

บทนำ

หอยน้ำจืดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ดูเหมือนจะเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปจนเหมือนกับว่าคนไทยนั้นรู้จักคุ้นเคยกับสัตว์ในกลุ่มนี้เป็นอย่างดี ซึ่งความรู้ที่เกี่ยวกับชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ของหอยน้ำจืดและน้ำกร่อยของประเทศไทยได้เคยดำเนินงานมานานกว่า 30 ปี (Brandt, 1974; Upatham et al., 1983) ปัจจุบันแม้จะมีการสำรวจชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ของหอยที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย (Sri-aroon et al., 2005; Temcharoen, 1992; Tesana, 2002) ก็ยังต้องอ้างอิงชนิดพันธุ์จากข้อมูลดังกล่าว

การศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์ของหอยน้ำจืดและหอยน้ำกร่อยนั้น ได้มีการศึกษาขึ้นทั้งเพื่อประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจและการแพทย์ เนื่องจากทั้งมนุษย์และสัตว์มีความเป็นอยู่ที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งในทางนิเวศวิทยานั้นสายใยอาหารของสิ่งมีชีวิตเป็นตัวกำหนดทิศทางของสภาพแวดล้อมในถิ่นอาศัยนั้นๆ หอยน้ำจืดและหอยน้ำกร่อยจึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญต่อสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำต่างๆ การสำรวจเพื่อรวบรวมชนิดพันธุ์ของหอยน้ำจืดและหอยน้ำกร่อยจึงมีประโยชน์ต่อองค์ความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพ โดยสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับความรู้ความเข้าใจสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ เพื่อพัฒนาระบบการอนุรักษ์ และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประเทศได้ ในทางการแพทย์หอยน้ำจืดและหอยน้ำกร่อยหลายชนิด เป็นโฮสต์กึ่งกลาง (intermediate host) ของพยาธิใบไม้ทั้งของคนและสัตว์ ดังนั้นการศึกษาโรคพยาธิใบไม้จากระยะตัวอ่อนที่อยู่ในหอยเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถประเมินสถานการณ์การระบาดของวิทยาของโรคพยาธิใบไม้ในท้องถิ่นต่างๆได้ โดยตัวอ่อนในระยะเซอร์คาเรีย (cercaria) ของพยาธิใบไม้เป็นระยะที่สามารถตรวจพบได้จากหอย สามารถนำมาศึกษาชนิดของปรสิตได้แทนระยะตัวเต็มวัยเพื่อเป็นข้อมูลของงานระบาดวิทยาของโรคหนอนพยาธิใบไม้ (Krailas et al., 2003; Dechruksa et al., 2007; Ukong et al., 2007)

ความหลากหลายของหอยน้ำจืดนั้นมีอยู่ 3 วงศ์ ใหญ่ๆที่มีจำนวนสมาชิกมาก ได้แก่ วงศ์ Pachychilidae วงศ์ Paludomiidae และวงศ์ Thiaridae โดยที่หอยน้ำจืดวงศ์ Thiaridae มีมากกว่า 100 สายพันธุ์ทั่วโลก แต่ในประเทศไทย หอยวงศ์ Thiaridae นี้มีรายงานไว้เพียง 5 สกุล คือ *Thiara* Röding, 1798; *Melanoides* Olivier, 1804; *Tarebia* Adam, 1854; *Sermyla* Adam, 1854 และ *Neoradina* Brandt, 1974 จากที่เคยรายงานไว้ 8 สกุล โดยได้แยก สกุล *Adamietta* Brandt, 1974; *Brotia* Adams, 1866 และ *Paracrostoma* Cossmann, 1900 อยู่ในวงศ์ Pachychilidae (Brandt, 1974; Glaubrecht and Kohler, 2004)

การจัดจำแนกชนิดพันธุ์ของหอยที่มีอยู่เดิมนั้นได้จัดจำแนกชนิดพันธุ์ จากความแตกต่างกันของเปลือกหอย การใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย (shell morphology) มาจัดจำแนกเพียงอย่างเดียวอาจทำให้มีข้อจำกัดในการจำแนกชนิดพันธุ์ได้มาก ในปัจจุบันนอกจากการศึกษานุกรมวิธาน (taxonomy) ในแนวทาง alpha taxonomy ซึ่งเป็นการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ด้วยวิธีแบบผิวเผิน (Phenetic classification) ได้มีการนำกระบวนการจัดจำแนกหมวดหมู่แบบอิงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (Cladistic หรือ Phylogenetic classification) ในแนวทาง beta taxonomy ซึ่งนำเอาลักษณะเชิงวิวัฒนาการ ได้แก่ สัณฐานวิทยาภายนอก กายวิภาคศาสตร์ หรือโครงสร้างของสารชีวโมเลกุล เช่น โปรตีน หรือ DNA มาวิเคราะห์ ร่วมกัน (Köhler and Glaubrecht, 2006; Facon et al., 2003; Glaubrecht and Rintelen, 2003)

นักสังขวิทยาใช้การศึกษาลักษณะของ DNA เพื่อจัดเรียงลำดับของวิวัฒนาการสายพันธุ์ (Molecular Phylogenetic) มากขึ้น สำหรับหอยสกุล *Brotia* และ *Paracrostoma* ในประเทศไทย มีรายงานการจัด

จำแนกให้เป็นหอยสกุลเดียวกัน คือสกุล *Brotia* และจัดให้อยู่ในวงศ์ Pachychilidae โดยใช้ลักษณะทางโมเลกุล (Molecular marker) เพิ่มเติมและนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกของพื้น และตัวอ่อนของหอย (Glaubrecht and Kohler, 2004) ดังนั้นการตรวจหาชนิดพันธุ์หอยน้ำจืดในวงศ์ Thiaridae และ Pachychilidae จึงมีความน่าสนใจมาก เนื่องจากงานที่มีการศึกษาใหม่ๆ เป็นการเพิ่มความรู้อันและความเข้าใจเรื่องวิวัฒนาการของหอย ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดความรู้ความเข้าใจด้านวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการแพร่กระจายพันธุ์ทั้งของหอยและของพยาธิใบไม้ที่ใช้หอยวงศ์ Thiaridae และ Pachychilidae เป็นโฮสต์กึ่งกลาง

