อนุกรมวิธานและการกระจายทางภูมิศาสตร์ของ
หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในประเทศไทย

TAXONOMY AND GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF
TERRESTRIAL MICROSNAILS GENUS *Georissa* IN THAILAND

กัญญาพร คล่องแคล่ว
KANYAPORN KLONGKLAEW

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2567

KMITL-2024-SC-M-020-059

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAXONOMY AND GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF TERRESTRIAL MICROSNAILS GENUS *Georissa* IN THAILAND

KANYAPORN KLONGKLAEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE
DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY

DEPARTMENT OF BIOLOGY SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2024

KMITL-2024-SC-M-020-059

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2024
SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อนุกรมวิธานและการกระจายทางภูมิศาสตร์ของหอยทากจิ๋ว สกุล *Georissa* ในประเทศไทย
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกัญญาพร คล่องแคล่ว
รหัสประจำตัว	64605011
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
พ.ศ.	2567
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลาย และศึกษาอนุกรมวิธานของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในประเทศไทย โดยได้สำรวจและเก็บตัวอย่างตามเทือกเขาหินปูนทั้ง 6 ภูมิภาคของประเทศไทย จำนวนทั้งหมด 55 สถานที่ พบการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วไปตามเทือกเขาหินปูนและถ้ำจำนวน 44 สถานที่ โดยพบในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้น และบริเวณที่มีแสงแดดส่องถึง เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถแบ่งตัวอย่างได้เป็น 43 รูปแบบหรือสปีชีส์ เมื่อวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดในตำแหน่งยีน cytochrome c oxidase I (COI) บริเวณไมโทคอนเดรีย สามารถบ่งชี้ สปีชีส์หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* W. Blanford, 1864 ได้จำนวนทั้งหมด 35 สปีชีส์ โดยเป็นสปีชีส์ที่ได้รับการรายงานแล้ว จำนวน 5 สปีชีส์ (จากจำนวน 6 รูปแบบ) และเป็นสปีชีส์ที่รายงานใหม่จำนวน 30 สปีชีส์ ซึ่งเป็นสกุล *Georissa* จำนวน 28 สปีชีส์ และสกุลย่อย *Georissopsis* จำนวน 2 สปีชีส์ นอกจากนั้นแล้วมีหอยทากจิ๋วจำนวน 4 สปีชีส์ ที่ใช้เพียงลักษณะทางสัณฐานวิทยาในการระบุชนิด เนื่องจากไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ และยังไม่สามารถระบุสปีชีส์ได้ จำนวน 3 สปีชีส์ เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้สามารถบ่งชี้สปีชีส์ใหม่ของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 34 สปีชีส์ โดยในการอนุกรมวิธานหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* พบว่ามีความหลากหลายทางพันธุกรรม และความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาที่สูง ทั้งรูปทรงเปลือก ลักษณะลวดลายวงเปลือกสุดท้าย ลักษณะของฝาปิดเปลือกและแรดูรา โดยฝาปิดเปลือกเป็นอีกหนึ่งลักษณะสำคัญที่อาจจะนำมาใช้ในการแยกชนิดได้ การศึกษาครั้งนี้นับว่าเป็นการทบทวนอนุกรมวิธานของหอยทากจิ๋วในสกุล *Georissa* ในประเทศไทย โดยผลการศึกษาจะช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับอนุกรมวิธานและการกระจายพันธุ์ของหอยทากจิ๋วในสกุล *Georissa* ในประเทศไทย ซึ่งมีความสำคัญต่อการศึกษาด้านวิวัฒนาการและนิเวศวิทยา

คำสำคัญ: การศึกษาเปลือกหอย หอยทากจิ๋ว ประเทศไทย Neritomorpha อนุกรมวิธาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Taxonomy and Geographic Distribution of Terrestrial Microsnails Genus *Georissa* in Thailand
Student Name	Kanyaporn Klongklaew
Student ID	64605011
Degree	Master of Science (Biotechnology)
Department	Biology
Year	2024
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Supattra Poeaim

Abstract

This study aims to investigate the diversity and taxonomy of the micro snail genus *Georissa* in Thailand. Samples were collected from 55 locations across limestone mountains in six regions of Thailand. Distribution was observed in 44 locations, primarily in humid environments and areas exposed to sunlight within limestone mountains and caves. Only morphological examination identified 43 distinct forms or species. By integrating this analysis with DNA barcoding, explicitly targeting the mitochondrial cytochrome c oxidase I (COI) gene, 35 *Georissa* W. Blanford, 1864 species were identified. Among these, five species (representing six forms) were previously reported, while 30 were newly identified, including 28 in the genus *Georissa* and 2 in the subgenus *Georissopsis*. Four new species were identified solely by morphological analysis due to unsuccessful DNA amplification, while three additional species could not be identified due to insufficient data. Therefore, 34 new species of micro snail genus *Georissa* were identified in this study. The taxonomic study of the genus *Georissa* reveals high genetic diversity and distinct shell characteristics, including shell shape, ornamentation on the last whorl, operculum features, and radula. The operculum is suggested as a critical feature for species identification. This study represents a taxonomic revision of Thailand's micro snail genus *Georissa*. These findings enhance our understanding of the taxonomy and geographic distribution of the genus *Georissa* in Thailand, contributing significantly to evolutionary and ecological studies.

Keywords: conchological, terrestrial micro-snails, Thailand, Neritomorpha, systematics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตรจารย์ พงษ์รัตน์ ดำรงโรจน์วัฒนา ผู้เชี่ยวชาญด้านสังขวิทยา จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่กรุณาให้คำแนะนำ องค์ความรู้ต่าง ๆ และสนับสนุนช่วยเหลือเป็นอย่างดี รวมถึงการอนุเคราะห์ในการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ทั่วประเทศไทย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประทีป ด้วงแค ประธานกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ และรองศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ อาจารย์ประจำบัณฑิต ที่ให้ความกรุณาในการแนะนำ และตรวจทานเนื้อหาภายในเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้อง และมีความสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนการศึกษาในระดับปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2564 จากสำนักบริหารงานวิจัยและนวัฒกรรมพระจอมเกล้าลาดกระบัง (KMITL Research and Innovative Services: KRIS) (Grant No. KREF016414)

ขอขอบพระคุณมารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษา แรงผลักดัน และกำลังใจในการศึกษาวิจัย และการทำวิทยานิพันธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ถ่ายภาพอิเล็กตรอนแบบส่องกราด ภาคชีววิทยา มหาวิทยาลัยบูรพา และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ตลอดจนขอบคุณคุณรัตนาวดี ฑีฆะวงษ์ รวมทั้งน้อง ๆ จากมหาวิทยาลัยบูรพา ที่อยู่ในการดูแลของผู้ช่วยศาสตรจารย์ พงษ์รัตน์ ดำรงโรจน์วัฒนา ที่ให้การช่วยเหลือการเก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋ว อุปกรณ์กล้องถ่ายรูป รูปภาพและวิดิโอ คำแนะนำสำหรับกระบวนการการถ่ายภาพ และวิดิโอเพื่อเป็นข้อมูลประกอบงานวิจัย รวมทั้งให้กำลังใจเป็นอย่างดี คุณพัชนันท์ เลากลาง และคุณนวพงษ์ ทรัพยาคม ให้ความช่วยเหลือในการให้คำปรึกษาต่าง ๆ รวมทั้งเป็นมิตรภาพที่ดี ตลอดจนการให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้เสมอมา

กัญญาพร คล่องแคล่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
คำย่อ/สัญลักษณ์	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ลักษณะทั่วไปของหอยทากบก	5
2.2 อนุกรมวิธาน	6
2.2.1 การจัดจำแนกหอยทากบกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา	9
2.2.1.1 องค์ประกอบของเปลือก	9
2.2.1.2 ขนาดของเปลือก	13
2.2.1.3 รูปทรงของเปลือก	14
2.2.1.4 การขดวนของเปลือก	16
2.2.1.5 จำนวนการขดวนของเปลือก	17
2.2.1.6 ลักษณะลวดลายของเปลือก	17
2.2.1.7 ลักษณะแรดูลาและสูตรฟันบนแรดูลาในหอยชนิดต่าง ๆ	19
2.2.2 การจัดจำแนกทางชีววิทยาระดับโมเลกุล	21
2.3 หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*	24
2.3.1 สกุลย่อย *Georissa* S.S. (Sensu stricto)	26
2.3.2 สกุลย่อย *Georissopsis* Pilsbry et Hirase, 1908	26
2.3.3 สกุลย่อย *Chondrella* Pease, 1871	27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1 ตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* 38

3.2 วัสดุอุปกรณ์ 38

3.3 สารเคมี 39

3.3.1 สารเคมีสำหรับการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยทากจิ๋ว 39

3.3.2 สารเคมีสำหรับการสกัดดีเอ็นเอ และการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ 39

3.3.3 สารเคมีสำหรับการตรวจสอบคุณภาพ และปริมาณของดีเอ็นเอ 40

3.4 วิธีการดำเนินการ 40

3.4.1 ศึกษาการกระจายทางภูมิศาสตร์ตามเทือกเขาหินปูนและถ้ำ 40

3.4.2 จัดจำแนกหอยทากจิ๋วตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา 43

3.4.2.1 เตรียมตัวอย่างหอยทากจิ๋ว 43

3.4.2.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยทากจิ๋ว 44

3.4.3 ระบุชนิดหอยทากจิ๋วด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด 45

3.4.3.1 การสกัดดีเอ็นเอ 45

3.4.3.2 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอ 46
เรส

3.4.3.3 การสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 47

3.4.4 การจัดหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธาน 48

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 49

4.1 ผลการศึกษาการกระจายทางภูมิศาสตร์ตามเทือกเขาหินปูนและถ้ำ 49

4.2 ผลการจัดจำแนกหอยทากจิ๋วตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา 58

4.2.1 ผลของการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก 58

4.2.2 ผลของการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแผ่นฟัน 61

4.3 ผลการระบุชนิดหอยทากจิ๋วด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด 66

4.4 ผลการจัดหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธาน 77

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 188

5.1 สรุปผลการวิจัย 188

5.2 ข้อเสนอแนะ 189

เอกสารอ้างอิง 190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	197
ภาคผนวก ก	198
ภาคผนวก ข	201
ผลงานทางวิชาการ	211
ประวัติผู้เขียน	227

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* กลุ่มที่มีลวดลายที่ขรุขระ (Scaly group) และกลุ่มที่ไม่มีลวดลายที่ขรุขระ (Non-scaly group)	29
2.2	สปีชีส์และการกระจายทางภูมิศาสตร์อยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศจีนของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่ได้รับการรายงาน	34
3.1	ไพรเมอร์ที่ใช้ในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส	40
3.2	ส่วนประกอบในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส	46
3.3	สภาวะที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ	47
4.1	แหล่งที่เก็บตัวอย่างที่พบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย	54
4.2	แหล่งที่เก็บตัวอย่างที่ไม่พบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*	56
4.3	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกโดยรวมของแต่ละกลุ่ม	63
4.4	เปรียบเทียบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน COI ของตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 4 รูปแบบ/สปีชีส์	68
4.5	ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใช้สำหรับการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม	73
4.6	รายชื่อสปีชีส์ทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานและการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะทั่วไปของหอยทากบก	6
2.2	ส่วนที่เป็นตัวหอย และฟันของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*	6
2.3	ลักษณะของปากเปลือกและขอบปากเปลือก (A) ขอบปากเปลือกไม่บาน (B) ขอบปากเปลือกบาน (C) ขอบปากเปลือกบานและหนา	10
2.4	ฟันเปลือกในรูปแบบต่าง ๆ	11
2.5	ลักษณะสะดือของเปลือกแบบต่าง ๆ (A) Imperforate shell (B) Perforate shell (C) Rimately perforate shell (D) Umbilicus shell	11
2.6	ลักษณะฝาปิดเปลือกในรูปแบบต่าง ๆ (A) Concentric (B) Concentric with spiral nucleus (C) Paucispiral (D) Multispiral	12
2.7	องค์ประกอบต่าง ๆ ของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*	13
2.8	ขนาดของเปลือก (A) กลุ่มขนาดเล็กมาก (B) กลุ่มขนาดเล็ก (C-D) กลุ่มขนาดกลาง (E) กลุ่มขนาดใหญ่	14
2.9	รูปทรงของเปลือกของหอยทากบกในรูปแบบต่าง ๆ (A) Biconcave (B) Discoidal (C) Depressed (D) Dome (E) Heliciform (F) Pupilliform (G) Elongate heliciform (H) Bulimoild/conical (I) Elongate conic	15
2.10	เปลือกหอยรูปทรงกรวยในรูปแบบต่าง ๆ (A) Narrowly conic (B) Elongately conic (C) Broadly (ovately) conic (D) Globosely conic (E) Depressed conic	15
2.11	รูปทรงการขดวนของเปลือกหอย (A) Shell with well-rounded whorls (B) Shell with angular whorls (C) Shell with shouldered whorls (D) Shell with flattened whorls	16
2.12	การขดของเปลือก (A) เปลือกขดวนไปทางด้านซ้าย (B) เปลือกขดวนไปทางด้านขวา	16
2.13	จำนวนวงเปลือก (A) วงเปลือก 2 ½ วง (B) วงเปลือก 6 วง	17
2.14	ลักษณะลวดลายที่ปรากฏบนวงเปลือกแรกเกิดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (A) *G. anyiensis* (B) *G. hadra* (C) *G. muluensis* (D) *G. everetti* (E) *G. leucococca* (F) *G. pachysoma* (A-C) Khalik และคณะ (2018), (D-E) Khalik และคณะ (2019b) Scale bar: 10 ไมโครเมตร	18
2.15	ลักษณะลวดลายที่ปรากฏบนเปลือกวงถัดมาแบบต่าง ๆ	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.16	ลักษณะแผ่นฟันแรดูลาและสูตรฟันบนแรดูลาในหอยทากชนิดต่าง ๆ	20
2.17	หอยทากจิ๋วทั้ง 3 ชนิด ที่พบบริเวณโขดหินภายในพื้นที่ของแม่น้ำคินาบาตังกัน ที่ประเทศ มาเลเซีย (A) *Georissa similis* E. A. Smith, 1894 (B) *Plectostoma concinnum* Fulton, 1901 และ (C) *Alycaeus jagori* Von Martens, 1859. Scale bar: 1 มิลลิเมตร	22
2.18	ภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* พบที่ถ้ำศิลาซาราวัก บนเกาะบอร์เนียว ที่ประเทศมาเลเซีย (A) *Georissa pyrrhoderma* (B) *Georissa silaburensis* (C) *Georissa* sp. Scale bar = 0.5 มิลลิเมตร	23
2.19	ภาพถ่ายของ *Georissa pyxis* Benson, 1856 (A) ด้านหน้า (B) ด้านข้าง (C) ด้านหลัง (D) ด้านบน (E) ด้านสะดือ	24
2.20	หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่พบในประเทศไทย (A) *G. blanfordiana* (B) *G. illex* (C) *G. liratula* (D) *G. monterosatiana samuiana* (E) *G. monterosatiana monterosatiana* (F) *G. semisculpta* (G) *G. williamsi*	25
2.21	ภาพถ่ายของสกุลย่อย *Georissa* S.S. (A) *Georissa japonica* (B) *Georissa gomantonensis* (C) *Georissa hosei.*	26
2.22	ภาพถ่ายของสกุลย่อย *Georissopsis* (Pilsbry และ Hirase, 1908)	27
2.23	ภาพถ่ายของสกุลย่อย *Chondrella* Pease, 1871	27
2.24	หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* กลุ่มที่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Scaly group) ตามแนวเส้นของเปลือก บนเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย	31
2.25	หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่ไม่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Non-scaly group) ตามแนวเส้นของเปลือก บนเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย	31
2.26	ความแตกต่างของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *Georissa filiasaulae* new species และ *G. saulae* (A, C, E, J-P) *G. filiasaulae* (B, D, F) *G. saulae* (A-B) เปลือก (C-F) แผ่นฟันแรดูลา (G-I) ฝาปิดเปลือก (J-P) ระบบสืบพันธุ์เพศผู้	33
2.27	หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่พบเจอที่ประเทศกัมพูชา และประเทศเวียดนาม (A) *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879 (B) *G. carinata* Sutcharit & Jirapatrasilp, 2020 (C) *G. carinata*	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.1	แผนที่เทือกเขาหินปูนในประเทศไทยของกรมทรัพยากรธรณี	42
4.1	การเก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (A) เทือกเขาหินปูน (B) ด้านนอกถ้ำ (C) ผนังเทือกเขาหินปูน (D) ภายในถ้ำ (E) ทางน้ำไหลตามเทือกเขาหินปูน	51
4.2	บริเวณที่พบเจอตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (A-D) พื้นผิวเรียบ (E-H) พื้นผิวขรุขระ (A-B) ผนังด้านนอกถ้ำ (C-D) ผนังเทือกเขาหินปูน (E) โขดหินใกล้กับเทือกเขาหินปูน (F-G) ผนังเทือกเขาหินปูน (H) ผนังภายในถ้ำ	52
4.3	ขนาดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ณ สถานที่เก็บตัวอย่าง (A) เทียบกับเข็มหมุด (B) เทียบกับเข็มปักแมลงเบอร์ 0 (C) เทียบกับไม้จิ้มฟัน (D) เทียบกับพู่กันเบอร์ 4 (E-F) หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ขณะเคลื่อนที่	53
4.4	แผนที่สถานที่ที่พบเจอของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในประเทศไทย	57
4.5	ตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย	64
4.6	การจำแนกกลุ่มตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*	65
4.7	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พีซีอาร์บริเวณ COI คู่ไพรเมอร์ LCO1490/HCO2198	67
4.8	เปรียบเทียบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีนตำแหน่ง COI ของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 4 รูปแบบ/สปีชีส์ ด้วยโปรแกรม BioEdit	72
4.9	แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* โดยใช้ Bayesian inference แบบจำลอง GTR+G+I ของตำแหน่ง COI	78
4.10	แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเฉพาะหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากงานวิจัยนี้ โดย ใช้ Bayesian inference แบบจำลอง GTR+G+I ของตำแหน่ง COI	79
4.11	แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาและดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากงานวิจัยนี้ โดยใช้ Bayesian inference แบบจำลอง GTR+G+I ของตำแหน่ง COI จำนวน 35 รูปแบบ/สปีชีส์	83
4.12	Shell morphology of *Georissa caeluma* sp. nov. (SMZ01) A. Holotype ZRCBUU 0914. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0915. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.13	Shell morphology of *Georissa uthokkaramensis* sp. nov. (SUT01) A. Holotype ZRCBUU 0920. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0921. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	88
4.14	Shell morphology of *Georissa inversquama* sp. nov. (SKS01) A. Holotype ZRCBUU 0922. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0923. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	91
4.15	Shell morphology of *Georissa* (*Georissopsis*) *pathawiensis* sp. nov. (CPW03) A. Holotype ZRCBUU 0910. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0911. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	94
4.16	Shell morphology of *Georissa* (*Georissopsis*) *khaochaangensis* sp. nov. (WCA01) A. Holotype ZRCBUU 0912. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0913. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	97
4.17	Shell morphology of *Georissa dokbuaensis* sp. nov. (NEDB01) A. Holotype ZRCBUU 0968. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0969. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	99
4.18	Shell and radula morphology of *Georissa digitinota* sp. nov. (SKN01) A. Holotype ZRCBUU 0906. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0907. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum. F. Radula overview. G. Radula segment. H. Lateral teeth (Lt). I. Marginal teeth (Mt). Color highlights show radula position; blue: small central teeth (Ct), purple: lateral teeth, and orange: marginal teeth	102
4.19	Shell morphology of *Georissa williamsi* Godwin-Austen, 1889 (SPZ01). A. Holotype ZRCBUU 0938. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0939. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.20	Shell morphology of *Georissa khuhasawanensis* sp. nov. (SSV01) A. Holotype ZRCBUU 0936. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0937. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	107
4.21	Shell and radula morphology of *Georissa quinquelirata* sp. nov. (CPW01) A. Holotype ZRCBUU 0900. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0901. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum. F. Radula overview. G. Radula segment. H. Lateral teeth (Lt). I. Marginal teeth (Mt). Color highlights show radula position; blue: small central teeth (Ct), purple: lateral teeth, and orange: marginal teeth	110
4.22	Shell morphology of *Georissa liratula* Stoliczka, 1871 (WTJ01) A. Holotype ZRCBUU 0976. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum.	112
4.23	Shell morphology of *Georissa militis* sp. nov. (WKL01) A. Holotype ZRCBUU 0956. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0957. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	114
4.24	Shell morphology of *Georissa thamtalaysapgensis* sp. nov. (STL01) A. Holotype ZRCBUU 0994. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0995. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	116
4.25	Shell morphology of *Georissa bueangbaebensis* sp. nov. (SBB01) A. Holotype ZRCBUU 1006. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 1007. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	118
4.26	Shell morphology of *Georissa rigidulus* sp. nov. (CPW04) A. Holotype ZRCBUU 0984. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0985. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	120
4.27	Shell morphology of *Georissa saturnianulus* sp. nov. (CPW02) A. Holotype ZRCBUU 0908. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0909. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.28	Shell morphology of *Georissa angustius* sp. nov. (CCL01) A. Holotype ZRCBUU 0976. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	125
4.29	Shell and radula morphology of *Georissa kohsichangensis* sp. nov. (EYM01) A. Holotype ZRCBUU 0902. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0903. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum. F. Radula overview. G. Radula segment. H. Lateral teeth (Lt). I. Marginal teeth (Mt). Color highlights show radula position; blue: small central teeth (Ct), purple: lateral teeth, and orange: marginal teeth	128
4.30	Shell morphology of *Georissa octoscalae* sp. nov. (SNT01) A. Holotype ZRCBUU 0918. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0919. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	131
4.31	Shell morphology of *Georissa natdaiensis* sp. nov. (SND01) A. Holotype ZRCBUU 0952. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0953. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	134
4.32	Shell morphology of *Georissa insulae* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018 (CSB01). A. Holotype ZRCBUU 0930. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0931. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	137
4.33	Shell morphology of *Georissa insulae* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018 (CKP01). A. Holotype ZRCBUU 0930. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0931. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	138
4.34	Shell morphology of *Georissa invisibilis* sp. nov. (ECG02) A. Holotype ZRCBUU 0962. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0963. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.35	Shell and radula morphology of *Georissa sagitta* sp. nov. (EMK01) A. Holotype ZRCBUU 0904. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0905. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum. F. Radula overview. G. Radula segment. H. Lateral teeth (Lt). I. Marginal teeth (Mt). Color highlights show radula position; blue: small central teeth (Ct), purple: lateral teeth, and orange: marginal teeth	143
4.36	Shell morphology of *Georissa crassilinae* sp. nov. (NEDB02) A. Holotype ZRCBUU 0996. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0997. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	145
4.37	Shell morphology of *Georissa parvaconica* sp. nov. (NEPS02) A. Holotype ZRCBUU 0976. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	147
4.38	Shell morphology of *Georissa monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894 (EHY01). A. Holotype ZRCBUU 0936. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0937. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	149
4.39	Shell morphology of *Georissa concentrica* sp. nov. (CTS01) **A.** Holotype ZRCBUU 0936. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0937. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum	152
4.40	Shell morphology of *Georissa maraoraoa* K. C. Emberton, 2004 (SMZ02) A. Holotype ZRCBUU 0946. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0947. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	154
4.41	Shell morphology of *Georissa khaochakangensis* sp. nov. (ECG01) A. Holotype ZRCBUU 0950. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0951. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	157
4.42	Shell morphology of *Georissa khaokramgensis* sp. nov. (SKC01) A. Holotype ZRCBUU 0974. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0975. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.43	Shell morphology of *Georissa irregularis* sp. nov. (CCL02) A. Holotype ZRCBUU 0972. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0973. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	162
4.44	Shell morphology of *Georissa horizell* sp. nov. (WCD01) A. Holotype ZRCBUU 0976. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	165
4.45	Shell morphology of *Georissa thewaritensis* sp. nov. (WST01) A. Holotype ZRCBUU 0976. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	168
4.46	Shell morphology of *Georissa khaothammiensis* sp. nov. (CTM01) A. Holotype ZRCBUU 0988. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0989. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	170
4.47	Shell morphology of *Georissa transrugosa* sp. nov. (SSL01) A. Holotype ZRCBUU 0992. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0993. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	173
4.48	Shell morphology of *Georissa pecten* sp. nov. (NPC01). A. Holotype ZRCBUU 0926. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0927. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	175
4.49	Shell morphology of *Georissa phalaensis* sp. nov. (NPL01) A. Holotype ZRCBUU 0976. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	177
4.50	Shell morphology of *Georissa thampratunensis* sp. nov. (CPT01) A. Holotype ZRCBUU 0986. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 0987. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	179
4.51	Shell morphology of *Georissa doiphachangensis* sp. nov. (NPC02) A. Holotype ZRCBUU 1004. B-E. SEM of Paratype ZRCBUU 1005. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum	181

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.52	Shell morphology of *Georissa* sp. (EKB01) ZRCBUU 0924	183
4.53	Shell morphology of *Georissa* sp. (SCP01) ZRCBUU 0958	185
4.54	Shell morphology of *Georissa* sp. (SKP01) ZRCBUU 0960	187

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
AH	Aperture height
AW	Aperture width
SH	Shell height
SW	Shell width
W	Whorl
SEM	Scanning Electron Microscope
ZRCBUU	Zoological Research Collection of Burapha University
w/v	Weight/Volume
sp. nov.	species nova (new species)
DNA	Deoxy ribonucleic acid
OD	Optical density
PCR	Polymerase Chain Reaction
dNTP	Deoxynucleotide triphosphates
dATP	Deoxyadenosine triphosphates
dTTP	Deoxythymidine triphosphates
dCTP	Deoxycytidine triphosphates
dGTP	Deoxyguanosine triphosphates
COI	Cytochrome c oxidase I
TBE	Tris-Borate-EDTA
EDTA	Ethylene diamine tetra-acetic acid
COI	Cytochrome c oxidase subunit I
BLAST	Basic Local Alignment Search Tool
NCBI	National Center for Biotechnology Information
NGS	Next-Generation Sequencing
BIC	Bayesian Information Criterion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

หอยทากจิ๋ว (Micro-snail) เป็นกลุ่มหอยทากบกที่มีผู้พบเจอได้น้อยมาก เนื่องจากมีขนาดเล็กมาก โดยเมื่อโตเต็มวัยจะมีขนาดความสูงของเปลือกประมาณ 1-3 มิลลิเมตร สามารถพบได้ตามแหล่งที่อยู่อาศัยหลากหลาย เช่น ผนังเทือกเขาหินปูน ผนังถ้ำ หรือซากใบไม้ที่ทับถมกันตามพื้นดิน เป็นต้น (Panha และ Burch, 2005; Sasaki, 2008) โดย Panha และ Burch (2005) ได้ศึกษา และเก็บรวบรวมหอยทากจิ๋วจากทั่วประเทศไทย โดยจัดจำแนกตามลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย ซึ่งมีจำนวนมากกว่า 70 สปีชีส์ และหอยทากจิ๋วที่มีความหลากหลายค่อนข้างสูง และน่าสนใจที่จะศึกษาหนึ่งในนั้น คือ หอยทากจิ๋ววงศ์ Hydrocenidae Troschel, 1857 ที่มีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางตามแนวเกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย หมู่เกาะอินโด-ออสเตรเลีย บางส่วนของยุโรป เอเชีย มาดากัสการ์ และแอฟริกา (Egorov, 2005) โดยเฉพาะในทวีปเอเชียได้มีการรายงานถึงหอยทากจิ๋ววงศ์นี้ไว้ในประเทศไทย กัมพูชา ลาว เมียนมาร์ เวียดนาม มาเลเซีย ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ อินเดีย และจีน (Panha และ Burch, 2005) โดยทั่วไป การศึกษาหอยทากจิ๋ววงศ์ Hydrocenidae จะเน้นไปที่การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย (Conchological) ในการระบุชนิดใหม่เป็นหลัก แต่ด้วยเนื่องจากขนาดที่ค่อนข้างเล็กมาก จึงทำให้ได้รับความสนใจในการศึกษาที่น้อย นอกจากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกแล้ว ยังสามารถนำลักษณะสัณฐานวิทยาอื่น ๆ มาใช้เป็นข้อมูลประกอบงานวิจัยได้ ได้แก่ ฝาปิดเปลือก (Operculum) โครงสร้างที่ใช้ในการกินอาหารหรือฟันของหอย (Radula) อวัยวะภายในตัวของหอยทากจิ๋ว ดังเช่นงานวิจัยของ Haase และ Schilthuizen (2007); Schilthuizen และคณะ (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอนุกรมวิธานหอยทากจิ๋วจุกแดงสกุล *Georissa* คือ *Georissa filiasaulae* ในขณะที่การระบุชนิดมีความซับซ้อน เนื่องจากมีความแตกต่างกันมาก อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมหรือระบบนิเวศที่หลากหลาย ดังนั้น การระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA barcoding) จึงเป็นตัวเลือกอีกหนึ่งวิธีที่สามารถส่งเสริมการระบุชนิด ซึ่งแต่เดิมศึกษาได้เพียงลักษณะทางสัณฐานวิทยา ซึ่งมีรายงานการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ประสบผลสำเร็จในกลุ่มหอยทากจิ๋วชนิดอื่น ๆ เช่น วงศ์ Ellobiidae ในสกุล *Zospeum* และ *Carychium* (Weigand และคณะ, 2011; 2013) หอยทากกาน้ำยกจิ๋ว *Plectostoma concinnum* หอยคอคอด *Alycaeus jagori* (Hendriks et al., 2019) และหอยปากแตรจิ๋ว *Hypselostoma latispira* (Lipae et al., 2020) อย่างไรก็ตาม การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยยังคงเป็นวิธีหลักในการระบุชนิด แม้ว่าหอยทากจะมีขนาดที่เล็ก และมีความหลากหลายที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการประยุกต์ใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดร่วมกันจะเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการระบุชนิดของหอยทากจิ๋วกลุ่มนี้ นอกเหนือจากการศึกษาลักษณะทางสัณฐาน และการศึกษาด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดแล้ว การกระจายทางภูมิศาสตร์ของหอยทากจิ๋วอาจส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมได้ ดังเช่นงานวิจัยของ Hendriks และคณะ (2019) พบว่า ระยะทางที่เกิน 5 กิโลเมตร ลำดับนิวคลีโอไทด์จะเริ่มมีความแตกต่างกันเพิ่มมากขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ระยะทางของการกระจายทางภูมิศาสตร์ และลำดับนิวคลีโอไทด์มีความสัมพันธ์กัน

หอยทากจิ๋วจุกแดง หรือหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Hydrocenidae Troschel, 1857 โดยในสกุล *Georissa* W. T. Blanford, 1864 จะถูกจัดจำแนกออกเป็น 3 สกุลย่อย ได้แก่ *Georissa* S.S., *Georissopsis* Pilsbry et Hirase, 1908 และ *Chondrella* Pease, 1871 (Egorov, 2005) โดยทั่วไป ลักษณะเปลือกเป็นทรงกรวยสูง เมื่อโตเต็มที่จะมีความสูงอยู่ที่ 1-3 มิลลิเมตร โดยส่วนใหญ่มักมีสีส้มถึงสีแดง จึงเป็นที่มาของชื่อหอยทากจิ๋วจุกแดง และมีฝาปิดเปลือก โดยส่วนใหญ่หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* มักพบในสภาพแวดล้อมที่เป็นเทือกเขาหินปูน หรือโขดหินปูนที่อยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียง รวมไปถึงผนังของถ้ำ (จิรศักดิ์ และสมศักดิ์, 2551; Hendriks และคณะ, 2019) โดยในประเทศไทย สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) ได้รายงานถึงจำนวนสปีชีส์ของหอยทากจิ๋วจุกแดงในบัญชีรายการทรัพยากรชีวภาพมอลลัสกาของประเทศไทย: หอยทากบก ในปี 2560 มีจำนวน 6 สปีชีส์ และ 2 สปีชีส์ย่อย ได้แก่ *Georissa blanfordiana* Stoliczka, 1871, *G. ilex* Benson, 1856, *G. liratula* Stoliczka, 1871, *G. monterosatiana monterosatiana* Godwin-Austin & Nevill, 1879, *G. monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894, *G. semisculpta* Godwin-Austin & Nevill, 1879 และ *G. williamsi* Godwin-Austin, 1889. การรายงานการพบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในปัจจุบันพบมากที่ประเทศมาเลเซีย (Schilthuizen et al. 2005, 2012; Haase และ Schilthuizen 2007; Phung et al. 2017; Khalik et al. 2018, 2019a, 2019b) ทั้งนี้ การระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดร่วมกับการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพในการแยกความแตกต่างของแต่ละชนิดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่ประเทศมาเลเซีย ดังการศึกษาวิจัยของ Khalik et al. (2018, 2019b) โดยได้รายงานถึงลักษณะการนูนไม่เรียบของผิวตามลายแนวเส้นของเปลือกที่มีลักษณะเป็นเกล็ด ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ที่ผิวเปลือกมีเกล็ด โดยพบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 13 สปีชีส์ และกลุ่มที่ไม่มีเกล็ด จำนวน 16 สปีชีส์ บนเกาะบอร์เนียว ที่ประเทศมาเลเซีย ในปัจจุบันยังสามารถพบเห็นหอยทากจิ๋วจุกแดงอีกหลายชนิดที่ยังไม่สามารถระบุถึงระดับสปีชีส์ได้ เนื่องจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกมีความใกล้เคียงกันมาก ไม่ว่าจะเป็นรูปร่าง รูปทรง ลวดลายบนเปลือก หรือสี โดยคาดว่าการกระจายของหอยจิ๋วจุกแดงตามเทือกเขาหินปูนในแต่ละแห่งอาจจะมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน แต่พื้นที่ที่เป็นเทือกเขาหินปูนและถ้ำภายในประเทศไทยในปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่ถูกรุกรานและมีการขอสัมปทานเพื่อสร้างเป็นสถานที่ต่าง ๆ เช่น โรงโม่หิน และเหมืองแร่ อีกทั้งเทือกเขาในบางพื้นที่ถูกนำไปเป็นที่สักการบูชาสิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศักดิ์สิทธิ์ ให้ผู้คนหลั่งไหลเข้ามากราบไหว้บูชา ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลงเท่านั้น แต่กระทบไปถึงวิถีชีวิตและสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง (ปิ่น, 2563; นภาลัย และศิวัช, 2564) และที่สำคัญไปกว่านั้นยังส่งผลให้เกิดการลุกล้ำและทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยของทั้งพืช และสัตว์ หนึ่งในบรรดาสิ่งมีชีวิตที่ได้รับผลกระทบ คือ กลุ่มหอยทากจิ๋ว ซึ่งเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่สามารถบ่งบอกความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่บริเวณนั้นได้ อาจมีจำนวนที่ลดลงไปหรืออาจสูญหายก่อนที่จะได้รับการสำรวจ และนำไปศึกษาต่อในด้านต่าง ๆ

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในประเทศไทยกันอย่างแพร่หลาย งานวิจัยนี้จึงเล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาอนุกรมวิธาน และการกระจายทางภูมิศาสตร์ของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในประเทศไทย เพื่อเป็นองค์ความรู้ในฐานทรัพยากรชีวภาพสำหรับการศึกษาด้านความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในประเทศไทย เพื่อนำไปสู่การตระหนักในคุณค่าของแหล่งทรัพยากรของชาติ รวมถึงการวางแผนในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาอนุกรมวิธานของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในประเทศไทย

1.2.2 เพื่อศึกษาการกระจายพันธุ์หรือชีวภูมิศาสตร์ของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาอนุกรมวิธานของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ลักษณะต่าง ๆ ของเปลือกหอย และฟัน (Radula) และการระบุสปีชีส์ในระดับชีวโมเลกุลด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด โดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นบนตำแหน่ง Cytochrome c oxidase I (COI) บริเวณไมโทคอนเดรีย

1.3.2 ศึกษาการกระจายทางภูมิศาสตร์ตามเทือกเขาหินปูนหรือถ้ำ โดยการเก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จาก 6 ภูมิภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาคอีสาน) ภาคตะวันออก และภาคใต้ ภูมิภาคละอย่างน้อย 2 สถานที่ เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา โดยได้รับการอนุเคราะห์ด้านลักษณะทางสัณฐานวิทยาจาก ผศ.พงษ์รัตน์ ดำรงโรจน์วัฒนา จากภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านสังขวิทยา (Malacology)

1.3.3 ศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) ระหว่างหอยทากจิ๋วจุกแดงที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน โดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของตำแหน่ง COI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทางลักษณะทางสัณฐานวิทยา ดีเอ็นเอบาร์โค้ด และการกระจายทางภูมิศาสตร์ของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* เพื่อจัดจำแนกชนิดได้อย่างถูกต้องตามหลักของอนุกรมวิธาน

1.4.2 สามารถนำไปสร้างสื่อประชาสัมพันธ์ และให้ความรู้เกี่ยวกับหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่เป็นทรัพยกรชีวภาพของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

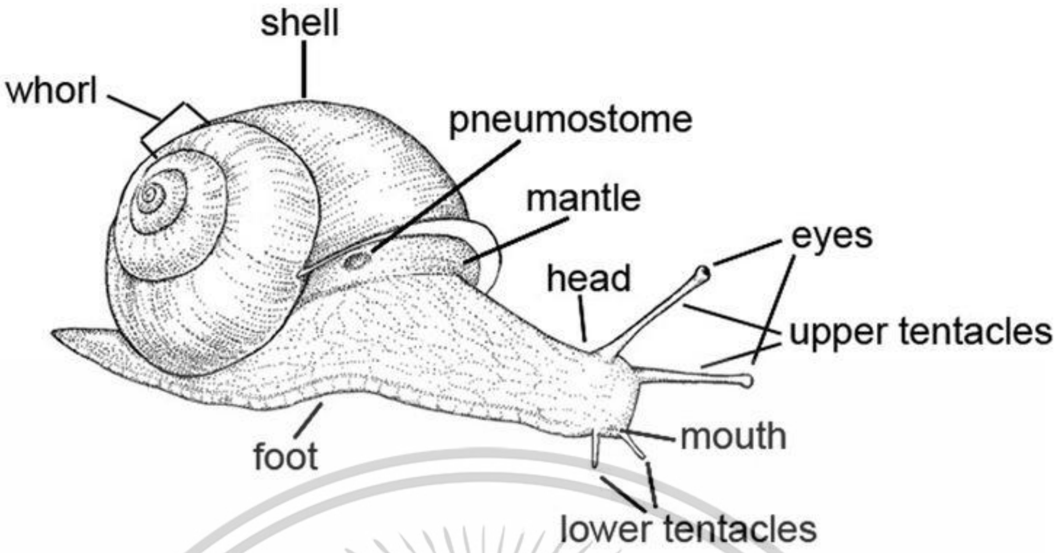
2.1 ลักษณะทั่วไปของหอยทากบก

หอยทากบก (Terrestrial snail) จัดเป็นหอยฝาเดียว (Class Gastropoda) ที่อยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusca) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม และส่วนใหญ่จะมีเปลือกแข็งหุ้มภายนอก ซึ่งไฟลัมนี้มีความหลากหลายจำนวนมากเป็นอันดับสองจากสัตว์ขาข้อในไฟลัมอาร์โทรโพดา (Phylum Arthropoda)

