

วิเคราะห์ผลการศึกษา

หอยสกุล *Brotia* ที่พบในประเทศไทยส่วนมากจะเป็นหอยที่พบและกระจายพันธุ์อยู่ในประเทศไทย ทำให้หอยกลุ่มนี้มีความน่าสนใจเป็นอย่างมาก และบางสายพันธุ์ยังเป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิใบไม้ได้อีกด้วย (Brandt, 1974) การศึกษาในครั้งนี้ เมื่อสำรวจหอยเพื่อดูการแพร่กระจายพันธุ์ของหอย *Brotia* สามารถสุ่มเก็บหอยได้จาก 26 จุดสำรวจ ได้หอยจำนวน 2,395 ตัว และทำการจัดจำแนกหอยโดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่รายงานโดย Brandt (1974) และ Köhler et al. (2010) คณะผู้วิจัยได้ใช้ชื่อชนิดพันธุ์ตามการเปรียบเทียบทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือก และการศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุล จึงจัดจำแนกหอยเป็น 15 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *B. 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* จุดสำรวจที่พบหอยกลุ่มนี้มีลักษณะใกล้เคียงกันคือ มีแหล่งอาศัยอยู่บริเวณธารน้ำตก และแหล่งน้ำไหล โดยหอยจะเกาะอยู่บนโขดหินหรือฝั่งตัวอยู่ในทราย

ขนาดของเปลือกหอยกลุ่มนี้แบ่งได้ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามขนาดของเปลือก เป็น ขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก โดยหอยที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ *B. costula* และหอยที่มีขนาดกลางได้แก่ *B. citrine*, *B. dautzenbergiana*, *B. henriettae*, *B. pagodula*, *B. paludiformis*, *B. peninsularis*, *B. solemiana*, และ *B. wykoffi* ส่วนหอยที่มีขนาดเล็กได้แก่ *B. armata*, *B. binodosa*, *B. manningi*, *B. microsculpta*, *B. pseudosulcospira* และ *B. subgloriosa*

เมื่อทำการศึกษารูปร่างโดยการหาค่า h/w พบว่าแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ทรงกรวยยาว ได้แก่ *B. citrina*, *B. costula*, *B. dautzenbergiana*, *B. henriettae*, *B. manningi*, *B. pagodula*, *B. peninsularis*, *B. subglorios* และ *B. wykoffi* ส่วนหอยที่มีรูปร่างเป็นทรงกรวยสั้น ได้แก่ *B. armata*, *B. binodosa*, *B. microsculpta*, *B. paludiformis*, *B. pseudosulcospira*, และ *B. solemiana*

การศึกษารูปร่างด้วยเทคนิค Geometric Morphometrics เป็นการจัดจำแนกความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต ด้วยความผันแปรของรูปร่าง ผลการศึกษาโดยวิธีนี้เป็นส่วนหนึ่งในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกับการศึกษาทางเทคนิคอื่นๆ เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะสัณฐานวิทยา เป็นต้นแบบในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต ที่เรียกกันว่า แนวทาง alpha taxonomy ถือเป็นการศึกษาอนุกรมวิธานหรือการศึกษาซิสเตมาติกในลำดับแรกๆ (Bichain et al., 2007) การศึกษาในแนวทางนี้สามารถจัดกลุ่มของ *Brotia* ที่มีรูปร่างใกล้เคียงกันและแตกต่างกันตามลักษณะของรูปร่างเปลือก