ความรู้ทางปรสิตวิทยาพบว่าหอยในวงศ์ Thiaridae และ Pachychilidae นี้มีความสำคัญทางการแพทย์ คือเป็นโฮสต์กึ่งกลางของปรสิต ซึ่งก่อโรคในคน และสัตว์ เช่น เป็นโฮสต์ของพยาธิใบไม้ปอดชนิด *Paragonimus westermani* Kerbert, 1878 พยาธิใบไม้ลำไส้ขนาดเล็ก เช่น *Metagonimus yokogawai* Katsurada, 1913 และ *Haplorchis taichui* Nishigori, 1924 ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างพยาธิใบไม้กับหอยที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางนี้ ถือเป็นองค์ความรู้ในด้านการแพร่กระจายทั้งของหอยน้ำจืดในวงศ์นี้ และความสัมพันธ์ของการแพร่กระจายปรสิตที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจแพร่ระบาดมาสู่คนและสัตว์ ในชุมชนต่างๆ ของประเทศได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

1. เพื่อตรวจหาชนิดพันธุ์ของหอยในวงศ์ Thiaridae และ Pachychilidae ที่พบในประเทศไทย
2. ศึกษาสายพันธุ์ของหอยในวงศ์ Thiaridae และ Pachychilidae ที่สามารถเก็บได้ในประเทศไทย ร่วมกับสายพันธุ์จากที่อื่นๆ ในโลก
3. ศึกษาพื้นที่ที่หอยวงศ์ Thiaridae และ Pachychilidae ที่ตรวจหาชนิดพันธุ์ที่พบ เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาชนิดพันธุ์หอยในอนาคต
4. ศึกษาความสัมพันธ์และความสามารถเป็นโฮสต์กึ่งกลางของหอยวงศ์ Thiaridae และ Pachychilidae กับพยาธิใบไม้ ที่พบในประเทศไทย
5. เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่

คำสำคัญ (keywords)

ภาษาไทย : อนุกรมวิธาน, นิเวศวิทยา, หอยน้ำจืด, หอยน้ำกร่อย โฮสต์กึ่งกลาง (โฮสต์ตัวกลาง), วงศ์เทอริตี, วงศ์พาโคคริลีตี

ภาษาอังกฤษ: Taxonomy, Ecology, Freshwater snail, Brackish-water snails, Intermediate host, Family Thiaridae, Family Pachychilidae

ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาหอยวงศ์ Thiaridae และ Pachychilidae ที่พบในประเทศไทย ตรวจหาอนุกรมวิธาน ของหอยเปรียบเทียบกับหอยที่มีตัวอย่างอยู่ที่ Museum of Natural History Berlin, Humboldt University, Berlin City, Germany เพื่อตรวจหาชนิดพันธุ์ของหอยในประเทศไทย ตรวจสอบสภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างหอย วัดพิกัด และตรวจหาตัวอ่อนพยาธิใบไม้จากหอยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของหอยที่เก็บได้ กับความสามารถเป็นโฮสต์กึ่งกลางของหอยกับพยาธิ
ดำเนินโครงการวิจัย 3 โครงการวิจัย ดังนี้

เรื่องที่ 1

(ภาษาไทย) ความหลากหลายชนิดพันธุ์และสายวิวัฒนาการของหอยน้ำจืดสกุล *Thiara* Röding, 1798 (Gastropoda: Thiaridae) ในประเทศไทย

(ภาษาอังกฤษ) Species Diversity and Phylogenetic Tree of Freshwater Snails genus *Thiara* Röding, 1798 (Gastropoda: Thiaridae) in Thailand

เรื่องที่ 2

(ภาษาไทย) อนุกรมวิธานเชิงโมเลกุล, การพัฒนาตัวอ่อน และการเป็นโฮสต์ของหนอนพยาธิ เพื่อจัดจำแนกความซับซ้อนของหอยน้ำจืดสายพันธุ์ *Melanoides jugicostis* Hanley & Theobald, 1876 (Gastropoda: Cerithioidea: Thiaridae) ในประเทศไทย

(ภาษาอังกฤษ) Molecular Systematics, Ontogeny and Helminth Parasites to Segregate the Complexity of the Freshwater Thiarid *Melanoides jugicostis* Hanley & Theobald, 1876 Species Complex (Gastropoda: Cerithioidea: Thiaridae) in Thailand.

เรื่องที่ 3

(ภาษาไทย) สันฐานวิทยาของเปลือก, การพัฒนาตัวอ่อน, และพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลของหอยน้ำจืดสกุล *Brotia* Adams, 1866 (Cerithioidea, Pachychilidae) ในประเทศไทย: เพื่อตรวจทานความหลากหลายชนิดพันธุ์ และความเป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิใบไม้

(ภาษาอังกฤษ) Shell Morphology, Ontogeny and Molecular Genetics of Freshwater Snails Genus *Brotia* Adams 1866 (Cerithioidea, Pachychilidae), in Thailand: Aim at Verifying Species Diversity and Ability of Being Trematode Intermediated Host.

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างหอย และเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในบริเวณจุดสำรวจ
 - 1.1 รวบรวมข้อมูลทางการสำรวจหอย ที่พบในประเทศไทยจากหน่วยวิจัยปรสิตวิทยาและสังขวิทยาทางการแพทย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
 - 1.2 กำหนดจุดสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างหอยตรวจสอบค่าพิกัดบริเวณจุดสำรวจด้วยเครื่องมือ GPS (GPS PLUS III, Taiwan)
 - 1.3 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางนิเวศวิทยาบริเวณพื้นที่สำรวจ เช่น บันทึกลักษณะพื้นน้ำเป็นทราย ก้อนกรวด หิน ขนาดเล็ก-ใหญ่ ลักษณะน้ำใส-ขุ่น การเกาะอาศัยของหอยน้ำจืด บริเวณรอบๆลำธารมีพืชชนิดใด และวัดความเข้มของแสงสว่างด้วยเครื่อง Lux meter เพื่อเปรียบเทียบกับลักษณะสภาพแวดล้อมเดิมที่มีการบันทึกไว้
2. การศึกษาลักษณะทางสันฐานวิทยาของเปลือก
 - ศึกษาชนิดพันธุ์ของหอยจากลักษณะทางสันฐานวิทยาของเปลือก (shell morphology)
 - 2.1 ศึกษาขนาดของเปลือกโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ (vernier caliper)
 - 2.2 วิเคราะห์ข้อมูลสันฐานวิทยาด้วยสถิติโดยใช้ One Way ANOVA
 - 2.3 วิเคราะห์รูปร่างเปลือกโดยวิธี morphometric analysis

