



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ซิสเทมาติกส์และชีวภูมิศาสตร์ของ
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน (หอยทาก กิ้งกือ ตะขาบ และ
ไส้เดือนดิน) และบทบาทในระบบนิเวศเชิงเกษตร

โดย ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา

สิงหาคม พ.ศ. 2558

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ชีวเคมีคัลและชีวภูมิศาสตร์ของ
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน (หอยทาก กิ้งกือ ตะขาบ และ
ไส้เดือนดิน) และบทบาทในระบบนิเวศเชิงเกษตร

ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สัญญาเลขที่ RTA 5580001

โครงการ: ชีวสัทศาสตร์และชีวภูมิศาสตร์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน (หอยทาก
กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน) และบทบาทในระบบนิเวศเชิงเกษตร
รายงานฉบับสมบูรณ์ สิงหาคม 2558

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา

Executive Summary

The fundamental research on animal diversity from the basic species exploration of terrestrial snails through classical taxonomy has been initiated, from which several hundred new species have been described, to molecular systematics. Subsequently he has expanded his research to include various groups of soil fauna, such as millipedes, centipedes, earthworms and aquatic leeches, in Thailand and nearby countries. For example, more than 20 centipede species have been recognized, of which some are new to science. Molecular systematics has been used to confirm the systematic inventory of soil fauna, which can be used to quantify and qualify the Thai biodiversity resources. All type materials have been registered in ICZN and the Barcode of Life Program for the Thai species. The studies on the Southeast Asian tree snails genus *Amphidromus* and associated publications have been made international recognition in this field. The findings of all this research can be used for the basic protection and conservation of Thai (soil) fauna for future sustainable utilization.

Some of these basic findings on soil fauna are now being used for application in eco-friendly or organic agricultural practices. More than 50 Thai millipede species and 100 earthworm species are now being classified for soil improvement and producing organic fertilizers, such as the common earthworm (*Metaphire peguana*) and millipede (*Thyrophygus allevatus*) species. These projects are currently in operation (field trails) with farmers in Mahasarakham Province.

To date (July 2015), we have published more than 140 international papers and are now bringing these fundamental outputs to practice in inter-discipline applications and establishing “spin off technologies”, pursuing university research outputs for the real business sector. In particular, our 30 years experience on land snail research is being applied in

industrial cosmeceuticals making the first commercial products of “Snail Serum from Siam Snail”, and, as a joint venture with the private sector, aim to establish “Thai Brand Manufacturing”. In addition, the screening of earthworm species for the production of “eco-friendly earthworm based organic agriculture” is under development and in trials in real paddy systems where it is gradually being accepted by local farmers.

สัญญาเลขที่ RTA 5580001

โครงการ: ชีวสัทศาสตร์และชีวภูมิศาสตร์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน (หอยทาก
กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน) และบทบาทในระบบนิเวศเชิงเกษตร

รายงานฉบับสมบูรณ์ สิงหาคม 2558

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา

บทคัดย่อ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินได้แก่ หอยทาก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน ในเขตร้อนของเอเชีย มีบทบาทที่สำคัญมากในระบบนิเวศ และในระบบนิเวศการเกษตร องค์ความรู้ดั้งเดิมที่ทำให้ผู้คนได้รู้ความหลากหลายของสปีชีส์ นักวิจัยได้ใช้ลักษณะทางสัณฐานที่เห็นได้ด้วยตา ที่ต่อมาด้วยระบบนิเวศที่ซับซ้อน การจัดทำแผนกด้วยวิธีการดังกล่าวไม่สามารถตอบคำถามความผันแปร และขอบข่ายของสปีชีส์ได้ และคือคำถามทางวิวัฒนาการของสปีชีส์บนโลกนี้ที่มีการแพร่กระจายไปในสภาพภูมิศาสตร์ขนาดใหญ่ ที่มีทั้งขอบเขตจำกัดต่างๆ กระทั่งให้ชีวิตต้องปรับตัวจนเกิดการแยกตัวของสปีชีส์หลายสิ่งมีชีวิตอาจแยกตัวออกไปเป็นเวลานาน บางพวกอาจจะยังอยู่ปะปนกันเนื่องจากการแยกตัวออกยังไม่ถึงเวลาด้วยลักษณะสัณฐาน แต่ลักษณะทางพันธุกรรมได้แยกจากกันแล้วอย่างชัดเจน การวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ทางด้านอนุชีววิทยาเพื่อตอบคำถามเรื่องข้อจำกัดทางภูมิศาสตร์ และภาพของการเกิดสปีชีส์โดยใช้ยีน COI 16S rRNA 28sRNA แล้ววิเคราะห์ทางสถิติด้วย NJ ML และ BI โดยใช้ตัวอย่างหลายพันจาก 858 พื้นที่ในประเทศไทย และประเทศใกล้เคียงในอาเซียนอีก 5 ประเทศได้แก่ ลาว กัมพูชา มาเลเซีย สิงคโปร์ และเมียนมาร์ สร้างสายวิวัฒนาการ และวิเคราะห์ย้อนรอยไปที่สัณฐานและกายวิภาคของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นอีกครั้ง พบว่าส่วนมากเป็นไปตามการจัดจำแนกด้วยสัณฐาน แต่ก็มีไม่น้อยที่ยังคงแสดงลักษณะสปีชีส์ซ่อนเร้น และ สปีชีส์เชิงซ้อน ซึ่งเป็นเรื่องปกติของวิวัฒนาการที่กำลังเดินทางอย่างไม่หยุดยั้ง ผลการวิจัยดังกล่าวได้ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิจัยระดับนานาชาติจำนวนมาก เพื่อยืนยันการค้นพบขอบข่ายวิวัฒนาการ จากการวิเคราะห์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน และการค้นพบและพรรณาสปีชีส์ใหม่หลายร้อยสปีชีส์ได้รับการบันทึกและอ้างอิงตามมาตรฐานระดับนานาชาติ และนอกจากนั้นการวิเคราะห์สายพันธุ์ไส้เดือนดินเพื่อ “การเกษตรอินทรีย์ฐานไส้เดือนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” ได้ทำการปฏิบัติจริงในพื้นที่และได้รับการยอมรับจากเกษตรกรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: Animal systematics, soil macro-invertebrates, Southeast Asia, Agro-ecosystem

Project : **Systematics and Biogeography of Soil Macro-invertebrates (Land Molluscs, Millipedes, Centipedes and Earthworms) and Roles in Agro-ecosystem**

Final Report August 2015

Principal Investigator : Professor Dr. Somsak Panha

Abstract

Soil Macro-invertebrates (Land Molluscs, Millipedes, Centipedes and Earthworms) are distributed widely in sub-tropical and tropical Asia playing very important roles in ecosystem and in agro-ecosystem. Morphology is traditionally used for species identification in these creatures but many characters exhibit considerable variation both within and between populations; species limits have been extremely difficult to determine and are poorly understood. Many currently recognized species have discontinuous distributions over large ranges but geographical barriers and low mobility of animals are likely to have led to long periods of isolation resulting in cryptic speciation of allopatric populations. The high degree of intraspecific variation, both genetic and in morphology, suggests that its classification as distinct species warrants reconsideration. As a contribution towards solving these problems, we reconstructed the molecular phylogeny of thousands of specimens from 858 localities in Thailand and other five nearby countries: Laos, Cambodia, Malaysia, Singapore and Myanmar, and later making morphological revisit and judgement. Molecular phylogenetic analyses were used to investigate geographic limits and speciation scenarios. The analyses of COI, 16S rRNA and 28 rRNA gene fragments were performed using neighbourjoining (NJ), maximum likelihood (ML), and Bayesian inference (BI) methods. All the obtained phylogenetic trees were mostly congruent with each other and in most cases confirmed the species level classification. However, there are some exhibit polyphyletic and appear to be species complexes, suggesting that populations of these species from different geographical areas perform cryptic speciation. We have published several papers to confirm our findings of evolutionary boundary through those soil fauna. And several hundred of new species descriptions have been recorded and referred as international standard. In addition, the screening of earthworm species for the production of “eco-friendly earthworm based organic agriculture” is under development and in trials in real paddy systems where it is gradually being accepted by local farmers.

Key words: Animal systematics, soil macro-invertebrates, Southeast Asia, Agro-ecosystem

สัญญาเลขที่ RTA 5580001

โครงการ: ชีวเคมีและชีวภูมิศาสตร์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน (หอยทาก
กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน) และบทบาทในระบบนิเวศเชิงเกษตร

รายงานฉบับสมบูรณ์

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 24 สิงหาคม 2555 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2558

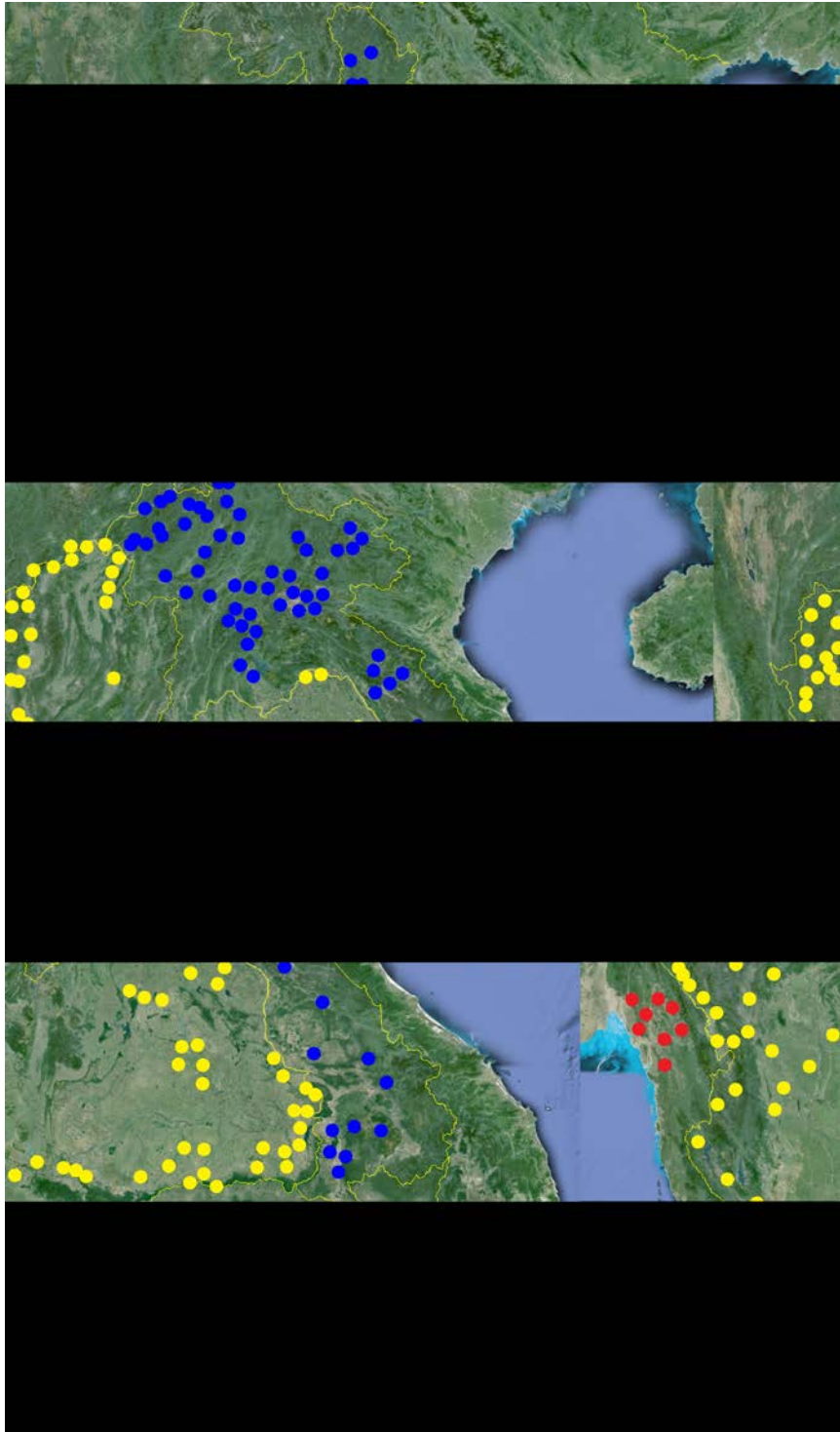
กิจกรรมที่ได้ดำเนินการ

1. กิจกรรมเก็บตัวอย่างภาคสนาม

1.1 การเก็บตัวอย่างภายในประเทศและต่างประเทศ

ทำการเก็บตัวอย่างภาคสนามทุกภูมิภาคของประเทศไทย (ภาพที่ 1) และรวมถึงประเทศลาว มาเลเซีย สิงคโปร์ พม่า และกัมพูชา ในลักษณะทางนิเวศวิทยาที่หลากหลาย ได้แก่ป่าประเภทต่างๆ แหล่งน้ำจืด เทือกเขาป่าดิบชื้น แนวเขาหินปูน ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2555 ถึงเดือนกรกฎาคม 2558 ทำการเก็บตัวอย่างหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน ด้วยวิธีการต่างๆ ทำการเก็บรักษาตัวอย่างในน้ำยารักษาสภาพได้แก่ Ethanol 70% เพื่อใช้สำหรับการศึกษาทางกายวิภาคศาสตร์และสัณฐานวิทยา และ 95% สำหรับการศึกษาทางด้านอนุชีววิทยา นอกจากนี้ตัวอย่างบางส่วนถูกเก็บรักษาไว้ในตู้แช่แข็ง (freezer) ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลทางพันธุกรรมของหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดินของประเทศต่างๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากมีแนวโน้มการลดลงประชากรของหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน เป็นจำนวนมากทั่วโลก เนื่องจากการทำลายถิ่นที่อยู่อาศัย ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูทางการเกษตร การนำเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน และที่สำคัญคือการเพิ่มขึ้นของประชากร ที่มีความต้องการใช้ทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพอย่างมาก นอกจากนี้ยังได้จัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายของโดยเฉพาะกลุ่มของหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดินของประเทศไทย โดยจัดเก็บตัวอย่างอ้างอิง ตัวอย่างต้นแบบ และตัวอย่างสำคัญต่างๆ ไว้ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นคลังความรู้ของประเทศ และให้นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกที่มีความสนใจสามารถเข้าถึงและมาศึกษาได้ ตัวอย่างอ้างอิงของหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน และตัวอย่างมีชีวิตเพื่อใช้ประกอบในการจำแนกสปีชีส์ และการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสัตว์เหล่านี้ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลพื้นฐานถึงการนำคุณลักษณะพิเศษของสัตว์กลุ่มนี้ไปประยุกต์ใช้ในทางการเกษตร

ในช่วงตั้งแต่ 2555-2558 คณะนักวิจัยได้เข้าทำการสุ่มเก็บตัวอย่างตามกระบวนการทางชีวเคมีเคมีไปแล้วทั้งสิ้น 853 พื้นที่ ครอบคลุม 6 ประเทศของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แม้ว่าบางประเทศอาจจะยังไม่ครอบคลุมเนื่องจากข้อจำกัดของการเข้าถึงพื้นที่ อย่างไรก็ตามคณะนักวิจัยมีแผนการที่จะเข้าสำรวจและเก็บตัวอย่างเพิ่มมากขึ้นในช่วงปี 2558-2560



ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2555 ถึงเดือน กรกฎาคม 2558 จำแนกตาม ประเทศ สีเหลือง แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างในประเทศไทยระหว่างปี 2555-2558 สีน้ำเงิน แสดง สถานที่เก็บตัวอย่างในประเทศลาวระหว่างปี 2556-2557 สีแดง แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างในรัฐ กะเหรี่ยง (Kayin) และ เขตตะนาวศรี (Tanintharyi) ประเทศพม่า ระหว่างเดือนมิถุนายน 2558 สี ม่วง แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างในประเทศกัมพูชาระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2558 และ สีชมพู แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างในประเทศมาเลเซีย ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2556 และเกาะสิงคโปร์ ระหว่างเดือนธันวาคม 2557

วิธีการศึกษา

การเก็บและจำแนกสปีชีส์หอยทากบก

1. ศึกษาตัวอย่างที่มีอยู่บางส่วน จากพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเก็บตัวอย่างใหม่ ทั้งเปลือกและตัวอย่างมีชีวิต ตามพื้นที่ของตัวอย่างต้นแบบ (type locality) ทั่วประเทศไทย และพื้นที่ที่ยังไม่เคยมีรายงานมาก่อน
2. เลือกพื้นที่ที่สุ่มตัวอย่างตามแนวเขาหินปูนเนื่องจากเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยหลักของหอยทากบกจากทั่วทุกภาคของประเทศไทย และพื้นที่ที่เป็นป่าดิบแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพื้นที่ที่มีระดับความสูงของพื้นที่ตั้งแต่ในระดับน้ำทะเลจนถึง 2,500 เมตรจากระดับน้ำทะเล และลักษณะของป่าไม้ที่เป็นป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา ซึ่งลักษณะของพรรณไม้ ป่าไม้ประเภทต่างๆ และระดับความสูงของพื้นที่ มีผลต่อชนิดพันธุ์ของหอยทากบกทั้งสิ้น
3. บันทึกสถานที่เก็บตัวอย่างด้วยพิกัด GPS ลักษณะทางนิเวศวิทยาอื่นๆ ถ่ายภาพหอยขณะมีชีวิตและบันทึกข้อมูลภายนอกเช่น ลวดลาย สีสันบนตัวหอย แผ่นเท้า และลักษณะของปากด้านหน้า (snout) เพื่อใช้ในการบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสปีชีส์
4. วาดภาพอวัยวะสืบพันธุ์ ฝังเก็บสเปิร์ม อวัยวะเลี้ยงตัวอ่อน และอวัยวะสำคัญต่างๆ เช่น ส่วนลำตัว ส่วนหัว เหงือก เท้า ผาปิดเปลือก และเนื้อเยื่อปกคลุมลำตัว เพื่อประกอบคำบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหอยแต่ละสปีชีส์ ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ สันฐานวิทยาของถุงเก็บสเปิร์ม อวัยวะเลี้ยงตัวอ่อน (brood pouch พบในเพศเมีย) และส่วนของเนื้อเยื่อสร้างเปลือกของหอยแต่ละสปีชีส์
5. สกัดแผ่นฟัน (radula) ด้วย NaOH เพื่อศึกษาสันฐานวิทยา สูตรฟัน และความผันแปรของซี่ฟันในหอยแต่ละสปีชีส์ที่พบในแต่ละพื้นที่ ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัยย่อยของหอยแต่ละสปีชีส์
6. นำตัวอย่างหอยที่ได้มาจำแนกสปีชีส์ในเบื้องต้นกับเอกสารอ้างอิงหลัก ซึ่งเป็นการศึกษาจากตัวอย่างในประเทศไทย และจากการศึกษาในพื้นที่ข้างเคียงเช่น ประเทศพม่า ลาว กัมพูชา และมาเลเซีย ตามรายงานของ Morelet (1875), Morlet (1891), Bavay and Dautzenberg (1905), Gude (1921) Benthem Jutting (1959) และ Brandt (1968, 1970, 1974) เป็นต้น
7. ยืนยันการจำแนกสปีชีส์กับตัวอย่างต้นแบบ (type specimens) ที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาที่เป็นสถานที่หลักในการเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบของหอยทากบกของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น SMF, Frankfurt; ZMB,

Berlin; NHMUK, London; UMZC, Cambridge; MNHN, Paris; ZMA, Amsterdam; ZMUC, Copenhagen; RBINS, Brussels เป็นต้น

การเก็บและจำแนกสปีชีส์กิ้งกือ

1. ศึกษาตัวอย่างที่มีอยู่แล้วบางส่วน จากพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และตัวอย่างกิ้งกือที่เก็บไปโดยชาวเดนมาร์กและเก็บรักษาไว้ที่ Zoological Museum, University of Copenhagen และ เก็บตัวอย่างตามพื้นที่ที่เคยมีการศึกษามาก่อนทั่วประเทศไทย และพื้นที่ยังไม่เคยมีรายงานการศึกษา กิ้งกือ โดยให้ความสำคัญทั้งพื้นที่เกษตรกรรม สวนไม้ผลต่าง และป่าธรรมชาติ รวมถึงในถ้ำและภูเขาสูง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความชุกชุมของกิ้งกือ และมีความหลากหลายของสปีชีส์
2. ในพื้นที่ป่าธรรมชาติทำการเป็นเศษซากใบไม้ผิวดินประมาณ 10-20 ลิตรตามขนาดความจุของถุงเก็บซาก แล้วทำการร่อนด้วยตะแกรงขนาดรู 0.5 x 0.5 ซม. เพื่อใช้แยกกิ้งกือขนาดเล็กที่อาศัยตามผิวดิน รวมถึงพวกที่อาศัยในถ้ำ
3. บันทึกสถานที่เก็บตัวอย่างด้วยพิกัด GPS ลักษณะทางนิเวศวิทยาอื่นๆ เช่น ลักษณะของดินที่อยู่อาศัยย่อย ลักษณะพรรณไม้ในป่าหรือพื้นที่ที่พบกิ้งกือ ลักษณะของดินและสภาพของถ้ำ เพื่อเข้าใจถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ อันจะมีผลต่อปริมาณความหลากหลายสปีชีส์ของกิ้งกือในแต่ละพื้นที่
4. ถ่ายภาพกิ้งกือขณะมีชีวิตและบันทึกข้อมูลภายนอกเช่น ลวดลาย สีสันบนตัว ปีก ขาเดิน ท้อง หาง และ ลักษณะของปากด้านหน้า เพื่อใช้ประกอบในการบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสปีชีส์
5. นำตัวอย่างที่ได้มาเก็บรักษาด้วย 70% เอทานอลเพื่อใช้ศึกษากายวิภาคศาสตร์ของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (gonopod) แล้วศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ สัณฐานวิทยาของขาเดิน ulyra ปาก ของกิ้งกือแต่ละสปีชีส์ วาดภาพอวัยวะสืบพันธุ์ ถุงเก็บสเปิร์ม อวัยวะเลี้ยงตัวอ่อน และอวัยวะสำคัญต่างๆ เช่น ส่วนลำตัว ส่วนหัว เหงือก เท้า ฝ่าปิดเปลือก และเนื้อเยื่อปกคลุมลำตัว เพื่อประกอบคำบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสปีชีส์
6. นำตัวอย่างกิ้งกือที่ได้มาจำแนกสปีชีส์ในขั้นต้นกับเอกสารอ้างอิง ซึ่งเป็นการศึกษาจากตัวอย่างในประเทศไทยบางส่วน และการศึกษาในพื้นที่ข้างเคียงเช่น ตามรายงาน Pocock (1889, 1894, 1895), Brölemann (1896), Attems (1898, 1930, 1937, 1938, 1953), Demange (1961), Jeekel (1963, 1964, 1965, 1968, 2006), Hoffman (1973, 1975, 1977), Golovatch (1984, 1993, 1994, 1997), Pimvichai et al. (2009a, b, 2010, 2011a, b) และ Likhitrakarn et al. (2010a, b, 2011)
7. ยืนยันการจำแนกสปีชีส์กับตัวอย่างต้นแบบ ที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาที่เป็นสถานที่หลักในการเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบของกิ้งกือเช่น NHMUK, London,

UK; FMNH, Chicago; MNHN, Paris; NMNHS, Bulgaria; RBINS, Brussels,; ZMUC, Copenhagen และ ZMUM, Moscow