ลักษณะโดยทั่วไปของหอยทากบก ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญที่ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ คือ ส่วนที่เป็นตัวหอยหรือเนื้อหอย และเปลือกหอย สำหรับส่วนที่เป็นตัวหอยนั้น จะประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนลำตัวที่สามารถยื่นออกมานอกเปลือกได้ คือ หนวด (Tentacles) จำนวน 2 คู่ (รูปที่ 2.1) หนวดคู่ที่มีขนาดยาว จะมีจุดสีดำอยู่ที่ส่วนปลาย คือ ดวงตาของหอย (Eye spot) ทำหน้าที่รับแสง และหนวดขนาดสั้นอยู่ทางด้านล่างหนวดคู่ยาว (รูปที่ 2.1-2.2) ทำหน้าที่ตรวจรับสารเคมี (Chemo receptor) ที่ลอยอยู่ในอากาศหรือติดอยู่ตามบริเวณพื้น หากเป็นหอยนักล่าจะใช้ในการดมกลิ่นเพื่อล่าเหยื่อ และใช้ในการหาคู่ผสมพันธุ์ ถัดมาจากหนวดคู่ยาวจะมีช่องเปิดอวัยวะสืบพันธุ์ (Genital opening) ซึ่งจะสามารถสังเกตได้ชัดเจนเมื่อโตเต็มวัยและอยู่ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ โดยหากปากเปลือกเปิดด้านซ้ายแสดงว่าเปลือกเป็นแบบเวียนซ้าย หรือปากเปลือกเปิดด้านขวาแสดงว่าเปลือกเป็นแบบเวียนขวา อวัยวะที่ใหญ่ที่สุด คือ เท้า (Foot) จะมีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อหนาและยืดหดได้ เมื่อเวลาหอยเคลื่อนที่ (รูปที่ 2.1-2.2) ต่อมเมือกที่เท้าและส่วนหัวจะขับเมือก (Mucus) ออกมาเพื่อช่วยในการเคลื่อนได้ไปตามพื้นได้ง่าย ส่วนสุดท้าย (Mantle edge) จะเป็นส่วนที่ติดอยู่กับขอบปากเปลือก ซึ่งมีช่องที่สามารถเปิดปิดได้ (Pneumostome) ใช้เป็นทางผ่านของอากาศเข้าออกจากปอด (รูปที่ 2.1) และมีทางเปิดของระบบขับถ่าย (Anus) อยู่ใกล้กับช่องนำอากาศเข้า-ออก และส่วนที่เหลือจะอยู่ภายในเปลือกประกอบไปด้วยระบบอวัยวะสำคัญต่าง ๆ เช่น ระบบทางเดินหายใจ ระบบย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย และระบบสืบพันธุ์

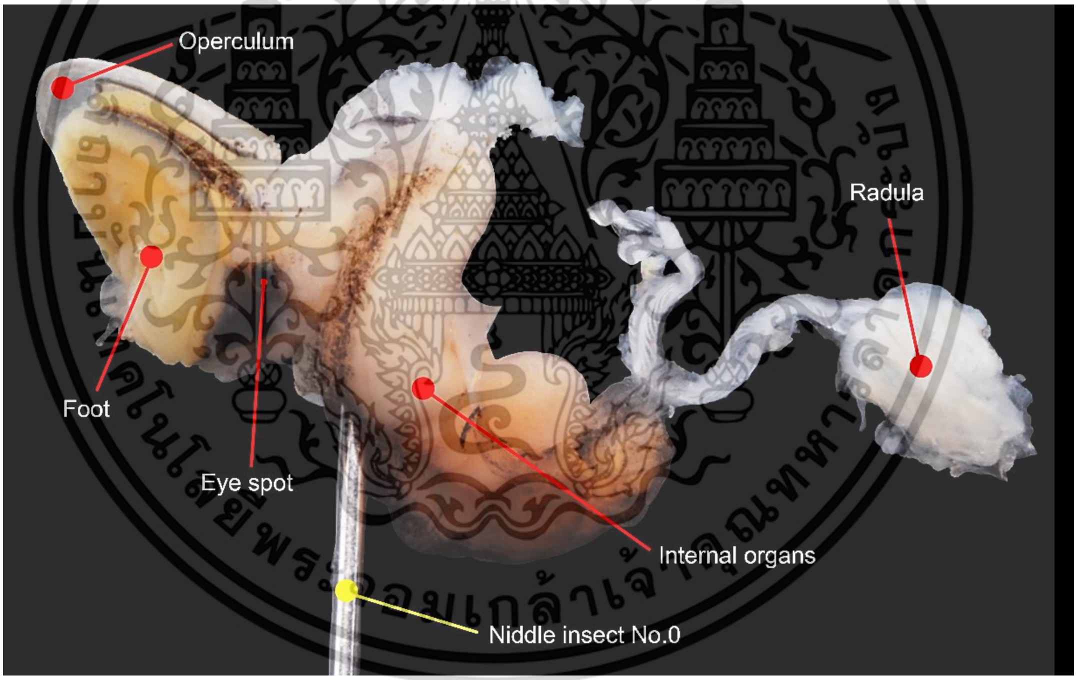
หอยทากบกมีทั้งพวกที่มีเปลือกขดวนเป็นเกลียว เปลือกหนา และแข็ง จนถึงพวกทากบกที่ไม่มีเปลือก หอยทากบกสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ พวกที่มีฝาปิดเปลือก ซึ่งจะใช้เหงือกเป็นอวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊ส และพวกที่ไม่มีฝาปิดเปลือก ซึ่งจะใช้ปอดหรือถุงลมแลกเปลี่ยนแก๊ส หอยทากบกมีแผ่นฟันที่เรียกว่า แรดูลา (Radula) ดังเช่นตัวอย่างแผ่นฟันของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (รูปที่ 2.2) ใช้ในการขูดหรือกินอาหาร (จิรศักดิ์ และสมศักดิ์, 2551; สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน), 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของหอยทากบก

ที่มา: https://www.pestwiki.com/snail-species/



รูปที่ 2.2 ส่วนที่เป็นตัวหอย และฟันของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (กัญญาพร, 2565)

2.2 อนุกรมวิธาน

อนุกรมวิธานมีที่มามาจากคำว่า **"อนุกรม"** หมายถึง ลำดับชั้น ระเบียบ และคำว่า **"วิธาน"** หมายถึง การจัดเรียง การตั้งกฎเกณฑ์ และข้อบังคับ เมื่อนำคำทั้งสองมารวมกัน จึงได้ความหมายใหม่ว่า การจัดจำแนกหรือการจัดเรียงให้เป็นระเบียบ และคำว่าอนุกรมวิธานในภาษาอังกฤษจะใช้คำว่า **"Taxonomy"** ซึ่งรากศัพท์มาจากภาษากรีก คือคำว่า **"Taxis"** แปลว่า การจัดเรียง และคำว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“Nomos” แปลว่า กฎ ดังนั้น อนุกรมวิธาน (Taxonomy) จึงเป็นพื้นฐานสำคัญของวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ซึ่งเป็นศาสตร์แห่งการจัดจำแนกหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ อย่างเป็นระเบียบแบบแผน โดยผู้จัดจำแนกจะต้องมีการศึกษาความเหมือนหรือความแตกต่างกันของลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) นิเวศวิทยา (Ecology) ชีววิทยาระดับโมเลกุล (Molecular biology) ชีววิทยาเชิงพฤติกรรม (Behavioral biology) และวิวัฒนาการ (Evolution) (ไพเราะ และทัศพล, 2565)

โดยในการจัดหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธาน จะพิจารณาถึงความสัมพันธ์และความคล้ายคลึงของสิ่งมีชีวิตกลุ่มนั้น ๆ จากลักษณะต่าง ๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้น หากสิ่งมีชีวิตใดมีลักษณะที่ใกล้เคียงหรือเหมือนกันจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งระบบการจัดเรียงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตเป็นลำดับขั้น (Classification) ตั้งแต่ระดับสูงลงไปสู่ระดับต่ำลงไป จะเรียกว่า Hierarchy ดังต่อไปนี้

โดเมน (Domain)
อาณาจักร (Kingdom)
ไฟลัม (Phylum)
ชั้น (Class)
อันดับ (Order)
วงศ์ (Family)
สกุล (Genus)
สปีชีส์ (Species)

ลักษณะที่ใช้ในทางด้านอนุกรมวิธาน (Taxonomy character) เป็นลักษณะที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด เพื่อใช้ในการแบ่งแยกความแตกต่าง (Discriminate) ของสิ่งมีชีวิตที่ต่างชนิดกันออกจากกัน หรือการรวมกลุ่ม (Grouping) ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ซึ่งจะแบ่งออกเป็นลักษณะเด่น (Diagnostic Character) และลักษณะทั่วไป (Common character) โดยลักษณะเด่นเป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ เท่านั้น จะนำมาใช้ในการแยกความแตกต่างหรือแยกชนิด ในบางครั้งอาจสามารถบอกชนิดได้เลย โดยที่ไม่ต้องอาศัยลักษณะอื่น ๆ จึงอาจเรียกลักษณะเด่นแบบนี้ว่า Key character ส่วนลักษณะทั่วไปเป็นลักษณะโดยทั่วไปที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะมีความคล้ายคลึงกันมากหรือเหมือนกันในสิ่งมีชีวิตนั้น จึงอาจเรียกได้ว่าเป็นลักษณะร่วมของสิ่งมีชีวิตกลุ่มเดียวกัน

นอกเหนือจากลักษณะที่ใช้ทางอนุกรมวิธานที่กล่าวมาแล้ว ยังมีลักษณะอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ประกอบในการจัดจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตได้ และใช้ในการอธิบายสัดส่วนหรือรูปทรงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีลักษณะที่ได้จากการวัด (Morphometric character) และลักษณะที่ได้จากการนับ (Meristic character) โดยลักษณะที่ได้จากการวัดขนาดเป็นหน่วยความยาวเพื่อใช้เปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับสัดส่วนอื่น ๆ ในสิ่งมีชีวิต เช่น ในกลุ่มหอย จะทำการวัดขนาดจากเปลือกของหอย ซึ่งจะวัดความกว้างและความยาวของเปลือก (Shell) และความยาวและความกว้างของช่องเปิดของเปลือก (Aperture) และลักษณะที่ได้จากการนับ อาทิเช่น ในหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 2 สปีชีส์ คือ *Georissa filiasaulae* กับ *Georissa saulae* โดย *G. filiasaulae* มีขนาดที่ใหญ่กว่า และลายเส้นอ่อนจำนวนมากบริเวณเปลือกวงสุดท้าย (Weak growth lines) ในขณะที่ *G. saulae* มีขนาดเล็กกว่า และมีลักษณะผิวลายตามเส้นของเปลือกคล้ายเกล็ดจำนวนมาก (Haase และ Schilthuizen, 2007)

โดยปกติหลังจากที่ได้ทำการรวบรวมตัวอย่างสิ่งมีชีวิตมาแล้ว จะต้องนำมาทำการจัดจำแนกกลุ่มคร่าว ๆ แล้วจึงนำมาทำการแยกชนิดต่อไป ซึ่งในทางปฏิบัติ การแยกชนิดของสิ่งมีชีวิตอาจใช้วิธีการที่แตกต่างกัน ซึ่งในการการเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ได้ถูกแยกชนิดไว้อย่างถูกต้องแล้ว โดยการเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิตที่ต้องการแยกชนิดกับพิพิธภัณฑ์ที่เก็บรักษาตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ไว้ หรืออาจจะมีการใช้การใช้คู่มือแยกชนิด (Key to species) ของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการศึกษาที่มีผู้ศึกษาไว้แล้วหรือเปรียบเทียบกับรูปภาพของสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการตีพิมพ์เอาไว้เรียบร้อยแล้ว และในบางครั้งอาจมีขอความร่วมมือหรือความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญที่ศึกษาในด้านนี้โดยเฉพาะ

ในการศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิต ชื่อนับว่าเป็นตัวแทนที่ใช้ในการเรียก เพื่อทำความรู้จักกับสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ในปัจจุบันชื่อที่ใช้ทางอนุกรมวิธานที่สำคัญ ซึ่งจะมีด้วยกัน 3 ชื่อ ได้แก่ ชื่อสามัญ (Common name or Vernacular name) ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) และชื่อพ้อง (Synonym) โดยเริ่มที่

ชื่อสามัญ อาจเรียกว่า ชื่อทั่วไป เป็นชื่อที่อาจเรียกแตกต่างกันไปตามท้องถิ่นและภาษาที่ใช้ ซึ่งไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน อาจเรียกตามลักษณะรูปร่างที่มองเห็น เช่น หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* โดยส่วนใหญ่มักมีสีส้ม บางครั้งอาจพบสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอ่อน จึงได้มีการตั้งชื่อภาษาไทยว่า “หอยทากจิ๋วจุกแดง” (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน), 2560) สำหรับการสื่อความหมายของชื่อสามัญทางวิชาการในประเทศไทย นิยมใช้ชื่อที่เป็นภาษาไทย และวงเล็บชื่อที่เป็นภาษาอังกฤษ เพื่อความเข้าใจในการสื่อความหมายที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

ส่วนชื่อวิทยาศาสตร์ เป็นชื่อมาตรฐาน และเป็นสากลที่ยอมรับกันทั่วโลก เนื่องในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง จะต้องมีชื่อเพียงชื่อเดียวเท่านั้น เพื่อสื่อถึงสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นได้อย่างถูกต้อง ต่างกับชื่อสามัญที่อาจมีได้หลายชื่อ สำหรับชื่อวิทยาศาสตร์นี้จัดเป็น Binomial Latin name หรือ Binomial Latinized Greek ซึ่งในการกำหนดชื่อหรือการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ที่เป็นสากลของสิ่งมีชีวิต (Nomenclature) ที่ได้ทำการสำรวจ ตรวจสอบ หรือค้นคว้าแน่ชัดว่า ยังไม่มีการค้นพบสิ่งมีวิตชนิดนั้นมาก่อน ผู้ค้นพบจะต้องทำการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ตามกฎเกณฑ์สากลของแต่ละสิ่งชีวิต โดยในสัตว์จะใช้หลักของ International Code of Zoological Nomenclature (ICZN) ซึ่งเป็นไปตามระบบของลินเนียส (Linnaeus) ซึ่งเป็นผู้คิดระบบการจัดลำดับหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต และคิดระบบการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลในปัจจุบัน เรียกว่า ทวินาม (Binomial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nomenclature) โดยจะใช้ชื่อสกุล (Genus) ที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษรแรกเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ ตามด้วยชนิดหรือสปีชีส์ (Species) เขียนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก ซึ่งจะต้องเป็นภาษาลาติน และจะต้องมีการเขียนเป็นตัวเอียงหรือเป็นตัวอักษรปกติที่มีการขีดเส้นใต้ ต่อท้ายด้วยชื่อผู้ค้นพบหรือผู้ตั้งชื่อ และปีที่ค้นพบหรือตั้งชื่อนั้นเป็นคนแรก เช่น *Georissa pyxis* (Benson, 1856) หรือ Georissa pyxis (Benson, 1856) (ประภากร, 2565) นอกเหนือจากนี้ หากพบว่า ชื่อผู้ค้นพบและปีที่ค้นพบมีวงเล็บล้อมรอบ แสดงว่าชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตนั้นได้รับการเปลี่ยนมาแล้วอย่างน้อย 1 ครั้ง เช่น หอยทากจิ๋ว *Hydrocena pyxis* W. H. Benson, 1856 ได้ทำการเปลี่ยนมาเป็น *Georissa pyxis* (W. H. Benson, 1856)

และชื่อพ้อง เป็นชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกตั้งขึ้นมาซ้ำซ้อนกับชื่อที่เคยตั้งมาแล้วในสิ่งมีชีวิต 1 ชนิด ซึ่งอาจมีชื่อพ้อง 1 ชื่อ หรือมากกว่า 1 ชื่อก็ได้ โดยที่ผู้ศึกษาอาจจะทำการศึกษาสิ่งมีชีวิตเดียวกัน แต่อยู่ต่างภูมิภาคกัน โดยขาดการติดต่อสื่อสารถึงกัน หรืออาจศึกษาข้อมูลไม่เพียงพอ จึงเข้าใจว่าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ และได้ตั้งชื่อใหม่ขึ้นมา โดยไม่ทราบว่าสิ่งมีชีวิตชนิดนี้มีผู้ค้นพบและใครตั้งชื่อไว้ก่อนหน้านี้ (ไพเราะ และทัศพล, 2565) เช่น หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* 2 สปีชีส์ คือ *Georissa gomantonensis* E. A. Smith, 1893 มีชื่อพ้องว่า *Georissa flavescens* E. A. Smith, 1895

โดยในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอนุกรมวิธานของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จะมุ่งการจัดจำแนกทั้งลักษณะสัณฐานวิทยา และระดับโมเลกุล ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาอ้างอิงตามงานวิจัยของ Vermeulen และ Whitten (1998); Panha และ Burch (2005) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 การจัดจำแนกหอยทากบกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา

การจัดจำแนกหอยทากบก จะใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาหรือลักษณะที่สังเกตได้จากภายนอก โดยส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะของเปลือกหอยในการศึกษาเป็นหลัก ซึ่งในหอยทากบกมักจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ไม่ว่าจะเป็นรูปทรง ลวดลายบนเปลือก หรือสี รวมไปถึงการขดวนของเปลือก ดังนั้นในการจัดจำแนกหอยโดยใช้ลักษณะของเปลือก ยังเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (จิรศักดิ์ และสมศักดิ์, 2551) ซึ่งการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ต้องการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1.1 องค์ประกอบของเปลือก

ในหอยทากบกแต่ละชนิด จะมีองค์ประกอบของเปลือกหอยที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **วงเปลือก (Whorl)** หรือชั้นเปลือก เมื่อหอยมีการเจริญเติบโตมากขึ้น หอยจะทำการสร้างห้องของเปลือกเพิ่มขึ้นมาวนรอบแกนเปลือก (Columella) ในแนวดิ่งและแนวระนาบ

2. **วงเปลือกแรกเกิด (Protoconch)** ซึ่งเป็นส่วนของยอดเปลือก (Apex) คือเปลือกแรกเกิด 2-3 วงแรก ที่เกิดมาพร้อมกับหอย โดยบริเวณนี้มักจะมีลวดลาย (Sculpture of protoconch) ที่แตกต่างจากวงเปลือกถัด ๆ มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **วงเปลือกถัดมา (Teleconch)** เป็นวงเปลือกที่ถัดมาจากวงเปลือกแรกเกิด จะถูกสร้างขึ้นในภายหลังเมื่อหอยมีการเจริญเติบโต และมักจะมีลวดลาย (Sculpture of teleconch) ที่มักจะแตกต่างกันในหอยแต่ละชนิด

4. **วงเปลือกรองสุดท้าย (Penultimate whorl)** เป็นวงเปลือกรองสุดท้าย มักจะเป็นพื้นที่ที่ตัวหอยใช้ในการขดตัว

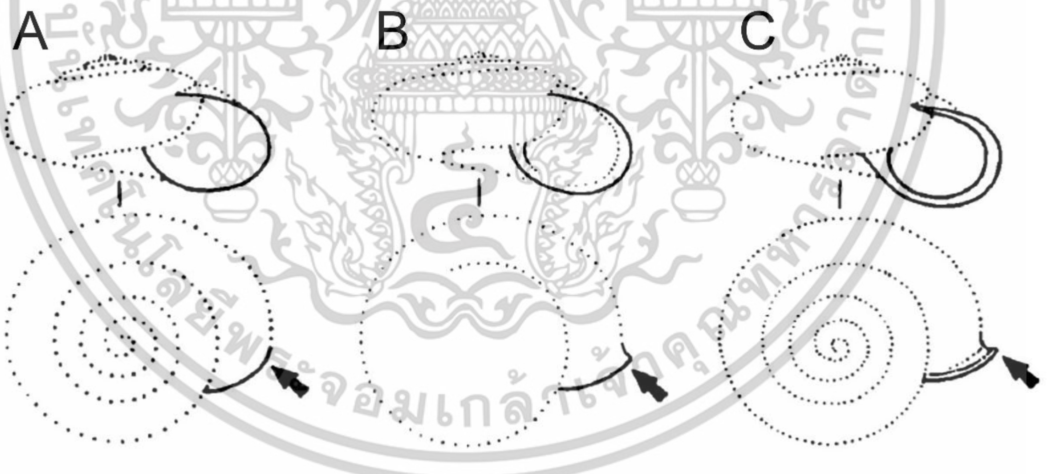
5. **วงเปลือกสุดท้าย (Last whorl หรือ Body whorl)** เป็นส่วนของวงเปลือกนอกสุดหรือชั้นเปลือกวงสุดท้าย หลังจากที่หอยเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย

6. **แกนเปลือก (Columella)** เป็นส่วนแกนกลางของเปลือก

7. **ร่องระหว่างวงเปลือก (Suture)** เป็นรอยต่อระหว่างวงเปลือก

8. **ผิวเปลือก (Periostracum)** จะเป็นสารจำพวกโปรตีนหรือไคตินห่อหุ้มชั้นนอกของเปลือกไว้ทั้งหมด เพื่อป้องกันการผุกร่อนของเปลือก เมื่อหอยมีอายุขัยเพิ่มขึ้น ผิวเปลือกอาจจะมีการหลุดลอกออกไป ซึ่งอาจมีสีสันและพื้นผิวที่แตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของหอย

9. **ปากเปลือก (Aperture) และขอบปากเปลือก (Aperture lip)** บริเวณวงเปลือกสุดท้าย จะมีปากเปลือกและขอบปากเปลือก ซึ่งเป็นทางเข้า-ออกของตัวหอย อาจมีรูปร่างที่แตกต่างกันไปในหอยแต่ละชนิด โดยจะมีทั้งลักษณะขอบปากเปลือกแบบไม่บาน (รูปที่ 2.3A) ขอบปากเปลือกบานออก (รูปที่ 2.3B) และขอบปากเปลือกบานและหนา (รูปที่ 2.3C)

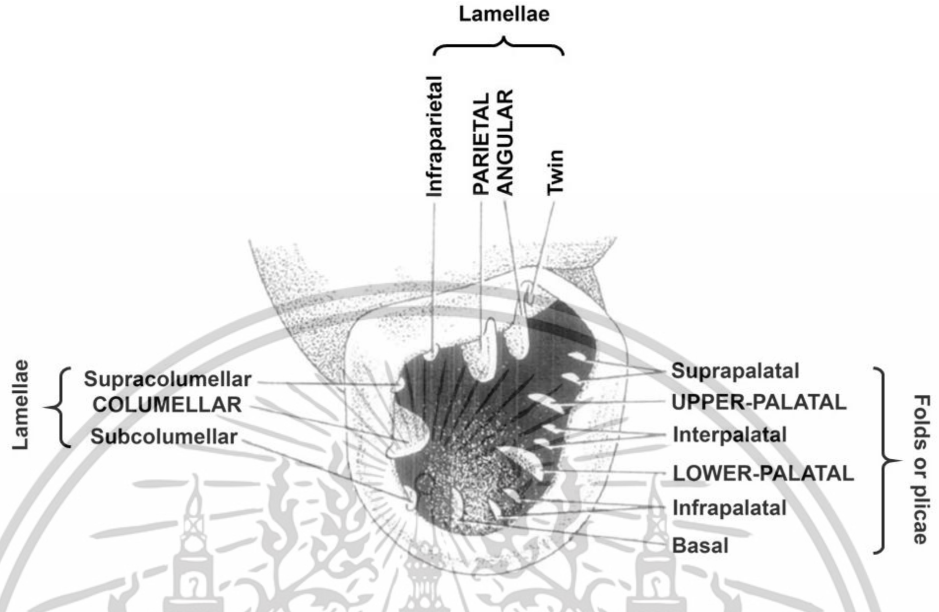


รูปที่ 2.3 ลักษณะของปากเปลือกและขอบปากเปลือก (A) ขอบปากเปลือกไม่บาน (B) ขอบปากเปลือกบาน (C) ขอบปากเปลือกบานและหนา (Panha และ Burch, 2005)

10. **แผ่นแข็งขอบด้านบนปากเปลือก (Parietal callus)** เป็นส่วนที่สะสมสารจำพวกหินปูน ความหนา-บาง สีสัน หรือลักษณะเฉพาะจะขึ้นอยู่กับหอยแต่ละชนิด

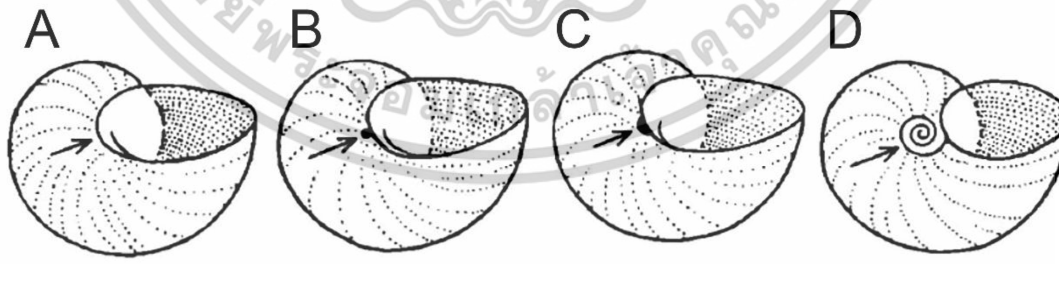
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. **ฟันเปลือก (Aperture lamellae)** มีลักษณะเป็นแท่งหรือเป็นสัน พบที่บริเวณปากเปลือกและขอบปากเปลือก ซึ่งจะมีจำนวนและรูปร่างที่แตกต่างกันในหอยแต่ละชนิด ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ฟันเปลือกในรูปแบบต่าง ๆ (Burch, 1962; Pilsbry, 1948)

12. **สะดือ (Umbilicus)** หรือช่องเปิดด้านล่างเปลือก ซึ่งเป็นทางเปิดของแกนเปลือก หรือแกนกลางเปลือกที่ขดวนในแนวดิ่ง โดยส่วนใหญ่จะพบเห็นสะดือได้ 4 ลักษณะ ได้แก่ เปลือกที่ไม่มีสะดือ (Imperforate shell) (รูปที่ 2.5A) เปลือกที่มีสะดือเป็นรูขนาดเล็ก (Perforate shell) (รูปที่ 2.5B) เปลือกที่มีสะดือแคบ (Rimately perforate shell) (รูปที่ 2.5C) และเปลือกที่มีสะดือขดวนเป็นเกลียว (Umbilicus shell) (รูปที่ 2.5D)

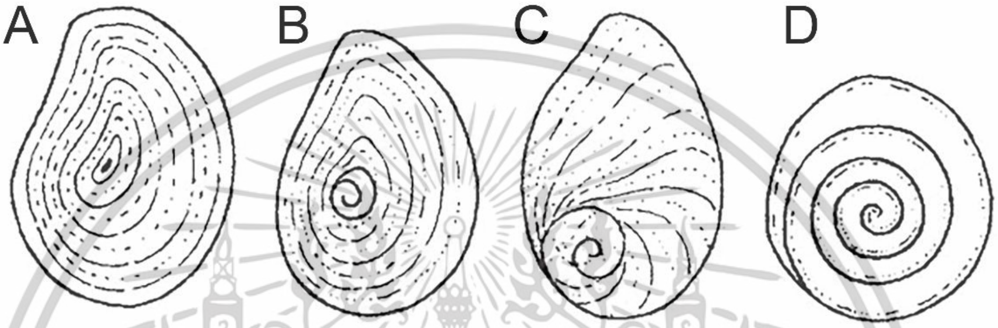


รูปที่ 2.5 ลักษณะสะดือของเปลือกแบบต่าง ๆ (A) Imperforate shell (B) Perforate shell (C) Rimately perforate shell (D) Umbilicus shell (Panha และ Burch, 2005)

13. **ฝาปิดเปลือก (Operculum)** เป็นอวัยวะที่ใช้ในการปิดส่วนของปากเปลือก มีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกันออกไปตามกลุ่มของหอย ส่วนมากเป็นสารพวกไคติน (Chitin) แต่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

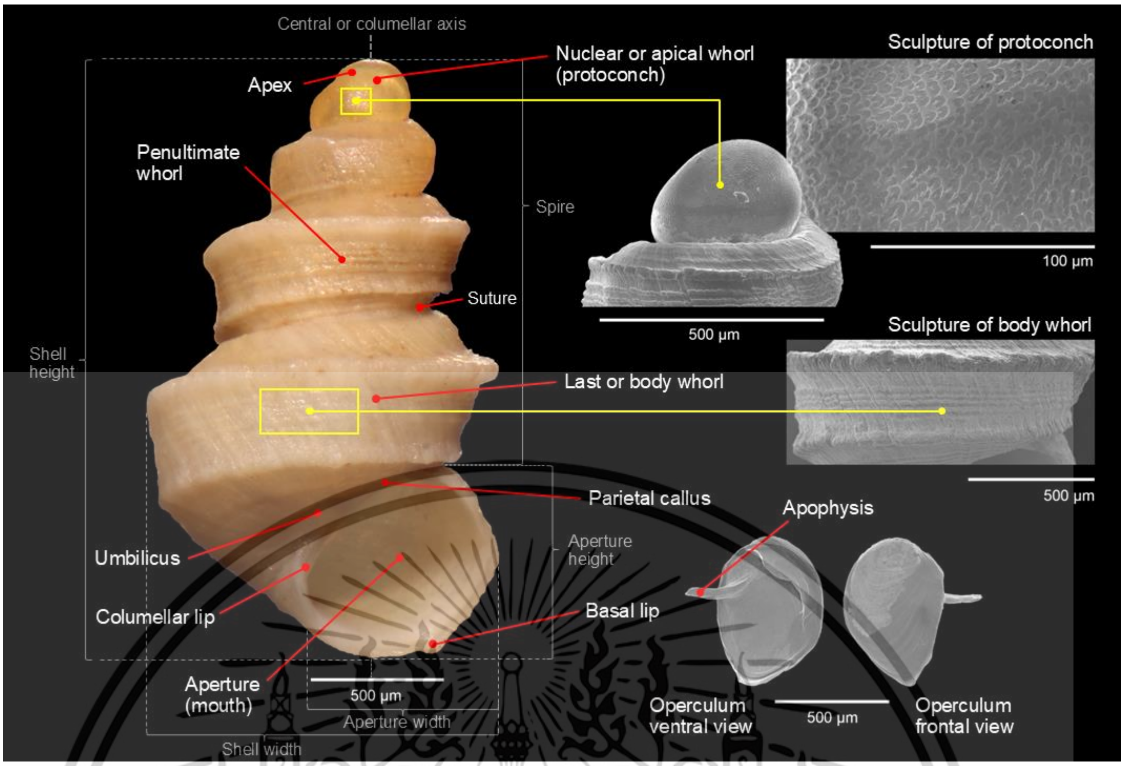
หอยบางกลุ่มเป็นสารจำพวกหินปูน ในหอยบางกลุ่มอาจมีก้าน (Apophysis) อยู่บริเวณฝาปิดเปลือก เช่น กลุ่มหอย Neritimorpha หรือฝาปิดเปลือกของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* และจะมีเส้นหรือลายอยู่บนฝาปิดเปลือกจะมีลักษณะที่แตกต่างกันในหอยแต่ละชนิด ซึ่งสามารถพบเห็นได้ 4 ลักษณะ ได้แก่ แบบขดวนตามรูปทรงจากจุดศูนย์กลางเป็นทรงกลมบนฝาปิดเปลือก (Concentric) (รูปที่ 2.6A) แบบขดวนตามรูปทรงจากจุดศูนย์กลางที่มีลักษณะเป็นเกลียว (Concentric with spiral nucleus) (รูปที่ 2.6B) ขดวนเป็นเกลียวจากด้านท้ายของฝาปิดเปลือกและกระจายออกเป็นเส้น (Paucispiral) (รูปที่ 2.6C) และแบบขดวนเป็นเกลียววงกลม (Multispiral) (รูปที่ 2.6D)



รูปที่ 2.6 ลักษณะฝาปิดเปลือกในรูปแบบต่าง ๆ (A) Concentric (B) Concentric with spiral nucleus (C) Paucispiral (D) Multispiral (Panha และ Burch, 2005)

ในหอยทากบกแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบของเปลือกที่แตกต่างกัน หรือแม้กระทั่งในชนิดเดียวกันอาจมีองค์ประกอบของเปลือกที่แตกต่างกันก็เป็นได้ ยกตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* มีองค์ประกอบของเปลือก ดังเช่นรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

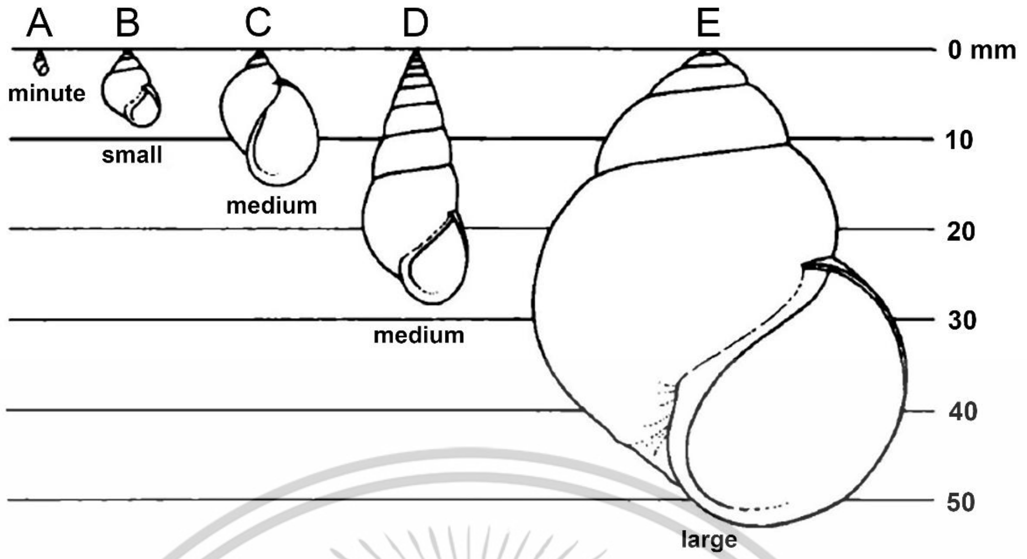


รูปที่ 2.7 องค์ประกอบต่าง ๆ ของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (กัญญาพร, 2565)

2.2.1.2 ขนาดของเปลือก

หอยแต่ละชนิดโดยส่วนใหญ่จะมีขนาดเปลือกที่ไม่เท่ากัน ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มที่มีขนาดเล็กมากหรือมีขนาดที่จิ๋ว ประมาณ 0-3 มิลลิเมตร (รูปที่ 2.8A) กลุ่มที่มีขนาดเล็ก ประมาณ 3-10 มิลลิเมตร (รูปที่ 2.8B) กลุ่มที่มีขนาดปานกลาง ประมาณ 10-30 มิลลิเมตร (รูปที่ 2.8C-2.8D) และกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ ประมาณ 30 มิลลิเมตรขึ้นไป (รูปที่ 2.8E) นอกจากนี้ ในปัจจุบันได้มีการวิเคราะห์ทางสัณฐานวิทยาเป็นอีกหนึ่งในวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์และอธิบายความแปรผันในรูปแบบทางชีววิทยาของสัตว์ โดยสัตว์กลุ่มหอย จะทำการวิเคราะห์รูปทรงและขนาดจากเปลือกของหอย ซึ่งจะวัดความกว้างและความยาวของเปลือก และความยาวและความกว้างของช่องเปิดของเปลือก ตามงานวิจัยของ Matos และคณะ (2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ขนาดของเปลือก (A) กลุ่มขนาดเล็กมาก (B) กลุ่มขนาดเล็ก (C-D) กลุ่มขนาดกลาง (E) กลุ่มขนาดใหญ่ (ดัดแปลงจาก Panha และ Burch, 2005)

2.2.1.3 รูปทรงของเปลือก

รูปทรงของเปลือกหอยทากบกมักมีหลากหลายรูปแบบดังนี้

1. รูปทรงแบนราบและยอดก้นบุ๋ม (Biconcave) เป็นลักษณะที่ปลายยอดเปลือกเว้าเข้าไปคล้ายกับรูปร่างของเม็ดเลือดแดง (รูปที่ 2.9A)

2. รูปทรงแบนราบ (Discoidal) เป็นลักษณะที่มีการขดวนที่สั้นและทรงเปลือกต่ำ (รูปที่ 2.9B)

3. รูปทรงสามเหลี่ยมป้าน (Depressed) เปลือกม้วนเป็นกรวยกลม ยอดเปลือกแหลม แต่ค่อนข้างเตี้ย วงเปลือกสุดท้ายและช่องปากเปลือกมีความกว้างและใหญ่ (รูปที่ 2.9C)

4. รูปทรงโค้งหรือรูปทรงโดม (Dome) ปลายยอดเปลือกค่อนข้างป้าน มีลักษณะเปลือกเป็นครึ่งทรงกลมหรือใกล้เคียง (รูปที่ 2.9D)

5. รูปทรงปิรามิด (Heliciform) ปลายยอดเปลือกแหลม ลักษณะเปลือกเป็นทรงสามเหลี่ยมที่มีฐานค่อนข้างกว้าง วงเปลือกอาจจะน้อยหรือมาก (รูปที่ 2.9E)

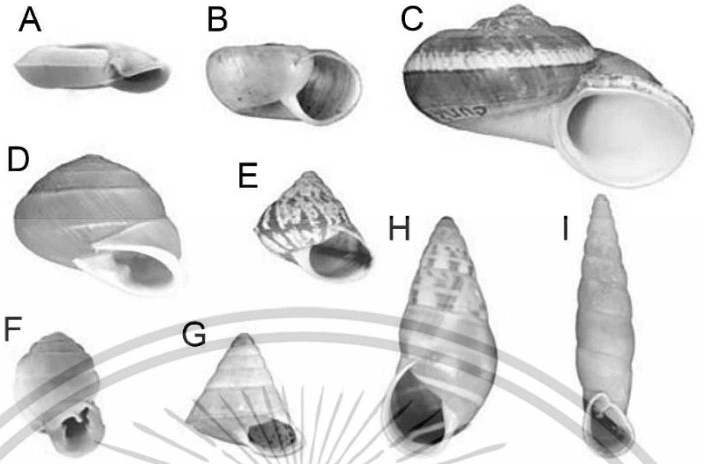
6. รูปทรงรูปไข่ (Pupilliform) ปลายยอดเปลือกค่อนข้างป้าน มีลักษณะเปลือกเป็นทรงรีเหมือนกับทรงของไข่ (รูปที่ 2.9F)

7. รูปทรงปิรามิดทรงสูง (Elongate heliciform) ปลายยอดเปลือกแหลม ลักษณะเปลือกเป็นทรงสามเหลี่ยมหรือปิรามิด วงเปลือกค่อนข้างยาว มีวงเปลือกมาก (รูปที่ 2.9G)

8. รูปทรงไข่ทรงรียาว (Bulimoild/conical) วงเปลือกยาวรี วงเปลือกสุดท้ายกว้างกว่าเปลือกอื่น ๆ มีวงเปลือกมาก (รูปที่ 2.9H)

