



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ชีวภูมิศาสตร์และวิวัฒนาการของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน (หอยทาก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน) และบทบาทในระบบนิเวศบริการ

โดย ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา

สิงหาคม พ.ศ. 2561

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ชีวภูมิศาสตร์และวิวัฒนาการของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน (หอยทาก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน) และบทบาทในระบบนิเวศบริการ

ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## สัญญาเลขที่ RTA5880002

โครงการ: ชีวภูมิศาสตร์และวิวัฒนาการของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน (หอยทาก กิ้งกือ ตะขาบ และ  
ไส้เดือนดิน) และบทบาทในระบบนิเวศบริการ

### รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ปีที่ 3 (รายงานฉบับสมบูรณ์)

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2560 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2561

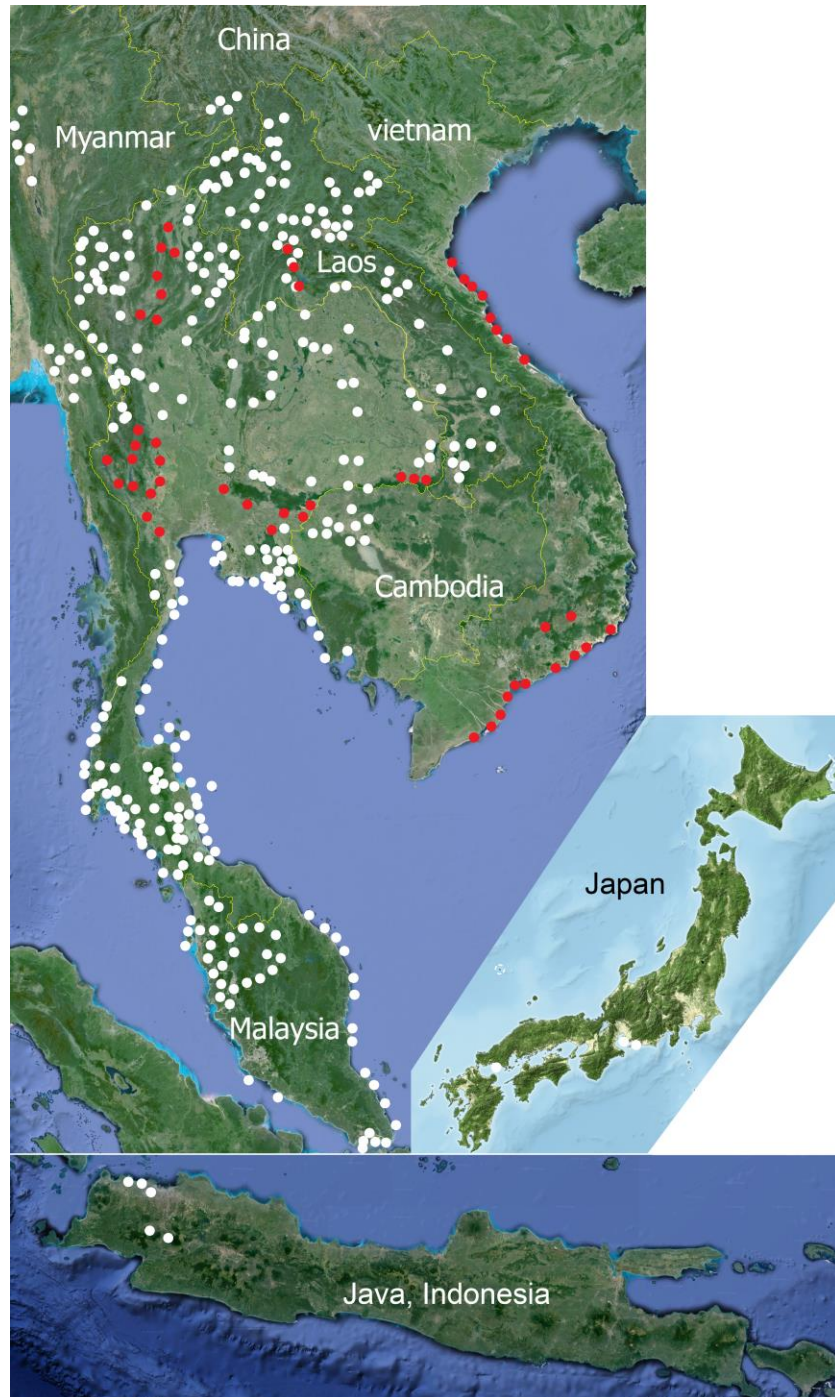
#### กิจกรรมที่ได้ดำเนินการ

##### 1. กิจกรรมเก็บตัวอย่างภาคสนาม

###### 1.1 การเก็บตัวอย่างภายในประเทศ

ที่ผ่านมาระหว่างปี 2558-2561 ทำการออกภาคสนามในหลายภูมิภาคของประเทศไทยและประเทศข้างเคียง (ภาพที่ 1) ในลักษณะทางนิเวศวิทยาที่หลากหลายได้แก่ป่าประเภทต่าง ๆ แหล่งน้ำจืด และชายหาด โดยแบ่งเน้นที่กลุ่มสัตว์หอยทากบก หอยน้ำจืด กุ้งน้ำจืด ตะขาบ กิ้งกือ ไส้เดือนดิน จากประเทศเมียนมาร์ ลาว กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย สิงคโปร์ และบางส่วนของประเทศอินโดนีเซีย ที่เกาะชวา และประเทศญี่ปุ่น โดยเป็นการทำงานวิจัยร่วมกันกับนักวิจัยและนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยในประเทศนั้นๆ และร่วมโครงการระดับนานาชาติกับองค์กรระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้แก่ Fauna Flora International (FFI) ภายใต้โครงการ "Limestone Conservation in Southeast Asia" โดยเฉพาะในเขตสัมปทานบริษัทปูนซิเมนต์ที่กำลังดำเนินการอยู่และโครงการในอนาคตอีกมากกว่า 10 บริษัทในประเทศเมียนมาร์ เข้าเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการในประเทศประเทศใกล้เคียงได้แก่เมียนมาร์ และมาเลเซีย ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม 2561 คณะนักวิจัยได้เก็บตัวอย่างไส้เดือนชายหาด หอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ ไส้เดือนดิน และไส้เดือนสะเทิน ด้วยวิธีการต่างๆ ทำการเก็บรักษาตัวอย่างในน้ายารักษาสภาพได้แก่ เอทานอล 70% สำหรับการศึกษาทางกายวิภาคศาสตร์และสัณฐานวิทยา และ 95% สำหรับการศึกษาทางด้านอนุชีววิทยา นอกจากนี้ตัวอย่างบางส่วนถูกเก็บรักษาไว้ในตู้แช่แข็ง (freezer) ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลทางพันธุกรรมของหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดินของประเทศและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากมีแนวโน้มการลดลงของประชากรของหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดินหลายสปีชีส์ทั่วโลก และเพื่อจัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายของหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ ไส้เดือนดิน ไส้เดือนสะเทิน ไส้เดือนชายหาดของประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง โดยจัดเก็บตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างต้นแบบไว้ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อให้ให้นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกสามารถเข้าถึงและมาศึกษาได้ และถ่ายภาพ

หอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดิน ตัวเป็นเพื่อใช้ประกอบในการจำแนกสปีชีส์ และฐานข้อมูลของ  
หอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดินของประเทศไทย



ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่เก็บตัวอย่างไส้เดือนชวยหาด หอยทากบก กิ้งกือ ไส้เดือนดิน ไส้เดือนสะเทิน ของประเทศไทย มาเลเซีย จีน กัมพูชา เวียดนาม และ ญี่ปุ่น สีขาว เป็นสถานที่เก็บตัวอย่างที่ผ่านมาทั้งหมดตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2558 ถึง มกราคม 2561 สีแดง เป็นสถานที่เก็บตัวอย่างช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2561 ถึง กรกฎาคม 2561

## การตรวจสอบสปีชีส์

การจัดจำแนกสปีชีส์ใช้การเปรียบเทียบกับตัวอย่างต้นแบบ (type specimen) เป็นหลัก ศึกษาตัวอย่างที่มีอยู่แล้ว ทั้งตัวอย่างแห้งและตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในน้ำยารักษาสภาพ เพื่อให้เห็นความหลากหลายของหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนดินในประเทศไทยในภาพรวม จากตัวอย่างที่เก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และในต่างประเทศดังนี้

FMNH: the Field Museum of Natural History, Chicago, USA

MNHN: Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

NHMUK: The Natural History Museum, London, UK

NHMW: Naturhistorisches Museum, Wien, Austria

NMNHS: National Museum of Natural History, Sofia, Bulgaria

RBINS: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium

SMF: Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt, Germany

TTMB: Természettudományi Múzeum Állattára, Budapest, Hungary

UMZC: University Museum of Zoology Cambridge, Cambridge, UK

ZMA: Zoological Museum of Amsterdam, The Netherland

ZMB: Zoological Museum of Berlin, Berlin, Germany

ZMH: Zoological Museum Hamburg, Germany

ZMUC: Zoological Museum of University of Copenhagen, Denmark

ZMUM: Zoological Museum, Moscow State University, Moscow, Russia

ZSM: Zoologische Staatssammlung, Munich, Germany

## หอยทากบก

พื้นที่ศึกษา เก็บตัวอย่าง และ จำแนกสปีชีส์ หอยทากบก

1. เก็บตัวอย่างทั้งเปลือกและตัวอย่างที่มีชีวิต ตามพื้นที่ของตัวอย่างต้นแบบ (type localities) ทั่วประเทศไทย และพื้นที่ที่ยังไม่เคยมีรายงานการศึกษาทั้งหอยทากบกและหอยน้ำจืด
2. เลือกพื้นที่สุ่มตัวอย่างตามแนวเขาหินปูนเนื่องจากเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยหลัก ของหอยทากบกจากทั่วทุกภาคของประเทศไทย และพื้นที่ที่เป็นป่าดิบแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพื้นที่ที่มีระดับความสูงของพื้นที่ตั้งแต่ในระดับน้ำทะเล จนถึง 2,500 เมตรจากระดับน้ำทะเล และลักษณะของป่าไมที่เป็นป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา ซึ่งลักษณะของพรรณไม้ ป่าไม้ประเภทต่างๆ และระดับความสูงของพื้นที่ มีผลต่อชนิดพันธุ์ของหอยทากบกทั้งสิ้น

3. บันทึกสถานที่เก็บตัวอย่างด้วยพิกัด GPS ลักษณะทางนิเวศวิทยาอื่นๆ เช่น ถิ่นที่อยู่อาศัยย่อย คุณภาพของน้ำ ลักษณะของพื้นที่ท้องน้ำ และสภาพภูมิประเทศ เพื่อเข้าใจถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ อันจะมีผลต่อปริมาณและความหลากหลายสปีชีส์ของหอยในแต่ละพื้นที่
4. นำตัวอย่างหอยที่ได้มาจำแนกสปีชีส์ในขั้นต้นกับเอกสารอ้างอิงหลัก ซึ่งเป็นการศึกษาจากตัวอย่างในประเทศไทย และจากการศึกษาในพื้นที่ข้างเคียงเช่น ประเทศพม่า ลาว กัมพูชา และมาเลเซีย ตามรายงานที่ผ่านมาในอดีต
5. ยืนยันการจำแนกสปีชีส์กับตัวอย่างต้นแบบ (type specimens) ที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาที่เป็นสถานที่หลักในการเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบของหอยทากบกของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น SMF, NHMUK, UMZC, MNHN, ZMA, ZMUC และ RBINS

## กิ้งกือ

### พื้นที่ศึกษา เก็บตัวอย่าง และ จำแนกสปีชีส์ กิ้งกือ

1. นำตัวอย่างกิ้งกือที่ได้มาจำแนกสปีชีส์ในขั้นต้นกับเอกสารอ้างอิง ซึ่งเป็นการศึกษาจากตัวอย่างในประเทศไทยบางส่วน และการศึกษาในพื้นที่ข้างเคียงเช่น ประเทศพม่า ลาว กัมพูชา และมาเลเซีย ตามรายงานที่ผ่านมาในอดีต
2. ยืนยันการจำแนกสปีชีส์กับตัวอย่างต้นแบบ ที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาที่เป็นสถานที่หลักในการเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบของกิ้งกือเช่น NHMUK, FMNH, MNHN, NMNHS, RBINS, ZMUC และ ZMUM
3. สร้าง Dichotomous key จำแนกสกุล และสปีชีส์ของกิ้งกือที่พบในประเทศไทย ด้วยข้อมูลทั้งทางสัณฐานวิทยา ข้อมูลกายวิภาคศาสตร์อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ และสีสนับนลำตัว รวมถึงหนามและปีก ระบบทางเดินอาหาร และขุยหรือมูลที่กิ้งกือสร้าง
4. ศึกษาตัวอย่างที่มีอยู่แล้วบางส่วน จากพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และตัวอย่างกิ้งกือที่เก็บไปโดยชาวเดนมาร์กและเก็บรักษาไว้ที่ Zoological Museum, University of Copenhagen
5. เก็บตัวอย่างเพิ่มเติมตามพื้นที่ที่เคยมีการศึกษามาก่อนทั่วประเทศไทย และพื้นที่ที่ยังไม่เคยมีรายงานการศึกษา กิ้งกือ โดยให้ความสำคัญทั้งพื้นที่เกษตรกรรม สวนไม้ผลต่าง และป่าธรรมชาติ รวมถึงในถ้ำและภูเขาสูง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความชุกชุมของกิ้งกือ และมีกิ้งกืออาศัยอยู่หลายสปีชีส์
6. ในพื้นที่ป่าธรรมชาติทำการเก็บเศษซากใบไม้ผิวดินประมาณ 10-20 ลิตร แล้วทำการร่อนด้วยตะแกรงขนาดช่อง 0.5 x 0.5 ซม เพื่อใช้แยกกิ้งกือขนาดเล็กที่อาศัยตามผิวดิน รวมถึงพวกที่อาศัยในถ้ำ

7. บันทึกสถานที่เก็บตัวอย่างด้วยพิกัด GPS ลักษณะทางนิเวศวิทยาอื่นๆ เช่น ลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัยย่อย ลักษณะพรรณไม้ในป่าหรือพื้นที่ที่พบกิ่งกือ ลักษณะของดิน และสภาพของถ้ำ เพื่อเข้าใจถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ อันจะมีผลต่อปริมาณ ความหลากหลายสปีชีส์ของกิ่งกือในแต่ละพื้นที่

## ตะขาบ

### พื้นที่ศึกษา เก็บตัวอย่าง และ จำแนกสปีชีส์ ตะขาบ

1. ศึกษาตัวอย่างที่มีอยู่แล้วบางส่วน จากพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. เก็บตัวอย่างใหม่ ตามพื้นที่ของตัวอย่างต้นแบบ และพื้นที่ที่เคยมีการศึกษามาก่อน ทั่วประเทศไทย และพื้นที่ยังไม่เคยมีรายงานการศึกษาตะขาบ โดยให้ความสำคัญกับพื้นที่เกษตรกรรม แหล่งชุมชน และสวนไม้ผลต่าง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความชุกชุมของตะขาบ และมีตะขาบอาศัยอยู่หลายสปีชีส์
3. ในพื้นที่ป่าธรรมชาติทำการเก็บเศษซากใบไม้ผิวดินประมาณ 10-20 ลิตร แล้วทำการร่อนด้วยตะแกรงขนาดช่อง 0.5 x 0.5 ซม เพื่อใช้แยกตะขาบที่มีขนาดเล็กที่อาศัยตามผิวดิน
4. บันทึกสถานที่เก็บตัวอย่างด้วยพิกัด GPS ลักษณะทางนิเวศวิทยาอื่นๆ เช่น ลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัยย่อย ลักษณะพรรณไม้ในป่าหรือพื้นที่ที่พบตะขาบ ลักษณะของดิน และสภาพภูมิประเทศ เพื่อเข้าใจถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่จะมีผลต่อปริมาณ ความหลากหลายสปีชีส์ของตะขาบในแต่ละพื้นที่
5. นำตัวอย่างตะขาบที่ได้มาจำแนกสปีชีส์ในขั้นต้นกับเอกสารอ้างอิงหลักต่างๆ จากการศึกษาในพื้นที่ข้างเคียงเช่น ประเทศพม่า ลาว กัมพูชา และมาเลเซีย ตามรายงานที่ผ่านมาในอดีต
6. ยืนยันการจำแนกสปีชีส์กับตัวอย่างต้นแบบ ที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาที่เป็นสถานที่หลักในการเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบ ของไส้เดือนดินของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น NHMUK, NHMW, NMNHS, TTMB, ZMUC, และ ZSM เป็นต้น
7. สร้าง Dichotomous key จำแนกสกุล และสปีชีส์ของตะขาบที่พบในประเทศไทย ด้วยข้อมูลทั้งทางสัณฐานวิทยาภายนอก ข้อมูลละเอียดจากกล้อง SEM ระบบทางเดินอาหาร สีสัณและลวดลายบนลำตัว

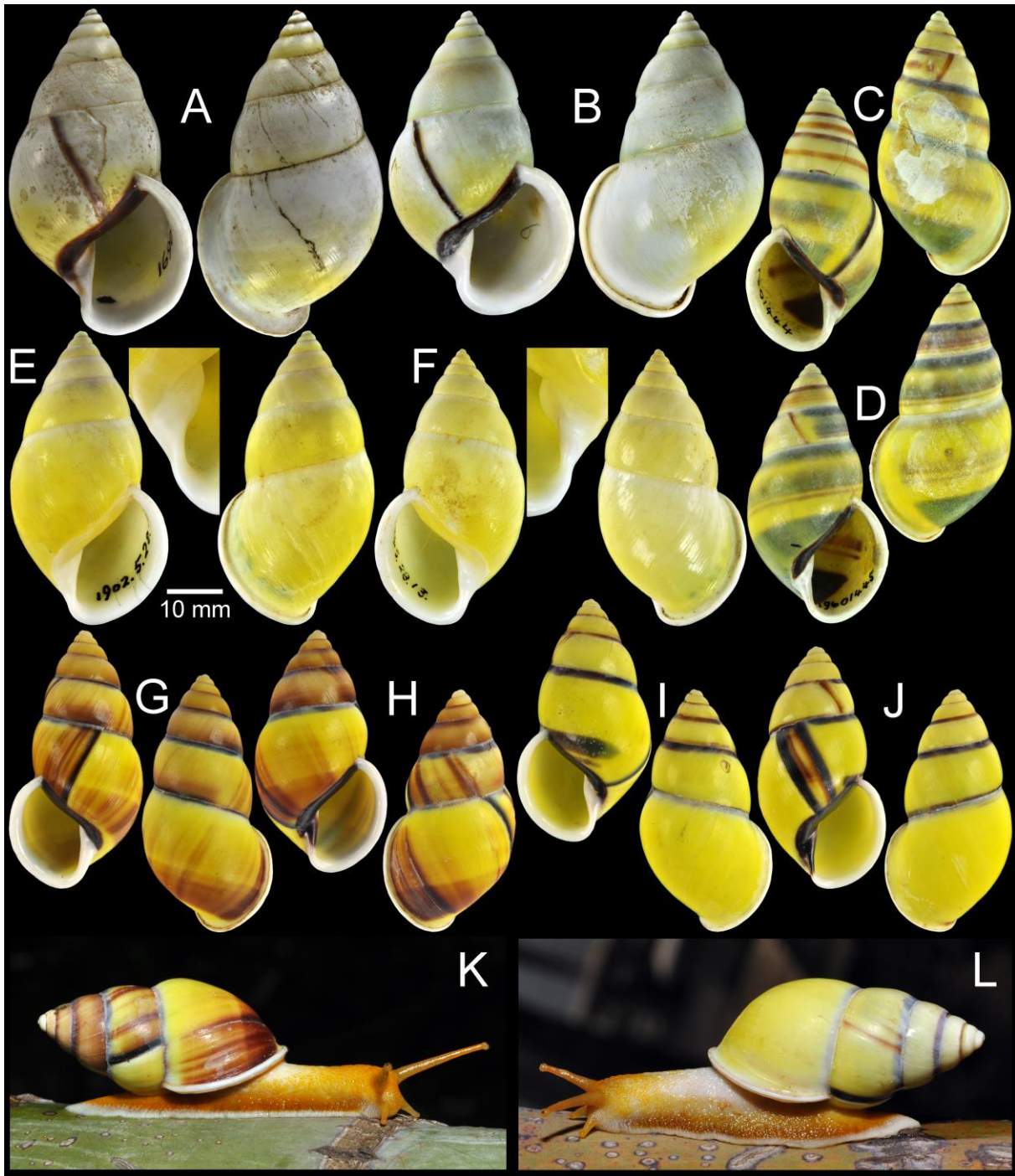
## ไส้เดือนดิน

### พื้นที่ศึกษา เก็บตัวอย่าง และ จำแนกสปีชีส์ ไส้เดือนดิน

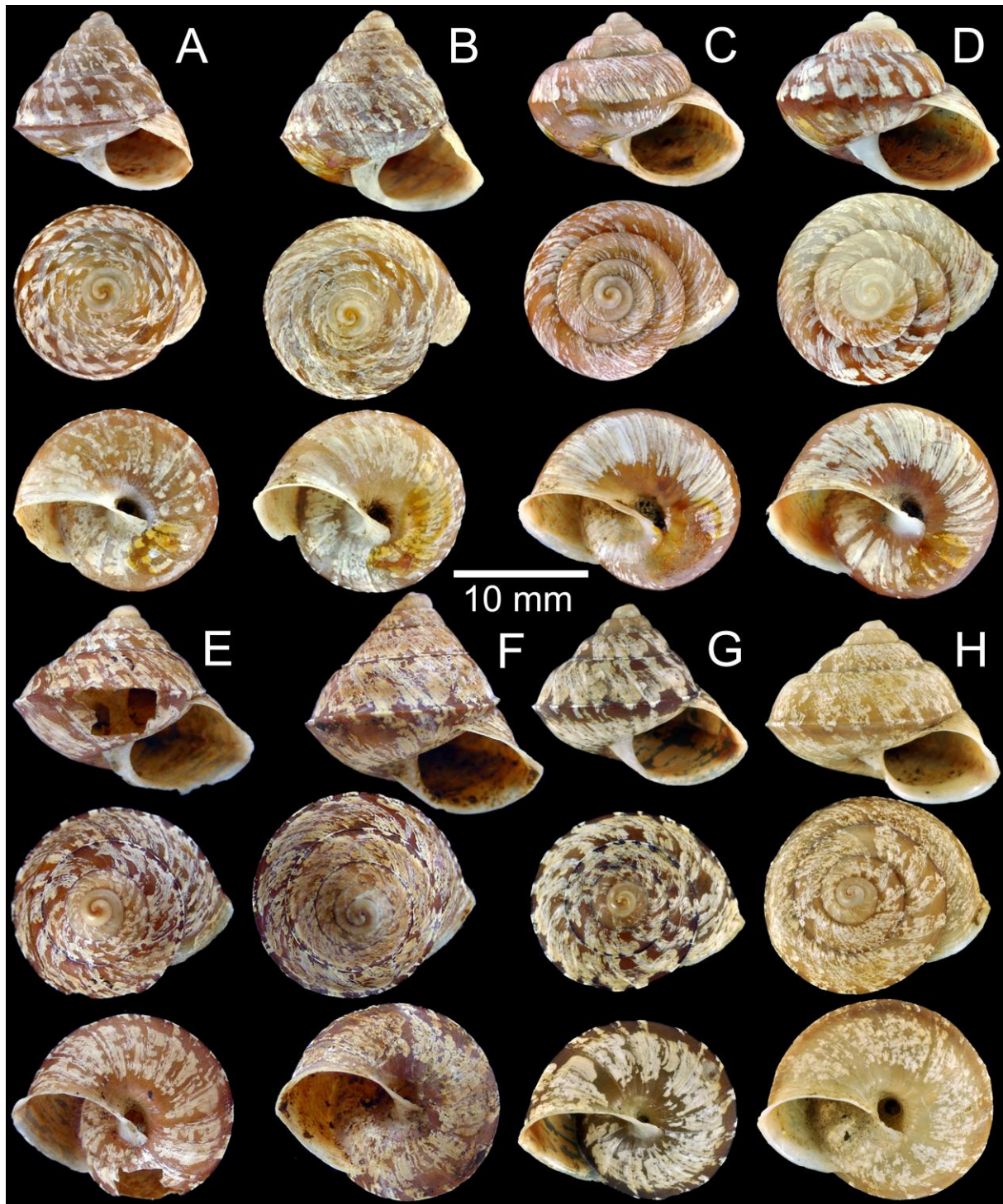
1. ศึกษาตัวอย่างที่มีอยู่แล้วและตัวอย่างที่เก็บไว้ในน้ำยารักษาสภาพ เพื่อให้เห็นความหลากหลายของไส้เดือนดินในประเทศไทยในภาพรวม จากตัวอย่างที่เก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เก็บตัวอย่างใหม่ ตามพื้นที่ของตัวอย่างต้นแบบ และพื้นที่ที่เคยมีการศึกษามาก่อน ทั่วประเทศไทย และพื้นที่ยังไม่เคยมีรายงานการศึกษาไส้เดือนดิน
3. บันทึกสถานที่เก็บตัวอย่างด้วยพิกัด GPS ลักษณะทางนิเวศวิทยาอื่นๆ เช่น ลักษณะของดินที่อยู่อาศัยย่อย ลักษณะพรรณไม้ในป่าหรือพื้นที่ที่พบไส้เดือน ลักษณะขุยหรือมูลไส้เดือน และสภาพภูมิประเทศ เพื่อเข้าใจถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่จะมีผลต่อปริมาณ ความหลากหลายชีวิชีส์ของไส้เดือนดินในแต่ละพื้นที่
4. นำตัวอย่างไส้เดือนดินที่ได้มาจำแนกสปีชีส์ในขั้นต้นกับเอกสารอ้างอิง ซึ่งเป็นการศึกษาจากตัวอย่างในประเทศไทยบางส่วน และการศึกษาในพื้นที่ข้างเคียงเช่น ประเทศพม่า ลาว กัมพูชา และมาเลเซีย ตามรายงานที่ผ่านมาในอดีต
5. ยืนยันการจำแนกสปีชีส์กับตัวอย่างต้นแบบ ที่อยู่ในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาที่เป็นสถานที่หลักในการเก็บรักษาตัวอย่างต้นแบบของไส้เดือนดินของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น NHMUK, UMZC, MNHN, ZMA และ ZMH
6. สร้าง Dichotomous key จำแนกสกุล และสปีชีส์ของไส้เดือนดินที่พบในประเทศไทย ด้วยข้อมูลทั้งทางสัณฐานวิทยา ข้อมูลกายวิภาคศาสตร์ระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร และขุยหรือมูลที่ไส้เดือนสร้าง

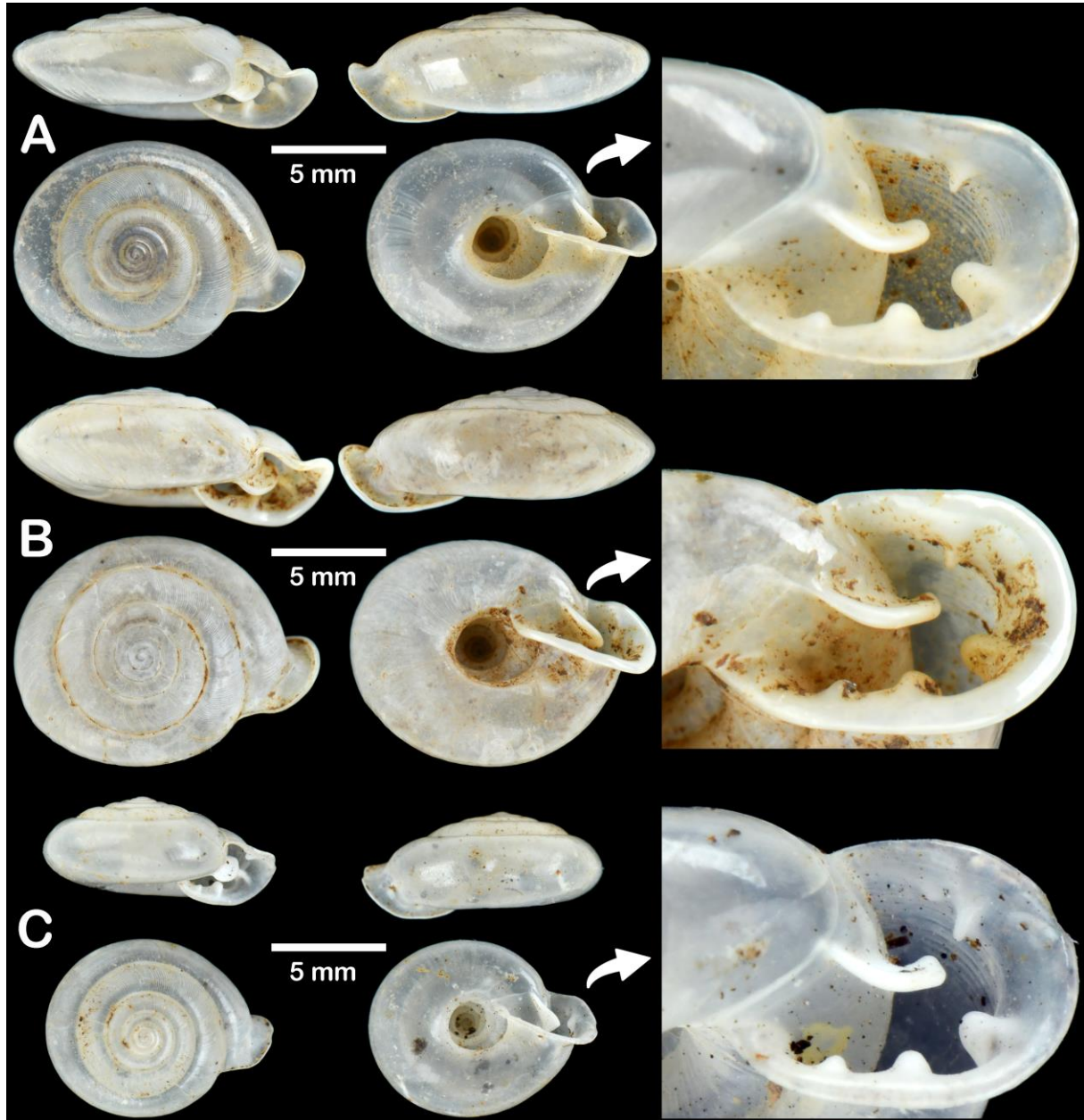
ทำการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานในเบื้องต้นของตัวอย่างหอยทากบก กิ้งกือ ตะขาบ และไส้เดือนสะเทิน ที่เก็บได้ระหว่างการออกภาคสนาม ซึ่งได้แสดงไว้ในภาพด้านล่าง



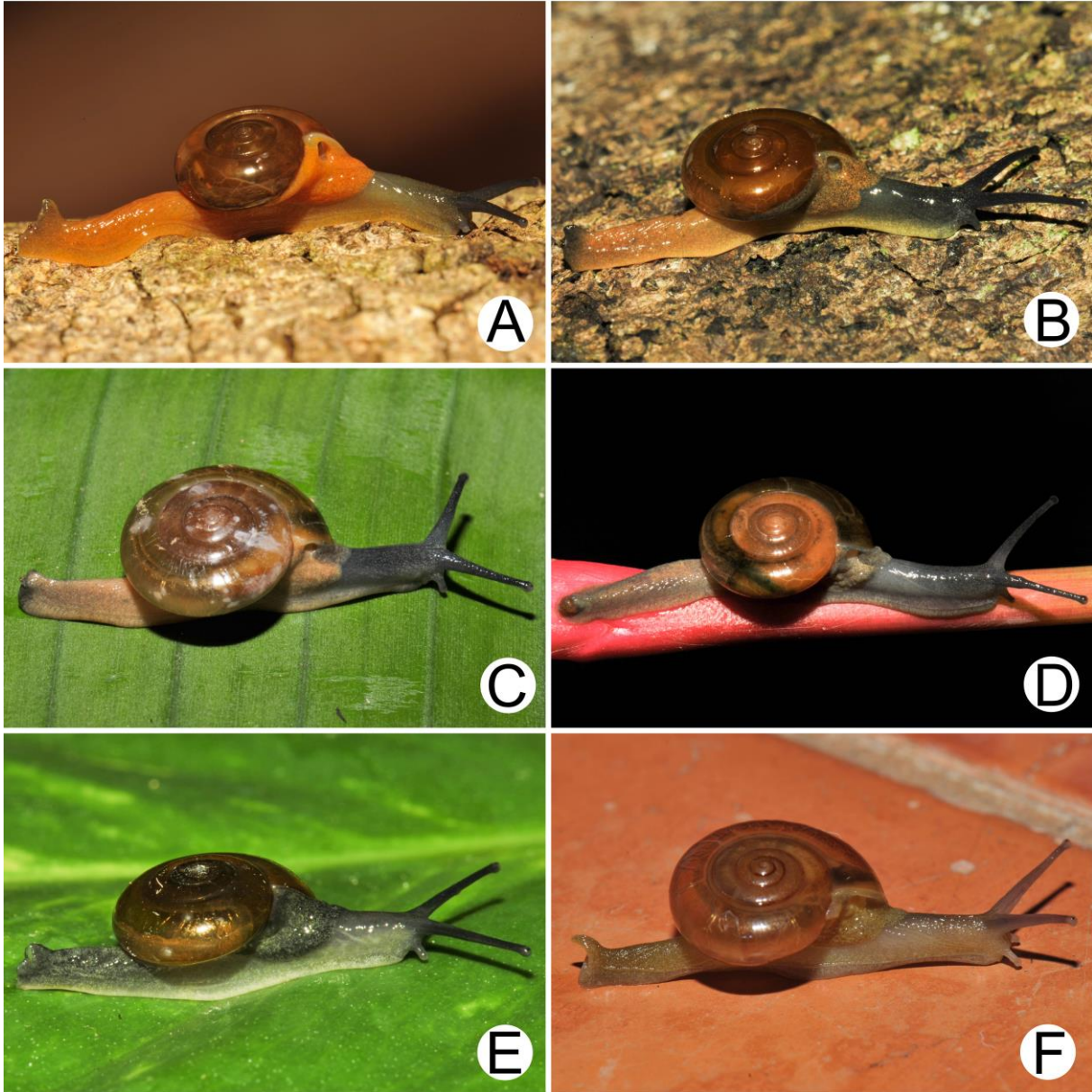
ภาพที่ 2 หอยนภขมีน *Amfidromus atricollis* species complex จากประเทศไทยและมาเลเซีย A, B *Amfidromus atricollis* (Gould, 1844), (A) syntype MCZ และ (B) syntype NHMUK. C, D *Amfidromus janus* (Pfeiffer, 1854) syntypes NHMUK E, F *Amfidromus perakensis* Fulton, 1901, syntypes NHMUK. G-L *Amfidromus* sp. จากเกาะทะลุ ประเทศไทย



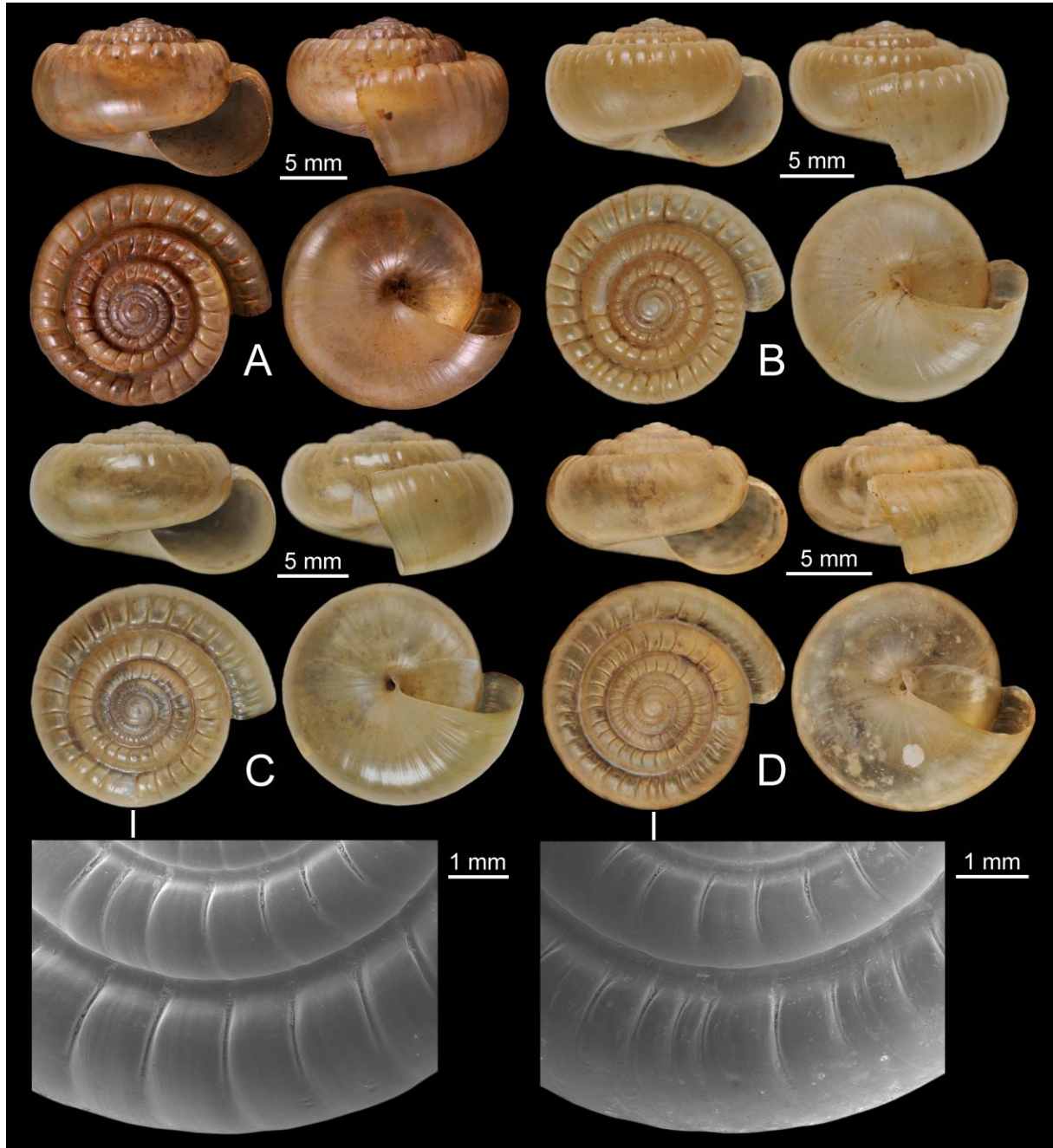
ภาพที่ 3 ตัวอย่างหอยต้นไม้สกุล *Ganesella* จากภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ A, B *Ganesella capitium* (Benson, 1848) syntype UMZC. C, D *Ganesella hariola* (Benson, 1856) syntype UMZC. E-H *Ganesella carinella* Moellendorff, 1902 (E) holotype, (F) paratype SMF, (G) ตัวอย่างจากจังหวัดสระบุรี และ (H) ตัวอย่างจากจังหวัดลพบุรี