การเก็บและจำแนกสปีชีส์ของตะขาบ

1. เก็บตัวอย่างตามพื้นที่ของตัวอย่างต้นแบบ และพื้นที่ที่เคยมีการศึกษามาก่อน ทั่วประเทศไทย และพื้นที่ที่ยังไม่เคยมีรายงานการศึกษาตะขาบ โดยให้ความสำคัญกับพื้นที่เกษตรกรรม แหล่งชุมชน และสวนไม้ผลต่าง เนื่องจากพบว่าเป็นพื้นที่ที่มีความชุกชุมของตะขาบ และมีตะขาบอาศัยอยู่หลากหลายสปีชีส์
2. ในพื้นที่ป่าธรรมชาติทำการเป็นเศษซากใบไม้ผิวดินประมาณ 10-20 ลิตรตามขนาดความจุของถุงเก็บซาก แล้วทำการร่อนด้วยตะแกรงขนาดรู 0.5 x 0.5 ซม เพื่อใช้แยกตะขาบขนาดเล็กที่อาศัยบนผิวดิน
3. บันทึกสถานที่เก็บตัวอย่างด้วยพิกัด GPS ลักษณะทางนิเวศวิทยาอื่นๆ เช่น ลักษณะของดินที่อยู่อาศัยย่อย ลักษณะพรรณไม้ในป่าหรือพื้นที่ที่พบตะขาบ ลักษณะของดินและสภาพภูมิประเทศ เพื่อเข้าใจถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ อันจะมีผลต่อปริมาณความหลากหลายสปีชีส์ของตะขาบในแต่ละพื้นที่
4. ถ่ายภาพตะขาบหลังจากที่ทำสลบด้วยเอทานอล เพื่อบันทึกข้อมูลภายนอกเช่น ลวดลาย สีสันบนตัว ขาเดิน เขี้ยว ขาคู่สุดท้าย ของตะขาบ เพื่อใช้ในการบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสปีชีส์
5. ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะสัณฐานภายนอกประกอบด้วย anal valve, antenna, cephalic plate, claw, coxopleural process, coxosternal condyle, eupleurium, femur, first maxillae, flagellum, foraminal process, forcipular segment, gonopod, intercalary paratergite, labrum, lamina, lateral marginal interruption, leg, mandible, maxillary complex, metameric pore, metatergite, ocellus, paramedian sulcus, pleural membrane, pleurocoxa, postmaxillary sclerite, prefemoral process, prefemoral spine, presternite, second maxillae, spiracle, stomatotergite, subanal plate, tarsus, tergite, tömösváry's organ, transverse suture, trochanter, trochanteroprefemur และ ultimate leg ultimate presternite เป็นต้น
6. วาดภาพอวัยวะสืบพันธุ์ ส่วนหัว ขาเดิน ขาคู่สุดท้าย และ เพื่อประกอบคำบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตะขาบแต่ละสปีชีส์
7. นำตัวอย่างตะขาบที่ได้มาจำแนกสปีชีส์ในเบื้องต้นกับเอกสารอ้างอิงหลักต่างๆ จากการศึกษาในพื้นที่ข้างเคียงเช่น ประเทศพม่า ลาว กัมพูชา และมาเลเซีย ตามรายงาน Brandt (1840), Porat (1876), Attems (1938, 1953), Eason (1981, 1986, 1989) Maudsub et al. (2012) และ Minelli (2012) เป็นต้น

8. ยืนยันการจำแนกสปีชีส์กับตัวอย่างต้นแบบ ที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาที่เป็นสถานที่หลักในการเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบของตะขาบของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น NHMUK, London; NHMW, Wein; NMNHS, Bulgaria; TTMB, Hungary; ZMUC, Copenhagen และ ZSM, Munich เป็นต้น

การเก็บและจำแนกสปีชีส์ไส้เดือนดิน

1. ศึกษาตัวอย่างที่มีอยู่แล้วและตัวอย่างดอง เพื่อให้เห็นความหลากหลายของไส้เดือนดินในประเทศไทยในภาพรวม จากตัวอย่างที่เก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ เก็บตัวอย่างใหม่ ตามพื้นที่ของตัวอย่างต้นแบบ และพื้นที่ที่เคยมีการศึกษามาก่อน ทั่วประเทศไทย และพื้นที่ยังไม่เคยมีรายงานการศึกษาไส้เดือนดิน
2. บันทึกสถานที่เก็บตัวอย่างด้วยพิกัด GPS ลักษณะทางนิเวศวิทยาอื่นๆ เช่น ลักษณะของดินที่อยู่อาศัยย่อย ลักษณะพรรณไม้ในป่าหรือพื้นที่ที่พบไส้เดือน ลักษณะขุยหรือมูลไส้เดือน และสภาพภูมิประเทศ เพื่อเข้าใจถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ อันจะมีผลต่อปริมาณ ความหลากหลายสปีชีส์ของไส้เดือนดินในแต่ละพื้นที่
3. ถ่ายภาพไส้เดือนดินขณะมีชีวิตและบันทึกข้อมูลภายนอกเช่น ลวดลาย สีสันบนตัวไส้เดือนดิน เพื่อใช้ในการบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่าง
4. วาดภาพอวัยวะสืบพันธุ์เช่นถุงเก็บสเปิร์ม และอวัยวะสำคัญต่างๆ เพื่อประกอบคำบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหอยแต่ละสปีชีส์
5. ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของอวัยวะสืบพันธุ์ และลักษณะสัณฐานภายนอกเช่น annular, clitellum, dorsal pore, genital markings, gizzard, hearts (he) หรือ pseudohearts หรือ lateral commissures หรือ lateral hearts, nephridia, peristomium, prostate, prostomium, seminal vesicle(s), setae และ spermatheca หรือ spermathecae (sc) เป็นต้น
6. นำตัวอย่างไส้เดือนดินที่ได้มาจำแนกสปีชีส์ในขั้นต้นกับเอกสารอ้างอิง ซึ่งเป็นการศึกษาจากตัวอย่างในประเทศไทยบางส่วน และการศึกษาในพื้นที่ข้างเคียงเช่น ประเทศพม่า ลาว กัมพูชา และมาเลเซีย ตามรายงาน Rao (1922), Stephenson (1923), Jamieson (1968), Gates (1972), Sims and Easton (1972), Chen and Zhifang (1977), Shen and Yeo (2005) เป็นต้น
7. ยืนยันการจำแนกสปีชีส์กับตัวอย่างต้นแบบ ที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาที่เป็นสถานที่หลักในการเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบของไส้เดือนดินของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น NHMUK, London; UMZC, Cambridge; MNHN, Paris; ZMA, Amsterdam; ZMH, Zoological Museum, Hamburg เป็นต้น

1.1 การเก็บตัวอย่างภายในประเทศ

1.1.1 การวิจัยและเก็บตัวอย่างในประเทศไทย

หอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนในประเทศไทย

หอยทากบกในประเทศไทย (ภาพที่ 2) ปัจจุบันยังมีองค์ความรู้อยู่อย่างจำกัดทั้งที่ประเทศไทยมีความหลากหลายสปีชีส์มาก หรือในกรณีของหอยสองฝา น้ำจืด ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความหลากหลายของหอยกาน้ำจืด 47 สกุล 150 สปีชีส์ แม้ว่าการศึกษเกี่ยวกับหอยน้ำจืดของประเทศไทยและภูมิภาคจะหยุดนิ่งมาเป็นระยะเวลายาวนาน ซึ่งแม้ว่าองค์ความรู้ทางด้านความหลากหลายของหอยในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะมีอยู่อย่างจำกัด ก็ยังมีการค้นพบจำนวนชนิดพันธุ์ของหอยมากกว่าประเทศในแถบยุโรป และมีปริมาณหอยกาน้ำจืดในระดับสกุลใกล้เคียงกับประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา หากมีการศึกษาอย่างจริงจังก็น่าจะพบความหลากหลายสปีชีส์ของหอยกาน้ำจืดในระดับสปีชีส์ใกล้เคียงกัน การศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายสปีชีส์ของหอยในประเทศไทยโดยคนไทยนั้น มีประวัติค่อนข้างสั้นเพียง 50-60 ปี โดยได้รวบรวมรายชื่อของสัตว์จำพวกหอยไว้ในปี ค.ศ. 1938 หรือ พ.ศ. 2481 แต่เนื่องจากไม่ได้มีการเก็บตัวอย่างไว้เป็นหลักฐาน หลังจากนั้นการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายสปีชีส์ของสัตว์จำพวกหอยทากบกจึงได้เริ่มต้นขึ้น ซึ่งได้รวบรวมตัวอย่างหอยทากบกและรวบรวมรายชื่อไว้มากกว่า 200 สปีชีส์

จากการศึกษาสำรวจและเก็บตัวอย่างทั่วประเทศไทยโดยเฉพาะในช่วงปี 2555-2558 ทำให้ได้พบตัวอย่างหอยทากบกหลายสปีชีส์ที่ไม่เคยมีรายงานมาก่อนทั้งที่เป็นสปีชีส์ใหม่อยู่ระหว่างการตีพิมพ์เช่นกลุ่มหอยนักล่าในวงศ์ Streptaxidae ได้มีการค้นพบสกุลใหม่ *Carinatemis* และพบสปีชีส์ใหม่อีก 15 สปีชีส์ และทั้งที่เป็นสปีชีส์ที่มีการรายงานเป็นครั้งแรกของประเทศไทยด้วย นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มของหอยทากสยาม *Cryptozonia siamensis* จากภาคตะวันออกของประเทศไทย มีลักษณะสัณฐานที่แตกต่างจากกลุ่มประชากรที่จังหวัดกาญจนบุรี โดยมีทั้งรูปร่างของเปลือกรวมทั้งสีสัณฐานเปลือกที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าความหลากหลายทางพันธุกรรมซ่อนเร้นอยู่ในกลุ่มหอยทากสยามซึ่งเป็นหอยที่พบได้ทั่วไปของประเทศไทย และมีอีกตัวอย่างที่น่าสนใจเช่นกันคือ กลุ่มหอยนกขมิ้น *Amphidromus glaucolarynx* ที่มีระบบสืบพันธุ์ ลักษณะสัณฐานของแผ่นฟัน และความผันแปรของอัตราส่วนของเปลือกเวียนซ้ายและเวียนขวาในแต่ละประชากร ที่แตกต่างจากสกุลย่อยอื่นๆ และจากข้อมูลความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของหอยในสกุลหอยนกขมิ้น ยังสนับสนุนความเป็นเอกลักษณ์ที่สามารถจำแนกออกมาเป็นสกุลใหม่นอกจากนี้การที่มีทั้งเปลือกเวียนซ้ายและเวียนขวาแสดงว่ามีกระบวนการคัดเลือกทางธรรมชาติดำเนินอยู่ในหอยกลุ่มนี้

กิ้งกือ (ภาพที่ 3) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในดิน กิ้งกือย่อยสลายซากขอนไม้ผุ ใบไม้หลุดร่วงหล่นลงมาทับถมกัน โดยการย่อยสลายเกิดจากการช่วยทำงานของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร และทำการย่อยโมเลกุลของสารประกอบทางเคมีในธรรมชาติ ให้กลายเป็นฮิวมัส มูลจะกลายเป็นปุ๋ยให้กับต้นไม้ ย่อยสลายซากใบไม้ ทำให้เกิดการ

เคลื่อนย้ายธาตุอาหารในพื้นดิน มีรายงานว่าพบกิ่งกือประมาณ 10,000 สปีชีส์ในโลก ที่มีการรายงานแล้ว ซึ่งในประเทศไทยมีรายงานว่าพบกิ่งกือเพียง 105 สปีชีส์ แต่ด้วยลักษณะความหลากหลายทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย H. Enghoff (2005) คาดการณ์ว่าน่าจะมีความหลากหลายสปีชีส์ของกิ่งกือในประเทศไทยมากถึง 500 สปีชีส์ อย่างไรก็ตามการศึกษาความหลากหลายสปีชีส์ของกิ่งกือในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงประเทศไทย ได้เริ่มต้นจากนักสัตววิทยาคนสำคัญหลายคนเช่น R.I. Pocock และ C. Attems ที่ศึกษาตัวอย่างกิ่งกือจากประเทศพม่าและเวียดนามที่เป็นอาณานิคมของอังกฤษและฝรั่งเศส ต่อมา C.A.W. Jeekel และ Sergei I. Golovatch ได้ศึกษากิ่งกือตะเข็บ หลังจากนั้นได้มีผู้เชี่ยวชาญกิ่งกือของโลกวิจัยในกลุ่มกิ่งกือกระบอกโดย H. Enghoff และกลุ่มกิ่งกือตะเข็บโดย S.I. Golovatch มาร่วมแลกเปลี่ยน ศึกษาวิจัยและให้คำปรึกษากับนักวิจัยของไทยให้มีความรู้และสามารถทำวิจัยเกี่ยวกับกิ่งกือได้ ปัจจุบันพบกิ่งกือสปีชีส์ใหม่ของโลกจากประเทศไทยเพิ่มขึ้นอีก 60 สปีชีส์ อย่างไรก็ตามยังมีกิ่งกืออีกมากมายหลากหลายสปีชีส์ที่คาดว่าจะค้นพบ และรายงานเพิ่มขึ้นอีก เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายทางชีวภาพของกิ่งกือ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงประเทศไทยที่มีอยู่มากมาย โดยงานวิจัยทางอนุกรมวิธานก็เป็นจุดเริ่มต้น ที่เสมือนเป็นกุญแจในการเปิดโลกความรู้เกี่ยวกับกิ่งกือในแง่มุมต่างๆ โดยที่บางกลุ่มอาจกลายเป็นศัตรูพืชที่สำคัญในอนาคตได้ หรือบางกลุ่มอาจนำสารเคมีป้องกันตัวมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ หรือใช้ในป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรได้เช่นสารเบนโซควิโนน ไซยานินด์ เป็นต้น ซึ่งความรู้ทั้งหลายเหล่านี้จะนำไปสู่การจัดการทรัพยากรทางชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืนต่อไป

ตะขาบ (ภาพที่ 4) เป็นสัตว์ที่มีลำตัวเป็นปล้องๆ แต่ละปล้องมีขา 1 คู่ จำนวนปล้องมีตั้งแต่ 15-150 ปล้อง จำนวนคู่ของขาตะขาบจะเป็นจำนวนคี่ เป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการจำแนกสปีชีส์ของตะขาบ ตะขาบมีส่วนหัวที่กลมและแบน มีหนวด 1 คู่ทำหน้าที่เป็นเหมือนเสาอากาศตรวจจับความเคลื่อนไหวและแรงสั่นสะเทือน ตะขาบมีการมองเห็นที่ไม่ดีนัก บางสปีชีส์ไม่มีอวัยวะรับแสง หรือเรียกว่าตาบอดก็ได้ มีขากรรไกรล่าง 1 คู่ และมีส่วนขากรรไกรบนหรือเขี้ยว 1 คู่ ยื่นพ้นปากออกมา เขี้ยวพิษเชื่อมต่อกับต่อมพิษ เมื่อกัดเหยื่อจะปล่อยพิษออกมา ทำให้เหยื่อเป็นอัมพาตและอาจตายในเวลาต่อมา ต่อจากส่วนหัวเป็นส่วนปล้องของลำตัว 15 ปล้องหรือมากกว่านั้น สองปล้องสุดท้ายจะมีขนาดเล็กและมีขาที่เล็กด้วย ถึงแม้จะมีขาจำนวนมากแต่การเคลื่อนที่ของขาก็สัมพันธ์กัน ทำให้ตะขาบมีการเคลื่อนที่และเปลี่ยนทิศทางได้รวดเร็วมาก ด้านข้างของลำตัวในแต่ละปล้องจะมีรูเปิดใช้ในการตรวจจับความสั่นสะเทือนและตรวจจับความเคลื่อนไหวรอบๆ ตัว ปล้องสุดท้ายประกอบด้วยหางซึ่งเปลี่ยนรูปมาจากขาสุดท้าย ในตะขาบบางสปีชีส์จะมีส่วนของอวัยวะตรวจจับความสั่นสะเทือนอยู่ด้วย ปล้องสุดท้ายนี้ยังมีส่วนของอวัยวะเพศของตะขาบอยู่ด้วย นอกจากนี้ตะขาบยังสามารถเคลื่อนที่ได้ในน้ำ โดยการเปลี่ยนลักษณะการเคลื่อนที่ให้ใกล้เคียงกับการเคลื่อนที่ของสัตว์เลื้อยคลานจำพวกงู โดยมีการแนบส่วนของรยางค์หรือขาให้แนบชิดกับลำตัว และใช้การเคลื่อนไหวของลำตัวแทน ซึ่งผลจากการที่ตะขาบมีการปรับตัวดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น คาดว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ตะขาบบางสปีชีส์มีการแพร่กระจายพันธุ์ในบริเวณกว้าง ในเวลากลางวันตะขาบจะซ่อนตัวในที่ชื้น เช่น ใต้เศษใบไม้

ขอนไม้ผุ ซอกหิน และในดิน เป็นต้น และจะออกหาอาหารในเวลาากลางคืน ตะขาบมีลักษณะ สันฐานของร่างกายหลายแบบได้แก่ บริเวณส่วนหัวด้านท้องมีโครงสร้างที่คล้ายกับเขี้ยว ซึ่งเชื่อกันว่าพัฒนามาจากรยางค์หรือขาคู่แรก โดยบริเวณส่วนปลายของเขี้ยวมีรูเปิดของต่อมพิษ ทำให้ ตะขาบสามารถใช้พิษในการล่าเหยื่อ และป้องกันตัว นอกจากนี้ตะขาบยังเป็นสัตว์กินซากอีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตะขาบไม่ได้กินอาหารที่จำเพาะ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม และสถานการณ์ที่มี ไขมันอาศัยอยู่ในขณะนั้น และจากการสังเกตพฤติกรรมของตะขาบในห้องทดลองพบว่า ตะขาบสามารถ ดำรงชีวิตอยู่ได้แม้ไม่ได้รับอาหารเป็นเวลานาน โดยตะขาบบางกลุ่มจะทำการซ่อนตัวและอาศัยอยู่ใน โพรงใต้ดินหรือจนกว่าสภาวะแวดล้อมจะเหมาะสม ตะขาบเป็นนักล่าที่ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่บนบก เป็นสัตว์กินเนื้อ มีส่วนช่วยควบคุมระบบนิเวศในถิ่นที่มันอาศัยอยู่ เนื่องจาก ตะขาบไม่มีผิวหนังอย่างแมลงจึงทำให้มันสูญเสียน้ำได้ง่าย เมื่อถึงเวลาากลางคืน ตะขาบจะออกล่า เหยื่อ อาหารของตะขาบได้แก่ หนู ซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญในนาข้าว นอกจากนี้ตะขาบขนาดเล็กใน สกุล *Otostigmus* และ *Rhysida* ยังสามารถดักจับแมลงขนาดเล็กที่เป็นศัตรูในนาข้าวเช่น กลุ่ม ของตั๊กแตน เมื่อเจอเหยื่อตะขาบจะเข้าจู่โจมโดยการเข้ากัดรัดเหยื่อและใช้เขี้ยวพิษกัด เหยื่อ เพื่อให้เหยื่ออ่อนแรงหรือเป็นอัมพาตแล้วจึงค่อยจัดการกินเหยื่ออย่างช้าๆ ดังนั้นตะขาบจึงมี ศักยภาพที่จะใช้เป็นตัวควบคุมทางชีวภาพได้

ไส้เดือนดิน (ภาพที่ 5) เป็นสัตว์ในดินที่มีความสำคัญเช่นกัน สามารถเปลี่ยนโครงสร้างของ ดิน ทำให้น้ำแทรกซึมเข้าไปได้ และทำให้เกิดการหมุนเวียนของแร่ธาตุต่างๆ ในดิน และทำให้พืช สามารถเจริญเติบโตได้ การพบไส้เดือนในดินมักจะแสดงถึงว่าดินนั้นเป็นดินดีเหมาะแก่การ เจริญเติบโตของพืช แต่ปัจจุบันงานวิจัยพบว่า การนำเข้ามาของไส้เดือนดินพันธุ์ต่างถิ่น ทำให้เกิด การพังทลายของดิน และระบบรากพืช เนื่องจากสปีชีส์ที่นำเข้ามาอาจเป็นพวกที่มีความสามารถ ขุดเจาะสูง เคยอยู่ในโครงสร้างของดินคนละประเภทกัน ดังนั้นจึงต้องระวังเป็นอย่างมากในการที่ จะนำสปีชีส์ต่างถิ่นเข้ามาใช้ประโยชน์ในแ่งมุมต่างๆ ส่วนมากมักจะสร้างปัญหา ที่ต้องใช้ งบประมาณจำนวนมาก แต่ก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ไส้เดือนบริโกลอสาร์อินทรีย์ ที่อยู่ในดิน แล้ว ขั้วถ่ายออกมาเป็นกองมูล นำดินที่อยู่ชั้นลึก ๆ ขึ้นมาอยู่ชั้นบน และนำสารอินทรีย์ลงไปชั้น ลึก ๆ ได้ การเคลื่อนตัวในดิน ทำให้เกิดช่องว่างในดิน บางสปีชีส์ทำให้เกิดโพรงดินที่ถาวร ทำให้ ดินมีความสามารถอุ้มน้ำ (holding capacity) ได้ดี กลายเป็นช่องทางให้รากพืชเจริญหยั่งลงไป ได้ นอกจากนั้นยังช่วยกลบฝังซากส่วนต่าง ๆ ของพืชได้อีก ผลดังกล่าวทำให้ซากต่าง ๆ ที่ทับถมลด น้อยลง เพิ่มพื้นที่ของดินชั้นบน เพิ่มคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และโพลีแซคคาไรด์ และที่สำคัญ คือช่วยถ่ายเทให้สารมลพิษพวกไนเตรท สารกำจัดศัตรูพืชทั้งหลาย (pesticides) ลงไปสู่ชั้นน้ำใต้ ดิน นับจากงานวิจัยของ Gate ในปี ค.ศ. 1972 ที่พบว่ามีประมาณ 27 สปีชีส์ มีการวิจัยเพิ่มขึ้น จาก ประสุข โฆษวิฑิตกุล และ นพิต จันทรวิสูตร อย่างไรก็ตามคาดว่าน่าจะมีไส้เดือนดินใน ประเทศไทยนับได้เป็นร้อยสปีชีส์ ซึ่งหลังจากที่มีการสำรวจอย่างจริงจังทำให้มีการค้นพบไส้เดือน ดินสายพันธุ์ใหม่อีก 25 สปีชีส์ที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่แล้ว ถึงกระนั้นจากการเก็บตัวอย่างทั่ว ประเทศไทยในระหว่างปี 2555-2558 คาดว่ายังมีไส้เดือนอีกเป็นจำนวนมากที่รอการศึกษา นอกจากนี้ไส้เดือนดินที่มีการค้นพบใหม่นี้ยังมีศักยภาพที่จะนำไปเพาะเลี้ยงเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิต

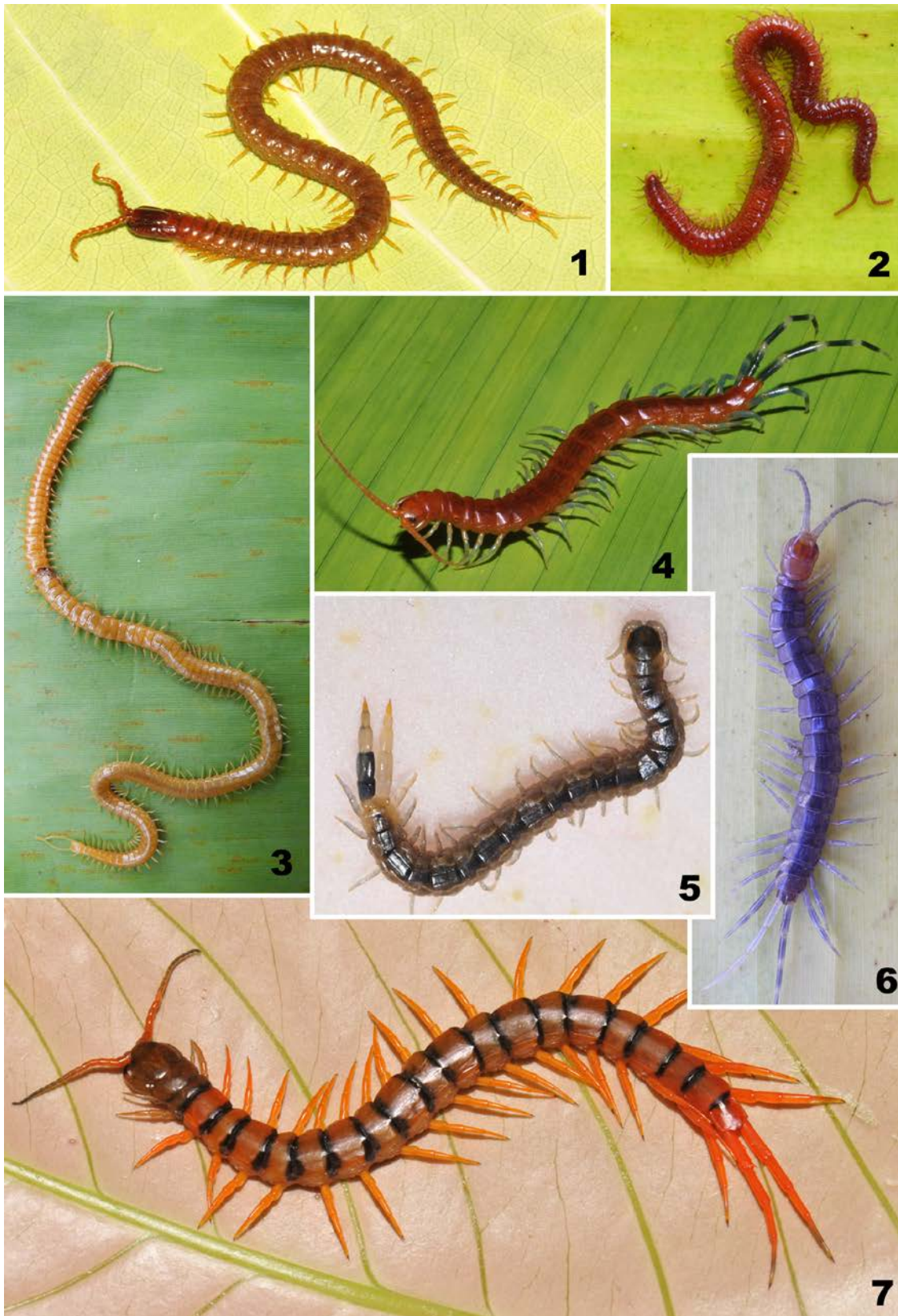
ทางการเกษตร เนื่องจากไส้เดือนเป็นสัตว์ที่มีหน้าที่ในระบบนิเวศที่สร้างสรรค์และทำให้เกิดความยั่งยืน ต่อระบบการหมุนเวียนของดินที่อุดมสมบูรณ์ มีบทบาททั้งในเชิงวิทยาศาสตร์พื้นฐาน การเกษตร นิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งไปทั้งงานวิจัยและนำผลไปประยุกต์ใช้ในวงการเกษตรต่อไป