จากการศึกษาฟันของหอย *Brotia* ที่พบในประเทศไทย พบว่าทุกชนิดมีฟันแบบ Taenioglossa แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องขนาดของฟันกลาง (rachis) โดยชนิดที่มีฟันกลางขนาดใหญ่ได้แก่ *B. armata*, *B. binodosa*, *B. microsculpta*, *B. paludiformis*, *B. pseudosulcospira* และ *B. subgloriosa* เช่นเดียวกันที่ Köhler ได้สังเกตไว้ (Köhler et al., 2010) เมื่อเปรียบเทียบหยักฟัน (cusp) ของฟันกลาง พบว่าหอย *Brotia* มีสูตรหยักฟันกลางเป็น 2 แบบ คือ 3-1-3 และ 2-1-2 พบว่ามีหอย 4 ชนิดพันธุ์ จาก 15 ชนิดพันธุ์ ที่มีสูตรหยักฟันกลาง เป็น 2-1-2 ได้แก่ *B. citrina*, *B. henriettae*, *B. manningi* และ *B. peninsularis* การหาความสัมพันธ์ของหอยที่มีสูตรของหยักฟันกลาง แบบเดียวกันนี้ มีข้อน่าสังเกตเกี่ยวกับรูปร่างของหอยทั้ง 4 ชนิดพันธุ์ มีรูปร่างเป็นทรงกรวยยาว เมื่อวิเคราะห์รูปร่างของหอยโดยวิธี Geometric Morphometrics หอย 3 ชนิดพันธุ์ คือ *B. citrina*, *B. henriettae* และ *B. peninsularis* มีความใกล้เคียง แต่หอย *B. manningi* แยกออกไปจากหอยทั้ง 3 ชนิดพันธุ์ อย่างไรก็ตามมีความเชื่อว่า ลักษณะรูปร่างซี่ฟัน รวมถึงองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และถิ่นที่อยู่อาศัยอาจทำให้หอยพัฒนารูปร่างฟัน หรือฟันมีการสึกกร่อนแตกต่างกันไป ทำให้

การจัดจำแนกชนิดพันธุ์ของหอยอาจยังไม่สามารถจัดจำแนกได้ชัดเจนในหอยกลุ่มหรือสกุลเดียวกัน (Rintelen et al., 2004)

จากการศึกษาการเจริญพัฒนาตัวอ่อนของหอย *Brotia* พบว่า เป็นแบบ viviparity คือ ตัวอ่อนจะเจริญพัฒนาเป็นตัวอ่อนที่มีเปลือก (Köhler et al., 2004) การศึกษาตัวอ่อนของหอยสกุล *Brotia* ในประเทศไทย ยังไม่เคยมีการศึกษาอย่างจริงจัง สำหรับรายงานการศึกษาตัวอ่อนของหอย *Brotia* ที่ได้ดำเนินการในครั้งนี้นี้ สามารถพบตัวอ่อนหอย 8 ชนิดพันธุ์ คือ *B. citrina*, *B. costula*, *B. dautzenbergiana*, *B. henriettae*, *B. manningi*, *B. peninsularis*, *B. subgloriosa* และ *B. wykoffi* ทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาทางวิภาคของหอย *Brotia* ได้ว่ามีการสืบพันธุ์แบบ viviparity ซึ่งแตกต่างจากที่ Brandt (1974) เคยรายงานถึงการพบหอย *Brotia* เพศผู้เพียงอย่างเดียว

จากผลสายวิวัฒนาการในครั้งนี้นี้ สามารถทำปฏิกิริยาสายลูกโซ่ได้เพียง 8 ชนิดพันธุ์ อย่างไรก็ตามได้นำลำดับเบสของหอยสกุล *Brotia* ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล Genbank เพิ่มเติมลงไป ซึ่งทำให้เห็นว่าการจัดจำแนกด้วยสัณฐานวิทยาของเปลือกอาจเกิดความผิดพลาดได้ ตัวอย่างเช่น *B. costula* ที่ศึกษาในครั้งนี้นี้ อยู่ในกลุ่มเดียวกับ *B. costula* ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล และ *B. pagodula* ก็อยู่ในกลุ่มเดียวกับ *B. pagodula* จากฐานข้อมูล หรือ *B. manningi* จากจังหวัดเลยก็อยู่ในกลุ่มเดียวกับ *B. manningi* จาก Genbank แต่ *B. microsculpta* จากจังหวัดเลยก็อยู่ในกลุ่มนี้ด้วย อาจเป็นไปได้ว่ามีการจัดจำแนกที่ผิดพลาดเกิดขึ้น