3. การศึกษาลักษณะของฟันหอย (radula)

ทำการตรวจสอบลักษณะของฟันหอยโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ทำการศึกษาลักษณะของฟันหอยเกี่ยวกับจำนวนแถวของฟันหอย รูปร่าง ขนาด และจำนวนหยักของฟันกลาง ฟันข้าง และฟันริมของหอย

4. การศึกษาการเจริญของตัวอ่อน

4.1 การนับจำนวนตัวอ่อน

4.2 การถ่ายรูปตัวอ่อน (juvenile) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนตัวอ่อนด้วยสถิติแบบโคสแควร์

5. การศึกษาสายวิวัฒนาการของหอย

5.1 การสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อเยื่อเท้าหอย (genomic DNA extraction) ด้วย DNeasy Blood & Tissue Kit (QIAGEN, Germany)

5.2 การทำปฏิกิริยาสายลูกโซ่ (Polymerase Chain Reaction หรือ PCR)

5.3 วิเคราะห์ผลด้วย Agarose gels Electrophoresis

5.4 การสร้างสายวิวัฒนาการด้วยโปรแกรม MEGA5

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 1

การศึกษาในครั้งนี้จึงได้ศึกษา type specimen ของหอยทั้งสามชนิด คือ *Thiara rudis*, "*Tarebia*" *microstoma* และ "*Melania*" *aspera* จากผลการศึกษา biometry พบว่ามีความแตกต่างกัน ฟันของ *T. rudis* จากทุกจุดสำรวจในการศึกษานี้พบว่าเป็นแบบ Taenioglossa ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของหอยในวงศ์ Thiaridae

การศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาด้านการเจริญพัฒนาของตัวอ่อน พบว่าหอยน้ำจืดในวงศ์ Thiaridae นั้นมีถุงฟักตัวอ่อน (brood pouch) ซึ่งลูกหอยจะพัฒนาตัวอ่อน (embryo) และ juvenile รูปแบบการพัฒนาของตัวอ่อนของหอยในวงศ์นี้มี 2 แบบ คือ ovo-viviparity และ eu-viviparity โดยที่ ovo-viviparity นั้น ในถุงฟักตัวอ่อนของหอยเพศเมียจะพบเฉพาะตัวอ่อนที่ไม่มีเปลือกเท่านั้น และ eu-viviparity นั้นจะพบทั้งตัวอ่อนที่ไม่มีเปลือกและมีเปลือกในถุงฟักตัวอ่อน (Glaubrecht, 1996) ซึ่งหอย *M. tuberculata*, *T. granifera*, *S. riqueti*, *S. venustula*, *M. scabra*, *M. onca*, และ *S. denisoniensis* ที่มีรูปแบบการพัฒนาตัวอ่อนแบบ eu-viviparity ในขณะที่ *T. amarula*, *S. aspiran*, *T. winteri*, *T. cancellata* และ *T. mirifica* มีรูปแบบการพัฒนาตัวอ่อนแบบ ovo-viviparity (Glaubrecht et al., 2009) สำหรับ *T. rudis* นั้นมีความเชื่อว่าเป็นหอยที่มีรูปแบบการพัฒนาตัวอ่อนแบบ eu-viviparity ถึงแม้ว่าบางจุดสำรวจจะพบแต่ตัวอ่อนที่ไม่มีเปลือกในถุงฟักตัวอ่อนเท่านั้น ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากสิ่งแวดล้อมได้ เช่นเดียวกับ *M. scabra* ที่เชื่อกันว่าเป็น eu-viviparity แต่บางจุดสำรวจพบแต่ตัวอ่อนที่ไม่มีเปลือกในถุงฟักตัวอ่อนเท่านั้น

การศึกษาด้านชีวโมเลกุล สามารถสร้างสายวิวัฒนาการของตัวอย่างหอยที่เก็บได้ โดยสายวิวัฒนาการที่สร้างขึ้นมาจากลำดับดีเอ็นเอบางส่วนในยีน Cytochrome C oxidase I (COI) และ 16s ribosomal gene พบว่า *T. rudis* ในการทดลองครั้งนี้แตกต่างจากหอยชนิดพันธุ์อื่นๆในวงศ์ Thiaridae แต่ *T. rudis* เองกลับแบ่งออกเป็น 2 clade ในสายวิวัฒนาการทั้งสองยีน โดยที่หอย *T. rudis* จากประเทศไทยนั้นอยู่ใน clade 1 เช่นเดียวกับที่ได้จากประเทศอินโดนีเซียและออสเตรเลีย ในขณะที่ *T. rudis* Clade 2 พบได้ที่เกาะบาหลีส ประเทศอินโดนีเซียเท่านั้น (Glaubrecht & Rintelen, 2003; Glaubrecht et al., 2009, Maaß & Glaubrecht, 2012)

อย่างไรก็ตามสายวิวัฒนาการของหอย *T. rudis* ที่สร้างจากยีน Histone 3 (H3) ซึ่งเป็นยีนในนิวเคลียสแสดงให้เห็นว่า *T. rudis* เป็น monophyletic คือ *T. rudis* ทั้งหมดอยู่ด้วยกัน (Gimnich & Glaubrecht, unpublished data) การทดลองนี้เป็นที่น่าสนใจว่า nuclear DNA นั้นเป็นแนวทางหนึ่งที่ได้ผลน่าเชื่อถือมากกว่า mitochondrial DNA (Shaw, 2002) เนื่องจากในมอลลัสก์ nuclear DNA นั้นมีวิวัฒนาการที่ช้ากว่า mitochondrial DNA ดังนั้นเพื่อความน่าเชื่อถือในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะศึกษาทั้ง nuclear DNA และ mitochondrial DNA

สรุปผลการวิจัย

พบหอย *Thiara rudis* บริเวณจุดสำรวจได้แก่ คลองดอนโฆ จังหวัดสมุทรสาคร และสระน้ำหน้าคณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม เป็นการรายงานการพบหอยชนิดนี้ครั้งแรกในประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ 2

