบูรณ์จะมีความสมดุล เรียกว่า “สังคมพืชป่าดงดิบ” ซึ่งจะมีพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ขึ้นปะปนกันหลายชนิด และมีความสูงต่างกันหลายระดับ รวมทั้งมีสัตว์บก สัตว์น้ำ นก แมลง และจุลินทรีย์หลากหลายชนิด ในบางพื้นที่ประชาชนในท้องถิ่นนิยมตัดไม้ใหญ่ออกจากพื้นที่พรุ เพื่อนำไปใช้สอย ทำถ่านและเชื้อเพลิง รวมไปถึงต้องการใช้พื้นที่ในการทำนา และหากมีการปิดกั้นทางน้ำธรรมชาติจะทำให้น้ำไม่ไหลและเกิดการเน่าเสีย รวมทั้งเกิดก๊าซมีเทน

บางพรุ ได้มีการปล่อยน้ำออกจากพื้นที่จำนวนมาก ทำให้เกิดความแห้งแล้งในฤดูแล้ง และเกิดสารประกอบไพไรท์ (pyrite) ที่มีมากอยู่ในดิน ซึ่งจะถูกออกซิไดซ์ (oxidized) กลายเป็นกรดกำมะถัน ทำให้ดินเป็นกรดหรือดินเปรี้ยวในที่สุด นอกจากนี้อาจจะมีการตัดไม้และเผาป่ามากขึ้น เกิดเป็นไฟป่าลุกไหม้รุนแรง และกลายเป็นไฟป่าลุกไหม้ที่ยากจะดับโดยวิธีธรรมดาได้ เนื่องจากไฟลุกลามลึกลงไปในดินพรุแห้ง ซึ่งอาจลึกถึง 5 เมตร จึงต้องสกัดไฟโดยการขุดร่องน้ำขวางแนวไฟ หรือปล่อยน้ำชลประทานให้ท่วมป่าพรุ

ป่าพรุที่ถูกตัดไม้ใหญ่ออก หรือผ่านไฟป่าไปแล้ว จะมีต้นไม้ใหญ่ที่เหลืออยู่ และแพร่พันธุ์ได้รวดเร็ว ได้แก่ เสม็ดขาว (*Melaleuca* spp.) เสม็ดแดง (*Eugenia* spp.) และโทะ ทุ หรือพรวด (*Rhodomyrtus* spp.) เพราะเป็นพืชพรุที่ทนทานและขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว

พืชวงศ์เสม็ด (MYRTACEAE)

“เสม็ดขาว” (*Melaleuca* spp.) ในเมืองไทยมีมากกว่า 16 ชนิด เช่น *M. leucadendra* Linn. เป็นต้น มีช่อดอกคล้ายราชาวดี สีขาว ใบมีกลิ่นคล้ายยูคาลิปตัส ใช้สกัด “น้ำมันเขียว” ได้ ลำต้นมีสีขาว ไม้ใช้ทำเครื่องเรือน ทำถ่านและฟืน หรือใช้ประโยชน์อย่างอื่น เสม็ดขาวเป็นไม้ทนดินเปรี้ยว จึงแพร่หลายในพรุเสื่อมโทรมได้ดี

“เสม็ดแดง” (*Eugenia* spp.) ในเมืองไทยมีมากกว่า 15 ชนิด บางชนิดมีผลรับประทานได้ เช่น *E. clavittora* Roxb. หว้าหิน *E. oblate* Roxb. ชมพู่น้ำ และหว้าน้ำบางชนิด เสม็ดแดงเป็นไม้เนื้อแข็ง ใช้ในการก่อสร้างได้ อยู่ในสกุลเดียวกับชมพู่ชนิดต่างๆ กานพลู และมะเกี๋ยง สามารถพบเห็นได้ในป่าทุ่งแสลงหลวง จังหวัดเพชรบูรณ์ บ้างเล็กน้อย

“โทะ”, “พรวด” หรือ “ทุ” (*Rhodomyrtus* spp.) เป็นไม้พุ่ม ดอกสีชมพูจนถึงแดง จัดเป็นดอกไม้สีสวย ผลรับประทานได้ มักจะขึ้นอยู่ตามชายขอบพรุเสื่อมโทรม ดังนั้น หากผ่านไปในที่ใดแล้วพบต้นโทะ ต้นเสม็ดขาว ต้นเสม็ดแดง แสดงว่าบริเวณนั้นเป็นเขตพรุเสื่อมโทรม

“พืชสกุลโทะ” พบในเขตพื้นที่ค่อนข้างสูงในภาคต่างๆ ด้วย เช่น บริเวณเขาใหญ่ ภูกระดึง และภูเรือ เป็นต้น

ในประเทศไทยมีพื้นที่ป่าพรุประมาณ 400,000 ไร่ แต่ส่วนมากเป็นป่าพรุเสื่อมโทรม โดยปัจจุบันมีป่าพรุที่ค่อนข้างสมบูรณ์ ได้แก่ พรุโต๊ะแดง ในเขตอำเภอตากใบ สุไหงปาดี และสุไหงโกลก จังหวัดนราธิวาส ซึ่งเหลือพื้นที่อยู่ประมาณ 50,000 ไร่ โดยทางราชการได้เปลี่ยนชื่อเป็น “ป่าพรุสิรินธร”

พืชสกุลยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.)

ปัจจุบันได้มีการนำเข้าไม้วงศ์เดียวกับเสม็ดขาว และเสม็ดแดงมาจากต่างประเทศหลายชนิด เช่น แปรงล้างขวด (*Calistemon lanceolatus*) หลิวดอก (*C. citrinus* domin) ฝรั่ง (*Psidium guajava* Linn.) และที่สำคัญ คือ ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.) จากออสเตรเลีย

ยูคาลิปตัสที่นำเข้าจากออสเตรเลียมีหลายชนิด มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำกระดาษ เพราะยูคาลิปตัสบางชนิดเติบโตเร็ว ทนทานกับสภาพดินที่ไม่สมบูรณ์และแห้งแล้ง ในระยะแรกเป็นพืชที่มีข้อโต้เถียงกันมาก ทั้งให้การต้อนรับและคัดค้าน โดยฝ่ายคัดค้านอ้างว่าเป็นพืชที่ใช้น้ำมาก และน้ำมันจากใบที่ตกลงโคนต้นมีผลทำให้ไม่สามารถปลูกพืชอื่นได้

สำหรับผมแล้วมีเหตุผลหลายประการที่ให้การสนับสนุนยูคาลิปตัส เนื่องจากได้ติดตามศึกษาข้อมูลร่วมกับนักวิชาการของกรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาตลอด พบว่าข้อกล่าวหาเกี่ยวกับยูคาลิปตัสหลายประการไม่รุนแรงเช่นนั้น โดยข้อดีในด้านใช้เป็นวัตถุดิบทำกระดาษนั้นมีมากกว่า และดีกว่าพืชอื่นๆ อีกหลายชนิด เพราะเติบโตเร็วกว่า ให้เนื้อเยื่อมากกว่าและราคาถูกกว่า จึงเป็นพืชที่สมควรจะได้รับการส่งเสริมการทำเยื่อกระดาษ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่เรายังต้องสั่งเยื่อกระดาษและกระดาษมาจากต่างประเทศปีละหลายพันล้านบาท ทั้งๆ ที่ประเทศไทยสามารถผลิตวัตถุดิบได้เองภายในประเทศ

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง และไม่ให้ผู้ฟังเกิดอคติ ดังนั้น ในการบรรยายทุกครั้งผู้บรรยายจึงเรียกยูคาลิปตัสว่า “เสม็ดเทศ” เพราะถือว่าเป็นพี่น้องที่ใกล้ชิดกันมากกับ “เสม็ดขาว” คุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งของ “เสม็ดเทศ” คือ บางชนิดสามารถใช้สกัดน้ำมันจากใบ ซึ่งจะได้เป็น “น้ำมันยูคาลิปตัส” ที่ใช้เป็นยาดมและทาแก้โรคหวัด และบรรเทาอาการเคล็ดขัดยอกตามข้อต่างๆ ได้เหมือน “น้ำมันเขียว” ของไทย

ต้นชา (Tea tree)

เมื่อเร็วๆ นี้ ได้มีการเผยแพร่ตามสื่อต่างๆ เกี่ยวกับพืชชนิดหนึ่งของออสเตรเลีย ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนือของรัฐนิวเซาท์เวลล์ (New South Wales) ของประเทศออสเตรเลีย แต่เป็นพืชในสกุลเดียวกับเสม็ดขาวในบ้านเรา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Melaleuca alternifotia* ซึ่งเป็นพืชในวงศ์เดียวกับเสม็ดขาวและยูคาลิปตัส แต่ปลูกได้ดีในเขตที่ราบลุ่มคล้ายเสม็ดขาว ต่างกับยูคาลิปตัสของออสเตรเลียที่ปลูกในที่แห้งแล้ง

ต้นชา (Tea tree) เป็นพืชที่ชาวพื้นเมืองใช้สกัดน้ำมันจากใบ ได้น้ำมันสีเหลืองกลิ่นการบูร มีประโยชน์ในการใช้ทำเครื่องสำอาง และในทางการแพทย์ใช้ป้องกันเชื้อราและเชื้อโรค เมื่อดมแล้วจะช่วยทำให้คนเป็นหวัดหายใจได้สะดวก

“น้ำมันของต้นชา” มีลักษณะคล้ายน้ำมันยูคาลิปตัส ที่คนไทยใช้ดมเพื่อแก้หวัดคัดจมูก และคล้ายน้ำมันเขียวของไทยที่ใช้ถูนวดแก้เคล็ดขัดยอก ฟกช้ำ บวม หรือดมแก้หลอดลมอักเสบเรื้อรัง ขับเสมหะ ซึ่งเป็นยาสมุนไพรที่คนไทยรู้จักกันดี

น้ำมันชา (Tea oil)

เป็นน้ำมันพืชที่สกัดจากเมล็ดของต้นชาน้ำมัน (Tea oil plant) ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Theaceae และอยู่ในสกุลเดียวกับชาที่ใช้ใบเป็นเครื่องดื่ม (Tree plant - *Camellia sinensis* kize) ที่คนไทยรู้จักดี

“ชาน้ำมัน” มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Camellia oleifera* Abel. (ชาอูเหลียง) และอีกชนิดหนึ่งมีชื่อว่า *Camellia sasanqua* Thumb. Ex Murray และมีชื่อพ้องว่า *Sasanqua vulgris* Nees. และ *Tea sasanqua*

น้ำมันที่สกัดจากใบหรือเมล็ดชา น้ำมันทั้ง 2 ชนิดนี้ ใช้บริโภคได้ และเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูง มีประโยชน์เหมือนน้ำมันมะกอก (Olive oil) เพราะมีกรดไขมันโอเลอิก (Oleic) ประมาณ 72 – 78 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันไลโนเลอิก (linoleic) ประมาณ 2 – 15 เป็นเซ็นต์ เมื่อผ่านกรรมวิธีที่ทำให้ปราศจากกลิ่นและสีแล้ว จะมีคุณสมบัติทางเคมีทางกายภาพและคุณค่าทางอาหารเหมือนน้ำมันมะกอกมาก

เมล็ดของชาน้ำมันค่อนข้างใหญ่กว่าชาบริโภคใบ ชอบอยู่ในที่อากาศเย็นหรือบนภูเขาสูงที่มีอากาศเย็นกว่าชาบริโภคใบ การนำมาปลูกในประเทศไทยจึงจะต้องเลือกปลูกบนพื้นที่สูงหรือบนภูเขา นอกจากนี้เมล็ดของชาบริโภคใบเมื่อนำมาบีบสกัดน้ำมันแล้ว น้ำมันที่ได้จะมีคุณภาพและคุณสมบัติเหมือนชาน้ำมันทุกประการ เพียงแต่ได้ปริมาณน้อยกว่าเท่านั้น

การดำเนินการของโครงการ BRT ได้ดำเนินการมากว่า 12 ปีแล้ว มีผลงานขยายออกมากว้างขวางหลายสาขาและหลายโครงการ ซึ่งล้วนแต่เกิดประโยชน์แก่วงการวิจัยและวิชาการอย่างมากมาย ในด้านนักวิชาการและนิสิตนักศึกษารุ่นใหม่นั้น ผลงานของโครงการที่ปรากฏในสื่อและการประชุมต่าง ๆ ได้ทำให้ความรู้และความเข้าใจในงานวิชาการด้านความหลากหลายทางชีวภาพ เผยแพร่ไปสู่เยาวชนในภาคต่าง ๆ อย่างกว้างขวางเช่นกัน

ขณะนี้เป็นเวลาที่เหมาะสมแล้ว ผมขอเปิดการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 ณ บัดนี้ ขอให้การประชุมฯ จงประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ตั้งไว้ทุกประการ และขอให้ผู้เข้าร่วมการประชุมฯ ในครั้งนี้ จงประสพความสุขสวัสดีโดยทั่วกัน ขอบคุณและสวัสดีครับ

คำกล่าวรายงาน

โดย

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.วิสุทธิ์ ใบไม้

ผู้อำนวยการโครงการ BRT

เนื่องในพิธีเปิดการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12

วันที่ 10 - 13 ตุลาคม พ.ศ. 2551 โรงแรมไดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

กราบเรียน ฯพณฯ อำพล เสนาณรงค์ องคมนตรี

กระผมนายวิสุทธิ์ ใบไม้ หัวหน้าโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) และในนามของผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่านในที่นี้ ขอกราบขอบพระคุณ ฯพณฯ องคมนตรี ที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นประธานพิธีเปิดการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 ในวันนี้

ในช่วงเวลา 1 ปีที่ผ่านมา โครงการ BRT ได้ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยรวมทั้งสิ้น 108 โครงการ ในวงเงินงบประมาณ 35.7 ล้านบาท และชุดโครงการอื่นๆ รวม 59 โครงการ จำนวนเงิน 9.6 ล้านบาท ทำให้ได้องค์ความรู้ใหม่ๆ ที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ จำนวน 64 เรื่อง และเอกสาร หนังสือวิชาการ จำนวน 7 เรื่อง ฝ่ายเลขานุการฯ ได้สรุปผลงานและกิจกรรมทางวิชาการในรอบปีที่ผ่านมาดังปรากฏใน “รายงานประจำปี 2551” และได้รวบรวมรายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพใน “บทคัดย่อ” จำนวน 168 เรื่อง และจัดทำหนังสือบันทึกการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 11 ปี พ.ศ. 2550 ที่จังหวัดอุดรธานี ไว้เป็นรูปเล่มเพื่อเผยแพร่ในที่ประชุมนี้ด้วย

การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 จัดขึ้นภายใต้หัวข้อเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพกับการไขปริศนาสิ่งมีชีวิต (Biodiversity and Solved Mystery of Life)” เพื่อแสดงผลผลิตทางวิชาการและการรวมพลังทางความคิดของนักวิจัยในโครงการ BRT โดยมีการบรรยายพิเศษ 7 เรื่อง การบรรยายผลงานวิจัย 12 เรื่อง การประชุมวิชาการกลุ่มย่อย 4 กลุ่ม คือ (1) ชุดโครงการป่าเมฆ - เขานัน (2) ชุดโครงการหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ (3) กลุ่มนักวิจัยนิเวศวิทยารุ่นใหม่ (4) กลุ่ม Bioresources Research Network (BRN) นำโดย ศ.ดร.ยอดหทัย เทพธรานนท์ หัวหน้าโครงการ ตลอดจนการนำเสนอผลงานการวิจัยแบบโปสเตอร์ จำนวน 84 เรื่อง

การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 จะใช้เวลา 4 วัน มีผู้ลงทะเบียนและผู้สังเกตการเข้าร่วมประชุมทั้งสิ้นประมาณ 400 คน ประกอบด้วยกรรมการนโยบาย กรรมการบริหาร คณาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นิสิตนักศึกษาจากสถาบันการศึกษาต่างๆ ตลอดจนองค์กรจากภาครัฐและเอกชนที่สนใจและห่วงใยในทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทย เพื่อร่วมใจกันทำกิจกรรมทางวิชาการ นอกจากนั้นผู้เข้าร่วมประชุมยังมีกิจกรรมการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและวัฒนธรรมท้องถิ่นของภาคใต้ในวันสุดท้ายของการประชุมฯ ด้วย

การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 นี้ได้รับความร่วมมืออย่างดีจากนักวิจัย นักศึกษา นักวิชาการและคณาจารย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่ร่วมเป็นเจ้าภาพจัดการประชุมวิชาการฯ ในครั้งนี้ด้วย

บัดนี้ ได้เวลาอันควรแล้ว กระผมใคร่ขอกราบเรียนเชิญ ฯพณฯ องคมนตรี ได้กรุณาเปิดการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 เพื่อเป็นสิริมงคลและเป็นขวัญกำลังใจให้แก่ผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน ขอกราบเรียนเชิญครับ

คำกล่าวต้อนรับ

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ พุทธิชีวิน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

เนื่องในพิธีเปิดการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12

วันที่ 10 - 13 ตุลาคม พ.ศ. 2551 โรงแรมไดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

กราบเรียน ฯพณฯ อำพล เสนาณรงค์ องคมนตรี และท่านผู้มีเกียรติที่เคารพทุกท่าน

การที่ทุกท่านได้มาเข้าร่วมงานประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในครั้งนี้ ท่านมาพร้อมกับปรากฏการณ์หลายอย่าง ทั้งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ครึ้มฟ้า ครึ้มฝน และมีฝนตกลงมาอย่างหนัก จนเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับตามมา ซึ่งเป็นบรรยากาศที่น่าค้นหา และเข้ากับหัวข้อการประชุมฯ ที่ว่า “ความหลากหลายทางชีวภาพกับการไขปริศนาสิ่งมีชีวิต”

ในนามของจังหวัดสุราษฎร์ธานีและมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ผมรู้สึกเป็นเกียรติและยินดีอย่างยิ่งที่ได้มีโอกาสมากล่าวต้อนรับทุกท่านเข้าร่วมงานประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ใบไม้ เป็นอย่างยิ่งที่ให้โอกาสมหาวิทยาลัยเล็กๆ อย่างพวกเรา ได้มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมที่ทรงคุณค่าทางวิชาการในวันนี้ การจัดเวทีทางวิชาการในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากแก่คณาจารย์ นิสิตนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีและชาวจังหวัดสุราษฎร์ธานี ทั้งในแง่ของการได้รับความรู้ความเข้าใจทางวิชาการ และได้รับการสนับสนุนด้านเศรษฐกิจ จากการที่ผู้เข้าร่วมประชุมฯ ทุกท่านได้ไปช่วยอุดหนุนร้านค้าร้านอาหาร และร้านของฝากต่างๆ

ตลอดระยะเวลาของการประชุมใน 3 วันนี้ หวังว่าทุกท่านคงจะได้รับความรู้ ความพึงพอใจ และได้รับความรู้สึกดีๆ จากชาวจังหวัดสุราษฎร์ธานี หากท่านมีโอกาสขอเชิญแวะเยี่ยมเยียนมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีและร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับพวกเราได้ทุกเมื่อ ซึ่งหลายท่านก็เป็นอาจารย์ของบุคลากรในมหาวิทยาลัยของเรา หากท่านมีโอกาสแวะไปเยี่ยมลูกศิษย์ และได้เห็นถึงความก้าวหน้าของการทำงานหรือไม่ อย่างไร ขอให้ท่านช่วยให้คำแนะนำด้วย ทั้งนี้ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันต่อไป ในนามของจังหวัดสุราษฎร์ธานีและมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ผมขอต้อนรับท่านผู้มีเกียรติทุกท่าน ด้วยความยินดีเป็นอย่างยิ่ง ขอขอบคุณครับ

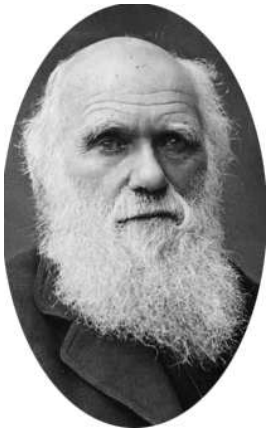
เตรียมเข้าสู่ปีแห่งวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต – ครบรอบ 200 ปี ชาร์ลส์ ดาร์วิน

มรกต ตันติเจริญ

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.), E-mail : Morakat@biotec.or.th

---

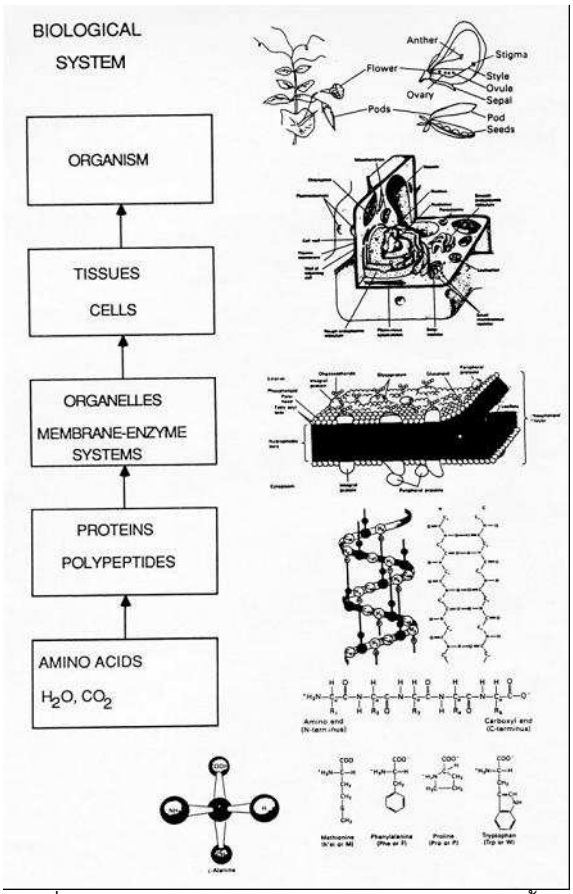
เนื่องในปี 2009 นี้จะเข้าสู่วาระครบรอบ 200 ปีเกิดชาร์ลส์ ดาร์วิน แล้วคุณรู้หรือไม่ว่า 200 ปีที่ผ่านมามนุษย์ได้ล่วงรู้ความลับอะไรของสิ่งมีชีวิตบ้าง?



ภาพที่ 1. ชาร์ลส์ ดาร์วิน

ย้อนไปเมื่อปี ค.ศ. 1856 ชาร์ลส์ ดาร์วิน (ภาพที่ 1) ได้ตีพิมพ์หนังสือกำเนิดสปีชีส์ (The origin of species) และอธิบายถึงคำว่าสปีชีส์ (species) ไว้ว่าเป็นกลุ่มของประชากรที่ใกล้เคียงกัน สืบเชื้อสายมาจากบรรพบุรุษเดียวกัน และค่อยๆ วิวัฒนาการผ่านกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ จนเกิดเป็นความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งข้อค้นพบดังกล่าวเกิดขึ้นจากการดูรูปร่าง ลักษณะภายนอกที่ปรากฏในสิ่งมีชีวิตเท่านั้น โดยที่ยังไม่มีการพิจารณาเรื่องความแตกต่างทางพันธุกรรม ฉะนั้น 200 ปีที่ผ่านมา มนุษย์ได้มีการศึกษาค้นพบองค์ความรู้ใหม่ๆ ใดบ้างที่จะช่วยอธิบายทฤษฎีวิวัฒนาการผ่านการคัดเลือกตามธรรมชาติของดาร์วินให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น จากรูปร่างภายนอกที่มองเห็น และค่อยๆ แกะลึกกระทั่งค้นพบความลับที่อยู่ด้านใน ...เสมือนการไขปริศนา “จากกล่องดำสู่โมเลกุลแห่งชีวิต”

หากพิจารณาจากสิ่งที่ใหญ่ที่สุด คือ รูปร่างภายนอกที่ปรากฏ และค่อยๆ มองสิ่งที่เล็กลงไปเรื่อยๆ จะพบว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนประกอบขึ้นจากเซลล์ ภายในเซลล์เต็มไปด้วยโครงสร้างขนาดเล็กที่เรียกรวมกันว่าออร์แกเนลล์ (organelle) ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานเพื่อให้เซลล์ดำรงชีวิตอยู่ได้ สิ่งที่น่าสนใจ คือ ยิ่งสิ่งมีชีวิตมีความซับซ้อนมากเท่าใด ระดับออร์แกเนลล์ต่างๆ จะมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นเท่านั้น โดยออร์แกเนลล์เหล่านี้มีส่วนที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเซลล์ เช่น ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ เป็นต้น และส่วนที่ทำหน้าที่เฉพาะ เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมนต่างๆ ซึ่งทั้งหมดจะถูกเก็บอยู่ในส่วนที่เรียกว่า integrated system นอกจากนี้หากมองลึกลงไปในออร์แกเนลล์อีก ก็จะพบโมเลกุลขนาดใหญ่จำนวนมาก ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต หรือสายนิวคลีโอไทด์ และโมเลกุลขนาดใหญ่เหล่านี้ก็ล้วนประกอบขึ้นจากกรดอะมิโนต่างๆ ดังนั้น หากมองย้อนกลับไปจะเห็นว่าจาก ***โมเลกุลเล็กๆ เหล่านี้ประกอบขึ้นเป็นสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร?*** **และที่ผ่านมามีการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างที่จะพิสูจน์ถึง “ที่มาแห่งชีวิต”** (ภาพที่ 2)



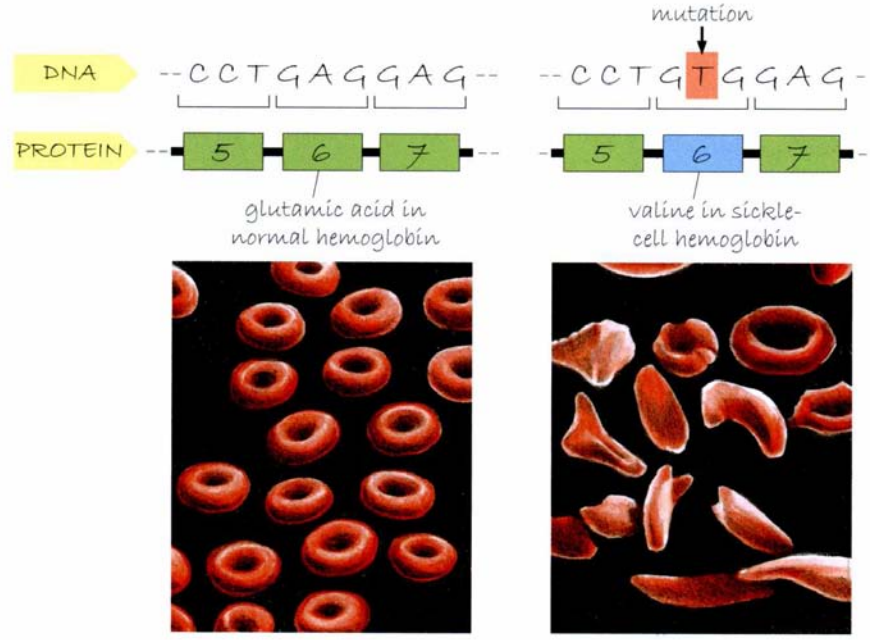
ภาพที่ 2. กลไกทางชีวภาพ จากโมเลกุลขนาดเล็ก ประกอบขึ้นเป็นสิ่งมีชีวิต

ค.ศ. 1902 Archibald Garrod ได้ศึกษาความผิดปกติของผู้ป่วยเด็กที่เกิดมาเป็นโรคแอลแคพโทนูเรีย (alkaptonuria) ที่มีการแสดงออกของโรค คือ เมื่อปัสสาวะสัมผัสกับอากาศจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ซึ่งอาจเป็นอาการที่เกิดจากความผิดปกติของกระบวนการเมทาบอลิซึม แต่สิ่งที่สำคัญ คือ สมาชิกในครอบครัวหลายคนเป็นโรคแอลแคพโทนูเรียเช่นเดียวกัน จึงเป็นไปได้ว่าความผิดปกตินี้อาจเกี่ยวข้องกับพันธุกรรม เพราะมีการถ่ายทอดกันภายในครอบครัว

ค.ศ. 1941 George Beadle and Ed Tatum ค้นพบว่า ยีนและเอนไซม์มีความสัมพันธ์กัน ภายหลังจากที่ได้ทดลองนำราขนมปังที่ชื่อ นิวโรสปอรา (*Neurospora* sp.) มาผ่านการเอ็กซเรย์ (x-rays) เพื่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) ซึ่งพบว่าจากเดิมที่ราสามารถสังเคราะห์วิตามินบี 6 สำหรับการเจริญเติบโตได้ด้วยตัวเอง เปลี่ยนเป็นไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินบี 6 ได้ แต่เมื่อเติมวิตามินบี 6 ลงในจานเพาะเลี้ยงกลับพบว่า รานิวโรสปอราสามารถกลับมาเจริญเติบได้ตามปกติ แสดงให้เห็นว่าการกลายพันธุ์อาจมีผลให้ยีนสร้างสารที่ผิดปกติ ทำให้ไม่สามารถสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์วิตามินบี 6 ได้ และเชื่อว่ายีนหนึ่งตัวทำหน้าที่ควบคุมหนึ่งเอนไซม์ (one gene one enzyme) แต่ในปัจจุบันอาจกล่าวไม่ได้เช่นนั้น เพราะว่ายีนหนึ่งตัวอาจจะควบคุมกระบวนการการทำงานได้หลายส่วน

ต่อมากลุ่มของ Harvey Itano and Linus Pauling ได้ค้นพบความแตกต่างของฮีโมโกลบิน (โปรตีนที่อยู่ในเม็ดเลือด) ในคนปกติกับฮีโมโกลบินของคนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ (sickle-cell anemia) ซึ่งเป็นโรคที่พบมากในคนแอฟริกา โดยพบว่าฮีโมโกลบินของคนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์จะมีรูปร่างคล้ายเคียว เป็นผลมาจากความผิดปกติของโปรตีนที่เกิดจากความบกพร่องทางพันธุกรรม คล้ายกับการค้นพบของ Garrod

ค.ศ. 1956 Vernon Ingram ได้พบว่าโปรตีนของคนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ (sickle-cell anemia) เกิดขึ้นจากความแตกต่างของกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนเพียงหนึ่งตำแหน่ง และความผิดปกติของกรดอะมิโนเกิดขึ้นจากความแตกต่างในชนิดของเบสที่อยู่ในดีเอ็นเอ (DNA) บ่งชี้ว่าความผิดปกติของโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์อาจมีสาเหตุมาจากความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับของสารพันธุกรรม หรือ ดีเอ็นเอ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3. ลักษณะความแตกต่างของฮีโมโกลบินในคนปกติ และคนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์

ค.ศ. 1959 เริ่มเข้าสู่ยุคของ RNA โดยมีการค้นพบอาร์เอ็นเอ โพลีเมอเรส (RNA polymerase) ซึ่งเชื่อว่าอาร์เอ็นเอ โพลีเมอเรส มีส่วนเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เนื่องจากดีเอ็นเอเป็นแม่พิมพ์ที่เก็บรวบรวมข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่มีค่ามาก และมักจะถูกเก็บไว้อย่างมิดชิดในนิวเคลียส ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มั่นคงถาวรไม่มีการเปลี่ยนแปลงง่ายๆ ดังนั้น โปรตีนจึงน่าจะมีการถ่ายทอดพันธุกรรมมาจากอาร์เอ็นเอ ไม่ใช่ดีเอ็นเอโดยตรง ซึ่งไม่นานนักได้มีการค้นพบว่าแมสเซ็นเจอร์อาร์เอ็นเอ (messenger RNA :mRNA) คือตัวที่ทำหน้าที่คัดลอกข้อมูลทางพันธุกรรมจากดีเอ็นเอเพื่อนำไปสังเคราะห์โปรตีนต่อไป

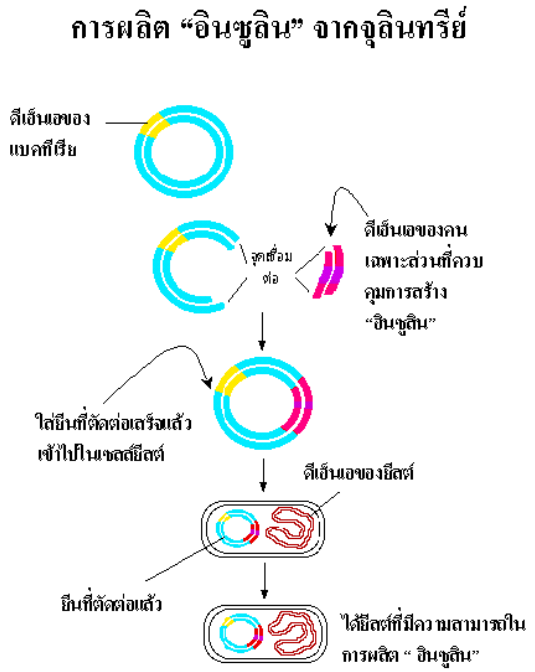
ทั้งนี้ จากที่ Vernon Ingram พบว่าความผิดปกติของคนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์เกิดขึ้นจากความผิดปกติของโปรตีน ที่เป็นผลจากกรดอะมิโนซึ่งมีชนิดของเบสที่ต่างกันนั้น ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้พบว่าในสายดีเอ็นเอนั้นจะประกอบด้วยเบส 4 ตัว คือ อะดีนีน (Adenine,A) ไซโทซีน (Cytosine,C) ไธมีน (Thymine,T) และกัวนีน (Guanine,G) ซึ่งเบส 4 ตัว ในดีเอ็นเอจะมีการเรียงลำดับเพื่อใช้เป็นรหัส (Code) 1 ตัว สำหรับอะมิโน 1 ชนิด ขณะที่ในธรรมชาติมีกรดอะมิโน 20 ชนิด และยังมีส่วนที่ทำหน้าที่อื่นๆ อีก ดังนั้น เพื่อให้มีความครอบคลุมในการกำหนดสารต่างๆ รหัส 1 ตัว จะต้องประกอบด้วยเบส 3 ตัว และเมื่อคำนวณแล้วจะได้รหัสจำนวนถึง 64 รหัส หรือ 64 โคดอน (Codon) นั่นเอง

ดังนั้น หากประมวลความรู้ทั้งหมดเข้าด้วยกันจะพบว่าเมื่อเซลล์ต้องการสร้างโปรตีนชนิดใดชนิดหนึ่งจากดีเอ็นเอ สายของดีเอ็นเอจะทำหน้าที่เป็นต้นแบบ (template) และมี messenger RNA ทำหน้าที่คัดลอกรหัสดีเอ็นเอต้นแบบ เรียกว่ากระบวนการถอดรหัส (transcription) ก่อนจะถูกส่งต่อไปยังไรโบโซมเพื่อผ่านกระบวนการแปลรหัส (translation) สำหรับสร้างดีเอ็นเอต่อไป โดยโปรตีนจะทำงานได้ดีหรือไม่ดี หรือมีรูปร่างที่แตกต่างกันอย่างไรนั้น จะขึ้นอยู่กับกระบวนการหลังการแปลรหัส (post translation)

ค.ศ. 1960 มีการทดลองที่เกี่ยวข้องกับ *E. coli* ที่ต้องการใช้น้ำตาลแลคโตส พบว่า *E. coli* จะดึงน้ำตาลแลคโตสมาใช้ได้ ก็ต่อเมื่อภายในเซลล์มีตัวเหนี่ยวนำให้ยีนสังเคราะห์เอนไซม์ขึ้นมาสำหรับย่อยแลคโตส เรียกว่า inducible enzyme โดยสาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะมีการค้นพบสารยับยั้ง (repressor) ซึ่งสารยับยั้งนี้จะไปยับยั้งไม่ให้มีกระบวนการสร้างโปรตีนที่ย่อยแลคโตสเกิดขึ้น แต่เมื่อภายในเซลล์มีแลคโตสอยู่ แลคโตสจะเข้าไปจับกับสารยับยั้ง ทำให้สารยับยั้งไม่สามารถหยุดการสร้างเอ็นไซม์สำหรับย่อยแลคโตสได้ จึงทำให้เกิด inducible enzyme ขึ้น ต่อมาภายหลังพบว่าสารยับยั้งนี้คือ DNA binding proteins ในปัจจุบัน

ค.ศ.1972 เริ่มเข้าสู่ยุคของเทคโนโลยีชีวภาพ มีการค้นพบเอ็นไซม์ที่ใช้ตัด หรือ ต่อชิ้นส่วนดีเอ็นเอก่อนนำกลับเข้าไปในสิ่งมีชีวิต อีกทั้งยังสามารถเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอที่ต้องการในหลอดทดลองได้อีกด้วย เรียกได้ว่าเป็นยุคเฟื่องฟูของเทคโนโลยีการตัดต่อดีเอ็นเอ (recombinant technology) หรือ พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) เลยทีเดียว พูดอีกนัยหนึ่งก็คือนักวิทยาศาสตร์สามารถที่จะติดชิ้นส่วนของดีเอ็นเอ หรือยีนใดยีนหนึ่งจากสิ่งมีชีวิตออกมา และตัดต่อชิ้นส่วนของดีเอ็นเอนั้นกลับเข้าไปในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เพื่อให้สร้างสารที่ต้องการขึ้นมา เช่น การใช้แบคทีเรียหรือยีสต์ในการผลิตอินซูลิน (ภาพที่ 4) ด้วยการตัดต่อยีนอินซูลินของคนเข้าไปในแบคทีเรีย เพื่อให้สร้างอินซูลินจำนวนมาก และนำมาสกัดเป็นอินซูลินบริสุทธิ์สำหรับผลิตเป็นยารักษาโรคเบาหวานต่อไป นอกจากนี้ตัวอย่างอื่นๆ ที่เห็นได้ชัดเจนในปัจจุบัน คือ พืชจีเอ็มโอ (Genetically Modified Organisms :GMOs)

อย่างไรก็ดีหากสังเกตธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตจะพบว่าเมื่อเซลล์มีการแบ่งตัว จะทำให้ได้เซลล์ใหม่ที่เหมือนกับเซลล์เดิมทุกประการ ซึ่งดีเอ็นเอก็ต้องมีการแบ่งตัวเพื่อเพิ่มจำนวนเช่นเดียวกัน ขั้นตอนการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอ หรือการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ (DNA replication) ขึ้นใหม่นั้น ดีเอ็นเอจะมีการแยกสาย 2 สายออกจากกัน แต่ละสายจะทำหน้าที่เป็นต้นแบบหรือแม่พิมพ์ในการสร้างดีเอ็นเอสายใหม่ จึงทำให้สายดีเอ็นเอที่ได้มีโมเลกุลเหมือนเดิมทุกประการ องค์ความรู้นี้ได้นำมาสู่การตั้งคำถามของนักเคมีชาวอเมริกันที่ชื่อ แครี่ มูลลีส (Kary Mullis) ว่าในเมื่อดีเอ็นเอสามารถจำลองตัวเองภายในเซลล์ได้ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ก็น่าจะมีโอกาสสังเคราะห์ดีเอ็นเอในหลอดทดลองได้เช่นกัน และ



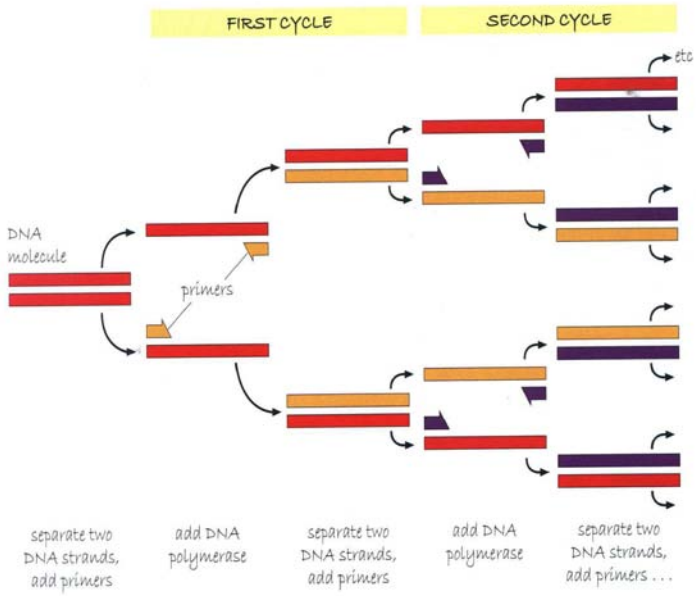
ภาพที่ 4. การใช้แบคทีเรียหรือยีสต์ในการผลิตอินซูลิน

ในที่สุดเขาก็สามารถพัฒนาปฏิกิริยาพีซีอาร์ หรือ Polymerase Chain Reaction : PCR เพื่อใช้เพิ่มจำนวนดีเอ็นเอในหลอดทดลองได้สำเร็จ ซึ่งนับว่ามีประโยชน์ต่อวงการวิทยาศาสตร์อย่างมาก

โดยหลักการของปฏิกิริยาพีซีอาร์ (ภาพที่ 5) มีกระบวนการที่คล้ายคลึงกับการคัดลอกดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นในเซลล์มาก คือ เริ่มจากการนำดีเอ็นเอที่ต้องการคัดลอกหรือเพิ่มจำนวนใส่ลงในหลอดทดลอง เมื่อดีเอ็นเอสายคู่แยกออกจากกันเป็นสายเดี่ยวสองสาย ก็ใส่ดีเอ็นเอนชิ้นสั้นๆ ที่ทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นหรือ ไพรเมอร์ (primer) ลงในหลอดทดลอง ไพรเมอร์จะจับกับดีเอ็นเอสายเดี่ยว ทำให้ได้ดีเอ็นเอสายใหม่ขึ้นมาอีก 1 เส้น และถ้าทำปฏิกิริยาต่อในรอบที่สอง รอบที่สาม ต่อไปเป็นลูกโซ่ โดยใช้ดีเอ็นเอต้นแบบเดิม และดีเอ็นเอสายใหม่ที่เกิดขึ้น ซึ่งท้ายที่สุดจะทำให้ได้ดีเอ็นเอจำนวนมาก

ในแง่ของวิวัฒนาการ ปฏิกิริยาพีซีอาร์นับว่ามีประโยชน์มาก ทั้งนี้เพราะในการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ (fossil) ของสิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้ว เช่น ช้างแมมมอธ นั้น มีการพบว่าหากโครงกระดูกบางชิ้นถูกเก็บรักษาไว้อย่างดีในธรรมชาติ เช่น ในถ้ำที่ไม่มีอากาศ จะยังคงมีโมเลกุลดีเอ็นเอเหลืออยู่ เรียกว่า ดีเอ็นเอโบราณ (ancient DNA) หากแต่ว่าดีเอ็นเอโบราณที่สกัดได้มักจะมีปริมาณน้อย เทคนิคพีซีอาร์จึงถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอโบราณ เพื่อใช้เป็นกุญแจไขปริศนาวิวัฒนาการ และบอกเล่าเรื่องราวที่เกิดขึ้นในอดีต ทั้งนี้ในปัจจุบันนักบรรพชีวินได้เริ่มหันมาใช้ดีเอ็นเอโบราณเหล่านี้ในการตามรอยบรรพบุรุษของมนุษย์ หรือตามรอยบรรพบุรุษของข้าวมากขึ้น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1953 เจมส์ วัตสัน (James Watson) นักเคมีชาวอเมริกัน และฟรานซิส คริก (Francis Crick) นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ได้ทำนายถึงโครงสร้างของดีเอ็นเอว่า มีลักษณะเป็นสายคู่ที่บิดพับเป็นเกลียวคล้ายบันไดเวียน ซึ่งนับเป็นการค้นพบข้อเท็จจริงพื้นฐานที่มีคุณูปการต่อวงการวิทยาศาสตร์อย่างมาก โดยในสายดีเอ็นเอแต่ละสายจะประกอบด้วย



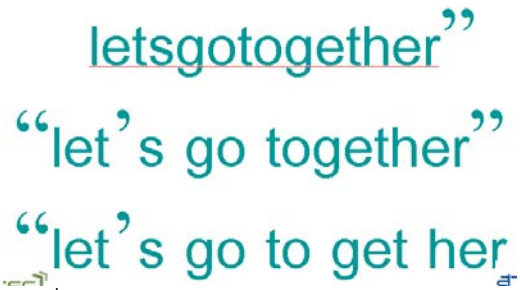
ภาพที่ 5. ปฏิกิริยาพีซีอาร์ (Polymerase Chain Reaction)

เบส 4 ตัว คือ A C T G และมีการศึกษาพบว่าในดีเอ็นเอที่สมบูรณ์ครบชุด (จีโนม:Genome) ของมนุษย์ประกอบด้วยเบสที่มีความยาวถึง 3 พันล้านหน่วย ซึ่งเบสเหล่านี้จะมีการเรียงเป็นรหัสต่างๆ ที่มีความหมายสำหรับกำหนดชนิดของโปรตีนหรือรหัสเพื่อทำหน้าที่อื่นๆ นักวิทยาศาสตร์จึงเริ่มสนใจค้นหาว่าการเรียงลำดับเบสของดีเอ็นเอ 3 พันล้านตัวนี้มีลักษณะเป็นอย่างไร เพราะความลับที่ถูกค้นพบอาจจะนำมาสู่ความเข้าใจในกลไกอันซับซ้อนของชีวิตมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ โครงการจีโนมมนุษย์ หรือ “Human Genome Project” จึงเกิดขึ้น

โครงการจีโนมมนุษย์นี้มีนักวิทยาศาสตร์ที่แข่งขันกันอยู่ 2 กลุ่มหลักๆ คือ กลุ่มของเครก เวนเทอร์ (Craig Ventor) ที่มีวิธีการหาลำดับเบส ด้วยการนำโครโมโซมมาตัดเป็นท่อนเล็กๆ เพื่อหาลำดับเบสของโครโมโซมชิ้นเล็กๆ จากนั้นจึงนำข้อมูลมาเรียงต่อกันภายหลัง ขณะที่กลุ่มของ เจมส์ วัตสัน (James Watson) เริ่มต้นจากทำแผนที่ยีนบนโครโมโซมต่างๆ เพื่อให้รู้ว่าดีเอ็นเอชิ้นไหนอยู่บริเวณใด แล้วจึงตัดดีเอ็นเอเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อหาข้อมูลโดยละเอียดอีกครั้ง แต่กระนั้นในท้ายที่สุดนายบิล คลินตัน (อดีตประธานาธิบดีสหรัฐอเมริกา) และนายโทนี่ แบลร์ (นายกรัฐมนตรีสหราชอาณาจักร) ได้เชิญนักวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ท่าน มาประกาศผลความสำเร็จของโครงการพร้อมกันเมื่อวันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2543

ภายหลังจากโครงการจีโนมมนุษย์สำเร็จ นักวิทยาศาสตร์ก็ได้เริ่มถอดรหัสจีโนมของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มากขึ้น อาทิ ปลาปักเป้า ยีสต์ หนอน และข้าวต่างๆ ซึ่งได้พบสิ่งที่น่าสนใจว่า จากเดิมที่เคยเชื่อกันว่ามนุษย์น่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความซับซ้อนมากที่สุด แต่เมื่อดูขนาดจีโนมของมนุษย์แล้วกลับพบว่าไม่ได้มีขนาดใหญ่ไปกว่าของอะมีบาหรือปลาปักเป้าเลย โดยคาดว่าการที่ปลาปักเป้า หรืออะมีบา มีการพัฒนาขนาดของจีโนมให้ใหญ่ขึ้น เนื่องจากต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างรุนแรงหรือมีการเปลี่ยนแปลงมาก เช่น ปลาตีน ที่อาศัยอยู่ในดินเลนบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลง เป็นต้น ดังนั้นขนาดของจีโนมอาจจะไม่ได้มีความสัมพันธ์กับความซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตเลย

จากความก้าวหน้าในการหาลำดับเบสของสิ่งมีชีวิต ส่งผลให้มีข้อมูลจำนวนมหาศาล ดังนั้นทำอย่างไรจึงจะสามารถจัดการข้อมูลทั้งหมดนี้ได้ เพราะดังที่รู้กันว่าตัวอักษรที่เรียงกันนี้มีรหัสที่ใช้สำหรับกำหนดยีนอยู่ด้วย และในมนุษย์ที่มีความยาวของเบสถึง 3 พันล้านหน่วย หากนำอักษร A C T G ทั้งหมดมาเรียงกันโดยที่ไม่มีจุดคั่น นักวิทยาศาสตร์จะอ่านตัวอักษรให้เป็นคำซึ่งมีความหมายได้อย่างไร และจะรู้ได้อย่างไรว่าคำที่อ่านนั้นมีความหมายที่ถูกต้อง รวมทั้งมีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้รู้ว่ายีนที่ 1 เริ่มจากบริเวณใดและยีนตัวที่ 2 อยู่ที่ตำแหน่งใด (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6. ตัวอย่างการเรียงของตัวอักษร และการอ่านตัวอักษรให้เป็นคำที่มีความหมาย เปรียบเทียบกับการอ่านรหัสของเบส

ทั้งนี้ ในสมัยก่อนนักวิทยาศาสตร์มักจะพุ่งเป้าความสนใจไปที่ดีเอ็นเอส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับยีน ซึ่งเป็นตัวกำหนดการสร้างโปรตีนเท่านั้น และเรียกบริเวณดังกล่าวว่า coding region แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์พบว่าส่วนของรหัสที่เดิมเชื่อว่าไม่ได้ทำงานเกี่ยวกับยีน เรียกว่า non coding region หรือ Junk DNA นั้น มีส่วนในการควบคุมการทำงานของยีนด้วย ดังนั้นจะพบว่าในบริเวณสายของดีเอ็นเอจะมีทั้งส่วนของ non coding region และ coding region อยู่ด้วย นักวิทยาศาสตร์ต้องพยายามค้นหาว่ามียีนอยู่ที่ตำแหน่งใด และในแต่ละสิ่งมีชีวิตมียีนอยู่เท่าไหร่ ซึ่งด้วยข้อมูลจำนวนมหาศาลที่เกิดขึ้น ทำให้ในที่สุดได้มีการนำเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการข้อมูล เรียกว่า **ชีวสารสนเทศ (Bioinformatics)** เช่น งานทางด้านชีววิทยากับงานทางด้านคอมพิวเตอร์ เป็นต้น แต่ภายหลังจากการศึกษาไม่นานก็พบว่าจากที่เคยคาดการณ์ว่ามนุษย์น่าจะมีจำนวนยีนเป็นแสน ก็ลดลงมาเหลือเจ็ดหมื่น ห้าหมื่น กระทั่งปัจจุบันก็พบว่ามีอยู่เพียงสามหมื่นห้าพันยีนเท่านั้น

อย่างไรก็ดีที่ผ่านมามักมีคำถามที่เกิดขึ้นเสมอๆ ว่า ***สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มีบรรพบุรุษร่วมกันใช่หรือไม่?*** ซึ่งผลการศึกษาพบว่า 46 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนในยีสต์พบในคน ขณะที่ 43 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนในหนอน 61 เปอร์เซ็นต์ของแมลงหวี่ และ 75 เปอร์เซ็นต์ของปลาปักเป้ามีการเรียงลำเบสคล้ายโปรตีนของคน ทั้งที่มีลักษณะแตกต่างกันมาก นอกเหนือจากการเปรียบเทียบโปรตีนซึ่งเป็นโครงสร้าง (structure) ขนาดใหญ่นี้แล้ว ในโปรตีนแต่ละชนิดประกอบไปด้วยหลาย domains ซึ่งอาจเกิดการสับเปลี่ยน (reshuffling) กัน ทำให้โปรตีนแต่ละชนิดแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละ domains แล้วพบว่าเกือบ 90 เปอร์เซ็นต์ของ domains ในโปรตีนของคนเหมือนกับที่พบในแมลงหวี่ และหนอน แสดงให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีลักษณะร่วมกัน (conserve) หรือคล้ายกันมาก จากความรู้ตรงนี้ทำให้เกิดศาสตร์ที่เรียกว่า **ชีววิทยาเปรียบเทียบ (Comparative Biology)**

มีการกล่าวกันเสมอว่าสิ่งมีชีวิตต่างๆ เกิดมาจากบรรพบุรุษเดียวกัน จากนั้นจึงค่อยๆ มีวิวัฒนาการเกิดการแตกแขนงออกไปเรื่อยๆ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตที่เกิดในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน น่าจะมียีนที่มีความเหมือนหรือคล้ายกันมาก แต่สำหรับสิ่งมีชีวิตที่เกิดห่างออกไป ความเหมือนหรือคล้ายกันของยีนก็อาจจะน้อยลง แต่ยังคงมียีนที่มีลักษณะร่วมกันอยู่ ฉะนั้นหากทราบถึงเรื่องลำดับเบสของยีนที่อยู่ในหนู และทราบหน้าที่ ก็อาจจะนำลำดับเบสของยีนตัวนั้นไปเปรียบเทียบกับลำดับเบสของยีนในคน เพื่อดูว่าลำดับเบสของยีนที่พบในคนมีหน้าที่อะไร โดยใช้หนูเป็นต้นแบบหรือเป็นตัวเปรียบเทียบจากความคล้ายกันของยีนนี้ได้ ซึ่งวิธีการทำ คือ สกัดดีเอ็นเอออกมา แล้วนำไปเพิ่มจำนวนด้วยเทคนิคพีซีอาร์ และทำการหาลำดับเบสของดีเอ็นเอ เมื่อได้ข้อมูลแล้วนำลำดับเบสของดีเอ็นเอที่ได้เปรียบเทียบกับลำดับเบสของดีเอ็นเอที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลว่ามีหรือไม่ ซึ่งการศึกษาในรูปแบบนี้เรียกว่า**การศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ (Phylogenetics)**

จากข้อมูลทั้งหมดนี้ทำให้เห็นถึงลำดับขั้นในการจัดระบบ (organization) ของสิ่งที่มีชีวิต จากสิ่งต่างๆ ที่เห็น ไม่ว่าจะเป็นรูปร่างภายนอก พฤติกรรม หรือการเป็นโรคต่างๆ ล้วนเกิดขึ้นจากกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ที่ถูกควบคุมด้วยดีเอ็นเอ หรือโครงสร้างของยีน หมายความว่าจาก สัณฐานวิทยา (morphology) และลักษณะที่ปรากฏออกมาในสิ่งมีชีวิต (phenotype) น่าจะมีความสัมพันธ์กับยีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม (genotype) และในขณะเดียวกันความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่ามนุษย์มีความแตกต่างกันประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความแตกต่างทางพันธุกรรมนี้ล้วนมีผลต่อลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น ถ้าคนไข้ไปหาหมอด้วยอาการแบบเดียวกัน หมอสั่งยาเหมือนกัน แต่ปรากฏว่าคนไข้จะตอบสนองต่อยาที่ใช้รักษาได้ไม่เหมือนกัน เนื่องจากมีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ฉะนั้นแพทย์แผนใหม่จะมองแต่ลักษณะหรืออาการของโรคที่ปรากฏออกมาเพียงอย่างเดียวไม่ได้ แต่อาจต้องดูไปถึงลักษณะของยีนที่ควบคุมด้วย หมอจึงต้องสั่งยาที่ใช้รักษาแบบเฉพาะบุคคล เรียกได้ว่าเป็นการเปลี่ยนจากฟีโนไทป์สู่จีโนไทป์

โครงสร้างของยีนหรือหน้าที่ของยีนนับเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้น การศึกษาด้านอณูชีววิทยา หรือ ชีวโมเลกุล (Molecular Biology) จะศึกษาแต่เฉพาะหน้าที่ของยีนอย่างเดียวคงไม่เพียงพอ เพราะการทำงานต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากยีนมีปฏิสัมพันธ์กับยีนอื่นๆ และสิ่งแวดล้อมด้วย อีกทั้งเซลล์กับเซลล์ก็ยังมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ทำให้ต้องมีการศึกษาทั้งระบบ หรือที่เรียกว่า**ชีววิทยาระบบ** ซึ่งจากความรู้ทั้งหมดสามารถประมวลให้เห็นว่าวิวัฒนาการในทางชีววิทยาคืออะไร ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้อย่างไร สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งได้อย่างไร และเพราะอะไรจึงมีความแตกต่างกันมากนัก

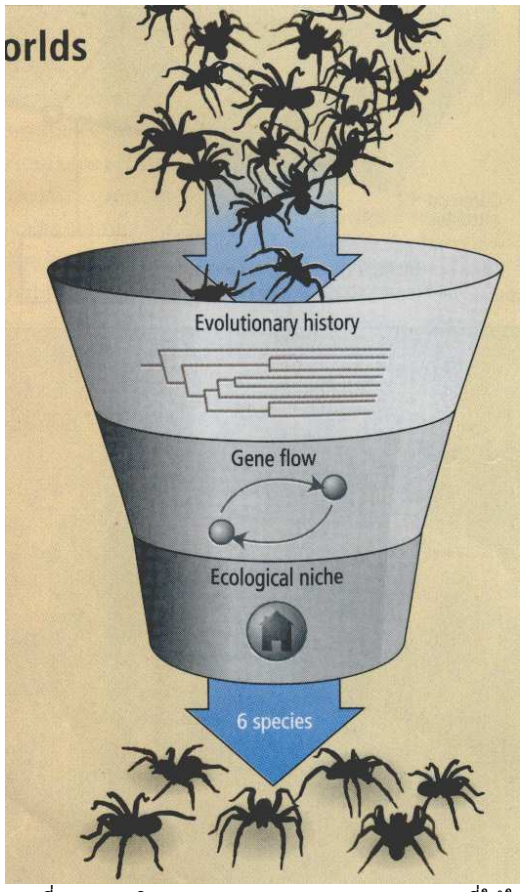
หากย้อนไปตั้งแต่ก่อนที่ดาร์วินอธิบายถึงคำว่าสปีชีส์ สืบเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ได้มีการนิยามคำว่าสปีชีส์จากอะไรและมีความหมายว่าอย่างไรบ้าง ซึ่งเมื่อเดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 2008 วารสาร Sciencetific American ได้เขียนบทความสรุปถึงการนิยามคำว่าสปีชีส์ไว้ว่า ในสมัยของลินเนียส (Carl Linnaeus) จะพูดถึงเรื่องของการใช้อนุกรมวิธาน (taxonomy) เป็นการจัดระบบสิ่งมีชีวิตจากที่มองเห็นหรือ classical taxonomy ต่อมาในปี ค.ศ. 1942 ก็มีการ

ตั้งแนวคิด biological species concept เป็นการใช้กลไกการแบ่งแยกทางการสืบพันธุ์หรือ reproductive isolation คือสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะสืบพันธุ์ได้ลูกที่มีชีวิตและไม่เป็นหมันกับสิ่งมีชีวิตเดียวกันเท่านั้น ต่อมาเริ่มมีแนวคิด phylogenetic species concept ที่ใช้ความสัมพันธ์ด้านวิวัฒนาการมาร่วมด้วย แต่ในท้ายที่สุดก็พบว่าไม่มีแนวคิดใดที่จะใช้อธิบายในทุกกรณีได้ ต้องมีการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน

ยุคของ Linnaeus มีการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตโดยใช้หลักอนุกรมวิธานที่มีตั้งแต่อาณาจักร (Kingdom) ไล่ลงมาจนกระทั่งถึงสปีชีส์ (Species) ทั้งหมดนี้ส่วนใหญ่จำแนกจากลักษณะสัณฐานภายนอกที่ปรากฏออกมา หากสิ่งมีชีวิตมีความแตกต่างกันก็แยกออกจากกัน จนกระทั่งแยกต่อไปไม่ได้ก็จัดเป็นสปีชีส์ แต่หากพิจารณาให้ละเอียดมากยิ่งขึ้นจะพบว่าแม้ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตในสปีชีส์เดียวกัน ก็ยังพบว่ามีความแตกต่างในลักษณะที่มองเห็น เพราะฉะนั้นการใช้รูปร่างภายนอกที่ปรากฏในการจำแนกสิ่งมีชีวิตเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอ

ต่อมาได้มีคนเสนอแนวคิดที่เรียกว่า biological species concept โดยบอกว่าสปีชีส์เดียวกัน จะมีแหล่งสะสมยีนของลักษณะพันธุกรรมต่างๆ ของประชากรทั้งหมดไว้ รวมเรียกว่า “ยีนพูล” (gene pool) และสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะต้องผสมพันธุ์กันได้ลูกที่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตเดียวกันเท่านั้น และไม่สามารถผสมพันธุ์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ได้ ทำให้เกิดคำถามต่อว่า แล้วในสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น โรติเฟอร์ หรือว่าในแบคทีเรียซึ่งไม่ได้สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศนี้ จะใช้แนวคิดนี้อธิบายได้อย่างไรบ้าง แนวคิด phylogenetic species concept จึงเกิดขึ้น โดยความจริงแนวคิดนี้อาศัยพื้นฐานจากแนวคิดของลินเนียส คือ ดูจากลักษณะภายนอกที่แตกต่างกัน เพียงแต่แนวคิด phylogenetic species concept สามารถบอกถึงวิวัฒนาการได้ และบอกได้ว่าสปีชีส์นี้มีบรรพบุรุษมาจากไหน และเมื่อมีลักษณะใหม่เกิดขึ้นที่มีความแตกต่างไปจากบรรพบุรุษเดิมจะมีการแยกสายออกไป เช่น คนสามารถที่จะเดินได้ เป็นต้น แต่กระนั้นก็ไม่มีแนวคิดใดที่จะใช้ได้ดีในทุกกรณี ส่งผลให้แนวคิด unified approach เกิดขึ้น

Carl Zimmer ได้ใช้แนวคิด unified approach concept ทำการศึกษาแมงมุมในแคลิฟอร์เนีย ซึ่งมีรูปร่างเหมือนกันมาก โดยเขาอยากรู้ว่าแมงมุมมีทั้งหมดกี่สปีชีส์ จึงศึกษาด้วยการใช้ marker ของยีน 2 ตัว ในแมงมุม ควบคู่กับการศึกษาแหล่งที่อยู่อาศัย ในที่สุดก็สามารถใช้แนวคิด unified approach concept แบ่งสปีชีส์ของแมงมุมได้ทั้งหมด 6 สปีชีส์ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7. แนวคิด unified approach concept ที่ใช้ในการศึกษาแมงมุมในแคลิฟอร์เนีย

หากพิจารณาจากทุกแนวคิด จะพบว่าแนวคิดส่วนใหญ่มักอธิบายเกี่ยวกับพืชและสัตว์ แต่กลับไม่ค่อยกล่าวถึงสิ่งมีชีวิตอีกกลุ่มหนึ่งในธรรมชาติซึ่งมีจำนวนมาก นั่นคือ จุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรียหรือรา การใช้รูปร่างในการจำแนกกลุ่มโปรคาริโอตหรือพวกอาร์คีแบคทีเรียนั้นเป็นสิ่งที่ยากมาก เพราะจุลินทรีย์เกือบทั้งหมดมีรูปร่างเป็นแท่ง (rod) หรือ มีลักษณะกลมๆ ทำให้ต้องมีการวิเคราะห์ความแตกต่างทางชีวเคมี แทน เช่น ความสามารถในการใช้น้ำตาลต่างๆ การเกิดแก๊ส เป็นต้น ต่อมาในปัจจุบันก็เริ่มใช้ชีวโมเลกุล (molecular biology) ในการจัดจำแนกสปีชีส์มากขึ้น แต่ก็พบว่า

แม้แต่ในสปีชีส์เดียวกัน อย่างเช่น *E.coli* K12 กับ *E.coli* 157 เมื่อดูถึงระดับพันธุกรรมแล้ว พบว่ามีความแปรผัน (variation) ในสปีชีส์มากกว่าความแปรผันที่เกิดขึ้นระหว่างคนกับชิมแปนซีเสียอีก อีกทั้งนักวิทยาศาสตร์พบว่าจากเดิมที่เชื่อว่าจุลินทรีย์ไม่มีระบบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ จึงทำให้ไม่มีการถ่ายทอดยีนเกิดขึ้น แต่ว่า *E.coli* K12 หรือ *E.coli* ที่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่น หรือ normal flora ที่ไม่เคยมีอันตรายใดๆ ในภายหลังกลับเกิดมี *E.coli* 157 ซึ่งเป็น *E.coli* ในสปีชีส์เดียวกันแต่กลับเป็นต้นเหตุของการเกิดโรค และเมื่อนำ *E.coli* K12 กับ *E.coli* 157 มาหาลำดับเบสก็พบว่าแบคทีเรีย *E.coli* 157 มียีนใหม่ที่ไม่พบใน *E.coli* K12 เลย ซึ่งยีนใหม่นี้อาจเป็นยีนที่เป็น killer คือ ทำให้ *E.coli* กลายเป็นตัวก่อโรค แสดงให้เห็นว่าแบคทีเรียหลายๆ ตัวที่เป็นสปีชีส์เดียวกัน หากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันอาจจะเปลี่ยนจากจุลินทรีย์ประจำถิ่นที่ไม่ก่อโรคไปเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อโรคได้ ดังนั้นจากที่เชื่อว่าเป็นสปีชีส์เดียวกันนั้น ความจริงแล้วเป็นสปีชีส์เดียวกันจริงหรือไม่ แต่ทั้งนี้ก็มีผู้เสนอว่าไม่ควรเปลี่ยนว่าไม่ใช่สปีชีส์ *E.coli* แต่ให้ใส่คำว่า อีโคว่า เพิ่มเข้าไปแทน เนื่องจากเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นจากความแปรในทางวิวัฒนาการ

ข้อค้นพบในเรื่องความแตกต่างทางพันธุกรรมที่สามารถเปลี่ยนจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อโรคไปสู่จุลินทรีย์ที่ก่อโรคได้นั้นนับว่ามีความสำคัญและมีประโยชน์มาก เพราะแม้ว่าในแบคทีเรียจะไม่มีการการสืบพันธ์แบบอาศัยเพศ ไม่มีการถ่ายทอดสารพันธุกรรมตามแนวตั้ง (vertical gene transfer) คือ การส่งสารพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปยังชั่วรุ่นถัดไป แต่กลับพบว่ามีถ่ายทอดสารพันธุกรรมตามแนวขวางหรือแนวนอน (horizontal gene transfer) คือสามารถแลกเปลี่ยนยีนกันได้ แม้จะไม่ได้อยู่ในสปีชีส์หรือจีนัสเดียวกัน หรือที่เรียกว่า Dropping and Swapping Genes เช่น ใน *S. thermophilus* และ *L. bulgaricus* ที่ถูกนำมาใช้ทำโยเกิร์ตมานานแล้ว พบว่ามีการแลกเปลี่ยนยีนกันอย่างชัดเจน ด้วยเหตุนี้การแยกสปีชีส์ด้วยการศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการสำหรับสิ่งมีชีวิตกลุ่มจุลินทรีย์มีความสำคัญมากกว่าการทำอนุกรมวิธาน จากที่ทราบว่า *E.coli* K12 สามารถเปลี่ยนไปเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อโรคได้ และมีความแปรผันเกิดขึ้นได้นั้น หากมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงอย่างใกล้ชิด ก็จะทำให้เกิดการป้องกันการแพร่ระบาดของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคได้ แต่กระนั้นแล้ว ***นักวิทยาศาสตร์จะมีวิธีการแยกสปีชีส์ได้อย่างไร? และจะทราบได้อย่างไรว่าสปีชีส์เหล่านี้มีบรรพบุรุษร่วมกัน? อะไรคือสาเหตุที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการผ่านการคัดสรรตามธรรมชาติ?***

ทั้งนี้ หากนึกถึงภาพของดีเอ็นเอจะพบว่ามีความแตกต่างกัน และสิ่งที่ทำให้เกิดความแตกต่างนั้นก็มีสาเหตุจากหลายกรณี เช่น การกลายพันธุ์ (mutation) การเกิดการลดลงของโครโมโซม (dropping chromosome) การเคลื่อนย้าย อพยพ (migration) ของสิ่งมีชีวิต การรวมกันของลักษณะของพ่อและแม่เมื่อมีการผสมพันธุ์ (recombination) การเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีน (genetic drift) การคัดสรรตามธรรมชาติ (natural selection) และการปรับตัว (adaptation) ซึ่งมีความซับซ้อนมาก

การกลายพันธุ์ (mutation) เกิดขึ้นมาได้อย่างไรบ้าง โดยปกติดีเอ็นเอจะต้องถูกสร้างใหม่ให้เหมือนเดิมทุกประการเพื่อถ่ายทอดไปยังลูกหลาน ซึ่งในกระบวนการสร้างดีเอ็นเอนั้น ดีเอ็นเอจะทำหน้าที่เป็นแม่พิมพ์เพื่อทำการคัดลอก และในกระบวนการคัดลอกแต่ละครั้งก็อาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ แม้ว่าในร่างกายจะมีระบบการตรวจสอบดีเอ็นเอที่มีความผิดปกติ เช่น ชนิดเบสหายไป เปลี่ยนไป หรือ มีจำนวนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งความผิดปกติที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดจากการแลกชิ้นส่วนของดีเอ็นเอในระหว่างการคัดลอกดีเอ็นเอ

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของดีเอ็นเอที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เช่น การถ่ายทอด กล่าวคือ ดีเอ็นเอจะอยู่ในนิวเคลียส ซึ่งถ้าเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ลูกจะได้ดีเอ็นเอจากพ่อครึ่งหนึ่งและแม่อีกครึ่งหนึ่ง ทำให้มีการรวมกันของลักษณะจากพ่อและแม่เกิดขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็มีดีเอ็นเออีกส่วนหนึ่งอยู่ในไมโตคอนเดรียที่อยู่ในเซลล์ไข่ ขณะที่ในสเปิร์มจะไม่มี ไมโตคอนเดรีย ดังนั้นไมโตคอนเดรียดีเอ็นเอถือได้ว่าเป็นมรดกทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากแม่ไปสู่ลูกเท่านั้น และจะถูกถ่ายทอดไปสู่ลูกในระหว่างการปฏิสนธิ จะเห็นว่าไมโตคอนเดรียดีเอ็นเอมีส่วนสำคัญสำหรับการสืบหา

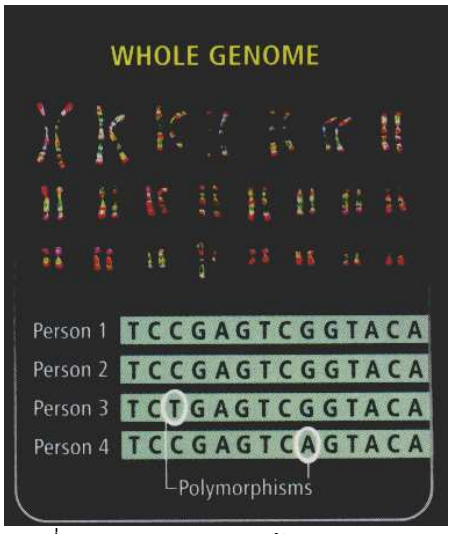
บรรพบุรุษเป็นอย่างมาก เพราะว่าดีเอ็นเอที่อยู่ในนิวเคลียสจะถูกคัดลอกไว้เพียง 2 ชุดเท่านั้น เมื่อเวลาผ่านไปก็อาจจะสูญหายไปด้วย แต่ขณะที่ไมโตคอนเดรียดีเอ็นเอมีหน้าที่ในการผลิตพลังงาน ทำให้มีการคัดลอกไมโตรคอนเดรียดีเอ็นเอจำนวนมาก

ดังนั้น โอกาสที่จะเจอไมโตคอนเดรียดีเอ็นเอจึงยิ่งสูงขึ้นด้วย ทำให้ในปัจจุบันมักจะมีการใช้ไมโตคอนเดรียดีเอ็นเอในการศึกษาวิวัฒนาการ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ หากอยากรู้ว่าอีฟเป็นบรรพบุรุษของเราหรือไม่ ก็ต้องมีการตรวจสอบไมโตรคอนเดรียดีเอ็นเอย้อนกลับไป โดยลูกชายหรือลูกสาวในรุ่นแรกจะมีไมโตรคอนเดรียที่ได้รับจากแม่ แต่หากลูกชายไปแต่งกับหญิงอื่น ลูกที่ออกมาจะเป็นไมโตคอนเดรียจากแม่ของฝ่ายหญิงแทน แต่ถ้าลูกผู้หญิงแต่งงาน แล้วไม่ว่าจะมีลูกเป็นผู้หญิง ผู้ชายก็จะได้รับไมโตรคอนเดรียมาด้วย ทำให้สามารถตรวจสอบกลับไปหายายหรือญาติฝ่ายแม่ได้

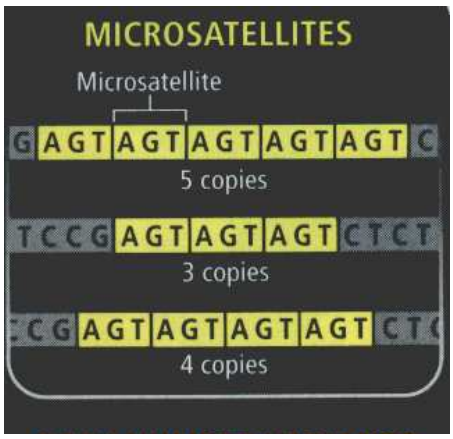
นอกจากการที่ไมโตคอนเดรียดีเอ็นเอจะมีการคัดลอกไว้จำนวนมากแล้ว ก็ยังมีส่วนที่เรียกว่า hyper variations คือ มีการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสที่เร็วกว่าดีเอ็นเอ 10 เท่า ที่สำคัญโมเลกุลเหล่านี้สามารถวิวัฒนาการได้เช่นเดียวกันกับสิ่งมีชีวิตทั้งตัว ทำให้นำมาศึกษาในด้านวิวัฒนาการได้ โดยจากที่กล่าวมาแล้วว่าเวลาที่ดีเอ็นเอมีการแบ่งตัว จะมีโอกาสเกิดความผิดปกติเกิดขึ้น และยิ่งนานวันความผิดปกติก็จะมีมากขึ้น จึงทำให้ดูได้ว่าสิ่งมีชีวิตเริ่มแยกออกมาจากบรรพบุรุษเดิมนานเท่าไร ด้วยการดูจากความแตกต่างของดีเอ็นเอที่อยู่ในไมโตคอนเดรีย แต่ในปัจจุบันก็สามารถดูจากดีเอ็นเอที่อยู่ในนิวเคลียสได้เช่นกัน

นอกเหนือจากความผิดปกติดังกล่าวแล้วยังมีความผิดปกติที่เกิดจากสาเหตุอื่น เช่น คน ในทุกๆ 500 หรือ 1,000 เบส ของคนสี่คน จะมีความผิดปกติที่เบสตัวหนึ่ง ทำให้คนทั้ง 4 คนมีลำดับเบสที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 8) ความผิดปกติหรือความแตกต่างของเบสเพียงตำแหน่งเดียวที่ทำให้เกิดผลต่างทางกายภาพที่แสดงออกมาในสิ่งมีชีวิตนี้ เรียกว่า Single Nucleotide Polymorphisms : SNPs หรือ สนิป

ในความหลากหลายหรือความแตกต่างในระดับประชากร จะเห็นความแตกต่างที่เรียกว่า microsatellites คือ ลำดับเบสที่เรียงตัวซ้ำกัน เช่น มีตัวอักษร A C G T แล้วก็ซ้ำกันอยู่ทั้งหมด 5 ชุด 3 ชุด หรือ 4 ชุด ซึ่งจำนวนที่ซ้ำกัน (ภาพที่ 9) จะเป็นจำนวนที่บอกถึงความแตกต่างของประชากรในสิ่งที่มีชีวิตได้ด้วย หรือว่าอาจจะเกิดการจำลองดีเอ็นเอที่แตกต่างกันไปอีก



ภาพที่ 8. ความผิดปกติของลำดับเบสของคน 4 คน



ภาพที่ 9. microsatellites ลำดับเบสที่เรียงตัวซ้ำกัน

อีกสิ่งหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในดีเอ็นเอ คือ การที่ลำดับของดีเอ็นเอสามารถเคลื่อนที่ไปได้ทั่วจีโนมของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า การกระโดดของยีน (jumping gene หรือ jumping codons แต่ถ้าเรียกอย่างเป็นทางการ คือ transposon) โดยทรานส์โพซอนนี้มีความสามารถในการคัดลอกตัวเองได้ มีเอ็นไซม์ที่จะตัดแล้วจำลองตัวเอง และนำชิ้นส่วนที่จำลองขึ้นมานี้สอดแทรกเข้าไปในส่วนอื่นๆ บนโครโมโซมของดีเอ็นเอได้ และเมื่อใส่เข้าไปแล้ว จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น หากใส่เข้าไปในชิ้นส่วนของยีนที่ทำหน้าที่หนึ่งอยู่แล้ว อาจจะมีผลให้ยีนไม่ทำงานหรือทำให้เกิดหน้าที่ใหม่

ขึ้น ดังนั้นหากมีการกระโดดของยีนบ่อยๆ อาจจะเป็นอันตรายได้ หากแต่ความจริงแล้วในกลไกของสิ่งมีชีวิตจะมีการป้องกันไม่ให้การกระโดดของยีนทำงาน เรียกว่า ดีเอ็นเอ เมทิเลชั่น (DNA methylation) คือ การที่กลุ่มเมทิล (methyl (-CH_3))ไปเกาะกับสารพันธุกรรม เพื่อยับยั้งการทำงานของ ทรานส์โพซอนแต่ว่าทรานส์โพซอนเองก็มีประโยชน์ โดยบาร์บารา แม็กคินต็อก (Barbara McClintock) ได้ค้นพบว่า การกระโดดของยีนบนโครโมโซมข้าวโพด ทำให้ข้าวโพดมีสีต่างๆ เช่น สีม่วง สีเหลือง เป็นหย่อมๆ ภายในฝักเดียวกัน

นอกจากนี้ในมนุษย์ การเกิดทรานส์โพซอนจะสามารถสอดแทรกเข้าไปในตำแหน่งที่จำเพาะเจาะจงได้ ทำให้มีการศึกษาในทรานส์โพซอนโบราณของมนุษย์ ที่เรียกว่า Harbinger 3_DR โดยนักวิทยาศาสตร์กำลังพยายามศึกษาว่าบริเวณที่จำเพาะเจาะจงดังกล่าวอยู่ในบริเวณใด เพื่อว่าในอนาคตอาจนำมาใช้ในการรักษา ซ่อมแซมยีนที่ผิดปกติในคนที่มีความผิดปกติของยีนได้ ด้วยการใช้ ทรานส์โพซอนเป็นตัวกลางในการนำชิ้นส่วนยีนที่ต้องการซ่อมแซมไปยังบริเวณที่ต้องการ และเมื่อมีการใส่ชิ้นส่วนเข้าไปแล้วทรานส์โพซอนจะหยุดการทำงานทันทีโดยที่จะไม่มีการสร้างเอนไซม์ต่อไป เป็นยีนบำบัด ซึ่งนับเป็นความก้าวหน้าทางการแพทย์ที่อาจจะเกิดขึ้น

เมื่อรู้แล้วว่าวิวัฒนาการที่เกิดขึ้นมีกลไกอย่างไร แต่คำถามที่เกิดขึ้นตามมาคือ วิวัฒนาการที่เกิดขึ้นเป็นความพยายาม หรือความต้องการของสิ่งมีชีวิตใช่หรือไม่ คำตอบคือ ไม่ใช่ ตัวอย่างเช่น หมีขาวที่ขั้วโลกไม่ใช่เพราะว่าหมีหนาว และต้องการขนจึงกดดันตัวเองให้เกิดวิวัฒนาการเพื่อสร้างขนขึ้นมา แต่วิวัฒนาการคือการสุ่ม ดังจะเห็นได้จากการเกิดการการกลายพันธุ์หรือเกิดเหตุการณ์ต่างๆ เป็นการสุ่มโดยการคัดเลือกตามธรรมชาติ โดยธรรมชาติได้เลือกจากความแปรผันที่มีอยู่ในประชากรหรืออยู่ในสปีชีส์นั้นๆ อยู่แล้ว ดังนั้นการคัดสรรตามธรรมชาติไม่ใช่สิ่งที่สมบูรณ์แบบ หากสิ่งมีชีวิตไม่มีความแปรผันอยู่แล้วในธรรมชาติ กระบวนการคัดสรรตามธรรมชาติก็ไม่สามารถเกิดขึ้นได้เช่นกัน ธรรมชาติจึงเลือกสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติเพื่อให้มีความสามารถในการถ่ายทอดพันธุกรรมให้แก่ยีนรุ่นต่อๆ ไปด้วย คือ เมื่อประสบความสำเร็จในการผสมพันธุ์แล้วก็ต้องถ่ายทอดพันธุกรรมไปได้ด้วย

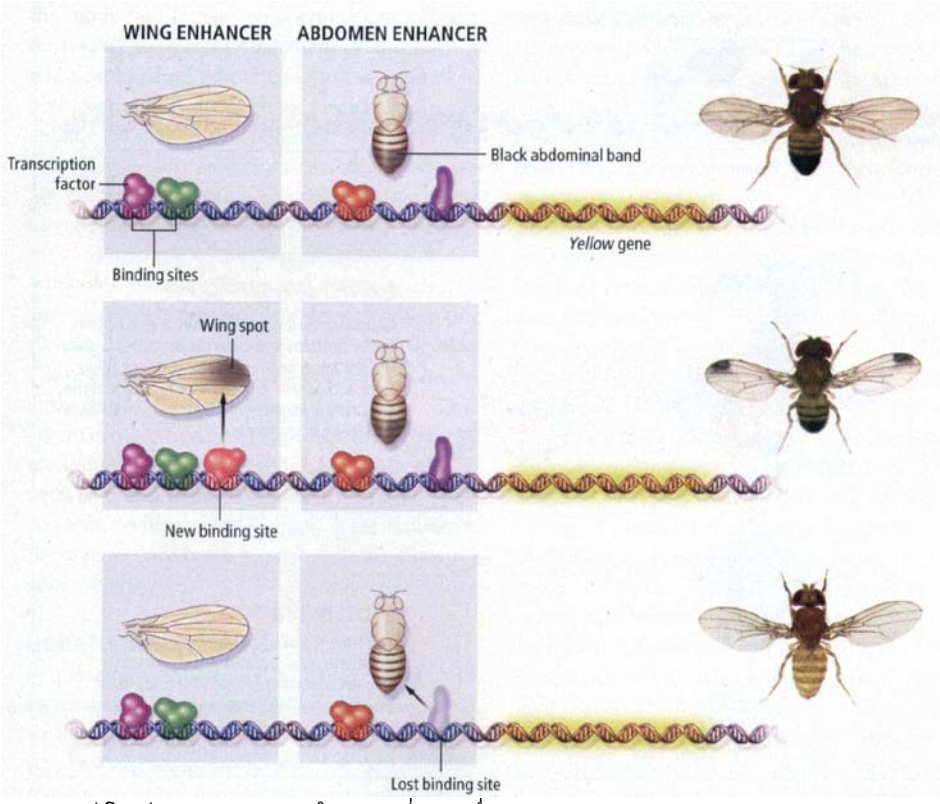
ในอดีตที่นักวิทยาศาสตร์มักจะพูดถึงความแตกต่างที่เกิดขึ้นในส่วนของยีนบริเวณ coding region (ลำดับเบสที่สามารถแปลรหัสเป็นโปรตีน) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเบส โปรตีนจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้พุ่งความสนใจเฉพาะบริเวณ coding region เท่านั้น แต่จะให้ความสำคัญกับส่วนที่เรียกว่า non coding region (ส่วนที่ไม่สามารถแปลรหัสเป็นยีนได้) ด้วย จากเดิมที่มองว่าเป็น ดีเอ็นเอขยะ หรือ junk DNA เท่านั้น ทั้งนี้เพราะผลการศึกษาพบว่า ในสายดีเอ็นเอทั้งหมดมีส่วนที่เป็น coding region เพียงแค่ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 98.5 เปอร์เซ็นต์ นั้นคือส่วนของ non coding region ฉะนั้นการที่มีอยู่ในสัดส่วนที่มาก แสดงว่าต้องมีบทบาทหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง

ส่วนที่สองที่น่าสนใจ คือ สิ่งมีชีวิต เช่น หนูกับคน มีรูปร่างที่แตกต่างกัน แต่ว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของยีนในหนูมีความเหมือนกับของคนมาก ส่วนยีนในคนกับลิงซิมแปนซีต่างกันแค่ 1- 2 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่มนุษย์สองคนมีความแตกต่างกันเพียง 0.1 เปอร์เซ็นต์ และต่างกันที่กรดอะมิโนเพียง 1-2 ตัวเท่านั้น ดังนั้นจึงเป็นไปได้หรือไม่ว่า สิ่งซึ่งเราเห็นความแตกต่างนี้ หรือวิวัฒนาการที่เกิดขึ้น อาจเกิดนอกเหนือจากบริเวณ coding region โดยส่วนของ non coding region หรือที่เรียกว่า regulatory sequence อาจมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของยีน หรืออาจเป็นมีส่วนที่ควบคุมการทำงานของยีนให้แตกต่างกัน ซึ่งก็มีหน้าที่หลายแบบ เช่น ไมโครอาร์เอ็นเอ (micro RNA : สารพันธุกรรมขนาดจิ๋วที่จับกันเป็นสายคู่สั้นๆ ที่สามารถจับกับ mRNAs เพื่อยับยั้งการแปลข้อมูลทางพันธุกรรมทำให้หยุดการสร้างโปรตีน) ทรานสคริปชันแฟคเตอร์ (transcription factors :โมเลกุลที่มีคุณสมบัติพิเศษคือสามารถจับเส้นดีเอ็นเอที่มีรหัสจำเพาะได้ ทำให้สามารถควบคุมการทำงานของยีนอื่นๆ) ที่สำคัญการควบคุมการสร้าง mRNA นั้นเสียพลังงานมาก จึงน่าจะต้องมีการรักษาพลังงานเอาไว้ ด้วยการเลือกใช้เฉพาะยีนในส่วนที่จำเป็น ทำให้ยีนต้องมีการปิด-เปิด และการทำงานในส่วนนี้น่าจะมาจากส่วนของ non coding ดังนั้น non

coding จึงอาจเป็นตัวที่ควบคุมการทำงานของยีนที่สำคัญ

นอกจากนี้ non coding region ยังเป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเม็ดสีสีดำ แต่เรียกว่า yellow pigment และการที่ยีนตัวนี้จะทำงานได้ ต้องมีทรานสคริปชันแฟคเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นโปรตีนที่จะจับกับส่วนของ non coding region ที่เรียกว่า ตัวควบคุมการทำงานของยีน จากนั้นจะไปกระตุ้นให้ยีนผลิต mRNA และ mRNA จะถูกแปลรหัสไปเป็นโปรตีน จะเห็นว่าถ้าไม่มี ทรานสคริปชันแฟคเตอร์มาจับกับโปรตีนในบริเวณนี้ ยีนจะไม่ทำงาน และถ้าเกิดความผิดปกติของตัวควบคุมการทำงานของยีนขึ้น ทรานสคริปชันแฟคเตอร์ก็จะไม่สามารถเข้าจับได้ ทำให้ไม่มีกระบวนการถอดรหัสของ mRNA ซึ่งนับได้ว่าเป็นการควบคุมการทำงานของยีนรูปแบบหนึ่ง

ควบคุมการสร้างเม็ดสีด้วยตัวควบคุมการทำงานของยีนตัวหนึ่ง ขณะที่บริเวณปีกจะถูกควบคุมด้วยตัวควบคุมการทำงานของยีน อีกตัวหนึ่ง การค้นพบนี้เป็นประโยชน์มาก เพราะจะเห็นว่าหากเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ ตัวควบคุมการทำงานของยีนตัวใดตัวหนึ่ง ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเฉพาะบางที่ นับเป็นความฉลาดของสิ่งที่มีชีวิตในการทำงาน คือ ถ้าเป็นบรรพบุรุษซึ่งปีกไม่มีสี มีสีบาง หรือสีเหลืองๆ อ่อน ไม่จุดสีดำ เกิดจาก ทรานสคริปชันแฟคเตอร์มาจับกับตัวควบคุมการทำงานของยีน 2 ตัวนี้ หากแต่ว่าการมาจับไม่ทำให้เกิดการแสดงออกของยีน จึงทำให้ปีกไม่มีจุด แต่เมื่อทรานสคริปชันแฟคเตอร์ ทั้ง 2 ตัว มาจับบริเวณท้อง ก็จะกระตุ้นการทำงานของยีนบริเวณท้อง ทำให้เป็นสีดำ ต่อมาเมื่อมีวิวัฒนาการเพิ่มขึ้นแมลงหวี่มีลักษณะพิเศษเพิ่มขึ้น คือ บริเวณปีกมีจุดสีดำเพราะว่ามี Enhancer เกิดเพิ่มขึ้นมาอีกตัวหนึ่ง

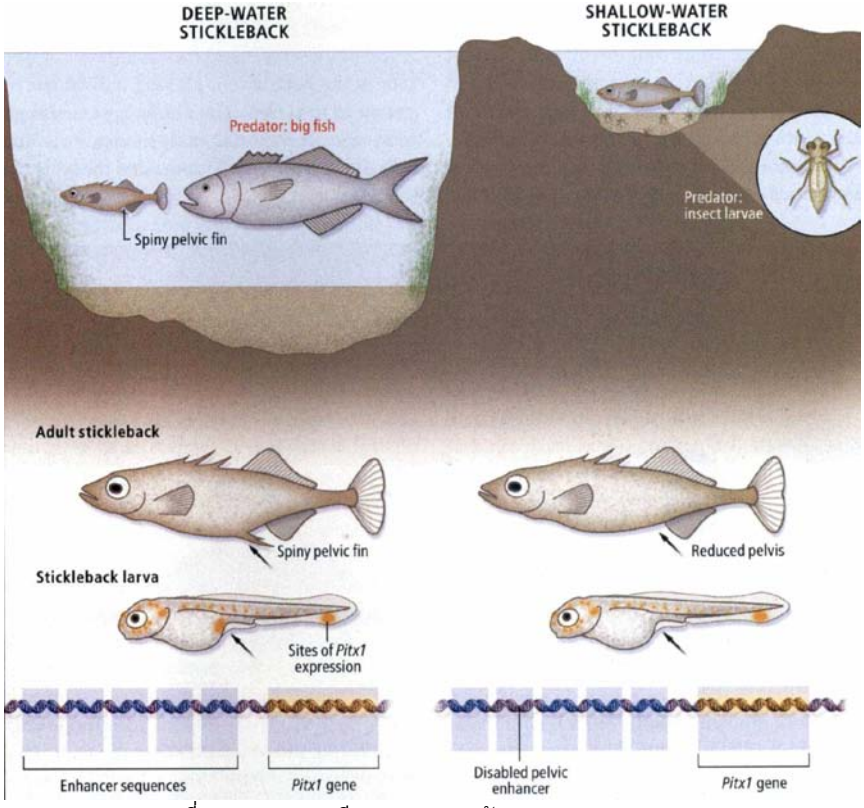


ภาพที่ 10. การควบคุมสี โดยยีน yellow pigment ในแมลงหวี่ชนิดหนึ่ง

ล่าสุดผู้ที่ได้รางวัลโนเบล สาขาชีววิทยา ได้มีการใช้กรีนฟลูออเรสเซ็นโปรตีนในการทดลองด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่างในแมลงหวี่ชนิดหนึ่ง ซึ่งมียีน yellow pigment ที่มีหน้าที่ควบคุมการสร้างเม็ดสีดำทั้งในบริเวณปีกและท้อง โดยที่บริเวณท้องจะถูกดังนั้น เมื่อทรานสคริปชันแฟคเตอร์เข้าจับกับ ตัวควบคุมการทำงานของยีน (Enhancers) ทั้ง 3 ตัว ก็จะไปกระตุ้นการทำงานของยีนบริเวณปีกให้มีการสร้างเม็ดสีดำขึ้นมา ในขณะที่บริเวณท้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงของตัวควบคุมการทำงานของยีน จึงทำให้ท้องมีลักษณะเป็น

สีดำเหมือนเดิม (ภาพที่ 10) แต่ต่อมาเกิดแมลงหวี่ที่ไม่มีเม็ดสีดำที่บริเวณท้อง แสดงให้เห็นว่าตัวควบคุมการทำงานของยีน บริเวณท้องอาจเกิดการกลายพันธุ์เหลือ ตัวควบคุมการทำงานของยีน เพียงแค่ตัวเดียวจึงทำให้ไม่มีสีเกิดขึ้น เป็นการแสดงให้เห็นถึงการทำงานของยีนเพียงแค่ตัวเดียวแต่ถูกควบคุมด้วยตัวควบคุมการทำงานของยีนหลายตัว ซึ่งลักษณะเช่นนี้มักจะพบในยีนที่ทำหน้าที่ได้หลายอย่าง

เกาะอยู่บนครีบอก และทำร้ายปลา ครีบอกที่เคยมีจึงหายไปเพื่อเป็นการป้องกันตัวเอง ซึ่งผลการศึกษาสรุปว่า ยีนที่ใช้ในการควบคุมคือยีนตัวเดียวกัน และเป็นยีนที่มีความปกติเหมือนกัน แต่ส่วนที่ผิดปกติ คือ ตัวควบคุมการทำงานของยีนปลาที่อยู่ในแหล่งน้ำจืดมี ตัวควบคุมการทำงานของยีนผิดปกติ ส่งผลให้ยีนไม่ทำงาน ทำให้ไม่มีการสร้างครีบอก นับเป็นความผิดปกติที่มีประโยชน์ช่วยให้ปลามีการอยู่รอดต่อไปได้ (ภาพที่ 11)

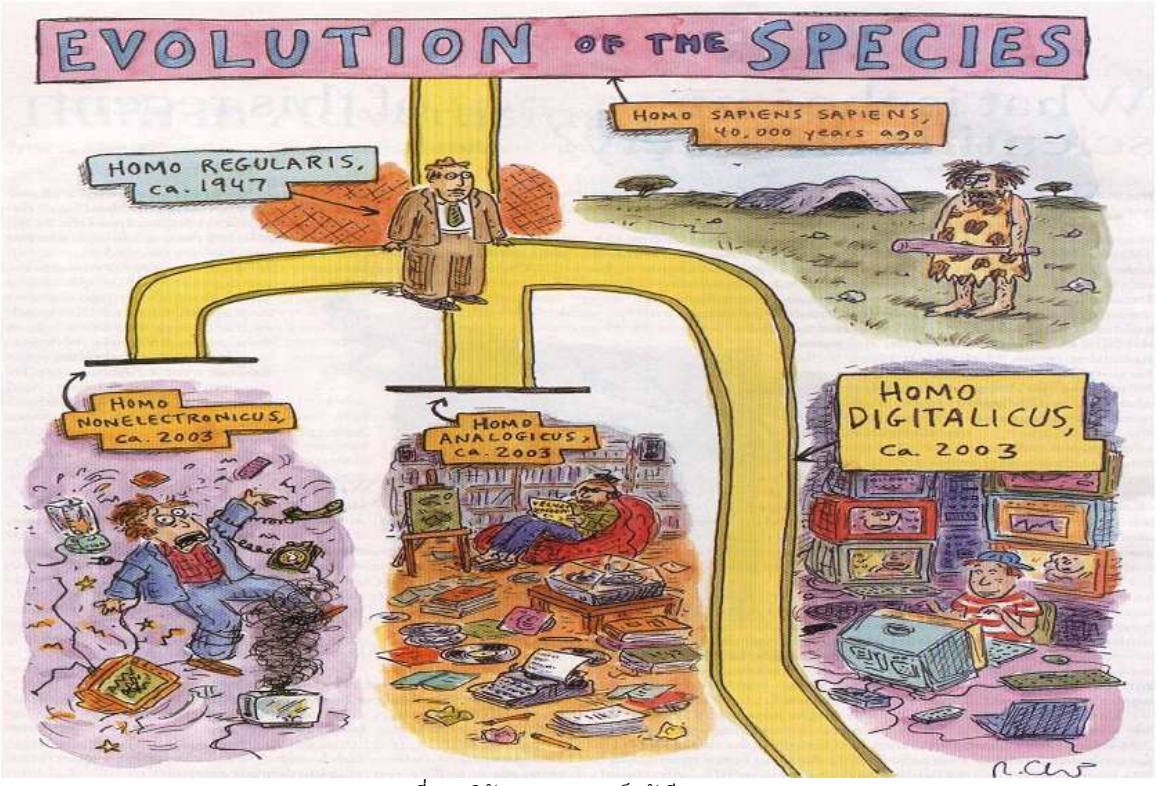


ภาพที่ 11. การลดรูปครีบอกของปลาหลังหนาม (Stickleback fish)

อีกตัวอย่างหนึ่งที่มีการศึกษากันมาก คือ ปลาหลังหนาม (Stickleback fish) ที่มีการศึกษาเรื่องการกลายพันธุ์กันมาก โดยในอดีตปลาชนิดนี้เคยอาศัยอยู่ในน้ำเค็ม แต่เมื่อน้ำแข็งละลายพวกมันก็แพร่กระจายเข้าไปอาศัยอยู่ในน้ำจืด จากการศึกษาพบว่าปลาหลังหนามที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็มจะมีครีบอกคล้ายหนาม (spiny pelvic fin) เพื่อใช้ในการป้องกันตัว แต่เมื่อได้ย้ายไปอยู่อาศัยในอีกสิ่งแวดล้อมหนึ่งคือแหล่งน้ำจืดที่ค่อนข้างตื้น กลับพบว่าครีบอกได้ลดรูปหายไป โดยสันนิษฐานว่าอาจสืบเนื่องมาจากแหล่งที่อยู่อาศัยซึ่งค่อนข้างตื้น ทำให้แมลงที่อาศัยอยู่ในดินสามารถขึ้นมา

นอกจากนี้คนกับลิง ก็มีการพูดกันถึงเรื่อง non coding region เหมือนกัน โดยกล่าวถึงยีนที่มีการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวกับพฤติกรรมและความจำในคนกับในลิง พบว่ามีความเหมือนกัน แต่ส่วนที่คาดว่าน่าจะมีความเกี่ยวข้องคือ ส่วนที่ควบคุมยีน หรือ non coding region ทำให้คนที่ยังคงมียีนเกี่ยวกับพฤติกรรมและความจำอยู่ก็เพราะว่ามีประโยชน์กับคน

ในระยะเวลาหลายแสนปี หลายหมื่นปี ที่ผ่านมามนุษย์ได้มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นอย่างมาก จากมีโฮโมอิเรคตัส (*Homo erectus*) โฮโม ซาเปียน นีแอนเดอร์ทาเลนซีส (*H. sapiens neanderthalensis*) และ



ภาพที่ 12. วิวัฒนาการมนุษย์หลังปี ค.ศ. 1947

โฮโม ซาเปียน (*H. sapiens*) ซึ่งใช้ระยะเวลาในการวิวัฒนาการนานมาก แต่ว่าในปัจจุบันวิวัฒนาการได้ถูกเร่งขึ้นอย่างมาก ทำให้เมื่อมี โฮโม ซาเปียน แล้วก็มี โฮโม เรกูลาริส (*Homo regularis*) ในปี ค.ศ. 1947 และภายในช่วงเวลาไม่กี่ปีนี้เราก็มี โฮโม นอนอิเล็คโตรนิคัส (*Homo nonelectronicus*) โฮโม ดิจิตอลิคัส (*Homo digitalicus*) และ โฮโม อนาล็อคจิคัส (*Homo analogicus*) (ภาพที่ 12) สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่านที่ได้ให้ความสนใจในการบรรยายครั้งนี้ ขอบขอบคุณค่ะ

What is ecology research?

Warren Y. Brockelman
National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC), E-mail : wybrock@cscoms.com

---

At first, I thought this was an easy question to answer, but upon reflection it turns out to be two difficult questions. The first is what is ecology? The second is what is research, or what is ecological research?

What is ecology?

The term ecology is derived from the Greek word *Oikos*, meaning house, or the place where you live. This may be translated loosely as the environment where you live, or the things around you. (Figure 1) Ecology, a discipline that had its origin in the nineteenth and early twentieth centuries, therefore came to mean the science of study of the relationship between the organisms and their environment. Of course, other organisms of the same and different species are part of the environment, so ecology came to include the study of the relationships between organisms of the same and different species. Hence, ecology became focused on the dynamics of populations and communities as well as the responses of individual organisms.

"The relationship between organisms and their environment" proves to be an inadequate definition of the modern science of ecology. Many alternative definitions have been proposed-in fact, every textbook in ecology seems to offer its own definition, according to the interests and philosophy of the author. The most serious conceptual difficulty with the definition is its focus on the organism as though it were separable from the environment. Consider this: we breath air and absorb its oxygen, and we eat food that contains carbon and other nutrients that become integrated into our body. We then produce and breathe out carbon dioxide which becomes part of the atmosphere, and then part of the ocean, the sediments and the rocks. We are only temporary aggregations of elements that are borrowed from the environment. Viewed over time, we are not separable from the environment-we are really part of it. We are really part of a system: the organism-environment system. This is what we call the "ecosystem", of which we are an integral part, borrowing materials and energy in the peculiar

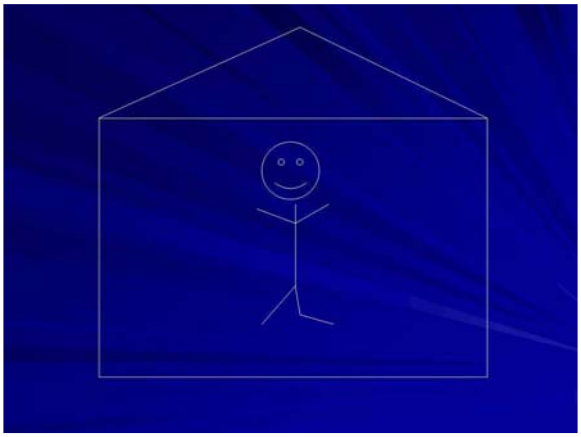


Figure 1. The organism is part of the house.

configuration we call life. An early invention of planet Earth, but probably of other distant planets also.

Another candidate definition of ecology is therefore the "study of the structure and function of the ecosystem". This is not a bad definition of ecology, although not everyone prefers it. Modern ecology is definitely systems oriented. There are three different ways to analyze the ecosystem, each using a different "currency":

The Ecosystem:

Biological organization: measured in the units of numbers of individuals, and focusing on the organization of populations and communities. The most fundamental law may be the mathematical principle of compound population growth. There are also important principles concerning population interactions such as competition and predation.

Materials: involving at the highest level the study of biogeochemistry. The focus is on the cycling of nutrients, and the "currency" is grams, or kg, petagrams, etc. of matter. Governed by the fundamental law of conservation of matter. Important also are the laws of chemical oxidation and reduction.

Energy: involving the study of ecosystem energetics, including heat and potential energy. The focus is on the "flow" of energy through the community and surrounding environment. The

currency is the joule (the universal energy unit), or the unit of heat energy, the calorie. Governed by the laws of thermodynamics.

These three components of ecosystems are not physically separable, but they generate their own research questions and special problems that are studied by specialists in each sub-discipline. Each component is governed by its own physical laws and theories. For example, the most vital difference between the flow of energy and flow of materials is that materials constantly recycle, while energy can never be recycled or reused. These two phenomena obey different physical laws, and they should never be confused in the same model. (Figure 2)

There is considerable interaction between the sub-disciplines of ecology, and ecologists cannot consider themselves competent without some mastery of all of them. For example, how does top-down regulation by predators affect the flow of energy through primary producers? The first component dealing with populations also borders broadly with the fields of population genetics and evolution, and also animal behavior (behavioral ecology). There are really many sub-disciplines of ecology, but these are the central ones. Other sub-disciplines include such fields as behavioral, chemical, evolutionary, geographical, landscape, mathematical, molecular, physiological, soil, spatial, and statistical ecology. In fact, there is a sub-discipline for every major habitat type, and group of organisms.

A large number of related disciplines are largely ecological in content, although often more applied in aims. They have been important in broadening the boundaries of the field. Examples are: agriculture, conservation biology, ecological anthropology, ecological genetics, fisheries biology, epidemiology, forestry, landscape planning, limnology, medical ecology, oceanography, and wildlife management.

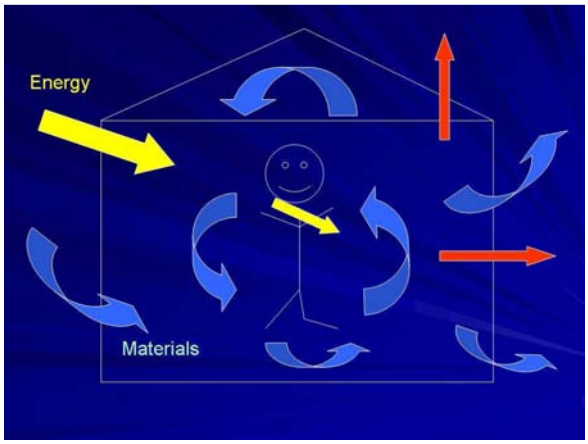


Figure 2. The house leaks! The ecosystem is open with respect to energy and materials.

The last two components of ecology are sometimes subsumed within “systems ecology” (although community ecology has now also become rather systems oriented). Another definition that has been offered for ecology is the study of the dynamics of populations and communities, but this definition does not seem to cover all types of ecosystem ecology well enough. Still another definition is the study of the structure and function of the ecosystem, but this definition seems to sleight ecologists who study populations and communities!

Another interesting definition of ecology, offered by American ecologist Robert Ricklefs, is the study of the economy of nature. It is the title of one of his textbooks. The ecosystem does have a lot in common with our economic system, and the analogy is fairly close. We have used the metaphor “currency” above from economics, as a standard unit of measure or value. The currency of the economy of course is money, or its various conversions or derivatives. We see all too clearly that this currency does not have an absolutely stable or fixed value, to the chagrin of economists and the misfortune of many of us. In scientific terms, we might say that it does not obey a firm law of conservation. Humans can live on borrowed money, but our bodies cannot stay alive on promises to pay for food. For these and related reasons economics is not considered to be a natural or “hard” science. But the real economy operates as a mixture of the social economy and hard ecology (people have to eat!). Because of the consequences of hard ecology for the economy (pollution, over-harvest of resources, degradation of the environment, etc.), economics has developed a sub-discipline called environmental economics.

Ecology does have other things in common with economics. Both fields are complex and have voluminous amounts of descriptive data. In both fields it is difficult to predict the future configuration of the system especially, in ecology, when working with multiple trophic levels. Both economic and ecological systems are characterized by instability and even catastrophic changes or failures, as a normal part of functioning. Over the last fifty years or so ecologists have

gradually abandoned the idea that communities and ecosystems are usually in a steady state, to which they return when perturbed.

Ecology and Natural History

Natural History (in capital letters) has an eminent and honorable place as the activity that largely gave birth to the field of ecology. It became fashionable back in the eighteenth and nineteenth centuries in Europe and America, and perhaps earlier in more ancient civilizations. Natural History is not really science, but it led to science when people started asking questions about how things worked and how they came about, rather than just describing them and contemplating their beauty. Early natural historians were wealthy persons with leisure to explore their surroundings, or hobbyists, and some, fortunately, were talented writers or artists whose work can still be admired. Others were compulsive collectors of artifacts or specimens. Hence we have natural history museums, journals, bulletins, clubs, etc. These organizations became more scientific as the sciences developed, and came to play important roles. Observation and description are essential initial activities in any scientific enterprise.

Carl von Linné, Charles Darwin, and Alfred Russell Wallace were the preeminent natural historians and collectors whose work spawned modern evolutionary thinking. They (and many others) helped turn natural history into modern evolution, ecology, geology, and also animal behavioral biology. We are not finished with evolution yet: mid-twentieth century biologists such as David Lack, George C. Williams and William D. Hamilton refined our understanding of natural selection and provided original insight in how to apply the theory, originally developed for individual organisms, to complex characteristics of populations and social interactions. The work is continuing. It is clear that the Darwinian revolution is not complete, and most of the best theorists today are also the most skilled observers of natural history.

Ecologists are concerned not only with how things function, but how they evolved. Only then do we fully understand them. One persistent problem in systems ecology is that without understanding what is optimized or maximized by natural selection, we cannot fully understand why the system functions the way it does. Ecological systems cannot really be understood by treating them as problems in engineering, as seemed to be the case in the early, heady days of the field. Each organism is "designed" to maximize its own fitness, not the harmony or efficiency of the whole system. "Systems analysis" cannot succeed by itself as an isolated sub-discipline; it must apply principles governing populations and communities of organisms, and of evolutionary ecology.

Natural History is still important to us, and is the basis of Such important activities as describing and monitoring habitats, phenology and life cycles of plants and animals, inventories of species, and studies of distribution. These activities are basically descriptive, and although important to ecology, the science of ecology has gone far beyond them. Such descriptive activities do not qualify as "research" unless they are organized to answer significant questions about cause and effect, and how the ecosystem functions. More powerful analytical tools need to be brought to bear on the data, which need to be collected in a highly organized manner.

What is ecological research?

Ecological research differs from Natural History in its goal of determining causes and effects. For example, the limits of species ranges: are they determined directly by climate, availability of foods, or competition from related species? Are population limits determined by food limitation, pollution effects, or by seasonal weather changes? Is the number of species in a location determined by competition for resources, by immigration, or by chance extinction? Or is the diversity of species not a meaningful ecological property? Is primary productivity limited by water shortage, nutrient shortage, or by pressure from herbivores and diseases? What causes population fluctuations-weather changes, diseases, food chain effects, or predators? These are all questions that have occupied the attention and challenged the ingenuity of ecologists. Unlike most theoretical challenges in physics, there is no one experiment or critical observation that will settle the issue for all circumstances.

Establishing causes and effects in ecology depends a lot on examining correlations between variables. The many complex methods of correlation, regression, and ordination analysis seek to isolate different variables and establish

the ones that are associated with, and presumably responsible for, the differences that we see in nature. Ordination analysis seeks to order distribution or abundance along scales of variables to see which variables produce the trends or categories that we see.

Perhaps the most important step in the scientific process in research is asking the right question-one that is meaningful in the context of our present knowledge. This step will determine how important the research is on the whole, and perhaps also the difficulty of publishing the results. Asking a good question (no question is either right or wrong) depends on mastery of the current literature in the discipline. We must know what is already known, and also what other scientists consider is important. This is tricky, because asking a good *new* question that involves a new approach also makes it more difficult to persuade other scientists that your ideas are important. Highly imaginative research scientists often have the most difficulty in publishing results. Therefore, for students entering the field it is far safer to pose a modest question that is already considered to be important and meaningful, and save the difficult or controversial ones for later, unless they are very talented and confident of their ability.

The role of modeling

Ecologists make generous use of models to help understand causes and effects. Analytical models help to understand more precisely the consequences of certain assumptions or interactions. Predictive models help us determine if our knowledge is sufficient to accurately predict the future. Simulation models help us in cases where the variables or their interactions are too complex to solve mathematically.

Modeling activity has taken over much of ecology and models have nearly become ends in themselves, but this is a consequence of complexity and physical scale of the systems that we study. The numbers and kinds of models in ecology are very large. Here are some of the better known models:

Population growth
Population regulation
Competition between species
Predator–prey models
Harvest–yield models
Leslie matrix demographic models
Population viability analysis extinction models
Disease transmission
Food web
Energy flow
Nutrient cycling
Compartment models
Foraging and search
Immigration–extinction
Relative abundance of species
Neutral community occupancy
Niche relation models
Spatial dispersion
Dispersal
Colonization
Meta-populations

One easily gets the impression that ecology is more about the study of models than the study of the real world! However, the best ecological models are grounded in the real world and are tested with data from the real world.

Experimental ecology

In spite of all the sophisticated tools of correlation, modeling and statistical analysis, there are many problems that we wish we could solve by doing the ideal critical experiment. Without experiments it is hard to really prove much beyond doubt. Some ecologists consider experimentation on natural ecosystems as the only way forward in ecology. This view may be too harsh, particularly as ecological experimentation is not without its own difficulties and flaws.

Nevertheless, experimentation has an increasingly important role in ecology and where field experiments are possible, they really do provide the most definitive answers. What kinds of experiments can be done on ecological systems? There are many kinds, but first we should examine some possible flaws in the approach. The most important problem is that in order to carry out an experiment, we need to fence in part of the environment, or otherwise modify the system. In order to create “treatments”, we usually have to alter the properties of the system we are studying. For example, enclosing a population prevents immigration and emigration and alters predation, and hence will alter the behavior and conditions of the population. The treatments that we create also run the risk of not being representative of the natural environment or its organisms, and hence put limits on interpretation of the results. We have a kind of uncertainty principle: by

studying organisms we must necessarily change their properties.

Here are some of the kinds of ecological experiments that have proven important in understanding ecological systems:

- Tagging experiments: to follow individual organisms or groups
- Alteration of density: to study population control mechanisms; requires penning or fencing populations
- Exclusion experiments: using fencing to study the effects of excluding predators, herbivores, etc. on food or prey populations
- Transplant experiments: studying the performance of individual plants in another environment; may involve reciprocal transplants of local populations
- Germination experiments on seeds to determine viability and conditions for germination
- Altering the environment: to study the effects of changing nutrient levels, light intensity, water, etc.
- Harvest experiments: to study rates of increase and effects of density reduction
- Competition experiments: studying the effects of different species on performance
- Diversity alteration: alter the number of species to study the effects of changing diversity on community performance
- Laboratory experiments: to determine the growth and performance of animals and plants under defined conditions, or the metabolism and energetics of organisms

Laboratory experimentation is often carried out on small organisms that can be raised in an artificial environment. The experiments on competition and predation in the ciliates *Paramecium* and *Didinium* carried out in glass tubes by G. F. Gause come to mind-perhaps the most famous and detailed ecological experiments ever carried out. Many other population experiments using many kinds of plants, yeast, protozoa, mites, cladocerans, flies, flour beetles, weevils, and even mice have been carried out in the laboratory environment. Such experiments may test principles of interaction, but extrapolation of the results to the natural environment requires further assumptions. In general, experiments are more easily carried out on plants than on animals. Without experimentation and manipulation, progress in plant ecology would hardly be possible any more. We are well beyond the age of pure description and classification in plant ecology.

Experimentation has become so important and necessary in ecology that no student should consider carrying out doctoral research without including experiments. Exceptions might be in the study of large organisms in conservation areas, especially endangered species such as large ungulates, elephants, primates, birds, and carnivores. In such studies, however, non-invasive technologies for monitoring, tracking, or genotyping individuals may be employed to gain new types of knowledge. Nowadays, a field study without any experiments will not easily make it into the top research journals in ecology. With the pressure now to publish degree research, students should if at all possible include experimental approaches.

Publication

Speaking of publishing, I remember a riddle we used to debate as children. If a tree falls in the forest and no one is there to hear it, does it make any noise? The simple-minded answer is that it does, even though there is no witness. But the correct answer is that there is no noise if no one is there to hear it. “Noise” is a sensation produced in the inner ear and brain-not by trees. No ears, no noise.

Now let’s pose an analogous question for ecology students: If research is carried out but not published in a journal, does it really exist? Are there really any results? This is a question for master’s and doctoral students completing their theses. Of course, their theses will contain a results section, followed by discussion and references. But the objective of doing science research is to advance our knowledge by conveying the results to the scientific community at large. Science is not an isolated or individual activity done in a capsule. Universities teach students how to do science in order to produce scientists that will advance our knowledge.

Too often, however, students have gotten a wrong and corrupted idea of why they have to produce a thesis-as a training exercise designed

to measure performance, and to provide the student a diploma to enable them to get secure jobs. Much good degree research has in the past been abandoned as students feel the pressure, often coming from their parents, to just leave and get a job. Many of them don't intend to do any more international caliber research. But if we didn't really want to produce research scientists, why should we require them to produce a research thesis?

The answer, then, is that unpublished results don't exist as results as such, because the scientific process is not complete. If you can't see the results in the literature, no one could say that they exist. When we say that "there has been no research on this aspect," we mean that no research has been published on this aspect. Communication of the results to other international scientists is an essential part of doing science, and it is an essential part of degree research. Research doesn't exist if it does not become available to all other scientists. There is no reasonable way that results in unpublished theses can take their place in the international literature and be easily accessed.

Many science students do a good job in research and produce good results. It is tragic, however, that many of these results never see the light of day, and the work and all the resources going into it are completely wasted. For this reason universities have set as a final requirement the publication of papers in the international literature.

The requirement for publication of research sets the bar much higher for students wanting a degree. In fact, writing a paper, including discussion of the results in the context of the world-wide literature, is not easy for any competent scientist, let alone a Thai student who is not fluent in English. For most scientists, it is the most difficult part of doing research. The process of editorial criticism, and sometimes rejection, is painful and causes delays in publication of up to several years. Writing up results and publication must be a collaborative activity among student, mentor, and other professional colleagues or collaborators.

In my opinion the requirement of publication puts additional responsibilities on universities to train science students better in English reading and writing, literature search and analysis. The bar for passing into a Ph.D. program may also have to be set higher, as it is in most Western universities.

What millipedes can tell us about evolution, biogeography – and legs

Henrik Enghoff
Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Denmark, E-mail : henghoff@snm.ku.dk

---

Introduction

Millipedes (class Diplopoda) are terrestrial arthropods with a large number of legs (up to 750). They are sometimes confused with centipedes (class Chilopoda) but differ from them in a number of characters. Notably, millipedes have two pairs of legs on each body segment, whereas centipedes have one pair only. Also, centipedes have poison fangs and are predators, whereas millipedes have no fangs and are mainly detritivores.

Millipedes, centipedes and the two small groups Pauropoda and Symphyla constitute the Myriapoda. Myriapoda seem to be a monophyletic group (with the Pauropoda being the millipedes' closest relatives), but what the closest relatives of Myriapoda are, is still open to debate.

There are three main morphotypes of millipedes. Most millipedes belong to Helminthomorpha, a large group that includes the typical long, cylindrical ones, but also the often colourful flat-backed mililpedes, including the spiny 'dragon millipedes' (genus *Desmoxytes*). Pill-millipedes (Sphaerotheriida and Glomerida) are short and broad animals which can protect themselves by rolling up into a perfect sphere. The third morphotype is constituted by the tiny pin-cushion millipedes (Penicillata) which unlike the other groups have a soft cuticle but are protected by a dense covering of elaborate setae.

A general textbook on millipedes was provided by Hopkin & Read (1992), and Sierwald & Bond (2007) gave an overview of the current status of millipede taxonomy, including phylogeny.

There is a number of significant traits of millipedes which make them suitable objects for various types of research, including:

1. Their poor mobility in combination with their tendency for form very local, recognizable forms
2. Their many legs
3. The fact that the number of legs is highly variable, both between species and within species
4. Their diverse means of chemical defense (Eisner et al. 2005)
5. Their intricate sperm competition (e.g. Barnett & Telford 1996)
6. The brood care in certain groups (Enghoff 1984)

I will focus on traits 1-3.

Poor mobility, biogeography, speciation

In spite of their many legs, millipedes are not very vagile animals. In addition, they tend to form morphologically recognizable, local forms (morphospecies) usually distinguished – as far as Helminthomorpha are concerned – by details in the often very intricate male copulatory organs, the gonopods. The differences may also, however, concerns details in colouration, surface structure, lengths of appendages, etc, etc.