สำหรับการติดเชื้อพยาธิใบไม้ของหอยสกุล *Brotia* พบการติดเชื้อในหอยเพียงชนิดเดียว คือ *B. costula* โดยพบพยาธิใบไม้เพียงชนิดเดียว คือ *Stictodora tridactyla* ซึ่งไม่พบการติดเชื้อใน *B. peninsularis* ที่มีรายงานว่าพบพยาธิใบไม้ปอด *Paragonimus westermani* ในประเทศมาเลเซีย (Brandt, 1974) แต่ *B. costula* มีรายงานการติดเชื้อพยาธิใบไม้ ถึง 4 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *Haplorchis pumilio*, *Loxogenoides bicolor*, *Haematoloechus similis* และ *Philophthalmus* sp. (ดวงเดือน ไกรลาศ และคณะ, 2552) ดังนั้นจึงสามารถรายงานชนิดปรสิตที่สามารถติดเชื้อใน *B. costula* เพิ่มเติมอีก 1 ชนิดพันธุ์ อย่างไรก็ตาม *S. tridactyla* เป็นปรสิตที่สามารถพบได้ในหอยวงศ์ Thiaridae หลายชนิดพันธุ์ ความสามารถในการใช้โฮสต์กึ่งกลางของพยาธิชนิดนี้ทำให้สามารถพบการแพร่กระจายพันธุ์ได้ทั่วประเทศไทย

เมื่อนำการจำแนกชนิดพันธุ์ของ Brandt (1974) 14 ชนิดพันธุ์ได้แก่ *Brotia pagodula*, *B. binodosa binodosa*, *B. binodosa subgloriosa*, *B. binodosa spiralis*, *B. insolita*, *B. pseudoasperata*, *B. baccata*, *B. citrina*, *B. manningi*, *B. microsculpta*, *B. costula costula*, *B. varicose costula*, *B. costula peninsularis*, *B. wykoffi* กับ *Paracrostoma* อีก 6 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *Paracrostoma pseudosulcospira pseudosulcospira*, *P. pseudosulcospira armata*, *P. solemiana*, *P. paludiformis paludiformis*, *P. paludiformis dubiosa* และ *P. morrisoni* มาเปรียบเทียบชนิดพันธุ์กับรายงานชนิดพันธุ์ของ Kohler & Glaubrecht (2006) และ Kohler et al. (2010) และตรวจสอบกับการจัดจำแนกชื่อหอย *Brotia* ในการศึกษาครั้งนี้ทำให้มองเห็นการเทียบเคียงได้ดังนี้

No.	ชนิดพันธุ์ (อ้างตาม Kohler et al., 2010)	ชนิดพันธุ์ (อ้างตาม Brandt, 1974)
1	<i>Brotia armata</i>	<i>Paracrostoma pseudosulcospira armata</i> <i>Paracrostoma morrisoni</i> <i>Paracrostoma paludiformis dubiosa</i>
2	<i>Brotia binodosa</i>	<i>Brotia (Brotia) binodosa binodosa</i> <i>Brotia (Brotia) binodosa spiralis</i>

3	<i>Brotia citrina</i>	-
4	<i>Brotia costula</i>	<i>Brotia costula</i>
5	<i>Brotia dautzenbergiana</i>	<i>Brotia citrina</i>
6	<i>Brotia henriettae</i>	<i>Brotia (Brotia) baccata</i>
7	<i>Brotia manningi</i>	<i>Brotia (Brotia) manningi</i>
8	<i>Brotia microsculpta</i>	<i>Brotia (Brotia) microsculpta</i>
9	<i>Brotia pagodula</i>	<i>Brotia (Brotia) pagodula</i>
10	<i>Brotia paludiformis</i>	<i>Paracrostoma paludiformis paludiformis</i>
11	<i>Brotia peninsularis</i>	<i>Brotia (Brotia) costula peninsularis</i>
12	<i>Brotia pseudosulcospira</i>	<i>Paracrostoma pseudosulcospira pseudosulcospira</i>
13	<i>Brotia solemiana</i>	<i>Paracrostoma solemiana</i>
14	<i>Brotia subgloriosa</i>	<i>Brotia (Brotia) binodosa subgloriosa</i>
15	<i>Brotia wykoffi</i>	<i>Brotia (Senckenbergia) wykoffi</i>