หอยจิ้งฉง *Melanoides* หรือหอยเจดีย์ สามารถพบการแพร่กระจายได้ทุกสภาพแหล่งน้ำทั้งในลำธาร, น้ำตก, สระน้ำ, นาข้าว, แม่น้ำ ฯลฯ (สุชาติ อุปลัมภ์ และคณะ, 2538; ดวงเดือน ไกรลาศ และคณะ, 2552; Brandt, 1974; Klinhom, 1989) ในปี ค.ศ. 1974, Rolf AM Brandt ชาวเยอรมันได้รายงานหอยจิ้งฉง *Melanoides* ในประเทศไทยไว้ 2 ชนิดพันธุ์ คือ *M. tuberculata* Müller, 1774 และ *M. jugicostis* Hanley & Theobald, 1876 (รูปที่ 3-1) เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา (shell morphology) หอยสองชนิดนี้จะมีลักษณะแตกต่างกันอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนโดยหอย *M. jugicostis* จะมีลวดลายเป็นสัน (rib) คมชัดในแนวตั้งของแต่ละเวิร์ล (whorl) โดยเฉพาะในเวิร์ลสุดท้าย หรือบอดีเวิร์ล (body whorl) จะมี rib อยู่ประมาณ 8-9 ribs และมีร่องลึก (deep suture) ระหว่างรอยต่อในแต่ละเวิร์ล มากกว่าหอย *M. tuberculata*

สรุปผลการศึกษา

หอยน้ำจืด *Melanoides jugicostis* ที่พบในประเทศไทยทั้ง 20 จุดสำรวจ จากการศึกษาทางด้านลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือก (morphology) การศึกษาชนิดพันธุ์หอยด้วยขนาดรูปร่าง (geometrics morphometric) กายวิภาคศาสตร์ (anatomy) แรดูลา (radula pattern) การพัฒนาตัวอ่อน (ontogeny) ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียของพยาธิใบไม้ (cercariae stage of trematode) ชีวโมเลกุลของหอยที่ติดเชื้อและไม่ติดเชื้อของพยาธิใบไม้ (molecular DNA) ในหอย *M. jugicostis* สามารถรวบรวมผลและสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. หอย *M. jugicostis* จะมีลักษณะทั่วไปของเปลือกเป็นรูปกรวยไข่ สีเหลืองออกน้ำตาล หรือสีน้ำตาลเข้ม ปลายยอด (apex) ค่อนข้างสึกกร่อน (eroded) มีสันตามแนวตั้ง (axial rib) ชัดเจน 6-12 เส้น (ribs) มีร่องตามแนวนอน (spiral line) 3-4 เส้น มีจำนวนเวิร์ล 4-12 เวิร์ล ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดความยาวของหอย
2. เปลือกหอย *M. jugicostis* ในทุกพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันของขนาดรูปร่างระหว่างกลุ่ม แต่จะมีรูปร่างเปลือกที่แตกต่างจากหอย *M. tuberculata* อย่างชัดเจน เมื่อทำการวิเคราะห์ความผันแปรของขนาดรูปร่างสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยด้วยเทคนิค Geometric morphometrics
3. กายวิภาคศาสตร์ (anatomy) จะมีลักษณะโครงสร้างภายนอกของหอยน้ำจืด *Melanoides jugicostis* มีส่วนหัวเป็นสีดำ มีเทนท์ทาเคิล (tentacle) และมีตา (eye) อยู่บริเวณฐานของหนวด

- ภายในจะมีเนื้อเยื่อบางๆห่อหุ้มลำตัว (mantle) และบริเวณขอบแมนเทิล (mantle edge) จะมีพาพิลลา (papilla) เป็นปุ่มเล็กๆ 14-16 ปุ่ม มีฝาปิดปากเปลือก (operculum) เป็นแบบพอสซิสไปรัล
4. หอยน้ำจืด *M. jugicostis* มีซี่ฟันกลางรูปแบบ 2-1-2 คิดเป็นร้อยละ 63.95 (55/86) และ ซี่ฟันกลางรูปแบบ 3-1-3 คิดเป็นร้อยละ 36.05 (31/86) ฟันข้างมีลักษณะหยักฟันเป็น 3:1:3 คิดเป็นร้อยละ 100 และฟันริมด้านนอกและด้านในมีหยักฟัน 7-8 หยัก และ 8-9 หยัก ตามลำดับ
 5. การเจริญพัฒนาตัวอ่อนในระยะต่างๆของหอย *M. jugicostis* ที่มีถุงฟักตัวอ่อน (brood pouch) พบตัวอ่อนระยะจูวินายด์ขนาดน้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร มีจำนวนมากที่สุด และขนาดมากกว่า 3 มิลลิเมตร มีจำนวนน้อยที่สุด ตามลำดับ โดยมีลักษณะตัวอ่อนระยะจูวินายด์ในทุกบริเวณจะมีลวดลายเปลือกภายนอกบนผิวเปลือกชัดเจน ยอดเปลือกด้านบนสุดมักมีผิวขรุขระ มีร่องเป็นสันเห็นอย่างเด่นชัดเป็นแนวตั้งในบริเวณบอดีเวิร์ลและตั้งแต่เวิร์ลที่ 2 จะพบลวดลายปุ่ม ตุ่มนูน เรียงกันอยู่เป็นแนวตามเส้นพาดตามขวางในบริเวณบอดีเวิร์ลและเวิร์ลที่ 2 จากส่วนฐานของบอดีเวิร์ลจะมีเส้นตามขวาง (spiral line) 2-3 เส้น เห็นอย่างเด่นชัด
 6. การตรวจสอบการติดเชื้อตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียของพยาธิใบไม้ สามารถจัดจำแนกพยาธิใบไม้ ออกเป็น 4 กลุ่ม 5 ชนิดพันธุ์ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 Parapleurophocercous cercariae มี 2 ชนิดพันธุ์ (*Haplorchis pumilio*, *Stictodora tridactyra*) กลุ่มที่ 2 Pleurophocercous cercariae มี 1 ชนิดพันธุ์ (*Centrocestus formosanus*) กลุ่มที่ 3 Xiphidiocercariae มี 1 ชนิดพันธุ์ (*Loxogenoides bicolor*) และ กลุ่มที่ 4 Furcocercous cercariae มี 1 ชนิดพันธุ์ (*Transversotrema laruei*)
 7. การศึกษาลำดับสายวิวัฒนาการของหอย *Melanoides jugicostis* ในประเทศไทย ในส่วนของยีน COI และ 16S rRNA แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดพันธุ์อย่างชัดเจน ได้แก่ *M. jugicostis* และ *M. tuberculata* และมีความสอดคล้องไปในทำนองเดียวกันทั้งหอยที่มีการติดเชื้อปรสิต และหอยที่ไม่พบการติดเชื้อปรสิต