As a result, most millipede morphospecies occupy limited geographical areas. Even higher taxa of millipedes, such as families, often have quite restricted ranges. For this reason, millipedes are suitable objects for studies on historical biogeography and speciation.

I will present three examples of this from my own research, dealing with different taxonomic levels within the order Julida.

Intraspecific – geographical parthenogenesis

Nemasoma varicorne C.L. Koch, 1847 (family Nemasomatidae) is a tiny species which lives under dead bark over most of Europe. In Central Europe, males and females are equally abundant, and reproduction is bisexual. In the periphery of the species' range, however, males are absent or exceedingly rare, the females' seminal receptacle is reduced, and reproduction takes place by parthenogenesis. *Nemasoma varicorne* is a very neat example of *geographical parthenogenesis* (Enghoff, 1976, 1985, 1994; Hoy Jensen et al. 2002).

Species level – speciation on islands

The Macaronesian islands in the northern Atlantic Ocean harbour a rich fauna and flora with numerous groups of closely related endemic species which are supposed to

have arisen through speciation on the islands. There are several such endemic *species swarms* among millipedes, the largest being a group of 29 species of *Cylindroiulus* (family Julidae) on the islands of Madeira and a group of 53 species of *Dolichoiulus* (Julidae) mainly from the Canarian archipelago but with a few species on Madeira and the Cape Verde Islands. Although closely related, the species in each group are quite diverse with respect to size, development of eyes, relative length of legs etc., and especially in the case of *Cylindroiulus*, the morphological traits are correlated with different microhabitats: leaf litter, soil surface, endogean, on trees etc. Quite often, and most pronounced in *Cylindroiulus*, several species are sympatric in the same microhabitat, and in these cases they are usually of different sizes. On Madeira, the evolution of the *Cylindroiulus* species swarm appears mainly to have taken place within a single island, whereas on the Canarian archipelago which consists of seven islands, dispersal and isolation between islands seems also to have played a role (Enghoff 1982, 1983, 1992a,b, Enghoff & Báez 1993).

High taxonomic level – the Holarctic order Julida

The order Julida is essentially confined to the Holarctic region, with just a few genera extending into the Oriental (Malacca peninsula) and Neotropical (Mexico) regions. The order includes 16 families, the relationships between which were analyzed by Enghoff (1981, 1991). Based on phylogenetic analysis, Enghoff (1993) presented a historical biogeographical analysis. Among the results of this analysis can be mentioned that the occurrence of the Julida (notably the genus *Nepalmatoiulus*, family Julidae) in the Oriental region seems to be secondary, the family Julidae having its origin in the western Palaearctic subregion.

How to walk with so many legs?

Intuitively, locomotion presents a challenge to an animal with as many legs as a millipede. Millipede locomotion has primarily been studied by S.M. Manton who published a series of impressive papers on the locomotion of millipedes and other arthropods. Her results are summarized in her book from 1977: "The Arthropoda – habits, functional morphology and evolution" which is highly readable although her ideas about evolution are no longer widely accepted. As a curiosity within the field of millipede locomotion it may be mentioned that some African species in the family Stemmiulidae (order Stemmiulida) are able to perform veritable jumps! (Evans & Blower 1973). After Manton, the study of millipede locomotion has been taken up by few authors (e.g., Wilson 2003).

From six to 750 legs

"Millipede" means "a thousand legs", but so far, an individual with a thousand legs has not been found. The current World record is held by *Illacme plenipes* Cook & Loomis, 1928 (order Siphonophorida, family Siphonorhinidae) which may have up to 750 legs (Marek & Bond 2006). The lowest known number of legs in an adult millipede is 22 (11 pairs) in certain pincushion milipedes.

With few exceptions, newly hatched millipedes have only three pairs of legs, like insects. The adult number of segments and legs is reached through a variable number of moults, at each of which new pairs of legs are added, a process known as anamorphosis. In some millipede groups, anamorphosis follows a strict course, where each postembryonic stadium has a fixed number of segments and legs, whereas in others, the number of stadia, as well as the number of segments and legs in a given stadium, may be variable. Enghoff et al. (1993) distinguished three types of anamorphosis. In *teloanamorphosis*, the number of stadia, and the number of segments and legs in each stadium, is fixed. In *euanamorphosis*, these numbers are variable, and there is no fixed end-point for postembryonic development. Finally, in *hemianamorphosis*, the numbers of segments and legs increase in the first phase of postembryonic development, but once a certain number of segments and leg-pairs has been reached, further moults take place without the addition of segments or leg-pairs. Based on a phylogenetic analysis, Enghoff et al. (1993) concluded that hemianamorphosis is the original mode of anamorphosis in millipedes, and that the other types are secondary developments.

The future of millipede studies

Although around 12,000 species of millipedes have been described, the actual number of existing species is certainly many times higher. A recent estimate of 80,000 existing species (Hoffman et al. 2002) is probably not exaggerated. The recent

discovery of eight new species of large (9-15 cm long) Thai species in one subgroup of species in the genus *Thyropygus* (order Spirostreptida, family Harpagophoridae) by Pimvichai et al. (in press) is symptomatic of the present state of our knowledge.

With so much still to do in basic millipede taxonomy, the amount of work that is needed to obtain a reasonable state of knowledge of the biology of millipede species is obviously enormous. Coming back to the taxonomy, which forms the necessary basis for other approaches, it is a pleasure to notice that a millipede made it to the "Top ten new species" of the year 2007 (http://www.species.asu.edu/). This species, "the shocking pink dragon millipede", *Desmoxytes purpurosea* Enghoff et al., 2007, was chosen because of its striking colour, and while it may be argued that this is not necessarily of the greatest scientific interest, it has certainly served to raise awareness about millipedes and the necessity of research on these fascinating animals.

Finally, to come back to the legs: I am sure that a real millipede, with a thousand legs, is out there, waiting to be discovered!

References

Barnett, M. & Telford, S. R. 1996. Sperm competition and the evolution of millipede genitalia. – Mémoires de Muséum national d'Histoire naturelle, Paris 169: 331-339.

Eisner, T., Eisner, M. & Siegler, M. 2005. Secret Weapons: Defenses of Insects, Spiders, Scorpions, and Other Many-Legged Creatures. – Cambridge , Massachusetts: Harvard University Press

Enghoff, H. 1976. Parthenogenesis and bisexuality in the millipede, *Nemasoma varicorne* C.L.Koch, 1847 (Diplopoda: Blaniulidae). Morphological, ecological and biogeographical aspects. – Videnskabelige Meddelelser fra dansk naturhistorisk Forening 139: 21-59.

Enghoff, H. 1981. A cladistic analysis and classification of the millipede order Julida. – Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung 19: 285- 319.

Enghoff, H. 1982. The millipede genus *Cylindroiulus* on Madeira – an insular species swarm (Diplopoda, Julida: Julidae). – Entomologica scandinavica Supplement 18: 1-142.

Enghoff, H. 1983. Adaptive radiation of the millipede genus *Cylindroiulus* on Madeira: habitat, body size, and morphology (Diplopoda, Julida: Julidae). – Revue d'Écologie et de Biologie du Sol 20: 403-415.

Enghoff, H. 1984. Phylogeny of millipedes – a cladistic analysis. – Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung 22: 8-26.

Enghoff, H. 1985. The millipede family Nemasomatidae. With the description of a new genus, and a revision of *Orinisobates* (Diplopoda: Julida). – Entomologica scandinavica 16: 27- 67.

Enghoff, H. 1991. A revised cladistic analysis and classification of the millipede order Julida. With establishment of four new families and description of a new nemasomatoid genus from Japan. – Zeitschrift für zoologische Systematik und. Evolutionsforschung 29: 241-263.

Enghoff, H. 1992a. Macaronesian millipedes (Diplopoda) with emphasis on endemic species swarms on Madeira and the Canary Islands. – Biological Journal of the Linnean Society 46: 153-161.

Enghoff, H. 1992b. *Dolichoiulus* – a mostly Macaronesian multitude of millipedes. With the description of a related new genus from Tenerife, Canary Islands (Diplopoda, Julida, Julidae). – Entomologica. scandinavica Supplement 40: 1-158.

Enghoff, H. 1993. Phylogenetic biogeography of a holarctic group: the julidan millipedes. Cladistic subordinateness as an indicator of dispersal. – Journal of Biogeography 20: 525-536.

Enghoff, H. 1994. Geographical parthenogenesis in millipedes. – Biogeographica 70: 25-31.

Enghoff, H. & Báez, M.1993. Evolution and habitat patterns in endemic millipedes of the genus *Dolichoiulus* (Diplopoda: Julidae) on the Canary Islands. With notes on distribution patterns of other Canarian species swarms. – Biological Journal of the Linnean Society 49: 277-301.

Enghoff, H. , Dohle, W. & Blower, J.G. 1993. Anamorphosis in millipedes (Diplopoda) – the present state of knowledge with some developmental and phylogenetic considerations. – Zoological Journal of the Linnean Society 109: 103-234.

Enghoff, H., Sutcharit, C. & Panha, S, 2007. The shocking pink dragon millipede, Desmoxytes purpurosea, a colourful new species from Thailand (Diplopoda: Polydesmida: Paradoxosomatidae). – Zootaxa 1563: 31-36.

Evans & Blower 1973. A jumping millipede. – Nature 246: 427-428.

Hoffman, R. L., Golovatch, S. I., Adis, J. & de Morais, J.W. 2002. Diplopoda. Pp. 505-533 In: Adis, J. (ed.): Arachnida and Myriapod. – Pensoft, Sofia-Moscow.

Hopkin SP, Read HJ. 1992. The Biology of Millipedes. – Oxford University Press, Oxford.

Hoy Jensen, L., Enghoff, H., Frydenberg, J. & Parker, E.D., Jr. 2002. Genetic diversity and the phylogeography of parthenogenesis: comparing bisexual and thelytokous populations of *Nemasoma varicorne* (Diplopoda: Nemasomatidae) in Denmark. – Hereditas 136: 184-194.

Manton, S.M. 1977. The Arthropoda – habits, functional morphology and evolution. – Oxford Clarendon press, Oxford.

Marek, P. E. & Bond, J. E. 2006. Rediscovery of the World's leggiest animal. – Nature 441: 707.

Sierwald, P. & Bond, J.E, 2007. Current status of the myriapod Class Diplopoda (millipedes): taxonomic diversity and phylogeny. – Annual Review of Entomology 52: 401-420.

Wilson, H. M. 2003. Functional morphology of locomotion in the giant Paleozoic millipede *Arthropleura*: Insights from trace fossils and kinematics of locomotion in extant millipedes. – Geological Society of America Abstracts with Programs 34(7): 538.

“ยุคหลังจีโนมข้าว : ไขปริศนาวิวัฒนาการจากข้าวป่าสู่ข้าวเหนียวและข้าวเจ้า”

ปรีชา ประเทพา

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, E-mail : preecha.p@msu.ac.th

จากการศึกษาวิจัยเรื่องข้าวมาตลอดระยะเวลาหลายปี ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานจากงานวิจัยค่อนข้างมาก โดยเฉพาะเรื่องพันธุกรรมข้าว ทั้งข้าวป่าและข้าวปลูก ซึ่งพบว่าข้าวที่ปลูกในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวหอมมะลิ ที่มีราคาตันละประมาณ 15,000 บาท และปลูกกันมากแถวทุ่งกุลาร้องไห้ ในภาคอีสาน ข้าวเหล่านี้ล้วนมีวิวัฒนาการมาจากข้าวป่าที่มีลักษณะเมล็ดเล็กและมีหางข้าวยาว

ข้าวที่ปลูกในปัจจุบัน มีจีโนมแบบ AA เป็นดิพพลอย มีบรรพบุรุษมาจากข้าวป่า 2 ชนิด ที่มีจีโนมแบบ AA ซึ่งมีการกระจายพันธุ์มากในแถวภาคอีสาน ข้าวป่าชนิดแรกเรียกว่า ออไรซา นิวารา (*Oryza nivara*) มักพบตามริมน้ำ ริมถนน และร่องน้ำต่างๆ พบได้ทั่วไปแถวภาคอีสาน อีกชนิดหนึ่ง คือ ออไรซา รูฟิโพกอน (*O. rufipogon)* (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็น perennial type แปลว่ามีอายุหลายปี มักพบตามร่องน้ำข้างถนน พบมากแถวภาคอีสาน โดยเฉพาะบริเวณหนองหาน จังหวัดสกลนคร พบข้าวป่าชนิดออไรซา รูฟิโพกอน มีพื้นที่ประมาณ 2,000 ไร่ ซึ่งกำลังดำเนินการจัดทำเป็นแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมของข้าวป่า

ความเชื่อแรกสุดเกี่ยวกับการปลูกข้าวของมนุษย์ คือ เชื่อกันว่ามนุษย์เริ่มปลูกข้าวโดยการนำข้าวป่ามาปลูกบนภูเขา ทั้งนี้ เพราะในอดีตมนุษย์อาศัยอยู่บนภูเขามาก่อนที่จะลงมาอาศัยในที่ราบ ตัวอย่างกลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่สูง เช่น ชนเผ่าม้ง พบอาศัยอยู่ตั้งแต่ในเขตประเทศจีนตอนใต้ ลงมาจนถึงลาว และเวียดนาม ชนเผ่าดังกล่าวมีวัฒนธรรมการปลูกข้าวไร่ ซึ่งเป็นการปลูกข้าวในพื้นที่สูง เมล็ดข้าวที่ปลูกในพื้นที่สูงจะมีรูปร่างเมล็ดกลม หรือเมล็ดใหญ่ซึ่งเป็นลักษณะของเมล็ดข้าวในกลุ่มจาโปนิกา (japonica) ที่มีความแตกต่างจากเมล็ดข้าวในกลุ่มอินดิกา (indica) ซึ่งมีเมล็ดเรียวยาว

ปัจจุบันมีหลักฐานทางโบราณคดีหลายอย่างที่ชี้ให้เห็นว่าทางตอนใต้ของประเทศจีน เลยไปจนถึง

ภาพที่ 1. เมล็ดข้าวป่า ออไรซา รูฟิโพกอน

พม่า และทางภาคอีสานเหนือของไทย ไปจนถึงเวียดนาม และลาว บริเวณเหล่านี้ล้วนเป็นจุดกำเนิดของการปลูกข้าว คือ มีการนำข้าวป่ามาปลูก และมีการแพร่กระจายการปลูกข้าวไปตามพื้นที่ต่างๆ ในภายหลัง

ในประเทศไทยพบหลักฐานหลายอย่างที่แสดงให้เห็นว่ามีการปลูกข้าวมาช้านานแล้ว เช่น ที่โบราณสถานพระธาตุยาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ พบร่องรอยการประทับเมล็ดข้าวเหนียวลงบนก้อนอิฐที่อยู่บริเวณส่วนฐานของพระธาตุ ซึ่งคาดว่ามีอายุประมาณ 1,000 ปี หรือในช่วงสมัยทวาราวดีที่มีอายุประมาณ 1,300 ปีที่ผ่านมา หรือในช่วงพุทธศตวรรษที่ 13 ร่องรอยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยในช่วงนั้นมีวัฒนธรรมการปลูกข้าวเกิดขึ้นแล้ว สอดคล้องกับหลักฐานที่มีการศึกษาไว้โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น ที่ชื่อ วาตานะเบะ ได้ศึกษาข้าวปลูกหลากหลายสายพันธุ์ โดยใช้แกลบเป็นหลักฐานประกอบการศึกษา และแบ่งข้าวปลูกออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ สายพันธุ์ทางลุ่มน้ำอิระวาดีหรือทางอินเดีย, สายพันธุ์อ่าวเบงกอล และสายพันธุ์ลุ่มน้ำโขง ซึ่งแต่ละสายพันธุ์จะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันไป

นักโบราณคดีมีแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของข้าวปลูกในประเทศไทย 2 แนวคิด คือ แนวคิดแรกเชื่อว่ามนุษย์จากประเทศจีนตอนเหนือ (วัฒนธรรมลุงชาน) นำวัฒนธรรมการปลูกข้าวมาเผยแผ่ที่ประเทศจีนตอนใต้

และลงมายังประเทศไทย แนวคิดที่สองเชื่อว่าการปลูกข้าวเป็นวิวัฒนาการที่เกิดขึ้นภายในประเทศไทย (สยาม)

จากการศึกษาทำให้เชื่อว่าชาวนาไทยในอดีตหรือประมาณ 4,000 ปีมาแล้ว ได้นำข้าวป่ามาปลูกและเรียนรู้การปลูกข้าวด้วยตนเอง รวมทั้งมีการถ่ายทอดภูมิปัญญาต่างๆ จากรุ่นสู่รุ่นมาจนถึงปัจจุบัน เห็นได้จากร่องรอยหลักฐานที่พบในบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี และที่ถ้ำปุงฮุง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นต้น ส่วนในภาคอีสานก็พบหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าผู้คนชาวอีสานในอดีต หรือประมาณกว่า 1,000 ปีที่ผ่านมา มีการนำข้าวมาปลูก โดยจะเห็นได้จากวัฒนธรรมการใช้กระติบข้าวเหนียวที่มีมาช้านานแล้ว ซึ่งพบเห็นได้ทั่วไปในภาคอีสาน และพิพิธภัณฑ์บ้านเชียงแสดงกระติบข้าวโบราณ อยู่ที่บ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี (ภาพที่ 2)

จากการศึกษาเรื่องข้าวมานานพอสมควร สามารถยืนยันได้ว่าข้าวมีวิวัฒนาการการปลูกเกิดขึ้นที่ประเทศไทย (สยาม) ทั้งนี้ โดยใช้หลักฐานทาง DNA เป็นตัวยืนยัน ซึ่งจากการศึกษาเรื่องลำดับเบส หรือลำดับนิวคลีโอไทป์ ในยีนต่างๆ พบว่าข้าวที่ปลูกในที่ราบลุ่มเขตภาคอีสาน หรือข้าวที่ปลูกในพื้นที่สูง เช่น ข้าวไร่ที่ปลูกในทางเหนือ ในอดีตผู้คนที่อยู่ในสยามได้นำข้าวป่ามาปลูก แล้วเกิดการผสมพันธุ์ข้าวโดยธรรมชาติ เมื่อมีการผสมระหว่างพันธุ์ ส่งผลให้เกิดความหลากหลายของพันธุ์ข้าว (ภาพที่ 3) ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

จากทางภาคเหนือของประเทศไทย ไปจนถึงประเทศเวียดนาม จีนตอนใต้ และลาว จะมีการปลูกข้าวไร่และข้าวนาดำพันธุ์ต่างๆ เมื่อวิเคราะห์ DNA ของพันธุ์ข้าวเหล่านี้ พบว่ามีความแตกต่างจากพันธุ์ข้าวที่ปลูกในที่ราบลุ่มภาคกลาง ซึ่งปลูกข้าวนาดำเช่นเดียวกับที่ภาคอีสาน หรือภาคเหนือที่เป็นนาลุ่ม ข้าวที่ปลูกในทางภาคเหนือจะมีลักษณะเมล็ดใหญ่ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของจาโปนิกา หรือซับสปีชีส์ จาโปนิกา (subspecies japonica) หรือ ทรอปิคอล จาโปนิกา (tropical japonica) ในขณะเดียวกันข้าวไร่ที่อยู่ในกลุ่มจาโปนิกาก็จะมีบางสายพันธุ์ที่มีลักษณะเมล็ดป้อม ซึ่งสามารถพบได้ทั้งในภาคเหนือและภาคอื่นๆ ของประเทศไทย รวมทั้งพันธุ์ข้าวที่ปลูกในทางภาคเหนือของสปป. ลาว เช่น ชำเหนือส่วนมากข้าวเหล่านี้มี

ภาพที่ 2. กระติบข้าวเหนียวโบราณ จัดแสดงที่บ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี สะท้อนให้เห็นว่าชาวอีสานมีวัฒนธรรมการปลูกข้าวมานานนับ 1,000 ปี

ภาพที่ 3. รูปร่างและลักษณะของพันธุ์ข้าวพื้นเมือง พันธุ์ต่างๆ

เมล็ดป้อมที่ปลูกเป็นข้าวไร่ เรียกว่า ซับสปีชีส์ จาโปนิกา ข้าวในกลุ่มจาโปนิกาถ้าปลูกในประเทศญี่ปุ่น เกาหลี และไต้หวัน เรียกว่า เทมเพอเรต จาโปนิกา (temperate japonica) พันธุ์ข้าวเหล่านี้มีเมล็ดป้อมทุกพันธุ์

ถ้าปลูกในทางภาคเหนือของประเทศลาว หรือทางเหนือของประเทศเวียดนาม หรือทางภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งเรียกว่า ทรอปิคอล จาโปนิกา ตัวอย่างสายพันธุ์ข้าวในกลุ่มนี้ เช่น ข้าวพันธุ์ไก่น้อย และข้าวพันธุ์แพรแดง เป็นต้น ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวจากประเทศลาว และมีข้าวพันธุ์แม่ฮ้าง ซึ่งพบปลูกทั้งในประเทศลาวและไทย มีลักษณะเมล็ดยาวเรียว แตกต่างจากข้าวญี่ปุ่นที่มีเมล็ดกลมป้อม ซึ่งอยู่ในกลุ่มเทมเพอเรต จาโปนิกา ข้าวบางพันธุ์แม้ว่าจะมีรูปร่างเมล็ดเหมือนกันแต่ก็จัดอยู่ต่างกลุ่มกันตามรูปแบบของ DNA เช่น พันธุ์พิษณุโลก 60-1 ที่จัดอยู่ในกลุ่มอินดิกา และพิษณุโลก 60-2 จัดอยู่ในกลุ่มทรอปิคอล จาโปนิกา ข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่าข้าวที่ปลูกในปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจากข้าวป่า ต่อไป

จะแยกให้เห็นว่าข้าวปลูก มี 2 ซับสปีชีส์ คือ อินดิกา กับจาโปนิกา โดยใช้วิธีการแยก คือ เอาเมล็ดที่ไม่มีแกลบมาย้อมด้วยสารละลายด่าง (KOH) ถ้าเป็นข้าวญี่ปุ่นซึ่งอยู่ในกลุ่มจาโปนิกาจะถูกย่อยสลายกลายเป็นเม็ดแป้งที่ละเอียด แต่ถ้าเป็นข้าวในกลุ่มอินดิกาจะทนต่อสารละลายด่าง ซึ่งเมื่อถูกย้อมด้วยสารละลายด่าง เมล็ดจะยังคงรูปร่างเหมือนเดิม

นอกจากนี้ยังสามารถแยกข้าวไร่จากภาคเหนือกับข้าวในนาดำจากภาคกลางได้ เนื่องจากข้าวในนาดำของภาคกลาง เมล็ดพันธุ์จะทนทานต่อสารละลายด่าง และยังสามารถแยกโดยใช้เปลือกหรือแกลบได้ โดยเอาแกลบมาย้อมด้วยสารละลายฟีนอล (1.5% phenol solution) ซึ่งถ้าเป็นข้าวในกลุ่มอินดิกาจะเปลี่ยนสีแกลบกลายเป็นสีดำ ส่วนข้าวญี่ปุ่นที่จัดอยู่ในกลุ่มจาโปนิกา สีของแกลบจะคงทน เมื่อถูกย้อมด้วยสารละลายฟีนอลจะไม่เปลี่ยนสี

มีนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพยายามศึกษาว่าเม็ดแป้งจากพันธุ์ข้าวในกลุ่มจาโปนิกากับกลุ่มอินดิกาต่างกันอย่างไร? ซึ่งเมื่อดูโครงสร้างภายในของเม็ดแป้งพบว่าในเม็ดแป้งสายของอะไมโลเพ็กติน (amylopectin) ที่มีน้ำตาลกลูโคส (Glucose) ต่อกันเป็นสายยาวนั้น มี 2 แบบ คือ อะไมโลเพ็กตินสายยาว (หรือ L - type amylopectin) และอะไมโลเพ็กตินสายสั้น (S - type amylopectin) ซึ่งสายสั้นจะพบในข้าวที่อยู่ในกลุ่มจาโปนิกา และสายยาวจะพบในข้าวกลุ่มอินดิกา

ข้าวเหนียวกับข้าวเจ้าแตกต่างกันอย่างไร? ในสมัยที่เป็นนักเรียน เราได้เรียนรู้ว่าเมื่อนำแป้งมาย้อมด้วยสารละลายไอโอดีน แป้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แต่ที่จริงแล้ว เมื่อย้อมแป้งด้วยสารละลายไอโอดีนสามารถเปลี่ยนสีได้ทั้งสีน้ำเงิน หรือสีชมพูถึงชมพูเข้ม ซึ่งถ้าเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินแสดงว่าเป็นแป้งข้าวเจ้า แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีชมพูแสดงว่าเป็นแป้งข้าวเหนียว ด้วยเหตุนี้ทำให้เราสามารถแยกข้าวเหนียวและข้าวเจ้าได้โดยใช้การย้อมด้วยสารละลายไอโอดีน ในข้าวเหนียวมีแป้งอะไมโลสอยู่น้อยมาก หรือไม่มีเลย ส่วนมากจะเป็นแป้งชนิดอะไมโลเพ็กติน ส่วนข้าวเจ้ามีแป้งอะไมโลสอยู่ประมาณ 10 - 35 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นแป้งอะไมโลเพ็กติน ยีนที่ควบคุมการสร้างแป้งอะไมโลส ที่อยู่ในเมล็ดข้าวจะอยู่ในโครโมโซมที่ 6 มีลักษณะ คือ มี 14 เอ็กซอน (exon) คั่นด้วยอินทรอน (intron) ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้กำหนดการสร้างโปรตีน (non-coding regions) ส่วนบริเวณที่กำหนดการสร้างโปรตีน เรียกว่า coding regions ซึ่งถ้ายีนควบคุมการสร้างแป้งในข้าวเหนียวและข้าวเจ้า เกิดการผิดปกติจะทำให้เกิดการกลาย (mutation) ของลำดับเบสใน DNA คือ ระหว่างเอ็กซอน 1 (exon 1) กับอินทรอน 1 (intron 1)

โดยปกติในสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต (eukaryotic cell) หลังจากมีการแปลรหัส หรือเกิดการทรานสคริปชั่น (transcription) เป็นแมสเซ็นเจอร์อาร์เอ็นเอ (messenger RNA :mRNA) เสร็จแล้ว mRNA จะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งหนึ่ง คือ มีการตัดอินทรอนออกไป เพื่อให้เอ็กซอนมาต่อกัน แล้วแปลรหัสเป็นโปรตีน โดยปกติจะเริ่มจากบริเวณอินทรอน 1 จะมีนิวคลีโอไทป์ G เข้ามาต่อ แต่ถ้าบริเวณดังกล่าวเกิดการผิดปกติ กลับเปลี่ยนเป็น T เข้ามาต่อแทนที่ G จะเกิด point mutation ทำให้การตัดต่ออินทรอนในบริเวณดังกล่าวออกไปไม่หมด จะเกิดปัญหา คือ ส่วน mRNA ที่เป็นแมสเซ็นเจอร์อาร์เอ็นเอสมบูรณ์ (mature mRNA) จะมีความผิดปกติ ไม่สามารถทำงานได้

นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบโปรตีนโดยใช้วิธีเจลอิเลคโตรโฟรีซีส (Gel electrophoresis of protein) โดยพบโปรตีนที่เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แป้งอะไมโลส และพบว่าพันธุ์ข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์อะไมโลสสูง จะมีโปรตีนดังกล่าวค่อนข้างมาก แต่ในพันธุ์ข้าวที่มีเปอร์เซ็นอะไมโลสต่ำ โปรตีนดังกล่าวจะแสดงออกได้น้อย หากแบ่งพันธุ์ข้าวออกตามระดับเปอร์เซ็นต์อะไมโลส สามาถแบ่งออกได้ 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มอะไมโลส 0 เปอร์เซ็นต์ คือ กลุ่มข้าวเหนียว (2) กลุ่มอะไมโลสต่ำ คือ กลุ่มข้าวเจ้าที่มีอะไมโลสน้อยกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณแป้งทั้งหมด (3) กลุ่มอะไมโลสปานกลาง คือ กลุ่มข้าวเจ้าที่มีอะไมโลส 18-25 % (4) กลุ่มอะไมโลสสูง คือ กลุ่มข้าวที่มีอะไมโลสมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณแป้งทั้งหมด เช่น ข้าวเจ้าพันธุ์เล็บนก ที่รับประทานกันในทางภาคใต้

ข้าวป่าที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกทั้งที่เป็นข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้านั้น ข้าวป่าทุกสายพันธุ์ที่ศึกษาล้วนเป็นข้าวเจ้าทั้งหมด และยังไม่พบรายงานว่ามีข้าวป่าสายพันธุ์ใดที่เป็นข้าวเหนียว ส่วนหนึ่งที่เป็นข้อแตกต่างระหว่างข้าวเจ้ากับข้าวเหนียว คือ ในจีโนมของข้าว ที่

เป็นบริเวณของเอ็กซอน 2 จะมีเบสเพิ่มขึ้น จำนวน 23 เบส ทำให้มันเกิดการกลาย (mutation) ในส่วนดังกล่าว คือ มีการสอดแทรก (insertion) ในข้าวเหนียว พบว่า 23 เบส เป็น duplicate คือ มี 2 ซ้ำของลำดับเบสชุดนี้ แต่ในข้าวเจ้าจะมีซ้ำเดียว เพราะฉะนั้นการเกิดความผิดปกติตรงนี้ หมายความว่ามีการแปลรหัสไม่เป็นปกติ เนื่องจากมีรหัสหยุดภายในลำดับเบสของยีน (internal stop codon) เกิดขึ้น ซึ่งพอถึงส่วนนี้การแปลรหัสจะหยุด ทำให้ลำดับเบสของยีนส่วนอื่นไม่ถูกแปลรหัส ส่งผลให้โปรตีนไม่สามารถทำหน้าที่ได้ สิ่งเหล่านี้เป็นข้อแตกต่างระหว่างข้าวเหนียวกับข้าวเจ้า ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้เทคโนโลยี RT-PCR หรือการวิเคราะห์ลำดับเบสของ DNA ที่เป็นยีน

จากผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบถึงความแตกต่างระหว่างข้าวเหนียวกับข้าวเจ้า โดยในการทดลองได้ใช้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กับ กข 15 ซึ่งจะมี mRNA ที่ผิดปกติมาก เมื่อเทียบเปอร์เซ็นต์ กับ mRNA ปกติ ในขณะเดียวกันถ้าใช้ข้าวพันธุ์เหลือง 11 กับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งเป็นกลุ่มข้าวเจ้าที่มีเปอร์เซ็นต์อะไมโลสสูง เปอร์เซ็นต์ที่จะเป็น mRNA แบบปกติจะมีสัดส่วนที่สูงมากถึง 99 เปอร์เซ็นต์ นั่นหมายความว่ามีการตัดอินทรอน 1 ออกไปได้อย่างสมบูรณ์แล้ว ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์สูงมากหรือมีเพียง 2 ส่วนเท่านั้นที่พบว่าเป็น mRNA ผิดปกติ

ข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ว่าความผิดปกติของการมีอะไมโลสต่ำกับอะไมโลสสูงนั้นเกิดจากการผิดปกติของยีนที่มีการเปลี่ยนแปลง จึงเป็นข้อสรุปได้ว่าความแตกต่างระหว่างข้าวเหนียวกับข้าวเจ้าสามารถตรวจสอบได้ โดยจะพบว่า 23 คู่เบสที่แทรกเข้าไปในจีโนมของข้าวเหนียวบริเวณเอ็กซอน 2 จำนวน 2 ซ้ำทำให้ข้าวเหนียวมีสองบริเวณของลำดับเบส 23 คู่เบสติดกัน ทำให้มันผิดปกติ ส่วน 23 คู่เบสในข้าวเจ้าก็จะมีชุดเดียว ส่วนข้าวเหนียวก็จะมีสองชุด เพราะฉะนั้นเราสามารถตรวจสอบได้ว่าทำไมข้าวเหนียวกับข้าวเจ้าต่างกัน โดยดูที่ดีเอ็นเอโบราณ (ancient DNA) ของข้าวโบราณ หรือใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมาย (DNA markers) เราสามารถตรวจสอบได้เลยว่าข้าวโบราณที่อยู่ในบริเวณนั้นๆ เป็นข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้า ถ้าเราสามารถสกัดดีเอ็นเอในข้าวที่พบในบริเวณนั้นได้

ยีนของข้าวปลูกมีวิวัฒนาการมาจากยีนของข้าวป่า อันเป็นผลสืบเนื่องจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของข้าวโดยมนุษย์ที่ผ่านกระบวนการเพาะปลูกข้าว นักวิทยาศาสตร์เรียกกระบวนเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมโดยกระบวนการนี้ว่า “domestication” ได้มีผลการศึกษา “domesticated gene” ที่สำคัญ 4 ยีน คือ ยีนที่เกี่ยวข้องกับสีของเพอริคาร์พ (pericarp) หรือสีของข้าวกล้อง ซึ่งเมื่อแกะเปลือกข้าวออก ส่วนที่เหลือจะเรียกว่า ข้าวกล้อง สีที่ปรากฏให้เห็นเรียกว่า สีของเพอริคาร์พ ส่วนนี้จะมียีนควบคุม โดยทั่วไปข้าวที่เรารับประทานจะมีเพอริคาร์พสีขาว แต่ในธรรมชาติ ข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* ที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูก จะมีเพอริคาร์พสีแดงในทุกสายพันธุ์ที่ทำการตรวจสอบ แต่ต่อมามีข้าวป่าบางสายพันธุ์เกิดการกลายทำให้มีการเปลี่ยนสีของข้าวกล้องจากสีแดงกลายมาเป็นสีขาว และเมื่อคนในสมัยก่อนพบข้าวลักษณะดังกล่าวในธรรมชาติ จึงคัดเลือกเมล็ดที่มีสีขาวมาขยายพันธุ์ต่อ ทำให้แพร่หลายมาจนถึงปัจจุบัน

ในปี ค.ศ. 2006 มีรายงานว่าในจีโนมข้าวมียีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสีของเพอริคาร์พในจีโนมข้าว โดยหลังจากวิเคราะห์ลำดับเบสของในยีนดังกล่าว พบว่าพันธุ์ข้าวที่มีเพอริคาร์พสีขาวจะมีเบส 14 คู่เบส และไม่ปรากฏในยีนที่มีตำแหน่งบนโครโมโซมคู่ที่ 7 ยีนดังกล่าวเรียกว่า Rc gene ซึ่งส่วนที่เป็น wild type จะมีเพอริคาร์พสีแดง จะมีเบส 14 คู่เบสอยู่ตรงนั้น ในขณะที่ยีนดังกล่าวเกิดการกลาย โดยเบส 14 คู่เบสหายไปจากยีน หรือเรียกการกลายแบบนี้ว่า InDel (insertion/deletion) ทำให้พันธุ์ข้าวที่มียีนเกิดการกลาย มีเพอริคาร์พสีขาว สิ่งที่กล่าวมาทั้งหมดค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 2006 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันและญี่ปุ่น

นอกจากนี้ยังมียีนสำคัญอีกหนึ่งยีน คือ ยีนกำหนดการร่วงของเมล็ดข้าวจากรวง (shattering gene) โดยถูกค้นพบในปี ค.ศ. 2006 ซึ่งตีพิมพ์ ในวารสาร Science ปี 2006 ยีนดังกล่าวมีวิวัฒนาการจากยีนในข้าวป่า และกลายมาเป็นยีนในข้าวปลูก ในข้าวปลูกยีนดังกล่าวจะไม่ทำงานทำให้เมล็ดข้าวร่วงยาก แตกต่างจากข้าวป่าที่ยีนดังกล่าวยังคงทำงานทำให้เมล็ดที่เริ่มแก่หรือเวลาที่เมล็ดข้าวป่าโดนลมพัดจะร่วงลงพื้นดินได้ง่าย เวลาเมล็ดร่วงมันจะมีส่วนที่เป็นรวงข้าว (panicle) ที่มีส่วนก้านดอกติดต่อกับเมล็ดหลุดออก ซึ่งตรงนี้ทำให้

เมล็ดร่วง มีการศึกษาพบว่าเมล็ดร่วงยากกับร่วงง่าย จะมียีนควบคุมอยู่โครโมโซมที่ 1 โดยมีทีมวิจัย 2 ทีมที่รายงานผลการศึกษาเหมือนกัน ยีนนี้เป็นยีนที่มีความซับซ้อน มีตำแหน่งอยู่ในหลายโครโมโซม ซึ่งปัจจุบันมีการค้นพบอยู่สองโครโมโซม คือ โครโมโซมที่ 1 และ 4 แต่เป็นอะนาล็อคกัน คือ ทำงานร่วมกัน โดยนักวิจัยได้ศึกษาและสังเกตเห็นว่าจะมีชั้นเชื่อมระหว่าง pedicel กับส่วนที่เป็นเมล็ด

จากการศึกษามานานหลายปี พบว่ามีการกลาย (mutation) แค่จุดเดียว คือ จาก เบส G ไปเบส T คือ เปลี่ยนจากกรดอะมิโนชนิดหนึ่งไปเป็นกรดอะมิโนอีกชนิดหนึ่ง ทำให้ยีนนี้ไม่ทำงาน ยีนดังกล่าวไม่ใช่ยีนควบคุมการร่วงของเมล็ดจริงๆ แต่เรียกว่า ยีนทรานสคริปชั่น แฟ็กเตอร์ (transcription factor) ซึ่งเป็นยีนที่กำหนดการสร้างโปรตีนที่ไปควบคุมการทำงานของยีนอีกขั้นหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันกำลังเป็นที่สนใจศึกษากันมาก โดยปกติโปรตีนที่เป็นทรานสคริปชั่น แฟ็กเตอร์ จะไม่สามารถไปจับตรงโดเมน (domain) บริเวณใดบริเวณหนึ่งของ DNA ได้ แต่เมื่อมีการจับกันเกิดขึ้นยีนดังกล่าวจะสามารถทำงานได้ ซึ่งเมื่อยีนทำงานเมล็ดข้าวก็ร่วงง่าย

ล่าสุดพบยีนสำคัญจากยีนของพันธุ์ข้าวดั้งเดิม (wild type) ซึ่งเป็นยีนที่ผ่านการวิวัฒนาการ (domesticated type) คือ ยีนกำหนดการสร้างความหอม (fragrance gene) โดยทีมงานวิจัยที่หน่วยปฏิบัติการค้นหายีนข้าว ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.) ได้ค้นพบและจดสิทธิบัตรลำดับเบสที่ส่งเสริมการสร้างสารหอมในข้าวไว้เรียบร้อยแล้ว สัญลักษณ์ของยีนดังกล่าวใช้คำว่า OS-2AP แต่เนื่องจากไม่มีการตีพิมพ์เกี่ยวกับยีนนี้ ดังนั้น คำว่า OS-2AP จึงไม่ได้ถูกนำมาอ้างอิงในวารสารที่ตีพิมพ์เกี่ยวกับเรื่องยีนดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับสัญลักษณ์ของยีนหอม โดยใช้คำว่า Badh 2 มากกว่า

จากการศึกษาพบว่ายีนกำหนดการสร้างความหอมจะอยู่ในโครโมโซมที่ 8 โดยควบคุมการสร้างสารหอมชนิด 2-AP (2-acetyl-1-pyrroline) ในข้าวป่า และข้าวหอมมะลิก็จะพบยีนดังกล่าวด้วย ซึ่งมีผลงานที่ตีพิมพ์ล่าสุดในวารสารวิชาการนานาชาติ ที่เป็นการรายงานการพบยีนกำหนดการสร้างสารหอม 2AP ในข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* เป็นครั้งแรก

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT) ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.) และมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาวิจัยเรื่องข้าวมาโดยตลอด ขอขอบคุณครับ

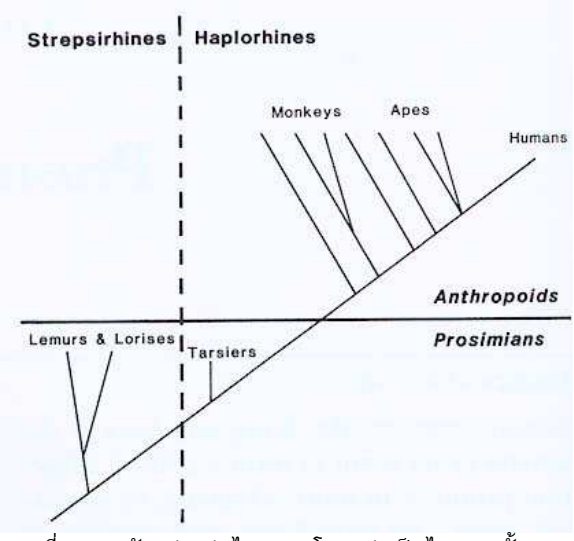
เอเชีย : แหล่งกำเนิดของแอนโทรโพอิดไพรเมตและวิวัฒนาการของไมโอซีนเอป

เยาวลักษณ์ ชัยมณี

กรมทรัพยากรธรณี, E-mail : yaocmn@yahoo.com

ไพรเมต (Primates) เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดหนึ่ง ประกอบด้วย ลีเมอร์ ลิงลม ทาร์เซีย ลิง เอป และมนุษย์ มีความหลากหลายสูงเป็นอันดับที่สามของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม รองจากพวกสัตว์กัดแทะและค้างคาว การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเหล่านี้ช่วยให้เราทราบถึงแหล่งกำเนิด วิวัฒนาการความเป็นมา รวมทั้งการกำเนิดลักษณะต่างๆ ที่สืบเนื่องมายังมนุษย์เรา

ไพรเมตมีลักษณะพิเศษต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่น คือ มีสมองใหญ่กว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักตัว ตาทั้งสองข้างมองไปข้างหน้าทำให้เห็นภาพได้สามมิติ มีมือใช้หยิบจับของได้ นิ้วมือแบนมีเล็บแทนการมีกรงเล็บ มีกระดูกหัวไหล่ที่ทำให้แขนหมุนได้และจับเหนี่ยวได้ไกล ซึ่งมนุษย์เราจัดอยู่ในกลุ่มนี้ด้วย ไพรเมต แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ตามลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ไพรเมตชั้นต่ำ หรือ โพรซิเมียน (Prosimian) ประกอบด้วย ทาร์เซีย ลีเมอร์ และลิงลม อีกพวกหนึ่ง ได้แก่ ไพรเมตชั้นสูง หรือเรียกว่า แอนโทรพอยด์ (Anthropoidea) ประกอบด้วย ลิง ลิงไม่มีหาง (เอป) และมนุษย์ Pocock (1918) ได้รวมทาร์เซียไว้กลุ่มเดียวกับไพรเมตชั้นสูง เรียกว่า ฮาร์โพลีน (Haplorhini) ส่วนลีเมอร์ และลิงลม ถูกรวมไว้ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า สเตรปสิรีน (Strepsirhini) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1. การจัดแบ่งกลุ่มไพรเมต โดยแบ่งเป็นไพรเมตชั้นสูง (Anthropoids) ไพรเมตชั้นต่ำ (Prosimians) และ Strepsirhines Haplorhines

แหล่งกำเนิดแอนโทรโพอิดไพรเมต

แอนโทรโพอิดไพรเมต หรือไพรเมตชั้นสูงมีแหล่งกำเนิดที่ไหน? แอฟริกา หรือเอเชีย

เนื่องจากมีการสำรวจพบซากดึกดำบรรพ์แอนโทรโพอิดไพรเมตเป็นจำนวนมากในทวีปแอฟริกามามากกว่า 100 ปีแล้ว จึงมีผู้เสนอว่าทวีปแอฟริกาน่าจะเป็นแหล่งกำเนิดของแอนโทรโพอิดไพรเมต ทว่าในระยะเวลากว่า 10 ปีมานี้ ได้มีการสำรวจพบซากดึกดำบรรพ์แอนโทรโพอิดไพรเมตที่มีอายุเก่าแก่ในทวีปเอเชีย ทั้งในประเทศจีน เมียนมาร์ และไทย ได้แก่ *อีโอซีเมียส* (*Eosimias*) จากประเทศจีน ซึ่งมีอายุประมาณ 45 ล้านปี (Beard et al., 1994, 1996) หรือสมัยอีโอซีนตอนกลาง (Middle Eocene) เป็นแอนโทรโพอิดไพรเมตขนาดเล็ก มีน้ำหนักตัวเพียง 100 กรัม ในประเทศเมียนมาร์มีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์แอนโทรโพอิดไพรเมตขนาดใหญ่ 2 ชนิด มีขนาดน้ำหนักตัวประมาณ 6-8 กิโลกรัม ได้แก่ *พงดงเกีย คอตเตอริ* (*Pondaungia cotteri*) และ *แอมฟิพิเทคัส โมกวงเอนซิส* (*Amphipithecus mogaungensis*) ในหินชุดพงดอง มีอายุประมาณ 37 ล้านปี หรือช่วงปลายสมัยอีโอซีนตอนกลาง (Bartonian) และซากดึกดำบรรพ์แอนโทรโพอิดไพรเมตขนาดเล็ก ชื่อว่า *บาฮินเนีย พงดงเอนซิส* (*Bahinia pondaungensis*) มีน้ำหนักตัวประมาณ 400 กรัม (Jaeger et al., 1999) ลักษณะคล้ายคลึงกับ*อีโอซีเมียส*ของประเทศจีนมาก จึงจัดให้อยู่ในตระกูล Eosimiidae เดียวกัน

ส่วนในประเทศไทยพบซากดึกดำบรรพ์แอนโทรโพอิดไพรเมตขนาดใหญ่ ชื่อ *สยามโมพิเทคัส อีโอซีนัส* (*Siamopithecus eocaenus*) (ภาพที่ 2) ในหินชุด

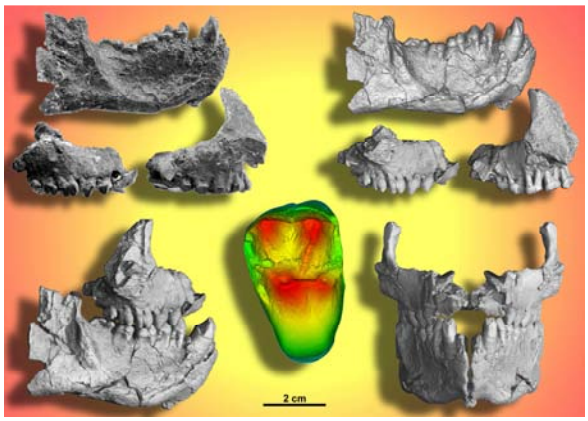
กระบี่ บริเวณเหมืองถ่านหิน อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ อายุประมาณ 33-35 ล้านปี หรือประมาณปลายสมัยอีโอซีน (Chaimanee et al., 1997, 2000) ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับ *พงดงเกีย คอตเตอริ* (*Pondaungia cotteri*) และ *แอมฟิพิเทคัส โมกวงเอนซิส* (*Amphipithecus mogaungensis*) ของเมียนมาร์ มากจึงจัดให้อยู่ในตระกูล Amphipithecidae เดียวกัน

การค้นพบหลักฐานแอนโทรโพอิดไพรเมตในเอเชียที่มีอายุเก่าแก่หลายชนิดดังกล่าว ช่วยยืนยันได้ว่าแอนโทรโพอิดไพรเมตมีแหล่งกำเนิดในทวีปเอเชีย และต่อมาได้เคลื่อนย้ายอพยพไปยังทวีปแอฟริกาเมื่อปลายสมัยอีโอซีนตอนกลาง ทั้งนี้ ยังมีหลักฐานการค้นพบฟอสซิลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่นที่ช่วยในการวิเคราะห์ เช่น สัตว์กีบ จำพวกแอนทราโคแทร์ ซึ่งเป็นต้นตระกูลฮิปโปโปเตมัส และสัตว์กัดแทะหลายชนิด ที่มีกำเนิดในทวีปเอเชีย และได้อพยพไปยังทวีปแอฟริกาในช่วงเวลานี้เช่นกัน

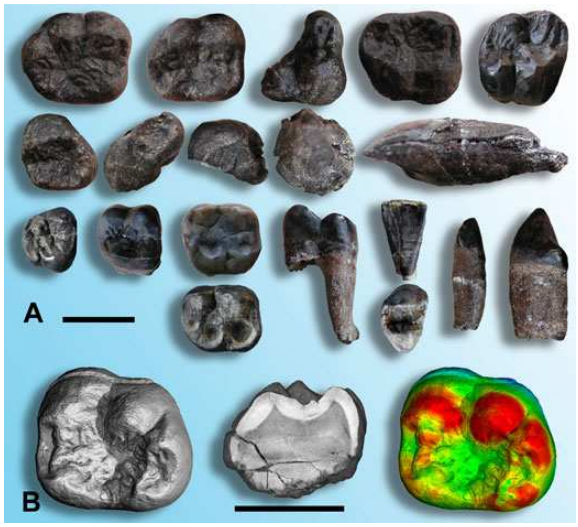
วิวัฒนาการไมโอซีนเอป

เอป (Ape) และมนุษย์ (Human)

การศึกษาวิวัฒนาการของฟอสซิลเอปเป็นเรื่องที่อยู่ในความสนใจของมนุษย์เรามาก เนื่องจากเอปและมนุษย์ จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน คือ โฮมินอยด์ (Hominoidea) ซึ่งเป็นกลุ่มไพรเมตที่มีวิวัฒนาการสูงสุด ต่างจากไพรเมตชนิดอื่น คือ ไม่มีหาง และมีสมองใหญ่ แต่เป็นกลุ่มไพรเมตที่ประสบความสำเร็จน้อยที่สุดในด้านความหลากหลาย เนื่องจากมีเพียง 5 ชนิด เท่านั้น ได้แก่ ชะนี อุรังอุตัง กอริลล่า ชิมแปนซี และมนุษย์ มีน้ำหนักที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ 4 กิโลกรัม ในชะนี ถึง 200 กิโลกรัม ในกอริลล่า เอปปัจจุบันพบเฉพาะในเขตป่าร้อนชื้นแถบทวีปแอฟริกา และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เท่านั้น โดยชะนีและอุรังอุตัง พบอาศัยอยู่เฉพาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ชิมแปนซีและกอริลล่าพบอาศัยอยู่ในทวีปแอฟริกา ส่วนมนุษย์พบอาศัยอยู่ทุกพื้นที่ ที่ผ่านมายังไม่เคยมีหลักฐานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์บรรพบุรุษของเอปชนิดใดเลย เว้นแต่บรรพบุรุษอุรังอุตัง ซึ่งมีผู้เสนอว่า *ศิวะพิเธคัส* (*Sivapithecus*) จากประเทศปากีสถาน และอินเดีย (Pilbeam, 1982; Pilbeam et al., 1990) หรือ *ลูแฟงพิเธคัส* (*Lufengpithecus*) จากประเทศจีนน่าจะเป็นบรรพบุรุษอุรังอุตัง



ภาพที่ 2. ซากดึกดำบรรพ์กรามล่างและกรามบนของไพรเมตชั้นสูง *Siamopithecus eocaenus* พบที่เหมืองถ่านหินกระบี่ อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่



ภาพที่ 3. ซากดึกดำบรรพ์ฟันของเอปเชียงม่วน *(Khoratpithecus chiangmuanensis*) พบที่เหมืองถ่านหินเชียงม่วน อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา

บรรพบุรุษอุรังอุตัง

อุรังอุตัง เป็นเอปขนาดใหญ่เพียงชนิดเดียวที่อาศัยอยู่ในทวีปเอเชีย โดยพบอาศัยอยู่บนเกาะสุมาตรา และบอร์เนียวเท่านั้น มีน้ำหนักราว 50-90 กิโลกรัม มี 2 ชนิดย่อย ได้แก่ *Pongo pygmaeus abelii* พบที่สุมาตรามีขนาดใหญ่กว่า และ *Pongo pygmaeus pygmaeus* พบที่บอร์เนียวมีขนาดเล็กกว่า อุรังอุตังปัจจุบันเหลืออยู่น้อยมาก และอยู่ในสภาวะใกล้สูญพันธุ์ ในช่วงไพลสโตซีนอุรังอุตังเคยอาศัยกระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณแผ่นดินใหญ่ของทวีปเอเชีย

ตะวันออกเฉียงใต้ ประเทศพม่า เวียดนาม และไทย ไปจนถึงบริเวณทางใต้ของจีน โดยพบฟอสซิลอุรังอุตังเป็นจำนวนมากในถ้ำ แต่ปัจจุบันกลับไม่พบอุรังอุตังบนแผ่นดินใหญ่ของทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

เอปเชียงม่วน

กรมทรัพยากรธรณีได้สำรวจพบฟอสซิลเอปครั้งแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่เหมืองถ่านหินเชียงม่วน อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา (Chaimanee et al., 2003) ซึ่งดำเนินการทำเหมืองโดยบริษัท บ้านปู จำกัด ในชั้นถ่านหิน อายุประมาณปลายสมัยไมโอซีนตอนกลาง หรือราว 13.5-10 ล้านปี โดยฟอสซิลที่พบเป็นชิ้นส่วนฟันจำนวน 18 ซี่ สามารถจำแนกได้ว่าเป็นฟันของสัตว์เพศผู้และเพศเมียที่เป็นชนิดเดียวกัน ลักษณะฟันมีความคล้ายคลึงกับฟอสซิล *ลูแฟงพิเธคัส* ที่พบในบริเวณทางใต้ของจีน แต่มีลักษณะหลายประการที่ต่างออกไป จึงตั้งให้เป็นชนิดใหม่ ชื่อคล้าย *ลูแฟงพิเธคัส*

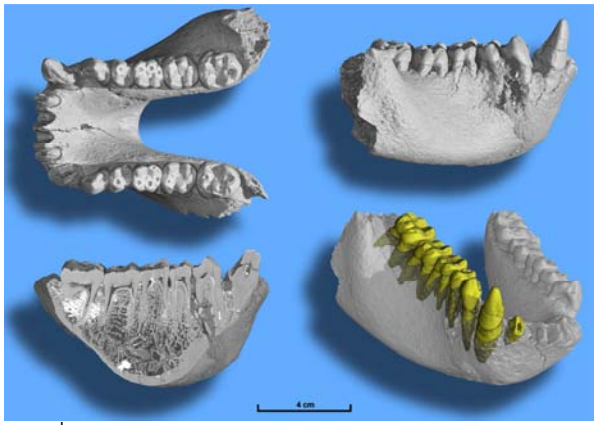
เชียงม่วนเอนซิส หมายถึง “ลิงจากลูแฟงที่เชียงม่วน” จากขนาดฟันทำให้ทราบว่าเอปดังกล่าวมีน้ำหนักราว 50-70 กิโลกรัม ลักษณะพิเศษของฟอสซิลที่พบ คือ เป็นเอปขนาดใหญ่ ที่มีลักษณะและขนาดฟัน แบบการสึกของฟัน, ความหนา และความย่นของเคลือบฟัน คล้ายคลึงกับ *ลูแฟงพิเธคัส* จากจีนมาก ต่างกันที่ขนาดของฟันหน้าและฟันกรามซี่ในสุดที่มีขนาดใหญ่กว่า และยังต่างจากอุรังอุตังปัจจุบันที่มีรอยย่นบนเคลือบฟันน้อยกว่า ฟอสซิลเอปเชียงม่วน (ภาพที่ 3)มีความคล้ายคลึงกับอุรังอุตังปัจจุบันมาก จึงมีความเป็นไปได้ว่าอาจจะเป็นบรรพบุรุษของอุรังอุตังที่มีสายพันธุ์ใกล้ชิดกว่า *ศิวะพิเธคัส* และ *ลูแฟงพิเธคัส*

การค้นพบฟอสซิลเอปขนาดใหญ่ในประเทศไทยครั้งนี้ เป็นการพบหลักฐานของฟอสซิลเอปขนาดใหญ่ที่สมบูรณ์ครั้งแรกในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แม้เราจะพบว่าอุรังอุตังเคยอยู่ในพื้นที่แถบนี้มาก่อนในยุคน้ำแข็ง แต่ยังไม่เคยพบหลักฐานใดๆ ของฟอสซิลเอปยุคก่อนหน้านั้นในพื้นที่นี้เลย จากการศึกษาพันธุ์พืชที่พบในบริเวณเดียวกันเป็นพันธุ์พืชของแอฟริกา มีความเป็นไปได้ว่ามีการแลกเปลี่ยนพืชและสัตว์ระหว่างเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแอฟริกาในช่วงเวลาดังกล่าว

เอปโคราช

หลังจากการค้นพบฟอสซิลเอปเชียงม่วน ได้มีการค้นพบฟอสซิลอุรังอุตังสายพันธุ์ใหม่ ชื่อ *โคราชพิเธคัส พิริยะ* (*Khoratpithecus piriyai*) หรือ “เอปโคราช” (ภาพที่ 4)อายุ 9-7 ล้านปี จากบ่อทรายท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา (Chaimanee et al., 2004) ฟอสซิลที่พบเป็นชิ้นส่วนกรามล่างและฟันที่สมบูรณ์ที่สุดเท่าที่เคยพบในประเทศไทย ขนาดกรามยาวประมาณ 10 เซนติเมตร ขนาดเท่าอุรังอุตังปัจจุบัน และมีน้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม

เอปโคราชที่พบใหม่นี้มีลักษณะพิเศษ คือ เป็นเอปขนาดใหญ่ มีกรามหนามาก ลักษณะกรามโค้งเป็นรูปตัวยู และมีลักษณะ รูปร่าง ขนาดของฟัน และความย่นของเคลือบฟัน คล้ายคลึงกับอุรังอุตังปัจจุบันต่างกันตรงที่ ฟันหน้าของเอปโคราชมีขนาดเล็กกว่า และมีฟันกรามซี่ในสุดขนาดใหญ่กว่าอุรังอุตังปัจจุบัน สำหรับลักษณะเฉพาะตัวที่เหมือนกับอุรังอุตังปัจจุบัน คือ ไม่พบรอยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการปิด-เปิดปากใต้กรามส่วนหน้า แต่บริเวณดังกล่าวถูกพัฒนาให้มีถุงลมขนาดใหญ่ ซึ่งใช้ในการส่งเสียงกู่ร้องสื่อสารกันในกลุ่มอุรังอุตัง ซึ่งลักษณะพิเศษนี้ไม่มีในเอปชนิดอื่น และไม่เคยพบในฟอสซิลเอปชนิดใดมาก่อน นอกจากนี้ฟอสซิลที่พบใหม่นี้ยังเป็นตัวชี้บ่งให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างฟอสซิลบรรพบุรุษอุรังอุตังจากเชียงม่วน และอุรังอุตังปัจจุบัน โดยพบว่าฟอสซิลเอปเชียงม่วน และเอปโคราชมีสายพันธุ์เดียวกัน คาดว่าเป็นสายพันธุ์ที่สืบทอดมาจากเอปเชียงม่วนและเป็นญาติที่ใกล้ชิดที่สุด



ภาพที่ 4. ซากดึกดำบรรพ์กรามพร้อมฟันของเอปโคราช *(Khoratpithecus piriyai)* พบที่บ่อทรายท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา

ของอุรังอุตังปัจจุบัน

สภาพแวดล้อมในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นป่าร้อนชื้น เช่นเดียวกับป่าของประเทศไทยในปัจจุบัน โดยมีทางน้ำโบราณขนาดใหญ่ที่ขนาบด้วยป่าร้อนชื้นและมีทุ่งหญ้าอยู่ถัดออกไป แต่ปัจจุบันไม่พบอุรังอุตังอาศัยอยู่ในประเทศไทยแล้ว แม้ว่าในอดีตพื้นที่ประเทศไทยจะเคยเป็นแหล่งกำเนิด และวิวัฒนาการของสัตว์ชนิดนี้อาจเนื่องจากสภาพป่าที่ถูกแปรเปลี่ยนเป็นที่อยู่อาศัยและพื้นที่เกษตรกรรมของมนุษย์

การค้นพบฟอสซิลเอปในประเทศไทยเป็นหลักฐานยืนยันว่าอุรังอุตังเคยมีถิ่นกำเนิดและอาศัยอยู่ในประเทศไทย มาตั้งแต่ 13.5 ล้านปี และมีวิวัฒนาการต่อเนื่องจนเป็นอุรังอุตังปัจจุบัน เนื่องจากบริเวณนี้มีสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศที่เหมาะสม ฟอสซิลเอปโคราชที่พบมีอายุ 9-7 ล้านปี ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่สำคัญในการศึกษาวิวัฒนาการมนุษย์ เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการแยกสายพันธุ์ระหว่างฟอสซิลเอปขนาดใหญ่ และมนุษย์ แม้ว่ายังไม่เคยมีการพบหลักฐานใดๆ เลยทั้งในทวีปแอฟริกา และเอเชีย แต่การค้นพบฟอสซิลเอปเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในประเทศไทย อาจทำให้พบหลักฐานพิสูจน์ว่าทวีปเอเชียโดยเฉพาะบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นแหล่งกำเนิด และวิวัฒนาการของมนุษย์ได้เช่นกัน

หลักฐานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ไพรเมตที่มากขึ้นเรื่อยๆ ในภูมิภาคนี้แสดงให้เห็นว่าพื้นที่บริเวณนี้มีศักยภาพสูงในการค้นพบฟอสซิลไพรเมตชนิดใหม่ๆ เนื่องจากมีแอ่งสะสมตัวของตะกอนยุคต่างๆ จำนวนมาก และยังเป็นศูนย์กลางกำเนิด และวิวัฒนาการของไพรเมตชั้นสูง ต่อเนื่องมาตั้งแต่ยุคอีโอซีนจนถึงไพรเมตชั้นสูงปัจจุบัน การที่รัฐบาลในประเทศเหล่านี้สนับสนุนงานวิจัยด้านซากดึกดำบรรพ์และอำนวยความสะดวกต่อการทำงานดังกล่าว ช่วยให้เกิดความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในภูมิภาคนี้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยได้รับการสนับสนุนจากกรมทรัพยากรธรณี และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัย Poitiers ประเทศฝรั่งเศส

เอกสารอ้างอิง

Beard K. C., Qi T., Dawson M. R., Wang B., Li C. (1994) A diverse new primate fauna from middle Eocene fissure-fillings in southeastern China. Nature 368:604-609.

Beard K. C., Tong Y., Dawson M. R., Wang J., Huang X. (1996) Earliest complete dentition of an anthropoid primate from the late Middle Eocene of Shanxi province, China. Science 272:82-85.

Chaimanee Y., Jolly D., Benammi M., Tafforeau P., Duzer D., Moussa I., Jaeger J.-J. (2003) A new middle Miocene hominoid from Thailand and orangutan origins. Nature 422:61-65.

Chaimanee Y., Suteethorn V., Jaeger J.-J., Ducrocq S. (1997) A new Late Eocene anthopoid primate from Thailand. Nature 385:429-431.

Chaimanee Y., Suteethorn V., Jintasakul P., Vidthayanon C., Marandat B., Jaeger J.-J. (2004) A new orang-utan relative from the Late Miocene of Thailand. Nature 427:439-441.

Chaimanee Y., Tin Thein, Ducrocq S., Aung Naing Soe, Benammi M., Tun T., Thit Lwin, Wai S., Jaeger J.-J. (2000) A new lower jaw of *Pondaungia cotteri* from the Late Middle Eocene Pondaung Formation (Myanmar) confirms its anthropoid status. PNAS 97:4102-4105.

Jaeger J.-J., Tin Thein, Benammi M., Chaimanee Y., Aung Naing Soe, Thit Lwin, Than Tun, San Wai, Ducrocq S. (1999) A new primate from the middle Eocene of Myanmar and the Asian early origin of the anthropoids. Science 286:528-530.

Pilbeam D., Rose M. D., Barry J. C., Shah S. M. I. (1990) New *Sivapithecus* humeri from Pakistan and the relationship of *Sivapithecus* and *Pongo*. Nature 348:237-239.

Pilbeam D. R. (1982) New hominoid skull material from the Miocene of Pakistan. Nature 295:232-234.

Pocock R. I. (1918) On the external characers of the lemurs and of Tarsius. Proceeding of the Zoological Society of London, 1918, 19-53.

หนังสือ “พรรณไม้ที่พบครั้งแรกของโลกในเมืองไทย”

ปิยะ เฉลิมกลิ่น

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.), E-mail : piya@tistr.or.th

---

หนังสือพรรณไม้ที่พบครั้งแรกของโลกในเมืองไทย (ภาพที่ 1) จัดทำขึ้นโดยโครงการ BRT หนังสือเล่มนี้ได้รวบรวมพรรณไม้ที่พบในประเทศไทย เช่น จำปีสิรินธร มหาพรหมราชินี อนุพรหม จำปีศรีเมืองไทย จำปีช้าง ปาหนันเมืองกาญจน์ ปาหนันแม่วงก์ ปาหนันร่องกล้า และบุหรงช้าง เป็นต้น

หนังสือดังกล่าว มีผู้เขียนด้วยกัน 3 ท่าน คือ ผู้บรรยายเอง ปิยะ เฉลิมกลิ่น คุณจิรพันธ์ ศรีทองกุล และคุณอนันต์ พิริยะภัทรกิจ หนังสือเล่มนี้เป็นหนังสือที่จะประกาศความยิ่งใหญ่ว่ามีพรรณไม้ที่พบครั้งแรกของโลกในเมืองไทย ซึ่งหลายชนิดค้นพบโดยคนไทย และหลายชนิดพบเฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น ดังนั้น นักวิจัยไทยควรต้องเร่งทำการสำรวจและศึกษาวิจัย เพื่อให้คนไทยได้ประโยชน์สูงสุด ก่อนที่ต่างชาติจะมาวิจัย และนำผลประโยชน์กลับไปใช้ที่ประเทศของเขา

ก่อนอื่นต้องขอขอบคุณพิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร (BK : Bangkok Herbarium), หอพรรณไม้กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (BKF : Bangkok Forest Herbarium), หอพรรณไม้สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ (QBG : Queen Sirikit Botanic Garden) และพิพิธภัณฑ์พืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (PSU : Prince of Songkla University) ที่อนุญาตให้เข้าไปศึกษาตัวอย่างต้นแบบ และตัวอย่างแห้ง ซึ่งช่วยให้ได้ข้อมูล ภาพ และเรื่องราวสำคัญต่างๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า วนอุทยาน หน่วยพัฒนาต้นน้ำ รวมไปถึงสำนักสงฆ์ที่เอื้อเฟื้อที่พักและอาหาร และช่วยเป็นผู้นำทางให้ นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณนักจำแนกพรรณไม้ ไม่ว่าจะเป็น ผศ.ดร. จิรายุพิน จันทรประสงค์ และอีกหลายท่าน ที่ไม่ได้กล่าวนาม รวมทั้งขอขอบคุณนักจำแนกพรรณไม้หลายท่านที่ช่วยตรวจซ้ำตัวอย่างพรรณไม้ให้ถูกต้อง จนสามารถนำข้อมูลมาจัดทำหนังสือและออกมาเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

ภาพที่ 1. หนังสือพรรณไม้ที่พบครั้งแรกของโลกในเมืองไทยได้รวบรวมพรรณไม้ไทยไว้หลากหลายชนิด

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ร่ำรวยทางด้านพันธุกรรมพืช มีพรรณไม้อยู่มากกว่า 15,000 ชนิด เป็นความภาคภูมิใจที่เกิดมาเป็นคนไทย ได้อยู่ในผืนแผ่นดินไทย ซึ่งเป็นดินแดนที่ติดระดับของความเป็นศูนย์กลางแห่งความหลากหลายทางพันธุกรรมมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก เพราะพื้นที่เพียง 1 ตารางกิโลเมตร ของประเทศไทย สามารถพบเห็นพรรณไม้ได้มากมายและหลากหลาย ในขณะที่บางประเทศ อาทิ ประเทศอังกฤษ และสหรัฐอเมริกา เป็นต้น มีปริมาณและความหลากหลายของพรรณไม้ค่อนข้างน้อย

การสำรวจพรรณไม้ในประเทศไทยเริ่มต้นตั้งแต่สมัยปลายกรุงศรีอยุธยา บุกเบิกโดยนักสำรวจพรรณไม้ชาวต่างชาติที่มาจากทวีปยุโรป เมื่อเข้ามาสำรวจแล้วก็ได้นำตัวอย่างกลับไปที่ยุโรปด้วย ซึ่งนักสำรวจพรรณไม้ของไทยรุ่นหลังๆ ได้ตามไปพบพรรณไม้หลายชนิดอยู่ในหอพรรณไม้ที่ยุโรป นักสำรวจต่างชาติ

ที่เก็บตัวอย่างไว้เป็นจำนวนมาก ได้แก่ คาร์ (A.F.G. Kerr) นายแพทย์ชาวไอริช ได้เก็บตัวอย่างพรรณไม้ไว้กว่า 30,000 ตัวอย่าง มาดามคอลลิน (D.J. Collin) นักธรรมชาติวิทยาชาวอังกฤษ เก็บตัวอย่างได้กว่า 2,000 ตัวอย่าง รวมทั้ง Gunnar Seidenfaden ชาวเดนมาร์ก ผู้เชี่ยวชาญเรื่องกล้วยไม้ไทย ศ.ไค ลาร์เซน เก็บตัวอย่างได้กว่า 30,000 ตัวอย่าง และ แม็คเวลล์ (J.F. Maxwell) ชาวอเมริกัน ที่เก็บตัวอย่างได้มากกว่า 10,000 ตัวอย่าง

เนื้อหาภายในหนังสือเล่มนี้ ได้บอกเล่าถึงที่มาที่ไปของพรรณไม้ ได้แก่ ที่มาของชื่อ ผู้ค้นพบ สถานที่พบ ช่วงเวลาที่พบ รายงานการตั้งชื่อ รวมไปถึงรูปร่างลักษณะของพรรณไม้ ฤดูออกดอก ออกผล การกระจายพันธุ์ การขยายพันธุ์ และการนำไปใช้ประโยชน์

ส่วนพรรณไม้ในพระนาม ประกอบด้วย พรรณไม้ 8 ชนิด ได้แก่ กันภัยมหิดล สิรินธรวัลลี จำปีสิรินธร มหาพรหมราชินี เอื้องศรีประจิม เอื้องศรีเชียงดาว โมกราชินี และเครือเทพรัตน์ โดยในหนังสือจะมีรายละเอียด ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อภาษาไทย ชื่อผู้ตั้งชื่อพรรณไม้ ชื่อวงศ์ และชื่ออื่นๆ ที่ใช้เรียกกัน ตัวอย่างเช่น **กันภัยมหิดล** (*Afgekia mahidoliae* B.K. Burtt & Chermsir.) (ภาพที่ 2.) พรรณไม้งามที่มีคำระบุชนิด *mahidoliae* เพื่อเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ค้นพบโดย ผศ.ดร.จิรายุพิณ จันทรประสงค์ (เจิมศิริวัฒน์) เก็บตัวอย่างจากวังโพ อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ.2510 ลักษณะต้นเป็นไม้เถาเลื้อย ช่อดอกสีม่วงบานสะพรั่งในช่วงเดือนมิถุนายน - สิงหาคม ผลแก่เดือนธันวาคม - มกราคม ดอกย่อยบานได้เพียงวันเดียว มีถิ่นกำเนิดบริเวณเขาหินปูน จังหวัดกาญจนบุรี

นอกจากนี้ยังพบในประเทศลาว และเวียดนาม มีรายงานการตั้งชื่อในปี พ.ศ.2514 โดยระหว่างปี พ.ศ. 2510-2514 ได้มีการตรวจสอบ และเตรียมการตั้งชื่อพรรณไม้ชนิดนี้เป็นพรรณไม้ที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ในถิ่นกำเนิด แต่ในปัจจุบันสามารถขยายพันธุ์ได้โดยการเพาะเมล็ด จึงมีผู้นิยมเอามาปลูกเป็นไม้เลื้อยไม้ประดับ เนื่องจากมีลักษณะสวยงาม และยังได้รับเกียรติให้เป็นพรรณไม้ประจำมหาวิทยาลัยมหิดลอีกด้วย

สิรินธรวัลลี (*Bauhinia sirindhorniae* K.& S.S. Larsen) เป็นพืชตระกูลถั่ว ได้รับพระราชทานนามสิรินธร เป็นชื่อชนิด เพื่อเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ค้นพบโดย ดร.ชวลิต นิยมธรรม พบที่บริเวณป่าภูทอกน้อย อำเภอบุ่งคล้า จังหวัดหนองคาย **จำปีสิรินธร** (*Magnolia sirindhorniae* Noot. & Chalermglin) เป็นพืชในวงศ์จำปีจำปา **มหาพรหมราชินี** (*Mitrephora sirikitiae* Weerasooriya, Chalermglin & R.M.K.Saunders) และ**โมกราชินี** (*Wrightia sirikitiae* D.J. Middleton & Santisuk) มีชื่อชนิดว่า สิริกิติ์ (*sirikitiae*) โดยได้ขอพระราชทานนามจากสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ โดยชื่อที่ลงท้ายด้วย *–iae* เป็นการบ่งบอกว่าเป็นชื่อเพศหญิง **เอื้องศรีประจิม** (*Sirindhornia mirabilis* Petersen & P. Suksathan) **เอื้องศรีเชียงดาว** (*Sirindhornia pulchella* H.E.Petersen & S. Indhamusika)

ภาพที่ 2. กันภัยมหิดล พรรณไม้เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี

ภาพที่ 3. จำปีสิรินธร พรรณไม้เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

เป็นกล้วยไม้ที่พระราชทานนามสิรินธร เป็นชื่อสกุล สิรินธรเนีย (*Sirindhornia*) ค้นพบโดย ดร.ปิยเกษตร สุขสถาน

ส่วนพรรณไม้ชื่อแห่งประเทศไทย มีคำลงท้ายชื่อพรรณไม้ด้วยคำว่า ไทยแลนด์ดิก้า (*thailandica*) ไทยแลนด์ดิกุ้ม (*thailandicum*) ไทยอาน่า (*thaiana*) ไทยอานุ่ม (*thaianum*) ไทยเอนซีด (*thaiensis*) ไทยมอนทาน่า (*thaimontana*) แซมเมนเซ่ (*siamense*) แซมมิซิด (*siamensis*) แซมมิก้า (*siamica*) แซมมิกุ้ม (*siamicum*) โดยหนังสือเล่มนี้ได้รวบรวมพรรณไม้ชื่อแห่งประเทศไทยไว้ 65 ชนิด เช่น **ชาข่อย** (*Acalypha siamensis* Oliv. ex Gage) พืชในวงศ์ยูโฟเบีย (Euphobiaceae) มีชื่อชนิดว่า *siamensis* มีการกระจายพันธุ์อยู่ในป่าดิบแล้งบนเขาหินปูน ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ลักษณะใบมีขนาดเล็ก กว้างเพียง 2 - 3 เซนติเมตร ยาว 3 - 5 เซนติเมตร ปลายใบเป็นหยักๆ ด้วยคุณสมบัติพิเศษที่สามารถทนแล้งได้ จึงนิยมนำมาใช้ประโยชน์เป็นพืชรั้ว เป็นไม้ประดับริมทางตามข้างถนน ซึ่งถือเป็นการพัฒนาพืชพื้นเมืองขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์

ประทัดสุเทพ (*Agapetes thailandica* S. Wathana) พบครั้งแรก โดย ดร.สันติ วัฒฐานะ และเป็นผู้ให้คำระบุชนิดว่า *thailandica* หมายถึงพบในประเทศไทย **พุงแก** (*Capparis siamensis* Kurz) พรรณไม้มีหนวดในสกุลชิงชี่ มีคำระบุชนิด *siamensis* **ลิ้นงูเห่า** (*Clinacanthus siamensis* Bremek.) ได้ชื่อมาจากลักษณะของดอกที่มีปลายแยกเป็น 2 แฉก ชื่อชนิด *siamensis* ระบุว่าพบในประเทศไทย บริเวณภาคตะวันออกที่จังหวัดจันทบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง และตราด **นมเสือซินแคร์** (*Dasoclema siamensis* (Craib) J. Sinclair) เป็นพืชเพียงชนิดเดียวในสกุล เป็นพรรณไม้ถิ่นเดียวของไทย สำรวจพบครั้งแรก โดย หมอคาร์ ในปี พ.ศ. 2465 ที่บ้านละมุง จังหวัดกำแพงเพชร

พุดภูเก็ต (*Gardenia thailandica* Tirveng.) ชื่อเรียกอื่น คือ พุดป่า หรือรักนา พบครั้งแรก โดย ดร.ชวลิต นิยมธรรม ที่อำเภอกระทู้ จังหวัดภูเก็ต บนภูเขาที่ระดับความสูง 30 เมตร ปัจจุบันสามารถเห็นได้บริเวณจุดชมวิวที่หาดกะตะ โดยในเดือนเมษายน - พฤษภาคม จะออกดอกบานเต็มต้น ดอกมีสีเหลือง และมีกลิ่นหอม **มะลิสยาม** (*Jasminum siamense* Craib) มีความสูงเพียง 25 เซนติเมตร เป็นพรรณไม้ถิ่นเดียวของไทย **จำปีศรีเมืองไทย** (*Magnolia thailandica* Noot. & Chalermglin) เป็นพรรณไม้ดอกหอมกลุ่มจำปีจำปา จำปีชนิดนี้มีลักษณะโบราณ ต่างจากพืชกลุ่มจำปีจำปาชนิดอื่นๆ คือ มีดอกแบบแยกเพศ ดอกเพศผู้ เพศเมียอยู่คนละดอก แยกต้นกัน จึงมีโอกาสสูญพันธุ์ค่อนข้างสูง หากมีการลักลอบนำต้นเพศใดเพศหนึ่งออกไปจากป่า จะทำให้เกสรไม่สามารถผสมได้และจะสูญพันธุ์ในที่สุด

ส่วนพรรณไม้ชื่อสถานที่ในเมืองไทย เป็นการระบุชื่อชนิดตามที่สำรวจพบครั้งแรก หรือเก็บตัวอย่างต้นแบบ โดยการระบุชื่อของจังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน ภูเขา ดอย โดยในหนังสือเล่มนี้ได้รวบรวมไว้ 28 ชนิด เช่น **เต่าร้างยักษ์คีรีวง** (*Caryota kiriwongensis* Hodel) สำรวจพบและตั้งชื่อโดย D.R. Hodel ชาวอเมริกัน เป็นปาล์มต้นใหญ่หายากที่พบครั้งแรกที่หมู่บ้านคีรีวง ตำบลกะโรม อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นประมาณ 1 เมตร ความสูงประมาณ 30 เมตร ความยาวของใบประมาณ 8 เมตร กว้างประมาณ 6 เมตร ปัจจุบันมีการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเมล็ด โดยนิยมปลูกกันตามสวนพฤกษศาสตร์ สถานที่ท่องเที่ยว สถานที่ราชการ เป็นต้น **บุหรงสุเทพ** (*Dasymaschalon sootepense* Craib) หมอคาร์เป็นผู้สำรวจพบ โดยพบครั้งแรกที่ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ **เทียนแม่ฮ่องสอน** (*Impatiens hongsonensis* T. Shimizu) ค้นพบและตั้งชื่อโดย ศ.ชิมิสึ ชาวญี่ปุ่น พบครั้งแรกที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ลักษณะเด่น คือ มีดอกสีม่วง และมีแต้มสีเหลืองบริเวณคอดอก

ส่วนพรรณไม้ชื่อบุคคลเกียรติยศ ชื่อพรรณไม้อาจมีส่วนของคำระบุสกุล (genus) ชนิด (species) หรือชนิดย่อย (subsp.) หรือระบุพันธุ์ (var.) โดยตั้งชื่อให้เกียรติกับบุคคลที่สำรวจพบพรรณไม้ชนิดนั้นเป็นคนแรก หรือเป็นบุคคลที่มีชื่อเสียงในวงการพฤกษศาสตร์ หรือมีชื่อเสียงในวงการอื่นๆ เช่น **ก้านดำทองแถม** (*Adiantum thongthamii* P. Suksathan) ดร.ปิยเกษตร สุขสถาน เป็นผู้ค้นพบ และตั้งชื่อให้เป็นเกียรติแก่ รศ.มล.จารุพันธ์ ทองแถม ในฐานะที่ท่านเป็นผู้ทำ

งานวิจัยพัฒนาเฟิร์นให้กับมูลนิธิโครงการหลวง โดยชื่อ *thongthamii* ลงท้ายด้วย *–ii* บ่งบอกว่าชื่อที่ตั้งให้เป็นเกียรติเป็นผู้ชาย **เปล้า** (*Croton kerrii* Airy Shaw) และชื่อพรรณไม้ชนิดอื่นๆ ที่มีชื่อชนิดว่า *kerrii* ตั้งขึ้นเป็นเกียรติแก่หมอคาร์ ซึ่งผู้สำรวจพบครั้งแรก **อรพิม** (*Bauhinia winitii* Craib) ตั้งให้เป็นเกียรติแก่ อำมาตย์เอกพระยาวินิจวนันดร ซึ่งเป็นผู้สำรวจพบครั้งแรกที่จังหวัดกาญจนบุรี **สิงโตอาจารย์เต็ม** (*Bulbophyllum smithinandii* Seidenf. & Thorut) กล้วยไม้ในสกุลสิงโต ตั้งชื่อให้เป็นเกียรติแก่ ศ.ดร.เต็ม สมิตินันทน์ **เอื้องธานี** (*Costus dhaninivatii* K. Larsen) ตั้งชื่อให้เป็นเกียรติแก่กรมหมื่นพิทยลาภพฤฒิยากร (พระองค์เจ้าธานีนิวัต)

ด้าง หรือ**หัวใจทศกัณฐ์** (*Hoya kerrii* Craib) พรรณไม้ในกลุ่มโฮย่า ตั้งชื่อให้เป็นเกียรติแก่หมอคาร์ ผู้สำรวจพบครั้งแรกบริเวณดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ ใบของต้นหัวใจทศกัณฑ์มีขายอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน นิยมวาดรูปลงบนใบ ขยายพันธุ์โดยใช้วิธีการปักชำลงในกระถางขนาดเล็ก และส่งออกไปขายที่ประเทศญี่ปุ่น สร้างรายได้ให้กับประเทศได้ไม่น้อย

มณฑาป่า (*Magnolia garrettii* (Craib) V.S. Kumar) พรรณไม้สกุลจำปา ตั้งชื่อให้เป็นเกียรติแก่ K.B.G. Garrett นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษ ผู้สำรวจพบครั้งแรกบนดอยผาขาว จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 1,320 เมตร จากระดับน้ำทะเล เป็นพรรณไม้เมืองไทยที่ชอบอากาศหนาวเย็น สามารถปลูกในพื้นที่ระดับล่างได้แต่ไม่ออกดอก **จำปีรัชนี** (*Magnolia rajaniana* (Craib) Figlar) ตั้งชื่อให้เป็นเกียรติแก่พระราชวรวงศ์เธอพระองค์เจ้ารัชนีแจ่มจรัส กรมหมื่นพิทยาลงกรณ์ ผู้ที่เคยอยู่ในระบบการดำเนินงานของการสำรวจพรรณไม้

นอกจากนี้ยังมีส่วนพรรณไม้ชื่อตั้งขึ้นใหม่ เป็นชื่อที่นักสำรวจพรรณไม้หรือนักพฤกษศาสตร์ตั้งขึ้น โดยใช้ลักษณะเด่นของพรรณไม้หรือกำหนดขึ้นมาใหม่ ซึ่งทั้งหมดเป็นพรรณไม้ที่พบครั้งแรกในประเทศไทย ในหนังสือเล่มนี้ได้กล่าวไว้ 37 ชนิด เช่น **นาวน้ำ** (*Artabotrys spinosus* Craib) พรรณไม้ถิ่นเดียวของไทย สกุลการเวก ชื่อ *spinosus* บ่งบอกถึงลักษณะของหนามโดยพบหนามแหลมยาวตามกิ่งและลำต้น **ใบสีทอง** หรือ **ย่านดาโอะ** (*Bauhiain aurefolia* K. & S.S. Larsen) ตั้งชื่อชนิดตามลักษณะเด่น คือ ใบเป็นสีทอง โดย aure- แปลว่า ทอง ส่วน folia แปลว่า ใบ สำหรับชื่อภาษาไทยนั่นตั้งขึ้นภายหลังโดยตั้งให้ตรงกับชื่อวิทยาศาสตร์ พบครั้งแรกโดย ดร.ชวลิต นิยมธรรม จากน้ำตกบาโจ จังหวัดนราธิวาส **น้ำเต้ายาน** (*Cyathostemma longipes* Craib) ชื่อ *longipes* บ่งบอกถึงความยาวนั่นคือ ส่วนของก้านดอกที่มีความยาว 6-8 เซนติเมตร

พรรณไม้ทั้งหมดที่กล่าวถึงเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่ได้รวบรวมไว้ในหนังสือพรรณไม้ที่พบครั้งแรกของโลกในเมืองไทย หากท่านใดสนใจ ต้องติดตามรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากหนังสือเล่มดังกล่าว และขอฝากให้ทุกท่านช่วยกันอนุรักษ์พรรณไม้ที่มีคุณค่านี้ไว้ให้อยู่กับคนไทยตลอดไป รวมทั้งขอฝากให้นักวิจัยไทยช่วยกันเร่งสำรวจและศึกษาวิจัยพรรณไม้ไทย ก่อนที่ชาวต่างชาติจะมาวิจัย และนำพรรณไม้ของไทยเรากลับไปใช้ประโยชน์ที่ประเทศของเขา

สาหร่ายกับพลังงานทางเลือก

อาภารัตน์ มหาขันธ์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.), E-mail : aparat@tistr.or.th

---

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบกับวิกฤตการณ์ขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้มีราคาสูงและส่งผลกระทบต่อการพัฒนาของหลายประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่ต้องนำเข้าน้ำมัน เช่น ประเทศไทย ที่ใช้งบประมาณกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP : Gross Demestic Product) ในการนำเข้าน้ำมัน จนส่งผลกระทบต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ สังคม และด้านอื่นๆ ของประเทศ

นอกจากปัญหาการขาดแคลนน้ำมันแล้ว จากอดีตที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันการโหมใช้น้ำมันเพื่อพัฒนาประเทศที่เกิดขึ้นในแทบทุกประเทศทั่วโลกยังก่อให้เกิดปัญหาโลกร้อนจากภาวะเรือนกระจก (global green - house effect) จากการกักเก็บรังสีอินฟราเรดโดยแก๊สเรือนกระจก (green house gas) โดยเฉพาะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ นับเป็นภาวะคุกคามสภาพแวดล้อมระบบนิเวศ รวมถึงความสมดุลของระบบต่างๆ ในโลกที่กำลังส่งผลต่อความอยู่รอดของมนุษยชาติทั้งในปัจจุบันและอนาคต นับเป็นปัญหาสำคัญของศตวรรษนี้ที่ทุกประเทศทั่วโลกต้องร่วมมือร่วมใจกันแก้ไข

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้น้ำมันสูงถึง 60 ล้านลิตร/วัน และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 80 ล้านลิตร/วัน โดยน้ำมันดิบมีแนวโน้มราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนบางครั้งอาจสูงกว่า 100 เหรียญสหรัฐ/บาร์เรล ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจในภาพรวมอย่างแน่นอน ด้วยเหตุนี้ทำให้มีการตระหนักถึงการสร้างความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ โดยยุทธศาสตร์พลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงานได้กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนของประเทศไทยไว้ที่ 8 เปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานทั้งหมด หรือ 6,540 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ภายในปี พ.ศ. 2554 ไบโอดีเซลเป็นพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งได้ถูกกำหนดเป้าหมายให้มีการใช้วันละ 8.5 ล้านลิตรในปี พ.ศ. 2555 ทั้งนี้ มีการคาดการณ์ปริมาณความต้องการไบโอดีเซลในช่วงปี พ.ศ. 2554 ว่าจะมีความต้องการ 5 ล้านลิตร/วัน และจะเพิ่มขึ้นเป็น 12 ล้านลิตร ในปี พ.ศ. 2560

นอกจากนี้ในส่วนของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีการจัดทำแผนที่นำทางเทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งในช่วงแรกตั้งเป้าการผลิตไบโอดีเซลสูตร B5 (ไบโอดีเซล 5 เปอร์เซ็นต์ ต่อ น้ำมันดีเซล 95 เปอร์เซ็นต์) และเริ่มใช้ไบโอดีเซล B5 ในเครื่องจักรกลเกษตร และรถบรรทุกเพื่อการเกษตร เป็นการสนับสนุนเศรษฐกิจพอเพียง โดยให้ชาวบ้านผลิตเอง จากนั้นจึงจะพัฒนามาใช้ B20 (ไบโอดีเซล 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อ น้ำมันดีเซล 80 เปอร์เซ็นต์) ให้ได้โดยตั้งเป้าหมายไว้ในปี พ.ศ. 2554 และเพิ่มเป็น B50 (ไบโอดีเซล 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อ น้ำมันดีเซล 50 เปอร์เซ็นต์) ภายในปี พ.ศ. 2557 เมื่อมีความมั่นใจแล้ว จะมีการส่งเสริมให้ใช้ B100 (ไบโอดีเซล 100 เปอร์เซ็นต์) ภายในปี พ.ศ. 2560 ในส่วนของการผลิตไบโอเอทานอล จะเปลี่ยนจากการผลิตเพื่อให้พอเพียงกับการใช้งานและลดการนำเข้าไปเป็นการผลิตเพื่อส่งออก ทั้งจะขยายการใช้งานออกไปสู่อุตสาหกรรมอื่นๆ ส่งผลให้มีการปรับเป้าหมายในอุตสาหกรรมต่างๆ

โดยเฉพาะอุตสาหกรรมน้ำมันและอุตสาหกรรมยานยนต์ เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมกึ่งสำเร็จรูป และเครื่องยนต์เพื่อรองรับการใช้แก๊สโซฮอล์ที่มีอัตราส่วนเอทานอลสูงขึ้น เช่น E20 (เอทานอล 20 เปอร์เซ็นต์ ต่อ น้ำมันเบนซิน 80 เปอร์เซ็นต์) จนถึง E85 (เอทานอล 85 เปอร์เซ็นต์ ต่อ น้ำมันเบนซิน 15 เปอร์เซ็นต์) เพื่อทดแทนน้ำมันดีเซล และการใช้เอทานอลในเซลล์เชื้อเพลิง ดังนั้น วัตถุดิบที่ใช้จึงต้องเพิ่มปริมาณเป็นอย่างน้อยสองเท่าของการผลิตเดิม และมีการพิจารณาที่จะใช้แหล่งวัตถุดิบหลากหลายประเภทเพิ่มขึ้น เช่น ข้าวฟ่างหวานและเซลลูโลส ทั้งนี้ มีการตั้งเป้าหมายว่าจะมีการส่งออกเอทานอลในระดับ 2-5 ล้านลิตร/วัน เมื่อสามารถผลิตเอทานอลได้เพียงพอต่อการใช้ภายในประเทศแล้ว โดยจะนำไปทดแทนน้ำมันดีเซล เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้น้ำมันดีเซล

มากกว่าน้ำมันเบนซินประมาณ 2-3 เท่า รวมทั้งอาจจะพัฒนาการใช้เอทานอลเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าอีกด้วย

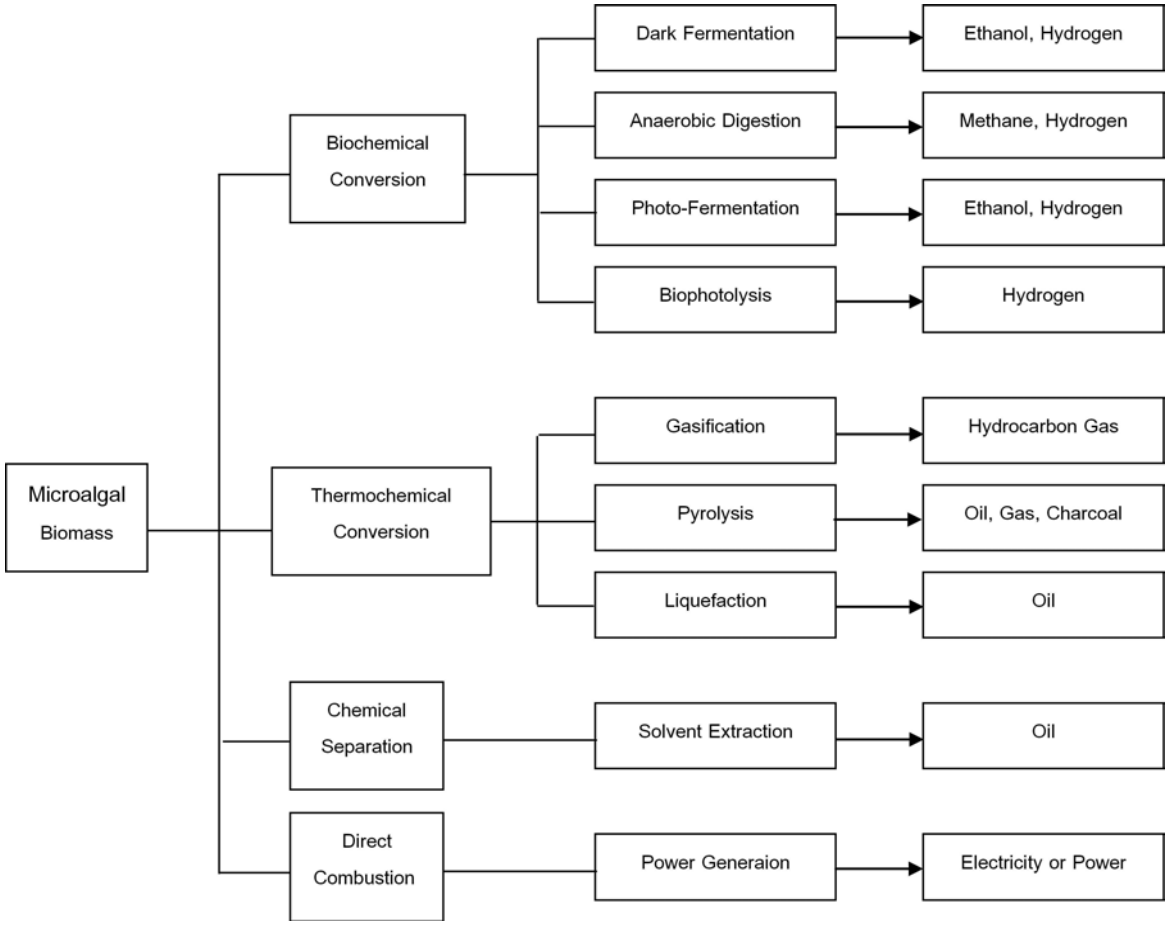
อย่างไรก็ตาม การนำพืชอาหารมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงาน ก่อให้เกิดการแข่งขันด้านราคาและที่สำคัญ คือ ปัญหาด้านความมั่นคงทางอาหาร (food security) ของประเทศ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการแข่งขันด้านราคาจากการนำพืชอาหารมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงาน จึงมีการแสวงหาแหล่งวัตถุดิบอื่นทดแทนพืชอาหาร และพบว่าแหล่งของวัตถุดิบที่มีศักยภาพน่าสนใจ คือ ชีวมวล (biomass) ที่เกิดจากการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงเป็นทรัพยากรที่ไม่หมดสิ้น (renewable resource) ซึ่งแหล่งของชีวมวลที่อยู่ในความสนใจในการนำมาพัฒนาเพื่อผลิตพลังงานทดแทนในหลายประเทศทั่วโลกในขณะนี้ คือ ชีวมวลจากสาหร่าย (algal biomass) ซึ่งเป็นพืชชั้นต่ำ (ในที่นี้รวมถึงสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว, blue - green algae หรือ cyanobacteria)

สาหร่ายทั้งกลุ่ม eucaryotic algae และ procaryotic algae (blue - green algae หรือ cyanobacteria) เป็นสิ่งมีชีวิตที่เจริญเติบโตโดยการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารอาหารอนินทรีย์ (photoautotroph) เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส รวมถึงธาตุอาหารอื่นๆ และมีการสะสมอาหารในเซลล์ในรูปของแป้งหรือน้ำมัน สาหร่ายบางชนิด เช่น *Botryococcus braunii* สามารถหลั่งเม็ดน้ำมัน (oil droplet) ออกสู่ภายนอกเซลล์ได้ ขณะนี้เทคโนโลยีการผลิตชีวมวลและสารสำคัญจากสาหร่ายเพื่อการค้ามีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก โดยในส่วนของประเทศไทยมีภาคเอกชนที่สามารถผลิตในเชิงพาณิชย์ได้แล้ว เช่น บุญสมฟาร์ม เป็นผู้ผลิตสาหร่ายสไปรูลินาที่ใหญ่ที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริษัทเหล่านี้สามารถพัฒนาทั้งสูตรอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง และกระบวนการเพาะเลี้ยง รวมทั้งการเก็บเกี่ยวชีวมวลสาหร่าย เพื่อให้ต้นทุนต่ำที่สุดจนสามารถผลิตในเชิงการพาณิชย์ได้

จากศักยภาพของสาหร่ายในการผลิต/สะสมแป้ง/น้ำมัน และความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ จึงนำไปสู่การขยายแนวทางการใช้ประโยชน์จากชีวมวลสาหร่าย โดยใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในการผลิตพลังงานชีวมวล (ไบโอเอทานอลจากแป้งและไบโอดีเซลจากน้ำมัน) ตัวอย่างงานวิจัยและพัฒนา เช่น ในประเทศอิสราเอล มีการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Skeletonema* และ *Nanochloropsis* ด้วย flue gas จากโรงงานผลิตไฟฟ้า และนำแป้งที่ได้จาก *Skeletonema* มาผลิตเป็นไบโอเอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งนำน้ำมันที่ได้จาก *Skeletonema* และ *Nanochloropsis* มาผลิตเป็นไบโอดีเซล โดยเป็นโครงการความร่วมมือระหว่าง บริษัท Seambiotic Ltd. และ Israel Electric Co., Ltd. หรือในสหรัฐอเมริกา บริษัท Kent Sea Tech Corporation ร่วมกับ Clemson University พัฒนากระบวนการผลิตชีวมวลสาหร่ายเพื่อควบคุมการเกิดยูโทรฟิเคชันในการเพาะเลี้ยงปลา Striped Bass แล้วนำผลผลิตสาหร่ายที่ได้มาผลิตเป็นน้ำมันในระดับขยาย พบว่าระบบดังกล่าวมีศักยภาพสูงที่จะนำมาพัฒนาเพื่อการผลิตชีวมวลสาหร่ายเพื่อผลิตน้ำมันในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากให้ผลผลิตชีวมวลสาหร่ายได้ถึง 50 กรัม (น้ำหนักแห้ง)/ตารางเมตร/วัน มีปริมาณน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง)

เมื่อเปรียบเทียบกับพืชชั้นสูงแล้ว สาหร่ายให้ปริมาณชีวมวลสูงกว่ามากในพื้นที่การผลิตที่เท่ากัน (มากกว่าประมาณ 50 เท่า - smaller foot print) และเนื่องจากสาหร่ายมิได้เป็นพืชอาหารหลักจึงไม่เกิดปัญหาการแข่งขันด้านราคา และความมั่นคงด้านอาหาร สาหร่ายสามารถเพาะเลี้ยงได้แม้ในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช รวมทั้งสามารถเพาะเลี้ยงได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม ตลอดจนน้ำเสีย ทั้งยังสามารถใช้ CO_2 ที่อยู่ใน flue gas จากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งคาร์บอนในการเพาะเลี้ยงด้วย การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อการผลิตพลังงานยังได้ผลิตภัณฑ์ข้างเคียง (co - products) อื่น ๆ เช่น ปุ๋ย ไบโอพอลิเมอร์ รงควัตถุมูลค่าสูง ฯลฯ ที่สำคัญสาหร่ายยังมีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นทั้งไบโอเอทานอล (โดยหมักจากแป้งที่สะสมในชีวมวลของสาหร่าย) และ/หรือไบโอดีเซล (โดยสกัดจากน้ำมันที่สะสมในชีวมวลสาหร่าย) ต่างจากพืชที่สามารถผลิตได้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

ด้วยศักยภาพและความสำคัญของสาหร่ายในการใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนแหล่งใหม่ หลายประเทศจึงให้ความสนใจสร้างเครือข่ายทำการวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตพลังงานชีวภาพจากสาหร่าย ตั้งแต่



ภาพที่ 1. กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยในการนำสาหร่ายมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานชีวภาพในภาพรวม

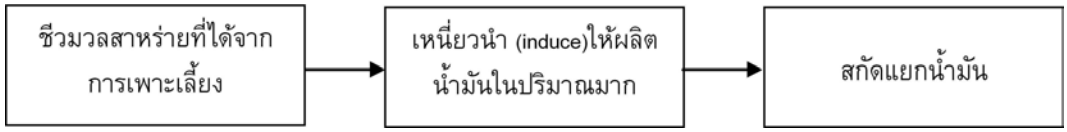
ต้นน้ำ (การวิจัยในห้องปฏิบัติการ) จนถึงปลายน้ำ (ธุรกิจพลังงานชีวภาพจากสาหร่าย) ในการประชุมสุดยอดชีวมวลของสาหร่าย (Algae Biomass Summit) ในหัวข้อสาหร่ายกับพลังงานทางเลือก (Algae for Energy) ณ เมืองซานฟรานซิสโก รัฐแคลิฟอร์เนีย ระหว่างวันที่ 14 - 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ได้มีการสรุปถึงความจำเป็นที่ต้องมีงานวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตชีวมวล (แป้ง/น้ำมัน) จากสาหร่ายในด้านต่างๆ ดังนี้

- คัดเลือก/พัฒนาสายพันธุ์สาหร่ายที่มีการผลิต/สะสม แป้ง/น้ำมันสูง
- พัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงระดับขยายเพื่อผลิตชีวมวล (แป้ง/น้ำมัน)
- พัฒนาวิธีการลดค่าใช้จ่ายในการผลิต (แหล่งของ CO_2/เครื่องมือ/โครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ)
- พัฒนากระบวนการเก็บเกี่ยวและการกำจัดน้ำออกจากชีวมวล
- พัฒนากระบวนการผลิต/สกัด แป้ง/น้ำมัน การแยก/การทำบริสุทธิ์
- พัฒนาคุณสมบัติและคุณลักษณะของเอทานอลและไบโอดีเซลที่ได้
- พัฒนาระบบการผลิต ค่าใช้จ่ายในการผลิต และการจัดการ ฯลฯ

ในขณะเดียวกันเป้าหมายการผลิตพลังงานจากสาหร่าย (ทั้งไบโอเอทานอลและไบโอดีเซล) ช่วงแรกนี้จะดำเนินการเช่นเดียวกับไบโอเอทานอล คือ ใช้เป็นส่วนผสมกับน้ำมัน ในกรณีของไบโอเอทานอลมีตัวอย่างกระบวนการผลิตและการใช้ประโยชน์จริงแล้วจากผลผลิตการเกษตร โดยผสมกับเบนซิน ส่วนไบโอดีเซลมีการทดลองผลิตในระดับห้องปฏิบัติการ โดยผลิตไบโอดีเซลที่มีส่วนผสมระหว่างไบโอดีเซลจากน้ำมันถั่วเหลือง : สาหร่าย ในสัดส่วน 9 ต่อ 1 และพบว่าสามารถใช้ในรถยนต์ได้

กรอบแนวคิดในการผลิตไบโอเอทานอลจากชีวมวลสาหร่าย ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) มีดังนี้

กรอบแนวคิดในการผลิตไบโอดีเซลจากชีวมวลสาหร่าย ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) มีดังนี้



จากความสำคัญของปัญหาการขาดแคลนน้ำมันของโลกที่ส่งผลกระทบต่อประเทศผู้นำเข้าน้ำมัน เช่น ประเทศไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) นับเป็นหน่วยงานกลางของประเทศที่มีความพร้อมมากที่สุดในการดำเนินการคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายเพื่อวิจัย พัฒนา การผลิตพลังงานชีวภาพจากชีวมวลของสาหร่าย เนื่องจากมีคลังเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายประมาณ 1,000 สายพันธุ์ และมีประสบการณ์ในการคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายเพื่อวิจัยและพัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านสาหร่ายมากกว่า 25 ปี

กรอบแนวคิดของการวิจัยในการนำสาหร่ายมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานชีวภาพในภาพรวม (ภาพที่ 1) จากกระบวนการทั้งหมดที่แสดง จะพบว่าองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่มีในปัจจุบันที่มีความเป็นไปได้สูง รวมทั้งมีงานวิจัย พัฒนา ปลายน้ำ (down stream process) รองรับ/มีกระบวนการผลิตจริงโดยใช้ประเทศไทย และแนวโน้มความเป็นไปได้ในการพัฒนาพลังงานชีวภาพจากสาหร่ายอย่างยั่งยืน ในส่วนของวัตถุดิบจากพืชที่ผลิตแป้ง/น้ำมันแล้ว คือ การผลิตไบโอเอทานอลด้วยการหมักในที่มืด (dark fermentation) ซึ่งเป็นกระบวนการทางชีวเคมี (biochemical conversion) กับการผลิตน้ำมันจากสาหร่าย โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent extraction) ซึ่งเป็นกระบวนการแยกทางเคมี (chemical separation)

โดยเป้าหมายของโครงการที่ใช้สาหร่ายเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานนั้น มุ่งที่ผลวิเคราะห์วงจรการใช้พลังงาน (life cycle energy anlysis) จะต้องทำให้สัดส่วนพลังงานที่ได้ (EOR : energy - output ratio) มากกว่า 1 กล่าวคือ มีค่าพลังงานที่ได้จากสาหร่ายมากกว่าพลังงานรวมทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิต (fuel energy output > all energy inputs) เพื่อที่จะนำไปสู่ความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ในที่สุด

Earthworm : their diversity and applications to science and technology

Samuel James
University of Kansas, USA, sjames@ku.edu

Basics of earthworm ecology and diversity http://www.answers.com/topic/oligochaeta-1 Text from above web page, written by me.

Earthworms belong to a well-defined clade, the Clitellata, which includes leeches, branchiobdellids, many aquatic and small terrestrial worms with a single cell layered clitellum, and the earthworms, most of which have a multi-layered clitellum. However, earthworms as a group lack a defining characteristic unique to earthworms. This is because they include the Moniligastridae, a South and East Asian earthworm family, which has a single-layered clitellum and is prosoporous (defined as having male genital openings in front of the female genital openings). All other earthworms have a multi-layered clitellum and male genital openings behind the female pores (opisthoporous) and are called the Crassiclitellata, which refers to the multi-layered clitellum. As soft-bodied invertebrates, earthworms lack a fossil record, other than burrow traces that may or may not have been created by earthworms.

The morphology of earthworms has been the primary source of information in support of the various classification schemes, but contains inherent conflicts. For this reason new types of data are needed, and the most important of these are DNA sequences. Based on analysis of DNA sequence data, Jamieson et al. (2002) concluded that the large family Megascolecidae (broad sense, including the Acanthodrilidae and Octochaetidae of some authors) is the sister-group of the Ocnerodrilidae, and that these in turn are together the sister-group of a clade composed of several families: Sparganophilidae, Komarekionidae, Almidae, Lutodrilidae, Hormogastridae, Lumbricidae, and Microchaetidae. The remaining two numerically important families Glossoscolecidae and Eudrilidae form a third major clade of Crassiclitellata, but relationships to the other two were not clear. Several small families plus the Moniligastridae (functionally earthworms but not belonging to the Crassclitellata) were not included in the analysis. The following families complete the family list of the Crassiclitellata: Ailoscolecidae, Alluroididae, Biwadrilidae, Diporochaetidae (sometimes included in Lumbricidae), and Kynotidae, for a total of 17 families containing about 4000 species, all in the order Haplotaxida.

Distribution

Earthworms are globally distributed, but do not occur in deserts or regions where there is permafrost or permanent snow and ice. They may also be absent from the taiga biome and other cold climate vegetation types where soils are strongly acid (pH below 4). Recently (last 20,000 years) glaciated areas may also lack earthworms, but in these and other places where they do not occur naturally, some species have been introduced by human activity. The Megascolecidae have the widest natural distribution, being present on all continents except Europe. The Glossoscolecidae are confined to tropical South America, Central America and a few Caribbean islands, while the Eudrilidae are found only in sub-saharan Africa. The Lumbricidae are mainly in Europe with a few species native to North America. Australia indigenous species are exclusively Megascolecidae. A few species have attained global temperate zone or tropical distributions with human assistance.

Southeast Asia has indigenous members of the Megascolecidae, Almidae and Moniligastridae, plus various foreign species from those and other families. Notable for its wide distribution in human-influenced habitats is the global invasive species *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae) from Brazil. There are many Asian species that have attained wider than natural distributions as regional invasive species, and these are frequently encountered in Thailand. Some examples are Amynthas alexandri, A. morrisi, Metaphire peguana, M. houlleti, and M. posthuma.

Habitat

The typical earthworm habitat is soil, but there are species living in freshwater mud,

saltwater shorelines, and in suspended soils of tropical forests. The soil habitat can be divided into litter layer, topsoil and deeper soil horizons, with different earthworms utilizing each.

Feeding ecology and diet

Earthworms feed on dead and decomposing organic material, such as fallen leaves, decaying roots, and soil organic matter. Epigeic worms are those feeding at or near the surface, or within accumulations of organic matter on or above the soil surface (e.g. logs, epiphyte root mats in trees, etc.) These will consume relatively freshly dead plant matter, as do anecic worms. Anecic earthworms maintain a deep burrow from which they emerge to ingest plant matter from the soil surface. The best known is the European night crawler, *Lumbricus terrestris*. Endogeic worms live and feed within the soil and utilize organic matter that has already been somewhat or extensively modified from its original condition. Body size, coloration and gut morphology are consistently different among these three categories. Epigeics are typically small, darkly colored and have little secondary development of gut surface area. Anecics are large, colored only in the head, and have gut morphology similar to epigeics. Endogeic worms may be small or very large, but are usually unpigmented and show the greatest degree of gut surface area development.

Behavior

The three ecological categories of earthworms have very different behavior patterns. The anecic feeding behavior has been described. Their primary escape tactic is to rapidly withdraw into the burrow. Epigeic species crawl or burrow through organic matter deposits and feed on it. They have well-developed escape behavior that includes rapid motions, even the ability to jump and thrash about randomly, and to drop tail segments for the predator. Endogeics have little escape behavior, and may just writhe or coil in the hand, and may exude some body cavity fluids. In some instances these fluids may be noxious. Further details of earthworm behavior are poorly known, because they inhabit an opaque medium and are shy of light.

In many parts of Southeast Asia people observe seasonal mass movements of earthworms, typically after the late monsoonal rains. At these times large numbers of earthworms emerge from the soil, crawl about for a short time, and then many of them die. It is not known what percentage re-enter the soil, or if any of them survive to the next rainy season. Recently similar phenomena have taken place in North America where invasive Asian worms are established, although no monsoon rains are involved. Like many facts of earthworm life, this is part of popular knowledge but has not been studied from a scientific perspective.

Reproductive biology

Most earthworms are simultaneous hermaphrodites and exchange sperm during copulation. Sperm transfer may be external, in which the seminal fluid flows from male genital openings to the spermathecae, or there may be penis-like organs to insert the seminal fluid directly into the spermathecal openings. Sperm transfer by spermatophores is also known to occur. After sperm copulation, fertilization takes place in the egg case. The case, or cocoon, is formed by the clitelum and passes over the female pores to receive one or more ova. It then is worked forwards over the spermathecal pores, from which sperm are expelled into the case, and fertilization results. The cocoon is deposited in the soil or other substrate. The developing embryo feeds on clitellar and/or prostatic secretions, passes through larval stages and emerges as a miniature earthworm. Growth and maturation may take months or years, depending on the species. In temperate zones mating and cocoon deposition generally take place in the spring, with a secondary period possible in the autumn. In tropical areas the peak of activity occurs during rainy seasons. However, the details of mating seasons in tropical earthworms are poorly known.

Some species of earthworms are clonal and reproduce by parthenogenesis. In this case a diploid ovum is produced that is a genetic copy of the parent. No fertilization is necessary, so a single individual can reproduce unaided. This is important among the many species that have attained wide artificial distributions. In other instances, hermaphroditic species have been observed self-fertilizing. It is not known how common this is, or under what circumstances an individual may choose this course.

Conservation status

Some species are known to be endangered, but only one is clearly protected, the Gippsland

Giant Worm of Australia. It has a very narrow range. *Driloleirus macelfreshi*, a giant worm from western Oregon, USA is suspected to be extinct. It is quite probable that many species are extinct due to habitat destruction, particularly in mountainous regions where the topography and earthworms' low dispersal rates contribute to high species diversity and small species ranges.

Significance to humans

Several species of earthworms (most commonly *Eisenia fetida, E. andrei, Eudrilus eugeniae, Perionyx excavatus*) are used for production of vermicompost; some of these are used for fish bait as well. The use of earthworms as fish bait seems to be almost universal, and people use whatever worms they can find for this purpose. There are a few species commercially harvested and sold for bait: *Lumbricus terrestris* (Canada, northern USA), *Diplocardia riparia* (south central USA), and *D. missippiensis* (Florida, USA). As transformers of soil structure and organic matter, earthworms are significant to the maintenance and improvement of soils and plants growing in them, and thereby to humans who benefit from plants.

Vermicomposting is a growing industry serving two purposes. First, it utilizes a large variety of organic wastes, many of which would become pollutants if not properly disposed of. Many cities have solid waste disposal expenses and environmental problems associated with solid wastes. Therefore conversion of these organic wastes to a sanitary and biologically stable compost provides a cost-effective way to reduce waste volume and environmental problems.

The second purpose of vermicomposting is the promotion of plant growth and crop production. Unlike conventional composts created in thermophilic conditions, vermicompost has plant growth promoting factors which act independently of the fertilizer analysis values of the compost. Heat-sterilized vermicompost has only a small fertilization effect, but natural vermicompost increases plant production significantly compared to sterilized vermicompost, conventional compost, and comparable additions of chemical fertilizers. The amount of vermicompost needed is small. In container-grown plants, substitution of 15-20% of the soil gives the maximum improvement. In field crops, a 2 cm layer of vermicompost around each plant can give a multi-year effect in fruit production. Vermicompost increases fruiting and flowering by 20-30%, so it is applicable to high-value horticultural crops for an good return on investment.

The species used for vermicomposting in tropical climates are *Eudrilus eugeniae* (Eudrilidae; Africa) and *Perionyx excavatus* (Megascolecidae; India). Both can become invasive. There may be some potential for discovery of additional composting species in organic matter habitats such as suspended soils and decomposing wood. This could be one focus of earthworm biodiversity research in Thailand.

DNA Barcoding of Earthworms: a Global Campaign.

One of the main obstacles to progress in soil biology is identification of the species of organisms in the soil. Even for large, ecologically significant animals like earthworms there are only about ten experts on the planet. DNA barcoding, the use of a short section of easily-sequenced DNA, has been proposed as a means of identification. However this depends absolutely on building a database of the sequences matched to correctly identified specimens. For most animals, the first half of the mitochondrial Cytochrome Oxidase I gene (COI) is used as the "barcode". It appears to work well for earthworms, in that morphologically identified species consistently have barcode region sequences that are less than a few percent divergent within species. In contrast, between-species divergence is typically >10% for earthworms (Chang et al 2007). A success in species limitation using the barcode region is given in Perez-Losada et al (2005). Recently obtained barcode sequences from European worms show the presence of several cryptic species within widespread, common taxa. What has previously been dismissed as sub-specific or even infra-subspecific variation now may be indication of species-level morphological divergence.

Barcoding could be important to progress on earthworms of Thailand and East to Southeast Asia generally. The dominant genera Amynthas and Metaphire are very diverse, but also contain many species that are widespread and invasive due to human activity. In the past, these species have been redescribed under various names, creating nomenclatural problems, taxonomic confusion, and a reluctance

to accept new species names for forms that may actually be distinct new species but bear some resemblance to the well-known invasive species. If analysis of barcode sequence variation can be included with a species description, this should boost confidence that one actually has a new species, as well as preventing the mistake of further synonym creation. We do not know if there are cryptic species in SE Asian earthworms, but it is a possibility to be aware of.

To obtain more information on DNA barcoding, I suggest the following web site: http://www.dnabarcoding.ca/

There is now a global campaign to barcode all earthworms. The general data requirements are described here: http://www.barcodinglife.org/docs/boldmas.html

Little more data than one normally would collect with a specimen is required. A photo, drawing or other image is requested to accompany each organism sampled for DNA barcoding. For preservation methods, see Appendix 1. The preservation of a tissue sample in alcohol is essential. The earthworm effort is being coordinated by myself and one other person, with participation requested from anyone willing to help.

Results of 2007 mini-expedition and other recent collecting in Thailand

Prior to about 6 years ago, very little was known about Thai earthworms. About 25 species were known to occur in Thailand (Blakemore 2005; Gates, 19??), but nothing had been added to the list in many decades. Then a few Thai students began to work on earthworm ecological studies, and eventually Dr. Somsak Panha of Chulalongkorn University took an interest in promoting earthworm biodiversity study. In those few years collectively about another 25 species have come to light, and probably more will come due to the efforts of Dr. Prasuk Kosavititkul, one of those afore-mentioned students.

A year ago, under the direction of Dr. Panha, we made some collections in Sichon District, Nakhon Si Thammarat Province. The area was rather limited and the time was short, but we found about 20 species new to science as well some previously known species. Based on this short collecting expedition we estimate there could be as many as 100 earthworm species in peninsular Thailand alone. This would be a fourfold increase in national earthworm biodiversity. We did not visit high elevation sites and conditions were a bit too dry for optimal collecting. Therefore our estimate may be conservative. Extrapolation to the rest of Thailand is dangerous, because there are large areas of little topographic variation (which would generally mean lower regional species diversity), and large areas of very great topographic variation. Consequently we could easily overestimate in some places and underestimate in others. However, to say that there could be hundreds of species is probably safe.
Our 2007 mini-expedition results have not been developed, but in the material and data collected, we have the potential to address some key questions such as:

1. Is there small-scale geographic variation within species or is the variation among very closely related species? If the latter, then even very small areas, just a few limestone hills isolated from others by intervening plains, may have their own unique species. Our results show that only two endemic species were found at more than one locality: one was at two places, and one was at three places. All the other 17 were only found in one location.

2. What is the relationship between site species diversity and regional diversity? We found relatively few species per site, but combining the sites, all within a rather small area, there was high diversity because so many species were only found in one location. Is this typical of Thailand or is there something unusual about the topography and habitats of the Nakhon Si Thammarat area? Would other topographies/ geological characteristics result in higher within-site diversity but broader distributions? Some tropical areas have low within-site diversity, but little overlap among sites. Still other places have extraordinarily high within site (e.g. >20 spp. in agricultural land in Cameroon, Africa; L.Norgrove, pers. comm.) diversity, but the among-site variation is unknown.

Discovery, documentation and DNA barcoding of Thailand's unknown earthworm diversity could take a single researcher many years, and then only the most basic information would be available. There are many opportunities for study in this field, and many fruitful avenues for cooperation among specialists on different animal groups, as we try to develop an understand of biogeography and animal diversity of Thailand.

Procedure for earthworm preservation.