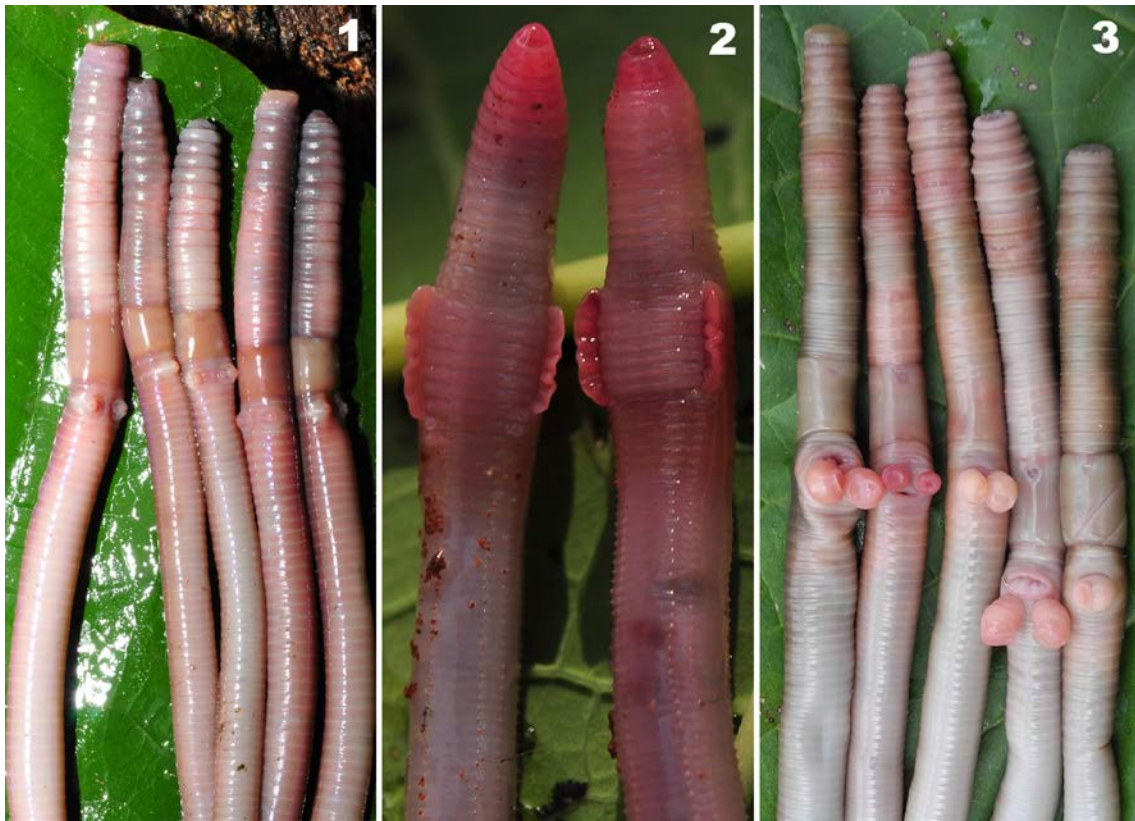
ภาพที่ 2 ตัวอย่างหอยทากบกบางสปีชีส์ที่พบในประเทศไทย 1) *Pterocyclos* sp. 2) *Pupina siamensis* 3) *Rhiostoma hainesi* 4) *Leptopoma vitrium* 5) *Pupina* sp. 6) *Cyclophorus volvurus* 7) *Pollicaria myersi* 8) *Dyakia salangana* 9) *Atopos* sp. 10) *Hemiplecta funerea* 11) *Phuphania globosa* 12) *Amphidromus xiengensis* 13) *Camaena illustris* 14) *Oophana* sp. 15) *Aegista* sp. 16) *Ganesella capitium* 17) *Diaphera prima* 18) *Cryptozona siamensis* 19) *Parmarion martensi* 20) *Plectopylis* sp. 21) *Chloritis diplochonch*



ภาพที่ 3 ตัวอย่างกิ้งกือบางสปีชีส์ที่พบในประเทศไทย 1) Glomerid 2) Spherotherid 3) *Anteromorpha festiva* 4) Cambalopsid 5) *Platyrhacus* sp. 6) Siphonophorid 7) *Anurostreptus scluptus* 8) *Tylophygus enghoffi* 9) *Tylophygus opinatus* 10) *Tylophygus uncinatus* 11) *Litostrophus segretatus* 12) *Tylophygus resimus*



ภาพที่ 4 ตัวอย่างตะขาบบางสปีชีส์ที่พบในประเทศไทย 1) *Geophilus* sp. 1 2) *Geophilus* sp. 2 3) *Geophilus* sp. 3 4) *Otostigmus scaber* 5) *Asanada* sp. 6) *Rhysida nuda* 7) *Scolopendra subspinipes morsitan*



ภาพที่ 5 ตัวอย่างไส้เดือนดินบางสปีชีส์ที่พบในประเทศไทย 1) *Amyntas* sp. 2) *Glyphidrilus* sp. 3) *Metaphire* sp.

1.1 การเก็บตัวอย่างในต่างประเทศ

1.2.1 การวิจัยและเก็บตัวอย่างในราชอาณาจักรกัมพูชา (ภาพที่ 1)

หอยทากบก กิ้งกือ และตะขาบในราชอาณาจักรกัมพูชา

ประเทศกัมพูชายังมีป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์อยู่ทางตอนเหนือของประเทศ มีความหลากหลายของทรัพยากรสิ่งมีชีวิต และยังที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยทั่วโลกเป็นอย่างมาก จากการที่บริเวณตอนกลางของคาบสมุทรอินโดจีนในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา มีรายงานการค้นพบสัตว์มีกระดูกสันหลังสปีชีส์ใหม่มากมายหลายสปีชีส์ เช่นพวกกบเขียด กลุ่มเขียดงู รวมทั้งปลาน้ำจืดอีกหลายสปีชีส์ ซึ่งเป็นที่รู้กันดีว่าสัตว์เหล่านี้ได้รับความสนใจศึกษามาเป็นเวลายาวนาน ก็ยังสามารถพบสปีชีส์ใหม่ๆ ได้ในพื้นที่ของกัมพูชาซึ่งเทียบไม่ได้เลยกับสัตว์ขนาดเล็กจำพวกหอยทากบก กิ้งกือ ใส้เดือนดิน และตะขาบ ซึ่งยังขาดการศึกษาอยู่อีกมาก ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ที่ดีและแสดงให้เห็นว่ากัมพูชายังมีทรัพยากรความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กอยู่มาก ที่ต้องมีการศึกษาวิจัยอย่างเร่งด่วน

หอยทากบก (ภาพที่ 6) มีความสำคัญในระบบนิเวศในหลายๆ ด้านแต่ได้รับการศึกษาน้อยโดยในประเทศกัมพูชาของค์ความรู้ที่มีเกี่ยวกับหอยทากบก กิ้งกือ ใส้เดือน และตะขาบ นั้นเป็นการศึกษาที่มีในอดีตเมื่อกว่าหนึ่งร้อยปีมาแล้วในสมัยที่เป็นอาณานิคมของประเทศฝรั่งเศส เช่นเดียวกับข้อมูลที่มีของประเทศลาวและเวียดนาม ดังนั้นลักษณะของผลการศึกษาและกลุ่มนักธรรมชาติวิทยาที่มาศึกษาก็เป็นกลุ่มเดียวกับที่ศึกษาความหลากหลายของหอยทากบก กิ้งกือ ใส้เดือน และตะขาบ ในประเทศลาวและเวียดนาม เช่นการศึกษาหอยทากบกโดย A. Bavay, P. Dautzenberg, H. Corse และ O. Moellendorff เป็นต้น สำหรับใส้เดือนดินไม่เคยมีรายงานที่ชัดเจนจากที่มีแต่เพียงการอ้างถึงในการศึกษาของประเทศใกล้เคียงเช่นประเทศไทย เวียดนาม และลาว

กิ้งกือ (ภาพที่ 7) และตะขาบ (ภาพที่ 8) ได้รับการศึกษามากพอสมควรโดยเช่น โดย K.W. Verhoeff, F. Silvestri และ R.V. Chamberlin ที่มีการใช้เป็นแหล่งอ้างอิงที่สำคัญในการศึกษาจนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้ในช่วงราวปี ค.ศ. 1950-1966 มีนักธรรมชาติวิทยาชาวฝรั่งเศส P.-H. Fischer ได้รวบรวมรายชื่อทรัพยากรความหลากหลายของหอยทากบก และ C. Attems ได้รวบรวมรายชื่อสปีชีส์พันธุ์ของตะขาบและกิ้งกือในกลุ่มประเทศอินโดจีนไว้ค่อนข้างครบถ้วน และครอบคลุมสำหรับกัมพูชาด้วย อย่างไรก็ตามการจัดจำแนกกิ้งกือ และตะขาบ ที่อ้างอิงตามวิวัฒนาการที่ยอมรับและใช้อยู่ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก ทำให้ข้อมูลในอดีตต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและทันสมัยมากขึ้น นอกจากนี้การศึกษาสำรวจในอดีตจำกัดอยู่ในบางพื้นที่เท่านั้น ซึ่งพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยากในอดีตแต่อาจจะเข้าถึงได้ง่ายในปัจจุบัน ตัวอย่างใหม่ที่ได้จากสำรวจใหม่ยังเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญทางด้านพันธุกรรม วิวัฒนาการ ดังนั้นการศึกษาสำรวจที่ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น ดังนั้นข้อมูลสำคัญในส่วนของความหลากหลาย ในกัมพูชาและยังนำไปสู่การศึกษาทางด้านอื่นๆ การศึกษารั้วนี้ถือว่าเป็นการสำรวจและเก็บตัวอย่างหอยทากบก

กิ่งกือ ไล่เดือน และตะขาบ ครั้งแรกคริสต์ศตวรรษที่ 21 และเพียงส่วนน้อยของพื้นที่ของกัมพูชา แต่ทั้งหมดเป็นพื้นที่ใหม่ที่ยังไม่เคยมีการศึกษาสำรวจมาก่อน



ภาพที่ 6 หอยทากบกบางสปีชีส์ที่พบในราชอาณาจักรกัมพูชา 1) *Durgella* sp. 2) *Parmarion* sp. 3) *Sarika dugasti* 4) *Sarika limbata* 5) *E. Sarika heptagyra* 6) *Sarika* sp. 7 และ 8) *Sarika pumicata* รูปที่ 8 แสดงการผสมพันธุ์



ภาพที่ 7 กิ้งกือบางสปีชีส์ที่พบในราชอาณาจักรกัมพูชา 1) *Trigoniulus corallinus*, 2) *Litostrophus segregatus* 3) *Zephronia* sp.



ภาพที่ 8 ตะขาบบางสปีชีส์ที่พบในราชอาณาจักรกัมพูชา 1) *Scolopendra dehaani* 2) *Ostostigmus aculeatus* 3) *Scolopendra morsitans*

1.2.2 การวิจัยและเก็บตัวอย่างในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (ภาพที่ 1)

หอยทากบก กิ้งกือ และตะขาบในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ประเทศลาวตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของคาบสมุทรอินโดจีนไม่มีพื้นที่ต่อกับทะเล ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรสิ่งมีชีวิตและยังเป็นพื้นที่ที่ได้รับความสนใจและจับตาจากนักวิจัยทั่วโลกเป็นอย่างมาก ภาคเหนือของประเทศลาวประกอบไปด้วยแขวง บ่อแก้ว หลวงน้ำทา อุดมไชย หลวงพระบาง และพงสาลี ลักษณะของพื้นที่เป็นเทือกเขาสูงที่ระดับความสูง 1000-2000 เมตรจากระดับน้ำทะเลขึ้นไป ภูมิอากาศแบบกึ่งเขตร้อน มีที่ราบค่อนข้างน้อย มีแม่น้ำสำคัญหลายสายไหลผ่าน เช่น แม่น้ำทา แม่น้ำหา แม่น้ำอุ เป็นต้น จากการที่ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา มีรายงานการค้นพบสัตว์ขนาดใหญ่ชนิดใหม่ๆ จำนวนมาก โดยเฉพาะสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น นกปรอดหัวโหล่น *Pycnonotus hualon* สัตว์จำพวกกวาง เสือ *Pseudoryx nghetinhensis* และกระรอกบินขนาดใหญ่ *Biswamoyopterus laoensis* ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่าสัตว์เหล่านี้แม้จะได้รับความสนใจศึกษามาเป็นเวลานานก็ยังสามารถพบสปีชีส์ใหม่ๆ ได้อีกอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ประเทศลาวเทียบไม่ได้เลยกับสัตว์ขนาดเล็กจำพวก หอยทากบก กิ้งกือ ไล่เดือนดิน และตะขาบ ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ที่ดีและแสดงให้เห็นว่าประเทศลาวยังมีทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพอยู่มาก ที่ต้องได้รับการศึกษาอย่างเร่งด่วนเช่นกัน

หอยทากบกที่พบในประเทศลาว (ภาพที่ 9) จากลักษณะพื้นที่เป็นเทือกเขาสูง ไม่มีที่ราบมากนัก ส่วนมากเป็นป่าดิบเขา มีความชื้นสูงและอากาศค่อนข้างเย็นตลอดปี พบหอยทากบกจำนวนสปีชีส์ไม่มากนักเนื่องจากหลายสาเหตุได้แก่ การเก็บตัวอย่างในพื้นที่จำกัด พื้นที่จำนวนมากถูกทำลาย โดยเฉพาะเขาหินปูนที่ถือว่าเป็นแหล่งที่อยู่ที่สำคัญของหอยทากบกจะพบระบบนิเวศเขาหินปูนเพียงเล็กน้อยในแขวงอุดมไชย แต่จากการสำรวจและเก็บตัวอย่าง พบหอยทากบกจำนวนมากและมีความหลากหลายสปีชีส์สูง นอกจากนี้ยังพบหอยทากจิ๋วขนาดเล็กที่พบอาศัยอยู่ตามหินงอกหินย้อยในถ้ำ หอยสกุล *Angustopila* เป็นหอยทากจิ๋วถ้ำสปีชีส์ใหม่ของโลก ยังพบหอยทากจิ๋วปากแตรบนแนวเขาหินปูนใกล้เคียงอีก 6 สปีชีส์ได้แก่สกุล *Paraboysidia* 3 สปีชีส์ สกุล *Hypselostoma* 1 สปีชีส์ และสกุล *Sinoennea* 2 สปีชีส์ ทั้งหมดเป็นหอยทากจิ๋วสปีชีส์ใหม่ของโลก ยังพบหอยในวงศ์หอยนักล่า *Streptaxidae* อีก 7 สปีชีส์ จากแขวงหลวงน้ำทา และพงสาลี ซึ่งในจำนวนนี้มี 3 สปีชีส์ในสกุล *Perrottetia* และ 1 สปีชีส์ในสกุล *Indoartemon* เป็นหอยนักล่าสปีชีส์ใหม่ของโลก ขณะนี้ทั้งหอยทากจิ๋วและหอยนักล่าที่พบในตอนเหนือของประเทศลาวอยู่ระหว่างการตีพิมพ์ สำหรับหอยทากบกที่มีขนาดใหญ่พบเป็นจำนวนมากเช่นกันที่เมืองบุนเหนือ และบุนใต้ของแขวงพงสาลีลักษณะเป็นพื้นที่ราบไม่กว้างนักอยู่กลางหุบเขา พบหอยทากบกขนาดใหญ่ในสกุล *Camaena* และหอยต้นไม้สกุล *Amphidromus* ที่มีลักษณะแตกต่างจากที่มีรายงานในประเทศลาวและประเทศเวียดนาม และมีแนวโน้มที่อาจจะเป็นหอยทากขนาดใหญ่สปีชีส์ใหม่ของโลก อย่างไรก็ตามยังต้องการเปรียบเทียบตัวอย่างต้นแบบที่ประเทศฝรั่งเศสเนื่องจากในพื้นที่

แถบนี้ ในอดีตกว่าร้อยปีถูกเรียกรวมว่าเขต “หลวงพระบาง” เคยมีนักธรรมชาติวิทยาชาวฝรั่งเศสหลายคนเดินทางมาศึกษาสำรวจไว้แล้วและพบหอยทากบกขนาดใหญ่หลายสปีชีส์เช่นกัน

กลุ่มของกิ้งกือของประเทศลาว (ภาพที่ 10) พบส่วนมากคือกิ้งกือในอันดับ Polydesmida เนื่องจากจำนวนสมาชิกเยอะที่สุดมากกว่าครึ่งหนึ่งของกิ้งกือทั่วโลก และมีกระจายอยู่ทั่วโลก อยู่ในถิ่นอาศัยที่หลากหลาย นอกจากนั้นยังมีความหลากหลายของรูปร่าง รูปทรง และสีสันทันที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะกิ้งกือมังกรสกุล *Desmoxytes* เป็นกลุ่มกิ้งกือตะเข็บ วงศ์ Paradoxosomatidae ที่มีโดดเด่นโดยมีแผ่นปีกที่อยู่ด้านข้างลำตัวยื่นขยายออกมาเป็นรูปร่างคล้ายหนามรูปทรงต่างๆ ดูคล้ายกับมังกร หรือเขาของกวาง นอกจากนั้นยังมีสีสันทันตั้งแต่สีชมพู สีส้ม สีเหลือง สีดำ และรวมถึงสีแดง กิ้งกือมังกรยังจัดว่าเป็นเฉพาะถิ่นพบการกระจายตัวในพื้นที่แคบ และยังเป็นกิ้งกือประจำถิ่นของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ด้วย จากที่มีรายงานกิ้งกือมังกรเพียงสปีชีส์เดียวในประเทศลาว แต่หลังจากคณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจบริเวณลาวใต้ในแขวง จำปาสัก อັตตะปือ เซกอง สาระวัน สะหวันเขต และคำม่วน ได้พบกิ้งกือมังกรสปีชีส์ใหม่อีก 2 สปีชีส์ และได้ตีพิมพ์เผยแพร่เรียบร้อยแล้ว

กลุ่มตะขาบในประเทศลาว (ภาพที่ 11) ในที่นี้จะอธิบายรวมถึงความหลากหลายสปีชีส์ของตะขาบบนคาบสมุทรอินโดจีน โดยยังมีความไม่ชัดเจนในด้านการวิจัย เนื่องจากขาดการวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ การเก็บตัวอย่างใหม่ที่ครอบคลุมพื้นที่รวมถึงการศึกษาเชิงลึกที่เป็นระบบอันจะนำมาใช้ตอบปัญหาทางด้านความหลากหลายของพันธุกรรม และวิวัฒนาการของของสัตว์กลุ่มตะขาบในประเทศลาว และยังสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแพทย์ ทางด้านพิษวิทยา และการจัดการทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพต่อไป เนื่องจากตะขาบยังมีบทบาทในระบบนิเวศเป็นทั้งผู้ล่าและเป็นสัตว์กินซาก บ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นดิน จากการศึกษาสำรวจในแขวง บ่อแก้ว อุดมไชย หลวงน้ำทา และพงสาลี พบตะขาบ 10 สปีชีส์ ส่วนมากเป็นสปีชีส์เดียวกับที่พบในส่วนต่างๆ ของประเทศ แต่มี ตะขาบบ้าน *Scolopendra subspinipes* ที่พบที่น้ำตกใกล้กับเมืองสิง แขวงหลวงน้ำทา ที่มีลักษณะเหมือนกับตัวอย่างตะขาบบ้านที่พบในจังหวัดตราดของประเทศไทย และที่ราบสูงโบโลเวน แขวงจำปาสักของประเทศลาว ซึ่งเป็นตะขาบที่มีลักษณะคล้ายกับตะขาบบ้าน *Scolopendra dehaani* ที่พบได้ทั่วไปในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่จากการศึกษาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล พบความแตกต่างอย่างสิ้นเชิง และมีแนวโน้มที่จะเป็นตะขาบบ้านประจำถิ่นอินโดจีน ซึ่งต้องรายละเอียดเชิงลึกกำลังศึกษาและตีพิมพ์เผยแพร่ต่อไป

อย่างไรก็ตามกิ้งกือและตะขาบกลุ่มต่างๆ ที่พบในทางตอนเหนือของประเทศลาวที่เป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน จัดมีความเสี่ยงที่จะถูกคุกคาม อันเนื่องจากการใช้พื้นที่ทำไร่เลื่อนลอย ดังนั้นการวิจัยความหลากหลายสปีชีส์ จะทำให้ทราบข้อมูลทรัพยากรที่แน่นอนทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ คือขอบเขตของพันธุกรรมจะช่วยให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการติดตามชนิดพันธุ์ ที่มีจำนวนลดน้อยไม่ให้เกิดการสูญพันธุ์ และยังสามารถนำไปสู่การศึกษาชีววิทยา การกินอาหาร การเลือกใช้อาหาร การผสมพันธุ์ และวงจรชีวิตของทั้งกิ้งกือและตะขาบต่อไป



ภาพที่ 9 ตัวอย่างหอยทากบกหลายสปีชีส์ที่พบในประเทศไทย 1) *Cyclophorus speciosus* 2) *Pterocyclos messengeri* 3) *Japonia kobuloski* 4) *Camaena illustris* 5) *Quantula* sp. 6) *Quantula weinkauffiana* 7) *Chloritis deliciosa* 8) *Bradybaena similaris* 9) *Chloritis* sp. 10) *Sarika resplendens* 11) *Plecto pylis laosmontana* 12) *Haploptychius pellucens* 13) *Amphidromus xiengensis* 14) *Amphidromus* sp. 15) *Amphidromus mouhoti* 16) *Hemiplecta pluto* 17) *Megaaustenia siamensis* 18) *Philomycus* sp.



ภาพที่ 10 กิ้งกือบางสปีชีส์ที่พบในประเทศลาว 1) *Desmoxytes jeekeli* 2) กิ้งกือกระบอกหางทูในอันดับ **Spirobolida** ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ 3) กิ้งกือกระบอกหางทูวงศ์ Harpagophoridae ยังไม่สามารถจำแนกสกุลได้ 4) *Eutrichodesmus* sp. 5) *Platyhacus* sp. 6) *Desmoxytes* sp. 7) *Desmoxytes* sp. 8) *Thyropygus* sp. 9) กิ้งกือกระบอกเล็กวงศ์ Spirostreptidae ที่ยังไม่สามารถจำแนกสกุลได้ 10) กิ้งกือถ้ำขนาดเล็กวงศ์ Abacionidae ที่อาจเป็นสกุลใหม่และสปีชีส์ใหม่ 11) *Antheromorpha* sp. และ 12) *Hyleoglomeris* sp.