โครงการวิจัยที่ 3

หอยในวงศ์ Pachychilidae Troschel, 1857 (Family Pachychilidae) เป็นกลุ่มหอยฝาเดียวที่มีการกระจายชนิดพันธุ์อยู่อย่างหลากหลายในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia) จัดอยู่ใน Superfamily Cerithioidea Férussac, 1819 (Glaubrecht, 1996; Lydeard *et al.*, 2002; Köhler *et al.*, 2004; Köhler & Dames, 2009) ซึ่งหอยเหล่านี้จะมีความแตกต่างกันแม้ว่าจะอยู่ภายในสกุลเดียวกันก็ตาม เช่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก (Shell Morphology) การพัฒนาตัวอ่อน (Ontogeny) และชีวโมเลกุล (Molecular DNA) พบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล เช่น *Brotia pagodula*, *B. verbecki*, *Sulcospira schmidtii*, *S. housei*, *B. sumatrensis*, *B. episcopalis*, *B. citrina*, *Jagora asperata* เป็นต้น

หอยในวงศ์ Pachychilidae จะมีลักษณะเปลือกทรงกรวย รูปไข่ ขนาดค่อนข้างใหญ่ประมาณ 20-120 มิลลิเมตร เปลือกมีสีน้ำตาล น้ำตาลแดง หรือน้ำตาลออกดำ สีเขียวมะกอก มีลวดลายบนผิวเปลือก อาจมีหนาม ตุ่ม อยู่ในแต่ละเวิร์ล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ของหอย มีแผ่นปิดปากเปลือกวนเป็นวงต่อกันหลายวง (Multispiral) จำนวนเวิร์ลมีประมาณ 8-16 เวิร์ล ปัจจุบันหอยในวงศ์นี้แบ่งออกเป็น 12 genera ดังนี้

1. *Brotia* Adams, 1866
2. *Doryssa* Swainson, 1840

3. *Faunus* de Montfort, 1810 เฉพาะ *Faunus ater* Linnaeus, 1758
4. *Jagora* Köhler & Glaubrecht, 2003
5. *Madagasikara* Köhler & Glaubrecht, 2010
6. *Melanatria* Bowdich, 1822
7. *Pachychilus* I Lea & HC Lea, 1851
8. *Paracrostoma* Cossmann, 1900
9. *Potadoma* Swainson, 1840
10. *Pseudopotamis* Martens, 1894
11. *Sulcospira* Troschel, 1858
12. *Tylomelania* Sarasin & Sarasin, 1897

ในอดีตหอย *Brotia* Adams, 1866 ถูกจัดอยู่ในวงศ์ Thiaridae (Family Thiaridae) (Brandt, 1974 เช่นเดียวกับกับหอยในสกุล *Thiara*, *Melanooides*, *Tarebia*, *Semyla*, *Neoradina* เนื่องจาก Brandt (1974) ทำการศึกษาเฉพาะลักษณะทางสัณฐานวิทยา (ลักษณะเปลือก, สีเปลือก, ลวดลายบนผิวเปลือก, ฝาปิดปากเปลือก) สรีรศาสตร์ของโครงสร้างลำตัวภายนอก และรูปแบบฟันเท่านั้น ซึ่งเป็นการจัดจำแนกชนิดพันธุ์หอยในเบื้องต้น แต่ในปัจจุบันหอยสกุลนี้ถูกจัดอยู่ในวงศ์ Pachychilidae (Köhler & Glaubrecht, 2006) โดยอาศัยการจัดจำแนกจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก (Morphology) ฝาปิดปากเปลือก (Operculum) กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) และชีวโมเลกุล (Molecular Biology) ในการจัดอนุกรมวิธานหอยวงศ์ Pachychilidae ขึ้นมาใหม่ ซึ่งจากรายงานของ Köhler & Glaubrecht (2006) พบว่าหอยกลุ่มนี้แยกออกมาจากวงศ์ Thiaridae อย่างชัดเจนจากผลการวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้ยีนจากไมโทคอนเดรียขนาด 16S และ 28S

สรุปผลการศึกษา

หอยสกุล *Brotia* จาก 26 จุดสำรวจ จัดจำแนกได้ 15 ชนิดพันธุ์ โดยการเปรียบเทียบการจัดจำแนกตามรูปร่างเปลือก และสารพันธุกรรม ดังนี้ *Brotia armata*, *B. binodosa*, *B. citrina*, *B. costula*, *B. dautzenbergiana*, *B. henriettae*, *B. manningi*, *B. microsculpta*, *B. pagodula*, *B. paludiformis*, *B. peninsularis*, *B. pseudosulcospira*, *B. solemiana*, *B. subgloriosa* และ *B. wykoffi* การตรวจหาพยาธิใบไม้จากหอยที่สุ่มเก็บพบ *B. costula* ติดเชื้อพยาธิใบไม้ชนิด *Stictodora tridactyla* จำนวน 1 ตัว จากหอย *B. costula* 589 ตัว คิดเป็นอัตราการติดเชื้อ 0.17%

ข้อเสนอแนะจากการดำเนินแผนงานวิจัย

แผนการวิจัยในครั้งนี้มีโครงการวิจัยที่สามารถทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ และมีประโยชน์ ต่อความเข้าใจในเรื่องชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งในประเทศไทย โดยสามารถเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ที่มีค่าต่อนักวิจัย นักศึกษา และผู้สนใจงานด้านชีววิทยา โดยเฉพาะด้านสังขวิทยา ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่ทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพ และงานด้านปรสิตวิทยาที่มีหอยน้ำจืดเป็นโฮสต์กึ่งกลางทำให้เกิดการแพร่กระจายพันธุ์ของพยาธิใบไม้ชนิดต่างๆ และเนื่องจากการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิตได้พัฒนาสู่แนวทาง beta taxonomy ซึ่งนำเอาลักษณะเชิงวิวัฒนาการ ได้แก่ สัณฐานวิทยาภายนอก กายวิภาคศาสตร์ หรือโครงสร้างของสารชีวโมเลกุล เช่น โปรตีน หรือ DNA มาวิเคราะห์ ร่วมกัน ทำให้ได้รับความกระจ่างในงานด้านความหลากหลายทางชีวภาพเป็นอย่างมาก การได้รับการสนับสนุนการวิจัยในลักษณะเช่นนี้ถือเป็น