Preservation of earthworms is very easily done, but can also be done badly. Many soft-bodied invertebrates are preserved by different methods, and those methods do not work for earthworms. In particular, the use of alcohol less than 95% strength will fail to preserve the physical integrity of the specimen. For this reason formaldehyde preservatives are essential for natural history collections. Alcohol is best used to preserve either whole worms or tissue samples to be used mainly for DNA extraction. It is possible to dehydrate specimens in two or more changes of alcohol, make a preliminary morphological examination and take tissue samples, and then fix the specimen in 4-10% formaldehyde but this is an unusual procedure reserved for the cases where the only specimen of a species was inadvertently placed in alcohol. By this "retro-fixing" one can make a long-lasting museum specimen. The procedures and the preservatives required are described in Appendix 1. Blakemore, R.J. A series of searchable texts on earthworm taxonomy http://bio.eco.eis.ynu.ac.jp/eng/database/earthworm/A%20series%20of%20searchable%20texts/Thailand/Thailand%20taxa%20updated%20from%20Gates.pdf Chang, C-H, S. W. James, Y. Hong, H.-P. Shen, & J.-H. Chen. 2007. Barcoding of earthworms: a case study of the *Pheretima* complex (Oligochaeta: Clitellata: Megascolecidae). Poster presentation at International DNA Barcoding conference, Taipei, Taiwan September 2007. Perez-Losada, M., Eiroa, J., Mato, S., Domınguez, J., 2005. Phylogenetic species delimitation of the earthworms *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) and *Eisenia andrei* Bouche , 1972 (Oligochaeta, Lumbricidae) based on mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Pedobiologia* 49, 317–324.

Appendix 1. Collecting and preserving earthworm specimens

A. Neutral buffered paraformaldehyde solution (PFA).

A. Dissolve phosphate buffer powder in 200 ml water, make up to final volume 250 ml. The powder is composed of 27.5 grams dibasic sodium phosphate (Na2-phospate) plus 16 grams monobasic sodium phosphate (Na-phosphate). This will be about 1 molar solution of phosphate buffer (PB).

B. In a one liter beaker or flask, heat 500 ml distilled water, 8.2 grams NaCl, plus three chips of NaOH. Do not exceed 70˚C temperature. When hot, add 40 grams paraformaldehyde. If the paraformaldehyde does not dissolve after 5-10 minutes AND the NaOH is dissolved, check pH; if below 7, add one or two more chips NaOH, stir and wait for complete dissolving of paraformaldehyde. CAUTION: should be under fume hood or in very well ventilated place; you may loosely cover the beaker. If still not dissolved, check pH again, add one chip NaOH, etc….. Once dissolved, add 50 ml of the PB solution, adjust volume to one liter, adjust pH to 7.3 approx. using a NaOH solution and/or HCl as needed. This is now the PFA. Do not use it when hot.

Alternative method: using standard liquid 37% formaldehyde, fresh, with no precipitates, use the same amounts of salt, buffer to prepare a solution containing 4% formaldehyde, then adjust pH to 7.3 as above. It is now neutral buffered formalin (NBF). Use in place of PFA.

B. 95-100% ethanol.

C. leak-proof containers, quality paper and either pencil or alcohol-proof ink, 1.5 ml microcentrifuge tubes.

1. Collect 8-10 adult or otherwise clearly identifiable individuals of each morpho-species. When digging, remove large blocks of soil, with smallest dimension > 20 cm. This reduces the cutting of worms. Farmers will tend to chop the soil in small pieces and the worms will also be in small pieces. In Southeast Asia, some species will be very close to the surface under forest leaf litter, or in small accumulations of earthworm fecal pellets at the soil surface. Others will have to be caught by digging, but seldom is it necessary to dig more than 30 cm to obtain worms. It is always a good idea to ask local people where they have seen worms, but ask about the worms in the fields and forests, not just those around the house and animal pens. In karst rock areas worms can live in soils accumulated in depressions on the stones. There are also worms living in suspended soils up in trees, palm leaf axils or other above-ground locations with accumulated organic matter.

After collecting is finished, kill and preserve the worms as soon as possible. Damaged specimens will die and decompose rapidly, so do not wait more than 30 minutes. Kill worms in either 50% alcohol or highly carbonated water (soda water). The first is very fast, and the second takes ten minutes but the worms will be relaxed. After killing try to

separate the worms into morpho-species based on color, size at adulthood, external markings, etc. Three of each species should be fixed in excess 95-100% ethanol. The rest can remain intact as voucher specimens, in PFA/NBF for >24 hours.

Site collection data should be recorded as per usual scientific standard, with latitude-longitude GPS coordinates if at all possible, nearest named location such as town, and habitat type.

If a worm species is only available in small numbers, reallocate according to the following order of priority:

* Reduce the number of voucher specimens by one or more as needed, but not to zero, except as indicated below for extreme cases.
* Reduce the number of alcohol specimens as needed, but for each one eliminated, take a tissue sample from one of the vouchers before placing in PFA. Cut a mid-line cut bisecting the tail end, and take about 1-2 cm of half the tail, label it as from the particular worm, and place in alcohol in a 1.5 ml centrifuge tube. For multiple worm pieces, use right half, left half, then a non-tail section missing the pygidium and several posterior segments. Then the bits can be matched to the source worm. In this case of multiple bits, the bits must be stored separately by species to avoid mixing up the assignment of bits to source worms.
* If only three or fewer worms per species are found, take the tail bits for alcohol, leave no intact vouchers.

2. Vouchers can remain in PFA for 24 hours or longer, but change the fluid at least once. After two or three days replace PFA fluid with 80% ethanol.

3. Alcohol specimens- replace 95% alcohol once or twice until specimens are firm, stiff. Store at room temperature away from sunlight or at 4 ˚C short term, -20 ˚C long term.

4. Alcohol and waterproof labels should go inside with the specimens. Label coding can be short but then be sure to record full data in a notebook and DO NOT LOSE the notebook.

Appendix 2. Earthworm anatomy

Earthworms have a tube within a tube construction, an outer muscular body wall surrounding a digestive tract that begins with the mouth in the first segment and ends with the anus in the last segment. Body wall musculature consists of an outer circular layer and an inner longitudinal layer, which extend and shorten the body, respectively. Between the body wall and the gut is the body cavity, within which various other organs are arranged, generally segmentally. Segments are repeated units of the body, externally manifested as rings, and internally separated by septa. In earthworms each segment except the first bears setae, small chitinous bristles used for traction in the burrow.

A typical earthworm gut consists of the mouth, a muscular pharynx for taking in food, a gizzard for reducing food particles to smaller sizes, an esophagus, and an intestine. The intestine may be differentiated into digestive and absorptive regions, and often has a dorsal infolding of the intestinal wall, called the typhlosole

Small excretory organs, the nephridia, are arranged segmentally, from two per segment to very numerous per segment and small. Urine is excreted through nephropores to the outside, or is collected via systems of tubules and excreted into the intestine. In some families nephridia of the anterior segments have been modified as glands for digestive secretions.

Earthworms are hermaphrodites. Reproductive organs are located in the anterior segments. The female reproductive system consists of paired ovaries in the 13th segment (except in the Moniligastridae, in which the ovaries are more anterior), ovarian funnels leading from the ovaries to an external female genital pore on the 14th segment, and depending on the family, there may be sperm receptacles called spermathecae. If present these will generally be in some of segments 5-10. Spermathecae receive sperm from the mate during copulation. Alternatively, sperm may be deposited in packets called spermatophores, which will be found clinging to the exterior of the worm. The clitellum provides an outer casing for the ova and also secretes food used by the developing embryo.

Male organs consist of testes in one or both of segments 10 and 11, testicular funnels leading to sperm ducts through which sperm passes to the male genital openings, seminal vesicles in segments adjacent to the testicular segments (one or more of 9, 11, 12), and in some families prostate glands that secrete fluids associated with the male genital pores. In other families there are often glands associated with setae modified for use in copulation.

Careers in ecology opportunities for the present & the future

George A. Gale

Conservation Ecology Program, Division of Natural Resources Management, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. E-mail : george.and@kmutt.ac.th

---

Abstract

Ecology is a particularly important field for developing countries as those with ecological training are best able to answer scientific questions related to the impacts of human activities on biodiversity and the physical environment. However, countries such as Thailand have invested little in training in ecology and related fields compared to other sciences and engineering. Consequently there are few students interested in the field and few understand how ecologists can be made useful for the economy as a whole. In this paper I make the case for Thai students to consider a career in ecology. I outline the basic practices of working ecologists, examine the types of jobs ecologists might expect to do when they graduate, the training process to becoming an ecologist, how Thai students can gain experience and how they can learn more about the field.

Key words: Ecology, careers, research, Thailand

Introduction

Why be an ecologist?

While there are several compelling reasons for students to enter the field at this time, one of the most important is that knowledge given by ecologists can be used by a wide group of citizens, including other scientists, teachers, citizens, and natural resource managers (Ecological Society of America 2008). Secondly, ecologists will be helping society make sound decisions and adding to our understanding of how nature works – an area where most Thai citizens know very little.

What do ecologists do?

Typically, ecologists are researchers who conduct research in the field and in the laboratory. They ask both theoretical and practical questions that can be investigated using scientific techniques in a range of habitats from very remote forest or marine sites to heavily populated urban areas. The other principle activity of ecologists is to teach students and the general public – at universities as well as at local schools, museums, national parks, and local communities (Ecological Society of America 2008). Solving nvironmental problems, from the impacts of climate change, causes and impacts of draughts and floods, to the managing of biodiversity, is probably the largest and most important role for ecologists today, particularly in developing countries such as Thailand. Ecologists typically approach such problems by investigating ecological issues, interacting with affected communities, writing environmental impact assessments, and designing sustainable land use/natural resource use practices (Ecological Society of America 2008). Ecologists also help manage natural resources – by monitoring, managing, or restoring populations and ecosystems.

Ecologists communicate with colleagues, students, and the public – through writing articles and research papers, giving lectures and presentations, participating in discussions, and conducting outreach to local communities. Thus it is important to remember that ecologists need to not only communicate to other scientists both locally in Thailand and internationally, but also must be adept at communicating with the public and local people. Communication with the public can be more important than communicating through scientific journals, which reach an important but tiny audience compared to the thousands or perhaps tens or hundreds of thousands which can be reached through broader media outlets like newspapers and popular magazines.

What kinds of jobs are there?

Ecologists can be employed at national and local teaching universities, private consulting companies, government agencies (such as the National Parks, Wildlife and Plant Conservation Department (DNP), Ministry of Natural Resources and Environment (MNRE), Department of Marine & Coastal Resources (DMCR), etc.), and science-based non-governmental organizations (NGO's) (such as the Wildlife Conservation Society (WCS) Thailand, World Wildlife Fund (WWF) Thailand, Birdlife International, Hornbill Research Foundation, etc.). Overall, careers in ecology exist for all experience levels and abilities and job descriptions are equally diverse.

What is the job outlook?

There is a growing need to understand

and manage the natural world and our impact on it. This has resulted in a need for individuals with sufficient ecological backgrounds to: conduct ecological research, determine environmental impacts, develop management plans to avoid environmental problems and restore ecosystems (such as the Forest Restoration Research Unit at Chiang Mai University http://www.forru.org/FORRUEng_Website/Pages/enghome.htm), educate the general public, and to develop and manage sustainable communities.

Training to be an ecologist

All ecologists need a broad background in the life and natural sciences. An understanding of the physical sciences, including geology, chemistry, physics, and engineering also is helpful. Ecologists need to communicate ideas to people around them, so it is extremely important to get experience writing and making oral presentations. Ecologists need a working knowledge of mathematics, statistics, and computers to design useful research projects, to analyze and interpret data, and to understand and build mathematical models of ecological concepts and processes. Because environmental problems require working with people and ideas from subjects other than natural sciences, it is useful for ecologists to know something about the social sciences, such as sociology, economics or geography. To be an ecologist, students do not need a BSc. degree in biological sciences! However, scientific and mathematical training is necessary. For example, students can take supplementary classes as needed, such as in basic statistics or basic ecology during early stages of a graduate degree and still complete a MSc. or Ph.D. degree in ecology in a timely manner.

It is also very useful for undergraduate students to get practical experience doing ecology. Getting hands-on experience is a great way to learn specific skills, help understand the day-to-day work of ecologists, and establish contacts for future jobs. During the school year or over summer breaks students can work for a professor doing lab, library, or field-work. It is also possible to get a summer or part time job or internship with a NGO. International NGOs in particular such as WCS or WWF may provide a more favorable working environment compared to local NGOs because international NGOs are likely to be better funded, have more scientifically trained staff, and provide an international perspective which are particularly helpful for broadening the horizons of young students. Another important source of experience is to work as a teaching or laboratory assistant for a university biology or ecology course. At the graduate level, in addition to the standard course work at a university, there are now many interesting international training courses available to Thai students, these include courses offered by the Center for Tropical Forest Science (Smithsonian Institution; http://www.ctfs.si.edu/group/Grants+&+Training/Training).and Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, in Yunnan, China (http://www.afec.ecologicalevolution.org/). Both of these courses offer full funding for qualified students. There are also other international research stations that offer training without a formal course, such as The Wetland Trust, in Icklesham, East Sussex, England, which has trained Thai researchers on bird ringing techniques and the Australasian Wader Studies Group which has trained several Thai researchers in Australia on cannon-netting techniques. Funding for such training does exist, but requires the interested researcher to take the initiative to search for funding from organizations such as the Hornbill Research Foundation (http://www.sc.mahidol.ac.th/research/hornbill.htm).The World Pheasant Association (http://www.pheasant.org.uk/) and the Association for Tropical Biology and Conservation Asia-Pacific Chapter (http://www.atbio.org/) have formal training courses associated with their annual meetings, for which complete funding is available for students and researchers who qualify.

Conclusion: How to learn more about careers in ecology?

The best source of information and advice about a career in ecology is a professional ecologist. Professors at universities with training in ecology or scientists/researchers at science-based NGOs like WCS or WWF are likely to be the most useful sources of information about careers in ecology. Finally, the Biodiversity Research and Training Program (http://brt.biotec.or.th/) and the Ecological Society of America (http://www.esa.org/) are respectively excellent local and international sources of information about careers in ecology.

References

Ecological Society of America, 2008. Ecology as a career. http://www.esa.org/education_diversity/explore.php [viewed 1 October 2008].

การศึกษาพันธุศาสตร์เชิงประชากรของยุงก้นปล่องกลุ่มซับซ้อนชนิด *Anopheles barbirostris* ในประเทศไทย

เวช ชูโชติ[1*], วิสุทธิ์ ใบไม้[2], อติพร แซ่อึ้ง[1], สิทธิพร สุวรรณมิตร[1] และ สรวัฒน์ ทองสงวน[1]

[1]ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, [1*]E-mail : wchoocho@mail.med.cmu.ac.th

[2]ภาควิชาชีววิทยาและศูนย์ข้อมูลโรคติดเชื้อและพาหะนำโรค คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Abstract

A total of 113 isolines of *Anopheles barbirostris*, derived from human- and animal-biting females, showed branch summation in 2 groups of seta 2-VI pupal skins: 42 isolines were *An. barbirostris* (9-16 branches), and 71 were *An. campestris* (20-30 branches). Four karyotypic forms [Form A (X_1, X_2, Y_1), B (X_1, X_2, X_3, Y_2), C (X_2, Y_3) and D (X_2, Y_4)] were obtained in *An. barbirostris*, and 3 karyotypic forms [Form B (X_2, Y_2), E (X_1, X_2, X_3, Y_5) and F (X_2, X_3, Y_6)] were recovered in *An. campestris*. Based on the similarity of X_2-chromosomes, the latter species was designated as *An. campestris*-like Form B, E and F. Results of post-mating reproductive isolation among the crosses of *An. barbirostris* Form A and *An. campestris*-like Form E strains from Chiang Mai, Phetchaburi and Kanchanaburi supported the existence of 5 species within the taxon *An. barbirostris*, designated as *An. barbirostris* species A1, A2, A3, and A4, and *An. campestris*-like, respectively. The large sequence divergence of ITS2, COI, and COII supported this evidence. Results of non-post mating reproductive isolation from the crosses of different karotypic forms of *An. barbirostris* species A1 (Form A, B, C and D) and A2 (Form A and B), and *An. campestris*-like (Form B, E and F), suggested different karyotypic forms occurring in natural populations of *An. barbirostris* species A1 and A2, and *An. campestris*-like. The low sequence divergence of the ITS2 of rDNA, and COI and COII of mtDNA among the forms of *An. barbirostris* species A1 and A2, and *An. campestris*-like, supported their intraspecific karyotype variation.

Key words: *Anopheles barbirostris*, *An. campestris*-like, crossing experiments, ITS2, COI and COII

บทนำ

ยุงก้นปล่องชนิด *Anopheles barbirostris* จัดอยู่ใน Myzorhynchus Series ของ Subgenus *Anopheles* ในประเทศไทย ประกอบด้วยสมาชิกอย่างน้อย 7 สปีชีส์ ได้แก่ *An. montanus* Stanton and Hacker, *An. barbirostris* Van der Wulp, *An. campestris* Reid, *An. donaldi* Reid, *An. hodgkini* Reid, *An. pollicaris* Reid, และ *An. barbumbrosus* Strickland and Chowdhury โดยในสมาชิกของยุงกลุ่มนี้ ยุงก้นปล่องชนิด *An. barbirostris* และ *An. campestris* ถูกรายงานโดยนักวิจัยหลายคณะว่าเป็นพาหะนำโรคในธรรมชาติของเชื้อมาลาเรียชนิด *Plasmodium vivax* และพยาธิฟิลาเรียชนิด nocturnally periodic *Brugia malayi* และ *B. timori* ในบางประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Reid 1968; Harrison and Scanlon 1975; Atmosoedjono et al. 1977; Kirnowardoyo 1985; Fischer et al. 2004).

เมื่อเร็วๆ นี้ยุงก้นปล่องชนิด *An. barbirostris* และ/หรือ *An. campestris* ถูกรายงานว่าอาจเป็นพาหะที่สำคัญในการนำเชื้อมาลาเรียชนิด *P. vivax* มาสู่คน ที่อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว และน่าจะเป็นยุงพาหะที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มการติดเชื้อมาลาเรียชนิด *P. vivax* ในประชากรไทย เนื่องจากการจำแนกยุง

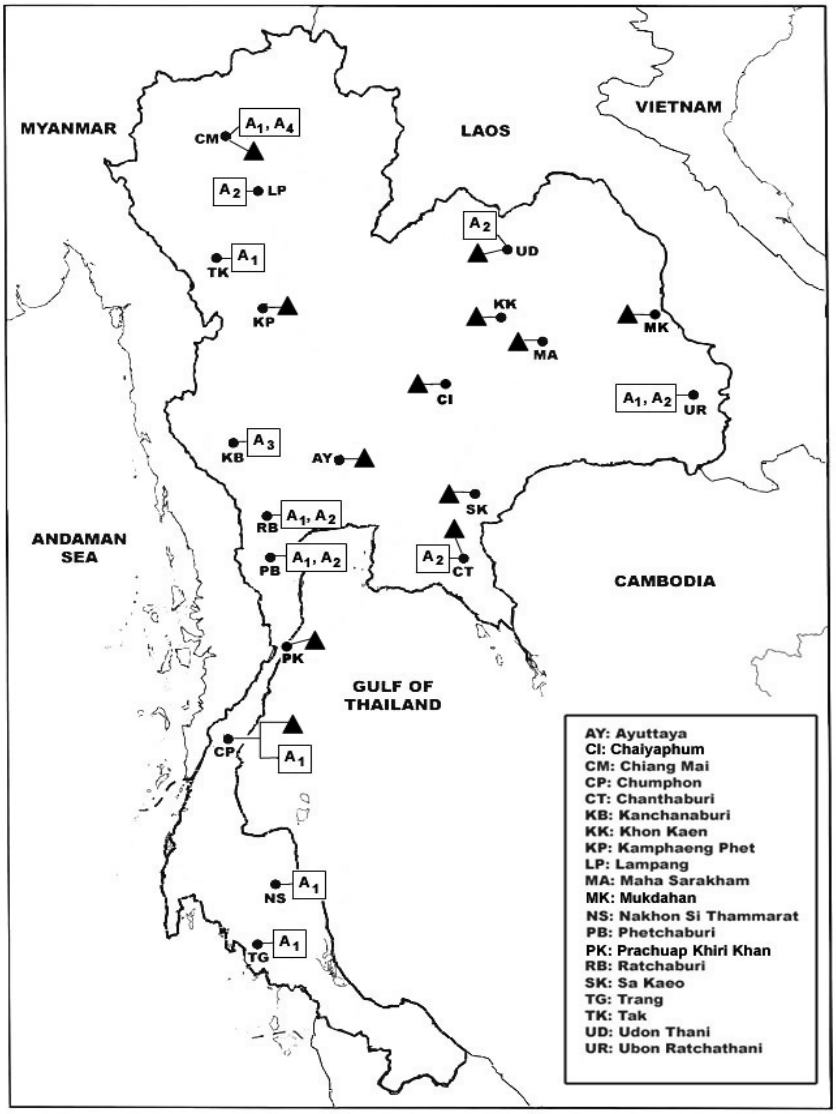
พาหะทั้งสองชนิดนี้ในภาคสนามโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของยุงตัวเต็มวัยเพศเมียมีความแปรปรวนสูง จึงทำให้เกิดความผิดพลาดมากในการศึกษาทางด้านระบาดวิทยาและ/หรือการควบคุมโรคมาลาเรีย ส่วนการจำแนกยุงทั้งสองชนิดนี้โดยใช้ผลรวมของแขนงเส้นขน 2-VI ของคราบตัวโม่งสามารถแยกได้เพียง 95-97% เท่านั้น โดยยุง *An. barbirostris* และยุง *An. campestris* จะมีผลรวมของแขนงเส้นขนอยู่ในช่วงระหว่าง 6-18 และ 17-58 แขนง ตามลำดับ วิธีการจำแนกยุงทั้งสองชนิดนี้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำที่สุดในขณะนี้มีเพียงวิธีเดียวเท่านั้น คือ การใช้ลักษณะของเมตาเฟสคาริโอไทป์จากเซลล์สมองของลูกน้ำยุง กล่าวคือ ยุง *An. barbirostris* จะมีลักษณะของเมตาเฟสคาริโอไทป์ 4 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบ A (X_2, X_3, Y_1), B (X_1, X_2, X_3, Y_2), C (X_2, X_3, Y_3) และ D (X_2, Y_4) ส่วนยุง *An. campestris* จะมีลักษณะของเมตาเฟสคาริโอไทป์เพียงรูปแบบเดียวเท่านั้น คือ (X, Y) ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากเมตาเฟสคาริโอไทป์ทั้ง 4 รูปแบบของยุง *An. barbirostris* ดังความสำคัญของยุงกลุ่มนี้ซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้น และในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาวิจัยยุงกลุ่มนี้อย่างละเอียดแบบเป็นระบบที่มีทิศทาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาพันธุศาสตร์เชิงประชากรของยุงกลุ่มนี้ทั่วประเทศไทยด้วยวิธีสหวิทยาการ โดยผลคาดหวังที่จะได้จากการศึกษาวิจัยแบบสหวิทยาการในครั้งนี้ จะทำให้ทราบถึงรายละเอียดของความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับต่างๆ ของยุงกลุ่มนี้ทั่วประเทศไทย เพื่อที่จะนำมาใช้ในการสร้างกุญแจที่เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพในการใช้จำแนกยุง *An. barbirostris* และ *An. campestris* ในภาคสนามได้อย่างถูกต้อง

วิธีการ

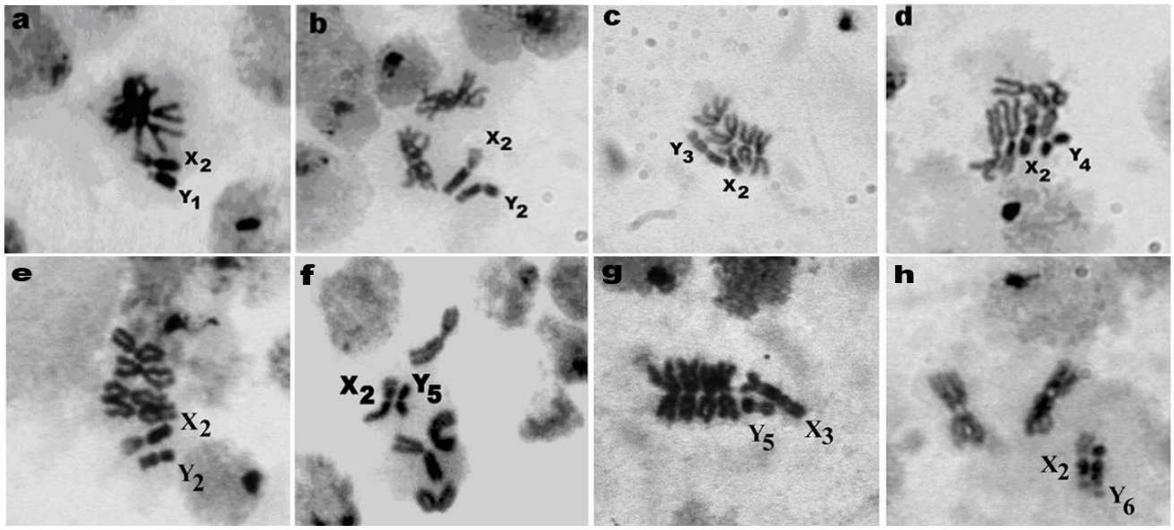
ได้จับยุง *An. barbirostris* และ/หรือ *An. campestris* ตัวเต็มวัยเพศเมีย ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 จนถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2551 โดยใช้กระบือและ/หรือคนเป็นเหยื่อล่อจาก 20 จังหวัดในประเทศไทย (ภาพที่ 1) ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำปาง จังหวัดตาก จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดอุดรธานี จังหวัดขอนแก่น จังหวัดมุกดาหาร จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสระแก้ว จังหวัดจันทบุรี จังหวัดราชบุรี จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดชุมพร จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง มาเลี้ยงแบบ iso-female lines (isolines) ทั้งหมด 113 isolines เพื่อนำมาศึกษาทางสัณฐานวิทยา วินิจฉัยรูปแบบเมตาเฟสคาริโอไทป์ ทดลองผสมพันธุ์ข้ามสายพันธุ์และ/หรือข้ามรูปแบบ และศึกษาเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอที่ยีนไรโบโซมและยีนไมโตคอนเดรียลที่ตำแหน่ง ITS2, COI และ COII ตามลำดับ โดยลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ทั้งหมดจะถูกนำมาวิเคราะห์จัดเรียงด้วยโปรแกรม CLUSTALW (Thomson et al. 1994) เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแผนภูมิต้นไม้ (phylogenetic tree) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของยุงในกลุ่มนี้ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) (Kimura 1980) แบบ Neighbor-joining (NJ) (Saitou and Nei 1987) และทำการวิเคราะห์ซ้ำ 1,000 ครั้ง ด้วยค่าสนับสนุนทางสถิติ Bootstrap โดยโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ คือ MEGA version 3.1 (Kumar et al. 2004)

ผลการวิจัย

ผลจากการนับผลรวมของแขนงเส้นขน 2-VI ของคราบตัวโม่ง พบยุง 42 isolines มีค่าเฉลี่ยผลรวมของแขนงเส้นขน 2-VI ของคราบตัวโม่งเท่ากับ 9-16 แขนง ซึ่งอยู่ในช่วงของยุง *An. barbirostris* และ 71 isolines มีค่าผลรวมของแขนงเส้นขนเท่ากับ 20-30 แขนง ซึ่งอยู่ในช่วงของยุง *An. campestris* จากการวินิจฉัยรูปแบบเมตาเฟสคาริโอไทป์ของยุง 42 isolines ที่มีค่าผลรวมของแขนงเส้นขน 2-VI ของคราบตัวโม่งเป็นยุง *An. barbirostris* พบเมตาเฟสคาริโอไทป์ 4 รูปแบบ (ภาพที่ 2) ได้แก่ รูปแบบ A (X_1, X_2, Y_1) จำนวน 3, 1, 1, 1, 1, 1, 3, 1, 1 และ 3 isolines จากจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำปาง จังหวัดตาก จังหวัดอุดรธานี จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดราชบุรี จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตรัง ตามลำดับ รูปแบบ B (X_1, X_2, X_3, Y_2) จำนวน 1, 3, 2, 3, 2, 6, 1, 2 และ 3 isolines



ภาพที่ 1. แผนที่แสดงการกระจายตัวของยุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1, A2, A3, A4 (□) และยุง *An. campestris*-like (▲)



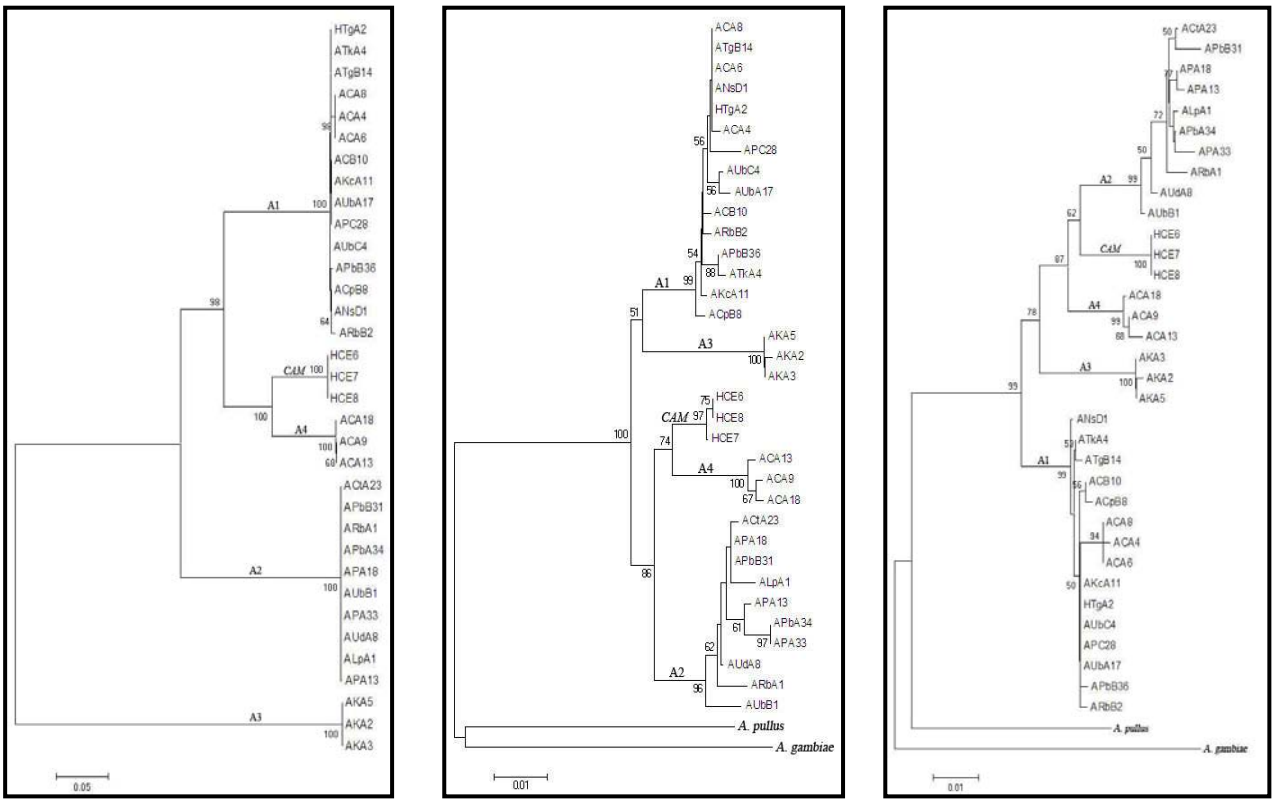
ภาพที่ 2. เมตาเฟสคาริโอไทป์ของยุง *An. barbirostris*: (a) รูปแบบ A (X_2, Y_1), (b) รูปแบบ B (X_2, Y_2), (c) รูปแบบ C (X_2,Y_3) และ (d) รูปแบบ D (X_2, Y_4); เมตาเฟสคาริโอไทป์ของยุง *An. campestris*-like: (e) รูปแบบ B (X_2, Y_2), (f) รูปแบบ E (X_2, Y_5), (g) รูปแบบ E (X_3,Y_5) และ (h) รูปแบบ F (X_2, Y_6)

จากจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดตาก จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดราชบุรี จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดจันทบุรี จังหวัดชุมพร และจังหวัดตรัง ตามลำดับ รูปแบบ C (X_2, Y_3) จำนวน 2 isolines จากจังหวัดอุบลราชธานี และรูปแบบ D (X_2, Y_4) จำนวน 1 isoline จากจังหวัดนครศรีธรรมราช จากการวินิจฉัยรูปแบบเมตาเฟสคาริโอไทป์ของยุง 71 isolines ที่มีค่าผลรวมของแขนงเส้นขน 2-VI เป็นยุง *An. campestris* พบรูปแบบเมตาเฟสคาริโอไทป์ 3 รูปแบบ (ภาพที่ 2) ได้แก่ รูปแบบ B (X_2, Y_2) จำนวน 2 และ 1 isolines จากจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดกำแพงเพชร ตามลำดับ รูปแบบ E (X_1, X_2, X_3, Y_5) จำนวน 3, 1, 3, 2, 3, 2, 5, 7, 9, 1 และ 3 isolines จากจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอุดรธานี จังหวัดขอนแก่น จังหวัดมุกดาหาร จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดสระแก้ว จังหวัดจันทบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดชุมพร ตามลำดับ และรูปแบบ F (X_2, X_3, Y_6) จำนวน 3, 5, 1, 4, 2, 10, 3 และ 1 isolines จากจังหวัดอุดรธานี จังหวัดขอนแก่น จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสระแก้ว จังหวัดจันทบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดชุมพร ตามลำดับ สำหรับรูปแบบ E และ F นั้นเป็นรูปแบบใหม่ที่ยังไม่เคยมีการรายงานมาก่อนหน้านี้ในประเทศไทย เนื่องจากยุงทั้ง 71 isolines ที่มีค่าเฉลี่ยผลรวมของแขนงเส้นขน 2-VI ของคราบตัวโม่งเป็นยุง *An. campestris* แต่มีลักษณะโครโมโซม X_2 เหมือนโครโมโซม X_2 ของยุง *An. barbirostris* ทุกรูปแบบ และแตกต่างจากโครโมโซม X ของยุง *An. campestris* ดังนั้น จึงตั้งชื่อยุงทั้ง 3 รูปแบบนี้ว่ายุง *An. campestris*-like รูปแบบ B, E และ F ตามลำดับ

ผลจากการสร้างแผนภูมิต้นไม้แบบ NJ ของยีนทั้งสามตำแหน่ง คือ ITS2, COI และ COII ด้วยวิธีวิเคราะห์ระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) ของยุง *An. barbirostris* และ ยุง *An. campestris*-like (ภาพที่ 3) พบว่าแผนภูมิต้นไม้ของยีนทั้งสามตำแหน่งแสดงผลที่สอดคล้องกัน โดยมีความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอในระดับที่สูงและ/หรือมีระยะห่างทางพันธุกรรมสูงในยีนทั้งสามตำแหน่ง (ITS2 :0.116-0.615, COI :0.023-0.048 และ COII:0.030-0.040) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ ยุง *An. barbirostris* จำนวน 4 กลุ่ม (A1, A2, A3 และ A4) และยุง *An. campestris*-like รูปแบบ E จำนวน 1 กลุ่ม (*CAM*) ตามลำดับ โดยในแต่ละกลุ่มมีลักษณะเป็นโมโนไฟเลติกด้วยค่าสนับสนุนทางสถิติที่สูงมาก (96-100%)

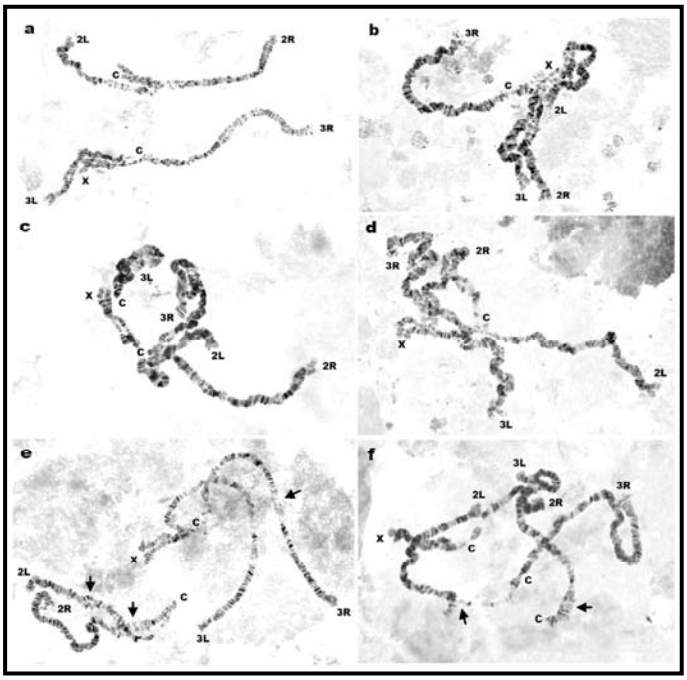
ผลจากการทดลองผสมพันธุ์ระหว่างกลุ่มของยุงที่มีระยะห่างทางพันธุกรรมสูง ได้แก่ isoline ของยุง *An. barbirostris* รูปแบบ A สายพันธุ์จากจังหวัดเชียงใหม่ 2 isolines (iACA6, iACA18) จากจังหวัดกาญจนบุรี (iAKA5) และเพชรบุรี (iAPA13) อย่างละ 1 isoline และยุง *An. campestris*-like รูปแบบ E สายพันธุ์จากจังหวัดเชียงใหม่ (iHCE6) 1 isoline ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่ายุง *An. barbirostris* ทั้ง 4 isolines มีพันธุกรรมที่เข้ากันไม่ได้ โดยให้อัตราการเจริญเติบโตเป็นตัวอ่อนในไข่ต่ำ อัตราการฟักตัวออกจากไข่ต่ำและ/หรือไม่มีการฟักตัวออกจากไข่เลย ตัวอ่อนที่ฟักตัวออกจากไข่มีอัตราการรอดชีวิตต่ำ และมีลักษณะแขนของโพลีทีนโครโมโซมที่ไม่เข้าคู่กันจากเซลล์ต่อมน้ำลายของตัวอ่อนยุงลูกผสมรุ่นที่ 1 ตัวเต็มวัยเพศเมียมีความผิดปกติของรังไข่ ตัวเต็มวัยเพศผู้มีการฝ่อของ accessory gland และอัณฑะ รวมทั้งมี sex distortion ในยุงตัวเต็มวัย (ภาพที่ 4-6) ดังนั้น จึงตั้งชื่อยุง *An. barbirostris* ทั้ง 4 กลุ่มว่ายุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1, A2, A3 และ A4 ตามลำดับ นอกจากนี้ผลที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างยุง *An. barbirostris* ทั้ง 4 สปีชีส์กับยุง *An. campestris*-like รูปแบบ E (*CAM*) ยังพบว่ามีพันธุกรรมที่เข้ากันไม่ได้เช่นเดียวกัน

ผลจากการทดลองผสมพันธุ์ข้ามสายพันธุ์และ/หรือข้ามรูปแบบระหว่างยุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1 กับยุงรูปแบบ A, B, C และ D และยุงสปีชีส์ A2 กับยุงรูปแบบ A และ B ที่มีระยะห่างทางพันธุกรรมต่ำ (genetic distance < 0.009) ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่ายุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1 มีพันธุกรรมที่เข้ากันได้กับยุงรูปแบบ A, B, C, D และยุงสปีชีส์ A2 การมีพันธุกรรมที่เข้ากันได้กับยุงรูปแบบ A, B โดยให้ลูกผสมรุ่นที่ 1 และ 2 ที่แข็งแรง แสดงให้เห็นว่ายุงสปีชีส์ A1 และ A2 มีรูปแบบเมตาเฟสคาริโอไทป์ได้ 4 และ 2 รูปแบบ ตามลำดับ ซึ่งสามารถพบได้ในประชากรธรรมชาติ สำหรับการกระจายตัวของยุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1, A2, A3 และ A4 ได้แสดงไว้ในภาพที่ 1

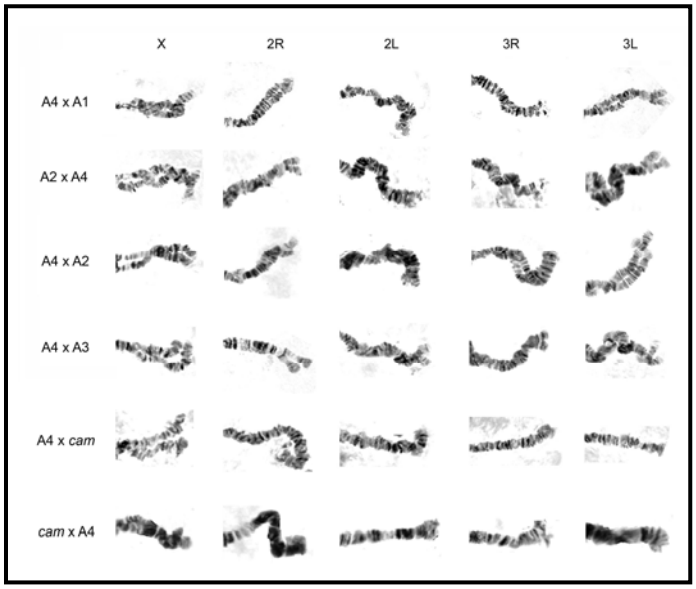


ITS2 **COI** **COII**

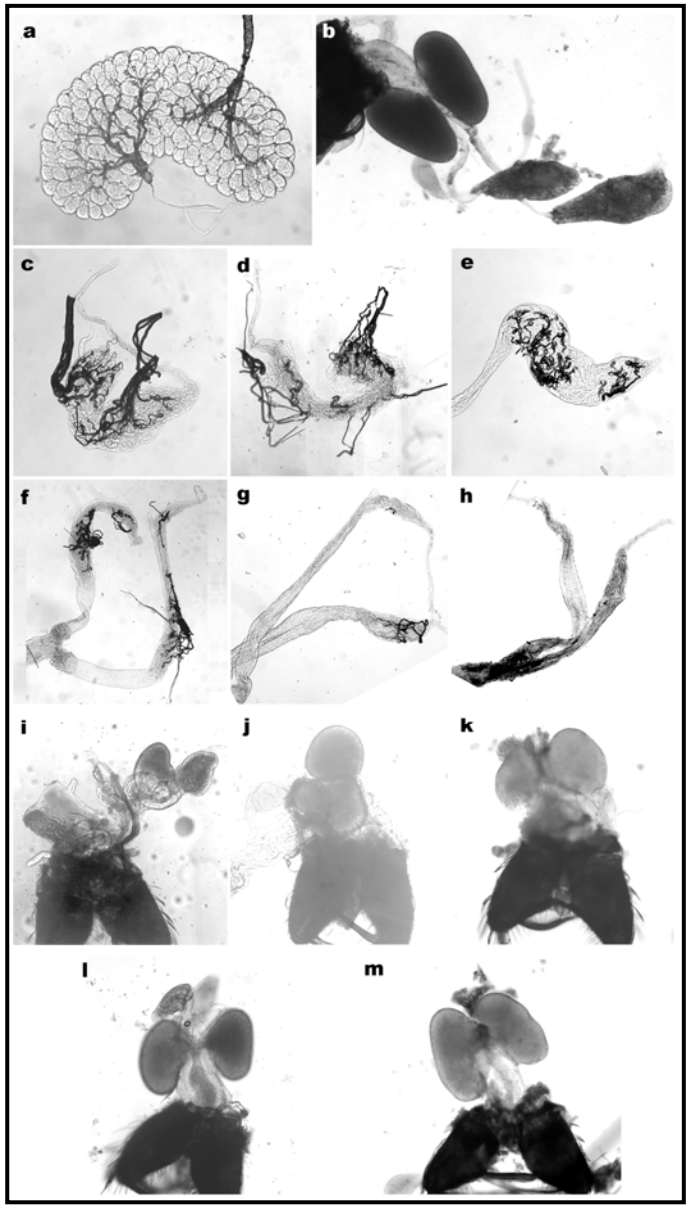
ภาพที่ 3. แผนภูมิต้นไม้แบบ NJ ของยุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1, A2, A3, A4 และยุง *An. campestris*-like รูปแบบ E (*CAM*) โดยการวิเคราะห์ทางอณูชีววิทยาของยีนในตำแหน่ง ITS2, COI และ COII



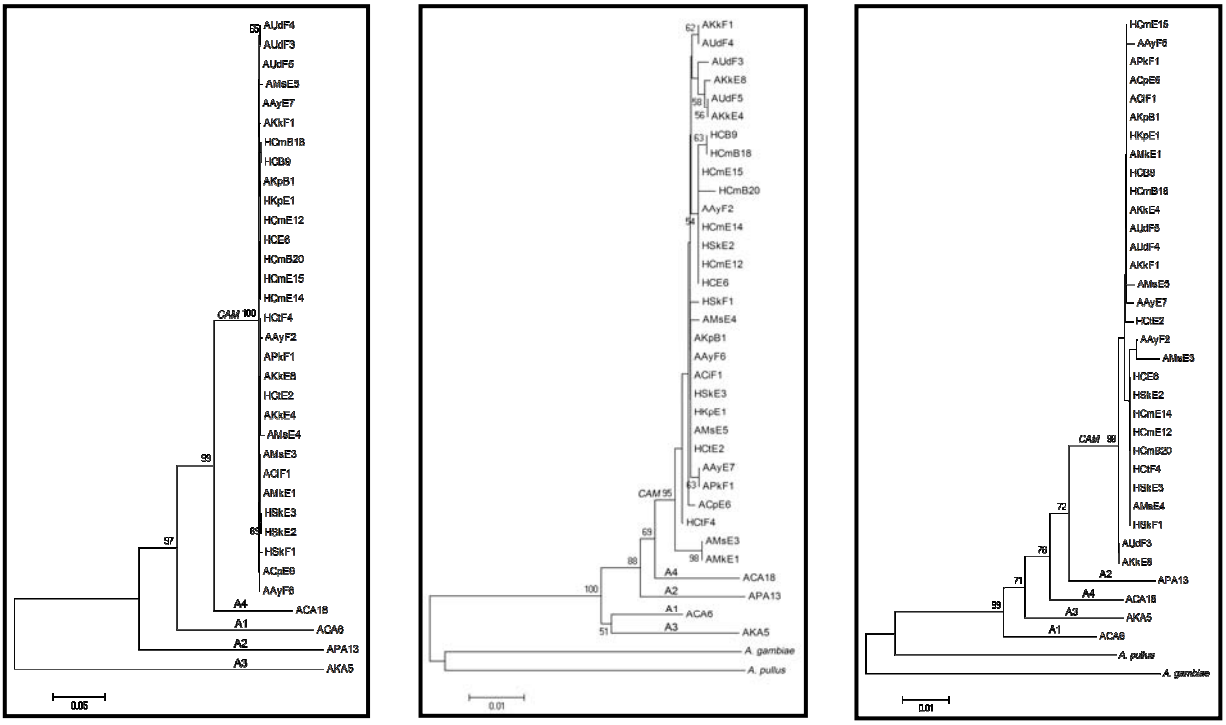
ภาพที่ 4. โพลีทีนโครโมโซมที่ไม่เข้าคู่กันจากเซลล์ต่อมน้ำลายของตัวอ่อนยุงลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างยุง *An. barbirostris* ทั้ง 4 สปีชีส์ และยุง *An. campestris*-like รูปแบบ E: (a) A4 x A1, (b) A2 x A4, (c) A4 x A2, (d) A4 x A3, (e) A4 x *An. campestris*-like รูปแบบ E และ (f) *An. campestris*- like รูปแบบ E x A4



ภาพที่ 5. ภาพขยายปลายแขนโพลีทีนโครโมโซมที่ไม่เข้าคู่กันจากเซลล์ต่อมน้ำลายของตัวอ่อนยุงลูกผสมรุ่นที่ 1 ที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างยุง *An. barbirostris* ทั้ง 4 สปีชีส์ และยุง *An. campestris*-like รูปแบบ E: (a) A4 x A1, (b) A2 x A4, (c) A4 x A2, (d) A4 x A3, (e) A4 x *An. campestris*-like รูปแบบ E และ (f) *An. campestris*- like รูปแบบ E x A4



ภาพที่ 6. ภาพระบบสืบพันธุ์ของยุงตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย (a) รังไข่ที่ปกติของยุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A4 เพศเมีย; (b) accessory glands และอัณฑะที่ปกติของยุง *An. campestris*-like รูปแบบ E เพศผู้; การเจริญเติบโตที่ผิดปกติของรังไข่ยุงเพศเมียที่ได้จากลูกผสมรุ่นที่ 1: (c) A4 x A1, (d) A2 x A4, (e) A4 x 2, (f) A4 x A3 , (g) A4 x *An. campestris*-like รูปแบบ E และ (h) *An. campestris*-like รูปแบบ E x A4; การฝ่อของ accessory gland และอัณฑะยุงเพศผู้ที่ได้จากลูกผสมรุ่นที่ 1: (i) A4 x A1, (j) A2 x A4, (k) A4 x A3, (l) A4 x *An. campestris*-like รูปแบบ E และ (m) *An. campestris*-like รูปแบบ E x A4



ภาพที่ 7. แผนภูมิต้นไม้แบบ NJ ของยุง *An. campestris*-like รูปแบบ B, E and F (*CAM*) โดยการวิเคราะห์ทางอณูชีววิทยาของยีนในตำแหน่ง ITS2, COI และ COII

ผลจากการสร้างแผนภูมิรูปต้นไม้แบบ NJ ของยีนทั้งสามตำแหน่ง คือ COI, COII และ ITS2 ด้วยวิธีวิเคราะห์ระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) ของยุง *An. campestris*-like (ภาพที่ 7) พบว่ายุง *An. campestris*-like รูปแบบ B, E, F ทั้ง 28 isolines จัดอยู่ในกรณีเดียวกัน และแยกออกจากยุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1, A2, A3, A4, ยุง *An. gambiae* และยุง *An. pullus* ซึ่งใช้เป็นตัวอย่างนอกกลุ่มอย่างชัดเจน ด้วยค่าสนับสนุนทางสถิติที่สูงมาก (95-100%) โดยมีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมภายในรูปแบบแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (genetic distance = 0.001-0.004) และค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างรูปแบบก็มีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยเช่นเดียวกัน (genetic distance = 0.001-0.004)

ผลจากการทดลองผสมพันธุ์ข้ามสายพันธุ์และ/หรือข้ามรูปแบบระหว่างยุง *An. campestris*-like รูปแบบ B, E และ F ที่มีระยะห่างทางพันธุกรรมต่ำจากสายพันธุ์ 12 จังหวัด ผลที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่ายุงทั้ง 3 รูปแบบมีพันธุกรรมที่เข้ากันได้ โดยให้ลูกผสมรุ่นที่ 1 และ 2 ที่แข็งแรง แสดงให้เห็นว่ายุง *An. campestris*-like มีรูปแบบเมตาเฟสคาริโอไทป์ได้ 3 รูปแบบ ซึ่งสามารถพบได้ในประชากรธรรมชาติ สำหรับการกระจายตัวของยุง *An. campestris*-like รูปแบบ B, E และ F ได้แสดงไว้ในภาพที่ 1

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาทดลองด้วยวิธีสหวิทยาการ ได้แก่ การศึกษาเปรียบเทียบทางสัณฐานวิทยา การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ การศึกษาเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอที่ยีนไรโบโซมและยีนไมโตคอนเดรียลที่ตำแหน่ง ITS2, COI และ COII และการผสมข้ามสายพันธุ์และ/หรือข้ามรูปแบบของยุงกันปล่องกลุ่มซับซ้อนชนิด *An. barbirostris* พบว่ายุงกลุ่มนี้มีชิบลิงส์สปีชีส์อย่างน้อย 5 สปีชีส์ ได้แก่ ยุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1, A2, A3 , A4 และยุง *An. campestris*-like โดยพบว่ายุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1 มีการกระจายตัวในจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดตาก จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดราชบุรี จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดชุมพร จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง สปีชีส์

A2 พบมีการกระจายตัวในจังหวัดลำปาง จังหวัดอุดรธานี จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดราชบุรี จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดจันทบุรี ยุงสปีชีส์ A3 ในขณะนี้พบว่ามีการกระจายตัวในจังหวัดกาญจนบุรี และสปีชีส์ A4 มีการกระจายตัวในจังหวัดเชียงใหม่เท่านั้น สำหรับยุง *An. campestris*-like นั้นพบว่ามีการกระจายตัวอย่างกว้างขวางทุกภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอุดรธานี จังหวัดขอนแก่น จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดมุกดาหาร จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดสระแก้ว จังหวัดจันทบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดชุมพร (ภาพที่ 1)

จากการทดลองผสมพันธุ์ข้ามรูปแบบระหว่างยุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1 กับยุงรูปแบบ A, B, C, D ยุงสปีชีส์ A2 กับยุงรูปแบบ A, B และยุง *An. campestris*-like กับยุงรูปแบบ B, E, F ที่มีระยะห่างทางพันธุกรรมต่ำ (genetic distance < 0.009) ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่ายุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1 มีพันธุกรรมที่เข้ากันได้กับยุงรูปแบบ A, B, C, D ยุงสปีชีส์ A2 มีพันธุกรรมที่เข้ากันได้กับยุงรูปแบบ A, B ยุง *An. campestris*-like มีพันธุกรรมที่เข้ากันได้กับยุงรูปแบบ B, E, F โดยให้ลูกผสมรุ่นที่ 1 และ 2 ที่แข็งแรง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายุง *An. barbirostris* สปีชีส์ A1, A2 และยุง *An. campestris*-like มีรูปแบบเมตาเฟสคาริโอไทป์ได้ 4, 2 และ 3 รูปแบบ ตามลำดับ ซึ่งสามารถพบได้ในประชากรธรรมชาติ และการเพิ่มขึ้นของ heterochromatin ในโครโมโซมเพศที่ทำให้เกิดความหลากหลายของรูปแบบเมตาเฟสคาริโอไทป์นั้น มักเป็นปรากฏการณ์ที่พบได้ทั่วไปในยุงก้นปล่องและแมลงบางชนิดในอันดับ Diptera (Baimai 1998)

ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการนำไปศึกษาวิจัยต่อยอดทางด้านระบาดวิทยา เช่น การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการยอมรับเชื้อมาลาเรียชนิด *P. vivax* ของยุงแต่ละสปีชีส์ ความชุกชุมและนิสัยในการเข้ากัดกินเลือดคนและสัตว์ของยุงแต่ละสปีชีส์ในแต่ละฤดูกาล เป็นต้น ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาต่อยอดจะทำให้ทราบว่าแท้จริงแล้ว ยุงสปีชีส์ใดเป็นพาหะในธรรมชาติในการนำเชื้อมาลาเรียชนิด *P. vivax* ในประเทศไทย ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยตรงในการนำไปใช้ควบคุมยุงพาหะที่เป็นสปีชีส์เป้าหมายได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (รหัสโครงการ BRT R_249004 และ BRT R_250009) โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (Grant No. PHD/0052/2548, PHD/0082/2549 และ PHD/0031/2550) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Atmosoedjono S, Partono F, Dennis DT, Purnomo (1977) *Anopheles barbirostris* (Diptera: Culicidae) as a vector of the timor filarial on Flores Island: preliminary observation. J Med Entomol 13:611-613

Baimai V (1998) Heterochromatin accumulation and karyotypic evolution in some dipteran insects. Zool Stud 37:75-88

Fischer P, Supali T, Maizels RM (2004) Lymphatic filariasis and *Brugia timori*: prospects for elimination. Trends Parasitol 20:351-355

Harrison BA, Scanlon JE (1975) Medical entomology studies. II. The subgenus *Anopheles* in Thailand (Diptera: Culicidae). Contrib Am Entomol Inst 12:78

Kimura M (1980) A simple method for estimating evolutionary rates of base substitution through comparative studies of nucleotide sequences. J Mol Evol 16:111-120

Kirnowardoyo S (1985) Status of *Anopheles* malaria vectors in Indonesia. Southeast Asian J Trop Med Pub Health 16:129-132

Kumar S, Tamura K, Nei M (2004) MEGA 3: integrated software for molecular evolutionary genetics analysis and sequence alignment. Brief Bioinform 5:150-163

Reid JA (1968) Anopheline mosquitoes of Malaya and Borneo. Stud Inst Med Res Malaya 31:1-520

Saitou N, Nei M (1987) The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. Mol Biol Evol 4:406-425

Thompson JD, Higgins DG, Gibson TJ (1994) CLUSTALW: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, positions-specific gap penalties and weight matrix choice. Nucleic Acids Res 22:4673-4680

ความขัดแย้งและภาวะพึ่งพาระหว่างมนุษย์และลิงแสม

สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์

หน่วยวิจัยไพรเมท ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, Email : Suchinda.M@chula.ac.th

---

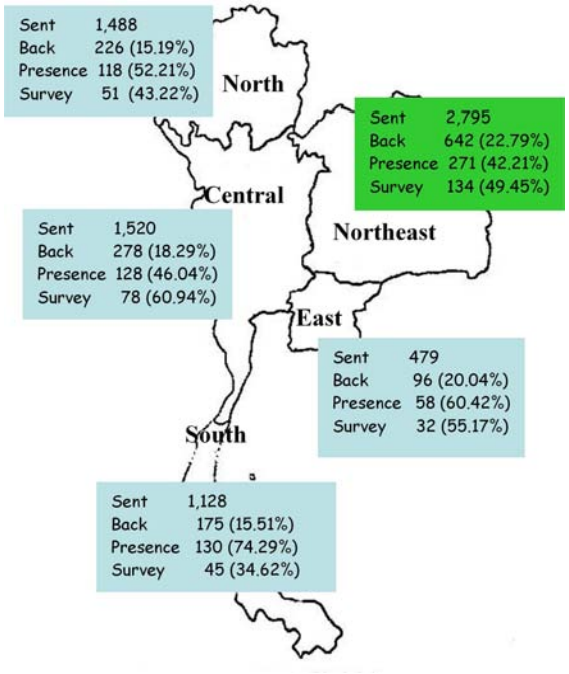
ลิงแสมหรือลิงหางยาว (crab-eating macaque or long-tailed macaque) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macaca fascicularis* จัดได้ว่าเป็นไพรเมทที่มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางเป็นลำดับที่สามของไพรเมททั้งหมดที่มีอยู่ทั่วโลกประมาณ 250 ชนิด (Rowe, 1996) เป็นรองก็แต่มนุษย์และลิงวอก (*Macaca mulatta*) เท่านั้น (Fooden, 1995) ลิงหางยาวมีการแพร่กระจายครอบคลุมภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งเขตภูมิภาคอินโดมาลายันและหมู่เกาะต่างๆ ในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ ลิงหางยาวสามารถปรับตัวเพื่ออยู่ในถิ่นอาศัยหลากหลายรูปแบบ เช่น ป่าดิบชื้นชนิดปฐมภูมิ ป่าดิบชื้นชนิดทุติยภูมิ ป่าชายเลน หรือป่าที่ถูกทำลาย สวนสาธารณะ วัด หรือแม้กระทั่งอาศัยอยู่ร่วมกับมนุษย์ ดังจะเห็นได้ทั่วไปในเมืองใหญ่ต่างๆ

ในประเทศไทยลิงหางยาวจัดได้ว่าเป็นไพรเมทที่สามารถพบเห็นได้บ่อยที่สุดจากไพรเมทที่มีอยู่ทั้งหมด 13 ชนิด (Lekagul and McNeely, 1988) ซึ่งก็เป็นสิ่งหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับตัวของลิงหางยาวในแหล่งที่อยู่อาศัยต่างๆ กัน แม้ว่าในปัจจุบันลิงหางยาวจะถูกจัดให้เป็นสัตว์ที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ต่ำ (low risk for extinction) โดย IUCN 2007 แต่อย่างไรก็ตามลิงหางยาวก็ได้รับผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ที่ไปรุกล้ำทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยของลิง เช่น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม สร้างถนน และสร้างบ้านเรือน เป็นต้น ซึ่งทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของลิงแยกออกจากกัน (habitat fragmentation) ลิงคนละฝูงกันไม่สามารถเจอกันได้ ทำให้โอกาสในการผสมกันในฝูงระหว่างเครือญาติ (inbreeding depression) เกิดขึ้นได้สูง และในบางกรณีทำให้ลิงถูกบีบให้ต้องปรับตัวมาอาศัยอยู่ร่วมกับมนุษย์

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าข้อมูลของลิงหางยาวมีน้อยมากและข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลเก่า เมื่อประมาณ 30 ปีที่แล้ว (Fooden, 1971; 1995) ซึ่งข้อมูลที่ทันสมัยที่สุดได้ตีพิมพ์เมื่อปี ค.ศ. 1992 เป็นรายงานเกี่ยวกับลิงที่มีการปรับตัวมาอาศัยอยู่ร่วมกับมนุษย์ (semi-tame macaques) (Aggimarangsee, 1992) จากที่พบว่าในปัจจุบันมีข่าวมากมายตามหน้าหนังสือพิมพ์เกี่ยวกับลิงหางยาวหลายฝูงมีประชากรล้นจำนวน (overpopulation) และก่อให้เกิดปัญหากระทบกระทั่งกันระหว่างลิงและมนุษย์ และไม่มีการวางแผนหรือจัดการใดๆ เกิดขึ้น ซึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวข้อมูล ณ ปัจจุบันเป็นสิ่งที่จำเป็น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้วางแผนเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพและการแพร่กระจายของลิงหางยาวอย่างเป็นลำดับขั้น ดังนี้

1 ส่งแบบสอบถาม ได้จัดทำแผ่นพับแสดงลักษณะสัตว์ในกลุ่มไพรเมทชนิดต่างๆ ในประเทศไทย จำนวน 13 ชนิด รวมทั้งลิงสกุลมะแคค (มีคำอธิบายลักษณะและภาพประกอบ) พร้อมแบบสอบถาม ส่งไปยังกำนันตำบลต่างๆ ทั่วประเทศไทยจำนวน 75 จังหวัด ยกเว้นกรุงเทพมหานคร (ที่ระบบการปกครองไม่ใช่ตำบล แต่เป็นแขวง) จำนวนทั้งสิ้น 7,410 ตำบล โดยที่อยู่ของตำบลต่างๆ ทั่วประเทศไทยได้มาจาก website “www.Thaitambon.com” จากแบบสอบถามที่ส่งไปยังตำบลต่างๆ ทั่วประเทศไทย พบว่าได้ส่งไปที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด จำนวน 2,795 ตำบล และภาคตะวันออกน้อยที่สุด จำนวน 479 ตำบล (ภาพที่ 1)

ทั้งนี้ เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเขตพื้นที่มากที่สุด ในขณะที่ภาคตะวันออกมีเขตพื้นที่น้อยที่สุด และจากแบบสอบถามที่ส่งไปได้รับแบบสอบถามกลับคืนมาทั้งหมด 1,412 ฉบับ (หรือคิดเป็น 19.12% ของแบบสอบถามทั้งหมด) โดยแบบสอบถามที่ตอบกลับมาเมื่อแบ่งตามภาคต่างๆ พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการตอบกลับมามากที่สุด คือ 642 ฉบับ (เท่ากับ 22.97% ของแบบสอบถามที่ส่งไป) ในขณะที่ภาคเหนือมีการตอบกลับมาน้อยที่สุด คือ 226 ฉบับ (เท่ากับ 15.19% ของแบบสอบถามที่ส่งไป)



ภาพที่ 1. จำนวนแบบสอบถามที่ส่ง ที่ตอบกลับมา ที่รายงานว่ามีลิงในพื้นที่ และที่เข้าสำรวจ แบ่งออกเป็น 5 ภาค

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่ากำนันในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักจะเป็นคนในท้องที่ ที่อยู่ในบริเวณนั้นมานานและได้รับเลือกให้เป็นกำนัน (จากการสำรวจพื้นที่และทำการสอบถามในเบื้องต้น) ทำให้รู้ข้อมูลในพื้นที่เป็นอย่างดีและสามารถตอบแบบสอบถามกลับมาได้ และพบว่าในแบบสอบถามที่ตอบกลับมานั้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ที่พบลิงน้อยที่สุด (คิดเป็น % ของแบบสอบถามที่ไม่เคยเห็นลิงต่อแบบสอบถามที่ตอบกลับมาเท่ากับ 57.79%) ที่เป็นเช่นนี้เพราะพื้นที่ที่อยู่อาศัยของลิงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากเดิมที่เคยเป็นพื้นที่ป่า ได้ถูกเปลี่ยนมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้ลิงมีจำนวนลดลงหรือหายไปจากพื้นที่ เพราะในรายละเอียดของแบบสอบถามที่ตอบกลับมาว่าไม่เคยเห็นลิงในปัจจุบัน มักจะมีการเขียนอธิบายเพิ่มเติมมาว่าในอดีตเมื่อ 20-30 ปีก่อน พบลิงจำนวนมาก

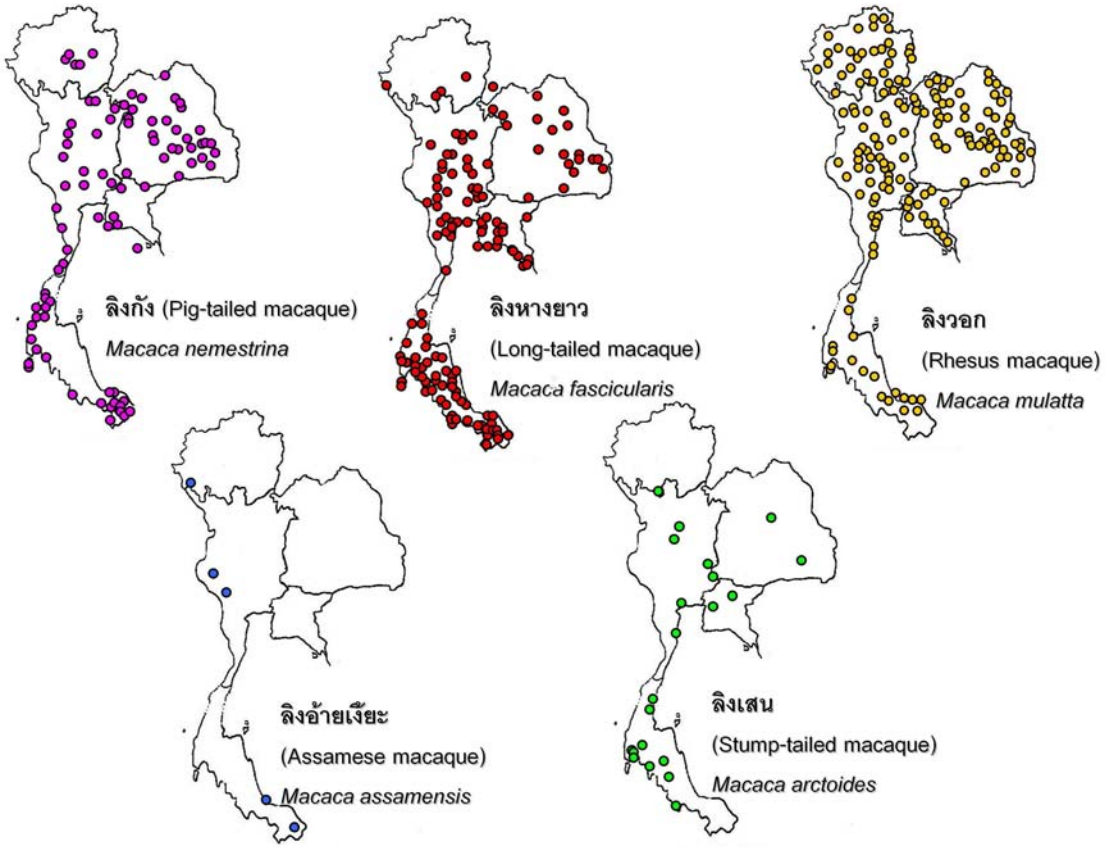
ภาคใต้พบเห็นลิงมากที่สุด (คิดเป็น % ของแบบสอบถามที่เคยเห็นลิงต่อแบบสอบถามที่ตอบกลับมาเท่ากับ 74.29%) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่าภาคใต้เป็นบริเวณที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่ติดกับทะเล หรือเป็นเกาะที่ยังมีป่าชายเลนอยู่มาก ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของลิงหางยาว และยังไม่มีมนุษย์เข้าไปรุกล้ำ จึงทำให้ยังสามารถพบลิงหางยาวจำนวนมาก (Malaivijitnond and Hamada, 2008) เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามที่ตอบกลับมา มาวาดลงบนแผนที่จะได้ลักษณะการแพร่กระจายของลิงมะแคคที่มีอยู่ในประเทศไทย 5 ชนิด (ภาพที่ 2) พบว่าการแพร่กระจายของลิงมะแคคที่ได้จากแบบสอบถามคล้ายกับรายงานที่มีมาก่อนหน้านี้ (Lekagul and McNeely, 1988; Aggimarangsee, 1992; Fooden, 1964; 1975; 1990; 1995) ยกเว้นการแพร่กระจายของลิงวอก ที่ต่างไปจากรายงานที่มีมาก่อนหน้านี้ (Lekagul and McNeely,1988; Fooden, 2000) ซึ่งระบุว่ามีการแพร่กระจายเฉพาะทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ในขณะที่รูปแบบการแพร่กระจายที่ได้จากแบบสอบถามพบทั่วประเทศไทย

ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากว่าลิงวอกในประเทศไทยมีลักษณะใกล้เคียงกับลิงหางยาว (Malaivijitnond et al., 2008) นั่นคือ มีขนาดตัวใกล้เคียงกัน สีขนคล้ายกัน เพียงแต่ลิงหางยาวจะมีขนาดหางยาวเท่ากับ 100-120% ของความยาวตัวและหัว ในขณะที่ลิงวอกมีความยาวหางเท่ากับ 50-70% (Hamada et al., 2005b; 2006; 2008) และสีขนที่บริเวณสะโพกจะมีสีส้มแดงมากกว่าบริเวณส่วนบนของลำตัว (bipartite pattern of pelage color) จึงทำให้เกิดความสับสนว่าลิงหางยาวคือลิงวอก ซึ่งลักษณะดังกล่าวถ้าไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญอาจจะไม่สามารถแยกได้ เพราะในบางครั้งที่ได้ไปเดินสำรวจลิงวอกและลิงหางยาวในประเทศไทยร่วมกับนักวานรวิทยา (primatologist) ชาวต่างชาติ ที่ไม่คุ้นเคยกับลิงวอกของไทย ก็ยังเกิดความสับสนในการแยกลิงทั้งสองชนิดได้เช่นกัน นอกจากนี้คนไทยจะเคยชินกับคำว่าลิงวอก (เข้าใจว่ามาจากคำว่า “ปีวอก”) มากกว่าลิงหางยาว

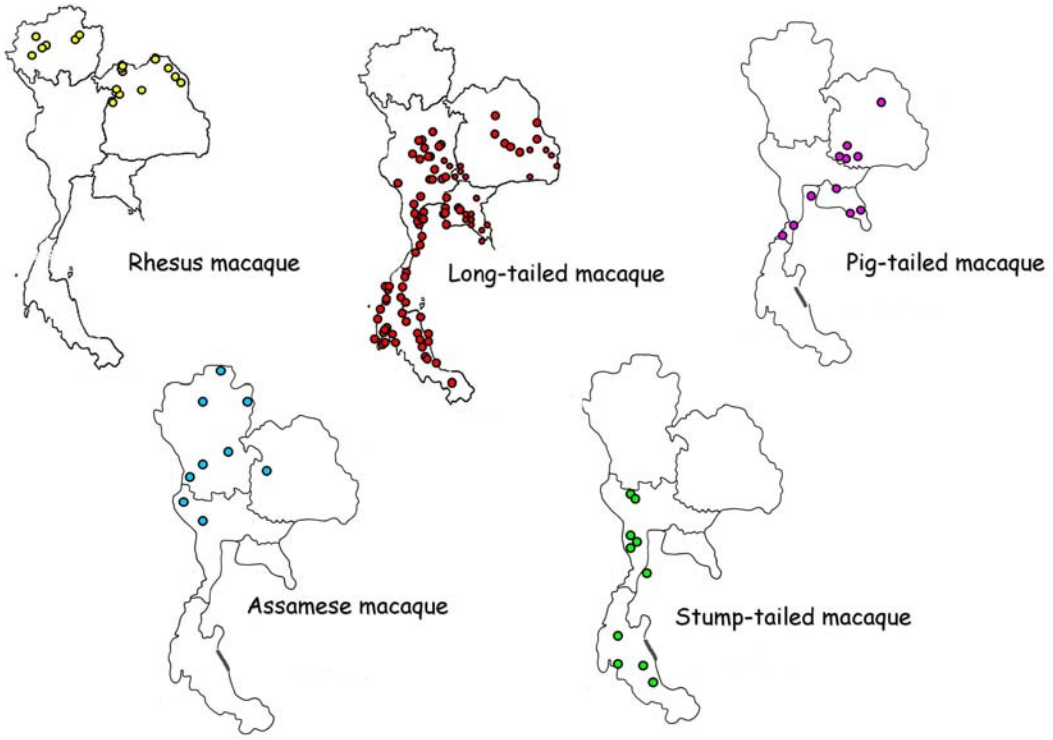
2. สำรวจประชากรลิงในภาคสนาม จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามที่ตอบกลับมาจำนวน 1,412 ฉบับ (หรือตำบล) และมีรายงานว่ามีลิงอาศัยอยู่ในพื้นที่จำนวน 705 ตำบล จึงได้เดินทางเข้าไปสำรวจในพื้นที่ต่างๆ จากเดือนธันวาคม ค.ศ. 2002 ถึงเดือนกันยายน ค.ศ. 2008 จำนวน 340 ตำบล เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวาดลงบนแผนที่ พบว่ารูปแบบการแพร่กระจายของลิงมะแคคในประเทศไทยในปัจจุบัน ยังมีลักษณะคล้ายกับในรายงานก่อนหน้านี้ (Lekagul and McNeely,

1988; Aggimarangsee, 1992; Fooden, 1964; 1975; 1990; 1995; 2000) (ภาพที่ 3) และพบลิงหางยาวในพื้นที่ทั้งหมด 91 แห่ง (Malaivijitnond et al., 2005; Malaivijitnond and Hamda, 2008) จากนั้นจึงได้ศึกษาการแพร่กระจาย ขนาดและโครงสร้างประชากร สรีรวิทยาและสัณฐานวิทยา ของลิงหางยาว ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ทำการสังเกต เช่น รูปแบบของขนที่หัว การม้วนเป็นวงของขนที่แก้ม ลักษณะใบหู สีขน ขนาดตัว และความยาวหาง เป็นต้น ลักษณะทางสรีรวิทยาที่จะทำการสังเกต เช่น การบวมแดงของ sexual skin ในลิงหางยาวเพศเมีย เป็นต้น

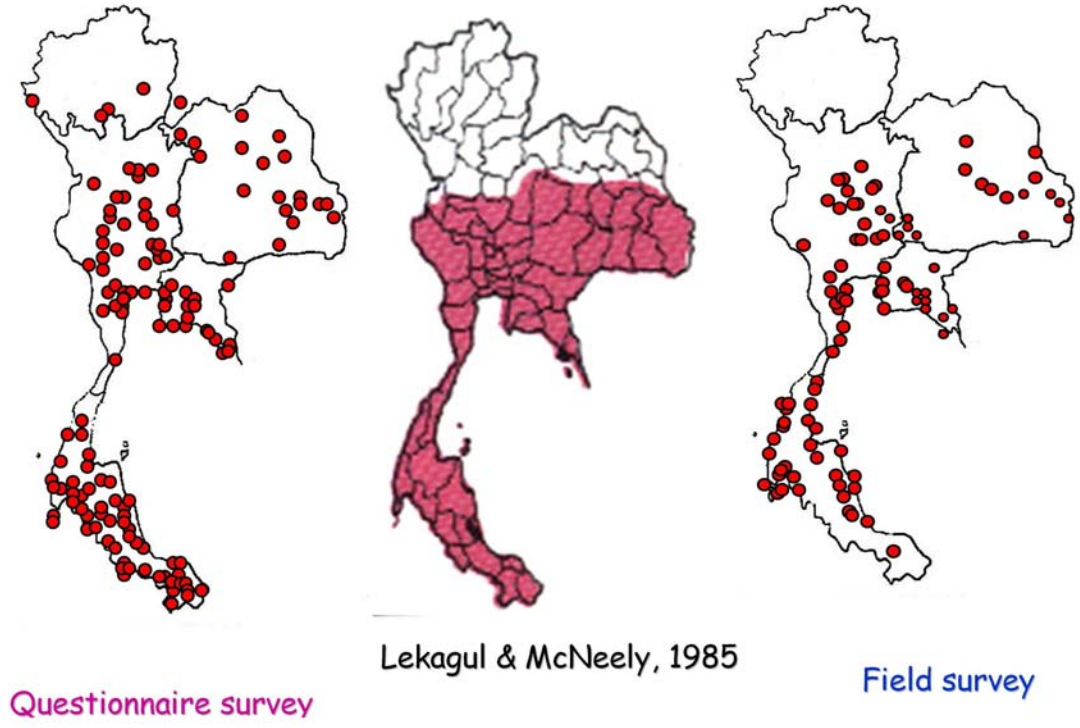
พบว่ารูปแบบการแพร่กระจายของลิงหางยาวในประเทศไทยในปัจจุบัน มีลักษณะคล้ายกับในรายงานของ Lekagul and McNeely (1985) และ Fooden (1995) ที่ทำการสำรวจเมื่อประมาณ 30 ปีที่แล้ว (ภาพที่ 4) เพียงแต่ลิงหางยาวส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนลักษณะถิ่นที่อยู่อาศัยจากเดิมที่เคยอยู่ในป่า มาเป็นวัดสวนสาธารณะ แหล่งท่องเที่ยว หรือบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งชุมชน หรือบ้านเรือนมนุษย์ อีกทั้งมีความคุ้นเคยกับมนุษย์เป็นอย่างดี สามารถเข้ามารับอาหารจากมนุษย์ได้ พบเห็นได้โดยง่าย มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นจากอดีตมาก จึงถือได้ว่าลิงหางยาวไทยมีการปรับตัวเข้ามาอาศัยอยู่ร่วมกับมนุษย์ได้ดี ดังจะเห็นได้จากพื้นที่ที่พบลิงหางยาวทั้งหมด 91 แห่ง เป็นวัดมากถึง 51 แห่ง (ภาพที่ 5) หรือ 56% ของพื้นที่ทั้งหมด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากวัดในประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ใกล้กับภูเขาหรือเนินเขา ที่มีพื้นที่เป็นป่า ซึ่งทำให้ลิงหางยาวสามารถใช้เป็นแหล่งอาศัยได้ และนอกจากนี้เนื่องจากคนส่วนใหญ่ (มากกว่า 90%) นับถือศาสนาพุทธ ซึ่งมีความเชื่อที่ว่าจะไม่ทำร้ายสัตว์หรือฆ่าสัตว์ที่อยู่ในวัด เพราะจะถือว่าเป็นบาป จึงทำให้ลิงที่อยู่ในวัดได้รับการปกป้องและได้รับอาหารอยู่ตลอดเวลา และส่งผลให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นถึง 2-8 เท่า เมื่อเทียบกับรายงานการสำรวจลิงในประชากรเดียวกันเมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้ว



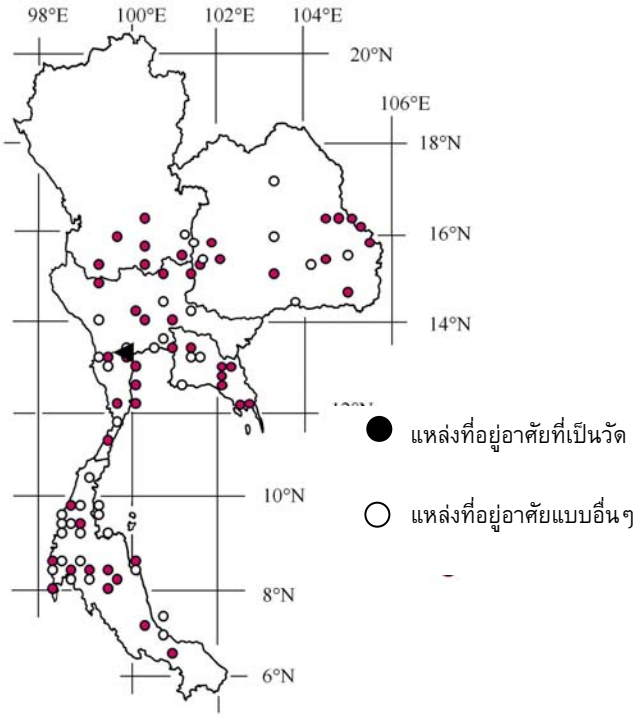
ภาพที่ 2. แสดงการแพร่กระจายของลิงสกุลมะแคคทั้ง 5 ชนิดในประเทศไทย จากแบบสอบถามที่ตอบกลับมา



ภาพที่ 3. แสดงการแพร่กระจายของลิงสกุลมะแคคทั้ง 5 ชนิดในประเทศไทย จากการสำรวจ



ภาพที่ 4. เปรียบเทียบการแพร่กระจายของลิงหางยาวจากรายงานของ Lekagul & McNeely (1985) จากแบบสอบถามที่ตอบกลับมา และจากการสำรวจ

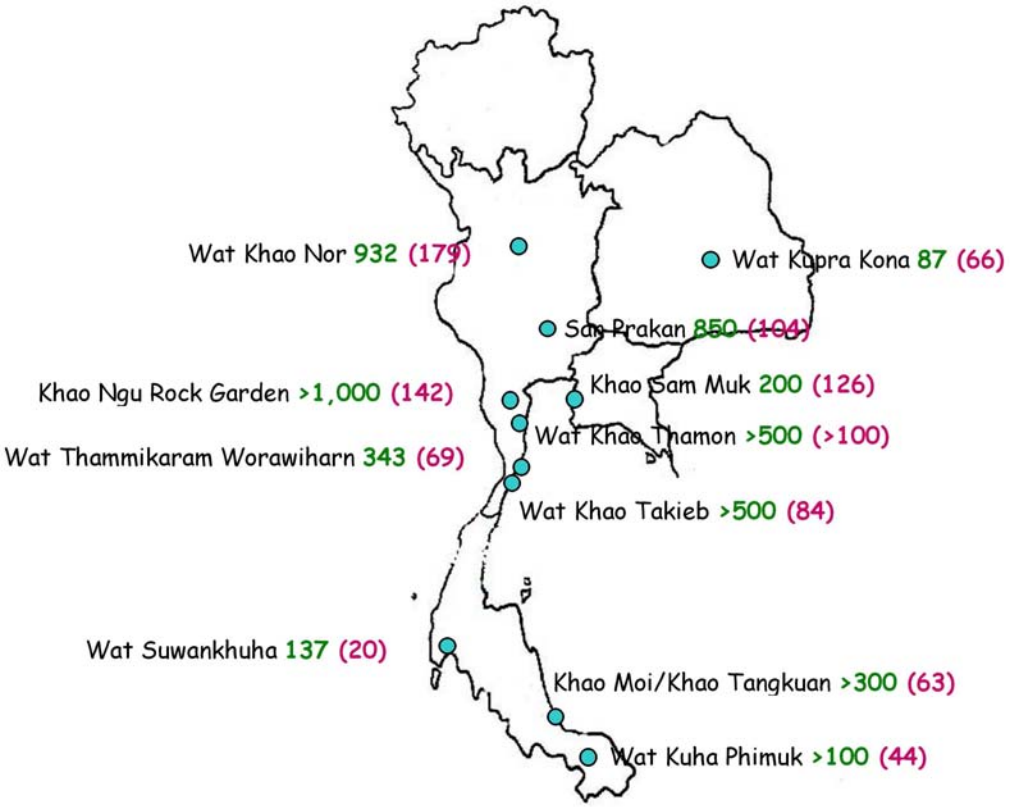


ภาพที่ 5. การแพร่กระจายของลิงหางยาวจากการสำรวจระหว่างเดือนธันวาคม ค.ศ. 2002 ถึงเดือนกันยายน ค.ศ. 2008 วงกลมทึบแสดงแหล่งที่อยู่อาศัยที่เป็นวัด วงกลมโปร่งแสดงแหล่งที่อยู่อาศัยแบบอื่นๆ (ภาพขวามือ) และตัวอย่างของสวนสาธารณะและวัดที่พบลิงหางยาวในพื้นที่ ได้แก่ วนอุทยานโกสัมพี จังหวัดมหาสารคาม วัดธรรมิการามวรวิหาร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และวัดคูหาภิมุข จังหวัดยะลา (ภาพซ้ายมือ)

(Aggimarangsee, 1992) (ภาพที่ 6) และในบางพื้นที่ถึงกับต้องเผชิญปัญหาประชากรลิงล้นจำนวน ดังจะเห็นได้จากที่วัดเขาหน่อ จังหวัดนครสวรรค์, ศาลพระกาฬ จังหวัดลพบุรี, วัดเขาปฐวี จังหวัดอุทัยธานี, อุทยานหินเขางู จังหวัดราชบุรี และบ้านโก้งโค้ง จังหวัดกระบี่ ที่มีลิงจำนวนมากกว่า 1,000 ตัวต่อพื้นที่ และลิงเหล่านี้มักจะเข้ามารบกวน โดยเข้ามารื้อค้นและทำลายข้าวของของชาวบ้านในพื้นที่ใกล้เคียง รวมทั้งพืชผลทางการเกษตร

จากที่ว่าในบางพื้นที่ต้องเผชิญกับปัญหาประชากรลิงหางยาวล้นจำนวน และลิงเหล่านี้มักจะเข้ามารบกวนชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง โดยเข้ามารื้อค้นและทำลายข้าวของ ทำให้ชาวบ้านต้องมีการป้องกัน เช่น การป้องกันลิงเข้าบริเวณบ้านด้วยตาข่ายเหล็ก และป้องกันการปีนป่ายและหักเสาโทรทัศน์ของลิงด้วยกรวยเหล็ก ดังพบที่ศาลพระกาฬ จังหวัดลพบุรี และเขาวัง จังหวัดเพชรบุรี (ภาพที่ 7)

ในบางพื้นที่พบว่าลิงมีโอกาสสัมผัสกับมนุษย์สูง เช่น ลิงหางยาวที่ศาลพระกาฬ จังหวัดลพบุรี เป็นต้น ที่ลิงมักจะเข้ามาสัมผัสและปีนป่ายนักท่องเที่ยว ซึ่งจะทำให้โอกาสในการถ่ายทอดเชื้อโรคต่างๆ จากลิงสู่คนหรือจากคนสู่ลิง (zoonotic transmission) เกิดขึ้นได้สูงเช่นเดียวกัน ดังจะเห็นได้จากจากการวิเคราะห์อุจจาระลิงหางยาวทั่วประเทศไทยทั้งหมด 8 แห่ง คือ วนอุทยานโกสัมพี จังหวัดมหาสารคาม, วัดถ้ำเทพบันดาลจังหวัดเพชรบูรณ์, วัดธรรมศาลา จังหวัดนครปฐม, วัดเขาทโมน จังหวัดเพชรบุรี, วัดธรรมิการามวรวิหาร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, วัดสุวรรณคูหา จังหวัดพังงา, เขาน้อย/เขาตังกวน จังหวัดสงขลา, วัดคูหาภิมุข จังหวัดยะลา พบพยาธิในอุจจาระลิงหางยาวทั้งหมด 3 ชนิด คือ *Oesophagostomum sp.* ซึ่งทำให้เกิดโรค Oesophagostomiasis (Nodular Intestinal Worm Infection) *Trichuris trichiura* (พยาธิแส้ม้า) และ *Strongyloides sp* (Malaivijitnond et al., 2006)



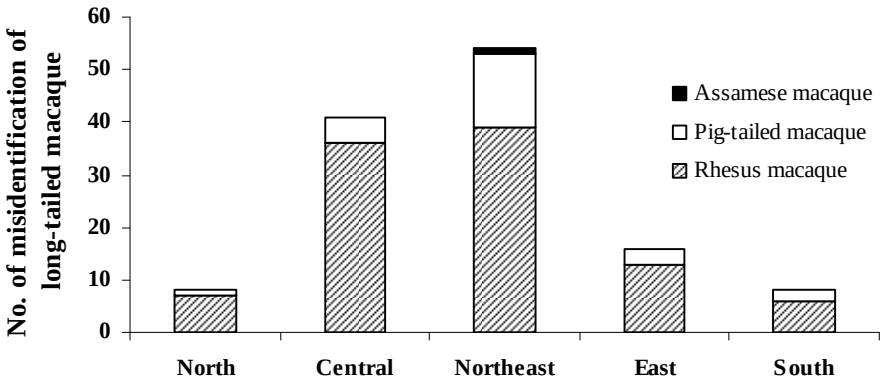
ภาพที่ 6. เปรียบเทียบจำนวนประชากรลิงหางยาวที่ได้จากการสำรวจในระหว่างเดือนธันวาคม ค.ศ. 2002 ถึงเดือนกันยายน ค.ศ. 2008 (ตัวเลขด้านหน้าวงเล็บ) และจากรายงานในปี ค.ศ. 1992 ของ Aggimarangsee (ตัวเลขในวงเล็บ)

ภาพที่ 7. แสดงการปิดบริเวณบ้านเพื่อป้องกันลิงหางยาวด้วยตาข่ายเหล็ก และป้องกันการปีนป่ายและหักเสาโทรทัศน์ของลิงด้วยกรวยเหล็ก ที่ศาลพระกาฬ จังหวัดลพบุรี และเขาวัง จังหวัดเพชรบุรี

ที่สวนสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี จังหวัดพังงา พบ Chigger mite ที่บริเวณติ่งหูของลิงซึ่งเป็นชนิดเดียวกันกับที่พบที่บริเวณขาหนีบของคนในพื้นที่ (Kataki et al., 2006) ที่วัดปากน้ำประชารังสกฤษดิ์ และศูนย์วิจัยป่าชายเลน จังหวัดระนอง พบเชื้อมาเลเรีย ชนิด *Plasmodium inui* และ *P. coatneyi* และพบพยาธิชนิด *Hepatocytis sp* ในเลือดลิงหางยาว (Seethamchai et al., 2008) การที่มีลิงอยู่ในพื้นที่ใช่ว่าจะมีแต่ข้อเสียเท่านั้น แต่พบว่าประชาชนบางกลุ่มสามารถสร้างผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากลิงหางยาวได้ เช่น การจัดโต๊ะจีนลิง ที่ศาลพระกาฬ จังหวัดลพบุรี หรืองานบุญพาข้าวลิง ที่วนอุทยานโกสัมพี จังหวัดมหาสารคาม นอกจากประโยชน์ในทางเศรษฐกิจแล้ว พบว่าลิงหางยาวบางแห่งก็มีคุณค่าทางวิชาการ เช่น ลิงหางยาวขนสีทอง (yellow pelage color) ที่วนอุทยานโกสัมพี จังหวัดมหาสารคาม (Hamada et al., 2005a)

หรือพฤติกรรมในการใช้เครื่องมือ ได้แก่ การใช้เครื่องมือในการหาอาหาร oyster-cracking behavior และ nut-cracking behavior (Malaivijitnond et al., 2007b; Malaivijitnond and Hamada, 2008) ของลิงหางยาวที่ อุทยานแห่งชาติแหลมสน จังหวัดระนอง การใช้เส้นผมหรือเส้นใยมะพร้าวในการทำความสะอาดฟัน (tooth-flossing behavior) ของลิงหางยาวที่ ศาลพระกาฬ จังหวัดลพบุรี (Watanabe et al., 2007) นอกจากที่มนุษย์จะได้รับผลกระทบจากการที่มีลิงอยู่ในพื้นที่แล้ว พบว่าในบางแห่งลิงหางยาวก็ได้รับผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์เช่นกัน เช่น การเคลื่อนย้ายลิงจากที่หนึ่งไปที่หนึ่ง (translocation) ดังที่พบที่วัดธรรมิการามวรวิหารหรือวัดเขาตะเกียบ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่มีการขนย้ายลิงจากพื้นที่ไปยังตำบลหนองใหญ่ จังหวัดชุมพร ซึ่งมีลิงหางยาวอยู่เดิมในพื้นที่อยู่แล้ว ดังนั้น การย้ายลิงหางยาวฝูงใหม่จากวัดธรรมิการามวรวิหารเข้าไปในพื้นที่จึงทำให้เกิดการต่อสู้กันของลิง เพื่อแย่งแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารที่มีอยู่อย่างจำกัด (Malaivijitnond and Hamada, 2008) นอกจากนี้พบว่าคนไทยส่วนใหญ่จำแนกชนิดของลิงไม่ถูกต้อง ดังจะเห็นได้จากการจำแนกลิงหายาวผิดเป็นลิงมะแคคชนิดอื่น (ภาพที่ 8) ดังนั้น จึงทำให้เกิดการปล่อยลิงคนละชนิดกันเข้าฝูงลิงที่มีอยู่ในธรรมชาติ (Malaivijitnond et al., 2007 a) เช่น การปล่อยลิงวอกเข้าฝูงลิงหางยาวที่สวนสัตว์เปิดเขาเขียว จังหวัดชลบุรี หรือการผสมข้ามสายพันธุ์ที่อาจก่อให้เกิดลูกผสม (hybrid) ที่ไม่เป็นหมัน เช่น การเข้าผสมของลิงกังเพศผู้กับลิงหางยาวเพศเมีย ที่สวนสัตว์เปิดเขาเขียว จังหวัดชลบุรี (Malaivijitnond and Hamada, 2008)

โดยสรุปจะเห็นได้ว่าการมีลิงหางยาวอาศัยอยู่ในพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ที่ใกล้เคียงกับบ้านเรือนมนุษย์นั้นจะมีทั้งกลุ่มคนที่มีทัศนคติต่อลิงหางยาวในทางบวกและในทางลบ และส่วนใหญ่จะเห็นได้ว่าลิงหางยาวที่อยู่ในสภาวะประชากรล้นจำนวนมักจะก่อให้เกิดปัญหากับมนุษย์ ซึ่งไม่ใช่แต่ลิงจะก่อให้เกิดโทษและความรำคาญต่อมนุษย์เพียงฝ่ายเดียว แต่พบว่ามนุษย์ก็ก่อให้เกิดโทษต่อลิงหางยาวด้วยเช่นเดียวกัน ได้แก่ การที่มนุษย์เคลื่อนย้ายลิงจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง การปล่อยลิงคนละชนิดเข้าฝูง การเกิดลูกผสม การผสมพันธุ์กันในเครือญาติของลิงหางยาวเพราะไม่มีที่ไป เนื่องจากมนุษย์รุกล้ำทำลายแหล่งอาหารและแหล่งที่อยู่อาศัย จนกระทั่งปัจจุบันจะเห็นได้ว่ายังไม่มีมาตรการในการควบคุมและจัดการประชากรลิงหางยาวอย่างเป็นระบบ รวมไปถึงมาตรการในการอนุรักษ์ลิงหางยาวบางฝูงที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและทางวิชาการ ซึ่งการวางมาตรการดังกล่าวให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่ายด้วยกัน ได้แก่ นักอนุรักษ์ หน่วยราชการ นักวิทยาศาสตร์ สัตวแพทย์ NGO และชาวบ้านในพื้นที่ รวมไปถึงการให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับชาวบ้านในพื้นที่ที่ต้องอยู่ร่วมกับลิงเหล่านั้น ซึ่งวิธีการเบื้องต้นที่สามารถดำเนินการได้เลย ได้แก่ การหยุดให้อาหารลิง การหยุดเคลื่อนย้ายลิง การทำหมันลิงอย่างถูกวิธีซึ่งต่างจากการทำหมันสุนัขหรือสัตว์อื่นเพราะลิงเป็นสัตว์สังคม การหยุดนำเอาลิงหางยาวมาเป็นสัตว์เลี้ยง และการหยุดปล่อยลิงหางยาวเข้าฝูงลิงในธรรมชาติ



ภาพที่ 8. แสดงจำนวนแบบสอบถามที่ตอบกลับมาและจำแนกชนิดของลิงหางยาวไม่ถูกต้อง ซึ่งการจำแนกชนิดของลิงที่ถูกต้องกระทำเมื่อนักวิจัยเข้าไปสำรวจในพื้นที่นั้นๆ

ไม่ว่าลิงในธรรมชาตินั้นจะเป็นลิงชนิดเดียวกันหรือลิงคนละชนิดกันก็ตาม

เอกสารอ้างอิง

Aggimarangsee N. 1992. Survey for semi-tame colonies of macaques in Thailand. The Natural History Bulletin of the Siam Society. 40: 103-166.

Fooden J. 1964. Rhesus and crab-eating macaques: intergradation in Thailand. Science. 143: 363-365.

Fooden J. 1971. Report on primates collected in western Thailand January-April, 1967. Fieldiana Zoology. 59: 1-62.

Fooden J. 1975. Taxonomy and evolution of liontail and pigtail macaques (Primates: Cercopithecidae). Fieldiana Zoology. 67: 1-169.

Fooden J. 1990. The bear macaque, *Macaca arctoides*: a systematic review. Journal of Human Evolution. 19: 607-686.

Fooden J. 1995. Systematic review of Southeast Asia longtail macaques, *Macaca fascicularis* (Raffles, 1821). Fieldiana Zoology. 81: 1-206.

Fooden J. 2000. Systematic review of rhesus macaque, *Macaca mulatta* (Zimmermann, 1780). Fieldiana Zoology. 96: 1-180.

Hamada Y, Hadi I, Urasopon N, Malaivijitnond S. 2005a. Preliminary report on golden long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) at Kosumpee Forest Park, Thailand. Primates. 46: 269-273.

Hamada Y, Watanabe T, Chatani K, Hayasawa S, Iwamoto M. 2005b. Morphometrical comparison between Indian- and Chinese-derived rhesus macaques (*Macaca mulatta*). Anthropological Science. 113: 183-188.

Hamada Y, Urasopon N, Hadi I, Malaivijitnond S. 2006 Body size and proportions and pelage colour of free-ranging *Macaca mulatta* from a zone of hybridization in northern Thailand. International Journal of Primatology. 27: 497-513.

Hamada Y, Suryobroto B, Goto S, Malaivijitnond S. 2008. Morphological and body color variation in Thai *Macaca fascicularis fascicularis* north and south of the Isthmus of Kra. International Journal of Primatology. 29: 1271-1294

IUCN. (2007) 2007 IUCN Red List of Threatened Species.

Kataki Y, Goto S, Nakamura S, Malaivijitnond S, Putaporntip J, Hamada Y. 2006. Chigger infection in free ranging Macaca fascicularis in southern Thailand. Proceedings of AZWMP, 26-29 October 2006. Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. P.4.

Lekagul B, McNeely JA. 1985. Mammals of Thailand. Darnsutha Press, Bangkok.

Malaivijitnond S, Hamada Y, Varavudhi P, Takenaka O. 2005. The current distribution and status of macaques in Thailand. The Natural History Journal of Chulalongkorn University. Suppl 1: 35-45.

Malaivijitnond S, Chaiyabutr N, Urasopon N, Hamada Y. 2006. Intestinal nematode parasites of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) inhabiting some tourist attraction sites in Thailand. ประมวลเรื่องการประชุมวิชาการทางสัตวแพทย์และการเลี้ยงสัตว์ ครั้งที่ 32 โรงแรมแอมบาสเดอร์ กรุงเทพฯ หน้า 73-77.

Malaivijitnond S, Hamada Y, Suryobroto B, Takenaka O. 2007a Scrotum-like swelling found in female long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) in Thailand. American Journal of Primatology. 69: 721-735.

Malaivijitnond S, Lekprayoon C, Tandavanittj N, Panha S, Cheewatham C, Hamada Y. 2007b. Stone tool usage by Thai long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*). American Journal of Primatology, 69: 227-233.

Malaivijitnond S, Sae-low W, Hamada Y. 2008 The Human-ABO blood group of free-ranging long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) and its parapatric rhesus macaques (*M. mulatta*) in Thailand. Journal of Medical Primatology. 27: 31-37.

Malaivijitnond S, Hamada Y. 2008 Current situation and status of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) in Thailand. The Natural History Journal of Chulalongkorn University. 8: 185-204

Rowe N. 1996. The Pictorial Guide to the Living Primates. Progonias Press, Hong Kong

Seethamchai S, Putaporntip C, Malaivijitnond S, Cui L, Jongwutiwes S. 2008. Malaria and hepatocystis spp. in wild macaques, southern Thailand. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 78: 646-653.

Watanabe K, Urasopon N, Malaivijitnond S. 2007 Long-tailed macaques use human hair as dental floss. American Journal of Primatology. 69: 940-944.

พฤติกรรมการค้นหาศัตรูและการโจมตีหรือการวางไข่ของแตนเบียน เพื่อการควบคุมและกำจัด

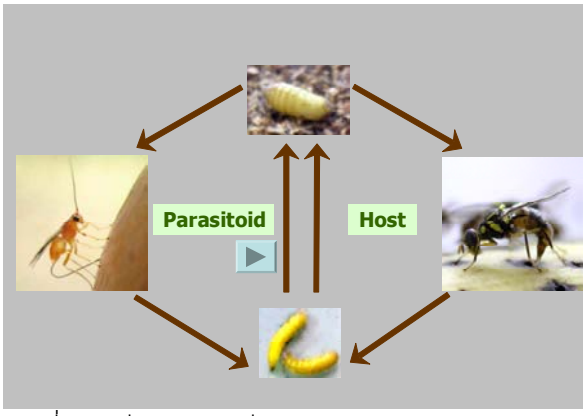
สังวรณ์ กิจทวี

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, E-mail : grskt@mahidol.ac.th

---

บทนำ

แตนเบียน (hymenopteran parasitoids) เป็นแมลงที่เป็นประโยชน์สามารถใช้ควบคุมศัตรูพืช โดยแตนเบียนจะวางไข่ที่ศัตรู ไข่จะพัฒนาเป็นตัวอ่อน และใช้โฮสต์ (host) หรือศัตรูเป็นอาหาร ที่สุดอาจใช้เป็นที่อยู่อาศัย ดังตัวอย่างแตนเบียนชนิด *Diachasmimorpha longicaudata* วางไข่ในตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ ตัวอ่อนของ *D. longicaudata* พัฒนาควบคู่กับตัวอ่อนแมลงวันผลไม้ เมื่อแมลงวันผลไม้เข้าดักแด้ ตัวอ่อน *D. longicaudata* จึงเข้าทำลายแมลงวันผลไม้และอาศัยอยู่ในคราบดักแด้ของแมลงวันผลไม้ เมื่อพัฒนาเต็มที่แล้ว *D. longicaudata* ตัวเต็มวัยก็จะออกมา (ภาพที่ 1)



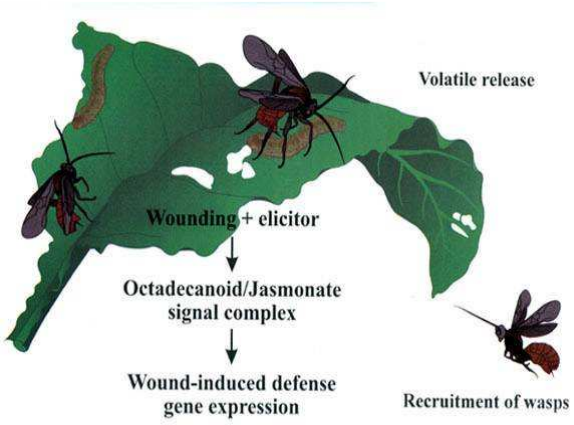
ภาพที่ 1. วงชีวิตของแตนเบียน *Diachasmimorpha longicaudata* ที่สัมพันธ์กับวงชีวิตของแมลงวันผลไม้

การควบคุมโดยชีววิธี

การที่แตนเบียนสามารถควบคุมศัตรูได้ จึงจัดเป็นแมลงที่มีประโยชน์ สามารถควบคุมศัตรูพืชได้ดี และนับเป็นการควบคุมโดยชีววิธี (Biological control) ปลอดจากสารเคมี เป็นผลดีสำหรับเกษตรกรผู้ผลิต ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันแนวทางการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี กำลังได้รับความสนใจ พบว่านอกจากจะเป็นวิธีที่ปลอดภัยแล้ว ยังเป็นวิธีประหยัดด้วย

บทบาทของแตนเบียนเพศเมีย

การใช้แตนเบียนเพื่อการควบคุมศัตรูพืชให้ได้ผลดีมีประสิทธิภาพ ควรมีความรู้ความเข้าใจในพฤติกรรมและชีววิทยาของแตนเบียน โดยเฉพาะแตนเบียนเพศเมียเท่านั้นที่สามารถโจมตีศัตรูพืชได้โดยการวางไข่ ไข่จะพัฒนาเป็นตัวอ่อนเข้าทำลายศัตรู ทำให้ลูกหลานของแตนเบียนอยู่รอดต่อไปได้ อีกทั้ง การที่จะผลิตลูกหลานรุ่นต่อๆ ไป แตนเบียนเพศเมียเองจะต้องแน่ใจว่าจะสามารถหาศัตรูที่เหมาะสมได้ดี (ในที่นี้หมายถึงเหมาะสมด้านเป็นอาหารที่อุดมสมบูรณ์ และเป็นที่อยู่อาศัยที่มีคุณภาพ) จึงมีคำถามว่าแตนเบียนเพศเมียจะค้นหาศัตรูที่เหมาะสมได้อย่างไร?



ภาพที่ 2. แสดงปฏิกิริยาของกลิ่นอันเกิดจากการทำลายของแมลงศัตรู ทำให้แตนเบียนค้นหาแหล่งอาศัยของศัตรูพืชได้ (ที่มาhttp://www.scielo.br/img/revistas/aseb/v29n2/2a01F1.jpg)

ขบวนการที่ทำให้ประสบความสำเร็จมีอะไรบ้าง? เพื่อให้บทบาทของแตนเบียนเพศเมียบรรลุเป้าหมาย พบว่ามีขบวนการที่สำคัญ ดังนี้

1. การค้นหาแหล่งอาศัยศัตรู (habitat finding หรือ habitat selection)
2. การค้นหาตัวศัตรูหรือเป้าหมาย (host finding)
3. การยอมรับเป้าหมาย (host acceptance)
4. ความเหมาะสมของเป้าหมาย (host suitability)
5. การควบคุมศัตรูหรือเป้าหมาย (host regulation)

ขบวนการดังกล่าวจะประสบความสำเร็จได้ดี พบว่าต้องมีการสื่อสาร (communication) ระหว่างแตนเบียนกับศัตรูได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และแม่นยำ ซึ่งในการสื่อสารกันนั้น แตนเบียนสามารถรับสัญญาณ (signals) ต่างๆ จากเป้าหมายในรูปแบบต่างๆ เช่น กลิ่น เสียง ภาพ สี ฯลฯ อาศัยอวัยวะรับสัญญาณของแตนเบียน (parasitoid's receptors) เช่น หนวด (antenna) และปลายอวัยวะวางไข่ (ovipositor tip) เป็นต้น พบว่าจะมีประสาทสัมผัส นอกจากนี้ตาของแมลงสามารถรับรู้โดยการเห็นเป็นภาพและสี ทำให้แตนเบียนสามารถค้นหาศัตรูเป้าหมายและแยกแยะศัตรูที่ต้องการทำลายหรือใช้เป็นที่อยู่อาศัยได้ถูกต้อง

การค้นหาแหล่งอาศัยศัตรู (habitat finding หรือ habitat selection)

แตนเบียนสามารถค้นหาแหล่งอาศัยของศัตรูได้ถูกต้อง ด้วยการตอบสนองต่อสัญญากระตุ้นที่สำคัญ เช่น กลิ่นที่ระเหยและส่งมาดึงดูดแตนเบียน ทำให้แตนเบียนสามารถไปหาแหล่งอาศัยของศัตรูได้ถูกต้อง กลิ่นเหล่านี้อาจแบ่งออกเป็น

1) กลิ่นจากพืชโดยตรง

2) กลิ่นที่เกิดจากการที่แมลงศัตรูพืชทำลายพืช ทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะ (ภาพที่ 2) อาจเป็นกลิ่นบูดเน่า หรือ กลิ่นหมักดองที่เริ่มทำให้พืชเน่าเปื่อย กลิ่นเหล่านี้ล้วนเป็นกลิ่นเฉพาะที่แตนเบียนสามารถรับรู้หรือจำได้ แตนเบียนจึงตามไปได้ถูกทาง

บทบาทของกลิ่นจึงสำคัญสำหรับใช้สื่อสารทำให้แตนเบียนค้นหาที่อยู่ของแมลงศัตรูพืชได้ ในบางครั้งอาจมองบทบาทของกลิ่นในรูปแบบ ดังนี้

1) attractant chemical: คือสารหรือกลิ่นที่ใช้สื่อสารบอกทิศทางหรือแหล่งอาศัยของศัตรู เป็นสารที่น่าสนใจเพราะมีข้อมูลด้านทิศทาง (direction information) สามารถดึงดูดแมลงที่ค้นหากลิ่นนั้น

2) arrestant chemicals: คือสารหรือกลิ่นที่ทำให้แตนเบียนที่มาถึงแหล่งเป้าหมาย หรือแหล่งที่ปล่อยแตนเบียนไปในถิ่นของศัตรู แล้วแตนเบียนจะวนเวียนอยู่บริเวณนั้นตลอดไป ดังตัวอย่างของแมลงศัตรูพืชในโรงเก็บของพวกธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด และถั่วต่างๆ เป็นต้น พบว่าเมื่อธัญพืชเหล่านี้ถูกทำลายจะมีกลิ่นเฉพาะ แตนเบียนที่จำกลิ่นนี้ได้จะมาค้นหาเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชและ/หรือยังวนเวียนอยู่ตลอดไปจึงเป็นสารที่น่าสนใจในแง่การประยุกต์ใช้ เช่น การปล่อยแตนเบียนไปควบคุมศัตรู ควรมีวิธีการจัดการอย่างไรให้แตนเบียนอยู่ในท้องที่นั้นตลอดไป เพื่อการควบคุมที่สมบูรณ์

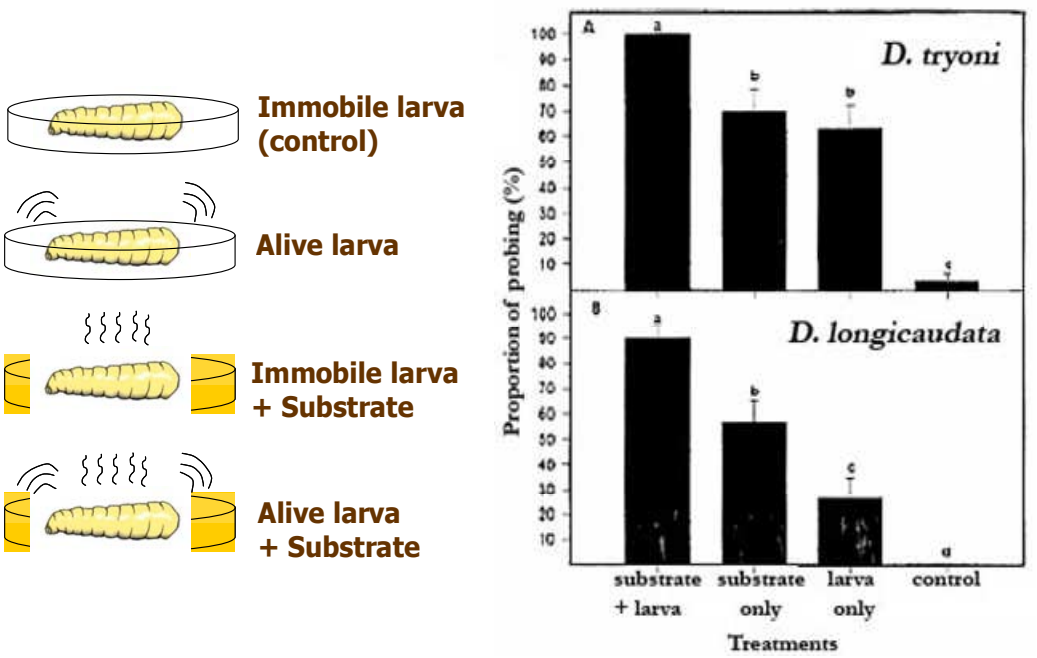
การค้นหาตัวศัตรูหรือเป้าหมาย (host finding)

เมื่อแตนเบียนอยู่ในแหล่งอาศัยของศัตรูแล้ว แตนเบียนก็จะทำการค้นหาแมลงศัตรูพืช เพื่อการโจมตีหรือทำลายศัตรู พบว่ามีสัญญาณที่ทำให้แตนเบียนสามารถสื่อสารและพบแมลงศัตรูพืชได้ คือ

1) เสียงหรือการสั่นสะท้อนอันเกิดจากการเคลื่อนไหวของเหยื่อหรือแมลงศัตรูพืช เช่น การเคลื่อนหาอาหารของตัวหนอนในผลไม้ เป็นต้น

2) กลิ่นที่ระเหยออกมาจากปฏิกิริยาของแมลงศัตรูพืชกับอาหารที่ศัตรูพืชใช้ไป เมื่อแตนเบียนรับสัญญาณที่ถูกต้องจะเปลี่ยนวิธีการค้นหาแบบสุ่ม (random search) มาเป็นการค้นที่จำเพาะ และในวงจำกัด จนพบเหยื่อ แตนเบียนจะแสดงพฤติกรรมการแยกแยะเหยื่อหรือแมลงศัตรูพืช (host identification) โดยแตนเบียนจะจำเหยื่อได้ (host recognition) พฤติกรรมเหล่านี้ล้วนเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ของแตนเบียน ที่สุดแตนเบียนจะตัดสินใจโจมตีหรือวางไข่ที่แมลงศัตรูพืช การตัดสินใจวางไข่นี้เป็นพฤติกรรมที่มีมาแต่กำเนิดในแตนเบียนเพศเมีย

Lawrence (1981) ศึกษาพฤติกรรมและการวางไข่ของ *D. longicadata* ได้สำเร็จ โดยพบว่าเสียงจากการเคลื่อนไหวของเหยื่อที่กำลังกินอาหารไปกระตุ้นการได้ยินของแตนเบียน ทำให้ตอบสนองได้ถูกเป้าหมาย Lawrence ได้ทำการทดลองต่อไปโดยการทดลองสร้างเสียงแทนการเคลื่อนไหวของเหยื่อ จากการใช้เข็มเกาที่ผนังกล่องเลี้ยงตัวอ่อน พบว่าแตนเบียน *D. longicadata* ตอบสนองต่อเสียงดังกล่าวเช่นกัน การทดลองที่แสดงถึงบทบาทของสัญญาณเสียงและกลิ่น มีผลต่อการเดินหาแมลงวันผลไม้ของแตนเบียน *D. longicadata* และ *D. tryoni* (Duan and Messing, 2000) พบว่าการสั่นสะเทือนจากการเคลื่อนไหวของตัวหนอนแมลงวันผลไม้จะไปกระตุ้น หรือส่งสัญญาณให้แตนเบียนรับรู้และเข้าโจมตีหรือวางไข่ลงในตัวหนอนแมลงวันผลไม้ได้ดี เมื่อทดลองใช้เฉพาะอาหารเก่าที่ตัวหนอนแมลงวัน



ภาพที่ 3. การทดลองแสดงว่าแตนเบียนตอบสนองสัญญาณด้านเสียงและกลิ่น (Duan and Messing, 2000)

ผลไม้ทำลายพบว่ากลิ่นของอาหารสามารถดึงดูดแตนเบียนได้ดีกว่า ถึงแม้จะไม่มีศัตรูในอาหารเก่านั้น และเมื่อให้อาหารเก่าร่วมกับตัวหนอนแมลงวันผลไม้ จะได้ผลในการดึงดูดแตนเบียนให้เข้าโจมตีตัวหนอนแมลงวันผลไม้ได้ดีกว่าถึงดีที่สุด (ภาพที่ 3) อย่างไรก็ตามการทดลองนี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ แต่สำหรับในธรรมชาตินั้น ทั้งสัญญาณและการตอบสนองน่าจะมีความสลับซับซ้อนกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการนี้

การยอมรับเป้าหมาย (host acceptance)

แตนเบียนจะตัดสินใจยอมรับเป้าหมายหลังพบศัตรูหรือเหยื่อ และจำแนกชนิดที่ถูกต้องแล้ว แตนเบียนจะต้องตัดสินใจเลือกเหยื่อที่ดีที่สุด ดังนั้นคุณภาพของเหยื่อจึงมีผลต่อการตัดสินใจของแตนเบียน โดยพิจารณาในแง่ต่างๆ ดังนี้

1) อายุ (age) เหยื่อจะต้องมีความจำเพาะ เช่น แตนเบียนระยะไข่ จะเลือกลงไข่ของเหยื่อ แตนเบียนระยะตัวอ่อนที่ 1-2 จะไม่เลือกลงเหยื่อที่อายุมากกว่าระยะ 1-2 หรือเหยื่อในระยะไข่

2) ขนาด (size) ขนาดของเหยื่อมีความสำคัญ หากเหยื่อมีอายุที่เหมาะสมแต่มีขนาดเล็กเกินไป แตนเบียนก็จะวางไข่ที่ไม่ได้รับการผสม (unfertilized egg) ลงที่เหยื่อนั้น ซึ่งไข่ที่ไม่ได้รับการผสมนี้จะพัฒนาเป็นแตนเบียนเพศผู้ แต่ถ้าเหยื่อมีขนาดที่สมบูรณ์ดีแตนเบียนจะเลือกวางไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว (fertilized egg) ซึ่งไข่ก็จะพัฒนาเป็นแตนเบียนเพศเมียต่อไป

3) คุณภาพ (quality) คุณภาพของเหยื่อ แตนเบียนจะไม่เลือกเหยื่อที่ด้อยคุณภาพ เช่น เหยื่อที่อ่อนแอหรือเป็นโรค แต่แตนเบียนจะเลือกเหยื่อที่มีคุณภาพดี และสมบูรณ์ ทั้งนี้ เพื่อความอยู่รอดของลูกหลานรุ่นต่อๆ ไป การเลือกเหยื่อที่มีคุณภาพดีนั้นอาจพิจารณาจาก รูปร่าง (shape), สี (color), เสียง (sound), พื้นผิว (texture) เนื่องจากคุณภาพของเหยื่อที่ดีมีผลต่อการพัฒนาของแตนเบียนทำให้ได้แตนเบียนรุ่นต่อไปอยู่รอดได้ดี และมีจำนวนมาก ซึ่งมีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์แตนเบียนเพื่อการควบคุมกำจัดศัตรูพืช

การตัดสินใจวางไข่ของแตนเบียนนั้น แตนเบียนจะเลือกวางไข่ที่ไม่ได้รับการผสมกับสเปิร์มในเหยื่อขนาดเล็ก ซึ่งไข่จะพัฒนาเป็นเพศผู้ และเลือกวางไข่ที่ได้รับการผสมกับเสปิร์มลงในเหยื่อขนาดใหญ่กว่า ต่อมาไข่จะพัฒนาเป็นเพศเมีย ยังมีแตนเบียนหลายชนิดสามารถตรวจสอบเหยื่อที่ถูกโจมตีแล้ว และไม่ทำการวางไข่ (โจมตี) ซ้ำ นับเป็นประโยชน์ที่แตนเบียนจะ

โจมตีเหยื่อได้มากขึ้น ลูกหลานอยู่รอดและสืบทอดได้มากขึ้น ความสามารถในการแยกแยะเหยื่อ เพื่อจะได้ไม่ต้องโจมตีซ้ำอาจเกิดจากแตนเบียนตัวก่อนปล่อยสารทำเครื่องหมายไว้ทำให้แตนเบียนที่มาที่หลังจำแนกแยกแยะได้

ความเหมาะสมของเป้าหมาย (host suitability)

บ่อยครั้งที่แตนเบียนยอมรับและเลือกที่จะวางไข่ลงในเหยื่อ แต่อาจพบปัญหาที่ว่าเหยื่อไม่เหมาะสม โดยเหยื่ออาจแสดงปฏิกิริยาต่อต้าน ทำให้แตนเบียนวางไข่ไม่สำเร็จ หรือถ้าวางไข่ได้แต่ไข่อาจไม่พัฒนาและหากไข่พัฒนาได้ ตัวอ่อนก็อาจมีปัญหา ไม่สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ ปฏิกิริยาต่อต้านจากเหยื่ออาจแบ่งได้ ดังนี้

1) Physiological defense: พบว่าเหยื่อมีปฏิกิริยาต่อต้าน ถึงแม้ว่าแตนเบียนจะพบเหยื่อ และสามารถโจมตีลงไปได้ แต่อาจเกิดปัญหาเนื่องจาก hemocytes (เลือดของแมลง) สามารถจับสิ่งแปลกปลอม (คือแตนเบียน) ด้วยขบวนการที่เรียกว่า “Encapsulation” ที่สุดแตนเบียนที่ถูกจับไว้ด้วยขบวนการดังกล่าวจะถูกทำลายไป

2) Behavioral defense: แตนเบียนบางชนิดอาจถูกต่อต้านและถูกกำจัดโดยพฤติกรรมของเหยื่อ ดังตัวอย่างของแตนเบียนที่อาศัยเกาะกินนอกเหยื่อ (Ectoparasitoids) เหยื่อจะแสดงพฤติกรรมการเคลื่อนไหวแบบสลัดแตนเบียนที่เกาะให้หลุดออกไป บางครั้งเหยื่ออาจฆ่าตัวตายหรือแกล้งตกมาตายเมื่อถูกโจมตี เป็นการหลีกเลี่ยงการถูกโจมตี พฤติกรรมการหลีกเลี่ยงของเหยื่อ อาจมีการซ่อนตัวเอง (hinding) บางครั้งเหยื่อก็พยายามวางไข่ให้มากขึ้นด้วย

3) Resistance: ปฏิกิริยาต่อต้านโดยตรง หลังจากที่แตนเบียนโจมตีเหยื่อ จะมีปฏิกิริยาต่อต้านโดยการยับยั้งการเติบโตของตัวอ่อนแตนเบียน ขณะที่การพัฒนาของเหยื่อจะดำเนินไปได้จนสามารถเอาชนะแตนเบียนได้

การควบคุมศัตรูหรือเป้าหมาย (host regulation)

การควบคุมและทำลายเหยื่อเป็นขบวนการที่สืบเนื่องจากความเหมาะสมของเหยื่อ (suitability) การควบคุมเหยื่ออาจเกิดเนื่องจากสาเหตุ ดังนี้

1) Hormonal interactions: เป็นผลของปฏิกิริยาการเพิ่มหรือลดของฮอร์โมนของทั้งเหยื่อ และแตนเบียน ส่งผลให้แตนเบียนเติบโตและทำลายเหยื่อได้

2) Nutrition and metabolism: มีหลักฐานและข้อสันนิษฐานว่า แตนเบียนอาจไปรบกวนขบวนการนำอาหารไปใช้ของเหยื่อ

3) Behavioral manipulation: มีตัวอย่างเหยื่อที่ถูกโจมตีจะหยุดนิ่งทำให้แตนเบียนเข้ากำจัดเหยื่อจนหมด

4) Chemical infected by parasitoid: เนื่องจากสารพิษ (venom) จากแตนเบียนจะปล่อยไประงับยับยั้ง และมีผลต่อระบบประสาทเหยื่อ บางครั้งอาจทำให้เหยื่อถึงตายได้

5) Virus: การที่เหยื่อสร้างภูมิต้านทานต่อต้านแตนเบียน ขณะเดียวพบว่าแตนเบียนนำ virus บางชนิดที่มาพร้อมกับไข่ของแตนเบียนสามารถสร้างสารมาปกป้องแตนเบียนจากปฏิกิริยาต่อต้านของเหยื่อ ที่สุดแตนเบียนก็เอาชนะเหยื่อ และควบคุมเหยื่อได้

การที่แตนเบียนเข้าโจมตี วางไข่และควบคุมแมลงศัตรูได้สำเร็จนั้น เป็นเป้าหมายหลักของการควบคุมโดยชีววิธี (biological control) แต่การจะให้แตนเบียนปฏิบัติงานให้ได้ประโยชน์สูงสุด ยังต้องศึกษาหรือหาคำตอบของคำถามอื่นๆ เช่น ทำอย่างไร? ถึงจะมีการผลิตลูกหลานที่มีสัดส่วนของเพศเมียมากกว่าเพศผู้ เพราะการเพิ่มความสำเร็จในการควบคุมแมลงศัตรูแบบชีววิธีนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณแตนเบียนเพศเมีย ประกอบกับบทบาทของขบวนการค้นหาและวางไข่ที่มีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R251010

เอกสารอ้างอิง

Duan, J.J., and Messing, R.H. (2000). Effect of Host Substrate and Vibration Cues on Ovipositor-Probing Behavior in Two Larval Parasitoids of Tephritid Fruit Flies. *J. Insect. Behav.* 13: 175-186.