ภาพที่ 11 ตัวอย่างตะขาบบางสปีชีส์ที่พบในการศึกษารังนี้ 1) *Rhysida longipes* 2) *Rhysida calcarata* 3) *Otostigmus multidentis* 4) *Alluopus demangei* 5) *Scolopendra pinguis* 6) *Cormocephalus* sp. 7) *Otostigmus scaber* 8) *Scolopendra dehaani*

1.2.3 การวิจัยและเก็บตัวอย่างในประเทศสหพันธรัฐมาเลเซีย และสิงคโปร์ (ภาพที่ 1)

หอยทากบก กิ้งกือ และตะขาบในประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์

ประเทศมาเลเซีย แบ่งเป็น 2 ส่วน โดยมีทะเลจีนใต้กั้น ส่วนแรกคือ คาบสมุทรมลายู มีพรมแดนทิศเหนือติดประเทศไทยและทิศใต้ติดกับเกาะสิงคโปร์ ส่วนที่สองคือ ทางเหนือของเกาะบอร์เนียว มีพรมแดนทิศใต้ติดอินโดนีเซียและมีพรมแดนล้อมรอบประเทศบรูไน ประเทศมาเลเซีย ส่วนของคาบสมุทรมลายู หรือ แหลมมลายู มีลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีน้ำล้อมรอบทั้ง 3 ด้าน บริเวณชายฝั่งตะวันตกติดกับมหาสมุทรอินเดียและช่องแคบมะละกา ด้านทิศตะวันออกติดกับอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่มมีเทือกเขาสำคัญคือเทือกเขาสันกาลาคีรี (Titiwangsa) เป็นเทือกเขาที่กั้นพรมแดนประเทศไทยกับประเทศมาเลเซียเกือบตลอดทั้งแนว ทอดตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ โดยเริ่มต้นจากเขตแดนจังหวัดสตูลกับมาเลเซีย ทอดตัวไปทางตะวันออกเฉียงใต้ เทือกเขานี้ยังมีแนวยาวเข้าไปจนถึงตอนกลางของประเทศมาเลเซีย ยอดเขาที่สูงที่สุดบนเทือกเขาสันกาลาคีรีคือ Gunung Korbu อยู่ในเขตรัฐเปรัก ดังนั้น ด้วยลักษณะภูมิประเทศที่ตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้ประเทศมาเลเซียมีฝนตกชุก มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชและสัตว์มากมาย และด้วยประวัติทางธรณีวิทยาของคาบสมุทรมลายู ทำหน้าที่เสมือนเป็นสะพานตามธรรมชาติที่เชื่อมต่อเขตภูมิศาสตร์ของสัตว์ Indochina ทางตอนเหนือ และเขตภูมิศาสตร์ของสัตว์ Sunda Island ทางตอนใต้ จึงทำให้ประเทศมาเลเซียส่วนนี้มีความหลากหลายสัตว์กลุ่มต่างๆ ในทั้งสองเขตภูมิศาสตร์ที่สำคัญนี้อยู่ด้วยกัน นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในคาบสมุทรมลายูยังมีความจำเพาะถิ่นมากทั้งสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนม สัตว์เลื้อยคลานรวมถึงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอย่างพวกแมลง สัตว์ขาข้อ หอยทากบก และไส้เดือนดิน

หอยทากบก (ภาพที่ 12) การศึกษาความหลากหลายสปีชีส์ของหอยทากบกบนคาบสมุทรมลายูนั้นมีการศึกษาไม่มากนัก แม้ว่าประเทศมาเลเซียจะเคยเป็นอาณานิคมของประเทศอังกฤษมาก่อนก็ตาม อาจด้วยเป็นอาณานิคมไม่นานนักจึงทำให้ยังไม่มีการศึกษา ใดๆก็ตามองค์ความรู้เกี่ยวกับหอยทากบกในยุคแรก เริ่มต้นจากที่อังกฤษเข้ายึดเกาะหมาก หรือเกาะปีนังจากสยามประเทศ หลังจากนั้นได้มีนักสัตววิทยาชาวอังกฤษรายงานเกี่ยวกับหอยทากบกจากเกาะปีนังโดย Stoliczka รายงานไว้ในปี 1871-1873 ได้รวบรวมความหลากหลายสปีชีส์ของหอยทากบกไว้ประมาณ 50 สปีชีส์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสปีชีส์ที่มีการค้นพบใหม่ หลังจากนั้นได้มีคณะสำรวจชาวอังกฤษเข้ามาสำรวจภายใต้โครงการ Skeat expedition ในช่วงปีค.ศ. 1899-1901 โดยสำรวจสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดเล็กรวมถึงตะขาบและหอยทากบก ซึ่งผลการสำรวจเกี่ยวกับหอยทากบกนั้นมีความสำคัญ แต่ค่อนข้างจำกัดกระจายอยู่ในการรายงานของ Collinge ในช่วงปีค.ศ. 1899-1903 โดย Tomlin ในราวปีค.ศ. 1920-1940 และ โดย Laidlaw ในราวปีค.ศ. 1930-1950 หลังจากนั้นก็ได้มีการศึกษาความหลากหลายสปีชีส์ของหอยทากบกจากประเทศมาเลเซียอีกและจนกระทั่ง Maassen เมื่อปีค.ศ. 2000 ได้รวบรวมรายชื่อหอยทากบกที่มีการค้นพบและรายงานจากประเทศมาเลเซีย และอาจรวมถึงบางจังหวัดของประเทศไทยโดยเฉพาะจังหวัด ปัตตานี ยะลา นราธิวาส เนื่องจากมีพรมแดนที่ติดกับประเทศมาเลเซีย และรัฐกลันตัน เปรัก เปอร์ลิส และตรังกานู เคย

เป็นดินแดนของประเทศไทยมาก่อน จากการรายงานของ Maassen ในปีค.ศ. 2000 พบหอยทากบกทั้งสิ้น 235 สปีชีส์ หลังจากนั้นก็มีรายงานการพบหอยทากบกสปีชีส์ใหม่เพิ่มขึ้นจากประเทศมาเลเซียโดย Maassen อีกจำนวนหนึ่ง

กิ้งกือ (ภาพที่ 13) และตะขาบ (ภาพที่ 14) การศึกษาความหลากหลายสปีชีส์ตะขาบในคาบสมุทรมลายูนั้นมีการศึกษาอยู่ไม่มากนัก ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ยุค คือ ยุคล่าอาณานิคม ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1887-1953 มีการรายงานตะขาบหลากหลายสายพันธุ์จากคาบสมุทรมลายูเช่น ในปี ค.ศ. 1887 E. Haase ศึกษาและรวบรวมสปีชีส์ของตะขาบในบริเวณพื้นที่อินโด-ออสเตรเลียไว้ 15 สปีชีส์ ต่อมา S. S. Flower และ H. Hillman รวบรวมสปีชีส์ของตะขาบและกิ้งกือของคาบสมุทรมลายู และรวมถึงรายงานบางสถานที่จากภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย จากตัวอย่างที่เก็บโดยนักสำรวจชาวตะวันตกในช่วงปี ค.ศ. 1899-1929 และต่อมาในระหว่างปี ค.ศ. 1907-1953 C. Attems ได้ทำการทบทวนและบรรยายทั้งกลุ่มของกิ้งกือและตะขาบตะขาบชนิดพันธุ์ใหม่ๆ มีทั้งตะขาบและกิ้งกือหลายสปีชีส์ที่รายงานมากจากประเทศมาเลเซีย ภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย และเกาะสิงคโปร์ สำหรับยุคปัจจุบัน ตั้งแต่ราวปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา งานวิจัยทางด้านความหลากหลายของกิ้งกือและตะขาบในคาบสมุทรมลายูส่วนใหญ่ยังคงถูกศึกษาโดยชาวต่างชาติ เช่น ในระหว่างปี ค.ศ. 1981-1986 E. H. Eason รายงานตะขาบหิน 7 สปีชีส์ใหม่จากประเทศไทยและมาเลเซีย Golovatch ระหว่างปี ค.ศ. 1990-2000 รายงานกิ้งกือสปีชีส์ใหม่จากภาคใต้ของประเทศไทยและตอนเหนือของประเทศไทย ซึ่งจากตัวอย่างรายงานการศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น แสดงให้เห็นว่าความหลากหลายของสายพันธุ์ตะขาบในคาบสมุทรมลายูรวมถึงภาคใต้ของประเทศไทยนั้นมีค่อนข้างสูง แต่เนื่องจากการขาดผู้เชี่ยวชาญและข้อมูลด้านความหลากหลายของสายพันธุ์ที่ไม่สมบูรณ์ กิ้งกือและตะขาบถึงแม้ว่าจะเป็นสัตว์กลุ่มหนึ่งที่มีพิษและเป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่ก็มีความสำคัญในระบบนิเวศในหลายด้าน ดังนั้นหากมีการศึกษาวิจัยกันอย่างจริงจังและทุ่มเท จะทำให้สามารถนำทรัพยากรกิ้งกือและตะขาบมาใช้สร้างประโยชน์ รวมถึงสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ ให้แก่ภูมิภาคนี้ ไม่ว่าจะเป็นทางด้าน การแพทย์หรือเกษตรกรรมได้อย่างมีมูลค่าเพิ่มและยั่งยืน



ภาพที่ 12 ตัวอย่างหอยทากบกบางสปีชีส์ที่พบในประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์ 1) *Cyclotus setosus* 2) *Pterocyclos spaleotes* 3) *Alycaeus* sp. 4) *Personia* sp. 5) *Pollicaria elephas* 6) *Cyclophorus volvurus* 7) *Pupina artata* 8) *Alycaeus perakensis* 9) *Schistoloma perakensis* 10) *Vaginula siamensis* (ventral side) 11) *Achatina fulica* 12) *Sinoennea ridleyi* 13) *Prosopeas* sp. 14) *Trochomorpha* sp. 15) *Quantula striata* 16) *Pseudoplecta bijuga* 17) *Sarika* sp. | 18) *Sarika* sp.



ภาพที่ 13 ตัวอย่างกิ้งกือบางสปีชีส์ที่พบในประเทศไทยมาเลเซียและสิงคโปร์ 1) *Glomeris* sp. I 2) Spherotherid 3) *Glomeris* sp. II 4) *Enghoffsoma* sp. 5) *Desmoxytes* sp. 6) Unknown micro polydesmids 7) Unknown cave-dwelling polydesmids 8) *Platydesmis* sp. 9) *Tylopygus* sp.



ภาพที่ 14 ตัวอย่างตะขาบบางสปีชีส์ที่พบในประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์ 1) *Thereuopoda longicornis* 2) *Asanada brevicornis* 3) *Scolopendra subspinipes* 4) *Rhysida leviventer* 5) *Scolopendra morsitans* 6) *Scolopendra dehaani* 7) *Mecistocephalus* sp.

1.2.4 การวิจัยและเก็บตัวอย่างในสาธารณรัฐแห่งสหภาพพม่า (ภาพที่ 1)

หอยทากบกและกิ้งกือในสาธารณรัฐแห่งสหภาพพม่า

ประเทศพม่าหรือเมียนมาร์ ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 676,578 ตารางกิโลเมตร เป็นประเทศที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แผ่นดินใหญ่ (หรือคาบสมุทรอินโดจีน) และใหญ่เป็นอันดับที่ 40 ของโลก ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 9° และ 29° เหนือ และลองจิจูด 92° และ 102° ตะวันออก ประเทศพม่าทางตอนล่างติดกับทะเลอันดามัน และอ่าวเบงกอล มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน 5 ประเทศ มีพรมแดนติดต่อกับบังคลาเทศและอินเดียทางตะวันตกเฉียงเหนือ พรมแดนทางเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือติดต่อกับทิเบตและมณฑลยูนนานของจีนยาวถึง 2,185 กิโลเมตร ทางตะวันออกเฉียงใต้ติดต่อกับลาวและไทย

สภาพภูมิประเทศของพม่า นั้น ส่วนใหญ่เป็นที่สูงและเทือกเขาอยู่โดยรอบคล้ายรูปเกือกม้า ด้านตะวันตกและด้านเหนือเป็นพื้นที่ภูเขา และด้านตะวันออกเป็นที่ราบสูงและภูเขา ส่วนพื้นที่ราบจะอยู่ตอนกลางประเทศ บริเวณลุ่มน้ำ และตลอดแนวชายฝั่งทะเลจากด้านตะวันตกถึงด้านใต้ แนวเทือกเขาในประเทศพม่าจะทอดแนวต่อจากเทือกเขาหิมาลัยในทิศทางจากเหนือ ลงไปทางใต้ แบ่งออกเป็น 3 แนว ได้แก่ ด้านตะวันตกมีเทือกเขานาคะ (Naga Hills) เทือกเขาชิน (Chin Hills) และเทือกเขาเยไซ (Rahkine Yoma) ซึ่งทอดแนวยาวโค้งลงมาทางใต้ มีเทือกเขาพะโค (Bago Yoma) อยู่ตอนกลาง และมีที่ราบสูงฉาน (Shan Plateau) สลับแนวเขาสูงอยู่ด้านตะวันออก พื้นที่สูงและภูเขามีสภาพสูงเฉลี่ยราว 3000 ฟุต โดยมีจุดสูงสุดคือ ยอดเขาคากาโบราซี (Hkakaborazi Mountain) ตั้งอยู่ทางเหนือสุดของประเทศ มีความสูงถึง 19,296 ฟุต ระหว่างเทือกเขาทั้ง 3 แนวนั้น จะมีที่ราบลุ่มแม่น้ำของแม่น้ำสายใหญ่ที่ไหลขนานในทิศทางเหนือ-ใต้ ได้แก่ แม่น้ำชินวิน (Chindwin) แม่น้ำอิรวดี (Irrawaddy) แม่น้ำสะโตง (Sittoung) และสาละวิน (Thanlwin) แม่น้ำสายสำคัญที่สุดคือแม่น้ำอิรวดี มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาหิมาลัยไหลผ่านใจกลางประเทศลงสู่ทะเลอันดามัน มีความยาว 2,170 กิโลเมตร แม่น้ำอิรวดีตอนล่างเป็นพื้นที่ราบกว้างใหญ่ กินพื้นที่ราว 20,000 ตารางกิโลเมตร โดยแตกย่อยเป็นสายน้ำ 8 สายไหลลงสู่ทะเลอันดามัน บริเวณนี้ถือเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศพม่า เพราะมีดินที่อุดมสมบูรณ์อันเกิดจากน้ำท่วมและการทับถมของแร่ธาตุที่ถูกแม่น้ำอิรวดีพัดพามา ส่วนแม่น้ำสายยาวที่สุดคือแม่น้ำสาละวินมีความยาวถึง 2,815 กิโลเมตร ไหลจากเทือกเขาหิมาลัยผ่านที่ราบสูงฉานแล้วลงสู่ทะเลอันดามันที่อ่าวมาตะมะ (Gulf of Martaban) ในรัฐมอญ สหภาพพม่าตั้งอยู่ในเขตมรสุมเขตร้อนจำแนกฤดูกาลออกเป็น 3 ฤดู ฤดูฝนอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้จะพัดเข้าสู่ประเทศทำให้ฝนตกเกือบทุกวัน ทางตอนกลางของประเทศซึ่งถูกกำบังด้วยแนวเขาเยไซในด้านตะวันตกจะมีฝนตกน้อยทำให้ ทำให้พื้นที่ตอนกลางของประเทศพม่ามีสภาพอากาศแห้งแล้งกว่าที่อื่น ตอนบนของประเทศจะอุดมไปด้วยป่าไม้ และมีฝนตกชุกมาก พื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ของพม่าจะอยู่ ณ บริเวณที่ราบลุ่มปากแม่น้ำอิรวดี สะโตง และสาละวิน

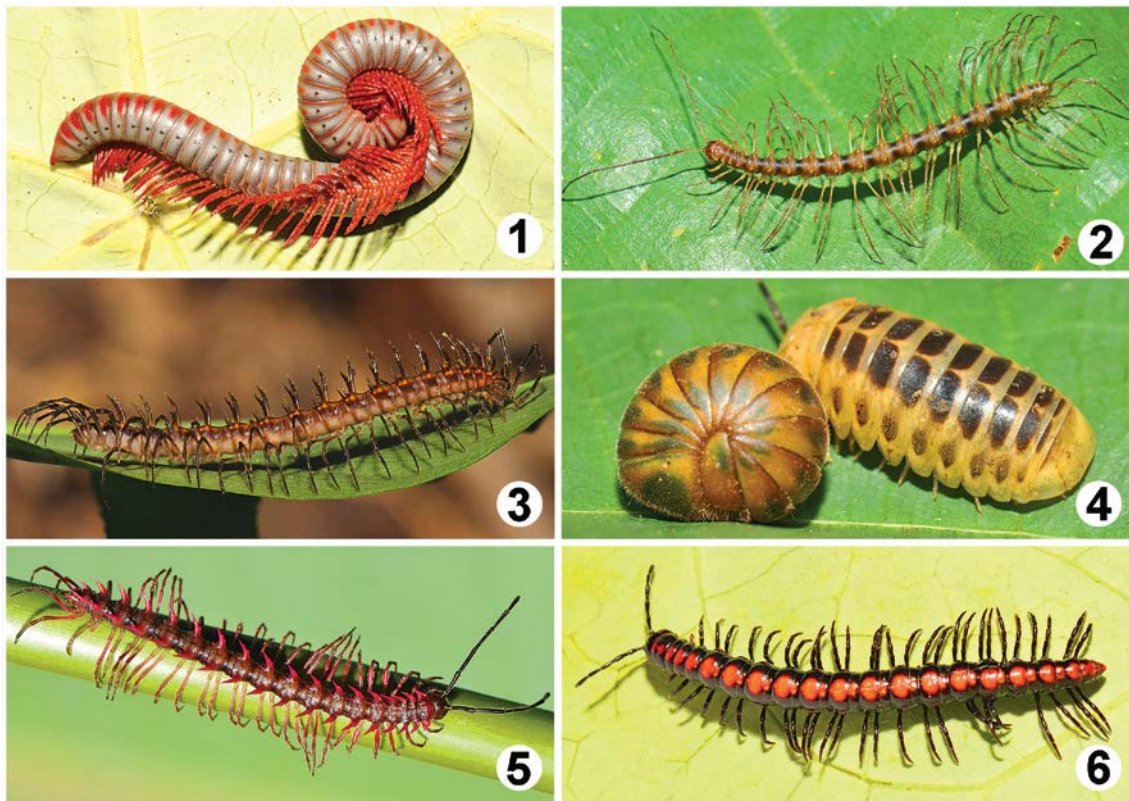
หอยทากบก (ภาพที่ 15) การศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มหอย ของพม่าส่วนมาเริ่มต้นจากสมัยที่มีการล่าอาณานิคมแล้วประเทศอังกฤษได้ผนวกดินแดน

ของพม่าเข้ามาไว้ร่วมกับอินเดีย หลังจากนั้นได้มีนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษในทุกๆ ด้าน เข้ามาศึกษาในประเทศพม่าเป็นจำนวนมากเช่นการสำรวจสมุทศาสตร์ การทำแผนที่ การสำรวจทางธรณีวิทยา และที่สำคัญคือการสำรวจทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งพืชและสัตว์ ซึ่งได้มีนักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของโลกหลายท่านได้ร่วมศึกษา และตีพิมพ์เผยแพร่ออกมาในลักษณะของชุดหนังสือ *The Fauna of British India including Ceylon and Burma* ที่มีสัตว์ทุกกลุ่ม และเอกสารชุดนี้เป็นเอกสารสำคัญยิ่งในวงการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการศึกษายหอยทากบกนั้น ได้รวบรวมไว้มากกว่า 300 สปีชีส์ จากในผลงานสำคัญของ H.H. Godwin-Austen ในปี ค.ศ. 1880-1920 ผลงานของ Blanford and Godwin-Austen ในปี 1908 และผลงานของ Gude ในปี 1921 ซึ่งเอกสารทั้งหมดนี้เป็นผลงานการศึกษาความหลากหลายสปีชีส์ของหอยทากบกในประเทศอาณานิคมของอังกฤษที่เรียกว่า *British India* ซึ่งส่วนหนึ่งรวมเอาหอยทากบกของพม่าเข้าไปด้วย และยังเป็นเอกสารทางวิชาการที่สำคัญให้นักวิจัยที่สนใจศึกษาความหลากหลายของไม้เพียงแต่หอยทากบกเท่านั้น ยังรวมถึงทรัพยากรความหลากหลายของสัตว์ในกลุ่มต่างไว้ด้วย

กิ้งกือ (**ภาพที่ 16**) ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงโดยเฉพาะประเทศพม่านี้ได้เริ่มต้นจากนักสัตววิทยาคนสำคัญ R.I. Pocock ปีค.ศ. 1880-1900 ที่เป็นชาวอังกฤษ ได้ศึกษาตัวอย่างกิ้งกือและตะขาบที่เก็บจากประเทศพม่า ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวอย่าง myriapods ชุดแรกที่ได้รับการศึกษาอย่างเป็นระบบ เนื่องจากประเทศพม่าที่เป็นอาณานิคมของอังกฤษ ในการศึกษาที่ส่วนใหญ่เป็นการรายงานกิ้งกือในกลุ่มกิ้งกือตะเข็บอันดับ Polydesmida ซึ่งพบว่ามียกิ้งกือทั้งสิ้น 35 สปีชีส์ และมีถึง 19 สปีชีส์ที่เป็นสปีชีส์ใหม่และได้รับการตั้งชื่อโดย Pocock หลังจากนั้นตัวอย่างจากพม่าเช่นเดียวกันได้รับการศึกษา โดย C. Attems ค.ศ. 1930-1931 ซึ่งได้รายงานเพิ่มเติมกิ้งกือของพม่าอีก 15 สปีชีส์ หลังจากนั้นการศึกษาเกี่ยวกับกิ้งกือและตะขาบจากพม่ามีอยู่อย่างกระจัดกระจาย จากสภาพภูมิศาสตร์ที่หลากหลาย และพม่าเองก็เป็นเสมือนรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก Indochina และ แผ่น Gondwana ซึ่งเป็นพื้นที่สำคัญที่น่าจะมีความหลากหลายของสัตว์ในกลุ่ม myriapods ที่หลากหลายเนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้มีวิวัฒนาการมาอย่างยาวนาน



ภาพที่ 15 หอยทากบกบางสปีชีส์ที่พบในประเทศไทย 1) *Pupina aura* 2) *Rhaphaulus pachysiphon* 3) *Pollicaria grvida* 4) *Schistoloma sectilabrum* 5) *Leptopoma annamiticus* 6) *Prosopes techalensis* 7) *Discartemon* sp. 8) *Haploptychius* sp. 9) *Haploptychius sankeyi* 10) *Sarika* sp. 11) *Sophina* sp. 12) *Succenia cochinchinensis* 13) *Dyakia retrorsa* 14) *Trochomorpha* sp. 15) *Cryptaustenia tavoyensis* 16) *Megaustenia prestan* 17) *Oospira* sp. 18) *Plectopylis achatina*



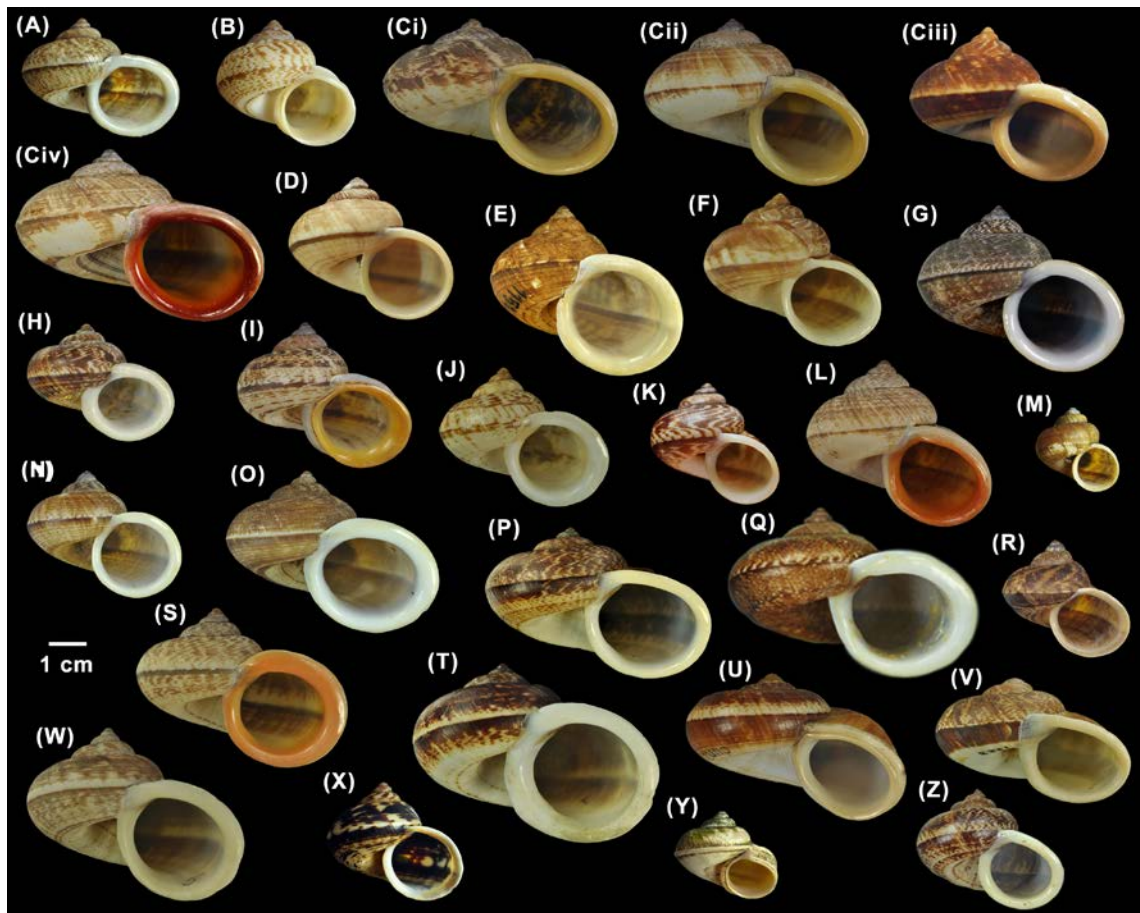
ภาพที่ 16 หอยทากบกบางสปีชีส์ที่พบในประเทศไทย 1) กิ้งกือกระบอก *Tonkinbolus* 2) กิ้งกือมังกร *Desmoxytes* sp. 1 3) กิ้งกือมังกร *Desmoxytes* sp. 2 4) กิ้งกือกระสุน Glomeridae 5) กิ้งกือมังกร สกุล *Desmoxytes* sp.3 6) กิ้งกือตะเข็บ *Helicorthomorpha*