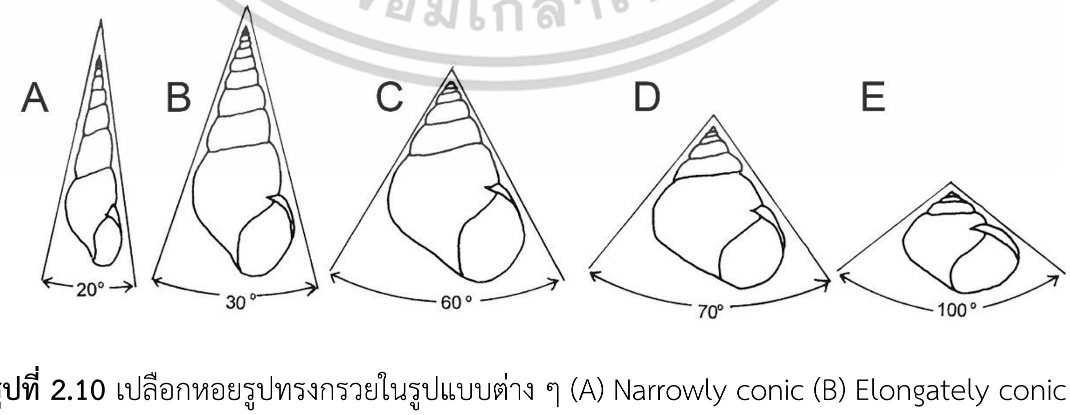
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. รูปทรงเกลียวเชือกสูง (Elongate conic) เป็นทรงกรวยยาวคล้ายกับการขดของเชือก วงเปลือกยาวรี และมีวงเปลือกมาก แต่เปลือกมีความกว้างค่อนข้างน้อย (รูปที่ 2.9I)



รูปที่ 2.9 รูปทรงของเปลือกของหอยทากบกในรูปแบบต่าง ๆ (A) Biconcave (B) Discoidal (C) Depressed (D) Dome (E) Heliciform (F) Pupilliform (G) Elongate heliciform (H) Bulimoild/conical (I) Elongate conic (จิรศักดิ์ และสมศักดิ์, 2551)

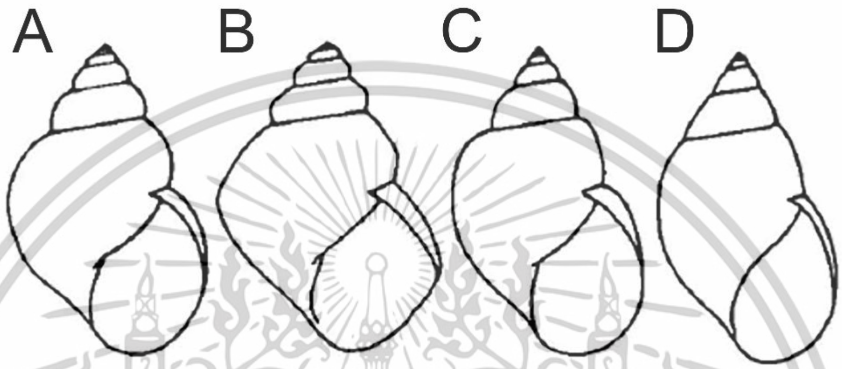
ส่วนใหญ่ เปลือกหอยมักจะมีลักษณะเป็นรูปทรงไข่ทรงรียาวและรูปทรงเกลียวเชือกสูง โดยภาพรวมจะมีลักษณะโดยรวมเป็นแบบรูปทรงกรวยหรือทรงกระสวย ซึ่งเป็นลักษณะที่สามารถพบเจอได้ทั่วไป สามารถแบ่งกลุ่มย่อยได้ โดยสังเกตเพิ่มเติมได้จากการการขดวนของเปลือกได้ อาทิเช่น ทรงกรวยแคบ (Narrowly conic) (รูปที่ 2.10A) ทรงกรวยยาว (Elongately conic) (รูปที่ 2.10B) ทรงกรวยกว้าง (รูปไข่) (Broadly (ovately) conic) (รูปที่ 2.10C) กรวยทรงกลม (Globosely conic) (รูปที่ 2.10D) ทรงกรวยลึก (Depressed conic) (รูปที่ 2.10E)



รูปที่ 2.10 เปลือกหอยรูปทรงกรวยในรูปแบบต่าง ๆ (A) Narrowly conic (B) Elongately conic (C) Broadly (ovately) conic (D) Globosely conic (E) Depressed conic (Yule and Yong, 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

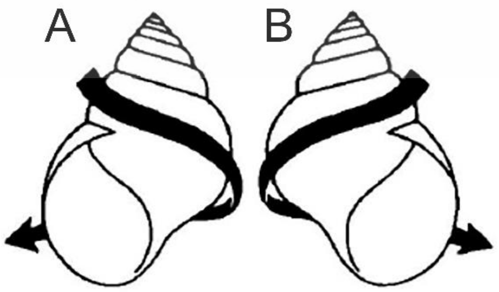
นอกจากรูปทรงเปลือกที่กล่าวไว้ข้างต้น ยังสามารถจำแนกตามรูปทรงการขดวนของวงเปลือดสุดท้ายของหอยได้ (Shell whorl terminology) เช่น ทรงเปลือกกลมมน (Shell with well-rounded whorls) (รูปที่ 2.11A) ทรงเปลือกเหลี่ยม (Shell with angular whorls) (รูปที่ 2.11B) ทรงเปลือกออกข้างลาดลงคล้ายกับไหล่ (Shell with shouldered whorls) (รูปที่ 2.11C) ทรงเปลือกแบน (Shell with flattened whorls) (รูปที่ 2.11D) เป็นต้น



รูปที่ 2.11 รูปทรงการขดวนของเปลือกหอย (A) Shell with well-rounded whorls (B) Shell with angular whorls (C) Shell with shouldered whorls (D) Shell with flattened whorls (Panha และ Burch, 2005)

2.2.1.4 การขดวนของเปลือก

หอยทากบกจะมีลักษณะการขดวนของวงเปลือก 2 รูปแบบ คือ เปลือกขดวนไปทางด้านซ้าย (Snitral) ดังรูปที่ 2.12A และเปลือกขดวนไปทางด้านขวา (Dextral) ดังรูปที่ 2.12B สังเกตได้จากการตั้งให้ปลายยอดของเปลือกชี้ขึ้น และหันปากเปลือกเข้าหาตัว หากปากเปลือกเปิดไปด้านขวา แสดงว่าเปลือกหอยเป็นแบบเวียนขวา และหากปากเปลือกเปิดไปด้านซ้าย แสดงว่าเปลือกหอยเป็นแบบเวียนซ้าย

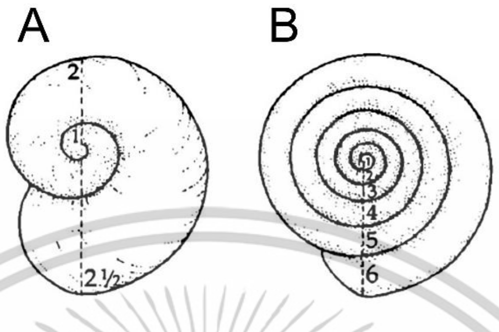


รูปที่ 2.12 การขดของเปลือก (A) เปลือกขดวนไปทางด้านซ้าย (B) เปลือกขดวนไปทางด้านขวา (Panha และ Burch, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.5 จำนวนการขดวนของเปลือก

จะพิจารณาการขดวนของเปลือกแต่ละวง โดยการเริ่มนับจากวงที่สูงสุดรองลงมาเรื่อย ๆ เป็นชั้น ๆ ในลักษณะเป็นเกลียวรอบแกนกลางของเปลือก ดังตัวอย่างการนับวงเปลือกจำนวน 2 ½ วง (รูปที่ 2.13A) และวงเปลือกจำนวน 6 วง (รูปที่ 2.13B)



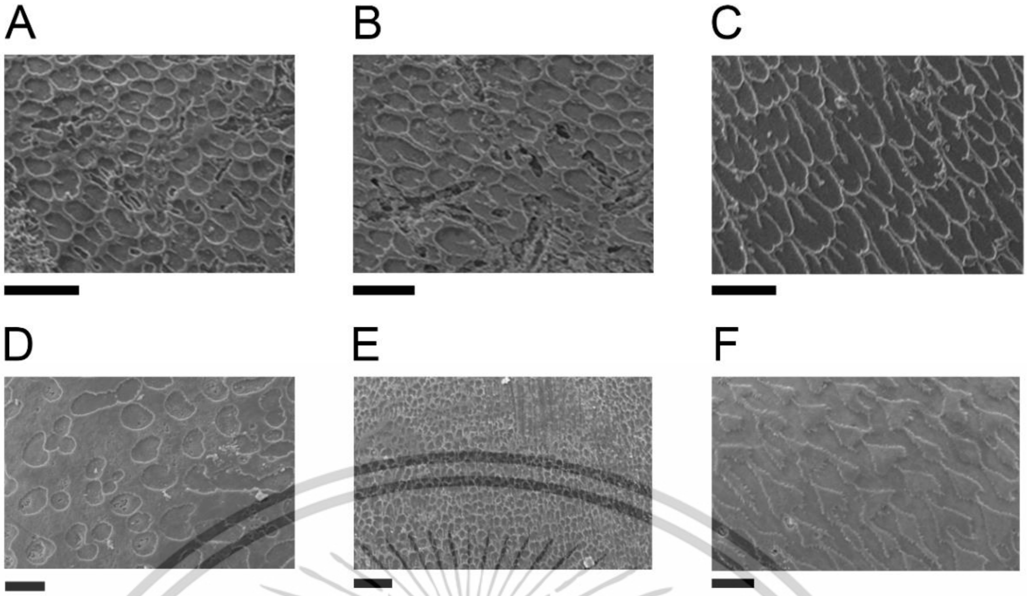
รูปที่ 2.13 จำนวนวงเปลือก (A) วงเปลือก 2 ½ วง (B) วงเปลือก 6 วง (Panha และ Burch, 2005)

2.2.1.6 ลักษณะลวดลายของเปลือก

บนเปลือกหอยทากบกนั้นจะมีลวดลายอยู่ที่ 2 บริเวณใหญ่ ๆ คือ ลักษณะลวดลายที่ปรากฏบนวงเปลือกแรกเกิด (Sculpture of protoconch) และลักษณะลวดลายบนเปลือกวงถัดมา (Sculpture of teleconch) ของหอยแต่ละชนิด แม้ว่าเป็นชนิดเดียวกัน ก็อาจจะมีลวดลายทั้ง 2 บริเวณที่แตกต่างกันออกไปได้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **ลักษณะลวดลายที่ปรากฏบนวงเปลือกแรกเกิด (Sculpture of protoconch)** ซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ จะสามารถมองเห็นได้ภายใต้ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) ดังนั้น ผู้วิจัยจะอธิบายตามลักษณะที่พบเห็นได้ อาทิเช่น *Georissa anyiensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018 และ *G. hadra* Thompson & Dance, 1983 มีลักษณะเป็นตาข่ายทรงรีสลับกับลายขรุขระ (รูปที่ 2.14A-B) *G. muluensis* Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018 มีลักษณะเป็นตาข่ายทรงรี (รูปที่ 2.14C) *G. everetti* Smith, 1895 มีลักษณะเป็นลายโค้งมนเป็นวงรีรวมกันกลายเป็นลายตาข่ายสลับกับลายขรุขระ (รูปที่ 2.14D) *G. leucococca* Vermeulen, T.-S. Liew & Schilthuizen, 2015 มีลักษณะเป็นลายทรงกลมและทรงรีขนาดเล็ก (รูปที่ 2.14E) *G. pachysoma* Vermeulen & Junau, 2007 มีลักษณะเป็นลายที่ผสมกันทั้งทรงสามเหลี่ยม โค้งมน และขรุขระ (รูปที่ 2.14F)

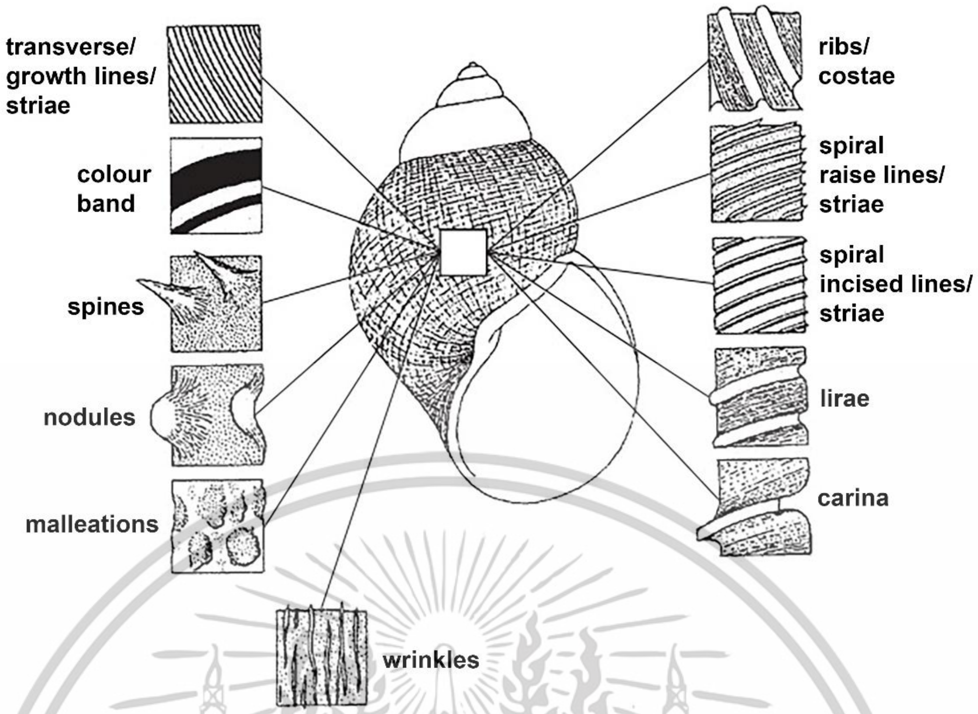
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ลักษณะลวดลายที่ปรากฏบนวงเปลือกแรกเกิดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (A) *G. anyiensis* (B) *G. hadra* (C) *G. muluensis* (D) *G. everetti* (E) *G. leucococca* (F) *G. pachysoma* (A-C) Khalik และคณะ (2018), (D-E) Khalik และคณะ (2019b) Scale bar: 10 ไมโครเมตร

2. **ลักษณะลวดลายบนเปลือกวงถัดมา (Sculpture of teleconch)** โดยส่วนใหญ่ลวดลายบนเปลือกวงถัดมาจากวงเปลือกแรกเกิดจะสังเกตจากวงเปลือกสุดท้าย (Last or Body whorl) และสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า แต่หากเปลือกหอยมีขนาดที่เล็กมาก อาจจะทำให้มองเห็นรายละเอียดบางส่วนได้ค่อนข้างยาก จึงต้องอาศัยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จึงจะสามารถสังเกตเห็นลักษณะลวดลายได้ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ เส้นในแนวขนานกับแกนกลางเปลือก (Transverse/growth lines/striae) แถบสีตามแนวตั้งฉากกับแกนกลางเปลือก (Colour band) มีหนาม (Spines) มีตุ่ม (Nodules) เป็นแอ่ง (Malleations) รอยย่น (Wrickles) สันโค้งที่อยู่ในแนวขนานกับแกนกลางเปลือก (Rib costae) เส้นนูนในแนวตั้งฉากกับแกนกลางเปลือก (Spiral raised lines/Striae) เส้นที่เป็นร่องตามแนวตั้งฉากกับแกนกลางเปลือก (Spiral incised lines/Striae) สันในแนวตั้งฉากกับแกนกลางเปลือก (Lirae) และสันแหลม (Carina) ดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ลักษณะลวดลายที่ปรากฏบนเปลือกวงถัดมาแบบต่าง ๆ (Panha และ Burch, 2005)

2.2.1.7 ลักษณะแรดูลาและสูตรฟันบนแรดูลาในหอยชนิดต่าง ๆ

หอยทากจะมีแผ่นฟันที่เรียกว่า แรดูลา (Radula) ใช้ในการขูดหรือกินอาหาร โดยในสูตรฟันบนแรดูลาจะประกอบด้วยฟันกลาง (Central tooth) มีฟันข้าง (Lateral tooth) และฟันริม (Marginal tooth) ซึ่งจะมีลักษณะแรดูลา และสูตรฟันบนแรดูลาในหอยทากชนิดต่าง ๆ (Reid, 2000) (รูปที่ 2.16A-E) ดังต่อไปนี้

1. **Hytricoglossate radula** พบในหอยจำพวก Archaeogastropod ประกอบด้วยฟันกลาง 1 ซี่ มีฟันข้าง และฟันริม มีลักษณะไม่แตกต่างกัน ฟันริมบางซี่จะมีการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ เรียกว่า Porcupine tongue เปรียบเสมือนลิ้นขนเม่น

2. **Docoglossate radula** พบในหอยจำพวก Archaeogastropod เช่น หอยหมวกเจ๊ก (Patella) สูตรฟัน คือ 3 + D + 2 + R + 2 + D + 3 หรือ 3 + D + 2 + 0 + 2 + D + 3 ประกอบด้วยฟันกลาง 1 ซี่ ที่มีขนาดเล็กมากหรืออาจไม่มีปรากฏให้เห็น ฟันข้าง 3 ซี่ (รวมทั้งฟันที่เป็นแบบโดมิแนนท์) และฟันริม 3 ซี่ (รูปที่ 2.16A)

3. **Rhipidoglossate radula** พบในหอยจำพวก Archaeogastropod เช่น หอยนมสาว (Trochid) สูตรของฟัน คือ ∞ + 5 + R + 5 + ∞ ประกอบด้วยฟันกลาง 1 ซี่ ฟันข้าง 5 ซี่ และฟันริมจำนวนมาก ในบางครั้งฟันข้างที่อยู่นอกสุดอาจมีขนาดใหญ่กว่าฟันด้านใน เรียกว่า โดมิแนนท์ (Dominant) ซึ่งจะมีสูตรฟัน คือ ∞ + D + 4 + R + 4 + D + ∞ (รูปที่ 2.16B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **Ptenoglossate radula** พบในหอยจำพวก Mesogastropod เช่น หอยเกลียว (Epitonid) สูตรฟัน คือ n + 0 + n จะไม่มีฟันกลาง ส่วนฟันอื่น ๆ ก็จะมีลักษณะที่แตกต่างกันมาก และมีจำนวนมาก

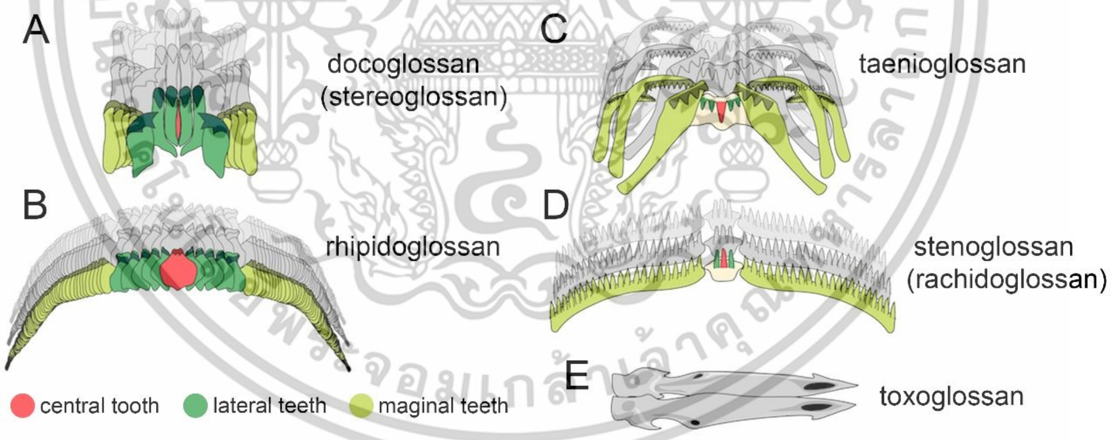
5. **Taenioglossate radula** พบในหอยจำพวก Mesogastropod เช่น หอยจุ๊บแจง สูตรฟัน คือ 2 + 1 + R + 1 + 2 ประกอบด้วยฟันกลาง 1 ซี่ ฟันข้าง 1 ซี่ และฟันริม 2 ซี่ (รูปที่ 2.16C)

6. **Rachiglossate radula** พบในหอยจำพวก Neograstropod เช่น หอยก้างปลา หอยหวี หอยมะระ เป็นต้น สูตรฟัน คือ 1 + R + 1 ประกอบด้วยฟันกลาง 1 ซี่ และฟันข้าง 2 ซี่ หรือกรณีที่ไม่มีฟันข้าง จะมีสูตรฟันเป็น 0 + R + 0 (รูปที่ 2.16D)

7. **Toxoglossate radula** พบในหอยจำพวก Neograstropod เช่น หอยเต้าปูน (Conus) หอยเจดีย์ (Turrid) สูตรฟัน คือ 1 + 0 + 1 มีเพียงฟันข้าง 2 ซี่เท่านั้นในแต่ละแถว (รูปที่ 2.16E)

8. **Sacoglossate radula** พบในทากทะเล (Sea hare) สกุล Aplysia โดยฟันแต่ละแถว (Transverse row) มีลักษณะฟันแบบ Uniserate

9. **Polyglossate radula** พบในพวกทากมีปอด (Pulmonate snails) สูตรฟัน คือ ∞ + 5 + 1 + 5 + ∞ ประกอบด้วยฟันกลาง 1 ซี่ ฟันข้าง 5 ซี่ และมีฟันริมจำนวนมาก



รูปที่ 2.16 ลักษณะแผ่นฟันแรดูลาและสูตรฟันบนแรดูลาในหอยทากชนิดต่าง ๆ (A) Docoglossate (B) Rhipidoglossate (C) Taenioglossate (D) Rachiglossate (E) Toxoglossate

ดัดแปลงจาก: https://www.molluscs.at/gastropoda/index.html?/gastropoda/morphology/radula _types.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การจัดจำแนกทางชีววิทยาระดับโมเลกุล

นับตั้งแต่ที่เกรกอร์ โยฮัน เมนเดล (Gregor Johann Mendel) ผู้ซึ่งเป็นบิดาแห่งพันธุศาสตร์ได้ทำการศึกษาสารพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต ต่อมาเจมส์ วัตสัน (James Watson) และฟรานซิส คริก (Francis Crick) ได้ค้นพบโครงสร้างดีเอ็นเอ ความรู้ทางพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวกับการศึกษาสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอก็ก้าวหน้าเป็นต้นมา สิ่งมีชีวิตพื้นฐานทุกชนิดมีดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรม ความเหมือนหรือความแตกต่างของสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดสามารถใช้บ่งชี้ถึงความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ (นันทวัน และศศิวิมล, 2565)

Dayrat (2005) ได้กล่าวว่า การระบุสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นสิ่งที่ยากลำบาก เนื่องจากไม่สามารถให้คำตอบได้แน่ชัดว่ามีความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวอย่างหรือไม่ การระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้นขึ้นอยู่กับความรู้ของนักอนุกรมวิธาน ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมได้อาจไม่ครอบคลุมทุกตัวอย่าง ดังนั้นจึงได้เกิดแนวคิดการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตที่เป็นมาตรฐาน โดยเทคนิคทางชีววิทยาระดับโมเลกุล ซึ่งใช้เทคนิคการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (Polymerase Chain Reaction: PCR) แต่ในบางครั้งวิธีการพื้นฐานบนหลักการทางชีววิทยาระดับโมเลกุล สามารถนำมาใช้ในสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำได้ แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จในสิ่งมีชีวิตที่สูงกว่า (Frezal และ Leblois, 2008) ต่อมาในปี 2003 Hebert และคณะ ได้มีการเสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์หรือที่เรียกว่า DNA barcode มาช่วยในการระบุชนิดในสิ่งมีชีวิตชั้นสูง ลำดับนิวคลีโอไทด์หรือลำดับพันธุกรรมจะเป็นตัวกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิตว่า สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความคล้ายกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่ต่างชนิดกันมากเพียงใด ซึ่งจะเชื่อมโยงกับความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การระบุชนิดในระดับชีวโมเลกุลด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA barcode) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งนอกเหนือจากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงเท่านั้น มาประยุกต์ใช้ในการระบุและจำแนกสิ่งมีชีวิตทำให้พบสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มีความซับซ้อน และยากต่อการระบุชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนงานวิจัยในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตรวมถึงการศึกษาด้านวิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอีกด้วย (Hebert และคณะ, 2003; อรุณรัตน์, 2552)

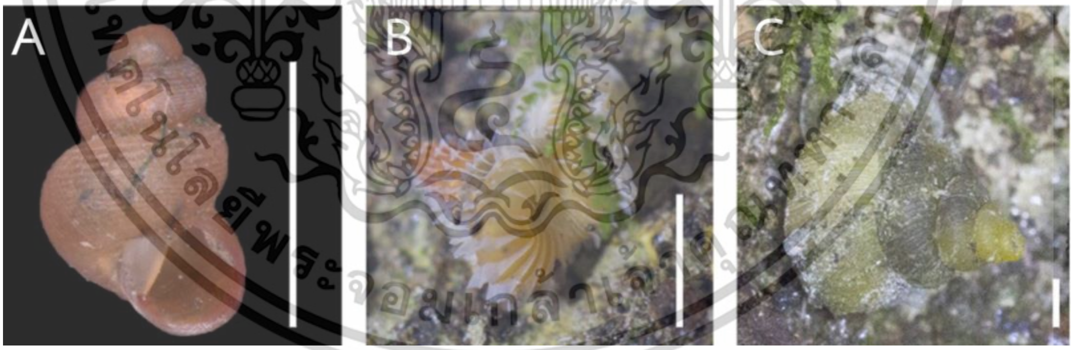
จากการสืบค้นฐานข้อมูลดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ของฐานข้อมูล National Center for Biotechnology Information (NCBI) พบว่า ได้มีการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดบนยีนทั้งหมด 6 ตำแหน่งด้วยกัน ได้แก่ 18S ribosomal RNA, 28S ribosomal RNA, Histone 3 (H3) และ Aquaporin เป็นยีนบริเวณนิวเคลียร์ดีเอ็นเอ และ 16S ribosomal RNA และ Cytochrome c oxidase subunit I (COI หรือ CoxI) เป็นยีนบริเวณไมโทรคอนเดรีย ซึ่งในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตควรที่จะใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดมากกว่า 1 ตำแหน่ง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบกัน และเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง และแม่นยำ

Carolina และคณะ (2016) ได้มีการใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน COI อยู่ที่บริเวณไมโทรคอนเดรีย มีความยาวประมาณ 500-600 คู่เบส ซึ่งเป็นยีนแรกที่นำมาใช้เป็นมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหมายดีเอ็นเอบาร์โค้ดในสัตว์ และนิยมใช้ยีน COI มากที่สุดในการระบุชนิด เนื่องจากลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูลค่อนข้างมาก และมีความแตกต่างเพียงพอต่อการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันและต่างชนิดกันได้ ถึงแม้ว่ายีน COI สามารถระบุชนิดสิ่งมีชีวิตได้ ในทางกลับกัน การจัดจำแนกด้วยยีน COI อาจมีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีความคล้ายคลึงกันมากจนอาจทำให้ระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตผิดพลาดได้ (Song และคณะ, 2008) ดังนั้น จึงต้องมีการใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดอีก 1 ตำแหน่งนอกเหนือจากยีนบริเวณไมโทรคอนเดรีย นอกจากนี้ ในงานวิจัยของ Folmer และคณะ (1994) ได้ทำการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง COI ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 11 ไฟลัม ได้แก่ Echinodermata, Mollusca, Annelida, Pogonophora, Arthropoda, Nemertinea, Echiura, Sipuncula, Platyhelminthes, Tardigrada และ Coelenterata จึงสามารถใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง COI ในการระบุชนิดของหอยได้

ในงานวิจัยของ Hendriks และคณะ (2019) ได้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ตำแหน่ง COI, H3 และ Internal transcribed spacer (ITS1) และการกระจายทางภูมิศาสตร์ของหอยทากจิ๋ว 3 ชนิด ได้แก่ *Georissa similis* E. A. Smith, 1894 (รูปที่ 2.17A) *Plectostoma concinnum* Fulton, 1901 (รูปที่ 2.17B) และ *Alycaeus jagori* Von Martens, 1859 (รูปที่ 2.17C) บริเวณโขดหินภายในพื้นที่ของแม่น้ำคินาบาตังกันภายในประเทศมาเลเซีย พบว่า ระยะทางที่เกิน 5 กิโลเมตร ลำดับนิวคลีโอไทด์จะเริ่มมีความแตกต่างกันเพิ่มมากขึ้น จึงสรุปได้ว่า ระยะทางของการกระจายทางภูมิศาสตร์ และลำดับนิวคลีโอไทด์ของหอยแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กัน

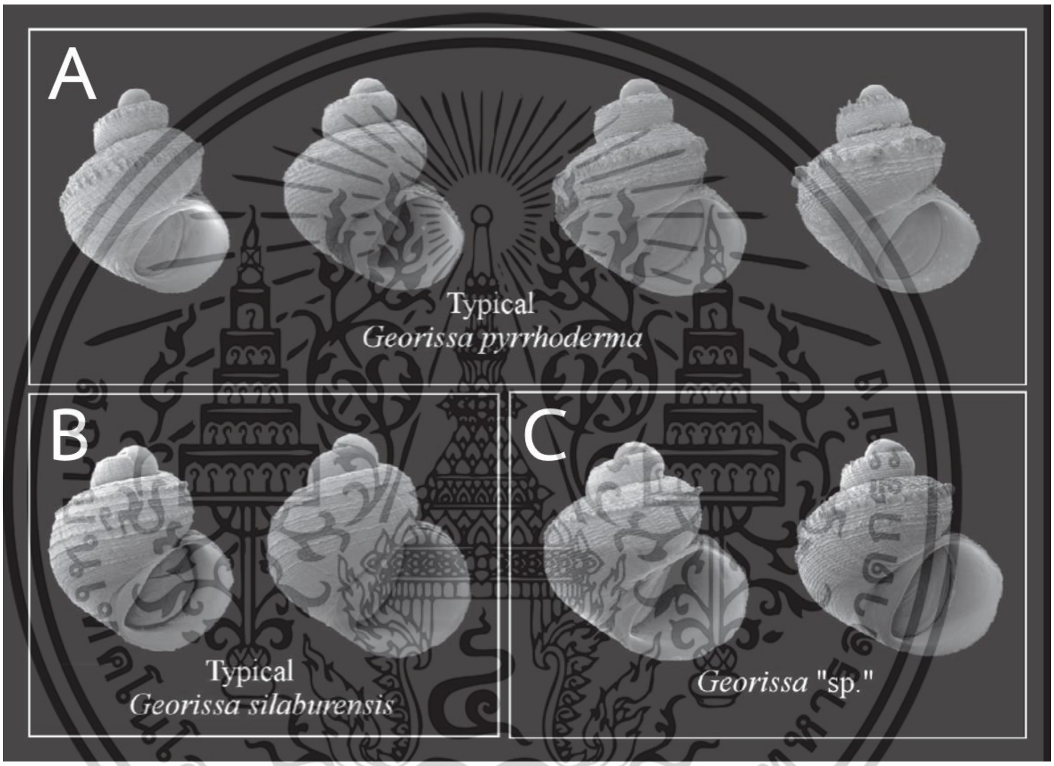


รูปที่ 2.17 หอยทากจิ๋วทั้ง 3 ชนิด ที่พบบริเวณโขดหินภายในพื้นที่ของแม่น้ำคินาบาตังกันที่ประเทศมาเลเซีย (A) *Georissa similis* E. A. Smith, 1894 (B) *Plectostoma concinnum* Fulton, 1901 และ (C) *Alycaeus jagori* Von Martens, 1859. Scale bar: 1 มิลลิเมตร (Hendriks และคณะ, 2019)

Khalik และคณะ (2019) ได้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ตำแหน่ง COI, 16S rDNA และ 28S rDNA ของหอยทากจิ๋ว *Georissa pyrrhoderma* (รูปที่ 2.18A) ที่พบภายนอกถ้ำ และ *G. silaburensis* (รูปที่ 2.18B) และ *Georissa* sp. (รูปที่ 2.18C) ภายในถ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิลาเบอร์ในรัฐซาราวัก ซึ่งอยู่บนเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย โดยที่ทั้ง 2 สปีชีส์ ที่ค้นพบภายในถ้ำมีความคล้ายคลึงกันของเปลือกค่อนข้างมาก ซึ่ง *G. pyrrhoderma* และ *G. silaburensis* เป็นสปีชีส์ดั้งเดิมที่ถูกค้นพบมาก่อนหน้านี้แล้ว หลังจากศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการแล้ว พบว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ *Georissa* sp. แยกจาก *G. pyrrhoderma* และ *G. silaburensis* ออกมาเป็นอีกกลุ่มหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด อาจจะเป็นเพราะว่าภายในถ้ำมีความชื้นทำให้ สปีชีส์ดั้งเดิมแยกออกไปอยู่ส่วนอื่นของถ้ำ ทำให้เกิดการปรับตัว จึงส่งผลให้ลักษณะทางสัณฐานของเปลือก รวมไปถึงลำดับนิวคลีโอไทด์หรือลำดับทางพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม



รูปที่ 2.18 ภาพกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* พบที่ถ้ำศิลาเบอร์ในรัฐซาราวัก บนเกาะบอร์เนียว ที่ประเทศมาเลเซีย (A) *Georissa pyrrhoderma* (B) *Georissa silaburensis* (C) *Georissa* sp. Scale bar = 0.5 มิลลิเมตร (Khalik และคณะ, 2019a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*

อาณาจักร (Kingdom) Animalia

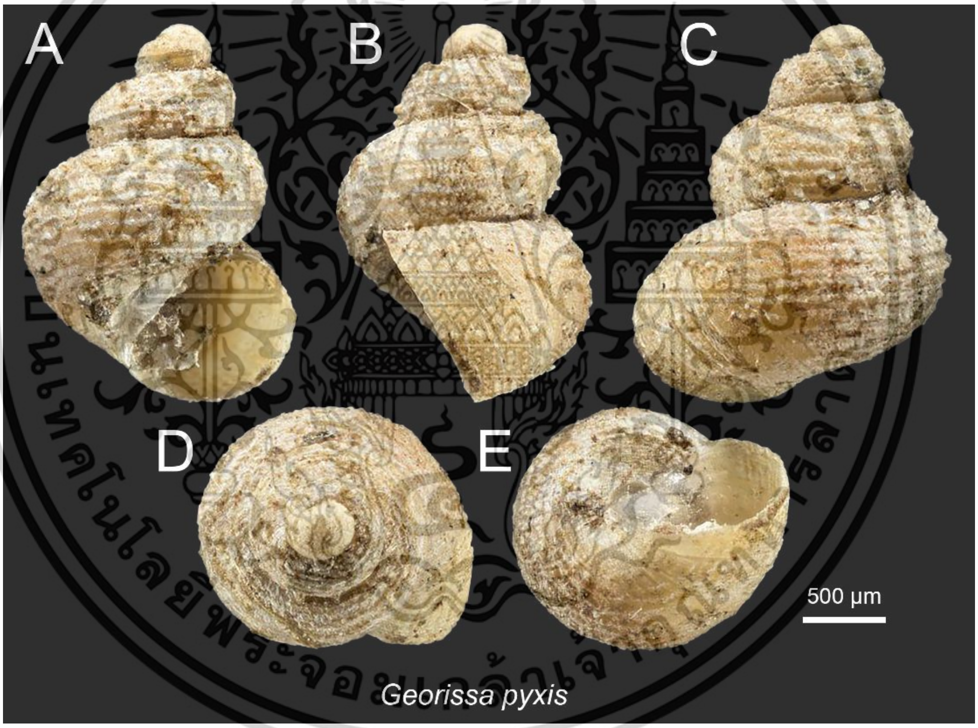
คลาส (Class) Gastropoda Cuvier, 1795

คลาสย่อย (Subclass) Neritimorpha Golikov & Starobogatov, 1975

วงศ์ (Family) Hydrocenidae Troschel, 1857

สกุล (Genus) *Georissa* W. T. Blanford, 1864

Type species: *Georissa pyxis* Benson, 1856 by original designation กล่าวคือ *Georissa pyxis* Benson, 1856 เป็นตัวอย่างต้นแบบ (Type species) ในการตั้งชื่อสกุล *Georissa* W. T. Blanford, 1864 ดังรูปที่ 2.19A-E



รูปที่ 2.19 ภาพถ่ายของ *Georissa pyxis* Benson, 1856 (A) ด้านหน้า (B) ด้านข้าง (C) ด้านหลัง (D) ด้านบน (E) ด้านสะดือ (Natural History Museum, 2014)

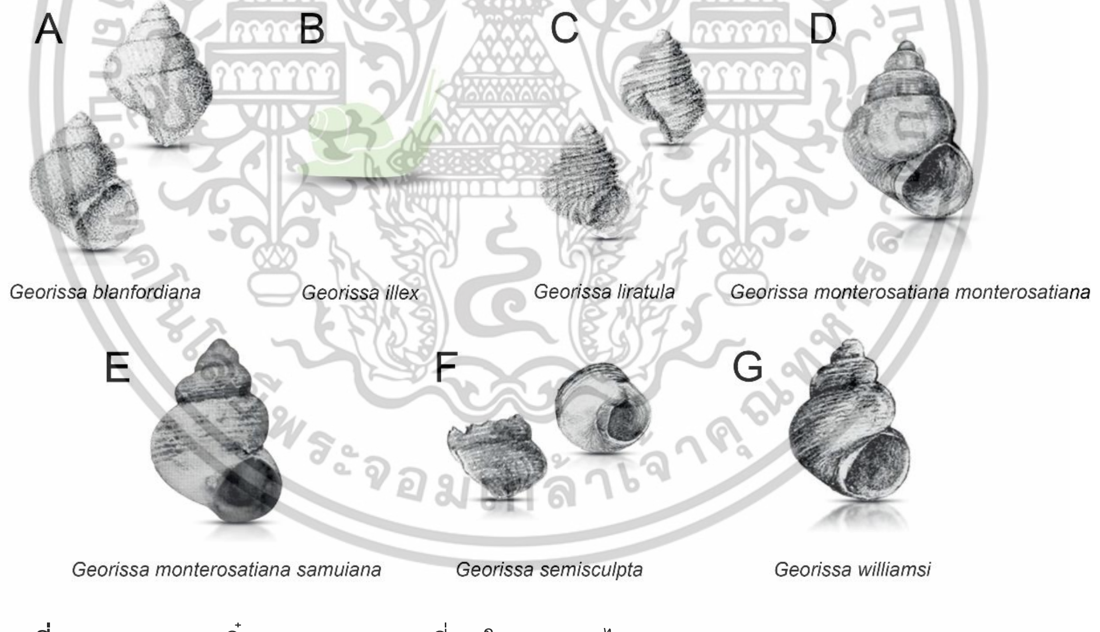
ลักษณะสำคัญ หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จัดเป็นหอยทากบกจิ๋วที่มีลักษณะเปลือกเป็นทรงกรวย เมื่อโตเต็มที่จะมีความสูงอยู่ที่ 1-3 มิลลิเมตร โดยส่วนใหญ่มักมีสีส้ม บางครั้งอาจพบสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอ่อน จึงเป็นที่มาของชื่อ หอยทากจิ๋วจุกแดง มีวงเปลือกประมาณ 3-5 ชั้น ส่วนยอดเปลือกมักจะแหลม ผิวเปลือกมีสันตามแนวการขดวนของเปลือก ปากกลมและไม่บานออก ส่วนสะดือจะมีลักษณะที่แคบเล็ก และมีฝาปิดเปลือกเป็นสารจำพวกไคตินบาง และใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถิ่นที่อยู่อาศัย โดยส่วนใหญ่จะกระจาย และเกาะอยู่ตามผนังของเทือกเขาหินปูนหรือโขดหินปูนที่อยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียง และบางชนิดก็สามารถพบเห็นได้จากในถ้ำของประเทศไทย