Lawrence, P.O. (1981). Host vibrations cue to host location by the parasite, *Biosteres longicaudatus*. *Oecologia* 48: 249-251.

ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของริ้นดำ ในเขตภาคเหนือและภาคใต้ของไทย

เสน่ห์ จิตต์กลาง[1*], เฉลียว กุวังคะดิลก[1], วิสุทธิ์ ใบไม้[1], Hiroyuki Takaoka[2] และ Peter H. Adler[3]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, [1*]E-mail : sjitklang@yahoo.com [2]Department of Infectious Disease Control, Faculty of Medicine, Oita University, Japan [3]Department of Entomology Soils & Plant Sciences, Clemson University, U.S.A.

Abstract

The ecology of black flies in northern and southern Thailand was investigated. Larvae and pupae were collected from 65 stream sites in 10 northern provinces during the rainy, cool and hot season. An additional 18 sites in 9 southern provinces were studied. A total of 27 black fly species were identified from northern Thailand. Twenty-six species were found in the cool season, when the species richness and abundance were highest. A total of 18 species were found in 9 provinces in southern Thailand. *Simulium tani* was the most widely distributed species, occurring at 66.7% of the sites in the South. Distributions of larval black flies in northern and southern Thailand were not random. Ecological analyses of stream sites revealed that air and water temperature, altitude, conductivity and salinity, dissolved oxygen, humidity, and stream size are important factors associated with the distributions of black flies in both regions. The polytene chromosomes of three described morphospecies in the *Simulium ceylonicum* group were examined from 52 sites in Thailand. Ten cytoforms were revealed on the basis of unique suites of fixed and floating inversions. All cytoforms appear to be good species, supported by chromosomal and morphological evidence. Three reproductively isolated cytoforms, for which sufficient specimens were available, were formally described as new species. The existence of chromosomally distinct entities in established morphospecies of the *S. ceylonicum* group supports a common trend of hidden biodiversity in Southeast Asian black flies. The preliminary study of symbionts showed that five groups of symbionts were found in larval black flies from northern Thailand: nematodes, microsporidia, chytrid fungi, trichomycete fungi and ichthyosporean protozoa.

Key words: Simuliidae, Black flies, Thailand

บทนำ

แมลงริ้นดำ (black flies) เป็นแมลงน้ำ (aquatic insect) กลุ่มหนึ่งที่จัดอยู่ในอันดับ Diptera วงศ์ Simuliidae เพศเมียมีบทบาทสำคัญในทางการแพทย์และเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นแมลงพาหะในการนำโรคมาสู่คนและสัตว์เลี้ยงต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสาธารณสุขและการสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ โรคสำคัญที่สุดที่เกิดกับคน คือ Onchocerciasis หรือ River blindness ซึ่งเกิดจากตัวอ่อนของพยาธิตัวกลม (filarial nematode) ชนิด *Onchocerca volvulus* Leuckart โรคนี้ระบาดมากในเขตร้อนแถบแอฟริกา อเมริกากลางและใต้ พยาธิตัวกลมชนิดนี้ก่อให้เกิดพยาธิสภาพที่สำคัญ คือ ตาบอด นอกจากนี้ยังสามารถนำเชื้อไวรัส ชนิด vesicular stomatitis virus ไปสู่สัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์เลี้ยงมีผลผลิตน้ำนมและน้ำหนักตัวลดลง ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจในหลายประเทศ

ในประเทศไทย แม้ไม่มีรายงานการเกิดโรค Onchocerciasis แต่มีรายงานการพบริ้นดำชนิดที่เรียกว่า คุ่นเหลือง ซึ่งมีนิสัยชอบกัดคน โดยพบบริเวณศูนย์ควบคุมไฟป่าและน้ำตกสิริภูมิ และมีรายงานการพบคุ่นดำ บริเวณอ่างกาหลวง เขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังมีรายงานพบนักท่องเที่ยวถูกริ้นดำกัดที่บริเวณช่องเย็น อุทยานแห่งชาติแม่วงก์ จังหวัดกำแพงเพชร - นครสวรรค์ และบริเวณลานสน อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยคนที่ถูกแมลงริ้นดำกัดจะเกิดอาการเป็นไข้ที่เรียกว่า ไข้ริ้นดำ ซึ่งมีอาการปวดศีรษะ เป็นไข้ คลื่นไส้ ผิวหนังอักเสบ และมีอาการหอบหืด

แมลงริ้นดำมีวงจรชีวิตที่สมบูรณ์ (complete metamorphosis) ประกอบด้วย 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ตัวอ่อน ตัวดักแด้ และตัวเต็มวัย โดยระยะไข่ ตัวอ่อน และดักแด้ จะอาศัยอยู่ในระบบนิเวศแหล่งน้ำไหล ตัวอ่อนจะยึดเกาะกับแหล่งที่อยู่อาศัยโดยใช้โครงสร้างที่อยู่ส่วนท้ายของลำตัว เรียกว่า posterior circlet มีระบบการกินอาหารแบบกรอง (filter-feeding) โดยใช้โครงสร้างที่

เรียกว่า cephalic fan หรือ labral fan ซึ่งอยู่บนส่วนหัวของตัวอ่อน ตัวอ่อนของแมลงริ้นดำสามารถปรับตัวได้ดีกับแหล่งน้ำไหลจึงพบเป็นจำนวนมาก และมีการกระจายค่อนข้างหนาแน่นมากกว่าแมลงน้ำกลุ่มอื่นๆ ส่วนตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่บนบก

ในการจำแนกชนิดของแมลงริ้นดำ ส่วนใหญ่ใช้หลักอนุกรมวิธานของลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของตัวอ่อน ตัวดักแด้ และตัวเต็มวัย แต่การจำแนกชนิดโดยการศึกษารูปร่างลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกเพียงอย่างเดียวจะจำแนกได้ค่อนข้างยาก และมักมีปัญหา เนื่องจากเกิดการแปรผันของรูปร่างลักษณะภายนอกระหว่างประชากรของชนิดหนึ่งที่เก็บจากสภาวะแวดล้อมของแหล่งเพาะพันธุ์ต่างกัน หรืออาจจะเป็นซิบลิงสปีชีส์ของกลุ่มสปีชีส์ซับซ้อน (species complex) ซึ่งมีรูปร่างคล้ายคลึงกันมากจนไม่สามารถจำแนกได้โดยอาศัยลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกเพียงอย่างเดียว

อย่างไรก็ตามยังมีหลายแนวทางที่สามารถช่วยในการศึกษาการจำแนกแมลงริ้นดำเหล่านี้ ซึ่งอาจจะเป็นการศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ โดยการศึกษาความแตกต่างของแบบแผนการเรียงตัวของแบนด์บนโพลีทีนโครโมโซม (polytene chromosomes) และการศึกษาลำดับเบส การศึกษานิเวศวิทยาเกี่ยวกับแหล่งอาศัยย่อยและการกระจาย รวมทั้งการศึกษาในเชิงสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ เช่น กรณีการศึกษาโพลีทีนโครโมโซมของตัวอ่อนริ้นดำกลุ่ม *S. ceylonicum* ซึ่งประกอบด้วย 3 ชนิด ได้แก่ *S. asakoae, S. inthanonense,* และ *S. sheilae* ที่มีรูปร่างลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของตัวอ่อนคล้ายคลึงกันมาก เมื่อทำการศึกษาแบบแผนการเรียงตัวของโพลีทีนโครโมโซม สามารถจำแนกแมลงริ้นดำกลุ่มนี้ออกเป็น 10 cytoforms โดยใช้ความแตกต่างของอินเวอร์ชันคงที่ (fixed inversion) และอินเวอร์ชันไม่คงที่ (floating inversion) และเมื่อทำการศึกษาสัณฐานวิทยาของดักแด้ พบว่าแต่ละ cytoform มีรูปแบบการเรียงตัวของเส้นเหงือก (gill filaments) แตกต่างกันเช่นกัน

ปัจจุบันมีรายงานการค้นพบชนิดของแมลงริ้นดำในประเทศไทยทั้งหมดประมาณ 72 ชนิด จัดจำแนกอยู่ใน 6 สกุลย่อย ได้แก่ สกุลย่อย *Asiosimulium* Takaoka and Choochote (2 ชนิด) *Davisellum* Takaoka and Adler (2 ชนิด) *Gomphostilbia* Enderlein (17 ชนิด) *Montisimulium* Rubtsov (4 ชนิด) *Nevermannia* Enderlein (6 ชนิด) และ *Simulium* Latreille (41 ชนิด) แมลงริ้นดำแต่ละชนิดมักมีการกระจายในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน บางชนิดมีการกระจายในทุกสภาพแวดล้อม แต่บางชนิดมีการกระจายจำกัดในสภาพแวดล้อมใดสภาพแวดล้อมหนึ่งเท่านั้น เช่น ชนิด *S. nakhonense* มีการกระจายในแหล่งน้ำไหลหลายแห่ง แต่ชนิด *S. chaliowae* พบเฉพาะที่จังหวัดแพร่ และชนิด *S. weji* พบเฉพาะที่จังหวัดลำปาง สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความเหมาะสมในการดำรงชีวิตของริ้นดำ

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษานิเวศวิทยาและเก็บตัวอย่างริ้นดำจากแหล่งน้ำไหลธรรมชาติ จำนวน 65 แห่ง ในบริเวณ 10 จังหวัด ของภาคเหนือ โดยทำการศึกษาภาคสนามเป็นระยะเวลา 1 ปี จำนวน 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน และเก็บตัวอย่างริ้นดำจากแหล่งน้ำไหลธรรมชาติ จำนวน 18 แห่ง ในบริเวณ 9 จังหวัด ของภาคใต้ ในการศึกษาภาคสนามได้ทำการวัดค่าตัวแปรคุณภาพของน้ำที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของริ้นดำและจดบันทึกลักษณะทั่วไปของแหล่งเพาะพันธุ์ดังนี้ ความกว้างของแหล่งน้ำ (width) ความลึก (depth) ความเร็วน้ำ (velocity) อัตราเร็วของน้ำ (discharge) ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (specific conductance) ค่าความเค็ม (salinity) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (total dissolved oxygen) ความชื้นของอากาศ (humidity) อุณหภูมิน้ำ (water temperature) อุณหภูมิอากาศ (air temperature) ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (altitude) จำแนกชนิดของป่าบริเวณชายฝั่งของแหล่งน้ำไหล (riparian vegetation) จำแนกชนิดของที่อยู่อาศัยย่อยของแหล่งน้ำ เช่น โคลน (mud) ทราย (sand) กรวด ก้อนหินขนาดต่างๆ และลานหิน เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเรือนยอด (canopy cover) และความขุ่นของน้ำ (turbidity) เป็นต้น

จากการระบุชนิดของแมลงริ้นดำในภาคเหนือ พบทั้งหมด 27 ชนิด ชนิดที่พบมาก (common species) มีจำนวน 17 ชนิด และในฤดูหนาวจะมีความหลากหลาย

ของชนิดสูงกว่าฤดูอื่น สำหรับภาคใต้พบแมลงริ้นดำทั้งหมด 18 ชนิด ชนิดที่พบมาก (common species) มีจำนวน 7 ชนิด แมลงริ้นดำที่พบในทั้งสองภูมิภาคมีจำนวน 12 ชนิด ซึ่งพบว่า *S. tani* มีเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายสูงทั้งในสองภูมิภาคของประเทศไทย ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลกายภาพและชีวภาพ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของแมลงริ้นดำ พบว่าบางปัจจัยมีผลต่อการกระจายของแมลงริ้นดำในแต่ละภูมิภาค ได้แก่ ขนาดของแหล่งน้ำ (ความกว้างและความลึก) ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเค็มของน้ำ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ อัตราการปกคลุมเรือนยอด ลักษณะแหล่งที่อยู่อาศัยย่อย และความสูงเหนือระดับน้ำทะเล นอกจากนี้ยังพบว่าแมลงริ้นดำส่วนใหญ่มีแหล่งเพาะพันธุ์ในแหล่งน้ำไหลที่มีอุณหภูมิน้ำต่ำ ความเร็วน้ำค่อนข้างสูง และเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพค่อนข้างดี ดังนั้น จึงถือได้ว่าแมลงริ้นดำเป็นแมลงน้ำอีกกลุ่มหนึ่งที่สามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำได้เช่นกัน

เนื่องจากตัวอ่อนแมลงริ้นดำสามารถจำแนกชนิดได้ดีกว่าแมลงน้ำอื่นๆ เพราะมีการปรับตัวได้ดีในระบบนิเวศแหล่งน้ำไหล และพบมีการกระจายกว้างในเกือบทุกแหล่งน้ำไหลธรรมชาติ รวมทั้งยังพบซิมไบออนต์หลายชนิดที่มีความสัมพันธ์กับตัวอ่อนริ้นดำ เช่น หนอนพยาธิตัวกลม (mermithid nematodes) ไมโครสปอริเดีย (micropsoridia) โปรโตซัว (protozoa) และเชื้อรา (fungi) ดังนั้น ตัวอ่อนแมลงริ้นดำจึงควรถูกเลือกเพื่อนำมาศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำไหล ได้มีรายงานการศึกษาอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับซิมไบออนต์ในหลายประเทศทั่วโลก แต่ยังไม่มีรายงานการศึกษาซิมไบออนต์ในประเทศไทยมาก่อน โดยเฉพาะการศึกษาเชื้อรากลุ่ม Trichomycetes fungi ที่พบในทางเดินอาหารของตัวอ่อนริ้นดำ ซึ่งจากรายงานการศึกษาพบว่าซิมไบออนต์ในตัวอ่อนแมลงริ้นดำ ได้แก่ หนอนพยาธิตัวกลม (nematode) ไมโครสปอริเดียและเชื้อราชนิด *Coelomycidium simulii* จะเป็นปรสิตที่พบในตัวอ่อนแมลงริ้นดำ และปรสิตเหล่านี้จะขัดขวางการเจริญเติบโตของต่อมน้ำลาย รวมทั้งการเจริญเติบโตของตัวอ่อน ซึ่งอาจจะทำให้ตัวอ่อนนั้นตายไปในที่สุด

นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาเชื้อราในชั้น Trichomycetes ที่พบในระบบทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงริ้นดำชนิด *S. asakoae* และ *S. quinquestriatum* โดยเชื้อราที่พบนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Harpellaceae และ Legeriomycetaceae เชื้อราวงศ์ Harpellaceae พบเพียงชนิดเดียวในทางเดินอาหารตอนกลางของตัวอ่อน ได้แก่ ชนิด *Harpella melusinae* และพบเชื้อราวงศ์ Legeriomycetaceae 4 ชนิด ในทางเดินอาหารตอนปลายของตัวอ่อน ได้แก่ *Genistellospora homothallica*, *Pennella* sp., *Simuliomyces microsporus,* และ *Smittium* sp. รวมทั้งพบโปรโตซัว 1 ชนิด ได้แก่ *Paramoebidium* sp. โดยพบในชั้น Ishthyospores ของทางเดินอาหารตอนปลายของตัวอ่อนเช่นกัน

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราในกลุ่ม Trichomycetes ที่พบในทางเดินอาหารของริ้นดำและตัวอ่อนแมลงริ้นดำ โดยพบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงได้ (dynamic) ซึ่งอาจจะเป็นแบบภาวะอิงอาศัย (commensalism) เมื่อสภาพอาหารหรือสิ่งแวดล้อมมีความสมบูรณ์ หรือเป็นแบบภาวะเกื้อกูล (mutualism) เมื่อไม่มีความอุดมสมบูรณ์ของอาหาร หรือเป็นแบบปรสิตที่พบในระยะตัวเต็มวัย ดังนั้น ในการทำวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยจะทำการศึกษาการจำแนกชนิดของซิมไบออนต์ของตัวอ่อนแมลงริ้นดำ รวมทั้งนิเวศวิทยาที่เกี่ยวกับปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำที่มีผลต่อการกระจายและความหนาแน่นของซิมไบออนต์ ซึ่งหากมีการค้นพบซิมไบออนต์ในประเทศไทยจะเป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้เพิ่มองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศแหล่งน้ำไหลได้มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (คปก.) และทุนวิจัยองค์ความรู้ใหม่ในการสร้างนักวิจัยระดับปริญญาเอก ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) และขอขอบคุณ ดร. Charles E. Beard และ ดร. Sam-Kyu Kim มหาวิทยาลัยเคมสัน ประเทศสหรัฐอเมริกา

จากการเพาะเลี้ยงสู่การอนุรักษ์ : การปรับตัวของหิ่งห้อยน้ำจืด *Luciola aquatilis*

อัญชนา ท่านเจริญ

ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, E-mail : agrant@ku.ac.th

---

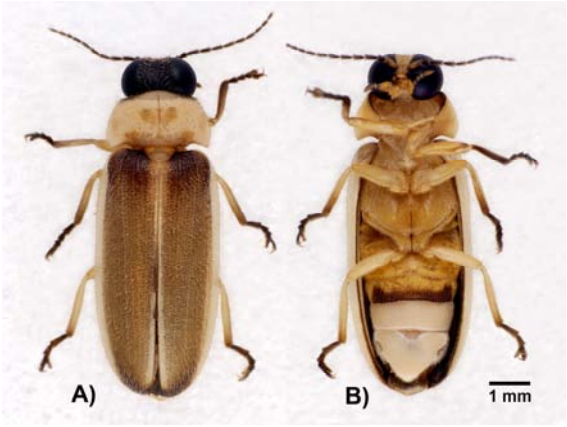
Abstract

Luciola aquatilis sp. nov. Thancharoen (Coleoptera: Lampyridae) is a new species of aquatic firefly from Thailand. It is a common firefly species associated with freshwater area and possesses a wide distribution across Thailand. At present, this species is subjected to many negative impacts associated with human activity and urbanization, resulting in decreasing numbers and populations disappearing from many habitats. The successfully developed rearing technique of this species was not only useful for maintaining a complete life cycle for many generations, but also offers an opportunity for observing the duration and development of each instar, feeding habits, mating behavior and other biological data useful for consideration of developing conservation management practices of this species. There are several adaptive characteristics of *L. aquatilis* observed from laboratory culturing. Thus, the successful conservation of the fireflies is possibly done in the field.

Key words : firefly, Lampyridae, *Luciola aquatilis*, aquatic, conservation

บทนำ

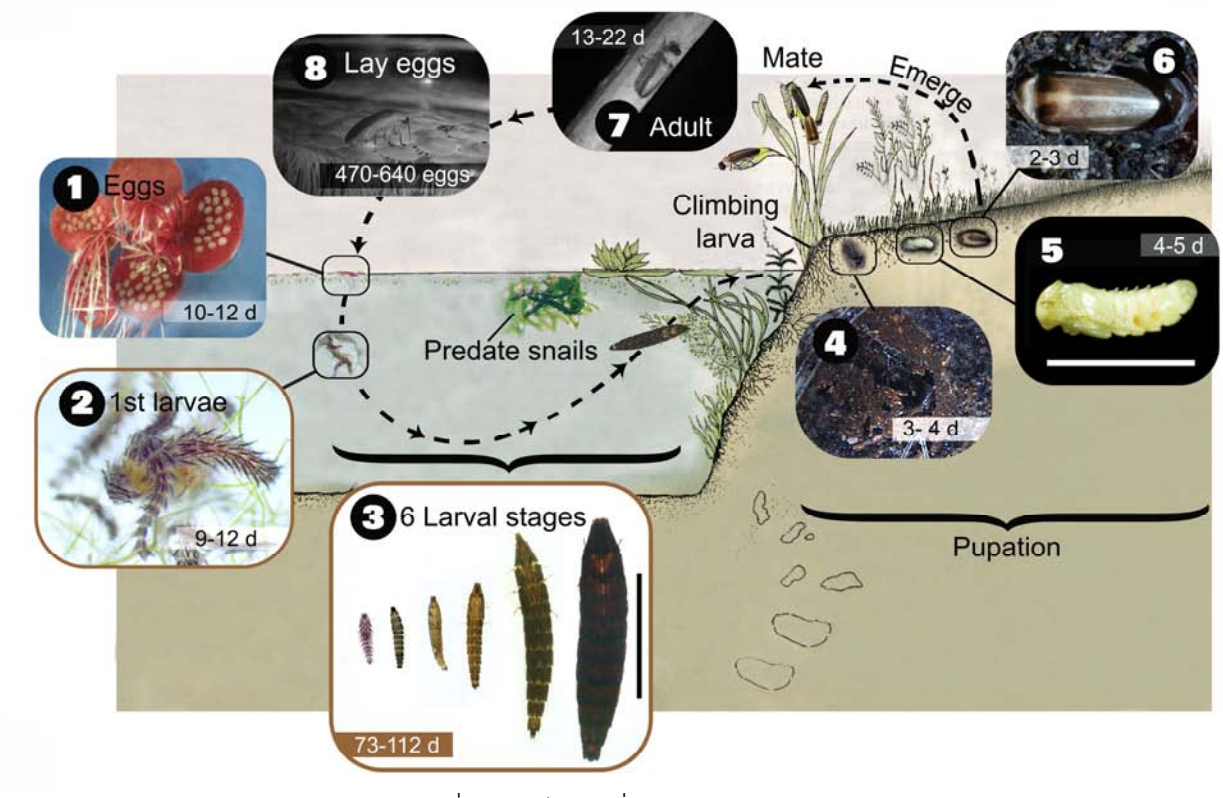
หิ่งห้อย (firefly หรือ lightning bug) เป็นแมลงจำพวกด้วงที่มีพฤติกรรมการดำรงชีวิตส่วนใหญ่ในเวลากลางคืน (nocturnal insect) หิ่งห้อยถูกจำแนกอยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Lampyridae มีลักษณะเด่นที่แตกต่างจากด้วงชนิดอื่นๆ คือ มีอวัยวะพิเศษที่สามารถผลิตแสงได้ หิ่งห้อยจัดเป็นแมลงที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง เนื่องจากมีความจำเพาะต่อพื้นที่อาศัยมากทำให้หิ่งห้อยที่พบในแต่ละภูมิภาคของโลกมีชนิดแตกต่างกัน หิ่งห้อยที่ได้รับการค้นพบและจำแนกชนิดแล้วมีมากกว่า 1,900 ชนิด ทั่วโลก และยังมีอีกจำนวนมากที่รอการค้นพบ การสำรวจหิ่งห้อยในประเทศไทยพบหิ่งห้อยที่สามารถจำแนกชนิดได้ 14 ชนิด จาก 6 สกุล และยังมีหิ่งห้อยอีกจำนวนมากที่ยังไม่สามารถจำแนกชนิดได้ โดยคาดว่าน่าจะมีหิ่งห้อยมากกว่า 30 ชนิด ในประเทศไทย (ดร. อุ่น ลิ่ววานิช, โครงการศึกษาหิ่งห้อยตามพระราชดำริ องค์การสวนพฤกษศาสตร์)



ภาพที่ 1. หิ่งห้อยน้ำจืดชนิด *Luciola aquatilis* เพศผู้

ที่มาของการค้นพบหิ่งห้อยชนิดใหม่

หิ่งห้อยน้ำจืดชนิด *Luciola aquatilis* sp. nov. Thancharoen (ภาพที่ 1) เป็นหิ่งห้อยชนิดใหม่ของโลก (Thancharoen et al., 2007) ถึงแม้หิ่งห้อยชนิดนี้จะเป็นชนิดใหม่ แต่แท้จริงแล้วเป็นหิ่งห้อยที่พบได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทยและเป็นที่คุ้นเคยของนักวิจัยหิ่งห้อยในประเทศไทยเป็นอย่างดีในชื่อ *Luciola brahmina* Bourgeois (สมหมาย ชื่นราม และ อุ่น ลิ่ววานิช 2539, 2543) เนื่องจากความยุ่งยากซับซ้อนในการจำแนกชนิดของหิ่งห้อยสกุล *Luciola* และความยากลำบากในการตรวจสอบชนิดหิ่งห้อย จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการจำแนกชนิดนี้ขึ้น หิ่งห้อยชนิดใหม่นี้จึงมีความแตกต่างจากหิ่งห้อยชนิดใหม่อื่นๆ คือ



ภาพที่ 2. วงจรชีวิตของหิ่งห้อย *Luciola aquatilis*

มีข้อมูลทางด้านชีววิทยาและพฤติกรรม ตลอดจนสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้สำเร็จในห้องปฏิบัติการ ชื่อของหิ่งห้อยชนิดนี้ถูกตั้งขึ้นตามพฤติกรรมการอยู่อาศัยในระยะตัวหนอนที่อาศัยอยู่ในน้ำ มาจากคำลาติน aqua ซึ่งหมายถึง “น้ำ” และ aquatilis หมายถึง “อาศัยอยู่ในน้ำ” หิ่งห้อยชนิดนี้สามารถพบได้ทั่วไปในบริเวณแหล่งน้ำนิ่ง เช่น บ่อ คลอง ท้องนา ท้องร่องเกษตรกรรม และพื้นที่รกร้างที่มีน้ำขังตลอดปี เป็นต้น วัฏจักรชีวิตของหิ่งห้อยชนิดนี้ (ภาพที่ 2) ประกอบด้วยระยะต่างๆ 4 ระยะ คือ ไข่ (egg) ตัวอ่อน (larva) 6 ระยะ ดักแด้ (pupa) และตัวเต็มวัย (adult) ใช้เวลาประมาณ 114 - 148 วัน ในห้องปฏิบัติการ โดยระยะตัวหนอนที่อาศัยในน้ำใช้ระยะเวลานานที่สุดและจะกินหอยน้ำจืดฝาเดียวเป็นอาหาร

แนวทางการอนุรักษ์หิ่งห้อย

การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอย่างรวดเร็วในโลกปัจจุบันส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิด รวมทั้งหิ่งห้อย หิ่งห้อยกำลังถูกคุกคามจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม จนอาจส่งผลให้หิ่งห้อยสูญพันธุ์ได้ การทำลายพื้นที่อาศัยของหิ่งห้อย (habitat destruction) โดยการปลูกสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น อาคาร บ้านเรือน และถนน เป็นต้น ล้วนเป็นการเปลี่ยนแปลงพื้นที่อาศัยของหิ่งห้อยอย่างฉับพลัน หรือทำให้พื้นที่อาศัยของหิ่งห้อยมีขนาดเล็กลง (habitat fragmentation) ที่ส่งผลให้ความหลากหลายของพันธุกรรมหิ่งห้อยลดลง

นอกจากนี้หิ่งห้อยยังได้รับผลกระทบทางอ้อมจากมลพิษต่างๆ ที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ ได้แก่ 1) มลพิษทางอากาศ ที่เกิดจากควัน การเผาไหม้ หรือควันจากท่อไอเสีย 2) มลพิษทางเสียง เช่น เสียงดังที่เกิดจากเสียงเครื่องยนต์ เป็นต้น 3) มลพิษทางน้ำ ที่เกิดจากน้ำเน่าเสีย ตลอดจนการปนเปื้อนของสารเคมีต่างๆ เช่น สารเคมีทางการเกษตร มลพิษทางน้ำจะส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อหิ่งห้อยที่มีวงจรชีวิตสัมพันธ์กับน้ำ เช่น หิ่งห้อยน้ำจืด *L. aquatilis* และหิ่งห้อยน้ำกร่อย *Pteroptyx* spp.

อย่างไรก็ตามผลกระทบของมลพิษทั้ง 3 รูปแบบที่กล่าวมายังไม่มีรายงานการวิจัยที่ชัดเจน เป็นเพียงการกล่าวอ้างจากผลการสังเกตพฤติกรรมและจำนวนหิ่งห้อยที่ลดลงเท่านั้น 4) มลพิษทางแสง เป็นปัจจัยที่มีการศึกษาวิจัยแล้วว่าส่งผลกระทบต่อ

พฤติกรรมการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อย (Thancharoen et al., 2007) เนื่องจากหิ่งห้อยเป็นแมลงกลางคืนที่ใช้แสงกะพริบเป็นสัญญาณสื่อสารเพื่อหาคู่ผสมพันธุ์ ดังนั้นแสงกะพริบของหิ่งห้อยจึงมีความสำคัญต่อการดำรงเผ่าพันธุ์ของหิ่งห้อยเป็นอย่างมาก หากพื้นที่อาศัยของหิ่งห้อยอยู่ในบริเวณที่มีแสงไฟรบกวน เช่น บริเวณรอบๆ อาคารบ้านเรือน และริมถนน เป็นต้น แสงกะพริบของหิ่งห้อยก็เป็นเพียงแสงไฟดวงเล็กๆ เมื่อเทียบกับความสว่างของสภาพแวดล้อม เพราะฉะนั้นจึงไม่น่าแปลกใจเลยว่าเหตุใดหิ่งห้อยจึงค่อยๆ หายไปจากบริเวณที่มีแสงไฟฟ้ารบกวน

ดังนั้น การศึกษาเพื่อหาทางอนุรักษ์หิ่งห้อยอย่างจริงจัง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ เพื่อนำความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาของหิ่งห้อยมาประยุกต์ เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ ความรู้ที่ได้จากการศึกษาหิ่งห้อยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการสังเกตหิ่งห้อยทุกระยะอย่างใกล้ชิด สามารถบอกได้ว่า “หิ่งห้อยต้องการอะไรและไม่ต้องการอะไร” ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์หากมีการประยุกต์ความรู้พื้นฐานด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยา เพื่อศึกษาหาแนวทางในการอนุรักษ์หิ่งห้อยอย่างยั่งยืนต่อไป

การปรับตัวของหิ่งห้อยน้ำจืด *L. aquatilis*

จากการเพาะเลี้ยงหิ่งห้อยน้ำจืด *L. aquatilis* ในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาวงจรชีวิต ชีววิทยา และพฤติกรรมการผสมพันธุ์ พบว่าหิ่งห้อยน้ำจืดชนิดนี้มีลักษณะตลอดจนพฤติกรรมต่างๆ ที่แสดงถึงการศักยภาพในการปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อม (adaptive characteristics) เช่น

1. หิ่งห้อย *L. aquatilis* เป็นหิ่งห้อยที่มีวงจรชีวิตสั้น (ภาพที่ 2) ประมาณ 3 - 5 เดือน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สั้นมากเมื่อเทียบกับวงจรชีวิตของหิ่งห้อยชนิดอื่นๆ เช่น กลุ่มของหิ่งห้อยบก ที่มีวงจรชีวิตยาวนานได้ถึง 1 ปี

2. หิ่งห้อยเพศเมียสามารถวางไข่ได้ในปริมาณมากถึง 470 - 720 ฟอง จากการผสมพันธุ์เพียงครั้งเดียว นับว่าเป็นหิ่งห้อยที่มีอัตราการสืบพันธุ์สูงมาก

3. ตัวหนอนระยะที่ 1 ของหิ่งห้อยชนิดนี้ มีพฤติกรรมการกินอาหารเป็นกลุ่ม (gregarious feeding habit) (ภาพที่ 3) มักพบตัวหนอน 4 - 6 ตัว กินหอยร่วมกัน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ช่วยให้หิ่งห้อยวัยแรกเกิดที่มีความอ่อนแอ และไม่สามารถล่าหอยได้มีโอกาสได้กินอาหาร ไม่อดตาย พฤติกรรมนี้จึงช่วยลดอัตราการตายของตัวหนอนระยะแรก

ภาพที่ 3. พฤติกรรมการกินอาหารเป็นกลุ่ม (gregarious feeding habit) ของตัวหนอนหิ่งห้อยระยะที่ 1

ภาพที่ 4. ตัวหนอนหิ่งห้อยพรางตัวโดยเกาะอยู่ตามรากของพืชน้ำ

4. ตัวหนอนระยะที่ 1 มีความสามารถในการอาศัยอยู่ในน้ำที่มีคุณภาพต่ำ (DO = 1.05 mg/l, pH = 7.7)

5. ตัวหนอนหิ่งห้อยระยะที่ 4–6 มีความสามารถในดำรงชีวิตนอกแหล่งน้ำได้ ตัวหนอนวัยนี้จะมีเปลือกแข็งหุ้มตัวที่แข็งแรง ประกอบกับมีระบบท่อลมที่สมบูรณ์เหมือนระบบท่อลมที่พบในหิ่งห้อยบก หากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น น้ำเน่าเสีย หรือปริมาณน้ำแห้งลงในฤดูหนาว เป็นต้น ตัวหนอนหิ่งห้อยจะสามารถคลานขึ้นจากแหล่งน้ำเดิมเพื่อหาที่อยู่อาศัยใหม่ที่เหมาะสมได้ และตัวหนอนจะสามารถใช้

ชีวิตอยู่บนบกในบริเวณที่มีความชื้นได้ยาวนานประมาณ 1 เดือน

6. ระยะตัวหนอนของหิ่งห้อย *L. aquatilis* มีการดำรงชีวิตแบบเป็น "ผู้ล่า" โดยจะล่าหอยน้ำจืดฝาเดียวเป็นอาหาร จากการสังเกตในห้องปฏิบัติการ พบว่าตัวหนอนหิ่งห้อยสามารถกินหอยน้ำจืดได้หลายชนิด รวมทั้งหอยเชอรี่ (*Pomacea canaliculata*) ซึ่งเป็นหอยที่มีความแข็งแรง ก้าวร้าว และล่ายาก พฤติกรรมไม่เลือกกินอาหารทำให้ตัวหนอนกินหอยได้หลากหลายชนิดช่วยให้ตัวหนอนหิ่งห้อยมีอาหารตลอดฤดูกาล และเพียงพอในการเจริญเติบโต

7. รูปร่างและสีสันของตัวหนอนหิ่งห้อยมีสีน้ำตาลเข้มคล้ายรากพืชน้ำซึ่งมีความกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ (camouflage) ตัวหนอนหิ่งห้อยจะลอยอยู่ที่ผิวน้ำเกาะอยู่ตามรากของพืชน้ำทำให้สามารถพรางตัวจากผู้ล่าได้ (ภาพที่ 4)

8. จากการศึกษาสัณฐานวิทยาของหิ่งห้อยระยะตัวหนอน พบว่าบริเวณส่วนท้ายของแผ่นแข็งปิดลำตัวด้านหลังและด้านท้องมีลักษณะเป็นหนามแหลมยื่นออกมา (fringe-like projections) (ภาพที่ 5) ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวอาจเป็นอวัยวะที่ตัวหนอนหิ่งห้อยใช้ในการป้องกันตัว (defensive organ)

9. เมื่อตัวหนอนหิ่งห้อยระยะสุดท้ายโตเต็มที่ตัวหนอนจะคลานขึ้นจากน้ำ เพื่อสำรวจพื้นที่เตรียมเข้าสู่ระยะดักแด้ จากการสังเกตพฤติกรรมการเข้าดักแด้ของหิ่งห้อยในห้องปฏิบัติการ พบว่า ตัวหนอนส่วนใหญ่จะเลือกเข้าดักแด้ใต้ หรือติดกับวัสดุแข็ง เพื่อเป็นการปกป้องระยะดักแด้ไม่ให้ง่ายต่อการถูกรบกวนหรือเข้าทำลาย นอกจากนี้ยังเป็นการประหยัดพลังงานในการสร้างโพรงดิน (pupal cell) เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยของดักแด้อีกด้วย

10. เมื่อดักแด้พัฒนาเป็นตัวเต็มวัยภายในโพรงดินแล้ว ตัวเต็มวัยจะยังคงอาศัยอยู่ภายในโพรงดินประมาณ 3 วัน เพื่อพัฒนาระบบสืบพันธุ์ให้สมบูรณ์แล้วจึงค่อยออกจากโพรงดินเพื่อหาคู่ผสมพันธุ์ ตัวเต็มวัยหิ่งห้อยจะสามารถผสมพันธุ์ได้ทันทีในคืนนั้น พฤติกรรมการอาศัยในโพรงดินของตัวเต็มวัยช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการตายของระยะเต็มวัยจากผู้ล่าอุบัติเหตุต่างๆ ก่อนที่จะสามารถผสมพันธุ์ได้

ภาพที่ 5. หนามแหลม (fringe-like projections) จากด้านท้ายของแผ่นแข็งปิดลำตัวของตัวหนอนหิ่งห้อยระยะที่ 5, f = fringe-like projections

11. จากการศึกษาผลกระทบของแสงไฟฟ้าต่อพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของหิ่งห้อยชนิดนี้ในห้องปฏิบัติการ พบว่าหิ่งห้อย *L. aquatilis* สามารถประสบความสำเร็จในการผสมพันธุ์ภายใต้สภาวะที่มีแสงได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าหิ่งห้อยชนิดนี้สามารถปรับตัวได้ในบริเวณที่มีแสงไฟในเวลากลางคืน หรือ light adaptive species

อย่างไรก็ตามการผสมพันธุ์ในบริเวณที่มีแสงสว่างจะทำให้หิ่งห้อยเพศผู้ใช้เวลาในการเกี้ยวพาราสีนานขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการผสมพันธุ์ในที่มืดหรือในบริเวณที่มีความเข้มแสงต่ำกว่า ดังนั้น หิ่งห้อยจึงอาจประสบกับภาวะเสี่ยงต่อความล้มเหลวในการหาคู่เกี้ยวพาราสี และผสมพันธุ์ ในสภาพที่มีแสงรบกวนในธรรมชาติ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งในการลดจำนวนประชากรหิ่งห้อยหรือการสูญหายไปของหิ่งห้อยในหลายพื้นที่

สรุป

จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการทำให้นักวิจัยสามารถสัมผัสชีวิตของแมลงได้อย่างใกล้ชิดและเข้าใจถึงปัจจัยที่มีความจำเป็นและปัจจัยที่ไม่มีความจำเป็นในการดำรงชีวิตของแมลงที่กำลังศึกษา ตลอดจนเข้าใจถึงลักษณะและพฤติกรรมของแมลงนั้นๆ ว่ามีไว้เพื่ออะไรและทำไปเพื่ออะไร บทความนี้เขียนขึ้นจากการถ่ายทอดประสบการณ์จากการสังเกตสิ่งต่างๆในห้องปฏิบัติการมาประกอบกับผลการวิจัยเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาแนวทางการอนุรักษ์หิ่งห้อย

L. aquatilis ในประเทศไทย จากการวิเคราะห์ลักษณะและพฤติกรรมของหิ่งห้อยชนิดนี้ ในห้องปฏิบัติการอาจกล่าวได้ว่าหิ่งห้อยชนิดนี้มีลักษณะและพฤติกรรมที่ได้เปรียบหลายประการ ตั้งแต่ระยะไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ที่ทำให้หิ่งห้อยสามารถปรับตัวและอยู่รอดได้ดีในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ดังนั้น การอนุรักษ์หิ่งห้อยชนิดนี้ในธรรมชาติจึงไม่น่าลำบากนักและมีความเป็นไปได้สูง

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นการนำประสบการณ์จากการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก (ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล) มามองต่างมุมเพื่อศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์หิ่งห้อยในประเทศไทย ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์วิสุทธิ์ ใบไม้ รองศาสตราจารย์สังวรณ์ กิจทวี ศาสตราจารย์พิไล พูลสวัสดิ์ จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และ Assistant Professor Marc A. Branham จาก University of Florida และขอขอบคุณทุนวิจัยจากโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (สกว.) PHD/0231/2543

เอกสารอ้างอิง

สมหมาย ชื่นราม และองุ่น ลิ่ววานิช. 2539. พฤติกรรมและวงจรชีวิตของหิ่งห้อย (*Luciola* sp.). วารสารวิชาการเกษตร (14)1: 44-52

สมหมาย ชื่นราม และองุ่น ลิ่ววานิช. 2543. ชีววิทยาและพฤติกรรมของหิ่งห้อย *Pteroptyx malaccae* (Gorham). ว.กีฏ.สัตว. (22)4: 275-284

THANCHAROEN, A. 2007. The biology and mating behavior of an aquatic firefly species, *Luciola aquatilis* sp. nov. (Coleoptera: Lampyridae). [PH.D. thesis in Biology]. Bangkok: Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.

Life history and cooperative breeding in a tropical forest bird, the Puff-throated bulbul (*Alophoixus pallidus*), at Khao Yai National Park

Wangworn Sankamethawee[1*], Jitwadee Khoonwongsa[1], Daphawan Kamcha[1], Supatcharee Tanasarnpaiboon[2], Phetprakai Wonkson[1], Korakoch Pobprasert[1], Andrew J. Pierce[1], and George A. Gale[1]

[1]Conservation Ecology Program, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, [1*]E-mail : swangworn@hotmail.com [2]Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University

---

Abstract

Puff-throated bulbuls are omnivorous but highly frugivorous. They are highly social, live in groups of 2-7 individuals, and defend the territories year round. During recent research we found them to be cooperative breeders. Cooperative breeding (CB) in birds is known from about 3.2% of all species and these species tend to share several characteristics: low breeding rates, high adult survival, limited dispersal, and deferred maturity. Life history hypothesis suggests high survival rate is a common feature of CB. We measured several parameters including nest success, post-fledging survival, dispersal, territory turnover rate, and adult survival. The results showed they have a low nest success of 7.7–8.6 %, but high post-fledging survival and high annual adult survival. Approximately half of sexually mature male offspring delay dispersal, forego breeding independently, and help their parents to raise nestlings and fledglings in their second year calendar. Natal dispersal is strongly female biased. Females disperse more frequently and further than males. There was no complete turnover of territory owners in one season but 10-20 % male replacement and 10-13 % female replacement. Long-term monitoring of this known population is particularly important to see how the ecological and social constraints have evolved. Molecular tests are required to determine individuals' relatedness and will provide a better understanding of the evolution of CB. Furthermore while CB is not randomly distributed, it would be interesting to know if there are any other species in the same lineage which exhibit this breeding system.

Key words: *Alophoixus pallidus*, cooperative breeding, life history, natal dispersal, survival.

Introduction

Most avian studies on life history and breeding biology have been conducted in temperate regions (Martin 1996, Brouwer et al. 2006). Compared to temperate species the life histories of tropical species are typically characterized by smaller clutch size, higher nest predation, extended parental care and higher adult survival (e.g. Martin 1996, Arnold & Owens 1998, Brouwer et al. 2006).

Cooperative breeding in birds is more common in the tropical regions and Australia. This social system is relatively rare; merely 3.2% of all species (Arnold & Owens 1998) are cooperative breeders. Cooperative breeding in birds is defined as when more than two birds care for offspring in the same nest or when individuals care for young that are not their own (Cockburn 1998, Arnold & Owens 1999). Cooperatively breeding birds tend to share low reproductive rates, high adult survival, limited juvenile dispersal, and deferred maturity (Russell et al. 2004, Doerr & Doerr 2006).

Research in 2005 in the Mo Singto Plot, Khao Yai National Park found that Puff-throated Bulbuls (*Alophoixus pallidus*) are cooperative breeders (Pierce et. al 2007). The Puff-throated Bulbul is considered omnivorous but found to be highly frugivorous (Sankamethawee and Khamcha, unpubl. data). They live in social groups of 2-7 individuals and defend territories year-round. One 'group' comprises 1-2 breeding pairs either with or without helpers (or other non-breeding adults). The presence of cooperatively and non-cooperatively groups in the same population provide a unique opportunity to study the life history of this unusual breeding system. The effects of helper(s) on reproductive success of breeders have not been proven in this species yet, while other life parameters are needed for a better understanding of little known tropical forest birds. The aims of this study were to assess

several demographic parameters including reproductive rate, juvenile survival, natal dispersal, adult survival, and turnover rate of territory owners to explain how cooperative breeding is involved.

As habitat suitability rapidly changes due to anthropogenic disturbances in tropical forest systems, we need to investigate the ecological functions of multiple species to garner information about their requirements when habitat is undisturbed. Relatively intact forests in protected areas serve as critically important areas for these baseline studies. Studying the life history of cooperative breeding birds in intact forests adds valuable information to the ongoing study of avian cooperative breeding behaviour world-wide, especially for South-east Asia where little information exists.

Methods

Study area and study population

The study was conducted in the 30 ha Mo-Singto (MST) long-term biodiversity research plot (Brockelman 1998), Khao Yai National Park, Northeastern Thailand. The plot is situated in mature, seasonally-wet evergreen forest with undulating ridges and valleys from an elevation of 723–817 m asl. (Brockelman 1998). The average annual rainfall is 2,554 mm, most of which falls between May and October.

Puff-throated bulbuls in the MST plot have been ringed and monitored since 2003. All captured birds were ringed with a unique colour ring combination of two colours and one Royal Forest Department (RFD) aluminium ring with an individual number. At least 23,515 net-hours were used to catch adults, and unbanded fledglings, especially those from inaccessible high nests (>7 m). During the juvenile period when we were able to age them, at least 4,685 net-hours (for the year 2006), and 16,134 net-hours (for the year 2007) were employed to catch free flying juveniles. We followed and identified banded individuals using binoculars starting at the beginning of the 2006 breeding season to record their foraging locations and encounters with other groups. We mapped encounter locations as territory boundaries (e.g. Woolfenden and Fitzpatrick 1984, Carmen 2004). We recorded the number of individuals and unique colour band signatures detected at each encounter event to determine group size. We considered individual birds as part of a group after detections with the group members were consistent for more than two months.

Nest finding and Monitoring

Puff-throated bulbuls generally nest in the understory (0.5-6 m high), but 2% of nests are built between 7-25 m above ground (Pierce et al. 2007). Nests of all breeding groups were intensively searched for during the breeding season (February-July). Adults of every nest were checked for colour rings and used to define their territories. All adjacent territories of each focal group were also mapped to determine the number of neighbouring groups and individuals. All active nests were checked regularly (every 3 days in the nestling stage) until they failed or fledged. Nestlings were ringed and weighed when 8-9 days old (2-3 days before fledging); unlike some other species they did not tend to explode from the nest when disturbed close to the fledging day. Puff-throated bulbuls occupying territories within and adjacent to the 30 ha permanent plot were monitored continuously from 2006-2008. Each territory was monitored at least weekly throughout the breeding season (February-July), and monthly in the non-breeding season (August-January). The entire 30 ha study area was intensively monitored once every week.. We analyzed nesting success using the Mayfield method (Mayfield 1975). The MARK program was used to analyze survival of fledglings and adults (White & Burnham 1999, Cooch & White 2008). We analyzed the natal dispersal probability based on 100 % survivorship of juvenile birds after becoming nutritionally independent from parental care.

Results

We found 62, 98, 152, and 74 nests in 2005, 2006, 2007, and 2008, respectively. The Puff-throated bulbuls experienced a low nesting success rate of 7.7 -8.6 % (Mayfield estimates) during the four breeding seasons (2005-2008). They usually lay 2-3 eggs, and a breeding pair can re-nest up to a total of seven attempts in one breeding season. A total of 41 of 324 nests (12.6 %) successfully fledged young. Cumulative survival probability during the post- fledgling (dependent period of 2 months) was 0.61 ± 0.09. Seventeen of 23 fledglings (74%) in 2006, 24 of 37 in 2007 fledglings (65%), and 22 of 27 (82 %) of fledglings in 2008 survived to independence. The critical time with highest mortality is during the first week post-fledging (Figure 1).

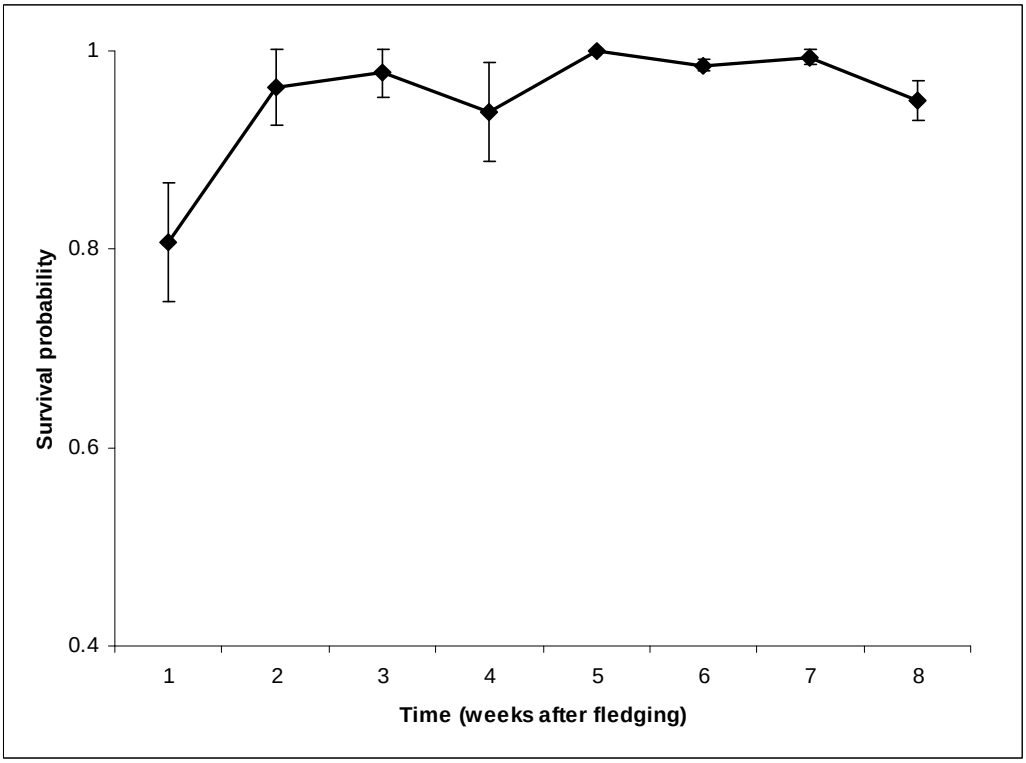


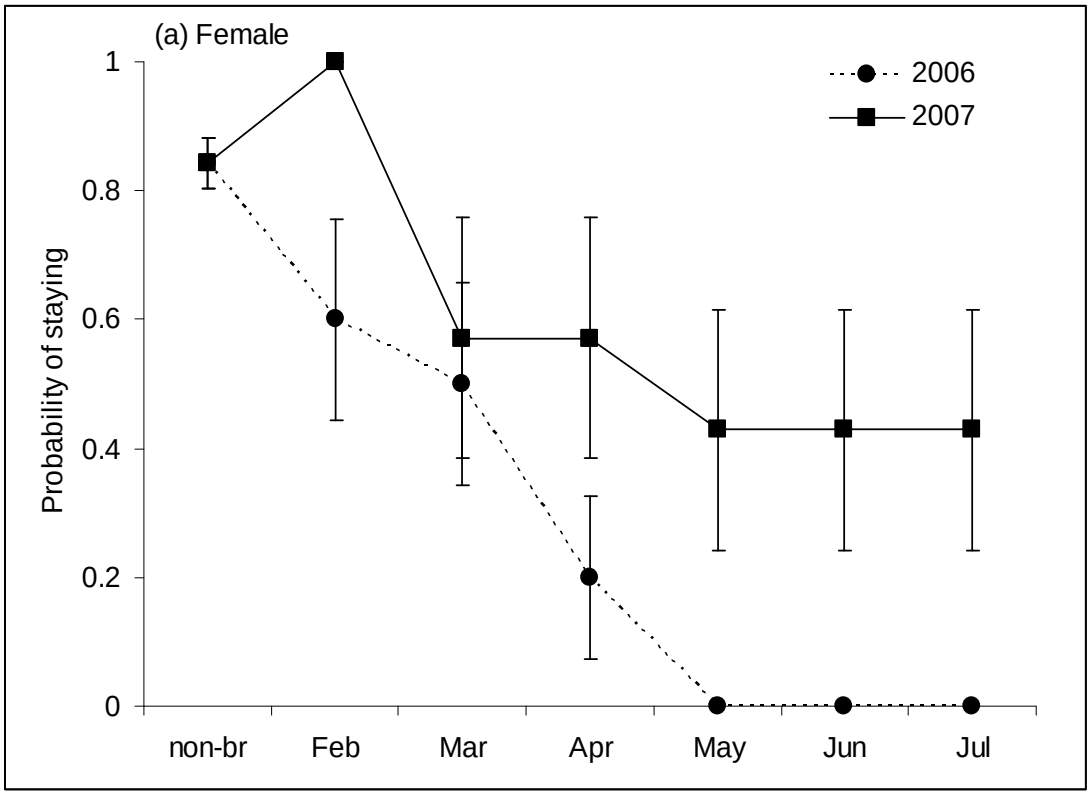
Figure 1. Survival probability (mean ± SE) during the dependent period (8 weeks post-fledging) of juvenile Puff-throated Bulbuls at Khao Yai National Park during three breeding seasons (2006-2008).

If juveniles survived to independence from nutritional parental care, their survivorship by the end of the first year of life is almost 100% (probability of surviving 0.99 ± 0.01). There was no dispersal of juveniles in the Mo Singto plot population. Dispersal occurred at the beginning and during the first breeding season post-fledging. Most female offspring (94.4 %) disperse with only one individual being recorded staying and helping at a nest in its second year. Half of all male offspring remained in their natal territories while 83% of dispersing males moved to neighbouring territories. Dispersal patterns were strongly influenced by year with the birds that fledged in 2007 being more philopatric (likely to stay in their natal territory) than the birds that fledged in 2006 (Figure 2). When the effects of sex and year were combined, females fledged in 2006 showed the highest dispersal probability (0.52 ± 0.05), and males fledged in 2007 showed the lowest dispersal probability (0.07 ± 0.03 SE), while females in 2007 and males in 2006 were similar (Figure 2). The actual dispersal pattern also supported the year dependent models in which 66.7 % of males from year 2007 remained in their natal territories; while 25 % of the males in 2006 showed natal philopatry. The majority of helpers are male offspring while only approximately 17% of female offspring were also observed to help at a nest before dispersing later in the same breeding season. None of the philopatric offspring bred in their natal territory despite being potentially sexually mature (as proved by some dispersing females being found to breed in the first breeding season post-fledging).

Average annual survival rate of adult birds during 2003-2008 was 0.85 ± 0.02. There was no complete turnover of territory owners in one season, but 10-20 % male replacement and 10-13 % female replacement. At least 57 % of females and 53% of males maintained breeding status over 3 years.

Discussion

Puff-throated Bulbuls experience low nesting success, high juvenile survival, limited juvenile dispersal, and high adult survival, all of which are typical for tropical passerines (Stutchbury & Morton 2001). Our estimates of post-fledging survival is similar to other tropical forest species with post-fledging survival rates between 60-67 % (e.g. Cohen & Lindell 2004, Green & Cockburn 2001, Brouwer et al. 2006), which are considerably higher than the survival



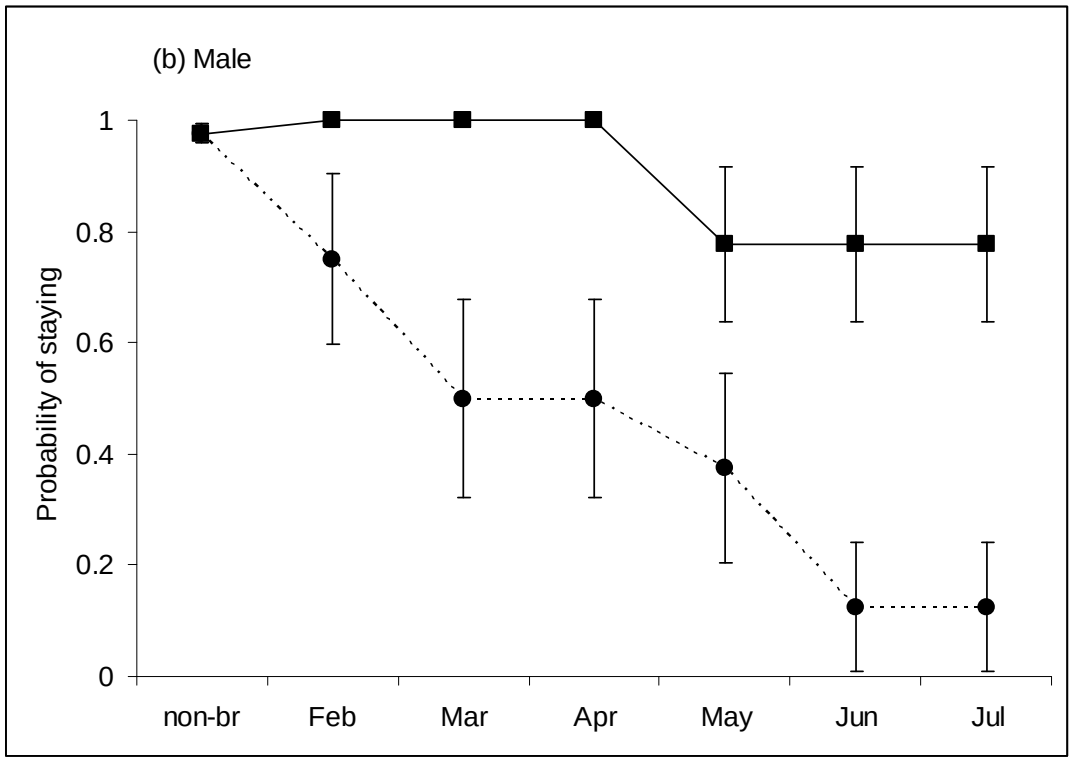


Figure 2. Monthly probability of staying (mean ± SE) in the natal territory of offspring of Puff-throated Bulbuls during the second year estimated from cumulative survival probability. The estimates based on the assumption of 100% juvenile survival, and the probability of staying during the non-breeding season is constant over time, while dispersal occurs during the breeding season which depends on year, sex, and time.

rate of 13-43 % in temperate birds (e.g. Anders et al. 1997, Vega Rivera et al. 2000, Yackel Adams et al. 2006, Greño et al. 2008). This increased survivorship of juveniles is probably due to prolonged parental care in tropical birds (Martin 1996). Puff-throated Bulbuls extend food provisioning up to eight weeks post-fledging, which is demonstrably longer than other passerines e.g. 13-21 days (e.g. Vega Rivera et al. 2000, Cohen & Lindell 2004). Furthermore, juveniles remaining with their parents for a long period indicating some advantages of staying 'home' as a safe place until dispersing to breed. The critical period for juvenile survivorship is during the first week after leaving the nest. Our findings are supported by other studies in both temperate systems (e.g. Sullivan 1989, Davies & Restani 2006, Berkeley et al. 2007), and tropical systems where high mortality rates are attributed to limited flying abilities (e.g. Green & Cockburn 2001, Cohen & Lindell 2004). Also, in that first week after fledging, juveniles are entirely dependent on parental care as they learn to forage. The primary cause of high mortality in the crucial post-fledging period is generally attributed to predation (Sullivan 1989, Keedwell 2003, Berkeley et al. 2007).

Natal dispersal in Puff-throated Bulbul is female biased both in frequency and distance. Female-biased dispersal is common in many birds (*e.g.* Greenwood 1980, Plissner & Gowaty 1996, Robinson & Oring 1997). This pattern is more obvious in social species (Yáber & Rabenold 2002). Such a dispersal pattern in this species strongly supports male-biased helping in cooperative breeding (Pasinelli & Walters 2002). In cooperative breeding birds, philopatry is the preferred option for young males (Pasinelli & Walters 2002, Cockburn et al. 2008), who tend to queue for breeding vacancy both in natal and neighbouring territories (Cockburn et al. 2003). The philopatry hypothesis suggests that philopatric male helpers can gain both direct and inclusive fitness (e.g. Cockburn et al. 2008). Any sex-biased dispersal behaviour results from differences in the relative costs and benefits of dispersal, and are explained in terms of territoriality and resource defence (Wolff & Plissner 1998, Yaber & Rabenold 2002). For females, to disperse is a strategy to avoid inbreeding with close relatives (Greenwood 1980).

Overall Puff-throated Bulbuls experience high annual survival which is demonstrably higher than other tropical passerines; for example 50 - 69% in Neotropical species (Blake & Loiselle 2008). Generally survival of tropical and southern hemisphere birds is higher than in temperate birds (Russell et al. 2004).

Our findings provide a baseline of breeding ecology and life history of a cooperatively breeding bird and broaden our understanding of avian breeding system in the tropics. Understanding constraints among life history traits of birds in this little studied region will increase our knowledge of evolution of cooperative breeding species worldwide. This is also particularly important for population management and conservation in the tropical forests where anthropogenic effects are having substantial impacts.

Acknowledgements

Our research was funded by the Biodiversity Research and Training Program (BRT_T350006), and the Royal Golden Jubilee Ph.D. Program (PHD/0240/2547). We thank P.D. Round for supervision and collaboration in bird banding. We also thank N. Sukumal for additional field data. Many thanks to B. D. Hardesty and S. Metcalfe (CSIRO, Sustainable Ecosystems, Australia) for helping with the DNA sexing analysis. We thank an anonymous reviewer for the valuable comments on our earlier version of this manuscript. We thank the Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation for permission to conduct the research and the Khao Yai training center for accommodation.

References

Anders, A. D., D. C. Dearborn, J. Faaborg, and F. R. Thompson III. 1997. Juvenile survival in a population of Neotropical migrant birds. Conservation Biology 11:698–707.

Arnold, K. E. and I. P. F. Owens. 1998. Cooperative breeding in birds: a comparative test of the life history hypothesis. Proc. R. Soc. Lond. B 265: 739-745.

Berkeley, L. I., J. P. McCarty, and L. L. Wolfenbarger. 2007. Post-fledging survival and movement in Dickcissels (*Spiza americana*): implications for habitat management and conservation. Auk 124:396–409.

Blake, J. G., and B. A. Loiselle. 2008. Estimates of apparent survival rates for forest birds in Eastern Ecuador. Biotropica 40: 485-493.

Brockelman, W. Y. 1998. Long term ecological research plot for the study of animal diets in Khao Yai National Park. - In: Poonswad, P. (ed), The Asian hornbills: ecology and conservation. Thai Studies in Biodiversity - No. 2, pp. 307-310.

Brouwer, L., D. S. Richardson, C. Eikenaar, and J. Komdeur. 2006. The role of group size and environmental factors

on survival in a cooperatively breeding tropical passerine. Journal of Animal Ecology 75: 1321–1329.

Carmen, W. J. 2004. Noncooperative breeding in the California Scrub-Jay. Study in Avian Biology No. 28: Cooper Ornithology Society.

Cockburn, A. 1998. Evolution of helping behavior in cooperatively breeding birds. Annual Review of Ecology and Systematics 29:141-177.

Cockburn, A., H.L. Osmond, R.A. Mulder, D.J. Green, and M.C. Double. 2003. Divorce, dispersal and incest avoidance in the cooperatively breeding superb fairy-wren *Malurus cyaneus.* Journal of Animal Ecology 72: 189-202.

Cockburn, A., H. L. Osmond, R.A. Mulder, M. C. Double, and D. J. Green. 2008. Demography of male reproductive queues in cooperatively breeding superb fairy-wrens *Malurus cyaneus*. Journal of Animal Ecology 77: 297-304.

Cohen, E. B., and C. A. Lindell. 2004. Survival, habitat use, and movements of fledgling White-throated Robins (*Turdus assimilis*) in a Costa Rican agricultural landscape. Auk 121:404-414.

Cooch, E. and White, G. [on line]. 2008. Program MARK: A gentle introduction. (7th edition),<http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/> (20 February 2009).

Davies, J. M., and M. Restani. 2006. Survival and movements of juvenile Burrowing Owls during the post-fledging period. Condor 108:282-291.

Doerr, E. D., and V. A. J. Doerr. 2006. Comparative demography of treecreepers: evaluating hypotheses for the evolution and maintenance of cooperative breeding. Animal Behaviour 72: 147-159.

Green, D. J., and A. Cockburn. 2001. Post-fledging care, philopatry and recruitment in Brown Thornbills. Journal of Animal Ecology 70:505–514.

Greenwood, P. J. 1980. Mating system, philopatry and dispersal in birds and mammals. Animal Behaviour 28: 1140-1162.

Greño, J. L., E. J. Belda, and E. Barba. 2008. Influence of temperatures during the nestling period on post-fledging survival of Great Tit *Parus major* in a Mediterranean habitat. Journal of Avian Biology 39:41-49.

Keedwell, R. J. 2003. Does fledging equal success? Post-fledging mortality in the Black-fronted Tern. Journal of Field Ornithology 74:217–221.

Martin, T. E. 1996. Life history evolution in tropical and south temperate birds: what do we really know? Journal of Avian Biology 27:263–272.

Mayfield, H. F. 1975. Suggestions for calculating nesting success. Wilson Bulletin 87:456-466.

Pasinelli, G., and J. R. Walters. 2002. Social and environmental factors affect natal dispersal and philopatry of male red-cockaded woodpeckers. Ecology 83: 2229-2239.

Pierce, A. J., K. Tokue, K. Pobprasert and W. Sankamethawee. 2007. Cooperative breeding in the Puff-throated Bulbul *Alophoixus pallidus* in Thailand. Raffles Bulletin of Zoology 55: 199-201.

Plissner ,J. H., and P. A. Gowaty. 1996. Patterns of natal dispersal, turnover and dispersal costs in eastern bluebirds. Animal Behaviour 51: 1307–1322.

Robinson, J. A., and L. W. Oring. 1997. Natal and breeding dispersal in American Avocets. Auk 114: 416-430.

Russell, E. M., Y. Yom-Tov, and E. Geffen. 2004. Extended parental care and delayed dispersal: northern, tropical, and southern passerines compared. Behavioural Ecology 15: 831-838.

Stutchbury, B. J. M., and E. S. Morton. 2001. Behavioral Ecology of Tropical Birds. London, Academic Press.

Sullivan, K. A. 1989. Predation and starvation: age-specific mortality in juvenile Juncos (*Junco phaeonotus*). Journal of Animal Ecology 58:275–286.

Vega Rivera, J. H., C. A. Haas, J. H. Rappole, and W. J. McShea. 2000. Parental care of fledgling Wood thrushes. Wilson Bulletin 112: 233-237.

White, G. C. and K. P. Burnham. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. Bird Study 46 (Supplement): 120-139.

Wolff, J. O., and J. H. Plissner. 1998. Sex biases in avian natal dispersal: an extension of the mammalian model. Oikos 83: 327-330.

Woolfenden, G., and J. Fitzpatrick. 1984. The Florida Scrub Jay: demography of a Cooperative Breeding Bird. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

Yáber, M. C., and K. N. Rabenold. 2002. Effects of sociality on short-distance, female-biased dispersal in tropical wrens. Journal of Animal Ecology 71: 1042-1055.

Yackel Adam, A. A., S.K. Skagen, and J. A. Savidge. 2006. Modeling post-fledging survival of Lark Buntings in response to ecological and biological factors. Ecology 87:178-188.

ผลของถิ่นอาศัยต่อความหลากหลายของมดพื้นล่างในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์[1] นาวี หนุนอนันต์ และอัมพร พลับพลึง

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, [1] E-mail : suparoek.w@psu.ac.th

---

บทคัดย่อ

อุทยานแห่งชาติเขานัน ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วย ชนิดป่าหลากหลายแบบ ทำให้มีความหลากหลายของพืชและสัตว์สูง มดเป็นแมลงที่มีความสำคัญในระบบนิเวศป่า แต่รายละเอียดการศึกษาความหลากหลายของมดในอุทยานฯ แห่งนี้ ยังมีข้อมูลน้อยมาก วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ คือ ศึกษาผลของถิ่นอาศัยที่มีต่อความหลากหลายของมดบนพื้นดิน โดยเก็บตัวอย่างมดใน 3 พื้นที่ คือ เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่ หน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ และเส้นทางห้วยใหญ่น้ำตกสุนันทา ทำการวางแปลงถาวรขนาด 30x30 เมตร จำนวน 3 แปลง ในแต่ละพื้นที่ศึกษา แต่ละแปลงแบ่งเป็น 3 แนวเส้นสำรวจ ห่างกันประมาณ 500 เมตร

ในการเก็บตัวอย่างมดใช้ 5 วิธี คือ การใช้เหยื่อน้ำหวาน (HB) การใช้ตะแกร่งร่อนซากใบไม้ (LL) การจับด้วยมือ (HC) การวางกับดัก (PT) และ WB (Winkler Bag) โดยทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 2 เดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2549 - มกราคม พ.ศ. 2550 ผลการศึกษาพบมดทั้งสิ้น 245 ชนิด 50 สกุล และ 10 วงศ์ย่อย ได้แก่ วงศ์ย่อย Myrmicinae (109 ชนิด) Formicinae (55 ชนิด) Ponerinae (46 ชนิด) Dolichoderinae (15 ชนิด) Cerapachyinae (4 ชนิด) Pseudomyrmecinae (6 ชนิด) Aenictinae (4 ชนิด) Dorylinae (3 ชนิด) Ectatomminae (2 ชนิด) และ Amblyoponinae (1 ชนิด) สกุลของมดที่พบมากที่สุด คือ *Pheidole* (31 ชนิด) รองลงมา คือ *Camponotus* (20 ชนิด) การใช้วิธีการเก็บตัวอย่างมดในแต่ละวิธีพบว่าสามารถจับมดได้แตกต่างกัน เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติแบบ multivariate analysis ด้วยวิธี Detrended Correspondence Analysis (DCA) พบว่าพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งกลุ่มมดออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มมดที่อาศัยอยู่ที่เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่ และกลุ่มมดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่หน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ

คำสำคัญ : มดพื้นล่าง, อุทยานแห่งชาติเขานัน, จังหวัดนครศรีธรรมราช

บทนำ

อุทยานแห่งชาติเขานันเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขานครศรีธรรมราช มีเนื้อที่ประมาณ 436 ตารางกิโลเมตร มีความหลากหลายของพืชและสัตว์สูง (Wittaya, 2000) โดยเฉพาะมดซึ่งเป็นแมลงอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในระบบนิเวศ แต่ยังไม่มีการศึกษาด้านความหลากหลายของมดในอุทยานฯ แห่งนี้

มดเป็นแมลงในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae มีบทบาทสำคัญในการดำรงไว้ซึ่งความสมดุลตามธรรมชาติในระบบนิเวศ เนื่องจากมดมีบทบาทและหน้าที่ในหลายๆ ด้าน โดยมดส่วนใหญ่มีบทบาทเป็นผู้ล่าหรือกินซากสัตว์ บางชนิดมีการพึ่งพาอาศัยอยู่ร่วมกับพืชและสัตว์อื่น มดสามารถใช้เป็นดัชนีในการประเมินความหลากหลาย หรือตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม (Alonso *et al*., 2000) และนำมาใช้ในการควบคุมประชากรของแมลงศัตรูพืช (Khoo and Chung, 1989; Kritsaneepaiboon and Saiboon, 2000) รวมทั้งช่วยปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของดิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (Maryati, 1996) นอกจากนี้มดยังมีประโยชน์ต่อพืช โดยมีส่วนช่วยในการกระจายเมล็ดพันธุ์และช่วยผสมเกสร ซึ่งมีความสำคัญทางด้านนิเวศวิทยาและวิวัฒนาการ (Bronstein, 1998)

การศึกษาความหลากหลายของมดในบริเวณภูมิภาคต่างๆ ของโลกพบว่าความหลากหลายในด้านของชนิด จำนวน และความชุกชุม มีความแตกต่างกัน โดยจำนวนชนิดของมดจะลดลงตามระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น (Brüehl *et al*., 1999 ; Fisher, 1998 ; Samson *et al.,*1997 ; Ward, 2000) และจำนวน

ชนิดของมดจะเพิ่มขึ้นตามระดับเส้นรุ้งที่ลดลง (Begon, 1996) ขณะที่การศึกษาความหลากหลายของมดที่อาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยและประเภทของป่าที่แตกต่างกัน พบว่าองค์ประกอบของสกุลและชนิดจะมีความแตกต่างกันด้วย (Brüehl *et al*., 1998 ; ศุภฤกษ์และคณะ, 2550; พรนรินทร์และวียวัฒน์, 2547)

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของถิ่นอาศัยที่มีผลต่อความหลากหลายของมดที่อยู่ตามพื้นดิน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำมาจัดการด้านการอนุรักษ์ ตลอดจนเป็นข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบองค์ประกอบของมดในบริเวณใกล้เคียงที่มีการศึกษามาก่อนแล้ว

อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

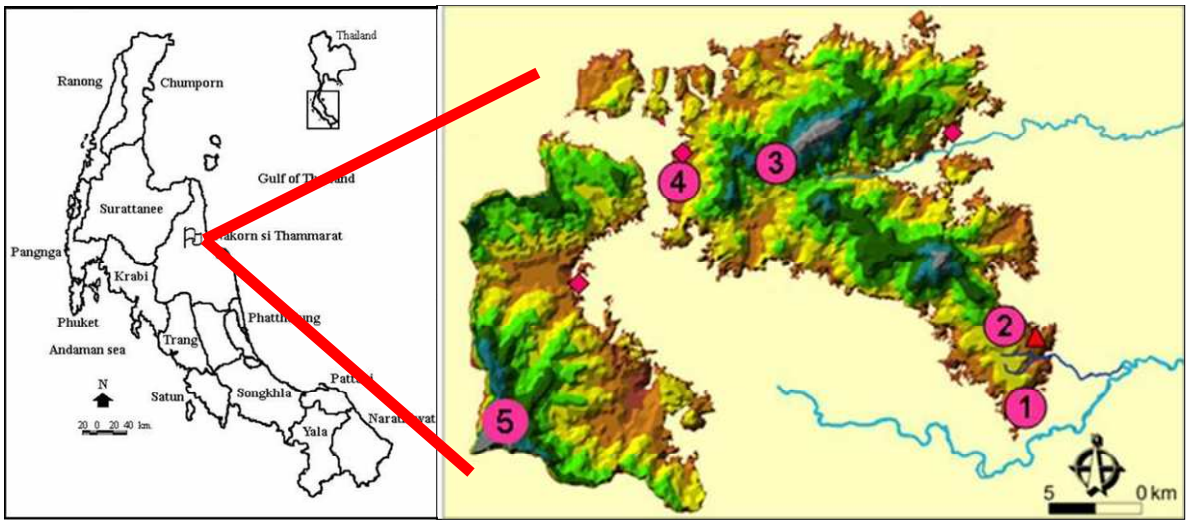
อุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 8 ° 41'N-8° 58'N และลองจิจูดที่ 99°30'E-99°99'E ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 436 ตารางกิโลเมตร ทำการเลือกพื้นที่ศึกษา 3 จุด คือ เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่ หน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ และเส้นทางห้วยใหญ่น้ำตกสุนันทา (ภาพที่ 1)

เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่

เส้นทางผ่านป่าดิบชื้น อยู่ในระดับความสูง 280 - 420 เมตร จากระดับน้ำทะเล และอยู่ระหว่างละติจูดที่ 8 ° 46'N และลองจิจูดที่ 99 ° 47'E โดยพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณภูเขาที่มีความลาดชันสูง มีความหนาแน่นของชั้นดินน้อยทำให้พื้นที่ดังกล่าว มีพรรณไม้ที่แตกต่างจากบริเวณอื่นๆ ของพื้นที่ส่วนใหญ่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขานัน องค์ประกอบของชนิดพรรณไม้ที่พบในบริเวณนี้ ประกอบด้วย ไม้ยืนต้น เช่น เสม็ดชุน *Syzygium gratum* (Wight) S.N.Mitra var, *gratum* ก่อ *Lithocarpus* sp. พญาไม้ *Nageia* sp. มะเมื่อย *Gnetum* sp. จำปาป่า *Magnolia elegans* (Blume) H. Keng ตะเคียนทอง *Hopea odolata* Roxb. ยางมันหมู *Dipterocarpus kerrii* King และค้อ *Livistona speciosa* Kurz เป็นต้น ไม้พุ่มและไม้พื้นล่าง เช่น กุหลาบขาว *Rhododendron moulmeinense* Hook.f. ทิ้งทวด *Vaccinium bracteatum* Thunb. หวาย *Calamus* spp, และไผ่เลื้อย *Dinochloa scandens* (Blume) Kuntze เป็นต้น กล้าไม้ของไม้ยืนต้นและกล้วยไม้ชนิดต่างๆ เช่น *Coelogyne* spp., *Eria* spp., สิงโตก้ามปูแดง *Bulbophyllum patens* King และกลีบขาว *Bromheadia alticola* Ridl. เป็นต้น เฟิร์นชนิดต่างๆ เช่น บัวแฉก *Dipteris conjugate* Reinw. และโชน *Dicranopteris linearis* (Burm.f.) Underw.var.*linearis* เป็นต้น

หน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ

ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 8 ° 51'N และลองจิจูดที่ 99 ° 37'E อยู่ในระดับความสูง 130 - 350 เมตร จากระดับน้ำทะเล มีเนื้อที่ประมาณ 4,000 - 5,000 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่ในแปลงศึกษาเต็มไปด้วยต้นประ *Elateriospermum tapos* Blum ซึ่งขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม องค์ประกอบของชนิดพรรณไม้ที่พบในบริเวณนี้ ประกอบด้วย ไม้ยืนต้น เช่น มะม่วง *Magnifera* sp. และมะไฟป่า วงศ์ Euphobiaceae เป็นต้น ไม้พุ่มและไม้พื้นล่าง เช่น ปลาไหลเผือก *Eurycoma* sp. วงศ์น้อยหน่า Annonaceae ตาเป็ดตาไก่ *Ardisia* sp. หวาย *Calamus*



ภาพที่ 1. แผนที่และที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา 1= เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่, 2= เส้นทางห้วยใหญ่สุนันทา, 3= หน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ

spp. เข็ม *Lasianthus* sp. มะพลับ *Diospyros* sp. เป็นต้น เฟิร์นชนิดต่างๆ เช่น *Tectaria* sp, และ *Nepholepis* sp. เป็นต้น

เส้นทางห้วยใหญ่น้ำตกสุนันทา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ที่พิกัดละติจูดที่ 8 ° 46'N และลองจิจูดที่ 99 ° 48'E ตั้งอยู่ในระดับความสูงประมาณ 140 - 160 เมตร จากน้ำทะเล สภาพโดยทั่วไปเป็นเนินเขาและหุบเขา มีพรรณไม้ที่แตกต่างกันหลายชนิด องค์ประกอบชนิดพรรณไม้ที่เป็นไม้ยืนต้น เช่น ไทร *Ficus* sp. เต่าร้าง *Caryota* sp. มะพลับ *Diospyros* sp. *Syzygium* sp. มะม่วงป่า *Mangifera* sp. และมะไฟป่า วงศ์ Euphobiaceae เป็นต้น ไม้พุ่มและไม้พื้นล่าง เช่น เข็ม *Greenea* sp. และ *Lasianthus* sp. ตาเป็ดตาไก่ *Ardisia* sp. และขิง *Amomum* sp. เป็นต้น เฟิร์นชนิดต่างๆ เช่น เฟิร์นย่านลิเภา *Lygodium* sp. และ *Tanitis* sp. เป็นต้น

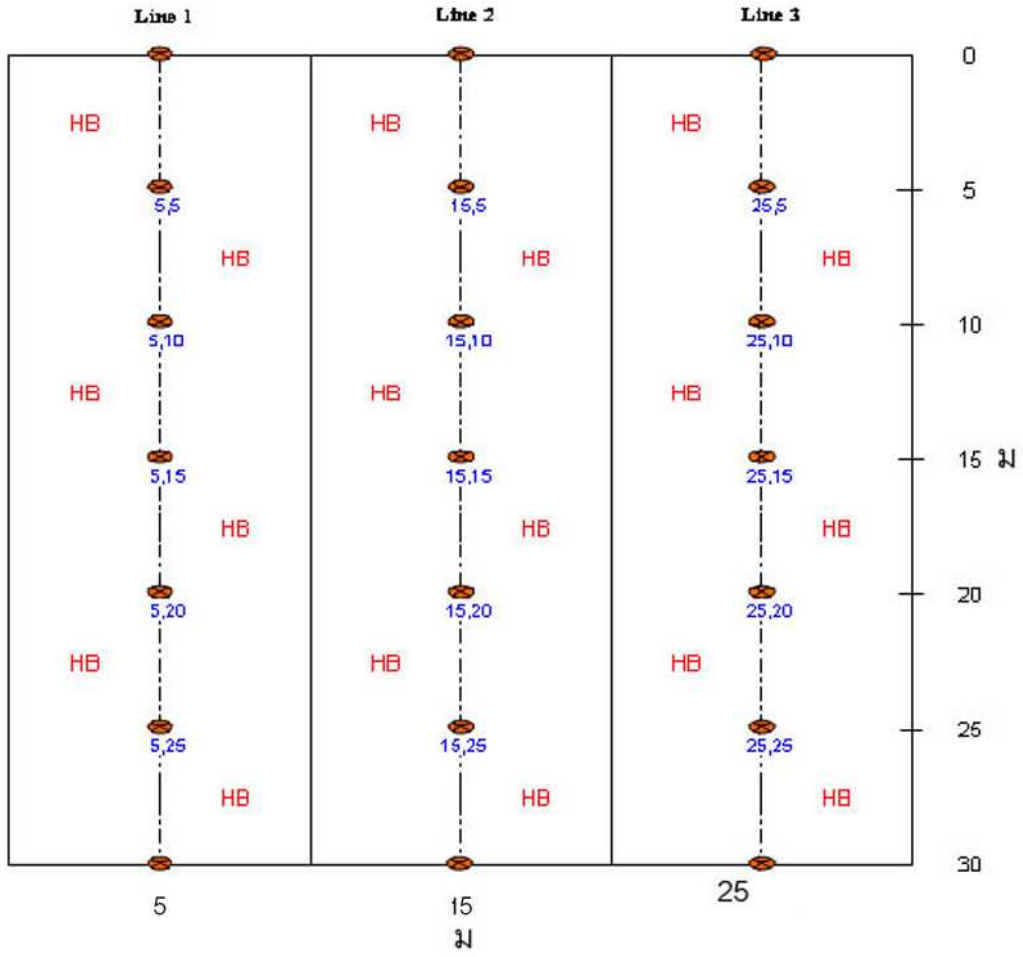
การเก็บตัวอย่าง

ทำการวางแปลงสำรวจแบบถาวรขนาด 30x30 เมตร จำนวน 3 แปลงในแต่ละพื้นที่ ดังนั้น จะมีแปลงสำรวจทั้งสิ้น 9 แปลง โดยแต่ละแปลงอยู่ห่างกันประมาณ 500 เมตร (ภาพที่ 2)

ทำการเก็บตัวอย่างมด 5 วิธี คือ

1. การใช้เหยื่อน้ำหวาน (Honey Bait Traps : HB)

เป็นวิธีใช้จับมดที่กินน้ำหวานเป็นอาหาร โดยใช้สำลีแต่ละแผ่นวางห่างจากฐานแนวริบบิ้นสีส้มที่อยู่ภายในแนวเส้นสำรวจ ประมาณ 2.5 เมตร ระยะห่างระหว่างแผ่นสำลีประมาณ 5 เมตร วางแผ่นสำลีบนพื้นดินทั้ง 3 แนวเส้นสำรวจ แล้ววางสลับด้านซ้าย - ขวา (ภาพที่ 2) นำสำลีขนาด 7.0X5.5 เซนติเมตร วางบนพื้นดินและหลีกเลี่ยงจากแสงแดดในแปลง เทน้ำหวานซึ่งมีความเข้มข้นของน้ำตาลต่อน้ำ (2:1) ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที บันทึกชนิดของมดที่พบอยู่บนแผ่นสำลีและ



ภาพที่ 2. แปลงย่อยขนาด 30x30 ม. และตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง วงกลมสีเทาในกรอบ คือ ริบบิ้นสีส้ม แสดงแนวการวาง PT (Pitfall Traps) และHB)(Honey Bait Trap)

บริเวณนอกแผ่นสำลี พร้อมทั้งเก็บแผ่นสำลี และดินบริเวณใต้แผ่นสำลี เพื่อนำไปตรวจนับจำนวนของมดแต่ละชนิดในห้องปฏิบัติการ ดังนั้น แนวเส้นสำรวจ 1 เส้น เก็บตัวอย่างแผ่นสำลี 6 แผ่น และดินบริเวณใต้แผ่นสำลี 6 ตัวอย่าง หรือ 1 แปลง เก็บตัวอย่างแผ่นสำลี 18 แผ่น และดินบริเวณใต้แผ่นสำลี 18 ตัวอย่าง

2. การใช้กับดักหลุม (Pitfall Traps : PT)

เป็นวิธีใช้จับมดที่กินซากสัตว์ โดยใน 1 เส้นสำรวจ ได้วางหลุมแต่ละหลุมห่างจากแนวริบบิ้นสีส้มประมาณ 250 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างหลุมประมาณ 500 เซนติเมตร แต่ละหลุมวางสลับด้านซ้ายและขวาและสลับกับด้านของการใช้ HB (ภาพที่ 2) ขุดหลุมลึกประมาณ 12 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร แล้ววางแก้วพลาสติกขนาดความยาว 10 เซนติเมตร และปากแก้วมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ลงในหลุม เทส่วนผสมน้ำยาล้างจานและน้ำ (1:3) นำเศษเนื้อปลาทูน่ามาวางไว้บนก้านไม้ที่บริเวณปากแก้ว ใช้แผ่นกระดาษฟิวเจอร์บอร์ดขนาด 15X15 เซนติเมตร และลวดขนาดความยาว 30 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 2 เส้น เจาะรูทั้ง 4 มุม ของกระดาษแล้วยึดติดกับดินในแนวตั้งฉากกันแล้วปิดบริเวณปากแก้ว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 วัน เก็บตัวอย่างมดใส่ในถุงซิป เพื่อนำไปคัดแยกและตรวจนับจำนวนของมดแต่ละชนิดในห้องปฏิบัติการ ดังนั้น แนวเส้นสำรวจ 1 เส้น เก็บตัวอย่างมด 6 ถุง หรือ 1 แปลง เก็บตัวอย่างมดทั้งสิ้น 18 ถุง

3. การจับด้วยมือ (Hand Collection : HC)

เป็นวิธีที่ใช้จับมดที่อาศัยตามต้นไม้ ลำต้น ไม้พุ่ม และไม้ผุ โดยใช้ปากคีบจับมดใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง โดยผู้เก็บตัวอย่าง 1 คน ใช้เวลา 30 นาที ต่อ 1 แนวเส้นสำรวจ ดังนั้น 1 แปลง ต้องเก็บตัวอย่างมด 1 ชั่วโมง 30 นาที

4. การใช้ตะแกรงร่อนซากใบไม้ (Leaf Litter Sifting : LL)

เป็นวิธีใช้จับมดที่อาศัยตามพื้นดิน โดยเก็บซากใบไม้หรือกิ่งไม้ใส่ในตะแกรงร่อนขนาด 0.8x0.8 เซนติเมตร ที่มีถาดรองรับด้านล่าง ใช้ปากคีบจับมดใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง โดยผู้เก็บตัวอย่าง 1 คน ใช้เวลา 30 นาที ต่อ 1 แนวเส้นสำรวจ ดังนั้น 1 แปลง เก็บตัวอย่างมด 1 ชั่วโมง 30 นาที

5. วิธีการใช้แบบ Winkler Bag (WB)

เป็นวิธีใช้จับมดที่อาศัยตามพื้นดิน โดยทำการสุ่มวางควอทเดรต (quadrat) ขนาด 1X1 เมตร แต่ละแนวเส้นสำรวจสุ่มเก็บซากใบไม้และซากผุพังจากผิวดิน 3 จุด ใส่ในถุงซิปแล้วปิดปากถุงให้สนิท นำไปในห้องปฏิบัติการเพื่อใส่ซากใบไม้ลงในอุปกรณ์แขวน WB ด้วยวิธี ดังนี้ นำซากใบไม้ใส่ในถุงตาข่าย 2 ถุง ขนาด 27X36 เซนติเมตร มีรูตาข่ายขนาด 4X4 มิลลิเมตร แล้วใส่ในถุง WB ซึ่งภายในถุงมีตะขอเกี่ยวสำหรับถุงตาข่าย 2 ถุง และมีลวดเหล็กที่ขนานกัน 2 อัน ขนาด 16X27 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างกัน 41 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำขวด ethyl alcohol 80 เปอร์เซ็นต์ ใส่บริเวณด้านล่างของถุง WB แล้วผูกยางวงให้แน่น ส่วนด้านบนของถุง WB ผูกเชือกให้แน่น นำไปแขวนไว้ประมาณ 2 วัน แล้วเอาลงใส่ขวดตัวอย่าง ดังนั้น 1 แปลง เก็บตัวอย่างมด 9 ขวด จากซากใบไม้และซากผุพัง 9 จุด

นำตัวอย่างมดที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง แยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเก็บไว้ใน ethyl alcohol 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่สองจัดรูปร่างให้ได้มาตรฐาน เพื่อนำไปศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานโดยจำแนกตาม Bolton (1994, 1995, 2003) และ Hölldobler and Wilson, 1990 และเปรียบเทียบตัวอย่างมดในคลังตัวอย่างของพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา 50 พรรษา สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ multivariate analysis ด้วยวิธีการ Detrended Correspondence analysis (DCA) เพื่อดูผลของพื้นที่การศึกษา ที่มีผลต่อจำนวนชนิดมดในการจัดแบ่งกลุ่ม ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ PCORD เวอร์ชั่น 3.20 และข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นั้น ใช้เฉพาะความถี่ของมดที่พบไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง จากการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง ในทุกพื้นที่การศึกษา ซึ่งมีจำนวน 119 ชนิด

ผลการศึกษา

ความหลากหลายของมด

การศึกษาความหลากหลายของมดในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีต่างๆ 5 วิธี ใน 3 พื้นที่ศึกษา พบมดทั้งสิ้น 10 วงศ์ย่อย 50 สกุล 245 ชนิด วงศ์ย่อยของมดที่พบ ได้แก่ Myrmicinae 109 ชนิด Formicinae 55 ชนิด Ponerinae 46 ชนิด Dolichoderinae 15 ชนิด Pseudomyrmecinae 6 ชนิด Cerapachyinae 4 ชนิด Aenictinae 4 ชนิด Dorylinae 3 ชนิด Ectatomminae 2 ชนิด และ Amblyoponinae 1 ชนิด (ตารางที่ 1) องค์ประกอบของมดระดับสกุลพบมดทั้งหมด 50 สกุล พบมดในสกุล *Pheidole* มากที่สุด 31 ชนิด (12.65 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ *Camponotus* 20 ชนิด (8.16 เปอร์เซ็นต์) ตามด้วย *Tetramorium*, *Polyrhachis, Pachycondyla* และ *Crematogaster* 16 ชนิด (6.53 เปอร์เซ็นต์) 15 ชนิด (6.12 เปอร์เซ็นต์) 15 ชนิด (6.12 เปอร์เซ็นต์) และ 14 ชนิด (5.71 เปอร์เซ็นต์) ชนิดตามลำดับ (ตารางที่ 2)

พื้นที่ศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบผลของพื้นที่ศึกษาใน 3 พื้นที่ (เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่ หน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ และเส้นทางห้วยใหญ่น้ำตกสุนันทา) วิธีการเก็บตัวอย่าง 5 วิธี (HB, PT, HC, LL และ WB) กับชนิดของมด ซึ่งมีค่า eigenvalue ของ Axis 1 และ Axis 2 เท่ากับ 0.533 และ 0.336 ตามลำดับ พบว่าพื้นที่ศึกษาสามารถจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่ม คือ พื้นที่เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่ และพื้นที่หน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ สำหรับพื้นที่ห้วยใหญ่น้ำตกสุนันทาไม่สามารถแบ่งกลุ่มได้อย่างเด็ดขาด (ภาพที่ 3)

วิจารณ์ผลการศึกษา

องค์ประกอบของมดและความหลากหลาย

การศึกษาความหลากหลายของมดในอุทยานแห่งชาติเขานัน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2549 – มกราคม พ.ศ. 2550 พบมดทั้งหมด 10 วงศ์ย่อย 50 สกุล 245 ชนิด การศึกษาครั้งนี้มีความหลากชนิดของมดแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่นๆ ในบริเวณป่าดิบชื้นของภาคใต้ เช่น ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา การศึกษาของ Watanasit *et al.* (2000) ด้วยวิธีใช้กับดัก (PT) พบมดแค่ 59 ชนิด ส่วนปีต่อมา Watanasit *et al.* (2005b) เก็บมดบนเรือนยอด พบชนิดมด 118 ชนิด จะเห็นได้ว่าในการศึกษามีความแตกต่างของวิธีการเก็บตัวอย่าง และถิ่นอาศัยของมด การศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างมดที่อาศัยอยู่ตามบริเวณพื้นล่าง และมีวิธีการเก็บตัวอย่างหลากหลายวิธี จึงไม่แปลกที่ทำให้ชนิดของมดแตกต่างกันไป ซึ่งการศึกษาของ Noon-anant *et al.* (2005) ได้ศึกษาความหลากหลายของมดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่าง 4 วิธี ได้แก่ HC HB LL และ SS (soil sampling) พบจำนวนชนิดมดที่ใกล้เคียงกันกับการศึกษาในครั้งนี้ คือ 255 ชนิด

ลักษณะของพรรณพืชที่เป็นองค์ประกอบของป่าเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ความหลากชนิดแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าพืชส่วนใหญ่เป็นพวก จำปาป่า *Magnolia elegans* เสม็ดชุน *Syzygium gratum* ตะเคียนทอง *Hopea odorata* ค้อ *Livistona speciosa* ยางมันหมู *Dipterocarpus kerrii* และต้นประ *Elateriospermum tapos* ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของสุระชัย (2547) Watanasit *et al*. (2000) และ Watanasit *et al*. (2005b) ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ซึ่งเป็นพรรณไม้ชนิดตาเสือ *Chisocheton macrophyllus* แดงน้ำ *Pometia pinnata* และมะเดื่อหลวง *Ficus oligodon* จึงทำให้ความหลากหลายของชนิดมดแตกต่างกันได้

กล่าวโดยสรุปองค์ประกอบและความหลากหลายของมดขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น วิธีการเก็บตัวอย่าง ถิ่นอาศัย และลักษณะของพรรณไม้

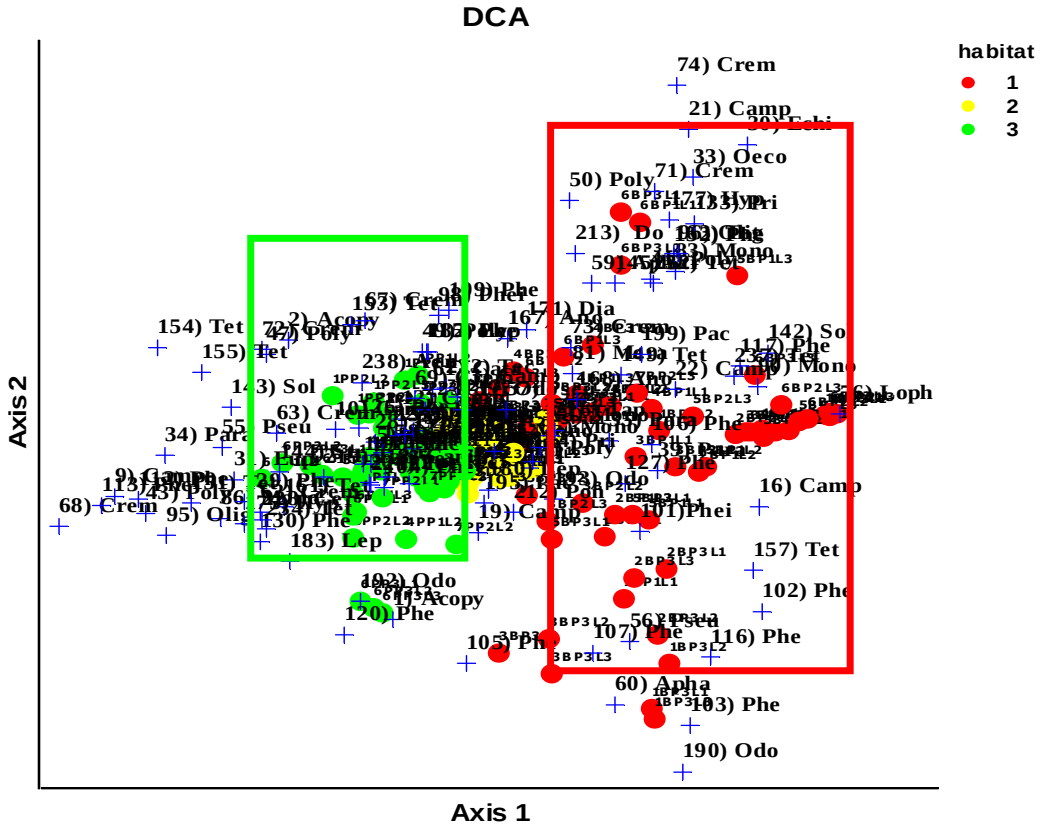
นอกจากนั้นการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าวงศ์ย่อย Myrmicinae มีจำนวนชนิดมดมากที่สุด เนื่องจากมดในวงศ์ย่อยนี้พบจำนวนชนิดมากที่สุดในโลก คือ ประมาณ 6,700 ชนิด ไม่ว่าจะเป็นป่าธรรมชาติหรือพื้นที่ที่ถูกรบกวนก็จะพบมดในวงศ์ย่อยนี้มาก (Shattuck, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Brüehl *et al.* (1999), Watanasit *et al*. (2000,2003,2005a, 2007), Yamane (1997), Noon-anant *et al*. (2005) และศุภฤกษ์ และคณะ (2550) ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามดวงศ์ย่อย Myrmicinae มีจำนวนชนิดมดมากที่สุดเช่นกัน

ตารางที่ 1. สัดส่วนของสกุลและชนิดของมดในระดับวงศ์ย่อย ของพื้นที่ศึกษา เส้นทางห้วยใหญ่สุนันทา เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่ และหน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ ณ อุทยานแห่งชาติเขานัน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2549 - มกราคม พ.ศ. 2550

วงศ์ย่อย	สุนันทา		บัวแฉก		ป่าประ		จำนวนสกุลรวม (%)	จำนวนชนิดรวม (%)
	จำนวน		จำนวน		จำนวน			
	สกุล	ชนิด	สกุล	ชนิด	สกุล	ชนิด		
Formicinae	9	34	9	37	9	36	9 (18%)	55 (22.45%)
Myrmicinae	18	80	13	68	18	78	20 (40%)	109 (44.49%)
Ponerinae	10	30	9	29	9	26	11 (22%)	46 (18.78%)
Dolichoderinae	4	12	4	12	3	9	4 (8%)	15 (6.12%)
Cerapachyinae	1	3	1	1	1	3	1 (2%)	4 (1.63%)
Pseudomyrmecinae	1	4	1	5	1	3	1 (2%)	6 (2.45%)
Aenictinae	1	3	1	3	1	3	1 (2%)	4 (1.63%)
Amblyoponinae	0	0	1	1	0	0	1 (2%)	1 (0.41%)
Ectatomminae	1	1	1	1	1	2	1 (2%)	2 (0.82%)
Dorylinae	1	2	1	2	1	3	1 (2%)	3 (1.21%)
รวม	46	169	41	159	44	163	50 (100%)	245 (100%)

ตารางที่ 2. สกุลและชนิดของมดที่พบในอุทยานแห่งชาติเขานัน จากวิธีการเก็บตัวอย่างรวม 5 วิธี ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แหล่ง ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2549 - มกราคม พ.ศ. 2550

สกุล	จำนวนชนิด	%	สกุล	จำนวนชนิด	%
1) *Acropyga*	4	1.63	26) *Strumigenys*	5	2.04
2) *Anoplolepis*	1	0.41	27) *Tetheamyrma*	1	0.41
3) *Camponotus*	20	8.16	28) *Tetramorium*	16	6.53
4) *Echinopla*	3	1.22	29) *Vollenhovia*	2	0.82
5) *Euprenolepis*	2	0.82	30) *Anochetus*	4	1.63
6) *Oecophylla*	1	0.41	31) *Diacamma*	3	1.22
7) *Paratrechina*	6	2.45	32) *Emeryopone*	1	0.41
8) *Polyrhachis*	15	6.12	33) *Hypoponera*	5	2.04
9) *Pseudolasius*	3	1.22	34) *Leptogenys*	8	3.27
10) *Acanthomyrmex*	1	0.41	35) *Harpegnathos*	1	0.41
11) *Aphaenogaster*	2	0.82	36) *Odontomachus*	3	1.22
12) *Cataulacus*	1	0.41	37) *Odontoponera*	3	1.22
13) *Crematogaster*	14	5.71	38) *Pachycondyla*	15	6.12
14) *Lophomyrmex*	4	1.63	39) *Platythyrea*	1	0.41
15) *Meranoplus*	2	0.82	40) *Ponera*	2	0.82
16) *Monomorium*	9	3.67	41) *Dolichoderus*	2	0.82
17) *Myrmecina*	3	1.22	42) *Philidris*	1	0.41
18) *Oligomyrmex*	3	1.22	43) *Tapinoma*	4	1.63
19) *Pheidole*	31	12.65	44) *Technomyrmex*	8	3.26
20) *Pheidologeton*	4	1.63	45) *Cerapachys*	4	1.63
21) *Pristomyrmex*	4	1.63	46) *Tetraponera*	6	2.45
22) *Pyramica*	2	0.82	47) *Aenictus*	4	1.63
23) *Recurvidris*	1	0.41	48) *Mystrium*	1	0.41
24) *Rhoptromyrmex*	1	0.41	49) *Gnamptogenys*	2	0.82
25) *Solenopsis*	3	1.22	50) *Dorylus*	3	1.22



ภาพที่ 3 DCA ordination ของมด 119 ชนิด จากพื้นที่ศึกษา 3 แห่ง คือ เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่ (วงกลมในกรอบใหญ่) ห้วยใหญ่น้ำตกสุนันทา (วงกลมที่อยู่ตรงกลางระหว่างกรอบเล็กและกรอใหญ่) และหน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ (วงกลมในกรอบเล็ก) ระหว่างเดือนมกราคม 2549-มกราคม 2550

ในระดับสกุลพบว่าสกุล *Pheidole* มีสัดส่วนของชนิดมดมากที่สุด คือ 31 ชนิด (12.65 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 2) เนื่องจากมดในสกุล *Pheidole* มีความหลากหลายในด้านของชนิด และจำนวนตัวในแต่ละรัง โดยสามารถพบได้บริเวณพื้นป่า ในดิน และขอนไม้ผุ (Brown, 2000; Eguchi, 2001) ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Brüehl *et al.* (1999), Wiwatwitaya and Rojanvongse (1999) และ Noon-anant *et al.*(2005) ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามดในสกุล *Pheidole* มีสัดส่วนของชนิดมดมากที่สุดเช่นกัน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับสกุลของมดที่พบทั่วโลก พบว่ามดในสกุล *Pheidole* มีสัดส่วนของชนิด คือ 910 ชนิด รองลงมาจากสกุล *Camponotus* (935 ชนิด) ที่มีสัดส่วนของชนิดมดมากที่สุดในโลก (Brown, 2000) เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษามดบนเรือนยอด แต่ศึกษามดบนพื้นล่าง ซึ่งมดในสกุล *Camponotus* จะพบมากบนเรือนยอด (Brüehl *et al.*, 1999; Yamane, 1997) ทำให้พบสัดส่วนของชนิดมดในสกุล *Camponotus* น้อยกว่าสกุล *Pheidole*

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาทั้ง 3 บริเวณ ได้แก่ เส้นทางห้วยใหญ่น้ำตกสุนันทา เส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่ และหน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประ มีชนิดของมด 169 ชนิด 159 ชนิด และ 163 ชนิด ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันในด้านความหลากหลาย เมื่อนำมด 119 ชนิด จากจำนวนมดทั้งหมด 245 ชนิด ที่พบเกิน 4/7 ครั้ง ของการเก็บตัวอย่าง มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ DCA สามารถจัดแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มมดที่พบในพื้นที่ของเส้นทางธรรมชาติบัวแฉกใหญ่ ต่างจากกลุ่มมดที่พบในพื้นที่หน่วยพิทักษ์ห้วยเลขประป่า (ภาพที่ 3) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษามีผลต่อชนิดของมด ทั้งนี้

เนื่องจากชนิดของพรรณไม้ กล่าวคือ ที่บัวแฉกมีไม้เด่นหลายชนิด เช่น จำปาป่า *Magnolia elegans* เสม็ดชุน *Syzygium gratum* ตะเคียนทอง *Hopea odorata* ค้อ *Livistona speciosa* ยางมันหมู *Dipterocarpus kerrii* แต่ที่หน่วยพิทักษ์ห้วยเลขป่าประมีต้นประ *Elateriospermum tapos* เป็นไม้เด่น และต้นประเป็นพวกผลัดใบในช่วงระยะสั้นของทุกปี ก่อนที่จะแตกใบใหม่ อาจเป็นไปได้ที่กลุ่มมดบริเวณป่าประปรับตัวเข้ากับชนิดของพืชได้ ตัวอย่างเช่น จากการศึกษาของพรนรินทร์และวียะวัฒน์ (2547) พบว่ามดชนิด *Euprenolepis procera, Paratrechina opaca , Leptogenys myops* สำรวจพบในป่าดิบแล้งป่าเบญจพรรณ และมดชนิด *Polyrhachis furcata, Polyrhachis (Myrma) hopla, Monomorium sechellenise, Pheidologeton pygmaeus, Pheidolegeton silenus* พบในป่าดิบแล้ง ซึ่งมดเหล่านี้พบได้ในป่าประของการศึกษาครั้งนี้เช่นกัน ซึ่งลักษณะที่เด่นของป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ คือต้องผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้น เป็นไปได้ที่ลักษณะของพรรณไม้มีผลต่อชนิดของมด ส่งผลให้มีชนิดของมดที่คล้ายคลึงกันได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_348007 ขอบคุณ คุณอนันต์ เจริญสุข หัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขานัน และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในด้านที่พักและออกเก็บตัวอย่าง ขอบใจ นายเจริญศักดิ์ แซ่ไว่ นักศึกษาบัณฑิตศึกษา สาขาพฤษศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ช่วยในการวิเคราะห์หาชนิดพืชในแปลงศึกษา

เอกสารอ้างอิง

พรนรินทร์ คุ้มทอง และวิยะวัฒน์ ใจตรง. 2547. ความหลากหลายของมดบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ด้านทิศตะวันตก. กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 157 หน้า.

ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์, อธิราช หนูสีดำ และธัญลักษณ์ ตะโกดี. 2550. ความหลากหลายของมดบนร่มไม้ในพื้นที่อนุรักษ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 29(2): 307-320.

สุระชัย ทองเจิม. 2547. “ชนิดและความชุกชุมของมด บริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Alonso, L.E., Kaspari, M. and Agosti, D. 2000. Ants as indicator of diversity and using ants to monitor environmental change. In: D. Agosti, L.E. Alonso, J.D. Majer and T.R. Schultz (eds.). *Ant: Standard Method for Measuring and Monitoring Biodiversity*, Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 80-98.

Begon, M. 1996. *Ecology: Individuals Populations and Communities*. 3rd ed. Blackwell Scientific Publications, Massachusetts, pp. 831-832.

Bolton, B. 1994. *Identification guide to the ant genera of the world*. Harvard University Press, London, 222 pp.

Bolton, B. 1995. *A New General Catalogue of the Ants of the World*. Harvard University Press, Massachusetts, 504 pp.

Bolton, B. 2003. *Synopsis and Classification of Formicidae*. The American Entomological Institue, Gainesvill, Florida. 370 pp.

Bronstein, J. L. 1998. The contribution of ant-plant protection studies to our understanding of mutualism. *Biotropica* 30 (2): 150-161.

Brown, W. L. Jr. 2000. Ants as indicator of diversity and using ants to monitor environmental change. In D. Agosti, L.E. Alonso, J.D. Majer and T.R. Schultz (eds.). *Ant: Standard Method for Measuring and Monitoring Biodiversity*, Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 45-79.

Brüehl, C. A. , Gunsalam, G. and Linsenmair, K.E. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera: Formicidae) in primary rain forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology*. 14(2): 285-297.

Brüehl, C. A. , Maryati, M. and Linsenmair, K.E. 1999. Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*. 15(3): 265-277.

Eguchi, K. 2001. A revision of the Bornean species of the ant genus *Pheidole* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Tropics*. Monograph Series No.2: 1-15.

Fisher, B.L. 1998. Ant diversity patterns along an elevational gradient in the Reserve Speciale d'Anjanaharibe-Sud and on the Western Masoala Peninsula, Madagascar. *Fieldiana-Zoology*. No.90: 39.

Hölldobler , B. and Wilson, E.O. 1990. *Ants*. Springer-Verlag, Berlin, 732 pp.

Khoo, K. C. and Chung, G. 1989. Use of black cocoa ant to control mirid damage in cocoa. *The Planter*, Kuala Lumpur, 65: 370-383.

Kritsaneepaibon, S. and Saiboon, S. 2000. Ant species (Hymenoptera: Formicidae) in longkong (Meliaceae: *Aglaia dookkoo* Griff.) plantation. *Songkhlanakarin J.Sci.Tech*. 22(3): 393-396.

Maryati, M. 1996. A review of research on ants in Malaysia. In: Turner, I.M., Diong, C.H., Lim, S.S.L. and Ng, P.K.L. (eds.). *Biodiversity and the dynamics of ecosystems.* DIWPA Series Vol. 1: 373-383.

Noon-anant, N., Watanasit, S. and Wiwatwitaya, D. 2005. Species diversity and abundance of ants in lowland tropical rain forest of Bala forest, Narathiwat province, Southern Peninsular Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.*, 53(2): 203-213.

Samson, D.A. , Rickart, E.A. and Gonzales, P.C. 1997. Ant diversity and abundance along an elevational gradient in the Philippines. *Biotropica.* 29(3): 349-363.

Shattuck, S.O. 1999. *Australian Ants*. CSIRO Publishing, Collingwood, 226 pp.

Ward, P. S. 2000. Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. In: D. Agosti, L.E. Alonso, J.D. Majer, and T.R. Schultz (eds.). *Ant: Standard Method for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington: pp. 99-121.

Watanasit, S., Noon-anant, N. and Binnima, N. 2005a. Preliminary survey of ants at reserve area of Prince of Songkla University, Songkhla Province, Southern Thailand. *Songklanakarin J. Sci. Technol*., 27: 39-46.

Watanasit, S., Phophuntin, C. and Permkam, S. 2000. Diversity of Ants (Hymenoptera: Formicidae) from Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla, Thailand. *ScienceAsia*. 26: 187-194.

Watanasit, S., Saewai, J. and Phlapplueng, A. 2007. Ants of the Klong U-Tapao Basin, Southern Thailand. *Asian Myrmecology*, 1: 69-79.

Watanasit, S., Sonthichai, S. and Noon-anant, N. 2003. Preliminary survey of ants at Tarutao National Park. Southern Thailand. *Songklanakarin J. Sci. Technol*. 25: 115-122.

Watanasit, S., Tongjerm, S. and Wiwatwitaya, D. 2005b. Composition of canopy ants (Hymenoptera: Formicidae) at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla Province, Thailand. *Songklanakarin J. Sci. Technol*., 27(suppl. 3): 665-673.

Wittaya, P. 2000. *Khao Nan National Park*: *Guide book National Park in Thailand*. Tanbaokeal Press, 190 pp.

Wiwatwitaya, D. and Rojanavongse, V. 1999. Diversity of ants at Khao Yai National Park. In: V. Baimai and R.Tantalakha (eds.). *Research Report on Biodiversity in Thailand*. Biodiversity Research and Training Program, Work Press Printing, pp.346-350.

Yamane, S. 1997. A list of Bornean ants. In: Inoue, T. and Hamid, A.(eds.). *General flowing of tropical rainforests in Sarawak*. Center for Ecological Research, Kyoto University, pp.104-111.

Research Projects at Khao Nan National Park Related to Climate Change

Mullica Jaroensutasinee[1] and Krisanadej Jaroensutasinee

Center of Excellence for Ecoinformatics and School of Science Walailak University, [1]E-mail : jmullica@gmail.com

---

Abstract

Research projects that related to climate change at Khao Nan national park, Nakhon Si Thammmarat province were composed of two main projects: Parah phenology and diversity of macromoth species. Leaf and flower phenology was studied in individuals of Parah, *Elateriospermum tapos*, a canopy species, at Khao Nan National Park. Bud burst occurred from 13th February to 24th March with a bud burst duration of 40 days. The number of bud bursts was 2.25 ± 2.97 branches /day. The maximum bud burst/day occurred on 1st March 2007 with a total of 17 branches. Flower burst occurred from 15th February to 30th March with a flower burst duration of 44 days. The number of flower bursts was 2.05 ± 2.81 branches/day. The maximum flower burst/day occurred on 8th March 2007 with a total of 12 branches. And on 2008 year bud burst and flower burst occurred at the same time. Bud burst and flower bursts occurred from 2nd January to 31st March with a bud burst duration of 90 days. The mean ±SD of the number of bud bursts and flower bursts was 1 branch/day. The maximum bud burst and flower burst/day occurred on 4st March 2008 with a total of 12 branches. In 2007, bud burst and flowering occurred during the dry season which had no rainfall, a low percent relative humidity, and greater differences between max and min temperature. However, in 2008, there were no strong associations between Parah phenology and climatic factors due to some rains ocurring in January and February 2008.

A survey of the macro-moth diversity was done at Khao Nan National Park from January to December 2007. Forty two species within nine families of macro moths were found including Eupterotidae, Cossidae, Cyclidiidae, Geometridae, Lasiocampidae, Noctuidae, Saturniidae, Sphingidae, Saturniidae and Uraniidae. A protected species, *Actias maenas* was observed during the trapping period. The diversity of macro moths at the headquarters was higher than at Hui Lek ranger station. The highest macro-moth number was caught in August when rainfall and relative humidity were low.