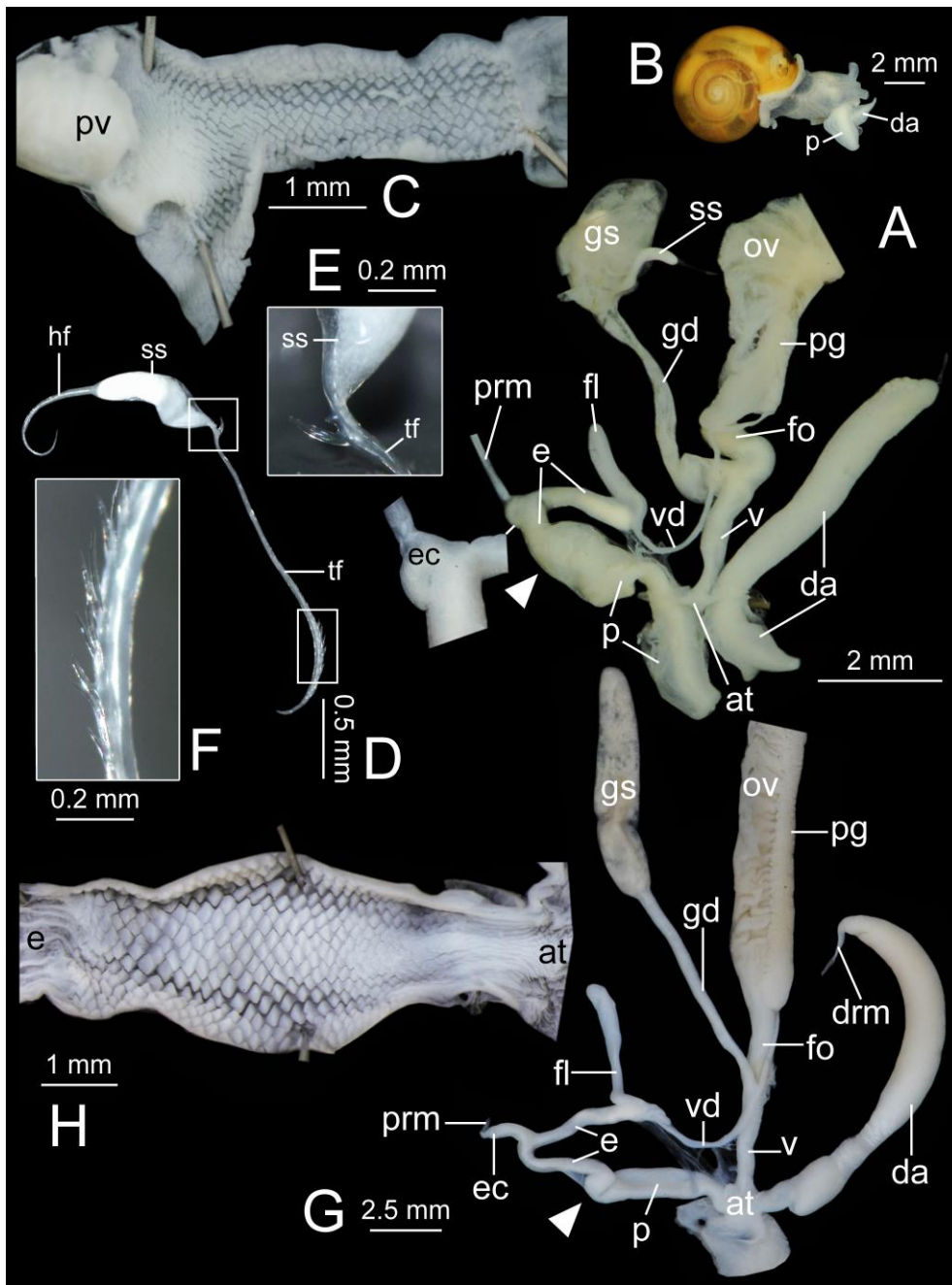
ภาพที่ 4 ตัวอย่างหอยนักล่าสกุล *Discartemon* sp. จาก ประเทศพม่า และลักษณะของฟันในปากเปลือก



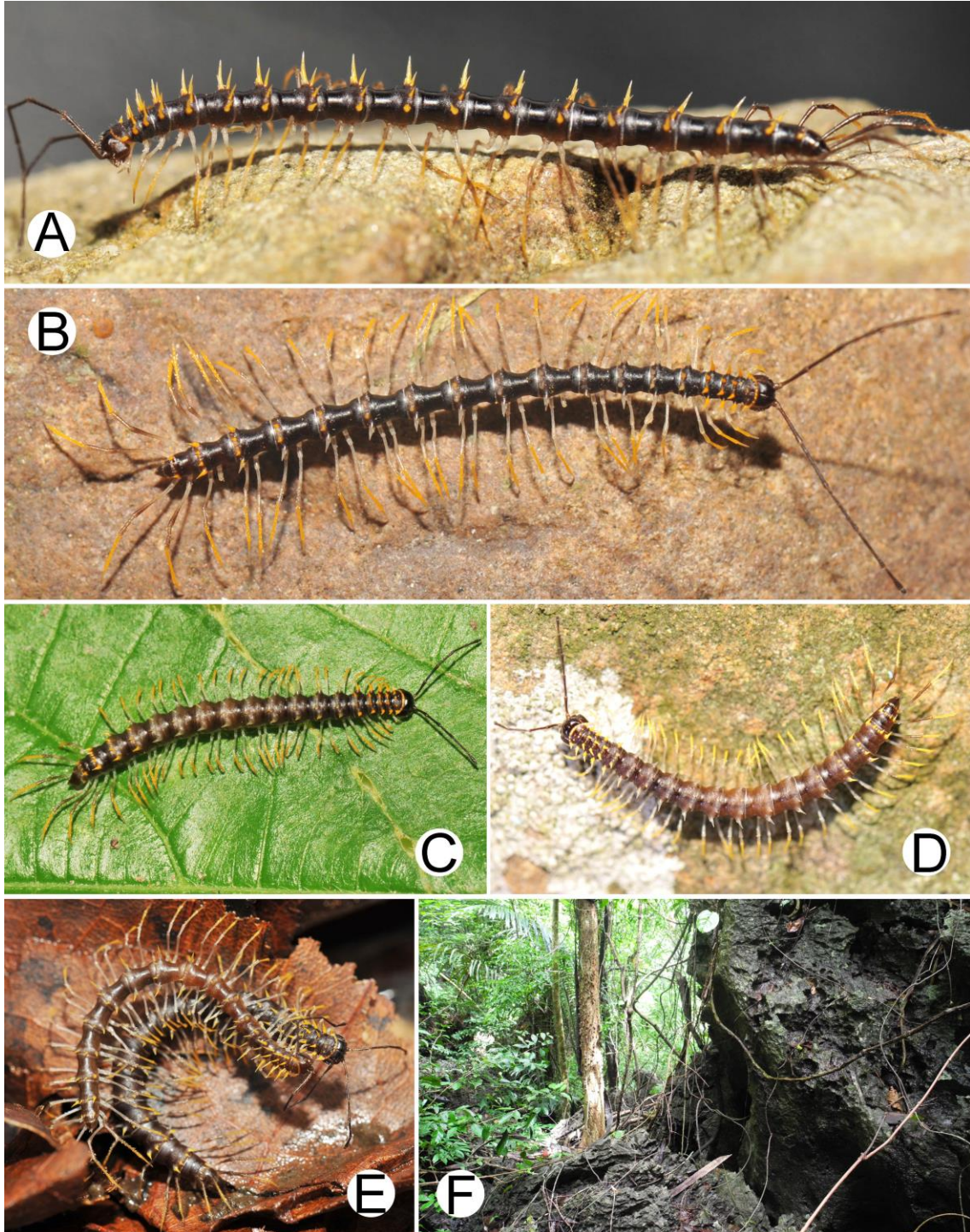
ภาพที่ 5 ตัวอย่างหอยชนิดเปลือกสกุล *Macrochlamys* จากประเทศไทย A, B *Macrochlamys* sp. 1 จากจังหวัดกาญจนบุรี C, D *Macrochlamys* sp. 2 จากจังหวัดตาก และ E, F *Macrochlamys* sp. 3 จากจังหวัดลพบุรี



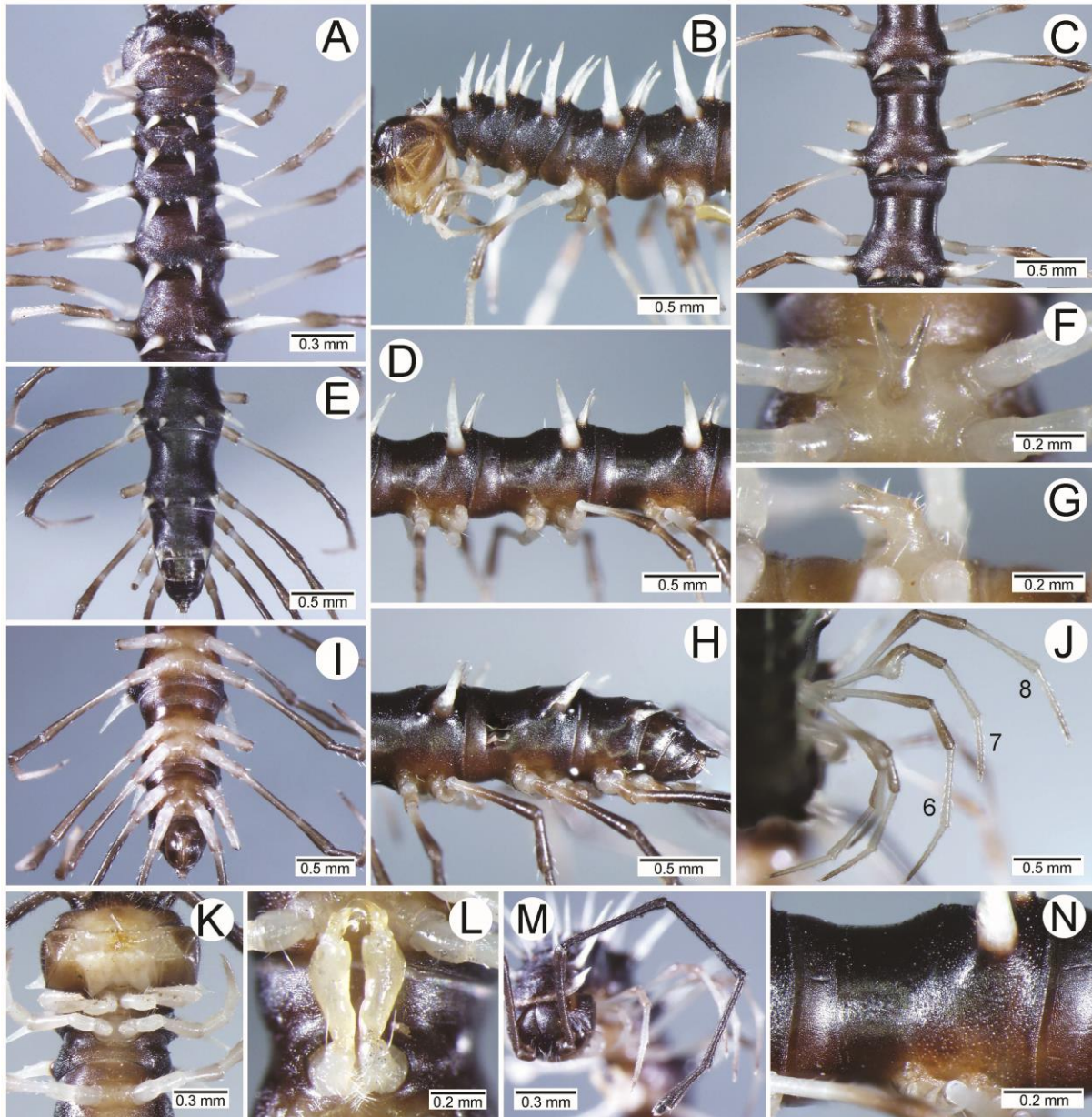
ภาพที่ 6 เปลือกของหอยขดเปลือกสกุล *Sarika* กลุ่ม crow snail ที่มีเปลือกลักษณะเป็นร่องลึกวนโดยรอบ เปลือก **A-D** *Sarika diadema* (Dall, 1898), (A) holotype NMNH, Smithsonian จากจังหวัดตรัง และ (B) ตัวอย่างจากจังหวัดพัทลุง (C) ตัวอย่างจากจังหวัดตรัง และลักษณะของร่องบนเปลือก และ (D) ตัวอย่างจากจังหวัดสงขลาและลักษณะของร่องบนเปลือก



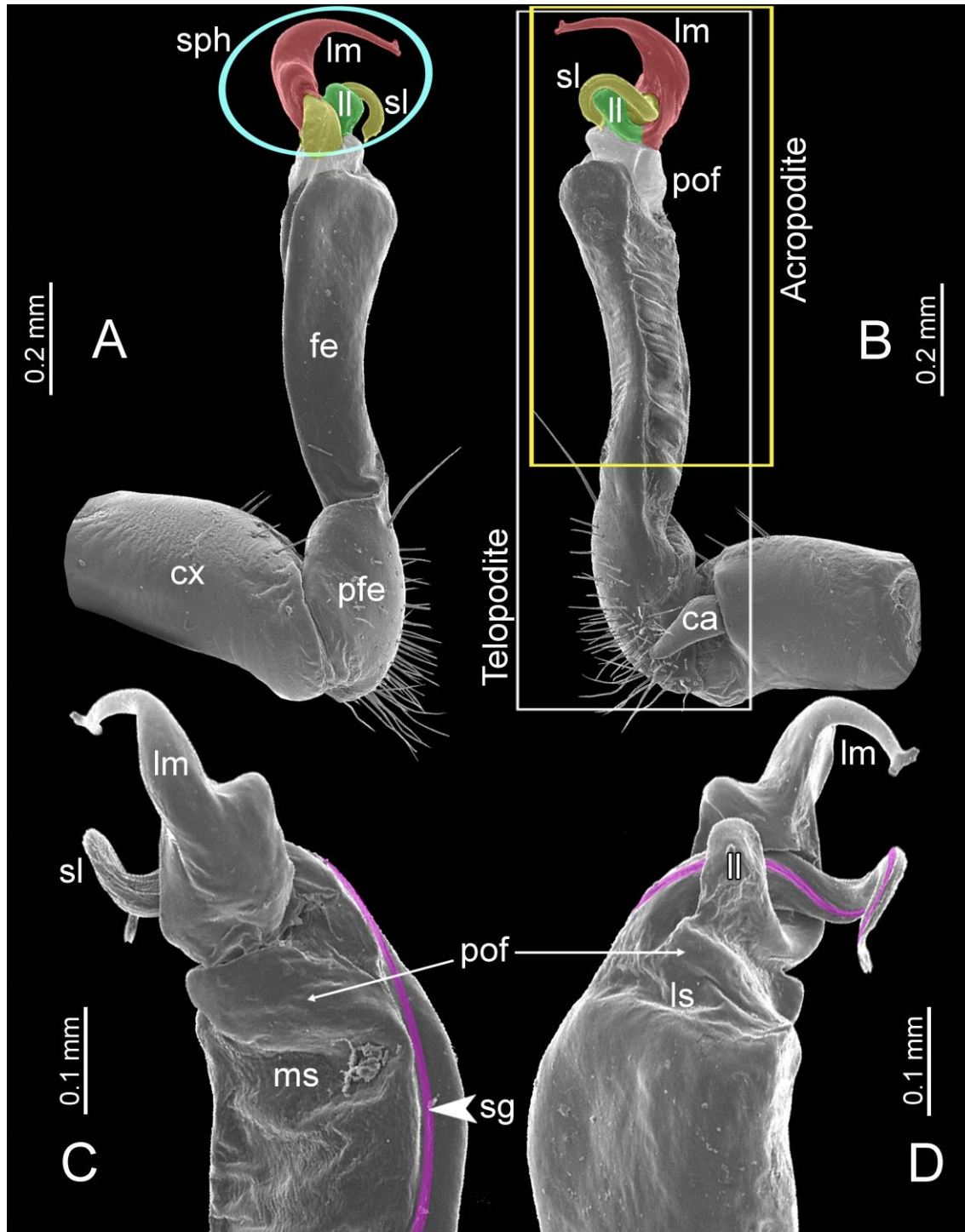
ภาพที่ 7 อวัยวะสืบพันธุ์ของหอยขัดเปลือกสกุล *Macrochlamys* และ *Sarika* **A-F** *Macrochlamys* sp. 1 จากจังหวัดกาญจนบุรี และ **G, H** *Sarika* sp. 2 จากจังหวัดลพบุรี (**A, G**) แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยตัวเต็มวัย (**B**) ตัวอย่างที่ศึกษาที่มีส่วนของอวัยวะสืบพันธุ์ยื่นออกมา (**C, H**) แสดงผนังด้านในของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (**D-F**) แสดงถุงเก็บสเปิร์ม หรือ spermatophore ที่มีลักษณะที่แตกต่างกันและเป็นลักษณะประจำของหอยแต่ละสปีชีส์ และ (**E, F**) แสดงส่วนปลายของถุงเก็บสเปิร์มที่มีหนามปรากฏ



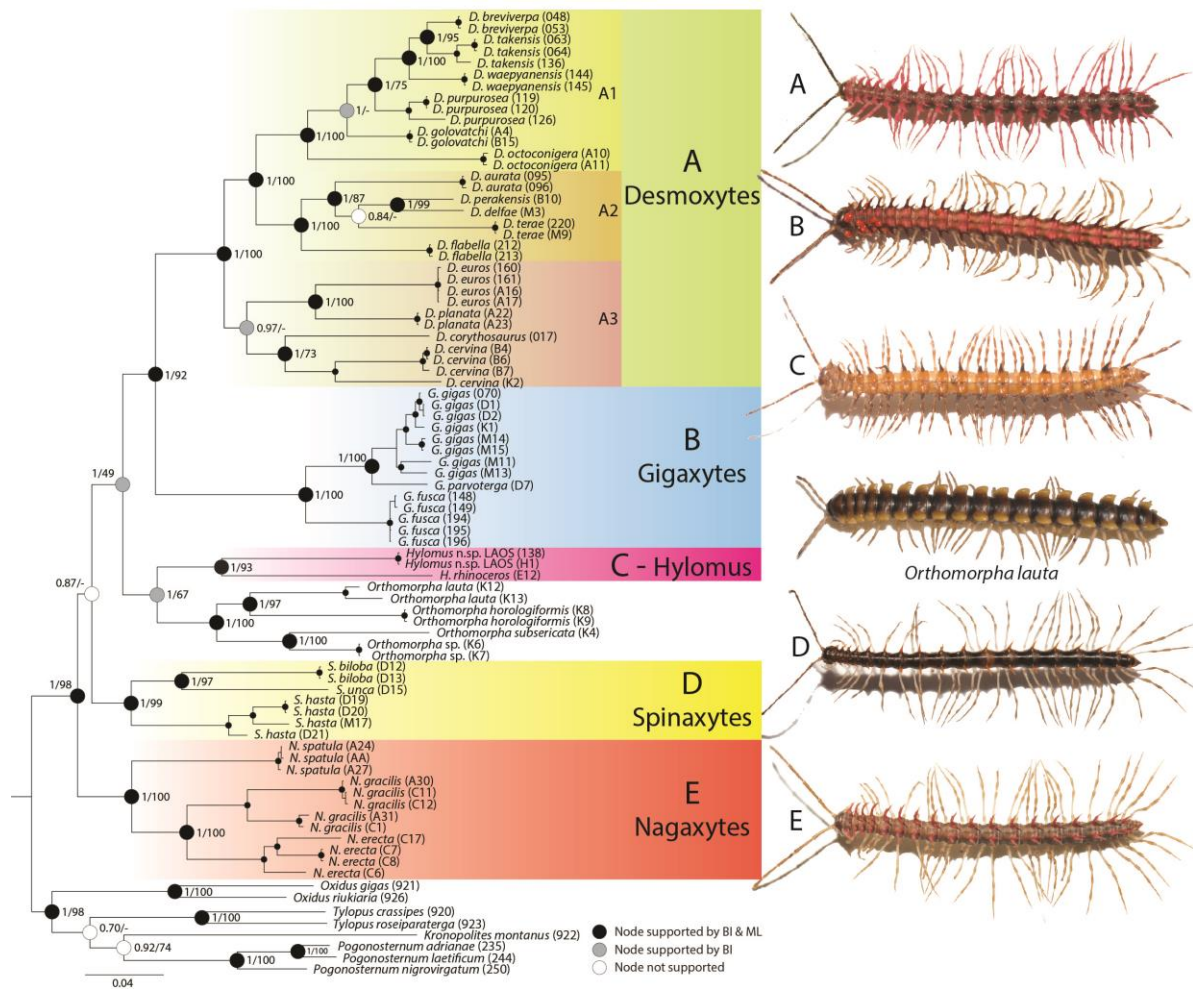
ภาพที่ 8 ลักษณะและสีของกิ้งกือม้งกรสกุล *Spinaxytes* sp. จากจังหวัดพังงา A, B ลำตัวด้านข้างและด้านบนของเพศผู้ C, D ลำตัวด้านบนของกิ้งกือเพศเมีย E การจับคู่ผสมพันธุ์ และ F ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เป็นผืนงหินปูน



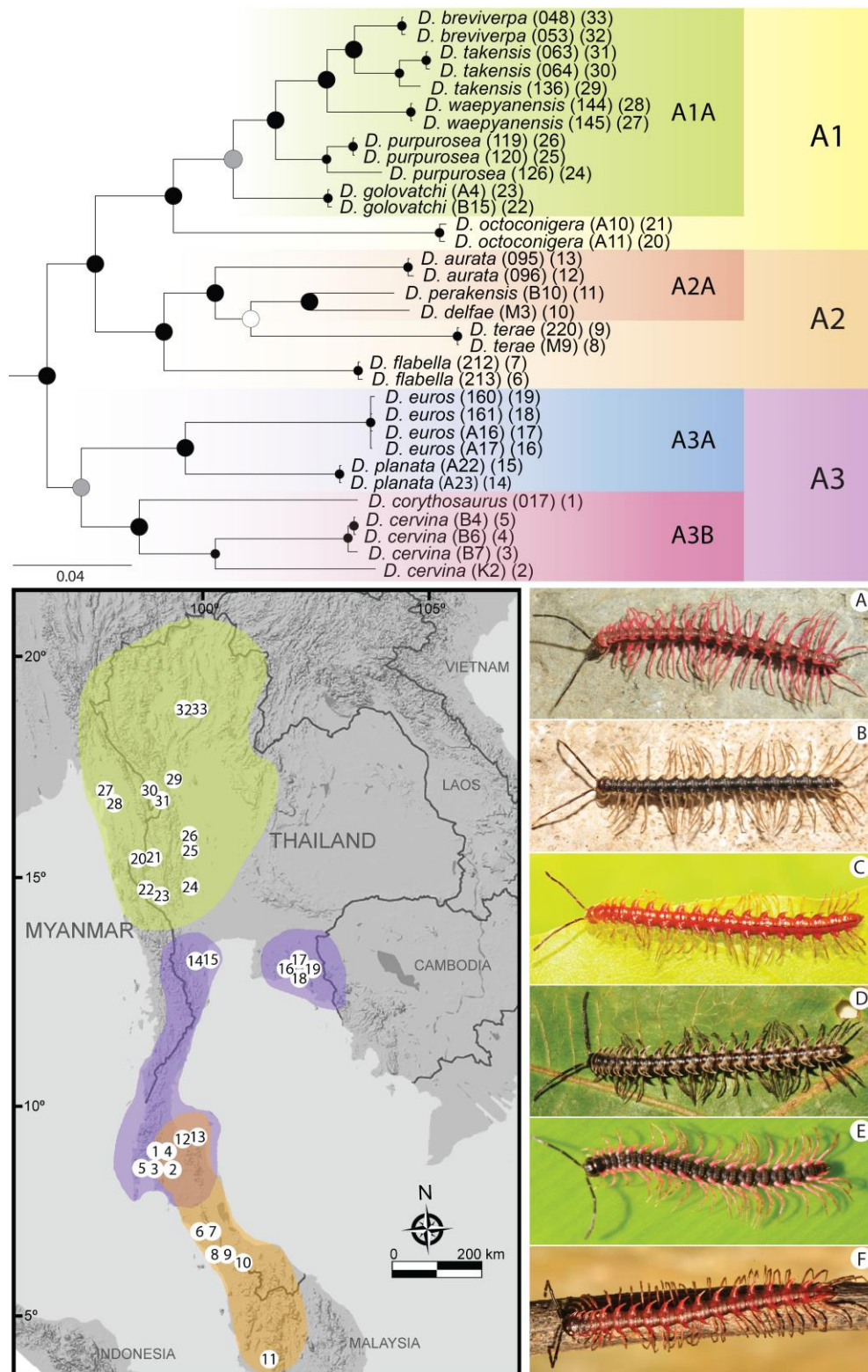
ภาพที่ 9 ลักษณะของกิ้งกือมังกรสกุล *Spinaxytes* sp. จากจังหวัดพังงา A ส่วนหัวด้านหลังและปล้องที่ 1-7 B ส่วนหัวด้านข้าง-ซ้าย และปล้องที่ 1-6 C, D ส่วนของ paraterga ด้านหลังและด้านข้างของปล้องที่ 9-11 E, H, I ปล้องลำตัวที่ 17-20 ด้านข้างหลัง ด้านท้อง และด้านข้าง F, G ส่วนของ sternal ด้านบนและด้านข้าง J ส่วนของขาเดินปล้องที่ 5-7 แสดงลักษณะที่พองออกของขาในปล้องที่ 7 K ส่วนด้านท้องของปล้องที่ 1-3 และปาก L อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ในปล้องที่ 7 M ส่วนของหนวด และ N ปล้องลำตัวที่ 10 ด้านข้าง แสดงพื้นผิวที่ไม่เรียบ



ภาพที่ 10 ภาพแสดงลักษณะ gonopod ของกิ้งกือมังกร *Spinaxytes* sp. จากจังหวัดกระบี่ **A** ขั้วด้านนอก **B** ขั้วด้านใน ล้องที่ 19-21 **C** ส่วนปลายของ gonopod ด้านล่าง และ **D** ส่วนปลายของ gonopod ด้านข้าง สีแดงคือ lamina medialis (Im), สีเหลืองคือ solemomere (sl), สีเขียวคือ lamina lateralis (ll), สีม่วงคือ seminal groove (sg).



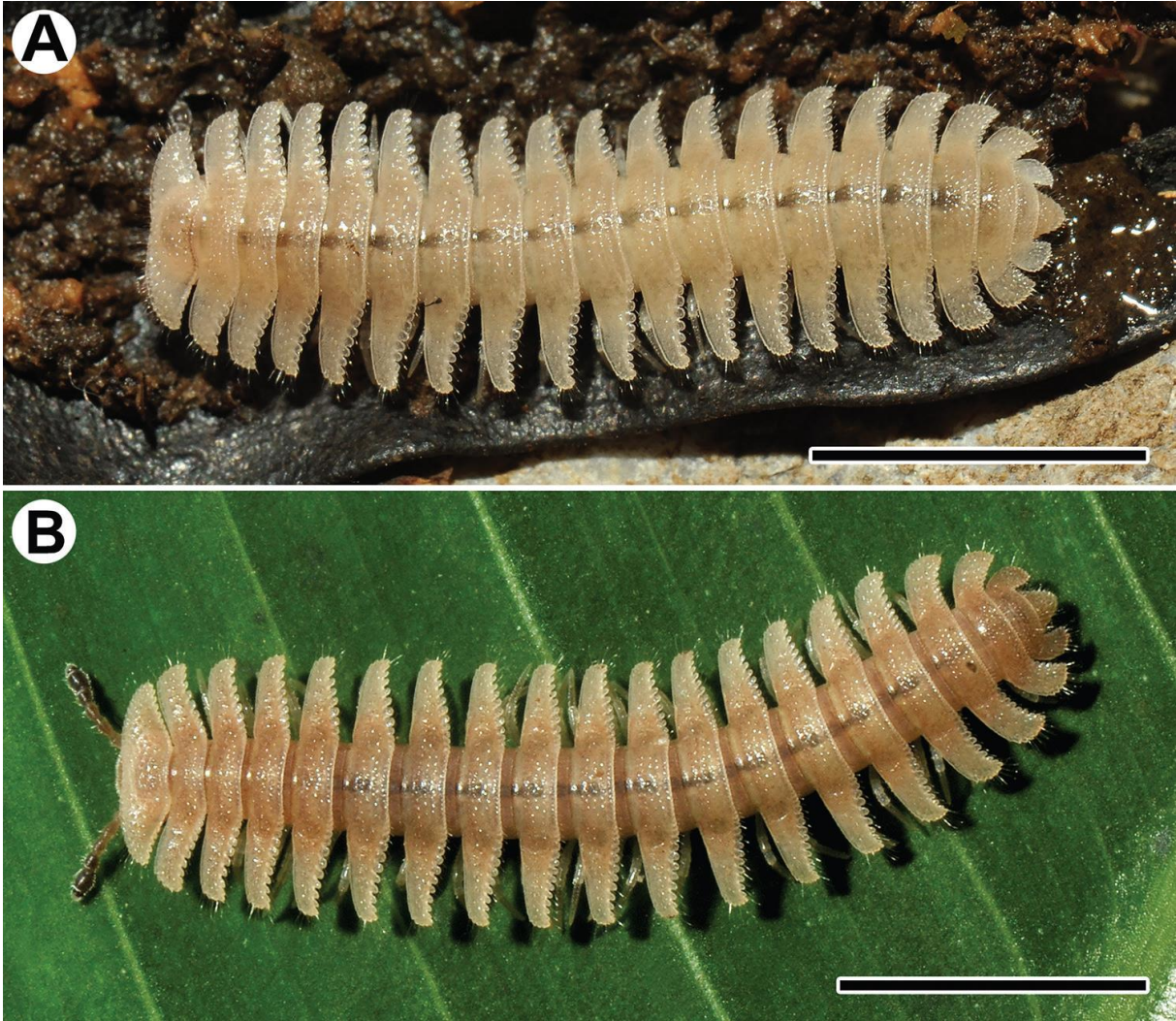
ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของกลุ่มกิ้งกือมังกร *Desmoxytes* s.l. โดยวิธี Bayesian Inference ของยีน COI, 16S rRNA และ 28S rRNA ตัวเลขบริเวณจุดแยกแสดง Bayesian Posterior Probability และ Maximum Likelihood Bootstrap Values จุดสีดำแสดงจุดแยกที่สนับสนุนโดย BI และ ML จุดสีเทาแสดงจุดแยกที่สนับสนุนด้วย BI เท่านั้น และ จุดสีขาวแสดงจุดแยกที่ไม่สนับสนุนจากทั้ง BI และ ML (A = *Desmoxytes purpureosea*, B = *Gigaxytes gigas*, C = *Hylomus* sp., D = *Spinaxytes* sp., E = *Nagaxytes* sp., *Orthomorpha lauta*).



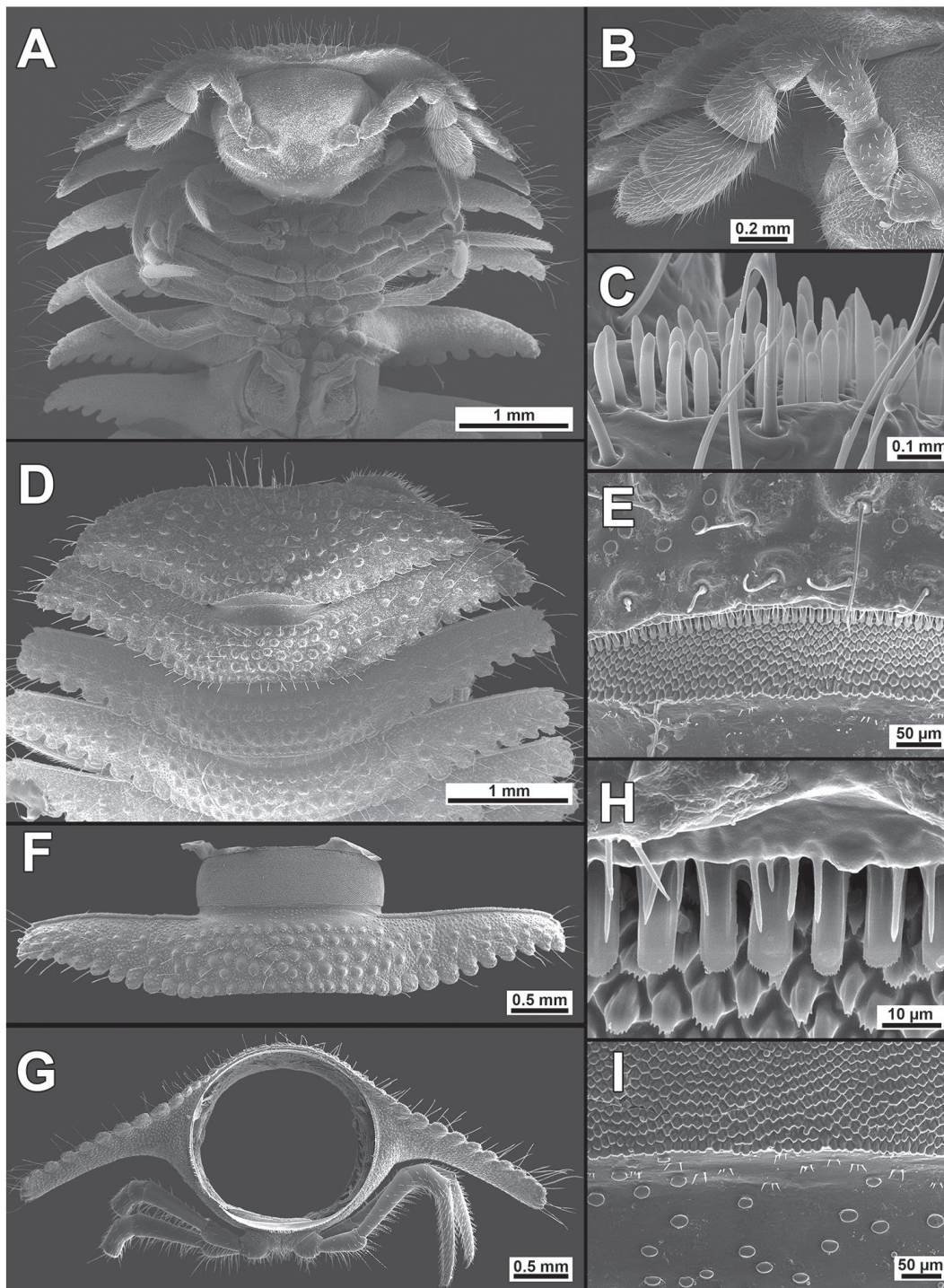
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของกิ้งกือมังกร *Desmoxytes* s.s. โดยวิธี Bayesian Inference และแผนที่การแพร่กระจายของกิ้งกือมังกรสกุลนี้ในภูมิภาคอินโดจีน (A = *D. purpuresea*, B = *D. octoconigera*, C = *D. delfae*, D = *D. terae*, E = *D. planata* และ F = *D. cervina*).