การกระจาย (Distribution) ทางใต้และทางตะวันออกของเอเชีย หมู่เกาะของมหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรแปซิฟิก

ณ ปัจจุบัน สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) ได้รายงานถึงจำนวนสปีชีส์ของหอยทากจิ๋วจุกแดงในบัญชีรายการทรัพยากรชีวภาพมอลลัสกาของประเทศไทย: หอยทากบก ในปี 2560 จำนวนเพียง 7 สปีชีส์ ได้แก่ *Georissa blanfordiana* Stoliczka, 1871 (รูปที่ 2.20A) *G. ilex* Benson, 1856 (รูปที่ 2.20B) *G. liratula* Stoliczka, 1871 (รูปที่ 2.20C) *G. monterosatiana monterosatiana* Godwin-Austen & G. Nevill, 1879 (รูปที่ 2.20D) *G. monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894 (รูปที่ 2.20E) *G. semisculpta* Godwin-Austen & G. Nevill, 1879 (รูปที่ 2.20F) และ *G. williamsi* Godwin-Austen, 1889 (รูปที่ 2.20G) ซึ่งฐานข้อมูลที่รายงานไว้มีเพียงชื่อทางวิทยาศาสตร์ ชื่อสามัญ ข้อมูลการกระจายทางภูมิศาสตร์หรือแหล่งที่พบ และภาพวาดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* เท่านั้น และในบางชนิดยังไม่มีการรายงานถึงภาพ หรืออาจมีการแตกหัก ดังเช่น *G. ilex* และ *G. semisculpta* ตามลำดับ



รูปที่ 2.20 หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่พบในประเทศไทย (A) *G. blanfordiana* (B) *G. illex* (C) *G. liratula* (D) *G. monterosatiana samuiana* (E) *G. monterosatiana monterosatiana* (F) *G. semisculpta* (G) *G. williamsi* (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน), 2560)

โดยสกุล *Georissa* W. T. Blanford, 1864 ตามหลักของ Egorov (2005) ได้มีการแบ่งสกุลย่อย (Subgenus) ออกเป็น 3 สกุลด้วยกัน ได้แก่ *Georissa* S.S., *Georissopsis* Pilsbry et Hirase,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1908 และ *Chondrella* Pease, 1871 ซึ่งในแต่ละสกุลย่อยจะมีลักษณะสำคัญ และการกระจายทางภูมิศาสตร์ดังต่อไปนี้

2.3.1 สกุลย่อย *Georissa* S.S. (Sensu stricto)

ลักษณะสำคัญ เปลือกเป็นทรงกรวยสูง ผิวเปลือกมีสันตามแนวการขดวนของเปลือกอย่างสม่ำเสมอ สะดือแคบ ฝาปิดเปลือกมีขนาดเล็กกว่าปากเปลือก มีลักษณะเป็นแบบ Concentric และเป็นทรงกลม ยกตัวอย่างดังเช่น *G. japonica* (รูปที่ 2.21A) *G. gomantonensis* (รูปที่ 2. 21B) และ *G. hosei* (รูปที่ 2. 21C)

การกระจาย ทางใต้และทางตะวันออกของเอเชีย หมู่เกาะของมหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งมีด้วยกันมากกว่า 50 สปีชีส์

รูปที่ 2.21 ภาพถ่ายของสกุลย่อย *Georissa* S.S. (A) *G. japonica* (B) *G. gomantonensis* (C) *G. hosei* (Natural History Museum, 2014)

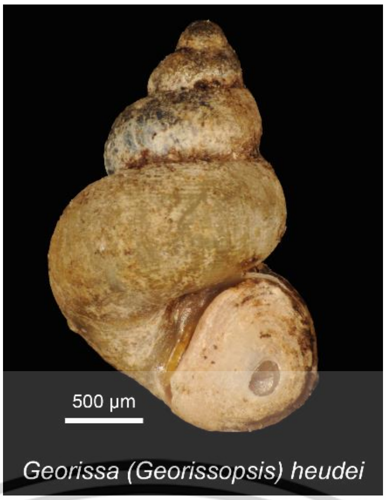
2.3.2 สกุลย่อย *Georissopsis* Pilsbry et Hirase, 1908

Type species: *Georissopsis heudei* Pilsbry et Hirase, 1908 by original designation

ลักษณะสำคัญ เปลือกเป็นทรงกรวยสูง ร่องระหว่างวงเปลือกกว้าง ฝาปิดเปลือกมีขนาดใหญ่กว่าปากเปลือก ดังเช่น *Georissa (Georissopsis) heudei* (รูปที่ 2.22)

การกระจาย ประเทศจีน มีเพียง 1 สปีชีส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 ภาพถ่ายของสกุลย่อย *Georissopsis* (Pilsbry และ Hirase, 1908)

2.3.3 สกุลย่อย *Chondrella* Pease, 1871

Type species: *Cyclostoma parvum* Pease, 1864 by original designation

ลักษณะสำคัญ เปลือกเป็นทรงกรวยที่ค่อนข้างกว้างหรือทรงกลม ไม่มีสะดือ ปากเปลือกกลมและมีขอบปากเปลือกหนา ฝาปิดเปลือกมีขนาดเล็กกว่าปากเปลือก ดังเช่นตัวอย่าง *Georissa (Chondrella) parva* (รูปที่ 2.23)

การกระจาย มหาสมุทรแปซิฟิก: หมู่เกาะโซไซเอตี ทางใต้ของหมู่เกาะพอลินีเซีย (ส่วนหนึ่งของทวีปโอเชียเนีย) และสาธารณรัฐวานูอาตู พบประมาณ 7-10 สปีชีส์

รูปที่ 2.23 ภาพถ่ายของสกุลย่อย *Chondrella* Pease, 1871 (Natural History Museum, 2014)

นอกจากการแบ่งสกุลย่อยในหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* W. T. Blanford, 1864 ตามหลักของ Egorov (2005) แล้ว ต่อมาในปี 2018 และ 2019 Khalik และคณะ ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย และความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16S rRNA และ COI ซึ่งเป็นดีเอ็นเอที่อยู่บริเวณไมโทรคอนเดรียของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* บนเกาะบอร์เนียว ที่ประเทศมาเลเซีย จากงานวิจัยพบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ สามารถแบ่งกลุ่มของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ได้ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่ 1 แบบมีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Scaly group) (รูปที่ 2.24A-2.24M) และกลุ่มที่ 2 แบบไม่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Non-scaly group) ตามแนวเส้นของเปลือก (รูปที่ 2.25A-2.25P) โดยมีจำนวน 13 และ 16 สปีชีส์ ตามลำดับ รวมทั้งสิ้นจำนวน 29 สปีชีส์ (ตารางที่ 2.1)

ในอดีตประเทศไทยเคยมีอาณาเขตติดกับประเทศจีน เวียดนาม ฟิลิปปินส์ ลาว กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย พม่า และอินเดีย แต่ในยุคปัจจุบันมีเพียงประเทศกัมพูชา ลาว พม่า เวียดนาม มาเลเซีย และจีนเท่านั้นที่ติดกับประเทศไทย จึงอาจเป็นน่าเป็นไปได้ว่า การกระจายตัวก่อนที่ประเทศจะเคลื่อนตัวออกจากกัน จึงอาจทำให้หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* เกิดการกระจายตามประเทศต่าง ๆ ซึ่งมีการรายงานว่าพบการกระจายทางภูมิศาสตร์ของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ตามประเทศต่าง ๆ โดยรอบประเทศไทย ซึ่งอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศจีน ดังตารางที่ 2.2 อาทิเช่น *G. liratula* Stoliczka, 1871 มีการรายงานว่าพบเจอได้ที่ประเทศจีน พม่า และไทย

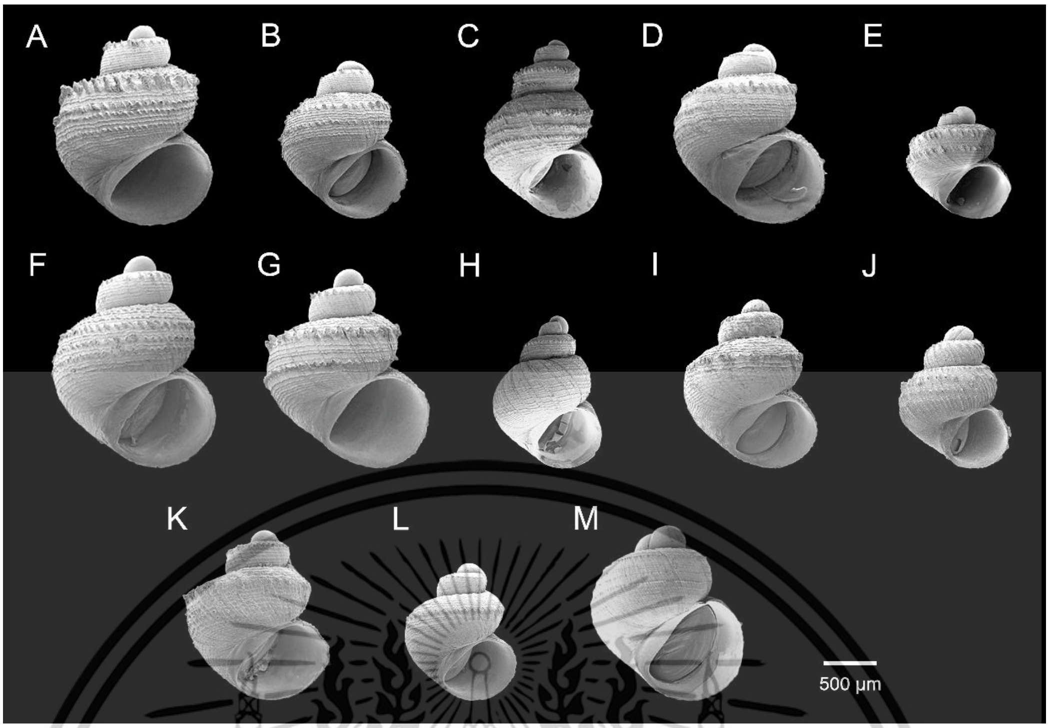
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* กลุ่มที่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Scaly group) และกลุ่มที่ไม่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Non-scaly group) ตามแนวเส้นของเปลือก บนเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย

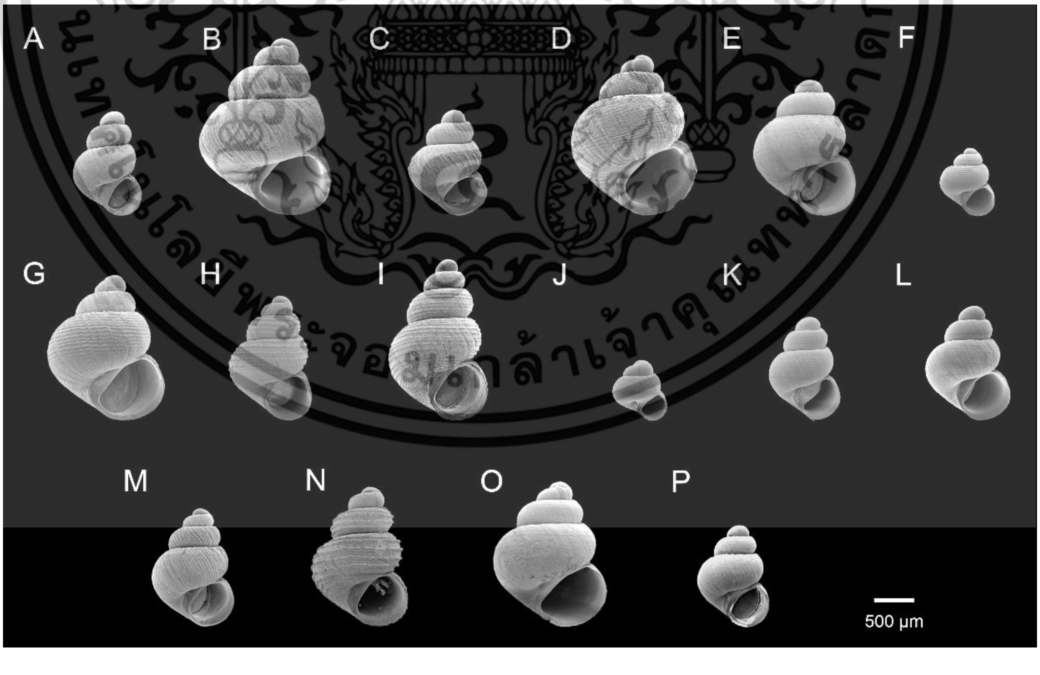
ลำดับที่	กลุ่ม (Group)	ชื่อสปีชีส์ (Species name)	ดังรูปที่	เอกสารอ้างอิง
1	Scaly	*Georissa anyiensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018	2.24A	Khalik และคณะ (2018)
2	Scaly	*Georissa bauensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018	2.24B	Khalik และคณะ (2018)
3	Scaly	*Georissa hadra* Thompson & Dance, 1983	2.24C	Khalik และคณะ (2018)
4	Scaly	*Georissa hosei* Godwin-Austen, 1889	2.24D	Khalik และคณะ (2018)
5	Scaly	*Georissa kinabatanganensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018	2.24E	Khalik และคณะ (2018)
6	Scaly	*Georissa kobelti* Gredler, 1902	2.24F	Khalik และคณะ (2018)
7	Scaly	*Georissa muluensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018	2.24G	Khalik และคณะ (2018)
8	Scaly	*Georissa niahensis* Godwin-Austen, 1889	2.24H	Khalik และคณะ (2018)
9	Scaly	*Georissa pyrrhoderma* Thompson & Dance, 1983	2.24I	Khalik และคณะ (2018)
10	Scaly	*Georissa saulae* van Benthem-Jutting, 1966	2.24J	Khalik และคณะ (2018)
11	Scaly	*Georissa scalinella* van Benthem-Jutting, 1966	2.24K	Khalik และคณะ (2018)
12	Scaly	*Georissa sepulutensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018	2.24L	Khalik และคณะ (2018)
13	Scaly	*Georissa silaburensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018	2.24M	Khalik และคณะ (2018)
14	Non-scaly	*Georissa bangueyensis* Smith, 1895	2.25A	Khalik และคณะ (2019)
15	Non-scaly	*Georissa borneensis* Smith, 1895	2.25B	Khalik และคณะ (2019)
16	Non-scaly	*Georissa corrugata* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2019	2.25C	Khalik และคณะ (2019)
17	Non-scaly	*Georissa everetti* Smith, 1895	2.25D	Khalik และคณะ (2019)
18	Non-scaly	*Georissa filiasaulae* Haase & Schilthuizen, 2007	2.25E	Khalik และคณะ (2019)
19	Non-scaly	*Georissa flavescens* Smith, 1895	2.25F	Khalik และคณะ (2019)

ตารางที่ 2.1 หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* กลุ่มที่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Scaly group) และกลุ่มที่ไม่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Non-scaly group) ตามแนวเส้นของเปลือก บนเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย (ต่อ)

ลำดับที่	กลุ่ม (Group)	ชื่อสปีชีส์ (Species name)	ดังรูปที่	เอกสารอ้างอิง
20	Non-scaly	*Georissa gomantonensis* Smith, 1893	2.25G	Khalik และคณะ (2019)
21	Non-scaly	*Georissa hungerfordi* Godwin-Austen, 1889	2.25H	Khalik และคณะ (2019)
22	Non-scaly	*Georissa insulae* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2019	2.25I	Khalik และคณะ (2019)
23	Non-scaly	*Georissa leucococca* Vermeulen, Liew & Schilthuizen, 2015	2.25J	Khalik และคณะ (2019)
24	Non-scaly	*Georissa nephrostoma* Vermeulen, Liew & Schilthuizen, 2015	2.25K	Khalik และคณะ (2019)
25	Non-scaly	*Georissa pachysoma* Vermeulen & Junau, 2007	2.25L	Khalik และคณะ (2019)
26	Non-scaly	*Georissa similis* Smith, 1893	2.25M	Khalik และคณะ (2019)
27	Non-scaly	*Georissa trusmadi* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2019	2.25N	Khalik และคณะ (2019)
28	Non-scaly	*Georissa williamsi* Godwin-Austen, 1889	2.25O	Khalik และคณะ (2019)
29	Non-scaly	*Georissa xesta* Thompson & Dance, 1983	2.25P	Khalik และคณะ (2019)



รูปที่ 2.24 หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* กลุ่มที่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Scaly group) ตามแนวเส้นของเปลือก บนเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย (ดัดแปลงจาก Khalik และคณะ, 2018)



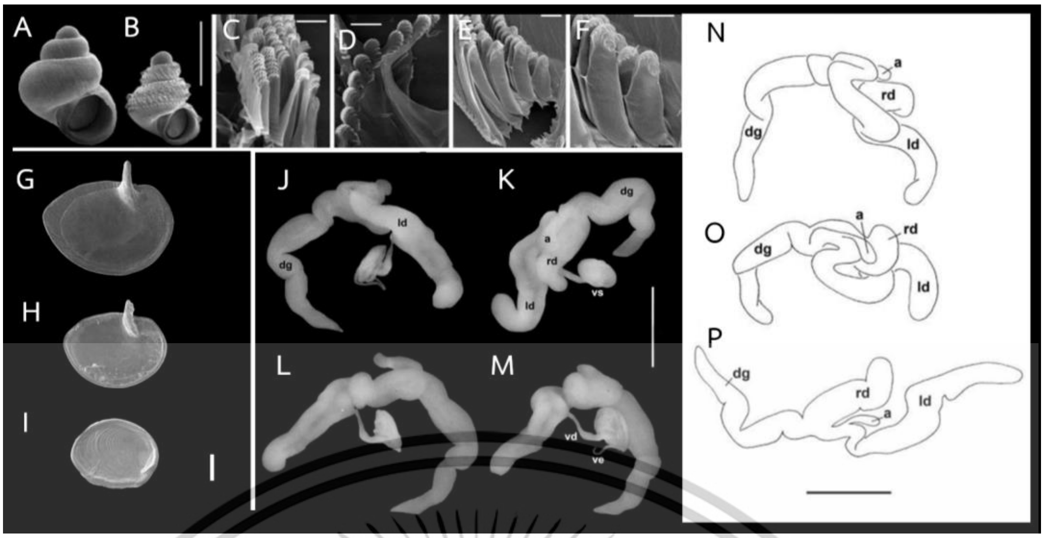
รูปที่ 2.25 หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* กลุ่มที่ไม่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Non-scaly group) ตามแนวเส้นของเปลือก บนเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย (ดัดแปลงจาก Khalik และคณะ, 2019b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

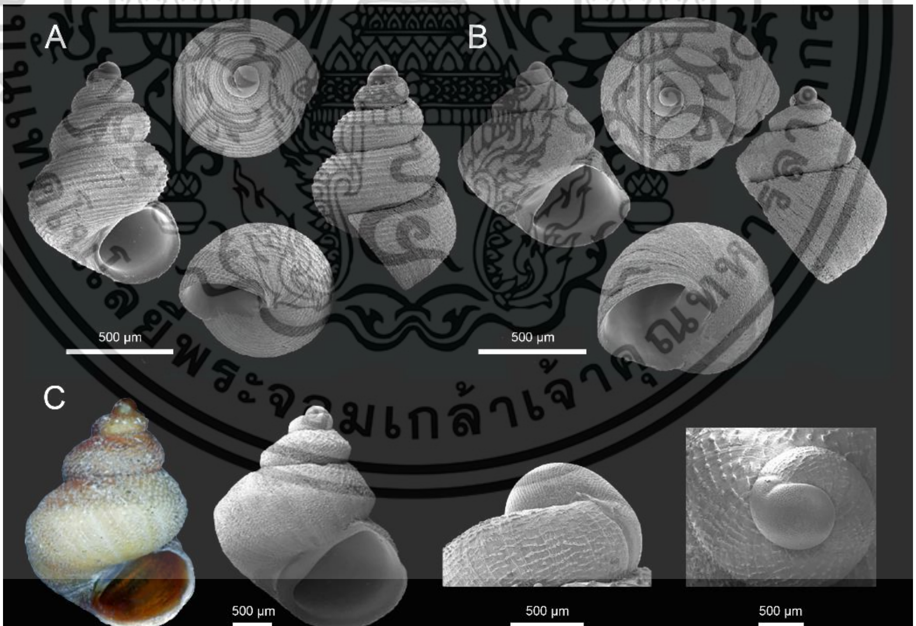
อย่างไรก็ตาม ข้อมูลและงานวิจัยของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ยังได้รับการศึกษาค่อนข้างน้อยในประเทศไทย นอกจากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการศึกษาในชีววิทยาระดับโมเลกุลแล้วในต่างประเทศ ข้อมูลที่ยังมีการศึกษาน้อยโดยเฉพาะการดำรงชีวิตของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการกินอาหาร การสืบพันธุ์ หรือการเพิ่มจำนวนในธรรมชาติ จากรายงานของ Haase และ Schilthuizen (2007); Schilthuizen และคณะ (2012) ที่ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยรวมไปถึงฝาปิดเปลือก และความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดแล้ว ยังสามารถนำลักษณะทางสัณฐานวิทยาอื่น ๆ มาใช้เป็นข้อมูลประกอบงานวิจัยได้ ได้แก่ โครงสร้างที่ใช้ในการกินอาหารหรือฟันของหอยหรือแผ่นฟันแรดูลา และอวัยวะภายในตัวของหอยทากจิ๋ว ได้ศึกษาเกี่ยวกับอนุกรมวิธานหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ชนิดใหม่ คือ *Georissa filiasaulae* new species ที่พบได้จากนอกถ้ำ เปรียบเทียบกับ *Georissa saulae* ที่พบเจอจากในถ้ำเดียวกัน พบว่า สปีชีส์ใหม่นั้นมีขนาดเปลือก (รูปที่ 2.26A-B) และมีขนาดฝาปิดเปลือกที่ใหญ่กว่า *G. saulae* (รูปที่ 2.26G-I) และไม่มีลวดลายขรุขระคล้ายเกล็ด (Non-scaly) ดังเช่นในรายงานของ Khalik และคณะ (2019) ลักษณะแผ่นฟันแรดูลาเป็นแบบ Rhipidoglossate (รูปที่ 2.26C-F) แต่ไม่มีการรายงานว่ามีสูตรฟันเป็นอย่างไร โดยที่ทั้ง 2 สปีชีส์มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน และระบบสืบพันธุ์จากผลการผ่าตัดเนื้อเยื่อ พบเพียงอวัยวะเพศผู้เท่านั้น (รูปที่ 2.26J-P) จึงมีความเป็นไปได้ว่า หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* อาจมีแยกระหว่างเพศผู้และเพศเมีย จากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเรื่องที่ควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นองค์ความรู้ในฐานทรัพยากรชีวภาพในอนาคต เพื่อนำไปสู่การตระหนักในคุณค่าของแหล่งทรัพยากรของชาติ รวมถึงการวางแผนในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืนต่อไป

Sutcharit และคณะ (2020) ได้ทำการเก็บรวบรวม และรายงานเกี่ยวกับความหลากหลายของหอยทากบกที่พบเจอทางตอนใต้ของประเทศกัมพูชา โดยเป็นการบ่งชี้ลักษณะทางสัณฐานของเปลือกรวมทั้งสิ้น 36 สปีชีส์ ประกอบไปด้วยวงศ์ย่อย 3 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ย่อย Neritimorpha 2 สปีชีส์ วงศ์ย่อย Caenogastropoda 6 สปีชีส์ และวงศ์ย่อย Heterobranchia 28 สปีชีส์ โดยเฉพาะในวงศ์ย่อย Neritimorpha อยู่ในวงศ์ Hydrocenidae Troschel, 1857 ได้รายงานถึง 2 สปีชีส์ คือ *Georissa monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879 (รูปที่ 2.27A) และ *Georissa carinata* Sutcharit & Jirapatrasilp, 2020 (รูปที่ 2.27B) ซึ่ง *Georissa carinata* มีการรายงานว่าพบที่ประเทศเวียดนามเช่นกัน (รูปที่ 2.27C) (Vermeulen และ Aiken, 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 ความแตกต่างของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *Georissa filiasaulae* new species และ *G. saulae* (A, C, E, H-P) *G. filiasaulae* (B, D, F, G) *G. saulae* (A-B) เปลือก (C-F) แผ่นฟันแรดูลา (G-I) (G-H) ด้านนอกฝาปิดเปลือก (I) ด้านในฝาปิดเปลือก (J-P) ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ (ดัดแปลงจาก Haase และ Schilthuizen, 2007; Schilthuizen และคณะ, 2012)



รูปที่ 2.27 หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่พบเจอที่ประเทศกัมพูชา และประเทศเวียดนาม (A) *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879 (B) *G. carinata* Sutcharit & Jirapatrasilp, 2020 (C) *G. carinata* (ดัดแปลงจาก Sutcharit และคณะ, 2020; Vermeulen และ Aiken, 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สปีชีส์และการกระจายทางภูมิศาสตร์อยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศจีนของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่ได้รับการรายงาน

No.	Species	Distribution							References
		THA	CHN	MYA	VIE	LAO	CAM	MAS	
1	*Georissa anaemata* Gredler, 1889		✓						Gredler 1889
2	*Georissa anyiensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018							✓	Khalik et al. 2018
3	*Georissa bachmanni* Gredler, 1881		✓						Gredler 1881
									BEDO 2017
4	*Georissa bangueyensis* E. A. Smith, 1895							✓	Smith. 1895
									Khalik et al. 2019a
5	*Georissa bauensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018							✓	Khalik et al. 2018
									Marzuki et al. 2021
6	*Georissa blanfordiana* Stoliczka, 1871	✓		✓					Stoliczka 1871
									BEDO 2017
7	*Georissa borneensis* E. A. Smith, 1895							✓	Smith 1895
									Khalik et al. 2019a
8	*Georissa carinata* Sutcharit & Jirapatrasilp, 2020				✓		✓		Sutcharit et al. 2020
									Vermeulen and Aiken 2020
9	*Georissa chrysacme* Möllendorff, 1900				✓				Möllendorff 1900
10	*Georissa conspicua* Mabille, 1887				✓				Mabille 1887
11	*Georissa corrugata* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2019							✓	Khalik et al. 2019a
12	*Georissa decora* Möllendorff, 1900				✓	✓			Möllendorff 1900
									Inkhavilay et al. 2019
13	*Georissa everetti* E. A. Smith, 1895							✓	Smith. 1895
									Marzuki et al. 2021
									Khalik et al. 2019a
14	*Georissa exarata* Möllendorff, 1900				✓				Möllendorff. 1900
15	*Georissa filiasaulae* Haase & Schilthuizen, 2007							✓	Haase and Schilthuizen. 2007
									Khalik et al. 2019a
16	*Georissa fraterna* Theobald & Stoliczka, 1872			✓					Theobald and Stoliczka. 1872
17	*Georissa frustrillum* Benson, 1860			✓					Benson. 1860

ตารางที่ 2.2 สปีชีส์และการกระจายทางภูมิศาสตร์อยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศจีนของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่ได้รับการรายงาน (ต่อ)

No.	Species	Distribution							References
		THA	CHN	MYA	VIE	LAO	CAM	MAS	
18	*Georissa gomantonensis* E. A. Smith, 1893							✓	Smith. 1893 Khalik et al. 2019a
19	*Georissa hadra* F. G. Thompson & Dance, 1983							✓	Thompson and Dance. 1983 Khalik et al. 2018
20	*Georissa heudei* Pilsbry & Y. Hirase, 1908		✓						Pilsbry and Hirase. 1908
21	*Georissa hosei* Godwin-Austen, 1889							✓	Godwin-Austen. 1889 Khalik et al. 2018 Marzuki et al. 2021
22	*Georissa hungerfordiana* Möllendorff, 1885		✓						Möllendorff. 1885
23	*Georissa illex* Benson, 1856	✓					✓		Benson. 1856 BEDO. 2017
24	*Georissa insulae* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2019							✓	Khalik et al. 2019a
25	*Georissa kinabatanganensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018							✓	Khalik et al. 2018
26	*Georissa kobelti* Gredler, 1902							✓	Gredler. 1902 Khalik et al. 2018
27	*Georissa leucococca* Vermeulen, T.-S. Liew & Schilthuizen, 2015							✓	Vermeulen et al. 2015 Khalik et al. 2019a Marzuki et al. 2021
28	*Georissa liratula* Stoliczka, 1871	✓	✓						Stoliczka. 1871 BEDO. 2017
29	*Georissa menglunensis* D.-N. Chen & G.-Q. Zhang, 1998		✓						Chen and Nevill. 1879
30	*Georissa monterosatiana monterosatiana* Godwin-Austen & G. Nevill, 1879	✓					✓	✓	Godwin-Austen and Nevill 1879 Foon et al. 2007 BEDO 2017 Sutcharit et al. 2020

ตารางที่ 2.2 รายงานสปีชีส์และการกระจายทางภูมิศาสตร์อยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศจีนของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (ต่อ)

No.	Species	Distribution							References
		THA	CHN	MYA	VIE	LAO	CAM	MAS	
31	*Georissa monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894	✓							Möllendorff 1894 Panha and Burch 2005
32	*Georissa muluensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018							✓	Khalik et al. 2018
33	*Georissa nephrostoma* Vermeulen, T.-S. Liew & Schilthuizen, 2015							✓	Vermeulen et al. 2015 Khalik et al. 2019a
34	*Georissa niahensis* Godwin-Austen, 1889							✓	Godwin-Austen 1889 Khalik et al. 2018
35	*Georissa pachysoma* Vermeulen & Junau, 2007							✓	Vermeulen and Junau 2007 Khalik et al. 2019a
36	*Georissa plicatula* Yen, 1969		✓						Yen 1969
37	*Georissa pyrrhoderma* F. G. Thompson & Dance, 1983							✓	Thompson and Dance 1983 Khalik et al. 2018 Khalik et al. 2019b
38	*Georissa pyxis* Benson, 1856		✓						Benson 1856
39	*Georissa rawesiana* Benson, 1860		✓						Benson 1860
40	*Georissa saulae* van Benthem Jutting, 1966							✓	van Benthem Jutting 1966 Phung et al. 2017 Khalik et al. 2018
41	*Georissa scalinella* van Benthem Jutting, 1966							✓	van Benthem Jutting 1966 Phung et al. 2017 Khalik et al. 2018
42	*Georissa semisculpta* Godwin-Austen & G. Nevill, 1879	✓						✓	Godwin-Austen and Nevill 1879 Foon et al. 2007 BEDO 2017
43	*Georissa sepulutensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018							✓	Khalik et al. 2018
44	*Georissa silaburensis* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018							✓	Khalik et al. 2018 Khalik et al. 2019b

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 2.2 รายงานสปีชีส์และการกระจายทางภูมิศาสตร์อยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศจีนของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (ต่อ)

No.	Species	Distribution							References
		THA	CHN	MYA	VIE	LAO	CAM	MAS	
45	*Georissa similis* E. A. Smith, 1893							✓	Smith 1893 Khalik et al. 2019a
46	*Georissa sinensis* Heude, 1882		✓						Heude 1882
47	*Georissa sulcata* Möllendorff, 1885		✓						Möllendorff 1885
48	*Georissa trusmadi* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2019							✓	Khalik et al. 2019a
49	*Georissa williamsi* Godwin-Austen, 1889	✓						✓	Godwin-Austen 1889 BEDO 2017 Phung et al. 2017 Khalik et al. 2019a
50	*Georissa xesta* F. G. Thompson & Dance, 1983							✓	Thompson and Dance 1983 Khalik et al. 2019a

*** Distribution:** THA = Thailand, CHN = China, MYA = Myanmar, VIE = Vietnam, LAO = Laos, CAM = Cambodia and MAS = Malaysia.

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*

สำรวจพื้นที่เทือกเขาหินปูนและถ้ำ และทำการเก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภูมิภาคทั้ง 6 ภูมิภาค ในประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาคอีสาน) ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ ภูมิภาคละอย่างน้อย 2 สถานที่เก็บตัวอย่าง และบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยได้รับความอนุเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยทากจิ๋วเบื้องต้นจาก ผศ.พงษ์รัตน์ ดำรงโรจน์วัฒนา จากภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3.2 วัสดุอุปกรณ์

3.2.1 กระบอกตวง (Cylinder)

3.2.2 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope)

3.2.3 กล้องดิจิตอล (Digital camera)

3.2.4 ขวดเก็บตัวอย่าง (Specimen bottle)

3.2.5 ขวดแก้วใส่สารหรือขวดดูแรน (Laboratory or Duran bottle)

3.2.6 เข็มปักแมลงเบอร์ 0 (Insect needle No.0)

3.2.7 เครื่องกวนสาร (Magnetic stirrer)

3.2.8 เครื่องชั่งสาร (Balance)

3.2.9 เครื่องถ่ายและวิเคราะห์ภาพเจล (Gel documentation)

3.2.10 เครื่องบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System; GPS) ยี่ห้อ Garmin รุ่น eTrex 10

3.2.11 เครื่องบ่มหลอดทดลอง (Heating box)

3.2.12 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)

3.2.13 เครื่องปั่นเหวี่ยงสารตกตะกอนความเร็วรอบ (Spin down)

3.2.14 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)

3.2.15 เครื่องอุ่นหลอดทดลอง (Heat box)

3.2.16 จานเพาะเลี้ยง (Petri dish)

3.2.17 เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (Gel electrophoresis)

3.2.18 ช้อนตักสาร (Spatula)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.19 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol burner)

3.2.20 ถุงซิปล็อค (Zip lock bag)

3.2.21 ทิป (Tip)

3.2.22 เทปคาร์บอนติดตัวอย่าง (Carbon tape)

3.2.23 แท่งคนสาร (Glass rod)

3.2.24 แท่งแก้วคาปิลลารี (Capillary tube)

3.2.25 แท่นติดตัวอย่าง (SEM specimen stub)

3.2.26 บีกเกอร์ (Beaker)

3.2.27 ปากคีบ (Forceps)

3.2.28 พู่กัน (Paintbrush)

3.2.29 มีดผ่าตัด (Scalpel)

3.2.30 ไม้จิ้มฟัน (Toothpick)

3.2.31 ไมโครปิเปต (Micropipette)

3.2.32 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)

3.2.33 หลอดคอลัมน์ GF-1 ในชุดสกัดดีเอ็นเอ GF-1 Tissue DNA Extraction Kit (GF-1 columns)

3.2.34 หลอดเซนตริฟิวก์ (Centrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร

3.2.35 หลอดทดลอง (Test tube)

3.2.36 หลอดพีซีอาร์ (PCR tube)

3.2.37 หลอดหยด (Dropper)

3.2.38 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

3.3 สารเคมี

3.3.1 สารเคมีสำหรับการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยทากจิ๋ว

1) เอทานอลแอลกอฮอล์ (Ethanol alcohol) 10 30 50 70 และ 95%

2) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH)

3) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide; H_2O_2)

4) น้ำกลั่นปลอดเชื้อ

3.3.2 สารเคมีสำหรับการสกัดดีเอ็นเอ และเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

1) 10X standard *Taq* reaction buffer

2) Absolute Ethanol

3) GF-1 Tissue DNA Extraction Kit ในชุดสกัดดีเอ็นเอมีสารเคมี ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Elution Buffer
- Lysis Enhancer
- Proteinase K
- Tissue Genomic DNA Binding Buffer (Buffer TB)
- Tissue Lysis Buffer (Buffer TL)
- Wash Buffer

4) Deionize water

5) Deoxynucleotide triphosphates (dNTPs)

6) Magnesium chloride; $MgCl_2$

7) Primer ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ไพรเมอร์ที่ใช้ในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส

ตำแหน่ง	ไพรเมอร์	นิวคลีโอไทด์	อ้างอิง
COI	LCO1490	5’ GGT CAA ATC ATA AAG AYA TGY G 3’	Folmer และคณะ (1994)
	HCO2198	5’ TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAR CA 3’	

8) *Taq* DNA Polymerase

3.3.3 สารเคมีสำหรับการตรวจสอบคุณภาพ และปริมาณของดีเอ็นเอ

1) 6X loading dye

2) Agarose

3) Ethidium bromide; $C_{21}H_{20}BrN_3$

4) Marker VC 100 bp plus บริษัท Vivantis

5) Marker 1 kb บริษัท Biolabs

6) Tris-borate-EDTA buffer (TBE buffer)

3.4 วิธีการดำเนินการ

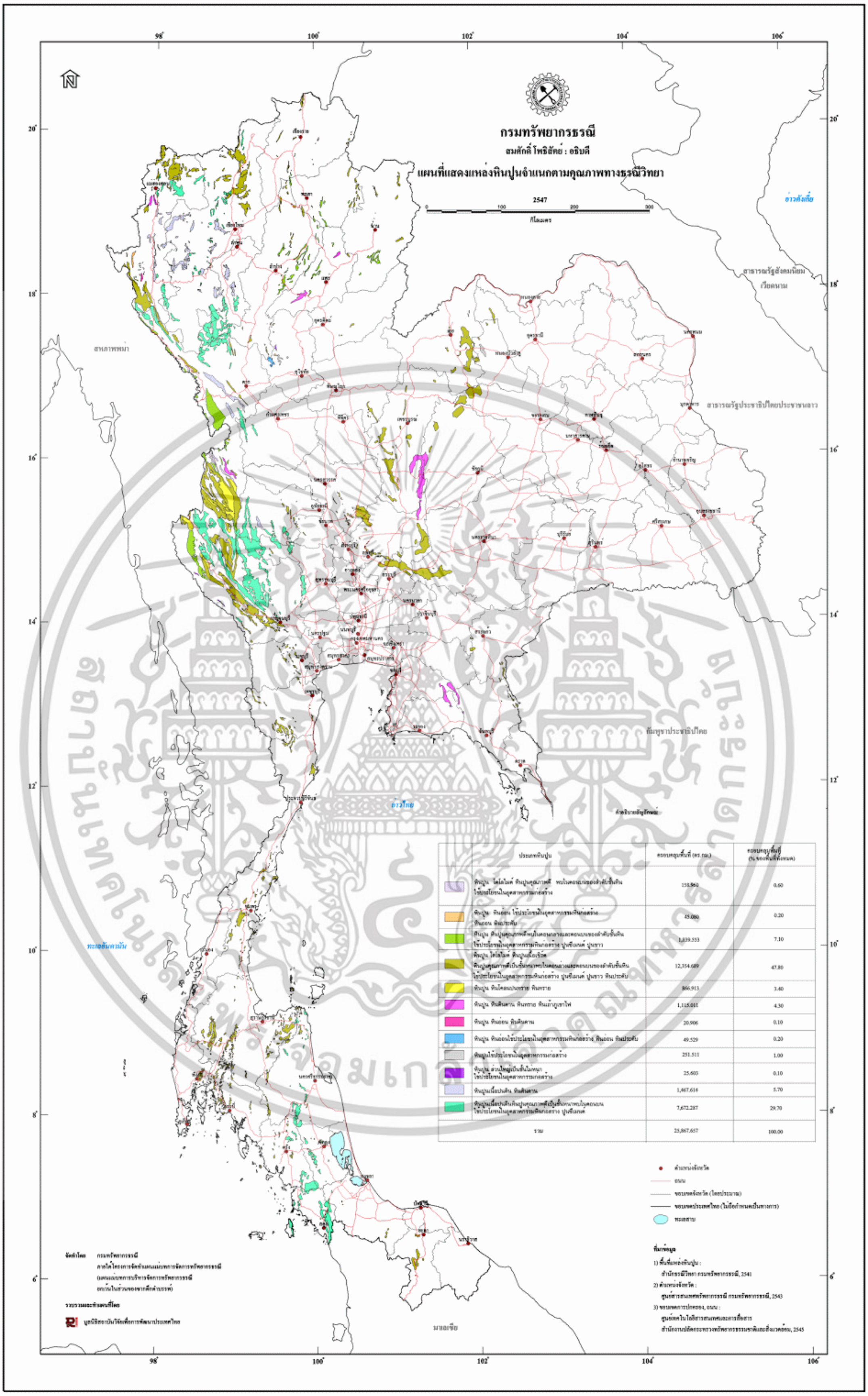
3.4.1 ศึกษาการกระจายทางภูมิศาสตร์ตามเทือกเขาหินปูนและถ้ำ

ในการสำรวจหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* บริเวณเทือกเขาหินปูนและถ้ำ ทำการวางแผนและค้นหาในสถานที่ที่ต้องการสำรวจใน Google map โดยอ้างอิงจากแผนที่แสดงแหล่งหินปูนของกรมทรัพยากรธรณี (กรมทรัพยากรธรณี, 2561) (รูปที่ 3.1) สภาพแวดล้อมที่ทำการสำรวจที่เป็นเทือกเขาหินปูนหรือถ้ำ จะมีลักษณะเนื้อหินเป็นเนื้อละเอียดสีเทาอ่อนถึงเทาเข้ม ซึ่งบริเวณที่สำรวจหาควรจะมีความชื้น หรือมีทางน้ำไหล มีแสงแดดส่องถึง สำรวจโดยการสุ่มหาตามผนังเทือกเขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หินปูนหรือถ้ำอย่างน้อย 2-3 จุด ณ สถานที่เก็บตัวอย่าง โดยกำหนดของเขตในการสำรวจระยะทาง 30-50 เมตร หากเป็นบริเวณภายในถ้ำ สำรวจตั้งแต่ปากถ้ำจนถึงก้นถ้ำลึก 30-50 เมตร เมื่อพบเจอหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* โดยใช้ไม้จิ้มฟันหรือปากคีบในการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ที่แห้ง และหากพื้นที่ที่เปียกชื้น หอยทากจิ๋วจะมีการเคลื่อนที่ในบริเวณนั้น จึงต้องใช้พู่กันในการเก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋ว จากนั้นเก็บลงในขวดเก็บตัวอย่าง ซึ่งจะเก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* สถานที่ละอย่างน้อย 5-10 ตัว พร้อมเก็บตัวอย่างดินบริเวณนั้น เพื่อหาตัวอย่างเปลือกหอยที่ห้องปฏิบัติการ หลังจากนั้นเติมน้ำสะอาดให้เต็มขวด เพื่อทำให้เนื้อเยื่อของหอยทากจิ๋วยืดตัวออกจากเปลือก แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างสด โดยการเติมแอลกอฮอล์ 50% และเก็บไว้ที่ 4 หรือ -20 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนที่เทือกเขาหินปูนในประเทศไทยของกรมทรัพยากรธรณี (กรมทรัพยากรธรณี, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 จัดจำแนกหอยทากจิ๋วตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา

3.4.2.1 เตรียมตัวอย่างหอยทากจิ๋ว

ในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย เริ่มจากการเตรียมตัวอย่าง โดยการนำตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* มาส่องส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope) เพื่อจัดจำแนกตัวอย่างตามลักษณะทางสัณฐานที่แตกต่างกัน ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม ได้แก่ รูปทรงเปลือก ขนาดความสูงของเปลือก ลักษณะลายเส้นบนวงเปลือกสุดท้าย และลักษณะของฝาปิดเปลือก เมื่อสังเกตเห็นความแตกต่างให้คัดแยกออกจากกันแล้วแบ่งใส่ขวดเก็บตัวอย่างอีกหนึ่งขวด เช่น ตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่เก็บได้จากวัดถ้ำดอกบัว จังหวัดเลย สังเกตเห็นความแตกต่างของเปลือกได้ 2 รูปแบบ ซึ่งจะมีขวดเก็บตัวอย่างด้วยกัน 2 ขวด หลังจากแยกความแตกต่างได้ จะมีตัวอย่างหอยทากจิ๋ว 2 รูปลักษณะ คือ เปลือกเปล่า และตัวอย่างสด หากเป็นเปลือกเปล่าที่เก็บได้จากดินหรือตามผนังเทือกเขาหินปูน ในบางเปลือกอาจจะมีหรือไม่มีฝาปิดเปลือก จะทำการคัดเลือกตัวอย่างหอยทากจิ๋วที่มีขนาดโตเต็มวัย และนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด เปลือกหอยบางเปลือกจะมีคราบหินปูนเกาะตามร่องเปลือกหรือตามแนวเส้นของเปลือกให้ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการทำความสะอาด จากนั้นตากทิ้งไว้ให้แห้งสนิท เมื่อแห้งสนิทจะทำการคัดเลือกตัวแทนในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Type specimens) (Harvey, 2024) ในแต่ละรูปแบบที่สามารถคัดแยกความแตกต่างได้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ โฮโลไทป์ (Holotype) เป็นตัวอย่างหลักเพียงตัวอย่างเดียวที่ผู้พบเจอหรือผู้รายงานคนแรก ใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายสปีชีส์ใหม่ ซึ่งจะต้องมีลักษณะที่สมบูรณ์มากที่สุดในชุดรูปแบบเดียวกัน เช่น รูปทรง ลักษณะลายเส้นบนวงเปลือกสุดท้าย เป็นต้น และพาราไทป์ (Paratype) เป็นตัวอย่างอื่น ๆ ในชุดรูปแบบเดียวนอกเหนือจากตัวอย่างโฮโลไทป์ เพื่อใช้ในการระบุสปีชีส์นั้น ๆ

นำตัวอย่างหอยทากจิ๋ววางบนกระจกสไลด์แก้วที่มีมาตราส่วนบอกขนาด 1 มิลลิเมตร จากนั้นวางกาวดินน้ำมันเพื่อยึดเปลือกหอยให้ได้ระนาบที่ต้องการ และถ่ายภาพดิจิตอลด้านต่าง ๆ ของเปลือกหอย (Callomon, 2019) ได้แก่ ด้านหน้า ด้านข้าง ด้านหลัง ด้านบน และด้านสะดือ (Digital photography) และนำตัวอย่างเปลือกหอยรวมไปถึงฝาปิดเปลือกจากในกลุ่มชนิดเดียวกันที่ต้องการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) ติดบนแท่นติดตัวอย่าง (SEM Specimen stub) โดยใช้เทปคาร์บอน โดยถ่ายภาพในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านหน้า (Shell apertural view) ลวดลายบนวงเปลือกถัดมาจากวงเปลือกแรกเกิด (Sculpture of teleconch) วงเกิดแรกด้านหน้า (Protoconch frontal view) ลวดลายบนวงเปลือกแรกเกิด (Sculpture of protoconch) รวมไปถึงฝาปิดเปลือกด้านหน้าและด้านหลัง (Operculum frontal and ventral view) ส่วนตัวอย่างสด ใส่ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1% (w/v) บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ(Water bath) ที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-20 นาที (ดัดแปลงจาก Geiger และคณะ, 2007) เมื่อครบเวลา เทลงในสารละลายลงบนจานเพาะเลี้ยง ส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ จะพบ 3 สิ่งที่แยกออกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน คือ เปลือกหอย ฝาปิดเปลือก และแผ่นฟันแรดูลา เปลือกหอยและฝาปิดเปลือกให้เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างเปลือกเปล่าดังข้างต้น

ส่วนแผ่นฟันแรดูลา นำมาล้างด้วยน้ำกลั่น 4-5 ครั้ง จากนั้นจะทำการล้างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นที่ 10 30 50 และ 70% ซึ่งในแต่ละความเข้มข้น จะตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5-10 นาที (Dumrongrojwattana และ Tanmuangpak, 2020) และติดบนแท่งแก้วคาปิลลารี (Capillary tube) ที่วางบน SEM Specimen stub โดยใช้เทปคาร์บอน จากนั้นตากทิ้งไว้ให้แห้งสนิท แล้วจึงนำไปถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ณ ห้องปฏิบัติการกล้องจุลทรรศน์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4.2.2 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยทากจิ๋ว

หลังจากการเตรียมตัวอย่าง และนำไปถ่ายภาพดิจิตอลและภาพอิเล็กตรอนแบบส่องกราด จะนำมาอธิบายถึงลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกหรือลักษณะที่สามารถสังเกตเห็นได้จากภาพดังกล่าว โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยทากจิ๋วจะอ้างอิงตามงานวิจัยของ Vermeulen และ Whitten (1998); Panha และ Burch (2005) โดยจะนำไปอธิบายข้อมูลในส่วนของอนุกรมวิธาน หรือ Systematics ซึ่งเป็นการจัดหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธาน โดยงานวิจัยนี้เป็นหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จะถูกจัดอยู่ในวงศ์ Hydrocenidae Troschel, 1857 วงศ์ย่อย Neritimorpha Koken, 1896 สกุล *Georissa* Blanford, 1864 ซึ่งมี *Georissa pyxis* Benson, 1856 เป็นคนรายงานสกุล *Georissa* เป็นคนแรก และข้อมูลในการประกอบคำอธิบายในสปีชีส์นั้น ๆ ประกอบด้วย ชื่อวิทยาศาสตร์ (หากเป็นชนิดใหม่จะลงท้ายด้วย sp. nov.) ประเภทของตัวอย่าง (Type material) เช่น Holotype Paratype เป็นต้น โดยในแต่ละประเภทของตัวอย่าง จะมีการวัดขนาดสูงของเปลือก (Shell height; SH) ความกว้างของเปลือก (Shell width; SW) และความสูงของปากเปลือก (Aperture height) ความกว้างของปากเปลือก (Aperture width) ในหน่วยมิลลิเมตร รวมทั้งจำนวนวงเปลือก (Whorl; W) โดยการนำรูปภาพมาวัดขนาดผ่านโปรแกรม ImageJ version 1.8.0. (Schneider et al. 2012) ซึ่งจะเทียบขนาดกับมาตรส่วน 1 มิลลิเมตร บนกระจกสไลด์แก้ว สถานที่ที่พบเจอ (Type locality) เป็นชื่อสถานที่และที่อยู่ของสถานที่ รวมทั้งพิกัดทางภูมิศาสตร์ นิรุกติศาสตร์ (Etymology) เป็นการกำหนดชื่อสปีชีส์ว่า มีที่มาจากอะไร ซึ่งจะต้องมีรากศัพท์จากภาษาละติน คำอธิบายลักษณะโดยย่อจากคำอธิบายแบบละเอียด (Diagnosis) คำอธิบายลักษณะโดยละเอียด (Description) ประกอบด้วยความสูงของเปลือกอยู่ในกลุ่มขนาดใด เช่น ขนาดเล็กมาก (Minute) เป็นเปลือกแบบวนซ้ายหรือวนขวา สีเปลือก รูปทรงเปลือก มีจำนวนวงเปลือกทั้งหมด ลักษณะรูปทรงและลวดลายยอดบนหรือวงแรกของเปลือก ลักษณะรวมทั้งจำนวนของลายเส้นบนวงเปลือกสุดท้าย ร่องเปลือก ลักษณะสะดือ ลักษณะรูปทรงและลวดลายของฝาปิดเปลือก และลักษณะใกล้เคียงหรือแตกต่างกับสปีชีส์ใดบ้าง (Differential diagnosis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานของแผ่นฟันแรดูลาของหอยทากจิ๋ว จะทำการสังเกตลักษณะที่สังเกตได้จากภาพภาพอิเล็กตรอนแบบส่องกราดเท่านั้น เนื่องจากขนาดของแผ่นฟันแรดูลามีขนาดที่เล็กเกินไป กำลังขยายของกล้องสเตอริโอไม่สามารถมองเห็นถึงรายละเอียดของแผ่นฟันแรดูลาของหอยทากจิ๋วได้ จะประกอบด้วยแถวฟันที่เหมือนกันหลายแถว และมีการจัดเรียงเฉพาะตัวของฟันหอยในแต่ละแถว ซึ่งแผ่นฟันแรดูลาจะมีด้วยกัน 3 ลักษณะ คือ ฟันกลาง (Central tooth) ซึ่งจะมีเพียงหนึ่งซี่หรือไม่มีฟันกลาง และมีความสมมาตร ฟันข้าง (Lateral teeth) จะอยู่ถัดจากฟันกลาง มีลักษณะที่แตกต่างจากฟันกลาง และฟันริม (Marginal teeth) อยู่ถัดจากฟันข้าง มีลักษณะที่แตกต่างจากฟันกลาง เมื่ออธิบายลักษณะ และจำนวนแถวของฟันแต่ละลักษณะแล้ว จะมีการรายงานถึงรูปแบบของแผ่นฟันแรดูลาในแต่ละแถวหรือเรียกว่า สูตรฟันแรดูลา (Radula formula) เช่น Dumrongrojwattana และ Tanmuangpak (2020) ได้มีรายงานถึงแผ่นฟันแรดูลาของหอยสกุล *Aulacospira* มีสูตรฟันเป็น 7-8:4:1:4:7-8 กล่าวคือ มีฟันกลาง 1 ซี่ ฟันข้างมีจำนวน 4 ซี่ และฟันริม 7-8 ซี่

3.4.3 ระบุชนิดหอยทากจิ๋วด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด

3.4.3.1 การสกัดดีเอ็นเอ

สกัดดีเอ็นเอตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกที่มีรูปแบบแตกต่างกัน โดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอ GF-1 Tissue DNA Extraction Kit เริ่มจากการเขี่ยตัวอย่างหอยออกจากเปลือกหรือการกระเทาะเปลือกให้แตกออก นำเนื้อของตัวอย่างหอยวางลงบนจานเพาะเลี้ยง และล้างตัวอย่างหอยทากจิ๋วด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 1-2 ครั้ง ปิเปต Tissue Lysis buffer (TL buffer) ปริมาตร 150 ไมโครลิตร ลงไปในบริเวณตัวอย่างหอย จากนั้นใช้มีดผ่าตัดสับตัวอย่างหอยให้ละเอียด และเติม TL buffer ลงไปอีก 150 ไมโครลิตร ดูดสารละลายทั้งหมดลงในหลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติม Proteinase K ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ทำการ Vortex แล้วเติม Lysis Enhancer ปริมาตร 12 ไมโครลิตร ทำการ Vortex จากนั้นบ่มในเครื่องบ่มหลอดทดลอง (Heating box) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง กลับหลอดไปมาทุก ๆ 15-30 นาที เมื่อครบเวลา เติม RNase A ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ทำการกลับหลอดไปมา และนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เติม Tissue Genomic DNA Binding Buffer (TB buffer) ปริมาตร 600 ไมโครลิตร ทำการ Vortex นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เติม Absolute ethanol (แช่เย็น) ปริมาตร 200 ไมโครลิตร กลับหลอดไปมา ดูดสารละลายส่วนใสปริมาตร 650 ไมโครลิตร ลงในหลอดคอลัมน์ นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที เทสารละลายส่วนใสทิ้ง แล้วดูดสารละลายส่วนใสที่เหลือลงในหลอดคอลัมน์ คอลัมน์ นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที เทสารละลายส่วนใสทิ้ง นำไปปั่นเหวี่ยงแห้งอีกครั้งที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที เทสารละลายส่วนใสทิ้ง ย้ายหลอดคอลัมน์ใส่ลงในหลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Elution buffer (EB buffer) ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ปริมาตร 15-20 ไมโครลิตร วางทิ้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที และเก็บรักษาสารละลายดีเอ็นเอที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หรือ -20 องศาเซลเซียส และนำดีเอ็นเอที่ทำการสกัดได้ไปตรวจสอบปริมาณ และคุณภาพต่อไป

ในการตรวจสอบปริมาณของดีเอ็นเอ ทำได้โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร และ 280 นาโนเมตร (OD_{260}/OD_{280}) เพื่อวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของสารละลายดีเอ็นเอ หากในช่วงอัตราส่วนอยู่ในช่วง 1.6-1.8 แสดงว่า ดีเอ็นเอที่สกัดได้มีความบริสุทธิ์ และตรวจสอบคุณภาพของดีเอ็นเอด้วยวิธีเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (Gel Electrophoresis) เทียบกับขนาดดีเอ็นเอมาตรฐาน 1,000 คู่เบส โดยใช้ดีเอ็นเอที่สกัดได้ปริมาตร 3-5 ไมโครลิตร ผสมกับ 3X loading dye ปริมาตร 2 ไมโครลิตร ซึ่งจะใช้อะกาโรสเจล 1% (w/v) ใน 0.5X TBE buffer โดยใช้เครื่องเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ที่ความต่างศักย์ 150 โวลต์ เป็นเวลา 25-30 นาที ย้อมเจลด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ (Ethidium bromide) เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น เป็นเวลา 5-10 นาที ส่องเจล และบันทึกภาพภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลตด้วยเครื่องถ่ายและวิเคราะห์ภาพเจล (Gel documentation)

3.4.3.2 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส

นำดีเอ็นเอของตัวอย่างหอยที่สกัดได้ มาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส โดยใช้เครื่องเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ (Thermal cycle) ในหนึ่งหลอดพีซีอาร์มีปริมาตรสารในการปฏิกิริยาปริมาตรรวมทั้งหมด 25 ไมโครลิตร ซึ่งปริมาณสารที่ใช้ในเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส ดังตารางที่ 3.2

ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดตำแหน่ง Cytochrome c oxidase I (COI) บริเวณไมโทรคอนเดรีย โดยใช้สภาวะการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบในปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส

สารละลาย	ความเข้มข้นเริ่มต้น	ปริมาตรต่อตัวอย่าง (ไมโครลิตร)
สารละลายดีเอ็นเอ		1.0
Deionized water		16.75
Standard *Taq* reaction buffer	10X	2.5
Magnesium Chloride; $MgCl_2$	25 mM	1.5
Deoxynucleotide triphosphates; dNTPs	2.5 mM	1.0
Forward primer	10 pmol	1.0
Reverse primer	10 pmol	1.0
Taq DNA Polymerase	5,000 U/ml	0.25
ปริมาตรรวมทั้งหมด		25.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 สภาวะที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

ตำแหน่ง	คู่ไพรเมอร์	ขั้นตอน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	จำนวนรอบ	เอกสารอ้างอิง
COI	LCO1490/ HCO2198	Initial denaturation	94	5.00	1	Khalik และคณะ (2018)
		Denaturation	94	0.15	40	
		Annealing	50	0.30		
		Extension	72	0.40		
		Final extension	72	5.00	1	

เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส จะนำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้มาตรวจสอบขนาดชิ้นส่วนด้วยวิธีเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส เทียบกับขนาดดีเอ็นเอมาตรฐาน 100 คู่เบส โดยใช้ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ปริมาตร 1-3 ไมโครลิตร ผสมกับ 3X loading dye ปริมาตร 2 ไมโครลิตร โดยใช้ 1% อะกาโรสเจล ใน 0.5X TBE buffer ซึ่งใช้เครื่องเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ที่ความต่างศักย์ 150 โวลต์ เป็นเวลา 25-30 นาที ย้อมเจลด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น เป็นเวลา 5-10 นาที แล้วส่องเจลและบันทึกภาพภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลตด้วยเครื่อง Gel document จากนั้นส่งตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์ของผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่บริษัท U2Bio ประเทศเกาหลี แล้วนำผลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม BioEdit เพื่อให้ขนาดของผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่แท้จริง แล้วนำไปเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยโปรแกรม Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) บนฐานข้อมูลของ National Center for Biotechnology Information (NCBI) หรือ GenBank (https://www.ncbi. nlm.nih.gov/genbank) เพื่อระบุสปีชีส์ของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*

3.4.3.3 การสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

หลังจากการนำผลของลำดับนิวคลีโอไทด์เปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูล GenBank คือ หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* สปีชีส์อื่น ๆ ที่พบเจอที่ประเทศมาเลเซีย และหอยทากจิ๋วสกุลอื่น ๆ เช่น *Diplommatina Plectostoma* เพื่อใช้เป็นกลุ่มอื่น ๆ ในการเปรียบเทียบกับหอยสกุล *Georissa* (Outer group) การศึกษาครั้งนี้จะมีการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมด 63 ลำดับนิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วยจากฐานข้อมูล GenBank มี 12 ลำดับนิวคลีโอไทด์ และจากการศึกษาครั้งนี้มี 51 ลำดับนิวคลีโอไทด์ ก่อนการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Phylogenetic tree) จะทำการวิเคราะห์เลือกโมเดลจำลองในการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยโปรแกรม jModelTest 2 (Darriba และคณะ, 2012) โดยดูจากค่าเกณฑ์การคัดเลือกโมเดลของเบส์ (Bayesian Information Criterion: BIC) จากนั้นนำมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มีรูปแบบแตกต่างกันด้วยการวิเคราะห์แบบเบย์เซียน (Bayesian Inference) โดยใช้โปรแกรม MrBayes version 3.2.7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Ronquist และคณะ, 2012) ซึ่งใช้โมเดลตามวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม jModelTest 2 และใช้วิธี Markov Chain Monte Carlo (MCMC) โดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 10,000,000 รุ่น สุ่มตัวอย่างทุก ๆ 1,000 รุ่น และตัดช่วงต้นของแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (burn-in) 25% จากทั้งหมด (Pholyotha et al., 2021)

3.4.4 การจัดหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธาน

หลังจากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด จากนั้นนำมาเขียนคำอธิบายของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในแต่ละลักษณะที่สามารถจัดจำแนกได้ตามระบบการจัดเรียงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตเป็นลำดับขั้น (Classification) โดยหากเป็นสปีชีส์ใหม่ จะต้องกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ตามกฏเกณฑ์สากล ซึ่งจะใช้หลักของ ICZN ซึ่งเป็นไปตามระบบของลินเนียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาการกระจายทางภูมิศาสตร์ตามเทือกเขาหินปูนและถ้ำ

ในการสำรวจหาหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* โดยช่วงเวลาที่เหมาะกับการหาตัวอย่างหอยทากจิ๋ว คือ ฤดูฝน หรือในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เนื่องจากในการเคลื่อนที่ของหอยทากจะมีการปล่อยเมือกออกมาช่วยในการเคลื่อนที่ได้ง่าย และยึดเกาะได้ดีขึ้น ซึ่งเมือกนั้นมีน้ำเป็นส่วนประกอบหลัก ดังนั้น ในช่วงฤดูฝนมักพบเจอหอยทากจิ๋วได้มากกว่า (Ortí, 2022) ในทางกลับกันก็สามารถพบเจอในฤดูร้อนหรือฤดูหนาวได้เช่นกัน แต่อาจจะสามารถพบเจอได้น้อย และค่อนข้างที่จะพบเจอยาก

จากการสำรวจเทือกเขาหินปูนและถ้ำจะอ้างอิงจากแผนที่กรมทรัพยากรธรณี และวางแผนการสำรวจ โดยค้นหาจาก Google map ว่ามีสถานที่ที่เป็นเทือกเขาหินปูนและถ้ำ อยู่บริเวณไหนของประเทศไทย (รูปที่ 4.1A) ซึ่งสุ่มเก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากเทือกเขาหินปูน ทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาคอีสาน) ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ จะเก็บตัวอย่างจากภูมิภาคละอย่างน้อย 2 แหล่ง เมื่อทำการสำรวจสถานที่ ลักษณะหินปูนจะเป็นเนื้อหินละเอียด มีทั้งผิวเรียบและขรุขระเป็นร่องหรือริ้ว (รูปที่ 4.1B-D) ในบางบริเวณที่เป็นผนังเทือกเขาหินปูนอาจจะมีตะพักดินปะปนรวมอยู่ด้วย อาจเกิดจากตะกอนดินที่น้ำพัดพามาทับถมกัน ซึ่งสภาพแวดล้อมที่พบเจอช่วงที่ฝนตกหรือมีทางน้ำไหลตามบริเวณเทือกเขาหินปูนหรือภายนอกถ้ำ (รูปที่ 4.1E) โดยส่วนใหญ่จะพบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* เคลื่อนที่บนพื้นผิวหินปูนที่มีลักษณะที่เรียบ (รูปที่ 4.2A-D) หากสำรวจในบริเวณที่แห้งแล้งจะพบว่าหอยทากจิ๋วจะเกาะตามพื้นผิวขรุขระหรือร่องผนังหินปูน (รูปที่ 4.2E-G) ซึ่งจะพบเจอตามพื้นผิวขรุขระได้ในอัตราส่วนที่มากกว่าพื้นผิวเรียบ เนื่องจากตามบริเวณที่ขรุขระ หอยทากจิ๋วอาจจะสามารถยึดเกาะได้ดีกว่าบริเวณที่เรียบ และในแต่ละสถานที่จะพบเจออย่างน้อย 1-2 รูปแบบ เช่น ทรงกลมจะพบเจอได้มากกว่ารูปทรงอื่น ๆ หากในกรณีสำรวจภายในถ้ำ บริเวณที่พบเจอจะมีแสงแดดส่องถึง (รูปที่ 4.2H) ซึ่งพบเจอเพียงสถานที่เดียวจากสถานทั้งหมดที่สำรวจหาหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* คือ เขาปฐวี จังหวัดอุทัยธานี และพบเจอ 3-4 รูปแบบ ประกอบด้วยทรงกลม ทรงสูง และทรงลักษณะคล้ายเหลี่ยม ซึ่งลักษณะทั่วไปที่ค้นพบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จะมีลักษณะเป็นทรงกรวย สูงประมาณ 1-3 มิลลิเมตร ณ สถานที่เก็บตัวอย่าง โดยเปรียบเทียบกับวัสดุต่าง ๆ ได้แก่ เข็มหมุด (รูปที่ 4.3A) เข็มปักแมลงเบอร์ 0 (รูปที่ 4.3B) ไม้จิ้มฟัน (รูปที่ 4.3C) และพู่กันเบอร์ 4 (รูปที่ 4.3D) โดยส่วนใหญ่หอยที่มีชีวิตเปลือกสีส้ม แดง หรือน้ำตาลเข้ม หากหอยที่ตายแล้ว จะมีสีเหลืองหรือขาว จะพบเจอได้ตามตะพักดินหรือบริเวณดินในของเทือกเขาหินปูน มีวงเปลือกประมาณ 3-5 วง ปากเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลมและไม่บานออก และมีฝาปิดเปลือก โดยจากการสำรวจพบตัวอย่างที่ตายหรือเปลือกเปล่าตามผนังเทือกเขาหินปูนหรือดินมีจำนวนวงเปลือกน้อยสุด จำนวน 3 วง แสดงว่า ตัวอย่างหอยทากจิ๋วที่มีจำนวนวงเปลือกโดยเฉลี่ยตั้งแต่ 3 วงขึ้นไป เป็นตัวเต็มวัย (ตารางภาคผนวก ข ที่ 1-6) ในขณะที่เก็บตัวอย่าง หากพบหอยทากจิ๋วที่เกาะตามบริเวณที่ขรุขระ จะใช้ไม้จิ้มฟันหรือปากคีบเขี่ยบริเวณยอดบนสุดของเปลือกในการเก็บตัวอย่างลงขวดเก็บตัวอย่าง เนื่องจากบริเวณยอดบนของเปลือกจะมีความแข็งแรงมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของเปลือก รักษาสภาพของเปลือกไว้ เพื่อไม่ให้ได้รับความเสียหายก่อนที่จะนำไปศึกษาต่อในด้านอื่น ๆ ต่อไป และหากเป็นบริเวณที่เป็นทางน้ำไหล จะใช้พู่กันในการเก็บหอยทากจิ๋ว เนื่องจากหอยทากจิ๋วจะเคลื่อนที่ได้ตามทางน้ำไหล (รูปที่ 4.3E-4.3F) เนื้อเยื่อของหอยทากจิ๋วมีความยืดหยุ่นและอ่อนนุ่ม ซึ่งการใช้พู่กันที่มีขนแปรงอ่อนนุ่มเช่นกัน จะสามารถเก็บตัวอย่างได้ง่ายกว่าการใช้ไม้จิ้มฟัน และไม่ทำให้ตัวอย่างหอยทากจิ๋วได้รับความเสียหาย

โดยมีการค้นพบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 สถานที่ ภาคกลาง 7 สถานที่ ภาคตะวันออก 2 สถานที่ ภาคตะวันตก 5 สถานที่ และภาคใต้ 16 สถานที่ รวมทั้งหมด 32 สถานที่ หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ได้รับการอนุเคราะห์จากผศ.พงษรัตน์ ดำรงโรจน์วัฒนา จากภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยมีภาคเหนือ 2 สถานที่ ภาคกลาง 1 สถานที่ ภาคตะวันออก 4 สถานที่ และภาคใต้ 5 สถานที่ รวมทั้งหมด 12 สถานที่ (รูปที่ 4.4) โดยสภาพของตัวอย่างหอยทากในบางสถานที่ที่ได้รับ เนื้อเยื่ออาจจะเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย โดยเฉพาะภาคเหนือที่ถูกเก็บรักษาไว้ในแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 95% ตั้งแต่ปี 2014 จนถึงปัจจุบัน ดังตารางที่ 4.1 และไม่มีการค้บพบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ภาคกลาง 1 สถานที่ ภาคตะวันออก 3 สถานที่ ภาคตะวันตก 3 สถานที่ และภาคใต้ 4 สถานที่ รวมทั้งหมด 11 สถานที่ ดังตารางที่ 4.2

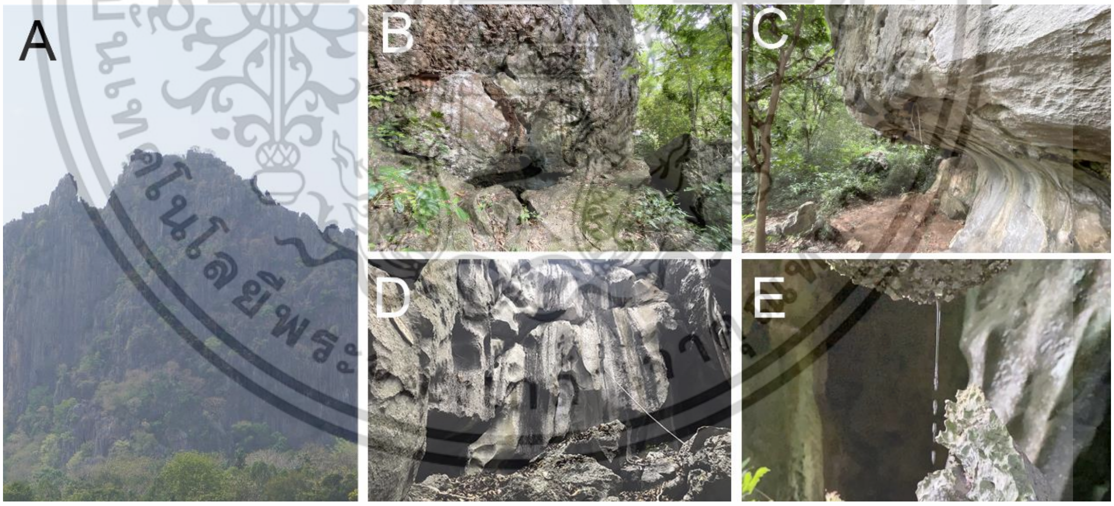
จากการสำรวจหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ทั้ง 6 ภูมิภาค มีอัตราส่วนพบ 20 จังหวัด จาก 77 จังหวัด คิดเป็น 25.97% และอัตราส่วนในการพบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในแต่ละภูมิภาค โดยสำรวจภาคเหนือ สำรวจ 2 สถานที่ พบ 2 สถานที่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำรวจ 2 สถานที่ พบ 2 สถานที่ คิดเป็น 100% สำรวจภาคกลาง 9 สถานที่ พบ 8 สถานที่ คิดเป็น 88.89% สำรวจภาคตะวันออก 9 สถานที่ พบ 6 สถานที่ คิดเป็น 66.67% สำรวจภาคตะวันตก 8 สถานที่ พบ 5 สถานที่ คิดเป็น 62.50% และสำรวจภาคใต้ 25 สถานที่ พบ 84% ซึ่งจากการสำรวจพบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* สถานที่ที่พบรูปแบบเปลือกเพียง 1 รูปแบบ โดยภาคกลาง 6 สถานที่ ภาคตะวันออก 5 สถานที่ และภาคใต้ 19 สถานที่ ซึ่งพบรูปแบบเปลือกเป็นทรงกลม/รี และภาคตะวันตก 5 สถานที่ รูปแบบเปลือกที่พบเป็นทรงกลม/รี 4 สถานที่ และทรงกรวยสูง 1 สถานที่ รวมจำนวนสถานที่ที่พบรูปแบบเปลือก 1 รูปแบบ จำนวนทั้งสิ้น 35 สถานที่ พบรูปแบบเปลือก 2 รูปแบบ ซึ่งเป็นทรงกลม/รี ภาคเหนือ 2 สถานที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 สถานที่ ภาคกลาง 1 สถานที่ ภาคตะวันออก 1 สถานที่ และภาคใต้ 2 สถานที่ รวมทั้งสิ้น 8 สถานที่ และพบรูปแบบเปลือก 3-4 รูปแบบ ได้แก่ ทรงกลม/รี ทรงสูง และทรงเหลี่ยม จำนวน 1 สถานที่ คือ เขาปฐวี จังหวัดอุทัยธานี (รูปที่ 4.4) ซึ่งมีบางสถานที่ที่ได้มีการสำรวจซ้ำ เช่น ถ้ำธารน้ำลอดน้อย จังหวัดชุมพร ครั้งแรกพบรูปแบบเปลือกเพียง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ และครั้งที่ 2 พบรูปแบบเปลือกที่แตกต่างจากรูปแบบที่ 1 อีก 1 รูปแบบ รวมเป็น 2 รูปแบบ อาจเนื่องจากการสำรวจไม่เพียงพอหรือไม่ครอบคลุม ณ สถานที่แห่งนั้น และการเก็บตัวอย่างในแต่ละช่วงฤดูกาลมีผลต่อการพบหอยทากจิ๋ว โดยหากสำรวจในช่วงฤดูฝน ส่งผลให้มีโอกาสพบหอยทากจิ๋วที่มีจำนวนตัวอย่างหรือจำนวนรูปแบบได้มากกว่าในช่วงฤดูร้อนหรือฤดูหนาว

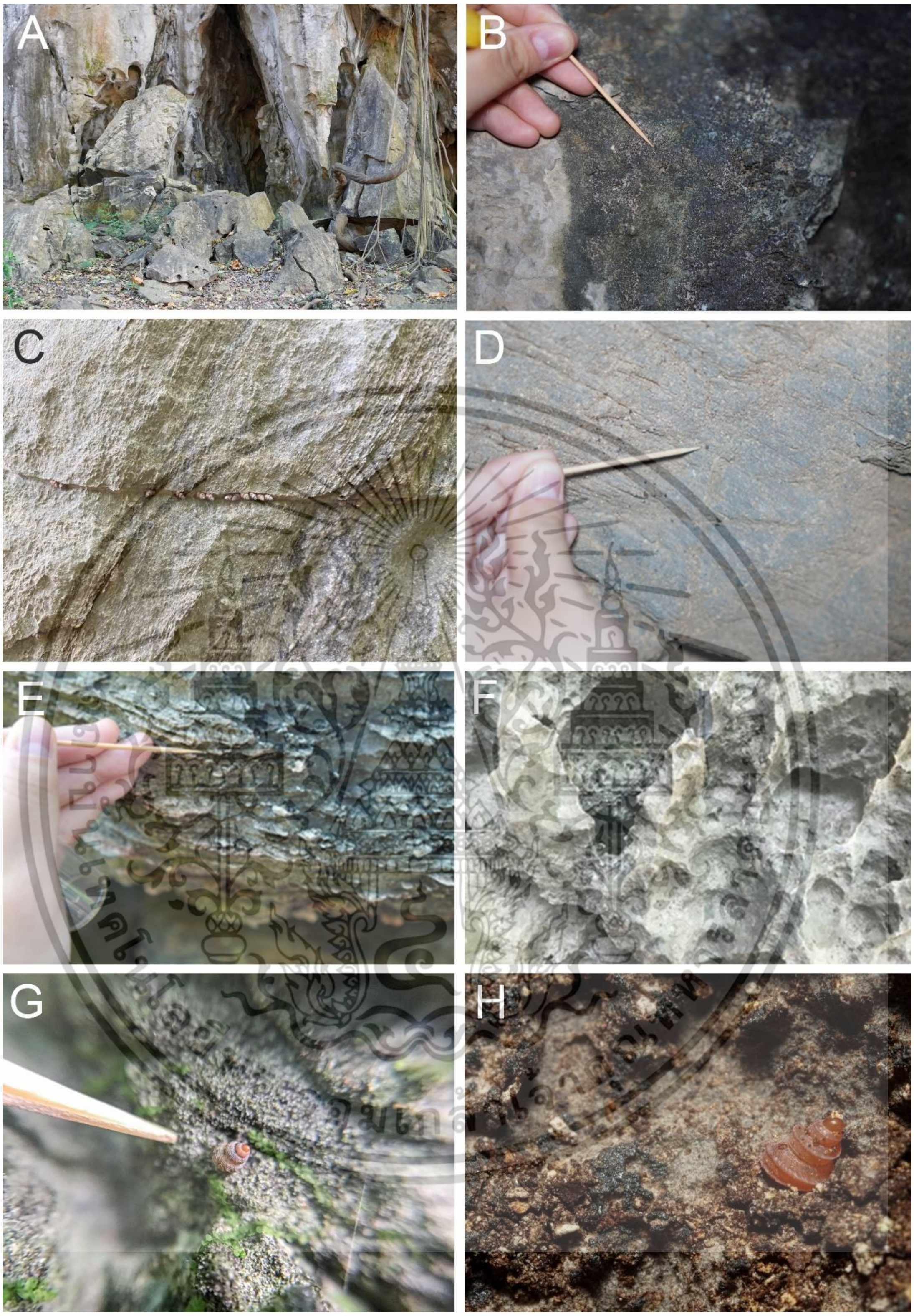
นอกจากนี้ มีการให้รหัสตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ชนิดที่ 1 ตัวที่ 1 เก็บตัวอย่างจากเขาปฐวี จังหวัดอุทัยธานี อยู่ในภาคกลาง ให้รหัสตัวอย่างเป็น CPW01.01 โดย C คือ Central (ภาคกลาง) PW คือ Pattawi (เขาปฐวี) และ 01 คือ รูปแบบเปลือกที่ 1

จากการศึกษาการกระจายของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* เมื่อภูมิภาคต่าง ๆ มีการแยกออกจากกันทางภูมิศาสตร์ โดยไม่มีการแพร่กระจายไปตามเนินเขาหินปูน มักจะทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างประชากรในภูมิภาคต่างๆ เนื่องจากกลุ่มที่แยกจากกันจะพัฒนาไปอย่างอิสระ นอกจากนี้ ปัจจัยต่าง ๆ เช่น เหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ สภาพภูมิอากาศ รูปแบบการอพยพ และกิจกรรมของมนุษย์สามารถส่งผลต่อรูปแบบการกระจายทางภูมิศาสตร์ได้ โดยพบเจอหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ได้มากที่สุด คือ ภาคใต้ เนื่องจากเป็นภูมิภาคที่มีแนวเทือกเขาหินปูนค่อนข้างมาก ในขณะเดียวกัน ที่พบเจอหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในภาคกลาง แต่ละชนิดจะมีความโดดเด่น และมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะมากกว่าภูมิภาคอื่น