คุณประโยชน์ต่อวงการวิชาการ และเป็นแนวทางในการทำงานต่อเนื่องเพื่อความชัดเจนต่องานด้านอนุกรมวิธาน และซิสเต็มมาติคส์ในประเทศไทย

การนำผลงานวิจัยใช้ประโยชน์

การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณสุข

พัฒนาแนวความคิดในด้านการวิจัยที่เป็นองค์ความรู้ในด้านความหลากหลายชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นองค์ประกอบของระบบนิเวศ และผลกระทบของความหลากหลายชนิดพันธุ์กับการแพร่กระจายพันธุ์ของปรสิตหนอนพยาธิที่มีผลกระทบต่อชุมชน

การใช้ประโยชน์เชิงวิชาการ

1. งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่มีประโยชน์ต่อกิจการรุ่นใหม่ โดยเป็นงานที่สามารถผลิตบัณฑิตในระดับบัณฑิตศึกษาให้รู้จักและเข้าใจถึงกระบวนการทำวิจัย
2. เผยแพร่ผลงานโดยการตีพิมพ์ผลงานในรูปแบบรายงานการวิจัย และวารสาร

บรรณานุกรม

- ดวงเดือน ไกรลาศ, ธัญญารัตน์ แดงประเสริฐ, วศิน อิงคพัฒนากุล และสุลักษณ์ อยู่คง. (2552). *การติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียของหอยน้ำจืดวงศ์ Thiaridae ในประเทศไทย*. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 419 หน้า
- ประยงค์ ระดมยศ, สุวณี สุภเวทย์ และ ศรชัย หล่ออารีย์สุวรรณ. (2539). *ตำราปรสิตวิทยาทางการแพทย์*. กรุงเทพฯ: เมดิคัล มีเดีย. 507 หน้า
- สุชาติ อุปลัมภ์, มาลีญา เครือตราชู, เยาวลักษณ์ จิตรามวงศ์, และศิริวรรณจันทเมย์. (2538). *สังขวิทยา*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ศักดิ์โสภณาการพิมพ์. 517.
- Adams, H., & Adams, A. (1853–1854). *Genera of Recent molluscs arranged according to their organisation*, 1. John v. Voorst, London. xl + 484 pp.
- Adam, W., & Leloup, E. (1938), Prosobranchia et Ophistobranchia. In: V. VAN STRAELEN, ed., Resultats scientifiques du voyage aux Indes Orientales Néerlandaises de LL. AA. RR. le Prince et la Princesse Léopold de Belgique. *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 2, 1–209.
- Annandale, N., Prashad, B., & Dudin, A. (1921). The aquatic and amphibious molluscs of Manipur. *Records of the Indian Museum*, 22, 529–631.
- Bequaert, J. C. (1943). Fresh-water shells from cave deposits in the southern Shan States, Burma. *Transactions of the American Philosophical Society*, (n.s.) 32, 431–436.
- Bichain, J.M., Boisselier-Dubayle, M.C., Bouchet, P., & Samadi, S. (2007). Species Delimitation in the genus *Bythinella* (Mollusca: Caenogastropoda: Rissooidea): A first attempt combining molecular and morphometrical data. *Malacologia*, 49(2): 293-311.
- Brandt, R. A. M. (1968). Description of new nonmarine mollusks from Asia. *Archiv für Molluskenkunde*, 98, 213–289.

- Brandt, R. A. M. (1974). The non-marine aquatic Mollusca of Thailand. *Archiv für Molluskenkunde*, 105, 1–423.
- Brot, A. (1874–1879), *Die Melaniaceen (Melanidae) in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen*. In: H. C. KÜSTER, ed., *Systematisches Conchylien-Cabinet von Martini und Chemnitz*, 1(24), 488 pp., 39 pls.
- Brot, A. (1881), Note sur quelques espèces de coquilles fluviatiles, récoltées à Borneo et à Sumatra, par M. Carl Bock. *Journal de Conchyliologie*, 29, 154–160.
- Cossmann, M. (1900). Rectifications de nomenclature. *Revue Critique de Paléozoologie*, 4, 42–46.
- Davis, G. M. (1981). Different modes of evolution and adaptive radiation in the Pomatiopsidae (Prosobranchia: Mesogastropoda). *Malacologia*, 21(1-2), 209-262.
- Davis, G. M. (1985). Erhaia, A new genus and new species of Pomatiopsidae from China (Gastropoda: Rissoacea). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences Of Philadelphia*, 137, 48-78.
- Dechruksa, W., **Krailas, D.**, Ukong, S., Inkapatanakul, W., & Dangprasert, T. (2007). Trematode infections of Freshwater snails Family Thiaridae in Khek River. *Southeast Asian J. Trop. Med. Pub. Hlth.* 38 (6) : 1016-1028.
- Ehrmann, P. (1922). Land- und Süßwasserschnecken aus den südlichen Schan-Staaten, Hinterindien. *Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft, Leipzig*, 45–48, 1–28.
- Facon, B., Pointier, J.-P., **Glaubrecht, M.**, Poux, C., Jarne, P., & David, P. (2003). A molecular phylogeography approach to biological invasions of the New World by parthenogenetic thiarid snails. *Molecular Ecology*, 12: 3027-3039.
- Fischer-Piette, E. (1950). Liste des types décrits dans le Journal de Conchyliologie et conservés dans la collection de ce Journal. Part 3. *Journal de Conchyliologie*, 90, 149–180.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz R., & Vrijenhoek, R. (1994). DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3, 294-299.
- Gallego, J.L. (2015). *The Malacologist's Corner*. Retrieved November 5, 2015, from <http://www.elrincondelmalacologo.com/Web%20fotos%20agua%20dulce/Pachychilidae.htm>
- Glaubrecht, M. (1996). *Evolutionsökologie und Systematik am Beispiel von Süß- und Brackwasserschnecken (Mollusca: Caenogastropoda: Cerithioidea): Ontogenese-Strategien, paläontologische Befunde und Historische Zoogeographie*. Backhuys Publishers, Leiden. 544 pp.
- Glaubrecht, M., Brinkmann, N., & Pöppe, J. (2009). Diversity and disparity 'down under': Systematics, biogeography and reproductive modes of the 'marsupial' freshwater