ซิสเทมาติกส์และชีวภูมิศาสตร์ (Systematics and Biogeography)

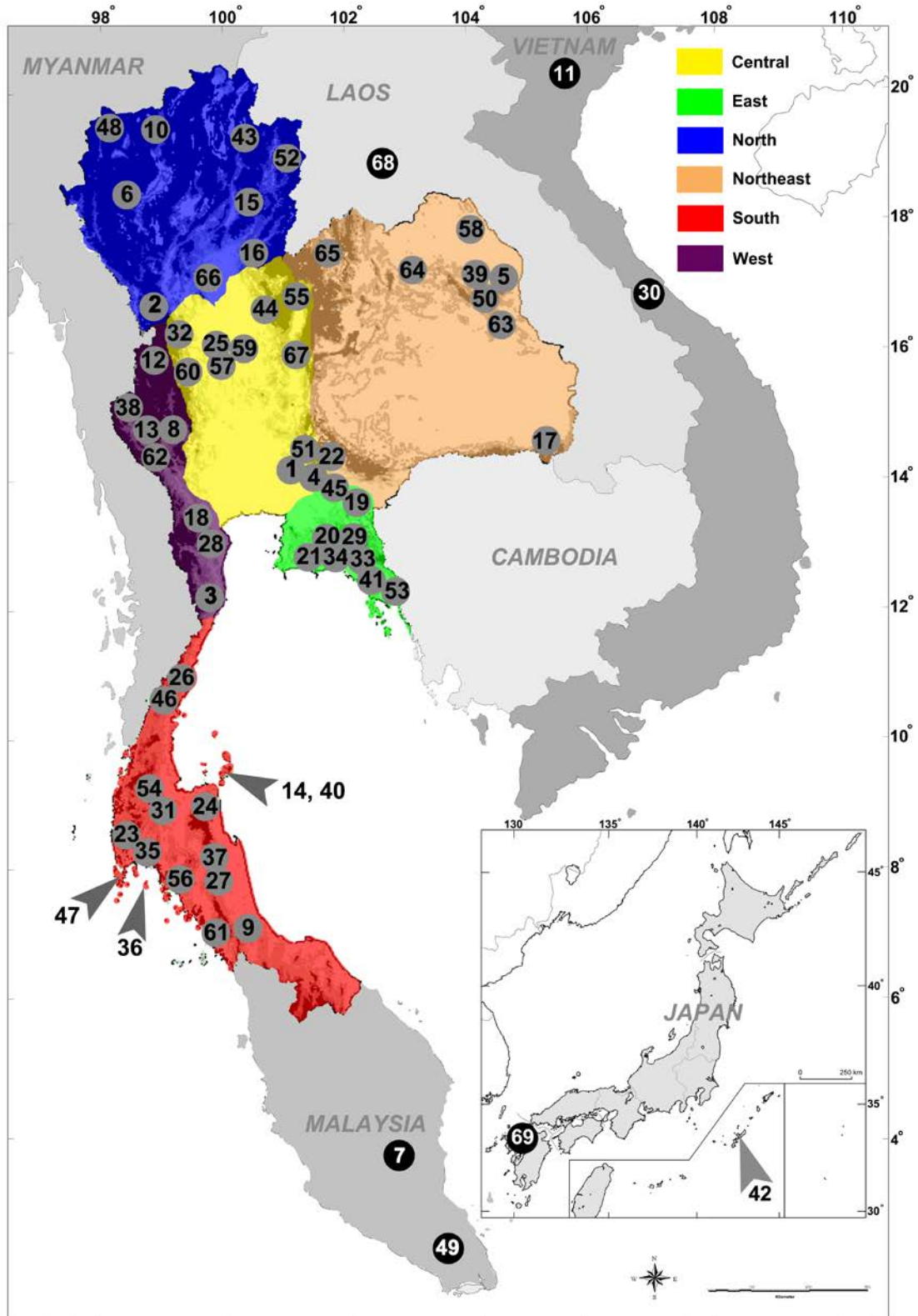
ผลการศึกษาและวิเคราะห์จากบทความวิจัย ตัวอย่างอ้างอิงร่วมกับตัวอย่างที่เก็บในพื้นที่ต่างๆ ทั้งทั่วภูมิภาคของไทย และประเทศเพื่อนบ้านได้แก่ประเทศ ลาว กัมพูชา มาเลเซีย สิงคโปร์ และเมียนมาร์ ทำให้เห็นคำถามวิจัยเรื่องของวิวัฒนาการของพันธุกรรมที่นำไปสู่การแพร่กระจายของสายพันธุ์ไปตามภูมิภาคต่าง ๆ และลักษณะที่เห็นได้ด้วยตาคือ ลักษณะสัณฐานภายนอก ภายใน ยังไม่สามารถตอบคำถามวิวัฒนาการของสปีชีส์ในภูมิภาคการวิเคราะห์ด้วยความสัมพันธ์ทางอนุชีววิทยา โดยใช้ gene sequencing แล้วสร้างสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการเพื่อตอบคำถามวิวัฒนาการดังกล่าว

วิวัฒนาการของหอยหอมสกุล *Cyclophorus* Moontfort, 1810

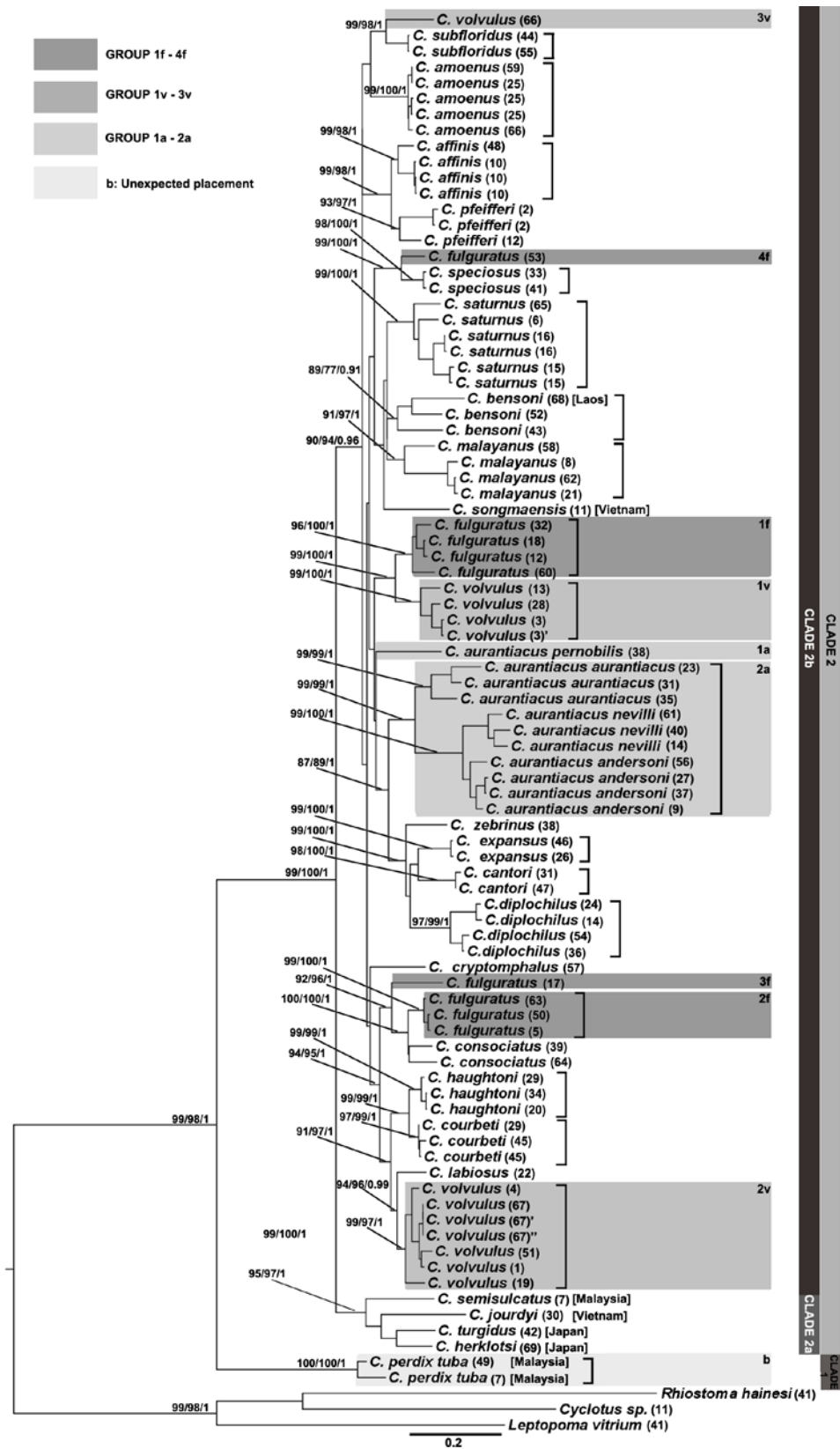
ผลการวิจัยได้มีการนำเสนอในที่ต่างๆ ทั้งระดับชาติและนานาชาติ และได้ตีพิมพ์ในวารสารระดับแนวหน้าคือ Molecular Phylogenetics and Evolution ในปี ค. ศ. 2014 ส่วนสรุปของผลการวิจัยเป็นดังนี้ “Operculate land snails of the genus *Cyclophorus* are distributed widely in sub-tropical and tropical Asia. Shell morphology is traditionally used for species identification in *Cyclophorus* but their shells exhibit considerable variation both within and between populations; species limits have been extremely difficult to determine and are poorly understood. Many currently recognized species have discontinuous distributions over large ranges but geographical barriers and low mobility of snails are likely to have led to long periods of isolation resulting in cryptic speciation of allopatric populations. As a contribution towards solving these problems, we reconstructed the molecular phylogeny of 87 *Cyclophorus* specimens, representing 29 nominal species (of which one was represented by four subspecies), plus three related out-group species. Molecular phylogenetic analyses were used to investigate geographic limits and speciation scenarios. The analyses of COI, 16S rRNA and 28S rRNA gene fragments were performed using neighbour-joining (NJ), maximum likelihood (ML), and Bayesian inference (BI) methods. All the obtained phylogenetic trees were congruent with each other and in most cases confirmed the species level classification. However, at least three nominate species were polyphyletic. Both *C. fulguratus* and *C. volvulus* appear to be species complexes, suggesting that populations of these species from different geographical areas of Thailand are cryptic species. *C. aurantiacus pernobilis* is distinct and likely to be a different species from the other members of the *C. aurantiacus* species complex.”



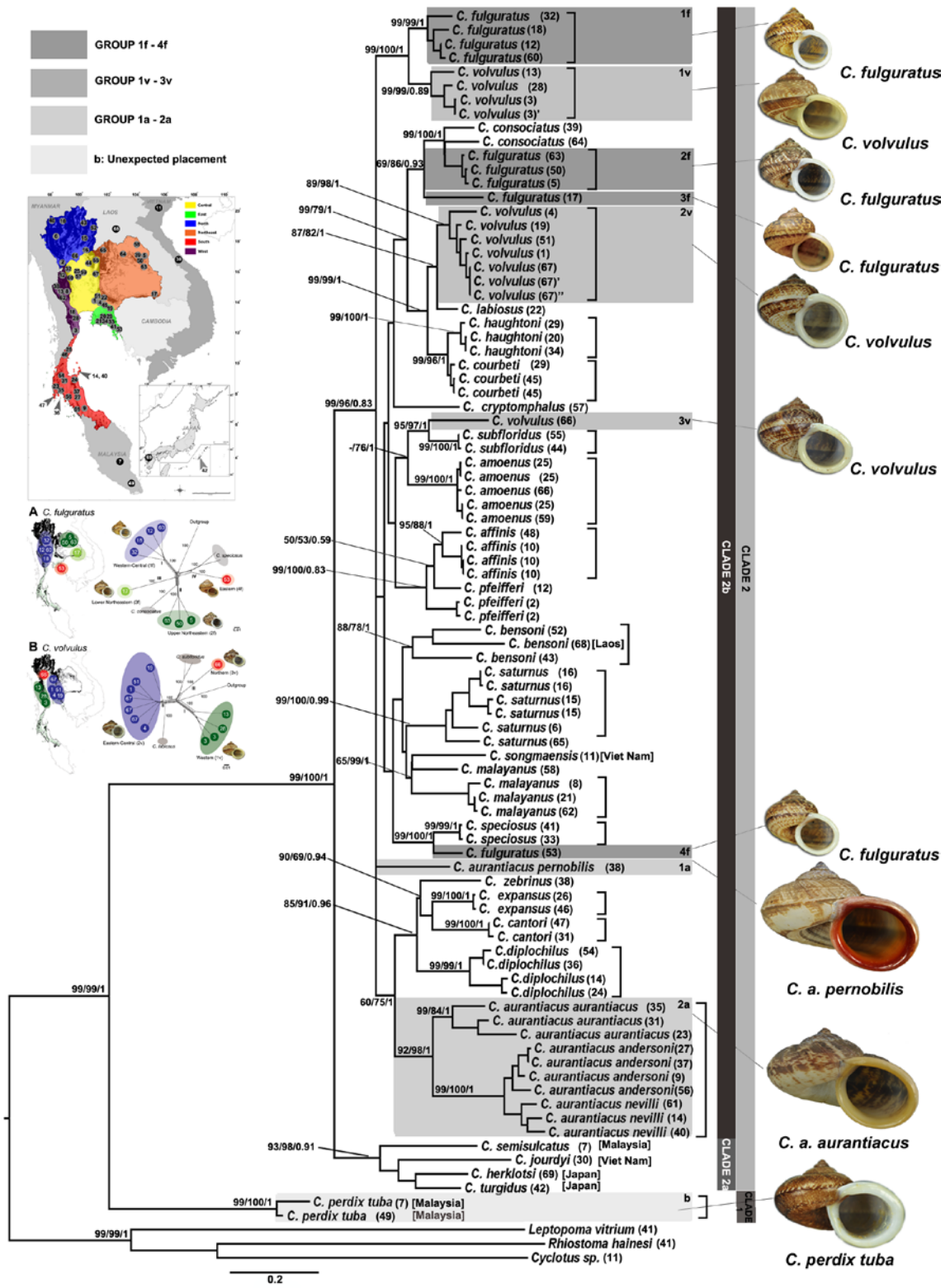
หอยหอมจำนวน 25 สปีชีส์ที่เก็บตัวอย่างมาจากหลายพื้นที่ในประเทศไทย และประเทศ
 ไก่เลี้ยง มีลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกใกล้เคียงกันเคียงมาก ทำให้การจัดจำแนกที่ชัดเจนทำ
 ได้ยากมาก จึงต้องวิเคราะห์ในเชิงลึกทางอนุชีววิทยา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก
 อาจเป็นลักษณะที่เปลี่ยนแปลงช้ามาก

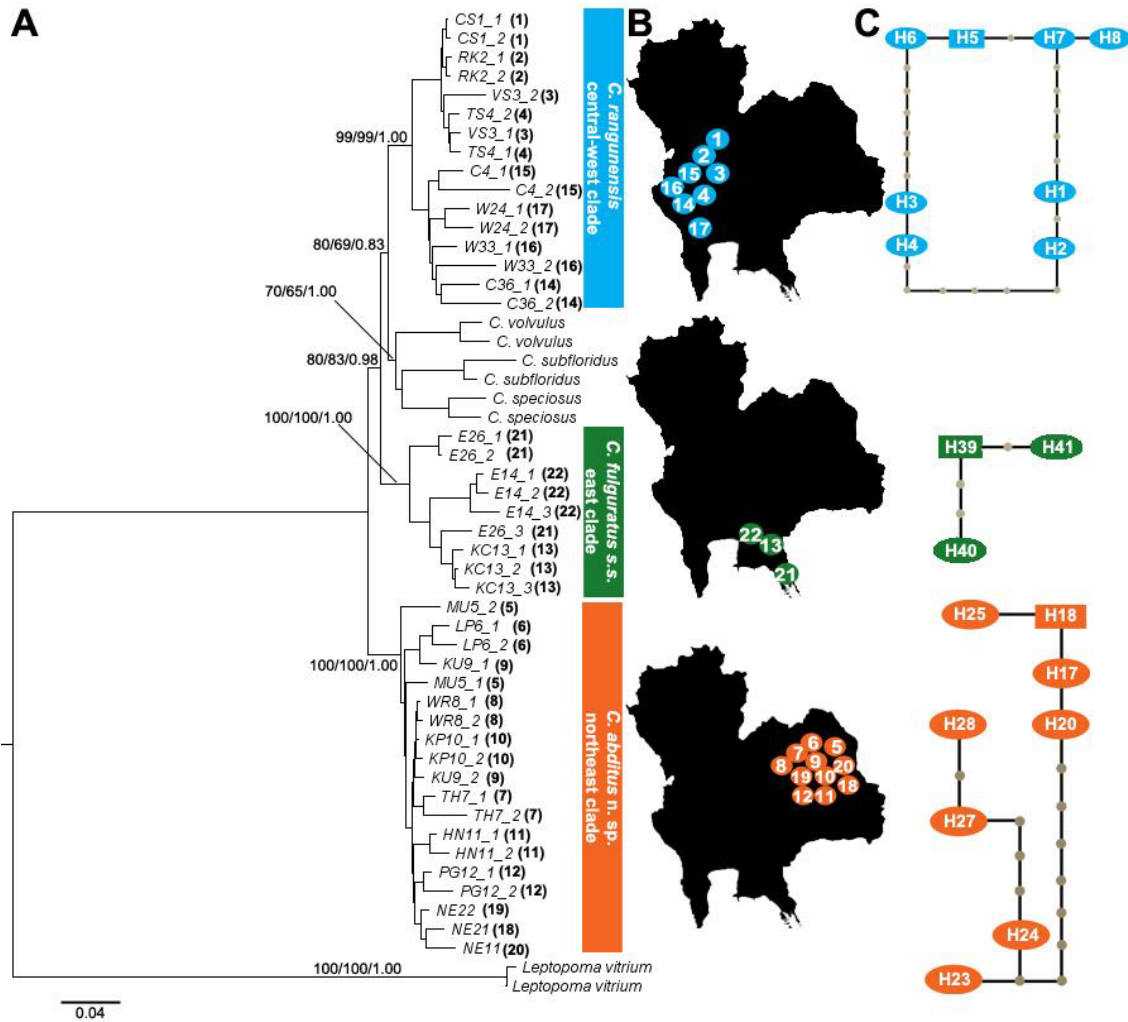


พื้นที่ที่เก็บตัวอย่างหอยห่อม *Cyclophorus* จากหลายบริเวณของประเทศไทย และพื้นที่ของ ประเทศใกล้เคียง



ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของหอยหอม *Cyclophorus* ที่วิเคราะห์ด้วยความสัมพันธ์ของ ยีน COI 16S rRNA และ 28S rRNA จะเห็นข้อบกพร่องของอนุกรมวิธานด้วยหลักฐานวิทยา ที่ไม่สามารถพบลักษณะที่ชัดเจนของสปีชีส์ได้ ตัวอย่างเด่นชัดใน *C. volvulus* ที่กระจายไป หลายแห่งบนสายวิวัฒนาการ และ *C. fulguratus* ก็มีปัญหาเช่นเดียวกัน ดูจากภาพถัดไปด้วย

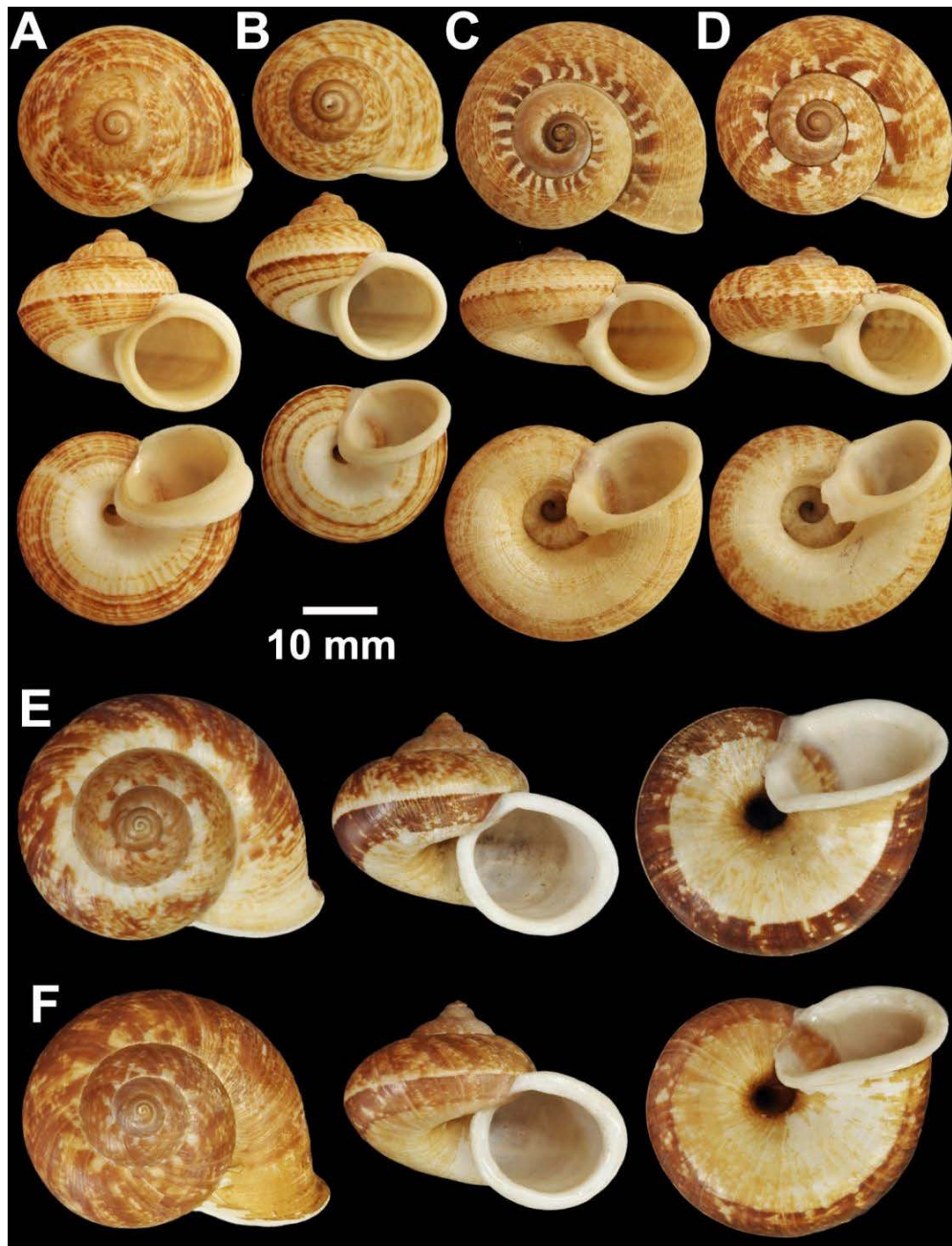




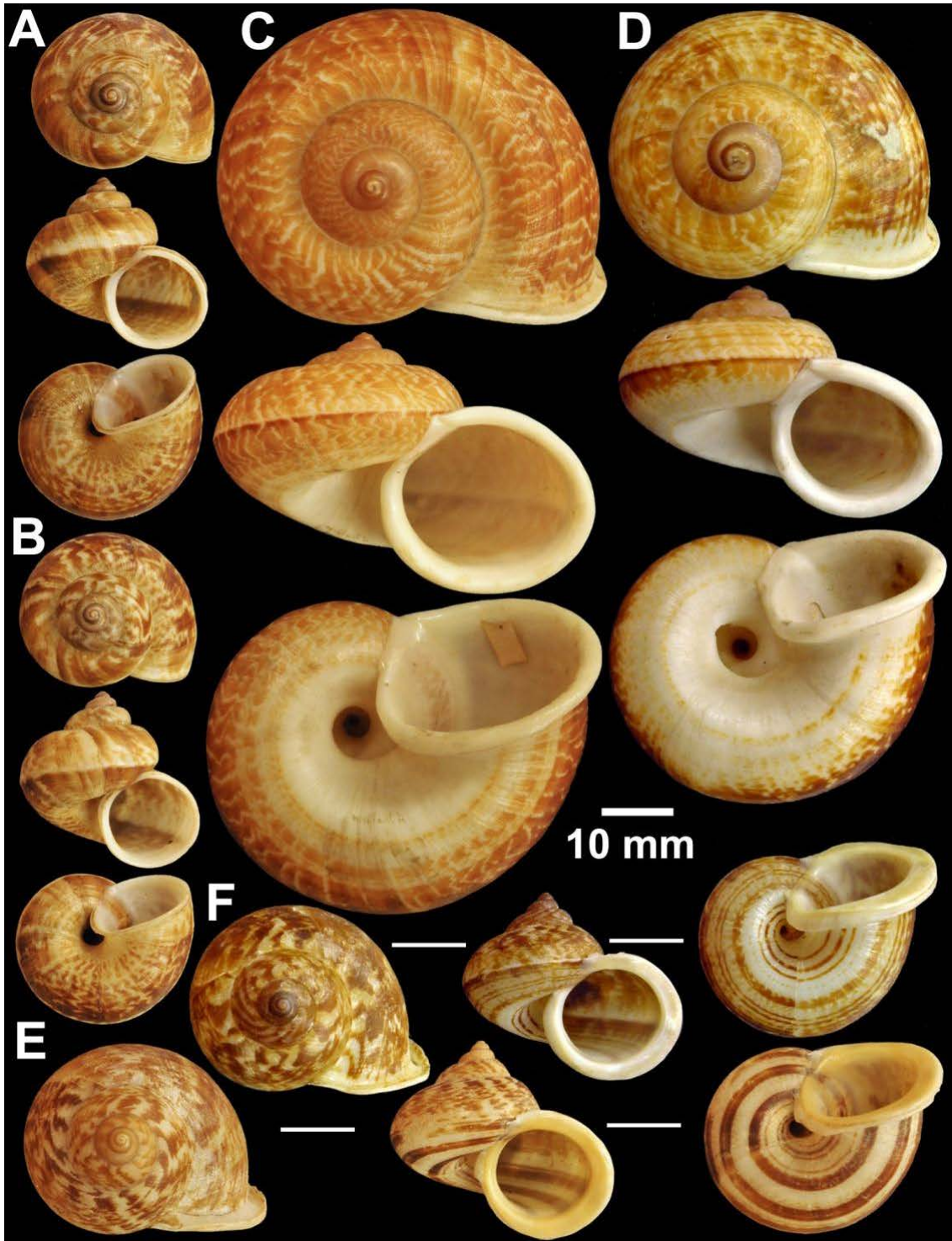
วิเคราะห์สายสัมพันธ์ของ *C. fulguratus* ด้วยยีน 16 S COI 18 S และ 28S พบว่า *C. fulguratus* ที่พบในพื้นที่ที่ห่างกันทางภูมิศาสตร์มาก ได้แยกจากกันออกไปแล้ว ทำให้มีการจำแนกออกไปเป็นสามสปีชีส์ที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันคือ *C. fulguratus* *C. rangunensis* และพบสปีชีส์ที่แฝงอยู่ใน *C. fulguratus* ในลักษณะของ cryptic species ที่ต่อมาจำแนกเป็นสปีชีส์ใหม่ที่แยกตัวออกมาคือ *Cyclophorus abdictus* Nantararat and Panha, 2014