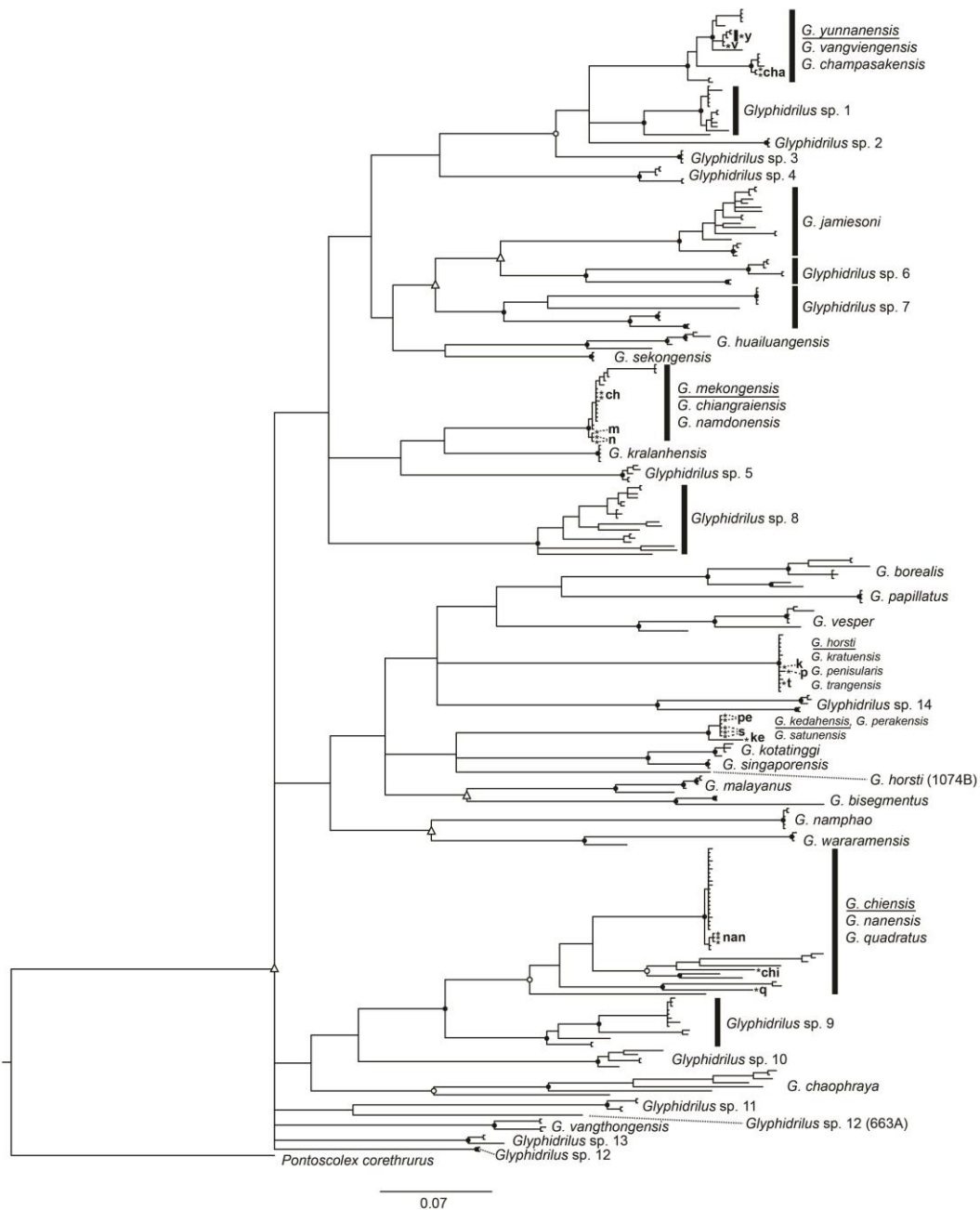
ภาพที่ 10 A สถานที่เก็บตัวอย่าง B ลักษณะของส่วนหัว C ลักษณะขุยหรือกอนมูลและ D ตัวเต็มวัยของไส้เดือนสะเทินสกุลงlyphidrilus จากเมืองมัตนะเลย์ ประเทศพม่า



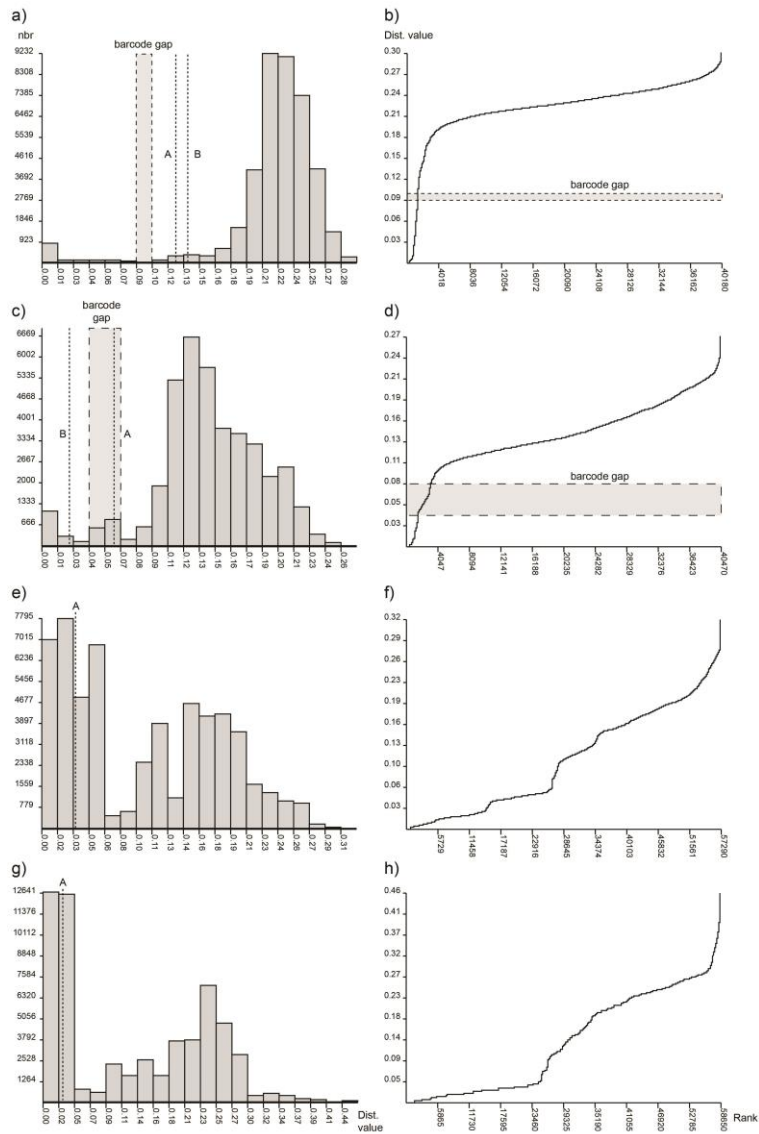
ภาพที่ 13 กิ้งกือแบน *Trichopeltis sutchariti* จากสิบสองปันนา ประเทศจีน



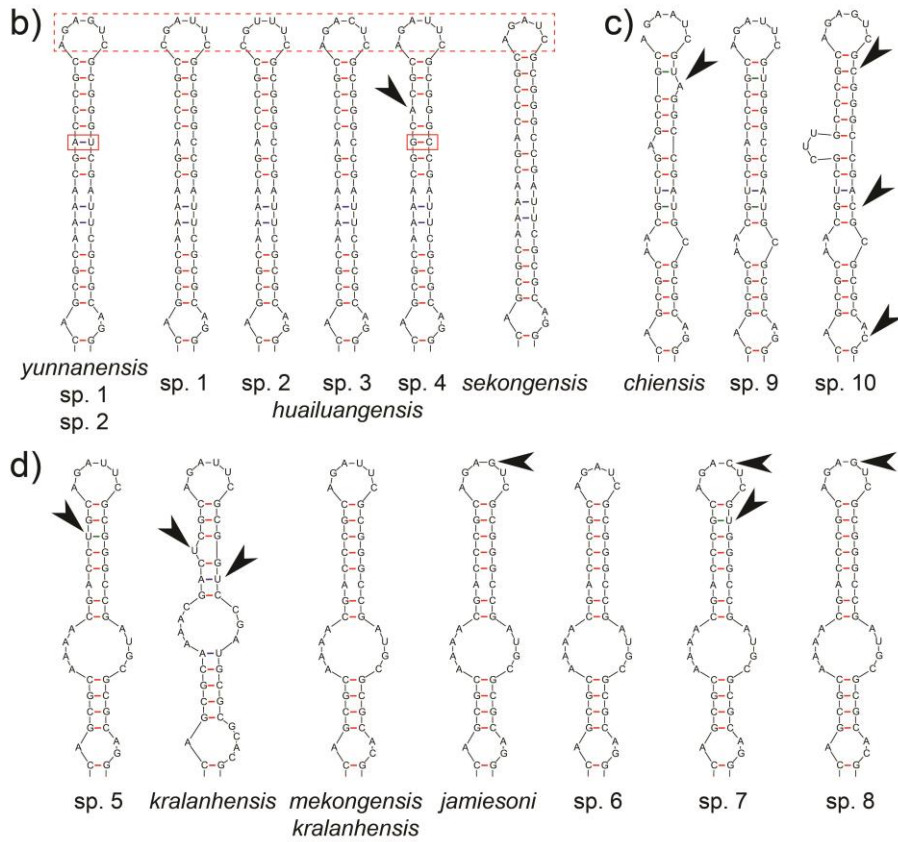
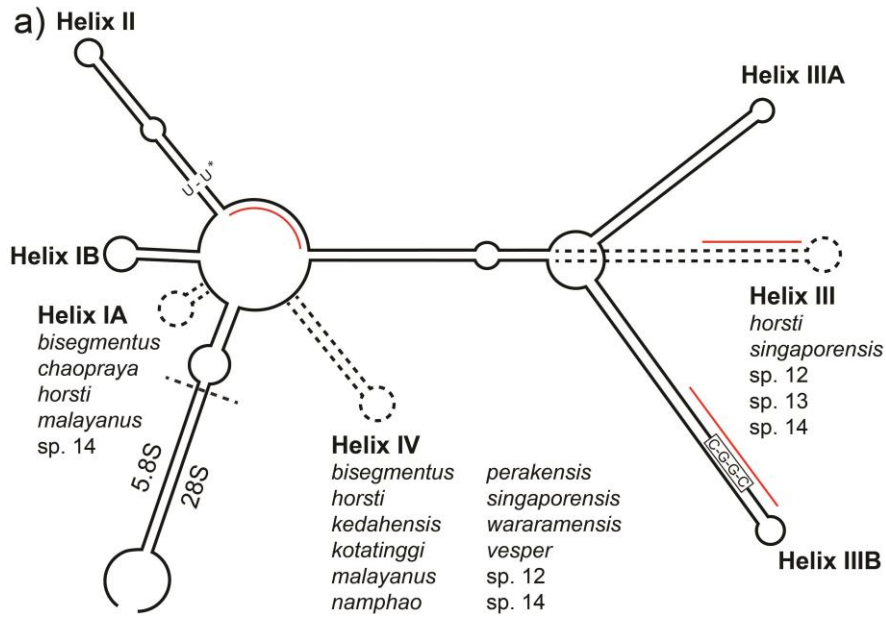
ภาพที่ 14 กิ้งกือแบน *Trichopeltis sutchariti* จากสิบสองปันนา ประเทศจีน **A, D** ส่วนหัวด้านท้องและด้านบน หลังแสดงมีสลำตัว **B, C** ส่วนของหนวด และขยายแสดง bacilliform sensilla **E** ส่วนของ prozona ของปล้องที่ 2 **H, I** ส่วนของปล้อง collum ด้านหลังแสดงรายละเอียดของพื้นผิว



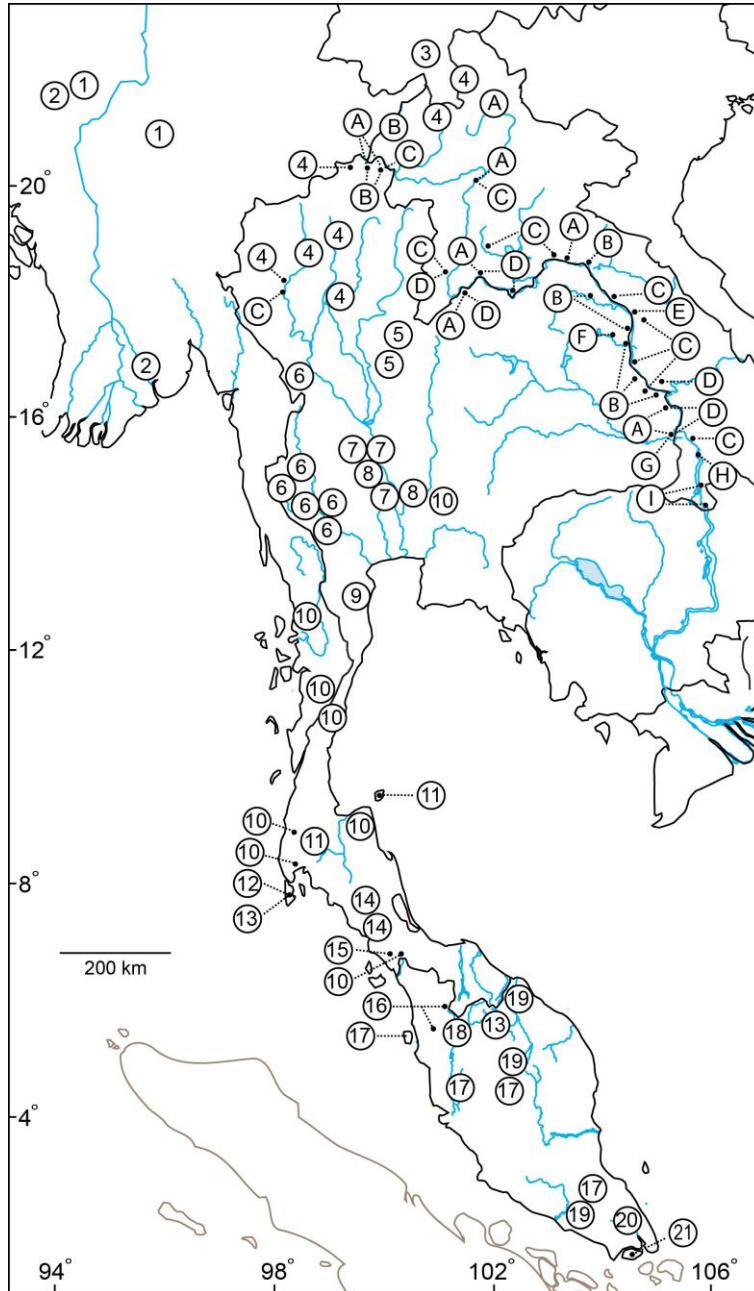
ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของไส้เดือนสะเทิน *Glyphidrilus* spp. จากวิธี BI จุดสีดำแสดงค่า MP และ ML bootstraps มากกว่า 0.70 และ BI มากกว่า 0.95 จุดสีขาวแสดงค่า ML bootstrap มากกว่า 0.70 และค่า BI มากกว่า 0.95 สามเหลี่ยมสีขาวแสดงค่า BI มากกว่า 0.95 ดาวแสดงตัวอย่างต้นแบบ และที่ขีดเส้นใต้แสดงชื่อที่เก่าที่สุดในแต่ละ clade



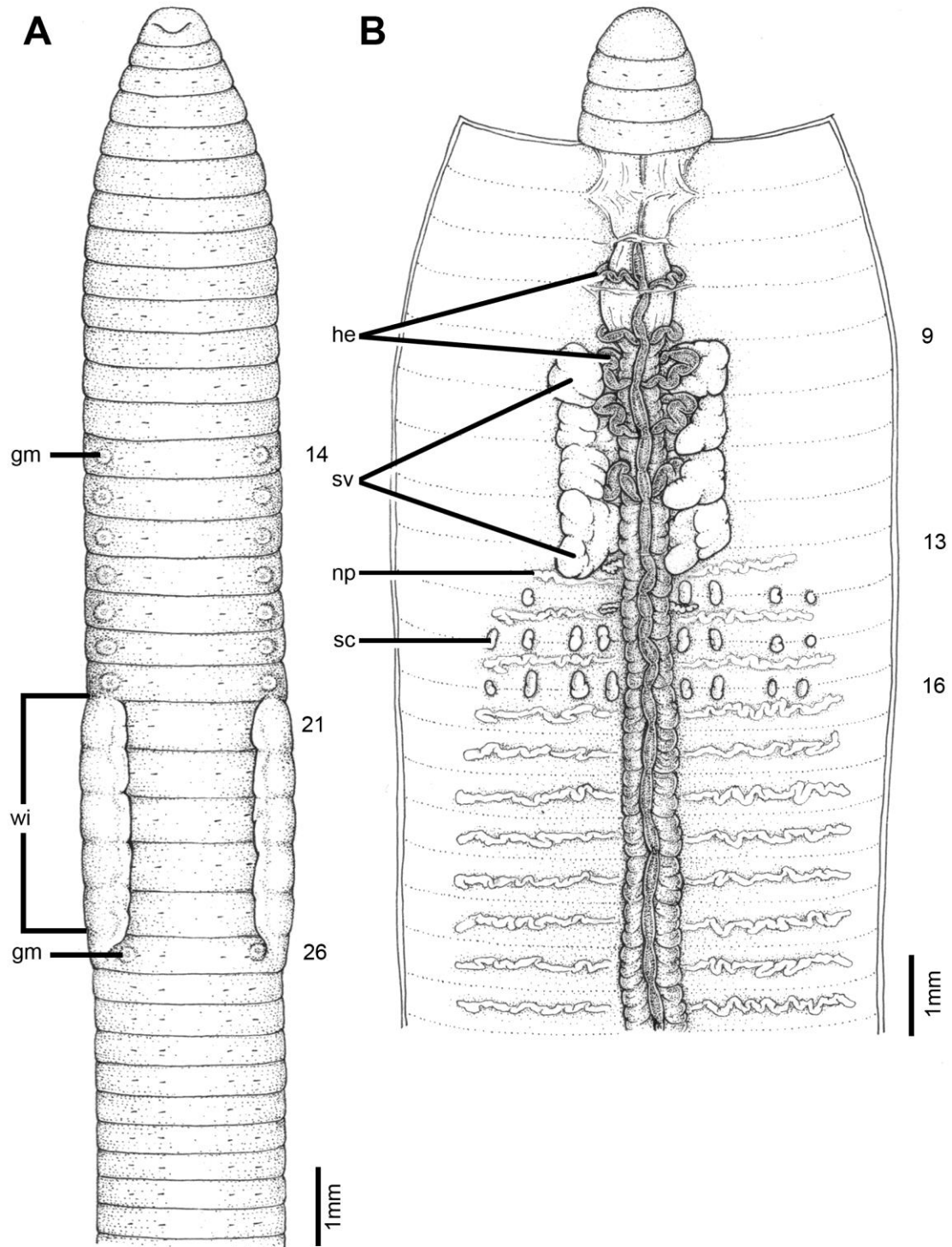
ภาพที่ 16 กราฟ pairwise K2P distances และ ranked pairwise distance ของไส้เดือนสะเทินสกุล *Glyphidrilus* จากยีน COI, 16S rDNA, ITS1 และ ITS2



ภาพที่ 17 โครงสร้างทุติยภูมิของยีน ITS2 ดาวแสดงตำแหน่งของ U-U mismatch ลูกศรแสดงตำแหน่งของ hemi-CBCs และกล่องสีแดงแสดงตำแหน่งของ CBCs



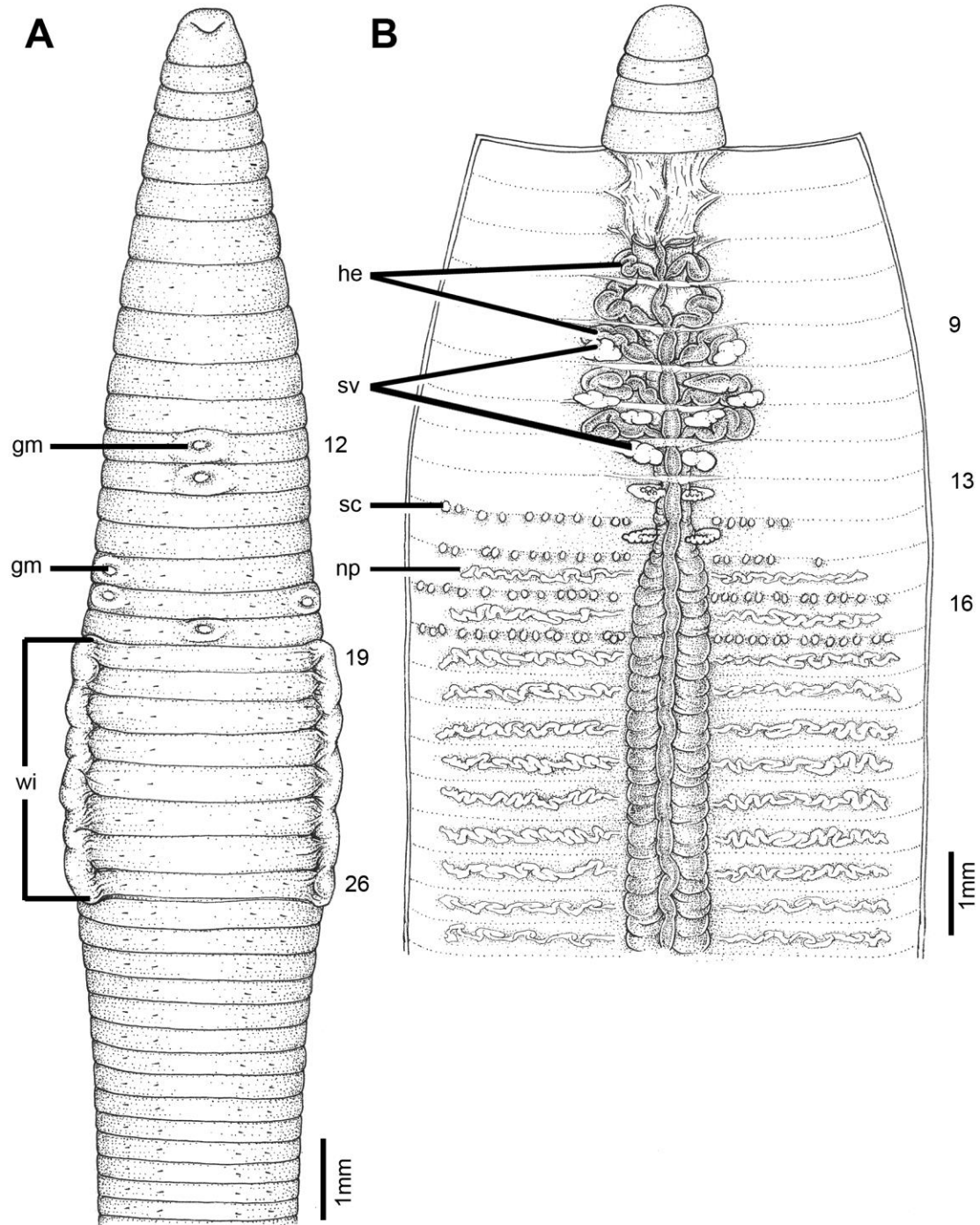
ภาพที่ 18 แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างไส้เดือนสะเทินสกุล *Glyphidrilus* ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มนอกกลุ่มน้ำโขง  
 1) *Glyphidrilus* sp. 14, 2) *G. papillatus*, 3) *yunnanensis*, 4) *borealis*, 5) *vangthongensis*, 6) *vesper*,  
 7) *chaophraya*, 8) *Glyphidrilus* sp. 12, 9) *Glyphidrilus* sp. 13, 10) *horsti*, 11) *waramensis*, 12) *G.*  
*kratuensis*, 13) *bisegmentus*, 14) *trangensis*, 15) *satunensis*, 16) *kedahensis*, 17) *G. peninsularis*,  
 18) *perakensis*, 19) *malayanus*, 20) *kotatinggi*, 21) *singaporensis* กลุ่มที่อยู่ในลุ่มน้ำโขง A)  
*chiangraiensis*, B) *Glyphidrilus* sp. 1, C) *vangviengensis*, D) *mekongensis*, E) *namdonensis*, F)  
*Glyphidrilus* sp. 2, G) *Glyphidrilus* sp. 5, H) *champasakensis*, I) *Glyphidrilus* sp. 11



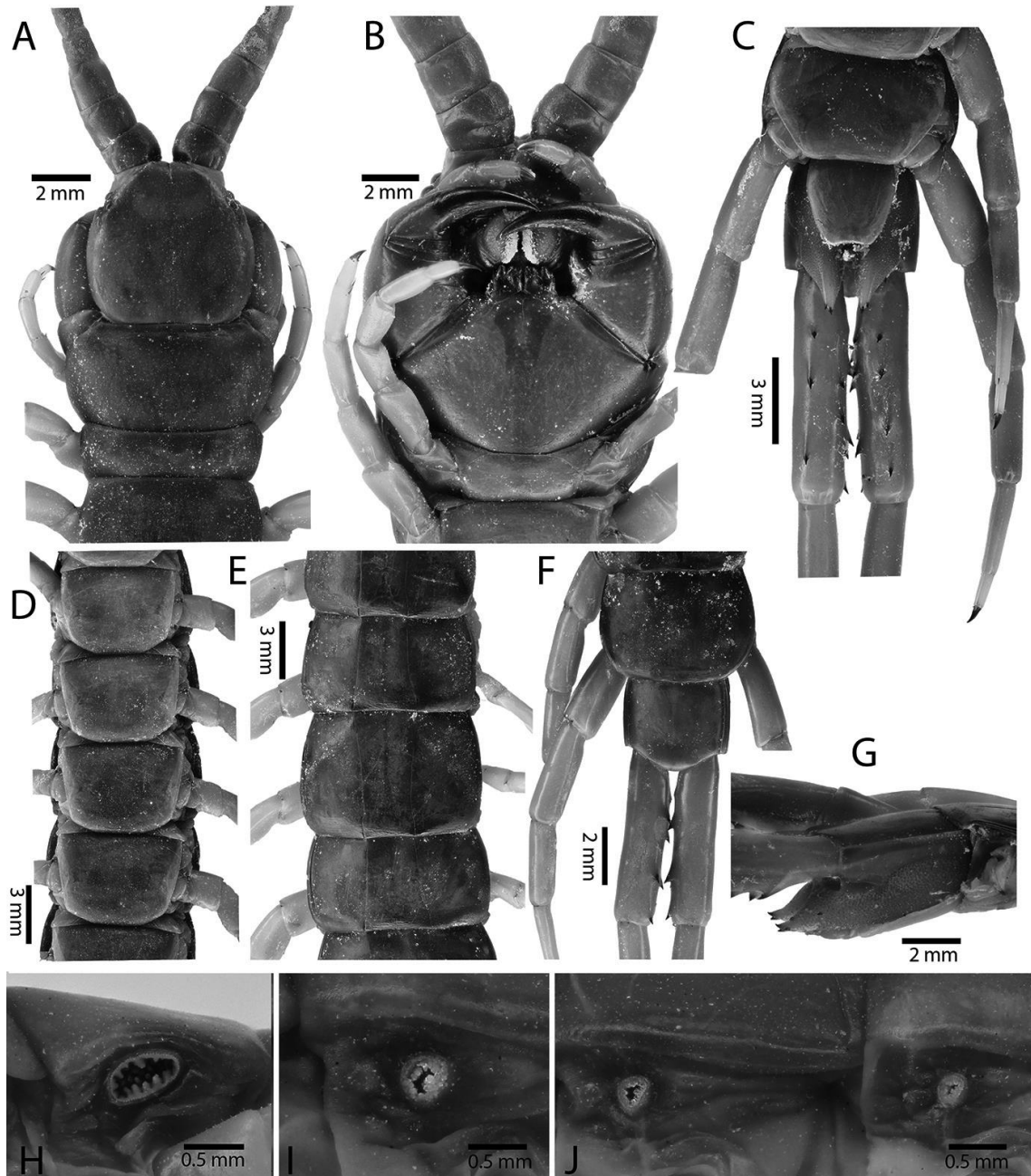
ภาพที่ 19 ส่วนหัวของไส้เดือนสะเทิน *Glyphidrilus* จากเมืองมัตตะทะเลย์ ประเทศพม่า A ลักษณะภายนอก และ B ลักษณะภายใน



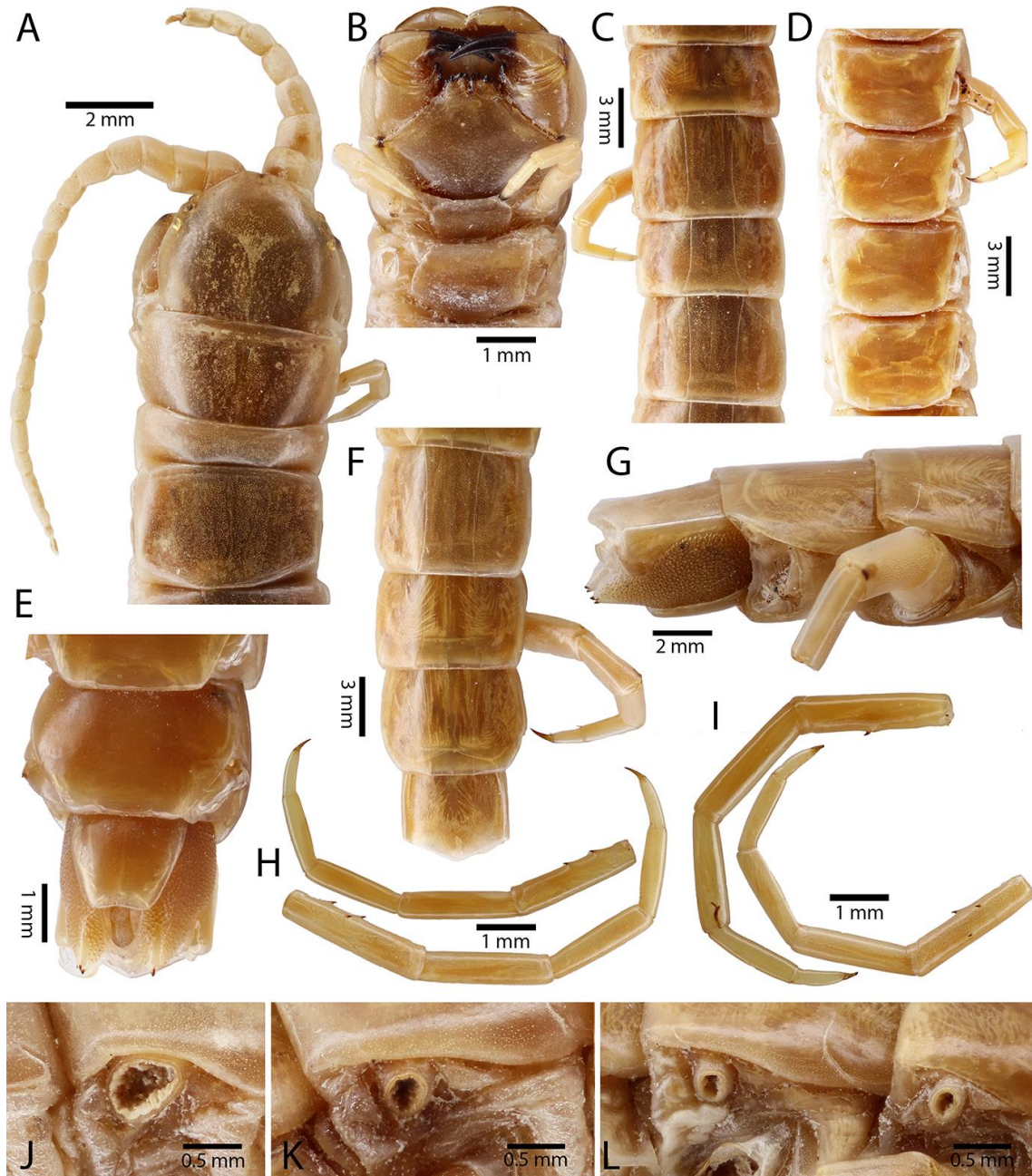
ภาพที่ 20 A สถานที่เก็บตัวอย่าง B ลักษณะของส่วนหัวตัวเต็มวัย และ C ลักษณะขุยหรือกองมูลของไส้เดือนสะเทินสกุล *Glyptodrilus* จากเมืองย่างกุ้ง ประเทศพม่า



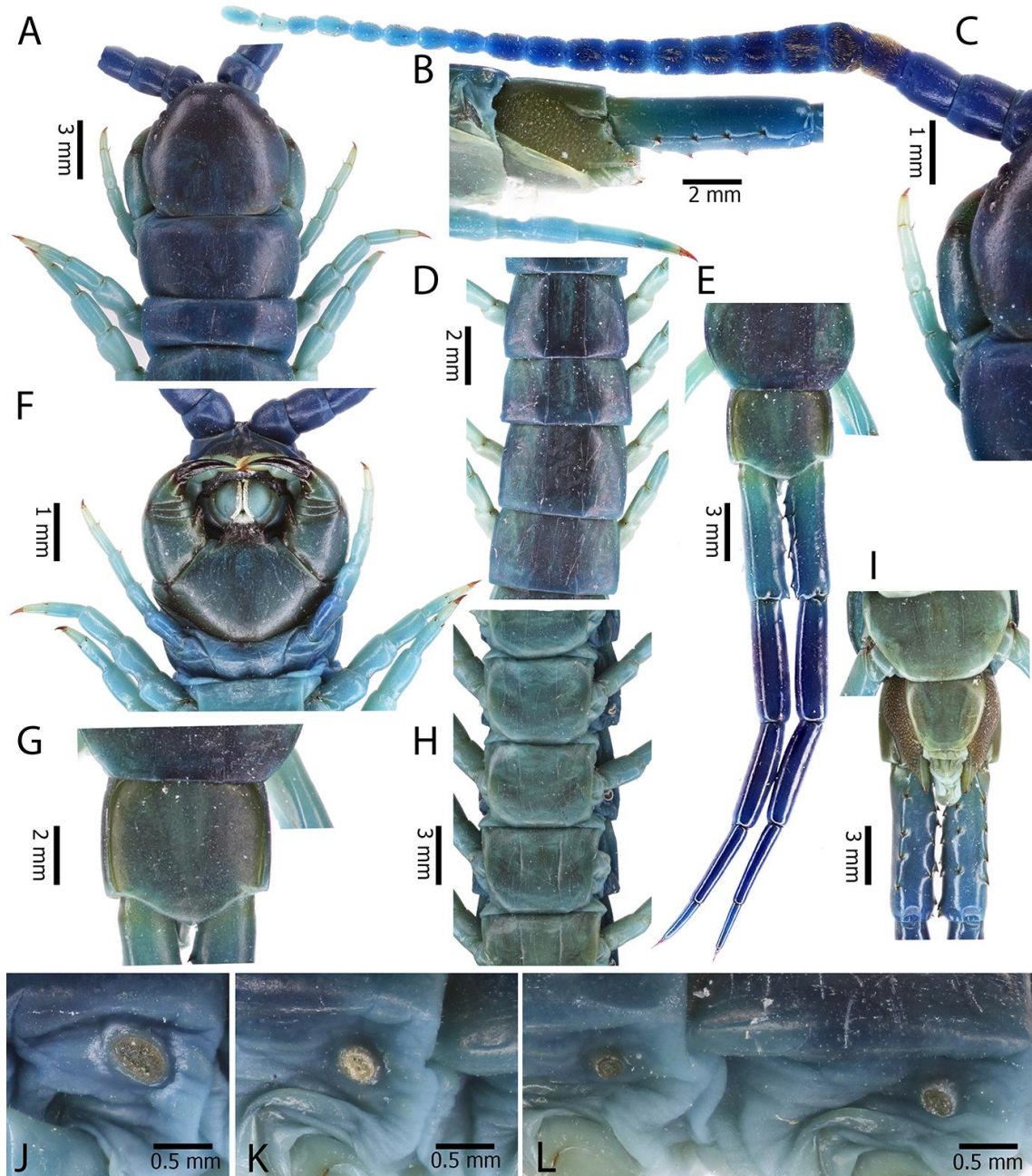
ภาพที่ 21 ส่วนหัวของไส้เดือนสะเทิน *Glyphidrilus* จากเมืองย่างกุ้ง ประเทศพม่า **A** ลักษณะภายนอก และ **B** ลักษณะภายใน



ภาพที่ 22 ลักษณะและสีของตะขาบลึก *Rhysida longipes* จากประเทศไทย **A** ส่วนหัวด้านหลังและปล้องที่ 1-3 **B** ส่วนหัวด้านท้องแสดงส่วนของปาก เขี้ยว และฟันบริเวณขอบปากด้านล่าง **C** ส่วนท้ายของลำตัวด้านท้องแสดงหนามที่ขาเดินคู่สุดท้าย **D, E** ส่วนลำตัวด้านหลังและด้านท้องของปล้องที่ 8-11 **F** ส่วนท้ายของลำตัวด้านหลังแสดงหนามที่ขาเดินคู่สุดท้าย **G** ส่วนของ coxopleuron ด้านข้าง และ **H-J** ส่วนของรูหายใจที่ 3 5 7 และ 8 ตามลำดับ

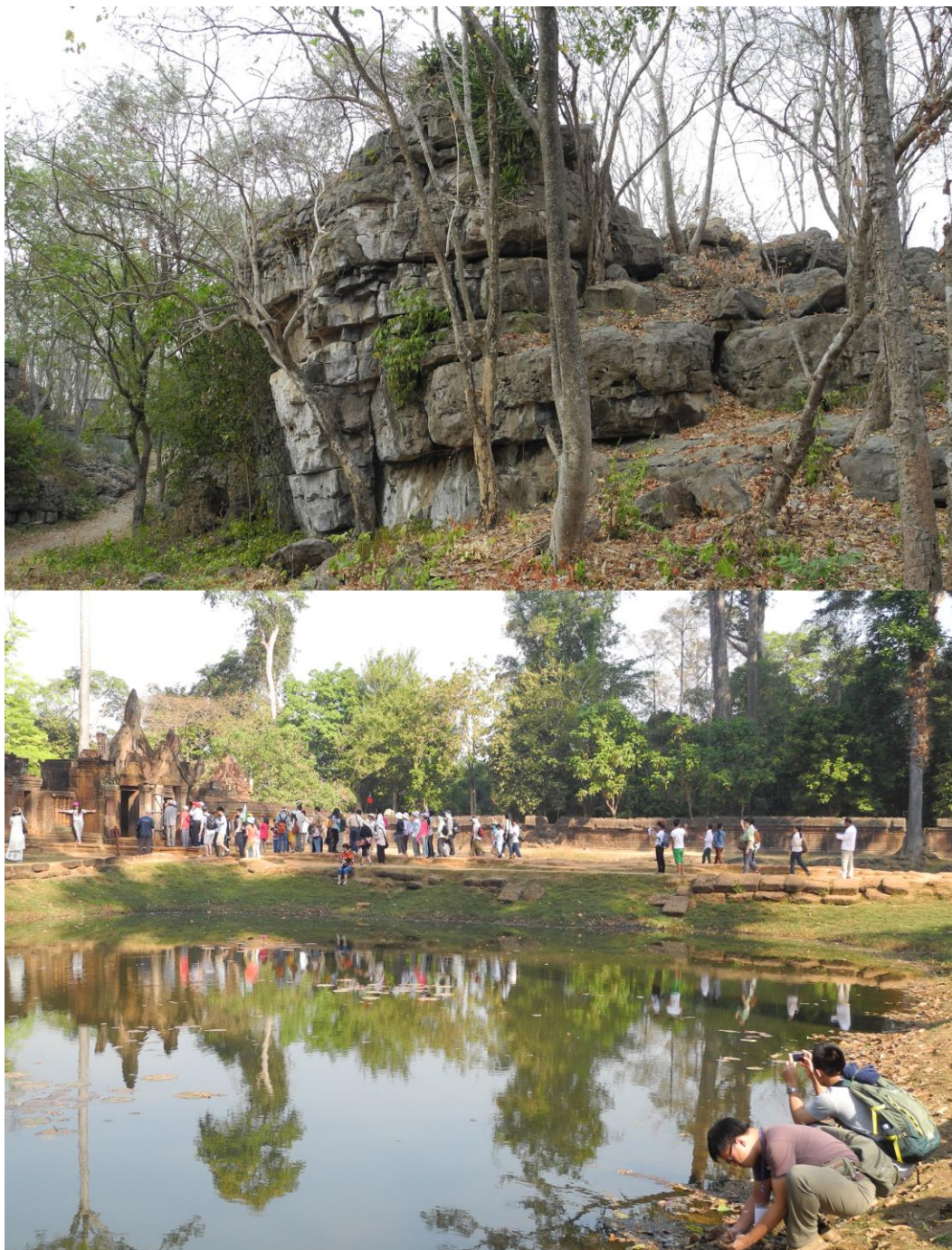


ภาพที่ 23 ตัวอย่าง syntype NHMUK ของตะขาบเล็ก *Rhysida immarginata* A ส่วนหัวด้านหลังและปล้องที่ 1-3 B ส่วนหัวด้านท้องแสดงส่วนของปาก เขี้ยว และพื้นบริเวณขอบปากด้านล่าง C, D ส่วนลำตัวด้านหลังและด้านท้องของปล้องที่ 8-11 E, F ส่วนท้ายของลำตัวด้านท้องและด้านหลัง G ส่วนของ coxopleuron H, I ส่วนของขาเดินคู่สุดท้าย ด้านข้างด้านในและด้านนอก J-L ส่วนของรูหายใจที่ 3 5 7 และ 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 24 ลักษณะและสีของตะขาบเล็ก *Alluopus calcaratus* จากประเทศไทย A ส่วนหัวด้านหลังและปล้องที่ 1-3 B ส่วนของ coxopleuron C ส่วนหัวแสดงหนวด D, H ส่วนลำตัวด้านหลังและด้านท้องของปล้องที่ 8-11 E, G, I ส่วนท้ายของลำตัวด้านท้องและด้านหลังปล้องที่ 20 แสดงหนามที่ปรากฏบนขาเดินคู่สุดท้าย F ส่วนหัวด้านท้องแสดงส่วนของปาก เขี้ยว และฟันบริเวณขอบปากด้านล่าง J-L ส่วนของขาเดินคู่สุดท้ายด้านท้องและด้านหลังแสดงลักษณะของหนามทั้งจำนวนและตำแหน่ง