- Thiaridae (Caenogastropoda, Cerithioidea) in Australia. *Zoosystematics and Evolution*, 85 (2), 199–275.
- Glaubrecht, M., & Köhler, F. (2004).** Radiating in a river: systematics, molecular genetics and morphological differentiation of viviparous freshwater gastropods endemic to the Kaek River, central Thailand (Cerithioidea, Pachychilidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 82: 275–311.
- Glaubrecht, M., & Rintelen, T. V. (2003). Systematics, molecular genetics and historical zoogeography of the viviparous freshwater gastropod *Pseudopotamis* (Cerithioidea, Pachychilidae): relic on the Torres Strait Islands, Australia. *Zoologica Scripta*, 32, 415–435.
- Gould, A. A. (1846). Description of shells, sent from Tavoy, Burma, by the Rev. Mr. Mason. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, 2, 98–100.
- Gould, A. A. (1847). New shells, received from Rev. Mr. Mason, of Burmah, several of one of his associates, Mrs. Vinton. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, 2: 218–221.
- Griffith, F. L. S., & Pidgeon, E. (1833–1834), *The Mollusca and Radiata arranged by the Baron Cuvier, with supplementary additions to each order*. In: F. L. S. GRIFFITH, ed., *The animal kingdom by the Baron Cuvier*, 12. Whittaker & Co., London. 601 pp.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & RYAN, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1), 1–9.
http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm[Accessed: 04/X/2011]
- Habe, T. (1964). Freshwater molluscan fauna of Thailand. *Nature and Life in Southeast Asia*, 3, 45–66.
- Hanley, S., & Theobald, W. (1870–1876), *Conchologia Indica: illustrations of the land and freshwater shells of British India*. Reeve & Co., London. 65 pp., 160 pls.
- Houbrick, R. S. (1981). Anatomy, biology and systematics of *Campanile symbolicum* with reference of adaptive radiation of the cerithiacea (Gastropoda: Prosobranchia). *Malacologia*, 21, 263–289.
- Ito, J. (1980). Studies on cercariae in Japan. Shizuoka University. Japan. 376 pp.
- Johnson, R. I. (1964). The Recent Mollusca of Augustus Addison Gould. *United States National Museum Bulletin*, 239, 1–182.
- Klinhom, U. (1989). The Thiaridae (Prosobranchia: gastropoda) of Thailand: Their morphology, Anatomy, Allozymes and Systematic Relationships. A Thesis submitted in Partial Fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy. Faculty of graduate studies Mahidol University. 266 pp.
- Köhler, F. (2008). Two new species of *Brotia* from Laos (Mollusca, Caenogastropoda, Pachychilidae). *Zoosystematics and Evolution*, 84(1), 49–55.

- Köhler, F., & Deein, G. (2010). Hybridisation as potential source of incongruence in the morphological and mitochondrial diversity of a Thai freshwater gastropod (Pachychilidae, Brotia H. Adams, 1866). *Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 86(2), 301-314.
- Köhler, F., Du, L. N., & Yang, J. X. (2010). A new species of Brotia from Yunnan, China (Caenogastropoda: Pachychilidae). *Zoosystematics and Evolution*, 86(2), 295-300.
- Köhler, F., & Glaubrecht, M. (2001). Toward a systematic revision of the Southeast Asia freshwater gastropod *Brotia* H. Adams, 1866 (Cerithioidea: Pachychilidae): An account of species from around the South China Sea. *Journal of Molluscan Studies*, 67, 281-318.
- Köhler, F., & Glaubrecht, M. (2002). Annotated catalogue of the nominal taxa of Southeast Asian freshwater gastropods, family Pachychilidae Troschel, 1857 (Mollusca: Caenogastropoda: Cerithioidea), with an evaluation of the types. *Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde Berlin, Zoologische Reihe*, 78, 121–156.
- Köhler, F., & Glaubrecht, M. (2003). Morphology, reproductive biology and molecular genetics of ovoviviparous freshwater gastropods (Cerithioidea: Pachychilidae) from the Philippines, with description of a new genus *Jagora*. *Zoologica Scripta*, 32, 35–59.
- Köhler, F., & Glaubrecht, M. (2004). Radiating in a river: systematics, molecular genetics and morphological differentiation of viviparous freshwater gastropods endemic to the Kaek River, central Thailand (Cerithioidea, Pachychilidae). *Biological Journal of Linnean Society*, 82, 275-311.
- Köhler, F., & Glaubrecht, M. (2006). A systematic revision of the Southeast Asian freshwater gastropod *Brotia* (Cerithioidea: Pachychilidae). *Malacologia*, 48, 159-251.
- Köhler, F., Rintelen, V. T., Meyer, A., & Glaubrecht, M. (2004). Multiple origin of viviparity in Southeast Asia gastropods (Cerithioidea: Pachychilidae) and its evolutionary implications. *Evolution*, 58 (1), 2215-2226.
- Köhler, F., & Dames, C. (2009). Phylogeny and systematics of the Pachychilidae of mainland Southeast Asia – novel insights from morphology and mitochondrial DNA (Mollusca, Caenogastropoda, Cerithioidea). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 157, 679-699.
- Komiya, Y. (1961). *The excretory system of digenetic trematodes*. Tokyo. Japan. 341 pp.
- Krailas, D., Ukong, S., Dechruksa, W., & Janecharut, T. (2003). Cercarial infection in *Paludomus petrosus*, freshwater snail in Pa La-U waterfall. *Southeast Asian J Trop Med Pub Hlth*.34: 286-290.
- Lea, I. (1835). Description of new freshwater and land shells. *Transactions of the American Philosophical Society*, (n.s.) 6, 19–20.
- Lea, I. (1842). Description of new freshwater and land shells. *Transactions of the American Philosophical Society*, (n.s.) 9, 24–31.