Key word: Parah, Macromoth, Climate Change, Khao Nan National Park

Introduction

Parah (*Elateriospermum tapos*, Euphorbiaceae) is the only plant species in a monotypic genus. It is native to Thailand, Malaysia, and Sumatra Island. They have been found at Jengka national forest in Malaysia (Osada et al., 2003), and Belalong forest in Brunei (Cranbrook and Edwards, 1994). Leaf phenology has been studied in individuals of this canopy species at various ontogenetic stages, in a Malaysian rain forest (Osada et al., 2002). The timing of leaf emergence was not synchronized among sapling individuals, and was not correlated with any meteorological factors of the preceding month. The leaf production rate was greater under higher light, but the leaf fall rate was not related to the light regime of the saplings. Thus, leaf production was enhanced by the light availability for each individual. Non-synchronous leaf production appears to be important for sapling growth, allowing saplings to occupy better-lit space quickly. This work aims at studying the phenology of the Parah tree (*Elateriospermum tapos*) and how climate might affect bud burst and flower bloom period.

Macro-moths offer good opportunities for studies on population and community ecology (Pollard 1991). Many species are strictly seasonal, preferring only a particular set of habitats. In spite of this, macro-moths have been generally neglected by community ecologists and there are very few studies available on their community structures, population dynamics and the ecoclimatic factors which affect them. Being good indicators of climatic conditions as well as seasonal and ecological changes, they can serve in formulating strategies for conservation. However, they have largely been ignored by conservation biologists and policy-makers as well. It is hence encouraging that macro-moths are now being included in biodiversity studies and biodiversity conservation prioritization

programmes (Gadgil, 1996). The present study was started with a view to examine the dynamics of macro-moth population across seasons and habitats. This study intended to reveal the seasonal patterns in macro-moth populations.

Methods

Parah Study

We installed a Davis weather station model wireless Vantage Pro II plus at the Parah park ranger station (latitude 8.86543 °N and longitude 99.62230 °E) (Figure 1) since 21st November 2006. This weather station collected data on the amount of rainfall, max/min temperature, relative humidity, solar radiation, UV, wind speed and wind direction. For the phenology study, we selected 30 Parah trees at the Parah park ranger station. We marked these 30 Parah trees by placing an individual tag on each tree (Figure 1). We measured the following for each tree's the diameter at base (DAB), the diameter at breast height (i.e. 130 cm) (DBH), and tree height. We classified the canopy shape into three categories: top of canopy, middle, and on the canopy base. We visited Parah trees once every two weeks and recorded the time that first buds and the first flowerbuds appeared at the top, the middle and the base of the branches.

Macromoth study

This study was conducted at Khao Nan National Park in Peninsular Thailand. The geographical characteristic of Khao Nan is a high mountainous range running in a North-South direction which is a part of Nakhon Si Thammarat mountain range. The forest at Khao Nan is tropical mountain forest which is an important watershed source of Nakhon Si Thammarat. The area of Khao Nan is 406 km^2. The highest peak is Khao Yai which is 1,438 m above sea level and it is a part of Nakhon Si Thammarat mountain range. We collected climatic data at Hui Lek Ranger Station, Khao Nan from January - December 2007 which was 50 m away from the trapping site. A Davies weather station model Pro II Plus was used to collect mean, maximum and minimum air temperature, percent relative humidity and the amount of rainfall.

Trapping was carried out in a clearing at Khao Nan National Park. We set an 18 watt the black light trap against a white cloth sheet from 6.00 pm to 6.00 am daily from January 2007 to December 2007 at Khao Nan Headquarters (HQ) (UTM X: 0979723, Y: 0568732, elevation 120 m

(a) (b)

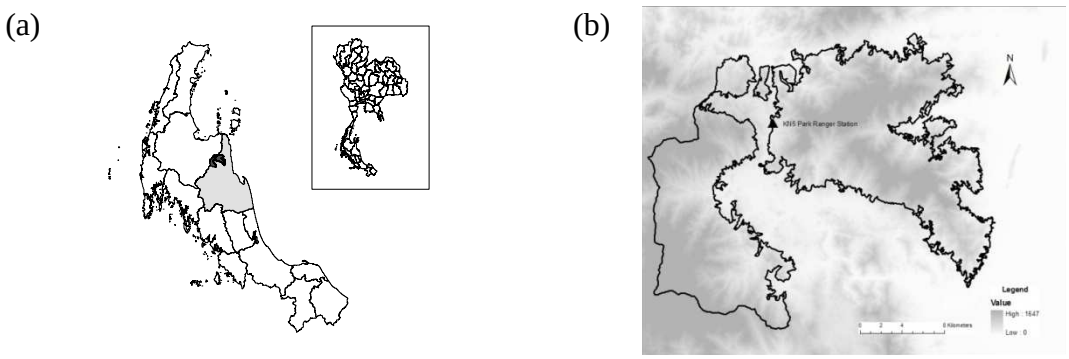


Figure 1. Khao Nan National Park (a) location on the map and (b) the study site

above sea level) and Hui Lek park ranger station (UTM X: 0979723, Y: 0568732, elevation 80 m above sea level), Khao Nan National park (Figure 1). All macro-moths of wing size more than 4 cm when spread were observed, collected and counted twice during the trapping periods at 10.00 pm and 6.00 am and sent to the Forest Entomology and Microbiology group in Bangkok for identification. The moths were set and identified by using the Identification Guide for Regulated Insects and Moths of Thailand (e.g. Holloway,

1987; Pinratana and Lumpe, 1990; Hutacharern et al., 2001). These data were uploaded to the Network Biodiversity Database System (NBIDS-BRT) website under the Khao Nan Cloud Forest Initiative project (Baimai and Thatalayka, 2007). Abundance (Choldumrongkul et al., 2007), and species composition Venn Diagrams were analyzed. The relative abundance (individuals/spot sample) was calculated as: R_0 = total number of individuals/ (total surveying days x 2).

Results and Discussion

Parah study

Parah trees had a mean ±SD DAB of 72.21 ± 29.18 cm, DBH of 43.92 ± 14.68 cm, and tree height of 31.03 ± 9.41 m. During 2007, bud burst occurred from 13th February to 24th March with a bud burst duration of 40 days. The mean ±SD number of bud bursts at this Parah forest was 2.25 ± 2.97 branches/day. The maximum bud burst/day occurred on 1st March 2007 with a total of 17 branches. Flower burst occurred from 15th February to 30th March with a flower burst duration of 44 days. The mean ±SD number of flower bursts at Parah forest was 2.05 ± 2.81 branches/day. The maximum flower burst/day occurred on 8th March 2007 with a total of 12 branches. This indicates that bud burst occurred 1 week prior to flower burst. There was a two days time lag between bud burst and flower burst in Parah trees at Parah park ranger station, Khao Nan National Park. During 2008, bud burst and flower burst occurred at the same time. Bud burst and flower burst occurred from 2nd January to 31st March with bud burst duration of 90 days. The mean ±SD number of bud bursts and flower bursts at the Parah forest was 1 branch/day. The maximum bud burst and flower burst/day occurred on 4st March 2008 with a total of 12 branches. The phenology of Parah during 2008 took longer than during 2007. This might be the effect from climate differences.

The means ±SD of climatic factors at the Parah forest during bud burst and flower burst occurred from January 2007 to March 2007 were 23.51 ± 3.47 °C with the relative humidity of 89.23 ± 13.05 %, and the monthly rainfall of 271.33 mm, and from January 2008 to March 2008 were 23.48 ± 9.34 °C with the relative humidity of 90.43 ± 9.34 %, and the monthly rainfall of 295.05 mm. From previous study we know that when bud burst occurred, there was almost no rainfall during that time.

This may suggest that Parah trees require a drought period as an indicative cue for bud burst. Drought stress signals for leaf fall, bud burst, and flower burst have been shown in many crop species (Rao et al., 1999). Our study found that during bud burst and flower burst in 2007 year there was a clear drought period, the amount of monthly rainfall being 2.75 mm in February. However, in 2008, there were no strong associations between Parah phenology and climatic factors due to some rain occurring in January and February 2008. The amount of monthly rainfall was 74.86 mm in February 2008 (Table 1).

Our study observed only mature Parah trees and found that tall trees showed a clear synchronous bud burst and flower burst pattern in March-April. Osada et al. (2002) also found similar pattern in leaf fall with tall Parah trees showing a clear synchronous leaf-fall pattern with an annual cycle. Our results support Osada et al. (2002)'s findings that mature trees produced flowers simultaneously with new leaves, after shedding their leaves. This suggests that the need to synchronize flowering might be the primary determinant of leaf production phenology in mature individuals.

Macromoth study

Forty two species within nine families of macro moths were found including Eupterotidae, Cossidae, Cyclidiidae, Geometridae, Lasiocampidae, Noctuidae, Saturniidae, Sphingidae and Saturniidae (Table 1). The protected species, *Actias maenas* was observed during the trapping period. The highest number of macro-moths was caught in June at Headquarters but the highest number of macro-moths was caught in October and December at Hui Lek Ranger Station (Figure 3a,b). There were some geographic variations in the number of moth species found at these two locations. The number of macro-moths seem to not have some association with the amount of rainfall (Figure 3c). The diversity of macro moths at the headquarters was higher than at Hui Lek ranger station (Figure 4). This could be due to the fact that the vegetation at Headquarters is less dense than at Hui Lek ranger station. Macro-moths could see the light from the light trap easier. In other words, light traps at Headquarters could trap more macro-moths from further distance.

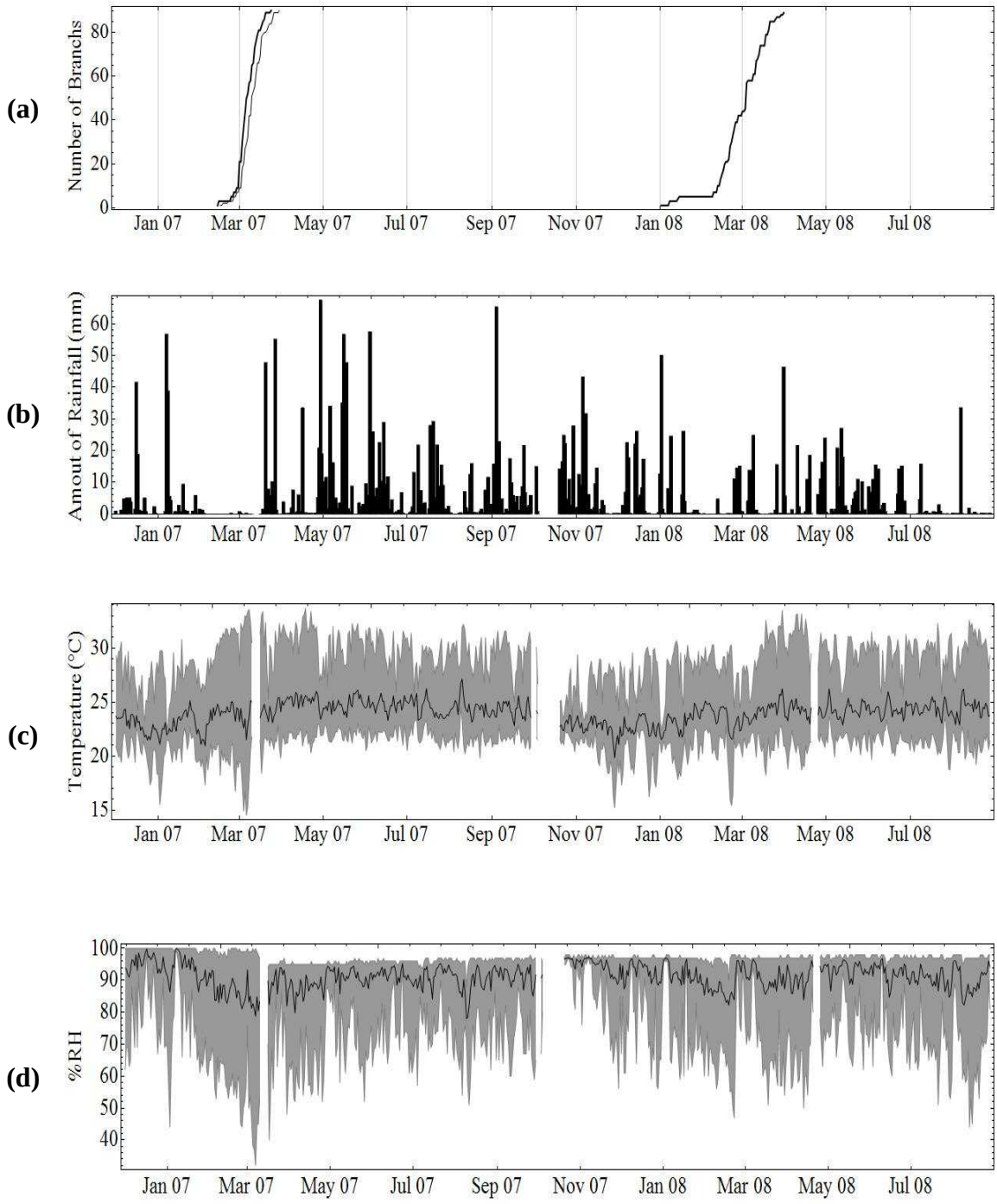
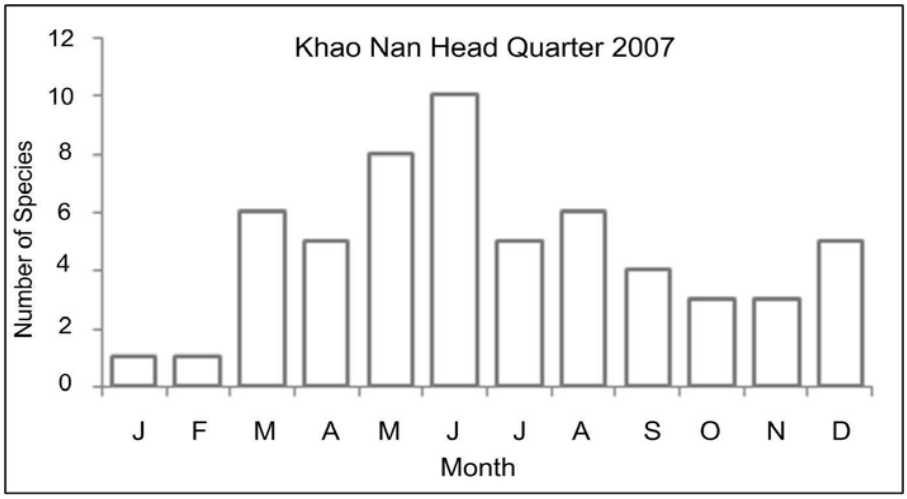
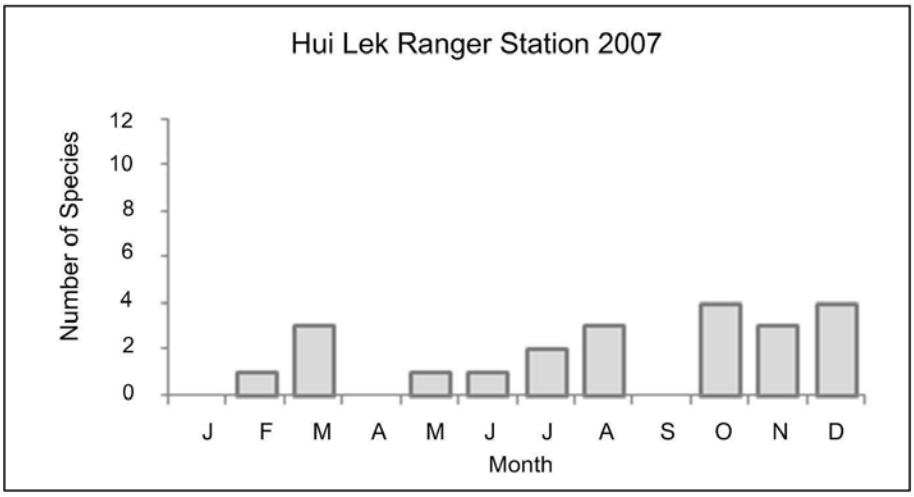


Figure 2. Bud burst date in relation to climatic factor. (a) Accumulative number of bud bursts (bold line) and flower bursts (thin line), (b) Daily rainfall, (c) Maximum temperature (red line), Mean temperature (solid line), Max/Min temperature (grey area), and (d) Mean relative humidity (solid line), Max/Min relative humidity (grey area)

(a)



(b)



(c)

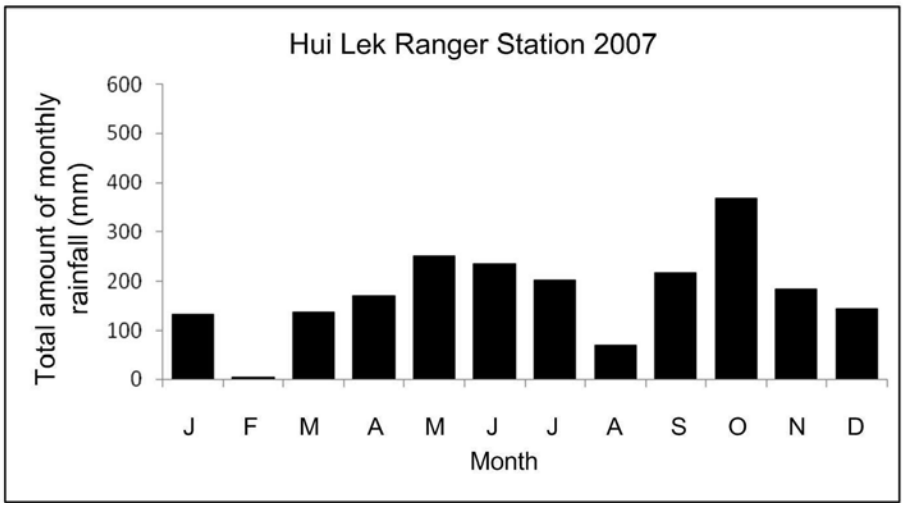


Figure 3. Number of macro-moths species and months in 2007 (a) at the headquarters, (b) at Hui Lek forest ranger station and (c) the total amount of monthly rainfall at Hui Lek Ranger Station (mm).

Table 1. List of macro moth species at Khao Nan National Park, Nakhon Si Thammarat province, during the trapping period (January – December 2007).

	Species	Family	Relative Abundance (individuals/ spot sample)	
			Headquarters	Hui Lek
1	*Eupterote muluana*	Eupterotidae	0	0.00143
2	*Melanothrix leucotrigona*	Eupterotidae	0.00139	0
3	*Xyleutes strix*	Cossidae	0.00139	0
4	*Cyclidia orciferaria*	Cyclidiidae	0.00139	0
5	*Alex palparia*	Geometridae	0.00139	0.00143
6	*Biston bengaliaria*	Geometridae	0	0.00143
7	*Thinopteryx crocopterata*	Geometridae	0	0.00143
8	*Lebeda cognata*	Lasiocampidae	0.00139	0
9	*Trabala viridana*	Lasiocampidae	0.00139	0
10	*Eudocima aurantia*	Noctuidae	0.00139	0
11	*Eudocima discrepans*	Noctuidae	0.00139	0
12	*Eurebus caprimulgus*	Noctuidae	0.01108	0.01
13	*Eurebus ephesperis*	Noctuidae	0.00277	0.00143
14	*Hypopyra pudens*	Noctuidae	0	0.00143
15	*Meganoton nyctiphanes*	Noctuidae	0.00139	0
16	*Lygnoides ciliata*	Noctuidae	0	0.00143
17	*Lygniodes endoleucus*	Noctuidae	0.00139	0.00143
18	*Lygniodes hypoleuca*	Noctuidae	0.00139	0.00714
19	*Phyllodes cyndhovii*	Noctuidae	0.00693	0
20	*Actias maenas**	Saturniidae	0	0.00429
21	*Antheraea frithi*	Saturniidae	0.00139	0
22	*Antheraea helferi*	Saturniidae	0.00139	0
23	*Antheraea assamensis*	Saturniidae	0.00277	0
24	*Archaeoattacus edwardsii*	Saturniidae	0	0.00143
25	*Attacus atlas*	Saturniidae	0.00416	0
26	*Loepa miranda*	Saturniidae	0	0.00143
27	*Loepa sikkima*	Saturniidae	0	0.00143
28	*Tagora pallida*	Saturniidae	0.00139	0
29	*Acosmeryx shervillii*	Sphingidae	0.00139	0.00143
30	*Ambulyx moorei*	Sphingidae	0.00139	0
31	*Ambulyx pryeri*	Sphingidae	0.00277	0
32	*Ambulyx tattina*	Sphingidae	0.00139	0
33	*Amnulyx substriggilis*	Sphingidae	0.00554	0
34	*Amplypterus panopus*	Sphingidae	0.00554	0
35	*Cechenena helops*	Sphingidae	0.00139	0
36	*Daphnusa ocellaris*	Sphingidae	0.00139	0
37	*Daphnis hypothous*	Sphingidae	0.00139	0
38	*Elibia dolichus*	Sphingidae	0.00416	0
39	*Marumba cristata*	Sphingidae	0.00277	0
40	*Poliana leucomelas*	Sphingidae	0.00139	0
41	*Theretra boisduvalii*	Sphingidae	0.00693	0
42	*Lyssa zampa*	Uraniidae	0.00831	0.01

* Protected insect under the Wild Animals Reservation and Protection Act 1992 (WARPA 1992)

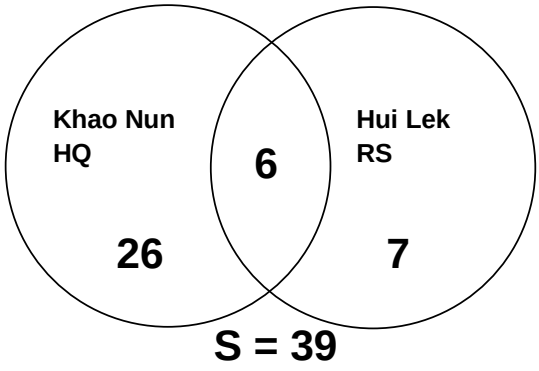


Figure 4. Macro-moth diversity at Khao Nan national Park Headquarters and Hui Lek Ranger Station, Nakhon Si Thammarat.

Acknowledgements

This work was supported in part by PTT Public Company Limited, TRF/Biotec special program for Biodiversity Research Training grant BRT T_550005, Center of Excellence for Ecoinformatics, the Institute of Research and Development, Walailak University and Nectec. We thank the Head of Khao Nan National Park (Anan Jaroensuk) for providing assistance and facilitating the research project, Patanaporn Rintajak and Manob Kaewchat for phenology data collection, Nantawat Taveerat and Theera Saeleaw for macromoth collection, Surachai Choldumrongkul for macromoth identification, Ratree Ninlaead for some lab assistance and Khao Nan National Park staff for their helpful assistance in the field.

References

Baimai, V. and Thatalayka, R. 2007. Khao Nan Cloud Forest: Nature and Global Warming. Krungtheb Press, Bangkok, 256 p.

Choldumrongkul, S., Sakchuwong, W., Tubtim, N., Ratanacan, S. And Kittibunpacha, S. 2005. Distribution and species richness of the protected beetles of Thailand, pp. 9-16. In: report of the distribution of the protected insects surveying using black light method during two years period (January 2004-December 2005). Forest Entomology and Microbiology Group, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok.

Choldumronkul, S., Tubtim, N. and Ratanachan, S. 2007. Geographical distribution and status of *Actias* moths in Thailand. Walailak J. Sci. Tech., 4(2): 203-213.

Cranbrook, E., and Edwards, D. S. 1994. A tropical rainforest: The nature of Biodiversity in Borneo at Belalong, Brunei, The Royal Geographical Society & Sun Tree Publishing, Singapore, pp. 389.

Ek-Amnuay, P. 2002. Beetles of Thailand. Baan Lae Suan, Bangkok. 408 pp.

Gadgil, M. 1996. Documenting diversity: An experiment. Curr. Sci., 70: 36-44.

Holloway, J. D. 1987. The moths of Borneo: superfamily Bombycoidea: family Lasiocampidae, Eupterotidae, Bombycidae, Brahmaeidae, Saturniidae, Sphingidae. United Selangor Press Sdn. Bhd., Malaysia.

Hutacharoen, C., Cunningham, R., Choldumrongkul, S., Sawai, P. and Eungwijarnpanya, S. 2001. Identification guide for regulated insects. Integrated Promotion Technology Co. Ltd. Bangkok. 157 pp.

Osada, N., Takeda, H., Furukawa, A. and Awang, M. 2002. Ontogenetic changes in leaf phenology of a canopy species, *Elateriospermum tapos* (Euphorbiaceae), in a Malaysian rain forest. J. Trop. Ecol., 18: 91-105.

Osada, N., Takeda, H., Kawaguchi, H., Furukawa, A. and Awang, M. 2003. Estimation of crown characters and leaf biomass from leaf litter in a Malaysian canopy species, *Elateriospermum tapos* (Euphorbiaceae). Forest Ecol. Management, 89: 397-386.

Pinratana, A. and E. J. Lampe. 1990. Moths of Thailand Vol. one, Saturniidae. Bosco Offset, Bangkok.

Pollard, E. 1991. Monitoring butterfly numbers. In: Monitoring for Conservation and Ecology. (ed.) F. B. Goldsmith. London: Chapman and Hall. p. 87.

Rao, D. G., Khanna-Chopra, R. and Sinha, S. K. 1999. Comparative performance of sorghum hybrids and their parents under extreme water stress. J. Agri. Sci., 133: 53-59.

ความหลากหลายของผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae ในอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว[1] และ อนันต์ เจริญสุข[2]

[1]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, E-mail : pnantasak@yahoo.com [2]อุทยานแห่งชาติเขานัน

Abstract

The biodiversity study of the Olethreutinae (Lepidoptera: Tortricidae) was based on a survey of species in Khao Nan National Park, Nakhon Si Thammarat. Collections were made in various sites of evergreen forest. More than 369 speciemens of Olethreutinae were collected with blacklight and mercury vapor on 60 nights during November 2007-October 2008. The survey resulted in collection of 155 morphotypes divided into 8 tribes namely Microcorsini, Endotheniini, Gatesclarkeanini, Bactrini, Olethreutini, Enarmoniini, Eucosmini, and Grapholitini. Of these, 37 species in 27 genera are identified and 3 species are new records for the park and Thailand. The survey also included 44 morphotypes that can be identified to 22 genera, but not to species level and 74 morphotypes are unidentified. Of these, 8 genera are recorded for the first time and 4 species in 3 genera are new record for Thailand. Sex ratio between male and female is 2:1. Species accumulation curve increase gradually in each month.

Key words: Lepidoptera, Tortricidae, Olethreutinae, Khao Nan National Park

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae ในอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช มีจุดเก็บตัวอย่างในหลายๆ พื้นที่ของป่าดิบชื้น ในเขตอุทยานฯ โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างในจำนวน 60 คืน ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 โดยใช้อุปกรณ์หลอดไฟ black light และ mercury vapor จากการศึกษาได้เก็บตัวอย่างผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae จำนวน 369 ตัวอย่าง 155 รูปแบบสัณฐาน แบ่งเป็น 8 เผ่า คือ Microcorsini, Endotheniini, Gatesclarkeanini, Bactrini, Olethreutini, Enarmoniini, Eucosmini, และ Grapholitini สามารถจำแนกระดับชนิดได้ 37 ชนิด ใน 27 สกุล จำแนกได้เพียงระดับสกุล จำนวน 22 สกุล ใน 44 รูปแบบสัณฐาน และอีก 74 รูปแบบสัณฐาน ยังไม่สามารถจำแนกได้ มีสกุลที่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (new genus record) จำนวน 8 สกุล และชนิดที่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (new record) จำนวน 4 ชนิด ใน 3 สกุล อัตราส่วนเพศระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 2:1 ส่วนแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดในแต่ละเดือนยังมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: ผีเสื้อ, ผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae, อุทยานแห่งชาติเขานัน

บทนำ

อุทยานแห่งชาติเขานัน มีพื้นที่ประมาณ 436 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมเขตพื้นที่อำเภอสิชล อำเภอท่าศาลา และกิ่งอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นเทือกเขาสูงและเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขานครศรีธรรมราช ทางด้านทิศเหนือของอุทยานแห่งชาติเขานัน มีลักษณะเป็นเขาสูง โดยมีที่ราบตามหุบเขา ส่วนที่สูงที่สุด คือ ยอดเขานัน (1,438 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) ระบบนิเวศส่วนใหญ่เป็นสังคมพืชป่าดิบชื้น พื้นที่ที่มีความสูงเกินกว่า 1,000 เมตร เป็นสังคมพืชป่าดิบเขา จุดที่น่าสนใจ ได้แก่ ลำธารที่เป็นต้นกำเนิดของน้ำตกต่างๆ เช่น น้ำตกสุนันทา น้ำตกกรุงนาง น้ำตกคลองปาว น้ำตกคลองผด น้ำตกท่าหลีก น้ำตกวังเหมือง น้ำตกคลองเผียน และน้ำตกหนานช่องฟ้า เป็นต้น

การสำรวจความหลากชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยในชุดโครงการป่าเมฆ – เขานัน ตามรายงานการวิจัยเกี่ยวกับผีเสื้อหนอนม้วนใบในประเทศไทยนั้น ยังไม่เคยมีการสำรวจในพื้นที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชมาก่อน เทือกเขานครศรีธรรมราชมีสภาพธรรมชาติที่สมบูรณ์ และเป็นที่ตั้งของอุทยานแห่งชาติหลายๆ แห่ง รวมถึงอุทยานแห่งชาติเขานัน จากลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ สังคมพืช และปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ทำให้พื้นที่ของอุทยานฯ เขานัน มีความเหมาะสมต่อการศึกษาความหลากหลายของผีเสื้อหนอนม้วนใบ ซึ่งไม่สามารถคาดคะเนถึงจำนวนชนิดที่จะพบได้ รวมทั้งชนิดที่เป็นชนิดใหม่ของโลก (new species) หรือค้นพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย (new record)

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ยังมีส่วนสำคัญในการเป็นฐานข้อมูลของอุทยานฯ เขานันและของประเทศไทย รวมถึงยังเป็นประโยชน์ในการเชื่อมโยงข้อมูลชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบกับประเทศต่างๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้อีก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบในสภาพสังคมพืชแบบต่างๆ จัดทำบัญชีรายชื่อ เขียนบรรยายลักษณะของผีเสื้อหนอนม้วนใบทุกชนิดที่พบ รวมทั้งตีพิมพ์ผีเสื้อหนอนม้วนใบชนิดใหม่ของโลกและชนิดที่ค้นพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย

ผีเสื้อหนอนม้วนใบ เป็นผีเสื้อกลุ่มใหญ่อีกกลุ่มหนึ่งในพวกผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก แพร่กระจายอยู่ทั่วไปโดยเฉพาะมีความหลากหลายของชนิดมากที่สุดในเขตร้อนชื้นบนพื้นที่ที่เป็นเทือกเขาสูง (Robinson *et al.,* 1994) ผีเสื้อหนอนม้วนใบที่ทราบชื่อแน่นอนแล้วมีประมาณ 9,000 ชนิด (Brown, 2005) ผีเสื้อในวงศ์นี้มีการจัดแบ่งเป็น 3 วงศ์ย่อย คือ Tortricinae, Chlidanotinae และ Olethreutinae (Horak, 1999, 2006) ผีเสื้อในวงศ์ย่อย Olethreutinae เป็นกลุ่มผีเสื้อขนาดเล็กที่มีความสวยงามและมีความหลากหลายของชนิดสูง โดยมีจำนวนชนิดมากถึง 4,286 ชนิด ใน 355 สกุล (Brown, 2005) และยังมีอีกหลายชนิดที่ยังรอการจำแนกและตั้งชื่อเป็นชนิดใหม่ของโลก

การศึกษาผีเสื้อหนอนม้วนใบในวงศ์ย่อย Olethreutinae ในประเทศไทยนั้นยังมีอยู่ในวงจำกัด ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาวิจัยจากนักวิจัยต่างชาติ Diakonoff (1971) โดยได้ศึกษาตัวอย่างผีเสื้อหนอนม้วนใบที่เก็บจากประเทศไทยและตั้งชื่อชนิดใหม่แล้ว 5 ชนิด และอีก 11 ชนิด เป็นชนิดที่ค้นพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย โดยตัวอย่างทั้งหมดระบุว่าเก็บมาจากจังหวัดกระบี่ ต่อมามีการศึกษาผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กอย่างจริงจัง โดยมีคณะวิจัยจากมหาวิทยาลัยโอซาก้าประเทศญี่ปุ่น ร่วมกับกรมวิชาการเกษตรได้ทำการวิจัยและเก็บตัวอย่างผีเสื้อกลางคืนในกลุ่มต่างๆ

โดยเฉพาะผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2524, 2526, 2528 และ 2530 มีจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ 16 จังหวัด ซึ่งกระจายอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ ของประเทศ โดยในภาคใต้มีจุดเก็บตัวอย่างเพียง 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชุมพร ระนอง พังงา และภูเก็ต ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างผีเสื้อกลางคืนรวมทั้งแมลงอื่นๆ ได้มากถึงประมาณ 40,000 ตัวอย่าง และทำการตีพิมพ์งานวิจัยในเรื่องชนิดของผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กในกลุ่มต่างๆ หลายชนิด ในวารสาร Microlepidoptera of Thailand vol. 1, 2 และ 3 รวมทั้งผีเสื้อหนอนม้วนใบในวงศ์ย่อย Olethreutinae ที่มีการค้นพบชนิดใหม่ของโลกมากถึง 38 ชนิด และ 120 ชนิด ที่เป็นรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทย (Kawabe, 1987, 1989, 1995; Bae, 1995; Moriuti and Komai, 1995; Komai, 1995) และจากนั้นมาก็ไม่มีรายงานการศึกษาหรืองานวิจัยของผีเสื้อในกลุ่มนี้อีกเลย

จนกระทั่งในปี 2548 มีการรายงานการค้นพบผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae ชนิดใหม่ 2 ชนิด ที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ โดย Pinkaew *et al.* (2005) คือ *Eucoenogenes bicuculla* และ *Eucoenogenes vaneeae* รวมทั้ง *Eucoenogenes munda* ที่รายงานการพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย และในปี พ.ศ. 2550 ก็มีรายงานชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบที่ค้นพบในประเทศไทยเป็นครั้งแรกจำนวน 8 ชนิด (Pinkaew, 2007) และล่าสุดในปี พ.ศ. 2551 ผีเสื้อหนอนม้วนใบเขานันก็เป็นผีเสื้อชนิดใหม่ของโลกที่ค้นพบจากอุทยานแห่งชาติเขานันอีกด้วย (Pinkaew, 2008)

จากผลงานการวิจัย Pinkaew (2006) พบว่ามีผีเสื้อหนอนม้วนใบในอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิมากถึง 249 ชนิด สามารถระบุชนิดที่แน่นอนได้เพียง 109 ชนิด ในจำนวนนี้มี 54 ชนิด พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย และมีหลายชนิดที่เตรียมตีพิมพ์เป็นสกุล (genus) และ

ชนิดใหม่ (new species) ของโลก จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นถึงความหลากหลายของผีเสื้อหนอนม้วนใบ แม้จะเป็นการศึกษาในพื้นที่จำกัดเพียงอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิแห่งเดียวเท่านั้น ซึ่งในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ทางภาคตะวันตก นอกจากนี้การวิจัยความหลากหลายของผีเสื้อกลุ่มนี้ในประเทศไทยยังมีส่วนสำคัญในการเติมเต็มข้อมูลชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งยังขาดแคลนนักวิจัยและข้อมูลอยู่มาก โดยขณะนี้กำลังมีการประสานงานเรื่องข้อมูลการแพร่กระจายของผีเสื้อกลุ่มนี้ในแต่ละเขตภูมิศาสตร์

ข้อมูลการศึกษาผีเสื้อหนอนม้วนใบในภาคใต้ของประเทศไทยยังมีไม่มากนัก โดยเฉพาะที่อุทยานแห่งชาติเขานันและอุทยานแห่งชาติในบริเวณใกล้เคียงที่มีทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรป่าไม้ที่มีความสมบูรณ์ แต่ไม่เคยมีรายงานการศึกษาของผีเสื้อในกลุ่มนี้มาก่อน ซึ่งด้วยปัจจัยต่างๆ ทั้งสภาพพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ และสังคมพืช ฯลฯ จะเป็นปัจจัยเกื้อหนุนต่อความหลากหลายของผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae การดำเนินงานโครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างการวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ การศึกษา และการจัดการเพื่อการอนุรักษ์ จากยอดเขาจรดทะเล (กรณีศึกษาทิวเขานครศรีธรรมราช) ในชุดโครงการป่าเมฆ – เขานัน (Cloud Forest Initiative) กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การดำเนินงานในภาคสนาม

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพพื้นที่เก็บตัวอย่าง โดยการตรวจเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เลือกพื้นที่สำหรับเก็บตัวอย่างผีเสื้อหนอนม้วนใบ โดยให้มีจุดเก็บตัวอย่างกระจายรอบอุทยานแห่งชาติเขานัน โดยเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างที่มีความแตกต่างทางด้านภูมิประเทศ ความสูงจากระดับน้ำทะเล และลักษณะของสังคมพืช และทำการเก็บตัวอย่างให้มีจำนวนมากพอที่จะทำการวิเคราะห์ชนิด นำตัวอย่างไปเปรียบเทียบที่พิพิธภัณฑ์อื่นๆ และทำการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในระดับนานาชาติ

2. ตั้งจุดเก็บตัวอย่างผีเสื้อหนอนม้วนใบ 1 จุด ต่อ 1 คืน โดยใช้แสงไฟจากหลอด Blacklight ขนาด 20 วัตต์ เป็นตัวดึงดูดให้ผีเสื้อหนอนม้วนใบบินมาเล่นไฟบนจอผ้าสีขาวขนาด 2.0x2.0 เมตร ที่ขึงอยู่ระหว่างต้นไม้ โดยมีแบตเตอรี่รถยนต์ขนาด 12 โวลต์ เป็นตัวให้กำลังไฟ ส่วนในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าจะใช้หลอด mercury vapor การตั้งแสงไฟจะเลือกทำในคืนเดือนมืด โดยเปิดไฟในช่วงเวลาระหว่าง 18.00-06.00 น. ทำการเก็บตัวอย่างทุกเดือนจำนวน 12 เดือน รวมการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้นประมาณ 60 คืน โดยแบ่งการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

จุดที่ 1 หน่วยพิทักษ์อุทยานฯ คลองกัน จำนวน 10 คืน
จุดที่ 2 หน่วยพิทักษ์อุทยานฯ คลองยอดน้ำ จำนวน 10 คืน
จุดที่ 3 หน่วยพิทักษ์อุทยานฯ ห้วยแก้ว จำนวน 10 คืน
จุดที่ 4 หน่วยพิทักษ์อุทยานฯ คลองท่าทน จำนวน 10 คืน
จุดที่ 5 หน่วยพิทักษ์อุทยานฯ หินท่อ จำนวน 10 คืน
จุดที่ 6 หน่วยพิทักษ์อุทยานฯ คลองรำแพน จำนวน 10 คืน

3. การเก็บตัวอย่างจะทำการเก็บตัวอย่างทั้งผีเสื้อหนอนม้วนใบและแมลงอื่นๆ ที่บินเข้ามาที่แสงไฟ แต่จะเน้นผีเสื้อหนอนม้วนใบเป็นหลัก และจะทำการจัดรูปร่างของผีเสื้อทันทีที่กลับถึงที่พัก เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ง่ายกับตัวอย่างที่มีขนาดเล็กและบอบบาง

4. บันทึกรายละเอียดข้อมูลทางกายภาพและชีวภาพ เช่น อุณหภูมิ ลม ฝน สภาพภูมิประเทศ และสังคมพืช ฯลฯ ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พร้อมทั้งบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่อง GPS เพื่อประโยชน์ในการติดตามและการจัดการพื้นที่

วิธีการดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ

1. ตัวอย่างผีเสื้อที่ทำการจัดรูปร่างในภาคสนามจะนำมาเข้าตู้อบในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน เพื่อให้ตัวอย่างแห้งสนิทก่อนที่จะนำเก็บในกล่องเก็บแมลงต่อไป

2. ทำการวิเคราะห์และจำแนกชนิดจากลักษณะภายนอก รวมทั้งการทำสไลด์ของอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งเพศผู้และเพศเมียของผีเสื้อหนอนม้วนใบแต่ละชนิด ทำสไลด์ปีกเพื่อศึกษาเส้นปีกเพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เคยทำมาแล้ว

3. ทำการถ่ายรูปผีเสื้อหนอนม้วนใบทุกชนิดที่พบ รวมทั้งวาดรูปอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของ

แต่ละชนิดเพื่อช่วยในการจำแนก และสามารถส่งให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยในการตรวจสอบ

4. การเก็บรักษาตัวอย่างผีเสื้อหนอนม้วนใบเบื้องต้นจะทำการเก็บรักษาไว้ที่ห้องเก็บแมลงของภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์และจำแนกชนิดผีเสื้อหนอนม้วนใบ

5.2 วิเคราะห์หา sex ratio

5.3 วิเคราะห์หา species accumulation curve

ผลการศึกษา

วิเคราะห์และจำแนกชนิดผีเสื้อหนอนม้วนใบ

ผลจากการเก็บตัวอย่างผีเสื้อหนอนม้วนใบในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมาระหว่างเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2550-ตุลาคม พ.ศ. 2551 รวมเวลา 60 คืน ได้มีการเก็บตัวอย่างในหลายพื้นที่ ได้แก่ หน่วยคลองรำแพน หน่วยคลองกัน หน่วยหินท่อ หน่วยคลองยอดน้ำ และหน่วยห้วยแก้ว ส่วนพื้นที่ที่ไม่ได้เข้าทำการเก็บตัวอย่าง คือ หน่วยคลองท่าทน และยอดสันเย็น ผีเสื้อหนอนม้วนใบที่เก็บได้ทั้งหมดมีจำนวน 369 ตัวอย่าง สามารถจำแนกชนิดได้ 155 รูปแบบสัณฐาน แบ่งเป็น 8 เผ่า คือ Microcorsini, Endotheniini, Gatesclarkeanini, Bactrini, Olethreutini, Enarmoniini, Eucosmini, และ Grapholitini แต่ผีเสื้อหนอนม้วนใบที่สามารถจำแนกถึงระดับชนิดมีเพียง 37 ชนิด ใน 27 สกุล 6 เผ่า โดยแยกตามเผ่าได้ ดังนี้

1. Gatesclarkeanini จำนวน 1 ชนิด 1 สกุล ได้แก่
   Gatesclarkeana idia Diakonoff, 1973
2. Bactrini จำนวน 3 ชนิด 2 สกุล ได้แก่
   Bactra cerata (Meyrick, 1909)
   Bactra venosana (Zeller, 1847)
   Bubonoxena ephippias (Meyrick, 1907)
3. Olethreutini จำนวน 20 ชนิด 14 สกุล ได้แก่
   Antaeola antaea (Meyrick, 1912)
   Apsidophora purpurorbis Diakonoff, 1973
   Argyroptocha phalaenopa Diakonoff, 1968
   Dudua aprobola (Meyrick, 1886)
   Dudua brachytoma Diakonoff, 1973
   Dudua tetanota (Meyrick, 1909)
   Gnathmocerodes tonsoria (Meyrick, 1909)
   Gonomomera halixanta (Meyrick, 1910)
   Lobesia aeolopa Meyrick, 1907
   Lobesia lithogonia Diakonoff, 1954
   Megalota fallax (Meyrick, 1909)
   Megalota vera Diakonoff, 1966
   Olethreutes nomas Diakonoff, 1983
   Ophiorrhabda philocompsa (Meyrick, 1921)
   Phaecasiophora Kurokoi Kawabe, 1989
   Sorolopha bathysema Diakonoff, 1973
   Sorolopha cyclotoma Lower, 1901
   Sorolopha semiculta (Meyrick, 1909)
   Statherotis discana (Felder & Rogenhofer, 1875)
   Temnolopha matura Diakonoff, 1973
4. Enarmoniini จำนวน 4 ชนิด 3 สกุล ได้แก่
   Ancylis aromatias Meyrick, 1912
   Cimeliomorpha nabocovi Kuznetsov, 1997
   Cimeliomorpha egregiana (Felder & Rogenhofer, 1875)
   Loboschiza koenigiana (Fabricius, 1775)
5. Eucosmini จำนวน 5 ชนิด 5 สกุล ได้แก่
   Acroclita thysanota Meyrick, 1912
   Demeijerella catharota (Meyrick, 1928)
   Epinotia canthonias (Meyrick, 1920)
   Fibuloides ancyrota (Meyrick, 1907)
   Rhopobota antecellana Kuznetsov, 1988
6. Grapholitini จำนวน 4 ชนิด 2 สกุล ได้แก่
   Cryptophlebia amblyopa Clarke, 1976
   Cryptophlebia repletana (Walker, 1863)
   Cryptophlebia rhynchias (Meyrick, 1905)
   Microsarotis palamedes (Meyrick, 1916)

นอกจากนี้ยังมีผีเสื้อหนอนม้วนใบที่สามารถจำแนกได้เพียงระดับสกุลมีจำนวน 44 รูปแบบสัณฐาน ใน 22 สกุล โดยแบ่งแยกตามเผ่า ดังนี้

1. Microcorsini จำนวน 3 ชนิด ในสกุล
   Cryptasapasma Walsingham, 1900
2. Endotheniiini จำนวน 1 ชนิด ในสกุล
   Endothenia Stephens, 1852

3. Olethreutini จำนวน 20 ชนิด โดยแบ่งอยู่ในสกุล

Archilobesia Diakonoff, 1966 จำนวน 1 ชนิด

Hoplitendemis Diakonoff, 1973 จำนวน 1 ชนิด

Lobesia Guenee, 1845 จำนวน 1 ชนิด

Metrioglypha Diakonoff, 1966 จำนวน 2 ชนิด

Phaecasiophora Grote, 1873 จำนวน 1 ชนิด

Rhodacra Diakonoff, 1973 จำนวน 1 ชนิด

Sorolopha Lower, 1901 จำนวน 2 ชนิด

Statherotis Meyrick, 1909 จำนวน 1 ชนิด

Sycacantha Diakonoff, 1959 จำนวน 10 ชนิด

4. Enarmoniini จำนวน 8 ชนิด โดยแบ่งอยู่ในสกุล

Ancylis Hubner, 1816 จำนวน 2 ชนิด

Anthozela Meyrick, 1913 จำนวน 2 ชนิด

Eucosmogastra Diakonoff, 1975 จำนวน 2 ชนิด

Loboschiza Diakonoff, 1968 จำนวน 1 ชนิด

Pseudancylis Horak, 2006 จำนวน 1 ชนิด

5. Eucosmini จำนวน 3 ชนิด โดยแบ่งอยู่ในสกุล

Ancylophyes Diakonoff, 1988 จำนวน 1 ชนิด

Rhopobota Lederer, 1859 จำนวน 2 ชนิด

6. Grapholitini จำนวน 9 ชนิด โดยแบ่งอยู่ในสกุล

Andrioplecta Obraztsov, 1968 จำนวน 1 ชนิด

Grapholita Treischke, 1829 จำนวน 6 ชนิด

Matsumuraeses Issiki, 1957 จำนวน 1 ชนิด

Microsarotis Diakonoff, 1982 จำนวน 1 ชนิด

และอีก 74 รูปแบบสัณฐาน ยังไม่สามารถจำแนกได้ทั้งในระดับสกุลและชนิด โดยจัดอยู่ในเผ่าOlethreutini จำนวน 21 ชนิด เผ่า Enarmoniini จำนวน 10 ชนิด เผ่า Eucosmini จำนวน 26 ชนิด และเผ่า Grapholitini จำนวน 17 ชนิด ในการวิจัยครั้งนี้มีการค้นพบสกุลและชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae ที่ค้นพบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่รอการตีพิมพ์เผยแพร่ ดังนี้

สกุลที่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (new genus record) จำนวน 8 สกุลใน 3 เผ่า โดยแบ่งแยกตามเผ่า ดังนี้

1. Olethreutini

Metrioglypha Diakonoff, 1966

Gonomomera Diakonoff, 1973

2. Enarmoniini

Anthozela Meyrick, 1913

Cimeliomorpha Diakonoff, 1966

Eucosmogastra Diakonoff, 1975

Pseudancylis Horak, 2006

3. Eucosmini

Ancylophyes Diakonoff, 1988

Demeijerella Diakonoff, 1954

ชนิดที่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (new record) จำนวน 4 ชนิดใน 3 สกุล โดยแบ่งแยกตามเผ่า ดังนี้

1. Olethreutini

Gonomomera halixanta (Meyrick, 1910)

2. Eanarmoniini

Cimeliomorpha egregiana (Felder & Rogenhofer, 1875)

Cimeliomorpha nabocovi Kuznetsov, 1997

3. Eucosmini

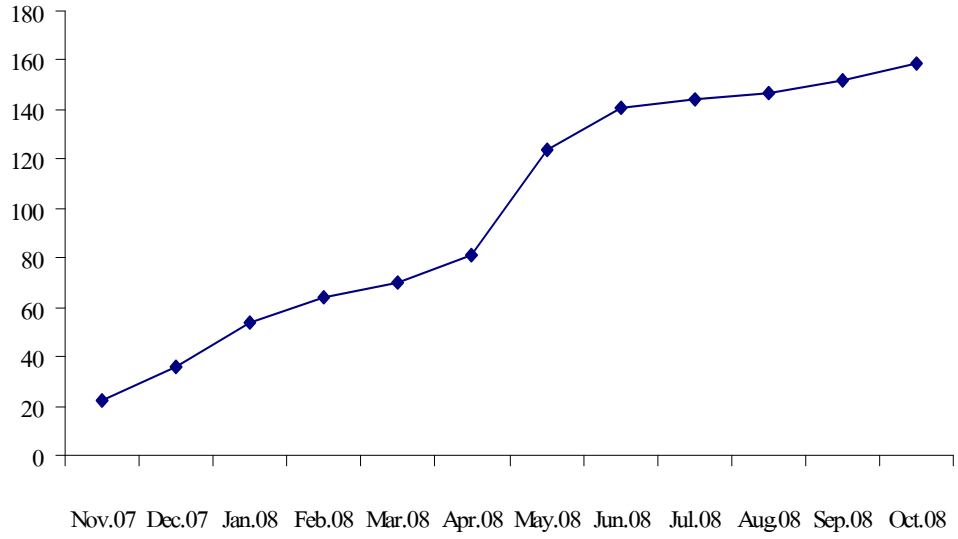
Rhopobota antecellana Kuznetsov, 1988

อัตราส่วนเพศ (sex ratio)

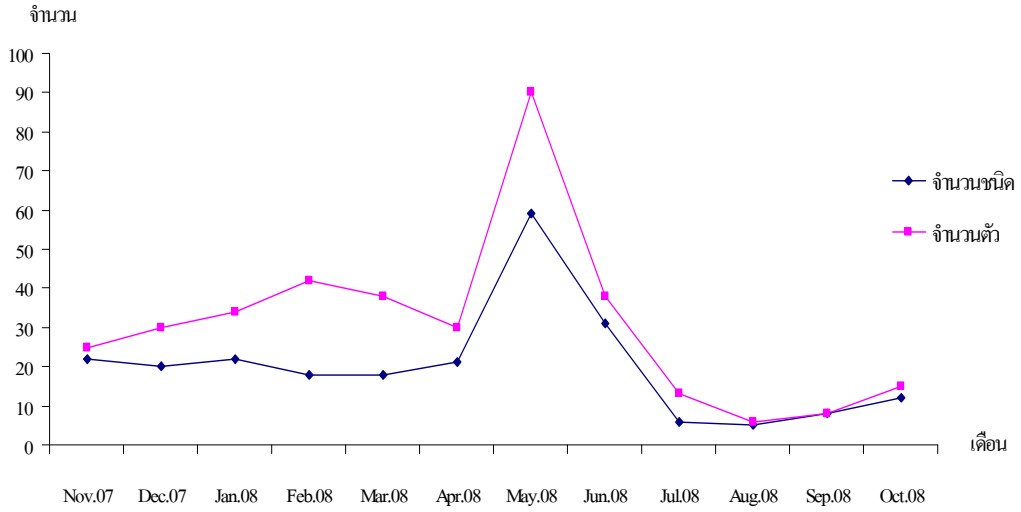
จากจำนวนตัวอย่างผีเสื้อหนอนม้วนใบที่เก็บได้ทั้งหมด 369 ตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้พบผีเสื้อหนอนม้วนใบเพศผู้จำนวน 252 ตัว และเพศเมียจำนวน 117 ตัว คิดเป็นอัตราส่วนระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 2.15 : 1 จะเห็นว่าสัดส่วนในการพบผีเสื้อหนอนม้วนใบเพศผู้นั้นมากกว่าเพศเมียประมาณ 2 เท่า ในการศึกษาครั้งนี้ผีเสื้อหนอนม้วนใบที่พบเฉพาะเพศผู้เท่านั้นมีมากถึง 94 รูปแบบสัณฐาน พบทั้งสองเพศ 27 รูปแบบสัณฐาน และที่พบเฉพาะเพศเมียมีจำนวน 34 รูปแบบสัณฐาน

การศึกษา species accumulation curve

ผลจากการวิเคราะห์หาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดใหม่ๆ ของผีเสื้อหนอนม้วนใบตลอดระยะเวลา 1 ปีพบว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 (ภาพที่ 1) จำนวนชนิดใหม่ๆ มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องแม้ว่าแนวโน้มของเส้นกราฟจะไม่ชันมาก แต่ค่อยๆ เพิ่มขึ้น ส่วนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2551ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 เส้นกราฟจะชันมากแสดงถึงจำนวนชนิดใหม่ๆ ที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แต่หลังจากเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ไปจนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551



ภาพที่ 1. เส้นกราฟแสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของชนิดใหม่ๆ ของผีเสื้อหนอนม้วนใบ



ภาพที่ 2. เส้นกราฟแสดงจำนวนตัวและจำนวนชนิดในแต่ละเดือน

เส้นกราฟจะเพิ่มขึ้นน้อยมาก แต่ยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน

ในช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ เป็นช่วงที่มีฝนตกชุก แต่ช่วงระหว่างเดือนเมษายน – พฤษภาคม เป็นช่วงแล้งแต่มีฝนตกลงมาอย่างหนักในช่วงนั้น ประกอบกับเป็นช่วงการเปลี่ยนฤดูกาลทำให้ผีเสื้อส่วนใหญ่มีการพัฒนาออกมาเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัยจึงทำให้ชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบใหม่ๆ เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด หลังจากนั้นสภาพอากาศก็มีทั้งร้อนสลับกับฝนอย่างต่อเนื่อง ชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบใหม่ๆ จึงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และทำให้เห็นได้ชัดว่าพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขานันมีความหลากหลายของชนิดค่อนข้างสูง และมีโอกาสค้นพบชนิดพันธุ์ใหม่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2)

จากกราฟจะเห็นว่าจำนวนตัวและจำนวนชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบที่เก็บได้ในอุทยานแห่งชาติเขานันในช่วงเดือนพฤษภาคมเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด โดยมีจำนวนมากถึง 90 ตัวอย่าง 59 ชนิด ส่วนเดือนที่น้อยที่สุด คือ เดือนสิงหาคมมีจำนวนผีเสื้อหนอนม้วนใบเพียง 6 ตัวอย่าง 5 ชนิด ซึ่งมีความสอดคล้องกับเส้นกราฟ

แสดง species accumulation curve ในเดือนพฤษภาคมที่มีเส้นกราฟที่ชันมากเช่นกัน ส่วนในเดือนสิงหาคมจะเห็นว่าเส้นกราฟมีความชันน้อยมาก จากเส้นกราฟนี้จะเห็นแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นและลดลงของจำนวนตัวและชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบในแต่ละเดือน ซึ่งจะต้องนำไปหาความสัมพันธ์กับสภาพปัจจัยแวดล้อมต่อไป แต่เนื่องจากยังขาดข้อมูลของสภาพอากาศในพื้นที่จึงไม่ได้นำเสนอความสัมพันธ์ดังกล่าว

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผีเสื้อหนอนม้วนใบจำนวน 155 รูปแบบสัณฐาน จาก 369 ตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 8 เผ่า คือ Microcorsini, Endotheniini, Gatesclarkeanini, Bactrini, Olethreutini, Enarmoniini, Eucosmini และ Grapholitini แต่ผีเสื้อหนอนม้วนใบที่สามารถจำแนกถึงระดับชนิดมีเพียง 37 ชนิด ใน 27 สกุล 6 เผ่า โดยอยู่ในเผ่า Gatesclarkeanini จำนวน 1 ชนิด 1 สกุล Bactrini จำนวน 3 ชนิด 2 สกุล Olethreutini จำนวน 20 ชนิด 14 สกุล Enarmoniini จำนวน 4 ชนิด 3 สกุล Eucosmini จำนวน 5 ชนิด 5 สกุล Grapholitini จำนวน 4 ชนิด 2 สกุล นอกจากนี้ผีเสื้อหนอนม้วนใบที่สามารถจำแนกได้เพียงระดับสกุลถึง 44 รูปแบบสัณฐาน ใน 22 สกุล โดยจัดอยู่ในเผ่า Microcorsini จำนวน 3 ชนิด ใน 1 สกุล Endotheniiini จำนวน 1 ชนิด ใน 1 สกุล Olethreutini จำนวน 20 ชนิด ใน 9 สกุล Enarmoniini จำนวน 8 ชนิด ใน 5 สกุล Eucosmini จำนวน 3 ชนิด ใน 2 สกุล Grapholitini จำนวน 9 ชนิด ใน 4 สกุล และอีก 74 รูปแบบสัณฐาน ยังไม่สามารถจำแนกได้ทั้งในระดับสกุลและชนิด โดยจัดอยู่ในเผ่า Olethreutini จำนวน 21 ชนิด เผ่า Enarmoniini จำนวน 10 ชนิด เผ่า Eucosmini จำนวน 26 ชนิดและเผ่า Grapholitini จำนวน 17 ชนิด ผีเสื้อหนอนม้วนใบทั้ง 37 ชนิดที่สามารถจำแนกถึงระดับชนิดได้นั้น บางชนิดเคยมีรายงานการค้นพบมาแล้วในพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (Pinkaew, 2006) และในอีกหลายๆ พื้นที่ของประเทศไทย (Bae, 1995; Kawabe, 1987, 1989, 1995) รวมทั้งในโครงการปีที่ 1 ของการศึกษาชนิดผีเสื้อหนอนม้วนใบวงศ์ย่อย Olethreutinae ในอุทยานแห่งชาติเขานัน นอกจากนี้การค้นพบสกุลที่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (new genus record) จำนวน 8 สกุล ใน 3 เผ่าโดยอยู่ในเผ่า Olethreutini จำนวน 2 สกุล Enarmoniini จำนวน 4 สกุล และ Eucosmini จำนวน 2 สกุล และมีชนิดของผีเสื้อหนอนม้วนใบที่พบในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (new record) จำนวน 4 ชนิด ใน 3 สกุล รวมทั้งผลจากการวิเคราะห์ต่างๆ ยังแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายที่ยังคงมีอยู่ในพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขานัน และยังมีแนวโน้มที่จะค้นพบผีเสื้อหนอนม้วนใบชนิดใหม่รวมทั้งสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อยู่ตลอดเวลา ซึ่งสภาพของสังคมพืชมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อความหลากหลายของผีเสื้อในกลุ่มนี้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_150017 และขอขอบคุณความอนุเคราะห์ด้านต่างๆ จากทางอุทยานแห่งชาติเขานัน และความช่วยเหลือจากพี่ๆ เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขานันทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

Bae, Y.S. 1995. The Thai species of *Lobesia* (Lepidoptera: Tortricidae). Microlepidoptera of Thailand 3: 33-48.

Brown, J.W. 2005. Tortricidae (Lepidoptera). World Catalogue of Insects 5: 1-741.

Diakonoff, A. 1971. South Asiatic Tortricidae from zoological collection of the Bavarian State (Lepidoptera). Veröffentlichungen der Zoologischen Staatssammlung Müchen 15: 167-202.

Horak, M. 1999. The Tortricoidea, pp. 199-215. *In* N.P. Kristensen, ed., Lepidoptera, Handbook of Zoology/ Handbuch der Zoologie 1. Walter de Gruyter GmbH & Co., Berlin.

Horak, M. 2006. Olethreutine Moths of Australia (Lepidoptera: Tortricidae). Monographs on Australian Lepidoptera volume 10. CSIRO Publishing, Canberra. 522 p.

Kawabe, A. 1987. Records and descriptions of the subtribe Sycacanthae (Lepidoptera: Tortricidae) from Thailand. Microlepidoptera of Thailand 1: 61-68.

Kawabe, A. 1989. Records and descriptions of the subfamily Olethreutinae (Lepidoptera: Tortricidae) from Thailand. Microlepidoptera of Thailand 2: 23-82.

Kawabe, A. 1995. Records and descriptions of the family Tortricidae (Lepidoptera) from Thailand, IV. Microlepidoptera of Thailand 3: 49-62.

Komai, F. 1995. Records of two species of the genus *Allobrachygonia* (Lepidoptera: Tortridae) from Thailand. Microlepidoptera of Thailand 3: 63-66.

Moriuti, S. and F. Komai. 1995. Records of three species of *Matsumuraeses* (Lepidoptera: Tortricidae) from Thailand. Microlepidoptera of Thailand 3: 79-85.

Pinkaew, N., Chandrapatya, A. and R.L. Brown. 2005. Two new species and a new record of *Eucoenogenes* Meyrick (Lepidoptera: Tottricidae) from Thailand with a discussion of characters defining the genus. Proceedings of the Entomological Society of Washington 107(4): 869-882.

Pinkaew, N. 2006. Taxonomy of Olethreutiane (Lepidoptera: Tortricidae) of Thong Pha Phum National Park, Kanchanaburi Province, Thailand. Ph.D. thesis, Kasetsart University.

Pinkaew, N. 2007. New records and known species of the tribe Olethreutini (Lepidoptera: Tortricidae: Olethreutinae) from Thong Pha Phum National Park, Thailand. The Thailand Natural History Museum Journal 2(1): 1-18.

Pinkaew, N. 2008. A new species and two new combinations in the genus *Fibuloides* Kuznetsov (Lepidoptera: Tortricidae: Eucosmini) from Thailand. Zootaxa 1688: 61-65.

Robinson, G, Tuck, K. and M. Shaffer. 1994. A Field Guide to the Smaller Moths of South-East Asia. Malaysian Nature Society, Kuala Lumpur. 309 p.

ความหลากหลายทางชีวภาพและชีพลักษณ์ของพืชวงศ์มะเดื่อ – ไทรกับความหลากชนิดของสัตว์ที่กินผลมะเดื่อ – ไทรบางชนิด ในอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

ภานุมาศ จันทร์สุวรรณ

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ, E-mail : bhanushine@yahoo.com

---

Abstract

This project is the continuing second phase of the main project, “Species Diversity of *Ficus* L.(Moraceae) in Khao Nan National Park, Nakhon Si Thammarat Province”. The present project emphasizes the ecological role of figs. The three main objectives are to determine: 1) the flowering and fruiting times of seven fig species (98 stems), including tree species in the terrestrial group, e.g., *Ficus obpyramidata* King, *Ficus fistulosa* Reinw. ex Blume and *Ficus schwarzii* Koord and four species in the strangling fig group, e.g., *Ficus benjamina* L., *Ficus microcarpa* Blume, *Ficus caulocarpa* (Miq.) Miq. and *Ficus sundaica* Blume; 2) the number and species of frugivores; and 3) the nutritional values of fig fruit. The project will start with the accumulation of all relevant information from various available sources, then planning for collecting field data, surveying and actual data collecting; including taking some photographs of figs and their attendant frugivores. Laboratory analysis of fig nutritional values will be done. Also the relationship of fig phenology with some environmental factors will be investigated. From the results 20 species of animals were found eating fig fruit; almost all were birds with only one mammal, the Grey-bellied Squirrel. Three fig fruit species were eaten by humans. Fruits contained protein, carbohydrate, fat, mineral, fiber and calories. Regarding the flowering and fruiting times of some *Ficus* species, they tended to appear at all months. The study results will be of great benefit as baseline data for further research and for the local utilization of figs; they can also be used for protected area management and the effective conservation of biological resources.

Keyword: *Ficus*, Khao Nan National Park, Nakhon Si Thammarat Province

บทนำ

พรรณไม้สกุลมะเดื่อ - ไทร (*Ficus*) มีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของมนุษย์และสัตว์มาช้านานแล้ว ดังจะเห็นได้จากภาพบนผนังของสุสานอียิปต์โบราณ มีอายุประมาณ 2500 ปีก่อนคริสตกาล ในภาพแสดงให้เห็นการเก็บผลมะเดื่อของชาวอียิปต์โบราณ และมีลิงกำลังกินผลมะเดื่อ ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงการใช้ประโยชน์จากมะเดื่อนั้น มีมาตั้งแต่ครั้งโบราณกาล (Cordit, 1947) ส่วนคนไทยก็มีความสัมพันธ์กับพรรณไม้ในสกุลนี้มาช้านานแล้วเช่นกัน โดยเฉพาะด้านความเชื่อและศาสนา ดังตัวอย่าง ต้นโพธิ์ (*Ficus religiosa* L.) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับพุทธศาสนามาตั้งแต่เมื่อครั้งเจ้าชายสิทธัตถะทรงบำเพ็ญเพียรจนตรัสรู้อนุตรสัมมาสัมโพธิญาณที่ใต้ต้นโพธิ์ ภายในป่าสาละใกล้แม่น้ำเนรัญชรา ตำบลพุทธคยา แขวงเมืองอุรุเวลาเสนานิคม ของรัฐพิหาร ประเทศอินเดีย เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำพืชสกุลนี้มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น เป็นอาหาร ยาสมุนไพร และปลูกประดับ เป็นต้น

นอกจากนี้มะเดื่อ-ไทร ยังเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ป่าเป็นอย่างมาก จนถูกจัดให้เป็น Keystone food sources คือ เป็นชนิดที่มีความสำคัญในด้านเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ป่า

เนื่องจากไทรเป็นพืชที่สามารถออกผลได้ตลอดทั้งปี หรือแม้ในช่วงฤดูที่ขาดแคลน แห้งแล้ง ก็ยังสามารถออกดอกออกผลเป็นอาหารของสัตว์ป่าได้อย่างต่อเนื่อง จึงอาจกล่าวได้ว่าพรรณไม้สกุลมะเดื่อ – ไทร เป็นองค์ประกอบสำคัญที่คอยค้ำจุนความสมดุลในระบบนิเวศป่าไม้

ลักษณะของมะเดื่อ - ไทร

จากการศึกษาของ Berg (2003,2004) Berg & Corner (2005) Corner (1960,1961,1965) King (1887,1888) สรุปได้ว่ามะเดื่อ – ไทรมีลักษณะเป็นไม้ต้น (tree) หรือไม้พุ่ม (shrub) ที่เจริญบนพื้นดินเช่นเดียวกับพรรณพืชทั่วไป หรือเป็นไม้เลื้อย (climber) ที่มักมีรากพิเศษออกตามข้อเพื่อเกาะไต่ตามต้นไม้อื่น หรือบางครั้งดำรงชีพแบบไม้กึ่งอิงอาศัย (hemi-epiphytic) คือ ตอนเป็นต้นกล้าจะเจริญคล้ายพืชอิงอาศัย (epiphyte) และเมื่อเจริญเติบโตขึ้นจะมีรากพิเศษเจริญเติบโตและขยายเชื่อมติดกันเพื่อโอบรัดพันต้นไม้ที่เคยเกาะ ส่วนของเรือนยอดก็จะเจริญและบดบังเรือนยอดของต้นไม้นั้น จนกระทั่งต้นไม้ที่เคยเกาะนั้นตายลงในเวลาต่อมา

มีบางชนิดเป็นไม้พุ่มอิงอาศัย (epiphytic shrub) บนต้นไม้อื่น ซึ่งส่วนใหญ่มีลำต้นเปลาตรงแบบไม้ต้น หรือต้นแตกกิ่งแบบไม้พุ่ม หรือเกิดจากรากพิเศษที่เจริญขึ้นมา เปลือกต้นเรียบ สีเทา น้ำตาลอ่อน หรือน้ำตาลเข้ม มีช่องอากาศ (lenticel) กระจายทั่วเปลือก ตามกิ่งมักมีรอยแผลเป็นวงรอบ อันเกิดจากรอยของหูใบที่หลุดร่วงไป ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียน (alternate) หรือแบบตรงข้าม (opposite) หรือสลับระนาบเดียว (distichous)

แผ่นใบเหนียวหนาคล้ายแผ่นหนังหรือบางคล้ายแผ่นกระดาษ ปกติแผ่นใบมีสมมาตรแบบสองด้านเท่ากัน (bilateral symmetry) ฐานใบแหลม (acute) สอบเรียว (attenuate) รูปลิ่ม (cuneate) ทู่มน (obtuse) เว้า (emarginated) หรือเฉียง (oblique) ขอบใบเรียบ (entire) หยักซี่ฟัน (dentate) จักฟันเลื่อย (serrate) เป็นหยัก (lobe) หรือเป็นคลื่น (undulate) ปลายใบแหลม (acute) เรียวแหลม (acuminate) ยาวคล้ายหาง (caudate) มน (obtuse) หรือตัด (truncate) ผิวใบเกลี้ยง (glabrous) มีขนคาย (hispidulous) หรือมีขนสั้นนุ่ม (pubescent) ปกคลุม เส้นใบแบบร่างแห (reticulate) มักมีเส้นใบ 2 เส้น ออกตรงข้ามกันลักษณะเป็นคู่จากฐานใบ มักมีต่อมไข (waxy gland) เกิดบนเส้นใบ เส้นใบย่อย หรือซอกเส้นใบ บางชนิดมีข้อต่อระหว่างแผ่นใบกับก้านใบช่อดอก (inflorescences) มีลักษณะคล้ายผลเรียกว่า cyconium หรือ fig เกิดจากการพัฒนาตัวของฐานรองช่อดอก (receptacle) เจริญแผ่โอบหุ้มกลุ่มดอกย่อยทั้งหมดไว้ภายในและมีช่องเปิดด้านบนเรียกว่า ช่องเปิด (ostiole หรือ orifice) ที่ช่องเปิดปกคลุมด้วยกลีบประดับปากช่องเปิด (apical bract) ขนาดเล็กจำนวนมาก โคนช่อดอกมีกลีบประดับฐานช่อดอก (basal bract) 2-3 ใบ มีหรือไม่มีก้านช่อดอก (stalk) บางชนิดที่โคนช่อดอกมีลักษณะเป็นก้านยาวหรือสั้นที่เรียวสอบคล้ายก้านช่อดอกแต่เป็นส่วนเดียวกับช่อดอกเรียก คอช่อดอก หรือก้านเทียมของช่อดอก (pseudo stalk หรือ stipe)

บางชนิดมีใบเกล็ดประดับเกิดที่ด้านข้างของช่อดอกเรียกว่า กลีบประดับข้าง (lateral bract) รูปร่างช่อดอกเป็นรูปกลม (globose) รูปกลมแป้น (depress globose) รูปไข่ (ovate) รูปขอบขนาน (oblong) หรือคล้ายลูกแพร์ (pyriform) ผิวเรียบเกลี้ยงหรือมีขนนุ่มหรือขนคายปกคลุม เป็นสันหรือพู หรือเป็นรอยแผลของกลีบประดับข้าง (lateral bract) เมื่ออ่อนมีสีเขียว แล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลือง น้ำตาล ชมพู ส้ม แดง ม่วง ดำ หรือยังคงเป็นสีเขียวเมื่อสุก ออกเดี่ยว ๆ หรือเป็นคู่ที่ง่ามใบ หรือออกเป็นกลุ่มตามกิ่งหรือลำต้น บางชนิดช่อดอกเกิดบนช่อยาวที่ออกจากกิ่งใหญ่หรือลำต้นทอดลงบนพื้นดินลักษณะคล้ายไหล (stoloniferous)

ช่อดอกมี 2 กลุ่ม คือ ช่อดอกไม่แยกเพศ (monoecious) ภายในประกอบไปด้วย ดอกเพศผู้ (male flower) มักเกิดรอบช่องเปิดหรือกระจายทั่วช่อดอก มีหรือไม่มีก้านดอกย่อย เกสรเพศผู้ (stamens) 1 - 3 อัน อับเรณู (anther) 2 พู แตกตามยาว ก้านชูอับเรณู (filament) ตั้งตรง วงกลีบรวม (perianth) มี 2 - 6 กลีบ หรือไม่มีเลย แยกอิสระหรือเชื่อมติดกัน มีสีขาว สีชมพูถึงสีแดง ดอกเพศเมีย (female flower) มีหรือไม่มีก้านดอกย่อย รังไข่ (ovary) มี 1 ช่อง สีขาวถึงสีแดง ออวุล (ovule) 1 อัน ตั้งตรง รูปไข่ กลม หรือเบี้ยว ผิวเกลี้ยงถึงขรุขระ (rough) หรือบางชนิดมีขนปกคลุม ก้านเกสรเพศเมีย (style) เรียวยาวติด

ด้านข้างหรือส่วนยอดของรังไข่ ปกติเกลี้ยง มีเพียงบางชนิดที่มีขนปกคลุม ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) 1 หรือ 2 แฉก วงกลีบรวม มี 2 - 6 กลีบ หรือไม่มีเลย ดอกปม (gall flower) มีลักษณะคล้ายดอกเพศเมียส่วนใหญ่มีก้านดอกย่อยยาว รังไข่มักกลม ผิวเกลี้ยง ภายในเป็นที่อาศัยของตัวอ่อนแมลง ก้านเกสรมักสั้นกว่าดอกตัวเมีย ยอดเกสรรูปปากแตร หรือรูปกระบอง และช่อดอกแยกเพศ (dioecious) แยกเป็นช่อดอกเพศผู้ ที่ภายในมีดอกเพศผู้กับดอกปม และช่อดอกเพศเมียภายในพบเพียงดอกเพศเมียเพียงอย่างเดียว ยกเว้นสกุลย่อย Synoecia ในช่อดอกเพศเมีย มีดอกไม่มีเพศ (neuter flower) เป็นดอกที่มีเฉพาะวงกลีบรวม และก้านดอกย่อยเท่านั้น ผลมีขนาดเล็กพัฒนามาจากดอกขนาดเล็กที่เกิดภายในฐานรองช่อดอก ซึ่งเรียกฐานรองช่อดอกที่ดอกพัฒนาจนกลายเป็นผลว่า ช่อผล ผลเป็นแบบผลเมล็ดเดี่ยวแข็ง (drupe) หรือผลแห้งเมล็ดล่อน (achene) เมล็ดมีขนาดเล็ก ยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร รูปไต (reniform) หรือเกือบกลม (rotund) เปลือกแข็ง ผิวส่วนใหญ่ขรุขระ เอมบริโอ (embryo) ลักษณะโค้งงอ ใบเลี้ยงมีขนาดไม่เท่ากัน

ผลการศึกษา

ความหลากชนิดของมะเดื่อ - ไทรในอุทยานแห่งชาติเขานัน

ในเขตพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขานัน มีพรรณไม้สกุลมะเดื่อ - ไทร รวมทั้งสิ้น 50 ชนิด ใน 6 สกุลย่อย โดยทุกชนิดที่พบต่างมีจำนวนประชากรมาก จนบางชนิดกลายเป็นวัชพืช เช่น มะเดื่อหิน *Ficus montan* และเกือบทุกชนิดสามารถขึ้นกระจายได้ทั่วไป ยกเว้น มะเดื่อน้ำ *Ficus ischnopoda* และโพะ *Ficus obpyramidata* ที่มีความจำเพาะต่อถิ่นอาศัย คือ พบเฉพาะตามริมน้ำเท่านั้น รายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1. พรรณไม้สกุลมะเดื่อ - ไทรที่พบในอุทยานแห่งชาติเขานัน

สกุลย่อย	ชนิด		หมายเหตุ
	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	
Ficus	มะเดื่อชื้นก	*Ficus chartacea* (Wall. ex Kurz) Wall ex King	ไม้พุ่มขนาดเล็ก ที่พบเป็นไม้พื้นล่างในป่าดิบชื้น แต่จะขึ้นในบริเวณที่มีช่องแสงส่องถึง และมักพบขึ้นในป่ารุ่นสอง ตามสวนยางพารา สวนผลไม้ หรือตามข้างทาง ออกผลดก ผลสุกเป็นอาหารของนกหลายชนิด ส่วนผลแก่นำมากินเป็นผักได้ เช่นเดียวกับ ชิ้ง (*F. fistulosa*)
	ไทรใบขน	*Ficus fulva* Reinw. ex Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ป่ารุ่นสอง ปกติมักขึ้นในที่โล่งแจ้งมากกว่าในที่รกครึ้ม
	มะเดื่อน้ำ	*Ficus ischnopoda* Miq.	ไม้พุ่มที่ค่อนข้างจำเพาะกับถิ่นอาศัยพอสมควร ที่เขานันพบเฉพาะบริเวณลำห้วย ลำคลองที่น้ำไหล และพื้นเป็นหิน ที่ค่อนข้างโล่ง ไม่มีเรือนยอดไม้อื่นปกคลุมมากนัก
	-	*Ficus lamponga* Miq.	เป็นมะเดื่อที่พบขึ้นในป่ารุ่นสอง จัดเป็นกลุ่มพืชเบิกนำอีกชนิดหนึ่ง ปกติผิวใบเกลี้ยง แต่ในบางพื้นที่อาจพบผิวใบมีขนปกคลุม ที่เขานันพบเฉพาะลักษณะที่มีผิวใบเกลี้ยงเท่านั้น
Pharmacosycia	เลียงผึ้ง	*Ficus albipila* (Miq.) King	ผลมีขนาดเล็กและตำแหน่งการออกผลคล้ายพวกไทร แต่จัดรวมไว้ในกลุ่มมะเดื่อ เพราะลักษณะต้นเปลาตรง โคนต้นมีพูพอน เหมือนไม้ต้นทั่วๆ ไป และไม่มีรากย้อยเหมือนไทร เป็นไม้ที่มักมีผึ้งมาทำรังบนต้นบ่อยๆ หลายคนเรียกว่า ยวนผึ้ง ที่เขานันพบขึ้นกระจายอยู่ตามป่าดิบชื้นและในเขตชุมชน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สกุลย่อย	ชนิด		หมายเหตุ
	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	
Pharmacosycia	มะเดื่อกวาง	*Ficus callosa* Willd.	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ป่ารุ่นสอง ต้นสูงใหญ่ และบ่อยครั้งที่พบขึ้นเป็นพืชเบิกนำตามป่าไส น้ำยางมักไม่ขุ่นข้นเหมือนมะเดื่อทั่วๆ ไป และบางต้นมีน้ำยางลักษณะเป็นน้ำใส ผลมีกลิ่นเหม็นเขียวชวนให้คลื่นไส้
	โพขนุน	*Ficus nervosa* B. Heyne ex Roth subsp. *nervosa*	ไม้ต้นขนาดใหญ่ ลำต้นเปลาตรง ตามกิ่งและใบมักมีปม (gall) เป็นมะเดื่อที่มีลักษณะเหมือนไม้ต้นอื่นๆ มากที่สุด คือ เส้นใบคู่ที่ฐานสั้นและไม่เด่นชัด
	มะเดื่อทอง	*Ficus vasculosa* Miq.	ปกติเป็นไม้ในป่าดิบชื้นแต่สามารถขึ้นได้ดีในป่ารุ่นสอง เป็นไม้ต้นขนาดเล็ก เมื่อผลเริ่มสุกจะมีสีเหลืองทอง
Sycidium	-	*Ficus heteropleura* Blume	ผลมีขนาดเล็ก ออกตามซอกใบ และมีรากพิเศษเหมือนไทร จึงไม่แปลกที่ถูกเรียกว่าไทร แต่ที่ไม่เอาไปรวมไว้ในพวกไทร เนื่องจากต้นที่พบในเขานั้น ยังไม่พบว่ามันมีการจะดำรงชีพแบบไทรพัน แต่มันขึ้นเป็นไม้ต้นตามริมน้ำ และถ้าต้นโตมากๆ จะทำตัวคล้ายไม้เลื้อย คือ พาดต้นไปกับไม้ใหญ่ และรากพิเศษก็ไม่โอบรัดมากนักเหมือนอย่างไทรพัน
	มะเดื่อหิน	*Ficus montana* Burm.f.	ไม้พุ่มกึ่งเลื้อยที่ขึ้นเป็นไม้ระดับพื้นป่าในป่าดิบชื้น แต่กลับพบขึ้นอย่างหนาแน่นจนกลายเป็นวัชพืชในสวนยางพารา หรือสวนผลไม้ที่อยู่รอบๆ ผืนป่า ผลสุกมีสีส้มแกมแดงชาวบ้านนำไปใช้เป็นเหยื่อตกปลา
	มะเดื่อขน	*Ficus parietalis* Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น หรือป่ารุ่นสอง เป็นไม้พุ่มที่มักทอดเลื้อยได้
	-	*Ficus pisifera* Wall. ex Voigt	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ผลออกเป็นกระจุกตามต้นหรือตามซอกใบ
	-	*Ficus subulata* Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น หรือพื้นที่กสิกรรม บ่อยครั้งที่ขึ้นพันเหมือนไม้เถา หรือพืชอิงอาศัย
	กร่าง	*Ficus tinctoria* G. Forst. subsp. *gibbosa* (Blume) Corner	มีลักษณะบางประการที่คล้ายสกุลย่อย Urostigma คือ มีรากรัดพันคล้ายไทรและกร่างคนไทยจึงเรียกว่า กร่าง ที่เขานั้นพบเป็นจำนวนมาก
Sycomorus	เดื่อหลวง	*Ficus auriculata* Lour.	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ที่เขานั้นพบทั้งต้นที่ผลมีผิวเกลี้ยง และมีขนสั้นนุ่มปกคลุม จากการสอบถามชาวบ้าน พบว่าชาวบ้านนำผลของต้นเพศเมียมากิน ผลสุกมีสีแดงภายในมีเมล็ดเล็กๆ จำนวนมาก และมีวุ้นใสๆ รสหวาน ส่วนผลแก่นำมาแกงกินได้เช่นกัน
	ชิ้ง	*Ficus fistulosa* Reinw. ex Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ป่ารุ่นสอง หรือปลูกตามบ้านเป็นมะเดื่อที่ชาวใต้นิยมกินมากที่สุดชนิดหนึ่ง

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สกุลย่อย	ชนิด		หมายเหตุ
	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	
Sycomorus	ชิ้ง	*Ficus fistulosa* Reinw. ex Blume	ผลอ่อนนิยมกินเป็นผักสด แกล้มน้ำพริก แกงคั่ว หรือขนมจีน
	มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	พบขึ้นในป่าดิบชื้น พื้นที่กสิกรรม ป่ารุ่นสอง หรือในป่าที่มีช่องว่างเรือนยอดเปิดโล่งก็อาจจะพบมะเดื่อปล้องได้ แต่ส่วนใหญ่มักพบในพื้นที่ป่าไส หรือพื้นที่กสิกรรม เป็นชนิดที่มีการออกผลค่อนข้างแปลกกว่าชนิดอื่นๆ คือ บางต้นออกผลตามซอกใบ บางต้นออกผลเป็นกระจุกตามต้น และบางต้นออกผลเป็นช่อยาว หรือบางต้นออกทั้งตามซอกใบ เป็นกระจุกตามต้น หรือเป็นช่อยาว
	ช้าลูกโพ	*Ficus lepicarpa* Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ชอบขึ้นตามริมน้ำในบริเวณที่มีเรือนยอดไม้อื่นปกคลุม
Sycomorus	โพะ	*Ficus obpyramidata* King	พบขึ้นในป่าดิบชื้น เป็นอีกหนึ่งชนิดที่ขึ้นเฉพาะตามริมน้ำ ที่เขานันพบมากแถวคลองท่าทน ผลมีขนาดใหญ่ และมีสันตามความยาวผล
	มะเดื่ออุทุมพร	*Ficus racemosa* L.	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ส่วนใหญ่พบตามริมน้ำ แต่ในบางพื้นที่ถ้ามีความชื้นมากพอก็จะพบขึ้นไกลจากลำน้ำได้เกินกว่า 100 เมตร
	-	*Ficus ridleyana* C.C. Berg & Chantarasuwan	พบขึ้นในป่าดิบชื้น พื้นที่กสิกรรม ป่ารุ่นสอง เป็นพืชที่ขึ้นอยู่ใต้ชั้นเรือนยอดของไม้อื่น ในเขตที่เขานันป่าพบไม่มากนัก แต่ตามสวนยางพาราและสวนผลไม้ พบขึ้นหนาแน่น จนเป็นวัชพืช ผลออกตามไหลที่ทอดไปตามพื้นดินซึ่งอาจยาวได้ไกลมากถึง 5 เมตร
	เดื่อเพาะ	*Ficus schwarzii* Koord.	พบขึ้นในป่ารุ่นสอง พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่กสิกรรม หรือป่าดิบชื้น เป็นชนิดที่ออกผลตามลำต้น ออกผลดก ผลแก่กินได้ โดยนำมาต้มให้สุกกินจิ้มน้ำพริก หรือเป็นผักแกล้ม
	เดื่อดิน	*Ficus scortechinii* King	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ออกผลบริเวณโคนต้น และผลเป็นกระจุกอัดกันแน่นรอบๆ โคน
	เดื่อปล้องหิน	*Ficus semicordata* Buch. -Ham. ex Sm.	พบขึ้นในป่ารุ่นสอง พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่กสิกรรม เป็นหนึ่งในกลุ่มไม้เบิกนำ ซึ่งไม่พบใน ป่าทึบ ผลออกตามไหลหรือสายที่ทอดออกจากลำต้น
	ผูก	*Ficus variegata* Blume	พบขึ้นในป่ารุ่นสอง พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่กสิกรรม หรือป่าดิบชื้น เป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ ออกผลเป็นกระจุกตามลำต้น
Synoecia	-	*Ficus hederacea* Roxb.	เป็นไม้เถาที่ขึ้นพันตามต้นไม้ใหญ่ในป่าดิบชื้น
	มะเดื่อเทา	*Ficus laevis* Blume	เถาแก่ที่ออกผลแล้ว ใบจะเป็นรูปหัวใจ ซึ่งในบางพื้นที่พบว่าผิวใบมีขนสั้นนุ่มปกคลุม บางพื้นที่ผิวใบเกลี้ยง ผลก็เช่นกันมีทั้งที่ผิวเกลี้ยงและมีขนสั้นนุ่มปกคลุม ที่เขานันพบว่าส่วนใหญ่ผิวใบเกลี้ยง แต่ผลมีทั้งผิวเกลี้ยงและมีขนสั้นนุ่มปกคลุม

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สกุลย่อย	ชนิด		หมายเหตุ
	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	
Synoecia	เดื่อเถาใบใหญ่	*Ficus punctata* Thunb.	เป็นไม้ที่พบเห็นได้ทั่วไป ปกติจะเห็นเกาะตามต้นไม้ใหญ่ หรือไต่ตามก้อนหิน ใบมีรูปร่างเบี้ยวคล้ายรูปข้าวหลามตัด เป็นชนิดที่ขนาดใบกับขนาดผลไม่สมดุลกัน คือ ใบมีขนาดที่ค่อนข้างเล็ก แต่ผลมีขนาดใหญ่มาก ปกติโตกว่า 4 เซนติเมตร และขึ้นได้ในพื้นที่สูงถึง 1,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ที่บริเวณสันเย็น
	เดื่อเถาใบหอก	*Ficus sagittata* J. Konig ex Vahl	เป็นชนิดที่ใบมีความแตกต่างกันมากระหว่างใบของเถาอ่อนกับใบของเถาที่พร้อมจะออกผล คือ เถาอ่อนจะมีลักษณะใบเป็นรูปหอก ฐานเว้า และอาจมีขนปกคลุม แต่เถาแก่ที่พร้อมจะออกผล ใบจะมีลักษณะเป็นรูปรี หรือไข่แกมรี ผิวใบเกลี้ยง
	เดื่อเถาขนใหญ่	*Ficus trichocarpa* Blume	เป็นชนิดที่มีลักษณะบางประการใกล้เคียงกับเดื่อเถาใบหอก คือ รูปร่างใบของเถาอ่อนมีลักษณะคล้ายกัน แต่จะมีขนปกคลุมหนาแน่นกว่า และเมื่อเถาแก่พร้อมออกผล รูปร่างใบอาจไม่เปลี่ยนไปจากเดิมมากนัก หรืออาจเปลี่ยนเป็นรูปไข่กว้าง และมีขนปกคลุมหนาแน่นเช่นเดิม
	เดื่อเถาใบขน	*Ficus villosa* Blume	เป็นอีกหนึ่งชนิดที่ใบมีสองลักษณะ คือ เถาอ่อนใบมีลักษณะเป็นรูปหัวใจ ส่วนเถาแก่ที่พร้อมจะออกผลใบมีลักษณะเป็นรูปหอกแกมขอบขนาน
Urostigma	กร่าง	*Ficus altissima* Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ไทรชนิดนี้พบจำนวนมาก เป็นพืชที่พบได้ทั่วไป พบทั้งในเขตอุทยานฯ และเขตชุมชน
	ไทร	*Ficus annulata* Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ลักษณะเด่นที่ต่างจากชนิดอื่น คือ ใบที่ร่วงเมื่อแห้งมักเป็นสีดำ หรือสีน้ำตาลแกมดำ ผลมีก้านยาว สีเขียว ไทรชนิดนี้พบจำนวนมาก จัดเป็นพืชที่พบได้ทั่วไป จากการสังเกตพบว่ามักไม่ค่อยจะมีสัตว์ป่ากินผลของไทรชนิดนี้มากนัก
	ไทรย้อย	*Ficus benjamina* L.	พบขึ้นได้ทั้งในที่ราบจนถึงตามป่าเขา ผลเป็นอาหารของสัตว์ป่าหลายชนิด
	ไทรสนิม	*Ficus bracteata* (Wall. ex Miq.) Miq.	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ใบคล้ายกับ ลุงขน (*F. drupacea*) แต่ผลออกเป็นคู่ตามซอกใบ อัดแน่นตามปลายกิ่ง ปากช่องเปิดบุ๋ม
	ไทรสารภี	*Ficus callophylla* Blume	เป็นอีกหนึ่งชนิดที่นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ ลักษณะใบดูผิวเผินคล้ายกับใบสารภี (*Calophyllum inophyllum* L.) คือ มีลักษณะแข็ง
	-	*Ficus caulocarpa* (Miq.) Miq.	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ต้นมีขนาดใหญ่ และผลัดใบ พบมากทางภาคใต้ โดยเฉพาะที่เขานันพบจำนวนมาก ผลขนาดเล็ก แต่เป็นที่นิยมของสัตว์ป่าโดยเฉพาะนก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สกุลย่อย	ชนิด		หมายเหตุ
	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	
Urostigma	ไกร	*Ficus concinna* (Miq.) Miq.	ปกติพบขึ้นตามที่ราบในเขตชุมชน แต่ที่เขานั้นพบเฉพาะบริเวณ ที่ทำการอุทยานฯ ซึ่งเป็นไม้ที่นำมาปลูก จากการสำรวจในป่าไม่พบไทรชนิดนี้
	ไทรใหญ่	*Ficus crassiramea* (Miq.) Miq. subsp. *crassiramea*	พบขึ้นในป่าดิบชื้น เป็นไทรขนาดใหญ่ บ่อยครั้งที่ผลัดใบก่อนออกผล แต่บางครั้งออกผลแล้วค่อยผลัดใบในจังหวะที่ผลเริ่มสุกพอดี คือ ทั้งใบและผลร่วงพร้อมๆ กัน ที่เขานั้นพบทั่วไป แต่พบมากตามไหล่เขา ขึ้นตามพื้นที่สูงได้ถึง 800 เมตร จากระดับน้ำทะเล ผลสุกเป็นอาหารของสัตว์ป่าหลายชนิด
	ไทรคัน	*Ficus cucurbitina* King	พบขึ้นในป่าดิบชื้น เป็นไทรที่พบได้ไม่ง่ายนัก ถ้าดูเฉพาะใบอาจมีความสับสนกับใบของลุงขน F. *drupacea*) แต่ผลแตกต่างกันมาก คือ ผิวผลของไทรมีขนยาวแข็งปกคลุม เวลาจับจะตำมือและทำให้คันสำหรับคนที่แพ้
	ลุงขน	*Ficus drupacea* Thunb.	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ผิวใบอ่อน กิ่งอ่อนและผลอ่อนมีขนปกคลุมหนาแน่น แต่ขนที่ปกคลุมเป็นขนที่นุ่ม ส่วนผลสุกผิวเกลี้ยง
	เดื่อไทร	*Ficus glaberrima* Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา เป็นไทรเพียงชนิดเดียว ที่พบขึ้นได้ในพื้นที่สูงถึง 1,100 เมตร จากระดับน้ำทะเล บริเวณป่าเมฆบนสันเย็น แต่เท่าที่สังเกต พบมีมากในบริเวณป่าดิบชื้น
	ไทรลูกกลม	*Ficus globosa* Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น เป็นไม้เถา แต่ถูกเรียกว่าไทรประการหนึ่งน่าจะเป็นเพราะมีรากย้อย และประกอบกับใบมีลักษณะ คล้ายกับใบของไทรชนิดอื่นๆ ปกติผลสุกมีสีเขียวอ่อน แต่ก็พบว่าบางต้นผลสุกมีสีชมพู ที่เขานั้น พบได้ทั่วไป
	ไทรย้อยใบทู่	*Ficus microcarpa* L.f.	สามารถขึ้นได้ในหลายๆ พื้นที่ ทั้งที่ราบ ที่น้ำขังปากแม่น้ำที่เป็นน้ำกร่อย ขึ้นไปถึงป่าเขาลำเนาไพร ลักษณะและขนาดของใบค่อนข้างผันแปรมาก ที่เขานั้น ใบมีลักษณะเป็นรูปรี ผลสุกมีสัตว์ป่าหลายชนิดกิน
	-	*Ficus pisocarpa* Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ลักษณะที่แตกต่างจากชนิดอื่นอย่างเด่นชัด คือ ผลเป็นรูปไข่ หรือถ้ามองทางด้านข้างอาจเห็นเป็นรูปคล้ายสามเหลี่ยม และเป็นหนึ่งในไม่กี่ชนิดที่ปากช่องเปิดปิดไม่สนิท
	ไทรใบขน	*Ficus pubilimba* Merr.	เป็นไทรขนาดใหญ่ที่ขึ้นได้ทั่วไป ทั้งใบ กิ่งอ่อน หูใบ และผลอ่อน มีขนสั้นนุ่ม (pubescens) ปกคลุม บางต้นใบมีขนปกคลุมเฉพาะผิวใบด้านล่าง ส่วนด้านบนจะหลุดร่วงและเกลี้ยงเมื่อใบเริ่มแก่ และเป็นไทรเพียงไม่กี่ชนิดที่พบมีขนสั้นขึ้นตามใบประดับฐานผล

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สกุลย่อย	ชนิด		หมายเหตุ
	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	
Urostigma	-	*Ficus subglobosa* C.C. Berg	เป็นไทรที่พบได้ทั่วไป
	-	*Ficus sumatrana* (Miq.) Miq.	ไทรชนิดนี้มีลักษณะเด่น คือ ใบยาวไม่เกิน 10 เซนติเมตร ผลขนาดไม่เกิน 1 เซนติเมตร
	-	*Ficus sundaica* Blume	พบขึ้นในป่าดิบชื้น ปลายใบแหลม ผลมีลักษณะเป็นรูปไข่กลับ
	ผักเลือด	*Ficus virens* Aiton	พบขึ้นในป่าดิบชื้น เป็นไม้ผลัดใบ ซึ่งเมื่อแตกยอดอ่อนสามารถกินได้ หูใบมีรสเปรี้ยว

ชีพลักษณ์การออกดอก ออกผล ของ มะเดื่อ - ไทร

ข้อมูลการศึกษาด้านชีพลักษณ์ของพรรณไม้สกุลมะเดื่อ - ไทร ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขานันมุ่งเน้นไปที่การศึกษาการออกดอกออกผลเป็นหลัก โดยการเก็บข้อมูลช่วงเวลาการออกดอกออกผลจะทำพร้อมๆ กับการเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อม คือ อุณหภูมิและความชื้นอากาศ ณ ต้นมะเดื่อ - ไทรที่เลือก โดยเลือกไว้สำหรับการศึกษามา 7 ชนิด เป็นไทรที่สัตว์ป่ากินผลเป็นอาหาร 4 ชนิด ได้แก่ ไทรย้อยใบทู่ *Ficus microcarpa* ไทรย้อยใบแหลม *F. benjamina* *F. caulocarpa* และ *F. sundaica* เลือกมะเดื่อที่มนุษย์กินผลเป็นอาหารมา 3 ชนิด ได้แก่ ชิ้ง *Ficus fistulosa* โพะ *F. obpyramidata* และเดื่อเพาะ *F. schwazii* จำนวนชนิดละไม่น้อยกว่า 10 ต้น รวมแล้วไม่น้อยกว่า 100 ต้น กระจายทั่วทั้งอุทยานแห่งชาติเขานัน แล้วทำการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของมะเดื่อ-ไทรในส่วนของการออกดอก ออกผล ต่อเนื่องกันตลอดระยะเวลา 1 ปี

โดยสังเกตดูต้นมะเดื่อ - ไทรที่เลือกว่ามีการออกผลหรือไม่ และหากมีผล เป็นผลอ่อน ผลแก่หรือสุก ซึ่งในการพิจารณาอายุของผลต้องสังเกตทั้งจากภายนอกและผ่าผลเพื่อดูดอกที่อยู่ภายใน จากการเฝ้าสังเกตเป็นเวลา 5 เดือน พบมะเดื่อ - ไทร ชนิดที่เลือกส่วนใหญ่ออกผลต่อเนื่องกันทั้ง 5 เดือน ยกเว้น *Ficus caulocarpa* เพียงชนิดเดียวที่ออกผลเฉพาะช่วงเดือนธันวาคมและมกราคม (ภาพที่ 1)

Ficus benjamina L.

จากการเฝ้าสังเกตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ 2550 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 พบมีการออกผลตลอดทั้ง 5 เดือน แต่มีแนวโน้มว่า ยิ่งย่างเข้าสู่ฤดูแล้งยิ่งมีจำนวนต้นที่ออกผลมากขึ้น และยังพบว่าไทรชนิดนี้ใช้เวลาในการพัฒนา จากผลอ่อนไปเป็นผลสุก เพียงประมาณ 1 เดือน และเมื่อผลเริ่มสุกจะใช้เวลาแค่ไม่เกินสองสัปดาห์ก็จะสุกงอมและถูกสัตว์กินหมด หรือไม่ก็ร่วงหล่น แต่จากการเฝ้าสังเกตกลับพบว่าไทรชนิดนี้ใช้เวลาในการพัฒนาจากตุ่มผลจนกลายเป็นผลอ่อน บางต้นใช้เวลามากถึงสองเดือน

Ficus caulocarpa (Miq.) Miq.

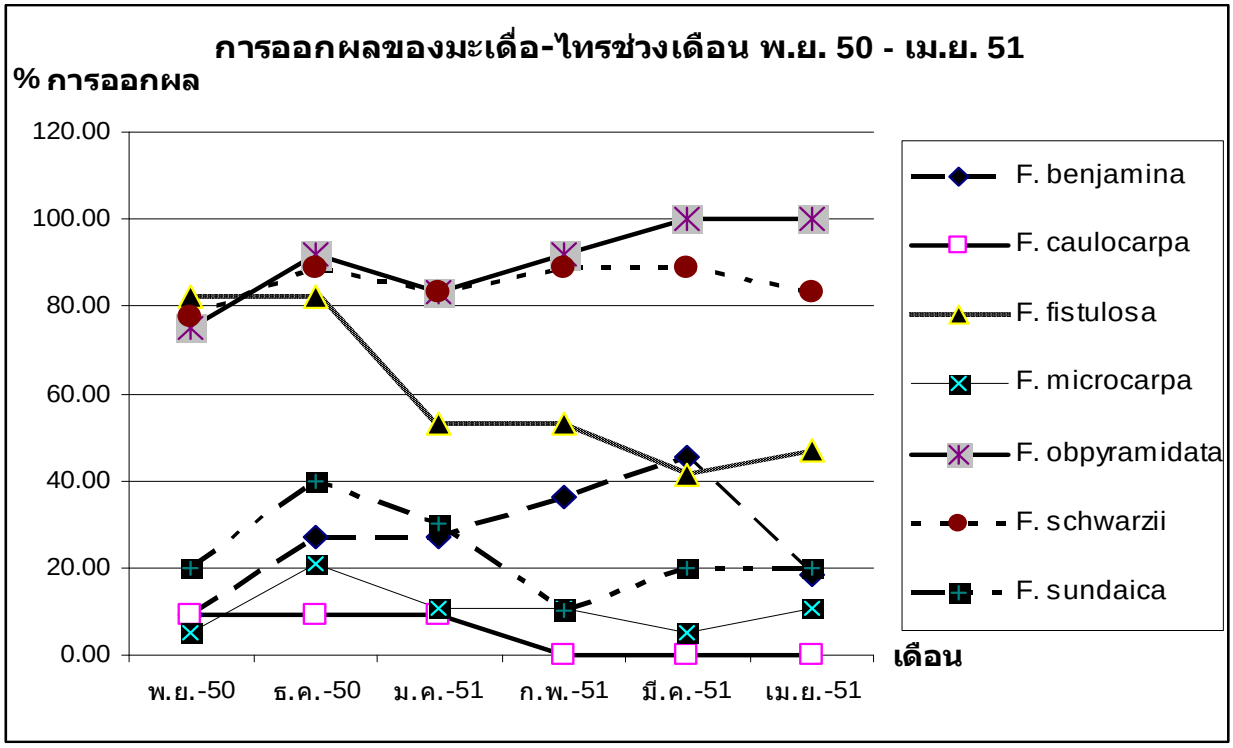
จากการเฝ้าสังเกตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ 2550 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ 2551 พบมีการออกผลเพียงแค่ 3 ต้น และเดือนละหนึ่งต้นเท่านั้น คือ เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และ มกราคม เท่านั้น และยังพบว่าไทรชนิดนี้มีการผลัดใบก่อนออกผล และใช้เวลาในการพัฒนาจากผลแก่จนกระทั่งสุกงอมเพียงไม่ถึงหนึ่งเดือน

Ficus fistulosa Rienw. ex Burm

จากการเฝ้าสังเกตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ 2550 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 พบมีการออกผลทุกเดือน แต่พบว่ายิ่งย่างเข้าฤดูแล้งจำนวนต้นที่ออกผลยิ่งลดจำนวนลง

Ficus microcarpa L.f.

จากการเฝ้าสังเกตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 พบมีการออกผลทุกเดือน โดยช่วงเดือนธันวาคมและมกราคม มีจำนวนต้นที่ออกผลมากที่สุด



ภาพที่ 1. แสดงเปอร์เซ็นต์การออกผลของมะเดื่อ - ไทร 7 ชนิด ที่เลือกมาศึกษาด้านการออกผล

.

Ficus obpyramidata King

จากการเฝ้าสังเกตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 พบมีการออกผลทุกเดือน แต่พบว่ายิ่งย่างเข้าฤดูแล้งจำนวนต้นที่ออกผลยิ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้น และยังพบว่าผลของมะเดื่อชนิดนี้ ในแต่ละช่อจะมีอายุไม่เท่ากัน อายุของผลแต่ละผลในหนึ่งช่อจึงไร่เรียงกันจากอ่อนไปถึงแก่ โดยที่มะเดื่อชนิดนี้ใช้เวลาในการพัฒนาจากตุ่มผลจนกลายเป็นผลแก่ ประมาณ 2 – 3 เดือน

Ficus schwarzii Koord.

จากการเฝ้าสังเกตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 พบมีการออกผลทุกเดือน แต่ช่วงเดือนมกราคมมีการออกผลมากต้นที่สุด และยังพบว่าผลของมะเดื่อชนิดนี้ ในแต่ละช่อจะมีอายุไม่เท่ากัน อายุของผลแต่ละผลในหนึ่งช่อจึงไร่เรียงกันจากอ่อนไปถึงแก่ โดยที่มะเดื่อชนิดนี้ใช้เวลาในการพัฒนาจากตุ่มผลจนกลายเป็นผลแก่ ประมาณ 2 – 3 เดือน และยังพบว่าบางต้นเมื่อผลเริ่มสุก ก็มีการออกตุ่มผลอ่อนขึ้นมาทดแทนเลย

Ficus sundaica Blume

จากการเฝ้าสังเกตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 พบมีการออกผลต่อเนื่องกันตลอดทุกเดือน และพบว่าไทรชนิดนี้บางต้นจะผลัดเปลี่ยนวนเวียนกันออกผลไปตามกิ่งต่าง ๆ จนมีทั้งผลอ่อนผลแก่และผลสุกในต้นเดียวกัน

ความหลากชนิดของสัตว์ที่กินผลมะเดื่อ - ไทร

ในรอบ 5 เดือนที่ผ่านมา ได้เฝ้าสังเกตชนิดสัตว์กินผลของมะเดื่อ 3 ชนิด คือ *Ficus fistulosa F. schwarzii F. obpyramidata* และไทรหนึ่งชนิด คือ *F. benjamina* โดยเริ่มเฝ้าสังเกตชนิดสัตว์ ระบุและจำแนกชนิดสัตว์ตามผลงานของจารุจินต์ และคณะ (2550), Corbet and Hill (1991), Duengkae(1988) Lekagul and McNeely (1977) Lekagul and Round (1991), Robson (2000), Round (2000) ผลปรากฏว่าสัตว์ป่าที่กินผลมะเดื่อมีเพียง กระรอกปลายหางดำเพียงชนิดเดียว แต่มะเดื่อทั้งสามชนิดนี้เป็นที่นิยมของคนซึ่งมักนำไปกินเป็นผัก ส่วนสัตว์ที่กินผลไทรพบ 19 ชนิด รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. รายชื่อสัตว์ที่กินผลมะเดื่อ - ไทร

ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
กระรอกปลายหางดำ	Grey-bellied Squrirrel	*Callosciurus caniceps*
นกกาฝากท้องสีส้ม	Orange-bellied Flowerpecker	*Dicaeum trigonostigma*
นกเขาเปล้าธรรมดา	Thick-billed Green Pigeon	*Treron curvirostra*
นกเขียวก้านตองปีกสีฟ้า	Blue-winged Leafbird	*Chloropsis cochinchinensis*
นกเขียวคราม	Asian Fairy Bluebird	*Irena puella*
นกเดินดงหัวสีส้ม	Orange-headed Thrush	*Zoothera citrina*
นกตีทอง	Coppersmith Barbet	*Megalaima haemacephala*
นกปรอดหัวโขน	Red-whiskered Bulbul	*Pycnonotus jocosus*
นกปรอดคอลาย	Stripe-throated Bulbul	*Pycnonotus finlaysoni*
นกปรอดทอง	Black-headed Bulbul	*Pycnonotus atriceps*
นกปรอดเล็กท้องเทา	Spectacled Bulbul	*Pycnonotus erythropthalmos*
นกปรอดสีน้ำตาลตาแดง	Red-eyed Bulbul	*Pycnonotus brunneus*
นกปรอดหงอนตาขาว	Buff-vented Bulbul	*Iole propinqua*
นกปรอดหน้านวล	Yellow-vented Bulbul	*Pycnonotus goiavier*
นกปรอดเหลืองหัวจุก	Black-crested Bulbul	*Pycnonotus melanicterus*
นกปรอดโอ่งแก้มเทา	Grey-cheeked Bulbul	*Aiophoixus bres*
นกปรอดโอ่งท้องสีน้ำตาล	Ochraceous Bulbul	*Alophoixus ochraceus*
นกโพระดกหน้าผากดำ	Blue-eared Barbet	*Megalaima incognita*
นกสีชมพูสวน	Scarlet-backed Flowerpecker	*Dicaeum cruentatum*

เมื่อเฝ้าสังเกตชนิดสัตว์ที่กินผลของไทรย้อยใบแหลม (*F. benjamina*) พบสัตว์ที่เข้ากินผลไทรย้อย 221 ตัว โดยพบว่าในครึ่งวันตอนเช้าจะมีสัตว์เข้ามากินมากที่สุด และช่วงเวลาที่เข้ามากินมากที่สุด คือ ช่วง 8.00 – 10.00 น. (ภาพที่ 2)

คุณค่าทางโภชนาการในผลมะเดื่อ - ไทร

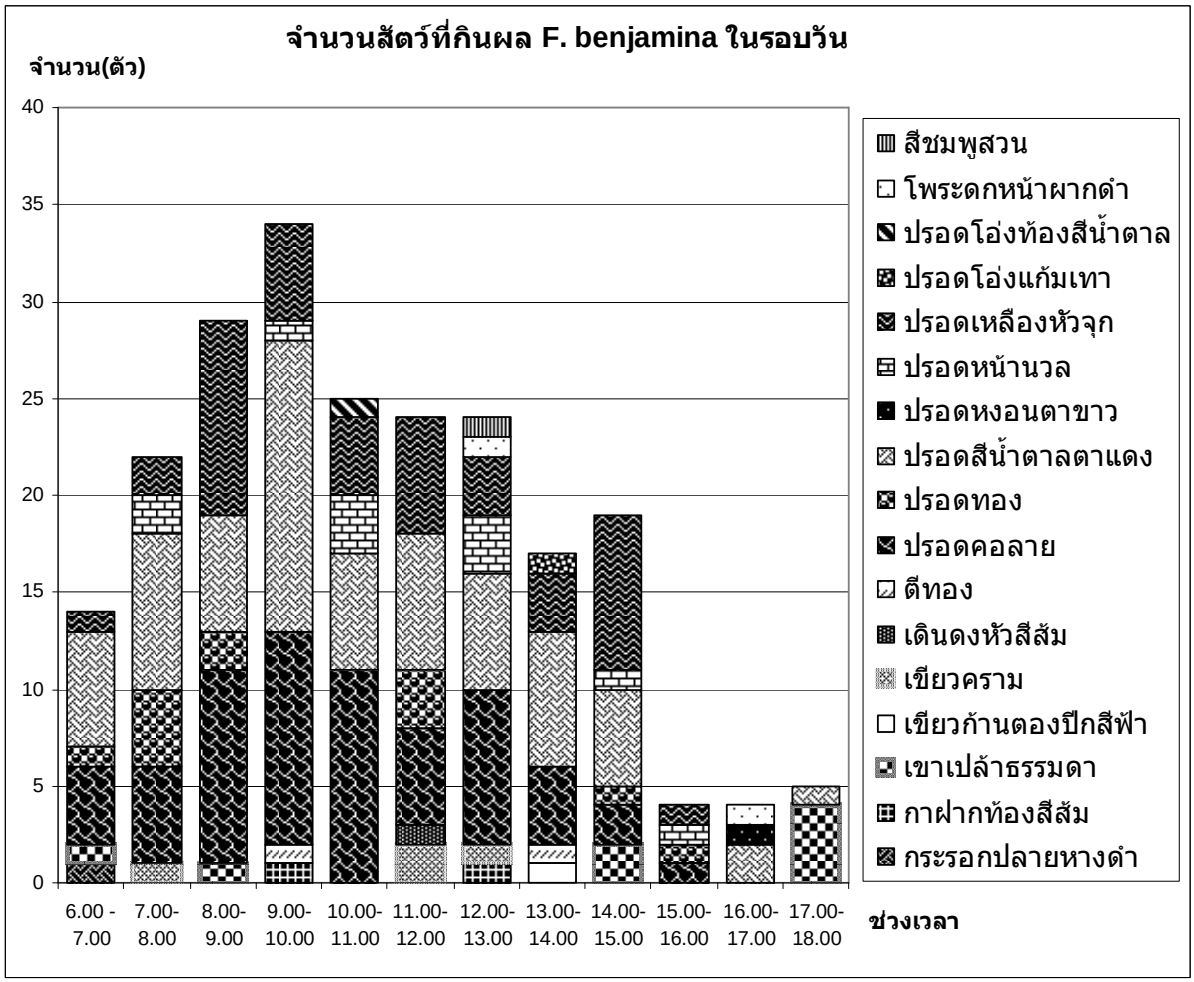
การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในผลมะเดื่อ – ไทร เพื่ออยากทราบว่าแต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการมากน้อยเท่าไร และชนิดที่เป็นอาหารของมนุษย์นั้น มีศักยภาพเพียงพอที่จะนำไปปลูกเป็นพืชอาหารได้หรือไม่ ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ผลของมะเดื่อ - ไทร 6 ชนิด คือ *F. benjamina F. microcarpa F. obpyramidata F. schwarzii F. sundaica* และ *F. fistulosa* โดยเก็บตัวอย่างผลของมะเดื่อ - ไทรส่งไปวิเคราะห์ที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ 6 รายการ คือ คาร์โบไฮเดรต สารเยื่อใย ไขมัน โปรตีน พลังงาน และพลังงานจากไขมัน ซึ่งพบว่ากลุ่มไทร ได้แก่ *Ficus benjamina F. microcarpa* และ *F. sundaica* มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต และให้พลังงานสูงกว่ากลุ่มมะเดื่อ รายละเอียดดังตารางที่ 3

สรุปและวิจารณ์

พรรณไม้สกุลมะเดื่อ – ไทรที่พบในอุทยานแห่งชาติเขานัน พบทั้งสิ้น 50 ชนิด แยกเป็น 6 สกุลย่อย คือ สกุลย่อย *Urostigma* มีลักษณะเด่น คือ เป็นไม้ต้น มีรากพิเศษ ปกติดำรงชีพแบบไทรพัน ลำต้นเกิดจากการพัฒนาของรากรัดพัน ดอกแยกเพศร่วมต้น พบ 19 ชนิด สกุลย่อย *Pharmacosycea* มีลักษณะเด่น คือ เป็นไม้พุ่ม หรือไม้ต้น โคนต้นมักเป็นพูพอน ไม่มีรากพิเศษ ดอกแยกเพศร่วมต้น พบ 4 ชนิด สกุลย่อย *Sycomorus* มีลักษณะเด่น คือ เป็นไม้ต้นหรือไม้พุ่ม มีน้ำยางสีขาว หรือสีเหลือง ไม่มีรากพิเศษ ดอกแยกเพศร่วมต้น หรือแยกเพศแยกต้น พบ 11 ชนิด สกุลย่อย *Sycidium* มีลักษณะเด่น คือ เป็นไม้ต้นขนาดเล็ก ไม้พุ่ม หรือไม้เถา ขึ้นตามพื้นดินหรือเป็นพืชอิงอาศัย น้ำยางสีขาวขุ่น (บางครั้งใส) กิ่งกลวงหรือตันแผ่นใบ

ตารางที่ 3. คุณค่าทางโภชนาการในผลมะเดื่อ - ไทร

ชนิด	โปรตีน %	ไขมัน%	สารเยื่อใย %	คาร์โบไฮเดรต %	พลังงาน Kcal/100g	พลังงานจากไขมัน Kcal/100g
F. schwarzii	2.03	0.53	6.39	14.90	72.49	4.77
F. obpyramidata	3.37	0.43	3.85	9.20	54.06	3.78
F. fistulosa	2.03	0.24	5.75	11.45	56.08	2.16
F. benjamina	8.73	1.51	13.08	17.27	117.59	13.59
F. microcarpa	1.99	0.72	7.47	18.57	88.72	6.48
F. sundaica	1.61	0.55	10.30	26.51	117.43	4.95



ภาพที่ 2. แผนภูมิแสดงจำนวนนกแต่ละชนิดที่กินผล *F. benjamina*

ไม่สมมาตร ขอบใบมักเป็นหยัก ดอกเพศผู้ มักมีรังไข่ติดอยู่ด้วย พบ 6 ชนิด สกุลย่อย *Synoecia* มีลักษณะเด่น คือ เป็นไม้เถามีรากสำหรับเกาะไต่ รากออกตามข้อและปล้อง ใบเป็นสองลักษณะ คือ เถาที่ยังเป็นต้นอ่อนกับเถาที่เป็นต้นแก่มีรูปร่างใบแตกต่างกันชัดเจน พบ 6 ชนิด และพบมะเดื่อ - ไทร สกุลย่อย *Ficus* 4 ชนิด โดยในที่นี้พบว่าเป็นชนิดที่ยังไม่เคยมีรายงานและตัวอย่างอ้างอิงที่เก็บมาจากจังหวัดนครศรีธรรมราชมาก่อน ซึ่งถือว่าเป็นการรายงานการพบใหม่ของพื้นที่ ถึง 25 ชนิด ได้แก่ เลียงผึ้ง *Ficus albipila* (Miq.) King กร่าง *F. altissima* Blume ไทรสารภี *F. callophylla* Blume มะเดื่อกวาง *F. callosa* Willd. ไทรใหญ่ *F. crassiramea* (Miq.) Miq. subsp. *crassiramea* ลุงขน *F. drupacea* Thunb. ไทรขน *F. fulva* Reinw. ex Blume เดื่อไทร *F. glaberrima* Blume *F. hederacea* Roxb. มะเดื่อเทา *F. laevis*

Blume มะเดื่อหิน *F. montana* Burm.f. โพขนุน *F. nervosa* B. Heyne ex Roth subsp. *nervosa* โพะ *F. obpyramidata* King ไทรใบขน *F. pubilimba* Merr. มะเดื่ออุทุมพร *F. racemosa* L. *F. ridleyana* C.C. Berg & Chantarasuwan เดื่อเถาใบหอก *F. sagittata* J. Konig ex Vahl เดื่อปล้องหิน *F. semicordata* Buch. - Ham. ex Sm. *F. subglobosa* Berg *F. sumatrana* (Miq.) Miq. *F. sundaica* Blume เดื่อเถาขนใหญ่ *F. trichocarpa* Blume ผูก *F. variegata* Blume เดื่อเถาใบขน *F. villosa* Blume และผักเลือด *F. virens* Aiton ซึ่งยังเป็นที่น่าสงสัยอยู่ว่า ทั้ง 25 ชนิดนี้เป็นพืชที่พบเห็นทั่วไป ไม่มีชนิดใดที่จัดเป็นพืชหายาก แต่กลับไม่มีตัวอย่างที่เก็บจากนครศรีธรรมราชเลย

ด้านชีพลักษณ์การออกผลของมะเดื่อ - ไทร ทั้ง 7 ชนิด มีแนวโน้มว่าออกผลได้ตลอดทั้งปี ในกลุ่มมะเดื่อส่วนใหญ่แต่ละต้นจะออกผลอ่อนแล้วค่อยๆ พัฒนาจนสุกและร่วงหล่น จากนั้นจะออกผลชุดใหม่ แต่มีบางต้นที่มีทั้งผลอ่อน แก่ และสุกในต้นเดียวกัน และเมื่อดูในภาพรวมยังพบว่ามะเดื่อมีเปอร์เซ็นต์การออกผลมากกว่ากลุ่มไทร ส่วนกลุ่มไทร ต้นหนึ่งๆ ออกผลได้เป็นครั้งๆ ไป แต่มีบางต้นที่มีทั้งผลอ่อน ผลแก่ และผลสุกอยู่บนต้นเดียวกัน และส่วนใหญ่เมื่อออกผลเสร็จแล้วก็จะพักเป็นระยะเวลาหนึ่ง จึงจะออกผลใหม่อีกครั้ง ต้นที่ใช้เวลาไม่มากนักก็อาจพบว่าปีหนึ่งๆ สามารถออกผลได้สองถึงสามครั้ง แต่ก็พบต้นที่มีลักษณะแบบนี้น้อยมาก ส่วนใหญ่ออกผลแค่ปีละหนึ่งครั้ง

ด้านความหลากหลายของสัตว์ พบสัตว์ป่าที่กินผลมะเดื่อ - ไทร 21 ชนิด และที่กินผลของ *F. benjamina* มี 19 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นนกที่มีขนาดเล็ก โดยมีกลุ่มนกปรอดที่กินผลไทรชนิดนี้มากที่สุด และมีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพียงชนิดเดียวที่กินไทรชนิดนี้ คือ กระรอกปลายหางดำ และพบว่าไม่มีนกชนิดใดเลยที่กินผลของมะเดื่อ จึงมีความเป็นได้ที่ขนาดของผลมะเดื่อโดยส่วนใหญ่มีขนาดที่ใหญ่ เกินกว่าที่นกจะกลืนกินได้ทั้งผล แต่ขนาดของผลกลับไม่มีปัญหาสำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และเมื่อดูด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่ามีประมาณที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ในกลุ่มไทร มีคาร์โบไฮเดรต และให้พลังงานมากกว่ากลุ่มมะเดื่อ เชื่อว่าการที่สัตว์เลือกกินน่าเกี่ยวข้องกับปริมาณคุณค่าทางอาหารที่ได้รับ โดยเฉพาะกลุ่มนกที่ต้องใช้พลังในการดำรงชีพสูง จึงเลือกกินกลุ่มไทรมากกว่ามะเดื่อ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติรหัสโครงการ R148012

เอกสารอ้างอิง

จารุจินต์ นภีตะภัฏ, กานต์ เลขะกุล, วัชระ สงวนสมบัติ. 2550. *คู่มือดูนก หมอบุญส่ง เลขะกุล นกเมืองไทย.* ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 464 น.