## 1.2 การเก็บตัวอย่างและสถานที่เก็บตัวอย่างในต่างประเทศ



ภาพที่ 25 คณะนักวิจัยได้เดินทางไปแสวงหาความร่วมมือกับนักวิจัยกัมพูชาที่จังหวัดเสียมราฐ ได้เก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืด ใส้เดือนสะเทิน ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับหอยน้ำจืดและใส้เดือนสะเทินกับคณะนักวิจัยชาวกัมพูชาและค้นพบใส้เดือนสะเทินสปีชีส์ใหม่ด้วย



ภาพที่ 26 คณะนักวิจัยได้เดินทางไปร่วมสำรวจกับนักวิจัยลาวที่แขวงจำปาสัก ได้เก็บตัวอย่างกึ่งน้ำจืด หอย กาบน้ำจืด และได้ให้ความรู้เกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มต่างๆ กับคณะนักวิจัยจากประเทศลาวด้วย



ภาพที่ 27 คณะนักวิจัยได้เดินทางไปร่วมสำรวจกับนักวิจัย University of Malaya, Penang ที่เมืองปีนัง ได้เก็บตัวอย่างหอยทากบก หอยกาบน้ำจืด และได้ให้ความรู้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ต่างๆ กับคณะนักวิจัยและนักศึกษาจาก University of Malaya ด้วย



ภาพที่ 28 คณะนักวิจัยได้เดินทางไปร่วมสำรวจแนวเขาหินปูนกับนักวิจัยชาวพม่าและอาสาสมัครของ Flora and Fauna International ที่รัฐมอญ และรัฐกะเหรี่ยง ประเทศพม่า ได้เก็บตัวอย่างหอยทากบก หอย กาบน้ำจืด กิ้งกือ ไส้เดือนดิน และได้ให้ความรู้กับนักวิจัยชาวพม่าและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ต่างๆ กับ คณะนักวิจัยอาสาสมัครของ FFI ด้วย



ภาพที่ 29 คณะนักวิจัยได้เดินทางเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มต่างๆ ในประเทศไทย

## 2 การตรวจสอบและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

### หอยทากบก

#### การวิเคราะห์ด้วยลักษณะพื้นฐาน หอยทากบก

1. ถ่ายภาพหอยขณะมีชีวิตและบันทึกข้อมูลภายนอกเช่น ลวดลาย สีสันบนตัวหอย แผ่นเท้า และลักษณะของปากด้านหน้า (snout) เพื่อใช้ในการบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสปีชีส์
2. นำตัวอย่างที่ได้มาเก็บรักษาด้วย 70% แอลกอฮอล์เพื่อใช้ศึกษากายวิภาคศาสตร์ระบบสืบพันธุ์ และตัวอย่างอีกส่วนจะเก็บรักษาไว้ที่ -80 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษา DNA และ allozyme ต่อไป
3. ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ สัณฐานวิทยาของถุงเก็บสเปิร์ม อวัยวะเลี้ยงตัวอ่อน (brood pouch, พบในเพศเมีย) และส่วนของเนื้อเยื่อสร้างเปลือก ของหอยแต่ละสปีชีส์
4. นำตัวอย่างของหอยที่ยังไม่ได้พักมาศึกษาสัณฐานวิทยาของเปลือก ฝาปิดเปลือก และลวดลายบนผิวเปลือก ด้วยกล้อง SEM (Scanning Electron Microscope) ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะสีกกร่อนไประหว่างการเจริญเติบโตของหอย
5. สกัดแผ่นฟัน (radula) ด้วย NaOH เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยา สูตรฟัน และความผันแปรของซี่ฟันในหอยแต่ละสปีชีส์ที่พบในแต่ละพื้นที่ ด้วยกล้อง SEM และนำมาหาความสัมพันธ์กับลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัยย่อยของหอยแต่ละสปีชีส์
6. วาดภาพอวัยวะสืบพันธุ์ ถุงเก็บสเปิร์ม อวัยวะเลี้ยงตัวอ่อน และอวัยวะสำคัญต่างๆ เช่น ส่วนลำตัวส่วนหัว เหงือก เท้า ฝาปิดเปลือก และเนื้อเยื่อปกคลุมลำตัว เพื่อประกอบคำบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหอยแต่ละสปีชีส์

### กิ้งกือ

#### การวิเคราะห์ด้วยลักษณะพื้นฐาน กิ้งกือ

1. ถ่ายภาพกิ้งกือขณะมีชีวิตและบันทึกข้อมูลภายนอกเช่น ลวดลาย สีสันบนตัว ปีก ขาเดิน ท้อง หาง และ ลักษณะของปากด้านหน้า เพื่อใช้ประกอบในการบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสปีชีส์
2. นำตัวอย่างที่ได้มาเก็บรักษาด้วย 70% แอลกอฮอล์เพื่อใช้ศึกษากายวิภาคศาสตร์อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (gonopod)
3. ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ สัณฐานวิทยาของขาเดิน ระวังค์ปากของกิ้งกือแต่ละสปีชีส์

4. วาดภาพอวัยวะสืบพันธุ์ ถูเก็บสเปิร์ม อวัยวะเลี้ยงตัวอ่อน และอวัยวะสำคัญต่างๆ เช่น ส่วนลำตัว ส่วนหัว เหนืออก เท้า ฝ่าปิดเปลือก และเนื้อเยื่อปกคลุมลำตัว เพื่อประกอบคำบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหอยแต่ละสปีชีส์

## ตะขาบ

### การวิเคราะห์ด้วยลักษณะสัญญาณ ตะขาบ

1. ถ่ายภาพตะขาบหลังจากทำให้หมดความรู้สึก (ทำสลบ) เพื่อบันทึกข้อมูลภายนอกเช่น ลวดลาย สีสันบนตัว ขาเดิน เขี้ยว ขาคู่สุดท้าย ของตะขาบ เพื่อใช้ในการบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสปีชีส์
2. นำตัวอย่างที่ได้มาเก็บรักษาด้วย 70% เอทานอลเพื่อใช้ศึกษาลักษณะสัญญาณภายนอก และตัวอย่างอีกส่วนจะเก็บรักษาไว้ที่ -80 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษา DNA และ allozyme ต่อไป
3. ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะสัญญาณภายนอกประกอบด้วย 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
4. ศึกษาลักษณะสัญญาณโดยละเอียดด้วยกล้อง SEM
5. วาดภาพอวัยวะสืบพันธุ์ ส่วนหัว ขาเดิน ขาคู่สุดท้าย และ เพื่อประกอบคำบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตะขาบแต่ละสปีชีส์

## ไส้เดือนดิน

### การวิเคราะห์ด้วยลักษณะสัญญาณ ไส้เดือนดิน

1. ถ่ายภาพไส้เดือนดินขณะมีชีวิตและบันทึกข้อมูลภายนอกเช่น ลวดลาย สีสันบนตัวไส้เดือนดิน เพื่อใช้ในการบรรยายลักษณะและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสปีชีส์
2. นำตัวอย่างที่ได้มาเก็บรักษาด้วย 70% แอลกอฮอล์เพื่อใช้ศึกษากายวิภาคศาสตร์ระบบสืบพันธุ์ และตัวอย่างอีกส่วนจะเก็บรักษาไว้ที่ -80 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษา DNA และ allozyme ต่อไป

- 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
- วาดภาพอวัยวะสืบพันธุ์เช่นถุงเก็บสเปิร์ม และอวัยวะสำคัญต่างๆ เพื่อประกอบคำบรรยายลักษณะ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหอยแต่ละสปีชีส์

### 3. เทคนิคทางโครโมโซม

การศึกษาเซลล์และโครโมโซมโดยเทคนิค *Hypotonic air-drying method*

- โดยฉีดสารละลายโคชิซิน (Colchicine, Sigma) ความเข้มข้น 0.05% เพื่อยับยั้งการสร้างเส้นใยสปินเดิล (spindle fiber) ทำให้โครโมโซมหยุดอยู่ในระยะเมตาเฟสตามที่ต้องการ
- ตัดเนื้อเยื่อที่ต้องการ (ovary หรือ testis) ให้เป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในสารละลายเกลือเจือจาง เช่น สารละลายโซเดียมซิเตรท (0.9%) โซเดียมคลอไรด์ 0.75% หรือ โพแทสเซียมคลอไรด์ 0.75%
- กรองเนื้อเยื่อผ่านผ้าเนื้อบางๆ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำตะกอนเซลล์ที่ได้มาเติมสารละลาย fixative (methanol: acetic acid อัตราส่วน 3:1) ทำซ้ำอย่างน้อยสองครั้ง
- นำสารละลายที่มีเซลล์ไปหยดบนสไลด์สะอาดที่วางบน warm plate อุณหภูมิ ประมาณ 60 องศา เพื่อให้โครโมโซมกระจายดีขึ้น แล้วฝั่งสไลด์ให้แห้งในอุณหภูมิห้องหรืออบที่อุณหภูมิ 37 องศา
- นำแผ่นสไลด์ที่แห้งแล้วและมีเซลล์ติดอยู่ ไปย้อมสีโครโมโซมด้วยสี Geimsa ที่ความเข้มข้น 4% นาน 15 นาที หลังจากนั้นล้างผ่านด้วยน้ำกลั่นและฝั่งสไลด์ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง
- นำแผ่นสไลด์ที่ผ่านการย้อมและแห้งแล้วไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ บันทึกภาพ เซลล์และ metaphase chromosome และนำไปวิเคราะห์คาริโอไทป์

### 4. เทคนิคทางอณูชีววิทยา

การศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ

- สกัดสารพันธุกรรมดีเอ็นเอ จากเนื้อเยื่อส่วนเท้า (foot tissue) ของตัวอย่างโดยใช้ DNA extraction kit หรือ phenol-chloroform extraction และตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอที่สกัดได้ด้วยวิธี Gel electrophoresis
- นำดีเอ็นเอที่สกัดได้มาทำ PCR โดยใช้กับเครื่องหมายดีเอ็นเอประเภทไมโทคอนเดรีย (mitochondrial DNA) เพื่อเพิ่มจำนวนปริมาณของสายดีเอ็นเอเป้าหมาย

3. ตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา (PCR product) โดย Gel electrophoresis และนำ PCR product ที่มีศักยภาพของแต่ละตัวอย่างไปทำให้บริสุทธิ์สูงขึ้นโดยใช้ PCR Purification kit และทำการอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ของสายดีเอ็นเอ (DNA sequencing) โดยวิธี Automated DNA sequencing
4. วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยโปรแกรม Clustal W และแปรผลหาความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการด้วยวิธี Maximum parsimony (MP), Neighbor-joining (NJ) และ Maximum likelihood (ML) ด้วยโปรแกรม MEGA และ PAUP version 4.10 นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic Diversity) ของหอยภายในสปีชีส์เดียวกันด้วย โดยจะทำการวิเคราะห์ทั้งภายในประชากรเดียวกันและระหว่างประชากร โดยจะคำนวณหา mtDNA haplotypes (h), haplotype diversity (hd), nucleotide diversity ( $\pi$ ), total number of mutations (m) and mean number of pairwise nucleotide differences (k) โดยใช้โปรแกรม DnaSp version 4.50.3

#### การวิเคราะห์พันธุศาสตร์ประชากร

1. เก็บรักษาตัวอย่างหอยสำหรับการศึกษาในเชิงพันธุศาสตร์โมเลกุลใน Freezer -80 องศา และ -20 องศา แล้วนำมาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Allozyme Electrophoresis
2. ตรวจสอบสปีชีส์ของตัวอย่างหอยที่เก็บมาโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างต้นแบบที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและจากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีต
3. วิเคราะห์โปรตีน ด้วยวิธี allozyme electrophoresis
4. วิเคราะห์โครงสร้างของประชากรโดยคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้ Allele frequency, Genetic variability, Hardy-Weinberg equilibrium, Genetic differentiation, Genetic distance, Isolation by distance และแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประชากรด้วยวิธี neighbor-joining ด้วย โปรแกรม BIOSIS-1, GENEPOP version 2.0. และ ARLEQUIN 3.1.

### 1.3 การวิจัยเชิงนำไปใช้ทางการเกษตร (เกษตรเชิงนิเวศฐานไส้เดือน) นิเวศวิทยบริการ

**การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินด้วยเศษวัสดุเพาะเลี้ยงที่ต่างกันเพื่อพัฒนาปุ๋ยหมักที่มีประสิทธิภาพจากฐานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพ**

การเกษตรมีความสำคัญยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ สินค้าเกษตรส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบสินค้าแปรรูปที่มีมูลค่าเพิ่มน้อย เกษตรกรประสบปัญหาการบริหารจัดการพื้นที่ พันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ และการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ ปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติของประเทศเสื่อมโทรมอย่างมาก อยู่ในสถานะที่เสี่ยงและเกือบถึงขั้นวิกฤติ เนื่องจากเกษตรกรมีการใช้สารเคมีอย่างแพร่หลายเพื่อเพิ่มปริมาณของผลผลิตให้ทันต่อความต้องการของตลาด มีการใช้ปุ๋ยเคมีที่ต้องใช้พลังงานจากฟอสซิลเพื่อทำการผลิตและเกิดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ธรรมชาติ ทำให้เกิดการปนเปื้อนในสภาพแวดล้อมทั้งอากาศ น้ำและดิน สารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในภาคการเกษตรนั้นทำให้เกิดการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าทางการเกษตรรวมทั้งผู้บริโภคสินค้าเหล่านั้น การแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ทั้งภาครัฐและเอกชนต้องมีการบริหารจัดการอย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติของประเทศกลับคืนสู่ภาวะปกติ ประชาชนกลับมามีสุขภาพที่แข็งแรง มีทรัพยากรธรรมชาติให้ใช้ได้อย่างยั่งยืนต่อไป ระบบเกษตรกรรมที่จะนำไปสู่การเกษตรอย่างยั่งยืนนั้นเป็นระบบการเกษตรที่มีการเพาะปลูกพืช หรือการเลี้ยงสัตว์ต่างชนิดอยู่ในพื้นที่เดียวกันภายใต้การเกื้อกูลประโยชน์ต่อกันและกันอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ระบบเกษตรอินทรีย์จะประสบผลสำเร็จได้ จะต้องมีการวางรูปแบบและดำเนินการ โดยให้ความสำคัญต่อกิจกรรม แต่ละชนิดอย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เศรษฐกิจ สังคม มีการใช้แรงงาน เงินทุน ที่ดิน ปัจจัย การผลิตและทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนรู้จักนำวัสดุเหลือใช้จากการผลิตหนึ่งมาใช้ประโยชน์กับการผลิตอีกชนิดหนึ่ง การใช้รูปแบบเกษตรอินทรีย์ จะเป็นการลดการใช้สารเคมี ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตด้วย อีกทั้งยังสามารถเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตร และยังก่อให้เกิดผลดีต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ส่งผลที่ดีต่อสุขภาพของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค การเกษตรในปัจจุบันปฏิเสธไม่ได้เลยว่าสิ่งที่สำคัญต่อการเร่งผลผลิตทางการเกษตรให้ทันต่อความต้องการของตลาดนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการใช้สารต่างๆ มากกระตุ้นให้พืชสามารถสร้างผลผลิตได้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น อย่างหนึ่งที่เกษตรกรทำคือการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยการใส่ปุ๋ยเคมี แต่ยิ่งใส่ปุ๋ยเคมีมากดินก็ยิ่งเสื่อมสภาพ ยิ่งดินเสื่อมสภาพเกษตรกรก็ยิ่งใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น นี่คือวัฏจักรของการเกษตรในประเทศไทยปัจจุบัน ดังนั้นการให้ความสำคัญต่อการพัฒนาดินให้กลับมามีสุขภาพที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีอยู่ตามธรรมชาติ สามารถย่อยสลาย

ไต้ง่ายและไม่ตกค้างในดินจะช่วยปรับปรุงดินให้ดีขึ้น เช่น การใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักจากพืช แกลบ แกลบดำ ขี้เลื่อย ปุ๋ยจากพืชหลังการเก็บเกี่ยว เศษใบไม้ การใช้หินแร่เป็นแหล่งเสริมธาตุอาหารและปรับปรุงดิน เป็นต้น

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนคือผลิตภัณฑ์หนึ่งที่น่าสนใจต่อการมาใช้ในระบบการเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากปุ๋ยหมักนั้นเกิดขึ้นจากกิจกรรมการย่อยของไส้เดือนร่วมกับจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ของไส้เดือน โดยได้จากการบวนการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่นำมาใช้เป็นแหล่งของวัตถุดิบในการเพาะเลี้ยงผลผลิตสุดท้ายจะได้ปุ๋ยหมักที่มีลักษณะดีเยี่ยม คือ จะเป็นเม็ดร่วนละเอียด มีสีน้ำตาล โปร่งเบา ซึ่งผลจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดูดกินเข้าไปภายในลำไส้ และด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้และน้ำย่อยของไส้เดือนดินจะช่วยให้ธาตุอาหารหลายๆ ชนิดที่อยู่ในเศษอินทรีย์มีแอมโมเนียม และฟอสฟอรัสในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ โปแทสเซียมในรูปแบบที่แลกเปลี่ยนได้เลย และนอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่น และจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้ง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดิน ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินให้กับต้นพืช ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินก็จะค่อยๆ ปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปแบบที่พร้อมให้ต้นพืชนำไปใช้ได้เลย นอกจากนี้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่ได้จะมีธาตุอาหารพืชอยู่มากกว่าแหล่งปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอกชนิดอื่นๆ ด้วย (Edwards and Bohlen, 1996) การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนและน้ำหมักมูลไส้เดือนในการปลูกพืชจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้นโดยทำให้ดินกักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุยรากพืชสามารถชอนไชและแพร่กระจายได้กว้าง ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดี รากพืชสามารถสร้างเอนไซม์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้จุลินทรีย์ในดินที่ปนออกมากับมูลของไส้เดือนยังสามารถสร้างเอนไซม์ฟอสฟาเทสได้อีกด้วยซึ่งจะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินให้สูงขึ้นได้ (อานัฐ ต้นโช, 2548) การเกษตรระบบการผลิตเชิงอินทรีย์นี้เชื่อว่าจะทำให้ดินกลับมาอุดมสมบูรณ์ดังเดิม ระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพจะกลับมาสู่ระบบอีกครั้ง นอกจากนี้ผลกระทบที่สำคัญคือการกลับมาสู่ความสุขของเกษตรกรและครอบครัวรวมทั้งผู้บริโภคนั้นก็คือคนไทยทั่วประเทศที่จะห่างไกลจากสารเคมีและการเจ็บป่วยจากการปนเปื้อนทางเคมี อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงไส้เดือนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงอย่างยิ่งคือวัสดุที่นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงไส้เดือน เนื่องจากเศษวัสดุที่นำมาเพาะเลี้ยงจะมีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตไส้เดือนและส่งผลต่อประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาการใช้เศษวัสดุที่เหมาะสมต่อการนำมาเพาะเลี้ยงไส้เดือน โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของไส้เดือนและธาตุอาหารที่พบในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนหลังจากการเพาะเลี้ยง เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้เศษวัสดุมาเพาะเลี้ยงไส้เดือนให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และเหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในภาคการเกษตรอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

## เกษตรอินทรีย์

คำนิยามที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางมากที่สุดว่าเกษตรอินทรีย์หมายถึงอะไรนั้นตามมติของสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movement – IFOAM) ซึ่งเป็นเครือข่ายขององค์กรด้านเกษตรอินทรีย์ระหว่างประเทศ ที่มีสมาชิกกว้างขวางที่สุดในโลก ได้สรุปความหมายเกษตรอินทรีย์ไว้ว่า คือ ระบบการผลิตที่ให้ความสำคัญกับ ความยั่งยืนของสุขภาพดิน ระบบนิเวศ และผู้คน เกษตรอินทรีย์พึ่งพาอาศัยกระบวนการทางนิเวศวิทยา ความหลากหลายทางชีวภาพ และวงจรธรรมชาติ ที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละพื้นที่ แทนที่จะใช้ปัจจัยการผลิตที่มีผลกระทบต่อลบ เกษตรอินทรีย์ผสมผสานองค์ความรู้พื้นบ้าน นวัตกรรม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และส่งเสริมความสัมพันธ์ที่เป็นรูปธรรม และคุณภาพชีวิตที่ดีของทุกคนและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (สหกรณ์กรีนเนท จำกัดอ้างถึงมติที่ประชุมใหญ่ IFOAM มิถุนายน 2551 อิตาลี, 2557)

กรมวิชาการเกษตรได้ให้คำนิยามของเกษตรอินทรีย์ไว้ว่าเป็นระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลของธรรมชาติและ ความหลากหลายของทางชีวภาพโดยมีระบบการจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติและหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและฮอร์โมนต่าง ๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชหรือสัตว์ที่เกิดจากการตัดต่อทางพันธุกรรมที่อาจเกิดมลพิษในสภาพแวดล้อมเน้นการใช้อินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และ ปุ๋ยชีวภาพในการปรับปรุงบำรุงให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นพืชมีความแข็งแรงสามารถต้านทานโรคและแมลงด้วยตนเอง รวมถึงการนำเอาภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ผลผลิตที่ได้จะปลอดภัยจากสารพิษตกค้างทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคและไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมอีกด้วย

### ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Vermicompost) คือ เศษซากอินทรีย์วัตถุต่างๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไปแล้วผ่านกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเหล่านั้นภายในลำไส้ของไส้เดือนดิน แล้วขับถ่ายเป็นมูลออกมาทางรูทวาร ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำ มีธาตุอาหารพืชและอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในปริมาณที่สูงและมีจุลินทรีย์จำนวนมาก ซึ่งในเป็นกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดินในการย่อยสลายเศษวัสดุต่างๆ รวมทั้งขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไปและผ่านการย่อยสลายในลำไส้แล้วขับถ่ายออกมา มูลไส้เดือนดินที่ได้เรียกว่า “ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน”

### คุณสมบัติของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีลักษณะเป็นเม็ดร่วนละเอียด มีสีดำออกน้ำตาล โปรงเบา มีความพรุนระบายน้ำและอากาศได้ดีมาก มีความจุความชื้นสูงและมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมาก ซึ่งผลจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินดูดกินเข้าไปภายในลำไส้ และด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้และน้ำย่อยของไส้เดือนดินจะช่วยให้ธาตุอาหารหลายๆ ชนิดที่อยู่ในเศษอินทรีย์วัตถุนั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ใน

รูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ เช่น เปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูป ไนเตรท หรือ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ โปแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ และนอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่นและจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดิน การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในการปลูกพืชจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น คือทำให้ดินกักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย รากพืชสามารถชอนไชและแพร่กระจายได้กว้าง ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดี ทำให้จุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์บริเวณรากพืชสามารถสร้างเอนไซม์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้จุลินทรีย์ในดินที่ปนออกมากับมูลของไส้เดือนดินยังสามารถสร้างเอ็นไซม์ฟอสฟาเทสได้ซึ่งจะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินให้สูงขึ้นได้ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอุดมไปด้วย NPK โดยมีไนโตรเจน 2-3% โปแทสเซียม 1.85-2.25% และฟอสฟอรัส 1.55-2.25%) แร่ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ (Am-Euras, 2009) นอกจากนี้ยังพบว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีความโดดเด่นด้วยคุณสมบัติทางเคมีและทางชีวภาพโดยมีผลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยไม่พบคุณสมบัติในปุ๋ยหมักอื่นๆ มีจำนวนจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลายของจุลินทรีย์มากกว่าปุ๋ยหมักธรรมดาทั่วไป (Edwards and Burrows, 1988; Edwards, 2004, Tomati and Galli, 1995)

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจะถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดินเสื่อมสภาพ โดยนำมาเป็นระยะเวลาช้านาน โดยการนำมาใช้รีไซเคิลของเสียจากการเกษตรที่มีลักษณะเป็นของแข็งให้กลายเป็นที่ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยชีวภาพที่สร้างขึ้นโดยไส้เดือนดินนี้จะถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดินเสื่อม (Edwards and Bohlen, 1996; Argüello et al., 2006) และถึงแม้ว่านี่จะเป็นแนวคิดทางการเกษตรที่เก่าแล้ว แต่อย่างไรก็ตามปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนก็ยังคงเป็นประโยชน์อย่างมากต่อทรัพยากรและเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสำหรับใช้แก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน (Argüello et al., 2013) ด้วยคุณสมบัติที่ดีหลายประการของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจึงทำให้มีนักวิทยาศาสตร์สนใจในการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งแก่การพัฒนาดิน (Edwards and Bohlen, 1996; Argüello et al., 2006) และใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เช่น นริสรานพวงและสาวิตรี จันทรานุกรักษ์ (2555) ทำการศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในปุ๋ยหมักธรรมชาติ ปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae* และปุ๋ยหมักพด.1 โดยใช้วัตถุดิบเริ่มต้นเป็นมูลโคและเศษผัก ในอัตราส่วน 3:1 โดยน้ำหนัก พบว่าในปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสเฟต อินทรีย์วัตถุ และอินทรีย์คาร์บอน แตกต่างจากปุ๋ยหมักธรรมชาติ และปุ๋ยหมัก พด.1 อย่างมีนัยสำคัญ โดยปุ๋ยมูลไส้เดือนมีคุณสมบัติดังกล่าวมากที่สุด รองลงมา คือ ปุ๋ยหมักธรรมชาติ และปุ๋ยหมัก พด. 1 และพบว่าปุ๋ยหมัก พด. 1 ปุ๋ยมูลไส้เดือน และปุ๋ยหมักธรรมชาติ มีปริมาณโปแทสเซียมอยู่ 3.69, 3.38 และ 3.10 ตามลำดับซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ Sinha et al., 2010 รายงานการปรากฏตัวของไส้เดือนที่อาศัยอยู่ในดินว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการสร้างดอกและผลของพืชผัก การใช้ปุ๋ยเคมีนั้นพืชสามารถรับสารอาหารต่างๆ ได้ค่อนข้างรวดเร็วแต่จะสูญเสียไนโตรเจนจากดินอย่างรวดเร็วเช่นกัน เนื่องจากการเกิดออกซิเดชันในแสงแดด แต่การใช้มูลไส้เดือนมีแนวโน้มที่จะได้รับการปล่อยธาตุอาหารได้เร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังพบว่าไส้เดือนและมูลไส้เดือนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

50-100% ซึ่งมากกว่าในปุ๋ยหมักธรรมดา และในปุ๋ยหมักก็ยังมีประสิทธิภาพมากกว่าปุ๋ยเคมี 30-40% ซึ่งทำให้การเกษตรประหยัดค่าใช้จ่ายได้อย่างน้อย 50-75% เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง

## วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีวิธีการดังนี้

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตรวจสอบเอกสารการวิจัยที่ผ่านมา และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเดิม และข้อมูลการศึกษาเบื้องต้นก่อนหน้า (Preliminary Studies)

2. วางแผนการทดลองโดยใช้แผนการทดลอง การวิจัยครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ซึ่งจำนวน 4 ซ้ำ โดยขนาดของพื้นที่วัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร โดยการทดลองประกอบไปด้วย 4 กรรมวิธีที่ทดลองดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 วัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนจากมูลโค จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว

กรรมวิธีที่ 2 วัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนมูลไก่ จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว

กรรมวิธีที่ 3 วัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนมูลสุกร จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว

กรรมวิธีที่ 4 วัสดุเพาะที่ผสมด้วยใบไม้แห้ง 1 ส่วน มูลโค 1 ส่วน และ ขุยมะพร้าว 1 ส่วน ผสมให้เข้ากันแล้วหมักทิ้งไว้ 1 เดือน จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว (กลุ่มควบคุม)

### 3. วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 การเตรียมวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนโดยใช้มูลสัตว์ที่ต่างกัน คือ มูลโค มูลสุกร และมูลไก่ โดยนำมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดตากให้แห้งเพื่อกำจัดเชื้อออก

3.2 เมื่อมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดแห้งแล้วนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 5 วัน เพื่อทำลายความร้อนของมูล เนื่องจากมูลสัตว์ที่ทับถมเป็นจำนวนมากจะมีการผลิตแก๊สมีเทนที่มีความร้อนซึ่งเป็นอันตรายต่อไส้เดือน

3.3 นำมูลสัตว์ทั้ง 3 ชนิดที่แช่น้ำแล้วมาผึ่งให้เหลือความชื้น 80-90 เปอร์เซ็นต์

3.4 การเตรียมพื้นที่สำหรับเพาะเลี้ยงไส้เดือน จำนวน 16 หน่วยจำลองโดยใช้วัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนและไส้เดือน ดังนี้คือ กรรมวิธีที่ 1 ใช้ปุ๋ยหมักมูลโค จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว กรรมวิธีที่ 2 ใช้ปุ๋ยหมักมูลไก่ จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว กรรมวิธีที่ 3 ใช้ปุ๋ยหมักมูลสุกรกระจาย จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว และกรรมวิธีที่ 4 วัสดุเพาะที่ผสมด้วยใบไม้แห้ง 1 ส่วน มูลโค 1 ส่วน และ ขุยมะพร้าว 1 ส่วน ผสมให้เข้ากันแล้วหมักทิ้งไว้ 1 เดือน จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว (กลุ่มควบคุม)

ทำการเพาะเลี้ยงไส้เดือนในวัสดุเพาะเลี้ยงที่ต่างกัน เป็นระยะเวลา 4 เดือน ในโรงเรือนเพาะเลี้ยงไส้เดือน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยมีการควบคุม ความชื้น แสง และความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในระดับเดียวกันโดยตลอดการทดลอง

**4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของไส้เดือนในระบบเพาะเลี้ยงแต่ละชนิด** โดยการนับจำนวนและชั่งน้ำหนักของไส้เดือนในทุกๆ สัปดาห์ จนครบ 4 เดือน (16 สัปดาห์) ทำคัตแยกไส้เดือนตัวเต็มวัย (ปรากฏ clitellum) และตัวอ่อนทั้งหมด นับจำนวนและชั่งน้ำหนัก เพื่อติดตามการเพิ่มของขนาดประชากรไส้เดือน โดยการจำแนกช่วงอายุและยืนยันขนาดของประชากรและชีวมวลของไส้เดือน

#### 5. วิเคราะห์ธาตุอาหารที่พบในวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนแต่ละชนิด

ข้อมูลทางเคมีของวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนแต่ละชนิดจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง คือก่อนการทดลอง เมื่อทดลองครบ 60 วันและหลังการทดลอง 120 วัน เพื่อวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีต่างๆ ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH: pH meter) วัดเกลือในดิน (EC meter) ปริมาณธาตุอาหารในดิน อินทรีย์วัตถุในดิน (OM: Walkly & buffer method) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N; Kjeldahl method) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Extractable P; Bray II & Spectrophotometer) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Atomic Absorption Spectrophotometer) และเนื้อดิน (Texture) โดยตัวอย่างทั้งหมดจะถูกนำไปวิเคราะห์หาธาตุอาหาร โดยการไปส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

#### 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของข้อมูลในแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และเปรียบเทียบกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test เมื่อมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### ผลการวิจัย

ไส้เดือนดินได้รับการยอมรับและนำมาใช้เป็น vermistabilization ของสังคมเมืองอุตสาหกรรมและใช้ในการกำจัดของเสียทางการเกษตรเพื่อการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และใช้เป็นแหล่งผลิตโปรตีนสำหรับอาหารสัตว์ สายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมในการนำมาผลิตและแก้ปัญหาต่างๆ ดังกล่าว เช่น *Eisenia fetida Lumbricus rubellus* และ *Perionyx excavatus* และใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด การใช้งานไส้เดือนดินให้มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการกำจัดในขยะอินทรีย์นั้น การบริหารจัดการต้องเข้าใจรายละเอียดของชีววิทยาของไส้เดือนดิน

ทุกอย่าง (Edwards and Bohlen, 1996) *P. excavatus* เป็นไส้เดือนดินที่พบโดยทั่วไปของทวีปเอเชีย (Gates, 1972) เป็นไส้เดือนที่มักจะพบในกองปุ๋ยหมักหรือพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ ในกองพีชผักที่เน่าเปื่อยของสภาพแวดล้อมที่อบอุ่นและชื้นและมีวัสดุหมักสด สามารถกินเศษวัสดุต่างๆ เหล่านี้ได้อย่างรวดเร็วและสามารถนำผลผลิตที่เกิดขึ้นไปใช้ในลักษณะปุ๋ยซึ่งถูกเรียกว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ไส้เดือนกลุ่มนี้มักจะนิยมนำมาใช้เพื่อช่วยในการกำจัดของเสียต่างๆ และยังสามารถลดการของมลพิษที่ปนเปื้อนในดินได้ ไส้เดือนกลุ่มนี้เลยกลายเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้ในการกำจัดขยะอินทรีย์ เพื่อที่จะส่งเสริมให้ประชากรสนใจและหันมาใช้ประโยชน์จากไส้เดือนดินสายพันธุ์นี้จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องมีการตรวจสอบระดับที่เหมาะสมและพฤติกรรมต่างๆ ของไส้เดือนดิน และผลของการกำจัดขยะอินทรีย์ของประชาชนในประเทศไทยยังไม่มีองค์ความรู้ที่เพียงพอ โดยเฉพาะการไส้เดือนดินมากำจัดขยะเหล่านี้ยังคงไม่เพียงพอ การวิจัยเกี่ยวกับการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจากวัสดุเพาะเลี้ยงที่ต่างกันเพื่อพัฒนาปุ๋ยหมักที่มีประสิทธิภาพต่อระบบการเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืนอาจช่วยในการตัดสินใจและนำไส้เดือนมาใช้ประโยชน์มากขึ้น โดยมีการวางแผนการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ซึ่งจำนวน 4 ซ้ำ โดยขนาดของพื้นที่วัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร โดยการทดลองประกอบไปด้วย 4 กรรมวิธีที่ทดลองดังนี้

ผลจากการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจากวัสดุเพาะเลี้ยงที่ต่างกันเพื่อพัฒนาปุ๋ยหมักที่มีประสิทธิภาพต่อระบบการเกษตรอินทรีย์อย่างยั่งยืนเป็นดังนี้

### 1) ติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของไส้เดือนในวัสดุเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกัน

จากผลการทดลองการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของไส้เดือนในระบบปุ๋ยหมักอินทรีย์ครั้งนี้จะต้องดำเนินการทดลองทั้งสิ้น 4 เดือน หรือ 16 สัปดาห์ ณ การรายงานครั้งได้ดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นแล้วการทดลองพบว่าช่วงของอุณหภูมิในการเลี้ยงไส้เดือนทั้งอุณหภูมิของ bedding และอุณหภูมิของโรงเรือนมีผลชีวมวล อัตราการผลิตถุงไข่ (cocoon) อัตราการเจริญของไส้เดือนแตกต่างกัน การศึกษาพบว่าอุณหภูมิของโรงเรือนอยู่ในช่วง 19-39 องศาเซลเซียส ไส้เดือนมีกิจกรรมส่วนใหญ่ทั้งการกิน การจับคู่ ผสมพันธุ์จะอยู่ในช่วงเวลากลางคืนซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Edwards and Bohlen, 1996 และ Edwards et. al., 1998 ที่พบว่าช่วงเวลากลางคืนเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดที่ไส้เดือนจะออกมาจับคู่ผสมพันธุ์ เนื่องจากไม่มีแสงและมีศัตรูทางธรรมชาติรบกวน สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่ออัตราการเจริญเติบโต และการจับคู่ผสมพันธุ์ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *P. excavatus* จะอยู่ในช่วง 15-30 องศาเซลเซียสและจะดีที่สุดเมื่ออุณหภูมิอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส และการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมื่อใช้วัสดุต่างกันในการเพาะเลี้ยงไส้เดือน (bedding) มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้ โดย

Treatment 1 คือวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนจากมูลโค จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว

Treatment 2 คือวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนมูลไก่ จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว

Treatment 3 คือวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนมูลสุกร จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว

Treatment 4 คือวัสดุเพาะที่ผสมด้วยใบไม้แห้ง 1 ส่วน มูลโค 1 ส่วน และ ขุยมะพร้าว 1 ส่วน ผสมให้เข้ากันแล้วหมักทิ้งไว้ 1 เดือน จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว (กลุ่มควบคุม)

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาจำนวน น้ำหนักและความยาวของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 1

Treatment	จำนวน ไส้เดือน	น้ำหนักรวมของ ไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของ ไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ย ของไส้เดือน (5 ตัว)
1	30.00±0.00 <sup>ns</sup>	3.60±0.80 <sup>ab</sup>	0.22±0.19 <sup>a</sup>	6.41±1.24 <sup>a</sup>
2	30.00±0.00 <sup>ns</sup>	4.30±0.41 <sup>a</sup>	0.21±0.04 <sup>ab</sup>	5.44±1.28 <sup>b</sup>
3	30.00±0.00 <sup>ns</sup>	2.90±0.99 <sup>b</sup>	0.15±0.06 <sup>b</sup>	6.14±1.56 <sup>ab</sup>
4	30.00±0.00 <sup>ns</sup>	3.98±0.62 <sup>ab</sup>	0.21±0.07 <sup>ab</sup>	5.53±0.73 <sup>b</sup>

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาจำนวน น้ำหนัก และความยาวของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 2

Treatment	จำนวน ไส้เดือน	น้ำหนักรวมของ ไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของ ไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ย ของไส้เดือน (5 ตัว)
1	21.25±2.63 <sup>b</sup>	2.73±1.34 <sup>c</sup>	0.17±0.07 <sup>c</sup>	6.06±0.51 <sup>b</sup>
2	30.00±0.82 <sup>a</sup>	8.30±0.57 <sup>a</sup>	0.42±0.09 <sup>a</sup>	6.77±0.63 <sup>a</sup>
3	18.25±4.92 <sup>b</sup>	3.63±1.36 <sup>bc</sup>	0.30±0.13 <sup>b</sup>	6.53±1.02 <sup>ab</sup>
4	23.25±2.99 <sup>b</sup>	5.10±0.50 <sup>b</sup>	0.29±0.08 <sup>b</sup>	6.52±0.66 <sup>ab</sup>

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาจำนวน น้ำหนัก และความยาวของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 3

Treatment	จำนวน ไส้เดือน	น้ำหนักรวมของ ไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของ ไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ย ของไส้เดือน (5 ตัว)
1	21.50±4.04 <sup>b</sup>	8.75±11.53 <sup>ns</sup>	0.18±0.08 <sup>ns</sup>	5.66±0.92 <sup>b</sup>
2	31.75±1.50 <sup>a</sup>	10.23±1.33 <sup>ns</sup>	0.52±0.09 <sup>ns</sup>	7.48±0.57 <sup>a</sup>
3	23.00±5.23 <sup>b</sup>	5.70±1.83 <sup>ns</sup>	0.37±0.12 <sup>ns</sup>	6.88±0.65 <sup>b</sup>
4	25.25±2.63 <sup>b</sup>	5.93±0.57 <sup>ns</sup>	0.53±1.17 <sup>ns</sup>	5.88±0.65 <sup>b</sup>

ตารางที่ 4 แสดงผลการศึกษาจำนวน น้ำหนัก และความยาวของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 4

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	22.75±3.50 <sup>b</sup>	2.90±0.45 <sup>c</sup>	0.17±0.07 <sup>b</sup>	5.88±0.39 <sup>c</sup>
2	31.25±1.26 <sup>a</sup>	11.30±1.90 <sup>a</sup>	0.52±0.21 <sup>a</sup>	8.03±1.09 <sup>a</sup>
3	24.75±2.75 <sup>b</sup>	6.00±1.06 <sup>b</sup>	0.50±0.60 <sup>a</sup>	6.55±1.07 <sup>b</sup>
4	26.00±0.82 <sup>b</sup>	5.43±0.17 <sup>b</sup>	0.21±0.04 <sup>b</sup>	5.57±0.50 <sup>c</sup>

ตารางที่ 5 แสดงผลการศึกษาจำนวน น้ำหนัก และความยาวของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 5

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	20.00±5.23 <sup>c</sup>	1.78±0.89 <sup>c</sup>	0.14±0.06 <sup>d</sup>	5.31±0.55 <sup>c</sup>
2	30.75±4.35 <sup>ab</sup>	10.55±3.09 <sup>a</sup>	0.49±0.10 <sup>a</sup>	7.08±0.64 <sup>a</sup>
3	36.50±6.95 <sup>a</sup>	5.30±0.81 <sup>b</sup>	0.32±0.13 <sup>b</sup>	6.47±0.98 <sup>b</sup>
4	25.25±2.22 <sup>bc</sup>	5.00±1.31 <sup>b</sup>	0.22±0.06 <sup>c</sup>	5.55±0.36 <sup>c</sup>

ตารางที่ 6 แสดงผลการศึกษาจำนวน น้ำหนัก และความยาวของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 6

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	16.75±4.43 <sup>b</sup>	2.40±0.86 <sup>c</sup>	0.16±0.07 <sup>b</sup>	5.65±0.62 <sup>b</sup>
2	26.00±5.10 <sup>ab</sup>	7.03±1.35 <sup>a</sup>	0.44±0.09 <sup>a</sup>	6.67±0.70 <sup>a</sup>
3	32.50±16.36 <sup>a</sup>	5.13±1.47 <sup>b</sup>	0.21±0.09 <sup>b</sup>	5.80±0.44 <sup>b</sup>
4	18.25±4.99 <sup>ab</sup>	3.68±1.16 <sup>bc</sup>	0.18±0.07 <sup>b</sup>	5.95±0.43 <sup>b</sup>

ตารางที่ 7 แสดงผลการศึกษาด้านจำนวน น้ำหนัก และความยาวของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 7

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	14.75±3.86 <sup>ns</sup>	1.53±0.60 <sup>b</sup>	0.13±0.05 <sup>b</sup>	6.13±0.58 <sup>b</sup>
2	168.75±170.26 <sup>ns</sup>	6.23±2.71 <sup>a</sup>	0.31±0.08 <sup>a</sup>	6.65±0.72 <sup>a</sup>
3	90.50±84.20 <sup>ns</sup>	4.75±1.00 <sup>a</sup>	0.15±0.07 <sup>b</sup>	5.67±0.64 <sup>c</sup>
4	18.50±9.58 <sup>ns</sup>	4.10±2.26 <sup>ab</sup>	0.16±0.06 <sup>b</sup>	5.90±0.68 <sup>bc</sup>

ตารางที่ 8 แสดงผลการศึกษาด้านจำนวน น้ำหนัก และความยาวของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 8

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	24.00±27.45 <sup>b</sup>	2.80±2.75 <sup>b</sup>	0.16±0.08 <sup>b</sup>	5.73±0.77 <sup>ns</sup>
2	111.50±84.91 <sup>a</sup>	6.65±3.10 <sup>a</sup>	0.31±0.08 <sup>ab</sup>	6.11±1.62 <sup>ns</sup>
3	86.25±38.00 <sup>ab</sup>	5.05±1.27 <sup>ab</sup>	0.24±0.00 <sup>a</sup>	6.20±0.59 <sup>ns</sup>
4	19.75±3.40 <sup>b</sup>	3.55±1.14 <sup>ab</sup>	0.22±0.06 <sup>a</sup>	6.32±0.51 <sup>ns</sup>

ตารางที่ 9 แสดงผลการศึกษาด้านจำนวน น้ำหนัก และความยาวของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 9

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	12.00±4.90 <sup>ns</sup>	1.53±1.22 <sup>b</sup>	0.14±0.09 <sup>c</sup>	4.76±1.25 <sup>c</sup>
2	175.50±229.63 <sup>ns</sup>	9.58±8.70 <sup>a</sup>	0.23±0.09 <sup>a</sup>	5.95±1.47 <sup>a</sup>
3	113.75±31.29 <sup>ns</sup>	7.18±1.71 <sup>ab</sup>	0.17±0.07 <sup>bc</sup>	5.80±0.64 <sup>bc</sup>
4	21.50±6.76 <sup>ns</sup>	4.15±1.49 <sup>ab</sup>	0.20±0.06 <sup>ab</sup>	5.69±0.56 <sup>ab</sup>

ตารางที่ 10 แสดงผลการศึกษาร้อยละของน้ำหนักรวมของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 10

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	13.00±10.36 <sup>b</sup>	1.35±1.19 <sup>b</sup>	0.15±0.09 <sup>ns</sup>	4.39±2.06 <sup>b</sup>
2	213.75±236.49 <sup>a</sup>	13.33±6.67 <sup>a</sup>	0.20±0.08 <sup>ns</sup>	5.54±0.39 <sup>a</sup>
3	105.25±45.54 <sup>ab</sup>	3.79±1.89 <sup>ab</sup>	0.17±0.06 <sup>ns</sup>	5.28±0.60 <sup>ab</sup>
4	21.25±12.01 <sup>ab</sup>	2.42±1.21 <sup>ab</sup>	0.16±0.09 <sup>ns</sup>	4.64±2.13 <sup>ab</sup>

ตารางที่ 11 แสดงผลการศึกษาร้อยละของน้ำหนักรวมของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 11

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	10.75±8.46 <sup>b</sup>	3.75±6.20 <sup>ns</sup>	0.06±0.06 <sup>b</sup>	3.49±2.19 <sup>b</sup>
2	219.25±225.58 <sup>a</sup>	14.05±12.94 <sup>ns</sup>	0.21±0.09 <sup>a</sup>	5.49±0.53 <sup>a</sup>
3	102.00±42.95 <sup>ab</sup>	7.43±3.27 <sup>ns</sup>	0.27±0.28 <sup>a</sup>	5.41±0.42 <sup>a</sup>
4	19.50±9.68 <sup>b</sup>	3.60±2.20 <sup>ns</sup>	0.18±0.11 <sup>a</sup>	4.53±2.02 <sup>a</sup>

ตารางที่ 12 แสดงผลการศึกษาร้อยละของน้ำหนักรวมของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 12

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	11.00±8.72 <sup>b</sup>	1.00±1.01 <sup>ns</sup>	0.08±0.08 <sup>b</sup>	3.99±2.46 <sup>b</sup>
2	224.50±242.28 <sup>a</sup>	13.50±15.94 <sup>ns</sup>	0.19±0.09 <sup>ab</sup>	5.68±0.58 <sup>a</sup>
3	114.75±33.51 <sup>ab</sup>	7.13±3.30 <sup>ns</sup>	0.19±0.06 <sup>ab</sup>	5.61±0.38 <sup>a</sup>
4	20.75±12.82 <sup>b</sup>	3.78±2.53 <sup>ns</sup>	0.74±1.79 <sup>a</sup>	5.41±0.46 <sup>a</sup>

ตารางที่ 13 แสดงผลการศึกษาร้อยละของน้ำหนักรวมของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 13

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	9.25±6.95 <sup>b</sup>	1.70±1.31 <sup>b</sup>	0.08±0.07 <sup>c</sup>	4.31±2.50 <sup>ns</sup>
2	217.50±195.38 <sup>a</sup>	15.95±13.76 <sup>a</sup>	0.17±0.06 <sup>a</sup>	5.63±0.73 <sup>ns</sup>
3	119.25±20.63 <sup>ab</sup>	3.85±0.62 <sup>b</sup>	0.10±0.06 <sup>bc</sup>	4.81±0.44 <sup>ns</sup>
4	31.50±14.46 <sup>b</sup>	4.28±2.40 <sup>b</sup>	0.14±0.08 <sup>ab</sup>	7.38±11.31 <sup>ns</sup>

ตารางที่ 14 แสดงผลการศึกษาร้อยละของน้ำหนักรวมของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 14

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	9.75±7.93 <sup>b</sup>	0.98±1.13 <sup>b</sup>	0.09±0.07 <sup>c</sup>	4.05±2.5 <sup>b</sup>
2	210.00±183.16 <sup>a</sup>	16.58±14.42 <sup>a</sup>	0.19±0.07 <sup>a</sup>	5.72±0.49 <sup>a</sup>
3	118.25±24.47 <sup>ab</sup>	3.95±0.60 <sup>b</sup>	0.12±0.05 <sup>bc</sup>	5.25±0.33 <sup>a</sup>
4	30.50±15.37 <sup>b</sup>	4.20±2.32 <sup>b</sup>	0.16±0.08 <sup>ab</sup>	5.08±1.77 <sup>a</sup>

ตารางที่ 15 แสดงผลการศึกษาร้อยละของน้ำหนักรวมของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 15

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	4.50±4.66 <sup>c</sup>	0.25±0.33 <sup>c</sup>	0.01±0.03 <sup>d</sup>	0.43±1.31 <sup>c</sup>
2	128.00±18.06 <sup>a</sup>	7.60±2.05 <sup>a</sup>	0.12±0.04 <sup>b</sup>	4.62±0.55 <sup>a</sup>
3	67.75±62.12 <sup>b</sup>	4.00±3.51 <sup>b</sup>	0.06±0.06 <sup>c</sup>	3.17±1.93 <sup>b</sup>
4	23.00±4.69 <sup>bc</sup>	3.45±0.97 <sup>bc</sup>	0.16±0.05 <sup>a</sup>	5.11±1.44 <sup>a</sup>

ตารางที่ 16 แสดงผลการศึกษาร้อยละของน้ำหนักรวมของไส้เดือนในสัปดาห์ที่ 16

Treatment	จำนวนไส้เดือน	น้ำหนักรวมของไส้เดือน (ทุกตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)	ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือน (5 ตัว)
1	19.50±33.81 <sup>b</sup>	0.28±0.38 <sup>c</sup>	0.03±0.05 <sup>d</sup>	1.11±1.97 <sup>c</sup>
2	128.00±18.83 <sup>a</sup>	7.73±1.86 <sup>a</sup>	0.15±0.07 <sup>b</sup>	5.17±0.42 <sup>a</sup>

3	61.00±60.36 <sup>b</sup>	4.25±3.49 <sup>b</sup>	0.09±0.07 <sup>c</sup>	3.47±2.35 <sup>b</sup>
4	24.25±6.60 <sup>b</sup>	3.73±1.04 <sup>b</sup>	0.21±0.09 <sup>a</sup>	5.58±0.76 <sup>a</sup>

จากตารางที่ 1-16 ซึ่งเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของไส้เดือนในวัสดุเพาะเลี้ยงที่ต่างกันทั้งหมด 4 วัสดุเพาะเลี้ยง (bedding) คือ มูลโค มูลไก่ มูลสุกร และมูลโคผสมกับใบไม้แห้งและขุยมะพร้าวซึ่งจะใช้เป็นตัวแปรควบคุม โดยทำการเพาะเลี้ยงไส้เดือนเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองเพาะเลี้ยงไส้เดือนด้วยวัสดุเพาะเลี้ยงหรือ bedding ที่ต่างกันนั้นส่งผลต่อปริมาณและจำนวนตัวของไส้เดือนเป็นอย่างมาก โดยพบว่าใน treatment ที่ 2 หรือการเพาะเลี้ยงไส้เดือนด้วยมูลไก่นั้นและรองลงมาคือมูลสุกร (treatment 3) มูลโคร่วมกับใบไม้แห้งและขุยมะพร้าว (treatment 4) และ มูลโค (treatment 1) ตามลำดับ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนไส้เดือนมากที่สุด โดยสามารถสร้างถุงไข่ได้มากกว่าทุก treatments และถุงไข่สามารถฟักเป็นตัวอ่อนได้ดีกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาจากน้ำหนักรวมของไส้เดือนก็พบว่าการเลี้ยงด้วยมูลไก่ส่งผลให้ไส้เดือนมีน้ำหนักรวมสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือมูลสุกร มูลโคร่วมกับใบไม้แห้งและขุยมะพร้าว และ มูลโค ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยของไส้เดือนที่เลี้ยงด้วยมูลโคร่วมกับใบไม้แห้งและขุยมะพร้าวมีค่าความยาวมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากการเลี้ยงด้วยมูลไก่อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือมูลสุกรและมูลโคตามลำดับ แต่เป็นที่น่าสนใจเนื่องจากเมื่อพิจารณาจากน้ำหนักเฉลี่ยแล้วพบว่าการเลี้ยงไส้เดือนด้วยมูลโคร่วมกับใบไม้แห้งและขุยมะพร้าวมีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญถึงแม้จะมีจำนวนตัวที่น้อยกว่าในทุก treatments นั้นเป็นผลมาจากการเลี้ยงไส้เดือนในมูลโคร่วมกับใบไม้แห้งและขุยมะพร้าวนั้นจะมีการสร้างถุงไข่และตัวอ่อนน้อยมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ และผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าทางเลือกใช้วัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนหรือ bedding นั้นมีผลต่อปริมาณหรือประชากรของไส้เดือนสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* มาก จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามูลไก่มีความเหมาะสมมากที่สุดต่อการนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนเนื่องจากส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนประชากร และอัตราการรอดของไส้เดือนได้ดีมากกว่ากลุ่มอื่น รองลงมาคือมูลสุกรและมูลโคตามลำดับ ส่วนทางเลือกใช้วัสดุอย่างอื่นร่วมในการทำเป็น bedding ในการเพาะเลี้ยงนั้นอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับบุคคลที่มีมูลสัตว์ที่จะนำมาใช้เป็น bedding น้อย

## 2. การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของพืช

การศึกษาราดูธาตุอาหารหลักของพืชด้วยการใช้วัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนที่ต่างกันนั้นได้ส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร เพื่อวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีต่างๆ ได้แก่ ความเป็นกรด เป็นด่าง (pH: pH meter) ค่าการนำไฟฟ้าในดิน (EC meter) ปริมาณธาตุอาหารในดิน อินทรีย์วัตถุในดิน (OM: Walkley & buffer method) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N; Kjeldahl

method) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Extractable P; Bray II & Spectrophotometer) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Atomic Absorption Spectrophotometer) และเนื้อดินและส่วนหนึ่งแบ่งไปวิเคราะห์ที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครด้วย การศึกษารั้งนี้พบว่าเมื่อใช้วัสดุต่างกันในการเพาะเลี้ยงไส้เดือน (bedding) มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้ โดย

Treatment 1 คือวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนจากมูลโค จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว

Treatment 2 คือวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนมูลไก่ จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว

Treatment 3 คือวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนมูลสุกร จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว

Treatment 4 คือวัสดุเพาะที่ผสมด้วยใบไม้แห้ง 1 ส่วน มูลโค 1 ส่วน และ ขุยมะพร้าว 1 ส่วน ผสมให้เข้ากันแล้วหมักทิ้งไว้ 1 เดือน จำนวน 2 กิโลกรัมต่อไส้เดือน 30 ตัว (กลุ่มควบคุม)

คุณสมบัติของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจะแตกต่างกันตามวัสดุที่นำมาใช้ผลิตปุ๋ยแต่โดยทั่วไปจะมีโครงสร้างของปุ๋ยที่คล้ายกัน คือ จะมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชซึ่งอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ มีส่วนประกอบของธาตุหลัก อาหารรองและธาตุอาหารเสริมเกือบทุกชนิดที่พืชต้องการ มีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่จะช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืชได้ตามปกติ (Edwards and Burrows, 1988) นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่นและจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดิน การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินในการปลูกพืชจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น คือทำให้ดินกักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย รากพืชสามารถชอนไชและแพร่กระจายได้กว้าง ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดี ทำให้จุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์บริเวณรากพืชสามารถสร้างเอนไซม์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้จุลินทรีย์ในดินที่ปนออกมากับมูลของไส้เดือนดินยังสามารถสร้างเอนไซม์ฟอสฟาเทสได้ซึ่งจะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินให้สูงขึ้นได้ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอุดมไปด้วย NKP โดยมีไนโตรเจน 2-3% โพแทสเซียม 1.85-2.25% และฟอสฟอรัส 1.55-2.25%) แร่ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ (Am-Euras, 2009) นอกจากนี้ยังพบว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีความโดดเด่นด้วยคุณสมบัติทางเคมีและทางชีวภาพโดยมีผลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยไม่พบคุณสมบัตินี้ในปุ๋ยหมักอื่นๆ มีจำนวนจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลายของจุลินทรีย์มากกว่าปุ๋ยหมักธรรมดาทั่วไป (Edwards and Burrows, 1988; Edwards, 2004, Tomati and Galli, 1995)

จากผลการทดลองพบว่าวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนนั้นมีค่า pH ค่าการนำไฟฟ้าปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและอินทรีย์วัตถุ รวมทั้งค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็นดังในตารางที่ 17-19 ในวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนที่ต่างกันนั้นพบว่ายิ่งเมื่อเวลาในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนเพิ่มขึ้นปริมาณธาตุอาหารทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมก็ค่อยๆ เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน และในการทดลองครั้งนี้มีส่วนผสมของขุยมะพร้าวอยู่อาจทำให้เกิดกระบวนการย่อยได้ของไส้เดือนไม่สมบูรณ์ Abbiramy and Ross, 2012 รายงาน

ว่าขุยมะพร้าวที่มีองค์ประกอบของสารกลุ่ม lignin มากจึงทำให้กระบวนการย่อยของไส้เดือนลดลง แต่อย่างไรก็ตามการใช้ไส้เดือนในการย่อยขุยมะพร้าวจะช่วยทำให้เกิดอัตราการเร่งการย่อยของขุยมะพร้าวได้ การศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าอัตราส่วนของคาร์บอน: ไนโตรเจนนั้นลดลงเมื่อเทียบกับ bedding แรกเริ่ม

**ตารางที่ 17** แสดงผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของพืชในวัสดุต่างกันในการเพาะเลี้ยงไส้เดือน (bedding) ก่อนการทดลอง

Treatment	ผลการวิเคราะห์						
	ความเป็นกรด-ด่าง (1:2)	ค่าการนำไฟฟ้า dS/m (1:10)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัส P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	โพแทสเซียม K <sub>2</sub> O (%)	คาร์บอนต่อไนโตรเจน
1	9.18	3.48	25.85	0.96	0.55	2.32	15.60
2	7.22	3.80	66.41	1.03	0.37	0.12	37.26
3	7.48	0.80	51.36	1.50	3.90	0.32	19.85
4	8.36	2.49	38.68	1.13	0.18	1.75	19.89

**ตารางที่ 18** แสดงผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของพืชในวัสดุต่างกันในการเพาะเลี้ยงไส้เดือน (bedding) การทดลองสัปดาห์ที่ 8

Treatment	ผลการวิเคราะห์						
	ความเป็นกรด-ด่าง (1:2)	ค่าการนำไฟฟ้า dS/m (1:10)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัส P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	โพแทสเซียม K <sub>2</sub> O (%)	คาร์บอนต่อไนโตรเจน
1	9.23	3.69	23.41	0.95	0.40	2.56	14.29
2	7.08	0.83	56.18	1.91	2.29	0.45	17.11
3	7.39	1.22	45.17	1.70	3.70	0.69	15.43
4	5.39	2.57	31.74	1.15	0.41	1.88	16.00

ตารางที่ 19 แสดงผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของพืชในวัสดุต่างกันในการเพาะเลี้ยงไส้เดือน (bedding) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 16

Treatment	ผลการวิเคราะห์						
	ความเป็นกรด-ด่าง (1:2)	ค่าการนำไฟฟ้า dS/m(1:10)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	ฟอสฟอรัส P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	โพแทสเซียม K <sub>2</sub> O (%)	คาร์บอนต่อไนโตรเจน
1	9.06	4.17	21.61	0.93	0.31	2.78	13.43
2	7.05	0.96	55.94	1.90	2.60	0.31	17.06
3	7.39	1.37	40.68	1.72	3.38	0.61	13.68
4	7.43	3.97	31.87	1.33	0.40	2.10	13.95

จากตารางที่ 17-19 แสดงผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของพืชในวัสดุต่างกันในการเพาะเลี้ยงไส้เดือน (bedding) ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของ bedding นั้นแรกเริ่มมีค่าที่ต่างกันแต่เมื่อทำการเพาะเลี้ยงไส้เดือนเป็นเวลา 16 สัปดาห์แล้วพบว่า bedding มีค่า pH เป็นกลางที่มีความเหมาะสมต่อการนำไปเพาะปลูกพืชได้ และค่าการนำไฟฟ้ามีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดพบว่าใน treatment 2 ที่ใช้วัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนเป็นมูลไก่มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ treatment 3 ที่ใช้มูลสุกรเป็น bedding ค่าฟอสฟอรัสพบว่าใน treatment 3 มีค่าสูงที่สุดและรองลงมาคือ treatment 2 และค่าโพแทสเซียมพบว่า treatment 1 ใช้มูลโคเป็น bedding มีค่าสูงที่สุด และรองลงมาคือ treatment 4 ที่ใช้มูลโคผสมกับใบไม้แห้งและขุยมะพร้าวเป็น bedding ดังนั้นจากการผลการศึกษาคั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเพาะเลี้ยงไส้เดือนด้วยการเลือกใช้วัสดุเพาะเลี้ยงที่ต่างกันก็ส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนได้ต่างกัน และเหมาะสมต่อการนำผลการศึกษาคั้งนี้ไปใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีความต่างกันของผลผลิตสุดท้าย เช่น ถ้าต้องการปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงควรเลือกใช้มูลไก่มาเป็น bedding ของการเพาะเลี้ยงไส้เดือน หรือถ้าต้องการปุ๋ยที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงควรเลือกใช้มูลโคเป็น bedding เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนนั้นก็ถือว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ และ

โพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เลย มีปริมาณชีวมวลมากไปร่ง ร่วน เหมาะสำหรับการเพาะปลูกปรับปรุงดิน (อาณัฐ, 2550) ในขุยของไส้เดือนดินมีสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชประเภทออกซิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการเกิดรากทำให้พืชเกิดการเจริญเติบโตเร็วขึ้น พืชที่เจริญเติบโตในสภาพที่มีไส้เดือนดินจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 300 เปอร์เซ็นต์ การกินเศษหญ้าและเศษซากพืชยังช่วยลดศัตรูพืช เช่น ไข่ของแมลง ไส้เดือนดินฝอย และจุลินทรีย์ที่เป็นโทษต่อพืช ส่วนปุ๋ยมูลไส้เดือนดินช่วยเพิ่มการงอกของเมล็ดพืช ขุยไส้เดือนดินช่วยกระตุ้นการเจริญของยอดและหน่อพืชหลายชนิด พื้นที่ใดที่มีไส้เดือนดินจำนวนมากจะช่วยยับยั้งวัชพืชได้ด้วย (สุลีสัก อารักษ์นธรรม และสุชาติ สาธุสันต์, 2557) เพราะไส้เดือนดินจะกิน และทำลายเมล็ดวัชพืชซึ่งจะช่วยลดปริมาณเมล็ดของวัชพืชลง ไส้เดือนดินยังช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตเร็ว และแผ่กิ่งก้านคลุมวัชพืช จึงช่วยลดการ แก่งแย่งน้ำและธาตุอาหารของวัชพืชอีกด้วย (Edwards and Bohlen, 1996; Ranch, 2006) และการศึกษาของ Adhikary (2012) พบว่าปริมาณของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนนั้นจะมีค่ามากกว่าปุ๋ยหมักทั่วไป ๆ คือมีค่าไนโตรเจนเท่ากับ 0.51-1.61 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.19-1.02 เปอร์เซ็นต์และโพแทสเซียมเท่ากับ 0.15-0.73 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาดังนี้แสดงให้เห็นว่าในทุกวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนสายพันธุ์ไทยทั้งมูลไก่ มูลสุกร และมูลโคนั้นมีค่าปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าที่เคยรายงานไว้ แสดงว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่เกิดจากการทำการวิจัยในครั้งมีประสิทธิภาพที่ดีและสามารถนำไปใช้ในการเพาะปลูกพืชและการเกษตรได้



ภาพที่ 1 แสดงการนับและคัดแยกไส้เดือนแดง *Perionyx excavatus* ก่อนลงใน



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการแช่มูลโค มูลสุกร  
และมูลไก่เพื่อกำจัดเมล็ดของวัชพืช  
และไข่ของแมลงบางชนิด



ภาพที่ 3 แสดงวิธีการดูแลไส้เดือนระหว่างการทดลอง (ซ้าย) การตัดแยกไส้เดือนออกจากวัสดุเพาะเลี้ยงเพาะเลี้ยงเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากร (ขวา)



ภาพที่ 4 แสดงวิธีการดูแลไส้เดือนระหว่างการทดลองและการป้องกันการถูกรบกวนจากศัตรูธรรมชาติของไส้เดือน



ภาพที่ 5 แสดงการชั่งน้ำหนักรวมและการวัด  
ความยาวของไส้เดือน



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของ bedding ก่อนการทดลอง (ซ้าย) และหลังการทดลองของมูลสุกร (ขวา)



ภาพที่ 7 การนำ bedding หรือวัสดุเพาะเลี้ยงไส้เดือนไปตรวจวิเคราะห์หาธาตุอาหารหลักของพืชด้วยวิธีต่างๆ ทั้งก่อน กลางและหลังการทดลอง

### 1.3 การวิจัยดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ (Bio-indicator) ผลกระทบระบบนิเวศวิทยาบริการ

ได้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาบริการ เพื่อเป็นแนวทางต่อการดูแลสุขภาพของประชาชนในท้องถิ่น และทั้งประเทศตามห่วงโซ่อุปทาน ได้ทดลองใช้ไส้เดือนแดงของไทยชนิด *Perionyx excavatus* เป็นดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพที่ตรวจสอบผลกระทบดังกล่าว เนื่องจากไส้เดือนแดง PE นี้มีบทบาทการเป็นเทศบาลที่สำคัญในดิน และการเพิ่มธาตุอาหารในดินอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน ได้ติดตามผลกระทบต่อการใช้สารฆ่าแมลง ABAMECTIN ที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในระบบการเกษตรของประเทศ และพบว่ามีสารตกค้างในดิน ผลการทดสอบได้พบผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของไส้เดือนไม่ว่าจะเป็นการตายโดยตรง การเปลี่ยนแปลงต่อกระบวนการสืบพันธุ์การผลิตตัวอ่อนที่เรียกว่าโคคอน และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของชั้นเนื้อเยื่อที่ถูกเข้าทำลาย ตลอดจนฟิโนไทป์ที่ส่งผลต่อความผิดปกติของลักษณะสัญญาณ ผลการวิจัยได้จัดทำเป็นต้นฉบับบทความ และส่งไปรับการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสาร Chemosphere เมื่อต้นเดือนกันยายน 2561 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### **Biological and physiological responses of *Perionyx excavatus* to abamectin** Beewah Ng<sup>a</sup>, Ratmanee Chanabun<sup>b</sup>, Somsak Panha<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Animal Systematics Research Unit, Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 254 Phayathai Road, Pathumwan, Bangkok 10330, THAILAND.

<sup>b</sup>Program in Animal Science, Faculty of Agriculture Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon 47000, THAILAND.

\*Corresponding author. Somsak Panha (somsak.pan@chula.ac.th)

#### **Abstract**

Biological and behavioural responses of the tropical earthworm *Perionyx excavatus* towards different concentrations of abamectin were evaluated. Abamectin significantly reduced the biomass and reproduction (cocoon production) of *P. excavates* as well as inducing histopathological alterations in the cuticle. Biomass loss was recorded in *P. excavatus* exposed to abamectin at a concentration as low as 0.1 mg a.i. kg<sup>-1</sup>, while atrophy, another physiological response, was observed at abamectin concentration of 0.21 µg cm<sup>-2</sup> in the filter paper test. Cocoon production was significantly reduced in the

presence of abamectin, and no cocoons were produced at doses of 20 mg a.i. kg<sup>-1</sup> or higher. Extreme pathology, characterized by the loss of the integrity of the whole body wall and intestine of *P. excavates*, occurred when exposed to higher concentrations of abamectin (50 mg kg<sup>-1</sup> soil). Histopathological alterations can be used as a biomarker to evaluate the toxicological impact of exposure to abamectin.

**Key words:** Abamectin, *Perionyx excavatus*, physiological morphology, cocoon production, histopathology

## 1.0 Introduction

Agriculture remains an important sector of Malaysia's economy, contributing 12% to the national gross domestic product (GDP) and providing employment for 16% of the population. In 2016, about 4.06 million hectares of land were used for agriculture, of which vegetable plantations accounted for about 44,000 ha (1.08%). In terms of the land area used for cultivation, the top five vegetable crops and fruit plants were leaf mustard, round cabbage, chili, long bean and tomatoes (MAMPU open data, 2016).

During the growth process, these top five vegetable crops and fruit plants are easily damaged by many insects and diseases, such as the diamondback moth (*Plutella xylostella*), various leafminers (mostly Agromyzidae flies and Lepidoptera), two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), tomato russet mite (*Aculops lycopersici*), armyworms (*Spodoptera* sp.) and tomato pinworms (*Keiferia lycopersicella*) amongst others. The first record of *P. xylostella* in Malaysia was reported in 1925 and thereafter it became a serious pest of crucifers in this region after the mid-1940s (Corbett and Pagden, 1941). In order to intensify agriculture practices, typically as monocultures, and overcome the subsequent pest invasions, different pesticides have been applied to control the outbreaks, including chlorpyrifos, organophosphates, pyrethroid and abamectin (also known as avermectin). Amongst all the pesticides used, abamectin has been the most effective at controlling these pest outbreaks (Dybas, 1989).

Abamectin is a mixture of avermectin (80% avermectin B1a and less than 20% (w/w) avermectin B1b) that is produced by the soil bacterium *Streptomyces avermitilis*. Research has clearly shown that abamectin and avermectin have very similar biological and toxicological properties (Campbell, 1989; Halley et al., 1993). Prior to use as a

pesticide in agriculture farms, abamectin was used for the treatment and control of gastrointestinal nematodes as well as to control endo- and ecto-parasite infections in small ruminants (McKellar, 1997; Chandrawathani and Nurul Aini 2012; Epe and Kaminsky, 2013). Currently, abamectin is registered (RI. 01010119921065) for use on vegetable crops at a recommended application dose of 5 - 27 gha<sup>-1</sup> as a foliar spray (Lasota and Dybas, 1990). However, most farmers exceed the recommended dosage and/or spray more frequently (typically as calendar spraying without prior scouting) in an attempt to ensure its effectiveness. Moreover, the faeces of small ruminants are widely used as fertilizer. These actions have indirectly caused potential harm to soil organisms, and predominantly to the earthworms, resulting in a loss of their biodiversity (Hole et al., 2005).

Earthworms are important underground organisms and are frequently used as indicators of soil quality as well as contamination levels. Their biological changes (effect biomarker) and physiological changes are relatively immediate response when they are exposed to diverse contaminants (Lam and Gray, 2003). These biomarkers have been reported as early warning tools that can be used as a biological effect measurement. Lourenço et al. (2011) reported the biological changes (histological alterations in tissue) in the earthworm *Eisenia andrei* after exposure to metals and radionuclides. Likewise the histopathology of *Eisania fetida* and the tropical earthworm *Eudrilus eugeniae* changed after exposure to imidacloprid (Dittbrenner et al., 2011) and heavy metals (Fernando et al., 2015), respectively.

*Perionyx excavatus*, a widely cultured tropical compost earthworm in tropical regions, has been shown to be suitable as a test species for tropical soils (Maboeta et al., 1999; An and Lee, 2008, De Silva et al., 2010). It was recently reported that *P. excavatus* is more sensitive than temperate earthworm species to three of the commonly used pesticides; chlorpyrifos, carbofuran and mancozeb (De Silva et al., 2010). Although a few reports have examined the toxicity of abamectin, they have focused on temperate earthworm species (Diao et al., 2007; Jensen et al., 2007; Kolar et al., 2008). However, none of them reported the histopathology and physiological changes in *P. excavatus* associated with exposure to abamectin. Here we report the

changes in the histopathology, biomass, behaviour responses and cocoon production in *P. excavatus* exposed to abamectin at different concentrations and exposure times.

## **2.0 Materials and Methods**

### *2.1 Test organism*

Adult *P. excavatus* of 150-300 mg (wet weight) with a well-developed clitellum were obtained from an in-house culture at the Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand. The earthworms were acclimatized in the stock soil (section 2.2) for at least a week and then a day in wet paper without soil before conducting the experiment.

### *2.2 Test soil and substance*

Stock soils were prepared from a 10:3:2:85 weight ratio of fermented leaves : fermented cow dung: peat moss soil (85%) with the soil moisture content adjusted to about 50% of the maximum water holding capacity. The soil preparations were mixed by hand and sieved (size of openings, 2 mm).

Commercial grade abamectin (1.8% (w/v) EC) was purchased from Mitsomboon Chemical (Thailand) Co. Ltd. Stock solutions of abamectin were diluted with distilled water to the required nominal concentrations (sections 2.3.1 and 2.3.2).

### *2.3 Laboratory exposure*

#### *2.3.1 Filter paper test*

The filter paper test was conducted in a round, flat-bottomed (ID 60 mm, height 30 mm, volume 65 mL) container lined with filter paper. Two mL of the prepared test concentration (0.0 (control), 0.3, 3, 30, 150, 300, 1,500 and 3,000 mg L<sup>-1</sup>) of abamectin solution was added to the filter paper of each test unit to yield concentrations in the filter paper of 0 (control), 0.021, 0.21, 2.12, 10.6, 21.2, 106.1 and 212 µg cm<sup>-2</sup>, respectively. Each treatment was performed with ten replicates, each consisting of one worm per container and maintained at ambient temperature. The morphology and behaviour of *P. excavates* was monitored over the first 10 min after exposure to abamectin, and then the test containers were maintained at ambient temperature in the dark for 48 h.

### 2.3.2 *Abamectin treated soil test*

All earthworms were exposed for 2, 7 and 14 d to soil pretreated with abamectin at different concentrations. Rectangular plastic containers (ID 90 mm, length 145 mm) were filled with 500 g of the corresponding artificially abamectin contaminated soil (0 (control), 0.1, 1.0, 10, 50, 100, 500 and 1,000 mg a.i. kg<sup>-1</sup> soil). Ten earthworms were released into each container with four replicates of each treatment. The tests were conducted at ambient temperature (30 ± 2 °C) under a constant light intensity of 400-800 lx and a 16/8 h light/dark cycle.