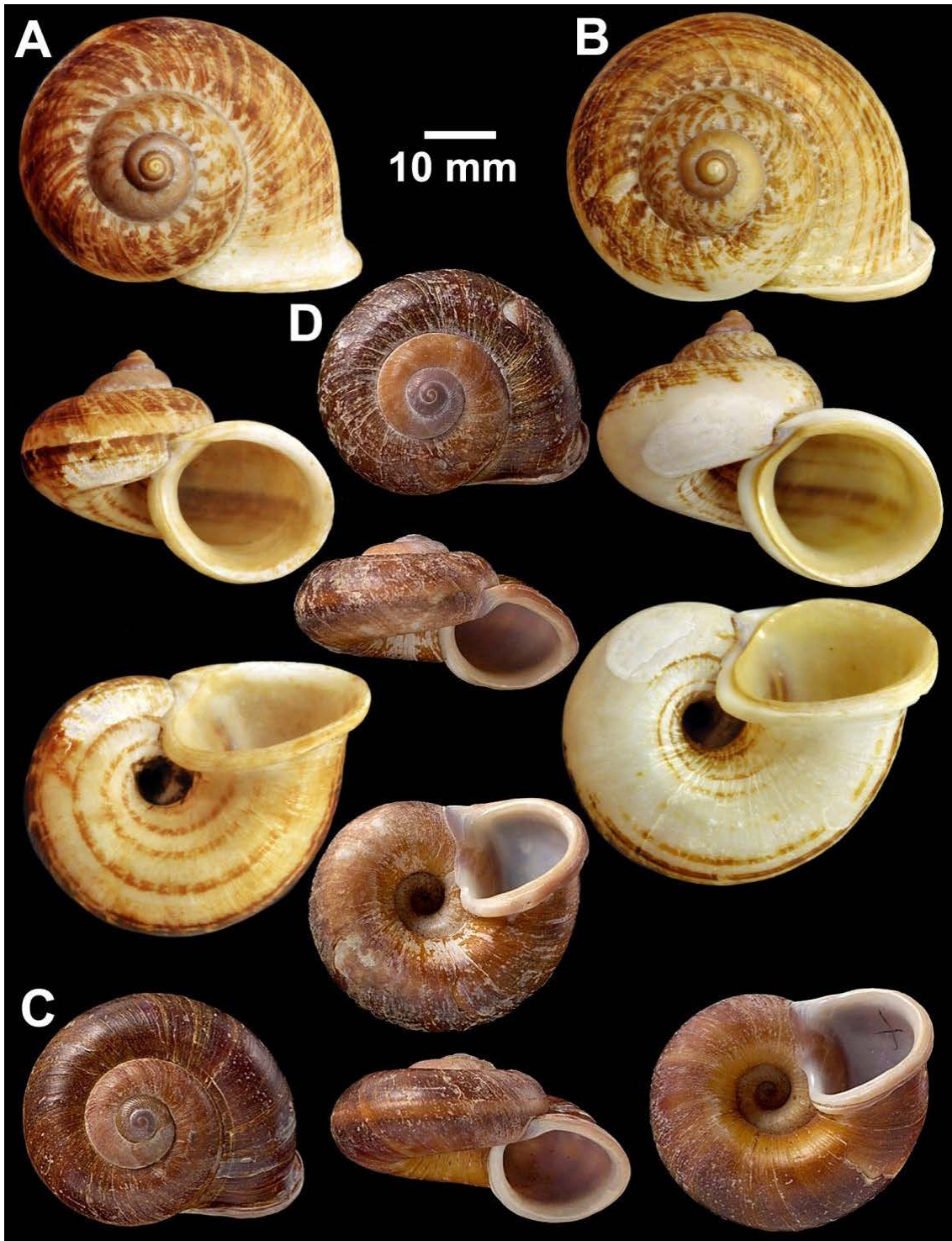
การวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นทำให้เกิดคำถามถึงการทำงานทางอนุกรมวิธานสัตววิทยา ที่น่าจะต้องกลับไปตรวจสอบจากผลการวิเคราะห์ทางอณูชีววิทยา เพื่อให้เกิดความกระจ่าง และปรับปรุงเกณฑ์การจำแนกที่ชัดเจนขึ้น และหากสามารถศึกษาจากตัวอย่างต้นแบบ (type specimens) และ/หรือตัวอย่างอ้างอิง (reference specimens) จากพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาที่มีมาตรฐานโลก จะทำให้สามารถเข้าไปศึกษาย้อนรอยอีกครั้งหรือมักเรียกว่า "Morphological Re-visit" หรือ "Anatomical Re-visit" และสามารถจัดทำบัญชีสปีชีส์ที่มีบนโลก และวิเคราะห์หาขอบเขตของสปีชีส์ได้อีกด้วย การวิจัยครั้งนี้ได้มีโอกาสศึกษาตัวอย่างต้นแบบ และตัวอย่างอ้างอิงจากพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาแห่งกรุงลอนดอน ประเทศสหราชอาณาจักร ผลการวิจัยสรุปใจความสำคัญได้ดังนี้

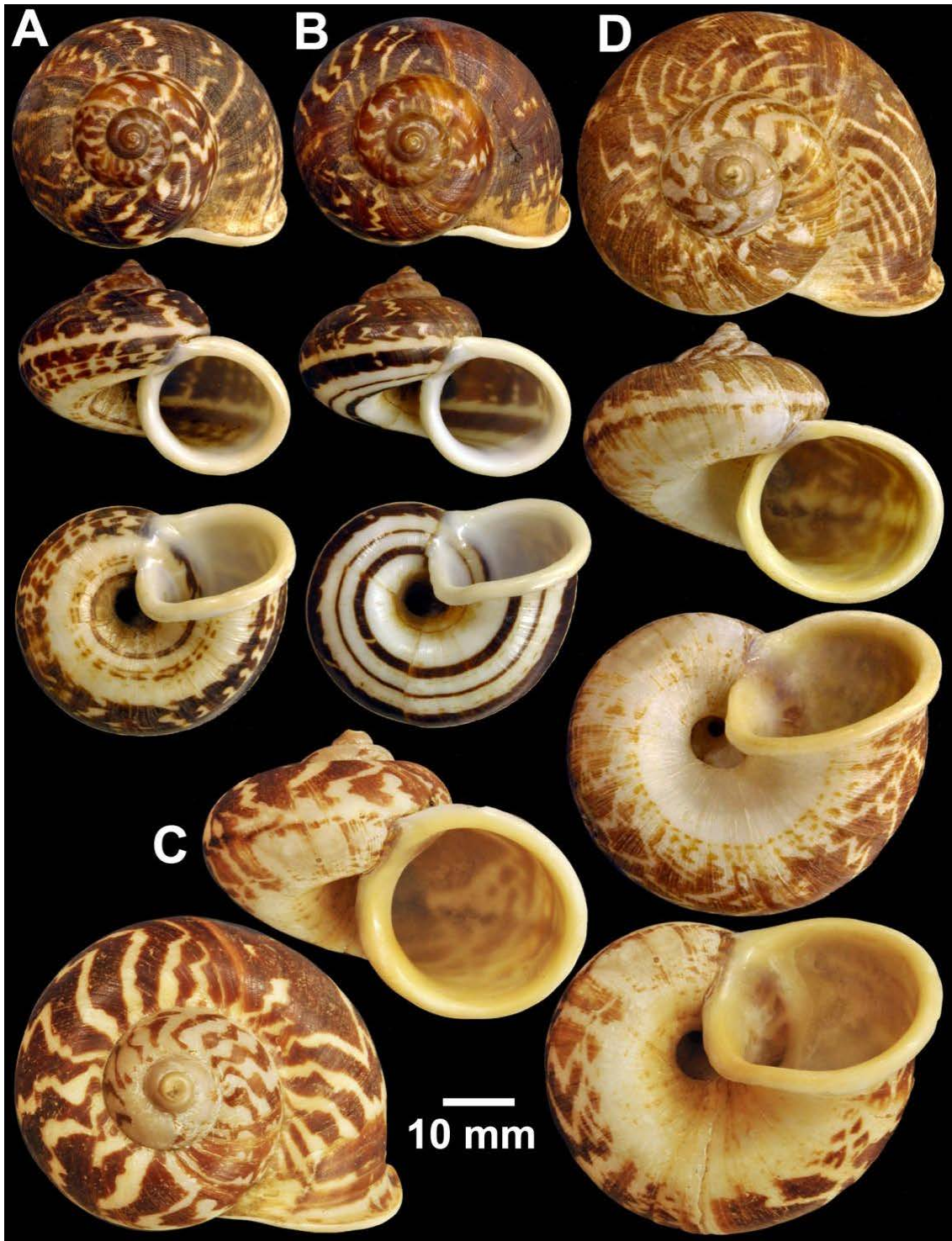
“The collection of land caenogastropod snails in the genus *Cyclophorus* Monfort, 1810 housed in the Natural History Museum, London (NHM), includes 52 type lots. Lectotypes have been designated for 44 species-level available names to stabilize existing nomenclature, one previously designated lectotype, two syntypes, one possible syntype, two holotypes, and two parlectotypes are also listed. A complete catalogue of the *Cyclophorus* types in NHM, London is provided for the first time.”



รูปภาพแสดง Reference specimens รวมทั้ง Types ที่ถูกเก็บรวบรวมไว้เป็นเกือบ 100 ปี สามารถเอามาวิเคราะห์และจัดทำ catalogue ของหอย *Cyclophorus* ของโลกไว้ได้







ผลการศึกษาวិเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นได้ตีพิมพ์เผยแพร่ลงในวารสารทางวิชาการในระดับนานาชาติของงานทางด้านนี้ดังรายการอ้างอิงต่อไปนี้

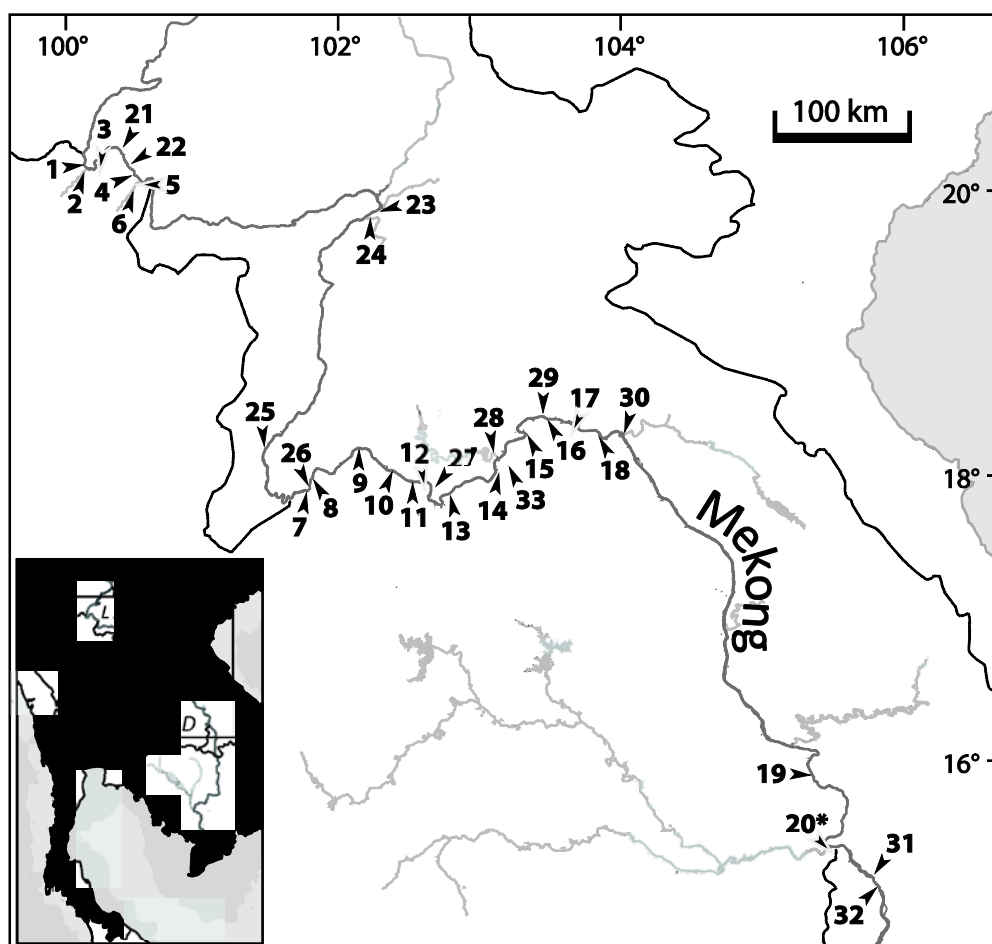
1. Nantarat, N., Tongkerd, P., Sutcharit, C., Wade, C.M., Naggs, F. and Panha, S. 2014. Phylogenetic relationships of the land operculate snail genus *Cyclophorus* Monfort, 1810 in Thailand. ***Molecular Phylogenetics and Evolution***, 70: 99-111.
2. Nantarat, N., Wade, C.M., Jeratthitikul, E., Sutcharit, C. and Panha, S. 2014. Molecular evidence for cryptic speciation in the *Cyclophorus fulguratus* (Pfeiffer, 1854) species complex (Cenogastropoda: Cyclophoridae) with description of new species. ***PLOS ONE*** 9(10): e109785.
3. Nantarat, N., Sutcharit, C., Tongkerd, P., Ablett, J., Naggs, F. and Panha, S. 2014. An annotated catalogue of the type specimens of the land snail genus *Cyclophorus* Monfort, 1810 (Gastropoda: Caenogastropoda) in the Natural History Museum, London. ***ZooKeys***, 41: 1-56.

การวิเคราะห์การถ่ายทอดยีนจากไส้เดือนสะเทิน *Glyphidrilus* Horst, 1889

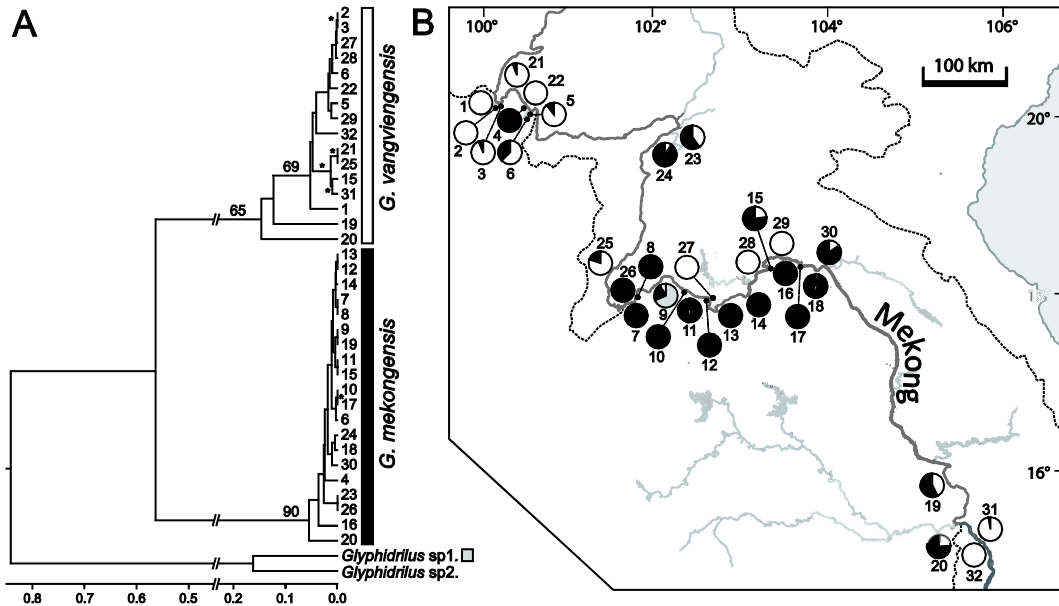
ผลการวิจัยภายใต้ทุนส่งเสริมกลุ่มวิจัย สกว. เลขที่สัญญา RTA5580001 ที่มีศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา เป็นหัวหน้าโครงการ ทำให้กลุ่มวิจัยนี้เป็นผู้เชี่ยวชาญไส้เดือนสะเทินสกุล *Glyphidrilus* Horst, 1889 ที่สร้างความรู้ในเรื่องของความหลากหลายของสปีชีส์ ระบบนิเวศ และค้นพบสปีชีส์ที่ยังไม่มีการรายงานมาก่อน (สปีชีส์ใหม่ของโลก) อีกเกือบสามสิบสปีชีส์ ภายใต้การศึกษาด้วยทุนวิจัยดังกล่าว คำถามที่เกิดขึ้นคือการวิเคราะห์ทางสัณฐานวิทยา และอนุกรมวิธานแบบดั้งเดิมเชื่อถือได้แค่ไหน คำถามดังกล่าวจึงต้องทำการพิสูจน์ด้วยไส้เดือนสองสปีชีส์ที่กระจายอยู่ในลุ่มแม่น้ำโขงตอนกลางระหว่างฝั่งลาวและไทยคือ *Glyphidrilus mekongensis* Chanabun and Panha, 2012 และ *Glyphidrilus vangviangensis* Chanabun and Panha, 2012 ผลการเก็บตัวอย่างตามลุ่มแม่น้ำโขงแล้ววิเคราะห์การถ่ายทอดยีนของสองสปีชีส์ ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้

“The genus *Glyphidrilus* comprises of semi-aquatic freshwater earthworms that live in an ecotone between terrestrial and freshwater ecosystems and that are widely distributed along the banks of rivers and rice paddy systems. Two *Glyphidrilus* species (*G. vangviangensis* and *G. mekongensis*) are endemic to the Lower Mekong River Basin and are sympatric from Northern Thailand to Southern Laos. Because the key morphological

traits in semi-aquatic earthworms are highly polymorphic, species delimitation among the Mekong *Glyphidrilus* is still unclear. Therefore, allozyme electrophoresis was performed to assess whether *G. vangviengensis* and *G. mekongensis* are distinct species and to what extent their variable morphology allows their specific separation. A total of 752 individuals collected from 33 localities were screened for 10 presumed loci from seven enzymatic systems, revealing that *G. vangviengensis* and *G. mekongensis* are two distinct species, according to their different allelic patterns and high genetic distance. An additional unidentified species was inferred from Ban Hat Khamphi, Loei, Thailand. Genetic diversity of the Mekong *Glyphidrilus* was comparable to other earthworm taxa, with a low heterogeneity (F_{ST}) in each species. No population structure was detected by AMOVA and Bayesian structure analyses, and significant isolation by distance but not vicariance was observed. Recent translocation by water current could have caused the coexistence of both species and high level of gene flow among adjacent populations within each species.”



พื้นที่เก็บตัวอย่างไส้เดือนสะเทิน *Glyphidrilus mekongensis* และ *G. vangvisngensis*



การวิเคราะห์พบว่าสองสปีชีส์แยกจากกัน ยืนยันวิธีจำแนกดั้งเดิมทางสัณฐานวิทยาได้

ผลการวิจัยนี้ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ดังรายการอ้างอิงต่อไปนี้

1. Jirapatrasilp, P., Prasankok, P., Chanabun, R. and Panha, S. 2015. Allozyme data reveals genetic diversity and differentiation of sympatric *Glyphidrilus* Horst, 1889 (Oligochaeta: Almididae) in the Lower Mekong River Basin. **Biochemical Systematics and Ecology**. 61: 35-43.