Berg, C.C. 2003a. Flora Malesiana Precursor for the Treatment of Moraceae 2: Ficus Subgenus Pharmacosycea Section Oreosycea. *Blumea* 49: 155 – 200.

Berg, C.C. 2003b. Flora Malesiana Precursor for the Treatment of Moraceae 3 : Ficus Subgenu Ficus. *Blumea* 48: 529 – 550.

Berg, C.C. 2003c. Flora Malesiana Precursor for the Treatment of Moraceae 4 : Ficus Subgenu Synoecia. *Blumea* 48: 551 – 571.

Berg, C.C. 2003d. Flora Malesiana Precursor for the Treatment of Moraceae 5 : Ficus Subgenu Sycidium. *Blumea* 48: 573 – 597

Berg, C.C. 2004. Flora Malesiana Precursor for the Treatment of Moraceae 6 : Ficus Subgenu Sycomorus. *Blumea* 49: 155 – 200.

Berg, C.C., E.J.H. Corner. 2005. Ficus (Moraceae). *Flora Malesiana*, *Serie 1 - Seed Plants* . Vol. 17, Part 2: 1 – 730.

Condit, Ira. J. 1947. The Fig. University of California. 222 p.

Corbet, G. B. and J.E. Hill. 1991. *A World List of Mammalian Species. 3rd. ed.* Oxford University Press, Oxford.

Corner, E.J.H.1960. Taxonomic Notes on *Ficus* Linn.,Asia and Australasia. *The Gardens Bulletin Singapore*.Vol. XVIII, Partl: 1 - 69.

Corner, E.J.H. 1961. Taxonomic Notes on Ficus Linn., Asia and Australasia, adendum. *The Gardens Bulletin Singapore*.Vol. XVIII, PartIII: 83 - 97.

Corner, E.J.H. 1965. Check -list of Ficus in Asia and Australia with key to identification. *The Garden Bulletin Singapore*. Vol.XXI, Part I : 1-196.

Duengkae, P. 1988. *Wild Mammals in Thailand.* Office of Environment Policy and Planning. Bangkok, Thailand. (in Thai)

King, G. 1887. *The Species of Ficus of the Indo-Malayan and Chinese Countries.* Part I; Palaeomorphe and Urostigma. Calcutta: 1-66

King, G. 1888. *The Species of Ficus of the Indo-Malayan and Chinese Countries.* Part II; Synoecia, Sycidium, Covellia, Eusyce and Neomorphe. Calcutta: 67 - 177

Lekagul,B. and P. D. Round, 1991. *A Guide to the Birds of Thailand.* Darnsutha Press, Bangkok.

Lekagul,B. and J. A. McNeely. 1977. Mammals of Thailand. Bangkok.

Robson, C. 2000. *A Field Guide to the Birds of Southeast Asia.* New Holland Publishers (UK) Ltd. UK.

Round, P.D. 2000, *Field Check-List of Thai Birds.* Bird Conservation Society of Thailand.Bagkok

ความหลากหลายของทากเปลือยในบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี

สุชนา ชวนิชย์[1*], Larry G. HARRIS[2], ชโลทร รักษาทรัพย์[1], ปฐพร เกื้อนุ้ย[1] และ วรณพ วิยกาญจน์[1]

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, [1*]E-mail : suchana.c@chula.ac.th

[2] Department of Zoology, University of New Hampshire, U.S.A

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาความหลากหลายของทากเปลือยในบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำฐานข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรดังกล่าวในพื้นที่ ผลการศึกษาในพื้นที่ทั้งหมด 5 เกาะ ได้แก่ เกาะแตน เกาะมัดสุ่ม เกาะราบ เกาะวังนอก และเกาะวังใน พบทากเปลือย อย่างน้อย 19 ชนิด จาก 15 สกุล 9 วงศ์ ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 1 – 15 เมตร โดยส่วนใหญ่พบอาศัยอยู่บนฟองน้ำหรือไฮดรอยด์ ทั้งนี้ พบทากเปลือยวงศ์ Phyllidiidae และ Chromodorididae เป็นกลุ่มเด่น และมีทากเปลือย *Jorunna funebris* เป็นชนิดที่พบชุกชุม รวมทั้งมีทากเปลือย *Platydoris dierythros*, *Chromodoris sinensis*, *Glossodoris cincta, Dendrodoris denisoni* และ *Bornella stellifer* เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในน่านน้ำไทย

คำสำคัญ : ทากเปลือย, อุทยานแห่งชาติ – หาดขนอม หมู่เกาะทะเลใต้, จังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี

บทนำ

อุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ เป็นอุทยานแห่งชาติทางทะเล ซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินการประกาศจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติตามกฎหมาย โดยมีการสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ในเขตอุทยานแห่งนี้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ป่า ชายฝั่งทะเล รวมถึงเกาะต่างๆ ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วยความหลากหลายทางกายภาพและชีวภาพที่คงไว้ซึ่งความบริสุทธิ์ มีภูเขาที่คงไว้ซึ่งป่า มีป่าชายเลนที่มีความสมบูรณ์ บริเวณชายฝั่งมีหาดทราย มีแนวหญ้าทะเล และมีแนวปะการังบริเวณกลุ่มเกาะต่างๆ จากสภาพความสมบูรณ์ของพื้นที่และการที่เป็นพื้นที่ที่อยู่ระหว่างการประกาศเป็นเขตอุทยานแห่งชาติ ทำให้การรวบรวมข้อมูลด้านความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรเป็นสิ่งที่สำคัญ ทั้งนี้ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

ทากเปลือย (nudibranch) เป็นสัตว์ที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับหอย แต่ไม่มีเปลือกแข็งห่อหุ้มร่างกายที่อ่อนนุ่ม จัดอยู่ในซับคลาส Opisthobranchia ลำดับ Nudibranchia ทากเปลือยส่วนใหญ่มีสีสันสวยงาม และมีขนาดเล็กตั้งแต่ 2 – 3 มิลลิเมตร จนถึงขนาดใหญ่ประมาณ 30 เซนติเมตร (Coleman 2001) การที่ทากเปลือยไม่มีเปลือกแข็งห่อหุ้มร่างกายทำให้มีความเสี่ยงต่อการถูกกินโดยผู้ล่า ธรรมชาติจึงสร้างสรรค์ให้ทากเปลือยบางชนิดมีการสะสมสารพิษหรือสร้างสารทุติยภูมิขึ้นมาไว้ในร่างกายเพื่อการป้องกันตัว ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากอาหาร เช่น ฟองน้ำ ไฮดรอยด์ เพรียง หัวหอม สาหร่าย ปะการัง และดอกไม้ทะเล เป็นต้น (Thompson 1976; Coleman 2001; Darumas et al 2007)

ทากเปลือยสามารถพบได้ทั้งในเขตร้อนและเขตหนาว อาศัยอยู่ตามแนวปะการัง พื้นทราย พื้นโคลน ป่าชายเลน หรือแม้กระทั่งกลางทะเล (Marshall and Willan 1999; Coleman 2001) ทากเปลือยมีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศทางทะเล และมีส่วนช่วยควบคุมการแพร่กระจายของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เข้ามาในระบบนิเวศด้วย (Harris and Tyrrell 2001) ปัจจุบันพบว่าสารทุติยภูมิที่พบในทากเปลือยบางชนิดมีฤทธิ์ทางชีวภาพ และมีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งหลายชนิด เช่น สารทุติยภูมิกลุ่ม renieramycins ที่สกัดได้จากทากเปลือย *Jorunna funebris* ซึ่งกินฟองน้ำสีน้ำเงิน *Xestospongia* sp. เป็นอาหาร เป็นต้น (นำพร อินสิน และคณะ 2548; Suwanborirux et al 2003; Darumas et al 2007)

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างทากเปลือยด้วยการดำน้ำลึก โดยใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจใต้น้ำแบบ SCUBA บริเวณเกาะทั้ง 5 ของอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ ได้แก่ เกาะแตน เกาะมัดสุ่ม เกาะราบ เกาะวังนอก และ เกาะวังใน โดยการสุ่มสำรวจในบริเวณแนวปะการังและบริเวณพื้นที่อื่นๆ นอกแนวปะการัง พร้อมทั้งบันทึกภาพถ่ายใต้น้ำด้วยกล้องดิจิตอลเพื่อนำรูปภาพมาใช้ประกอบการจำแนกชนิด ซึ่งใช้สีและรูปแบบการเรียงตัวของสีที่ปรากฏอยู่บนลำตัวเป็นสำคัญ เนื่องจากการเก็บรักษาตัวอย่างทากเปลือยโดยการนำมาดองในแอลกอฮอล์ทันทีส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือการลบเลือนของสีบนลำตัว จึงยากต่อการจำแนก

นอกจากนี้ได้ทำการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปใช้ในการทำฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เช่น บันทึกลักษณะของถิ่นอาศัย เป็นต้น การที่ทากเปลือยเป็นสัตว์ที่พบในธรรมชาติค่อนข้างยาก จึงใช้วิธีการประเมินโดยการแบ่งกลุ่มความยากง่ายในการพบทากเปลือยแต่ละชนิดตามจำนวนตัวอย่างที่พบ ดังนี้ 1 = พบยาก (1–3 ตัวอย่าง) 2 = พบปานกลาง (4–8 ตัวอย่าง) และ 3 = พบง่าย (มากกว่า 8 ตัวอย่าง) ทั้งนี้ตัวอย่างทากเปลือยแต่ละชนิดจะถูกเก็บรักษาไว้เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการอ้างอิงของพื้นที่ต่อไป

ผลการศึกษา

จากการสำรวจทากเปลือยในทุกพื้นที่ พบทากเปลือยอย่างน้อย 19 ชนิด จาก 15 สกุล 9 วงศ์ ได้แก่ ทากเปลือย *Thecacera* sp., *Jorunna funebris*, *Platydoris dierythros*, *Chromodoris sinensis*, *Glossodoris atromarginata*, *Glossodoris cincta*, *Mexichromis multituberculata*, *Risbecia tryoni*, *Dendrodoris denisoni*, *Fryeria marindica*, *Fryeria picta*, *Phyllidia coelestis*, *Phyllidia elegans*, *Phyllidiella nigra*, *Phyllidiella pustulosa*, *Bornella stellifer*, *Armina cf. japonica*, *Flabellina rubrolineata* และ *Phyllodesmium magnum* (ตารางที่ 1) โดยมีวงศ์ Phyllidiidae และ Chromodorididae เป็นกลุ่มเด่น ซึ่งพบทั้งหมด 6 ชนิด และ 5 ชนิด ตามลำดับ มีทากเปลือย *Jorunna funebris* เป็นชนิดที่พบชุกชุมและมีทากเปลือย 5 ชนิด ได้แก่ ทากเปลือย *Platydoris dierythros*, *Chromodoris sinensis*, *Glossodoris cincta, Dendrodoris denisoni* และ *Bornella stellifer* เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในน่านน้ำไทย โดยทากเปลือยทั้งหมดพบที่ระดับความลึกตั้งแต่ 1 ถึง 15 เมตร

นอกจากนี้ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์การพบชนิดของทากเปลือยที่พบยากและพบง่ายไม่แตกต่างกัน คือ อยู่ที่ 42.1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ชนิดของทากเปลือยที่พบปานกลางอยู่ที่ 15.8 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1) ซึ่งถิ่นอาศัยของทากเปลือยเหล่านี้ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตอื่นที่ใช้เป็นแหล่งอาหาร เช่น ฟองน้ำ ไฮดรอยด์ เป็นต้น โดย 73.7 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดทากเปลือยที่พบจะอาศัยอยู่กับฟองน้ำ (ภาพที่ 2)

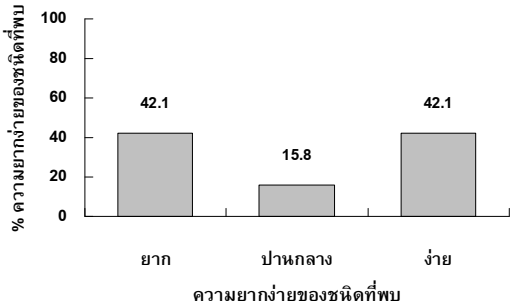
สรุปและวิจารณ์

จากการศึกษาของ ณรงค์พล สิทธิทวีพัฒน์ (2544) มีรายงานการพบทากเปลือยในน่านน้ำไทย ทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามันประมาณ 60 ชนิด โดยเป็นรายงานการพบทากเปลือยในพื้นที่บริเวณเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพียง 4 ชนิด ได้แก่ *Jorunna funebris*, *Risbecia pulchella*, *Phyllidia coelestis* และ *Phyllidia varicosa* ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ที่พบทากเปลือยถึง 19 ชนิด อย่างไรก็ตาม หากรวบรวมข้อมูลทากเปลือยจากรายงาน คู่มือท่องเที่ยว และเอกสารอื่นๆ คาดว่าทากเปลือยในน่านน้ำไทยอาจมีสูงถึง 100 ชนิด (Coleman 2001; Behrens 2005) ทั้งนี้ Coleman (2001) รายงานว่าทากเปลือยส่วนใหญ่ที่พบในบริเวณต่างๆ เป็นชนิดที่สามารถพบยาก

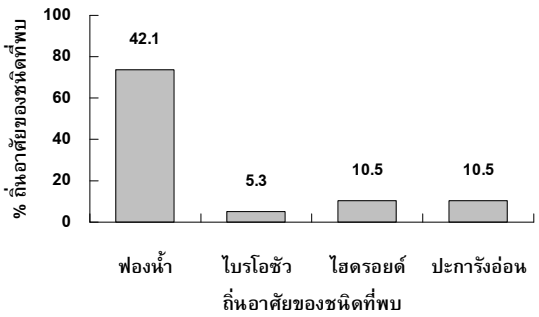
เช่นเดียวกับความยากง่ายของชนิดทากเปลือยที่พบบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ ที่พบว่า ทากเปลือยส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและพบยาก และมีเปอร์เซ็นต์ความยากในการพบสูงถึง 42.1 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ว่าเปอร์เซ็นต์ดังกล่าวจะไม่แตกต่างจากทากเปลือยชนิดที่พบง่ายในพื้นที่เดียวกันก็ตาม นอกจากนี้การที่พบทากเปลือยส่วนใหญ่อาศัยและกินฟองน้ำเป็นอาหาร อาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษามีตะกอนแขวนลอยสูง (อัญชนา ประเทพ, 2551) ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้บริเวณนี้มีฟองน้ำหลากหลายและชุกชุม จึงเป็นทั้งแหล่งอาหารและถิ่นอาศัยที่ดีให้กับทากเปลือยชนิดนั้นๆ สอดคล้องกับ

ตารางที่ 1. ชนิดของทากเปลือยที่พบในบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้

ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	อาหาร
Polyceridae	*Thecacera* sp.	Pacific thecacera ทากเปลือยปิกาจู	ไบรโอซัว
Doridiidae	*Jorunna funebris* (Kelaart, 1858)	Funeral jorunna ทากเปลือยโจลันนา	ฟองน้ำ
	Platydoris dierythros Fahey & Valdés, 2003	Rayed platydoris ทากเปลือยแพททีโดริสีน้ำตาล	ฟองน้ำ
Chromodorididae	*Chromodoris sinensis* Rudman, 1985	Chinese chromodoris ทากเปลือยโคโมโดริจีน	ฟองน้ำ
	Glossodoris atromarginata (Cuvier, 1804)	Black-margined glossodoris ทากเปลือยทองหยิบ	ฟองน้ำ
	Glossodoris cincta (Bergh, 1888)	Girdled glossodoris ทากเปลือยลิ้นแดง	ฟองน้ำ
	Mexichromis multituberculata (Baba, 1953)	Multi-pustuled mexichromis ทากเปลือยแม็กซี่จุดม่วง	ฟองน้ำ
	Risbecia tryoni (Garrett, 1873)	Tryon's risbecia ทากเปลือยไทรอน	ฟองน้ำ
Dendrodorididae	*Dendrodoris denisoni* (Angas, 1864)	Denison's dendrodoris ทากเปลือยปุ่มใส	ฟองน้ำ
Phyllidiidae	*Fryeria marindica* (Yonow & Hayward, 1991)	Marin's fryeria ทากเปลือยปุ่มมาริน	ฟองน้ำ
	Fryeria picta (Pruvot-Fol, 1957)	Black-rayed fryeria ทากเปลือยปุ่มคาดสีดำ	ฟองน้ำ
	Phyllidia coelestis Bergh, 1905	Celestial phyllidia ทากเปลือยปุ่มเหลือง	ฟองน้ำ
	Phyllidia elegans Bergh, 1869	Elegant phyllidia ทากเปลือยปุ่มขาวเหลือง	ฟองน้ำ
	Phyllidiella nigra (van Hasselt, 1824)	Black phyllidiella ทากเปลือยปุ่มดำ	ฟองน้ำ
	Phyllidiella pustulosa (Cuvier, 1804)	Pustulose phyllidiella ทากเปลือยปุ่มดำขาว	ฟองน้ำ
Bornellidae	*Bornella stellifer* (Adams & Reeve, 1848)	Starry bornella ทากเปลือยบอนเนลล่า	ไฮดรอยด์
Arminidae	*Armina cf. japonica*	Japanese armina ทากเปลือยอินเดียญี่ปุ่น	ปากกาทะเลและปะการังอ่อน
Flabellinidae	*Flabellina rubrolineata* (O'Donoghue, 1929)	Red-lined flabellina ทากเปลือยฟราเบลลิน่า	ไฮดรอยด์
Glaucidae	*Phyllodesmium magnum* Rudman, 1991	Great phyllodesmium ทากเปลือยแม็คนัม	กินปะการังอ่อนและสะสม ซูแซนเทลลีจากเหยื่อ



ภาพที่ 1. เปอร์เซ็นต์ของชนิดทากเปลือยที่พบ โดยจำแนกตามความยากง่าย



ภาพที่ 2. เปอร์เซ็นต์ของชนิดทากเปลือยที่พบ โดยจำแนกตามถิ่นอาศัย (แหล่งอาหาร)

สอดคล้องกับการที่พบทากเปลือยวงศ์ Phyllidiidae เป็นกลุ่มเด่น ซึ่งทากเปลือยกลุ่มนี้เป็นทากเปลือยที่กินฟองน้ำเป็นอาหารเช่นกัน (Behrens 2005) สำหรับผลการศึกษาที่พบว่าการที่ทากเปลือย *Jorunna funebris* ในวงศ์ Doridiidae เป็นชนิดที่พบชุกชุมนั้น ทากเปลือยชนิดนี้มีถิ่นอาศัยอยู่บนฟองน้ำสีน้ำเงิน *Xestospongia* sp. ซึ่งใช้เป็นแหล่งอาหาร และพบว่าทากเปลือยชนิดนี้สามารถผลิตสารกลุ่ม renieramycins ที่ได้รับจากการกินฟองน้ำ *Xestospongia* sp. (Darumas 2007; Darumas et al 2007)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการศึกษาด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยาของทากเปลือยทั้งในประเทศและต่างประเทศยังมีน้อย แต่ความสนใจในทากเปลือยได้เพิ่มสูงขึ้น ทั้งจากนักวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสนใจในสารทุติยภูมิที่ทากเปลือยสร้างขึ้น และในกลุ่มนักดำน้ำที่สนใจในความสวยงามของสีสันและความยากลำบากในการค้นหา สิ่งเหล่านี้สามารถนำมาสู่การค้นพบทากเปลือยชนิดใหม่ๆ ที่สามารถนำมาใช้ประกอบเป็นตัวบ่งชี้ถึงโอกาสในการศึกษาทากเปลือยต่อไปในอนาคต ซึ่งไม่เพียงเฉพาะด้านชีววิทยาที่น่าสนใจเท่านั้น แต่ยังรวมถึงบทบาทหน้าที่สำคัญของทากเปลือยที่มีต่อระบบนิเวศหรือถิ่นอาศัยด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิโททาล ประเทศฝรั่งเศส บริษัทโททาล อี แอนด์ พี ประเทศไทย และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_149015 และ BRT R_351144 ขอขอบคุณ นิสิตทุกคนจากกลุ่มวิจัยชีววิทยาปะการัง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนการสำรวจภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์พล สิทธิทวีพัฒน์. 2544. การศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของทากเปลือยในแนวปะการังของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 250 หน้า.

นำพร อินสิน, พงศ์พโยม พหุลรัต, และ ลัดดา เตชะวิริยะทวีสิน. 2548. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารกลุ่มบิสเตตราไฮโดรไอโซควิโนลีนแอลคาลอยด์จากทากเปลือย *Jorunna funebris* ด้วย HPLC. โครงการปริญญานิพนธ์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 36 หน้า.

อัญชนา ประเทพ. 2551. กรอบงานวิจัยนิเวศวิทยาทางทะเลที่หาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้. ใน วิสุทธิ์ ใบไม้ และ รังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ), บันทึกการประชุมวิชาการประจำปี โครงการ BRT ครั้งที่ 11, 15-18 ตุลาคม 2540, โรงแรมนภาลัย จังหวัดอุดรธานี. หน้า 118-120.

Coleman N. 2001. 1001 Nudibranchs: Catalogue of Indo-Pacific Sea Slugs. Agency Limited. 144 pp.

Behrens DW. 2005. Nudibranch Behavior. New World Publications Inc., USA. 176 pp.

Darumas U. 2007. Ecological roles of renieramycins on the blue sponge *Xestospongia* sp. Ph.D. Dissertation, Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok. 148 pp.

Darumas U, Chavanich S and Suwanburirux K. 2007. Distribution patterns of the renieramycin-producing sponge *Xestospongia* sp. and its association with other reef organisms in the Gulf of Thailand. Zoological Studies 46: 695-704.

Harris LG and Tyrrell M. 2001. Changing community states in the Gulf of Maine: synergism between invaders, overfishing and climate change. Biological Invasions 3: 9-21.

Marshall JG, Willan RC. 1999. Nudibranchs of Heron Island, Great Barrier Reef. Backhuys Publishers Leiden, Netherlands. 257 pp.

Suwanborirux K, Amnuoypol S, Plubrukarn A, Pummangura S, Kubo A, Tanaka C and Saito N. 2003. Chemistry of renieramycins. Part 3. isolation and structure of stabilized renieramycin type derivatives possessing antitumor activity from Thai sponge *Xestospongia* species, pretreated with potassium cyanide. Journal of Natural Products 66: 1441-1446.

Thompson TE. 1976. Biology of Opisthobranch Molluscs Volume 1. The Ray Society, London. 207 pp.

ความหลากหลายของกัลปังหาในบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี

วรณพ วิยกาญจน์[1], เทพสุดา ลอยจิ้ว, ชโลทร รักษาทรัพย์ และ สุชนา ชวนิชย์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, [1]E-mail : vvoranop@chula.ac.th

---

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาความหลากหลายของกัลปังหาในบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดทำฐานข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรในพื้นที่ จากการศึกษาในพื้นที่ทั้งหมด 5 เกาะ ได้แก่ เกาะแตน เกาะมัดสุ่ม เกาะราบ เกาะวังนอก และเกาะวังใน รวมทั้งสิ้น 9 จุดสำรวจ พบกัลปังหาทั้งสิ้น 15 สกุล จาก 7 วงศ์ โดยมีกัลปังหา *Subergorgia* เป็นสกุลเด่น บริเวณที่พบความหลากหลายของกัลปังหามากที่สุด คือ เกาะราบ ซึ่งพบทุกสกุล รองลงมา คือ เกาะแตน และเกาะมัดสุ่ม ตามลำดับ ทั้งนี้ กัลปังหามีลักษณะการกระจายเป็นกลุ่ม โดยทั้งหมดพบที่ระดับความลึกตั้งแต่ 5 เมตรเป็นต้นไป นอกจากนี้ยังพบว่า กัลปังหา *Anthogorgia*, *Pseudopterogorgia* และ *Verrucella* เป็นกัลปังหา 3 สกุล ที่เป็นรายงานการพบครั้งแรกในน่านน้ำไทย และกัลปังหา *Solenocaulon*, *Euplexaura* และ *Astrogorgia* เป็นกัลปังหาอีก 3 สกุล ที่เป็นรายงานการพบครั้งแรกในอ่าวไทย

คำสำคัญ : กัลปังหา, อุทยานแห่งชาติหาดขนอม – หมู่เกาะทะเลใต้, จังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี

บทนำ

อุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ เป็นอุทยานแห่งชาติทางทะเล ซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินการประกาศจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติตามกฎหมาย โดยมีการสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2533 พื้นที่ในเขตอุทยานแห่งนี้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ป่า ชายฝั่งทะเล รวมถึงเกาะต่างๆ ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชและสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วยความหลากหลายทางกายภาพและชีวภาพที่คงไว้ซึ่งความบริสุทธิ์ มีภูเขาที่คงไว้ซึ่งป่า มีป่าชายเลนที่มีความสมบูรณ์ บริเวณชายฝั่งมีหาดทราย มีแนวหญ้าทะเล และมีแนวปะการังในบริเวณกลุ่มเกาะต่างๆ จากสภาพความสมบูรณ์ของพื้นที่และด้วยการเป็นพื้นที่ที่อยู่ระหว่างการประกาศเป็นเขตอุทยานแห่งชาติ ทำให้การรวบรวมข้อมูลด้านความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรเป็นสิ่งที่สำคัญ ทั้งนี้ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

กัลปังหาเป็นสัตว์ทะเลที่ไม่มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ในไฟลัม Cnidaria เช่นเดียวกับปะการังและแมงกระพรุน ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีเข็มพิษ (nematocyst) ไว้ใช้ในการป้องกันตัว กัลปังหาจำแนกอยู่ในซับคลาส Octocorallia เช่นเดียวกับปะการังสีน้ำเงิน (blue coral) ปะการังอ่อน (soft coral) และปากกาทะเล (sea pen) ลักษณะเด่นของกัลปังหา คือ มีหนวด (tentacle) คล้ายขนนก (pinnate tentacle) ใช้ในการจับอาหาร จำนวน 8 เส้น หรือทวีคูณของแปด ซึ่งแตกต่างจากปะการังที่มีหนวดจำนวน 6 เส้น หรือทวีคูณของหก หนวดเหล่านี้อยู่บริเวณรอบปากของโพลิบ (polyp) หรือตัวกัลปังหา

ทั้งนี้ กัลปังหามีลักษณะการอยู่ร่วมกันเป็นโคโลนี โดย 1 โคโลนี จะประกอบด้วยโพลิบขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก กัลปังหาพบกระจายทั่วไปทุกมหาสมุทร ตั้งแต่เขตร้อนถึงเขตหนาว หรือแม้กระทั่งเขตขั้วโลก ทั้งในบริเวณน้ำขึ้นและน้ำลง โดยเฉพาะบริเวณที่มีกระแสน้ำค่อนข้างแรง กัลปังหามีความสำคัญต่อระบบนิเวศในทะเลหลายประการ เช่น เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหลายชนิด เป็นตัวช่วยกรองตะกอนชีวภาพในทะเล เป็นต้น นอกจากนี้กัลปังหาบางชนิดยังสามารถนำมาสกัดสารเคมีประเภท diterpenes, steroids หรือ esters ซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางเภสัชกรรมได้ (Rodriguez 1995; Rodriguez et al 1998; Tanaka et al 2002)

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างกัลปังหาด้วยการดำน้ำลึก โดยใช้อุปกรณ์ช่วยหายใจใต้น้ำแบบ SCUBA ในบริเวณเกาะทั้ง 5 ของอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ รวมทั้งสิ้น 9 จุดสำรวจ ได้แก่ เกาะแตน 4 จุด (ฝั่งตะวันออก 2 จุด ฝั่งตะวันตก 2 จุด) เกาะมัดสุ่ม 2 จุด (ฝั่งตะวันออก 1 จุด ฝั่งตะวันตก 1 จุด) เกาะราบฝั่งตะวันตก 1 จุด เกาะวังนอกฝั่งตะวันตก 1 จุด และเกาะวังในฝั่งตะวันตก 1 จุด

ทั้งนี้ ในพื้นที่ทำการสำรวจจะเน้นบริเวณที่ลึกถัดจากแนวปะการัง โดยเฉพาะบริเวณที่มีกระแสน้ำแรง และ/หรือมีตะกอนแขวนลอยสูง ทำการประเมินความหนาแน่นและความชุกชุมของกัลปังหาที่พบ รวมถึงทำการเก็บตัวอย่างกัลปังหามาใช้ในการจำแนกสกุลในห้องปฏิบัติการ และใช้เป็นตัวอย่างเพื่อการอ้างอิงต่อไป การเก็บตัวอย่างใช้วิธีตัดเก็บเฉพาะชิ้นส่วนกัลปังหาที่เป็นตัวแทนของโคโลนี และนำตัวอย่างนั้นมาดองในแอลกอฮอล์ (70 เปอร์เซ็นต์) การจำแนกสกุลของกัลปังหาใช้รูปร่างของโคโลนี และลักษณะของ sclerites ตามวิธีของ Bayer et al (1983) และ Fabricius and Alderslade (2001) ซึ่งการเตรียมตัวอย่างใช้วิธีของ Satapoomin (1989) และ Fabricius and Alderslade (2001)

ผลการศึกษา

พบกัลปังหาทั้งสิ้น 15 สกุล จาก 7 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Anthothelidae: *Solenocaulon* วงศ์ Subergorgiidae: *Subergorgia* วงศ์ Melithaeidae: *Melithaea* วงศ์ Acanthogorgiidae: *Anthogorgia* วงศ์ Plexauridae: *Euplexaura*, *Echinomuricea*, *Echinogorgia*, *Menella* และ *Astrogorgia* วงศ์ Gorgoniidae: *Rumphella* และ *Pseudopterogorgia*; และวงศ์ Ellisellidae: *Ctenocella*, *Junceella*, *Dichotella* และ *Verrucella* โดยพบกระจายสูงสุดที่บริเวณเกาะราบทั้ง 15 สกุล รองลงมา คือ เกาะแตน 13 สกุล และเกาะมัดสุ่ม 11 สกุล ขณะที่บริเวณเกาะวังนอกและวังใน พบทั้งสิ้น 7 และ 6 สกุล ตามลำดับ (ตารางที่ 1) กัลปังหาที่พบเป็นสกุลเด่น ได้แก่ *Subergorgia* ซึ่งพบกระจายชุกชุมในทุกพื้นที่ รองลงมา ได้แก่ กัลปังหา *Ctenocella*, *Junceella*, *Dichotella* รวมถึง *Astrogorgia* ซึ่งพบกระจายทั้ง 5 เกาะเช่นกัน กัลปังหาที่พบมีความหนาแน่นสูงสุดที่เกาะแตน ได้แก่ *Subergorgia* ที่ 8.8 โคโลนี/100 ตารางเมตร รองลงมา ได้แก่ *Ctenocella* และ *Menella* ที่ 5.4 และ 5.2 โคโลนี/100 ตารางเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ขณะที่บริเวณเกาะมัดสุ่มมีความหนาแน่นที่สูงกว่า โดยพบกัลปังหา *Ctenocella* มีความหนาแน่นสูงสุดที่ 26.9 โคโลนี/100 ตารางเมตร รองลงมา ได้แก่ *Subergorgia*, *Menella* และ *Dichotella* ที่ 17.4, 15.6 และ 15.1 โคโลนี/100 ตารางเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

ทั้งนี้ เปอร์เซ็นต์การพบกัลปังหาแต่ละสกุลนั้นประมาณครึ่งหนึ่ง (50.5 เปอร์เซ็นต์) ของสกุลที่พบเป็นกัลปังหาที่พบยากมาก ขณะที่มากกว่า 1 ใน 4 (27.0 เปอร์เซ็นต์) พบชุกชุม (ภาพที่ 3) ในทางตรงกันข้ามสกุลของกัลปังหาที่เกาะมัดสุ่มพบชุกชุมถึง 63.6 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ส่วนที่เหลืออีก 36.4 เปอร์เซ็นต์ พบยากมาก (ภาพที่ 3) การศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถประเมินความหนาแน่นและความชุกชุมของกัลปังหาบริเวณเกาะราบ เกาะวังใน และเกาะวังนอกได้ เนื่องจากทัศนวิสัยไม่เอื้ออำนวยในการออกสำรวจทุกครั้ง

นอกจากนี้ กัลปังหาทั้งหมดพบที่ระดับความลึกตั้งแต่ 5 เมตร เป็นต้นไป ตั้งแต่สันแนวปะการัง (reef edge) แนวปะการังลาดชัน (reef slope) จนถึงพื้นทะเลที่เป็นตะกอนทรายกึ่งโคลนด้านล่างที่มีกองหินหรือก้อนปะการังตายให้กัลปังหาได้ยึดเกาะ โดยส่วนใหญ่ยึดติดกับหินปะการัง และมีการกระจายเป็นกลุ่ม (clump) โดยกัลปังหา *Anthogorgia*, *Pseudopterogorgia* และ *Verrucella* เป็นกัลปังหา 3 สกุลที่พบเป็นครั้งแรกในน่านน้ำไทย ขณะที่ *Solenocaulon*, *Euplexaura* และ *Astrogorgia* เป็นกัลปังหาอีก 3 สกุลที่พบเป็นครั้งแรกในอ่าวไทย

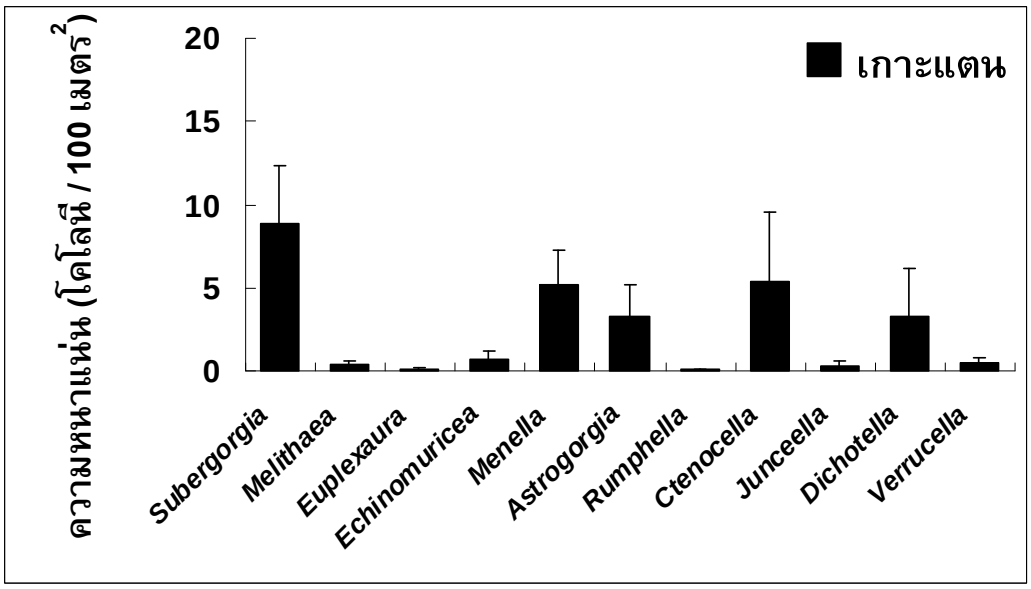
สรุปและวิจารณ์

ถึงแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะประสบปัญหาเกี่ยวกับทัศนวิสัยของน้ำ ซึ่งมีความขุ่นสูง โดยทัศนวิสัยที่ดีที่สุดอยู่ที่ประมาณ 3 เมตร ในการศึกษาบริเวณเกาะแตน ขณะที่ทัศนวิสัยส่วนใหญ่ต่ำกว่า 2 เมตร อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาที่เจาะจงเฉพาะพื้นที่ทำให้ได้ข้อมูลของทรัพยากรกัลปังหาที่ชัดเจนมากขึ้น จากการศึกษา

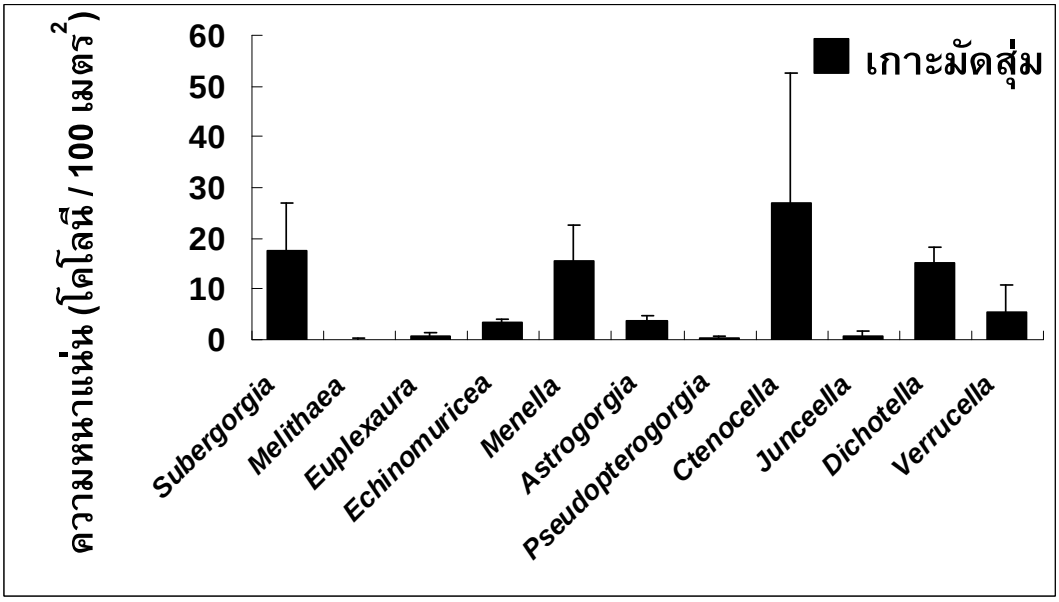
ตารางที่ 1. กัลปังหาทั้งหมดที่พบในพื้นที่ศึกษา

ชื่อวิทยาศาสตร์	เกาะ	แตน	มัดสุ่ม	ราบ	วังนอก	วังใน	รวม
	จำนวนจุดสำรวจ	4	2	1	1	1	9
The Scleraxonia Group							
Family Anthothelidae Broch, 1916							
1. *Solenocaulon* Gray, 1862 *				x			1
Family Subergorgiidae Gray, 1859							
2. *Subergorgia* Gray, 1857		x	x	x	x	x	5
Family Melithaeidae Gray, 1870							
3. *Melithaea* Milne Edwards & Haime, 1857		x	x	x			3
Suborder Holaxonia							
Family Acanthogorgiidae Gray, 1859							
4. *Anthogorgia* Verrill, 1868 **		x		x			2
Family Plexauridae Gray, 1859							
5. *Euplexaura* Verrill, 1869 *		x	x	x			3
6. *Echinomuricea* Verrill, 1869		x	x	x	x		4
7. *Echinogorgia* K^lliker, 1865				x	x		2
8. *Menella* Gray, 1870		x	x	x			3
9. *Astrogorgia* Verrill,1868 *		x	x	x	x	x	5
Family Gorgoniidae Lamouroux, 1812							
10. *Rumphella* Bayer,1955		x		x			2
11. *Pseudopterogorgia* Kükenthal, 1919 **		x	x	x			3
Suborder Calcaxonia							
Family Ellisellidae, Gray, 1859							
12. *Ctenocella* Valenciennes, 1855		x	x	x	x	x	5
13. *Junceella* Valenciennes, 1855		x	x	x	x	x	5
14. *Dichotella* Gray, 1870		x	x	x	x	x	5
15. *Verrucella* Milne Edwards & Haime, 1857 **		x	x	x		x	4
	รวม (สกุล)	**13**	**11**	**15**	**7**	**6**	

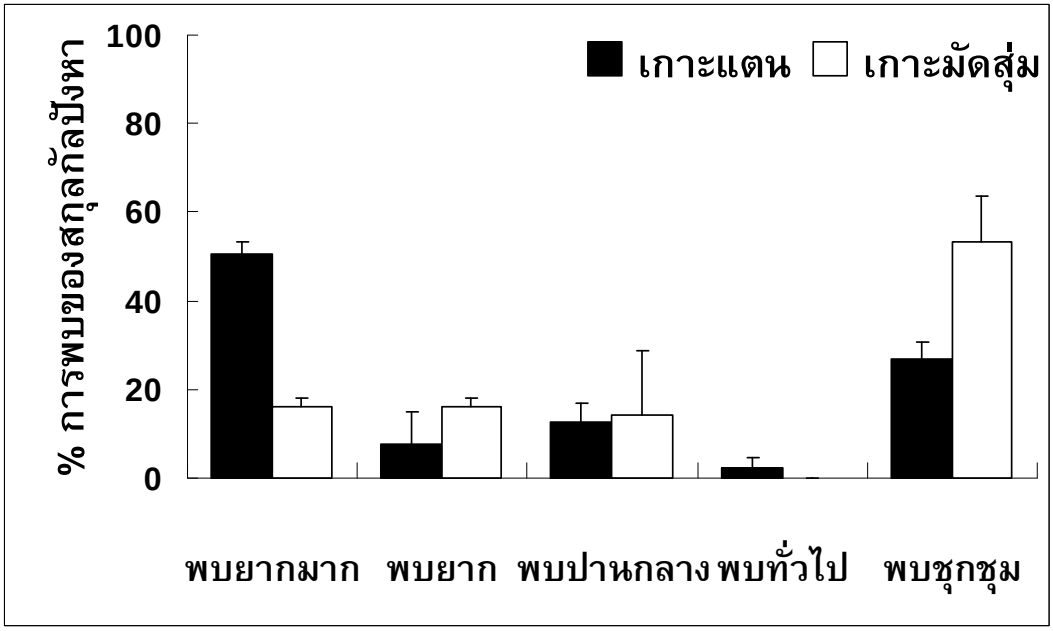
* รายงานการพบเป็นครั้งแรกในอ่าวไทย ** รายงานการพบเป็นครั้งแรกในน่านน้ำไทย



ภาพที่ 1. ความหนาแน่นโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของกัลปังหาที่พบบริเวณเกาะแตน



ภาพที่ 2. ความหนาแน่นโดยเฉลี่ย (± S.E.) ของกัลปังหาที่พบบริเวณเกาะมัดสุ่ม



ภาพที่ 3. เปอร์เซนต์การพบของสกุลกัลปังหาบริเวณเกาะแตนและเกาะมัดสุ่ม

กัลปังหาที่มีรายงานในพื้นที่อ่าวไทย โดยสุชาย วรชนะนันท์ (2543) และเทพสุดา ลอยจิ้ว และคณะ (2549) ซึ่งพบกัลปังหาทั้งสิ้น 11 สกุล ในบริเวณอ่าวไทย และ 13 สกุล ในบริเวณอ่าวสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ตามลำดับ ในจำนวนนี้เป็นกัลปังหาที่มีรายงานการพบในพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งได้แก่ บริเวณเกาะกระ จังหวัดนครศรีธรรมราช เพียง 4 สกุล ได้แก่ *Ctenocella*, *Ellisella*, *Hicksonella* และ *Junceella* (สุชาย วรชนะนันท์ 2543) จึงนับว่าความหลากหลายของกัลปังหาในพื้นที่หาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ ทั้ง 5 เกาะ มีค่อนข้างสูง และมีความเป็นไปได้สูงที่จะพบความหลากหลายของกัลปังหาเพิ่มมากขึ้น หากมีการสำรวจที่ละเอียดและครอบคลุมพื้นที่มากกว่านี้

Goh et al (1997) รายงานว่าลักษณะของพื้นที่เป็นตัวกำหนดการกระจายของกัลปังหาแต่ละชนิด รวมถึง Fabricius and Alderslade (2001) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตและการกระจาย ได้แก่ พายุ คลื่นลม กระแสน้ำ แสง สารอาหาร ตะกอน ความเค็ม

และอุณหภูมิ นอกจากนี้การที่กัลปังหาเป็นพวกกรองกิน (suspension feeder) ซึ่งกรองกินชิ้นส่วนเล็กๆ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก หรือแบคทีเรียที่เป็นแพลงก์ตอน (bacterioplankton) ในมวลน้ำเป็นอาหาร โดยการใช้หนวด ซึ่งอนุภาคแขวนลอยขนาดใหญ่จะถูกดักจับด้วยหนวดเพื่อทำการทดสอบขนาด หากพบว่ามีขนาดเหมาะสมจึงถูกกลืนกินเป็นอาหาร (Fabricius and Alderslade 2001; Rossi et al 2004) ซึ่งโพลิบของกัลปังหาสามารถยืดหนวดออกมากรองอาหารได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน (Rupert and Barnes 1994) จึงกล่าวได้ว่าการที่กัลปังหาในบริเวณหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้มีความหลากหลายที่สูง เป็นผลมาจากการความเหมาะสมของทั้งพื้นที่ รวมถึงความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารนั่นเอง

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิโททาล ประเทศฝรั่งเศส บริษัทโททาล อี แอนด์ พี ประเทศไทย และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_149016 ขอขอบคุณ ดร.อุดมศักดิ์ ดรุมาศ และคณะ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ รวมถึงนิสิตและนักศึกษาทุกคนจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่ได้สนับสนุนการสำรวจในภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

เทพสุดา ลอยจิ้ว, สุชนา ชวนิชย์ และ วรณพ วิยกาญจน์. 2549. สิ่งมีชีวิตในแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี – 2: ความหลากหลายของกัลปังหา. เอกสารการประชุมวิชาการ ทรัพยากรไทย : สรรพสิ่งล้วนพันเกี่ยว. ในการประชุมวิชาการครั้งที่ 3 โครงการอนุรักษ์พันธุรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 20–22 ตุลาคม 2549, ศูนย์อนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ คลองไผ่ จังหวัดนครราชสีมา, 117–123.

สุชาย วรชนะนันท์. 2543. การศึกษาการกระจายของปะการังอ่อนและกัลปังหาในน่านน้ำไทย. วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 210 หน้า.

Bayer FM, Grasshoff M and Verseveldt J. 1983. Illustrated trilingual glossary of morphological and anatomical terms applied to Octocorallia. Brill EJ and Backhuys W, Leiden, Netherlands. 75 pp.

Fabricius K and Alderslade P. 2001. Soft corals and sea fans : A comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the Central-West Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea. The Australian Institute of Marine Science, Queenland, Australia. 264 pp.

Goh NKC, Loo MGK and Chou LM. 1997. An analysis of gorgonian (Anthozoa; Octocorallia) zonation on Singapore reefs with respect to depth. Environmental Monitoring and Assessment 44: 81-89.

Rodriguez AD. 1995. The natural products chemistry of West Indian gorgonian octocorals. Tetrahedron 51: 4571-4618.

Rodriguez AD, Rivera J and Boulanger A. 1998. New polyhydroxydiostane sterols from the Caribbean gorgonian octocoral *Pseudopterogorgia americana*. Tetrahedron Letters 39: 7645-7648.

Rossi S, Ribes M, Coma R and Gili JM. 2004. Temporal variability in zooplankton prey capture rate of passive suspension feeder *Leptogorgia sarmentosa* (Cnidaria: Octocorallia), a case study. Marine Biology 144: 89-99.

Rupert EE and Barnes RD. 1994. Invertebrate zoology, 6th edition. Saunders College Publishers, New York. pp. 137-139.

Satapoomin U. 1989. Soft coral of the western part of the Gulf of Thailand. Bachelor Degree Project, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. 129 pp.

Tanaka J, Trianto A, Musman M, Issa HH, Ohtani II, Ichiba T, Higa T, Yoshida WY and Scheuer PJ. 2002. New polyoxygenated steroids exhibiting reversal of multidrug resistance from gorgonian *Isis hippuris*. Tetrahedron 58: 6259-6266.

Marine fungi at Hat Khanom-Mu Ko Thale Tai National Park

Jariya Sakayaroj[1*], Orathai Supaphon[2], Sita Preedanon[1], E.B. Gareth Jones[1] and Souwalak Phongpaichit[2]

[1] National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC), [1*]jariyask@biotec.or.th

[2] Department of Microbiology, Faculty of Science, Prince of Songkla University

---

Abstract

Species occurrence and distribution of higher marine fungi at Hat Khanom-Mu Ko Thale Tai National Park, Nakhon Si Thammarat Province, was investigated. Four collections from Sites 1-4 yielded 124 higher marine fungi representing 71% ascomycetes, 3% basidiomycetes, 26% anamorphic fungi, with two new records for the country (*Lindra thallasiae*, *Swampomyces aegyptiacus*). The most frequently encountered taxa for all sites were *Corollospora maritima* and *Lindra thallasiae*. Moreover endophytic fungi were isolated from seagrass (*Enhalus acoroides*) and seaweed (*Sargassum* spp.) from Koh Taen and Koh Tarai. Sixty-four endophytic isolates from four collections were obtained. Fermentation broths from selected marine fungal isolates were preliminarily tested for their antimicrobial activity. Approximately 19% showed antimicrobial activity against at least one pathogen. The results from this study have increased the state of knowledge on marine fungi in Thailand. Moreover, the results indicate that endophytic fungi can be isolated from seagrasses and seaweeds. Additionally, these marine fungi are a good source of natural antimicrobial compounds.

Key word: Marine fungi, Hat Khanom-Mu Ko Thale Tai National Park, Nakhon Si Thammarat Province

Introduction

Thailand is a biodiversity-rich country in the tropical zone. However, currently only 34% of the marine fungi described in the world have been documented for Thailand (Jones, *et al*.,

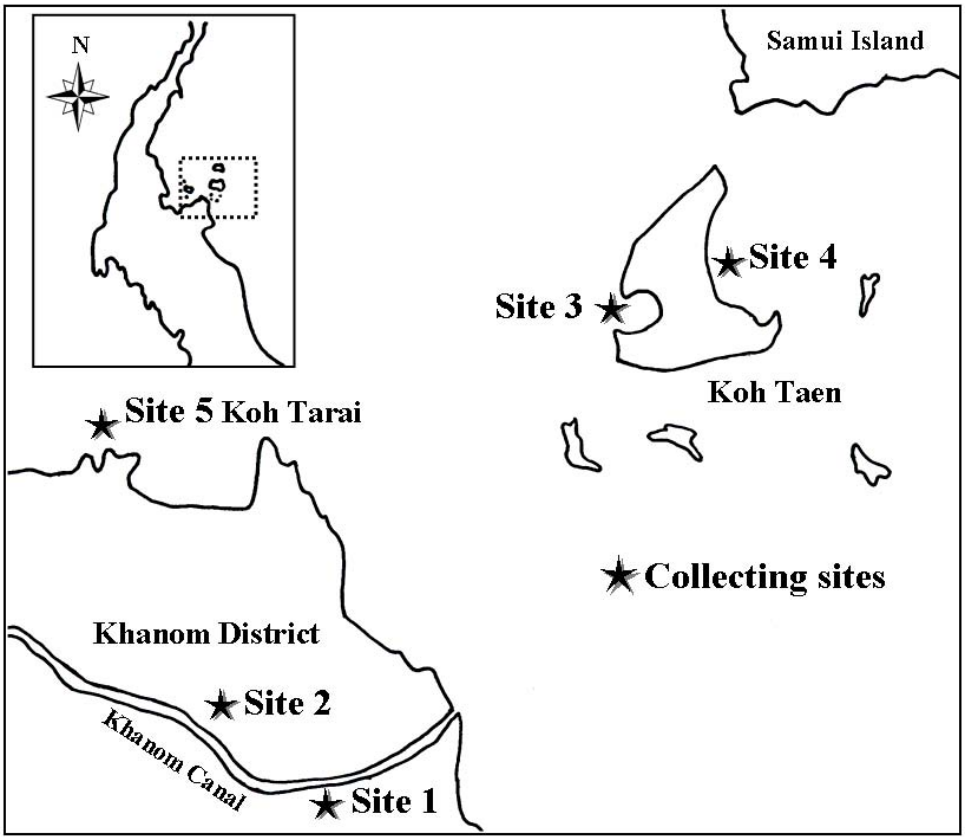


Figure 1. Map showing collecting sites at Hat Khanom-Mu Ko Thale Tai National Park.

2006). Higher filamentous marine fungi are those which have ability to germinate and form a mycelium under natural marine conditions (Kohlmeyer and Kohlmeyer, 1979). They comprise three fungal groups: the Ascomycota (the dominant group), and the less abundant Basidiomycota and anamorphic fungi (coelomycetes and hyphomycetes) (Hyde *et al*., 2000).

There is an urgent need to continue investigation of the diversity and ecology of higher marine fungi, in order to better understand the mangrove ecosystem. Moreover, much remains to be done to examine other marine substrata. Therefore, our study was conducted to determine whether seagrass (*Enhalus acoriodes*) and brown algae (*Sargassum* spp.) harbour endophytic fungi. Additionally, the primary antimicrobial activities of selected endophytes and saprobic marine fungi that were obtained have been tested, in order to provide data on the potential uses of these marine fungi in pharmaceutical applications.

Methods

Collecting sites

Five collecting sites were selected for this study: Site 1–Mangroves at headquarter nature trail; Site 2–Mangroves at Khanom canal; Site 3–Ao Tok, Koh Taen; Site 4–Ao Ok, Koh Taen and Site 5–Koh Tarai (Figure 1).

Isolation and growth of fungi:

a) General fungal isolation:

Species required for this study were isolated using a single spore technique (Jones and Hyde, 1988; Choi *et al.* 1999*).* Fungi were maintained on seawater cornmeal agar.

b) Endophytic fungal isolation

Healthy looking seagrasses and seaweeds were randomly collected. Samples were washed and surface sterilized by detergent and sterilized distilled water. All subsamples were plated out onto selected agar media with added antibiotics to suppress bacterial growth and incubated at 25 ^{0}C. Individual fungal hyphal tips were removed and transferred to fresh seawater PDA plates (Figure 2). Endophytes were identified based on their morphology and DNA sequence analysis. Data generated was logged into the BIOTEC, MIMSmy database. All samples collected were deposited in BIOTEC Bangkok

Figure 2. Leaves of *Enhalus acoroides* and *Sargassum* spp. used for surface sterilization. Fungal hypha emerging from seagrass tissue.

Figure 3. Marine fungal specimens kept and isolated in axenic cultures

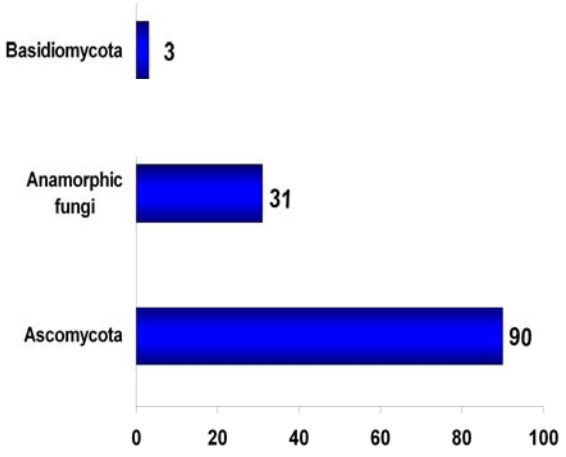


Figure 4. The total numbers of higher marine fungi found at Khanom representing ascomycetes, basidiomycetes and anamorphic fungi.

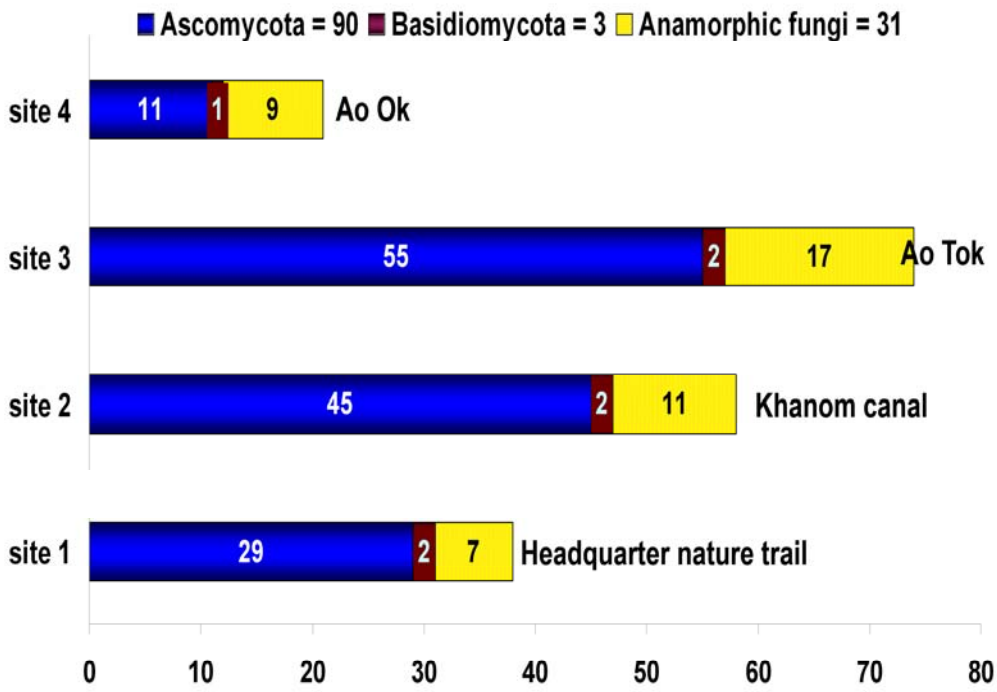


Figure 5. Higher marine fungi found at Khanom at four collecting sites.

Herbarium (BBH) and cultures in BIOTEC Culture Collection (BCC) (Figure 3).

Primary screening for antimicrobial activity

Each of the isolated fungi was grown in liquid culture. The broth culture was filtered to separate the filtrate and mycelia. The filtrate was used for preliminary testing of antimicrobial activity using the agar-well diffusion method (Lorian, 1996) against potentially pathogenic bacteria and yeasts. The inhibition zones were measured and recorded.

Results and discussion

Saprophytic fungal isolation

A total of 124 higher marine fungi representing 71% ascomycetes, 3% basidiomycetes and 26% anamorphic fungi were determined from this study (Figure 4). Species diversity, percentage of occurrence and abundance were greatest at Site 3 (Ao Tok, Koh Taen) followed by Site 2 (Khanom canal) (Figure 5).

Our result showed the dominance of ascomycetes over the other fungal groups. Such observations have been documented by many workers (Kohlmeyer and Kohlmeyer, 1979; Hyde and Jones, 1988; Jones and Alias, 1997). Ascomycetes appear to have evolved to take full advantage of aquatic habitats with their small fruiting bodies, appendaged ascospores and their ability to withstand

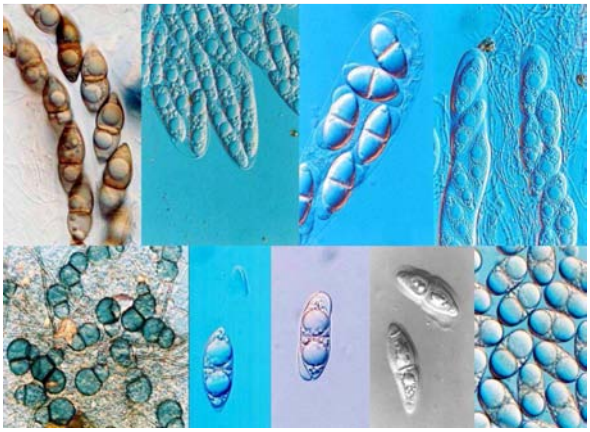


Figure 6. Spore morphology of marine fungi at Khanom.

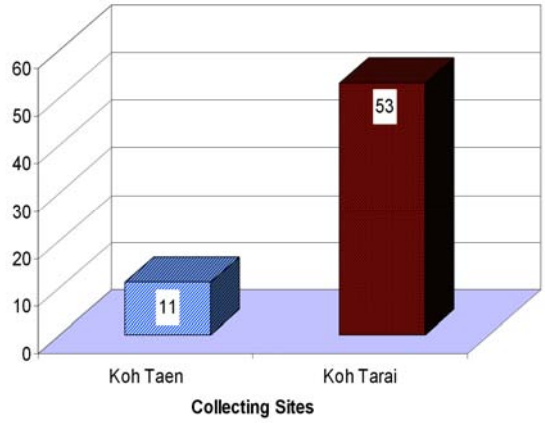


Figure 7. The numbers of endophytes isolated from Koh Taen and Koh Tarai.

fluctuating saline conditions (Jones and Alias, 1997; Figure 6).

In this study, the most common species found were *Calathella mangrovei*, *Dactylospora haliotrepha*, *Halocyphina villosa*, *Halorosellinia oceanica*, *Eutypella* sp., *Lophiostoma mangrovei* and *Verruculina enalia*, while only two species, *Corollospora maritima* and *Lindra thallasiae*, were the most frequently encountered taxa. Moreover, this study revealed two new records for Thailand: *Lindra thallasiae* and *Swampomyces aegyptiacus*. A total of 321 axenic cultures have been deposited at BCC.

Marine and mangrove fungi are an important link in decomposition and energy flow within the mangrove ecosystem (Hyde and Lee, 1995; Hutchings and Saenger, 1987). They transform organic matter to higher trophic levels in the food chain (Hyde and Lee, 1995). Therefore, the great species diversity of marine fungi at Khanom may be an indicator of healthy mangroves.

Endophytic fungal isolation

Sixty-four fungal isolates from four collections were obtained. The overall colonization rate and isolation rate of seagrass and seaweed endophytes did not differ greatly. The number of endophytes isolated from Koh Tarai was greater than from Koh Taen (Figure 7).

Several factors may influence the level of infection including environmental conditions, plant host age and tissue, rainfall, salinity, tide, water temperature, and potential inoculum sources (Caroll, 1995). The identification of endophytic fungi has proved to be difficult, largely because of the lack of fruiting bodies in cultures or the non-sporulation of many of the isolates. Therefore, identification based on rDNA sequences was made. The molecular results showed the dominance of the Sordariomycetes (37%), Eurotiomycetes (27%) and Dothideomycetes (18%) (Figure 8). Further phylogenetic analysis is in progress.

Primary antimicrobial activity screening

Fermentation broths of fungal isolates obtained from this study were preliminarily tested for antimicrobial activity by agar well diffusion. Approximately 19% had antimicrobial activity against at least one microorganism as shown by clear inhibition zones (Figure 9). Therefore, the results indicate that marine fungi isolated from this study could be a good source of antimicrobial substances.

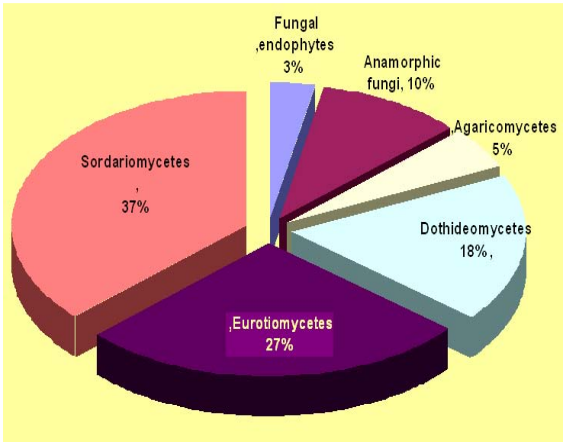


Figure 8. Different classes of endophytic fungi isolated from *Enhalus acoroides* and *Sargassum* spp.

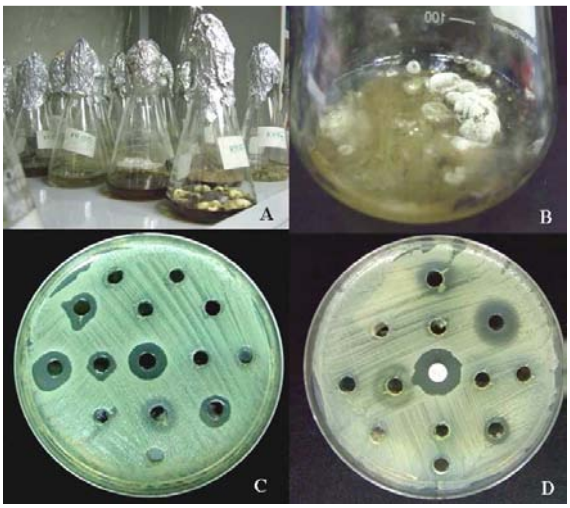


Figure 9. Fungal broth screened for antimicrobial activity. Some isolates displayed inhibition zones.

Conclusion

Our study of marine fungal diversity is important for a better understanding the mangrove ecosystem, which may present potent novel microorganisms for screening of bioactive compounds. Human disturbance such as pollution and mangrove clearing activities may have interfered with or lowered fungal diversity. Therefore, our findings can be implemented in encouraging the understanding of the values and functions of mangrove ecosystem resources through the conservation of bioresources for Thailand.

Acknowledgements

This work was supported by the TOTAL Corporate Foundation, TOTAL E&P Thailand and the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training Grant BRT R_149017, R_351004. We acknowledge Prof. Morakot Tanticharoen and Dr. Kanyawim Kirtikara for continued support. Special thanks go to Ms. Satinee Suetrong, Mr. Anupong Klaysuban and Mr. Nattawut Rungjindamai for field assistance.

References

Caroll, G. C. (1995). Forest endophytes: pattern and process. Can. J. Bot. 73(suppl.): S1316-S1324.

Choi, Y.W., Hyde, K.D. and Ho, W.H. (1999). Single spore isolation of fungi. Fung. Diver. 3: 29-38.

Hutchings, P and Saenger, P. (1987). Ecology of mangrove . University of Queensland Press. St. Lucia.

Hyde, K.D. and Jones, E.B.G. (1988). Marine mangrove fungi. Mar. Ecol. (P.S.Z.N.I) 9: 15-33.

Hyde, K.D. and Lee, S.Y. (1995). Ecology of mangrove fungi and their role in nutrient cycling. What gaps occur in our knowledge? Hydrobiologia 295: 107-118.

Hyde, K.D., Sarma, V.V. and Jones, E.B.G. (2000). Morphology and taxonomy of higher marine fungi. In K.D. Hyde and S.B. Pointing (eds.) Marine Mycology A Practical Approach, pp. 172-201, Fungal Diversity Research Series 1, Hong Kong: Fungal Diversity Press.

Jones, E.B.G. and Alias, S.A. (1997). Biodiversity of mangrove fungi. In: Biodiversity of Tropical Microfungi (ed. K.D. Hyde). Hong Kong University Press, Hong Kong.

Jones, E.B.G. and Hyde, K.D. (1988). Methods for the study of mangrove fungi. In: Agate, A.D., Subramanian, C.V. and Vannucci, M. (eds.) Mangrove Microbiology; Role of Microorganisms in Nutrient Cycling of Mangrove Siols and Waters, UNDP/UNESCO, pp. 9-27.

Jones, E.B.G., Pilantanapak, A., Chatmala. I., Sakayaroj, J., Phongpaichit, S. and Choeyklin, R. (2006) Thai marine fungal diversity. Songklanakarin J. Sci. Technol. 28(4): 687-708.

Kohlmeyer, J. and Kohlmeyer, E. (1979). Marine Mycology – The Higher Fungi. Academic Press, New York.

Lorian V (1996) Antibiotics in Laboratory Medicine, 3rd edn. Williams and Wilkins, Baltimore.

ความหลากหลายของปลาในแนวปะการัง เขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราช

จิระพงศ์ จีวรงคกุล[1] ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง[2] และเสธ์ ทรงพลอย[3]

[1]องค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล สำนักงานประเทศไทย

[2]หน่วยวิจัยปะการังและสัตว์พื้นทะเล ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งคาบสมุทรไทย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[3]กลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของปลาในแนวปะการัง เขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ ได้ดำเนินการศึกษามาตั้งแต่เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2550 โดยทำการศึกษาปลาในแนวปะการังของเกาะวังใน เกาะวังนอก เกาะราบ เกาะมัดสุ่ม และเกาะแตน โดยใช้วิธีการทำสำมะโนประชากรปลาด้วยสายตา และการสอบถามชาวประมงในพื้นที่ จากการศึกษาพบปลาทั้งหมด 97 ชนิด 58 สกุล 30 วงศ์ ปลาวงศ์เด่นที่พบ ได้แก่ ปลาสลิดหิน วงศ์ Pomacentridae (22 ชนิด) ปลานกขุนทอง วงศ์ Labridae (14 ชนิด) และปลาอมไข่ วงศ์ Apogonidae (6 ชนิด) นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งกลุ่มประชาคมปลาออกเป็นสองกลุ่มได้อย่างเด่นชัด คือ ประชาคมปลาในบริเวณแนวราบ (reef flat) และประชาคมปลาในบริเวณแนวลาดชัน (reef slope) โดยในบริเวณแนวลาดชันพบว่ามีความชุกชุมและจำนวนชนิดของปลาสูงกว่าในบริเวณแนวราบ แต่เมื่อพิจารณาดัชนีความหลากหลาย พบว่าในบริเวณแนวราบมีดัชนีความหลากหลายและดัชนีความสม่ำเสมอสูงกว่าในบริเวณแนวลาดชัน ส่วนองค์ประกอบของประชาคมปลา พบว่ามีปลาที่กินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กเป็นปลากลุ่มเด่นที่สุด โดยปลาที่พบส่วนใหญ่เป็นปลาที่หากินและอาศัยอยู่อย่างถาวรในแนวปะการัง ซึ่งถือได้ว่าแนวปะการัง เขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ มีประชาคมปลาที่มีความหลากหลายและมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูงสำหรับชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย ซึ่งควรมีการบริหารจัดการที่ดีเพื่อการคงอยู่อย่างยั่งยืนของทรัพยากรต่อไป

บทนำ

ปลาในแนวปะการังเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายสูงและมีความสำคัญต่อระบบนิเวศในแนวปะการังอย่างยิ่ง เนื่องจากปลาเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญในระบบห่วงโซ่อาหารของแนวปะการังทุกระดับ นอกจากนี้ปลายังมีบทบาทเป็นผู้ช่วยรักษาความสมดุลภายในระบบนิเวศแนวปะการัง แนวปะการังที่มีความอุดมสมบูรณ์มักจะมีความหลากหลายของปลาสูงกว่าแนวปะการังที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ของประชากรปลาในแนวปะการังกับเปอร์เซ็นต์ปกคลุมของปะการังมีชีวิต พบว่าพื้นที่ที่มีเปอร์เซ็นต์ปกคลุมของปะการังมีชีวิตสูงมักจะมีความอุดมสมบูรณ์ และมีความหลากหลายของประชากรปลาในแนวปะการังสูงด้วย (Chabanet *et al.,* 1997; Lecchini *et al*., 2003)

อ่าวไทยมีสภาพของน้ำทะเลที่มีความเค็มต่ำและมีความขุ่นสูง (Manthachitra and Sudara, 1991; Manthachitra and Sudara, 2002) มีความชุกชุมทั้งชนิดและปริมาณของปลาในแนวปะการังน้อยกว่าในทะเลอันดามัน โดยหากพิจารณาการกระจายของปลาตามขอบเขตภูมิศาสตรยิ่งยืนยันความแตกต่างที่ชัดเจน ซึ่งบ่งชี้ถึงความแตกต่างในการเข้ามาตั้งถิ่นฐานที่เป็นผลมาจากการพัฒนาของแนวปะการังที่ต่างกันในสองบริเวณนี้ (สุภาพ มงคลประสิทธิ์ และคณะ, 2521; Satapoomin, 2002) ปลาที่เป็นดัชนีชี้วัดชนิดเด่น คือ ปลาผีเสื้อลายแปดขีด (*Chaetodon octofasciatus*) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ของแนวปะการังในบริเวณนั้น (Manthachitra and Sudara, 1991; Mathachitra *et.al.,* 1991) บริเวณอ่าวไทยพบความหลากหลายและปริมาณปลาเศรษฐกิจค่อนข้างต่ำ (Manthachitra, 1991) ปลาส่วนมากที่พบเป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร

(Omnivore) และปลาที่กินพืชเป็นอาหาร (Herbivore) ส่วนปลาที่กินปลาด้วยกัน (Piscivore) มักพบเป็นปลาขนาดเล็ก (Manthachitra and Sudara, 2002)

ด้านอ่าวไทยฝั่งตะวันออกสามารถแบ่งประชาคมปลาออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเกาะล้าน (รวมเกาะไผ่ และเกาะนก) กลุ่มเกาะเสม็ด และกลุ่มเกาะแสมสาร โดยความแตกต่างของปลาทั้ง 3 กลุ่มนี้เนื่องมาจากความแตกต่างของลักษณะทางภูมิศาสตร์ เช่น การรับน้ำจืดจากแผ่นดิน หรือระยะห่างจากฝั่ง เป็นต้น และอีกปัจจัยหนึ่ง คือ กิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อแต่ละบริเวณ โดยเฉพาะการท่องเที่ยวและการปล่อยน้ำเสีย (นลินี ทองแถม และวิภูษิต มัณฑะจิตร 2535) และล่าสุดมีการทำการศึกษาความหลากหลายของพันธุ์ปลาในบริเวณอ่าวสัตหีบ โดยการเก็บตัวอย่างปลาจากเรือประมงพื้นบ้าน ส่วนการสำรวจใต้น้ำโดยตรงพบปลา 51 ชนิด ชนิดเด่น คือ กลุ่มปลาสลิดหิน ปลานกขุนทอง และปลาอมไข่ จากผลการศึกษาบ่งบอกว่าทรัพยากรปลาในบริเวณนี้ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ (วิมล เหมะจันทร และคณะ 2548) ในด้านอ่าวไทยฝั่งตะวันตกพบว่าเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของปลาค่อนข้างต่ำกว่าอ่าวไทยฝั่งตะวันออก โดยมีปลากลุ่มเด่น คือ ปลากินพืชขนาดเล็ก เช่น กลุ่มปลาสลิดหิน เป็นต้น ปลากินเนื้อกลุ่มหลักมีขนาดเล็ก เช่น กลุ่มปลาอมไข่ เป็นต้น สังคมปลาโดยรวมมีความสัมพันธ์กับการปกคลุมของปะการัง (Manthachitra and Sudara, 1991)

กล่าวโดยรวมแล้วในแนวปะการังของประเทศไทยมีปลากลุ่มเด่น คือ ครอบครัวปลาสลิดหิน (สุภาพ มงคลประสิทธิ และคณะ 2521; Manthachitra, 1991; Satapoomin and Chansang, 2002; วิมล เหมะจันทร และคณะ 2548) ครอบครัวปลานกขุนทอง (สุภาพ มงคลประสิทธิ และคณะ 2521, Manthachitra,1991; Manthachitra and Sudara, 1991; วิมล เหมะจันทร และคณะ 2548) และครอบครัวปลาอมไข่ (Manthachitra,1991; วิมล เหมะจันทร และคณะ 2548) นอกจากนี้ประชาคมปลายังมีความสัมพันธ์กับสิ่งปกคลุมพื้นที่ในแนวปะการังด้วย

หมู่เกาะทะเลใต้ในเขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม – หมู่เกาะทะเลใต้ เป็นกลุ่มเกาะที่อยู่ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ซึ่งมีแนวปะการังชายฝั่งอยู่ในพื้นที่รอบเกาะต่างๆ ภายในเขตอุทยานฯ หลายแนวปลาที่พบในแนวปะการัง ซึ่งอยู่ในพื้นที่อุทยานฯ จึงมีความน่าสนใจในแง่ของความสัมพันธ์ระหว่างประชากรปลาที่อยู่ในแนวปะการังต่างๆ

ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจนเกี่ยวกับความหลากหลาย การเปลี่ยนแปลง และการทดแทนประชากรของปลาในแนวปะการังในเขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ตอนกลางของชายฝั่งอ่าวไทย การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาความหลากหลายและความสัมพันธ์ของประชากรปลาในแนวปะการังภายในบริเวณหมู่เกาะแห่งนี้เป็นครั้งแรก ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการจัดการพื้นที่อุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ได้เป็นอย่างดี

วิธีการศึกษา

บริเวณที่ทำการศึกษา

การศึกษาทำในแนวปะการังบริเวณด้านบนของแนวลาดชัน (Upper reef slope) ซึ่งมีความลึกอยู่ในช่วง 3-5 เมตร และบนแนวราบ (Reef flat) ที่ระดับน้ำลึก 1-2 เมตร ของแนวปะการังบริเวณเกาะต่างๆ 20 บริเวณ คือ

1. เกาะแตน ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณแนวราบ
2. เกาะแตน ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณแนวลาดชัน
3. เกาะแตน ทิศตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณแนวราบ
4. เกาะแตน ทิศตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณแนวลาดชัน
5. เกาะมัดสุ่ม ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณแนวราบ
6. เกาะมัดสุ่ม ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณแนวลาดชัน
7. เกาะมัดสุ่ม ทิศตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณแนวราบ
8. เกาะมัดสุ่ม ทิศตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณแนวลาดชัน
9. กะราบ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณแนวราบ
10. เกาะราบ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณแนวลาดชัน
11. เกาะราบ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณแนวราบ
12. เกาะราบ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณแนวลาดชัน
13. เกาะวังนอก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณแนวราบ
14. เกาะวังนอก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณแนวลาดชัน
15. เกาะวังนอก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณแนวราบ
16. เกาะวังนอก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณแนวลาดชัน
17. เกาะวังใน ทิศตะวันตก บริเวณแนวราบ
18. เกาะวังใน ทิศตะวันตก บริเวณแนวลาดชัน

19. เกาะวังใน ทิศตะวันออก บริเวณแนวราบ
20. เกาะวังใน ทิศตะวันออก บริเวณแนวลาดชัน

ระยะเวลาการศึกษา

ทำการลงพื้นที่เก็บข้อมูลปลาในเขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 วันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2550 และ วันที่ 24-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ครั้งที่ 2 วันที่ 23-28 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 และครั้งที่ 3 วันที่ 28 กรกฎาคม -1 สิงหาคม พ.ศ. 2550 อย่างไรก็ตามการเก็บข้อมูลไม่สามารถทำได้ตามแผนการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากในช่วงฤดูลมมรสุมมีคลื่นลมรุนแรงจึงไม่สามารถออกเรือได้ในช่วงเวลาดังกล่าว

การศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลา (Species diversity)

ปลาในแนวปะการังในที่นี้ หมายความถึงปลาที่ใช้เวลาตลอดชีวิตอยู่ในแนวปะการัง (Resident species) หรือมีบางช่วงชีวิตที่ต้องอาศัยในแนวปะการัง (Temporal species) หรือมีกิจกรรมที่ต้องเกี่ยวข้องอยู่ในแนวปะการัง (Transient species) และหมายรวมถึงปลาที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากแนวปะการัง แต่อาจพบในแนวปะการังในขณะที่ทำการสำรวจ (Casualist) การสำรวจความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี 2 วิธี คือ

- การทำสำรวจสำมะโนประชากรปลาด้วยสายตา (Fish visual census) โดยการดำน้ำในแนวปะการังและสำรวจนับจำนวนชนิดปลาที่พบในแนวปะการังในช่วงเวลาที่สำรวจ
- การรวบรวมข้อมูลและตัวอย่างจากการสอบถามชาวประมงพื้นบ้านที่เข้าทำการประมงในแนวปะการัง

การศึกษาความชุกชุมและรูปแบบประชาคมปลาในแต่ละฤดูกาล

สำรวจประชาคมปลาที่พบในแนวปะการัง โดยมีนักดำน้ำแบบ Scuba ที่มีความสามารถในการจำแนกชนิดปลาใต้น้ำ ทำการเก็บข้อมูลโดยการทำสำมะโนประชากรปลาด้วยสายตา (Fish visual census) ตามวิธีการของ English *et al.,* 1994 โดยในพื้นที่แนวปะการังของแต่ละเกาะจะทำการวางแนวสำรวจ (Line Transect) ความยาว 30 เมตร จำนวน 5 เส้น ว่ายน้ำจำแนกชนิดปลา จำแนกระยะเจริญพันธุ์และนับจำนวนไปตามความยาวของแนวสำรวจ โดยนับปลาที่ว่ายผ่านเข้ามาในระยะ 5 เมตร จากด้านซ้ายและด้านขวาของแนวสำรวจ รวมเป็นพื้นที่แนวสำรวจละ 300 ตารางเมตร ต่อ 1 แนวสำรวจ จดบันทึกข้อมูลปลาโดยบันทึกเป็นค่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของปลา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ Community parameters ซึ่งในการศึกษามี 4 พารามิเตอร์ ดังนี้

1.1 Total abundance คือ ความชุกชุมของปลาทุกชนิดที่พบทั้งหมด เฉลี่ยของแต่ละจุดศึกษาในแต่ละครั้ง

1.2 Species richness คือ จำนวนชนิดปลาที่พบในแต่ละจุดศึกษา

1.3 Species diversity ใช้ Shannon- Wiener diversity index (H') คำนวนจากค่าเฉลี่ยของปลาแต่ละชนิดที่พบในแต่ละจุดศึกษา โดยใช้สูตร $H' = -\sum p_i \ln p_i$

เมื่อ p_i = ความชุกชุมของปลาชนิดที่ I / ความชุกชุมของปลาทั้งหมดที่พบในจุดศึกษานั้น

1.4 Evenness index (E) คำนวนจากสูตร $E = H' / H_{max}$ เมื่อ $H_{max} = \ln S$ (Krebs, 1989)

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนของประชาคมปลาในพื้นที่ต่างๆ โดยวิธี Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษามีลักษณะการกระจายไม่ปกติ ถึงแม้จะได้ทำการแปลงค่าของข้อมูลแล้วก็ตาม

3. วิเคราะห์โครงสร้างประชาคมปลา โดยการทำ Cluster anlysis ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Systat 8.0

ผลการศึกษา

การศึกษาความชุกชุม จำนวนชนิด และความหลากหลายของปลาในเกาะต่างๆ

จากการสำรวจปลาในแนวปะการังในเกาะต่างๆ ของหมู่เกาะทะเลใต้ ได้แก่ เกาะวังนอก เกาะวังใน เกาะราบ เกาะมัดสุ่ม และเกาะแตน ในระหว่างเดือน

กุมภาพันธ์ - กรกฎาคม พ.ศ. 2550 พบปลาในแนวปะการังทั้งสิ้น 269,821 ตัว จากปลา 97 ชนิด 58 สกุล 30 วงศ์

ปลาวงศ์เด่นที่พบ ได้แก่ ปลาสลิดหิน วงศ์ Pomacentridae (22 ชนิด) ปลานกขุนทอง วงศ์ Labridae (14 ชนิด) ปลาอมไข่ วงศ์ Apogonidae (6 ชนิด) ปลาสีกุน วงศ์ Carangidae (6 ชนิด) และปลาเก๋า วงศ์ Serranidae (6 ชนิด) (ตารางที่ 1) ชนิดปลาที่พบชุกชุมที่สุดในทุกเกาะ ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*Neopomacentrus filamentosus*) ปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*Neopomacentrus cyanomos*) และปลาบู่ลูกดอก (*Parioglossus philippinus*) ซึ่งเป็นปลาขนาดเล็กที่มักพบว่ายรวมฝูงอยู่รอบๆ โขดปะการัง สามารถพบได้มากทั้งในด้านจำนวนตัวที่พบและความถี่ที่พบ ส่วนปลานกขุนทอง(*Halichoeres nigrescens*) เป็นปลาที่พบได้บ่อยและพบได้ในทุกพื้นที่สามารถแบ่งประชาคมปลาออกเป็นประชาคมของเกาะต่างๆ คือ

เกาะวังใน พบปลาทั้งหมด 45,237 ตัว พบชนิดปลาทั้งหมด 36 ชนิด มีความชุกชุมเฉลี่ย 3,769 ตัว/1,500 ตารางเมตร ปลาวงศ์เด่น ได้แก่ ปลาสลิดหิน วงศ์ Pomacentridae (12 ชนิด) และปลานกขุนทอง วงศ์ Labridae (6ชนิด) ปลาชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) และปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) ที่มีความเด่นทั้งในด้านจำนวนตัวและความถี่ที่พบ

จากการศึกษาในแต่ละพื้นที่ของเกาะ พบว่าในบริเวณแนวลาดชัน มีจำนวนชนิดและความชุกชุมของปลามากกว่าในบริเวณแนวราบ อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ปลาชนิดเด่นที่พบในบริเวณแนวลาดชัน ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) และปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) ส่วนปลาชนิดเด่นที่พบในบริเวณแนวราบ ได้แก่ ปลาสลิดหินหางขาว (*Pomacentrus chrysurus*) และปลาสลิดหิน (*Pomacentrus tripunctatus*)

จากการเก็บข้อมูลทั้ง 3 ครั้ง พบว่ามีความชุกชุมของปลามากที่สุดในเดือนพฤษภาคม ซึ่งพบความชุกชุมของปลามากกว่าในเดือนกุมภาพันธ์ในทุกบริเวณ บริเวณที่พบความชุกชุมของปลามากที่สุด คือ บริเวณแนวลาดชันด้านอับลมของเกาะ โดยพบความชุกชุมของปลา 3,822 ตัว/1,500 ตารางเมตร ในเดือนกรกฎาคม (ภาพที่ 1) ส่วนบริเวณด้านรับลมไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เนื่องจากคลื่นลมแรง

ตารางที่ 1. ปลาวงศ์เด่น 10 วงศ์ ที่พบในแนวปะการังของอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้

ลำดับที่	วงศ์	จำนวนชนิด	%
1	Pomacentridae	22	22.68
2	Labridae	14	14.43
3	Apogonidae	6	6.18
4	Carangidae	6	6.18
5	Serranidae	6	6.18
6	Lutjanidae	4	4.12
7	Nemipteridae	4	4.12
8	Siganidae	4	4.12
9	Caesionidae	3	3.09
10	Chaetodontidae	3	3.09
11	Other	25	25.77
	รวม	**97**	**100**

เกาะวังนอก พบปลาทั้งหมด 66,519 ตัว จากชนิดปลาที่พบทั้งหมด 49 ชนิด ความชุกชุมเฉลี่ยของปลาเท่ากับ 5,543 ตัว/1,500 ตารางเมตร ปลาวงศ์เด่นที่พบในพื้นที่นี้ ได้แก่ ปลาสลิดหิน วงศ์ Pomacentridae (17 ชนิด) ปลานกขุนทอง วงศ์ Labridae (5 ชนิด) และปลาสลิดทะเล วงศ์ Siganidae (4 ชนิด) ปลาชนิดเด่นที่พบทั้งในด้านความชุกชุมและความถี่ที่พบ ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) ปลาบู่ลูกดอก (*P. philippinus*) และปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) ตามลำดับ

จากการศึกษาในแต่ละพื้นที่ของแนวปะการัง พบว่าไม่มีความแตกต่างของความชุกชุมของปลาที่พบระหว่างพื้นที่แนวราบและแนวลาดชัน ($P > 0.05$) แต่เมื่อสังเกตจากจำนวนตัวปลา (ภาพที่ 2) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ปลาชนิดเด่นที่พบในบริเวณแนวลาดชัน ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) ปลาบู่ลูกดอก (*P. philippinus*) และปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) ตามลำดับ ส่วนในบริเวณแนวราบ ได้แก่ ปลาสลิดหิน (*P. tripunctatus*) ปลานกขุนทอง (*H. nigrescens*) และปลาสลิดหินหางขาว (*P. chrysurus*) ตามลำดับ

จากการเก็บข้อมูลทั้ง 3 ครั้ง พบว่าในเดือนพฤษภาคมมีความชุกชุมของปลามากที่สุด โดยมากกว่าในเดือนกุมภาพันธ์ในทุกบริเวณ บริเวณที่พบความชุกชุมของปลามากที่สุด คือ บริเวณแนวลาดชันด้านอับลมของเกาะ พบว่ามีความชุกชุมของปลา 3,376 ตัว/1,500 ตารางเมตร (ภาพที่ 2) ส่วนในเดือนกรกฎาคมไม่สามารถเก็บข้อมูลในด้านรับลม และบริเวณแนวราบได้เนื่องจากคลื่นลมแรง และเป็นช่วงที่น้ำลงในเวลากลางวัน

เกาะราบ พบปลาทั้งหมด 59,896 ตัว จากปลา 57 ชนิด มีความชุกชุมเฉลี่ยของปลา 4,991 ตัว/1,500 ตารางเมตร ปลาวงศ์เด่นที่พบในพื้นที่นี้ ได้แก่ ปลาสลิดหิน วงศ์ Pomacentridae (16 ชนิด) ปลานกขุนทอง วงศ์ Labridae (8 ชนิด) และปลาเก๋าวงศ์ Serranidae (4 ชนิด) ปลาชนิดเด่นที่พบทั้งในด้านจำนวนตัวและความถี่ในการพบ ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) ปลาสลิดหินหางพริ้ว (*N. cyanomos*) และปลาบู่ลูกดอก (*P. philippinus*) ตามลำดับ

การศึกษาในแต่ละพื้นที่ของเกาะ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปลาที่พบในบริเวณแนวราบกับปลาที่พบในบริเวณแนวลาดชัน ($P < 0.05$) โดยพบว่ามีความชุกชุมของปลาที่พบในบริเวณแนวลาดชันมากกว่าอย่างชัดเจน ซึ่งจากการศึกษาทุกครั้ง ปลาชนิดเด่นที่พบในบริเวณแนวลาดชัน ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) ปลาบู่ลูกดอก (*P. philippinus*) และปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) ตามลำดับ ส่วนในบริเวณแนวราบ ได้แก่ ปลาสลิดหินหางขาว (*P. chrysurus*) ปลานกขุนทอง (*H. nigrescens*) และปลาสลิดหิน (*P. tripunctatus*) ตามลำดับ

จากการศึกษา 3 ครั้ง พบว่าในเดือนพฤษภาคมเป็นครั้งที่พบความชุกชุมเฉลี่ยของปลามากที่สุด โดยในบริเวณแนวลาดชันด้านรับลมอาจพบจำนวนตัวปลาในเดือนกรกฎาคมมากกว่าเล็กน้อย บริเวณที่พบความชุกชุมของปลามากที่สุด คือ บริเวณแนวลาดชันด้านอับลมของเกาะ พบว่ามีความชุกชุมของปลา 3,062 ตัว/1,500 ตารางเมตร (ภาพที่ 3)

เกาะมัดสุ่ม พบปลาทั้งหมด 31,583 ตัว จากปลา 69 ชนิด มีความชุกชุมเฉลี่ยของปลา 2,631 ตัว/1,500 ตารางเมตร ปลาวงศ์เด่นที่พบ ได้แก่ ปลาสลิดหิน วงศ์ Pomacentridae (16 ชนิด) ปลานกขุนทอง วงศ์ Labridae (11 ชนิด) ปลาอมไข่ วงศ์ Apogonidae (4 ชนิด) และปลาเก๋า วงศ์ Serranidae (4 ชนิด) ปลาชนิดเด่นที่พบทั้งในด้านจำนวนตัวและความถี่ในการพบ ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) ปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) และปลาบู่ลูกดอก (*P. philippinus*) ตามลำดับ

การศึกษาในแต่ละพื้นที่ของเกาะพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปลาที่พบในบริเวณแนวราบกับปลาที่พบในบริเวณแนวลาดชัน ($P < 0.05$) โดยพบว่ามีความชุกชุมของปลาที่พบในบริเวณแนวลาดชันมากกว่าอย่างชัดเจน ปลาชนิดเด่นที่พบในบริเวณแนวลาดชัน ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) ปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) และปลาบู่ลูกดอก (*P. philippinus*) ตามลำดับ ส่วนในบริเวณแนวราบ ได้แก่ ปลาสลิดหินหางขาว (*P. chrysurus*) ปลา

นกขุนทอง (*H. nigrescens*) ปลาสลิดหินบั้งหางมน (*Abudefduf bengalensis*) และปลาสลิดหิน (*P. tripunctatus*) ตามลำดับ

จากการศึกษาทั้ง 3 ครั้ง พบว่าในเดือนพฤษภาคมมีความชุกชุมของปลาสูงที่สุดในทุกพื้น ซึ่งพบความชุกชุมของปลาสูงสุดในบริเวณลาดชันด้านอับลม พบว่ามีความชุกชุม 1,805 ตัว/1,500 ตารางเมตร (ภาพที่ 4)

เกาะแตน พบปลาทั้งหมด 65,887 ตัว จากชนิดปลา 73 ชนิด มีความชุกชุมของปลาเฉลี่ย 5,490 ตัว/1500 ตารางเมตร ปลาวงศ์เด่นที่พบ ได้แก่ ปลาสลิดหิน วงศ์ Pomacentridae (14 ชนิด) ปลานกขุนทอง วงศ์ Labridae (11 ชนิด) และปลาอมไข่วงศ์ Apogonidae (5 ชนิด) ปลาชนิดเด่นที่พบทั้งในด้านจำนวนตัวและความถี่ในการพบ ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) ปลาบู่ลูกดอกฟิลิปปินส์ (*P. philippinus*) และปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) ตามลำดับ

การศึกษาในแต่ละพื้นที่ของเกาะ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปลาที่พบในบริเวณแนวราบกับปลาที่พบในบริเวณแนวลาดชัน ($P < 0.05$) โดยพบว่ามีความชุกชุมของปลาที่พบในบริเวณแนวลาดชันมากกว่าอย่างชัดเจน ปลาชนิดเด่นที่พบในบริเวณแนวลาดชัน ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) ปลาบู่ลูกดอก (*P. philippinus*) และปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) ตามลำดับ ส่วนในบริเวณแนวราบ ได้แก่ ปลาสลิดหิน (*P. tripunctatus*) ปลาสลิดหินหางขาว (*P. chrysurus*) และปลานกขุนทอง (*H. nigrescens*) ตามลำดับ

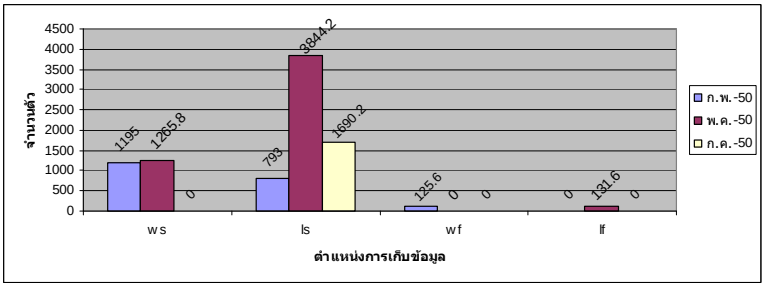
จากการศึกษาทั้ง 3 ครั้ง พบว่าในเดือนกรกฎาคม มีความชุกชุมของปลามากที่สุดในบริเวณแนวลาดชัน โดยพบว่าแนวลาดชันด้านอับลมมีความชุกชุมของปลาสูงที่สุดเฉลี่ย 2,840 ตัว/ 1,500 ตารางเมตร (ภาพที่ 5) ส่วนในบริเวณแนวราบไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ในเดือนนี้ เนื่องจากเป็นช่วงที่น้ำลงในเวลากลางวัน

ความหลากหลายของปลาในแนวปะการัง เขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้

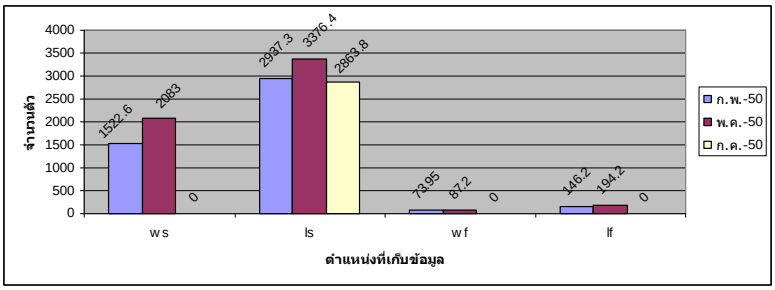
ดัชนีความหลากหลายของปลาในแนวปะการังในการสำรวจครั้งนี้แสดงดังตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าบริเวณแนวลาดชันของทุกเกาะมีจำนวนชนิดของปลามากกว่าบริเวณแนวราบ โดยบริเวณแนวลาดชันของเกาะราบ เกาะมัดสุ่ม และเกาะแตนมีปลามากกว่า 30 ชนิด แต่เมื่อพิจารณาถึงดัชนีความหลากหลาย และดัชนีความสม่ำเสมอของทุกเกาะ พบว่าในบริเวณแนวราบจะมีความหลากหลาย และความสม่ำเสมอมากกว่าในบริเวณแนวลาดชัน ยกเว้นเกาะวังนอก ที่มีดัชนีความหลากหลายและดัชนีความสม่ำเสมอของบริเวณแนวราบ (1.465 และ 0.5896) น้อยกว่าบริเวณแนวลาดชัน (1.579 และ 0.510) เกาะมัดสุ่มเป็นเกาะที่ดัชนีความหลากหลาย และดัชนีความสม่ำเสมอสูงมากในทั้งในบริเวณแนวลาดชัน (1.656.และ 0.473) และบริเวณแนวราบ (2.244 และ 0.749) เมื่อพิจารณาจากค่าความอุดมของชนิด (d) พบว่าเกาะแตนมีค่าความอุดมของชนิดที่สูงมากทั้งบริเวณแนวลาดชัน (3.252) และบริเวณแนวราบ (3.026)

การศึกษาโครงสร้างของประชาคมปลา

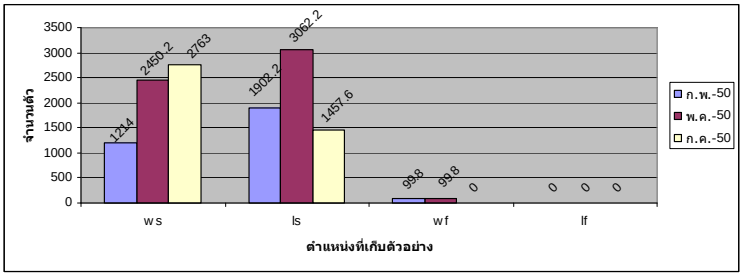
เปรียบเทียบประชาคมปลาที่พบในบริเวณต่างๆ ของเกาะในเขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ในช่วงเวลาต่างๆ เมื่อศึกษาจากแผนภูมิวิเคราะห์โครงสร้างประชาคมปลา สามารถแบ่งกลุ่มของประชาคมปลาออกได้เป็นสองกลุ่มอย่างชัดเจน คือ ประชาคมปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณแนวราบ และกลุ่มปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณแนวลาดชัน ส่วนปัจจัยอื่น ได้แก่ ด้านรับลมด้านอับลม ครั้งที่เก็บตัวอย่าง และที่ตั้งของเกาะต่างๆ ยังไม่สามารถจัดกลุ่มได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่าปลาที่พบในการศึกษาครั้งที่ 3 มีกลุ่มประชาคมปลาที่ใกล้เคียงกัน โดยเป็นกลุ่มประชาคมปลาในบริเวณแนวลาดชัน เนื่องจากในเดือนกรกฎาคมที่ทำการเก็บข้อมูลในครั้งที่ 3 เป็นช่วงที่น้ำฝั่งอ่าวไทยลงในเวลากลางวัน จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลปลาในบริเวณแนวราบของปะการังได้ ทำให้การเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 ขาดข้อมูลในส่วนนี้ ส่วนในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีความแตกต่างกันของประชาคมปลาในแต่ละสถานีมากกว่าจึงทำให้เกิดระยะห่างของกลุ่มประชาคมปลาจาก การศึกษาในแต่ละครั้ง



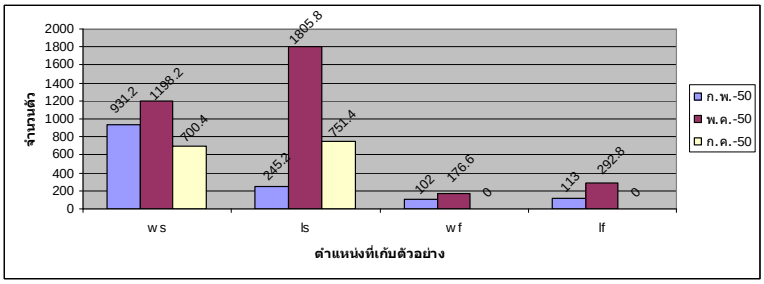
ภาพที่ 1. ประชาคมปลาในแนวปะการังเกาะวังใน



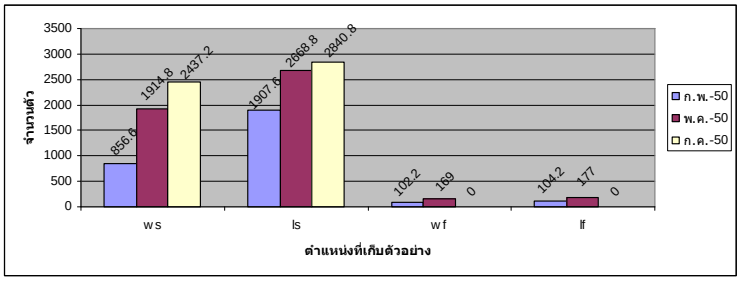
ภาพที่ 2. ประชาคมปลาในแนวปะการังเกาะวังนอก



ภาพที่ 3. ประชาคมปลาในแนวปะการังเกาะราบ



ภาพที่ 4. ประชาคมปลาในแนวปะการังเกาะมัดสุ่ม



ภาพที่ 5. ประชาคมปลาในแนวปะการังเกาะแตน

ตารางที่ 2. จำนวนชนิด ค่าความอุดมของชนิด (d) ดัชนีความสม่ำเสมอ **(J')** และดัชนีความหลากหลาย (**H'**) ของปลาที่พบในอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้

Sample	จำนวนชนิด	d	J'	H'
WNS	22	2.281	0.5109	1.579
WNF	12	1.707	0.5896	1.465
WKS	27	2.597	0.4402	1.451
WKF	17	2.285	0.7281	2.063
RPS	37	3.908	0.474	1.712
RPF	11	1.61	0.7189	1.724
MSS	33	3.687	0.4737	1.656
MSF	20	2.722	0.7492	2.244
TNS	32	3.252	0.3417	1.184
TNF	22	3.026	0.8083	2.499

เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างประชาคมปลาในแนวปะการังของอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จึงนำข้อมูลที่ได้ โดยการตัดปัจจัยอื่นที่ไม่มีความสัมพันธ์ต่อโครงสร้างประชาคมปลาออกไป คือ ครั้งที่เก็บตัวอย่าง ด้านรับลมและด้านอับลม แล้วนำมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบอีกครั้ง โดยทำ Cluster analysis พบว่าโดยรวมแล้วปลาที่พบในแนวปะการังของอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มประชาคมหลัก 2 กลุ่ม คือ ประชาคมปลาที่พบในบริเวณแนวราบ และประชาคมปลาที่พบในบริเวณแนวลาดชันของทุกเกาะ (ภาพที่ 6)

ลักษณะของปลาที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังของอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้

ปลาที่พบจากการศึกษาครั้งนี้สามารถแบ่งเป็นกลุ่มๆ ตามลักษณะต่างๆ ดังนี้

การแบ่งกลุ่มปลาตามลักษณะการกินอาหาร แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ 4 กลุ่ม (ภาพที่ 7) ดังนี้

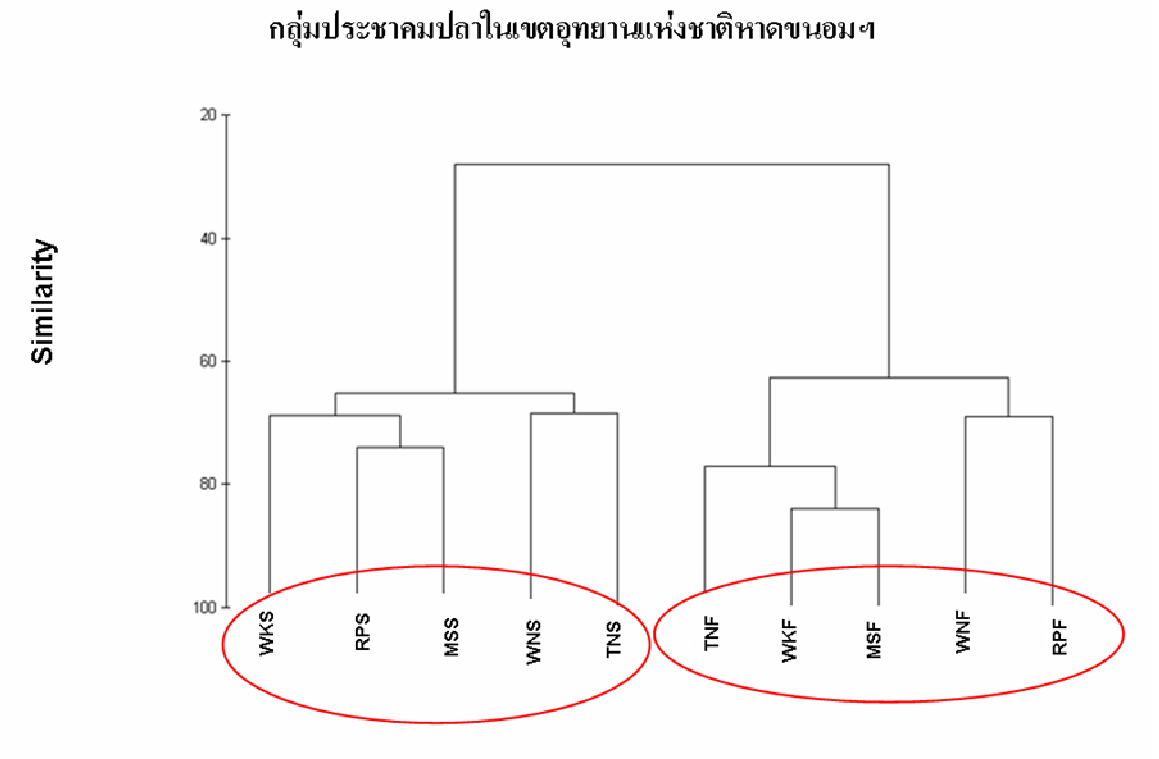
1. ปลาที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร (Planktivorous fishes) ปลาในกลุ่มนี้มีสัดส่วนประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ จากชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น ปลากล้วย (Caesionidae) ปลาบู่ลูกดอก (Microdesmidae) และปลาสลิดหิน (Pomacentridae) เป็นต้น

2 ปลาที่กินพืชเป็นอาหาร (Herbivorous fishes) ปลาในกลุ่มนี้มีสัดส่วนประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ จากชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น ปลาขี้ตังเบ็ด (Acanthuridae) ปลานวลจันทร์ทะเล (Chanidae) ปลาสลิดหินบางชนิด (Pomacentridae) ปลานกแก้ว (Scaridae) และปลาสลิดทะเล (Siganidae) เป็นต้น

3. ปลาที่กินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กเป็นอาหาร (Carnivorous fishes) ปลากลุ่มนี้มีสัดส่วนประมาณ 47 เปอร์เซ็นต์ จากชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น ปลาอมไข่ (Apogonidae) ปลาผีเสื้อ (Chaetodontidae) ปลากระเบน (Dasyatidae) ปลาปักเป้าหนามทุเรียน (Diodontidae) ปลาดอกหมาก (Gerridae) ปลาลูกดอก (Gobeisocidae) ปลาสร้อยนกเขา (Haemulidae) ปลากระรอก (Holocentridae) ปลานกขุนทอง (Labridae) ปลาหมูสี (Lethrinidae) ปลาเฉี่ยว (Monodactylidae) ปลาแพะ (Mullidae) ปลาทรายขาว (Nemipteridae) ปลากระดี่ทะเล (Pempheridae) และปลาสาก (Sphyraenidae) เป็นต้น

4. ปลาที่กินปลาเป็นอาหาร (Piscivorous fishes) ปลากลุ่มนี้มีสัดส่วนประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ จากชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น ปลาสีกุน (Carangidae) ปลากะรังเมือก (Grammistidae) ปลากระพง (Lutjanidae) ปลาช่อนทะเล (Rachycentridae) และปลาเก๋า (Serranidae) เป็นต้น

.