A similar working protocol was applied to the reproduction test where the earthworms were exposed to abamectin at a concentration of 0 (control), 0.1, 1.0, 10, 20, 30, 40 and 50 mg a.i. kg<sup>-1</sup> soil for 28 d, except finely ground cow dung (30 g) was added each week to each container as food.

### 2.4 *Body mass measurements and mortality rate*

Before and after the exposure, the earthworms were rinsed with tap water, gently dried with a paper towel and weighed to give the wet weight. The biomass of each worm was determined before it was placed into the substrate. Every 7 d up to 28 d the biomass of all worms in each container was determined. The change in biomass of *P. excavatus* was expressed as the percentage of loss according to formula:  $100 - (W_x * 100) / W_0$ , where  $W_0$  and  $W_x$  are the mean weight of the earthworms of each replicate at the beginning of the experiment and after x d of exposure, respectively. A similar experimental design was applied to the filter paper test, except the exposure time was only 48 h. The mortality rate of earthworm after exposed to abamectin was determined by counting the average number of the dead worms and they are only considered dead when the earthworm does not respond to touch.

### 2.5 *Cocoon production*

After 28 d of exposure, the living worms were counted, weighed and then placed back in the same containers and observed for their ability to produce a cocoon. The produced cocoons were collected, counted and placed on moist filter paper to

determine the hatching rate. The newly hatched juveniles were carefully hand-sorted and counted.

## 2.6 Analysis of histological alterations

After exposure to abamectin at different concentrations, earthworms were anaesthetised, killed, cut at the first 20 segments (segments 1-20, numbering from anterior) and then fixed in 10% (w/v) formalin and embedded into paraffin. The 20 segment block was then cut at 5  $\mu\text{m}$  thick longitudinal sections and stained with Harris Hematoxylin and Eosin stain (H&E) as well as a combined method using trichrome stain, Masson and fast green procedure (López-De León and Rojkind, 1985). The stained tissue sections were then observed under a light microscope (Olympus CX41RF) equipped with Image Pro Express 4.0.1 imaging software.

## 2.7 Data analysis

One-way ANOVA was used to evaluate the significance of difference among different treatments on the assessed parameters (biomass loss and cocoon number), while Turkey's test was performed to test for the significance of any differences between the means of different treatments. All statistical analyses were performed using the Minitab 16 Statistical software and significance was accepted at the  $P < 0.05$  level.

## 3.0 Results and discussion

### 3.1 Filter paper test: behavioural monitoring and body mass measurements

The morphology and behaviour of *P. excavatus* were significantly changed within 48 h of exposure to abamectin (Figure 1). When exposed to the two highest abamectin concentrations (106.1 and 212  $\mu\text{g cm}^{-2}$ ), *P. excavatus* reacted with intensive writhing and jumping, immediately exuded a pungent yellowish liquid (excluded coelomic fluid; ECF) posteriorly and exhibited a spontaneous twitch-like movement of the whole body. Constrictions of the posterior end of the body were followed by sluggish movement within 6 min of exposure. By 8 min of exposure, the posterior end segments of the worms were nearly completely paralyzed and became rigid and brittle, with slow motion jerky movements only occurring at the anterior end. Finally, 100% mortality was

observed within the first 10 min of exposure when earthworm did not respond to touching. These observations serve as an important criterion in deciding the optimum toxicity effect of this tropical earthworm for monitoring the use of abamectin as a pesticide.

At abamectin concentrations of 106.1 and 212  $\mu\text{g cm}^{-2}$ , *P. excavatus* showed almost complete paralysis and then died within 10 min of exposure (Figure 1G and H). Total mortality was observed in *P. excavatus* after a 24-h exposure to 21.2 and 10.6  $\mu\text{g cm}^{-2}$  (Figure 1E and F), and a 48-h exposure to 2.12 and 0.21  $\mu\text{g cm}^{-2}$  (Figure 1C and D), respectively. At concentrations higher than 0.21  $\mu\text{g cm}^{-2}$ , *P. excavatus* released an excessive amount of ECF, bleeding and erosion leading to total body wall damage. After a 48-h exposure to abamectin at 0.21  $\mu\text{g cm}^{-2}$ , some of the *P. excavatus* started to coil themselves. No mortality was observed after 48 h of exposure to abamectin at a concentration of 0.021  $\mu\text{g cm}^{-2}$  (Figure 1B). When the abamectin concentration was below 21.2  $\mu\text{g cm}^{-2}$ , the motile *P. excavatus* were trying to escape from the container including the control group (Figure 1A).

Besides these behavioral changes, the presence of abamectin also induced a body mass reduction over the 48-h exposure period (Table 1). Compared to the control worms, the two lowest concentrations of abamectin ( $< 0.21 \mu\text{g cm}^{-2}$ ) resulted in numerically lighter worms, but these were not significantly different to that in the control group ( $P > 0.05$ ). However, the highest body mass loss in living worms was observed at an abamectin concentration of 2.12  $\mu\text{g cm}^{-2}$ , which was a significantly larger loss compared to the control group. It was likely that even higher and significant body mass losses occurred at abamectin concentrations of 21.2,  $\mu\text{g cm}^{-2}$  and higher, but they could not be measured due to the extremely large volume of excluded ECF from the earthworms that stuck them tightly to the filter paper.

Physiological adaptations are life history traits that are linked to how earthworms regulate their metabolism and behaviour upon exposure to toxins, in this case to abamectin. In this study, on skin contact with abamectin, *P. excavates* exuded ECF, which then acted as a protective layer and reduced the surface area in direct contact with abamectin. In addition to the excretion of ECF, aestivation and coiling were other responses observed in *P. excavatus* upon exposure to abamectin. Morphological

changes, body mass changes and excretion of ECF are the responses most frequently observed and reported responses in earthworms as acute signs of a toxicological effect (Dittbrenner et al., 2010, Katagi and Ose, 2015).

### 3.2 *Abamectin-treated soil test: behavioural responses, body mass changes and mortality levels*

A similar behavior by *P. excavatus* was observed in the 48-h soil exposure test. At the highest tested abamectin concentrations (500 and 1000 mg a.i. kg<sup>-1</sup> soil), *P. excavatus* reacted with intensive writhing and jumping followed by 100% mortality within the first 30 min of exposure. Although no obvious behavioral response was observed in *P. excavatus* when exposed to 100 mg a.i. kg<sup>-1</sup> and lower concentrations of abamectin, 100% and 90% mortality was observed after exposure for 24 h and 48 h at 100 and 50 mg a.i. kg<sup>-1</sup>, respectively. No mortality was observed for the lower abamectin concentrations (0.1 – 10 mg a.i. kg<sup>-1</sup>) or the control group in the first 48 h of exposure.

Comparison of the soil test with the filter paper test revealed that the earthworms had broadly similar reactions when exposed to higher concentrations of abamectin, but that the soil test was less sensitive. The presence of the soil likely greatly reduced the exposed surface area of the worm and so lead to a lower bioavailability of abamectin to *P. excavatus* in soil, as well as adding a different toxic mechanism. This is mainly because in the soil, abamectin is bound firmly to the organic carbon in soil particles (Virginia et al., 1990) but can be ingested by the worms through feeding or burrowing and so absorbed through the gut (Zang et al., 2000). Without soil, the body surface of the earthworm is in direct contact with abamectin and hence show the increased toxicity. Similar results were reported in *E. fetida*, where the estimated toxicity to abamectin was higher in the filter paper test compared to that in the artificial soil test (Sun et al., 2005), and in another similar study this toxicity was reported to differ between the two tests by about 200-fold (Zang et al., 2000).

Prolonged exposure to abamectin for up to 7 d revealed no significant mortality between the control group and those exposed to abamectin at less than 10 mg a.i. kg<sup>-1</sup>. However, a longer exposure period (14 d) significantly ( $P < 0.05$ ) increased the mortality of *P. excavatus* by approximately 2.5 - 7.5% for abamectin concentrations of less than

10 mg a.i. kg<sup>-1</sup>. A similar trend was observed in *P. excavatus* when exposed to abamectin at 50 mg a.i. kg<sup>-1</sup> (Figure 2). The surviving worms ( $\leq 50$  mg a.i. kg<sup>-1</sup>) had a tendency to show a decreased biomass (Figure 3) in the presence of abamectin in the test soil. The only increment in biomass was exhibited by those in the uncontaminated soil (control group), as even the presence of abamectin at the very low concentration of 0.1 mg a.i. kg<sup>-1</sup> resulted in a significant reduction in the average biomass ( $P < 0.05$ ). The biomass loss at day 7 was the least at the lowest abamectin concentration (0.1 mg a.i. kg<sup>-1</sup>) at 5.1%, some five-fold less than the biomass loss at an abamectin concentration of 50 mg a.i. kg<sup>-1</sup> (20.7%), although the highest biomass loss (approximately 30%) was observed with abamectin at 0.1 and 10 mg a.i. kg<sup>-1</sup>. A broadly similar trend was observed after a longer exposure period (14-d), with the significantly highest biomass loss seen at abamectin concentrations above 1.0 mg a.i. kg<sup>-1</sup> (35.2 – 48%) and the biomass loss (13.0%) at the lowest abamectin concentrations (0.1 mg a.i. kg<sup>-1</sup>).

Asides compromised metabolism, biomass loss in earthworms caused by contaminants can result from the use of energy reserves for toxin elimination (Johnston et al., 2014) as well as for diverting the energy reserved for reproduction. Under these conditions, tissue is catabolized to support reproduction, resulting in a net weight loss (Maboeta et al., 2004, Johnston et al., 2014). Biomass loss in earthworms can also be due to reduced feeding and increased movement from trying to escape, resulting in a reduced energy input and increased energy output shifting the balance to a negative energy gain. However, the relevance of this notion to the effects of abamectin on *P. excavatus* has yet to be confirmed.

After 28 d of exposure to abamectin at concentrations higher than 10 mg a.i. kg<sup>-1</sup>, the surviving *P. excavatus* showed fragmentation of their segments, amputation at the posterior end and became very thin and shorter. A significantly higher mortality rate (83-98%;  $P < 0.05$ ) and biomass loss (90.3 - 97.3%) was found with abamectin concentrations of 10-50 mg a.i. kg<sup>-1</sup> compared to those at 1.0 (20%, 57.3%) and 0.1 (2.5%, 24.8%) mg a.i. kg<sup>-1</sup>, although the control group showed an increment in biomass (67.7%) without any mortality (Figure 4).

With respect to very low abamectin concentrations (0.1 and 1.0 mg a.i. kg<sup>-1</sup>), the biomass loss of *P. excavatus* was more sensitive than the mortality in indicating the toxic effects of abamectin. Biomass loss in earthworms has previously been reported for fungicides (Helling et al., 2000) and pesticides (De Silva et al., 2010, Domínguez et al., 2015, Nunes et al., 2016), where it appeared to be a good indicator of physiological stress.

### 3.3 Cocoon production

In addition to the reduced biomass and increased mortality (section 3.2) reproduction in *P. excavatus* was also significantly ( $P < 0.05$ ) reduced when exposed to sublethal concentrations of abamectin. No juveniles or cocoons were found in the soil treated with abamectin at 20 mg a.i. kg<sup>-1</sup> or higher concentration after 28 d.

An average of nearly 44.3 juveniles were produced per worm in the control soil. The number of offspring equalled the number of cocoons which, since this species generally have just one offspring per cocoon (Edwards et al. 1998; Bhattacharjee and Chaudhuri, 2002), gives a hatchling rate of almost 100%. The number of offspring numerically decreased as the abamectin concentration increased (Table 2), and this was significantly lower ( $P < 0.05$ ) at abamectin concentrations of 10 mg a.i. kg<sup>-1</sup> and higher. Amongst all produced juveniles (375 individuals), two (0.53%) were found to have an abnormal morphology, including having two heads (Figure 5) at an abamectin concentration of 10 mg.a.i kg<sup>-1</sup>. However, perhaps due to the small sample size, this frequency of occurrence is not significant compared to the control and the lower concentration of abamectin ( $P = 0.073$ ).

The average reproduction rate (1.4 cocoons worm<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> per day) is very similar to the number obtained by Reinecke and Hallatt (1989) under an environmental controlled chamber, but is just over 3.3-fold higher than that reported by Karmegam and Daniel (2009), at 0.42 cocoons worm<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. However, this reproduction rate is still very low as compared to the 80-92 juveniles reported by De Silva et al. (2010).

Regardless, there was a similar trend of an increasing dosage of toxin significantly reducing the number of juveniles produced. Jensen et al. (2007) evaluated the toxic effect of abamectin using *Eisenia fetida*, and found no cocoons were produced by *E. fetida* at an abamectin soil concentration of 5 mg a.i kg<sup>-1</sup> while cocoon production

was reduced by more than 50% at 1 mg a.i. kg<sup>-1</sup>. Gaupp-Berghausen et al. (2015) also reported a decreased reproduction of *Lumbricus terrestris* and *Aporrectodea caliginosa* with increasing glyphosate dosages.

#### 3.4 Histological alterations of the earthworm's body wall and intestines

Generally, the body wall of *Perionyx excavatus* has three layers, namely the epidermis (E), circular muscle (CM) and longitudinal muscle (LM), as shown in **Figure 6A**. The presence of abamectin caused histological alterations in these three layers. Abamectin at a very low concentration (0.021 µg cm<sup>-2</sup>) did not cause a morphological change to the body wall, but caused an infarction in the body wall prior to the loss or subtle of Masson's trichrome stain (**Figure 6B**). With increasing abamectin concentrations the morphology of the body wall started to show changes, where at 0.21 µg cm<sup>-2</sup> the mucocytes of the epidermis (E) showed an irregular surface and cellular compartmentation (**Figure 6C**). Further increasing the concentration of abamectin to 2.12 µg cm<sup>-2</sup> induced an extreme pathology of the body wall of *P. excavates*, where the whole body wall lost its intact nature (**Figure 6D**). Besides the body wall, histological observation also showed the disintegration of the E, CM and LM of the clitellum (**Figure 7A–D**).

The intestine of *P. excavatus* from the control treatment consisted of the epithelium (EP), CM and chloragogenous cells (ChC), as shown in **Figure 8A**. Histopathological changes in the transverse section of the intestine of *P. excavatus* (EP and ChC), during exposure to abamectin at 50 mg a.i. kg<sup>-1</sup> were evident. As shown in **Figure 8B**, the nicely arranged villi and feathering of the epithelium surface were damaged with clear evidence of necrosis in the EP. In addition, the ChC were totally detached with the muscle layer.

A number of studies have evaluated the effect of abamectin on *Eisenia fetida* (Jensen et al., 2007; Torkani et al., 2011), *Eisenia andrei* (Kolar et al., 2008) and *Lumbricus terrestris* (Torkhani et al., 2011). However, no published data is available on the histopathology induced by abamectin. Nevertheless, histopathological changes in earthworms have frequently been reported after exposure organic and heavy metal pollutants (Reddy and Rao, 2008; Kiliç, 2011), insecticides (Wang et al., 2015),

pesticides (Saxena et al., 2014; Rico et al., 2016) and herbicides (Morowati, 2000). Disintegration of the body wall, damage to the muscles layers and deformation of the ChC were the most common responses observed and reported in earthworms after exposure to pesticides. However, no hypertrophy was observed in this study when *P. excavatus* was exposed to abamectin. Atrophy is the general physiological process of tissue breakdown, and as a result, the body wall of the earthworm becomes thinner. This is most probably because of the mechanism of action of abamectin that inhibits transmission between inhibitory motoneurons and muscles (Shoop et al. 1995; Ding et al. 2001) and so results in a slow-onset rigid paralysis. However, this hypothesis is yet to be confirmed.

According to Markad et al. (2015), the histological changes in earthworms when exposed to contaminated soil or the contaminant itself are caused by a reinforced biochemical and cytogenotoxic response, where the membrane lipid in the exposed earthworms is seriously deleterious, mainly because the antioxidant defence system of the organism is insufficient to handle the introduced substances. The results of this study showed a similar response profile, where the higher the concentration of abamectin, the more seriously damaged was the body wall and digestive system. Biomarkers such as morphological and histological alterations, are helpful and can be an important element in the ecological risk assessment of soil conditions as well as a tool to assess the pesticide toxicity on earthworms.

#### **4.0 Conclusion**

In summary, we demonstrated that abamectin has significant effects on *P. excavatus*, including concentration-dependent distinct morphological changes, biomass loss, reduced cocoon production and histological alterations. Abamectin is widely used in tropical countries to overcome different phytophagous pests in agricultural farms. Farmers may start applications from the recommended dosage (5-27 g ha<sup>-1</sup>) but typically progress to higher effective dosages depending upon local conditions and pest resistance in an attempt to ensure its effectiveness. This can control the pest outbreak, but the effect of abamectin on the underground organisms including earthworms (the soil engineer) remain largely unknown.

From the results of this study, the drawback of the high dosage application of abamectin is that the growth and reproduction of the tropical earthworm *P. excavatus* is significantly detrimentally affected. Moreover, pesticides are often applied as cocktails, and the additive or synergistic effects of other pesticide residues in the soil with abamectin on soil organisms remains to be determined. Future and more detailed studies are necessary to study the effect of abamectin on ecologically different earthworms or other earthworms that are found surrounding vegetable farms and their histopathological alterations.

### **Acknowledgements**

This research was mainly funded by The Thailand Research Fund Senior Scholar Grant (2016e2018), RTA 5880002 and the Centre of Excellence on Biodiversity (2016e2018), BDC-PG1-159006. Sincere gratitude is owed to all members of the Animal Systematics Research Unit, Chulalongkorn University for helping in conducting the experiments. Special thanks to Assistant Professor Dr. Puttaruksa and Associate Professor Dr. Pakorn Varanusupakul for helping in pesticide preparation. The first author was funded by the Rachadapisaek Sompote Fund under the Postdoctoral Fellowship Scheme, The Graduate School, Chulalongkorn University.

### **References**

- An, Y.J., Lee, W.M., 2008. Comparative and combined toxicities of toluene and methyl tert-butyl ether to an Asian earthworm *Perionyx excavatus*. *Chemosphere* 71, 407–411.
- Bhattacharjee, G., Chaudhuri, P.S. 2002. Coccon production, morphology, hatching pattern and fecundity in seven tropical earthworm species – a laboratory-based investigation. *J. Biosci.* 27(3), 283–294.
- Campbell, W., 1989. Ivermectin and Abamectin. Springer Verlag, New York, pp. 363.
- Chandrawathani, P., Nurul Aini R., 2012. Current trends in helminth parasite control in small ruminants in Malaysia and South East Asia. *Mal. J. Vet. Res.* 3, 23–28.
- Corbett, G. H., Pagden, H. T., 1941. A review of some recent entomological investigations and observations. *The Mal. Agri. J.* 29, 347–75.
- De Silva, P.M.C.S., Pathiratne, A., Van Gestel, C.A.M., 2010. Toxicity of chlorpyrifos, carbofuran, mancozeb and their formulations to the tropical earthworm *Perionyx excavatus*. *Appl. Soil Ecol.* 44, 56-60.

- Diao, X., Jensen, J., Hansen, A.D., 2007. Toxicity of anthelmintic abamectin to four species of soil invertebrates. *Environ. Pollut.* 148, 514–519.
- Ding, J., Drewes, C. D., Hsu, W. H. 2001. Behavioral effects of ivermectin in a freshwater oligochaete, *Lumbriculus variegatus*. *Environm. Toxicol. Chem.* 20(7), 1584–1590.
- Dittbrenner, N., Schmitt, H., Capowiez, Y., Tribskorn, R., 2011. Sensitivity of *Eisenia fetida* in comparison to *Aporrectodea caliginosa* and *Lumbricus terrestris* after imidacloprid exposure. Body mass change and histopathology. *J. Soils. Sed.* 11: 1000.<http://doi.org/10.1007/s11368-011-0397-5>
- Dittbrenner, N., Tribskorn, R., Moser, I., Capowiez, Y., 2010. Physiological and behavioral effects of imidacloprid on two ecologically relevant earthworm species (*Lumbricus terrestris* and *Aporrectodea caliginosa*). *Ecotoxicology* 19(8), 1567–1573.
- Domínguez, A., Brown, G.G., Sautter, K.D., De Oliveira, C.M.R., De Vasconcelos, E.C., Niva, C.C., Bartz, M.L.C., Bedano, J.C., 2015. Toxicity of AMPA to the earthworm *Eisenia Andrei* Bouché, 1972 in tropical artificial soil. *Sci. Rep.* 6, 19731.
- Dybas, R.A., 1989. Abamectin use in crop protection. In Chapter 20 Ivermectin and Abamectin. Springer-Verlag, New York, pp. 287–310.
- Edward, C.A., Dominguez, J., Neuhauser, E.F., 1998. Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* (Perr.) (Megascolecidae) as factors in organic waste management. *Biol. Fertil. Soils* 27, 155-161.
- Epe, C., Kaminsky, R., 2013. New advancement in anthelmintic drugs in veterinary medicine. *Trends Parasitol.* 29(3), 129–134.
- Fernando, V.K., Perera, I.C., Dangalle, C.D., Premawansa, S., Wijesinghe, M.R., 2015. Histological alteration in the body wall of the tropical earthworm *Eudrilus eugeniae* exposed to hexavalent chromium. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 94, 744–748.
- Gaupp-Berghausen, M., Hofer, M., Rewald, B., Zallar, J.G., 2015. Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. *Sci. Rep.* 5, 12886.
- Halley, B.A., VandenHeuvel, W.J.A., Wislocki, P.G., 1993. Environmental effects of the usage of avermectins in livestock. *Vet. Parasitol.* 48, 109–125.
- Helling, B., Reinecke, S.A., Reinecke, A.J., 2000. Effects of the fungicide copper oxychloride on the growth and reproduction of *Eisenia fetida* (Oligochaeta). *Ecotox. Environ. Safe.* 46, 108–116.
- Hole, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V., Evan, A.D., 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biol. Conservat.* 122, 113–130.
- Jensen, J., Diao, X., Scott-Fordsmand, J.J., 2007. Sublethal toxicity of the antiparasitic abamectin on earthworms and the application of neutral red retention time as a biomarker. *Chemosphere* 68, 744–750.
- Johnston, A.S.A., Hodson, M.E., Thorbek, P., Alvarez, T., Sibly, R.M., 2014. An energy budget agent-based model of earthworm populations and its application to study the effects of pesticides. *Ecol. Model.* 280, 5–17.

- Karmegam, N., Daniel, T., 2009. Growth, reproductive biology and life cycle of the vermicomposting earthworm, *Perionyx ceylanensis* Mich. (Oligochaeta: Megascolecidae). *Biores. Technol.* 100, 4790–4796.
- Katagi, T., Ose, K., 2015. Toxicity, bioaccumulation and metabolism of pesticides in the earthworm. *J. Pest. Sci.*, 40(3), 69–81.
- Kiliç, G.A., 2011. Histopathological and biochemical alterations of earthworm (*Lumbricus terrestris*) as biomarker of soil pollution along Porsuk River Basin (Turkey). *Chemosphere* 83, 1175–1180.
- Kolar, I., Eržen, N.K., Hogerwerf, L., Van Gestel, C.A.M., 2008. Toxicity of abamectin and doramectin to soil invertebrates. *Environ. Pollut.* 151, 182–189.
- Lam, P.K.S., Gray, J.S., 2003. The use of biomarkers in environmental monitoring programmes. *Mar. Pollut. Bull.* 46, 182–186.
- Lasota, J.A., Dybas, R.A., 1990. Abamectin as a pesticide for agricultural use. *Acta Leiden* 59 (1-2), 217–225.
- López-De León, A., Rojkind, M., 1985. A simple micromethod for collagen and total protein determination in formalin-fixed paraffin-embedded sections. *J. Histochem. Cytochem.* 33, 737-743.
- Lourenço, J., Silva, A., Carvalho, F., Oliveira, J., Malta, M., Mendo, S., Gonçalves, F., Pereira, R., 2011. Histopathological changes in the earthworm *Eisenia andrei* associated with the exposure to metals and radionuclides. *Chemosphere* 85, 1630–1634.
- Maboeta, M.S., Reinecke, A.J., Reinecke, S.A., 1999. Effects of low levels of on growth and reproduction of Asian earthworm *Perionyx excavatus* (Oligochaeta). *Ecotoxicol. Environ. Safe.* 44, 236–240.
- Maboeta, M.S., Reinecke, S.A., Reinecke, A.J., 2004. The relationship between lysosomal biomarker and organismal responses in an acute toxicity test with *Eisenia Fetida* (Oligochaeta) exposed to the fungicide copper oxychloride. *Environ. Res.* 96, 95–101.
- MAMPU, 2016. [http://www.data.gov.my/data/ms\\_MY/dataset/keluasan-dan-pengeluaran-tanaman-sayur-sayuran-terpilih-2009-2014](http://www.data.gov.my/data/ms_MY/dataset/keluasan-dan-pengeluaran-tanaman-sayur-sayuran-terpilih-2009-2014).
- Markad, V. L., Gaupale, T.C., Bhargava, S., Kodam, K.M., 2015. Biomarker responses in the earthworm, *Dichogaster curgensis* exposed to fly ash polluted soils. *Ecotoxicol. Environment. Saf.* 118, 62–70.
- McKeller, Q.A., 1997. Ecotoxicology and residue of anthelmintic compounds. *Vet. Parasitol.* 72, 413–435.
- Morowati, M., 2000. Histochemical and histopathological study of the intestine of the earthworm (*Pheretima elongata*) exposed to a field dose of the herbicide glyphosate. *The Environmentalist* 20, 105–111.
- Nunes, M.E.T., Daam, M.A. Espíndola, E.L.G., 2016 Survival, morphology and reproduction of *Eisenia andrei* (Annelida, Oligochaeta) as affected by Vertimec® 18EC (a.i. abamectin) in tests performed under tropical conditions. *Appl. Soil Ecol.* 100, 18–26.
- Reddy, N.C., Rao, J.V., 2008. Biological response of earthworm, *Eisenia fetida* (Savigny) to an organophosphorous pesticide. Profenofos. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 71, 574–582.

- Reinecke, A.J., Hallatt, L., 1989. Growth and cocoon production of *Perionyx excavatus* (Oligochaeta). Biol. Fertl. Soils 8, 303–306.
- Rico, A., Sabater, C., Castillo, M.-A., 2016. Lethal and sub-lethal effects of five pesticide used in rice farming on the earthworm *Eisenia fetida*. Ecotoxicol. Environment. Saf. 127, 222–229.
- Saxena, P.N., Gupta, S.K., Murthy, R.C., 2014. Comparative toxicity of carbaryl, carbofuran, cypermethrin and fenvalerate in *Metaphire posthuma* and *Eisenia fetida*- A possible mechanism. Ecotoxicol. Environmen. Saf. 100, 218–225.
- Shoop, W. L., Mrozik, H., Fisher, M. H., 1995. Structure and activity of avermectins and milbemycins in animal health. Vet, Parasitol. 59, 139–156.
- Sun, Y.J., Diao, X.P., Shen, J.Z., 2005. Effects of Avermectin B1a on soil microorganism and earthworm (*Eisenia fetida*). Chemosphere 16(11), 2140–2143.
- Torkhani, A.L., Eržen, N. K., Kolar, L., Celesetina, T.V., Leštan, D., 2011. Does ivermectin attract earthworms? J. Soil. Sed. 11, 124–128.
- Virginia, F., Gruber, V.F., Bruce, A., Halley, B.A., Hwang, S.C., Ku, C.C., 1990. Mobility of avermectin B1a in soil. J. Agric. Food Chem. 38, 886–890.
- Wang, K., Pang, S., Mu, X., Qi, S., Li, D., Cui, F., Wang, C., 2015. Biological response of earthworm, *Eisenia fetida*, to five neonicotinoid insecticides. Chemosphere 132, 120–126.
- Zang, Y., Zhong, Y., Luo, Y., Kong, Z.M., 2000. Genotoxicity of two novel pesticides for earthworm, *Eisenia fetida*. Environ. Pollut. 108, 271–278.

### **Figure captions**

Figure 1. Representative morphological changes shown by *P. excavatus* after a 48-h exposure to abamectin on filter paper at concentrations of (A) 0 (control), (B) 0.021, (C) 0.21, (D) 2.12, (E) 10.6, (F) 21.2, (G) 106.1 and (H) 212  $\mu\text{g cm}^{-2}$ . **Insert at line 166 page 6**

Figure 2. Mortality rate of adult *P. excavatus* after a 7- and 14-d exposure to different doses of abamectin. Data are shown as the mean  $\pm$  1SD, derived from four replications. Means with a different letter are significantly different (ANOVA: Tukey's test;  $P < 0.05$ ). **Insert at line 238 page 8**

Figure 3. Biomass loss of adult *P. excavatus* after a 7- and 14-d exposure to different doses of abamectin. Data are shown as the mean  $\pm$  1SD, derived from four replications. Means with a different letter are significantly different (ANOVA: Tukey's test;  $P < 0.05$ ). **Insert at line 239 page 8**

Figure 4. Biomass loss and mortality rate of adult *P. excavatus* after 28 d of exposure to different doses of abamectin. Data are shown as the mean  $\pm$  SD, derived from four replications. Means with a different letter are significantly different (ANOVA: Tukey's test;  $P < 0.05$ ). **Insert at line 266 page 9**

Figure 5. Abnormal morphology (white circled) shown by a newly hatched *P. excavatus* offspring produced in an abamectin concentration of 10 mg a.i. kg<sup>-1</sup>. **Insert at line 285 page 10**

Figure 6. Histological changes observed in longitudinal sections of the epidermal surface in *P. excavatus* after exposure to abamectin on filter paper at (A) 0 (control), (B) 0.021, (C) 0.21 and (D) 2.12 µg cm<sup>-2</sup>. (A) Epidermis and muscles layer in control earthworms, (B) an infarction in body wall prior to the loss or subtle of Masson's trichrome stain in the epidermis and muscle layers, (C) atrophy response with mucocytes of the epidermis showing an irregular surface and cellular compartmentation and (D) an extreme pathology characterized by a loss of the integrity of the whole body wall. Key: *EP* epidermis, *CM* circular muscle layer, *LM* longitudinal muscle layer, \*disrupted cellular compartmentation and an increased occurrence of intercellular spaces, ↓ the thinning and dispersion of epidermis, circular and longitudinal muscle layer. **Insert at line 304 page 10**

Figure 7. Histological changes observed in longitudinal section of the clitellum in *P. excavatus* to abamectin after exposure to abamectin on filter paper at (A) 0 (control), (B) 0.021, (C) 0.21 and (D) 2.12 µg cm<sup>-2</sup>. (A) Normal clitellum (control), (B) Loss or subtle of Masson's trichrome stain in the clitellum, loss of cell shape and structural organization of the muscle layer and drastic damage in the clitellum, (C,D); ↓ disrupted cellular compartmentation and an increased occurrence of intercellular spaces. Key: \* cell disintegrated. **Insert at line 315 page 11**

Figure 8. Effect of abamectin on the intestine tissue of *P. excavatus* after a 48-h exposure to abamectin at (A) 0 (control) or (B) 50 mg kg<sup>-1</sup> soil showing the irregular cell shape, cellular compartmentation with almost total damage to the epithellum (EP) and chloragogue cells (ChC). Key: \* cytoplasm of sparse density, intercellular space enhanced and ChC totally detached with the circular muscles layer (CM). **Insert at line 317 page 11**

### List of Tables

Table 1. Biomass loss and mortality rate of *P. excavatus* after a 48-h exposure to abamectin.

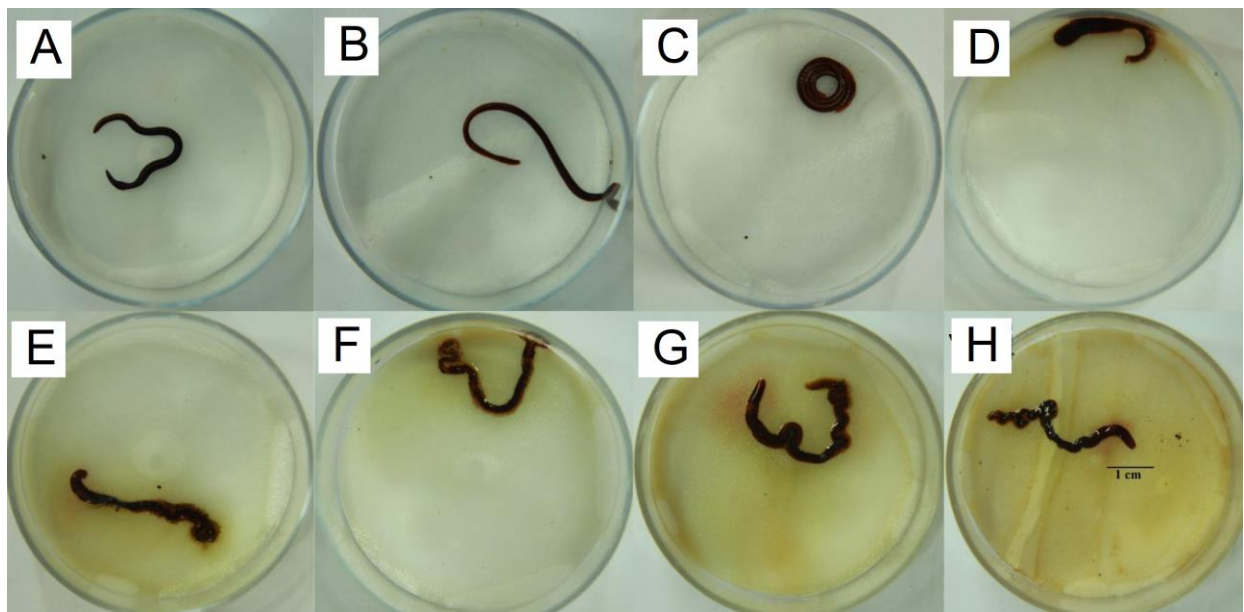
Abamectin concentration (mg L <sup>-1</sup> )	Abamectin concentration (μg cm <sup>-2</sup> ) <sup>†</sup>	Biomass loss (%)	Mortality rate
0.0 (Control)	0.0 (Control)	10.77 ± 5.86 <sup>b</sup>	0.00
0.3	0.021	12.11 ± 4.33 <sup>b</sup>	10.00
3.0	0.21	15.22 ± 5.70 <sup>b</sup>	30.00
30	2.12	21.39 ± 11.73 <sup>a</sup>	97.50
150	10.6	nil*	100.00
300	21.2	nil*	100.00
1500	106.1	nil*	100.00
3000	212	nil*	100.00

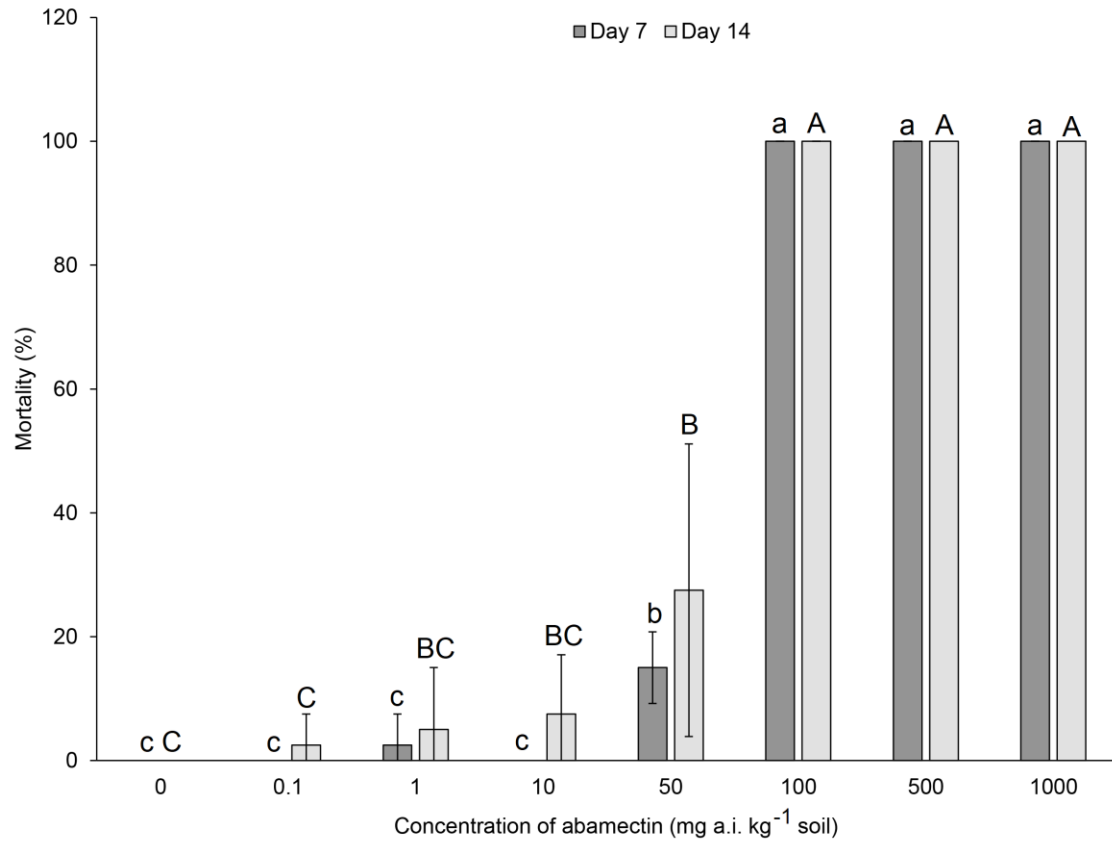
<sup>†</sup> Derived from the actual concentration (x

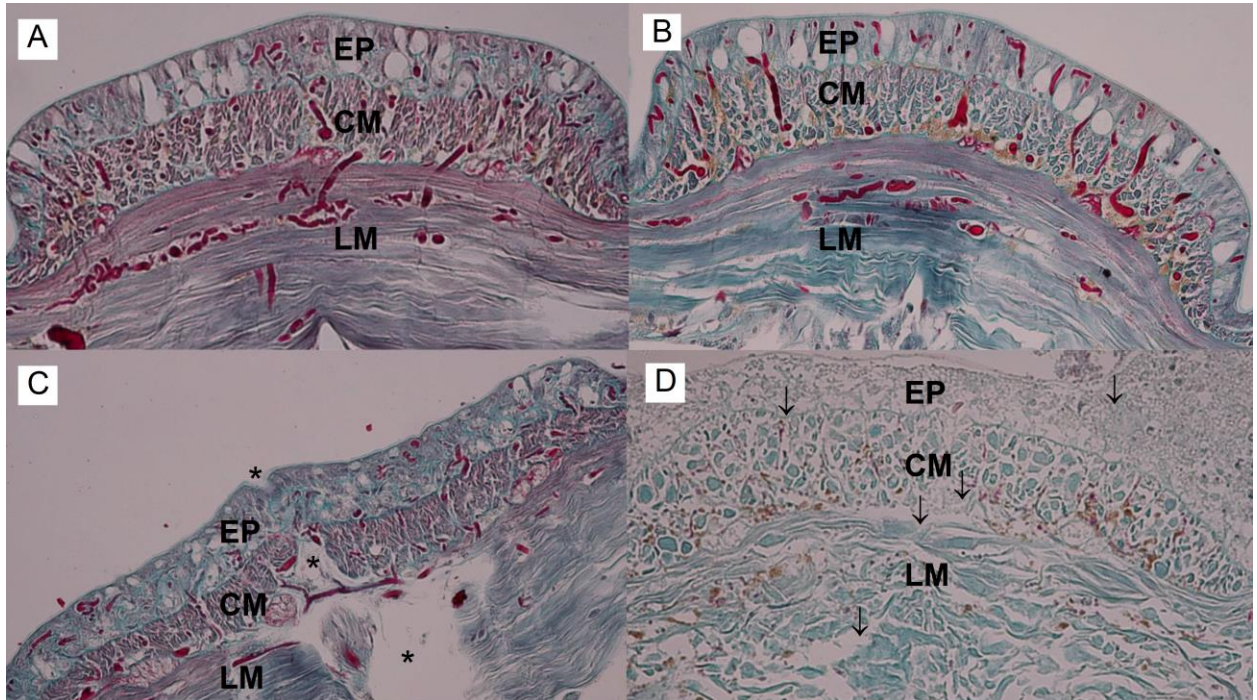
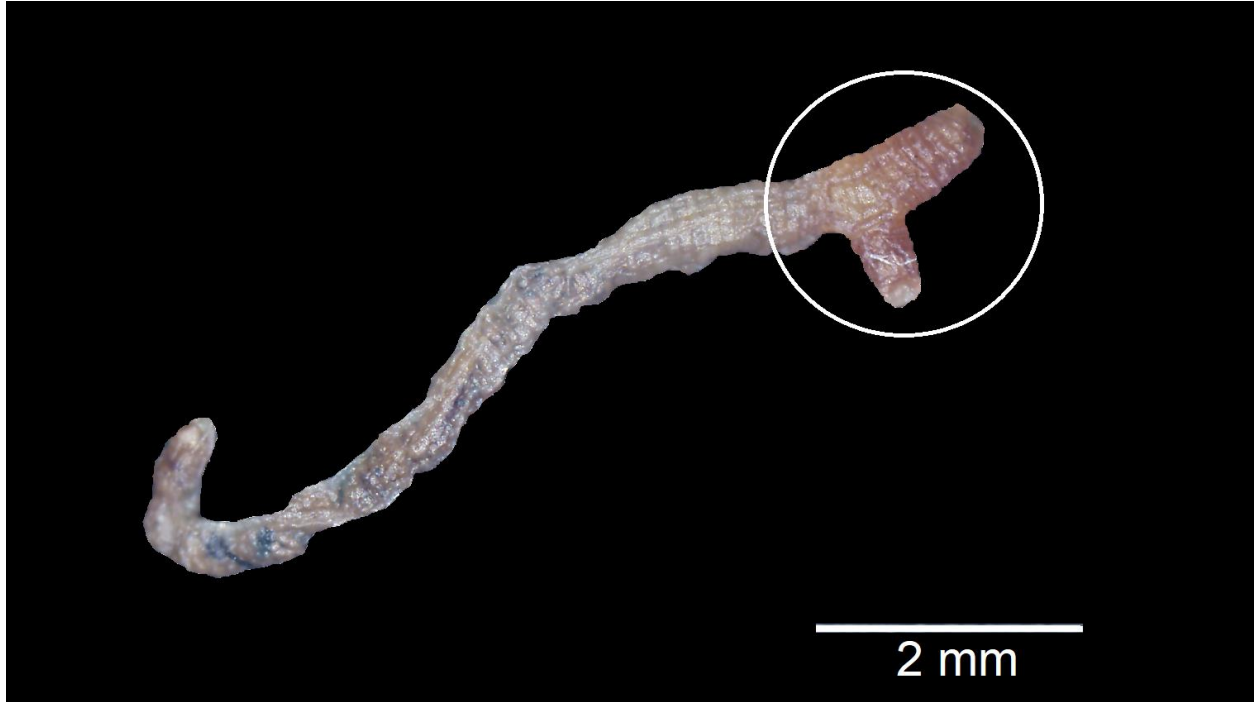
mg L<sup>-1</sup>) by  $2x/9\pi$  μg cm<sup>-2</sup>

\*nil = At abamectin concentrations higher than 2.12 μg cm<sup>-2</sup> the biomass loss could not be reliably measured due to the deformed shape of *P. excavatus* and their strong attachment to the filter paper.