- Lea, I. (1856). Description of fifteen new species of exotic Melaniana. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences Philadelphia, 1856*, 4–6.
- Lea, I. (1864). New Unionidae, Melanidae, etc., chiefly of the United States. *Observations on the genus Unio together with description of new species in the family Unionidae, and descriptions of new species of the family Melanidae, Limneidae, Paludinae and Helicidae, 11*, 1–143.
- Lea, I., & Lea H. C. (1851). Description of a new genus of the family of Melaniana, and of many new species of the genus *Melania*, chiefly collected by Hugh Cuming, Esq., during his zoological voyage in the east, and now first described. *Proceedings of the Zoological Society London, 18*, 179–246.
- Lydeard, C., Holznagel, W. E., Glaubrecht, M., & Ponder, W. F. (2002). Molecular phylogeny of a circum-global, diverse gastropod superfamily (Cerithioidea: Mollusca: Caenogastropoda): pushing the deepest phylogenetic limits of mitochondrial LSU rDNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution, 22*, 399–406.
- Maaß, N., & Glaubrecht, M. (2012). Comparing the reproductive biology in three “maruspiäl”, eu-viviparous freshwater gastropods (Cerithioidea, Thiaridae) from drainages of Australia’s monsoonal north. – *Zoosystematics and Evolution, 88* (2), 293–315.
- Martens, E. V. (1897). *Süß- und Brackwasser-Mollusken des Indischen Archipels*. In: M. WEBER, ed., *Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch Indien, 4*. Brill, Leiden. 331 pp.
- Martens, E. V. (1899). Conchologische Miscellen III.. *Archiv für Naturgeschichte, 65*, 27–48.
- Martens, E. V. (1900). Über Land- und Süßwasserschnecken aus Sumatra. *Nachrichtenblatt der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft, 32*, 1–18.
- Morlet, L. (1884). Description d’espèces nouvelles de coquilles, recueillies par M. Pavie, au Cambodge. *Journal de Conchyliologie, 32*, 386–403.
- Morrison, J. P. E. (1954). The relationship of old and new world melanians. *Proceedings of the United States National Museum, 103*, 357–394.
- Nevill, G. (1885). Gastropoda. Prosobranchia-Neurobranchia. *Hand List of Mollusca in the Indian Museum, 2*. Order of the Trustees, Calcutta. 306 pp.
- Palumbi, S. R., Martin, A. P., Romano, S. L., Mccilan, W. O., Stice, L., & Grabowski, G. (1991). *The simple fool’s guide to PCR*. University of Hawaii Press, Honolulu.
- Prashad, B. (1921). Report on a collection of Sumatran molluscs from fresh and brackish water. *Records of the Indian Museum, 22*, 461–507.
- Preston, H. B. (1915). Mollusca. In: *The Fauna of British India, including Ceylon and Burma*. Taylor & Francis, London. 244 pp.
- Rafinesque, C. S. (1833). On 5 new fresh water shells, of Bengal and Assam in Asia. *Atlantic Journal and Friend of Knowledge, 5*, 165–170.
- Rao, H. S. (1928). The aquatic and amphibious molluscs of the Northern Shan States, Burma.

- Records of the Indian Museum*, 30, 399–468.
- Reeve, L. A. (1859–1860). Monograph of the genus *Melania*. *Conchologia Iconica*, 12, pl. 1–59. Reeve Brothers, Strand
- Rohlf, F. J. (2010). TpsDig, version 2.16, Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook. Available at <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>
- Sarasin, P., & Sarasin, F. (1898). Die Süßwassermollusken von Celebes. *Material zur Naturgeschichte der Insel Celebes*, 1. Kreidel, Wiesbaden. 1–104 pp.
- Schell, S. C. (1970). *How to know the Trematode*. Wm C. Brown Publishers. Iowa. 1-43.
- Schepman, M. M. (1896). Descriptions of new Melaniidae. *Notes from the Leyden Museum*, 18, 135–139.
- Shaw, L. K. (2002). Conflict between nuclear and mitochondrial DNA phylogenies of a recent species radiation: What mtDNA reveals and conceals about mode of speciation in Hawaiian crickets. *PNAS*, 99, 16122-16127.
- Solem, A. (1966). Some non-marine Mollusks from Thailand, with notes on classification of the Helicarionidae. *Spolia Zoologica Musei Hauniensis*, 24, 1–110.
- Souleyet, M. (1842). *Atlas*. In: Eydoux, M., & Souleyet, M. eds., *Voyage autour du monde exécuté pendant les années 1836 et 1837 sur la corvette La Bonite*, 12. Arthus Bertrand, Paris.
- Souleyet, M. (1852). *Zoologie*. In: Eydoux, M., & Souleyet, M. eds., *Voyage autour du monde exécuté pendant les années 1836 et 1837 sur la corvette La Bonite*, 12. Arthus Bertrand, Paris. 7–633 pp.
- Sri-aroon, P., Lohachit, C., & Harada, M. (2005). Brackish-water Mollusks of Surat Thani Province, Southern Thailand. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 36(suppl 4), 180-188.
- Subba, R. N. V. (1989). *Handbook, freshwater mollusks of India*. Zoological Survey of India, Calcutta. 289 pp.
- Subba, R. N. V., & Dey, A. (1986). Freshwater Molluscs of Mizoram. *Journal of Hydrobiology*, 2, 25–32.
- Temcharoen, P. (1992). Malacological survey in the Sirikit reservoir, The largest earthfilled dam in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 23(2): 332-335.
- Tesana, S. (2002). Diversity of mollusks in the Lam Ta Khong reservoir, Nakhon Ratchasima, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 33: 733-737.
- Theobald, W. (1865). Notes on a collection of land and freshwater shells from the Shan States—collected by F. Fedden, Esq. 1864–65. *Journal of the Asiatic Society of Bengal*, 34, 273–279.
- Troschel, F. H. (1856–1863). *Das Gebiss der Schnecken zur Begründung einer natürlichen Classification*, 1. Nicolaische Verlagsbuchhandlung, Berlin. 252 pp.
- Ukong, S., Krailas, D., Dangprasert, T., & Channgarm, P. (2007). Studies on the morphology of

- cercariae obtained from freshwater snails at Erawan Waterfall, Erawan National Park, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Pub Hlth* 38 (2) : 302-312.
- Upatham, E.S., Sornmani, S., Kitikoon, V., Lohachit, C., & Burch, J.B. (1983). Identification key for the fresh-and brackish-water snails of Thailand. *Malacol Rev* 16 : 107-132.
- Wilson, A. B., Glaubrecht, M., & Meyer, A. (2004). Ancient lakes as evolutionary reservoirs: evidence from the thalassoid gastropods of Lake Tanganyika. *Proceedings of the Royal Society of London, Biological Sciences*, 271, 529–536.
- Yen, T. C. (1939). Die chinesischen Land- und Süßwasser-Gastropoden des Natur-Museums Senckenberg. *Abhandlungen der Senckenbergisch-Naturforschenden Gesellschaft*, 444, 1–233.
- Yen, T. C. (1942). A review of chinese gastropods in the British Museum. *Proceedings of the Malacological Society London*, 24, 170–289.