ภาพที่ 6. ประชาคมปลาของเกาะต่างๆ ในเขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้

การแบ่งกลุ่มปลาตามแหล่งที่อยู่อาศัยในแนวปะการัง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม (ภาพที่ 8) ดังนี้

1. ปลาที่ว่ายหากินอยู่ในมวลน้ำเหนือแนวปะการัง (Pelagic species) พบเป็นสัดส่วน 13 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น ปลากล้วย (Caesionidae) ปลาสีกุน (Carangidae) และปลานวลจันทร์ทะเล (Chanidae) เป็นต้น

2. ปลาที่ว่ายหากินอยู่ในบริเวณแนวปะการัง (Reef associated species) พบเป็นสัดส่วน 65 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น ปลาผีเสื้อ (Chaetodontidae) ปลานกขุนทอง (Labridae) ปลากระพง (Lutjanidae) ปลาสลิดหิน (Pomacentridae) ปลานกแก้ว (Scaridae) ปลาเก๋า (Serraniade) และปลาสลิดทะเล (Siganidae) เป็นต้น

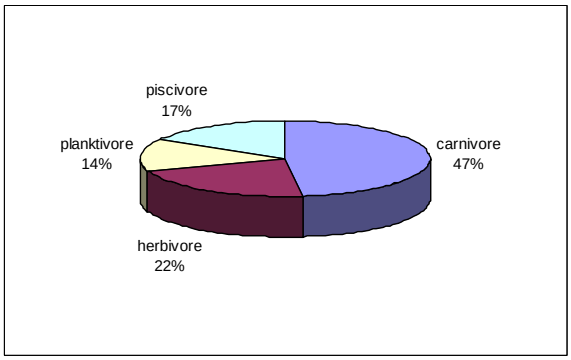
3. ปลาที่ว่ายหลบซ่อนอยู่ตามซอกหลืบปะการัง (Cryptic species) พบเป็นสัดส่วน 11 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในวงศ์นี้ เช่น ปลาอมไข่ (Apogonidae) ปลากระรอก (Holocentridae) และปลากระดี่ทะเล (Pempheridae) เป็นต้น

4. ปลาที่ว่ายหากินอยู่ตามพื้นทรายนอกแนวปะการัง (Benthic species) พบเป็นสัดส่วน 11 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น ปลากระเบน (Dasyatidae) ปลาดอกหมาก (Gerridae) ปลาสร้อยนกเขา (Haemulidae) ปลาหมูสี (Lethrinidae) ปลาแพะ (Mullidae) และปลาทรายขาว (Nemipteridae) เป็นต้น

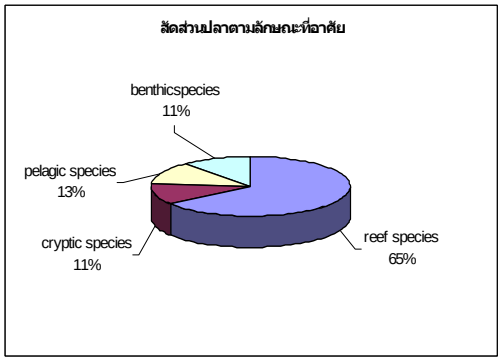
การแบ่งกลุ่มปลาตามลักษณะการใช้ประโยชน์ในแนวปะการังในช่วงระยะเวลาต่างๆ

สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม (ภาพที่ 9 ดังนี้

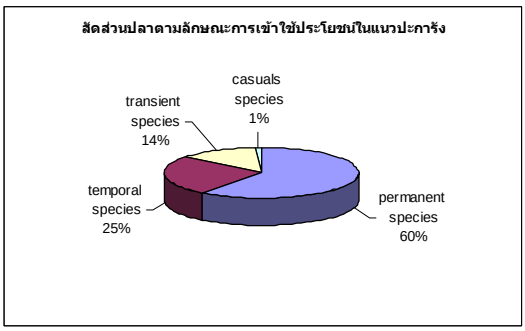
1. ปลาที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังอย่างถาวร (Resident species) พบเป็นสัดส่วน 60 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น



ภาพที่ 7. สัดส่วนของปลากลุ่มที่กินอาหารแบบต่างๆ



ภาพที่ 8. สัดส่วนของปลาตามแหล่งที่อยู่อาศัย



ภาพที่ 9. สัดส่วนของปลาตามลักษณะการเข้าใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง

ปลาขี้ตังเบ็ด (Acanthuridae) ปลาอมไข่ (Apogonidae) ปลากล้วย (Caesionidae) ปลาผีเสื้อ (Chaetodontidae) ปลากะรังเมือก (Grammistidae) ปลากระรอก (Holocentridae) ปลานกขุนทอง (Labridae) ปลาสลิดหิน (Pomacentridae) และปลานกแก้ว (Scaridae) เป็นต้น

2. ปลาที่เป็นอาศัยอยู่ในแนวปะการังเพียงบางช่วงของชีวิต (Temporal species) พบเป็นสัดส่วน 25 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น ปลาสีกุน (Carangidae) ปลาหมูสี (Lethrinidae) ปลากะพง (Lutjanidae) ปลาเก๋า (Serranidae) ปลาสลิดทะเล (Siganidae) และปลาสาก (Sphyraenidae) เป็นต้น

3. ปลาที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในแนวปะการังเพียงบางช่วงเวลา (Transient species) พบเป็นสัดส่วน 14 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาวงศ์เด่นในกลุ่มนี้ เช่น ปลานวลจันทร์ทะเล (Chanidae) ปลากระเบน (Dasyatidae) ปลาดอกหมาก (Gerridae) ปลาสร้อย

4. ปลาที่ผ่านเข้ามาในแนวปะการังโดยบังเอิญ (Casuals species) พบเป็นสัดส่วน 1 เปอร์เซ็นต์ ของชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมด ปลาที่พบในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาช่อนทะเล (Rachycentridae)

รูปแบบของประชาคมปลาในช่วงเวลาต่างๆ

จากการศึกษาปลาในแนวปะการัง เขตอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ 3 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนพฤษภาคม และเดือนกรกฎคม พบว่ามีความเปลี่ยนแปลงของปลาที่ศึกษาในแต่ละครั้ง คือ พบปลามากที่สุดในเดือนพฤษภาคม ซึ่งประชาคมปลาสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างเป็นประชาคมปลาในบริเวณแนวลาดชัน กลุ่มที่สำคัญ คือ ปลากลุ่มที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ซึ่งเป็นปลาที่พบได้มากที่สุดของทุกเกาะในการศึกษาทุกครั้ง ได้แก่ ปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*N. filamentosus*) ที่เพิ่มจาก 30,040 ตัว ในเดือนกุมภาพันธ์ เป็น 48,350 ตัว ในเดือนพฤษภาคม ปลาบู่ลูกดอกฟิลิปปินส์ (*P. philippinus*) 11,050 ตัว ในเดือนกุมภาพันธ์ เป็น 28,650 ตัว ในเดือนพฤษภาคม และปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*N. cyanomos*) 10,440 ตัว ในเดือนกุมภาพันธ์ เป็น 19,995 ตัว ในเดือนพฤษภาคม (ตารางที่ 3) โดยในเดือนพฤษภาคมพบว่าปลาเกือบทั้งหมดที่พบเป็นปลาวัยรุ่นที่ยังมีขนาดเล็ก ซึ่งเพิ่มมากขึ้นจากการสำรวจในเดือนกุมภาพันธ์ ที่พบปลาวัยรุ่นได้น้อย ทั้งนี้ ปลาวัยรุ่นที่พบมากในเดือนกุมภาพันธ์ ได้แก่ ปลานกขุนทอง และปลานกแก้ว ซึ่งในปลากลุ่มนี้สามารถพบปลาระยะวัยรุ่นได้ทุกครั้งที่มีการสำรวจ แต่สัดส่วนระหว่างปลาวัยรุ่นกับวัยเจริญพันธุ์ค่อนข้างใกล้เคียงกันเกือบตลอดทั้งปี

ตารางที่ 3. ชนิดปลาที่พบมากที่สุด 10 อันดับแรกจากการศึกษาทั้ง 3 ครั้ง

ชนิด	จำนวนตัว			
	ก.พ.	พ.ค.	ก.ค.	รวม
Neopomacentrus filamentosus	30,040	48,350	35,900	114,290
Parioglossus philippinus	11,050	28,650	7,330	47,030
Neopomacentrus cyanomos	10,440	19,995	14,750	45,185
Chromis cinerascens	2,135	5920	8,200	16,255
Neopomacentrus anabatoides	980	5,210	4,150	10,340
Halichoeres nigrescens	1,680	2,667	1,100	5,447
Neoglyphidodon nigroris	1,433	1,346	1,006	3,785
Neopomacentrus bankieri	1,626	1,466	639	3,731
Pomacentrus tripunctatus	1,712	2,007	0	3,719
Pomacentrus chrysurus	1,156	1,536	0	2,692

สรุปผลการศึกษา

ความชุกชุมและชนิดพันธุ์ปลา

จากการศึกษาทำให้ทราบว่าปลาในแนวปะการังที่พบในบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ มีความหลากหลายและความชุกชุมค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นๆ ในอ่าวไทย จากการทำสำมะโนประชากรปลาด้วยสายตา พบปลาทั้งสิ้น 97 ชนิด ใน 30 วงศ์ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Satapoomin (2002) ที่ศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ปลาในแนวปะการังฝั่งอ่าวไทยกับทะเลอันดามัน ซึ่งพบปลาในแนวปะการังด้านฝั่งทะเลอ่าวไทยทั้งสิ้น 181 ชนิด จากการการศึกษา ใน 14 สถานีศึกษา ทั้งบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกและอ่าวไทยฝั่งตะวันออก การศึกษาของ วิมล เหมะจันทรและคณะ (2548) ที่ทำการสำรวจความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาในอ่าวสัตหีบ โดยการทำสำมะโนประชากรปลาด้วยสายตา พบปลาทั้งหมด 51 ชนิด ปลาวงศ์เด่นที่พบจากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ปลาสลิดหิน วงศ์ Pomacentridae และปลานกขุนทอง วงศ์ Labridae ซึ่งปลาทั้งสองวงศ์นี้เป็นปลาวงศ์เด่นที่สามารถพบได้ทั่วไปในแนวปะการังของประเทศไทย (สุภาพ มงคลประสิทธิ และคณะ, 2521, Manthachitra,1991, Satapoomin and Chansang, 2002, วิมล เหมะจันทร และคณะ, 2548) การศึกษาครั้งนี้พบว่าปลาสลิดหินเล็กหางขลิบดำ (*Neopomacentrus filamentosus*) ปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง (*Neopomacentrus cyanomos*) และปลาบู่ลูกดอก (*Parioglossus philippinus*) เป็นปลาชนิดเด่นที่สามารถพบได้มากในทุกเกาะ และเป็นชนิดที่พบมากในทุกครั้งที่ทำการศึกษา โดยเฉพาะในบริเวณลาดชันที่มีปะการังโขด (*Porite*s sp.) เป็นปะการังชนิดเด่น ซึ่งปลาชนิดนี้มักพบว่ายหากินอยู่เป็นฝูงบริเวณรอบโขดปะการังและมักมีการรวมฝูงขนาดใหญ่ (Allen, 1991) จึงทำให้มีปริมาณที่พบเป็นจำนวนมาก

เกาะที่พบว่ามีจำนวนชนิดปลามากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เกาะแตน เกาะมัดสุ่ม เกาะราบ เกาะวังนอก และเกาะวังใน ตามลำดับ เหตุที่ทำให้พบว่าเกาะวังในมีจำนวนชนิดปลาน้อยกว่าเกาะอื่นๆ ในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากเกาะวังในตั้งอยู่ในบริเวณใกล้ชายฝั่งของอำเภอขนอม ซึ่งมีปากคลองไหลลงและได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด รวมทั้งมีปริมาณตะกอนสูงทำให้มีความขุ่นของน้ำที่เป็นอุปสรรคสำคัญของการศึกษาด้วยการทำสำมะโนประชากรปลาด้วยสายตา แนวปะการังของเกาะวังในยังมีความสมบูรณ์ในด้านพื้นที่การปกคลุมของปะการังมีชีวิตต่ำกว่าในเกาะอื่นๆ ซึ่งอัตราการปกคลุมของปะการังมีชีวิตมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหลากหลายของปลาในแนวปะการัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาที่กินปะการังเป็นอาหาร เช่น ปลาผีเสื้อ (Manthachitra and Sudara, 1991, Chabanet *et al*., 1997, Connell and Kingsford, 1998, Khalaf and Kochzius, 2002)

หากพิจารณาจากความหลากหลายของแหล่งอาศัย จะพบว่าเกาะแตนและเกาะมัดสุ่มที่มีความ

หลากหลายของชนิดปลาที่พบมากกว่า และมีความต่อเนื่องของพื้นที่แนวปะการังกับแหล่งหญ้าทะเล ทำให้มีความหลากหลายและความซับซ้อนของแหล่งอาศัยมากขึ้น ซึ่ง Nateekarnjanalarp (1990) and Sudara et al. (1992) ได้รายงานว่าในพื้นที่ต่อเนื่องระหว่างแนวปะการังกับแหล่งหญ้าทะเลมีความชุกชุมและความหลากหลายของปลาสูงกว่าในพื้นที่ที่มีหญ้าทะเลเพียงอย่างเดียว ปลาบางชนิดจะมีบางช่วงในวงจรชีวิตที่มีการอพยพเคลื่อนย้ายจากแหล่งอาศัยแหล่งหนึ่งไปสู่แหล่งอาศัยแหล่งอื่นๆ ทำให้บางครั้งจึงสามารถพบปลาที่อาศัยแหล่งหญ้าทะเลเป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อน เช่น ปลาสลิดทะเล (Siganidae) ปลากะพง (Lutjanidae) ปลาหมูสี (Lethrinidae) และปลาเก๋า (Serranidae) เป็นต้น (Nateekarnjanalarp, 1990, Sudara et al., 1992) ซึ่งจะเข้ามาอาศัยในแนวปะการังด้วย

ประชาคมปลาในบริเวณต่างๆ ของแนวปะการัง

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปลาที่พบในบริเวณแนวลาดชัน และแนวราบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าพื้นที่บริเวณแนวลาดชันของทุกเกาะที่ศึกษาจะมีจำนวนตัวปลาและจำนวนชนิดของปลาที่พบมากกว่าในพื้นที่บริเวณแนวราบอย่างชัดเจน ซึ่งสามารถอธิบายได้จากการที่บริเวณนี้มีปัจจัยหลายประการที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของปลากลุ่มต่างๆ มากกว่า ทั้งในด้านของกระแสน้ำ ความลึก และความซับซ้อนของแหล่งอาศัย (Connell and Kingsford, 1998, Holbrook *et al*., 2002) ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Satapoomin (2002) ที่ศึกษาปลาในแนวปะการังในหมู่เกาะอาดังราวี ที่พบว่าปลาในบริเวณแนวลาดชันมีความชุกชุมกว่าปลาในบริเวณแนวราบ ซึ่งปลากลุ่มเด่น ได้แก่ ปลาที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร เช่น ปลาสลิดหิน วงศ์ Pomacentridae เป็นต้น การว่ายรวมฝูงของปลาขนาดเล็กเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเพื่อการหลบเลี่ยงผู้ล่า ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในบริเวณนี้เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีกลุ่มปลาที่ว่ายหากินในมวลน้ำ เช่น ปลากล้วย (Caesionidae) เป็นต้น ซึ่งบางครั้งจะว่ายผ่านเข้ามาในแนวสำรวจเป็นฝูงขนาดใหญ่ทำให้สามารถพบความชุกชุมของปลาในพื้นที่นี้มากกว่าในบริเวณแนวราบ ซึ่งอยู่ในบริเวณที่ตื้นและจะพบปลากลุ่มที่กินพืชเป็นอาหารมากกว่าในบริเวณแนวลาดชัน เนื่องจากความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ ซึ่งเป็นพื้นที่ตื้นแดดส่องถึงพื้นทำให้สาหร่ายชนิดต่างๆ ที่เป็นอาหารของปลากลุ่มนี้สามารถเจริญได้ดี ปลากินพืชกลุ่มสำคัญที่พบอยู่ในบริเวณนี้ ได้แก่ ปลาสลิดหิน (Pomacentridae) ปลาสลิดทะเล (Siganidae) และปลานกแก้ว (Scaridae) ส่วนมากอยู่ในช่วงเป็นปลาวัยรุ่น (Juvenile) โดยปลาในกลุ่มนี้จะเข้ามาอาศัยอยู่ในพื้นที่บริเวณแนวราบของแนวปะการังเพียงชั่วคราว (Russ, 1984) ปลาชนิดที่พบได้มากที่สุดในบริเวณแนวราบได้แก่ ปลาสลิดหินหางขาว (*Pomacentrus chrysurus*) และปลาสลิดหิน (*Pomacentrus tripunctatus*) ซึ่งมีพฤติกรรมการป้องกันอาณาเขต (Ceccarelli, 2007) และมักพบอาศัยอยู่ในอาณาเขตเป็นตัวเดี่ยวๆ หรืออาจเป็นกลุ่มเล็กๆ เมื่อมีปลากลุ่มนี้เด่นมากอยู่ในพื้นที่ จึงทำให้ในบริเวณแนวราบจะมีความชุกชุมและความหลากหลายของชนิดของปลาน้อยกว่าบริเวณแนวลาดชัน

จากปัจจัยด้านต่างๆ ที่แตกต่างกันมากของพื้นที่ทั้งสองแบบ ส่งผลให้ปลาที่อาศัยอยู่ในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันมาก ผลการศึกษาในครั้งนี้จึงกล่าวได้ว่าในแต่ละบริเวณของแนวปะการัง จะมีบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งอาศัยของปลากลุ่มที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ลักษณะของปลาที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังของอุทยานแห่งชาติหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้

การจัดแบ่งกลุ่มที่สำคัญที่ทำให้ทราบองค์ประกอบของโครงสร้างประชาคมปลา คือ การจัดกลุ่มปลาที่แบ่งตามลักษณะพฤติกรรมการกินอาหาร ในการศึกษาครั้งนี้โดยรวมพบว่าปลากลุ่มที่กินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กมีอยู่ถึง 47 เปอร์เซ็นต์ คล้ายคลึงกับแนวปะการังที่พบในที่อื่นๆ ทั่วไปที่พบปลากลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีจำนวนสมาชิกมากที่สุด แต่เมื่อแยกพิจารณาแต่ละเกาะพบว่าเกาะวังในและเกาะวังนอกมีปลากลุ่มที่กินพืชเป็นอาหารในสัดส่วนที่สูงมากเกือบเทียบเท่าปลากลุ่มที่กินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นอาหาร แสดงให้เห็นถึงรูปแบบที่แตกต่างออกไปจากแนวปะการังที่มีความสมบูรณ์ทั่วไป เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งของเกาะวังในและเกาะวังนอกเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้ชายฝั่งอำเภอขนอม ซึ่งมีลำคลองไหลลงหลายสายและทำให้แนวปะการังบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยชายฝั่ง เช่น ธาตุอาหาร และน้ำ

จืด เป็นต้น มากกว่าในเกาะที่อยู่ห่างไกลออกไป ทำให้ในบริเวณแนวราบของเกาะทั้งสองแห่งมีความเหมาะสมต่อการขึ้นปกคลุมพื้นที่ของสาหร่ายที่เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของปลากินพืช ส่วนปลาที่มีความชุกชุมมากที่สุดของทุกเกาะ คือ กลุ่มปลาที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหารที่แม้จะมีสัดส่วนสมาชิกในกลุ่มน้อยกว่า แต่เนื่องจากปลากลุ่มนี้มักมีการอยู่รวมกันเป็นฝูงขนาดใหญ่จึงพบอยู่มากในบริเวณแนวลาดชัน (Satapoomin, 2002)

กลุ่มปลาที่จำแนกตามลักษณะของแหล่งอาศัย ใช้การจำแนกกลุ่มปลาจากการสังเกตของผู้ศึกษา โดยมีความใกล้เคียงกับวิธีการจัดกลุ่มของ Satapoomin (1993) จากการศึกษาพบว่าแนวปะการังที่เป็นสถานีการศึกษาครั้งนี้มีโครงสร้างประชาคมปลาเหมือนกับแนวปะการังที่สามารถพบได้ทั่วไปในเขตร้อน ที่มีปลาที่อาศัยอยู่ร่วมกับแนวปะการัง (Reef associated species) เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายมากที่สุดในแนวปะการัง แสดงให้เห็นถึงบทบาทของแนวปะการังในด้านการเป็นแหล่งอาศัยที่มีความหลากหลายของและซับซ้อนทั้งในด้านการเป็นแหล่งหลบซ่อนและแหล่งอาหาร ปลากลุ่มที่อยู่ร่วมกับแนวปะการังที่สำคัญได้แก่ ปลาสลิดหิน ปลานกขุนทอง ปลานกแก้ว (นลินี ทองแถม และวิภูษิต มัณฑะจิตร, 2535) ซึ่งเป็นปลาที่มีจำนวนสมาชิกในวงศ์และจำนวนตัวมากที่สุดในแนวปะการังที่ศึกษาในครั้งนี้ การศึกษากลุ่มปลาที่แบ่งตามลักษณะของการเข้าใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง ได้ดัดแปลงจากการจัดจำแนกของ Bell and Pollard (1989) ที่ได้ทำการศึกษาปลาในแหล่งหญ้าทะเล ซึ่งหากพิจารณาการใช้ประโยชน์ตามระยะเวลาจะพบว่าในระบบนิเวศแนวปะการัง ปลาที่ใช้ประโยชน์ในแนวปะการังตามระยะเวลาจะมีความคล้ายคลึงกันกับปลาที่พบในแหล่งหญ้าทะเล ปลากลุ่มใหญ่ที่พบเป็นปลาที่อาศัยอยู่อย่างถาวรในแนวปะการัง

การจำแนกกลุ่มของปลาที่พบทำให้ทราบถึงโครงสร้างของประชาคมปลาได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น เนื่องจากปลาแต่ละกลุ่มมีบทบาทในระบบนิเวศที่แตกต่างกัน และมีความแตกต่างกันไปตามปัจจัยต่างๆ ในระบบนิเวศ ดังนั้น จึงทำให้สามารถเชื่อมโยงไปถึงปัจจัยที่ทำให้โครงสร้างของประชาคมปลาแตกต่างกันไปด้วย

รูปแบบประชาคมปลาที่มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา

ในการศึกษาแต่ละครั้งพบว่าในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จะมีความแตกต่างของจำนวนตัวและจำนวนชนิดปลาที่พบในแต่ละสถานีศึกษามากกว่าการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่คลื่นลมค่อนข้างสงบ ทำให้สามารถทำการเก็บข้อมูลของปลาได้อย่างสะดวก ทั้งด้านรับลมและด้านอับลม ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างของประชาคมปลาในด้านต่างๆ แต่ยังคงพบว่ามีความแตกต่างของปลาในบริเวณแนวราบ และปลาในบริเวณแนวลาดชันของทุกๆ เกาะ

ความชุกชุมและจำนวนชนิดปลาพบได้มากที่สุดจากการศึกษาครั้งที่ 2 ในเดือนพฤษภาคม ปลาที่พบในช่วงนี้เป็นลูกปลาขนาดเล็กและปลาวัยรุ่นซึ่งมีจำนวนมาก โดยเฉพาะปลาสลิดหินหางขลิบดำ ปลาสลิดหินเล็กท้ายเหลือง และปลานกขุนทองจะพบจำนวนปลาวัยรุ่นมากกว่าในช่วงเวลาอื่นๆ ซึ่งปลาวัยรุ่นที่พบในช่วงนี้มีสัดส่วนประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ของปลาที่พบ ปลาชนิดอื่นๆ เช่น ปลานกแก้ว เป็นต้น ยังสามารถพบปลาวัยรุ่นได้ในบริเวณแนวราบของแนวปะการัง จากการที่พบลูกปลาจำนวนมากในช่วงที่ทำการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Srinivasan and Jones (2006) ที่ศึกษากระบวนการแทนที่ประชากรของปลาในแนวปะการัง ซึ่งพบว่าปลาในกลุ่ม ปลานกขุนทอง (Labridae) และปลาสลิดหิน (Pomacentridae) ที่มีการพบปลาวัยรุ่นตลอดทั้งปีจะมีช่วงของการเพิ่มจำนวนปลาวัยรุ่นสูงขึ้นในเดือนพฤษภาคมและธันวาคม ซึ่งการที่ปลากลุ่มนี้มีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของประชากรในช่วงที่กว้างเป็นส่วนสำคัญในการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของประชาคมปลาในแนวปะการังเขตร้อน

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิโททาล ประเทศฝรั่งเศส บริษัทโททาล อี แอนด์ พี ประเทศไทย และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพแห่งประเทศไทย ซึ่งร่วมกันจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_149109

เอกสารอ้างอิง

นลินี ทองแถม และวิภูษิต มัณฑะจิตร, 2535. โครงสร้างสังคมปลาในแนวปะการังบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก, วารสารการประมง 45(2): 705-714

วิมล เหมะจันทร, วรณพ วิยกาญจน์, สุชนา ชวนิชย์, กรณ์รวี เอี่ยมสมบูรณ์ และ เสธ์ ทรงพลอย. 2548. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการย่อย: ความหลากหลายของปลา ปู และปะการังในบริเวณอ่าวสัตหีบ.รายงานการวิจัย. อัดสำเนา. จำนวน 19 หน้า.

สุภาพ มงคลประสิทธิ์, สืบสิน สนธิรัตน และทวีศักดิ์ ทรงศิริกุล. 2521. การสำรวจพรรณปลาบริเวณหินปะการังในน่านน้ำไทย. รายงานการวิจัย. อัดสำเนา จำนวน 49 หน้า.

Allen, G.R., 1991. Damselfishes of the world. Mergus Publishers, Melle, Germany. 271 p.

Bell, J. D. and Pollard, D.A. 1989. Ecology of fish assemblage and fisheries associated with seagrass. In: Larkum, A. W. D., A. J. McComb. And S. A. Shephered (eds.) Biology of Seagrasses. Elsevier Science Publishers, Amsterdum . pp.565-609.

Ceccarelli, D. M. 2007. Modification of benthic communities by territorial damselfish: a multi-species comparison . Coral Reefs. 26 (4): 853-866.

Chabanet, P., Ralambondrainy, H., Amanieu, M., Faure, G., and Galzin, R., 1997. Relationships between substrata and fish. Coral reefs. 16.: 93-102.

Connell, S.D., 1998. Patterns of pisciviory by resident predatory reef fish at One Tree Reef, Great Barrier Reef. Marine and Freshwater Research. 49:25-30.

Connell, S.D., and Kingsford, M.J., 1998. Spatial temporal and habitat-related variation in the abundance of large predatory fish at One Tree Reef, Australia. Coral Reefs. 17.: 49-57.

English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. (eds.) 1994. Survey manual for tropical marine resources. ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources. Australian Institute of Marine Science. 368 pp.

Holbrook, S.J., Brooks, A.J., and Schnitt, R.J., 2002. Variation in structural attributes of patch-forming corals and in patterns of abundance of associated fishes. Marine and Freshwater Research. 53.: 1045-1053.

Khalaf, M.A., and Kochzius, M., 2002. Community structure and biogeography of shore fishes in the Gulf of Aqaba, Red sea. Helgol. Nar. Res. 55. : 252–284.

Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publishing. New York.

Lecchini, D., Adjeroud, M., Pratchett, M.S. , Cadoret, L., and Galzin, R., 2003. Spatial structure of coral reef fish communities in the Ryukyu Islands, southern Japan. Oceanologica Acta. 26.: 537-547.

Manthachitra,V. 1991. Coral Reef Fishes and Their Relationship with Condition of Coral Communities in Chonburi Province. Proc of 3th Conference on Aqutic living Resource Chulalongkorn University.: 43-53.

Manthachitra, V., and Sudara, S., 1991. Status of coral reef fish along the west coast of the Gulf of Thailand. *Proc. Of the 1st Regional Symposium of CLRP*. Manila. 129-134.

Manthachitra,V. and Sudara, S., 2002. Community Structure of Coral Reef Fishes at Sink Reef in the Inner Gulf of Thailand. Science Asia 28: 327-337

Mathachitra, V., Sudara, S., and Satumanatpan S., 1991. Chaetodon octofasciatus as indicator species for reefs condition. *Proc. Of the 1st Regional Symposium of CLRP*.

Nateekanjanalarp, S. 1990. Saegrass community in Koh Samui, Surat Thani Province. M. Sc. Thesis. Dept. of Marine Science, Chulalongkorn University. 147 pp.

Russ, G. R., 1984. Distribution and abundance of herbivorous grazing fishes in the central Great Barrier Reef. I. Level of variability across the entire continental shelf. Marine Ecology Progress Series. 20: 35-44.

Satapoomin, U., 1993. Fish Assemblage on an Artificial Reef in Ranong Province, Thailand Compare to Natural Rocky and Coral Habitats. Proceeding the Seminar of Fisheries 1993. Department of Fisheries. 15-17 September 1993. Bangkok, Thailand. pp. 229-247.

Satapoomin, U., 2002. Pattern of Fish Assemblages on Coral Reefs of the Adang- Rawi Islands. The Andaman Sea, with Comment on Management Implications for Coral Reefs Reservea. The Natural History Bulletin of the Siam Society. 50 (1): 25 -55.

Satapoomin, U., 2002. Comparative Study of Reef Fish Fauna in Thai Waters: The Gulf of Thailand versus Andaman Sea. Phuket Marine Biological Center: 23-40.

Satapoomin, U., and Chansang, H., 2002. Structure of Reef fish communities of Phuket Island, The Andaman Sea. Phuket mar biol. Cent. Res. Bull. 64: 25-52.

Srinivasan, M. and Jones, G. P. 2006. Extended breeding and recruitment periods of fishes on a low latitude coral reef. Coral reefs. 25: 673-682.

Sudara, S., Satumanatpan, S. and Nateekanjanalarp, S. 1992. A study of the interrelationship of fish communities between coral reef and seagrass beds. In Chou, L. M. and Wilkinson, C. R. (eds.), Third ASEAN Science and Technology week Conference Proceedings, Vol. 6, Marine Science: Living Coastal Resources, 21-23 Sept., Singapore Dept. of Zoology, National University of Singapore. pp.321-326.

Distribution, nest dispersion, nesting sites and nest structures of the stingless bee, *Trigona collina* Smith, 1857 (Apidae, Meliponinae) in Thailand

Touchkanin Jongjitvimol[1] and Wandee Wattanachaiyingcharoen[2]

[1]Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, E-mail : touchkanin@yahoo.com

[2]Faculty of Science, Naresuan University

Abstract

The stingless bee species, *Trigona collina* Smith, 1857 is distributed throughout Thailand. From 640 colonies that were collected, nesting sites were only found at altitudes ranging from 18 to 830 meters above sea level. Most nests located in mixed deciduous forests were found at an altitude lower than 400 meters above sea level. Nesting sites can be divided into 4 main groups: 1) cavities in tree trunks (15.63%), 2) cavities in termite mounds (42.60%), 3) underground cavities (33.75%), and 4) cavities in buildings (7.96%). A total of 47 colonies were studied and the results of a standardized Morisita index of dispersion within the study area showed that their nest dispersion was strongly clumped ($p<0.05$). The pattern of nest dispersion in this species probably ensures that there is an adequate number of mates in their mating range. The nest structure of *T. collina* is comprised of 5 main components: 1) the external entrance tube, 2) batumen barrier, 3) honey pots, 4) pollen pots and 5) brood cells. The batumen is a multilayered cover of the brood chambers. We suggest that the variation in the number of batumen layers in nests of *T. collina* is associated with temperature regulation of the nests. Their nest dispersion was investigated in a mixed deciduous forest at the Phitsanulok Wildlife Conservation Development and Extension Station.

key words: distribution, nest dispersion, nesting sites, nest structures, stingless bees, *Trigona collina*

Introduction

Stingless bees are distributed throughout most tropical and some subtropical regions of the world (Michener and Grimaldi, 1988; Velthuis, 1997). They are classified into 50 genera, with about 400 described species (Velthuis, 1997; Michener, 2000). In Thailand, 32 species are currently described (Schwarz, 1939; Sakagami et al., 1985; Michener and Boongird, 2004; Klakasikorn et al., 2005). Most stingless bee species nest in natural cavities within trees. A few species nest underground while a small number of African species construct nests in the open (Velthuis, 1997). All stingless bee species build elaborate nests, with structures that often have species-specific characteristics (Michener, 1974). Here we report on the nest structures, nest dispersion, nesting sites and distribution within Thailand of *Trigona collina* Smith, 1857. Currently there is little information on the biology of this species, despite the fact that they are among the most common flower-visiting insects in the canopy and the under-story of forests in Thailand, and are most likely critical pollinators (Thapyai, 1996; Tasen, 2001).

Methods

We conducted surveys between May 2004 and May 2006 in all regions of Thailand. The methods of line transect and random samplings were used to locate colonies (Krebs, 1999). All samples were identified using the key of Sakagami et al. (1990). The position and altitude of all discovered nests was determined by means of a Global Positioning System (GPS) receiver (Garmin), the precise location of each nest was mapped using the ArcView GIS 3.2 program. Plants visited by stingless bees were collected in the field by experienced forestry staff and then confirmed by comparing plant samples with the collection at the herbarium of the Department of Biology, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

Ten underground colonies found in Phitsanulok (9 colonies) and Chiang Rai (1 colony) were excavated and dissected to observe the internal structures of the nests.

We used Morisita's index of dispersion and a standardized Morisita's index (Krebs, 1999) to determine patterns of nest dispersion in a mixed deciduous forest at the Phitsanulok

Wildlife Conservation Development and Extension Station, Thailand.

The data obtained were analyzed by using Morisita's index of dispersion (I_d). The studied parameters were sample size (n), sum of the quadrat counts ($\sum x$), and sum of the quadrat counts squared ($\sum x^2$).

The following formula was used:

$$I_d = n\left[\frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}\right]$$

However, results obtained from Morisita's index of dispersion are difficult to interpret. Therefore, the standardized Morisita's index was calculated as follows:

Uniform index; $M_u = \dfrac{\chi^2_{0.975} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$

Clumped index; $M_c = \dfrac{\chi^2_{0.025} - n + \sum x_i}{(\sum x_i) - 1}$

where: $\chi^2_{0.975}$ = value of chi-squared from the table with (n-1) degrees of freedom that has 97.5% of the area to right

$\chi^2_{0.025}$ = value of chi-squared from the table with (n-1) degrees of freedom that has 2.5% of the area to right

x_i = given a set of counts of organisms in a set of quadrats

n = no. quadrats

Then we calculated a standardized Morisita's index by 1 of the following 4 formulas:

when: $I_d \geq M_c > 1.0$, $I_p = 0.5 + 0.5\left(\dfrac{I_d - M_c}{n - M_c}\right)$

$M_c > I_d \geq 1.0$, $I_p = 0.5\left(\dfrac{I_d - 1}{M_u - 1}\right)$

$1.0 > I_d > M_u$, $I_p = -0.5\left(\dfrac{I_d - 1}{M_u - 1}\right) I_p$

$1.0 > M_u > I_d$, $I_p = -0.5 + 0.5\left(\dfrac{I_d - M_u}{M_u}\right)$

The standardized Morisita's index of dispersion (I_p) ranges from -1.0 to +1.0 with 95% confidence limits at +0.5 and -0.5, where $I_p = 0$ for random dispersion, $I_p > 0$ for clumped dispersion and $I_p < 0$ for uniform dispersion.

Results

Distribution

We collected 640 colonies from 29 provinces of Thailand; 13 provinces in the Northern region, 7 provinces in the North-Eastern region, 5 provinces in the Central plain region and 5 provinces in the Southern region (Figure 1). Although the nests were located at altitudes ranging from 18 to 830 meters above sea level, over 90% of nests were found in mixed deciduous forests at altitudes lower than 400 meters (Appendix 1).

Nest Dispersion

We found forty-seven colonies of *T. collina*. The results of the standardized Morisita index of dispersion (I_p) of *T. collina* was a strongly clumped distribution (I_p = 0.636) at a 95% confidence level (Figure 2).

Nesting Sites

Nesting sites of *T. collina* were variable. They can be divided into 4 groups: 1) cavities in tree trunks, 2) cavities in termite mounds, 3) underground cavities and 4) cavities in buildings. We found that termite mounds are the most common sites accounting for 42.60% of all discovered nests. Subterranean cavities accounted for 33.75% of nests, and 15.63% were found in cavities of trunks of 14 tree species: *Caesalpinia sappan*, *Eugenia cumini*, *Ficus annulata*, *F. locor*, *F. religiosa*, *Herea brasiliensis*, *Hopea odorata*, *Irvingia malayana*, *Knema globulalia*, *Parkia speciosa*, *Shorea curtisii*, *Strychnos nuxvomica*, *Syzygium cumini* and *Tamarindus indica*. Only 51 nests were found in cavities of buildings (7.96%) (Appendix 1).

Nest Structures

Like most stingless bees, the nests of *T. collina* are enclosed by layers of batumen (Figure 3B); a layer comprising mud, resin and wax may be added (Michener, 1974; Roubik 1989; Roubik, 2006). Between the layers of batumen there is often black cerumen

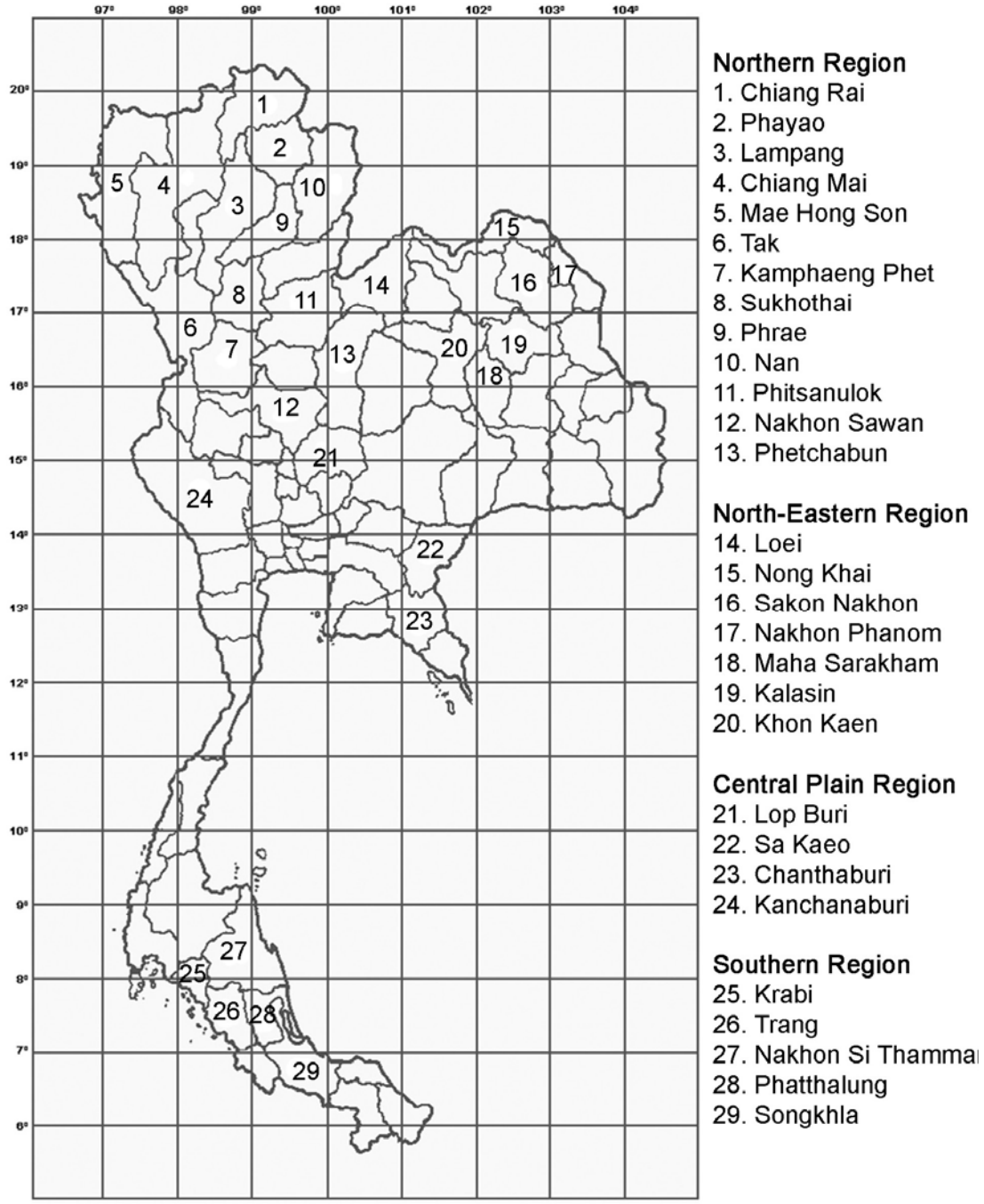


Figure 1. Provinces surveyed for the presence of *T. collina* nests.

(Figure 3B) which is made of a mixture of wax, resins and gums collected from plants (Jones and Oldroyd, 2007). The external entrance tube of *T. collina* (Figure 3A) is cylinder-shaped, brittle, thin walled (1-1.5 mm) with a smooth surface. Entrance tubes are located 1–90 cm (12.86 ±18.23) above the ground, and slant slightly upward. The color is yellow to brownish from resin and wax (Figure 3A). The terminus of the tube is hard and sticky, made from propolis and has a diameter of 1-1.5 cm (1.2 ±0.22). The interior of the nest is decorated with black cerumen and resin (0.5 mm thick). The inside of the nest has 4 components: 1) brood cells, 2) storage pots on honey and pollen pots, 3) batumen, and 4) a nest entrance which is covered by batumen (Figure 4).

Brood cells are elliptical, and surrounded by sheaths of batumen which are made up of multiple layers of cerumen (a mixture of wax and resin). The comb of the brood cells is soft,

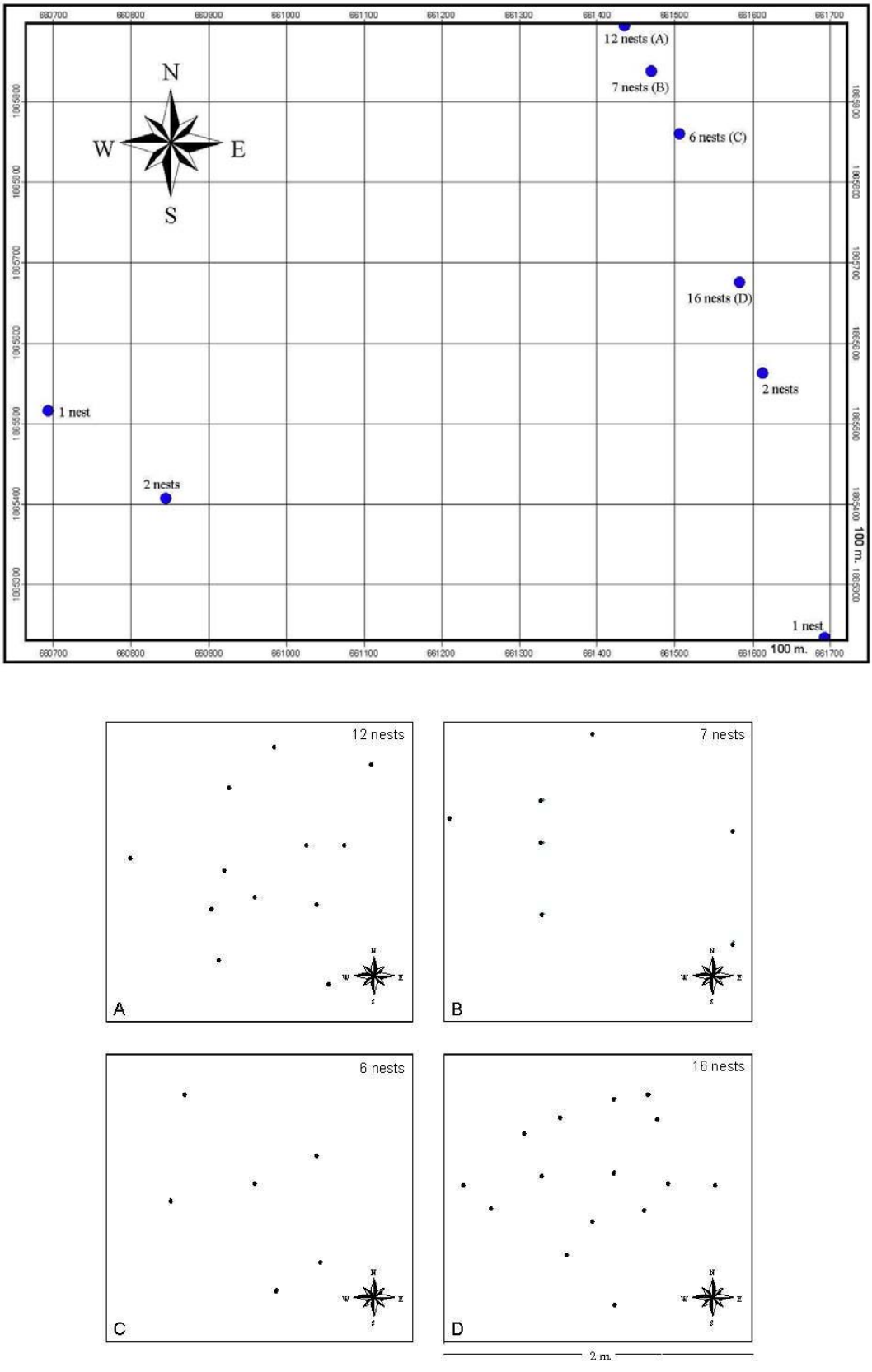


Figure 2. The locations of *T. collina* colonies in a mixed deciduous forest in Thailand were mapped using the ArcView GIS 3.2 program.

Figure 3. Nest structure of *T. collina* comprises 5 parts: A) the external entrance tube, B) batumen barrier (outer) and cerumen (inner), C) honey pots, D) pollen pots and E) brood cells.

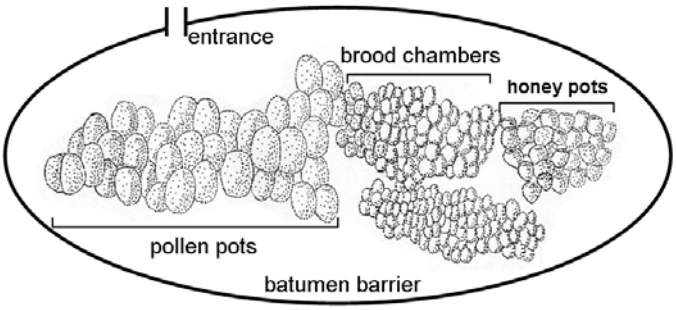


Figure 4. Stylized representation of *T. collina*'s nest structure.

thin, and yellow to dark in colour. New cells are brownish to dark but turn yellow as they age. Storage pots can be divided into 2 parts; honey pots (Figure 3C) and pollen pots (Figure 3D) for storing nectar and pollen. They are eggshaped, soft and yellow to dark and are normally found clumped in more than one compact cluster. They are often arranged around a central set of horizontal brood chambers. Pollen pots are the largest cells and are covered by batumen. The average distance between the external entrance tube and the nest in termite mounds was 2.2 ±0.5 meters.

Discussion and Conclusiond

In this study, we found most *T. collina* nests in cavities within the mounds of *Macrotermes* spp. (42.60%). A further 100 nests were found in the tree trunks of 14 species of plants. Three species in the genus *Ficus* (i.e. *F. annulata*, *F. locor* and *F. religiosa*) were the most common nest sites. Up to 10 nests were observed in any one tree probably because the trunks of mature *Ficus* contain many suitable hollows.

This study dealt with the dispersion of *T. collina* in a mixed deciduous forest. The nests of *T. collina* had a strongly clumped distribution ($p < 0.05$). Nests of *T. collina* showed a clearly clumped dispersion. This pattern of nest dispersion causes aggregation of nests in a certain area. Nest aggregation in honey bees causes risks to those species such as acquiring pests and disease due to overlapping foraging ranges (Rinderer, et al., 2002). In the stingless bee, *T. collina*, microsatellite analysis revealed that colonies within aggregations were not related (Cameron et al., 2004). This suggested that they try to minimize the chance of inbreeding and maximize the probability of increasing genetic variance in the progeny produced (Palmer and Oldroyd, 2000). The benefits gained from aggregation of unrelated colonies are possibly higher than any risk the colonies may face when they are related.

No exposed nests were found. The use of cavities for nesting may help colonies regulate nest temperatures, and provide protection from predators. Nest temperatures above 46 ^{o}C are lethal for *T.* (*Tetragonanula*) *carbonaria* (Amano, 2005). From the study of nest structure of *T. collina*, we found that *T. collina* have a multi-layered batumen which covers the brood cells. The function of batumen is to stabilize the temperature within the brood cells. Our observations on ten nests of *T. collina* showed that the batumen contains 1-4 layers. We postulate that colonies modify the thickness of the batumen layer as a thermoregulatory mechanism. Such behaviour has been demonstrated in *T. ventris flavibis* in north Vietnam (Chinh et al., 2005) where the number of involucrum layers increases in winter, and is reduced in summer. In winter, the thicker layer may act as an insulator for the brood cells and the temperature inside the nest may be controlled at an optimal threshold for broods. Similarly, in the neotropical stingless bee, *Scaptotrigona postica*, the layers of the involucrum provide effective insulation during cool nights, the temperature difference between the outer and inner layers of the involucrum (a distance of 1 cm) can be as much as 5 ^{o}C (Engels et al., 1995). However, a reduced number of involucrum layers during high temperatures in summer may provide ventilation of air between the inside and outside of the nest. We suggest that the variation in the number of batumen layers in the nest of *T. collina* is involved in temperature regulation, like with the involucrum of other species. Furthermore, the batumen sheaths may be important in preventing direct access to the brood by parasites and predators such as ants, termites and other flies.

Acknowledgements

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant T_149009 and T_347013 and the Department of Biology, Faculty of Science, Naresuan University. We are thankful to Professor Dr. Benjamin P. Oldroyd for his comments. We are very grateful to K. Boontawon, C. Neakum, S. Kongquamsue, H. Tansila, W. Meesiri, J. Wattanatheeraprasong, S. Srisawang, K. Sakampan, P. Lhadang, M. Sripromma, A. Ruangridee, S. Chutiyarat, A. Buayai, A. Ubol and S. Kaewthong for their kind assistance in the field work.

References

Amano, K. 2005. Attempts to introduce stingless bees for the pollination of crops in green-house conditions in Japan, Food and Fertilizer Technology Center, Taipei, 167 pp. Available from: http://www.fftc.agnet.org/library/article/-tb167.html, (accessed on 30 Nov 2006).

Cameron E.C., Franck, P. and Oldroyd, B.P. 2004. Genetic structure of nest aggregations and drone

congregations of the Southeast Asian stingless bee *Trigona collina*. Molecular Ecology, 13: 2357-2364.

Chinh, T.X., Sommeijer, M.J., Boot, W.J. and Michener, C.D. 2005. Nest and colony characteristics of three stingless bee species in Vietnam with the first description of the nest of *Lisotrigona carpenteri* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Journal of the Kansas Entomological Society, 78: 363.

Engels, W., Rosenkranz, P. and Engels, E. 1995. Thermoregulation in the nest of the neotropical stingless bee *Scaptotrigona postica* and a hypothesis on the evolution of the temperature homeostasis in highly eusocial bees. Studies of Neotropical Fauna and Environment, 30: 193-205.

Jones, J.C. and Oldroyd, B.P. 2007. Nest thermoregulation in social insects. Advances in Insect Physiology, 33: 154-191.

Klakasikorn, A., Wongsiri, S., Deowanish, S. and Duangphakdee, O. 2005. New record of stingless bees (Meliponini: *Trigona*) in Thailand. The Natural History Journal of Chulalongkorn University, 5: 1-7.

Krebs, C.J. 1999. Ecology Methodology. 2nded. An Imprint of Addison Wesley Longman, Inc, University of British Columbia, Canada, pp. 189-223.

Michener, C.D. 1974. The Social Behaviour of the Bees. Harvard University Press, USA, 404 pp.

Michener, C.D. 2000. The Bees of the World. Johns Hopkins University Press, USA, 913 pp.

Michener, C.D. and Boongird, S. 2004. A new species of *Trigona* from peninsular Thailand (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Journal of the Kansas Entomological Society, 77: 143-146.

Michener, C.D. and Grimaldi, D.A. 1988. The oldest fossil bee: apoid history, evolutionary stasis, and antiquity of social behavior. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 85: 6424-6426.

Palmer, K.A. and Oldroyd, B.P. 2000. Evolution of multiple mating in the genus *Apis*. Apidologie, 31: 235-248.

Rinderer, T.E., Oldroyd, B.P., de Guzman, L.I., Wattanachaiyingchareon, W. and Wongsiri, S. 2002. Spatial distribution of the dwarf honey bees in an agroecosystem in Southeastern Thailand. Apidologie, 33: 539-543.

Roubik, D.W. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge University Press, USA, 514 pp.

Roubik, D.W. 2006. Stingless Bee Nesting Biology. Apidologie, 37: 124-143.

Sakagami, S.F. 1982. Stingless Bees. In: Hermann, H.R. (Ed.). Social Insects, Academic Press, New York, USA, 361-423 p.

Sakagami, S.F., Inoue, T. and Salmah, S. 1985. Key to the stingless bee species found or expected from Sumatra. In: Ohgushi, R. (Ed.). Evolutionary Ecology of Insects in Humid Tropics, Especially in Central Sumatra, Kanazawa University, Japan, 37-43 p.

Sakagami, S.F., Inoue, T. and Salmah, S. 1990. Stingless bees of Central Sumatra. In: Ohgushi R., Sakagami, S.F. and Roubik, D.W. (Eds). Natural History of Social Wasps and Bees in Equatorial Sumatra. Hokkaido University Press, Japan, 125-137 p.

Schwarz, H.F. 1939. The Indo-Malayan species of *Trigona*. Bulletin of the American Museum of Natutrul History, 76: 83-141.

Tasen, W. 2001. The role of some major insect pollinators on pollination of teak (*Tectona grandis* Linn.f.). M.Sc. Thesis, Kasetsert University, Bangkok, 79 pp.

Thapyai, C. 1996. The reproductive ecology of forest plants on some successional stages. M.Sc. Thesis, Kasetsert University, Bangkok, 113 pp.

Velthuis, H.H.W. 1997. The biology of stingless bees. Utrecht University Press, Utrecht, The Netherlands, 33 pp.

Appendix 1. Distribution of nest sites of *T. collina*

Nest sites	Regions	Provinces / Locations	Number of nests	Altitude (msl.)	Collectors
Cavities in tree trunks	Northern	Chiang Mai			
		- Pang Da Royal Station			
		- *Eugenia cumini*	1	702	Sakampan, K.
		- Doi Suthep-Doi Pui			
		- *Ficus religiosa*	4	482	Jongjitvimol, T.
		Kamphaeng Phet			
		- Phran Kratai District			
		- *Ficus annulata*	3	89	Boontawon, K.
		- Kamphaeng Phet Historical Park			
		- *Ficus annulata*	3	123	Jongjitvimol, T.
		Mae Hong Son			
		- Pai			
		- *Ficus religiosa*	3	550	Jongjitvimol, T.
		- Muang District			
		- *Ficus annulata*	1	389	Jongjitvimol, T.
		Phayao			
		- Doi Busarakham			
		- *Ficus annulata*	4	558	Jongjitvimol, T.
		Phrae			
		- Long District			
		- *Strychnos nux-vomica*	8	242	Jongjitvimol, T.
		- *Caesalpinia sappan*	5	216	Jongjitvimol, T.
		- *Ficus religiosa*	4	232	Boontawon, K.
		Sukhothai			
		- Si Samlong District			
		- *Ficus annulata*	3	84	Jongjitvimol, T.
		Tak			
		- Lan Sang National Park			
		- *Ficus annulata*	2	307	Boontawon, K.
	North-Eastern	Khon Kaen			
		- Ubonrat Dam			
		- *Ficus annulata*	1	197	Jongjitvimol, T.
		Loei			
		- Erawan District			
		- *Tamarindus indica*	1	175	Jongjitvimol, T.
		Maha Sarakham			
		- Chiang Yun District			
		- *Ficus religiosa*	6	168	Boontawon, K.
		Nong Khai			
		- Phrathat Bang Phuan			
		- *Tamarindus indica*	2	177	Boontawon, K.
		Sakhon Nakhorn			
		- Muang District			
		- *Irvingia malayana*	1	173	Jongjitvimol, T.
	Central Plain	Chanthaburi			
		- Makham District			
		- *Herea brasiliensis*	1	50	Ubol, A
	Southern	Nakhon Si Thammarat			
		- Thung Song			
		- *Syzygium cumini*	2	80	Ubol, A
		- *Knema globulalia*	2	85	Ubol, A
		- *Parkia speciosa*	2	87	Ubol, A
		Songkhla			
		- Khao Nam Khang National Park			
		- *Shorea curtisii*	3	273	Wattanatheeraprasong, J.
		- Sadao District			
		- *Ficus lacor*	8	39-65	Wattanatheeraprasong, J.
		- *Ficus annulata*	27	50	
		- *Hopea odorata*	2	45	Wattanatheeraprasong, J.
		Trang			
		- Haui Yot District			
		- *Ficus annulata*	1	60	Ubol, A
			100	**39-702**	
Cavities in termite mounds	Northern	Chiang Mai			
		- Pang Da Royal Station	5	700-830	Lhadang, P.
		- Sri Lan Na National Park	71	265-552	Neakum, C.
		Chiang Rai			
		- Wiang Pa Pao District	23	350-550	Jongjitvimol, T.
		Mae Hong Son			
		- Pai District	23	400-650	Jongjitvimol, T.
		Nan			
		- Chiang Klang District	5	352- 420	Kaewthong, S.

Appendix 1. (cont.)

Nest sites	Regions	Provinces / Locations	Number of nests	Altitude (msl.)	Collectors
		Phetchabun			
		- Nam Nao National Park	8	837	Boontawon, K.
		Phitsanulok			
		- Nature Education Center	25	106-180	Jongjitvimol, T.
		- Nakhon Thai District	8	227	Jongjitvimol, T.
		- Phuhinlongkla National Park	3	350	Boontawon, K.
		Phrae			
		- Phrathat Chom Chaeng	1	213	Jongjitvimol, T.
	North-Eastern	Klalasin			
		- Lam Pao Dam	26	153	Jongjitvimol, T.
		Maha Sarakham			
		- Chiang Yun District	1	167	Boontawon, K.
		Nong Khai			
		- Phrathat Bang Phuan	13	177	Jongjitvimol, T.
		Sakon Nakhon			
		- Muang District	51	177	Jongjitvimol, T.
		- Phu Phan District	6	270	Jongjitvimol, T.
	Central Plain	Lop Buri			
		- Sup Lungka Wildlife Conservation	4	187	Ruangridee, A.
			273	**153-830**	
Cavities in underground or under tree base	Northern	Chiang Mai			
		- Pang Da Royal Station	1	710	Lhadang, P.
		- Sri Lan Na National Park	64	265-552	Kongquamsue, S.
		- Doi Suthep-Pui	5	350	Boontawon, K.
		Kamphaeng Phet			
		- Kamphaeng Phet Historical Park	52	120	Jongjitvimol, T.
		Lampang			
		- Mae Mo District	2	358	Jongjitvimol, T.
		- Mae Tha District	6	346	Boontawon, K.
		Mae Hong Son			
		- Mae Sariang District	1	350	Tansila, H.
		Nakhon Sawan			
		- Mae Wong District	1	250	Jongjitvimol, T
		Nan			
		- Chiang Klang District	2	352	Jongjitvimol, T
		Phitsanulok			
		- Nature Education Center	12	180	Chutiyarat, S.
		Phrae			
		- Phrathat Chom Chaeng	5	217	Jongjitvimol, T
		Tak			
		- Bhumipol Dam	6	250	Jongjitvimol, T
	North-Eastern	Khon Kaen			
		- Khon Kaen University	10	216	Jongjitvimol, T
		- Ubonrat Dam	20	197-206	Jongjitvimol, T
		Klalasin			
		- Lam Pao Dam	10	153	Boontawon, K.
		Maha Sarakham			
		- Chiang Yun District	1	167	Jongjitvimol, T
		Sakaeo			
		- Pang Sida National Park	15	220	Buayai, A.
	Central Plain	Kanchanaburi			
		- Sai Yok Noi Falls	1	124	Jongjitvimol, T.
		Lop Buri			
		- Sup Lungka Wila Life Conservation	1	187	Sripromma, M
	Southern	Phatthalung			
		- Bang Kaeo District	1	18	Wattanatheeraprasong, J.
			216	**18-710**	
Cavities in the buildings	Northern	Kamphaeng Phet			
		- Kamphaeng Phet History Park	32	120	Jongjitvimol, T.
		Phayao			
		- Doi Busarakham	5	476	Boontawon, K.
	North-Eastern	Khon Kaen			
		- Khon Kaen University	5	196-216	Boontawon, K.
		Nong Khai			
		- Phrathat Bang Phuan	2	210	Jongjitvimol, T.
	Southern	Krabi			
		- Khon Phanom District	2	44-50	Meesiri, W.
		Songkhla			
		- Sadao District	1	45	Meesiri, W.
		Trang			
		- Huai Yot District	4	35-82	Meesiri, W.
			51	**35-476**	

พื้นที่ชุ่มน้ำมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา และศักยภาพในการพัฒนาบทปฏิบัติการนิเวศวิทยาระดับปริญญาตรี

จุฑามาศ สุคนธปฏิภาค

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, E-mail : tae_chu@yahoo.com

---

Abstract

Massive degradation of wetlands in the Lower Central Plain of Thailand causes wetland fragmentation and accelerates wetland to become wastelands. Though values of remained wetlands perceived by most urban people are low, some wetlands still maintain ecological functions and values to local communities. Like the wetlands of Salaya Campus, Mahidol University, Nakhon Pathom Province, ecological studies indicated diversity of plants and animals. However, campus-based integrated management based on ecological knowledge is still required. To explore practical approaches for conserving the wetlands on campus, ecological education integrating place-based education and experiential learning was initiated. Wetland exercises were developed in Ecology course for undergraduate biology students in 2007. Three wetland exercises comprising 60% of total exercises of the course were designed. The first exercise was a four-week of 6-hr field experiment about competition that resulted in niche separation between cattail (*Typha angustifolia L.*) and exotic paragrass (*Brachiaria mutica (Forssk.) Stapf*). The second 6-hr exercise was a rapid biological survey that integrated perspectives on human landscape. While, the last 6-hr exercise was an empowerment process encouraging students to convert observations in real environment to hypothesis testing. Field notes' evaluation and attitude assessment indicated students' knowledge on wetland ecology and values. In additional to recreation value, roles of the campus' wetlands in education and research are suggested as other main reasons to conserve these wetlands.

Key word: Wetlands, Salaya Campus Mahidol University, developing undergraduate ecological exercises

บทนำ

ปัญหาการลดลงทั้งปริมาณและคุณภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างของประเทศไทยส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากการขาดความรู้ด้านนิเวศวิทยาของพื้นที่ชุ่มน้ำ ขาดการบูรณาการความรู้ดังกล่าวเข้ากับการจัดการพื้นที่ และการพัฒนาเมืองอย่างรวดเร็วที่ส่งผลต่อทัศนคติต่อพื้นที่ชุ่มน้ำที่เปลี่ยนไปของคนเมือง ปัจจุบันพื้นที่ชุ่มน้ำที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาในด้านต่างๆ เป็นที่ตั้งของหน่วยงานต่างๆ รวมทั้งมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา ซึ่งรูปแบบการพัฒนาและจัดการพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยสามารถสะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำในภาพกว้างได้เป็นอย่างดี เมื่อพิจารณาถึงบริบทของพื้นที่วิทยาเขตศาลายาจะพบว่ามีลักษณะที่ซ้อนทับกันอยู่ 2 ประการ คือ 1) สถานภาพของมหาวิทยาลัยที่มีพันธกิจด้านการเรียนการสอนและการวิจัยเป็นหลัก 2) พื้นที่ 4 เปอร์เซ็นต์ ของมหาวิทยาลัยเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542)

การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาใน 2 ส่วน คือ 1) การศึกษานิเวศวิทยาของพื้นที่ชุ่มน้ำที่ยังหลงเหลืออยู่ภายในมหาวิทยาลัย เพื่อประเมินสถานภาพและหาแนวทางในการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำที่เหมาะสมต่อไป 2) การศึกษาบทบาทของพื้นที่ชุ่มน้ำ

ภายในมหาวิทยาลัยต่อการจัดการเรียนการสอนวิชานิเวศวิทยาสำหรับนักศึกษาชีววิทยาในระดับปริญญาตรี เพื่อหาแนวทางในการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำดังกล่าวให้สอดคล้องกับบริบทของมหาวิทยาลัย (Sukhontapatipak, 2008)

วิธีการศึกษา

1. การศึกษานิเวศวิทยาของพื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัย

ทำการสำรวจชุมชนพืชและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในน้ำของพื้นที่ชุ่มน้ำทางตอนเหนือ (0.06 ตารางกิโลเมตร) และตอนใต้ (0.02 ตารางกิโลเมตร) ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม ในระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2550 ด้วยเส้นทางสำรวจรวม 7 เส้น ระยะทาง 100 – 200 เมตร ซึ่งกระจายครอบคลุมอาณาบริเวณทั้งหมดของพื้นที่ (ภาพที่ 1) หาค่าเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของพืชแต่ละชนิดด้วยวิธี point intercept (Elzinga et al., 2001) วัดระดับน้ำ และสุ่มตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำด้วยสวิง ขนาด 8 นิ้ว x11 นิ้ว ทุกระยะ 50 เมตร ตามเส้นทางสำรวจ แล้วนำมาจำแนกถึงระดับวงศ์ในห้องปฏิบัติการ

2. การศึกษาบทบาทของพื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัยต่อการจัดการเรียนการสอนวิชานิเวศวิทยาสำหรับนักศึกษาชีววิทยาระดับปริญญาตรี

โดยการออกแบบบทปฏิบัติการนิเวศวิทยาที่ใช้พื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัยเป็นแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมจากบทปฏิบัติการเดิมที่ใช้อยู่ ซึ่งในปีการศึกษา 2549 มีเนื้อหาของบทปฏิบัติการที่ใช้พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งเรียนรู้ 30 เปอร์เซ็นต์ ของบทปฏิบัติการทั้งหมด บทปฏิบัติการดังกล่าวมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางนิเวศวิทยาเป็นหลัก ขณะที่ในปีการศึกษา 2550 เนื้อหาของบทปฏิบัติการที่ใช้พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งเรียนรู้เท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยมุ่งเน้นผลสัมฤทธิ์ทั้งความรู้ทางนิเวศวิทยาและการเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียน จากนั้นใช้แบบสอบถาม five - point Likert Scale เพื่อประเมินทัศนคติต่อพื้นที่ชุ่มน้ำและระบบนิเวศภายในมหาวิทยาลัยของนักศึกษาชีววิทยาชั้นปีที่ 3 ที่เรียนวิชานิเวศวิทยาในปีการศึกษา 2549 จำนวน 50 คน และปีการศึกษา 2550 จำนวน 64 คน ทำการประเมินทั้งก่อนและหลังเรียนวิชานิเวศวิทยาในแต่ละปี (Schindler, 1999) แล้วหาการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของนักศึกษาด้วยสถิติ Mann-Whitney U test ($p = 0.05$) นอกจากนี้ยังมีการประเมินความรู้ทางนิเวศวิทยา และทัศนคติที่นักศึกษาแสดงโดยตรงจากสมุดจดบันทึกภาคสนามของนักศึกษาแต่ละคน

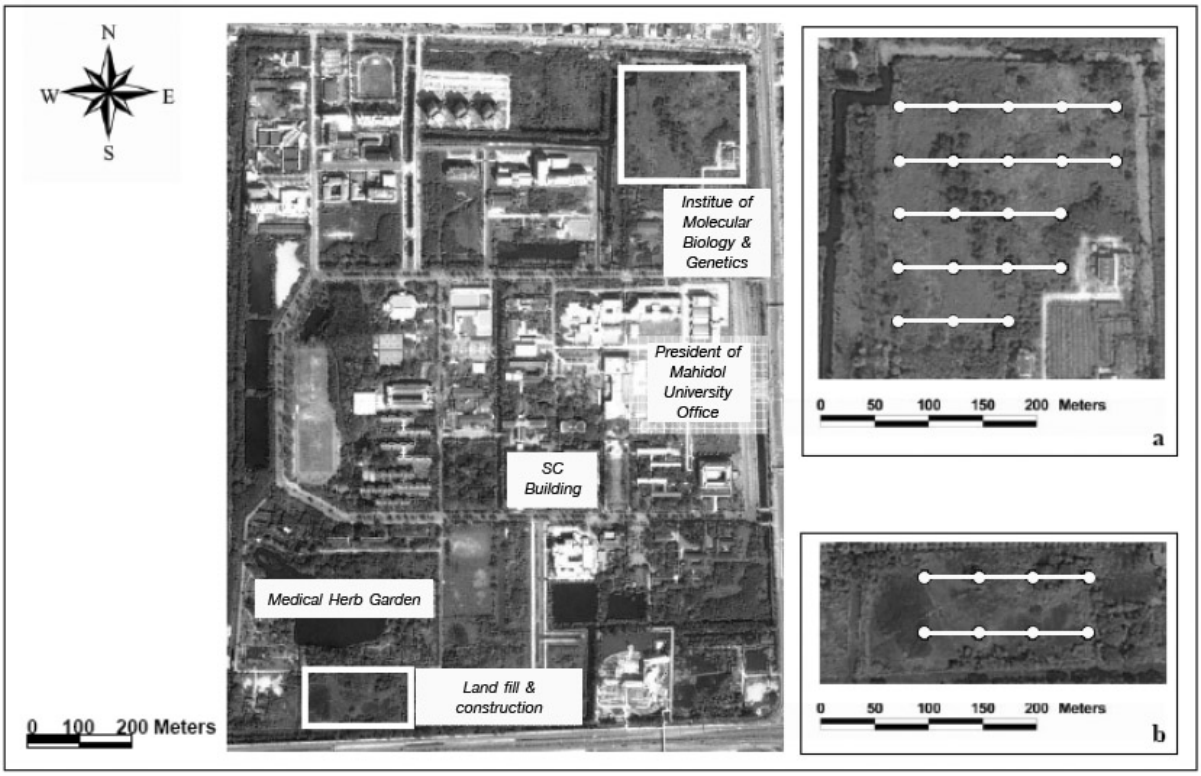
ผลการศึกษา

1. การศึกษานิเวศวิทยาของพื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัย

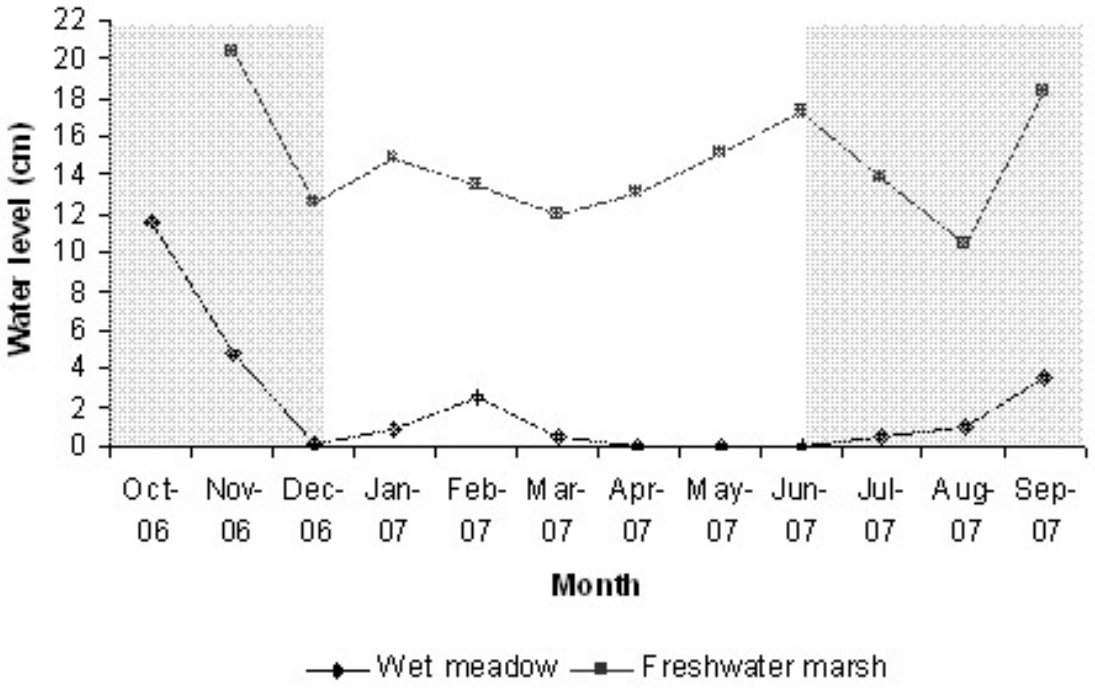
ผลการศึกษานิเวศวิทยาของพื้นที่ชุ่มน้ำในมหาวิทยาลัยพบว่า วิทยาเขตศาลายามีพื้นที่ชุ่มน้ำ 2 ประเภท คือ ทุ่งหญ้าชื้นแฉะ (Wet meadow) ตั้งอยู่ทางตอนเหนือของมหาวิทยาลัย และทุ่งน้ำจืด (Freshwater marsh) ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของมหาวิทยาลัย พื้นที่ชุ่มน้ำทั้ง 2 แห่ง มีลักษณะทางอุทกวิทยาที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 2) ทุ่งหญ้าชื้นแฉะมีน้ำท่วมเฉลี่ย 6 เซนติเมตร ในฤดูน้ำหลาก (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม) และน้ำแห้งในฤดูแล้ง (เดือนมกราคม – มิถุนายน)

ตารางที่ 1. ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำขนาดใหญ่ที่พบในพื้นที่ชุ่มน้ำวิทยาเขตศาลายา

	ทุ่งหญ้าชื้นแฉะ	ทุ่งน้ำจืด	พื้นที่ชุ่มน้ำทั้งสองแห่ง
จำนวนตัว	2,847	5,114	7,961
จำนวนลำดับ	19	16	19
จำนวนวงศ์	51	44	55



ภาพที่ 1. แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS (1 m resolution, collection date: 15/02/2004) แสดงพื้นที่มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา และพื้นที่ชุ่มน้ำทางตอนเหนือ (a) และพื้นที่ชุ่มน้ำทางตอนใต้ (b)

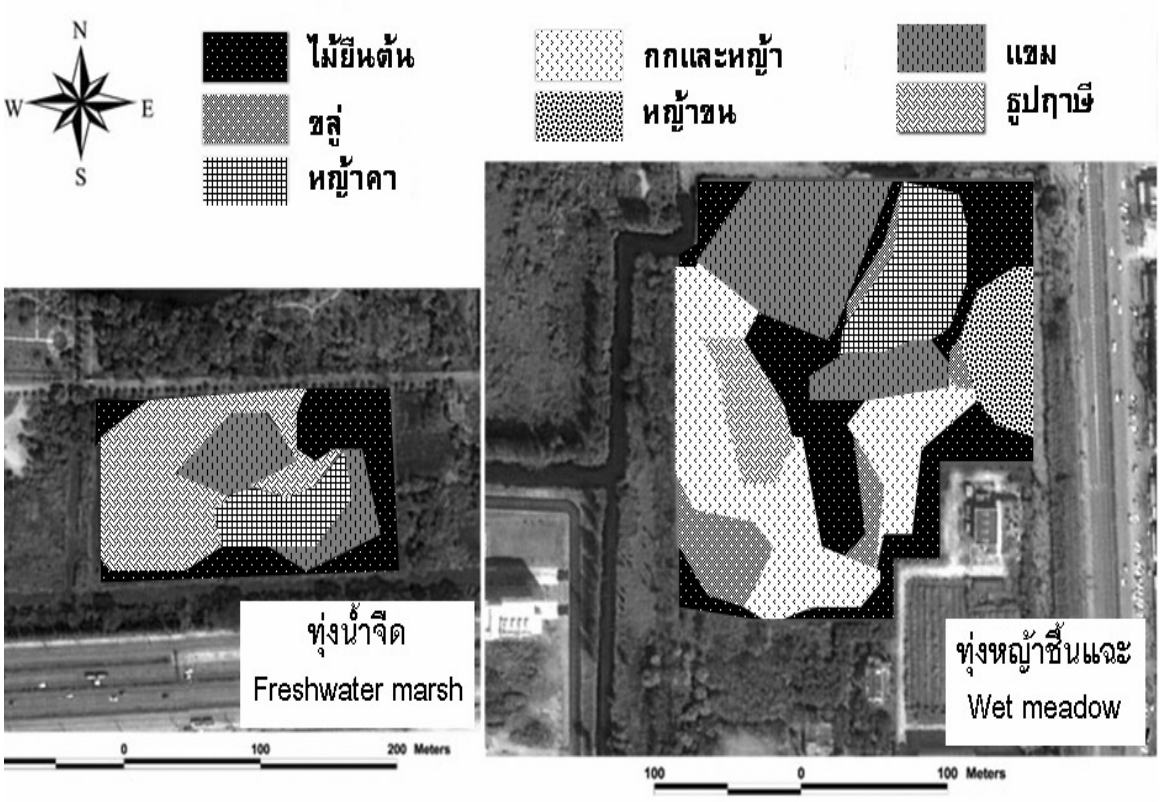


ภาพที่ 2. ลักษณะทางอุทกวิทยาของทุ่งหญ้าชื้นแฉะ (wet meadow) และทุ่งน้ำจืด (freshwater marsh) มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา

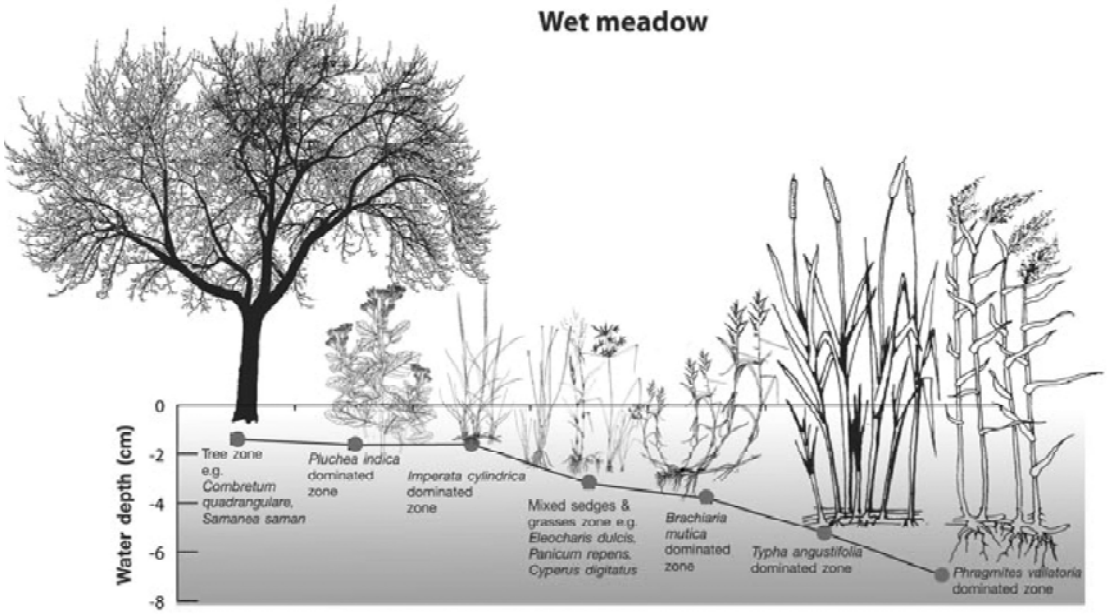
ขณะที่ทุ่งน้ำจืดมีน้ำท่วมขังตลอดปี เฉลี่ย 16 เซนติเมตร ในฤดูน้ำหลาก และระดับน้ำลดลงเล็กน้อย เฉลี่ย 13 เซนติเมตร ในฤดูแล้ง จำนวนชนิดพืชที่พบในพื้นที่ชุ่มน้ำเท่ากับ 52 ชนิด เท่ากันในพื้นที่ชุ่มน้ำทั้ง 2 แห่ง แต่องค์ประกอบของชนิดพืชมีความเหมือนกันเพียง 46 เปอร์เซ็นต์

ชุมชนพืช

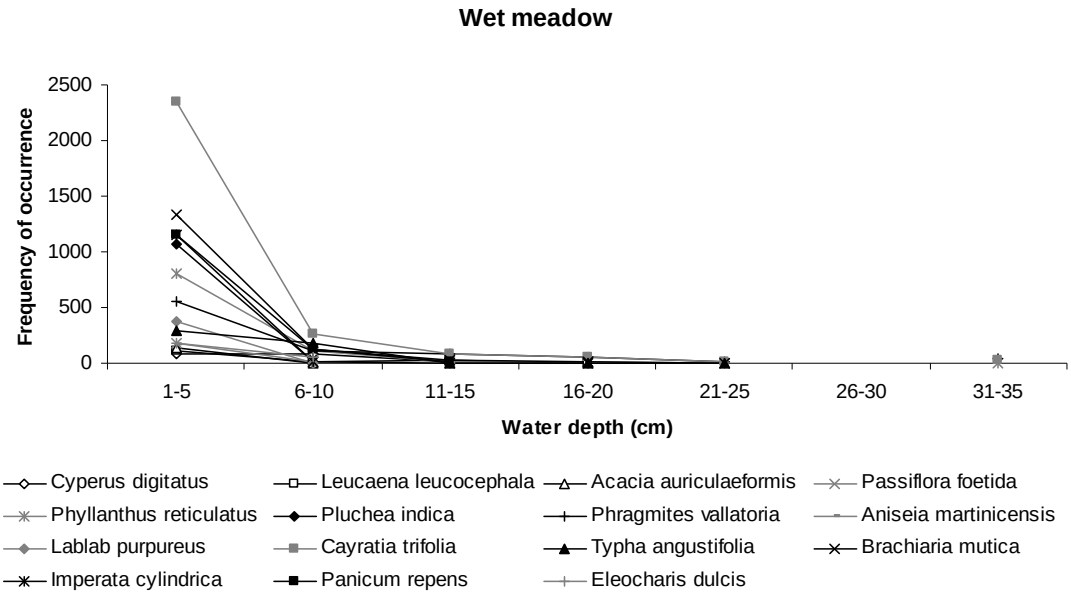
ชุมชนพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำทั้ง 2 แห่ง มีการแบ่งแยกเป็นเขตต่างๆ (ภาพที่ 3) โดยที่ทุ่งหญ้าชื้นแฉะพบชุมชนพืชเด่นทั้งหมด 7 เขต เรียงลำดับจากระดับน้ำตื้นไปลึก (ภาพที่ 4) ได้แก่ เขตไม้ยืนต้น เขตขลู่ (*Pluchea indica* (L.) Less.) เขตหญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) P.Beauv.) เขตกกผสมหญ้า เขตหญ้าขน (*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf) เขตธูปฤาษี (*Typha angustifolia* L.) และเขตแขม (*Phragmites vallatoria* (Pluk. ex L.) Veldkamp) โดยเขตกกผสมหญ้าเป็นเขตที่ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุดในทุ่งหญ้าชื้นแฉะ (ภาพที่ 3) เมื่อวิเคราะห์การกระจายของพืชที่ระดับความลึกต่างๆ พบว่าพืชในทุ่งหญ้าชื้นแฉะมีการกระจายแบบเกาะกลุ่มโดยเฉพาะในช่วงความลึก 1 - 5 เซนติเมตร (ภาพที่ 5) เป็นที่น่าสังเกตว่าลักษณะทางอุทกวิทยาของทุ่งหญ้าชื้นแฉะอาจมีผลต่อการควบคุมการกระจายของธูปฤาษีซึ่งพบเป็นบริเวณเล็กๆ อย่างไรก็ตามทุ่งหญ้าชื้นแฉะนี้กลับมีแนวโน้มได้รับผลกระทบจากการกระจายของพืชต่างถิ่น โดยเฉพาะหญ้าขน ซึ่งพบเป็นบริเวณกว้างทางด้านตะวันออกของทุ่งมากกว่า (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3. การแบ่งแยกเขตของชุมชนพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำวิทยาเขตศาลายา

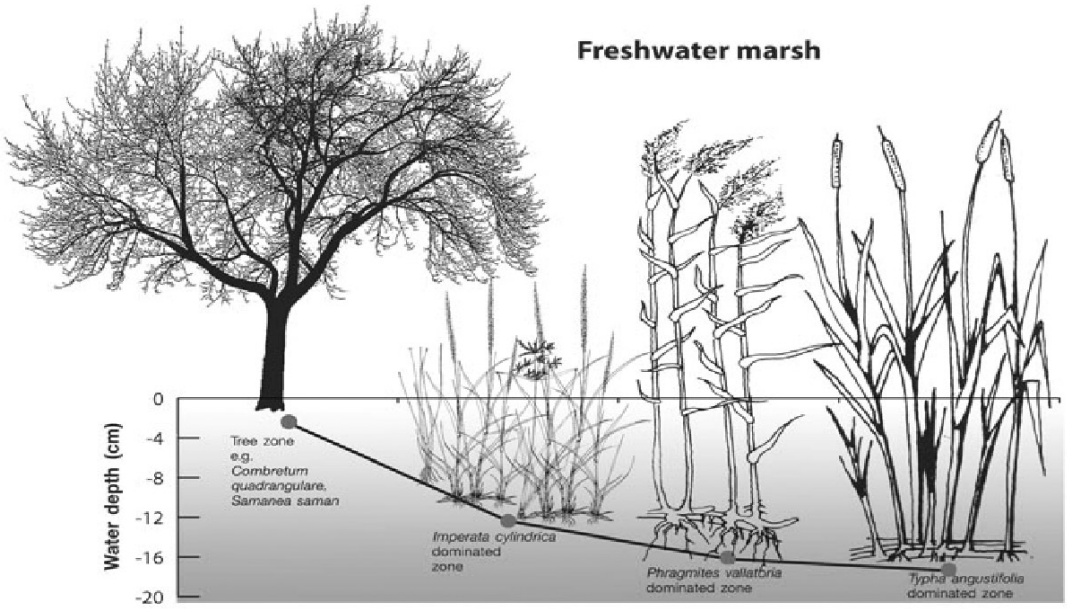


ภาพที่ 4. การแบ่งแยกเขตของชุมชนพืชในทุ่งหญ้าชื้นแฉะ

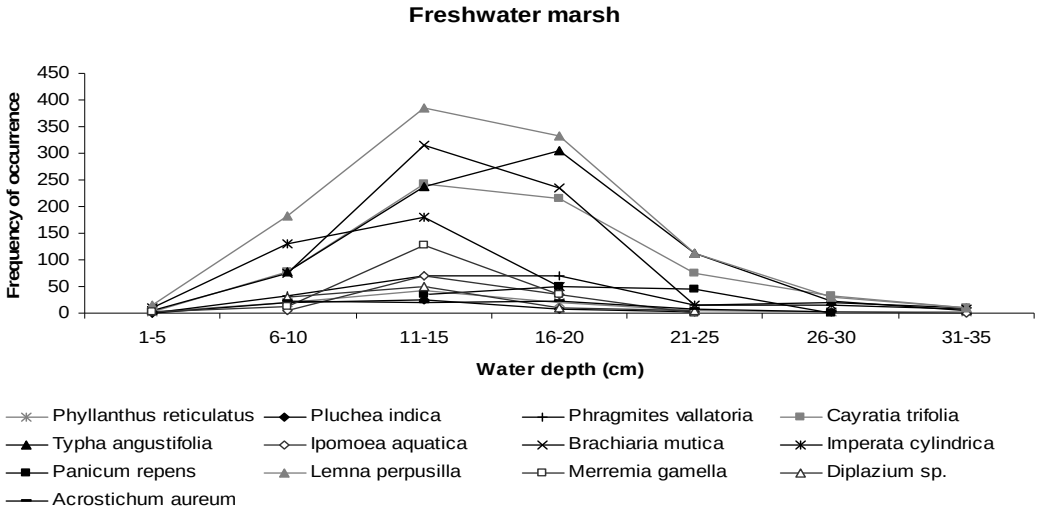


ภาพที่ 5. การกระจายของพืชในทุ่งหญ้าชื้นแฉะที่ระดับความลึกต่างๆ

ในกรณีของทุ่งน้ำจืดพบชุมชนพืชเด่นเพียง 4 เขต เรียงลำดับจากระดับน้ำตื้นไปลึก (ภาพที่ 6) ได้แก่ เขตไม้ยืนต้น เขตหญ้าคา เขตแขม และเขตธูปฤาษี นอกจากนี้รูปแบบการกระจายของพืชที่ระดับความลึกต่างๆ ในทุ่งน้ำจืดยังมีลักษณะไม่เกาะกลุ่มกัน พืชบางชนิด เช่น หญ้าขนและหญ้าคา มีการกระจายมากในช่วงความลึก 11 - 15 เซนติเมตร ขณะที่ธูปฤาษีและแขมมีการกระจายมากในช่วงความลึก 16 - 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 7) โดยลักษณะน้ำท่วมขังตลอดปีน่าจะมีผลต่อการกระจายของธูปฤาษี ซึ่งครอบคลุมพื้นที่มากที่สุดในทุ่งน้ำจืดนี้ (ภาพที่ 3) เนื่องจากธูปฤาษีเป็นพืชที่ย่อยสลายยาก การพบธูปฤาษีมากอาจส่งผลกระทบต่อวัฏจักรของคาร์บอนและมลภาวะของน้ำในทุ่งน้ำจืดได้ (Gernes and Helgen, 2002)



ภาพที่ 6. การแบ่งแยกเขตของชุมชนพืชในทุ่งน้ำจืด



ภาพที่ 7. การกระจายของพืชในทุ่งน้ำจืดที่ระดับความลึกต่างๆ

ชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในน้ำ

พื้นที่ชุ่มน้ำทั้งสองแห่งของวิทยาเขตศาลายาพบจำนวนวงศ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำขนาดใหญ่ที่มีความหลากหลายมาก ดังแสดงในตารางที่ 1

หอยน้ำจืดฝาเดียวในวงศ์ Planorbidae และหนอนแดง (Chironomidae) เป็นสัตว์กลุ่มที่พบมากทั้งในทุ่งหญ้าชื้นแฉะและทุ่งน้ำจืด (ภาพที่ 8) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในพื้นที่ชุ่มน้ำอื่นๆ ที่เป็นแหล่งน้ำนิ่ง (Weller, 1994) เมื่อจำแนกตามกลุ่มการหากิน (feeding guild) พบว่าในเกือบทุกเขตพืชของทุ่งหญ้าชื้นแฉะ มีการกระจายของสัตว์ที่กัดกินต้นพืช (shredder - herbivores) และสัตว์ที่เก็บกินเศษตะกอน (collector - gatherers) ในพื้นท้องน้ำเป็นปริมาณมาก ส่วนในทุ่งน้ำจืดพบสัตว์ที่ขูดกินสาหร่าย (scrapers) และสัตว์ที่เก็บกินเศษตะกอนเป็นปริมาณมาก เมื่อจำแนกตามกลุ่มพฤติกรรมการดำรงชีวิต (habit guild) พบว่าพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งสองแห่งมีการกระจายของสัตว์ที่คลานตามพื้นท้องน้ำและต้นพืช (sprawlers) และสัตว์ที่ขุดดินอยู่อาศัย

(burrowers) เป็นจำนวนมากในทุกเขตพืช ในกรณีผลกระทบจากสัตว์ต่างถิ่น พบว่าสัดส่วนของหอยเชอรี่ (*Pomacea* sp.) ในพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งสองแห่งมีน้อยมาก จนอาจกล่าวได้ว่าพื้นที่ชุ่มน้ำดังกล่าวไม่ได้รับผลกระทบจากหอยเชอรี่ อย่างไรก็ตามเมื่อนำข้อมูลวงศ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำขนาดใหญ่มาหาค่าดัชนีสภาวะสารอาหารมากเกิน หรือ SWAMP (Chessman, et al., 2002 อ้างใน DWAF, 2004) พบว่าพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งสองแห่งมีค่าอยู่ในระดับที่บ่งชี้ถึงสภาวะสารอาหารมากเกินในระดับต่ำ

2. การศึกษาบทบาทของพื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัยต่อการจัดการเรียนการสอนวิชานิเวศวิทยาสำหรับนักศึกษาชีววิทยาระดับปริญญาตรี

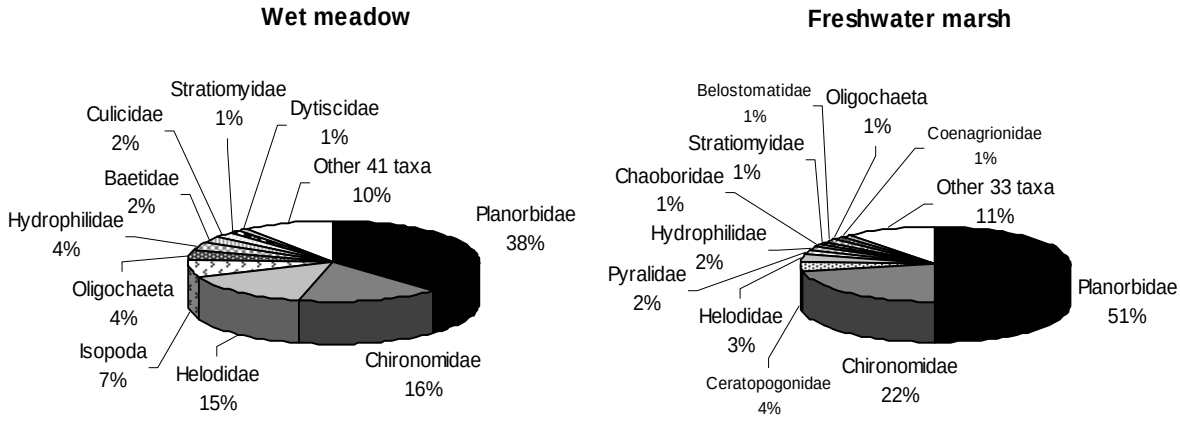
ทัศนคติของนักศึกษาก่อนเรียนวิชานิเวศวิทยาทั้งในปีการศึกษา 2549 และ 2550 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($z = -0.069$, $p > 0.05$, $n_1 = 50$, $n_2 = 64$) คือ ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของนักศึกษามีทัศนคติที่เป็นลบต่อวัชพืชภายในมหาวิทยาลัย 30 เปอร์เซ็นต์ ของนักศึกษาไม่แน่ใจว่าควรกำจัดวัชพืชทั้งหมดในวิทยาเขตหรือไม่ ขณะที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ยังไม่แน่ใจหรือเห็นด้วยกับการกำจัดวัชพืชทั้งที่ขึ้นอยู่ริมคลอง/สระน้ำและบนผิวน้ำ นอกจากนี้ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ นักศึกษายังไม่แน่ใจหรือเข้าใจว่าพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งก่อโรค เช่น ไข้เลือดออก และโรคฉี่หนู

ผลสัมฤทธิ์จากบทปฏิบัติการนิเวศวิทยาในปีการศึกษา 2549 ที่ใช้พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งเรียนรู้ 30 เปอร์เซ็นต์ ของบทปฏิบัติการทั้งหมด

จากการประเมินการเรียนรู้ของนักศึกษาผ่านสมุดบันทึกภาคสนาม พบว่าบทปฏิบัติการดังกล่าวช่วยให้นักศึกษามีความเข้าใจหลักการทางนิเวศวิทยามากขึ้น นอกเหนือจากการอ่านจากตำราเพียงอย่างเดียว นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง และเรียนรู้ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพที่อยู่ใกล้ตัวมากขึ้น แต่ทัศนคติต่อพื้นที่ชุ่มน้ำและระบบนิเวศภายในมหาวิทยาลัยของนักศึกษาหลังเรียนวิชานิเวศวิทยายังไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($z = -0.970$, $p > 0.05$, $n_1 = 50$, $n_2 = 36$) (ภาพที่ 9a) ซึ่งอาจมีผลมาจากการที่นักศึกษามีโอกาสสัมผัสกับพื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัยน้อยเกินไป ขณะเดียวกันกระบวนการสร้างการเรียนรู้เกี่ยวกับพื้นที่ชุ่มน้ำโดยเน้นผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ทางนิเวศวิทยาเพียงอย่างเดียว อาจไม่เพียงพอต่อการทำให้นักศึกษาเห็นคุณค่าของระบบนิเวศดังกล่าว

ผลสัมฤทธิ์จากบทปฏิบัติการนิเวศวิทยาในปีการศึกษา 2549 ที่ใช้พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งเรียนรู้ 60 เปอร์เซ็นต์ ของบทปฏิบัติการทั้งหมด

ในปีการศึกษา 2550 หลังจากนักศึกษาได้เรียนบทปฏิบัติการนิเวศวิทยาที่มีการปรับปรุงให้นักศึกษาได้มีเวลาสัมผัสกับพื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัยมากขึ้น และกระบวนการเรียนรู้ได้เปิดโอกาสให้นักศึกษาแสดงศักยภาพของตนมากขึ้น จากการเลือกทำโครงการศึกษาทางนิเวศวิทยาเล็กๆ ที่นักศึกษาแต่ละคนสนใจในตอนท้ายของภาคเรียน ซึ่งอาจารย์และผู้ช่วยสอนทำหน้าที่เป็นเพียงที่ปรึกษาและให้คำแนะนำเท่านั้น ทั้งนี้มีโครงการจำนวน 20 โครงการ หรือประมาณ 1 ใน 3 ของโครงการทั้งหมด ที่ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับพื้นที่ชุ่มน้ำ



ภาพที่ 8. ความชุกชุมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำขนาดใหญ่ที่พบในพื้นที่ชุ่มน้ำวิทยาเขตศาลายา

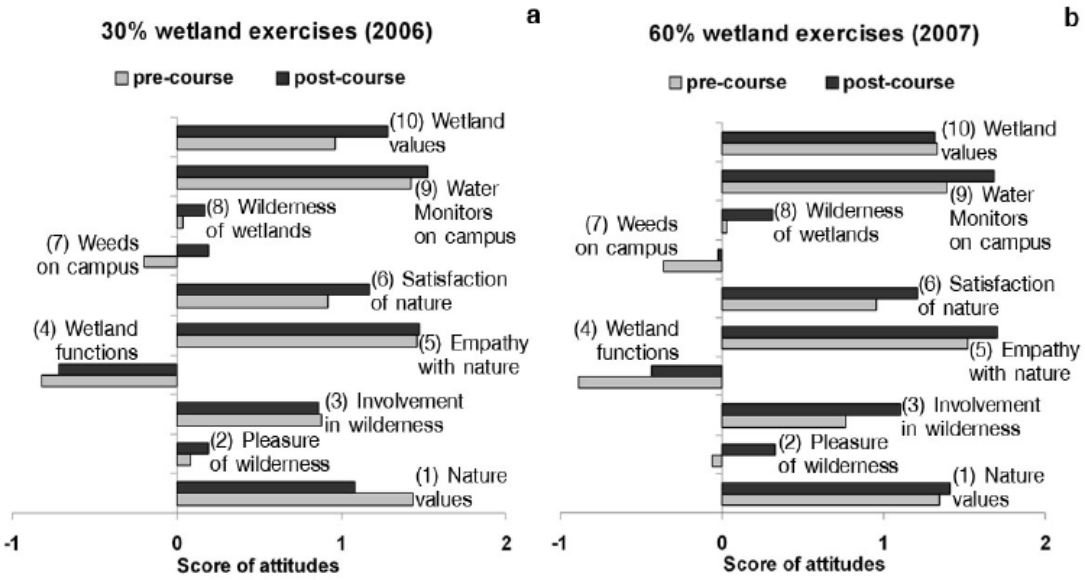
ภายในมหาวิทยาลัย ผลการประเมินทัศนคติของนักศึกษาตอนปลายภาคเรียนปรากฏว่า นอกจากนักศึกษาจะได้เรียนรู้หลักการทางนิเวศวิทยาทั่วไปและระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพของท้องถิ่นของตนแล้ว ทัศนคติของนักศึกษาต่อพื้นที่ชุ่มน้ำและระบบนิเวศภายในมหาวิทยาลัยก็มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($z = -2.990$, $p < 0.05$, $n_1 = 64$, $n_2 = 48$) (ภาพที่ 9b) ทั้งนี้ทัศนคติที่ดีขึ้นมีส่วนช่วยให้นักศึกษาตระหนักถึงความสำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัยมากขึ้น อย่างไรก็ตามกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักศึกษาได้ลองปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำดังกล่าวยังคงต้องมีการพัฒนาต่อไป (ตารางที่ 2) สรุปกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปีการศึกษา 2549 และ 2550

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาชุมชนของพืชและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำขนาดใหญ่ของพื้นที่ชุ่มน้ำวิทยาเขตศาลายา แสดงให้เห็นว่าโดยทั่วไปพื้นที่ชุ่มน้ำแห่งนี้มีความหลากหลายและสถานภาพอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ต้องมีการบูรณาการความรู้ทางนิเวศวิทยาเพื่อใช้ในการจัดการพื้นที่อย่างเหมาะสม ได้แก่ การกำจัดพืชต่างถิ่น การควบคุมการกระจายของธูปฤาษี และการควบคุมระดับน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสม คือ ไม่ท่วมขังนาน และไม่แห้งจนเกินไป (Keddy, 2004; Apfelbaum, 2006) นอกจากนี้การจัดการพื้นที่เพื่อให้เอื้อต่อการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาก็เป็นการจัดการแบบหนึ่งที่สอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัยได้เช่นกัน ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างของการใช้พื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัยเป็นแหล่งเรียนรู้ทางนิเวศวิทยาในระดับ

ตารางที่ 2. กระบวนการเรียนรู้จากบทปฏิบัติการนิเวศวิทยาที่ใช้พื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัยเป็นแหล่งเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้	บทปฏิบัติการพื้นที่ชุ่มน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์	บทปฏิบัติการพื้นที่ชุ่มน้ำ 60 เปอร์เซ็นต์
ความรู้และทักษะทางนิเวศวิทยา	✓	✓
ความสนใจพื้นที่ชุ่มน้ำ	✓	✓
การเปลี่ยนแปลงทัศนคติ	×	✓
แนวคิดในการศึกษานิเวศวิทยาของพื้นที่ชุ่มน้ำ	×	✓
การปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล



ภาพที่ 9. ทัศนคติต่อพื้นที่ชุ่มน้ำและระบบนิเวศภายในมหาวิทยาลัยของนักศึกษาชีววิทยาที่เรียนวิชานิเวศวิทยาในปีการศึกษา 2549 และ 2550

ปริญญาตรี ซึ่งหากมีการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นทั้งการสร้างความรู้และทัศนคติที่ดีต่อพื้นที่ชุ่มน้ำภายในมหาวิทยาลัยไปพร้อมๆ กัน (Sobel, 2005; Beard and Wilson, 2006; Ballantyne and Packer, 1996; Hungerford and Volk, 1990) นอกจากมหาวิทยาลัยจะได้ประโยชน์จากพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีอยู่แล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความตระหนักและอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ ตลอดจนความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเหล่านี้ให้คงอยู่ (Sukhontapatipak, 2008)

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT_T350003 และทุนโครงการพัฒนาอาจารย์มหาวิทยาลัยมหิดล โดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ.ดร. สมโภชน์ ศรีโกสามาตร ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์, Prof. Warren Brockelman, Asst. Prof. John Milne, และ ดร. สรณ รัชฎ์ กาญจนวานิชย์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์, Prof. Susan Jacobson, Prof. Martha Monroe, และ Assoc. Prof. Linda Jones, University of Florida, อินทนนท์ กลศาสตร์เสนีย์ ผู้ช่วยวิจัย, กลุ่มนิเวศวิทยาและการอนุรักษ์ มหาวิทยาลัยมหิดล, อาจารย์และผู้ช่วยสอนวิชานิเวศวิทยา และนักศึกษาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2549 และ 2550 มหาวิทยาลัยมหิดล

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. ทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติและระดับชาติของประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ

Apfelbaum, S. I. 2006. Cattail (Typha spp.) Management. Applied Ecological Services.Brodhead, Wisconsin. Viewed 24 August 2007 <www.appliedeco.com/Projects/CattailManage.pdf>

Ballantyne, R.R. and Packer, J.M. 1996. Teaching and learning in environmental education: developing environmental conceptions. The Journal of Environmental Education 27(2): 25-32

Beard, C. and Wilson, J.P. 2006. Experiential learning: A best practice handbook for educators and trainers. 2nd edn. Kogan Page, London and Philadelphia

DWAF. 2004. Development of a framework for the assessment of wetland ecological integrity in South Africa. Phase 1: Situation Analysis by MC Uys. Contributors G Marneweck and P Maseti. Report No. 0000/00/REQ/0904, Resource Quality Services, Department of Water Affairs and Forestry, Pretoria, South Africa

Elzinga, C.L., Salzer, D.W., Willoughby, J.W., and Gibbs, J.P. 2001. Monitoring plant and animal populations. Blackwell Science, Massachusetts.

Gernes, M.C. and Helgen, J.C. 2002. Indexes of Biological Integrity (IBI) for large depressional wetlands in Minnesota. Minnesota Pollution Control Agency, Minnesota

Hungerford, H.R. and Volk, T.L. 1990. Changing learner behavior through environmental education. The Journal of Environmental Education 21(3): 8-21.

Keddy, P.A. 2004. Wetland ecology: principles and conservation. Cambridge University Press, Cambridge

Schindler, F.H. 1999. Development of the survey of environmental issue attitudes. Journal of Environmental Education 30 (3): 12-16

Sobel, D. 2005. Place-based education: connecting classrooms & communities. The Orion Society, Massachusetts.

Sukhontapatipak, C. 2008. Wetland ecology at Salaya Campus and its importance for improving ecological literacy. Ph.D. thesis. Mahidol University, Bangkok.

Effects of landscape characteristics on migratory shorebird communities in the Inner Gulf of Thailand

Siriya Sripanomyom

Conservation Ecology Program, Division of Natural Resources Management,

School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, E-mail : ziriyaz@yahoo.com

---

Abstract

Shorebirds are declining all over the world due to habitat loss and degradation in their breeding and wintering grounds. The Inner Gulf of Thailand, which currently has little legal protection, is the single most important shorebird habitat in the country and has been considered to be an important wintering and stop-over site in the East Asian – Australasian Flyway. However, little basic ecological information is known about shorebirds in the area. A landscape-level study was conducted by counting migratory shorebirds at 20 sites along the Inner Gulf of Thailand, October 2006 – April 2007. SPOT-5 satellite images were classified by using an object-based classification method to produce habitat maps of 2 km radius of each site. These habitat characteristics were modeled to predict species richness, abundance and diversity of shorebirds. The species of highest abundance were Sand Plovers *Charadrius leschenaultii* and *C.mongolus* (8,834 ± 2,768.8 birds), Black-tailed Godwit *Limosa limosa* (5,231 ± 2,410.8 birds) and Red-necked Stint *Calidris ruficollis* (1,217 ± 400.7 birds). The site with the highest total abundance was the Samut Sakorn Mangrove Research Station (5,780 ± 2,152 birds); this site also had the highest species richness (total = 27 species). Laem Pak Bia had the highest diversity (Fisher's alpha diversity = 4.02) and equally high species richness (total = 27 species). Diversity of shorebirds was correlated with low levels of fragmentation and irregular patch shapes in the landscape. The presence of mudflats and salt-pans best explained species diversity. Salt pans probably provide secure roost sites during hide tides and may provide habitat relatively near to mudflats at low tide. Additionally, it can be a minor feeding habitat for smaller shorebirds. Proper management of salt-pans through cooperation with local communities may facilitate effective conservation in the Inner Gulf and potentially at a regional scale.

Keywords: migratory shorebirds, the Inner Gulf of Thailand, landscape characteristics, object-based classification method, salt-pans.

Introduction

Shorebird populations around the world are declining (International Wader Study Group, 2003). Among a total of 511 populations of shorebirds in all known flyways, there are only 207 populations with sufficient data to estimate population trends. Almost half of these populations (48%) are declining, in contrast with only 16% that are increasing. The reasons for these declines are diverse and poorly understood and are a matter of international conservation concern (International Wader Study Group 2003, Stroud *et al.* 2006).

On their wintering grounds, feeding habitat is crucial for shorebirds; however, they will be used only if they are associated with suitable roost sites (Rogers *et al.* 2006). In addition, Taft and Haig (2005) suggested that wetland landscape contexts might be of greater ecological significance than food abundance. They found that productive sites adjacent to shorebird habitats and closer to neighboring wetlands attracted the most birds.

The Inner Gulf of Thailand can be defined as the country's single most important wetland because it supports many species and a large number of shorebirds (Round, 2006), and is an important wintering and stop-over site on the East Asian – Australasian Flyway. However, little is known of the basic ecology of shorebirds in the Inner Gulf and furthermore the site has little legal protection. Sixty-five species of shorebirds have been found in the intertidal flat and mangrove habitats of the Inner Gulf, as well as in the inland paddy fields and marshes of alluvial basins; many of these species occur in internationally important concentrations.

Using shorebirds in the Inner Gulf of Thailand as an example, I aimed to 1) quantify important habitats and landscape characteristics associated with wintering and stopping-over

shorebird communities in the Inner Gulf of Thailand, and 2) define critical landscape features for conservation. This research is the first landscape scale study to draw a broad picture of shorebird habitat characteristics along the Inner gulf of Thailand.

Methods

Study site

The Inner Gulf of Thailand is located around latitude 13°53‘E, longitude 100°40‘E, 0-2 meters from mean sea level and includes approximately 100 km of shoreline enclosing shallow bays (45-80 m depth), starting from the east coast at Klong Tam Ru, Chonburi Province to the west coast at Laem Pak Bia, Phetchaburi Province (Figure 1). The Inner Gulf encompasses 5 major rivers including the Pang Pakong in the East through the Chao Phraya where Bangkok is situated, heading west to the Thachine River, Mae Klong River and shorter Phetchaburi River. In addition to urban areas, the Inner Gulf is comprised of major habitats which include 235 km^2 of mudflats, 129 km^2 of mangroves, 106 km^2 of salt-pans, 400 km^2 of low intensity prawn-capture ponds including some abandoned areas (reviewed in Round, 2006).

Shorebird surveys

I collected data during the non-breeding seasons from October 2006 – mid April 2007 which covered the southward migration season, mid-winter and northward migration season. I identified and counted shorebirds at each site using a 20-80x magnification spotting scope or 10x42 binoculars. I conducted surveys on randomly chosen days during daylight hours (0700–1830) and revisited each site four times in total by conducting two surveys at low tide and two surveys at high tide. In each survey, I carried out shorebird counts for 2 hours at each site per visit and then moved to another site.

Habitat and landscape measurements

I subsetted satellite images from large scenes of SPOT-5 images into 20 small scenes of 5x5 km at each established site along the Inner Gulf of Thailand by using ERDAS Imagine 9.1. I quantified surrounding habitats in each subset scene to create categorical maps of shorebird habitats using object-based classification using Definiens Developer V.7 software. I calculated habitat composition and landscape metrics in a 2 km radius around the center of each site by using a combination of GIS techniques in ArcGIS 9 and Patch Analyst ext.

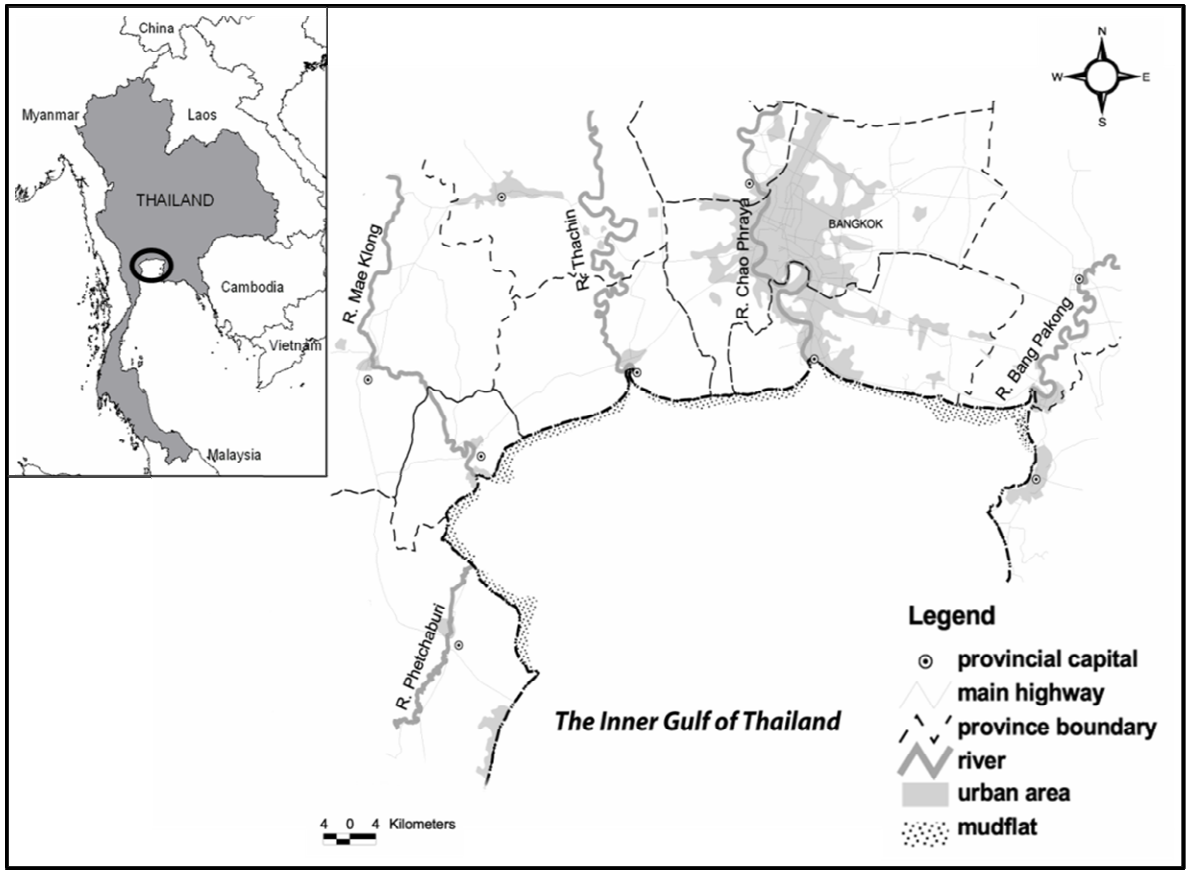


Figure 1. Map of the Inner Gulf of Thailand.

in ArcView GIS 3.2. A two-km radius was chosen because it would capture variation among sites in the amount of adjacent habitat and to be comparable with previous studies about shorebird movements that also used this distance (Sanzenbacher and Haig, 2002; Taft and Haig, 2005). At the local scale, I classified the composition of major types of land-use/land cover present along the Inner Gulf typically used by shorebirds. These habitats included mudflat, mangroves, aquaculture ponds, natural ponds in mangroves, salt-pans, sandy beaches, water treatment ponds, urban and other development, rivers/streams/canals, reed swamps, paddy fields, and non-mangrove vegetation such as orchards and scrubs. I quantified the surrounding landscape configurations at each site into 16 different landscape metrics (Table 1) available on Patch Analyst ext. in ArcView GIS 3.2. At the landscape scale, I calculated habitat diversity and evenness for each site; then characteristics among 20 sites were compared.

1.4 Statistical analysis

I assessed species richness, abundance and diversity for each survey site. Species richness was defined as the number of shorebird species observed at a site. Abundance was defined as the absolute number of individuals at a site. Diversity was calculated by using Fisher's alpha diversity index. Spatial analyses were conducted using 16 metrics and 2 landscape level (Table 1) indices available in Patch Analyst ext. in ArcView GIS 3.2. Landscape characteristics for the analyses were divided into 2 features: 1) habitat composition and 2) surrounding landscape configuration. I analyzed habitat composition and surrounding landscape relative to species richness, abundance and diversity of shorebirds by using stepwise multiple regressions (described in The R Book, chapter 10: regression, Crawley, 2007) to construct models for explaining potential relationships. With the exception of the spatial statistics, all statistical analyses were performed using program R (http://www.r-project.org).

Table 1. Landscape metrics from Patch Analyst using for analysis of habitat composition and landscape configuration

Level	Metrics
Local site level	class area total landscape area number of patches mean patch size median patch size patch size coefficient of variance patch size standard deviation total edge edge density mean patch edge contrasted weighted edge mean shape index area weighted mean shape index. mean perimeter-area ratio mean patch fractal dimension area weighted mean patch fractal dimension
Landscape level	habitat diversity habitat evenness

Results

There were 35 species of shorebirds found. Including two species of global conservation concern; Nordmann's Greenshank (listed as Endangered, IUCN 2008) and Spoon-billed Sandpiper which is now listed as Critically Endangered (IUCN 2008). Global populations of these two species are both less than 1,000 individuals. The 35 species were classified into three major groups; 1) common birds found in small to very high numbers, but found at almost every site, 2) rare birds found in very small to moderate numbers at a few sites, and 3) groups found in intermediate numbers at a moderate number of sites (Figure 2).

The species with the highest abundance were Sand Plovers (Lesser + Greater Sand Plover, they were pooled together because they are difficult to distinguish in non-breeding plumage while usually packed together in the same flock) with a mean of 8,834 ± 2,768.8 individuals. The second highest was Black-tailed Godwit with 5,231 ± 2,410.8 individuals and the third was Red-necked Stint with 1,217 ± 400.7 individuals.

Samut Sakorn Mangrove Research Station (SSMRS) had the highest species richness (total = 27 species) and abundance (mean ± sd, 5,780 ± 2,152 birds). However, Fisher's alpha index indicated that Laem Pak Bia was the site of highest diversity (Fisher's alpha = 4.02 while SSMRS = 3.02), it contained equal number of species as SSMRS but lower abundance at only 827 ± 141.1 individuals (Figure 4a,b,c).

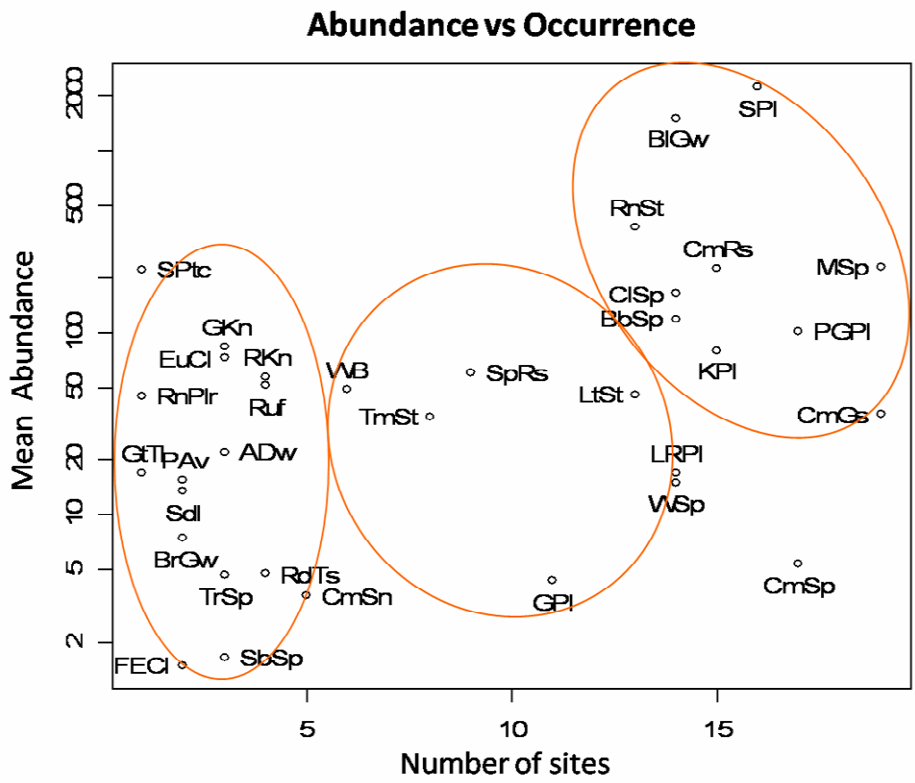


Figure 2 Abundance versus occurrence of shorebirds in 20 sites (see table for abbreviations).

A multiple regression model of the relationship between shorebird diversity and landscape metrics showed that diversity was a function of Ttotal Edge and Mean Shape Index (p = 0.045, R^2 = 0.31).

Model 1: Shorebird diversity = 2.836 - 6.916^{e-06}(Total Edge) + 0.524 (Mean Shape Index)

A multiple regression model of the relationship between shorebird diversity and habitat composition indicated that shorebird diversity was a function of the interaction between the area of mudflat and the area of salt-pans (p = 0.00069, R^2 = 0.48).

Model 2: Shorebird diversity = 1.920 + 1.959^{e-13}(Area Mudflat)*(Area Salt-pans)

Simple regression of the two primary explanatory variables yielded different results. The area of mudflat alone was significantly related to species diversity (p = 0.0248, R^2 = 0.25), but area of salt-pans was not (p = 0.43, R^2 = 0.04).

Discussion

Sand Plover (Lesser Sand Plover and Greater Sand Plover) and Black-tailed Godwit were found in very high numbers in almost every site. Numbers of individuals of these two species were dramatically different from the other 33 species for which none were found in concentrations >5,000 individuals, while these two species exceeded 20,000. Black-tailed Godwit were found in high numbers in the Inner Gulf of Thailand, emphasizing the importance of the Gulf for shorebirds as this species was up-listed to “Near Threatened” by IUCN in 2006 because of an estimated 30% decrease in the global population in the last 15 years (IUCN, 2006). Samut Sakorn Mangrove Research Station (SSMRS) was the site of highest species richness and abundance perhaps because the site is situated near a river mouth (Tha Chine) and receives some legal protection from the Department of Marine and Coastal Resources. Laem Pak Bia had the highest diversity and the

highest species richness (along with SSMRS) perhaps because this site contains habitats not found in other sites including water treatment ponds and sandy habitats on the sea shore as well as being surrounded by large areas of salt-pans. This site also receives some protection as part of a Royal Project area.

Table 2. Species and abbreviations of shorebirds in this study

Code	Common Name	Scientific Name
ADw	Asian Dowitcher	*Limnodromus semipalmatus*
BrGw	Bar-tailed Godwit	*Limosa laponica*
BlGw	Black-tailed Godwit	*Limosa limosa*
BbSp	Broad-billed Sandpiper	*Limicola falcinellus*
CmGs	Common Greenshank	*Tringa nebularia*
CmRs	Common Redshank	*Tringa totanus*
CmSp	Common Sandpiper	*Actitis hypoleucos*
CmSn	Common Snipe	*Gallinago gallinago*
ClSp	Curlew Sandpiper	*Calidris ferruginea*
EuCl	Eurasian Curlew	*Numenius arquata*
FECl	Far Eastern Curlew	*Numenius madagascariensis*
GKn	Great Knot	*Calidris tenuirostris*
GPl	Grey Plover	*Pluvialis squatarola*
GtTl	Grey-tailed Tattler	*Heteroscelus brevipes*
KPl	Kentish Plover	*Charadrius alexandrinus*
LRPl	Little Ringed Plover	*Charadrius dubius*
LtSt	Long-toed Stint	*Calidris subminuta*
MSp	Marsh Sandpiper	*Tringa stagnatilis*
PGPl	Pacific Golden Plover	*Pluvialis fulva*
PAvc	Pied Avocet	*Recurvirostra avosetta*
RKn	Red Knot	*Calidris canutus*
RnPlr	Red-necked Phalarlope	*Phalaropus lobatus*
RnSt	Red-necked Stint	*Calidris ruficollis*
RdTs	Ruddy Turnstone	*Arenaria interpres*
Ruf	Ruff	*Philomachus pugnax*
SPl	Sand Plover	*Charadrius mongolus* + *C. leschenaultii*
Sdl	Sanderling	*Calidris alba*
SPtc	Small Pratincole	*Glareola lactea*
SbSp	Spoon-billed Sandpiper	*Eurynorhynchus pygmeus*
SpRs	Spotted Redshank	*Tringa erythropus*
TmSt	Temminck's Stint	*Calidris temminckii*
TrSp	Terek Sandpiper	*Xenus cinereus*
WB	Whimbrel	*Numenius phaeopus*
WdSp	Wood Sandpiper	*Tringa glareola*

This preliminary analysis indicates that higher diversity sites were correlated with lower levels of fragmentation and irregular patch shapes in the surrounding landscape. There was also a significant interaction between area of mudflat and area of salt-pans. This model with the mudflat-saltpans interaction explained approximately 48% of the diversity among the 20 sites. Simple regression models indicated that area of mudflat alone was a significant predictor of diversity (p = 0.0248, R^2 = 0.25) whereas areas of salt-pan alone were not a significant predictor of species diversity.

Many studies have shown that mudflats are a crucial habitat for shorebirds all over the world as in this study. However, there is also research to suggest that salt farms may provide important habitat, particularly for roosting, in the absence of other natural habitats. The traditional salt farming system in Thailand has some similar characteristics to salt ponds, salt works or salinas in other countries around the world which consists of shallow interconnected pans varying in size and water depth, separated by dikes. Sea water is pumped into storage ponds and circulated through a series of evaporation pans. The difference between Thai traditional salt-pans and other methods is their low intensiveness and small scale that are mostly operated by local people. The farming system comprises of 4 major parts: 1) main water storage ponds with deep standing water and steep-sided banks; 2) low salinity evaporation ponds with very shallow water (5-20 cm) and typically containing dense growths of algae, sometimes this kind of pond becomes dry or has very shallow water so that the rough and muddy bottoms are exposed like many small bumpy islands scattered around the pond; 3) high salinity evaporation ponds which contain higher concentrations of salty water; and 4) bittern storage ponds and crystallizers in which water has very high salinities and contains solid crystallized salt. The bottoms of the third and the fourth ponds are compacted and graded by locally-made tiny rolling tractors to make a flat bed which is necessary in the evaporating process and harvesting of salt. The low salinity evaporation ponds are the ones most used by birds because of their suitable depth; shorebirds normally do not feed in water much deeper than 10-15 cm and they prefer a water depth of approximately 4 cm except for those that can swim such as Phalaropes (Isola *et al.*, 2000).