Insert at line 190 page 7







#### 1.4 การวิจัยสปีชีส์ต่างถิ่น (Alien species) ผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาบริการ

ตามที่หนองบัวลำภูเป็นสปีชีส์ต่างถิ่น ได้ระบาดเข้าประเทศไทย และประเทศใกล้เคียง สร้างความตื่นตระหนกให้แก่เกษตรกร และประชาชนทั่วไป เนื่องจากเป็นหนองบัวลำภูที่กินอาหารทุกประเภทค่อนข้าง aggressive เกรงว่าจะมาทำให้สปีชีส์ของหอยทาก ไล่เดือน และหนองอื่นๆ สูญพันธุ์ได้สำนักงานและกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้มอบหมายให้ สกว. ติดตามและทำวิจัยในเรื่องนี้ หน่วยวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จึงได้จัดการแถลงข่าวให้ความรู้ทางวิชาการ นำเสนอแผนงานวิจัย เพื่อลดความตื่นตระหนก และการนำเสนอข่าวของสื่อต่างๆ ในเรื่องของสปีชีส์ต่างถิ่นรุกราน หนองบัวลำภูนี้ดังต่อไปนี้

##### กำหนดการแถลงข่าว

“หนองบัวลำภู: แนวทางการวิจัยเพื่อให้ความรู้แก่สังคม และเพื่อการควบคุมการระบาด”

ณ ห้องประชุม 215 ตึกเคมี 2 คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันศุกร์ที่ 1 ธันวาคม 2560

12.30-13.30 ผู้สื่อข่าวลงทะเบียน

พิธีกร : อ.ดร.นนทวิชญ์ ตันทวนิช

13.30-13.40	กล่าวต้อนรับ และขอบคุณผู้สื่อข่าว	รศ. ดร. พลกฤษณ์ แสงวณิช คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
13.40-14.00	กล่าวถึงความเป็นมาของการพบหนองบัวลำภูในประเทศไทย	ดร. นนณ์ ภาณิตวงศ์ ผู้ก่อตั้งกลุ่มอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ (siamensis.org)
14.00-14.20	กล่าวถึงแนวทางการสนับสนุนการวิจัยเพื่อให้ความรู้ และเพื่อการควบคุมสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นรุกราน (Invasive Alien Species) และหนองบัวลำภู	ศ. ดร. สมปอง คล้ายหนองสรวง ผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
14.20-15.00	สรุปรายงานเรื่องของหนองบัวลำภู การทดลองเบื้องต้น การพิสูจน์เอกลักษณ์ และผลกระทบต่อการสูญพันธุ์ของหอยทากสายพันธุ์ท้องถิ่น การวางหัวข้อการวิจัยและทีมงานวิจัย และการติดตามผล	ศ. ดร. สมศักดิ์ ปัญหา ผู้อำนวยการศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)
15.00-16.00	ผู้สื่อข่าวซักถาม และชมนิทรรศการ	
16.00	ปิดการแถลงข่าว	

ประมวลข้อเขียนหน่วยงานภาครัฐ ศาลเอกชน มูลนิธิ สมาคม และประชาชน ร่วมพิธีทำบุญตักบาตรข้าวสาร อาหารแห้งพระสงฆ์และสามเณร 901 รูป ถวายพระราชกุศลพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร

🏠 > วิทยาศาสตร์ > สกว. สกอ. และจุฬาฯ เร่ง วิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับหนอนตัวกินใบและชนิดพันธุ์ต่างถิ่นอื่นๆ เพื่อการควบคุมการ...

### สกว., สกอ. และจุฬาฯ เร่ง วิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับหนอนตัวกินใบและชนิดพันธุ์ต่างถิ่นอื่นๆ เพื่อการควบคุมการระบาดและกำหนดแนวทางการกำจัดกำจัดศัตรูพืช

1 ธ.ค. 2560 | (105 ผู้เข้าชม) | 

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เร่ง วิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับหนอนตัวกินใบและชนิดพันธุ์ต่างถิ่นอื่นๆ เพื่อการควบคุมการระบาดและกำหนดแนวทางการกำจัดกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะการประเมินระดับความรุนแรงการรุกรานต่อระบบนิเวศและชนิดพันธุ์ของหอยทากหรือเหยื่ออื่นๆในท้องถิ่น

**ศ.สมศักดิ์ ปัญหา** เภรวิจัยอาวุโส สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในฐานะผู้อำนวยการศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และอาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กล่าวถึงกรณีหนอนตัวกินใบที่มีผลกระทบต่อการผลิตพืชของหอยทาก ว่า หนอนตัวกินใบตัวกินใบ เป็นสัตว์กลุ่มเดียวกับหนอนตัวกินใบอื่นๆที่อาศัยอยู่บนบก เช่น พลาเนียเรียมและหนอนหัวค้อน ดำรงชีวิตแบบอิสระและเป็นปลาล่าสัตว์ชนิดอื่นเป็นอาหาร มีถิ่นกำเนิดบริเวณเกาะปาปัวนิวกินี ประเทศอินโดนีเซีย และแพร่กระจายไปตามหมู่เกาะแปซิฟิกข้างเคียง พบว่า หนอนชนิดนี้สามารถกลืนกินหอยทากเป็นอาหาร จึงนำเข้ามาจนถึงกล่าวมาจำกัดหอยทากยักษ์แอฟริกาในประเทศญี่ปุ่นและฟิลิปปินส์ ซึ่งหนอนชนิดนี้ถูกจัดให้เป็น 1 ใน 100 ชนิดสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นรุกรานของโลก เนื่องจากกลืนกินหอยทากพื้นถิ่นเป็นอาหาร ทำให้จำนวนและความหลากหลายของหอยทากในพื้นที่ลดลง รวมทั้ง ยังไล่ไล่เคียนดิน หนอนตัวกินใบ หนอนตัวกินใบชนิดอื่นๆ เหาไม่ และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดเล็กเป็นอาหาร ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพและความสมบูรณ์ของระบบนิเวศในระยะยาว ที่สำคัญหนอนตัวกินใบตัวกินใบมีกลไกการป้องกันตนเองด้วยการขาดออกซิเจนที่อกอกบริเวณอก แต่หอยทากสามารถเจริญเติบโตเป็นตัวที่สมบูรณ์ได้ภายในเวลา 2 สัปดาห์ ถือเป็นภัยคุกคามที่รุนแรงไม่อาจคาดไม่ถึง ปัจจุบันหนอนตัวกินใบแพร่กระจายไปทั่วโลก ทั้งนี้ การประเมินระดับความรุนแรงและการรุกรานของหนอนตัวกินใบนี้ ต้องอาศัยการศึกษาผลกระทบต่อระบบนิเวศและชนิดพันธุ์ของหอยทากหรือเหยื่ออื่นๆในท้องถิ่นอย่างรอบคอบ ซึ่งการตีตราหอยทากกินใบไปของสังคมอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดและกำจัดหนอนชนิดอื่นที่เป็นชนิดท้องถิ่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศแทน เช่น หนอนหัวค้อนและหนอนริบบิ้น ที่มีสีและลักษณะลำตัวที่แตกต่างกับหนอนตัวกินใบ แต่มีบทบาทเป็นผู้ล่าและช่วยควบคุมปริมาณของสัตว์หน้าดินให้มีปริมาณที่เหมาะสม และเป็นอาหารของสัตว์ชนิดอื่น

ขณะที่ ศ.สมพงษ์ คุ้ยหอมองสรอง ผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กล่าวถึงแนวทางสนับสนุนทุนวิจัยที่สนับสนุนการวิจัยที่พัฒนาเป็นองค์ความรู้ในหลายมิติ เพื่อช่วยควบคุมสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นรุกราน (Invasive Alien Species) อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักวิชาการสากล ว่า จากการหารือร่วมกับกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและหลายภาคส่วน จำเป็นต้องสนับสนุนสร้างองค์ความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับหนอนตัวกินใบและชนิดพันธุ์ต่างถิ่นอื่นๆ โดย สกว.ยินดีจะสนับสนุนการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการป้องกัน ด้วยการศึกษาวิทยความรู้อันเนื่องมาจากสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นที่รุกรานเร่งด่วน และจัดทำประเด็นวิจัยตามแนวทางสากลในระบบนิเวศของประเทศไทยและภูมิภาค เพื่อให้ความรู้ที่ถูกต้องกับสังคมและควบคุมการระบาด เช่น การพิสูจน์เอกลักษณ์ของชนิดพันธุ์ด้วยวิธีการทางสัณฐานวิทยาและอนุชีววิทยา (ความสัมพันธ์ของดีเอ็นเอ) การวิเคราะห์ที่สัณฐานวิทยาที่เป็นเหยื่อของหนอน เพื่อเปิดจุดแข็งจุดอ่อนของหนอนชนิดนี้ด้านชีววิทยาแขนงต่างๆ เช่น พฤติกรรมและนิเวศวิทยา ในการสนับสนุนแนวทางวิเคราะห์แผนควบคุมนำไปสู่การเฝ้าระวังติดตามสถานการณ์แพร่กระจายในปัจจุบันและอนาคต ทราบทิศทางการแพร่กระจายตั้งแต่อดีต การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นและมนุษย์ การเปรียบเทียบพื้นที่การแพร่กระจายในพื้นที่ถิ่นอาศัยของมนุษย์และพื้นที่อนุรักษ์จากข้อมูลวิจัยที่ฐานที่ควรทำอย่างเข้มข้น

**ข้อมูลข่าวและที่มา**

ผู้สื่อข่าว : ปิยาพรรณ ยัมเทียน / สก.

ผู้เรียบเรียง : ปิยาพรรณ ยัมเทียน / สก.

แหล่งที่มา : Radio-สถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย

108news <http://www.108news.net>

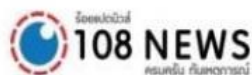
Rating: ★☆☆☆

บันทึกไฟล์เมื่อ: เสาร์ 2 ธันวาคม 2560 เวลา 07:44

Site Value: 5,000

PRValue (x1): 5,000

หัวข้อข่าว: นักวิจัยแนะนำยาต้านตระหนกกรณีหนอนนิวกินี



ข่าวทั่วไทย ข่าวเด่น ความรู้ สัตว์โลก

## นักวิจัยแนะนำยาต้านตระหนกกรณีหนอนนิวกินี

โดย admin - ธันวาคม 1, 2017

9



เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2560 ที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดร. สมศักดิ์ ปัญญา เมธีวิจัยอาวุโส สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และ ผอ. ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา(สกอ.) กล่าวถึงการที่มีกระแสความกังวลจากการพบหนอนตัวแบนนิวกินี ว่า จากการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างทำวิจัยและตรวจทางพันธุกรรม (ดีเอ็นเอ) ได้ผล100% เป็นหนอนตัวแบนนิวกินีแน่นอน ส่วนผลกระทบร้ายแรงต่อสภาพแวดล้อม ยังไม่พบปัญหา โดยเท่าที่พบมากตามชุมชน ชาวบ้านยังคงคาดหวังในทางที่ดีว่า หนอนชนิดนี้จะช่วยกินหอยทากแอฟริกา แต่ก็ไม่หมด ส่วนผลต่อระบบนิเวศน์ยังคงตรวจไม่พบ อย่างไรก็ตาม ในเบื้องต้นพบว่าหนอนชนิดนี้ มักอยู่ในชุมชนที่มีคนอยู่ ส่วนเขตป่าอนุรักษ์ไม่ค่อยพบ อาจเป็นเพราะมีศัตรูธรรมชาติ

108news <http://www.108news.net>

Rating: ★☆☆

บันทึกไฟล์เมื่อ: เสาร์ 2 ธันวาคม 2560 เวลา 07:44

Site Value: 5,000

PRValue (x1): 5,000

หัวข้อข่าว: นักวิจัยแนะนำยาต้นตระกูลหน่อหนูกินี



” สำหรับชาวบ้านที่พบหนอนชนิดนี้ แนะนำว่าไม่ควรจับ ให้แจ้งที่คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หากจะ  
ทำลายเองโดยใช้เกลือโรย ให้ระวังจะทำลายหอยทากในธรรมชาติ”

ดร. สมศักดิ์กล่าวว่า จะเริ่มทำวิจัยหนอนชนิดนี้ร่วมกับประเทศกลุ่มอาเซียน ในประเด็นความหลากหลาย ระบบ  
นิเวศวิทยา ผลกระทบต่อท้องถิ่น กลไกการควบคุมในธรรมชาติ ศึกษาสายพันธุ์ การพิสูจน์เอกลักษณ์ การเฝ้าระวัง  
ติดตาม ศึกษาผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นและมนุษย์ และการวิเคราะห์อนุชีวศาสตร์

108news <http://www.108news.net>

Rating: ★☆☆☆

บันทึกไฟล์เมื่อ: เสาร์ 2 ธันวาคม 2560 เวลา 07:44

Site Value: 5,000

PRValue (x1): 5,000

หัวข้อข่าว: นักวิจัยแนะนำยาต้านมะเร็งท่อน้ำเหลืองชนิดใหม่



สำหรับ หนอนตัวแบนชนิดนี้ มีถิ่นกำเนิดบริเวณเกาะปาปัวตะวันตก ประเทศอินโดนีเซีย แพร่กระจายตามหมู่เกาะแปซิฟิก ข้างเคียง ขนาดยาว 5 ซม. กว้าง 0.5 ซม. ด้านหลังสีน้ำตาลเข้มถึงดำ มีเส้นกลางลำตัวสีครีมหรือสีเหลืองอ่อนพาดยาวตลอดลำตัว ท้องสีเทาหรือสีน้ำตาลอ่อน มีปากและคอหอยอยู่กลางลำตัวด้านท้อง ขยายตัวโดยการวางไข่ มีตัวอ่อนภายใน 3-9 ตัว ใช้เวลาฟัก 6-9 วัน จากนั้นอีก 3 สัปดาห์จะโตเต็มวัยพร้อมสืบพันธุ์อีกครั้ง มีอายุขัย 2 ปี มีกลไกป้องกันตัวเอง โดยเมื่อขาดเป็นท่อนๆ แต่ละท่อนจะเติบโตเป็นตัวสมบูรณ์ภายใน 2 สัปดาห์ การทำลายให้ตัวขาดจึงกลายเป็นช่วยขยายพันธุ์ ทำลายได้โดยน้ำร้อน 100 องศาเซลเซียส และน้ำเกลือ

ที่มาของเนื้อหา : [www.dailynews.co.th](http://www.dailynews.co.th)

เทคโนโลยีชาวบ้าน <http://www.technologychaoban.com> Rating: ★★☆☆

บันทึกไฟล์เมื่อ: เสาร์ 2 ธันวาคม 2560 เวลา 07:46 Site Value: 10,000 PRValue (x1): 10,000

หัวข้อข่าว: งอกได้งอกดี!! สกว.-จุฬาฯ-สกอ.เตือน ปชช.อย่าลับ-ทุบ 'หนอนนิวกินี' เหตุลำตัวงอกใหม่ได้

[หน้าหลัก](#) | [เดี๋ยวนี้](#) | [ไม้ดอกไม้ประดับ](#) | [เทคโนโลยี ปศุสัตว์](#) | [เทคโนโลยี ประมง](#) | [เทคโนโลยี เกษตร](#) | [เยาวชนเกษตร](#) | [การตลาด](#) | [ภูมิปัญญาไทย](#)

[www.technologychaoban.com](http://www.technologychaoban.com)

**TECHNOLOGY** **เทคโนโลยีชาวบ้าน**  
**CHAOBAN.COM**

วันเสาร์ที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2

## งอกได้งอกดี!! สกว.-จุฬาฯ-สกอ.เตือน ปชช.อย่าลับ-ทุบ 'หนอนนิวกินี' เหตุลำตัวงอกใหม่ได้

[← 18 SHARES](#)
[Facebook 18](#)
[Twitter](#)
[Google+](#)
[LINE](#)



เผยแพร่ วันศุกร์ที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2560

เทคโนโลยีชาวบ้าน <http://www.technologychaoban.com>

Rating: ★★☆☆

บันทึกไฟล์เมื่อ: เสาร์ 2 ธันวาคม 2560 เวลา 07:46

Site Value: 10,000

PRValue (x1): 10,000

หัวข้อข่าว: งอกโตงอกดี!! สกว.-จุฬาฯ-สกอ.เตือน ปชช.อย่าลับ-ทูป 'หนอนนิ้วกิ้ง' เหตุสาต้วงอกใหม่ได้

นายสมปอง คล้ายหนองสรวง ผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กล่าวในการแถลงโครงการวิจัย “หนอนตัวแบนนิ้วกิ้ง : แนวทางการวิจัยเพื่อให้ความรู้แก่สังคม และเพื่อการควบคุมการระบาด” เพื่อกำหนดแนวทางการจัดทำโครงการวิจัยให้ความรู้และควบคุมสัตว์ต่างถิ่นรุกราน “หนอนตัวแบนนิ้วกิ้ง” แก่สังคมวิชาการและประชาชนทั่วไป จัดโดยศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และ สกว.ว่า แนวทางการสนับสนุนทุนวิจัยพื้นฐานนำไปสู่การสร้างความรู้ที่ชัดเจนตลอดจนการพัฒนาเป็นองค์ความรู้ในหลายมิติ เพื่อช่วยในการควบคุมสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นรุกราน (Invasive Alien Species) เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และถูกต้องตามหลักวิชาการสากล จากการปรึกษาหารือร่วมกับกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และหลายภาคส่วน เห็นความจำเป็นในการสนับสนุนการสร้างองค์ความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับหนอนตัวแบนนิ้วกิ้ง และชนิดพันธุ์ต่างถิ่นอื่นๆ เพื่อนำผลงานดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ทั้งในด้านวิชาการ ด้านสาธารณะ ด้านนโยบาย หรือด้านอื่นๆ

นายสมศักดิ์ ปัญหา เมธีวิจัยอาวุโส สกว.และผู้อำนวยการศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สกอ.และอาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ กล่าวว่า หนอนตัวแบนนิ้วกิ้ง หรือชื่อวิทยาศาสตร์ *Platydemus manokwari* De Beauchamp, 1963 เป็นสัตว์ในกลุ่มเดียวกันกับหนอนตัวแบนอื่นๆ ที่อาศัยอยู่บนบก ดำรงชีวิตแบบอิสระ และเป็นผู้ล่าสัตว์ชนิดอื่นเป็นอาหาร มีลักษณะลำตัวแบน และเรียวยาว ปลายด้านหัวแหลมกว่าด้านท้ายลำตัว บริเวณหัวส่วนต้นพบตา 1 คู่ ลำตัวยาวประมาณ 5 เซนติเมตร กว้าง 0.5 เซนติเมตร ด้านหลังมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ มีเส้นกลางลำตัวสีครีม หรือเหลืองอ่อนพาดยาวตลอดลำตัว ด้านท้องมีสีเทา หรือน้ำตาลอ่อน มีปาก และคอหอยอยู่กลางลำตัวด้านท้อง หนอนชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดบริเวณเกาะปาปัวตะวันตก ประเทศอินโดนีเซีย และแพร่กระจายไปตามหมู่เกาะแปซิฟิกข้างเคียง เนื่องจากหนอนตัวแบนชนิดนี้ สามารถล่าหอยทากบกเป็นอาหาร ทำให้มีการนำเข้ามาหนอนดังกล่าวเพื่อช่วยกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกา *Achatina fulica* ในญี่ปุ่นและฟิลิปปินส์ ล่าสุดหนอนชนิดนี้ถูกจัดให้เป็น 1 ใน 100 ชนิดสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นรุกรานของโลก (World's Worst Invasive Alien Species) เนื่องจากมีรายงานว่าหนอนดังกล่าวล่าหอยทากบกพื้นถิ่นเป็นอาหารด้วยเช่นเดียวกัน ทำให้จำนวน และความหลากหลายของหอยทากบกในพื้นที่นั้นลดลง

เทคโนโลยีชาวบ้าน <http://www.technologychaoban.com>

Rating: ★★☆☆

บันทึกไฟล์เมื่อ: เสาร์ 2 ธันวาคม 2560 เวลา 07:46

Site Value: 10,000

PRValue (x1): 10,000

หัวข้อข่าว: งอกโตงอกดี!! สกว.-จุฬาฯ-สกอ.เดือน ปชช.อย่าสับ-หุบ 'หนอนนิวกินี' เหตุสาดังอกใหม่ได้



“นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าหนอนชนิดนี้สามารถไล่เดือนดิน หนอนริบบิ้น หนอนตัวแบนชนิดอื่นๆ เหาไม้ รวมทั้ง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดเล็กเป็นอาหารได้ ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ และความสมบูรณ์ของระบบนิเวศในระยะยาว

หนอนตัวแบนนิวกินีขยายพันธุ์โดยการวางไข่ ภายในมีตัวอ่อน 3-9 ตัว โดยใช้เวลา 6-9 วันในการฟักจากไข่ และเมื่อผ่านไป 3 สัปดาห์หนอนนิวกินีจะเจริญเป็นตัวเต็มวัยพร้อมที่จะสืบพันธุ์ได้อีกครั้ง จากรายงานพบว่าหนอนชนิดนี้มีอายุขัยได้ถึง 2 ปีในห้องปฏิบัติการ หนอนตัวแบนนิวกินียังมีกลไกการป้องกันตนเองด้วยการขาดออกซิเจนที่หนอนๆ เมื่อถูกรบกวน แต่ละหนอนสามารถเจริญเติบโตเป็นตัวที่สมบูรณ์ได้ภายในเวลา 2 สัปดาห์ ถือเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้อีกทางหนึ่ง ปัจจุบันหนอนนิวกินีแพร่กระจายไปทั่วโลก เชื่อว่าแพร่ระบาดไปกับดินเพาะปลูก และต้นไม้ประดับต่างๆ มีรายงานพบในสหรัฐเป็นครั้งแรกในรัฐฟลอริดาเมื่อปี ค.ศ.2012 ในทวีปยุโรปพบเป็นครั้งแรกที่ฝรั่งเศสในปี ค.ศ.2013 และพบในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ครั้งแรกที่สิงคโปร์ เมื่อปีค.ศ.2010” นายสมศักดิ์ กล่าว

รหัสข่าว: I-171202000225

หน้า: 3/6

เทคโนโลยีชาวบ้าน <http://www.technologychaoban.com>

Rating: ★★☆☆

บันทึกไฟล์เมื่อ: เสาร์ 2 ธันวาคม 2560 เวลา 07:46

Site Value: 10,000

PRValue (x1): 10,000

หัวข้อข่าว: งอกโตงอกดี!! สกว.-จุฬาฯ-สกอ.เตือน ปชช.อย่าสับ-ทุบ 'หนอนนิวกินี' เหตุสำคัญใหม่ได้

นายสมศักดิ์กล่าวอีกว่า สถานการณ์ของหนอนตัวแบนนิวกินีที่เริ่มมีการรายงานในประเทศไทย รวมถึงสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นรุกรานชนิดอื่นๆ ที่รู้จัก และรับทราบกันเป็นเวลายาวนาน เช่น หอยเชอรี่ ปลาซักเกอร์ ต้นไมยราพยักษ์ ผักตบชวา ต้นบัวตอง เป็นต้น ทำให้การศึกษาวิจัยขั้นพื้นฐานด้านสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นรุกรานมีความสำคัญอย่างยิ่ง เช่น มีการระบาด หรือแพร่กระจายรวดเร็วหรือไม่ มีการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วหรือไม่ และมีผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นหรือไม่



“การประเมินระดับความรุนแรงการรุกรานของหนอนนิวกินี ต้องอาศัยการศึกษาผลกระทบต่อระบบนิเวศ และชนิดพันธุ์ของหอยทาก หรือเหยื่ออื่นๆ ในท้องถิ่นอย่างรอบด้าน การตื่นตระหนกมากเกินไปของสังคมอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิด และกำจัดหนอนชนิดอื่นที่เป็นชนิดท้องถิ่น ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศแทน เช่น หนอนหัวค้อน และหนอนริบบิ้น ที่มีสี และลักษณะลำตัวที่แตกต่างกับหนอนนิวกินี แต่มีบทบาทเป็นผู้ล่า และช่วยควบคุมปริมาณของสัตว์หน้าดินให้มีปริมาณที่เหมาะสมเช่นเดียวกัน รวมทั้ง ยังเป็นอาหารของสัตว์ขนาดใหญ่ชนิดอื่นๆ เช่น นก และสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมพื้นทะเล ด้วยเหตุนี้ ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง และความตื่นตระหนกที่มากเกินไปอาจทำให้หนอนตัวแบนชนิดอื่นๆ ในไทยถูกคุกคามเกินกว่าเหตุ และส่งผลต่อความสมบูรณ์ของระบบนิเวศในระยะยาวได้” นายสมศักดิ์ กล่าว

เทคโนโลยีชาวบ้าน <http://www.technologychaoban.com>

Rating: ★★☆☆

บันทึกไฟล์เมื่อ: เสาร์ 2 ธันวาคม 2560 เวลา 07:46

Site Value: 10,000

PRValue (x1): 10,000

หัวข้อข่าว: งอกได้ออกดี!! สกว.-จุฬาฯ-สกอ.เดือน ปชช.อย่าสับ-ทุบ 'หนอนนิวกินี' เหตุสาตังอกใหม่ได้

นายสมศักดิ์กล่าวอีกว่า สำหรับแนวทางปฏิบัติสำหรับประชาชนทั่วไป ให้หลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรง หากต้องการกำจัดให้ใช้เกลือโรย หรือใช้น้ำร้อนเทราด ห้ามกำจัดโดยการสับ หรือทุบ เพราะลำตัวสามารถงอกใหม่ได้ สำหรับภาคเกษตรกรรมนั้น ปัจจุบันถือว่าไม่ได้เป็นศัตรูทางการเกษตร แต่ต้องเฝ้าระวัง และสำรวจบริเวณแปลงเกษตรกรรมเพื่อประเมินผลกระทบ อีกทั้ง ควรมีการตรวจเช็ค และห่อบรรจุภัณฑ์ให้เรียบร้อยก่อนการขนส่ง



เทคโนโลยีชาวบ้าน <http://www.technologychaoban.com>

Rating: ★★☆☆

บันทึกไฟล์เมื่อ: เสาร์ 2 ธันวาคม 2560 เวลา 07:46

Site Value: 10,000

PRValue (x1): 10,000

หัวข้อข่าว: งอกได้งอกดี!! สกว.-จุฬาฯ-สกอ.เดือน ปชช.อย่าสับสน-ทุบ 'หนอนหิวกินี' เหตุสำคัญงอกใหม่ได้



## 2. ผลงานตีพิมพ์

2.1 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ (ที่มี acknowledgement สกว. และควรรระบุเลขที่สัญญา) / หนังสือ / สิทธิบัตร

### ตีพิมพ์แล้ว (Published)

1. Siriwut, W., Edgecombe, G.D., Sutcharit, C. and Panha, S. 2015. The centipede genus *Scolopendra* in Mainland Southeast Asia: Molecular phylogenetics, geometric morphometrics and external morphology as tools for species delimitation. **PLoS ONE**, 10(8): e0135355. doi:10.1371/journal.pone.0135355.
2. Likhitrakarn, N., Golovatch, S. and Panha, S. 2015. Three new species of the pill millipede genus *Hyleglomeris* Verheoff, 1910 from northern Thailand (Diplopoda, Glomerida, Glomeridae). **Zootaxa**, 4044(1): 130-140.
3. Likhitrakarn, N. Golovatch, S. And Panha, S. 2016. Review of the Southeast Asian millipede genus *Antheromorpha* Jeekel, 1968 (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). **ZooKeys**, 571: 21-57.
4. Likhitrakarn, N., Golovatch, S. And Panha, S. 2016. The millipede genus *Tylopus* Jeekel, 1968 (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae), with a key and descriptions of eighth new species from Indochina. **European Journal of Taxonomy**, 195: 1-47.
5. Bantaowong, U., Chanabun, R., James, S. And Panha, S. 2016. Seven new species of the earthworm genus *Metaphire* Sims & Easton, 1972 from Thailand (Clitellata: Megascolecidae). **Zootaxa**, 4117: 63-84.
6. Pimvichai, P., Enghoff, H., Panha, S. and Backeljau, T. 2016. A revision of *Thyrophygus allevatus* group Part V: Nine new species of the extended *opinatus* subgroup, based on morphological and DNA sequences data (Diplopoda: Spirostreptida: Harpagaphoridae). **European Journal of Taxonomy**, 199: 1-37.
7. Inkhavilay, K., Siribun, T., Sutcharit, C., Rowson, B. And Panha, S. 2016. The first revision of the carnivorous land snail family Streptaxidae in Laos, with description of three new species (Pulmonata, Stylommatophora, Streptaxidae). **ZooKeys**, 589: 23-53.
8. Danaisawadi, P., Asami, T., Ota, H., Sutcharit, C. And Panha, S. 2016. A snail eating snakes recognizes prey handiness. **Scientific Reports**, 1-8 DOI:10.1038/srep23832.

9. Inkhavilay, K., Sutcharit, C., Tongkerd, P. And Panha, S. 2016. New species of microsnailes from Laos (Pulmonata: Vertiginadae and Diapheridae). **Journal of Conchology**, 42(4): 213-232.
10. Srisonchai, R., Enghoff, H., Likhitrakarn, N. And Panha, S. 2016. Four colourful dragon millipedes, genus *Desmoxytes* Chamberlin, 1923, from northern Thailand (Diplopoda: Polydesmida: Paradoxosomatidae). **Zootaxa**, 4170(1): 93-113.
11. Jirapatrasilp, P., Prasakok, P., Sutcharit, C., Chanabun, R. And Panha, S. 2016. Two new Cambodian semi-aquatic earthworms genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 (Oligochaeta: Almidae), based on morphology and molecular data. **Zootaxa**, 4189(3): 543-598.
12. Chanabun, R., Inkhavilay, K. and Panha, S. 2017. New species of semi-aquatic earthworm genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 from Thailand and Laos (Oligochaeta, Almidae). **ZooKeys**, 672:1-34.
13. Inkhavilay, K., Sutcharit, C. and Panha, S. 2017. Taxonomic review of the tree snail genus *Amphidromus* Albers, 1850 (Pulmonata: Camaenidae) in Laos, with the new description of two new species. **European Journal of Taxonomy**, 330:1-40.  
<https://doi.org/10.5852/ejt.2017.330>
14. Jeratthitikul, E., Bantaowong, U. And Panha, S. 2017. DNA barcoding of the Thai species of terrestrial of the genera *Amyntas* and *Metaphire* (Haplotaxida: Megascolecidae). **European Journal of Soil Biology**. 81: 39-47.
15. Ng, B., Bantaowong, U., Chanabun, R., Tongkerd, P. and Panha, S. 2017. Geographic variations in the size and behaviour in common earthworms *Metaphire peguana* (Rosa, 1890) in Penang and neighboring states, Malaysia. **European Journal of Soil Biology**, 82: 108-115.
16. Likhitrakarn, N., Jirapatrasilp, P., Golovatch, S.I. and Panha, S. 2017. A checklist of the millipedes (Diplopoda) of Myanmar with an updated list of Leonardo Fea 's collecting localities. **Zootaxa**, 4350 (1): 1-46.
17. Likhitrakarn, N., Golovatch, S.I., Inkhavilay, K., Sutcharit, C., Srisonchai, R. And Panha, S. 2017. Two new species of millipede genus *Glyphiulus* Gervais, 1847 from Laos (Diplopoda, Spirostreptida, Cambalopsidae). **ZooKeys**, 722: 1-18.

18. Likhitrakarn, N., Golovatch, S.I., Srisonchai, R. And Panha, S. 2017. A new species of *Trichopeltis* Pocock, 1894 from southern China, with a checklist and a distribution map of *Trichopeltis* species (Diplopoda, Polydesmida, Cryptodesmidae). **ZooKeys**, 725: 123-137.
19. Likhitrakarn, N., Golovatch, S.I. and Panha, S. 2017. The first record of the pantropical millipede, *Chondromorpha xanthotrica* (Attems, 1898) (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae) from Thailand. **Arthropod Selecta**, 1-18.
20. Pimvichai, P., Enghoff, H., Panha, S. and Backeljau, T. 2018. Morphological and DNA data reshuffle the taxonomy of the genera *Atopochetus* Attems, *Lithostopus* and *Tokinbolus* Verhoeff (Diplopoda: Spirobolida: Pachybolidae), with descriptions of nine new species. **Invertebrate Systematics**, 32: 159-195.
21. Ng Beewah, Bantaowong, U., Tongkerd, P. And Panha, S. 2018. Description of two new species of the earthworm genus , *Metaphire* (Clitellata: Mega scolecidae), from Kedah, Pinsula Malaysia. **Raffles Bulletin of Zoology**, 66: 132-141.
22. Likhitrakarn, N., Golovatch, S., Srisonchai, R., Brehier, F., Aung Lin, Sutcharit, C. and Panha, S. 2018. Two new species of the millipede family Cambalopsidae from Myanmar (Diplopoda: Spirostreptida). **ZooKeys**, 760: 55-71.
23. Srisonchai, R., Enghoff, H., Likhitrakarn, N. and Panha, S. 2018. A revision of dragon millipede II: The new genus *Nagaxytes* with description of three new species (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). **European Journal of Taxonomy**, 462: 1-44.
24. Srisonchai, R., Enghoff, H., Likhitrakarn, N., Panha, S. 2018. A revision of dragon millipede III: The new genus *Gigaxytes* with description of three new species (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). **European Journal of Taxonomy**, 463: 1-43.
25. Siriwut, W., Edgecombe, G., Sutcharit, C., Tongkerd, P. and Panha, S. 2018. Systematic revision and phylogenetic reassessment of the centipede genera *Rhysida* Wood, 1862 and *Alluropus* Silvestri, 1911 (Chilopoda: Scolopendromorpha) in Southeast Asia, with further discussion of the subfamily Otostigminae, **Invertebrate Systematics**, 32: 1005-1049.
26. Seesamut, T., Sutcharit, C., Chanabun, R. and Panha, S. 2018. Morphological and molecular evidence reveal a new species of the earthworm genus *Pontodrilus* Perrier, 1874 (Clitellata, Megascolecidae) from Thailand and Peninsular Malaysia, **Zootaxa**, 4496(1): 218-237.