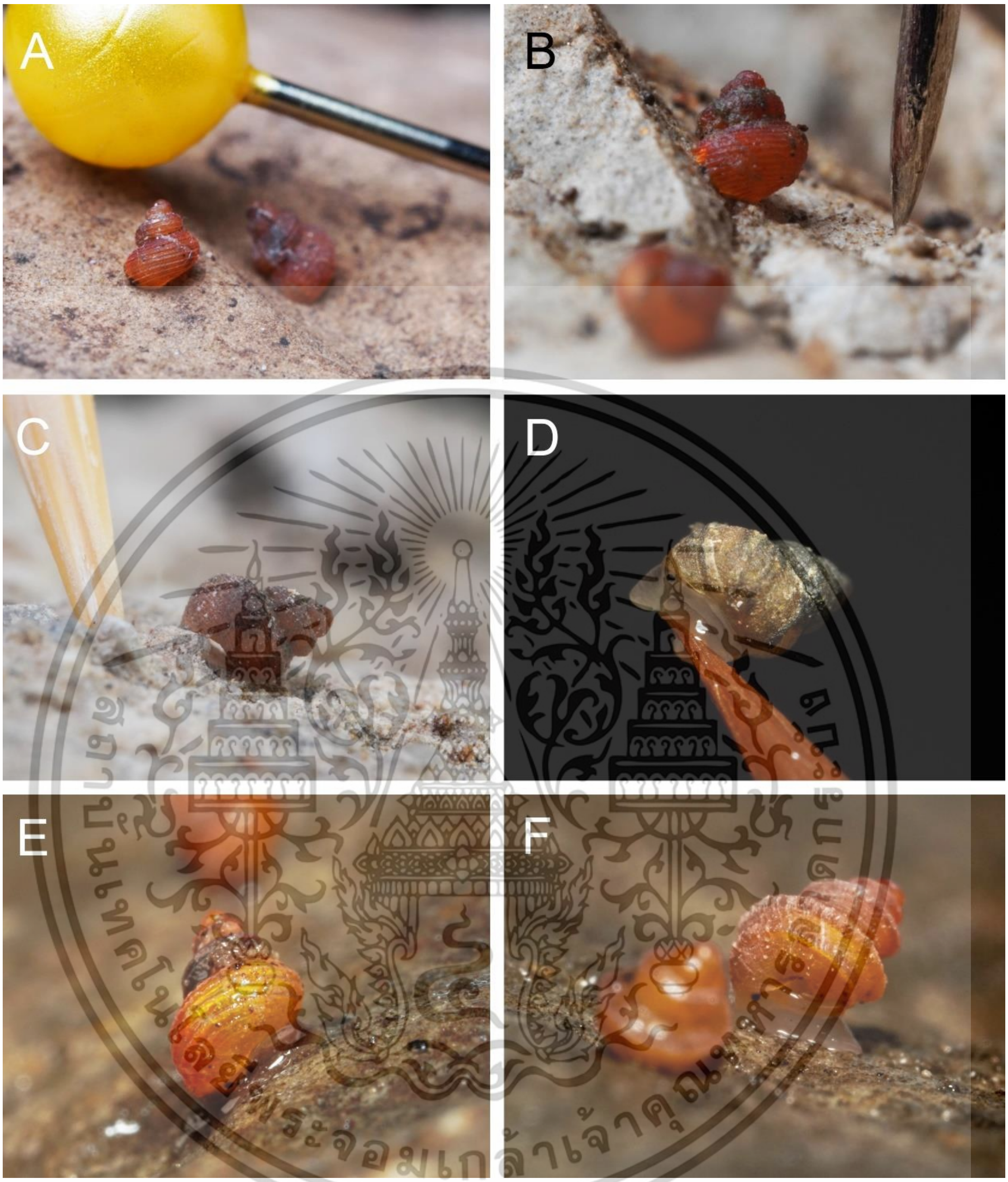
รูปที่ 4.1 การเก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (A) เทือกเขาหินปูน (B) ด้านนอกถ้ำ (C) ผนังเทือกเขาหินปูน (D) ภายในถ้ำ (E) ทางน้ำไหลตามเทือกเขาหินปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 บริเวณที่พบเจอตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (A-D) พื้นผิวเรียบ (E-H) พื้นผิวขรุขระ (A-B) ผนังด้านนอกถ้ำ (C-D) ผนังเทือกเขาหินปูน (E) โขดหินใกล้กับเทือกเขาหินปูน (F-G) ผนังเทือกเขาหินปูน (H) ผนังภายในถ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ขนาดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ณ สถานที่เก็บตัวอย่าง (A) เทียบกับเข็มหมุด (B) เทียบกับเข็มปักแมลงเบอร์ 0 (C) เทียบกับไม้จิ้มฟัน (D) เทียบกับพู่กันเบอร์ 4 (E-F) หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ขณะเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แหล่งที่เก็บตัวอย่างที่พบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย

ลำดับที่	ภูมิภาค	จังหวัด	พื้นที่ที่ทำการสำรวจ	การได้มาซึ่งตัวอย่าง		รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
				สำรวจด้วยตัวเอง	ได้รับ			
1	เหนือ	เชียงราย	ดอยผาช้าง ต.ดอนศิลา อ.เชียงช้าง		✓	NPC01-02	01/09/2014	19°49’53.1” N 100°01’10.7” E
2	เหนือ	เชียงราย	วัดถ้ำผาแล ต.ปอ อ.เวียงแก่น		✓	NPL01-02	04/03/2014	19°55’56.5” N 100°25’36.9” E
3	ตะวันออกเฉียงเหนือ	เลย	วัดถ้ำโพธิ์สัตว์ ต.ปวนพุ อ.หนองหิน	✓		NEPS01-02	13/07/2022	17°05’20.8” N 101°46’51.2” E
4	ตะวันออกเฉียงเหนือ	เลย	วัดถ้ำดอกบัว ต.ปวนพุ อ.หนองหิน	✓		NEDB01-02	14/07/2022	17°03’14.6” N 101°44’43.3” E
5	กลาง	เพชรบูรณ์	ถ้ำฤษีสมบัติ ต.บุ่งน้ำเต้า อ.หล่มสัก	✓		CSB01	15/07/2022	16°41’26.3” N 101°08’19.9” E
6	กลาง	เพชรบูรณ์	วัดเขาถ้ำพระ ต.ท่าแล อ.เมือง	✓		CKP01	15/07/2022	16°33’09.9” N 101°07’13.3” E
7	กลาง	ลพบุรี	วัดเขาสมอคอน ต.เขาสมอคอน อ.ท่าวุ้ง	✓		CSM01	16/07/2022	14°54’04.9” N 100°30’30.8” E
8	กลาง	อุทัยธานี	เขาปฐวี ต.ตลุงดู่ อ.ทัพทัน	✓		CPW01-04	25/02/2023	15°28’23.0” N 99°45’26.0” E
9	กลาง	อุทัยธานี	วัดเขาช่องลม ต.บ้านไร่ อ.บ้านไร่		✓	CCL01-02	25/09/2021	15°16’51.3” N 99°43’04.8” E
10	กลาง	อุทัยธานี	วัดเขาถ้ำประทุน ต.ทัพหลวง อ.บ้านไร่	✓		CPT01	09/10/2021	15°01’06.9” N 99°38’22.1” E
11	กลาง	สุพรรณบุรี	วัดเขาถ้ำหมี ต.หนองมะค่าโมง อ.ด่านช้าง	✓		CTM01	10/10/2021	14°52’35.0” N 99°42’03.2” E
12	กลาง	สุพรรณบุรี	วัดเขาถ้ำเสือ ต.จรเข้สามพัน อ.อู่ทอง	✓		CTS01	09/10/2021	14°21’12.8” N 99°51’06.9” E
13	ตะวันออก	ปราจีนบุรี	วัดเขาถ้ำเทพพิทักษ์ ต.วังท่าช้าง อ.กบินทร์บุรี	✓		EPT01	10/12/2021	13°39’38.1” N 101°54’50.3” E
14	ตะวันออก	สระแก้ว	วัดถ้ำเขามะกา ต.ศาลาลำดวน อ.เมือง		✓	EMK01	20/07/2019	13°47’11.4” N 101°56’53.8” E
15	ตะวันออก	สระแก้ว	ถ้ำเขาฉกรรจ์ ต.เขาฉกรรจ์ อ.เขาฉกรรจ์		✓	ECG01-02	19/01/2557	13°39’37.7” N 102°05’05.4” E
16	ตะวันออก	ชลบุรี	สำนักสงฆ์ถ้ำยายแม้น ต.ท่าเทววงษ์ อ.เกาะสีชัง		✓	EYM01	30/06/2021	13°09’07.5” N 100°48’27.2” E
17	ตะวันออก	ชลบุรี	เขาชะอางค์ห้ายอด ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	✓		EHY01	27/05/2023	13°07’40.7” N 101°34’41.1” E
18	ตะวันออก	ระยอง	ถ้ำเขาโบสภ์ ต.เขาน้อย อ.เขาชะเมา		✓	EKB01	19/02/2023	13°02’11.9” N 101°38’08.7” E
19	ตะวันตก	กาญจนบุรี	วัดสุทธิกาญจนาราม ต.ลาดหญ้า อ.เมือง	✓		WST01	01/10/2022	14°04’26.7” N 99°22’41.4” E
20	ตะวันตก	กาญจนบุรี	วัดเขาช่องเสด็จ ต.หนองหญ้า อ.เมือง	✓		WSD01	02/10/2022	14°00’34.9” N 99°28’29.7” E
21	ตะวันตก	กาญจนบุรี	วัดถ้ำเขาชะอางค์ ต.หนองไผ่ อ.ด่านมะขามเตี้ย	✓		WCA01	02/10/2022	13°48’06.7” N 99°26’32.7” E
22	ตะวันตก	ราชบุรี	ถ้ำจีน ต.เกาะพลับพลา อ.เมือง	✓		WTJ01	02/10/2022	13°34’28.1” N 99°46’19.0” E

ตารางที่ 4.1 แหล่งที่เก็บตัวอย่างที่พบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย (ต่อ)

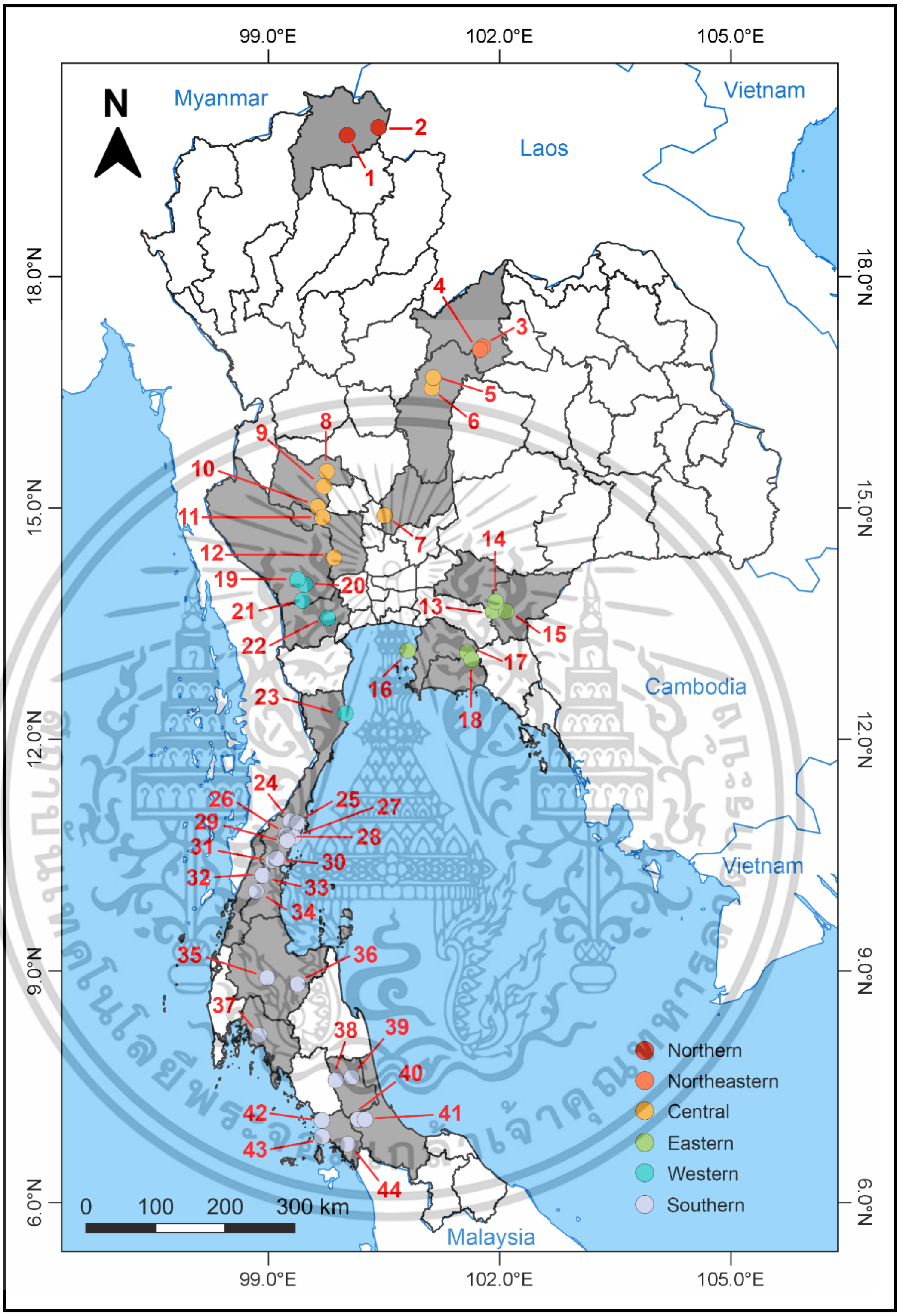
ลำดับที่	ภูมิภาค	จังหวัด	พื้นที่ที่ทำการสำรวจ	การได้มาซึ่งตัวอย่าง		รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
				สำรวจด้วยตัวเอง	ได้รับ			
23	ตะวันตก	ประจวบคีรีขันธ์	เขากะโหลก ต.ปากน้ำปราณ อ.ปราณบุรี	✓		WKL01	07/03/2023	12°20’12.8” N 99°59’57.6” E
24	ใต้	ชุมพร	วัดถ้ำชัยพฤกษ์คีรีวรรณ์ ต.เขาไชยราช อ.ปะทิว		✓	SSW01	29/06/2023	10°56’46.8” N 99°17’19.7” E
25	ใต้	ชุมพร	สำนักสงฆ์ถ้ำเขาคราม ต.เขาไชยราช อ.ปะทิว	✓		SKC01	04/03/2023	10°55’04.3” N 99°22’24.8” E
26	ใต้	ชุมพร	สำนักสงฆ์ถ้ำพิสดาร ต.ทะเลทรัพย์ อ.ปะทิว	✓		SPD01	22/11/2023	10°45’41.8” N 99°13’47.5” E
27	ใต้	ชุมพร	วัดถ้ำเขาพลู ต.ชุมโค อ.ปะทิว	✓		SKP01	04/03/2023	10°43’50.5” N 99°19’13.6” E
28	ใต้	ชุมพร	วัดถ้ำทะเลทรัพย์ ต.ทะเลทรัพย์ อ.ปะทิว	✓		STL01-02	05/03/2023	10°42’44.7” N 99°14’44.3” E
29	ใต้	ชุมพร	สำนักสงฆ์ถ้ำศิลาวรรณ ต.ทะเลทรัพย์ อ.ปะทิว	✓		SSL01	04/03/2023	10°41’22.3” N 99°14’27.8” E
30	ใต้	ชุมพร	วัดถ้ำกระทิงทอง ต.ขุนกระทิง อ.เมือง	✓		STT01	21/11/2023	10°27’23.1” N 99°06’20.6” E
31	ใต้	ชุมพร	วัดถ้ำสิงห์ อ.ถ้ำสิงห์ อ.เมือง	✓		STS01	21/11/2023	10°25’30.7” N 99°03’34.0” E
32	ใต้	ชุมพร	สำนักสงฆ์ถ้ำน้ำทิพย์ ต.เขาทะลุ อ.สรี	✓		SNT01	14/05/2022	10°14’24.7” N 98°55’27.7” E
33	ใต้	ชุมพร	ถ้ำธารน้ำลอดน้อย ต.สวี อ.สวี (เขาเทียนเหมินซาน)		✓	SMZ01	26/06/2021	10°13’48.1” N 98°56’38.1” E
	ใต้	ชุมพร	ถ้ำธารน้ำลอดน้อย ต.สวี อ.สวี (เขาเทียนเหมินซาน)	✓		SMZ02	06/03/2023	10°13’48.1” N 98°56’38.1” E
34	ใต้	ระนอง	ถ้ำหนัดได ต.ในวงเหนือ อ.ละอุ่น	✓		SND01	20/11/2023	10°01’53.2” N 98°50’30.3” E
35	ใต้	สุราษฎร์ธานี	สำนักสงฆ์ถ้ำเบื้องแบบ ต.บ้านทำเนียบ อ.ศีรีรัฐนิคม	✓		SBB01	08/05/2022	08°54’37.0” N 98°59’03.2” E
36	ใต้	สุราษฎร์ธานี	สำนักสงฆ์ประเสริฐ์นิมิตร ต.นาสาร อ.บ้านนาสาร	✓		SPZ01	13/05/2022	08°49’44.1” N 99°22’45.6” E
37	ใต้	กระบี่	ถ้ำพญานาค (วัดเทพประทาน) ต.ทับปริก อ.เมือง	✓		SPY01	17/11/2021	08°10’10.0” N 98°52’52.1” E
38	ใต้	พัทลุง	ถ้ำอุทกการาม ต.บ้านนา อ.ศรีนครินทร์	✓		SUT01	12/05/2022	07°34’49.1” N 99°52’25.8” E
39	ใต้	พัทลุง	วัดคูหาสวรรค์ ต.คูหาสวรรค์ อ.เมือง	✓		SSV01	12/05/2022	07°37’13.4” N 100°04’52.9” E
40	ใต้	สงขลา	ถ้ำศรีเกษร ต.เขาพระ อ.รัตภูมิ	✓		SKS01	11/05/2022	07°04’37.5” N 100°09’55.8” E
41	ใต้	สงขลา	วัดเขารักเกียรติ ต.กำแพงเพชร อ.รัตภูมิ	✓		SRK01	11/05/2022	07°04’26.7” N 100°15’07.4” E
42	ใต้	สตูล	ถ้ำเขาทะนาน ต.ทุ่งบุหลัง อ.ละงู		✓	STN01	21/06/2021	07°03’39.4” N 99°41’41.2” E
43	ใต้	สตูล	ถ้ำเขาใหญ่ ต.ปากน้ำ อ.ละงู		✓	SKY01	24/06/2021	06°51’09.4” N 99°41’43.6” E

ตารางที่ 4.1 แหล่งที่เก็บตัวอย่างที่พบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย (ต่อ)

ลำดับที่	ภูมิภาค	จังหวัด	พื้นที่ที่ทำการสำรวจ	การได้มาซึ่งตัวอย่าง		รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
				สำรวจด้วยตัวเอง	ได้รับ			
44	ใต้	สตูล	วัดถ้ำเขาน้อยโพธิญาณ ต.ควนโพธิ์ อ.เมือง		✓	SKN01	24/06/2021	06°45’09.9” N 100°01’46.7” E

ตารางที่ 4.2 แหล่งที่เก็บตัวอย่างที่ไม่พบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*

ลำดับที่	ภูมิภาค	จังหวัด	พื้นที่ที่ทำการสำรวจ	วันที่สำรวจ	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1	กลาง	สระบุรี	วัดถ้ำเทพนิมิตร ต.พุคำจาน อ.พระพุทธบาท	16/07/2022	14°39’26.6” N 100°59’16.6” E
2	ตะวันออก	จันทบุรี	วัดถ้ำแสงเทียน ต.พวา อ.แก่งหางแมว	04/12/2021	12°58’15.3” N 101°46’33.2” E
3	ตะวันออก	ปราจีนบุรี	วัดสามัคคีพัฒนาราม ต.สำพันตา อ.นาดี	05/12/2021	14°07’07.5” N 101°47’14.7” E
4	ตะวันออก	สระแก้ว	วัดโพธิ์บางคล้า ต.บางคล้า อ.บางคล้า	12/12/2021	13°43’17.2” N 101°12’07.7” E
5	ตะวันตก	กาญจนบุรี	ถ้ำแก้วกาญจนาภิเษก ต.เขาน้อย อ.ท่าม่วง	02/10/2022	13°57’18.4” N 99°35’18.1” E
6	ตะวันตก	กาญจนบุรี	วัดถ้ำพุทธาวาส (วัดถ้ำขุนแผน) ต.หนองบัว อ.เมือง	02/10/2022	14°03’12.4” N 99°25’23.6” E
7	ตะวันตก	กาญจนบุรี	สำนักสงฆ์ถ้ำตาหลี ต.ท่าล้อ อ.ท่าม่วง	06/12/2022	14°00’13.8” N 99°34’23.4” E
8	ใต้	สุราษฎร์ธานี	วัดถ้ำสิงขร ต.ถ้ำสิงขร อ.คีรีรัฐนิคม	18/11/2023	09°02’33.9” N 99°02’22.7” E
9	ใต้	สุราษฎร์ธานี	วัดป่ากาญจนดิษฐ์ ต.กะแดะ อ.กาญจนดิษฐ์	18/11/2023	09°08’30.0” N 99°28’15.6” E
10	ใต้	สุราษฎร์ธานี	สำนักสงฆ์ถ้ำวังบาดาล ต.บ้านทำเนียบ อ.คีรีรัฐนิคม	19/11/2023	08°54’29.9” N 98°57’03.9” E
11	ใต้	สุราษฎร์ธานี	สำนักสงฆ์ถ้ำแสงทอง ต.คลองศก อ.พนม	19/11/2023	08°54’09.3” N 98°34’19.6” E



รูปที่ 4.4 แผนที่สถานที่ที่พบเจอของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในประเทศไทย (กัญญาพร, 2567)

*หมายเหตุ: หมายเลข คือ ลำดับที่สถานที่ตามตารางที่ 4.1 แหล่งที่เก็บตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการจัดจำแนกหอยทากจิ๋วตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา

4.2.1 ผลของการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก

จากการจัดจำแนกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา เมื่อได้ทำการเก็บตัวอย่างจากสถานที่ต่าง ๆ ทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย นำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ดังรูปที่ 4.3 เป็นภาพตัวอย่างตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย หลังจากนั้นทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก ในบางสถานที่พบ 2-4 รูปแบบ มีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยจะแบ่งออกตามลักษณะรูปทรงเป็นอันดับแรก เนื่องจากเป็นลักษณะที่สังเกตได้ง่าย จากนั้นวัดขนาดความสูง ความกว้างของเปลือก และขนาดความสูง และความกว้างของปากเปลือกในหน่วยมิลลิเมตร (ตารางภาคผนวก ข ที่ 1-6) เพื่อจำแนกความแตกต่างตามขนาดเปลือกหอยที่มีจำนวนวงเปลือกหอยเท่ากัน เช่น ตัวอย่างจากถ้ำยายแม้น (เกาะสีชัง) จังหวัดชลบุรี เปรียบเทียบตัวอย่างจากวัดถ้ำเขามะกา จังหวัดสระแก้ว จะสังเกตได้ว่า ทั้งสองตัวอย่างมีวงเปลือกประมาณ 4 วง แต่มีขนาดที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง จึงจัดแบ่งเป็นคนละชนิด นอกจากนี้ สามารถใช้ลักษณะของลายวงเปลือกสุดท้าย และจำนวนเส้นของลายที่ปรากฏในการแยกความแตกต่าง รวมทั้งรูปทรง และลวดลายของฝาปิดเปลือกในการจัดกลุ่มได้อีกด้วย จากรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า สามารถแบ่งกลุ่มตามรูปทรงเปลือกหลัก ๆ ได้ทั้งหมด 4 รูปทรง ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 4.6 และรายละเอียดภาพรวมดังตารางที่ 4.3 โดยจะใช้ชื่อรหัสตัวอย่างเป็นตัวแทนในเขียนรูปแบบ ดังนี้

4.2.1.1 กลุ่มที่ 1 ทรงเหลี่ยม (Edge shape: A) มี 1 รูปแบบ (A1) คือ CPW02 จะมีลักษณะเป็นเหลี่ยมอย่างชัดเจน ในแต่ละวงเปลือกจะเห็นได้ว่า เป็นลักษณะเหลี่ยมที่ชัดเจน และมีเส้นนูนใหญ่ และหนา (Convex radial ribs) และมีเส้นนูนสูงอยู่ระหว่างเส้นนูนใหญ่ (Liae-style) มีสะดือ ปากเปลือกมีขนาดเล็ก ฝาปิดเปลือกมีสีส้ม และขนาดเล็กตามขนาดของปากเปลือก มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.4-2.4 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง

4.2.1.2 กลุ่มที่ 2 ทรงระหว่างกลมและเหลี่ยม (Body whorl slopes downward: B) มี 1 รูปแบบ (B1) คือ EYM01 โดยบริเวณวงเปลือกสุดท้ายจะมีลักษณะที่ลาดลง และสังเกตเห็นลายเส้นเป็นแนวเฉียงอย่างชัดเจนในบริเวณร่องเปลือกของวงเปลือกสุดท้าย ไม่มีสะดือ ปากเปลือกและฝาปิดเปลือกมีรูปร่างคล้ายกับสี่เหลี่ยมด้านขนาน (Rhombate shape) มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.7-2.0 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง

4.2.1.3 กลุ่มที่ 3 ทรงกรวยสูง (High conical shape: C) มี 2 รูปแบบ (C1-C2) เมื่อเปรียบเทียบกับรูปทรงอื่น ๆ จะเห็นความแตกต่างได้จากความสูง และความแคบของทรงเปลือกที่คล้ายกับกระสวย ในแต่ละวงเปลือกจะค่อนข้างกว้างมากกว่ารูปทรงอื่น ๆ มีสะดือ ฝาปิดเปลือกจะหนา และมี 2 ชั้น โดยชั้นที่ 1 คือฝาปิดเปลือก และชั้นที่ 2 เป็นชั้นหินปูน และผิวด้านหน้าของฝาปิดเปลือกมีลวดลายขดวนจากจุดศูนย์กลางเป็นวงกลม (Concentric) ซึ่งแบ่งออกตามลักษณะของลายบนวงเปลือกสุดท้าย (Last/body whorl) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รูปแบบที่ 1 มีลักษณะลายเส้นนูนต่ำ (Striae/spiral lines: C1) คือ CPW03 ลายเส้นจะนูนขึ้นมาจากเปลือกเล็กน้อย มี 1 ชนิด มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.5-3.4 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 4-5 วง

- รูปแบบที่ 2 มีลักษณะลายเส้นนูนแหลม (Carinae sculpture: C2) คือ WCA01 ลายเส้นจะมีลักษณะที่นูนออกมาจากเปลือกมากกว่าลายเส้นนูนต่ำคล้ายกับเลนส์เว้า มี 1 รูปแบบ มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.8-2.6 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 4-5 วง

4.2.1.4 กลุ่มที่ 4 ทรงกลมและรี (Globose/Ovate-conical shape: D) จะมีลักษณะกลมหรือรี อาจรวมไปถึงบริเวณปากเปลือก ซึ่งเป็นรูปทรงที่สามารถพบเจอได้ทั่วไป และมีจำนวนมากที่สุดเมื่อเทียบกับรูปทรงอื่น ๆ ซึ่งมี 4 กลุ่มย่อย แบ่งตามลักษณะลายเส้นบนวงเปลือกสุดท้าย ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 1 ลายเส้นนูนแหลม (D1) มี 1 รูปแบบ คือ CPW01 ทรงรี ลายเส้นวงเปลือกสุดท้ายมีลักษณะนูนแหลมอย่างชัดเจน มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.9-2.4 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 4-5 วง

กลุ่มย่อยที่ 2 ลายเกล็ด (Scalariform: D2) ลายเส้นรอบวงเปลือกจะมีลักษณะที่ยื่นออกมาจากเปลือกคล้ายกับเกล็ด มี 5 รูปแบบ (D2.1-2.5) ดังนี้

- รูปแบบที่ 1 คือ SMZ01 และ STT01 ทรงรี เอกลักษณ์เปลือกจะมีสีขาวถึงส้ม ยอดเปลือกสีส้ม จะเริ่มมีเกล็ดในวงเปลือกที่ 3 ลายเส้นจะมีความถี่มากกว่ารูปแบบอื่นในกลุ่มย่อยนี้ มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.8-2.2 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-5 วง (D2.1)

- รูปแบบที่ 2 คือ SNT01 ทรงรี จะเริ่มมีเกล็ดในวงเปลือกที่ 3 จะมีลายนูนต่ำแทรกระหว่างลายเส้นที่มีเกล็ด มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.0-2.4 มิลลิเมตร และวงเปลือกจำนวน 3-4 วง (D2.2)

- รูปแบบที่ 3 คือ SUT01 ทรงรี เปลือกจะมีสีน้ำตาล เริ่มมีเกล็ดในวงเปลือกที่ 3 ลายเส้นจะมีความถี่น้อยกว่ารูปแบบอื่น มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.8-2.0 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D2.3)

- รูปแบบที่ 4 คือ SKS01 และ SRK01 ทรงกลม จะมีขนาดของเปลือก และเกล็ดจะมีขนาดที่ใหญ่กว่ารูปแบบอื่น เริ่มมีเกล็ดในวงเปลือกที่ 2 มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.9-2.7 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D2.4)

- รูปแบบที่ 5 คือ SND01 จะมีลักษณะเป็นทรงรี มีขนาดกว้างของเปลือกน้อยกว่ารูปแบบอื่น เริ่มมีเกล็ดในวงเปลือกที่ 3 มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.0-2.3 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D2.5)

กลุ่มย่อยที่ 3 กลุ่มลายเส้นนูนต่ำ (Striae/spiral line sculpture: D3) มี 4 รูปแบบ (D3.1-D3.4) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รูปแบบที่ 1 คือ NPC01 และ NPL02 ทรงกลม ลายเส้นมีความถี่ที่ไม่สม่ำเสมอ มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.0-2.4 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D3.1)

- รูปแบบที่ 2 คือ CSB01 และ CKP01 ทรงรี ลายเส้นมีความถี่สม่ำเสมอ มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.8-2.2 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D3.2)

- รูปแบบที่ 3 คือ ECG02 ทรงกลม ลายเส้นจะค่อนข้างราบไปกับเปลือก ทำให้สังเกตลายเส้นได้ยาก มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.2-2.8 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D3.3)

- รูปแบบที่ 4 คือ SKN01 STN01 SPZ01 และ SSV01 ทรงกลม ลายเส้นจะมีความถี่สูงมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.1-2.6 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-5 วง (D3.4)

กลุ่มย่อยที่ 4 กลุ่มลายนูนสูง (Liae sculpture: D4) มีด้วย 10 รูปแบบ (D4.1-4.10) ดังนี้

- รูปแบบที่ 1 คือ EHY01 CTS01 CSM01 และ SMZ02 ทรงกลม มีขนาดเปลือกใหญ่มากกว่ารูปแบบอื่น ๆ และใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างทั้งหมดที่ศึกษา มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.2-3.5 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-5 วง ในตัวอย่าง CTS01 และ CSM01 จะมีผิวด้านหน้าของฝาปิดเปลือกมีลวดลายขดวนจากจุดศูนย์กลางเป็นวงกลม (D4.1)

- รูปแบบที่ 2 คือ EMK01 ECG01 แลพ EKB01 ทรงรี มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.0-2.9 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-5 วง (D4.2)

- รูปแบบที่ 3 คือ WKL01 SCW01 และ SKP01 ทรงรี บริเวณปากเปลือกจะมีลักษณะที่ลาดลงอย่างชัดเจน มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.0-2.5 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D4.3)

- รูปแบบที่ 4 คือ EPT01 NEPS01 NEDB01 STS01 และ CCL02 ทรงกลม ลายเส้นจะมีความถี่มากกว่ารูปแบบอื่น ๆ มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 2.0-2.5 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-5 วง (D4.4)

- รูปแบบที่ 5 คือ SKC01 NPL01 และ WTJ01 จะคล้ายกับ D4.4 แต่ลายเส้นจะมีความถี่น้อยกว่า มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.5-2.3 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-5 วง (D4.5)

- รูปแบบที่ 6 คือ WCD01 และ WST01 ทรงรี ปากเปลือกจะมีลักษณะเหมือนกับวงรีในแนวนอน มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.4-2.0 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D4.6)

- รูปแบบที่ 7 คือ CPW04 CPT01 และ CTM01 ทรงรี ลักษณะคล้ายกับ D4.5 แต่มีความถี่ของลายเส้นที่น้อยกว่า มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.8-2.4 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รูปแบบที่ 8 คือ SPD01 SSL01 และ STL02 ทรงรี ลักษณะคล้ายกับ D4.7 แต่มีขนาดที่เล็กกว่า มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.4-1.9 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D4.8)

- รูปแบบที่ 9 คือ NEDB02 SKY01 CCL01 และ NEPS02 ทรงรี คล้ายกับ D4.2 แต่มีขนาดที่เล็กกว่า มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.3-2.4 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-5 วง (D4.9)

- รูปแบบที่ 10 คือ NPC02 SBB01 และ SPY01 ทรงกลม มีขนาดของเปลือกที่เล็กที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างทั้งหมดที่ศึกษา มีขนาดความสูงเปลือกโดยเฉลี่ย 1.1-1.3 มิลลิเมตร และวงเปลือก จำนวน 3-4 วง (D4.10)

4.2.2 ผลของการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแผ่นฟัน

แรดูลาหรือแผ่นฟันของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ที่ได้ทำการศึกษาตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่า แรดูลามีเพียง 1 แบบ มีลักษณะเป็นแบบ Rhipidoglossate โดยลักษณะที่สังเกตได้จากภาพ SEM คือ เป็นแผ่นฟันแบบเกลียวขนาดยาว ซึ่งมี 2 เส้นเชื่อมกันด้วยแผ่นฟันบาง (รูปที่ 4.18F, 4.21F, 4.29F, 4.35F) โดยที่แผ่นฟันบางจะมีฟันกลาง (Central teeth) ขนาดเล็กอยู่ด้วยกัน 5 ซี่ มีฟันข้าง (Lateral teeth) 5 แถว และฟันริม (Marginal teeth) 2 แถว จะเห็นได้ว่าฟันกลางจะมีความสมมาตร และมีรูปทรงแบบสี่เหลี่ยมคางหมู ฟันข้างจะมีทั้งซี่ที่มีขนาดยาว และสั้นสลับกัน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกรงเล็บ โดย *G. quinquelirata* sp. nov. มี 9–13 ซี่ *G. kohsichangensis* sp. nov. มี 7–11 ซี่ *G. sagitta* sp. nov. และ *G. digitinota* sp. nov. มี 7–13 ซี่ ซึ่งฟันข้างในแต่ละแถวจะมีขนาดเล็กลงตั้งแต่ฟันข้างแถวแรกไปจนถึงข้างแถวที่ 5 ส่วนฟันริมจะมีลักษณะคล้ายกับกรงเล็บ โดยที่จะมีขนาดของซี่ฟันที่เท่ากัน *G. quinquelirata sp. nov. G. sagitta sp. nov.* และ *G. digitinota sp. nov.* มี 12–14 ซี่ และ *G. kohsichangensis sp. nov.* มี 14–18 ซี่ ดังนั้น สูตรฟันของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในการศึกษาครั้งนี้ คือ 2:5:1+1+1+1+1+1+1:5:2 หมายความว่า ฟันริม 2 แถว ต่อฟันข้าง 5 แถว ต่อฟันกลางขนาดเล็ก 5 ซี่ ต่อฟันข้าง 5 แถว ต่อฟันริม 2 แถว โดยปกติทั่วไปแล้ว แผ่นแรดูลาจะมีเพียงฟันกลางเพียง 1 ซี่ หรือไม่มีฟันกลาง ซึ่งในการรายงานสูตรฟันกลางในครั้งนี้ อธิบายถึงความแตกต่างลักษณะ และทิศทางที่สังเกตได้ในแต่ละซี่ โดยฟันกลางซี่ที่ 1 และ 2 โค้งไปทางขวา ฟันกลางซี่ที่ 3 เป็นปกติ และฟันกลางซี่ที่ 4 และ 5 โค้งไปทางซ้าย ลักษณะที่ปรากฏเช่นนี้แสดงให้เห็นถึงความไม่สมมาตรของฟันกลาง ซึ่งแผนฟันแรดูลาของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ทั้ง 4 ชนิดใหม่ที่กล่าวไว้ในข้างต้น มีความคล้ายคลึงกันมาก โดยความแตกต่างที่สังเกตได้มีเพียงจำนวน และขนาดของฟัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Haase และ Schilthuizen (2007) ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก และแผ่นฟันแรดูลาของ *G. filiasaulae* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่เพิ่งค้นพบใหม่ โดยเก็บรวบรวมจากภายในถ้ำหินปูนบนเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย จากการศึกษาพวกเขาสังเกตเห็นว่า ไม่มีฟันกลาง อย่างไรก็ตาม พวกเขาอาจค้นพบฟันลักษณะเหล่านี้ได้ยาก เนื่องจากฟันที่สังเกตเห็นมีเพียงด้านเดียวหรืออีกด้านหนึ่งใน

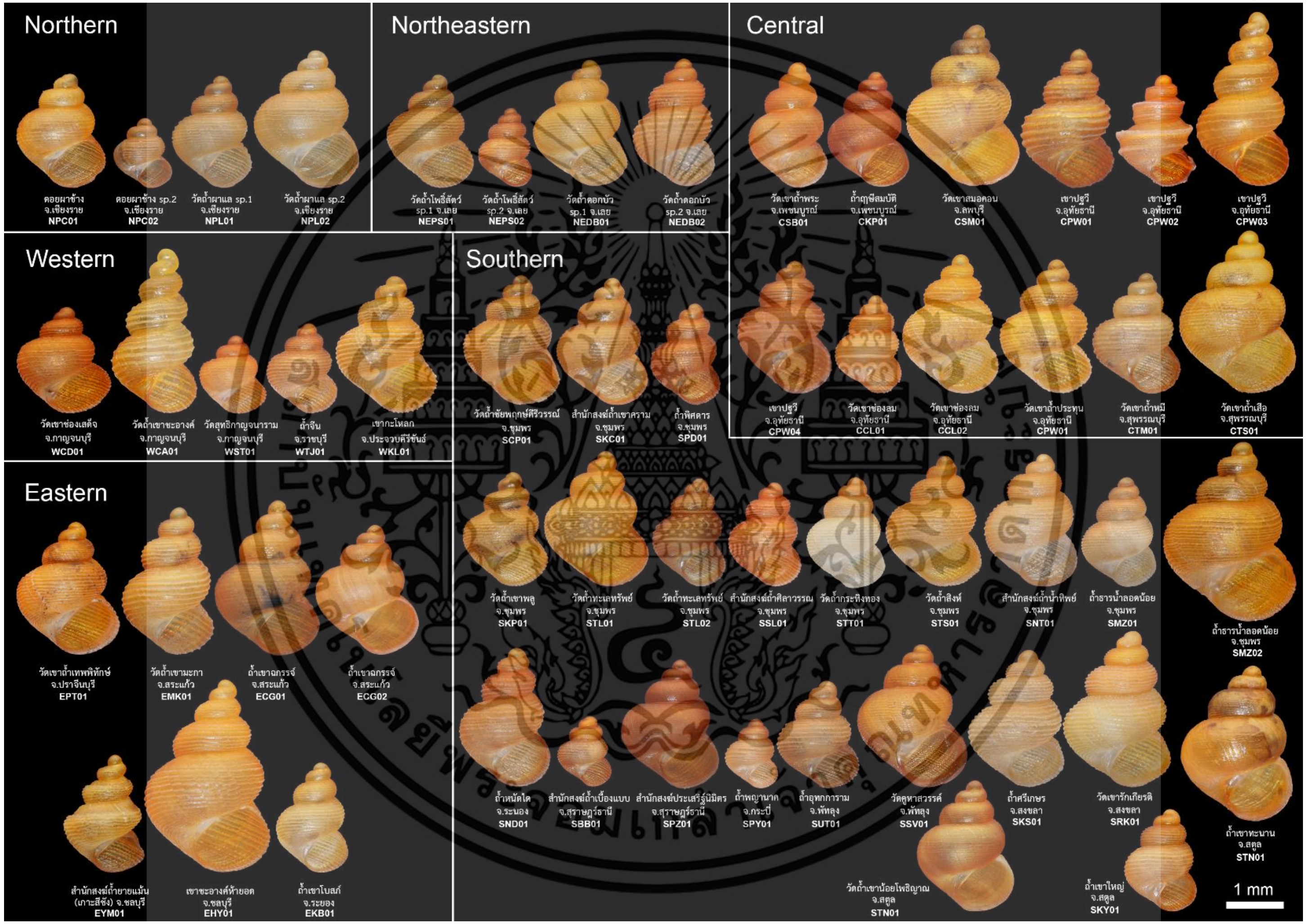
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ลักษณะเช่นนี้มีความคล้ายคลึงกับแผ่นฟันแรดูลาของหอยทากจิ๋วสกุล *Hydrocena* ซึ่งอยู่ในวงศ์เดียวกัน (Family Hydrocenidae Troschel, 1857) ซึ่งมีฟันกลางขนาดเล็ก 3 ซี่ โดยมีสูตรฟันแสดงเป็น $\infty 1:(1+1+1):1:\infty$ (Egorov 2005) คำอธิบายสำหรับแต่ละชนิด อยู่ในหัวข้อการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักของ ICZN ตามการจัดหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธาน (Systematics)