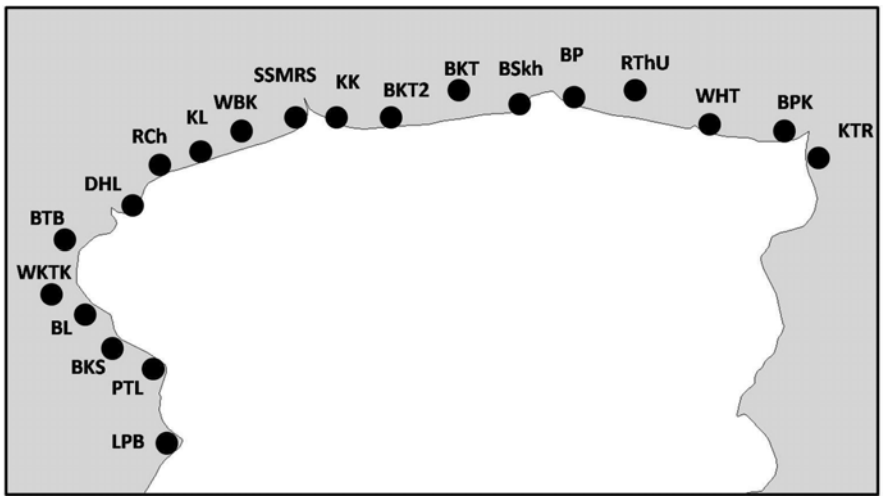
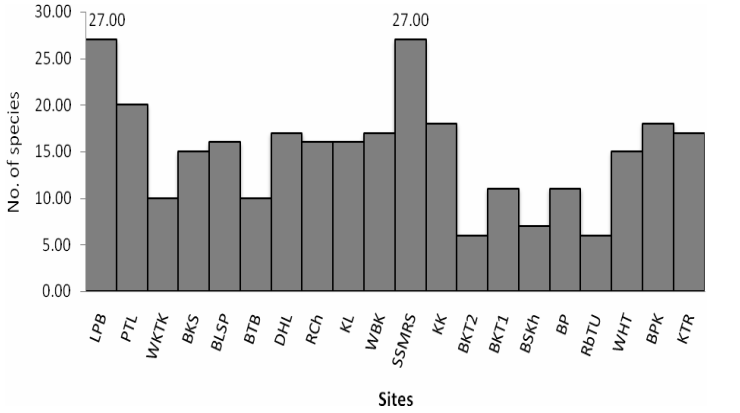
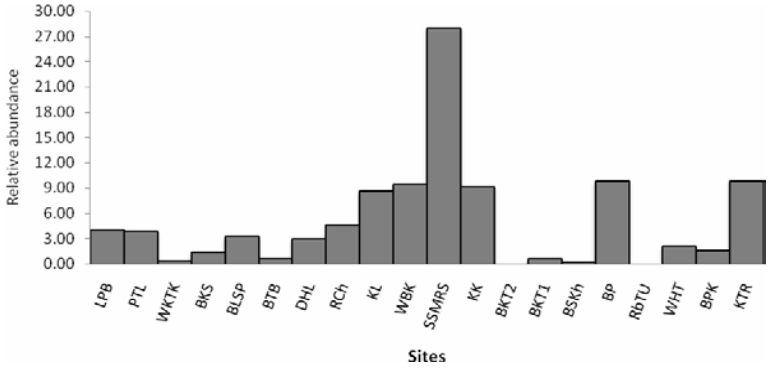


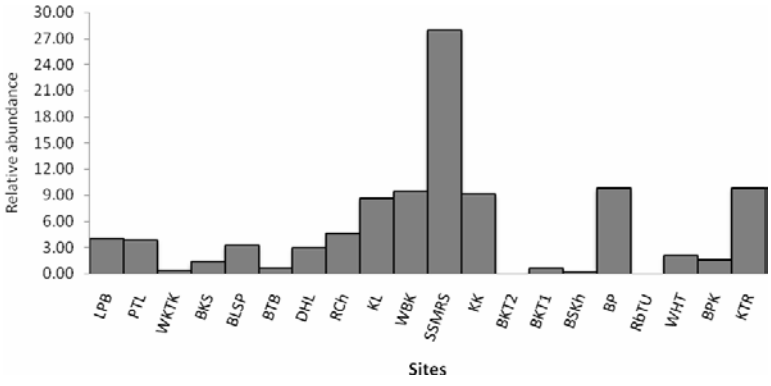
Figure 3. Location of survey sites. See table 3 for and their abbreviations



a



b



c

Figure 4. Histogram of species richness (a), abundance (b) and diversity (c) in the 20 surveyed sites**.**

This pond type appears to be a favored habitat for Spoon-billed Sandpipers, a critically endangered species (IUCN, 2008) which winters in the Inner Gulf of Thailand. At least 12 individuals per year were found in traditional salt pans in the Inner Gulf during the last wintering season in 2008 (Nimnuan and Daengpayon, 2008). Natural habitats like shallow ponds in mangroves or salt marshes where shorebirds roost at high tide are typically no longer available in the Inner Gulf. However, salt pans are often used for roost sites nearby suitable mudflats and are occasionally used as a minor feeding habitat particularly by smaller shorebirds like Stints and small sandpipers. Thus, salt-pans apparently function as acceptable roost sites for migratory shorebirds in the Inner Gulf of Thailand whereby they provide secure high-tide roosts in part due to their close proximity to mudflats. However, mudflats with higher density prey available to shorebirds may be occasionally used less than lower density prey sites if acceptable roost sites are not sufficiently close (Rogers *et al.* 2006; Dias *et al.* 2006). While mudflat access is limited by tidal cycles, salt pans are usually available continuously.

Consequently, salt-pans appear to support a broad array of species and abundance of shorebirds wintering and stopping-over in the Inner Gulf of Thailand. Reduction in the quality or loss of this structure might impact a high proportion of migratory shorebirds in the Inner Gulf because most other habitats, particularly man-made such as aquaculture ponds are not suitable for shorebirds and there is a lack of natural habitats. Proper managing of traditional salt-pans by collaborating with local communities might enhance migratory shorebird conservation in this area. However, more analyses need to be performed to better understand the relationship between migratory shorebird communities and landscape characteristics in the Inner Gulf of Thailand.

Acknowledgements

This Master degree thesis was mainly supported by a Thai Biodiversity Research and Training grant: BRT grant no. BRT T_349006. Thank you very much for all of my thesis committee including: Advisor, Dr. George A. Gale, Co-advisor, Assist.Prof. Philip D. Round, Committee, Dr. Tommaso Savini and Dr. Yongyuth Trisurat. Field data collection could not have been finished without all of my friends who helped me with bird counting and transportation. Special thanks to the Australasian Wader Study Group (AWSG), for support for an oral presentation at the "Australasian Shorebird Conference 2007, Newcastle University, Australia; Birds Korea, for support for participating in the "Saemangeum Shorebird Monitoring Program 2007", South Korea; and PTTEP and KMUTT, for support for an oral presentation at the ATBC Asian Chapter Annual Conference 2008, Kuching, Sarawak, Malaysia.

References

Crawley, M.J., 2007. The R Book. John Wiley and Son Inc., New York, USA, pp. 387-448.

Dias, M.P., Granaderio, J.P., Lecoq, M., Santos, C.D., Palmeirim, J.M., 2006. Distance to hide-tide roosts constrains the use of foraging areas by dunlins: Implications for the management of estuarine wetlands. Journal of Biological Conservation 131, 446-452.

International Wader Study Group, 2003. "Waders are declining Worldwide". Wader Study Group Bull. 101/102: 8-12.

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2008. The IUCN Red List of Threatened Species. http://www.iucnredlist.org.

Isola, C. R., Colwell, M.A., Taft 0.W. and Safran, R.J., 2000. Interspecific differences in habitat use of shorebirds and waterfowl foraging in managed wet-lands of California's San Joaquin Valley. Waterbirds 23: 196-203.

Nimnuan, S. and Daengpayon, S., 2008. The survey of population, distribution and habitat of Spoon-billed Sandpiper in the Inner Gulf of Thailand. Bird Conservation Society Bulletin 25(4), 35-36.

R Development Core Team (2008). *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org.

Rogers, D.I., Battley, P.F., Piersma, T., Gils, J.A.V., Rogers, K.G., 2006. Hide-tide habitat choice: insights from modeling roost selection by shorebirds around a tropical bay. Journal of Animal Behaviour 72, 563-575.

Rogers, D.I., Piersma, T., Hassel, C.J., 2006. Roost availability may constrain shorebird distribution: Exploring the energetic costs of roosting and disturbance around a tropical bay. Journal of Biological Conservation 133, 225-235.

Round, P.D., 2006(2007). Shorebirds in the Inner Gulf of Thailand. Stilts 50, 96-102.

Sanzenbacher, P.M., Haig, H.M., 2002. Residency and movement patterns of wintering Dunlin in the Willamette Valley of Oregon. The Condor 104, 271-280.

Stroud, D.A., Baker, A., Blanco, D.E., Davidson, N.C., Delany, S., Ganter, B., Gill, R., González, P.,

Haanstra, L., Morrison, R.I.G., Piersma, T., Scott, D.A., Thorup, O.,West, R.,Wilson, J. & Zöckler, C. (on behalf of the International Wader Study Group). 2006. The conservation and population status of the world's waders at the turn of the millennium. *Waterbirds around the world.* Eds. G.C. Boere, C.A. Galbraith & D.A. Stroud. The Stationery Office, Edinburgh, UK. pp. 643-648.

Taft, O.W, Haig, S.M., 2005. Landscape context mediates influence of local food abundance on wetland use by wintering shorebirds in an agriculture valley. Journal of Biological Conservation 128, 298-307.

The small carnivore community (Mammalia: Carnivora) of Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary, western Thailand

Wanlop Chutipong[1] and George A. Gale

Conservation Ecology Program, Division of Natural Resource Management, School of Bioresource and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, [1]E-mail : s9401803@st.kmutt.ac.th

---

Abstract

Small mammalian carnivores are diverse in species and ecological traits. Trends in their population dynamics are little known due to their elusiveness and possibly low abundance. Many species belonging to these groups are now threatened or data deficient. Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary, western Thailand supports up to 23 species of small carnivores (≤ 15 kg) within a mosaic of habitats. We hypothesized that patterns of species richness and relative abundance of small mammalian carnivores differ in relation to forest types. We examined the patterns of species richness and species relative abundance between 2 major forest types, semi-evergreen (SEF) and mixed deciduous/savanna forest (MDF/Savanna) using camera trap and direct observations from spot-lighting surveys. Small carnivores accounted for 17% of all photographs consisting of 11 species from 5 families with an average of less than 1 photograph taken per day.

The small carnivore communities differed between the two forests in terms of abundance (Sorensen index = 0.39) although the two habitats shared 8 out of 11 species detected by camera traps. Species richness was estimated to be between 12 to 22 species in both forests combined. Species found in MDF/Savanna had higher relative abundance but no difference was observed between different ecological traits. Camera traps failed to record 8 species thought to occur in the study area. Many of these unseen species are thought to be rare and/or declining in abundance, particularly 3 felid species that are threatened due to habitat loss, four viverrids, two of which are restricted to arboreal habitats, while another two species are mainly terrestrial but rarely observed, and one herpestid, which is more disturbance tolerant and thus intact forest within the study site may not be preferable. This study suggests possible limitations of camera trapping and recommends that other methods should be applied in conjunction, for example, spot-lighting surveys, to account for nocturnal small carnivore species with more arboreal habits.

Key words: small carnivore, Thailand, species richness, relative abundance, camera trapping

Introduction

Understanding how variation in habitat structure and composition influences species richness and abundance is essential for ecologists and wildlife managers (August 1983; Kerr & Packer 1997; Nakagawa et al. 2006; Williams & Marsh 1998; Williams et al. 2002b). Small carnivores (≤ 15 kg) are particularly important for maintaining forest ecosystem function, for example, regulating small mammal populations (Rabinowitz & Walker 1991), dispersing plants' seeds (e.g., Ho 2008; Koike et al. 2008) as their removal can have significant negative consequences for such systems (Caro 2002; Gao & Sun 2005; Rabinowitz & Walker 1991). In tropical Asia, several small carnivore species are under threat due to habitat loss and conversion, as well as hunting pressures (IUCN 2008), while several others are poorly known primarily due to their rarity and elusive behavior (Nowell & Jackson 1996; Schreiber et al. 1989).

A total of 28 species of carnivore from 6 families occur in western Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary (TYN hereafter) with 23 species (≤ 15 kg) from 5 families being considered small carnivores (Conforti 1996; Lekagul & McNeely 1977; Nakhasathien & Stewart-Cox 1990; Steinmetz & Mather 1996).

The diverse community of small carnivores in TYN is probably due to the diversity of forest types and the diverse prey community as observed in the adjacent Huai Kha Khaeng (HKK) Wildlife Sanctuary (Rabinowitz & Walker 1991). In HKK and TYN, mixed deciduous forest (MDF) supported the highest species richness of small carnivores followed by seasonal dry evergreen (SEF) and dry dipterocarp forests, respectively (Conforti 1996). Because SEF is far more complex in its

structure than MDF (van de Bult 2003), this forest type may support several arboreal species, such as, Palm Civets (Rabinowitz 1991), which may not have been detected by camera trapping during Conforti's survey, probably artificially lowering the species richness in SEF below that of MDF.

In Conforti's (1996) survey, the most common family of small carnivores found in TYN and HKK was Viverridae which was three times as abundant as individuals of the family Felidae followed by Canidae, Mustelidae and Herpestidae. Viverrids were dominated by the commonest species, Large Indian Civet and Common Palm Civet, which are species of high resilience to human disturbance (Duckworth 1997; Prayong & Srikosamatara 2006; Rabinowitz 1991; Rabinowitz & Walker 1991; Simcharoen et al. 1999). Viverrids occurred in all available habitats with the exception of a few arboreal species, such as Masked Palm Civet – a species that appears to be restricted to evergreen forests (but see Conforti 1996; Rabinowitz & Walker 1991).

In the same area of HKK, Rabinowitz and Walker (1991) reported that Leopard Cat, Asiatic Jackal and Large Indian Civet were the predominant small carnivore species, respectively. Due to their broad diets, the generalist Viverrids such as Large Indian Civet, Common Palm Civet, Masked Palm Civet (which eat both plant materials and animals) (Grassman 1998; Lekagul & McNeely 1977; Rabinowitz & Walker 1991; Zhou et al. 2008) are able to persist in a variety of habitats with relatively higher abundances. In contrast, other families particularly Felidae and Canidae are mostly meat-oriented species with relatively larger body sizes (Lekagul & McNeely 1977; Rabinowitz & Walker 1991); they have to track scarcer resources (small mammalian prey) whose availability varies spatially by habitat and temporally according to availability of food resources (e.g., Beck et al. 2004; Venkataraman et al. 2005; e.g., Walker & Rabinowitz 1992). Therefore, populations of felids and canids may be held at lower densities than those of viverrids.

This study investigates the relationship between small carnivore communities and forest types to provide better understanding of the underlining factors that determine the community structure, distribution and relative abundance of these diverse carnivore communities.

Methods

Study Area

TYN is 3,622 km^2 in area, (15° 00'-15° 23' N, 98° 30'-99° 05' E) adjacent to Myanmar. Together with the adjacent HKK it constitutes Thailand's first Natural World Heritage Site, and forms the core of the largest contiguous protected, forest complex in mainland SE Asia, known as the Western Forest Complex. The sanctuary is characterized by rugged mountainous terrain with elevations up to 1,800 m. The main forest types in TYN are mixed deciduous (MDF) (46%), seasonal dry evergreen (SEF) (also referred to as semi-evergreen forest; 30%), and hill evergreen (15%). Secondary forest covers 4% of the sanctuary, and the remaining 5% consists of savanna, grassland and dry dipterocarp forest (Anon. 1997; Kutintara & Bhumpakphan 1989; Nakhasathien & Stewart-Cox 1990). There are three distinct seasons: a cool dry season between November and February, a hot dry season from March through May, and a rainy season between May and October. Ten-year mean annual rainfall in the western TYN, was 2,337 mm between 1986 and 1996 (van de Bult 2003). Less than 100 mm of rain per month falls for five months of the year (based on data from 1997 and 2005), and rainfall is concentrated between July and September. Mean annual temperature is 28° C (The Thai Meteorological Department 2005).

Camera trapping

From November 2007 to August 2008 camera-trap units were placed in semi-evergreen (SEF) and mixed deciduous/savanna forest (MDF/Savanna), at a density of 1 camera-trap station/1 km^2 in a grid system. Camera units were placed at locations based on those areas where animals usually travel and leave signs of recent activity -- by small streams, existing animal trails, along riparian vegetation running through grassland -- and coordinates were taken using GPS. These non-random camera placements and spacing between cameras are designed to increase the probability of photographing the focal species. Cameras were mounted on trees or poles with the infrared beam set at a height of *ca.* 30 cm. Each unit was programmed to delay sequential photographs by 1 minute and operate 24 hours per day until the film was fully exposed. Cameras were left in the

field for *ca.* 30 days before subsequent visits were made for film and battery retrieval and replacement. All units were left in each study site for *ca.* 4 months and then moved to new locations resulting in two temporal/spatial replicates within each forest type. Average elevation of camera placements was 854 ±87 m in both forest types.

Data analysis

Estimation of species richness

Program CAPTURE (Rexstad & Burnham 1991) was used to estimate species richness of small carnivores in relation to forest type using detection/non-detection data by treating camera trap stations as sampling units (Williams et al. 2002a). We followed the recommendations of Boulinier *et al.* (1998) by choosing model M_h which assumes variation in species detection probability regardless of model selection criteria in the estimation of species richness of small carnivores.

Criteria for independence of animal photographs

Each photograph of a small carnivore included date and time printed on film was examined and identified to species. Photographs which we could not assign to species were omitted accounting for 3%. Determination of independence of photographs was based on the following criteria; (1) consecutive photographs of different individuals of the same or different species, (2) consecutive photographs of individuals of the same species taken more than 0.5 hours apart, and (3) nonconsecutive photos of individuals of the same species (O'Brien et al. 2003).

Relative abundance

Two widely used relative-abundance indices (RAI) derived from indexing the numbers of independent photographs of a species are used to compare differences in relative abundance among species traits between forest types. The average numbers of days required to acquire the first photograph of a species (RAI1) is a measure of survey effort and is expected to decrease as an animal's density increases (Carbone et al. 2001). The number of photographs acquired per day (RAI2) is expected to increase when an animal's density increases (O'Brien et al. 2003). RAI2, also called "capture rate", was indexed as the number of photographs of a given species recorded per 100 trap days.

Small carnivore species were assigned according to their ecological/functional traits, terrestrial and semi – to arboreal. Hypotheses and predictions were tested as follows: (1) among species of the same functional trait between forest types, (2) within the same species between forest types, and (3) among species of the same functional trait within the same forest type. Log transformations of the data did not help normality assumptions (Shapiro–Wilk test; $W = 0.7518$, $P < 0.0001$), therefore, we used non-parametric tests (Wilcoxon, and Kruskal – Wallis). However, for species with sufficient detections (see Results), log-transformations were used to normalize data to test with parametric statistics. The significance level was set at $\alpha = 0.05$. All tests were performed using JMP 5.0.1 (SAS Institute 2007) unless otherwise stated.

Results

A total of 55 camera-trap stations were used in the analyses; 26 in SEF and 29 in MDF/Savanna. The total number of photographs taken during the survey period was 1,191; 730 photographs in MDF/Savanna and 461 photographs in SEF. Among these, 205 photographs (17%) were of small carnivores consisting of 11 species with 153 photographs considered independent (75%). Of the independent photographs, 113 (74%) were taken in MDF/Savanna whereas only 40 photographs were taken in SEF. The total camera trapping effort was 4,569 trap days: 2,362 trap days in SEF and 2,207 trap days in MDF/Savanna forest. Of 55 active camera-trap stations, 22 stations (40%) had no small carnivore photographs: 12 stations (*ca.* 20%) in SEF and 10 stations (*ca.* 20%) in MDF/Savanna. The overall rate of detection for small carnivores was 3.91 photographs/100 trap days (TD) (Table 1).

Similarity between forest types

Both forest types shared 8 out of 11 species observed (Table 2). The coefficient of similarity derived from the Sorensen Quantitative Index (Magurran 1988) revealed that the groups of small carnivore species observed in SEF and MDF/Savanna were distinct in composition (Sorenson index = 0.39). This was partly explained by differences in species abundance (i.e. absolute numbers of

Table 1. Relative abundance of small carnivores in two forest types, Thung Yai, November 2007–August 2008. RAI 1 = the average number of days required to photograph a species. RAI 2 = photograph capture rates (number of independent photographs/100 trap nights). Significant differences ($\alpha = 0.05$) in species relative abundance between forest types indicated where tests were performed. *n*: numbers of independent photographs. SE: standard error.

Species	RAI 1 (SE)		RAI 2 (SE)		
	SEF	**MDF/Savanna**	**SEF**	**MDF/Savanna**	**Overall**
Dhole *Cuon alpinus*	52*	32 (7)	*n* = 1 0.03 (0.03)	*n* = 2 0.10 (0.08)	0.07 (0.04)
Yellow-throated Marten *Martes flavigula*	no detection	66 (16)	no detection	*n* = 5 0.16 (0.11)	0.09 (0.06)
Hog Badger *Arctonyx collaris*	no detection	165*	no detection	*n* = 1 0.05 (0.05)	0.03 (0.03)
Large-toothed Ferret-badger *Melogale personata*	no detection	14*	no detection	*n* = 9 0.33 (0.33)	0.17 (0.17)
Large Indian Civet *Viverra zibetha*	22 (7)	21 (5)	*n* = 21 1.78 (0.80)	*n* = 45 2.30 (0.70)	*n.s.* 2.06 (0.53)
Banded linsang *Prionodon linsang*	14*	145*	*n* = 1 0.03 (0.03)	*n* = 1 0.07 (0.07)	0.05 (0.04)
Common Palm Civet *Paradoxurus hermaphroditus*	38 (27)	84*	*n* = 11 0.47 (0.31)	*n* = 1 0.03 (0.03)	*n.s.* 0.24 (0.15)
Masked Palm Civet *Paguma larvata*	40 (32)	62 (10)	*n* = 3 0.12 (0.09)	*n* = 15 0.66 (0.30)	*n.s.* 0.41 (0.16)
Crab-eating Mongoose *Herpestes urva*	11*	38 (13)	*n* = 1 0.03 (0.03)	*n* = 22 0.83 (0.48)	*n.s.* 0.45 (0.26)
Leopard Cat *Prionailurus bengalensis*	59*	57 (10)	*n* = 1 0.04 (0.04)	*n* = 10 0.50 (0.19)	*p* = 0.018 0.28 (0.11)
Golden Cat *Catopuma temminckii*	116*	23*	*n* = 1 0.03 (0.03)	*n* = 2 0.10 (0.10)	0.07 (0.06)
Overall			*n* = 40 **2.54** (1.37)	*n* = 113 **5.14** (2.44)	*p* = 0.037 **3.91** (1.60)

* Asterisk indicates species detected by only 1 camera trap station and no standard error estimated.

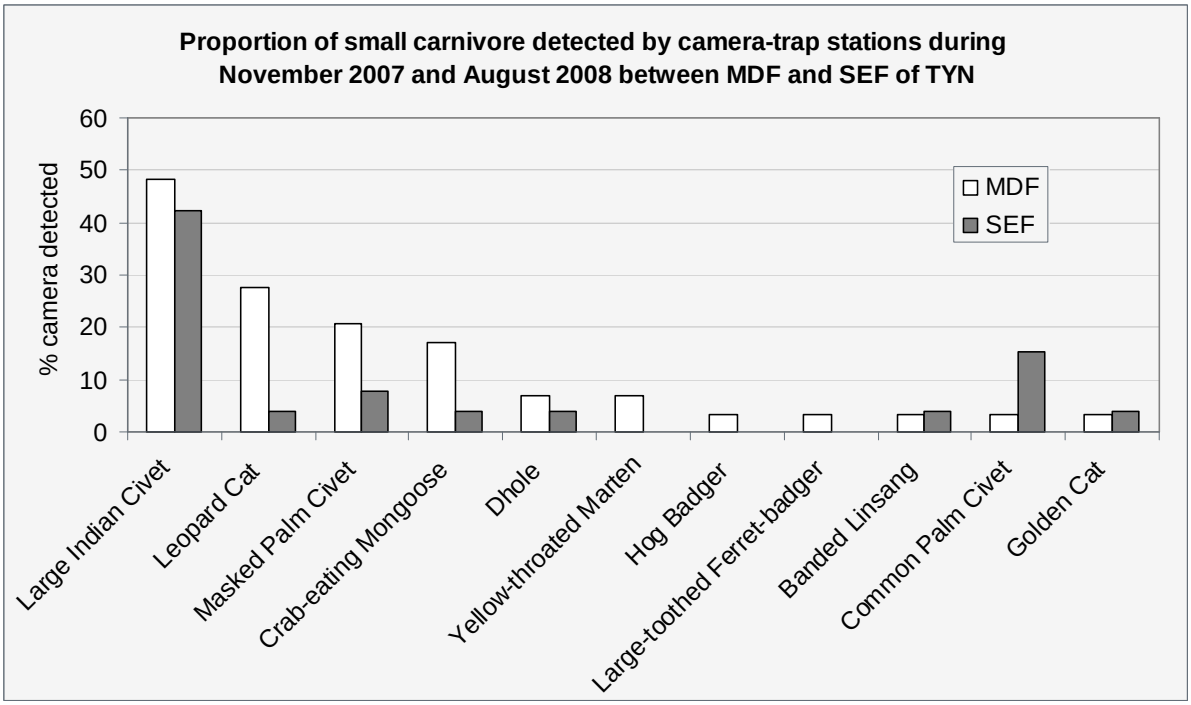


Figure 1. Distribution of small carnivores in relation to the forest types, MDF/Savanna and SEF, in Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary between November 2007 and August 2008.

species photographs) between forest types (χ^2 = 4.3630, d.f. = 1, P = 0.037).

Species Richness

The overall species richness of the small carnivore community was estimated as 13 ± 2 *SE* (95% CI: 12 – 22 species). A slightly higher species richness was estimated for MDF/Savanna (14 ± 4: 12 – 30 species). However, the estimate was less informative for SEF (36 ±14: 20 – 77 species) possibly due to many camera stations having no detections (10 out of 25 stations) of small carnivores resulting in very low detection probabilities and, consequently, low precision of species richness estimates.

Species Distribution

Overall, Large Indian Civet had the widest distribution, being recorded at 45% of camera locations pooled across forest types. This species was followed by Leopard Cat, Masked Palm Civet and Crab-eating Mongoose, recorded at 16%, 15% and 11% of locations, respectively. This same ranking was also observed in MDF/Savanna (Figure 1). In SEF, Large Indian Civet also had the widest distribution (42% of locations), but, unlike MDF/Savanna, was followed by Common Palm Civet (15% of locations).

Hog Badger, Large-toothed Ferret-badger, Banded Linsang, Common Palm Civet and Golden Cat were observed only at single locations in MDF/Savanna. Yellow-throated Marten, Hog Badger and Large-toothed Ferret-badger were only recorded in MDF/Savanna.

Species Relative Abundance

Small carnivores observed in MDF/Savanna had higher relative abundance than those in SEF (χ^2 = 5.5119, d.f. = 1, P = 0.019). Only 5 species were recorded in sufficient numbers in both forest types to compare their relative abundance. There was no statistical difference in relative abundance between forest type for Large Indian Civet (χ^2 = 0.3807, d.f. = 1, P = 0.537), Common Palm Civet (χ^2 = 2.4177, d.f. = 1, P = 0.120), Masked Palm Civet (χ^2 = 2.1229, d.f. = 1, P = 0.145), and Crab-eating Mongoose (χ^2 = 2.7253, d.f. = 1, P = 0.099). An exception was Leopard Cat which had a significantly higher relative abundance in MDF/Savanna (χ^2 = 5.6082, d.f. = 1, P = 0.018) (Table 1, Figure 2).

Relative abundance of small carnivore groups with different ecological traits was not significantly different between forest types (χ^2 = 0.0335, d.f. = 1, P = 0.855) (Terrestrial: *Dhole, Hog Badger, Large Indian Civet, Crab-eating Mongoose, Leopard Cat and Golden Cat* versus Semi – to Arboreal: *Yellow-throated Marten, Large-toothed Ferret-badger, Banded Linsang, Common Palm Civet and Masked Palm Civet*). There were no difference in relative abundance between the two ecological groups within each forest type (MDF/Savanna; χ^2 = 0.5358, d.f. = 1, P = 0.464 and SEF; χ^2 = 0.0801, d.f. = 1, P = 0.777). However, terrestrial species in MDF/Savanna had a significantly higher relative abundance than in SEF (χ^2 = 4.4104, d.f. = 1, $P < 0.05$), whereas semi – to arboreal species did not differ between forest types (χ^2 = 1.5902, d.f. = 1, P = 0.207).

We further compared, for five species with sufficient detections, overall relative abundance (habitats combined) between terrestrial and semi – to arboreal species. Data met assumptions of normality (Shapiro – Wilk; W = 0.8896, P = 0.1598) and homogeneity of variance (Levene Test; $F_{1,\ 8}$ = 1.0358, P = 0.3386) after logarithmic transformation. We did not detect a difference in relative abundance between terrestrial species (*Large Indian Civet, Crab-eating Mongoose and Leopard Cat*) and semi – to arboreal species (*Common Palm Civet and Masked Palm Civet*) (t = -0.572, P = 0. 583).

Discussion

Patterns of species relative abundance and species richness

This study showed that Large Indian Civet was the commonest small carnivore species among 11 species observed in TYN. This result was also documented by previous studies in the same area (Conforti 1996) and elsewhere (Anon. 2005; Lynam et al. 2001; Sukmasuang 2001; Zaw et al. 2008). However, the relative abundance of this species is well below that of Conforti (1996) and Sukmasuang (2001) whose studies took place in adjacent HKK in similar habitat types (22.4 and 9.38/ 100 TD, respectively). Large Indian Civet did not show preferences for particular habitat types in TYN which was consistent with that observed elsewhere where species utilized a wide range of habitats and elevations (Conforti 1996; Duckworth 1997; Lynam et al. 2001; Sukmasuang 2001)

.

Table 2. The presence and absence of small carnivores in 2 forest types of Thung Yai recorded during November 2007 and August 2008. The confirmation of the presence of species in the study area came from 4 different detection methods: *photo* (camera trap photographs), *sign* (tracks and signs found during excursion in the area, *night observ*. (direct observation made during night survey), and *day observ*. (direct observation made during daytime fieldwork).

Species	**Detection methods**	
	SEF	**MDF/Savanna**
Golden Jackal[1]	*photo*	-
Dhole	*photo*; *sign*	*photo*; *sign*
Yellow-throated Marten	*sign*; *day observ*.	*photo*; *sign*; *day observ*.
Hog Badger	*sign*	*photo*; *sign*
Large-toothed Ferret-badger	-	*photo*
Large Indian Civet	*photo*; *sign*; *night observ*.; *day observ*.	*photo; sign*; *night observ*.; *day observ*.
Large-spotted Civet[2]	-	*day observ*.
Small Indian Civet	-	*sign*; *night observ*.
Banded Linsang	*photo; night observ*.	*photo*
Common Palm Civet	*photo*; *sign*; *night observ*.	*photo; sign*; *night observ*.
Masked Palm Civet	*photo*; *sign*; *night observ*.	*photo*; *sign*; *night observ*.
Binturong	*sign*	-
Small-toothed Palm Civet	*night observ*.	*night observ*.
Small Asian Mongoose	-	-
Crab-eating Mongoose	*photo*	*photo; day observ*.
Jungle Cat	-	-
Leopard Cat	*photo; sign*	*photo; sign*
Fishing Cat	-	-
Golden Cat	*photo*	*photo*
Marbled Cat	-	-

[1] Golden Jackal was photo-trapped once during preliminary survey in SEF. However, the animal was never detected by camera trap again afterward.
[2] Large Spotted Civet was seen during daytime in adjacent forested area approximately 40 kilometers from Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary.

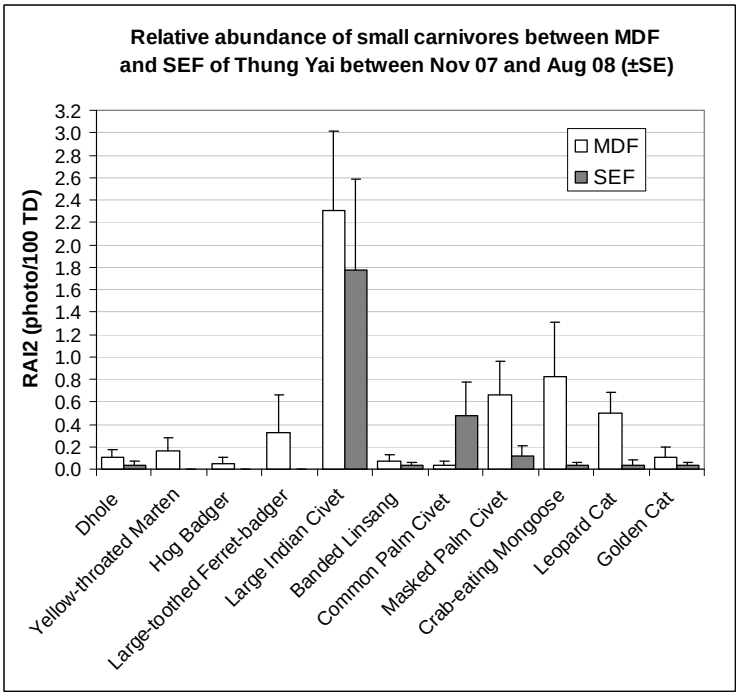


Figure 2. Relative abundances of small carnivores in two forest types, SEF and MDF/Savanna, in Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary during camera trapping surveys from November 2007 to August 2008.

Estimates of species richness indicated no difference between MDF/Savanna and SEF. However, considering species richness alone may be misleading unless accounting for species detection probability which varies among species due to their behavior. For instance, Small-toothed Palm Civet was not detected at both sites by camera traps, however, the species was often encountered in trees in both forests during spotlighting surveys. It indicated that the species resided within both habitats but their strong arboreal behavior (Duckworth & Nettelbeck 2007; Rabinowitz 1991) caused biased estimates of their relative abundance derived from camera traps (Duckworth & Nettelbeck 2007). This is an important point of concern that a relative abundance index derived from camera traps does not necessary reflect the 'true' abundance (both relative and absolute) of animals unless detection probability is accounted for. Provided the relationship between relative abundance and absolute animal abundance is unknown, care must be taken when interpreting the results particularly for arboreal to semi – arboreal species such as this civet. This explanation could be applied for other semi-arboreal small carnivores, e.g., Binturong, Masked Palm Civet and Common Palm Civet, as well. Relative abundances of these species were likely underestimated in TYN, as also suggested in other studies (Anon. 2005; Conforti 1996; Lynam et al. 2006; Zaw et al. 2008).

Among semi-arboreal viverrids Masked Palm Civet was photo-trapped at higher rates than Common Palm Civet, particularly in MDF/Savanna. This result coincided with a study in northern Myanmar that showed the former species to be more abundant (Rao et al. 2005) (but see Anon. 2005; Conforti 1996; Sukmasuang 2001; Zaw et al. 2008). Although higher relative abundance of Masked Palm Civet in MDF/Savanna was not significant, the number of photographs obtained from this habitat (n = 15) suggested that the species traveled on the ground more often in this forest, probably due to discontinuity of the canopy which compels them to travel terrestrially relatively often, making them more prone to being photo-trapped. In contrast, evergreen forest has more complex forest structure and largely continuous canopy (van de Bult 2003), so Masked palm civets would be able to travel more in trees without descending.

Recent findings have shown that Masked Palm Civet track resources based on resource availability rather than preference. In China, when fruit availability dropped, civets consumed small mammals in higher proportion and when fruits became more abundant civets shifted their diets to include fruits in a much higher proportion (Zhou et al. 2008). This shift in diet of Masked Palm Civets observed in southern China may help explain the patterns observed in TYN in this study. During the survey period, fruiting trees were relatively scarce in both habitats but abundance of small mammals was higher in MDF/Savanna sites (23 ± SE 7 animals, and 52 ±10 animals) and the SEF site 1 (32 ± SE 8 animals (unpublished data). Abundance estimates for SEF site 2 could not be performed due to zero recaptures, and we believe that this site had the lowest rodent abundance. Thus, the relative higher abundance of rodent prey in MDF/Savanna during this study, combined with low fruit availability overall, may explain the pattern of higher relative abundance of Masked Palm Civet in this forest type.

Banded Linsangs were documented in both SEF and MDF/Savanna. Single photographs from each location were taken, always at night. Both photographs were of a single animal. The species went undetected during Conforti's (1996) study in the same area and elsewhere where the species is thought to occur (e.g., Ngoprasert 2004; e.g., Sukmasuang 2001). This species may not be as uncommon in TYN as previously thought since they have been occasionally observed by local fishermen and rangers especially along streams (TYN rangers pers. comm.) although confusion in species identification may exist (Zaw et al. 2008).The species is thought to occur in association with evergreen forest (Steinmetz & Simcharoen 2006: Boontua 2004, Kanchanasaka et al. 1998 and Kekule 2004, cited in Steinmetz and Simcharoen 2006, Steinmetz et al. unpublished data) and perhaps with the presence of streams (Steinmetz et al. unpublished data). Surveys in adjacent Myanmar also revealed the occurrence of Banded Linsang in evergreen forest (Zaw et al. 2008). The low relative abundance of this species in this study (0.03 – 0.07/ 100 trap days) was likely due to its arboreal behavior (Van Rompaey 1993).

Yellow-throated Marten was not photographed in SEF, however, we observed the species there (during the day). This suggests a caveat for camera-trapping surveys for partially to mostly arboreal species, whereby such species are likely to be underrepresented in relative abundance indices from photographs (e.g., Zaw et al. 2008). Yellow-throated Marten is primarily diurnal (Grassman et al. 2005a; Lekagul & McNeely 1977) even though increased nocturnal activities were observed during a waxing moon (Grassman et al. 2005a; and this study, but see also Lekagul and McNeely, 1977). Yellow-throated Marten appear to utilize habitats proportionally to availability (Grassman et al. 2005a).

Leopard Cat and Golden Cat were photographed only once in SEF differing from what was observed in MDF/Savanna. These two cats are largely terrestrial (Lekagul & McNeely 1977) and use habitat in proportion to availability (Grassman et al. 2005b, 2005c). The observed higher relative abundance of Leopard Cat in MDF/Savanna may be explained by the higher abundance of small mammals in this forest type, since small rodents are the main food of this cat (Grassman et al. 2005b, 2005c; Mukherjee et al. 2004; Walker & Rabinowitz 1992).

Detections of Dhole were too few to draw any conclusion about animal habitat use or relative abundance. Dhole was among the rarest species in this study along with Hog Badger which had only a single detection from MDF/Savanna. The rarity of Dhole from this study was consistent with other studies in Thailand (Anon. 2005; Lynam et al. 2006; Sukmasuang 2001) with the exception of studies in Northern Myanmar (Rao et al. 2005) and in TY/HKK by Conforti (1996) both of which observed very high relative abundance of Dhole (3.39 and 2.1/ 100 TD, respectively). However, it is worth noting that, although we categorized Dhole as a small carnivore in this study due to its body weight (≤ 15 kg), this species preys upon larger animals, particularly ungulates (e.g., Karanth & Sunquist 1995; Venkataraman et al. 1995). Hence, the abundance of small mammals is probably of little importance in determining the presence of Dhole, especially given the availability and diversity of large ungulates such as Sambar Deer and Barking Deer (Karanth & Sunquist 1995; Venkataraman et al. 1995). These ungulates were relatively abundant in both forest types in TYN (391 non-independent photographs of 2 species combined from both forest types).

Species that have yet to be detected by camera trap

There are 8 additional small carnivore species which are thought to occur in the study area but which we did not detect in this camera trap survey (Table 2). An individual Golden Jackal was photo-trapped during the preliminary survey in SEF, however, the species was never detected again afterward. Among these unseen-by-camera-trap species, two were observed during night surveys, namely, Small-toothed Palm Civet and Small Indian Civet. All Small-toothed Palm Civet observations occurred during night walks in both forest types (MDF/Savanna: 7 observation/ 17 searching hours; SEF: 7 observations/ 20 searching hours; Chutipong *et al.* unpublished data). The animals were usually observed in trees, reflecting their strictly arboreal habits and emphasizing that this species is unlikely to be detected by camera-trapping. The species was the most commonly encountered nocturnal palm civet during night surveys in evergreen forest of Lao PDR (Duckworth 1997). Tracks and signs of Binturong were also observed occasionally in TYN, confirming the presence of this species within the study sites. Thus, the lack of records of some of these species by camera trapping surveys does not necessary imply that the animal is rare in the study site; rather, it is simply mainly arboreal (Walston & Duckworth 2003).

The lack of photographs of Small Asian Mongoose in SEF is not unexpected. Since the species rarely occurs in this habitat (e.g. Austin & Tewes 1999, Duckworth 1997). However, the species was also undetected in MDF/Savanna, a habitat which appears to be more suitable based on what is known of its habitat preferences (Lekagul & McNeely 1977). Thus, it might indeed be scarce in general in TYN, as also observed in Hukaung Vallay, Northern Burma (Zaw et al. 2008).

However, other explanations are required to explain the distribution of the Small Indian Civet. This species was observed only once on a road during spot-lighting surveys, but their tracks were always found along the road that passes through the study area. It seems that Small Indian Civet forages mostly near roads, forest edges, and degraded habitats (Duckworth

1997) where structure is open, but does not enter deep into thick evergreen or mixed deciduous – grassland vegetation where most of the camera traps were stationed. Camera trapping in Myanmar with the greatest concentration of trapping effort in evergreen forest also resulted in small numbers of photographs of this species (Zaw et al. 2008).

The lack of records for some terrestrial small carnivores, mainly felids, is of particular interest and may have biological implications about the scarcity of the species. The set up of camera traps in this study were designed to maximize the detection of small carnivores traveling on the ground (i.e. camera units were installed 30 to 40 cm above ground nearby small streams and active animal trails). However, since there were no records of 3 felids, namely Jungle Cat, Fishing Cat and Marbled Cat additional explanations are required; so far, we have no explanation.

One possible explanation for the absence of the unseen-by-camera-trap species could be interspecific competition. For instance, Large Indian Civet was among the most abundant species in the study area at both forest types, whereas Large-spotted Civet, of similar body size was not photographed at either site. The absence of the latter may be due to the high relative abundance of the former species. Within the range of the two species, camera trap surveys revealed higher relative abundance of Large Indian Civet than Large-spotted Civet (Austin 1999) with the absence of the latter in many sites (e.g., Conforti 1996; but see Lynam et al. 2005; Sukmasuang 2001; Zaw et al. 2008). At only 1 site in the region, in Lao PDR, has Large-spotted Civet been camera-trapped at higher relative abundance than Large Indian Civet (2.5 versus 0.5 photograph/100 TD) (Austin 1999). Furthermore, Large-spotted Civet has been considered a lowland species because photographs from a camera trap survey in this region were from traps below 300 meters in elevation (Lynam et al. 2005). All camera trap stations in this study were set in higher elevation (*ca.* 900 m), and with high relative abundance of Large Indian Civet. This might explain why the species was not detected in this study.

Interspecific competition may lead to spatial avoidance and limited distributions among predators (Linnell & Strand 2000). Given the presence of larger carnivores (namely, Tiger *Panthera tigris*, Leopard *P. pardus*, Clouded Leopard *Neofelis nebulosa* and Dhole) within the study sites the pattern of occurrence of small carnivores observed by this study may reflect the avoidance in space use among members of this guild due to intra-guild predation pressure. Rabinowitz and Walker (1991) reported finding Large Indian Civet remains (i.e. hairs) in scats of large cats in HKK. Grassman (1999) also reported intra-guild predation by Leopards on Hog Badgers. Common Palm Civets were preyed on by large cats where they were sympatric in Nepal (Joshi et al. 1995). Thus the absence of terrestrial species such as Small Indian Civet may be partly explained by interspecific competition; this hypothesis remains to be tested.

Although, the efficiency of remote-triggered cameras are particularly useful for the study of rare and elusive terrestrial mammalian carnivores (e.g., Carbone et al. 2001), this study suggests a caveat regarding camera-trapping to estimate relative abundances and to monitor arboreal or semi-arboreal species, as suggested elsewhere (Srbek-Araujo & Chiarello 2005). However, it also revealed that, for arboreal species, employing other survey methods, e.g., active spotlighting (Walston & Duckworth 2003) is more effective in detecting species presence.

Acknowledgements

This work was supported financially by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT_T 351001 and WWF Thailand. Permission to conduct research in Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary – west was provided by the Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation (DNP). I wish to acknowledge all rangers of Thung Yai for their help during fieldwork and also Vichit Panyaporn, the former superintendent, and Montri Khaengkhetkarn, the chief's assistant, for accommodation. N. Seuaturien helped extensively in fieldwork. The comments of A.J. Pierce and R. Steinmetz helped considerably in improving earlier drafts of this report. I also wish to thank my committee, A.J. Lynam, R. Steinmetz, T. Savini and V. Chimchome, for their very constructive comments and guidance.

Reference

Anon. 1997. Application of remote sensing and GIS for monitoring forest land use change in Thung Yai Wildlife Sanctuaries (in Thai). Page 140. Forest

Research Centre, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Anon. 2005. Dong Phayayen - Khao Yai Carnivore Conservation Project: 2nd Year Progress Report, October 2004 through September 2005. Page 63. Smithsonian, WildAid, and Khao Yai National Park.

August, P. V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. Ecology **64**:1495-1507.

Austin, S. C. 1999. Camera-trapping evidence of Large-spotted Civet (*Viverra megaspila*) in Xe Piane National Biodiversity Conservation Area (NBCA), Southern Lao PDR Nat. Hist. Bull. Siam Soc. **47**:255-257.

Beck, H., M. S. Gaines, J. E. Hines, and J. D. Nichols. 2004. Comparative dynamics of small mammal populations in treefall gaps and surrounding understorey within Amazonian rainforest. OIKOS **106**:27-38.

Boulinier, T., J. D. Nichols, J. R. Sauer, J. E. Hines, and K. H. Pollock. 1998. Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. Ecology **79**:1018-1028.

Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, T. Coulson, N. Franklin, J. R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, K. Kawanishi, M. Kinnaird, R. Laidlaw, A. Lynam, D. W. Macdonald, D. Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Seidensticker, D. J. L. Smith, M. Sunquist, R. Tilson, and W. N. W. Shahruddin. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. Animal Conservation **4**:75-79.

Caro, T. M. 2002. Factors Affecting the Small Mammal Community Inside and Outside Katavi National Park, Tanzania. Biotropica **34**:310-318.

Conforti, K. 1996. The status and distribution of small carnivores in Huai Kha Khaeng/Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuaries, west-central Thailand. Page 65. Graduate School of the University of Minnesota. University of Minnesota, Minnesota, USA.

Duckworth, J. W. 1997. Small carnivores in Laos: A status review with notes on ecology, behavior and conservation. Small Carnivore Conservation **16**:1-21.

Duckworth, J. W., and A. R. Nettelbeck. 2007. Observations of Small-toothed Palm Civets *Arctogalidia trivirgata* in Khao Yai National Park, Thailand, with notes on feeding techniques. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. **55**:187-192.

Gao, X., and S. Sun. 2005. Effects of the small forest carnivores on the recruitment and survival of Liaodong oak *(Quercus wutaishanica)* seedlings. Forest Ecology and Management **206**:283-292.

Grassman, L. I., Jr. . 1998. Movements and fruit selection of two Paradoxurinae species in a dry evergreen forest in Southern Thailand. Small Carnivore Conservation **19**:25-29.

Grassman, L. I., Jr. . 1999. Ecology and behavior of the Indochinese leopard in Kaeng Krachan National Park, Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. **47**:77-93.

Grassman, L. I., Jr., M. E. Tewes, and N. J. Silvy. 2005a. Ranging, habitat use and activity patterns of binturong *Arctictis binturong* and yellow-throated marten *Martes flavigula* in northcentral Thailand. Wildlife Biology **11**:49-57.

Grassman, L. I., Jr., M. E. Tewes, N. J. Silvy, and K. Kreetiyutanont. 2005b. Ecology of three sympatric felids in a mixed evergreen forest in north-central Thailand. Journal of Mammalogy **86**:29-38.

Grassman, L. I., Jr., M. E. Tewes, N. J. Silvy, and K. Kreetiyutanont. 2005c. Spatial organization and diet of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in north-central Thailand. Journal of Zoology **266**:45-54.

Ho, W. P. 2008. The role of Masked Palm Civet (*Paguma larvata*) and Small Indian Civet (*Viverricula indica*) in seed dispersal in Hong Kong, China Page 150. The University of Hong Kong, Hong Kong, China.

IUCN. 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org> Downloaded on 26 March 2009.

Joshi, A. R., J. L. David Smith, and F. J. Cuthbert. 1995. Influence of food distribution and predation pressure on spacing behavior in palm civets. Journal of Mammalogy **76**:1205-1212.

Karanth, K. U., and M. E. Sunquist. 1995. Prey selection by tiger, leopard and dhole in tropical forests. Journal of Animal Ecology **64**:439-450.

Kerr, J. T., and L. Packer. 1997. Habitat heterogeneity as a determinant of mammal species richness in high-energy regions. Nature **385**:252-254.

Koike, S., H. Morimoto, Y. Goto, C. Kozakai, and K. Yamazaki. 2008. Frugivory of carnivores and seed dispersal of fleshy fruits in cool-temperate deciduous forests. J For Res **13**:215-222.

Kutintara, U., and N. Bhumpakphan. 1989. Management Plan for Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary (Kanchanaburi and Tak Provinces) (in Thai). Page 263. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Lekagul, B., and J. A. McNeely 1977. Mammals of Thailand. Association for the Conservation of Wildlife (as updated 1998), Bangkok, Thailand.

Linnell, J. D. C., and O. Strand. 2000. Interference interactions, co-existence and conservation of mammalian carnivores. Diversity and Distributions **6**:169-176.

Lynam, A. J., K. Kreetiyutanont, and R. Mather. 2001. Conservation status and distribution of the Indochinese tiger *(Panthera tigris corbetti)* and other large mammals in a forest complex in northeastern Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. **49**:61-75.

Lynam, A. J., M. Maung, S. H. T. Po, and J. W. Duckworth. 2005. Recent records of Large-spotted civet *Viverra megaspila* from Thailand and Myanmar. Small Carnivore Conservation **32**:8-11.

Lynam, A. J., P. D. Round, and W. Y. Brockelman 2006. Status of Birds and Large Mammals in Thailand's Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex. Biodiversity Research and Training (BRT) Program and Wildlife Conservation Society Bangkok, Thailand.

Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, New Jersey, USA.

Mukherjee, S., S. P. Goyal, A. J. T. Johnsingh, and M. R. P. L. Pitman. 2004. The importance of rodents in the diet of jungle cat (*Felis chaus*), caracal (*Caracal caracal*) and golden jackal (*Canis aureus*) in Sariska Tiger Reserve, Rajasthan, India. J. Zool. (Lond.) **262**:405-411.

Nakagawa, M., H. Miguchi, and T. Nakashizuka. 2006. The effects of various forest uses on small mammal communities in Sarawak, Malaysia. Forest Ecology and Management **231**:55–62.

Nakhasathien, S., and B. Stewart-Cox. 1990. Nomination of The Thung Yai-Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary to be a UNESCO World Heritage Site. Page 128. Wildlife Conservation Division, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand.

Ngoprasert, D. 2004. Effects of roads, selected environmental variables and human disturbance on Asiatic leopard (*Panthera pardus*) in Kaeng Krachan National Park Page 121. School of Bioresource and Technology. King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand.

Nowell, K., and P. Jackson, editors. 1996. Status survey and conservation action plan: Wild Cats. IUCN, Gland, Switzerland.

O'Brien, T. G., M. F. Kinnaird, and H. T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. Animal Conservation **6**:131-139.

Prayong, N., and S. Srikosamatara. 2006. Small carnivores and other mammals in a small protected area of 50 km^2 in Thong Pha Phum forest, western Thailand Nat. Hist. Bull. Siam Soc. **54**:139-153.

Rabinowitz, A. R. 1991. Behavior and movements of sympatric civet species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. J. Zool. (Lond.) **223**:281-298.

Rabinowitz, A. R., and S. R. Walker. 1991. The carnivore community in a dry tropical forest mosaic in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. Journal of Tropical Ecology **7**:37-47.

Rao, M., T. Myint, T. Zaw, and S. Htun. 2005. Hunting patterns in tropical forests adjoining the Hkakaborazi National Park, north Myanmar. Oryx **39**:292-300.

Rexstad, E., and K. P. Burnham 1991. User's guide for interactive program CAPTURE. Abundance estimation of closed populations. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.

SAS Institute. 2007. JMP 5.0.1, Cary, NC, USA 27513.

Schreiber, A., R. Wirth, M. Riffle, and H. Van Rompaey 1989. Weasels, Civets, Mongooses, and their relatives: An Action Plan for the Conservation of Mustelids and Viverrids. IUCN, Gland, Switzerland.

Simcharoen, S., P. Boontawee, and A. Phetdee. 1999. Home range size, habitat utilization and daily activities of Large Indian civet (*Viverra zibetha*) (in Thai). Progress Report in Research Activity 1999, Wildlife Research Section, RFD:43 - 64.

Srbek-Araujo, A. C., and A. G. Chiarello. 2005. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology **21**:121–125.

Steinmetz, R., and R. Mather. 1996. Impact of Karen villages on the fauna of Thung Yai Naresuan Wildlife Sanctuary: A participatory research project. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. **44**:23-40.

Steinmetz, R., and S. Simcharoen. 2006. Observations of Banded Linsang *Prionodon linsang* at the northern edge of its range, with a review of recent northerly records. Small Carnivore Conservation:29-31.

Sukmasuang, R. 2001. Ecology of barking deer (*Muntiacus* spp.) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. Page 199. Kasetsart University, Bagkok.

The Thai Meteorological Department. 2005. Rainfall and Temperature of Thomg Pha Phum and Um Phang between 1997 and 2005. The Thai Meteorological Department, Bangkok, Thailand.

Van de Bult, M. 2003. The vegetation and flora of the Western Forest Complex using rapid ecological assessment and vegetation types description in the WEFCOM area. Page 60. Western Forest Complex Ecosystem Management Project, National Park, Wildlife and Plant Conservation Department, Bangkok.

Van Rompaey, H. 1993. The Banded linsang, *Prionodon linsang.* Small Carnivore Conservation **9**:11-15.

Venkataraman, A. B., R. Arumugam, and R. Sukumar. 1995. The foraging ecology of dhole (*Cuon alpinus*) in Mudumalai Sanctuary, southern India. Journal of Zoology **237**:543-561.

Venkataraman, M., K. Shanker, and R. Sukumar. 2005. Small mammal communities of tropical forest habitats in Mudumalai Wildlife Sanctuary, southern India. Mammalia **69**:349-358.

Walker, S., and A. Rabinowitz. 1992. The small mammals community of a dry-tropical forest in central Thailand. Journal of Tropical Ecology **8**:57-71.

Walston, J. L., and J. W. Duckworth. 2003. The first record of Small-toothed Palm Civet *Arctogalidia trivirgata* from Cambodia, with notes on surveying this species. Small Carnivore Conservation **28**:12-13.

Williams, B. K., J. D. Nichols, and M. J. Conroy 2002a. Analysis and management of animal populations: modeling, estimation, and decision making. Academic Press.

Williams, S. E., and H. Marsh. 1998. Changes in small mammal assemblage structure across a rain forest/open forest ecotone. Journal of Tropical Ecology **14**:187-198.

Williams, S. E., H. Marsh, and J. Winter. 2002b. Spatial scale, species diversity, and habitat structure: small mammals in Australian tropical rain forest. Ecology **83**:1317–1329.

Zaw, T., S. Htun, S. H. T. Po, M. Maung, A. J. Lynam, K. T. Latt, and J. W. Duckworth. 2008. Status and distribution of small carnivores in Myanmar. Small Carnivore Conservation **38**:2-28.

Zhou, Y., J. Zhang, E. Slade, L. Zhang, F. Palomares, J. Chen, X. Wang, and S. Zhang. 2008. Dietary shifts in relation to fruit availability among masked palm civets (*Paguma larvata*) in central China. Journal of Mammalogy **89**:435-447.

คำกล่าวปิด

การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12

โดย

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.วิสุทธิ์ ใบไม้

ผู้อำนวยการโครงการ BRT

ผมขอขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 ทุกท่าน ที่ได้อยู่ร่วมงานมาจนถึงวันสุดท้ายของการประชุมฯ ซึ่งถือเป็นกิจกรรมสำคัญอีกครั้งหนึ่งที่เราได้มาร่วมเรียนรู้และแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะร่วมกัน อีกทั้งยังได้รับฟังการนำเสนอผลงานทางวิชาการและการสรุปบทเรียนจากการประชุมฯ ตลอดเวลา 3 วันที่ผ่านมา ซึ่งมีนักวิจัย นิสิต นักศึกษา ในโครงการ BRT หลายท่านได้นำเสนอผลงานทางวิชาการที่หลากหลายและน่าสนใจอย่างมาก

หลายท่านคงทราบแล้วว่าเมื่อเดือนกันยายน 2551 ที่ผ่านมา วงการวิชาการด้านชีววิทยาได้สูญเสียนักวิจัยคนสำคัญของประเทศไทยไป คือ ดร.จารุจินต์ นภีตะภัฏ ซึ่งเป็นนักธรรมชาติวิทยาชั้นแนวหน้าของไทยที่ได้ทำคุณประโยชน์ให้กับประเทศชาติอย่างมากมาย ดร.จารุจินต์ เป็นผู้ที่มีความรอบรู้และมีความเชี่ยวชาญในการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชและสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานและแมลง

การดำเนินงานของโครงการ BRT ปีนี้ครบรอบ 13 ปีแล้ว เหลือเวลาอีก 2 ปี ก็จะครบกำหนดเวลาการดำเนินงานในระยะที่ 3 ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายที่โครงการ BRT ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.)ให้ดำเนินการด้านการศึกษาวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพและสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ จึงมักมีคำถามตามมาว่าเมื่อครบ 15 ปีแล้ว โครงการ BRT จะเดินหน้าต่อไปในทิศทางใด ผมขอเรียนให้พวกเราทราบว่าตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ผลงานที่เกิดจากการดำเนินงานของโครงการ BRT ล้วนเกิดจากความร่วมมือร่วมใจของนิสิต นักศึกษาและนักวิจัย/นักวิชาการทุกท่าน ถ้าย้อนกลับไปดูการดำเนินงานในระยะแรกเริ่มนั้นจะเห็นว่ามีนักวิจัยระดับอาวุโสเป็นผู้นำและบุกเบิกการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพ และต่อมาได้มีการพัฒนาบุคลากร นักศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาเอกรุ่นใหม่จำนวนมากขึ้นเพื่อให้เข้ามามีส่วนช่วยขับเคลื่อนการวิจัยแทนที่นักวิจัยอาวุโส โดยจะเห็นได้จากการประชุมฯ ในครั้งนี้ มีจำนวนนักศึกษาที่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการ BRT เข้าร่วมมากกว่าอาจารย์อาวุโส ซึ่งถือว่าเป็นแนวโน้มที่ดีที่สะท้อนให้เห็นว่าวงการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพจะมีบุคลากรรุ่นใหม่เข้ามารับช่วงการศึกษาวิจัยต่อไปอย่างราบรื่น ซึ่งจะช่วยกันสร้างสรรค์องค์ความรู้และสร้างความเข้มแข็งให้กับวงการวิจัยในประเทศไทยได้อย่างมาก

การศึกษาวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพเป็นเรื่องที่ไม่มีที่สิ้นสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและยังรอคอยการค้นพบอีกเป็นจำนวนมาก ทรัพยากรชีวภาพเหล่านี้ล้วนมีคุณค่าที่จะนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดเพื่อการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และการอนุรักษ์ งานวิจัยพื้นฐานด้านความหลากหลายทางชีวภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายมิติ เช่น การนำสาหร่ายไปใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมและเชิงพลังงานทดแทน ซึ่งทำการศึกษา โดย ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์ แม้ว่าจะเป็นเพียงแค่การเริ่มต้น แต่แนวคิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพดังกล่าวจะสามารถขยายผลออกไปได้ เพียงแต่ต้องอาศัยระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้พื้นฐาน และความมุ่งมั่นอดทนของนักวิจัย แต่ในบางครั้งผู้บริหารระดับสูงอาจจะมีความมุ่งหวังให้ได้ผลงานต่างๆ สำเร็จเห็นผลได้ในเวลาอันรวดเร็ว จึงทุ่มงบประมาณจำนวนมากสนับสนุนการวิจัยประยุกต์ และเร่งรัดให้เกิดผลสำเร็จอย่างรวดเร็วทันใจ โดยไม่คำนึงถึงการพัฒนาองค์ความรู้เพื่อสร้างความเข้มแข็งและความยั่งยืนของงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งโดยส่วนตัวแล้วผมไม่เห็นด้วยกับวิธีการ “ชิงสุกก่อนห่าม” ดังกล่าว เพราะมันเป็นการพัฒนาที่ไม่ยั่งยืน มีสุภาษิตจีนบทหนึ่งที่กล่าวไว้ว่า “การเดินทางขึ้นสู่ยอดเขา สามารถขึ้น

ไปได้หลายทาง บางคนต้องการขึ้นสู่ยอดเขาในเวลาอันรวดเร็วก็ใช้วิธีการเดินตรงขึ้นทางชันซึ่งต้องใช้พลังงานมาก และไม่ได้มีโอกาสได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ ของภูเขานั้นเท่าไหร่นัก แต่บางคนต้องการเดินเลาะไปตามไหล่เขาค่อยๆ เดินไปโดยไม่ต้องใช้แรงมากนักพอเหนื่อยก็พักตามศักยภาพของตนซึ่งต้องใช้เวลาค่อนข้างมากกว่าจะเดินถึงยอดเขา แต่ระหว่างการเดินทางก็จะได้พบเห็นสิ่งต่างๆ ของภูเขานั้นอย่างมากมายและจะได้เรียนรู้และได้ประสบการณ์จากสิ่งที่ได้พบเห็นเกิดเป็นองค์ความรู้ที่นำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้อย่างยั่งยืน" ซึ่งสอดคล้องกับสุภาษิตไทยที่ว่า "ใจเร็วด่วนได้ไม่สู้ดี ช้าๆ ได้พล้าเล่มงาม" แล้วพวกเราจะเลือกเดินทางไปสู่เป้าหมายโดยวิธีใด? ผมขอเพิ่มเติมสุภาษิตจีนบทนี้บนพื้นฐานของแนวคิดของคนยุคใหม่ที่หลงใหลในเทคโนโลยีที่หาซื้อได้ไม่ยากซึ่งส่วนใหญ่คงคิดที่จะใช้วิธีจ้างเฮลิคอปเตอร์บินขึ้นตรงไปสู่ยอดเขาในเวลาไม่กี่นาทีโดยไม่ต้องออกแรงแต่ต้องออกเงิน ซึ่งวิธีนี้จะไม่ได้เรียนรู้ธรรมชาติของสิ่งต่างๆ ของภูเขานั้นเลย นั่นคือ การใช้เงินโดยไม่ต้องออกแรงและไม่ได้สร้างปัญญาซึ่งมักนำไปสู่ปัญหาที่แก้ไขได้ยากเหมือนวัวพันหลัก อย่างไรก็ตามคนเรามีความคิดที่หลากหลาย ไม่ว่าท่านจะเลือกใช้วิธีใดในการดำเนินชีวิตและประกอบกิจการงานก็ขอให้ท่านคำนึงถึงการสร้างสรรค์ปัญญาเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมให้ดีที่สุดตลอดจนการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างรู้คุณค่าเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน นี่คือ คุณค่าของการพัฒนามนุษย์ยุคใหม่

งานวิจัยพื้นฐานเพื่อการวิจัยต่อยอดใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ นั้น จำเป็นต้องมีนักวิจัยที่มีความมานะและอดทนจึงจะทำให้ทรัพยากรชีวภาพเหล่านั้นมีคุณค่าขึ้นมาได้ ยังมีทรัพยากรชีวภาพอีกหลายชนิดที่มีคุณค่าและมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น เชื้อรา แมลงแตนเบียน แมลงริ้นดำและไส้เดือนกิ้งกือ สามารถนำข้อมูลพื้นฐานมาศึกษาวิจัยต่อยอดและพัฒนาไปใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ การเกษตรหรือทางอุตสาหกรรมได้ การศึกษาหาความรู้ชีววิทยาพื้นฐานของหิ่งห้อยและพฤติกรรมการเกี้ยวพาราสีของนกก็สามารถนำไปสู่การพัฒนาการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศหรือการอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพให้คงอยู่อย่างยั่งยืน

ด้วยเจตนาที่ดีของผู้สนับสนุนให้เกิดโครงการ BRT คือ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.) ที่อยากจะเห็นความยั่งยืนและความมั่นคงขององค์กรนี้ โดยอยากเห็นโครงการ BRT พัฒนาเป็นองค์กรอิสระที่ได้รับเงินงบประมาณสนับสนุนโดยตรงจากภาครัฐ ซึ่งจะทำให้สามารถดำเนินงานสนับสนุนการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น ในช่วงเวลาที่เหลืออีก 2 ปี โครงการ BRT จะพยายามขับเคลื่อนในเรื่องดังกล่าวให้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในขณะเดียวกันสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ก็กำลังดำเนินการจัดตั้งศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ขึ้นเป็นศูนย์ที่ 9 โดยมีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นแกนนำหลัก ศูนย์ความเป็นเลิศฯ ดังกล่าวจะมีส่วนช่วยยกระดับการสนับสนุนทุนวิจัย และเป็นการเพิ่มพลังขับเคลื่อนงานวิจัยทางด้านนี้ รวมทั้งพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ให้มากขึ้น

ตลอดระยะเวลา 13 ปีที่ผ่านมา โครงการ BRT ได้ขับเคลื่อนและสนับสนุนให้เกิดการสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่ทั้งในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก ประมาณ 600 คน มีผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติในต่างประเทศและในประเทศ ประมาณ 700 เรื่อง สามารถนำข้อมูลและความรู้ไปสู่การใช้ประโยชน์ทั้งในเชิงนโยบาย เชิงพาณิชย์และเชิงการอนุรักษ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลจากโครงการ BRT ได้ถูกนำไปใช้ในการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 ซึ่งเป็นความภาคภูมิใจของโครงการ BRT แม้ว่าข้อมูลการดำเนินงานดังกล่าวจะไม่ได้เป็นที่รับทราบของสื่อมวลชนหรือสาธารณชนเสมือน "การปิดทองหลังพระ" ก็ตามที

ในช่วง 13 ปีที่ผ่านมา ถือได้ว่าโครงการ BRT ได้ทำงานเกินเป้าหมายที่ตั้งไว้ เนื่องจากในตอนเริ่มต้น โครงการ BRT ได้ตั้งเป้าหมายการดำเนินงานไว้เพียง 5 ปี (2539-2543) จากนั้นก็จะส่งมอบให้หน่วยงานอื่นมารับช่วงดำเนินงานต่อไป แต่แล้วกลับได้ดำเนินงานเป็นระยะที่ 2 อีก 5 ปี (2544-2548) และขยายเวลาต่อมาอีก 5 ปี ในระยะที่ 3 (2549-2553) ซึ่งนับว่าเราได้ดำเนินงานมาไกลเกินเป้าหมายที่ตั้งไว้ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลมาจากความร่วมมือทั้งแรงกายและแรงใจของพวกเราทุกคนที่ทำให้ผู้สนับสนุนเงินทุนวิจัยได้เล็งเห็นว่า โครงการ BRT มีส่วนสำคัญที่จะช่วยพัฒนางานวิจัยพื้นฐานด้านชีววิทยาที่สามารถสร้างคนและสร้างปัญญา พัฒนาองค์ความรู้นำไปสู่การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพทั้งในเชิงนโยบาย เชิงพาณิชย์และเชิงการอนุรักษ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและอย่างมีประสิทธิผล

สำหรับในปีหน้า พ.ศ. 2552 เป็นปีที่มีความสำคัญของวงการชีววิทยาทั่วโลก เพราะเป็นปีครบรอบอายุ 200 ปี ของชาร์ลส์ ดาร์วิน ผู้ค้นพบทฤษฎีวิวัฒนากร ซึ่งถือว่าเป็นการค้นพบที่ยิ่งใหญ่ไม่น้อยไปกว่าการค้นพบของนิโคลาส โคเปอร์นิคัส ที่พบว่าโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วินทำให้นักวิชาการทั่วโลกรับรู้และเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตมากยิ่งขึ้น และทำให้สามารถนำสิ่งมีชีวิตมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งในทางตรงและทางอ้อม สำหรับประเทศไทยซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ก็ควรจะมีการจัดกิจกรรมหรือการจัดประชุมทางวิชาการ เพื่อให้เกิดแรงบันดาลใจในการขับเคลื่อนงานวิจัยชีววิทยาพื้นฐาน และเพื่อเป็นการปลูกจิตสำนึกให้นักวิชาการรุ่นใหม่ได้เล็งเห็นความสำคัญของวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นเรื่องธรรมชาติที่อยู่ใกล้ตัวเรามากที่สุด

สิ่งมีชีวิตต่างๆ ทั้งที่อยู่รอบตัวเรา และแม้กระทั่งภายในตัวเราเองล้วนมีวิวัฒนาการอยู่ตลอดเวลา โดยกระบวนการวิวัฒนาการร่วม (Co-evolution) โดยการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดตามสภาพสมดุลของธรรมชาติเป็นปรากฏการณ์ที่เราเห็นอยู่เสมอทั้งแบบซิมไบโอซิส แบบปรสิตและแบบพึ่งกันแต่มีความสำคัญต่อการดำรงอยู่ของสรรพชีวิตบนโลกนี้ ในประเทศที่พัฒนาแล้วจะให้ความสำคัญกับเรื่องวิวัฒนาการอย่างมาก โดยการทบทวนสิ่งที่มนุษย์ได้กระทำต่อธรรมชาติและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์เองและต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาจจะนำไปสู่การสูญพันธุ์ของสรรพชีวิตรวมทั้งมนุษย์ด้วย นักวิชาการชั้นนำของโลกได้คาดการณ์ว่าการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ (Mass Extinction) คราวต่อไปอาจจะเป็นการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ ครั้งที่ 6 หลังจากการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ 5 ครั้งที่ผ่านมา โดยเฉพาะครั้งล่าสุดที่เกิดขึ้นกับไดโนเสาร์และสิ่งมีชีวิตนานาชนิด เมื่อประมาณ 65 ล้านปีที่ผ่านมา โดยการสูญพันธุ์ในครั้งนั้นเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติเท่านั้น แต่การสูญพันธ์ครั้งที่ 6 นี้ น่าจะเกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมที่มนุษย์ก่อขึ้นมาเองรวมทั้งปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ

ผมต้องขอขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมฯ ทุกท่านที่ได้มาเรียนรู้ร่วมกันตลอด 2 วัน ที่ผ่าน ผมขอให้ทุกท่านได้กลับไปทบทวนในสิ่งที่ได้เรียนรู้และสิ่งที่เกิดขึ้นรอบตัวในช่วงการประชุมฯ เพื่อช่วยกันคิดและร่วมกันทำในสิ่งที่สร้างสรรค์ปัญญาและการพัฒนามิตรภาพระหว่างกัน เพื่อสืบสานความสมานฉันท์ให้เกิดเป็นพลังขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศบนฐานความรู้ต่อไป

การประชุมฯ ครั้งนี้อาจจะมีข้อบกพร่องอยู่บ้างก็ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย เนื่องจากฝ่ายเลขานุการโครงการ BRT เหลือบุคลากรอยู่เพียงแค่ 5 คน เท่านั้น แต่ต้องทำงานในทุกด้าน ตั้งแต่การเตรียมเอกสาร BRT Magazine รายงานประจำปี (Annual Report) บันทึกการประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT (Proceedings) ฯลฯ ซึ่งต้องใช้เวลาเตรียมงานนาน 2-3 เดือน ดังนั้น เอกสารที่แจกในการประชุมฯ ครั้งนี้ จึงมีคุณค่าทางวิชาการที่ทุกท่านควรจะกลับไปนั่งอ่านทบทวนและเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น

ผมขอขอบคุณฝ่ายเลขานุการโครงการ BRT ที่ทำงานด้วยความมุ่งมั่นและเสียสละ รวมทั้งจัดการเรื่องต่างๆ สำหรับการประชุมฯ ครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผมขอขอบคุณท่านทั้งหลายทั้งคณาจารย์ นักวิจัย นิสิต นักศึกษาที่มาช่วยกันตั้งแต่วันแรกจนถึงวันนี้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความร่วมมือร่วมใจและความสามัคคีมีความเอื้ออาทรซึ่งกันและกันมาโดยตลอด จนทำให้การประชุมฯ ครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผมขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่ให้เกียรติเป็นเจ้าภาพร่วม และให้ความช่วยเหลือในทุกเรื่องเป็นอย่างดี และที่สำคัญ ผมต้องขอขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมฯ ทุกท่านที่ได้มาร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แสดงข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาวิธีคิดร่วมกันเพื่อสร้างสรรค์ปัญญาที่จะนำไปสู่การพัฒนาการวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพให้เกิดดอกออกผลมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่โครงการ BRT ปรารถนาอยากให้เกิดขึ้นในประเทศไทย

สุดท้ายนี้ผมขออวยพรให้ทุกท่านเดินทางกลับภูมิลำเนาเดิมโดยสวัสดิภาพ และเตรียมตัวเตรียมใจสำหรับการเข้าร่วมงานประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งต่อไป ซึ่งยังไม่ทราบว่าจะจัดที่ไหน แต่ที่แน่นอน คือ ยังคงจัดในช่วงเดือนตุลาคมเหมือนเช่นเคย แล้วพบกันใหม่ในปีหน้า ขอบคุณทุกท่านครับ

กำหนดการ

การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12

ความหลากหลายทางชีวภาพกับการไขปริศนาสิ่งมีชีวิต : Biodiversity and Solved Mystery of Life

วันที่ 10-13 ตุลาคม พ.ศ. 2551 ณ ห้องประกายเพชร โรงแรมไดมอนด์พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จัดโดย โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT)

และมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

วันพฤหัสบดีที่ 9 ตุลาคม 2551

13.00-17.00 ลงทะเบียนและติดโปสเตอร์

วันศุกร์ที่ 10 ตุลาคม 2551

08.00-09.00 ลงทะเบียน

09.00-09.30 **พิธีเปิดประชุม** *โดย ฯพณฯ อำพล เสนาณรงค์ องคมนตรี*
กล่าวรายงาน *โดย ศ.ดร.วิสุทธิ์ ใบไม้ ผู้อำนวยการโครงการ BRT*
กล่าวเปิดการประชุม *โดย ฯพณฯ อำพล เสนาณรงค์ องคมนตรี*
กล่าวต้อนรับ *โดย อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี*

09.30-10.00 **การแสดงศิลปวัฒนธรรมพื้นบ้าน**

10.00-10.30 อาหารว่าง

10.30-11.20 บรรยายพิเศษ **“เตรียมเข้าสู่ปีแห่งวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต – ครบรอบ 200 ปี ชาร์ลส์ ดาร์วิน”** *โดย ศ.ดร.มรกต ตันติเจริญ ผู้ช่วยผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ*

11.20-12.10 บรรยายพิเศษ **"What millipede can teach us about evolution, biogeography - and legs?"** *โดย Prof. Henrik Enghoff, Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Denmark*

12.10-13.30 อาหารกลางวัน

13.30-14.10 บรรยายพิเศษ **“ยุคหลังจีโนมข้าว : ไขปริศนาวิวัฒนาการจากข้าวป่าสู่ข้าวเหนียวและข้าวเจ้า”** *โดย รศ.ดร.ปรีชา ประเทพา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*

14.10-14.50 บรรยายพิเศษ **“แกะรอยบรรพบุรุษมนุษย์”** *โดย ดร.เยาวลักษณ์ ชัยมณี กรมทรัพยากรธรณี*

14.50-15.05 เปิดตัวหนังสือ “**พรรณไม้ที่พบครั้งแรกของโลกในประเทศไทย”** *โดย ดร.ปิยะ เฉลิมกลิ่น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*

15.05-15.40 อาหารว่าง

15.40-16.10 บรรยายพิเศษ **“การทบทวนงานวิจัยค้างคาวและการค้นพบค้างคาวรายงานใหม่ของไทย 8 ชนิด”** *โดย ดร.สาระ บำรุงศรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*

16.10-16.40 บรรยายพิเศษ **“ปีแห่งการอนุรักษ์กบ : วิกฤตการสูญพันธุ์และบัญชีแดง”** *โดย ผศ.ดร.วิเชฎฐ์ คนซื่อ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

16.40-18.00 ชมโปสเตอร์และนิทรรศการ

18.00-21.00 **งานเลี้ยงรับรอง “Be a Friend of Frogs”** *โดย ผศ.ดร.วิเชฎฐ์ คนซื่อ และคณะ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

วันเสาร์ที่ 11 ตุลาคม 2551

09.00-09.50 บรรยายพิเศษ **"Earthworm : their diversity and applications to science and technology"** *โดย Dr. Samuel James, University of Kansas, USA*

09.50-10.30 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง **"วิวัฒนาการแบบอสมมาตรของหอยทากบกสวยงามสกุล Amphidromus"** และเปิดตัวหนังสือ **"หอยทากบกที่อุทยานแห่งชาติเขานัน"** *โดย ศ.ดร.สมศักดิ์ ปัญหา และ ดร.จิรศักดิ์ สุจริต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

10.30-11.00 อาหารว่าง

11.00-11.30 เสนอผลงานวิจัย **"พันธุศาสตร์เชิงประชากรของยุงก้นปล่องกลุ่มซับซ้อนชนิด *Anopheles barbirostris* ในประเทศไทย"** *โดย ศ.ดร. เวช ชูโชติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*

11.30-12.00 เสนอผลงานวิจัย **"ความขัดแย้งและภาวะพึ่งพาระหว่างมนุษย์กับลิงแสม"** *โดย รศ.ดร.สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

12.00-13.30 อาหารกลางวัน

โปรแกรมพิเศษ

1. การประชุมวิชาการโครงการ BRN (Bioresource Research Network)

9.30–9.40 **กล่าวเปิดการประชุมวิชาการโครงการ BRN** *โดย ศ.ดร.ยอดหทัย เทพธรานนท์ หัวหน้าโครงการ BRN*

9.40–10.10 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง **การศึกษาคุณสมบัติสารกรองเชื้อของแบคทีเรียที่แยกได้จากอากาศที่มีฤทธิ์ต้านสแตปฟิลโลคอคคัสที่ดื้อยาเมธิซิลลิน** *โดย ดร.มณฑล เลิศคณาวนิชกุล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*

10.10–10.40 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง **"องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพจากรากมะพอก"** *โดย ดร.อภิรักษ์ พันธุมชัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*

10.40–11.00 อาหารว่าง

11.00–11.30 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง **การแยกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก *Hedychium ellipticum* และ *Hedychium gardnerianum*** *โดย ดร.นุชนิภา นันทะวงศ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*

11.30 – 12.00 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง **องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพจากรากมะแตกต้น** *โดย อ.นิคม วงศา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*

12.00–13.30 อาหารกลางวัน

13.30–14.00 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง **องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพจากใบกัดลิ้น** *โดย อ.ณัฐวุฒิ สุไชยชิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา*

14.00–14.30 เสนอผลงานวิจัยเรื่อง **การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกิ่งมะคังแดง (*Dioecrescis erythroclada* (Kurz) Tirveng) และฤทธิ์ทางชีวภาพ** *โดย อ.แพทอง ศรีแก่นจันทร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตสกลนคร*

14.30–15.00 **ประสบการณ์งานวิจัยและเรื่องเล่าจากหัวหน้า node ภาคใต้** *โดย รศ.ดร เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*

15.00–15.30 อภิปราย

2. ชุดโครงการป่าเมฆ-เขานัน อุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

13.30-14.00 เสนอผลงานวิจัย **"ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของพรรณไม้ในป่าเมฆและอุทยานแห่งชาติเขานันกับผลกระทบจากภาวะโลกร้อน"** *โดย ศ.ดร.ทวีศักดิ์ บุญเกิด จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

14.00-14.30 เสนอผลงานวิจัย **"ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของมดในอุทยานแห่งชาติเขานัน"** *โดย รศ.ดร.ศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*

14.30-15.00 เสนอผลงานวิจัย **"ความหลากหลายทางชีวภาพและชีพลักษณ์ของพืชวงศ์มะเดื่อ-ไทรกับความหลากชนิดของสัตว์ที่กินผลมะเดื่อ-ไทรบางชนิด ในอุทยานแห่งชาติเขานัน"** *นายภาณุมาศ จันทร์สุวรรณ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ*

15.00-15.30 อาหารว่าง

15.30-16.10 เสนอผลงานวิจัย **"ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของผีเสื้อกลางวันและผีเสื้อกลางคืนในอุทยานแห่งชาติเขานัน"** *โดย ดร.นันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* และ *นายวียะวัฒน์ ใจตรง องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ*

16.10-16.50 **เสนอผลงานวิจัยที่ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขานันและการตรวจวัดภูมิอากาศที่เชื่อมโลกกับภาวะโลกร้อน** *โดย ผศ.ดร.มัลลิกา เจริญสุธาสินี และ ผศ.ดร.กฤษณะเดช เจริญสุธาสินี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*

3. ชุดโครงการหาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราช : การใช้สิ่งมีชีวิตในทะเลเป็นดัชนีชี้วัดสิ่งแวดล้อมและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

13.30-14.00 เสวนา **"กลุ่มฟองน้ำ เพรียงหัวหอม และเอคไคโนเดิร์ม"** *โดย ดร.สุเมตต์ ปุจฉาการ มหาวิทยาลัยบูรพา และนางสาวอารมณ์ มุจรินทร์ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ*

14.00-14.30 เสวนา "**กลุ่มทากเปลือยและกัลปังหา"** *โดย ผศ.ดร.สุชนา ชวนิชย์ และ ผศ.ดร.วรณพ วิยกาญจน์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

14.30-15.00 เสวนา **"กลุ่มหญ้าทะเล สาหร่ายทะเล ราทะเล และข้อมูลคุณภาพน้ำ"** *โดย ผศ.ดร.อัญชนา ประเทพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ดร.จริยา สากยโรจน์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และ ดร.สุปิยนิตย์ ไม้แพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*

15.00-15.30 อาหารว่าง

15.30-16.00 เสวนา **"แนวปะการังและปลา"** *โดย นางสาวศรีสกุล ภิรมย์วรากร และ นายจิระพงศ์ จีวรงคกุล องค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล (WWF)*

16.00-17.00 ระดมความคิดเห็น และจัดทำ Agenda อนาคตของอำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช

4. กลุ่มนักวิจัยนิเวศวิทยารุ่นใหม่

13.30-14.00 บรรยายพิเศษ **"What is ecology research?"** *โดย Prof. Warren Y. Brockelman ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ*

14.00-14.20 เสนอผลงานวิจัย **"ความหลากหลายทางชีวภาพ การสร้างรัง และการแบ่งปันทรัพยากรอาหารของชันโรง"** *โดย นายธัชคณิน จงจิตวิมล นิสิตปริญญาเอก มหาวิทยาลัยนเรศวร*

14.20-14.40 เสนอผลงานวิจัย "**พื้นที่ชุ่มน้ำมหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา และศักยภาพในการพัฒนาบทปฏิบัติการนิเวศวิทยาระดับปริญญาตรี"** *โดย นางสาวจุฑามาศ สุคนธปฏิภาค นิสิตปริญญาเอก มหาวิทยาลัยมหิดล*

14.40-15.00 เสนอผลงานวิจัย **"ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อนกชายเลนที่อพยพมาใช้พื้นที่อ่าวไทยตอนใน"** *โดย นายศิริยะ ศรีพนมยม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*

15.00-15.30 อาหารว่าง

15.30-15.50 เสนอผลงานวิจัย **"การตอบสนองของสาหร่ายทะเลต่อการลดลงของสัตว์กินพืชและการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารอาหาร, การเติบโต, การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และการสร้างสารเคมีเพื่อป้องกันตัว"** *โดย นางสาวจารุวรรณ มะยะกูล นิสิตปริญญาเอก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*

15.50-16.10 เสนอผลงานวิจัย **"สัตว์ผู้ล่าขนาดเล็กที่ทุ่งใหญ่นเรศวร"** *โดย นายวัลลภ ชุติพงศ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*

16.10-16.30 Special Talk **"Careers in ecology--opportunities for the present & the future"** โดย *ดร.จอร์จ เอ เกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*

วันอาทิตย์ที่ 12 ตุลาคม 2551

09.00-09.30 บรรยายพิเศษ **"สาหร่ายกับพลังงานทางเลือก"** *โดย ดร.อาภารัตน์ มหาขันธ์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*

09.30-10.00 เสนอผลงานวิจัย **"ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของริ้นดำในเขตภาคเหนือและภาคใต้ของไทย"** *โดย ดร.เสน่ห์ จิตต์กลาง มหาวิทยาลัยมหิดล*

10.00-10.30 อาหารว่าง

10.30-11.00 เสนอผลงานวิจัย **"พฤติกรรมการค้นหาศัตรู และวางไข่ของแตนเบียน เพื่อการควบคุมและกำจัด"** *โดย รศ.ดร.สังวรณ์ กิจทวี มหาวิทยาลัยมหิดล*

11.00-11.30 เสนอผลงานวิจัย **"จากการเพาะเลี้ยงสู่การอนุรักษ์ : ความสามารถในการปรับตัวของหิ่งห้อยน้ำจืดชนิด *Luciola aquatilis*"** *โดย ดร.อัญชนา ท่านเจริญ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

11.30-12.00 เสนอผลงานวิจัย **"ระบบสืบพันธุ์แบบ cooperative breeding ของนกปรอดโอ่งเมืองเหนือที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่"** *โดย นางสาววังวร สังฆเมธาวี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*

12.00-12.20 แจกรางวัลโปสเตอร์ดีเด่น

12.20-12.30 **สรุปและปิดการประชุม** *โดย ศ.ดร.วิสุทธิ์ ใบไม้ ผู้อำนวยการโครงการ BRT*

12.30-14.00 อาหารกลางวันและอาหารว่าง

วันจันทร์ ที่ 13 ตุลาคม 2551 ทัศนศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ
ดูโลมาที่หาดขนอม - หมู่เกาะทะเลใต้

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 12 โรงแรมไดมอนด์ พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ชื่อ–สกุล	สังกัด	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
Miss.Alice Huyhes	มอ.	-	-	AH3881@Bristol.ac.uk
Mr.Andrew Pierce	มจธ.	0-2470-7571	0-2452-3455	andyp67@gmail.com
Mr.Bjarke Ferchland	มช.	-	0-5321-2625	dedde@dsr.kvl.dk
Mr.Gareth Jones	ศช.	-	-	-
Mr.George Gale	มจธ.	-	-	-
Mr.Henric Enghoff	จุฬาฯ	-	-	-
Mr.James Steward	มหิดล	-	0-2673-0049	j17steward@hotmail.com
Mr.Samuel James	จุฬาฯ	-	-	-
Mr.Warren Brockelman	มหิดล	0-2564-7000	0-2564-6607	wybrock@cscoms.com
นางสาวกนกศรี ทัศนาทัย	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	tasanatai@boitec.or.th
นางสาวกนกอร ศรีม่วง	มฟล.	-	-	kanok_orn2002@yahoo.com
นางสาวกมลทิพย์ กสิภาร์	มรภ.นครราชสีมา	-	-	kamoltip_2@hotmail.com
นางสาวกมลลักษณ์ วงษ์โก	กทธ.	-	-	uree40@yahoo.com
นายกรกช พบประเสริฐ	มจธ.	0-2470-7571	0-2452-3455	korakoch_pop@hotmail.com
นางสาวกรรณิการ์ สกุลณี	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	Top-Pooy@hotmail.com
นางสาวกริ่งผกา วังกุลางกูร	มอ.	0-7428-8064	0-7421-2917	kringpaka@hotmail.com
นายกฤตธัช โชติชนะเดชา	กรมพัฒนาการแพทย์ฯ	0-2591-1095	0-2591-1095	kritta@dtam.moph.go.th
นายกฤษณะเดช เจริญสุธาสินี	มวล.	0-7567-2038	-	krisanadej@gmail.com
นางก่องกานดา ชยามฤต	กอส.	0-2561-4292	0-2561-4292	kchayama@mozart.inet.co.th
นางสาวกัญญวิมว์ กีรติกร	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นางสาวกาญจนา โมธินา	มธ.ศูนย์รังสิต	0-2564-4444	0-2564-4500	pure12121@gmail.com
นางสาวกาญจนา วงค์กุณา	มช.	0-5394-3346	0-5389-2259	kanjanawongkuna@hotmail.com
นางกาญจนา เชียงทอง	มรภ.กาญจนบุรี	0-3463-3019	0-3463-3019	chiangthong@hotmail.com
นายเกรียงศักดิ์ ปรีชา	ร.ร.ท้องเนียนคณาภิบาล	0-7575-4046	0-7575-4046	k2_1234@hotmail.com
นางสาวเกษศิรินทร์ รัทจร	มอ.	-	-	kedsirin_p@hotmail.com
นางสาวขวัญข้าว สิงหเสนี	มช.	0-5341-4109	0-5321-2625	k_sinhaseni@hotmail.com
นางวัญนรี กล้าปราบโจบ	มรภ.กาญจนบุรี	0-3463-3239	0-3463-3239	KAWANNAREE2992@hotmail.com
นายขวัญประเสริฐ พันธุ์ชัย	มรภ.นครราชสีมา	0-4425-4000	0-4427-2939	t_kw@hotmail.com
นายคณิต สุวรรณบริรักษ์	จุฬาฯ	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นายคมศร เลาห์ประเสริฐ	กทธ.	-	-	-
นายคำรณ เลียดประถม	มก.	-	0-3827-2143	kumron57@gmail.com
นายจรงค์ศักดิ์ พุมนวน	สจล.	0-2737-3000	0-2326-4308	kpjarong@kmitl.ac.th
นางสาวจรส พินจงสกุลดิษฐ	มวล.	0-7567-2085	0-7567-2004	pjaros@wu.ac.th
นางสาวจริยา สากยโรจน์	ศช.	0-2564-6666	0-2564-6707	jariyask@biotec.or.th
นายจักรกฤช ดอกกะเบา	สจล.	-	-	ya_389@hotmail.com
นางสาวจักรภัทร ดุลยพัชร์	มอ.	-	-	chakkraphat@hotmail.com
นางสาวจันทร์จิรา แสงเกตุ	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	-
นางสาวจารุวรรณ มะยะกูล	มอ.	-	0-7421-2917	jmayakun@hotmail.com
นางสาวจารุวรรณ จันทร์เพ็ญ	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	-
นางสาวจิตวดี ขุนวงษา	มจธ.	0-2470-7571	0-2452-3455	or_boxbox@hotmail.com
นางสาวจินรภา โพธิกสิกร	มหิดล	0-2201-5537	0-2644-5411	pyjpt@mahidol.ac.th
นางจิรนันท์ เตชะประสาน	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	jiranan@biotec.or.th
นางสาวจิรพันธ์ ศรีทองกุล	วว.	0-2577-9004	0-2577-9009	j_i_s_r_i@hotmail.com

ชื่อ–สกุล	สังกัด	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
นายจิรศักดิ์ สุจริต	จุฬาฯ	0-2218-5273	0-2218-5273	-
นายจิระพงศ์ จีวรงคกุล	WWF ประเทศไทย	0-7643-4090	-	jirapong_j@hotmail.com
นางสาวจิราพร โพธิ์งาม	มรภ.กาญจนบุรี	0-3463-3019	0-3463-3019	jiphongam@yahoo.com
นางสาวจิรารัช ศรีจันทร์งาม	จุฬาฯ	0-2218-5251	0-2218-5386	Jirarach@yahoo.com
นางสาวจุญจะรา ทุยไชสง	AIT	0-2524-5639	0-2524-5625	st102850@ait.ac.th
นางสาวจุฑามาศ สุคนธปฏิภาค	มหิดล	0-2201-5279	0-2354-7161	tae_chu@yahoo.com
นางใจทิพย์ ศรีษาคำ	ร.ร.พิมพ์รัฐประชาสรรค์	0-4460-5044	0-4460-5044	jojung_ohmsave@hotmail.com
นายฉัตรชัย งามเรียบสกุล	มวล.	0-7567-2037	0-7567-2037	nokchatchai@hotmail.com
นายเฉลิมพล บุญสม	มอ.	0-7428-8507	0-7421-2917	C_bunsom@hotmail.com
นายเฉลิมพล สุวรรณภักดี	สจล.วิทยาเขตชุมพร		-	PP_SCKU56@yahoo.com
นางสาวชนิดา สงวนทรัพย์	จุฬาฯ	0-2218-5502	0-2218-5502	tangmo_72@hotmail.com
นางสาวชนิตา บุญมาก	มก.	0-2758-0634	-	chanita.boonmak@gmail.com
นางสาวชมชิด อิ่มวิทยา	AIT	0-2524-5577	0-2524-5597	st103467@ait.ac.th
นางสาวชมพูนุท จรรยาเพศ	กวก.	0-2579-5583	0-2942-7699	chanyapate@yahoo.com
นางสาวชลิดา ชะม้อย	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	sai_oke@hotmail.com
นายชวพิชญ์ ไวทยการ	มช.	0-5327-8837	0-5389-2259	schwarzir@hotmail.com
นายชวลิต วิทยานนท์	WWF ประเทศไทย	0-2524-6128	0-2524-6134	chavalitv@wwfgreatermekong.org
นายชัชวาล ใจซื่อกุล	จุฬาฯ	0-2218-5256	0-2218-5256	chatchawan.c@chula.ac.th
นายชายฉัตร์ บุญญานุสิทธิ์	มรภ.นครราชสีมา	0-4444-1270	0-4427-2939	chaichat2001@yahoo.com
นางชุติมา วัฒนะชุมพล	มรภ.นครราชสีมา	-	-	-
นายเชิดศักดิ์ เกื้อรัตข์	มช.		-	kuaraksa@hotmail.com
นางสาวฐิติมา นิยมศิลป์ชัย	มก.	-	-	titima_022@yahoo.com
นางสาวณฐินี สุวรรณสิงห์	มธ.ศูนย์รังสิต	0-2564-4444	0-2564-4500	snatinee@tu.ac.th
นายณภัทร กิตติพนังกุล	มวล.	0-7567-2605	0-7567-2004	npk9301@gmail.com
นายณรงค์ รักเคี่ยน	อช.เขานัน	-	-	-
นางณัชชา วิสุทธิเทพกุล	กอส.	0-2561-0777	0-2579-9576	v_ping2501@hotmail.com
นางสาวณัฏฐวดี ภูคำ	มก.	-	-	natthaini@hotmail.com
นายณัฐวุฒิ รุ่งจินดามัย	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	nattawut.run@biotec.or.th
นายณัฐวุฒิ สุไชยชิต	มทร.อีสานนครราชสีมา	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นางสาวดวงนภา ปานจรูญรัตน์	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	-
นางสาวดาภะวัลย์ คำชา	มจธ.	-	0-2452-3455	daphawan@hotmail.com
นางสาวดาราพร รินทะรักษ์	กวก.	0-2579-4535	0-2942-7699	porn_rada@yahoo.com
นายดำรงค์ โลหะลักษณาเดช	กวก.	0-7527-4151	0-7527-4159	dumronglo@yahoo.co.th
นางเดือนนภา คงเพชร	ร.ร. ชุมชนบ้านบางโหนด	0-7552-8041	0-7552-8041	banbangnod@gmail.com
นายต่อศักดิ์ สีสานันท์	จุฬาฯ	0-2218-5508	0-2218-5502	tosak.s@chula.ac.th
นางเต็มดวง รัตนทัศนีย	มหิดล	0-2800-2840	0-2441-0250	-
นางสาวเตือนจิต ศรีทองช่วย	มอ.	-	-	t.sritongchuay@gmail.com
นายถวิล ชนะบุญ	มมส.	0-4375-4322	-	tawin.c@msu.ac.th
นางทรรศนียา ศักดิ์ดี	มทษ.	0-2649-5000	0-2260-0127	dhasa@swu.ac.th
นายทวีศักดิ์ บุญเกิด	จุฬาฯ	0-2218-5505	0-2218-5502	bthawees@gmail.com
นายทศวรรณ เทวกุล	วังสวนผักกาด	-	-	thoswan@gmail.com
นางสาวทิพย์ทิวา สัมพันธมิตร	มทษ.วิทยาเขตพัทลุง	0-7469-3992	0-7469-3992	tiptiwa_7@hotmail.com
นางทิพวรรณ รัตนกิจ	สวทช.	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นายโทมัสโซ ซาวีนี	มจธ.	0-2470-7555	0-2452-3455	tommaso.sav@kmutt.ac.th
นายธวัชชัย สุ่มประดิษฐ	มน.	0-5526-1000	0-5526-1197	tawatchais@nu.ac.th

ชื่อ–สกุล	สังกัด	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
นายธัชคณิน จงจิตวิมล	มน.	0-5526-1000	0-5526-1000	jongjitvimol_t@hotmail.com
นางสาวธิดา แสนยะมูล	กทธ.	-	-	-
นายธีรพงษ์ วางอภัย	สจล.	-	-	teerapong_wang@hotmail.com
นายธีระ แซ่เลี้ยว	อช.เขานัน	-	-	-
นางสาวธีระพันธ์ โชคอุดมชัย	มรภ.กาญจนบุรี	0-3463-3239	0-3463-3239	-
นายนพแก้ว เจริญทิพากร	มอ.วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี	-	-	nopphakaew@yahoo.com
นายนพดล กิตนะ	จุฬาฯ	0-2218-5370	0-2218-5256	ukitaua@hotmail.com
นายนพดล คงกฤตยาพันธ์	มก.	0-2942-7499	0-2942-7499	nkongkittayapun@yahoo.com
นางสาวนพรัตน์ วานิชสุขสมบัติ	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นางสาวนพวรรณ ถาวรประเสริฐ	มรภ.กาญจนบุรี	0-3463-3018	0-3463-3018	tnoppawan@hotmail.com
นายนภนต์ กล่อมเกล้า	มวล.	-	-	deaw4232@hotmail.com
นายนราธิป จันทรสวัสดิ์	จุฬาฯ	0-2218-5266	0-2218-5267	naratip_chan@yahoo.co.th
นายนรินทร์ พรินทรากุล	มช.	-	-	Kame_cobtor@hotmail.com
นางสาวนริศรา คล้ายหิรัญ	มธ.ศูนย์รังสิต	0-2564-4444	0-2564-4500	siknog055@hotmail.com
นางนันทวรรณ เหล่าฤทธิ์	สส.	0-2298-5628	0-2298-5629	nontawan_lourith@hotmail.com
นางสาวนันทวรรณ สุบันตี	กอส.	0-2561-0777	0-256-4824	nsupantee@yahoo.com
นายนันทวัฒน์ ทวีรัตน์	อช.เขานัน	-	-	-
นายนันทศักดิ์ ปิ่นแก้ว	มก.	0-3435-1886	0-3435-1886	pnantasak@yahoo.com
นางสาวนันทิดา สุธรรมวงศ์	มทษ.วิทยาเขตพัทลุง	-	-	nantida63@yohoo.com
นายนิคม วงศา	มรภ.อุดรธานี	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นายนิติ สุขุมาลย์	มจธ.	-	0-2452-3455	niti_230@hotmail.com
นายนิพนธ์ ศรีนฤมล	ร.ร.เตรียมอุดมศึกษา	0-2252-7001	0-2252-7002	Niphon_tu@hotmail.com
Ms.นิรมล รังสยาธร	มน.	0-5446-6666	0-5446-6664	niramolr@hotmail.com
นายนุกูล แสงพันธุ์	วกท.สุพรรณบุรี	0-3559-5055	0-3559-5055	nukul_sae@yahoo.com
นางสาวนุชนิภา นันทะวงศ์	มช.	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นางสาวแน่งน้อย แสงเสน่ห์	มรภ.นครศรีธรรมราช	0-7537-7730	0-7537-7730	-
นางสาวบงกช วิชาชูเชิด	มอ.	0-7428-8067	0-7444-6682	wbongkot@yahoo.com
นางสาวบงกช สาริมาน	ศช.	-	-	-
นางบุญรอด ชลารักษ์	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	-
นายบุญส่ง กองสุข	มข.	-	-	tang_sci@yahoo.com
นางสาวบุปผา ผ่องศรี	มอ.	-	-	zigzagargiope@yahoo.com
นายปฏิพล ดลรุ้ง	มก.	-	-	g4962064@ku.ac.th
นางปณรัตน์ ผาดี	มรภ.มหาสารคาม	0-4372-5439	0-4372-5439	panaratana@hotmail.com
นายประคอง พลขุนทด	มรภ.นครราชสีมา	-	-	-
นายประนอม จันทรโณทัย	มข.	0-4334-2908	0-4336-4169	pranom@kku.ac.th
นายประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์	มช.	0-5394-3346	0-5389-2259	prasit.w@chiangmai.ac.th
นายประสุข โฆษวิฑิตกุล	มน.	0-5526-1000	0-5526-1000	Prasukk@hotmail.com
นายประเสริฐ วงศ์วัฒนารัตน์	มธ.ศูนย์รังสิต	0-2564-4440	0-2564-4500	wongwath@alpha.tu.ac.th
นายประเสริฐ ศรีกิติกุลชัย	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	prasert@biotec.or.th
นายปราสาททอง พรหมเกิด	กวก.	0-2579-5583	0-2942-7699	agrizoo@loxinfo.co.th
นางปริญญนุช กลิ่นรัตน์	จุฬาฯ	0-2218-5502	0-2218-5502	Parinyanoot.K@chula.ac.th
นางสาวปรินุช ชุมแก้ว	มอ.วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี	-	-	parinuchc@hotmail.com
นายปรีชา ประเทพา	มมส.	-	0-4375-4238	preecha.p@msu.ac.th
นายปรียะวุฒิ วัชรานนท์	มข.	0-4320-2070	0-4336-4169	prevat@kku.ac.th
นายปัญญา มาดี	ร.ร.ซับบอนวิทยาคม	-	-	punya_wanwong@hotmail.com

ชื่อ–สกุล	สังกัด	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
นางสาวปาริฉัตร ลักษณะวิมล	มก.	0-2552-6605	-	laksanawimolp@yahoo.com
นายปิยะ พละคช	ร.ร.ขนอมพิทยา	0-7552-9501	-	gunine@hotmail.com
นายปิยะ เฉลิมกลิ่น	วว.	0-2577-9005	0-2577-9009	piya@tistr.ot.th
นางปิยะพร พิทักษ์ตันสกุล	มรภ.กาญจนบุรี	0-3463-3019	0-3463-3019	nok0823@hotmail.com
นายปิยะลาภ ตันติประภาส	มอ.	0-7528-8507	0-7421-2917	tpiyalap@hotmail.com
นายเปรมณัช ขุนปักษี	มธ.ศูนย์รังสิต	0-2564-4444	0-2564-4500	bas-supi@hotmail.com
นางสาวผ่องพรรณ ประสารกก	มศว.	0-2649-5000	0-226-00127	Prasankok@yahoo.com
นายพงชัย หาญยุทธนากร	จุฬาฯ	0-2218-5261	0-2218-5261	hpongcha@chula.ac.th
นายพงษ์พันธุ์ ลีพหเกรียงไกร	มช.	0-5394-1950	0-5389-2259	bank_2525@hotmail.com
นายพงษ์ศักดิ์ พลเสนา	กอส.	0-3859-9113	0-3859-9113	p_phonsena@yahoo.com
นายพชรพล บรรจงเมือง	สวนผีเสื้อและโลกแมลงภูเก็ต	0-7621-0861	0-7652-3609	entomologist@phuketbutterfly.com
นางพนิดา เหล่าทองสาร	มมส.	0-4375-4407	0-4375-4407	panida_walai@yahoo.com
นางสาวพนิตนาถ ทันใจ	มวล.	-	0-7567-2604	ptunjai@yahoo.com
นางสาวพรรณี พานทอง	สผ.	0-2265-6639	0-2265-6638	Ple_jinpuy@hotmail.com
นางสาวพรรณี สอาดฤทธิ์	มอ.	0-7428-8068	0-7444-6682	phannee.s@psu.ac.th
นางสาวพรวิวรรณ โพธาสินธุ์	มช.	0-5331-1531	-	nok_p_p@hotmail.com
นายพฤกษ์ จิรสัตยาภรณ์	มหิดล	-	-	pop_env020@hotmail.com
นางสาวพวงทอง บุญทรง	กวก.	0-2579-4535	0-2940-5396	puang_tong@yahoo.com
นางสาวพัชร ดนัยสวัสดิ์	จุฬาฯ	-	-	frog_ku@hotmail.com
นางสาวพัชรินทร์ เก่งกาจ	วว.	0-2577-9019	0-2577-9009	patcharin@tistr.or.th
นายพัฒนพร รินทจักร์	อช.เขานัน	-	-	-
นายพัฒนา สมนิยาม	มรภ.อุตรดิตถ์	0-5581-7700	0-5581-7700	palmpatt@hotmail.com
นายพิฆเนศ รองพล	สจล.	0-2906-4243	-	ijim2000@hotmail.com
นายพิธีการ กุมเรศ	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	-
นายพินิจ พิกุลนอก	มรภ.นครราชสีมา	-	-	opium_9@hotmail.com
นายพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ	จุฬาฯ	0-2218-5266	0-2218-5267	g4761008@hotmail.com
นายพิสุทธิ์ พวงนาค	มรภ.จันทรเกษม	0-2541-7877	0-2541-7877	genscience@hotmail.com
นายพีรเดช ทองอำไพ	สกว.	0-2298-8215	0-2298-0476	peeradet@trf.or.th
นายพีระศักดิ์ แสงอรุณ	มทร.รัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล	0-7567-2038	0-7567-2038	ppsangarun@gmail.com
นางสาวเพชรา ฉิมสูงเนิน	มรภ.นครราชสีมา	-	-	-
นางสาวแพทอง ศรีแก่นทอง	มก.วิทยาเขตสกลนคร	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นายภัทรดร ภิญโญพิชญ์	จุฬาฯ	0-2218-7534	0-2218-5386	-
นายภานุมาศ จันทร์สุวรรณ	อพวช.	0-2577-9999	0-2577-9991	Bhanushine@Yahoo.com
นางภาวินีย์ ธนาอนวัช	มรภ.กาญจนบุรี	0-3463-3239	0-3463-3239	sakeera@hotmail.com
นายมงคล เพ็ญสายใจ	สจล.	0-2737-3000	0-2326-4414	mphensaijai@yahoo.com
นายมณฑล เลิศคณาวนิชกุล	มวล.	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นายมนูญ ปลิวสูงเนิน	มจธ.	0-2470-7571	0-2452-3455	gi.wared@gmail.com
นางมรกต ตันติเจริญ	ศช.	02-564-6665	-	Morakat@biotec.or.th
นางสาวมัณฑิภา คำผิว	มข.	-	-	matilda353_3@hotmail.com
นางมัลลิกา เจริญสุธาสินี	มวล.	0-7567-2038	-	jmullica@gmail.com
นายมานพ แก้วชัด	อช.เขานัน	-	-	-
นายมารุต เฟื่องอาวรณ์	จุฬาฯ	0-2218-5266	0-2218-5267	fmarut@hotmail.com
นายยอดหทัย เทพธรานนท์	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นางสาวยุพดี เมธามนตรี	กนท.	0-2281-6579	0-2281-6599	yupadee_3@hotmail.com

ชื่อ–สกุล	สังกัด	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
นางยุพิน พันธ์สมบัติ	ร.ร.บ้านโคกสูงคูขาด	0-4419-1440	-	jojung_ohmsave@hotmail.com
นางสาวยุรวัลย์ พงศ์ชู	มรภ.จันทรเกษม	0-2541-7877	0-2541-7877	genscience@hotmail.com
นางสาวยุวรัตน์ ปรมีศนาภรณ์	มรภ.สวนดุสิต	0-2244--5000	0-2423-9445	muayyai@hotmail.com
นางสาวยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ	กวก.	0-2579-4535	0-2940-5396	yuvaluk@yahoo.com
นางเยาวลักษณ์ ชัยมณี	กทธ.	0-2621-9637	0-2-621-9642	yaocmn@yahoo.com
นางสาวรสริน พลวัฒน์	จุฬาฯ	0-2218-5505	0-2218-5502	rossarin.p@chula.ac.th
นายรามจิตติ อินทรประเสริฐ	ศช.	-	-	-
นายรามัล กอและ	มรภ.ยะลา	-	-	siang_plang@hotmail.com
นายราเมศ ชูสิงห์	วกท.สุพรรณบุรี	0-3559-5055	0-3559-5055	rametc@hotmail.com
นางรุจิวรรณ พานิชชัยกุล	มศว.	0-2649-5000	0-2260-0127	ruchiwan@swu.ac.th
นายเรืองฤทธิ์ พรหมดำ	สวพ.	0-7639-1128	0-7639-1127	r_promdam@yahoo.com
นายเรืองวิทย์ บรรจงรัตน์	จุฬาฯ	0-2218-5502	0-2218-5502	mbm_r@yahoo.com
นางลลิดา ฉายาวัฒน์	มรภ.กาญจนบุรี	0-3463-3019	0-3463-3019	-
นางสาวลักขณา กัณหะยูวะ	มจธ.	0-2470-7553	0-2452-3455	lakkhana_k@hotmail.com
นายวงค์พันธ์ พรหมวงค์	มก.	0-3435-1886	0-3435-1886	-
นางสาววณี ชูพงศ์	มทร.ศรีวิชัย	-	-	wanee_CHoo@hotmail.com
นายวรชาติ โตแก้ว	มข.	-	0-4336-4169	pl_kku@yahoo.com
นายวรณพ วิยกาญจน์	จุฬาฯ	0-2218-5393	0-2255-0780	vvoranop@chula.ac.th
นางสาววรรณภา งอกนาวัง	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	Nunam_d@hotmail.com
นางสาววราภรณ์ มหาทรัพย์	มข.	0-4320-2879	0-4320-2879	wara_bank@hotmail.com
นายวราวุธ สุธีธร	กทธ.	-	-	suteethrn@hotmail.com
นางสาววังวร สังฆเมธาวี	มจธ.	0-2470-7571	0-2452-3455	swangworn@yahoo.com
นางสาววัชรินทร์ รุกขไชยศิริกุล	มอ.	0-2564-6700	0-2564-6632	nopparat@biotec.or.th
นางวัชรี บำรุงศรี	กอส.	0-7431-1020	0-7444-0811	katereelee@hotmail.com
นางวัชรี ประชุม	อช.เขานัน	-	-	-
นางสาววัชรีพร ตฤณชาติวณิชย์	มหิดล	0-2201-5380	0-2354-7161	scwtc@mahidol.ac.th
นายวัฒนา ศักดิ์ชูวงษ์	กอส.	0-2561-0777	0-294-05911	watsak@dnp.go.th
นายวันชาติ สุมโนจิตราภรณ์	มศว.	0-2-649-5000	0-2260-0127	wanchado2@gmail.com
นางวันเชิญ โพธาเจริญ	ศช.	02-564-6700	0-2564-6700	wanchern@biotec.or.th
นางสาววัลภา ม้าเทศ	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	-
นายวัลลภ ชุติพงศ์	มจธ.	0-2470-7571	0-2452-3455	wchutipong@gmail.com
นางสาววาสนา จงไกรจักร์	มวล.	-	0-7567-2604	wassana45@gmail.com
นายวิชาญ อมรากุล	มน.	0-5526-1000	0-5526-1000	V_amarakul@yahoocom
นางสาววิชุดา เกตุใหม่	มทษ.วิทยาเขตพัทลุง	0-7469-3992	0-7469-3992	w_katemai@hotmail.com
นายวิเชฏฐ์ คนซื่อ	จุฬาฯ	0-2218-5274	0-2218-5256	wichase.k@chula.ac.th
นายวิทยา ภีระ	มวล.	0-7567-2038	-	wittayapheera@gmail.com
นายวินัย ไชยพิทักษ์ชลธาร	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	winai.cha@biotec.or.th
นายวินัย ทองภูบาล	ร.ร.ท่าช้างราษฎร์บำรุง	-	-	-
นายวิมลชัย คำนุ้ย	มรภ.หมู่บ้านจอมบึง	-	-	Vimolchai@Gmail.com
นายวิโรจน์ พรมประสิทธิ์	มก.	0-2942-8200	0-2942-8668	roj_wiro@yahoo.com
นายวิโรจน์ นาคแท้	สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 5 (นครราชสีมา)	-		wirotnaktae24@hotmail.com
นางสาววิลาวัลย์ ชัยธรรม	มอ.	0-7428-8066	0-7428-8053	vchaitum@yahoo.com
นางสาววิไลลักษณ์ นาคศรี	กทธ.	-	-	-
นางวีนา ชูโชติ	สจล.	0-2737-3000	0-2326-4414	kcweena@kmitl.ac.th

ชื่อ–สกุล	สังกัด	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
นายวียะวัฒน์ ใจตรง	อพวช.	0-2577-9999	0-2577-9991	polyrhachia@yahoo.com
นายวีระ ศรีอินทร์สุทธิ์	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	veera@biotec.or.th
นายวุฒิพงศ์ เตชะดำรงสิน	สกว.	0-2278-8281	0-2278-8279	woody@trf.or.th
นายเวช ชูโชติ	มช.	0-5394-5342	-	wchoocho@mail.cmu.ac.th
นางสาวศรินญา ภูผาจิตต์	สผ.	0-6265-6639	0-2265-6638	sarinya_puy_@hotmail.com
นางสาวศรีสกุล ภิรมย์วรากร	มอ.	0-2235-3062	0-2235-3062	srisakul_p@hotmail.com
นางสาวศศิธร จินดามรกฎ	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	sasitorn@biotec.or.th
นางศศิธร พังสุบรรณ	มรภ.ยะลา	-	-	stmppbriy@yahoo.com
นางสาวศศิธร ลิ้มแสงอุทัย	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	-
นายศิริยะ ศรีพนมยม	มจธ.	-	0-2470-8309	ziriyaz@yahoo,com
นายศิษฏพงศ์ รัตนกิจ	สวทช.	0-2564-6700	0-2564-6704	sittapong.rat@biotec.or.th
นายศุภฤกษ์ วัฒนสิทธิ์	มอ.	0-7428-8530	0-7421-2917	suparoek.w@psu.ac.th
นางสาวศุภลักษณ์ ภูมิคง	มทษ.	0-7452-2510	0-7452-2510	Supalak_pc@yahoo.com
นางศุภารัตน์ สุทธิมุสิก	มทษ.วิทยาเขตพัทลุง	0-7469-3992	0-7469-3992	premyuda46@hotmail.com
นางสถาพร ภัทรวังฟ้า	ร.ร.บ้านท่าม่วง	0-7552-9030	-	-
นายสนอง จอมเกาะ	มมส.	0-4375-4245	0-4375-4245	sanong.c@msu.ac.th
นางสไบทิพย์ ศรีเมือง	อช.เขานัน	-	-	-
นายสมคิด ทักษินาวิสุทธิ์	-	-	-	-
นางสาวสมจิต อ่ำอินทร์	มก.	0-2927-0611	0-2564-6707	jaengamin@hotmail.com
นายสมชาย นิ่มนวล	มจธ.	-	0-2452-3455	win_259@yahoo.com
นายสมพงศ์ รักสุวรรณ	อช.เขานัน	-	-	-
นายสมศักดิ์ ปัญหา	จุฬาฯ	0-2218-5273	0-2218-5273	somsakp@sc.chula.ac.th
นายสยาม อรุณศรีมรกต	มหิดล	0-2939-7050	0-2393-7589	a_sayammu@yahoo.com
นายสราวุธ สังข์แก้ว	มก.	0-2579-0176	0-2942-8107	sarawoodsungkaew@yahoo.com
นางสาวสวพร ไทยสมบูรณ์	มอ.	-	-	sorwaporn.k@psu.ac.th
นายสว่าง สีตะวัน	สถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าพิษณุโลก	-	-	SAWANGSEE47@yahoo.com
นางสาวสังวร กิจทวี	มหิดล	0-2201-5276	-	grskt@mahidol.ac.th
นายสันติชัย โจมฤทธิ์	อช.เขานัน	-	-	-
นายสาระ บำรุงศรี	มอ.	-	-	-
นางสาวสาลินี สิทธิสาร	มรภ.กาญจนบุรี	-	-	Boomdew@hotmail.com
นางสาวสาวิตรี ศรีเพ็ชร	อช.เขานัน	-	-	-
นางสาวสาวิตรี ศรีสุข	สส.	0-2298-5628	0-2298-5629	savtree@deqp.go.th
นางสาวสิตา ปรีดานนท์	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	sita.pre@biotec.or.th
นายสิทธิพงษ์ วงศ์วิลาศ	จุฬาฯ	0-2218-5272	0-2218-5272	wongvilas@hotmail.com
นายสิทธิพร สุวรรณมิตร	มช.	0-5394-5345	-	s_suwannamit@yahoo.com
นางสิริรัตน์ แสนยงค์	มน.	0-5526-1000	0-5526-1000	sysinrat@hotmail.com
นายสืบพงศ์ ธรรมชาติ	มวล.	0-7567-2508	0-7567-2507	tsuebpon@wu.ac.th
นายสืบพงศ์ สงวนศิลป์	มอ.	0-7428-8064	0-7421-2917	kss_karn@yahoo.com
นางสาวสุคนธ์ทิพย์ บุญวงค์	มข.	-	0-4336-4169	nokpram@yahoo.com
นางสาวสุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์	จุฬาฯ	-	-	
นางสุชดา ยงยืน	มรภ.พระนครศรีฯ	0-3532-2076	0-3524-5888	ysucha@aru.ac.th
นางสาวสุชนา ชวนิชย์	จุฬาฯ	0-2218-5401	0-2255-0780	suchana.c@chula.ac.th
นางสุชาดา มงคลสัมฤทธิ์	ศช.	0-2564-6700	0-2564-6707	suchada@biotec.or.th
นางสุดารัตน์ เพียรเสมอ	มรภ.กาญจนบุรี	0-3463-3019	0-3463-3019	-

ชื่อ–สกุล	สังกัด	โทรศัพท์	โทรสาร	E-mail
นายอำมร อินทร์สังข์	สจล.	0-2737-3000	0-2326-4314	kiammorn@kmitl.ac.th
นายอิสระ อินตะนัย	มอ.วิทยาเขตปัตตานี	-	-	iitsara@bunga.psu.ac.th
นายอุดมศักดิ์ ดรุมาศ	มวล.	0-7567-2043	0-7567-2004	dkhundodo@yahoo.com
นายอุทัย คูหาพงศ์	มรภ.นครศรีธรรมราช	0-7537-7443	0-7537-7443	rkuthai@gmail.com
นางสาวอุทุมพร ดีศรี	กทธ.	-	-	-
นางสาวอุษาวดี เดชศรี	มวล.	-	0-7567-2604	saigooni@yahoo.com
นายเอกลักษณ์ รัตนโชติ	มอ.	0-7428-8507	0-7421-2917	r_ekkaluk@hotmail.com
นางสาวเอสรา มงคลชัยชนะ	จุฬาฯ	0-2218-5266	0-2218-5267	mukkalin86@hotmail.com

กทธ.	กรมทรัพยากรธรณี	มศว.	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กนท.	กองนโยบายเทคโนโลยีเพื่อการเกษตรและเกษตรกรรมยั่งยืน	มหิดล	มหาวิทยาลัยมหิดล
กวก.	กรมวิชาการเกษตร	มอ.	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
กอส.	กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช	ร.ร.	โรงเรียน
จุฬาฯ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	วกท.	วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี
มก.	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	วว.	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
มข.	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ศช.	ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
มจธ.	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	สกว.	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
มช.	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	สจล.	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มทร.	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	สผ.	สำนักงานนโยบานและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มทษ.	มหาวิทยาลัยทักษิณ	สวทช.	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
มธ.	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	สวพ.	สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน
มน.	มหาวิทยาลัยนเรศวร	สส.	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
มบ.	มหาวิทยาลัยบูรพา	อช.	อุทยานแห่งชาติ
มฟล.	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	อพวช.	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
มมส.	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	อสส.	องค์การสวนสัตว์
มรภ.	มหาวิทยาลัยราชภัฏ	AIT	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
มวล.	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	WWF	องค์กรด้านการอนุรักษ์ระดับสากล