### ตีพิมพ์แล้วรูปแบบโมโนกราฟหรือหนังสือ (Book/ Monograph Published)

1. Siriwut, W., Edgecombe, G.D., Sutcharit, C., Tongkerd, P. and Panha, S. 2016. A taxonomic review of the centipede genus *Scolopendra* Linnaeus, 1758 (Scolopendromorpha, Scolopendridae) in mainland Southeast Asia, with description of a new species from Laos. **ZooKeys**, 590:1-124.
2. Srisonchai, R., Enghoff, H., Likhitrakarn, N. and Panha, S. 2018. A revision of dragon millipedes I: genus *Desmoxytes* Chamberlin, 1923, with the description of eight new species (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). **ZooKeys**, 761: 1-177.
3. จิรศักดิ์ สุจริต ปิโยรส ทองเกิด และสมศักดิ์ ปัญญา. หอยทากบกทรัพยากรชีวภาพที่ทรงคุณค่าแห่งราชอาณาจักรไทย. กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2560. 288 หน้า.

### ได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์ (Accepted)

1. Pholyotha, A., Sutcharit, C. and Panha, S. 2018. The land snail genus *Macrochamys* Benson, 1832 from Thailand, with descriptions of five new species (Pulmonata: Ariophantidae). **Raffles Bulletin of Zoology**, (accepted).
2. Srisonchai, R., Enghoff, H., Likhitrakarn, N. and Panha, S. A revision of dragon millipedes IV: the new genus *Spinaxytes*, with the description of nine new species (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). **ZooKeys**.

### อยู่ระหว่างการประเมิน (Review)

1. Jirapatrasilp, P., Backeljau, T., Prasankok, P., Chanabun, R. and Panha, S. Untangling a mess of worms: Morphological crypsis and variability, and mitochondrial lineages in semi-aquatic earthworms (Almidae, *Glyphidrilus*) revealed by species delimitation. **Cladistic (in revision)**.

## ต้นฉบับส่งไปรับการพิจารณาตีพิมพ์ (Manuscripts Submitted)

1. Nantarat, N. and Panha, S. Cryptic diversity within the operculated land snail *Cyclophorus volvulus* species complex (Cyclophoroidea, Cyclophoridae) in Thailand: Evidence from a multilocus species delimitation approach. **Scientific Report.**
2. Ng, BeeWah, Chanabun, R. and Panha. Biological and physiological responses of *Perionyx excavatus* to abamectin. **Chemosphere.**
3. Inkhavilay, K., Sutcharit, C., Bantaowong, U., Chanabun, R., Siriwut, W., Srisonchai, R., Polyotha, A., Jirapatrasilp, P. and Panha, S. Annotated checklist of the terrestrial molluscs from Laos (Gastropoda: Neritimorpha: Caenogastropoda and Heterobranchia). **ZooKeys.**

### 2.2 ความก้าวหน้าในการสร้างทีมวิจัย

เกิดการดำเนินงานวิจัยข้ามศาสตร์ระหว่างชีววิทยา ชีวเคมี และเคมี ในเรื่องเมือกหอยทาก และพิษตะขาบ

### 2.3 การนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

1. โครงการเกษตรเชิงนิเวศฐานไส้เดือน นวัตกรรมเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไส้เดือนสายพันธุ์ไทย สำหรับการเกษตรที่มีมิตรกับสิ่งแวดล้อม และชีวิตที่ยั่งยืน
2. โครงการใช้เมือกหอยทากเพื่อธุรกิจเครื่องสำอางเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และการส่งออก

## 3. การจดสิทธิบัตร

สิทธิบัตรการประดิษฐ์ เลขที่คำขอ 1701007874 วันรับคำขอ 28 ธันวาคม 2560

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ “กรรมวิธีการสกัดเมือกหอยทากจากส่วนแมนเทิล กรรมวิธีการกรองเมือกดิบให้ได้เมือกที่มีความหนืดต่ำ และองค์ประกอบของเมือกหอยทากผสมจากหลายสายพันธุ์”

ผู้ขอรับสิทธิ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ผู้ประดิษฐ์ ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญหา ศาสตราจารย์ ดร. อัญชลี ทศนาขจร

ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว

## 4. กิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

### 4.1 ผลงานอื่น ๆ เช่น การไปเสนอผลงาน การได้รับเชิญไปเป็นวิทยากร การได้รับรางวัล

## การได้รับเชิญเป็นวิทยากรมีดังนี้

1. Somsak Panha, Chirasak Sutcharit, Piyoros Tongkerd, Ekgachai Jeratthitikul, Warut Siriwut, Ng Beewah, Khamla Inkhavilay and Kyaw Saw. 2016. The Southeast ASEAN limestone ecosystems: The lost world is an ultimate treasure that will support the United Nations sustainable development goals. A keynote lecture abstract at The fourth workshop on Science and Technology Cooperation, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, 21-24 November, 2016, pp. 17-18.
2. Somsak Panha. 2017. Comments on Biodiversity at The Road Ahead: Toyota and IUCN Red List of the Threatened species, the power of private sector engagement for biodiversity conservation, 23<sup>rd</sup> May 2017, Hilton Hotel Sukhumvit, Bangkok.
3. Somsak Panha. 2017. Accelerating Classical Taxonomy. Keynote Lecture at 18<sup>th</sup> BRT Conference, 21-23 June 2017 at Napalai Hotel, Udonthani.
4. Somsak Panha, 2017. Thailand Biodiversity: A complete volume. Keynote Lecture at 7<sup>th</sup> TST Conference, 26-28 June 2017, Ramkhamheang University, Bangkok.
5. Somsak Panha, Arthit Polyotha, Khamla Inkhavilay, Piyoros Tongkerd and Chirasak Sutcharit. 2017. Biogeography of the mainland Southeast Asian tree snail genus *Amphidromus* and some genera of the ariophantid ground snails. A Keynote Lecture at Third International Conference on Southeast Asian Gateway Evolution (SAGE 2017), 28 August – 1 September 2017, Bogor, Indonesia.
6. สมศักดิ์ ปัญหา. การเสวนาเรื่อง “สร้างเศรษฐกิจจากงานวิจัย” ในการประชุมประจำปีเมธีวิจัย อวูโส สกว. พบนักวิจัยรุ่นใหม่, วันที่ 11 มกราคม 2560, โรงแรมเดอะรีเจนท์ ชะอำ.
7. สมศักดิ์ ปัญหา. “ความหลากหลายทางชีวภาพ” ในการร่วมประชุมคณะกรรมการเครือข่ายวิจัย ความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนตาม แนวพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เมื่อวันที่ 6 มกราคม 2560 ณ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวทช.).
8. สมศักดิ์ ปัญหา. “ผลิตภัณฑ์เมือกหอยทากสายพันธุ์ไทย สู่อุตสาหกรรมเครื่องสำอางแบรนด์ ไทย”. การบรรยายรับเชิญในการประชุมสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ วันที่ 16 สิงหาคม 2560 ณ หอประชุมมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร.
9. สมศักดิ์ ปัญหา. การเสวนาเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพในแนวทาง 4.0” ในการประชุม “มหกรรมวิจัยแห่งชาติ 2560” วันที่ 25 สิงหาคม 2560. โรงแรมเซนทาราแกรนด์ เวิลด์เทรด เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

10. สมศักดิ์ ปัญญา. การเสวนา Power of We for Limitless Innovation ในงาน Innovation Bazzar 2017 วันที่ 14 ธันวาคม 2560 ณ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด
11. สมศักดิ์ ปัญญา. บรรยายพิเศษ “Biodiversity Collection: Different Vision.....Different Future” การประชุม “การบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 5” BioD 5 plus : “People + Utilization + Sustainability” โดย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) วันที่ 10-14 กรกฎาคม 2561 โรงแรมไดมอนด์พลาซ่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี.



ภาพที่ 24 การร่วมเสวนาเรื่อง “สร้างเศรษฐกิจจากงานวิจัย” ในการประชุมประจำปีเมธีวิจัยอาวุโส สกว. พบนักวิจัยรุ่นใหม่ วันที่ 11 มกราคม 2560, โรงแรมเดอะรีเจนท์ ชะอำ



ภาพที่ 25 เป็น Keynote Lecture ในการประชุม The fourth workshop on Science and Technology Cooperation, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, CAS, 21-24 November, 2016



ภาพที่ 26 ได้รับเชิญไปบรรยายนำเรื่อง “ผลิตภัณฑ์เมือกหอยทากสายพันธุ์ไทยสู่เครื่องสำอางสายพันธุ์ไทย” ในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร วันที่ 16 สิงหาคม 2560



ภาพที่ 27 ได้รับเชิญไปให้คอมเมนต์โดย Toyota ในงาน The Road Ahead: Toyota and The IUCN Red List of Threatened Species วันที่ 23 พฤษภาคม 2560 ณ โรงแรมฮิลตัน สุขุมวิท กรุงเทพฯ



ภาพที่ 28 การได้รับเชิญเป็น Keynote Speaker ในการประชุม SAGE 2017 ณ เมือง Bogor ประเทศอินโดนีเซีย ระหว่างวันที่ 28 สิงหาคม ถึง 2 กันยายน 2560



ภาพที่ 29 การไปร่วมเสวนา Power of We for Limitless Innovation ในงาน Innovation Bazzar 2017 วันที่ 14 ธันวาคม 2560 ณ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด

### การได้รับรางวัล

1. Anchalee Tassanakajon, Supot Hannongbua, Kritsana Neamanee and Somsak Panha. Environmental Friendly Tropical Snail Farming Generates Premium Grade Cosmetic Products, *Gold Medal* from 44<sup>th</sup> International Exhibition and Invention of Geneva 2016.
2. อัญชลี ทศนาขจร สมศักดิ์ ปัญหา กฤษณะ เนียมมณี และสุพจน์ หารหนองบัว เครื่องสำอาง บำรุงผิวจากเมือกหอยทากไทย ภายใต้แบรนด์สเนลเอท (SNAIL 8). รางวัลผลิตภัณฑ์ยอดเยี่ยมของประเทศไทย ประจำปี 2559 (Premium Products of Thailand) The Pride of Thais.
3. Gregory D. Edgecombe, Warut Siriwut, Chirasak Sutcharit, Piyoros Tongkerd and Somsak Panha. 2017. TOP TEN AWARD for species exploration from The International Institute for Species Exploration (IISE), for the Discovery of Remarkable New Species, *Scolopendra cataracta*, May 23, 2017.

### การได้รับการแต่งตั้งในคณะกรรมการระดับชาติ นานาชาติ

1. คณะกรรมการเครือข่ายวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนตามแนวพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
2. ผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ
3. เป็นประธานจัดประชุม ICM 2017 International Conference on Myriapodology ครั้งแรกที่จัดขึ้นในเอเชีย ระหว่างวันที่ 23-27 กรกฎาคม 2560 ณ Krabi Maritime Resort & Hotel
4. President of Southeast Asian Malacological Society (SAMS) คนแรก



ภาพที่ 30 การก่อตั้ง Southeast Asian Malacological Society (SAMS) เมื่อวันที่ 19-20 ตุลาคม 2560 ณ โรงแรมเดอะสุโกศล กรุงเทพฯ โดยมีท่านรองเลขาธิการ สกอ. ดร. ขจร จิตรสุขุมมงคล มาเป็นประธาน

#### 4.2 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

1. การทำฟาร์มไส้เดือนดินเพื่อการเกษตรเชิงนิเวศ ณ จังหวัดสกลนคร
2. การวิเคราะห์หอยทากสยาม *Cryptozonia siamensis* และหอยทากไร่เปลือกสยาม *Semperula siamensis* เพื่อสร้างเวชสำอางสูตรใหม่ Snail8 by Siam Snail

#### 4.3 การเชื่อมโยงทางวิชาการกับนักวิชาการอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศ

ด้วยเนื้อหาของงานที่เกี่ยวข้องกับงานทั้งวิจัยพื้นฐานและวิจัยประยุกต์ทางการเกษตร เชิงนิเวศที่ต้องทำการทดลองในพื้นที่ จึงทำให้เกิดความร่วมมือกับนักวิชาการในพื้นที่ โดยในเบื้องต้นได้เน้นที่จังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร และได้ขยายลงไปทางภาคใต้ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีตั้งแต่เดือนกันยายน 2559 ได้ร่วมงานกับภาคประชาชนเพื่อสร้างเครือข่ายการสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ

สำหรับการเชื่อมโยงกับนักวิชาการกับต่างประเทศ เป็นความร่วมมืออย่างต่อเนื่องมานานแล้วทั้ง Copenhagen University, Denmark; Royal Belgian Museum of Natural History, Belgium, The Natural History Museum, London; University of Iowa, USA; Shinshu University, Japan; Nagoya University and Chubu University, Nagoya, Japan; National University of Singapore; Univeristi Sains Malaysia, Penang; Yangon University, Myanmar; National University of Laos, Laos PDR ปัจจุบันมีความเข้มข้นต่อเนื่องทั้งรูปแบบการวิจัยร่วมและการแลกเปลี่ยนบุคลากรทั้งนักวิจัย และนิสิตนักศึกษา

#### 4.4 การได้รับทุนอื่น ๆ จากทั้งในและต่างประเทศ

1. ได้รับทุนจาก Fauna & Flora International (FFI) ในการเข้าร่วมโครงการ “Limestone Conservation in Myanmar” วิจัยสำรวจพื้นที่ที่ทางการเมียนมาร์กำลังจะให้สัมปทานบริษัทต่างชาติได้แก่ จีน และไทย ระเบิดเขาหินปูนเพื่อทำโรงงานซีเมนต์ถึง 11 บริษัท
2. ได้รับทุนจาก สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (BEDO) เพื่อจัดทำ DATABASE ของทรัพยากรตะขาบและวิจัย เป็นจำนวนเงิน 2.9 ล้านบาท

#### 5. ความเห็นของผู้วิจัย

การรายงานผลการทำงานในปีที่ 3 ครั้งที่ 1 ช่วงจบระยะการได้รับทุนในปีที่ 3 ขณะนี้กำลังดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ผลงานตีพิมพ์ได้รับการตีพิมพ์แล้วจากปีที่ 1 และ 2 รวม 20 เรื่อง เพิ่มขึ้นมาอีก 12 เรื่อง และอยู่ระหว่างตีพิมพ์อีก 1 เรื่อง (in press) และมีผลงานตีพิมพ์ในระดับ Monograph เทียบเท่าเป็นหนังสือ 1 เล่ม 1 เรื่องอยู่ในการ ยอมรับการตีพิมพ์ (accepted) 1 เรื่อง อยู่ในระหว่างทบทวนแบบ minor อีก 1 เรื่อง นอกจากนี้ยังมีต้นฉบับอีก 2 เรื่องที่ส่งไปรับการตีพิมพ์ ทำให้ผลงานในปีที่ 3 นี้จะได้ผลผลิตไปตามสัญญา อีก 4 เรื่อง รวม 3 ปี 24 เรื่อง และผลงานตีพิมพ์โดยรวมได้มากกว่าที่ประมาณการ

และแนวโน้มการตีพิมพ์เป็นไปในเชิงปฏิสัมพันธ์เชิงนิเวศมากขึ้น ที่เรียกว่านิเวศวิทยาบริการตามหัวข้อของการวิจัย อาทิ การตีพิมพ์เรื่องของไส้เดือนสายพันธุ์ไทย มาเลเซียในวารสาร European Journal of Soil Biology และในเรื่องต่อๆ มีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังได้ตีพิมพ์หนังสือเรื่องของความหลากหลายของตะขาบในระดับสปีชีส์ นิเวศวิทยา และพันธุกรรม ถือว่าเป็นหนังสือที่มีการตีพิมพ์ครั้งแรกของโลก มีรายงาน new species จากประเทศลาว ขณะนี้มีผู้เข้ามาอ่านและอ้างเป็นจำนวนมาก ซึ่งนำไปสู่เรื่องของการบันทึกข้อตกลงร่วมกับสถานเสาวภา สภากาชาดไทยในเรื่องของการวิจัยพิษวิทยา เพื่อผลกระทบทางการสาธารณสุขต่อไป และการค้นพบตะขาบน้ำตกร *Scolopendra cataracta* ได้รับรางวัลสุดยอดการค้นพบสปีชีส์ประจำปี ค.ศ. 2017 โดยสถาบัน IISE (International Institute for Species Exploration)

ในส่วนของการทดลองในเชิงการใช้ประโยชน์ในเรื่องของเกษตรเชิงนิเวศ ฐานไส้เดือน ได้เริ่มทำการทดลองอย่างเป็นทางการกับเกษตรกรจังหวัดมหาสารคามแล้ว ต้นข้าวเจริญขึ้นมีการเก็บข้อมูล และขณะนี้ทางทีมงานวิจัยทั้งที่มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โครงการเพาะเลี้ยงไส้เดือนยักษ์เป็นโครงการที่หวังผลระดับสูงในเชิงการเกษตรและการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มของชาติ

ในเรื่องของการใช้ประโยชน์สู่ภาคธุรกิจ ได้มีการยื่นจดสิทธิบัตรการค้นพบสูตรใหม่ขององค์ประกอบเมือกหอยทากจากหอยหลายสปีชีส์ ภายใต้ชื่อ “กรรมวิธีการสกัดเมือกหอยทากจากส่วนแมนเทิล กรรมวิธีการกรองเมือกดิบให้ได้เมือกที่มีความหนืดต่ำ และองค์ประกอบของเมือกหอยทากผสมจากหลายสายพันธุ์” โดยมีผู้ขอรับสิทธิคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย นับได้ว่าผลิตภัณฑ์ SNAIL 8 โดย SIAM SNAIL Company ค่อนข้างจะประสบความสำเร็จ และปัจจุบันได้รับการส่งเสริมจากรัฐบาล ได้รับการอนุมัติจาก BOI ในการลดภาษีเงินได้เป็นเวลา 8 ปี และการทำ R&D เพื่อสร้างเวชสำอางสูตรใหม่กำลังดำเนินการอย่างเร่งด่วน เหล่านี้เป็นแรงส่งให้มีความมุ่งมั่นสู่การทำธุรกิจส่งออกต่อไป นอกจากนี้ยังมีภาคธุรกิจเอกชนที่มีชื่อเสียงเข้ามาช่วยทำเรื่องการตลาด ยิ่งทำให้มั่นใจว่าเป้าหมายการสร้างแบรนด์แห่งชาตินั้น ไม่น่าไกลเกินจริง

ในเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพ ได้ร่วมมือกับหน่วยงานทั้งภาครัฐและองค์กรพัฒนาเอกชนเพื่อการสื่อสารให้ความรู้สังคมในรูปแบบต่างๆ ทั้งการผลิตหนังสือ การร่วมกันสร้างกิจกรรมในการสร้างจิตสำนึกสร้างปัญญาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

## 6. เอกสารแนบ (ถ้ามี)

### 6.1 reprint หรือ manuscript (ที่มี acknowledgement สกว. และควรระบุเลขที่สัญญา)

ได้แนบบางส่วนมากับรายงานฉบับนี้แล้ว และแผ่น CD Pdf file

## 6.2 ข้อมูลและประวัติย่อของผู้ได้รับทุนวิจัยระดับปริญญาโท/เอก จากโครงการ

### 6.2.1 Postdoc

#### BEE WAH NG

Email: beewahl981@yahoo.com Tel. No: +6012-4598660  
Address: 6, Lorong Bakap Indah 6/4, Taman Bakap Indah, 14200 Sungai Jawi, Pulau Pinang, Malaysia.

#### EDUCATION

**Doctor of Philosophy**  
Universiti Sains Malaysia March 2010- April 2016  
Thesis title: Growth profile and lipid composition of locally isolated benthic diatom *Amphora subbaucutuscula* (Schoeman, 1972) under different cultivation conditions.

**Master of Science**  
Universiti Sains Malaysia 2006- January 2009  
Thesis title: Biological aspects and the development of larvae and juvenile of the Angelwing clam *Pholas orientalis* (Gmelin, 1791).

**Bachelor of Science (2<sup>nd</sup> Upper Honours, 3.633)**  
Universiti Malaysia Terengganu 2002- March 2005  
Thesis title: Feeding incidence of mangrove golden snapper (*Lutjanus johnii*) feed with wild zooplankton.

#### WORK EXPERINCE

Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University  
Postdoctoral fellow (April 2016 – Present)  
School of Chemical Engineering, Universiti Sains Malaysia  
Research assistant (March 2009 – March 2015)  
Guiding final year, Msc. and Ph.D students to complete their project.  
Setting up microalgae and tissue culture laboratory.  
Involved in organized some international workshop.  
School of Biological Sciences, Universiti Sains Malaysia  
Laboratory tutor (January 2006 – February 2009)  
Modules taught: Zoology, Marine and coastal studies.  
Involved in taxonomic inventory surveys and field sampling for terrestrial land snails.

#### PUBLICATIONS

- Ng, B. W., Bantaowong, U., Tongkerd, P., Panha, S. 2018. Description of two new species of the earthworm genus, *Metaphire* (Clitellata: Megascolecidae), from Kedah, Peninsula Malaysia. *Raffles Bulletin of Zoology*, 66: 132-141.
- Ng, B. W., Bantaowong, U., Chanabun, R., Tongkerd, P., Panha, S. 2017. Geographic variations in the size and behavior in common earthworms *Metaphire peguana* (Rosa, 1890) in Penang and neighboring states, Malaysia. *European Journal of Soil Biology*, 82: 108-115.
- Ng, B. W., Ahmad, A.L., Derek, C.J.C., Aileen, T.S.H. Changes in lipid profile of a tropical benthic diatom in different cultivation temperature. *Asian J. Appl. Sci. Engineering*. 2015, 4(2), 91-101.
- Toh, P. Y., Ng, B. W., Chong, C. H., Ahmad, L. A., Yang, J-W., Chan, D. J. C., Lim, J. K. Magnetophoretic separation of microalgae: The role of nanoparticles and polymer binder in harvesting biofuel. *RSC Adv*. 2014, 4, 4114-4121.
- Toh, P. Y., Ng, B. W., Ahmad, A. L., Derek, C. J. C., Lim, J. K. Magnetophoretic separation of *Chlorella* sp.: Role of cationic polymer binder. *Process Saf. Environ*. 2014, 92, 515-521.
- Toh, P. Y., Ng, B. W., Ahmad, A. L., Derek, C. J. C., Lim, J. K. The role of particle-to-cell interactions in dictating the nanoparticle aided magnetophoretic separation of microalgal cell. *Nanoscale*. 2014, 6, 12838-12848.
- Lim, J. K., Derek, C. J. C., Jalak, S. A., Toh, P. Y., Yasin, N. H. M., Ng, B. W., Ahmad, A. L. Rapid magnetophoretic separation of microalgae. *Small* 2012, 8, 1683-1692.
- Toh, P. Y., Yeap, S. P., Kong, L. P., Ng, B. W., Chan, D. J. C., Ahmad, A. L., Lim, J. K. Magnetophoretic removal of microalgae from fishpond water: Feasibility of high gradient and low gradient magnetic separation. *Chem. Eng. J.* 2012, 211-212, 22-30.

## Ting Hui NG

Address: 2321, CU iHouse, 268 Chulalongkorn Soi 9, Charasmuang Road, Pathumwan, 10330 Bangkok, Thailand  
 Email: ng.tinghui16@gmail.com Tel. No.: +66-947592268

### EDUCATION

**Doctor of Philosophy** 2016  
 National University of Singapore  
 Dissertation topic: Introduction and impacts of gastropods in Singapore's fresh waters

**Bachelor of Science in Life Sciences (2<sup>nd</sup> Upper Honours)** 2008  
 National University of Singapore  
 Thesis: Autecology of the feral fish, *Etropius suratensis* in the coastal waters of Singapore

### EMPLOYMENT

**Department of Biology, Chulalongkorn University, Thailand** Apr 2017–present  
 Postdoctoral Fellow  
 Project: Investigating the current status of native freshwater apple snails of the genus *Pila* and impacts of introduced *Pomacea* spp. in Thailand

**Raffles Museum of Biodiversity Research, National University of Singapore** 2009–2011  
 Project Manager  
 Project: Broad-based Biodiversity Study of Singapore's Reservoirs

**Raffles Museum of Biodiversity Research, National University of Singapore** 2008–2009  
 Research Assistant  
 Project: Broad-based Biodiversity Study of Singapore's Reservoirs

### PUBLICATIONS

- Ng TH, Y Limpanont, Y Chusongsang, P Chusongsang, S Panha (in press) Annotated catalogue of the types of Indo-Burmese non-marine Gastropoda deposited in the Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, Thailand. *Molluscan Research*
- Ng TH, SK Tan, A Ahmad, VT Do, RC Joshi, WY Wang, HH Tan, DCJ Yeo (in press) Not in the Least Concern: anthropogenic influences on a Southeast Asian apple snail *Pila scutata* (Ampullariidae). *Oryx*
- Ng TH, Y Limpanont, Y Chusongsang, P Chusongsang, S Panha (2018) Correcting misidentifications and first confirmation of the globally-invasive *Physa acuta* Draparnaud, 1805 (Gastropoda: Physidae) in Thailand and Laos. *BioInvasions Records* 7(1): 15–19
- Ng TH, SK Tan, DCJ Yeo (2017) South American apple snails, *Pomacea* spp. (Ampullariidae), in Singapore. In: RC Joshi, RH Cowie, LS Sebastian (eds), *Biology and Management of Invasive Apple Snails*. Philippine Rice Research Institute, Nueva Ecija, pp 221–239
- Ng TH, J Dulipat, JK Foon, M Lopes-Lima, A Zieritz, TS Liew (2017) Annotated preliminary checklist of the freshwater snails of Sabah (Malaysian Borneo), deposited at *BORNEENSIS* collection, Universiti Malaysia Sabah. *ZooKeys* 673: 105–123
- Ng TH, JK Foon, SK Tan, MKK Chan, DCJ Yeo (2016) First non-native establishment of the carnivorous assassin snail, *Anentome helena* (von dem Busch in Philippi, 1847). *BioInvasions Records* 5(3): 143–148
- Ng TH, SK Tan, WH Wong, R Meier, SY Chan, HH Tan, DCJ Yeo (2016) Molluscs for sale: assessment of freshwater gastropods and bivalves in the ornamental pet trade. *PLoS One* 11(8): e0161130
- Ng TH, JH Liew, JZE Song, DCJ Yeo (2016) First record of the cryptic invader *Pyrgophorus platyrachis* Thompson, 1968 (Gastropoda: Truncatelloidea: Cochliopidae) outside the Americas. *BioInvasions Records* 5: 75–80

## 6.2.2 นิสิตปริญญาเอก

### Teerapong Seesamut

Email: d\_cubt@hotmail.com

Tel. No.: +66-846148387

Address: D-rich residence 398, Chanmuang 2 Lane, Chanmuang Road, Dindang Sub-district, Dindang District, Bangkok, 10400

#### EDUCATION

**Doctor of Philosophy** 2014–present  
Chulalongkorn University  
Thesis: Taxonomy and systematic of earthworm genus *Pontodrilus* Perrier, 1874 in Thailand

**Bachelor of Science in Biology (1<sup>st</sup> Honours)** 2011–2014  
Naresuan University  
Thesis: Effect of Egg Woman (*Phyllanthus amarus*) Extract on Complement C3 Expression in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by Real Time RT-PCR Technique

#### PUBLICATIONS

Seesamut, T., Sutcharit, C., Jirapatrasilp, P., Chanabun, R. and Panha, S. 2018. Morphological and molecular evidence reveal a new species of the earthworm genus *Pontodrilus* Perrier, 1874 (Clitellata, Megascolecidae) from Thailand and Peninsular Malaysia. *ZOOTAXA*, (in press).

Seesamut, T. and Yimtragool, N. 2014. Effect of Egg Woman (*Phyllanthus amarus*) Extract on Complement C3 Expression in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by Real Time RT-PCR Technique. *Burapha science journal*, 19: 63-70.

#### CONFERENCE PRESENTATIONS

Seesamut, T. and Yimtragool, N. 2014. Effect of Egg Woman (*Phyllanthus amarus*) Extract on Complement C3 Expression in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) by Real Time RT-PCR Technique. Oral presentation at 6<sup>th</sup> National Science Research Conference. March 20<sup>th</sup> to 21<sup>st</sup>. Burapha University, Thailand.

Seesamut, T., Tongkerd, P., Sutcharit, C., Chanabun, R., Bantaowong, U., Ng, B. and Panha, S. 2016. The first taxonomic study on the genus *Pontodrilus* Perrier, 1874 in Thailand and Malaysia. Oral presentation at 6<sup>th</sup> Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand. May 25<sup>th</sup> to 27<sup>th</sup>. Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand.

Seesamut, T., Tongkerd, P., Sutcharit, C., Chanabun, R. and Panha, S. 2017. DNA barcoding and taxonomy of the earthworms genus *Pontodrilus* Perrier, 1874. Oral presentation at 7<sup>th</sup> Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand. June 26<sup>th</sup> to 28<sup>th</sup>. Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Thailand.

Seesamut, T., Tongkerd, P., Sutcharit, C., Chanabun, R. and Panha, S. 2017. DNA barcoding and taxonomy of the earthworms genus *Pontodrilus* Perrier, 1874. Poster presentation at 3<sup>rd</sup> Southeast Asian Gateway Evolution Meeting. August 28<sup>th</sup> to September 1<sup>st</sup>. Bogor, Indonesia.

Seesamut, T., Tongkerd, P., Sutcharit, C., Chanabun, R. and Panha, S. 2017. An analysis proving the two separated biogeographic biological species of the earthworms genus *Pontodrilus* Perrier, 1874. Oral presentation at 22<sup>nd</sup> Biological Sciences Graduate Congress. December 19<sup>th</sup> to 21<sup>st</sup>. National University of Singapore, Singapore.

**Parin JIRAPATRASILP**

Email: parin\_ohayo@hotmail.com

Tel. No. : +662218-5273

Address: 6 Soi Chan 43/11, Sathon, Bangkok, 10120, Thailand

**EDUCATION****Doctor of Philosophy (Ph.D. Biological sciences)**

Chulalongkorn University

Dissertation topic: Phylogeography and genetic variation of semi-aquatic earthworms genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 in Lower Mekong River basin

Degree expected to be conferred by January 2019

Nov 2012–Jan 2019

**Bachelor of Education (Science-Biology), First-class honours degree**

Srinakharinwirot University

Senior project: Karyotype of African Nightcrawler (*Eudrilus eugeniae*)

May 2007–Mar 2012

**WORK EXPERIENCE**

Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Part-time Teaching Assistant in Thailand Biology Olympiad Camp

Modules taught: Worms: Platyhelminthes, Nematoda, Annelida

: Invertebrate laboratory

2016-2018

**PUBLICATIONS**

1. Jirapatrasilp, P., Prasankok, P., Chanabun, R., and Panha, S. (2015). Allozyme data reveal genetic diversity and isolation by distance in sympatric *Glyphidrilus* Horst, 1889 (Oligochaeta: Almididae) of the Lower Mekong River Basin. *Biochemical Systematics and Ecology*. 61: 35-43.
2. Jirapatrasilp, P., Prasankok, P., Sutcharit, C., Chanabun, R., and Panha, S. (2016). Two new Cambodian semi-aquatic earthworms in the genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 (Oligochaeta, Almididae), based on morphological and molecular data. *Zootaxa*. 4189 (3): 543-558.
3. Likhitrakarn, N., Jirapatrasilp, P., Golovatch, S.I., and Panha, S. (2017). A checklist of the millipedes (Diplopoda) of Myanmar, with an updated list of Leonardo Fea's collecting localities. *Zootaxa*. 4350 (1): 1-46.
4. Seesamut, T., Sutcharit, C., Jirapatrasilp, P., Chanabun, R., and Panha, S. (2018). Morphological and molecular evidence reveal a new species of the earthworm genus *Pontodrilus* Perrier, 1874 (Clitellata, Megascolecidae) from Thailand and Peninsular Malaysia. *Zootaxa*. in press.

**CONFERENCE PRESENTATIONS**

1. Jirapatrasilp, P., Prasankok, P., Chanabun, R. and Panha, S. 2014. Genetic variability by allozyme electrophoresis in natural populations of the two *Glyphidrilus* Horst, 1889 (Oligochaeta: Almididae). 19th Biological Sciences Graduate Congress 12-14 December 2014. Department of Biology, Faculty of Science, National University of Singapore, Singapore. (Oral presentation)
2. Jirapatrasilp, P., Prasankok, P., Chanabun, R. and Panha, S. 2015. Allozyme and mitochondrial DNA reveal high genetic divergence among the Mekong *Glyphidrilus* Horst, 1889 (Oligochaeta: Almididae). The 5th Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand, 25-27 May 2015, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok. (Oral presentation)
3. Jirapatrasilp, P. and Panha, S. 2015. Mangrove molluscs. The 5th Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand, 25-27 May 2015, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok. (Oral presentation)
4. Jirapatrasilp, P., Prasankok, P., Sutcharit, C., Chanabun, R. and Panha, S. 2016. The first discovery of semi-aquatic earthworm *Glyphidrilus* Horst, 1889 from the Mekong River Basin in Cambodia and their phylogenetic placements. The 6th Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand, 25-27 May 2016, Khon Kaen University. (Oral presentation)
5. Chanabun, R., Jirapatrasilp, P., Tongkerd, P., Sutcharit, C., James, S. and Panha, S. 2016. Research on semi-aquatic earthworm genus *Glyphidrilus* Horst, 1889 in Thailand. The 6th Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand, 25-27 May 2016, Khon Kaen University. (Oral presentation)

### Ruttapon SRISONCHAI

E-mail: ruttapon60104@yahoo.com, ruttapon774@gmail.com

Term Address: Animal Systematics Research Unit, Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330 THAILAND

Home Address: 183 Moo 13, Dongkrungnoi, Kasetwisai, Roi-Et 45150 THAILAND

TEL: +669-5531-3246 FAX: +662-218-5273

#### Education and Qualifications

- © 2014 – present Ph D. candidate at Department of Biology, Faculty of Science Chulalongkorn University, Thailand (Biological Sciences Program)
- © 2010 - 2013 Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand (BSC in Biology, 1<sup>st</sup> Class Honours)  
Subjects include – Taxonomy, Systematics, Development
- © 2007 – 2009 Chanturubeksa Anusorn School, Roi-Et, Thailand
- © 2004 – 2006 Chanturubeksa Anusorn School, Roi-Et, Thailand

#### Research Interests

Invertebrate Taxonomy and Systematics – millipedes and some closely related groups

#### Research or Course Participation

1. Oceanography Course of Marine Biology Camp, Phuket, Thailand (2011)
2. Young Taxonomist for Plant Biodiversity Survey, Khon Kaen, Thailand (2011)
3. Limestone Biodiversity Surveys in Myanmar (2014-2016)

#### SCHOLARSHIPS and FUNDINGS

1. Science Achievement Scholarship of Thailand (2009-present)
2. 90 Years Chulalongkorn University Endowment Fund for PhD student (2013-2016)
3. Internal Grants from Natural History Museum of Denmark (2016)
4. Overseas Academic Presentation Scholarship for Graduate Student of Chulalongkorn University (2017)

#### AWARDS

1. Best oral presentation in the 20<sup>th</sup> Congress on Science, Khon Kaen University, Thailand
2. Best oral presentation in the 7<sup>th</sup> Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand (Ramkhamhaeng University)

#### PUBLICATIONS

- Srisonchai, R., Likhitrakarn, N., Enghoff, H. and Panha, S. 2016. Four colorful new species of dragon millipedes, genus *Desmoxytes* Chamberlin, 1923, from northern Thailand (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). *Zootaxa* 4170(1) 93-113.
- Likhitrakarn, N., Golovatch, S.I., Inkhavilay, K., Sutcharit, C., Srisonchai, R. and Panha, S. 2017. Two new species of the millipede genus *Glyphiulus* Gervais, 1847 from Laos (Diplopoda, Spirostreptida, Cambalopsidae). *ZooKeys* 722: 1-18.

### 6.3 บทความย่อ หรือบทสรุปของบทความวิชาการ หรือเอกสารในลักษณะอื่น ๆ ตลอดจนหนังสือประเภทต่าง ๆ ที่โครงการได้จัดทำขึ้น

1. แผ่นพับประกอบภาพเรื่องตะขาบ
2. แผ่นพับประกอบภาพเรื่องหอยทากของไทย
3. หนังสือ A Taxonomic Review of The Centipede Genus *Scolopendra* Linnaeus, 1758 (Scolopendromorpha, Scolopendridae) in Mainland Southeast Asia, with description of a new species from Laos. ZooKeys 590, 2016 Special issue.
4. หนังสือ Srisonchai, R., Enghoff, H., Likhitrakarn, N. and Panha, S. 2018. A revision of dragon millipedes I: genus *Desmoxytes* Chamberlin, 1923, with the description of eight new species (Diplopoda, Polydesmida, Paradoxosomatidae). **ZooKeys**, 761: 1-177.

### 6.4 ผลงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ลงนาม \_\_\_\_\_

(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญา)

หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

วันที่ ตุลาคม พ.ศ. 2561