ผลการวิจัยทั้งสองกรณี เป็นตัวอย่างที่แสดงถึงภาพการวิเคราะห์วิวัฒนาการของสปีชีส์ ตั้งแต่แบบ step by step ไปจนถึง Ecological and Molecular Approaches ซึ่งหากว่าการวิเคราะห์ชัดเจน จะสามารถเข้าใจขอบข่ายสปีชีส์เชิงวิวัฒนาการ ที่สามารถนำไปใช้บริหารจัดการทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพให้เกิดประโยชน์ที่ยั่งยืนต่อไป

บทบาทในระบบนิเวศเชิงการเกษตร

การวิจัยครั้งนี้พยายามที่จะนำสปีชีส์ของสัตว์ที่ศึกษาที่มีบทบาทในระบบนิเวศเชิงเกษตร โดยการนำปุ๋ยหมักที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ในกระบวนการเลี้ยงสัตว์ ผลิตแก๊สชีวภาพ และวัสดุจากของเหลือทิ้งอื่นๆ มาสร้างเป็นสูตรปุ๋ยอินทรีย์ประเภทต่างๆ ผ่านกระบวนการ vermicomposting โดยใช้ไส้เดือนดิน 2 ชนิดคือ ไส้เดือนแดง *Perionyx excavatus* และไส้เดือนลายเสือ *Eisenia fetida* เนื่องจากหญ้าเนเปียร์นั้นจะเป็นวัสดุหลักที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ และเป็นแหล่งสร้างพลังงานทดแทนนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า คุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์ปากช่อง 1 นั้น ประกอบไป

ด้วยสารอาหารพื้นฐานคือโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต (ไกรลาศ เขียวทอง, มปป.) ดังนั้นการนำไปผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างเป็นปุ๋ยสูตร เพื่อให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูก ทั้งนี้วัสดุพื้นฐานที่สำคัญได้แก่มูลวัวหมัก จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์ธาตุสำคัญทางปุ๋ย และสังคมจุลินทรีย์ทั้งในปุ๋ยสูตรต่างๆ ปุ๋ยอินทรีย์ที่เกษตรกรใช้ ตลอดจนดินในพื้นที่ นำปุ๋ยสูตรต่างๆ ไปทดลองในการปลูกข้าวนาปลังสายพันธุ์พิษณุโลก 2 ติดตามการให้ปุ๋ย การเกิดและกำจัดวัชพืช ตรวจสอบการกลับเข้าสู่ระบบนาข้าวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายประเภท ได้แก่ไส้เดือน สะเทิน ไส้เดือนดิน กุ้งฝอย หอยน้ำ แมลงศัตรูพืช และติดตามข้าวตั้งท้อง ออกรวง จนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต เปรียบเทียบผลผลิตที่เกิดจากปุ๋ยสูตรต่างๆ และปุ๋ยอินทรีย์ที่เกษตรกรนิยมใช้อยู่ สารเคมีอื่นๆ ในระบบการทำนาเคมี โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ Duncan 's multiple range test

งานทางการวิเคราะห์จุลินทรีย์ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนแรกจัดทำฐานข้อมูลจุลินทรีย์โปรคาริโอตและยูคาริโอตที่เป็นตัวแทนของดินที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพดินด้วยวิธีต่างๆ ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ดินปกติ (ตัวแทนดินที่อุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูก) และดินที่มีฤทธิ์ยับยั้งโรค (disease-suppressive soil) จากตัวอย่างดินที่หลากหลายในประเทศไทยด้วยวิธีเมตาจีโนมิกส์ และส่วนที่สองระบุความแตกต่างของโครงสร้างประชากรจุลินทรีย์และศักยภาพหน้าที่ของจุลินทรีย์ที่อาจสัมพันธ์กับระบบนิเวศของดินในแต่ละลักษณะด้วยวิธีชีวสารสนเทศจากฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้นและจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ ผลของงานวิจัยนี้ นอกจากทราบความหลากหลายทางชีวภาพเชิงจุลินทรีย์ที่แท้จริงแล้ว ยังก่อให้เกิดแนวทางการพัฒนาดินที่เหมาะสมสำหรับการเกษตรในประเทศไทยที่ยั่งยืน อาทิเช่น ในรูปแบบของปุ๋ย หรือแนวทางการปรับสภาพดินที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นยังทำการวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่สำคัญในปุ๋ยหมักอินทรีย์ในการวิจัยครั้งนี้

3. ภาพรวมของโครงการ

ทำการสร้างปุ๋ยสูตร ปุ๋ยอินทรีย์หมักมูลไส้เดือน จากวัสดุพื้นฐานคือหญ้าเนเปียร์หมัก และวัสดุเหลือทิ้งอื่นๆ ตรวจสอบจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในปุ๋ยแต่ละสูตร ทำการวิเคราะห์ทางเคมีเกี่ยวกับธาตุอาหารในปุ๋ยแต่ละสูตรทดสอบปุ๋ยในการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในระบบการทำนา เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีจำหน่ายทั่วไป และปุ๋ยเคมี โดยการร่วมดำเนินการในภาคสนามจริงร่วมกับเกษตรกร

4. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 4.1 เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุพื้นฐานคือหญ้าเนเปียร์หมัก ร่วมกับวัสดุพื้นฐานอื่น ๆ ได้แก่มูลวัวหมัก วัสดุย่อยสลายโดยไส้เดือนดิน และปุ๋ยอินทรีย์ท้องถิ่น

4.2 เพื่อทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารพื้นฐาน และค่าองค์ประกอบทางเคมีของดิน และปุ๋ยที่ผลิตขึ้น

4.3 เพื่อวิเคราะห์สังคัมของจุลินทรีย์ในปุ๋ยที่ผลิตขึ้น เปรียบเทียบกับ สังคัมจุลินทรีย์ในดิน

4.4 เพื่อทดลองปุ๋ยที่ผลิตขึ้นในระบบการทำนาที่ใช้ข้าวนาปลังสายพันธุ์ พิษณุโลก 2

4.5 เพื่อตรวจติดตามสังคัมสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่เข้ามาในระบบด้วยปุ๋ยแบบต่างๆ เปรียบเทียบกับการ ทำนาแบบเคมี

5. วิธีดำเนินการโดยสรุป

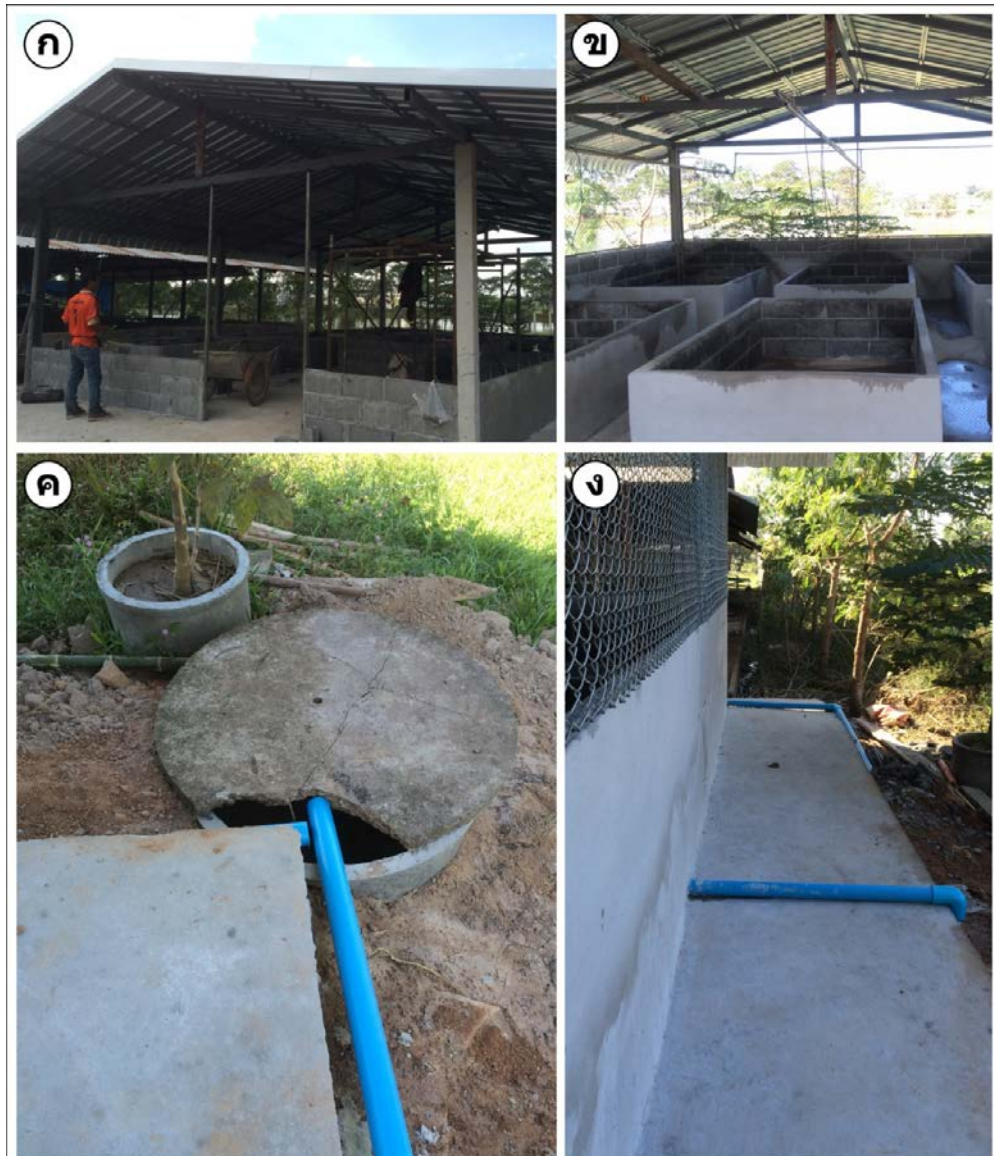
1. เปิดเวทีหารือ และสัมภาษณ์เกษตรกรจังหวัดมหาสารคาม และสกลนคร เกี่ยวกับเรื่องการทำเกษตรอินทรีย์กับเกษตรเคมี



ภาพที่ 1 เปิดเวทีหารือ และสัมภาษณ์เกษตรกรจังหวัดมหาสารคาม และสกลนคร เกี่ยวกับเรื่องการทำเกษตรอินทรีย์กับเกษตรเคมี รวมทั้งปัญหาต่างๆที่เกิดในการทำเกษตร

2. เตรียมการสร้างโรงเรือนผลิต และเพาะเลี้ยงไส้เดือนแดง *Perionyx excavatus* และไส้เดือนลายเสือ *Eisenia fetida* โดยบ่อเพาะเลี้ยงไส้เดือนในโรงเรือนจะมีขนาดบ่อกว้าง 2.5 เมตร ยาว 3

เมตร สูง 0.60 เมตร (2.5X3.0X0.6 m) และภายในโรงเรือนมีปริมาณแสงสว่างเพียงพอ มีระบบการให้น้ำไส้เดือนเพื่อให้บ่อมีความชื้นตลอดเวลา รวมทั้งมี thermometer และ hygrometer เพื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน



ภาพที่ 2 โรงเรือนเพาะเลี้ยงไส้เดือนและบ่อเพาะเลี้ยงไส้เดือน (ก-ข) ระบบบ่อพักน้ำหมักมูลไส้เดือน (ค-ง)

3. เตรียมวัสดุพื้นฐานโดยผสมเพื่อใช้เป็น bedding ของไส้เดือนโดยใช้ระยะเวลาในการเตรียมหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 3 เดือน คือ ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง วันที่ 1 มกราคม 2558

เพื่อเป็นวัสดุสำหรับการหมักและกระบวนการย่อยของไส้เดือน โดยในบ่อหมัก 1 บ่อใช้ bedding 100 กิโลกรัม



ภาพที่ 3 เตรียมวัสดุพื้นฐานเพื่อใช้เป็น bedding ของไส้เดือนสำหรับการหมักของไส้เดือน

4. เมื่อครบสามเดือนแล้วนำไส้เดือนทั้งสองสายพันธุ์เข้าสู่ระบบเพาะเลี้ยงใน bedding ที่เตรียมไว้โดย โดยแต่ละบ่อจะมีการนับจำนวนของไส้เดือนเริ่มต้นก่อนนำไส้เดือนลงบ่อ โดยใช้ไส้เดือนปริมาณ 500 ตัวต่อ bedding 50 กิโลกรัม



ภาพที่ 4 การคัดแยกและนับจำนวนไส้เดือนสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* และ *Eisenia fetida* เพื่อใช้ในระบบการเพาะเลี้ยง

5. ทำการทดลองเลี้ยงไส้เดือนในโรงเรือนเลี้ยงไส้เดือนทั้งสองสายพันธุ์ ในระบบปุ๋ยหมัก โดยในระบบปุ๋ยหมักหรือ bedding นั้นจะใช้สูตรผสมเหมือนกัน แต่ต่างกันในการเติมอาหารให้ไส้เดือนในแต่ละปอ

ปอที่ 1 เพาะเลี้ยง *Eisenia fetida* (EF 1) โดยเติมเศษผักและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอาทิตย์ละ 1 ครั้ง

ปอที่ 2 เพาะเลี้ยง *Perionyx excavatus* (PE 2) เติมเฉพาะหญ้าเนเปียร์อย่างเดียวอาทิตย์ละ 1 ครั้ง

ปอที่ 3 เพาะเลี้ยง *Perionyx excavatus* (PE 3) เติมเศษผักและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเช่นเดียวกับปอที่อาทิตย์ละ 1 ครั้ง

ภายในโรงเรือนมีการควบคุมปริมาณแสงสว่างให้เพียงพอ มีระบบการให้น้ำไส้เดือนเพื่อให้ปอมีความชื้นตลอดเวลา รวมทั้งมี thermometer และ hygrometer เพื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน

6. ทำการทดลองเลี้ยงไส้เดือนในโรงเรือนเลี้ยงไส้เดือนทั้งสองสายพันธุ์เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 5 เดือน คือตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2558 จนถึง 1 มิถุนายน 2558 โดยมีการเก็บข้อมูลธาตุอาหารพื้นฐาน และค่าองค์ประกอบทางเคมีปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนรวมทั้งน้ำหมักมูลไส้เดือนที่ไส้เดือนที่ผลิตขึ้น

7. นำน้ำหมักมูลไส้เดือนไปทดลองกับระบบเกษตรอินทรีย์ปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่จังหวัดมหาสารคาม ติดตามผลการทดลองเบื้องต้น

8. สร้างปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนสูตรแรก และนำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่ได้จากการทดลองในโรงเรือนไปทดลองในระบบเพาะปลูกพืชระยะสั้น คือ คენห่า (*Brassica alboglabra*) ผักกวางตุ้ง (*Brassica chinensis*) และผักกาดเขียว (*Brassica juncea*) เป็นระยะเวลา 45 วันตามวิธีของ Lazcano et al., 2011 และ Borji et al., 2014

6. ผลการดำเนินงาน

1. การทำวิจัยเรื่องปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจากหญ้าเนเปียร์ และวัสดุหมักอื่นๆ เพื่อการทดลองผลิตข้าวสายพันธุ์พิษณุโลก 2 ครั้งนี้ได้เริ่มทดลองเลี้ยงไส้เดือนในปุ๋ยหมักสูตรต่างๆ เป็นเวลา 8 เดือน เริ่มตั้งแต่ เดือน วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง วันที่ 1 มกราคม 2558 เพื่อเป็นวัสดุสำหรับการหมักและกระบวนการย่อยของไส้เดือน โดยในบ่อหมัก 1 บ่อใช้ bedding 100 กิโลกรัม โดยใช้ไส้เดือน 500 ตัวต่อปริมาตรปุ๋ยหมักหมัก 50 กิโลกรัม และทำการสังเกตพฤติกรรมของไส้เดือนในสูตรปุ๋ยหมักในแต่ละบ่อ ในช่วงเวลาที่ทำการเพาะเลี้ยงไส้เดือนนั้นอุณหภูมิของโรงเรือนอยู่ใน 19-39 องศาเซลเซียส ความชื้นภายในโรงเรือนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 70-85 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นภายใน bedding มีค่าเท่ากับ 80-90 เปอร์เซ็นต์

การตรวจติดตามการนับจำนวนคู่ผสมพันธุ์ และจำนวนโคคู่นั้นค่อนข้างทำด้วยความยากลำบากเนื่องจากไส้เดือนมีพฤติกรรมการจับคู่ผสมพันธุ์ในดินเพื่อป้องกันการรบกวนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก และจากการศึกษาพบว่าไส้เดือนมีกิจกรรมการกินในช่วงเวลากลางคืน และอัตราการฟักของดักขี้ไฉ้นั้นอยู่ประมาณหนึ่ง เดือนถึงหนึ่งเดือนครึ่งและแต่ละดักขี้ (cocoon) ฟักได้ตัวอ่อนประมาณ 7-10 ตัว ตัวอ่อนแรกเริ่มจะมีขนาดประมาณ 0.5-1.0 เซนติเมตร ไม่มีสี เมื่อระยะเวลาผ่านไป 2-3 วันจะเริ่มมีสีปรากฏ

2. วิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของพืช

จากการศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชพบว่า ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในทั้งสามบ่อนั้นจะมีค่าความเป็นด่างอ่อนๆ (pH) ประมาณ 6.73- 7.52 มีค่าการนำไฟฟ้า (electro conductivity) เท่ากับ 0.09-1.58 และธาตุอาหารหลักต่างๆ ปรากฏในตารางที่ 1

ตาราง 1. วิเคราะห์ธาตุอาหารที่พบในปุ๋ยหมักและน้ำหมักมูลไส้เดือน

Sample	Analysis							
	Oven dried method (%)	pH (1:5)	EC dS/m	Organic matter (%)	Total N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	C:N ratio
Bedding	75	6.73	0.09	27.1	0.21	0.43	0.36	74.73
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน <i>E. fetida</i> (EF1)	76.10	6.72	1.52	29.21	0.56	0.24	0.42	30.36
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน <i>P. excavates</i> (PE2)	75.15	6.75	1.58	36.87	0.73	0.21	0.39	28.75
ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน <i>P. excavates</i> (PE3)	77.25	6.64	1.22	35.89	0.51	0.35	0.45	41.22
น้ำหมักมูลไส้เดือน <i>E. fetida</i> (EF1)	-	7.43	1.38	-	≥0.05	0.06	0.42	-
น้ำหมักมูลไส้เดือน <i>P. excavates</i> (PE2)	-	6.92	1.16	-	≥0.05	0.04	0.32	-
น้ำหมักมูลไส้เดือน <i>P. excavates</i> (PE3)	-	7.52	1.41	-	≥0.05	0.06	0.46	-

3. เมื่อสิ้นสุดเพาะเลี้ยงไส้เดือน (ระยะเวลา 5 เดือน) เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2558 จนถึง 1 มิถุนายน 2558 ทำการคัดแยกไส้เดือนและปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน เพื่อศึกษาจำนวนและอัตราการเพิ่มขึ้นของไส้เดือนในแต่ละบ่อที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน ปรากฏดังในตารางที่ 2

ตาราง 2. จำนวนของไส้เดือนในแต่ละบ่อ

Treatment	จำนวนไส้เดือน เริ่มต้น 1 มกราคม 2558	จำนวนไส้เดือน เมื่อสิ้นสุดการ ทดลอง 1 มิถุนายน 2558	อัตราการเพิ่มขึ้น ของไส้เดือน (%)
บ่อที่ 1 <i>E. fetida</i> (EF 1)	547	3,057	459
บ่อที่ 2 <i>P. excavatus</i> (PE 2)	1,000	588	-41
บ่อที่ 3 <i>P. excavatus</i> (PE 3)	1,000	2,258	126

4. ได้ผลผลิตปุ๋ยสูตรปุ๋ยอินทรีย์ จากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนสองชนิดคือไส้เดือนแดง *Perionyx excavatus* และไส้เดือนลายเสือ *Eisenia fetida*



ภาพที่ 5 การคัดแยกและนับจำนวนไส้เดือนสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* และ *Eisenia fetida* หลังจากกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักเมื่อครบระยะเวลา 5 เดือน (ก) ไส้เดือนลายเสือ (*Eisenia fetida*) ที่ได้หลังจากการคัดแยกออกจากปุ๋ยหมัก (ข) ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (ค) บรรจุภัณฑ์ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน

7. สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้น หรือนวัตกรรมที่เกิดขึ้น หรือผลกระทบที่เกิดขึ้น

1. ได้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนสูตรแรก เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตปุ๋ยสูตรอื่นๆ จากไส้เดือนสองชนิดสายพันธุ์ไทยคือไส้เดือนแดง *Perionyx excavates* และไส้เดือนลายเสือ *Eisenia fetida*
2. ได้นำผลการทดลองเบื้องต้น (น้ำหมักมูลไส้เดือน) ไปทดสอบในระบบนาอินทรีย์ การทดสอบปุ๋ยสูตรในการผลิตข้าวพิษณุโลก 2 ที่บ้านท่าตูม จังหวัดมหาสารคาม
3. ได้นำผลการทดลองเบื้องต้น (ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน) ไปทดลองในระบบเพาะปลูกพืชระยะสั้น คือ คะน้า (*Brassica alboglabra*) ผักกวางตุ้ง (*Brassica chinensis*) และผักกาดเขียว (*Brassica juncea*)



ภาพที่ 6 ไส้เดือนกำลังจับคู่ผสมพันธุ์ในระบบเพาะเลี้ยง (ก-ข) และไส้เดือนที่กำลังย่อยสลายหญ้าเนเปียร์ (ค-ง)



ภาพที่ 7 ไส้เดือนแดง *Perionyx excavatus* ในระบบเพาะเลี้ยงด้วยหญ้าเนเปียร์ (ก-ง)

2. ผลงานรวมในช่วงทั้งสามปี 2555-2558

2.1 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ (ที่มี acknowledgement สกว. และ ระบุเลขที่สัญญา) บทความที่ 1-7 คือผลงาน 7 เรื่องตามสัญญาในปีที่ 1

2.1.1 Ratmanee Chanabun, Chirasak Sutcharit, Piyoros Tongkerd and Somsak Panha. 2013. The semi-aquatic freshwater earthworms of the genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 (Oligochaeta, Almididae) with re-descriptions of several species. **ZooKeys**, 265: 1-76. doi: 10.3897/zookeys.265.3911.

2.1.2 Bangon Kongim, Chirasak Sutcharit, Piyoros Tongkerd and Somsak Panha. 2013. Karyotypes of the snorkel snail genera *Pterocyclos* and *Rhiostoma* (Prosobranchia: Cyclophoridae). **The Raffles Bulletin of Zoology**, 61(1): 13-20.

2.1.3 Thanit Siriboon, Chirasak Sutcharit, Fred Naggs and Somsak Panha. 2013. Three new species of the carnivorous snail genus *Perrottetia* Kobelt, 1905 from Thailand (Pulmonata: Stretaxidae). **ZooKeys**, 287: 41-57.

2.1.4 Pongpun Prasankok, Ueangfa Bantaowong, Samuel James and Somsak Panha. 2013. Low heterogeneity in populations of the terrestrial earthworm, *Metaphire peguana* (Rosa, 1890), in Thailand as revealed by analysis of mitochondrial DNA COI sequences and nuclear allozymes. **Biochemical Systematics and Ecology**, 51: 8-15.

2.1.5 Bangon Kongim and Somsak Panha. 2013. Karyotypic of the terrestrial snail genus *Phupania* (Pulmonata: Dykiidae) with description of a new species from Thailand. **Journal of Chonchology**, 41(3): 319-325.

2.1.6 Bangon Kongim, Chirasak Sutcharit, Fred Naggs and Somsak Panha. 2013. Taxonomic revision of the elephant pupinid snail genus *Pollicaria* Gould, 1856 (Prosobranchia, Pupinidae). **ZooKeys**, 287: 19-40.

2.1.7 Natdanai Likhitrakarn, Sergei Golovatch and Somsak Panha. 2013. The millipede genus *Tetacentrosternus* Pocock, 1895 (Polydesmida, Paradoxosomatidae, Alogolykinae, Alogolykini) with a description of the first, new species from Thailand. **ZooKeys**, 358: 1-10.

ผลงานตีพิมพ์ในปีที่ 2 จำนวน 10เรื่อง (สัญญา 9 เรื่อง)

2.1.8 Piyoros Tongkerd, Chirasak Sutcharit and Somsak Panha. 2013. Two new species of micro land snails from two islands in the Andaman Sea (Prosobranchia: Diplommatinidae: Pulmonata: Pupillidae). **Tropical Natural History**, 13(2): 65-76.

2.1.9 Piyatida Pimvichai, Henrik Enghoff and Somsak Panha. 2014. Molecular phylogeny of the giant millipedes of the *Thyrophygus allevatus* group some closely related groups. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 71: 170-183.

2.1.10 Nattavadee Nantarat, Piyoros Tongkerd, Chirasak Sutcharit, Christopher Wade, Fred Naggs and Somsak Panha. 2014. Phylogenetic relationships of the land operculate snail genus *Cyclophorus* Monfort, 1810 in Thailand. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 70: 99-111.

2.1.11 Natdanai Likhitrakarn, Sergei Golovatch and Somsak Panha. 2014. A checklist of the millipedes (Diplopoda) of Laos. **Zootaxa** 3754 (4): 473-482.

2.1.12 Natdanai Likhitrakarn, Sergei Golovatch and Somsak Panha. 2014. The millipede genus *Orthomorpha* Bollman, 1893 in Laos (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). **ZooKeys**, 374: 1-22.

2.1.13 Thanit Siriboon, Chirasak Sutcharit, Fred Naggs, Ben Rowson and Somsak Panha. Revision of the carnivorous snail genus *Discartemon* Pfeiffer, 1856, with description of twelve new species (Pulmonata: Streptaxidae). **ZooKeys** 401: 45-107.

2.1.14 Thanit Siriboon, Chirasak Sutcharit, Fred Naggs and Somsak Panha. 2014. The carnivorous snail genus *Indoartemon* Forcart, 1946 and *Stemmatopsis* Marbille, 1887 are described and recorded from

Thailand for the first time. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 62: 161-174.

2.1.15 Nattavadee Nantararat, Chirasak Sutcharit, Piyoros Tongkerd, Jon Ablett, Fred Naggs and Somsak Panha. 2014. An annotated catalogue of the type specimens of the land snail genus *Cyclophorus* Monfort, 1810 (Gastropoda: Caenogastropoda) in the Natural History Museum, London. *ZooKeys*, 41: 1-56.

2.1.16 Warut Siriwut, Gregory D. Edgecombe and Somsak Panha. 2014. Brooding behavior of the centipede *Otostigmus spinosus* Porat, 1876 (Chilopoda: Scolopendromorpha: Scolopendridae) and its morphological variability in Thailand. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 62: 339-351.

2.1.17 Natdanai Likhitrakarn, Sergei Golovatch and Somsak Panha. 2014. Review of the Southeast Asian millipede genus *Enghoffosoma* Golovatch, 1993 (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). *ZooKeys*, 3811 (4): 491-514.

ผลงานตีพิมพ์ในปีที่ 3 จำนวน 13 เรื่อง (สัญญา 12 เรื่อง)

2.1.18 Chirasak Sutcharit, Piyoros Tongkerd, and Somsak Panha. 2014. Two new species of the land operculate snails genus *Pterocyclos* Benson, 1832 from Thailand and Malaysia (Caenogastropoda: Cyclophoridae). *The Raffles Bulletin Journal of Zoology*, 62: 330-338.

2.1.19 Ueangfa Bantaowong, Pattana Somniam, Chirasak Sutcharit, Samuel James and Somsak Panha. 2014. Four new species of the earthworm genus *Amyntas* Kinberg, 1867 with redescription of the type species (Clitellata: Megascolicidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 62:655-670.