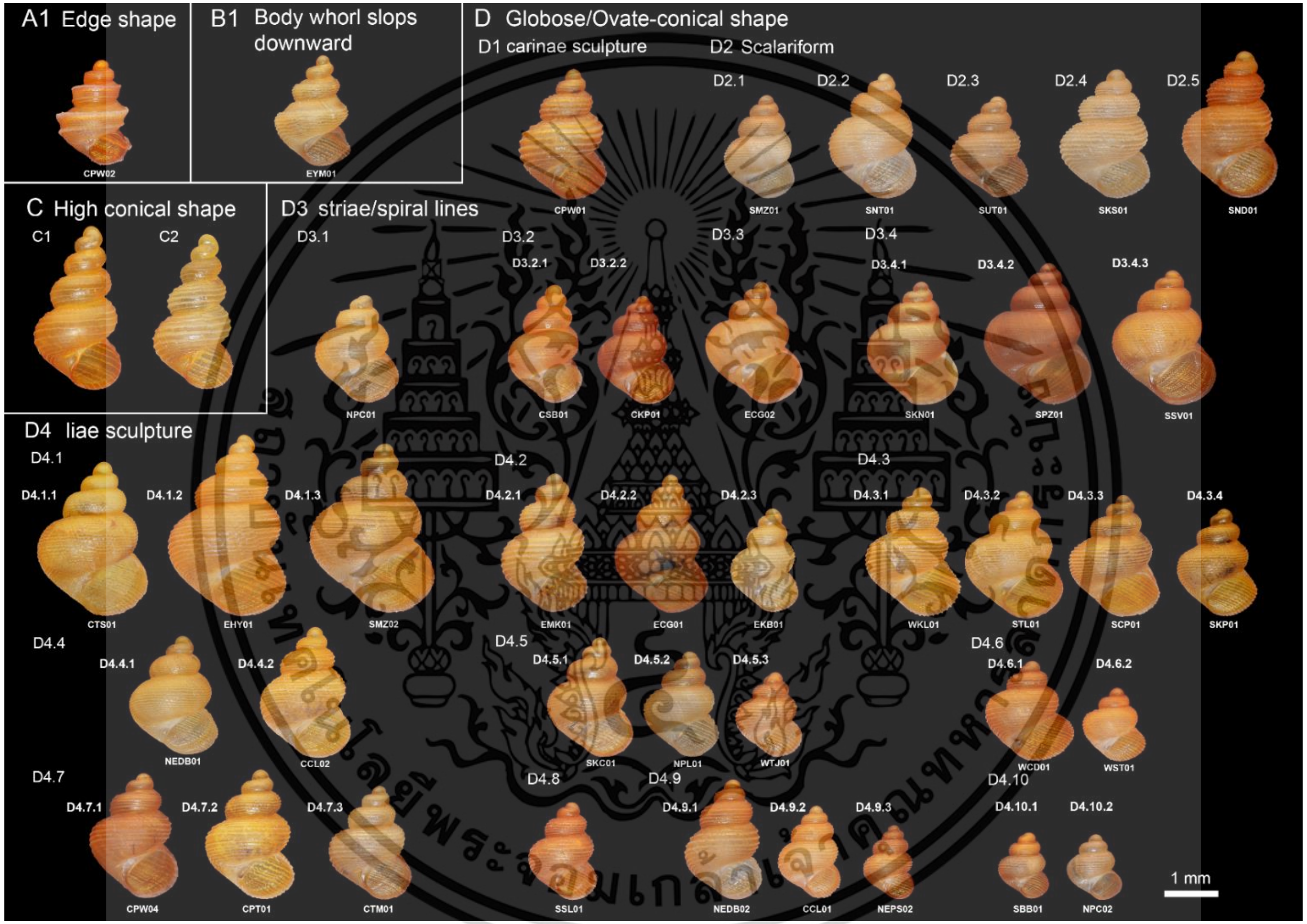
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกโดยรวมของแต่ละกลุ่ม จำนวน 43 รูปแบบ/สปีชีส์

Group			Isolate	Morphological characteristics					
				Shell Shape	Shell size		Teleconch sculpture	Operculum	
					in height (mm)	Whorl		Shape	Surface pattern
A	A1	-	CPW02	Edge	1.4-2.4	3-4	convex radial ribs, lirae-style	semi-rounded	paucispiral
B	B1	-	EYM01	Body whorl slightly downward	1.7-2.0	3-4	lirae-style	rhombate	paucispiral
C	C1	-	CPW03	High conical	2.5-3.4	4-5	lirae-style	semi-rounded	concentric
	C2	-	WCA01	High conical	1.8-2.9	4-5	carinae-style	semi-rounded	concentric
D	D1	-	CPW01	Ovate-conical	1.9-2.4	3-5	carinae-style, weak growth lines	semi-rounded	paucispiral
	D2.1	-	SMZ01, STT01	Ovate-conical	1.8-2.2	3-5	scalariform	semi-rounded	paucispiral
	D2.2	-	SNT01	Ovate-conical	2.0-2.4	3-4	scalariform, weak growth lines	semi-rounded	paucispiral
	D2.3	-	SUT01	Ovate-conical	1.8-2.0	3-4	scalariform	semi-rounded	paucispiral
	D2.4	-	SKS01, SRK01	Globose-conical	1.9-2.7	3-4	scalariform	semi-rounded	paucispiral
	D2.5	-	SND01	Ovate-conical	2.0-2.3	3-4	scalariform	semi-rounded	paucispiral
	D3.1	-	NPC01, NPL02	Globose-conical	2.0-2.4	3-4	striae or spiral lines	semi-rounded	paucispiral
	D3.2	D3.2.1-3.2.2	CSB01, CKP01	Ovate-conical	1.8-2.2	3-4	striae or spiral lines	semi-rounded	paucispiral
	D3.3	-	ECG02	Globose-conical	2.1-2.6	3-4	striae or spiral lines	semi-rounded	paucispiral
	D3.4	D3.4.1-3.4.3	SKN01, STN01, SPZ01, SSV01	Globose-conical	2.2-2.6	3-5	striae or spiral lines	semi-rounded	paucispiral
	D4.1	D4.1.1-D4.1.3	CSM01, CTS01, EHY01, SMZ02	Ovate-conical	2.2-3.5	3-5	lirae-style	semi-rounded	concentric, paucispiral
	D4.2	D4.2.1-4.2.4	EMK01, ECG01, EKB01	Ovate-conical	2.0-2.9	3-5	lirae-style	semi-rounded	paucispiral
	D4.3	D4.3.1-D4.3.3	WKL01, STL01, SCW01, SKP01	Ovate-conical	2.0-2.5	3-4	lirae-style	semi-rounded	paucispiral
	D4.4	D4.4.1-D4.4.2	SPT01, NEPS01, NEDB01, STS01, CCL02	Globose-conical	2.0-2.5	3-5	lirae-style	semi-rounded	paucispiral
	D4.5	D4.5.1-4.5.3	SKC01, NPL01,WTJ01	Ovate-conical	1.5-2.3	3-5	lirae-style	semi-rounded	paucispiral
	D4.6	D4.6.1-D4.6.2	WCD01, WST01	Ovate-conical	1.4-2.0	3-4	lirae-style	semi-rounded	paucispiral
	D4.7	D4.7.1-4.7.3	CPW04, CPT01, CTM01	Ovate-conical	1.8-2.4	3-4	lirae-style	semi-rounded	paucispiral
	D4.8	-	SPD01, SSL01, STL02	Ovate-conical	1.4-1.9	3-4	lirae-style	semi-rounded	paucispiral
	D4.9	D4.9.1-4.9.3	NEDB02, SKY01, CCL01, NEPS02	Ovate-conical	1.3-2.4	3-5	lirae-style	semi-rounded	paucispiral
	D4.10	D4.10.1-4.10.2	NPC02, SBB01, SPY01	Globose-conical	1.1-1.3	3-4	lirae-style	semi-rounded	paucispiral



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากทั้ง 6 ภูมิภาคในประเทศไทย จำนวน 55 รูปแบบ/สปีชีส์



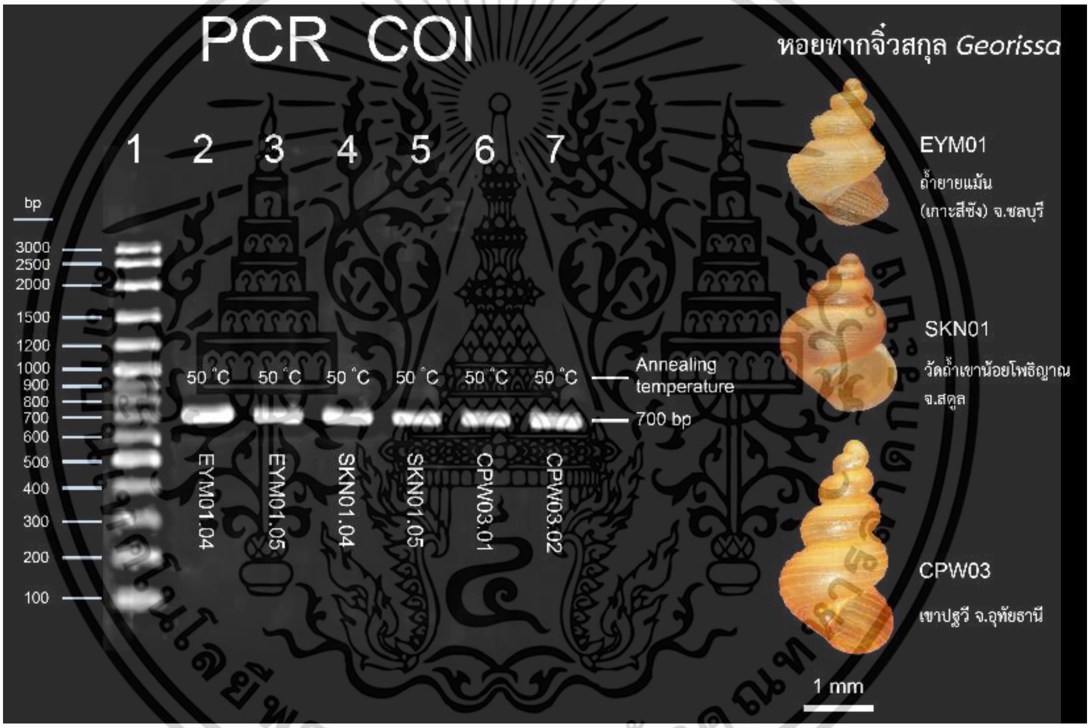
รูปที่ 4.6 การจำแนกกลุ่มตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 43 รูปแบบ/สปีชีส์

4.3 ผลการระบุชนิดหอยทากจิ๋วด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด

หลังจากการบ่งชี้หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ตามลักษณะสัณฐานวิทยา ซึ่งสามารถจัดจำแนกออกเป็นกลุ่ม โดยจะทำการสกัดดีเอ็นเอรูปแบบของหอยทากจิ๋วอย่างละ 1-2 ตัวอย่าง เพื่อให้การจัดจำแนกเป็นไปอย่างถูกต้อง และแม่นยำมากที่สุด จึงได้ทำการใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ดในการบ่งชี้สปีชีส์ (Identity) เพื่อเป็นข้อมูลประกอบงานวิจัย และยืนยันว่าใกล้เคียงกับฐานข้อมูลที่เป็นหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* มากน้อยเพียงใด โดยได้ทำการสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* และนำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอริเมอเรสหรือเทคนิคพีซีอาร์ (PCR) แล้วนำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพ และปริมาณด้วยวิธีเจลอิเล็กโทรโฟริซิส โดยในบริเวณ Cytochrome c oxidase subunit I (COI) ด้วยคู่ไพรเมอร์ LCO1490/HCO2198 ดังตัวอย่างรูปที่ 4.7 เป็นตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* มี 3 รูปแบบ ได้แก่ กลุ่มที่ 2 ทรงระหว่างกลมและเหลี่ยม (B1) จากถ้ำยายแม้น (เกาะสีชัง) จังหวัดชลบุรี ในหลุมที่ 2 (EYM01.03) และ 3 (EYM01.04) กลุ่มที่ 4 ทรงกลมที่มีลายเส้นนูนต่ำ (D3.4.1) จากวัดถ้ำเขาน้อยโพธิญาณ จังหวัดสตูล และกลุ่มที่ 3 ทรงกรวยสูงที่มีลายเส้นแบบนูนต่ำ (C1) จากเขาปฐวี จังหวัดอุทัยธานี พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ ซึ่งพบผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ 700 คู่เบส จากนั้นนำส่งตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์ที่บริษัท U2Bio ประเทศเกาหลี และนำลำดับนิวคลีโอไทด์ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) ในฐานข้อมูล NCBI (National Center for Biotechnology Information) เมื่อได้รับผลลำดับนิวคลีโอไทด์ จะไปทำการวิเคราะห์หาจุดจับไพรเมอร์บนลำดับนิวคลีโอไทด์ในแต่ละชนิดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* โดยใช้โปรแกรม BioEdit พบว่า ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ทราบขนาดแน่ชัด มีขนาดเท่า 709 คู่เบส ดังรูปที่ 4.8 เป็นตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* มี 4 รูปแบบ ดังนี้ ตัวอย่างกลุ่มที่ 4 ทรงกลมที่มีลายเส้นนูนแหลมจากเขาปฐวี จังหวัดอุทัยธานี (CPW01.01) มีค่าความเหมือน 84.88% ของสปีชีส์ *Georissa hungerfordi* ตรงกับ Accession MK505430 กลุ่มที่ 2 ทรงระหว่างกลมและเหลี่ยม (B1) จากถ้ำยายแม้น (เกาะสีชัง) จังหวัดชลบุรี (EYM01.03) มีค่าความเหมือน 85.88% ของสปีชีส์ *Georissa bauensis* ตรงกับ Accession MH033940 กลุ่มที่ 4 ทรงกลมที่มีลายเส้นนูนสูง (D4.2.1) จากวัดถ้ำเขามะกา จังหวัดสระแก้ว (EMK01.02) มีค่าความเหมือน 85.55% ของสปีชีส์ *Georissa anyiensis* ตรงกับ Accession MH033924 และกลุ่มที่ 4 ทรงกลมที่มีลายเส้นนูนต่ำ (D3.4.1) จากวัดถ้ำเขาน้อยโพธิญาณ จังหวัดสตูล (SKN01.05) มีค่าความเหมือน 86.50% ของสปีชีส์ *Georissa pyrrhoderma* ตรงกับ Accession MK811483 เมื่อเปรียบเทียบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* มี 4 รูปแบบ พบลำดับนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างกันทั้งหมด 156 ตำแหน่ง (ตารางที่ 4.4) คิดเป็น 22% จากทั้งหมด 709 คู่เบส แสดงว่าหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ทั้ง 4 รูปแบบนี้ มีความแตกต่างกันค่อนข้างสูง อาจเนื่องมาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา จึงส่งผลให้ลำดับนิวคลีโอไทด์แตกต่างกัน จากนั้นนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ในบางตัวอย่าง เมื่อสกัดดีเอ็นเอจากหอยทากจิ๋วแล้ว นำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ตำแหน่ง COI พบว่า ไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ โดยเฉพาะตัวอย่างจากทางภาคเหนือที่ได้รับการอนุเคราะห์ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงษ์รัตน์ ดำรงโรจน์วัฒนา ได้ผ่านการเก็บรักษาตัวอย่างสดในเอทานอลแอลกอฮอล์ 95% ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สูงเป็นเวลานานหลายปี จึงอาจส่งผลให้ดีเอ็นเอภายในตัวอย่างสดเสื่อมสภาพตามกาลเวลา เมื่อเทียบกับขนาดตัวอย่างสดที่มีขนาดความสูงเพียง 1-3 มิลลิเมตร โดยมีทั้งหมด 4 รูปแบบที่ไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ คือ รูปแบบที่ 1 ตัวอย่างจากดอยผาช้าง จังหวัดเชียงราย (NPC01) วัดถ้ำผาแล จังหวัดเชียงราย (NPL02) รูปแบบที่ 2 ตัวอย่างจากดอยผาช้าง จังหวัดเชียงราย (NPC02) และรูปแบบที่ 3 วัดเขาถ้ำประทุน จังหวัดอุทัยธานี (CPT01) ควรเก็บรักษาตัวอย่างสดไว้ในเอทานอลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นที่ 50%



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พีซีอาร์บริเวณ COI คู่ไพรเมอร์ LCO1490/HCO2198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน COI ของตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 4 รูปแบบ/สปีชีส์

ตำแหน่ง	รหัสตัวอย่างของตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (Isolate)			
	CPW01.01	EYM01.03	EMK01.02	SKN01.05
1	G	T	G	G
4	C	T	C	C
5	A	G	A	A
26	G	G	A	T
29	T	A	T	G
32	G	A	G	G
38	T	C	T	T
47	G	G	T	T
50	T	C	T	T
54	G	G	G	A
55	G	G	G	T
59	T	T	T	G
62	A	A	A	G
65	T	G	T	T
68	T	G	T	T
71	T	T	C	A
75	T	C	T	C
77	A	G	G	G
80	G	G	G	T
83	A	G	G	G
86	A	A	A	G
89	T	C	T	T
92	G	G	A	G
95	G	T	T	A
98	G	G	G	A
101	G	G	A	A
104	G	G	G	T
110	C	T	T	T
113	G	T	G	G
119	A	G	G	G
122	A	A	G	G
125	T	G	G	A
128	C	T	C	T
131	T	T	T	C
134	G	A	G	A
135	C	T	T	T
137	T	G	G	A
146	G	G	A	A
152	T	A	T	G
155	G	T	T	T
158	C	T	T	T
164	T	T	T	G
170	T	G	G	A
173	G	A	G	A
185	G	G	G	A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน COI ของตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 4 รูปแบบ/สปีชีส์ (ต่อ)

ตำแหน่ง	รหัสตัวอย่างของตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (Isolate)			
	CPW01.01	EYM01.03	EMK01.02	SKN01.05
188	G	G	T	T
194	A	T	G	T
197	A	A	G	G
200	G	A	G	G
203	T	T	C	T
209	T	T	T	G
221	G	G	A	G
224	G	A	A	G
227	T	T	G	T
230	C	T	T	T
233	G	G	G	A
237	T	C	C	T
239	A	T	A	A
242	T	T	T	G
248	T	G	G	G
251	T	C	T	T
257	G	T	T	T
260	C	T	T	T
263	T	T	A	T
267	C	C	T	T
269	G	A	G	G
278	A	A	A	G
281	A	G	G	A
288	T	C	C	C
290	G	T	T	T
293	A	A	G	G
296	G	C	G	G
302	G	T	T	A
305	A	A	G	G
308	G	T	T	T
314	G	A	G	G
315	T	T	C	T
323	T	G	T	T
326	T	T	T	G
332	A	T	T	T
335	G	A	G	G
338	G	C	C	T
341	G	G	G	T
344	T	G	G	C
347	G	G	T	T
350	C	G	G	T
353	T	T	G	G
356	G	G	G	A
359	G	A	T	A
365	T	C	T	T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน COI ของตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 4 รูปแบบ/สปีชีส์ (ต่อ)

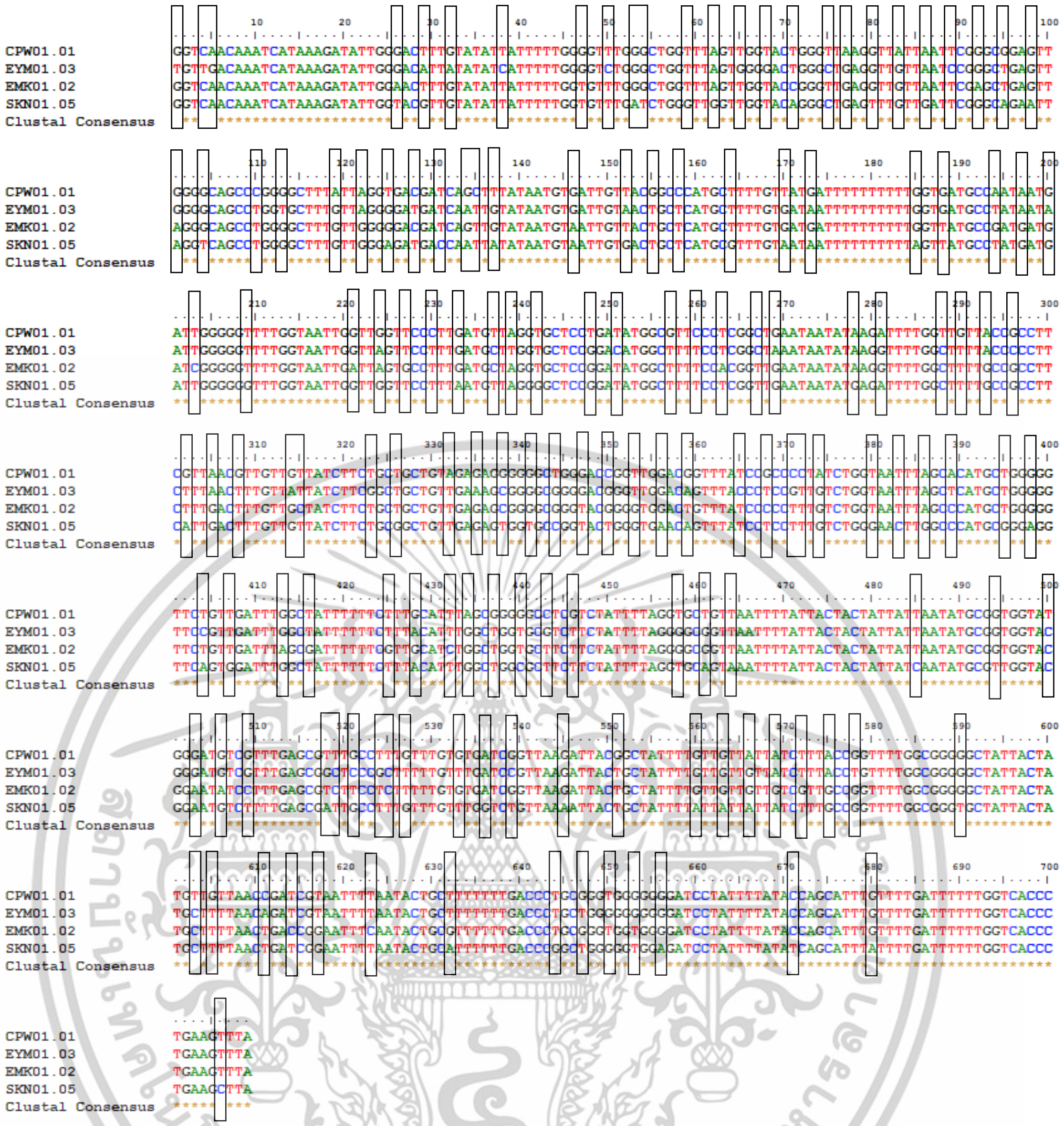
ตำแหน่ง	รหัสตัวอย่างของตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (Isolate)			
	CPW01.01	EYM01.03	EMK01.02	SKN01.05
368	G	T	C	T
371	C	G	T	T
372	C	T	T	T
374	A	G	G	G
380	T	T	T	G
383	T	T	T	C
386	A	A	A	G
389	A	T	C	C
395	T	T	T	G
398	G	G	G	A
404	T	C	T	A
407	T	T	T	G
413	G	G	A	G
416	T	T	G	T
425	T	T	G	T
428	G	A	G	A
432	T	T	C	T
434	A	G	G	G
437	G	T	T	T
440	G	T	T	C
443	C	G	T	T
446	G	T	T	T
458	T	G	G	T
461	T	G	G	A
464	T	T	T	A
485	T	T	T	C
494	G	G	G	T
500	T	C	C	C
503	G	G	A	A
506	G	G	A	G
509	G	G	C	T
518	T	G	T	A
519	T	C	C	T
521	G	C	T	G
524	T	G	T	T
525	T	C	C	T
527	G	T	T	G
533	G	T	G	T
536	A	A	A	G
539	G	C	G	T
545	G	G	G	A
551	G	T	T	T
560	G	G	G	A
563	G	G	G	A
566	A	G	G	A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน COI ของตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 4 รูปแบบ/สปีชีส์ (ต่อ)

ตำแหน่ง	รหัสตัวอย่างของตัวอย่างหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (Isolate)			
	CPW01.01	EYM01.03	EMK01.02	SKN01.05
569	A	A	G	A
572	T	T	G	T
575	A	A	G	G
578	G	T	G	G
590	G	G	G	T
603	T	C	C	C
605	G	T	T	T
611	C	A	T	T
614	T	T	C	T
617	T	T	G	G
623	T	T	C	T
632	T	T	G	A
644	T	T	T	G
647	G	T	G	T
650	T	G	T	G
653	G	G	T	T
656	G	G	G	A
671	C	C	C	T
680	G	G	G	A
706	T	T	T	C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีนตำแหน่ง COI ของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 4 รูปแบบ/สปีชีส์ ด้วยโปรแกรม BioEdit
*หมายเหตุ: กรอบสีดำแสดงถึงลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ต่างกัน

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมด 63 ลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยแบ่งออกเป็น หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากประเทศมาเลเซียทั้งหมด 10 สปีชีส์ (Khalik และ 2018, 2019a, 2019b) รวมทั้งหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในงานวิจัยนี้ทั้งหมด และหอยสกุลอื่น ๆ 2 สปีชีส์ ได้แก่ *Diplommatina centralis* และ *Plectostoma concinnum* เพื่อให้เป็นกลุ่มอื่น ๆ (Outgroups) ลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมดฝากไว้ใน GenBank ดังตารางที่ 4.5 โดยขนาดลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม มีขนาดเท่ากับ 601 คู่เบส จากผลลัพธ์ของโปรแกรม jModelTest 2 พบว่า การเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของยีน COI ตามค่า Bayesian Information Criterion (BIC) คือ แบบจำลอง General Time Reversible (GTR) แบบจำลองนี้รวมการแปรผันของอัตราในแต่ละไซต์ โดยใช้ Gamma distribution (G) และ Proportion of invariable sites (I) รวมด้วยกัน จากแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ดังรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 Clade โดย Clade A เป็นหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากประเทศมาเลเซียทั้งหมด 10 สปีชีส์ และหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 32 สปีชีส์ ซึ่งจะแยกกลุ่มออกจากหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากประเทศมาเลเซียอย่างชัดเจน (Monophyletic) Clade B เป็นหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในงานวิจัยนี้ 2 สปีชีส์ และ Clade C เป็นหอยสกุลอื่น ๆ 2 สปีชีส์ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาและดีเอ็นเอบาร์โค้ดได้ดีขึ้น จึงได้สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเฉพาะหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในงานวิจัยนี้ และหอยสกุลอื่น ๆ 2 สปีชีส์ เพื่อให้เป็นกลุ่มอื่น ๆ ทั้งหมด 53 ลำดับนิวคลีโอไทด์ มีขนาดเท่ากับ 649 คู่เบส ดังรูปที่ 4.10 พบว่า แบ่งออกได้เป็น 2 Clade โดย Clade A คือ หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในงานวิจัยนี้ และ Clade B เป็นหอยสกุลอื่น ๆ 2 สปีชีส์

ตารางที่ 4.5 ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใช้สำหรับการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

No.	Species	Accession number	Reference
1	*Georissa bauensis* isolate Q.006	MH033943	Khalik et al. 2018
2	*Georissa hadra* isolate LC.01	MH033896	Khalik et al. 2018
3	*Georissa hungerfordi* voucher I.002	MK505438	Khalik et al. 2019b
4	*Georissa kinabatanganensis* isolate K.002	MH033958	Khalik et al. 2018
5	*Georissa muluensis* isolate LGG.01	MH033893	Khalik et al. 2018
6	*Georissa nephrostoma* voucher Knep.001	MK505439	Khalik et al. 2019b
7	*Georissa niahensis* isolate GC.02	MH033880	Khalik et al. 2018
8	*Georissa pachysoma* voucher BSM2.03	MK505441	Khalik et al. 2019b
9	*Georissa sepulutensis* isolate Sca.002	MH033964	Khalik et al. 2018
10	*Georissa silaburensis* isolate SIG3.03	MH033948	Khalik et al. 2018
11	*Diplommatina centralis* isolate 4050	HM753339	Webster et al. 2012
12	*Plectostoma concinnum* voucher KPH01588.25	MH254006	Hendriks et al. 2019
13	*Georissa quinquelirata* sp. nov. isolate CPW01.01	PP844569	This study
14	*Georissa quinquelirata* sp. nov. isolate CPW01.03	PP844570	This study
15	*Georissa kohsichangensis* sp. nov. isolate EYM01.03	PP844571	This study
16	*Georissa kohsichangensis* sp. nov. isolate EYM01.04	PP844572	This study
17	*Georissa sagitta* sp. nov. isolate EMK01.01	PP844573	This study
18	*Georissa sagitta* sp. nov. isolate EMK01.02	PP844574	This study
19	*Georissa digitinota* sp. nov. isolate SKN01.04	PP844575	This study
20	*Georissa digitinota* sp. nov. isolate SKN01.05	PP844576	This study
21	*Georissa caeluma* sp. nov. isolate SMZ01.03	This study	This study
22	*Georissa caeluma* sp. nov. isolate SMZ01.04	This study	This study
23	*Georissa octoscalae* sp. nov. isolate SNT01.03	This study	This study

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

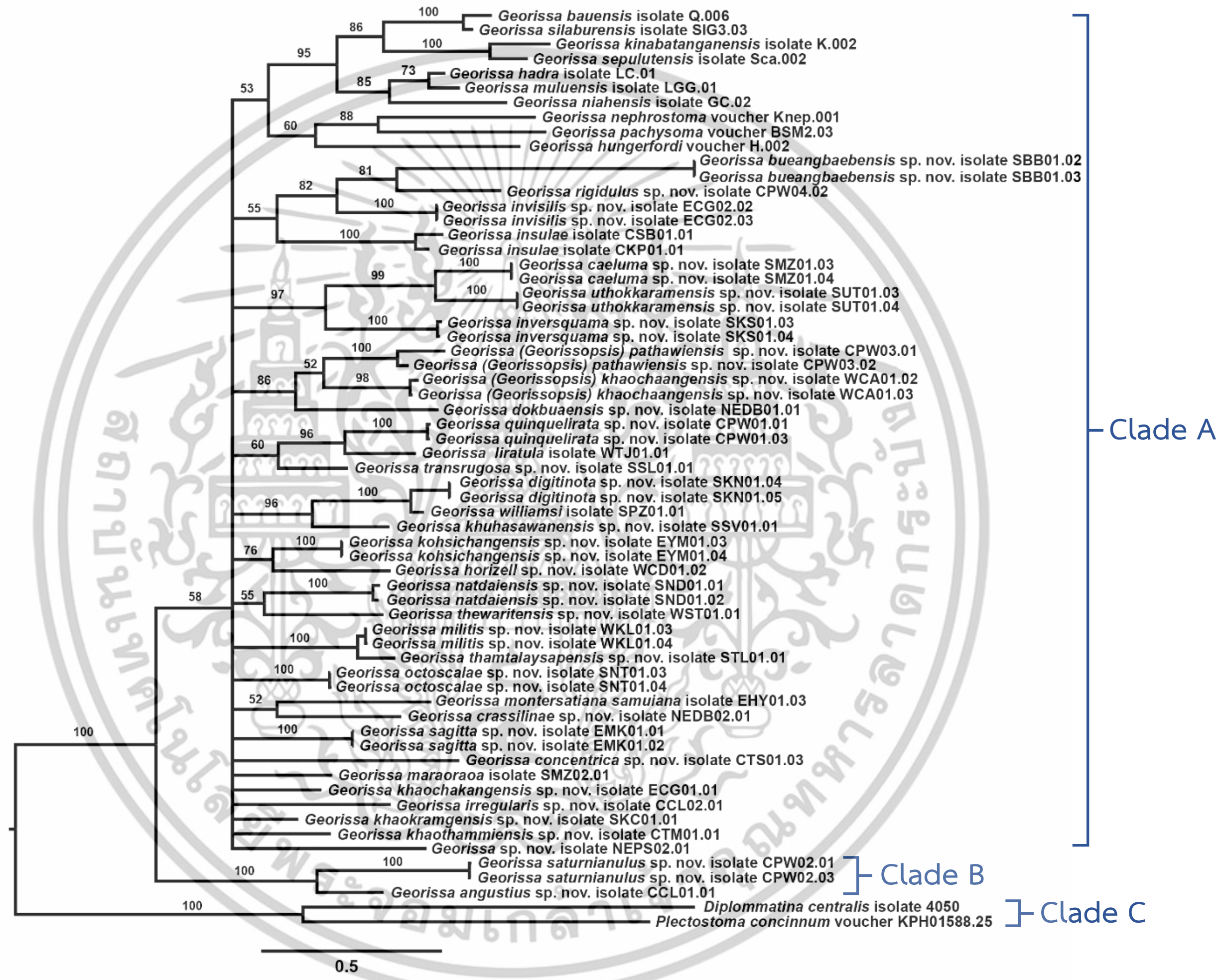
ตารางที่ 4.5 ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใช้สำหรับการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (ต่อ)

No.	Species	Accession number	Reference
24	*Georissa octoscalae* sp. nov. isolate SNT01.04	This study	This study
25	*Georissa saturnianulus* sp. nov. isolate CPW02.01	This study	This study
26	*Georissa saturnianulus* sp. nov. isolate CPW02.03	This study	This study
27	*Georissa monterosatiana samuiana* isolate EHY01.03	This study	This study
28	*Georissa militis* sp. nov. isolate WKL01.03	This study	This study
29	*Georissa militis* sp. nov. isolate WKL01.04	This study	This study
29	*Georissa* (*Georissopsis*) *khaochaangensis* sp. nov. isolate WCA03.02	This study	This study
30	*Georissa* (*Georissopsis*) *khaochaangensis* sp. nov. isolate WCA03.03	This study	This study
31	*Georissa insulae* isolate CSB01.01	This study	This study
32	*Georissa insulae* isolate CKP01.01	This study	This study
33	*Georissa invisilis* sp. nov. isolate ECG02.02	This study	This study
34	*Georissa invisilis* sp. nov. isolate ECG02.03	This study	This study
35	*Georissa uthokkaramensis* sp. nov. isolate SUT01.03	This study	This study
36	*Georissa uthokkaramensis* sp. nov. isolate SUT01.04	This study	This study
37	*Georissa* sp. nov. isolate SKS01.03	This study	This study
38	*Georissa* sp. nov. isolate SKS01.04	This study	This study
39	*Georissa* (*Georissopsis*) *pathawiensis* sp. nov. isolate CPW03.01	This study	This study
40	*Georissa* (*Georissopsis*) *pathawiensis* sp. nov. isolate CPW03.02	This study	This study
41	*Georissa* (*Georissopsis*) *khaochaangensis* sp. nov. isolate WCA01.02	This study	This study
42	*Georissa* (*Georissopsis*) *khaochaangensis* sp. nov. isolate WCA01.03	This study	This study
43	*Georissa bueangbaebensis* sp. nov. isolate SBB01.02	This study	This study
44	*Georissa bueangbaebensis* sp. nov. isolate SBB01.03	This study	This study
45	*Georissa rigidulus* sp. nov. isolate CPW04.02	This study	This study
46	*Georissa dokbuaensis* sp. nov. isolate NEDB01.01	This study	This study
47	*Georissa crassilinae* sp. nov. isolate NEDB02.01	This study	This study
48	*Georissa liratula* isolate WTJ01.01	This study	This study
49	*Georissa transrugosa* sp. nov. isolate SSL01.01	This study	This study
50	*Georissa williamsi* isolate SPZ01.01	This study	This study
51	*Georissa khuhasawanensis* sp. nov. isolate SSV01.01	This study	This study
52	*Georissa horizell* sp. nov. isolate WCD01.02	This study	This study
53	*Georissa natdaiensis* sp. nov. isolate SND01.01	This study	This study
54	*Georissa natdaiensis* sp. nov. isolate SND01.02	This study	This study
55	*Georissa thewaritensis* sp. nov. isolate WST01.01	This study	This study
56	*Georissa concentrica* sp. nov. isolate CTS01.03	This study	This study
57	*Georissa maraoraoa* isolate SMZ02.01	This study	This study