ชนิดพันธุ์ที่มีรายงานในประเทศไทยอีก 4 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *B. herculean*, *B. insolita*, *B. siamensis* และ *B. episcopalis* ยังไม่สามารถรายงานได้ในการศึกษาในครั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์จากข้อมูลที่มีอยู่ มีสิ่งที่น่าสนใจในชนิดพันธุ์ของหอยที่ปรากฏในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ *B. citrina* และ *B. dautzenbergiana* Brandt (1974) ได้รายงานชนิดพันธุ์ ของ *B. citrina* แต่ไม่เคยรายงานชนิดพันธุ์ *B. dautzenbergiana* ต่อมา Kohler & Glaubrecht (2006) และ Kohler et al. (2010) สรุปการตรวจสอบหอยสกุล *Brotia* ในประเทศไทยไว้ทั้งสองชนิดพันธุ์ โดยมีพันธุกรรมใกล้เคียงกัน การศึกษาในอดีต ไม่เคยมีรายงานพบหอย *B. citrina* ในจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือใกล้กับประเทศลาว อย่างไรก็ตามเมื่อตรวจสอบชนิดพันธุ์ทั้งการใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือก ขนาดของเปลือก และสารพันธุกรรม สามารถจัดจำแนกชนิดพันธุ์หอยที่สุ่มเก็บได้จากน้ำตกตาดโตน อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร เป็นชนิด *B. citrina* โดยมีความใกล้เคียงกันระหว่าง *B. citrina* ที่มีรายงานอยู่เดิมจากตัวอย่างที่เก็บไว้ที่ Museum of Berlin ประเทศเยอรมัน

แม้ว่าการศึกษาในครั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปชนิดพันธุ์ของหอย *Brotia* ในประเทศไทยได้ทั้งหมด แต่การนำเทคนิคหลายวิธีมาตรวจสอบการจัดจำแนกหอยเป็นวิธีที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง การตรวจสอบชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในแนวทางของ morphological concept , biological concept และ molecular concept เป็นงานที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิต

สรุปผลการศึกษา

หอยสกุล *Brotia* จาก 26 จุดสำรวจ โดยการเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก ขนาดรูปร่าง กายวิภาคศาสตร์ แร่ตุลา การพัฒนาตัวอ่อน และชีวโมเลกุล สามารถจัดจำแนกได้ 15 ชนิดพันธุ์ ดังนี้ *B. 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* การตรวจหา พยาธิใบไม้จากหอยที่สุ่มเก็บพบ *B. costula* ติดเชื้อพยาธิใบไม้ชนิด *Stictodora tridactyla* จำนวน 1 ตัว จากหอย *B. costula* 589 ตัว คิดเป็นอัตราการติดเชื้อ 0.17%

บรรณานุกรม

- ดวงเดือน ไกรลาศ, ธีญญารัตน์ แดงประเสริฐ, วศิน อิงคพัฒน์กุล และสุลักษณ์ อยู่คง. (2552). *การติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียของหอยน้ำจืดวงศ์ Thiaridae ในประเทศไทย*. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 419 หน้า
- ประยงค์ ระดมยศ, สุวณี สุขเวทย์ และ ศรชัย หล่ออารีย์สุวรรณ. (2539). *ตำราปรสิตวิทยาทางการแพทย์*. กรุงเทพฯ: เมดิคัล มีเดีย. 507 หน้า
- สุชาติ อุปลัมภ์, มาลียา เครือตราชู, เยาวลักษณ์ จิตรามวงศ์, และศิริวรรณจันทเทมีย์. (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., Prasad, 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: Rissoidae): 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.

- Ehrmann, P. (1922). Land- und Süßwasserschnecken aus den südlichen Schan-Staaten, Hinterindien. *Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft, Leipzig*, 45–48, 1–28
- 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.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.