2.1.20 Nattvadee Nantararat, Christopher M. Wade, Ekgachai Jeratthitikul, Chirasak Sutcharit and Somsak Panha. 2014. Molecular evidence for cryptic speciation in the *Cyclophorus fulguratus* (Pfeiffer, 1854) species

complex (Cenogastropoda: Cyclophoridae) with description of new species. **PLOS ONE** 9(10): e109785.

2.1.21 Natdanai Likhitrakarn, Sergei Golovatch, and Somsak Panha. 2014. Three new species of *Tylopus* Jeekel, 1968 from Thailand, with additional notes on the species described by Attems (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). **ZooKeys**, 435: 63-91.

2.1.22 Jaruwan Tubtimon, Ekgachai Jeratthitikul, Chirasak Sutcharit, Bangon Kongim and Somsak Panha. 2014. Systematic of the freshwater leech *Hirudinaria* Whitman, 1886 (Arhyncobdellida: Hirudinidae) from northeast Thailand. **ZooKeys**, 452: 15-33.

2.1.23 Natdanai Likhitrakarn, Sergei Golovatch, and Somsak Panha, S. 2015. Review of the millipede genus *Kronopolites* Attem, 1914 (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae), with the description of a new species from Laos. **ZooKeys**, 472: 27-41.

2.1.24 Warut Siriwut, Gregory G.D.Edgecombe, Chirasak Sutcharit, Piyoros Tongkerd, and Somsak Panha. 2015. First record of the African-Indian centipede genus *Digitipes* Attems, 1930 (Scolopendromorpha: Otostigminae) from Myanmar, and the systematic position of a new species based on molecular phylogenetic. **Zootaxa**, 3931 (1): 71-87.

2.1.25 Natdanai Likhitrakarn, Sergei Golovatch, and Somsak Panha. 2015. Two new species of dragon millipedes genus *Desmoxytes* Chamberlin, 1923 from Laos (Diplopoda: Polydesmida: Paradoxosomatidae), with redescrptions of all four species of Attems from Vietnam. **Zootaxa**, 3931 (4): 483-504.

2.1.26 Chirasak Sutcharit, Jon Ablett, Piyoros Tongkerd, Fred Naggs, and Somsak Panha, 2015. Illustrated type catalogue of *Amphidromus* Alber, 1850 in

the Natural History Museum, London, and descriptions of two new species. **ZooKeys**, 492: 49-105.

2.1.27 Parin Jirapatrasilp, Pongpun Prasankok, Ratmanee Chanabun, and Somsak Panha. 2015. Allozyme data reveals genetic diversity and differentiation of sympatric *Glyphidrilus* Horst, 1889 (Oligochaeta: Almididae) in the Lower Mekong River Basin. **Biochemical Systematics and Ecology**. 61: 35-43.

2.1.28 Patchara Danaisawadi, Takahiro Asami, Hidetoshi Ota, Chirasak Sutcharit, and Somsak Panha. 2015. Subtle asymmetries in snail-eating snake *Pareas carinatus* (Reptilia: Pareasidae). **Journal of Ethology**, DOI 10.1007/s10164-015-0432-x, 33: 243-246.

2.1.29 Natdanai Likhitrakarn, Sergei Golovatch, and Somsak Panha. A checklist of the millipedes (Diplopoda) of Cambodia. **Zootaxa**, 3973 (1): 175-184.

2.1.30 Bangon Kongim, Chirasak Sutcharit, and Somsak Panha. 2015. Cytotaxonomy of the unionid mussels (Unionoida: Unionidae) from northeastern Thailand and identification of a potential new species. **Zookeys**, 514: 93-110.

ผลงานพิมพ์อย่างอื่น ๆ

2.1.31 จิรศักดิ์ สุจริต ปิโยรส ทองเกิด บังอร กองอิม และสมศักดิ์ ปัญญา. 2556. **คู่มือประกอบภาพหอยกาบน้ำจืดของไทย**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 12 หน้า.

2.1.32 วรุฒ ศิริวุฒิ จิรศักดิ์ สุจริต ปิโยรส ทองเกิด Gregory D. Edgecombe และ สมศักดิ์ ปัญญา. 2558. **ตะขาบ...สัตว์มีพิษหน้าดิน**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 12 หน้า.

2.1.33 Siriwut, W., Sutcharit, C., Tongkerd, P., Edgecombe, G.D. and Panha, S. 2015. **Centipedes....Venomous soil fauna**. Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Chulalongkorn University Press, 12 pp.

2.2 ความก้าวหน้าในการสร้างทีมวิจัย

ขณะนี้ มีนักวิจัยร่วมทีมงานมาจากหลายสถาบันตามเนื้อหาของงานได้แก่

2.2.1 การทดลองเรื่องไส้เดือนสะเทินน้ำสะเทินบกสกุล *Glyphidrilus* Horst, 1889 กับบทบาทในระบบนาข้าวอินทรีย์ โดยทำการทดลองในนาข้าวที่จังหวัดมหาสารคาม ร่วมทำงานกับ ดร. ปิยะธิดา พิมพ์วิชัย อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และ อาจารย์ ดร. รัตน์มณี ชนะบุญ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่มีบิดาเป็นเจ้าของนาข้าวอินทรีย์ และระบบทำนาแบบปกติ ทั้งนี้ได้ใช้พื้นที่เป็นที่ฝึกของนิสิตนักศึกษาของสองสถาบันเพื่อทำวิจัยทั้งเชิงพื้นฐาน และแก้ปัญหาในระบบเกษตรเชิงนิเวศ และยังได้ริเริ่มโครงการใช้วิกฤติให้เป็นโอกาสในการวิจัยแก้ปัญหาดินเค็ม ที่อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม โดยใช้การศึกษาร่วมกัน ความหลากหลายทางชีวภาพ ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2.2.2 การสร้างทีมวิจัยผ่านการประชุม TST (Taxonomy and Systematics in Thailand) ที่หัวหน้าโครงการวิจัย (ศ. ดร. สมศักดิ์ ปัญหา) เป็นผู้ริเริ่ม จนทำให้เกิดประชาคมวิจัยทางด้าน Taxonomy and Systematics ของสิ่งมีชีวิตในประเทศไทย เกิดการรวมตัวเพื่อร่วมมือกันทำงาน และพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยจำนวนมาก และในปี 2556 ได้เป็นเจ้าภาพการประชุมครั้งที่ 3 ที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นเจ้าภาพ โดย ศ. ดร. สมศักดิ์ ปัญหา เป็นประธานจัดการประชุม ระหว่างวันที่ 11-13 พฤษภาคม ซึ่งจะมีการประชุมพัฒนาโครงสร้างข้อเสนอโครงการวิจัยเชิงบูรณาการระหว่างศาสตร์ต่างๆ โดยคาดว่าจะได้ทีมวิจัยที่เข้มแข็งจำนวนมาก และการประชุมครั้งที่ 4 ที่มหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นเจ้าภาพ ระหว่างวันที่ 23-25 พฤษภาคม 2557 ศ. ดร. สมศักดิ์ ปัญหา ได้รับเชิญเป็นผู้นำบรรยาย ในเรื่องการจัดทำ Thailand Bioresources (TBR) โดย

มีผู้เข้าร่วมประชุมประมาณเกือบ 300 คน มากกว่า 30 สถาบัน และ การประชุมครั้งที่ 5 ที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เมื่อวันที่ 25-27 พฤษภาคม 2558 ได้ร่วมเป็นกรรมการ วิชาการ และดำเนินการอภิปรายเรื่องของการใช้ประโยชน์จากความ หลากหลายทางชีวภาพ “จากองค์ความรู้พื้นฐานด้านความ หลากหลายทางชีวภาพ สู่การประยุกต์ใช้อย่างยั่งยืน” และเป็น ประธานจัดการประชุม Session Mollusca of Thailand

- 2.2.3 การร่วมนำทีมวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ ศูนย์วิจัยชีวมณฑล สะแกกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ภายใต้ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สกอ. ระหว่างวันที่ 3-4 สิงหาคม 2556 และกุมภาพันธ์ 2557
- 2.2.4 ได้นำทีมนักวิจัยไทยไปร่วมการประชุม 16th International Congress of Myriapodology ณ Faculty of Science, Palacky University Olomouc, Czech Republic ระหว่างวันที่ 20-25 July 2014 และ นำเสนอจังหวัดกระบี่ ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพการประชุมครั้งที่ 16 และชนะการ bidding เหนือประเทศสหรัฐอเมริกา เม็กซิโก อังกฤษ และบราซิล จนที่ประชุม General Assembly และคณะกรรมการ ICM มีมติเป็นเอกฉันท์เลือกจังหวัดกระบี่เป็นเจ้าภาพจัด 17th International Congress of Myriapodology ในปี 2017 (2560) ณ จังหวัดกระบี่

2.3 การนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

อนุกรมวิธานหอยทาก

การค้นพบหอยทากชนิดใหม่ของโลกในประเทศไทยมากกว่า 100 สปีชีส์ ทำให้ยืนยันถึง ความหลากหลายทางชีวภาพของไทย และยังสามารถคัดเลือกสายพันธุ์หอยทาก *Hemiplecta distincta* ที่มีกำเนิดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย มาสู่ธุรกิจการผลิตเมือกเพื่อธุรกิจ ความงามจากเมือกหอยทากของไทย เพื่อแข่งขันในตลาดโลก โดยได้ร่วมกับนักชีวเคมีผลิต เมือกบริสุทธิ์ ที่มีคุณภาพเหนือกว่าเมือกจากหอยทากในเขตอบอุ่นที่ยืนยันได้จากทดสอบใน ห้องปฏิบัติการ และจากสภาวะอุตสาหกรรม ซึ่งจะเป็นอนาคตสำคัญของการนำทรัพยากร ชีวภาพของชาติมาสร้างมูลค่าเพิ่มจากฝีมือของนักวิจัยไทย ผลงานดังกล่าวได้แถลงข่าวต่อ สื่อมวลชนหลายสำนัก ตั้งแต่วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2558 ปัจจุบันมีการร่วมทุนกับบริษัทเอกชน สร้างผลิตภัณฑ์ในนามบริษัทสยามสเนล Siam Snail โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้าง Brand ไทยสู่ อนาคตเศรษฐกิจฐานชีวภาพของชาติต่อไป

อนุกรมวิธานไส้เดือนดิน

การค้นพบไส้เดือนดินสกุล *Amyntas* และ *Metaphire* และไส้เดือนสะเทินสกุล *Glyphidrilus* รวมแล้วมากกว่า 50 สปีชีส์ ไส้เดือนยักษ์ 4 ชนิด ได้รับการคัดเลือกให้มาเป็นตัวผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ฐานมูลวัวร่วมกับสปีชีส์ประจำถิ่น *Pontoscolex excavatus* ในระบบเกษตรอินทรีย์ไม่ใช้สารเคมี ที่หมู่บ้านท่าตูม จังหวัดมหาสารคาม และร่วมสร้างปุ๋ยอินทรีย์ฐานมูลวัวและไส้เดือนดิน PE และ MP และให้นักเคมีวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ย เพื่อให้ได้ธาตุอาหารเช่นเดียวกับปุ๋ยอินทรีย์ ได้เริ่มทดลองในแปลงข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ติดตามผลการทดลองวิเคราะห์ ร่วมกับเกษตรกร คาดว่าจะได้ทั้งผลงานตีพิมพ์เชิงการเกษตร และผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ฐานมูลวัว และไส้เดือนดิน ไส้สร้างปุ๋ยไส้เดือนดินออกจำหน่ายแล้วและสอนเกษตรกรทำการเพาะเลี้ยงไส้เดือน และผลิตปุ๋ยและนำหมักไส้เดือนดิน

3. กิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

3.1 ผลงานอื่นๆ เช่น การไปเสนอผลงาน การได้รับเชิญไปเป็นวิทยากร การได้รับรางวัล

3.1.1 Thanit Siribun, Somsak Panha, Fred Naggs and Chirasak Sutcharit. 2012. Systematics of terrestrial snails of the family Streptaxidae Gray, 1860 in Thailand. The 17th Molluscan Forum, 8-10 November 2012, The Natural History Museum, London.

3.1.2 Nattavadee Nantararat, Piyoros Tongkerd, Christopher M. Wade, Fred Naggs and Somsak Panha. 2012. Systematics of the operculate land snail genus *Cyclophorus* Monfort, 1810 in Thailand. The 17th Biological Science Graduate Congress (CU, NUS, UM), 8-10 December 2012, Chulalongkorn University.
นางสาวณัฐวดี นันตรัตน์ ได้รับรางวัล Best Oral Presentation Award

3.1.3 Warut Siriwut, Sawitree Muadsub, Gregory Edgecombe, Chirasak Sutcharit and Somsak Panha. 2012. Taxonomy of Thai scolopendromorph centipedes in the eastern and southern parts of Thailand (Chilopoda: Scolopendromorpha). The 17th Biological Science Graduate Congress (CU,NUS,UM), 8-10 December 2012, Chulalongkorn University.

3.1.4 Pachara Danaisawad, Chirasak Sutcharit, Takahiro Asami and Somsak Panha. 2012. Are snakes exhibit handiness? : An experiment in snail eating snake genus *Pareas*. The 17th Biological Science Graduate Congress (CU,NUS,UM), 8-10 December 2012, Chulalongkorn University.

3.1.5 Ueangfa Bantaowong, Samuel James and Somsak Panha. 2012. Taxonomy and systematic of terrestrial earthworms of the genera *Amynthas* Kinberg, 1867 and *Metaphire* Sim & Easton, 1972. The 17th Biological Science Graduate Congress (CU,NUS,UM), 8-10 December 2012, Chulalongkorn University.

3.1.6 Somsak Panha, Ratmanee Chanabun, Piyoros Tongkerd and Chirasak Sutcharit. 2013. Is the paddy rice system in Thailand a reproductive ground for semi-aquatic earthworms of the genus *Glyphidrilus* Horst,1889 ? The BioSyst.EU 2013 Conference, 18-23 February 2013, University of Vienna.

3.1.7 Pongpun Prasankok and Somsak Panha. 2013. Phylogenetic relationships of the operculate land snails of the genus *Pollicaria* Gould, 1856 (Prosobranchia: Pupinidae).The BioSyst.EU 2013 Conference, 18-23 February 2013, University of Vienna.

3.1.8 Piyoros Tongkerd, Chirasak Sutcharit and Somsak Panha. 2013. Molecular systematics and phylogeography of the snorgel snails genus *Rhiostoma* Benson, 1860 (Caenogastropoda: Cyclophoridae).The BioSyst.EU 2013 Conference, 18-23 February 2013, University of Vienna.

3.1.9 Panha, S., Chanabun, R., Tongkerd, P. and Sutcharit, C. 2013. The biological surveys of the semi-aquatic earthworms genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 and their roles in paddy systems. 6th International Oligochaeta Taxonomy Meeting (6th IOTM), Palmeira de Faro, Portugal, April 22nd to 25th, 2013.

- 3.1.10 Bantaowong, U., James, S.W. and Panha, S. 2014. Taxonomy of terrestrial earthworms in Thailand. 18th Biological Sciences Graduate Congress, 6-7 January 2014, University of Malaya, Kuala Lumpur, Mlalaysia. Abstract Book p. 102.
- 3.1.11 Nantarat, N., Wade, C., Tongkerd, P., Sutcharit, C., Naggs, F. and Panha, S. 2014. Systematic analysis of the land operculate snail genus *Cyclophorus* Montfort, 1810 in Thailand. 18th Biological Sciences Graduate Congress, 6-7 January 2014, University of Malaya, Kuala Lumpur, Mlalaysia. Abstract Book p. 98.
- 3.1.12 Siriboon, T., Sutcharit, C., Naggs, F. and Panha, S. 2014. Systematics of terrestrial snails of the family Streptaxidae Gray, 1860 in Thailand. 18th Biological Sciences Graduate Congress, 6-7 January 2014, University of Malaya, Kuala Lumpur, Mlalaysia. Abstract Book p. 106.
- 3.1.13 Likhitrakarn, N., Golovatch, S. and Panha, S. 2014. Taxonomy, distribution and conservation of millipedes in Thailand. 16th International Congress of Myriapodology, Olomouc, Cze Republic, 20-25 July 2014, p. 49.
- 3.1.14 Pimvicahi, P., Enghoff, H., Panha, S. and Backeljau, T. 2014. Systematics of the millipede family Pachybolidae, with emphasis on Southeast Asiatic fauna. 16th International Congress of Myriapodology, Olomouc, Cze Republic, 20-25 July 2014, p. 70.
- 3.1.15 Siriwut, W., Bantaowong, U., Sutcharit, C., Edgecombe, G.D., Tongkerd, P. and Panha, S. 2014. First record of scolopendrid centipede genus *Digitipes* Attems, 1930 from Myanmar. 16th International Congress of Myriapodology, Olomouc, Cze Republic, 20-25 July 2014, p. 82.

3.1.16 Siritwut, W., Bantaowong, U., Sutcharit, C., Jiratthitikul, E., Edgecombe, Tongkerd, P., Edgecombe, G.D. and Panha, S. 2014. Morphological and molecular variation in the common large centipede *Scolopendra dehaani* Brandt, 1840 in Thailand. 16th International Congress of Myriapodology, Olomouc, Czeck Replubic, 20-25 July 2014, p. 83.

3.2 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

1. ได้ผลผลิตปุ๋ยสูตรปุ๋ยอินทรีย์ จากปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนสองชนิดคือไส้เดือนแดง *Perionyx excavatus* และไส้เดือนขี้ตาแร่ *Metaphire peguana* สูตรฐานมูลวัว
2. ได้ทำการทดสอบปุ๋ยในเบื้องต้นกับข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ของการทำนาอินทรีย์ เปรียบเทียบกับการทำนาเคมี ที่บ้านท่าตูม จังหวัดมหาสารคาม
3. ติดตามตรวจสอบสายพันธุ์ของปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่กลับสู่ในระบบนาอินทรีย์ พบปลากระดี่หม้อสายพันธุ์ไทย *Tricopodus tricopterus* ปลากริม *Tricopsis* sp. ปลาสร้อยขาว *Henicorhynchus siamensis* กุ้งฝอย *Macrobrachium lanchesteri* หอยขม *Filopaludina sumatrensis* ไส้เดือนสะเทิน หรือขี้ทักแท่น้ำชี *Glyphidrilus chiensis* หอยกาบ *Pilsbryochoncha exilis* ปลิงควาย *Hirudinaria manilensis* และสัตว์น้ำอื่นๆ อีกหลายชนิด ทำให้กลายเป็นแหล่งโปรตีนที่ปลอดภัยปนเปื้อนสำหรับเกษตรกร
4. ปุ๋ยสูตรแรกทำให้ได้ผลผลิตน้อยกว่าการทำนาเคมี แต่ปลอดภัยปนเปื้อน ข้าวสามารถโตได้ดีกับวัชพืชพวกหญ้า ที่กำจัดจำนวนไม่ทั้งหมด โดยการใช้ถอนบางชนิดที่กำลังวิจัยในระยะต่อไปเรื่องของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของหญ้าในกระบวนการผลิตข้าวพิษณุโลก 2

สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้น หรือนวัตกรรมที่เกิดขึ้น หรือผลกระทบที่เกิดขึ้น

1. ได้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนสูตรแรก เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตปุ๋ยสูตรอื่นๆ จากไส้เดือนสองชนิดสายพันธุ์ไทยคือไส้เดือนแดง *Perionyx excavatus* ไส้เดือนขี้ตาแร่ *Metaphire peguana*
2. ได้ผลการทดลองเบื้องต้นการทดสอบปุ๋ยสูตรในการผลิตข้าวพิษณุโลก 2
3. ได้ดัชนีแห่งความสุขจากการทำนาด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ จากการกลับมาสู่ระบบของความหลากหลายทางชีวภาพในแหล่งน้ำจืด

3.3 การเชื่อมโยงทางวิชาการกับนักวิชาการอื่นๆ ทั้งในและต่างประเทศ

ด้วยเนื้อหาของงานที่เกี่ยวข้องกับงานทั้งวิจัยพื้นฐานและวิจัยประยุกต์ทางการเกษตรเชิงนิเวศที่ต้องทำการทดลองในพื้นที่ จึงทำให้เกิดความร่วมมือกับนักวิชาการในพื้นที่ โดยในเบื้องต้นได้เน้นที่จังหวัดมหาสารคามได้แก่มหาวิทยาลัยมหาสารคามและ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ทำให้เกิดการขยายวงออกไปถึงเรื่องการวิจัยในพื้นที่ดินเค็ม ร่วมกับมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งได้ร่วมประชุมกับฝ่ายบริหารของคณะวิทยาศาสตร์ในครั้งแรกแล้ว เมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2556

สำหรับการเชื่อมโยงกับนักวิชาการกับต่างประเทศ เป็นความร่วมมืออย่างต่อเนื่องมานานแล้วทั้ง Copenhagen University, Denmark; The Natural History Museum, London; University of Iowa, USA; Shinshu University, Japan; National University of Singapore; Univeristy of Sains Malaysia, Penang เป็นต้น ปัจจุบันมีความเข้มข้นต่อเนื่องทั้งรูปแบบการวิจัยร่วมและการแลกเปลี่ยนบุคลากรทั้งนักวิจัย และนิสิตนักศึกษา

3.4 การได้รับทุนอื่นๆ จากทั้งในและต่างประเทศ

3.4.1 ได้รับทุนจากโครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติตั้งแต่ปี 2553 จนถึงปี 2556 จากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ทำการวิจัยเรื่อง “การเพาะเลี้ยง และการพัฒนาสายพันธุ์หอยทาก ใส้เดือน และกิ้งกือ เพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตร” เป็นเวลา 3 ปี โดยได้รับงบประมาณมาเพียง 2 ปีในขณะนี้คือ 1.6 ล้านบาทในปีที่ 1 และลดลงเหลือ 0.8 ล้านบาทในปีที่ 2 จากการลดลงงบประมาณของสกอ. และมีแนวโน้มว่างงบประมาณในปีที่ 3 จะลดลงอีกครั้งหนึ่งของงบประมาณในปีที่ 2 ซึ่งทำให้การวิจัยที่คาดหวังไว้ตามแผนงานต้องถูกปรับอย่างต่อเนื่อง และลดขนาดลง อย่างไรก็ตามทุนวิจัยนี้ทำให้ได้ผลงานตีพิมพ์ในเรื่องของสายพันธุ์หอยและใส้เดือนจำนวนมาก และได้ระบบการเพาะเลี้ยงในระดับ Lab Scale ที่จะสามารถนำไปพัฒนาในพื้นที่ต่อไป

3.4.2 ได้รับทุน Darwin Initiative มาตั้งแต่ปี 2549-2552 (ระยะที่ 1) 2552-2555 (ระยะที่ 2) และได้ขยายเวลาไปอีกถึงปี 2556 ทำการวิจัยเรื่อง “Developing Land Snail Expertise in South and Southeast Asia” ทำการวิจัยร่วมกับ The Natural History Museum London และสถาบันต่างๆ ในเอเชียจำนวนมาก ทำให้ได้ผลงานวิจัยในรูปแบบผลงานตีพิมพ์บทความวิจัย หนังสือ และผลงานในรูปแบบอื่นๆ อีกจำนวนมาก ในปี 2556 ได้ร่วมประชุมในรูปแบบ workshop และระหว่างวันที่ 1-4 มีนาคม 2557 ได้รับเชิญไปประชุมเสนอผลงาน ที่กรุงลอนดอน ประเทศสหราชอาณาจักร เพื่อเสนอผลงานสรุป และพัฒนาโครงการในระยะต่อไป

ความเห็นของผู้วิจัย

ผลการทำงานใน 36 เดือน หรือ 3 ปี การดำเนินงานในปัจจุบันเป็นไปตามแผนที่วางไว้ ผลงานตีพิมพ์ได้รับการตีพิมพ์ในระดับนานาชาติในฐาน ISI ที่มีค่า impact factor แล้วทั้งสิ้น 30 เรื่อง สามารถทำผลงานได้เกินกว่าค่าเป้าหมาย 28 เรื่องจำนวน 2 เรื่อง

ในส่วนของการทดลองในพื้นที่ร่วมกับเกษตรกรนั้น ขณะนี้ลงแปลงปลูกข้าวแล้วเมื่อเดือนมกราคม 2557 ร่วมทำงานกับนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ติดตามผลการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ฐานมูลไส้เดือนเมื่อกุมภาพันธ์ 2558

เอกสารแนบ

ผู้วิจัยได้แนบ reprint ที่ตีพิมพ์เผยแพร่แล้วจำนวน 30 เรื่องตั้งได้รายงานไว้ข้างต้น ที่มีการอ้างถึงการได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้ทุนส่งเสริมกลุ่มวิจัย เลขที่สัญญา RTA5580001 ได้แนบมาแยกกับรายงานฉบับนี้แล้ว

ลงนาม _____

(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา)

หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

ภาคผนวก

ผลงานตีพิมพ์แล้ว ตามเอกสารรายงานหน้า 57-62
รวบรวมไว้ใน CD แหบและ reprint แยกจากรายงานฉบับนี้