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

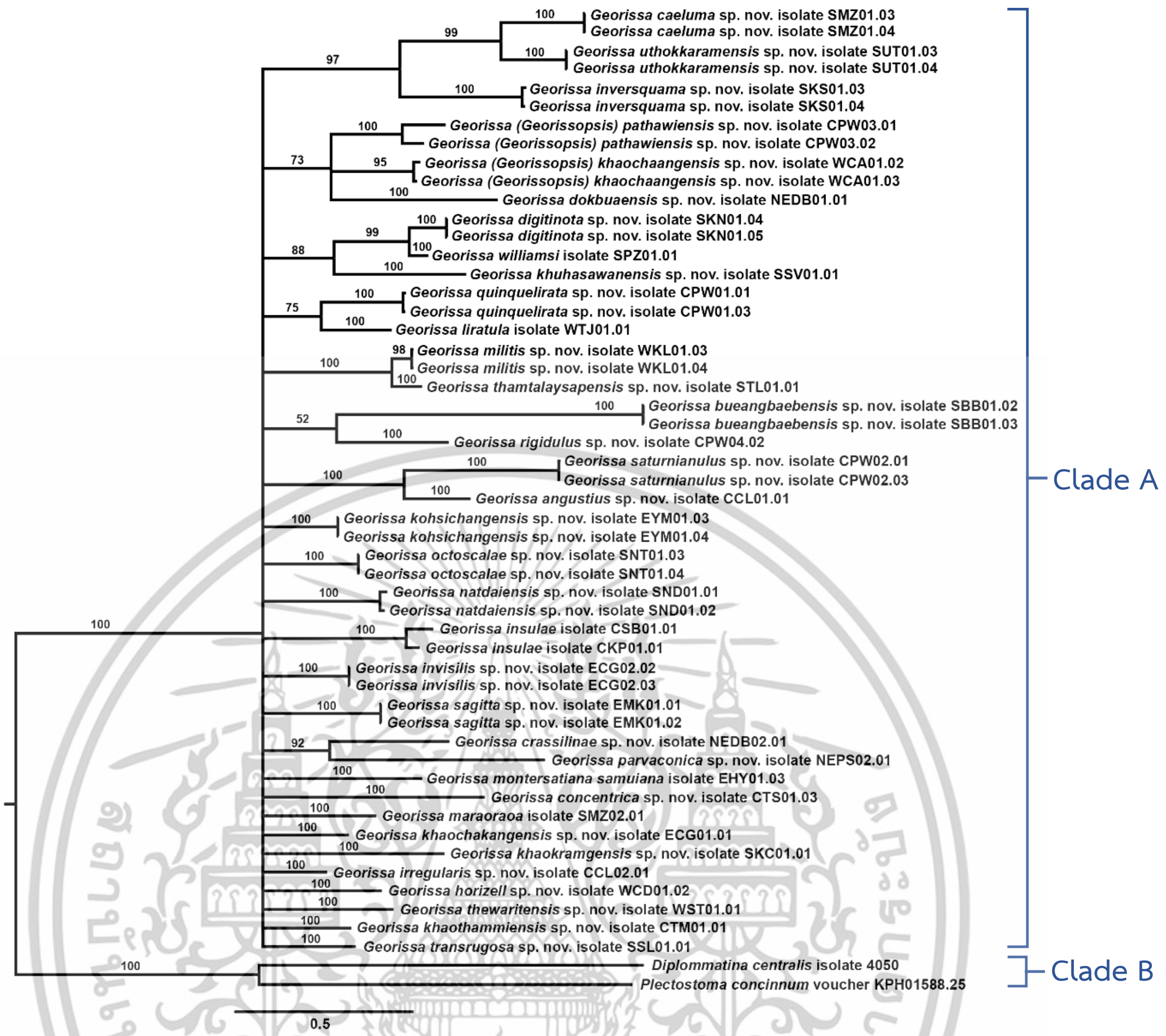
ตารางที่ 4.5 ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ใช้สำหรับการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (ต่อ)

No.	Species	Accession number	Reference
58	*Georissa khaochakangensis* sp. nov. isolate ECG01.01	This study	This study
59	*Georissa irregularis* sp. nov. isolate CCL02.01	This study	This study
60	*Georissa khaokramgensis* sp. nov. isolate SKC01.01	This study	This study
61	*Georissa khaothammiensis* sp. nov. isolate CTM01.01	This study	This study
62	*Georissa parvaconica* sp. nov. isolate NEPS02.01	This study	This study
63	*Georissa angustius* sp. nov. isolate CCL01.01	This study	This study



รูปที่ 4.9 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* โดยใช้ Bayesian inference แบบจำลอง GTR+G+I ของตำแหน่ง COI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเฉพาะหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากงานวิจัยนี้ โดยใช้ Bayesian inference แบบจำลอง GTR+G+I ของตำแหน่ง COI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการจัดหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธาน

หลังจากวิเคราะห์ผลการจัดจำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาและผลการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ร่วมกันตามแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ดังรูปที่ 4.11 จะเห็นได้ว่า สามารถแบ่งกลุ่มออกเป็น 15 กลุ่ม จำนวน 35 สปีชีส์ ซึ่งเป็นสปีชีส์ที่ได้รับการรายงานแล้ว จำนวน 5 สปีชีส์ จากจำนวน 6 รูปแบบ ได้แก่ *Georissa williamsi* Godwin-Austen, 1889 *, G. liratula* Stoliczka, 1871 *, G. insulae* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2019*, G. monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894 และ *G. maraoraoa* K. C. Emberton, 2004 และเป็นสปีชีส์ที่รายงานใหม่จำนวน 30 สปีชีส์ ซึ่งเป็นสกุล *Georissa* จำนวน 28 สปีชีส์ และสกุลย่อย *Georissopsis* จำนวน 2 สปีชีส์ และมี 4 สปีชีส์ที่ไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดได้ จึงใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในการระบุสปีชีส์ และมี 3 สปีชีส์ ที่ไม่สามารถระบุถึงสปีชีส์ เนื่องจากข้อมูลทางด้านสัณฐานวิทยาไม่เพียงพอ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้สามารถบ่งชี้สปีชีส์ใหม่ของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 34 สปีชีส์ ซึ่งจะรวบรวมสปีชีส์ดังตารางที่ 4.6 โดยหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จัดอยู่ในคลาส (Class) Gastropoda Cuvier, 1795 คือ หอยฝาเดียว คลาสย่อย (Subclass) Neritimorpha Golikov & Starobogatov, 1975 เป็นกลุ่มหอยทากที่มีฝาปิดเปลือกที่มีก้าน (Apophysis) วงศ์ Hydrocenidae คือ กลุ่มหอยทากจิ๋ว โดยมี *Georissa pyxis*, Benson 1856 เป็นต้นแบบหรือชนิดแรกของการริเริ่มตั้งชื่อสกุล *Georissa* ในการวัดขนาดของเปลือก และปากเปลือกจะได้ข้อมูลตารางภาคผนวก ข ที่ 1-6 เป็นข้อมูลประกอบคำอธิบายของแต่ละสปีชีส์ และตัวต้นแบบในแต่ละสปีชีส์จะถูกจัดรวบรวมเป็นรหัสคอลเลคชั่นของ Zoological Research Collection of Burapha University (ZRCBUU) ซึ่งในแต่ละสปีชีส์มีคำอธิบาย เรียงตามกลุ่มจากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด ดังต่อไปนี้

Group A เป็นกลุ่มที่ลายเส้นแบบขรุขระคล้ายเกล็ดอย่างชัดเจนตามแนววงเปลือก ประกอบด้วย *Georissa caeluma* sp. nov. (SMZ01), *G. uthokkaramensis* sp. nov. (SUT01) และ *G. inversquama* sp. nov. (SKS01) โดย *G. caeluma* sp. nov. (SMZ01) และ *G.* sp. nov. (SUT01) มีรูปทรงคล้ายกัน แต่ *G. uthokkaramensis* sp. nov. (SUT01) จะมีจำนวนเส้น และความถี่ของเส้นน้อยกว่า ส่วน *G. inversquama* sp. nov. (SKS01) จะขนาดเปลือกที่ใหญ่กว่า และมีเกล็ดที่เห็นได้ชัดเจนมากกว่า

Group B เป็นกลุ่มที่มีรูปทรงกรวยสูง ได้แก่ *Georissa (Georissopsis) pathawiensis* sp. nov. (CPW03) และ *G. (Georissopsis) khaochaangensis* sp. nov. (WCA01) ต่างกันที่ลักษณะลายเส้น โดยที่ *Georissa (Georissopsis) pathawiensis* sp. nov. (CPW03) เป็นลายเส้นแบบนูนต่ำ ในขณะที่ *G. (Georissopsis) khaochaangensis* sp. nov. (WCA01) เป็นลายเส้นแบบนูนแหลม และ *G. dokbuaensis* sp. nov. (NEDB01) ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ เนื่องจากลักษณะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัณฐานวิทยาของเปลือก และฝาปิดเปลือกแตกต่างจากทรงกรวยสูงอย่างชัด อาจจะต้องศึกษาเพิ่มเติมในส่วนอื่น ๆ เช่น แผ่นฟันแรดูลา อวัยวะภายใน เป็นต้น

Group C เป็นกลุ่มที่มีลักษณะลายเส้นเป็นแบบนูนต่ำ และมีความถี่ของเส้นค่อนข้างสูง โดยแบ่งออกเป็น *Georissa digitinota* sp. nov. (SKN01) และ *G. williamsi* (SPZ01) มีทรงเปลือกและลายเส้นเหมือนกัน ต่างกันที่ *G. digitinota* sp. nov. (SKN01) มีจำนวน และความถี่สูงกว่า และลักษณะเด่นของลายยอดบนสุดของเปลือก คือ ลายคล้ายรอยนิ้วมือ และ *G. khuhasawanensis* sp. nov. (SSV01) จะมีลายเส้นที่มีลักษณะแบนเรียบมากกว่า *G. digitinota* sp. nov. (SKN01) และ *G. williamsi* (SPZ01) ซึ่งทั้ง 3 สปีชีส์ อยู่ในภาคใต้เช่นเดียวกัน

Group D เป็นกลุ่มที่มีรูปทรงคล้ายกันเล็กน้อย ได้แก่ *Georissa quinquelirata* sp. nov. (CPW01) และ *G. liratula* (WTJ01) โดย *G. quinquelirata* sp. nov. (CPW01) จะมีขนาดเปลือกใหญ่กว่า และมีลักษณะลายเส้นเป็นแบบนูนแหลม

Group E มีจะลักษณะเป็นทรงกลม และลายเส้นแบบนูนต่ำเหมือนกัน คือ *Georissa militis* sp. nov. (WKL01) และ *G. thamtalaysapensis* sp. nov. (STL01) แตกต่างตรงที่ปากเปลือก *G. militis* sp. nov. (WKL01) ด้านขวามีความเฉียงลงในแนวทแยงมุม และมีความถี่ของลายเส้นน้อยกว่า

Group F มีรูปทรงเปลือกที่คล้ายกันเป็นทรงกลม และมีลายเส้นแบบนูนต่ำ คือ *Georissa bueangbaebensis* sp. nov. (SBB01) และ *G. rigidulus* sp. nov. (CPW04) แต่มีขนาดที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง

Group G เป็นกลุ่มที่มีลักษณะของฝาปิดเปลือกคล้ายกัน คือ มีขนาดเล็ก และมีสีส้ม บางและใส และมีสะดือ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ฝาปิดเปลือกของหอยทากสกุล *Georissa* จะมีสีขาว บางและใส ได้แก่ *G. saturnianulus* sp. nov. (CPW02) และ *G. angustius* sp. nov. (CCL01) คาดว่า อาจจะเป็นสกุลย่อย หรือสกุลใหม่ในอนาคต

Group H ทรงเปลือกมีลักษณะอยู่ระหว่างกลมและเหลี่ยม มีปากเปลือกและฝาปิดเปลือกคล้ายกับรูปทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือ *Georissa kohsichangensis* sp. nov. (EYM01)

Group I คือ *G. octoscalae* sp. nov. (SNT01) และ *G. natdaiensis* sp. nov. (SND01) ทรงรี และลายเส้นเป็นแบบขรุขระคล้ายเกล็ด โดยลายเส้นนูนต่ำอยู่ระหว่างลายเส้นแบบเกล็ดจำนวน 7-8 เส้น ซึ่งเกล็ดที่สังเกตเห็น อาจจะไม่ชัดเจนเท่ากับสปีชีส์ *Georissa caeluma* sp. nov. (SMZ01), *G. uthokkaramensis* sp. nov. (SUT01) และ *G. inversquama* sp. nov. (SKS01)

Group J ทรงรี และลายเส้นเป็นนูนต่ำ คือ *Georissa insulae* (CSB01 และ CKP01) และ *G. invisilis* sp. nov. ลายเส้นจะมีลักษณะนูนต่ำมากกว่าทุกสปีชีส์ในงานวิจัยครั้งนี้

Group K เป็นกลุ่มเป็นทรงรี และลายเส้นแบบนูนสูงเหมือนกัน คือ *Georissa sagitta* sp. nov. (EMK01) *G. crassilinae* sp. nov. (NEDB02) และ *G. parvaconica* sp. nov. (NEPS02) โดย *Georissa sagitta* sp. nov. (EMK01) มีขนาดเปลือกที่ใหญ่กว่าทั้ง 2 สปีชีส์ ลักษณะเด่นคือมีวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดบนยอดบนคล้ายกับเป้าธนู ส่วน *G. crassilinae* sp. nov. (NEDB02) และ *G. parvaconica* sp. nov. (NEPS02) ทั้งสองสปีชีส์อยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แตกต่างกันตรงที่ขนาดเปลือก และความถี่ของลายเส้น โดย *G.* sp. nov. (NEDB02) จะขนาดเปลือกใหญ่กว่า และมีความถี่ของลายเส้นที่น้อยกว่า

Group L ทรงกลม มีลายเป็นแบบนูนสูง มีขนาดเปลือกใหญ่ ได้แก่ *Georissa monterosatiana samuiana* (EHY01) ที่สุด เมื่อเทียบกับรูปแบบทางลักษณะสัณฐานวิทยาเปลือกทั้งหมด มีขนาดประมาณ 3.2-3.5 มิลลิเมตร ดังตารางภาคผนวก ข ที่ 4 *G. concentrica* sp. nov. (CTS01) ทรงกลม มีลายเป็นแบบนูนสูง และมีลายของฝาปิดเปลือกแบบขดวนตามรูปทรงจากจุดศูนย์กลางเป็นทรงกลมบนฝาปิดเปลือก (Concentric) และ *G. maraoraoa* (SMZ02) ทรงกลม ทรงกลม มีขนาดเปลือกใหญ่เป็นอันดับสองรองจาก *G. monterosatiana samuiana* (EHY01) มีขนาดประมาณ 2.2-3.1 มิลลิเมตร

Group M เป็นกลุ่มทรงรี/กลม และมีลายเส้นเป็นแบบนูนสูง คือ *Georissa khaochakangensis* sp. nov. (ECG01) ทรงคล้ายกับ *G. sagitta* sp. nov. (EMK01) แต่ลายเส้นของ *G. khaochakanensis* sp. nov. (ECG01) จะมีความชัดเจนน้อยกว่า *G. irregularis* sp. nov. (CCL02) มีความถี่ของเส้นที่สูง แต่ไม่มีความสม่ำเสมอ และ *G. khaokramensis* sp. nov. (SKC01) มีความถี่ของลายเส้นที่สม่ำเสมอ

Group N กลุ่มทรงกลม มีลายเส้นเป็นแบบนูนสูง และปากเปลือกขนาดความกว้างออกทางด้านขวาเหมือนกับทรงรีในแนวนอน *Georissa horizell* sp. nov. (WCD01) และ *G. thewaritensi* sp. nov. (WST01) โดย *G. horizell* sp. nov. (WCD01) แต่มีความกว้างของเปลือกที่มากกว่า

Group O กลุ่มทรงรี มีลายเส้นเป็นแบบนูนสูง คือ *Georissa khaothammiensis* sp. nov. (CTM01) และ *G. transrugorus* sp. nov. (SSL01) โดยที่ *G. khaothammiensis* sp. nov. (CTM01) จะสังเกตเห็นความชัดเจนของลายเส้น ส่วน *G. transrugorus* sp. nov. (SSL01) มีความถี่ของลายเส้นที่ไม่สม่ำเสมอ และบนยอดสุดมีลักษณะเป็นริ้วหรือเส้นในแนวนอน

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาและดีเอ็นเอบาร์โค้ด จะเห็นได้ว่า สามารถแบ่งแยกสปีชีส์ได้ โดยลักษณะสำคัญที่มีผลต่อการแยกสปีชีส์ มีดังต่อไปนี้

- รูปทรงและลวดลายบนวงเปลือกสุดท้าย เช่น Group C ที่มีลักษณะรูปทรงเปลือกและลักษณะของลวดลายที่ใกล้เคียงกัน

- ความมีลักษณะขรุขระคล้ายเกล็ด เช่น Group A ที่มีลักษณะเกล็ดที่เห็นได้อย่างชัดเจน ในขณะเดียวกัน ลักษณะเกล็ดใน Group I ไม่ชัดเจนเท่ากับ Group A

- รูปทรงปากเปลือก เช่น Group C Group D และ Group H ซึ่งทั้ง 3 กลุ่ม มีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่ใน Group C มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม Group D จะมีลักษณะที่ครึ่งวงรี และ Group H จะมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลักษณะของฝาปิดเปลือก เช่น Group B ที่เป็นทรงกรวยสูง (CPW03, WCA01) จะมีฝาปิดเปลือก 2 ชั้น ชั้นที่ 1 จะเป็นฝาเป็นเปลือกที่เป็นสารจำพวกไคติน และชั้นที่ 2 จะเป็นหินปูน ซึ่งจะมีลวดลายขดวนเป็นวงกลมจากจุดศูนย์กลาง Group F มีลักษณะโดยทั่วไปคือ เป็นลักษณะครึ่งวงกลมและลวดลายมีลักษณะขดวนจากด้านท้ายของฝาปิดเปลือก Group G มีฝาปิดเปลือกขนาดเล็ก และมีสีส้ม และ Group H จะมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน ซึ่งลักษณะของฝาปิดเปลือกอาจจะเป็นลักษณะสำคัญอีกหนึ่งลักษณะที่มีผลต่อการแยกสปีชีส์เป็นอย่างดี

- ลักษณะของลวดลายบนวงเปลือกแรก อาจจะไม่ได้ส่งเสริมหรือสนับสนุนในการแบ่งแยกสปีชีส์ใหม่เท่ากับลักษณะอื่น ๆ ดังข้างต้น

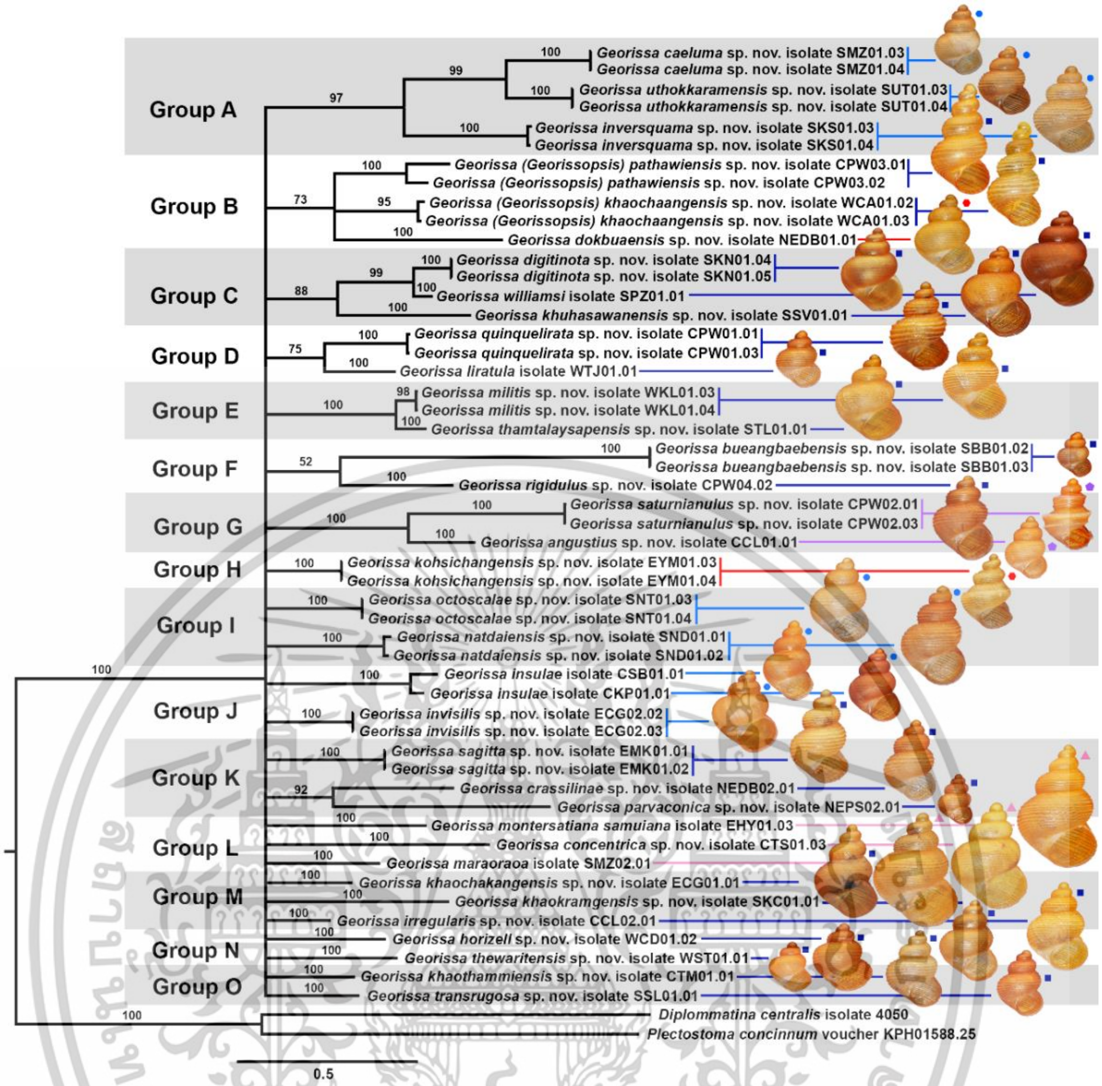
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 รายชื่อสปีชีส์ทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานและการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*

No.	Group	Species name	Morphological group	Publication			*หมายเหตุ
				Recorded	New	Unidentified	
1	A	*Georissa caeluma* sp. nov. (SMZ01.03)	D2.1		✓		
2		*Georissa uthokkaramensis* sp. nov. (SUT01)	D2.3		✓		
3		*Georissa inversquama* sp. nov. (SKS01)	D2.4		✓		
4	B	*Georissa (Georissopsis) pathawiensis* sp. nov. (CPW03)	C1		✓		
5		*Georissa (Georissopsis) khaochaangensis* sp. nov. (WCA01)	C2		✓		
6		*Georissa dokbuaensis* sp. nov. (NEDB01)	D4.4.1		✓		
7	C	*Georissa digitinota* sp. nov. (SKN01)	D3.4.1		✓		
8		*Georissa williamsi* (SPZ01)	D3.4.2	✓			
9		*Georissa khuhasawanensis* sp. nov. (SSV01)	D3.4.3		✓		
10	D	*Georissa quinquelirata* sp. nov. (CPW01)	D1		✓		
11		*Georissa liratula* (WTJ01)	D4.5.3	✓			
12	E	*Georissa militis* sp. nov. (WKL01)	D4.3.1		✓		
13		*Georissa thamtalaysapensis* sp. nov. (STL01)	D4.3.2		✓		
14	F	*Georissa bueangbaebensis* sp. nov. (SBB01)	D4.10.1		✓		
15		*Georissa rigidulus* sp. nov. (CPW04)	D4.7.1		✓		
16	G	*Georissa saturnianulus* sp. nov. (CPW02)	A1		✓		
17		*Georissa angustius* sp. nov. (CCL01)	D4.9.2		✓		
18	H	*Georissa kohsichangensis* sp. nov. (EYM01)	B1		✓		
19	I	*Georissa octoscalae* sp. nov. (SNT01)	D2.2		✓		
20		*Georissa natdaiensis* sp. nov. (SND01)	D2.5		✓		
21	J	*Georissa insulae* (CSB01)	D3.2.1	✓			
22		*Georissa insulae* (CKP01)	D3.2.2	✓			

ตารางที่ 4.6 รายชื่อสปีชีส์ทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานและการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* (ต่อ)

No.	Group	Species name	Morphological group	Publication			*หมายเหตุ
				Recorded	New	Unidentified	
23	J	*Georissa invisilis* sp. nov. (ECG02)	D3.3		✓		
24	K	*Georissa sagitta* sp. nov. (EMK01)	D4.2.1		✓		
25		*Georissa crassilinae* sp. nov. (NEDB02)	D4.9.1		✓		
26		*Georissa parvaconica* sp. nov. (NEPS02)	D4.9.3		✓		
27	L	*Georissa montersatiana samuiana* (EHY01)	D4.1.2	✓			
28		*Georissa concentrica* sp. nov. (CTS01)	D4.1.1		✓		
29		*Georissa maraoraoa* (SMZ02)	D4.1.3	✓			
30	M	*Georissa khaochakangensis* sp. nov. (ECG01)	D4.2.2		✓		
31		*Georissa khaokramgensis* sp. nov. (SKC01)	D4.5.1		✓		
32		*Georissa irregularis* sp. nov. (CCL02)	D4.4.2		✓		
33	N	*Georissa horizell* sp. nov. (WCD01)	D4.6.1		✓		
34		*Georissa thewaritensis* sp. nov. (WST01)	D4.6.2		✓		
35	O	*Georissa khaothammiensis* sp. nov. (CTM01)	D4.7.3		✓		
36		*Georissa transrugosa* sp. nov. (SSL01)	D4.8		✓		
37	-	*Georissa pecten* sp. nov. (NPC01)	D3.1		✓		จัดจำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา
38	-	*Georissa phalaensis* sp. nov. (NPL01)	D4.5.2		✓		จัดจำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา
39	-	*Georissa thampratunensis* sp. nov. (CPT01)	D4.7.2		✓		จัดจำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา
40	-	*Georissa doiphachangensis* sp. nov. (NPC02)	D4.10.2		✓		จัดจำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา
41	-	*Georissa* sp. (EKB01)	D4.2.3			✓	ข้อมูลไม่เพียงพอ เนื่องจากมีเพียงภาพดิจิตอล
42	-	*Georissa* sp. (SCP01)	D4.3.3.3			✓	ข้อมูลไม่เพียงพอ เนื่องจากมีเพียงภาพดิจิตอล
43	-	*Georissa* sp. (SKP01)	D4.3.3.4			✓	ข้อมูลไม่เพียงพอ เนื่องจากมีเพียงภาพดิจิตอล



รูปที่ 4.11 แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาและดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากงานวิจัยนี้ โดยใช้ Bayesian inference แบบจำลอง GTR+G+I ของตำแหน่ง COI จำนวน 35 รูปแบบ/สปีชีส์

*หมายเหตุ: เส้น/สี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน แสดงถึงความเหมือนกันของรูปทรงเปลือก

เส้น/วงกลมสีฟ้า แสดงถึงความเหมือนกันของลักษณะลายเส้นวงเปลือกสุดท้าย

เส้น/ห้าเหลี่ยมสีม่วง แสดงถึงความเหมือนกันของลักษณะฝาปิดเปลือก

เส้น/สามเหลี่ยมสีชมพู แสดงถึงขนาดของเปลือกที่ใกล้เคียงกัน

เส้น/หกเหลี่ยมสีแดง แสดงถึงความแตกต่างของทรงเปลือก

เลขหลังรูปเปลือก คือ กลุ่มที่แบ่งตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Systematics

Family Hydrocenidae Troschel, 1857

Subfamily Neritimorpha Koken, 1896

Genus *Georissa* Blanford, 1864

Type species. *Georissa pyxis*, Benson 1856, by original designation.

Group A

Georissa caeluma sp. nov. (SMZ01)

รูปที่ 4.12A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0914 (รูปที่ 4.12A). SH = 2.14 mm, SW = 1.45 mm, AH = 0.67 mm, AW = 0.82 mm, W = 4.25-4.5. ***Paratype.*** ZRCBUU 0915 (รูปที่ 4.12B-E) (10 shells); Shell measurements: SH = 1.87-2.15 mm (1.99±0.11 mm), SW = 1.30-1.48 mm (1.38±0.06 mm), AH = 0.59-0.72 mm (0.66±0.04 mm), AW = 0.75-0.84 mm (0.78±0.04 mm), W = 3.75-4.5 (all type material from type locality; 26 June 2021, P. Dumrongrojwattana leg).

Other material examined. Thailand, Tham Krathing Thong Monastery, Mueang Chumphon district, Chumphon Province, 10°27'23.1"N 99°06'20.6"E, 21 November 2023. ZRCBUU 0916 SH = 2.03 mm, SW = 1.43 mm, AH = 0.69 mm, AW = 0.81 mm, W = 4-4.25. ZRCBUU 0916 (3 shells); Shell measurements: SH = 1.86-2.00 mm (1.93±0.06 mm), SW = 1.38-1.44 mm (1.41±0.03 mm), AH = 0.61-0.69 mm (0.65±0.02 mm), AW = 0.78-0.82 mm (0.81±0.02 mm), W = 3.75-4

Type locality. Thailand, Tham Than Nam Lod Noi cave, Sawi district, Chumphon Province, 10°13'48.1"N 98°56'38.1"E.

Etymology. The specific designation “caeluma” is referring "Heaven's gate" of place name at the type locality.

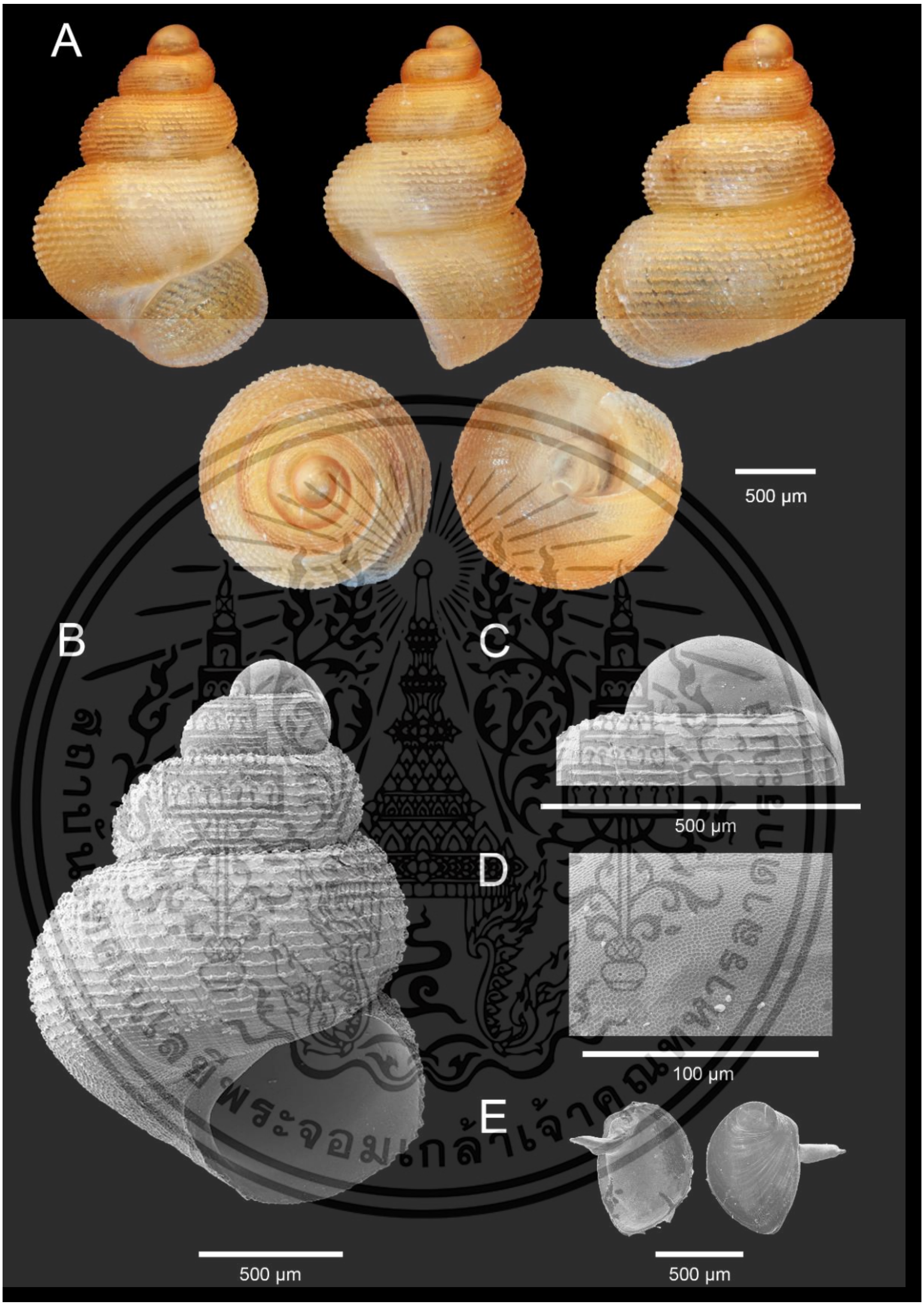
Diagnosis. Shell minute, ovately conical, whitish to orangish, protoconch round to slightly ellipsoid and rounded meshed sculpture. Body whorl peripherally rounded have about 10-12 prominent scalariform. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description. Shell minute, dextral, whitish to orangish, ovately conical with 4 – 4.25 whorls (รูปที่ 4.12A). Protoconch orange, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded meshed sculpture (รูปที่ 4.12C, D). Teleoconch white to orange, 3.25 – 3.5 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with 10-12 prominent scalariform, strong scaly start on the 3rd whorl. Basal part of body whorl with approximately 9-10 densely spaced spiral cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.12A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.12E).

Differential diagnosis. *Georissa caeluma* sp. nov. (SMZ01) resembles *Georissa uthokkaramensis* sp. nov. from Uthokkaram cave, Phatthalung Province. *Georissa uthokkaramensis* sp. nov. differs in having a more scaly (7-8 scales instead of 10-12 scales), stronger scales, and shell colour.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 Shell morphology of *Georissa caeluma* sp. nov. (SMZ01) **A.** Holotype ZRCBUU 0914. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0915. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group A

Georissa uthokkaramensis sp. nov. (SUT01)

รูปที่ 4.13A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0920 (รูปที่ 4.13A). SH = 1.83 mm, SW = 1.37 mm, AH = 0.63 mm, AW = 0.77 mm, W = 3.75-4. ***Paratype.*** ZRCBUU 0921 (รูปที่ 4.13B-E) (5 shells); Shell measurements: SH = 1.76-2.04 mm (1.95±0.18 mm), SW = 1.32-1.46 mm (1.38±0.06 mm), AH = 0.62-0.67 mm (0.64±0.02 mm), AW = 0.74-0.80 mm (0.78±0.04 mm), W = 3.75-4 (all type material from type locality; 12 May 2022, K. Klongklaew leg).

Type locality. Thailand, Uthokkaram cave, Srinakarin district, Phatthalung Province, 10°14'24.7"N 98°55'27.7"E.

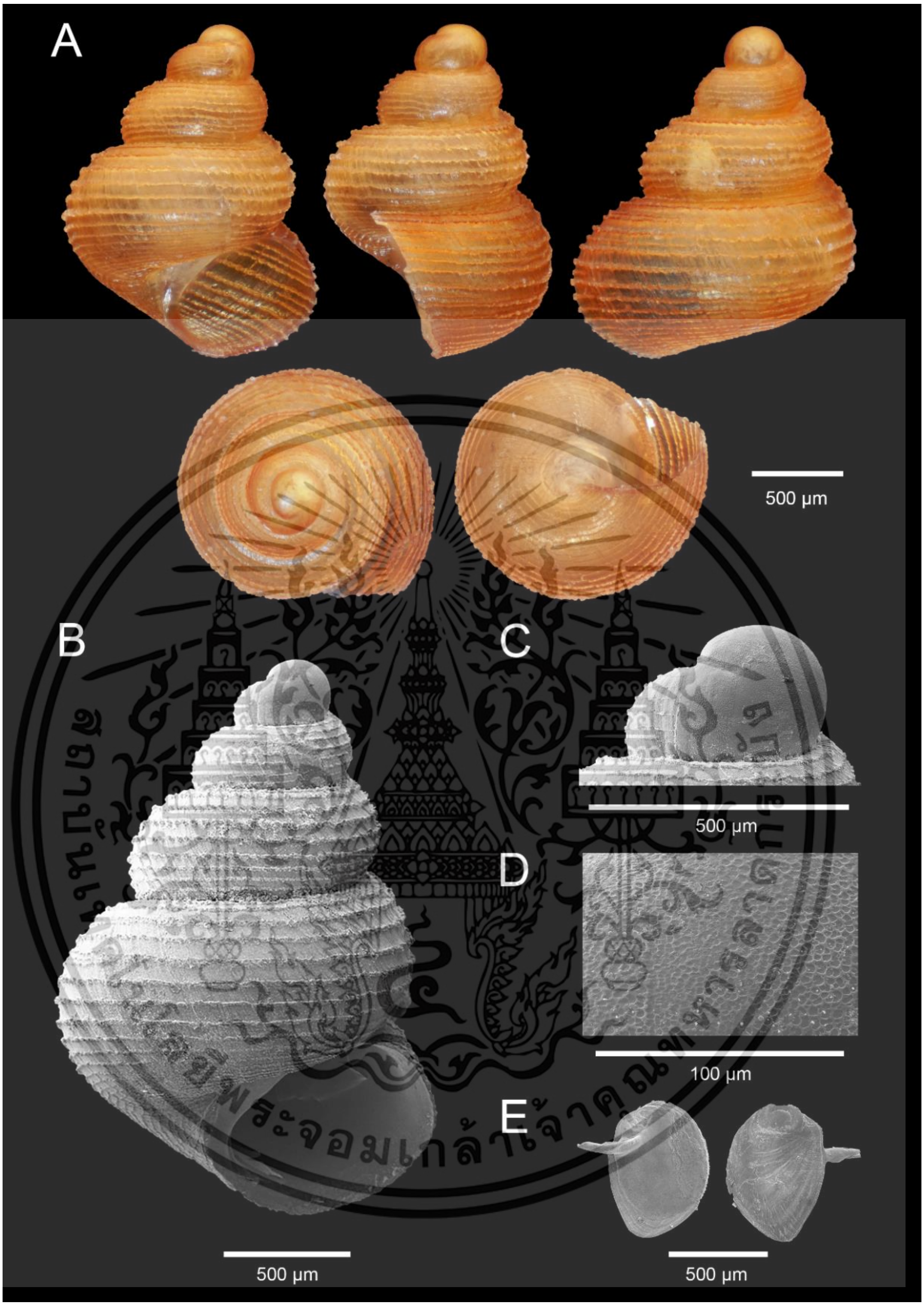
Etymology. This specific designation "*uthokkaramensis*" is a place referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orange to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and rounded meshed sculpture. Body whorl peripherally rounded have about 7-8 scalariform. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 3.75 – 4 whorls (รูปที่ 4.13A). Protoconch orange, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered rounded meshed sculpture (รูปที่ 4.13C, D). Teleoconch orangish to brownish, 2.75 – 3 whorls, above the shoulder flat and tapering towards the suture. Peripherally rounded with 7-8 prominent scalariform on the body whorl, strong scaly start on the 3rd whorl. Basal part of body whorl with approximately 9-10 densely spaced spiral cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.13A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.13E).

Differential diagnosis. *Georissa uthokkaramensis* sp. nov. (SUT01) resembles *Georissa caeluma* sp. nov. from Tham Than Nam Lod Noi cave, Chumphon Province. *Georissa caeluma* sp. nov. differs in having a less scaly (10-12 scales instead of 7-8 scales), weaker scales, shell colour, and shouldered whorls.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 Shell morphology of *Georissa uthokkaramensis* sp. nov. (SUT01) **A.** Holotype ZRCBUU 0920. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0921. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group A

Georissa inversquama sp. nov. (SKS01)

รูปที่ 4.14A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0922 (รูปที่ 4.14A). SH = 2.32 mm, SW = 1.62 mm, AH = 0.74 mm, AW = 0.90 mm, W = 4-4.25. ***Paratype.*** ZRCBUU 0923 (รูปที่ 4.14B-E) (7 shells); Shell measurements: SH = 1.94-2.35 mm (2.14±0.16 mm), SW = 1.41-1.66 mm (1.53±0.08 mm), AH = 0.66-0.78 mm (0.72±0.04 mm), AW = 0.81-0.94 mm (0.87±0.04 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 11 May 2022, K. Klongklaew leg).

Other material examined. Thailand, Rakkiat hill, Rattaphum district, Songkhla Province, 7°04'26.7"N 100°15'07.4"E, 11 May 2022. ZRCBUU 0924 SH = 2.67 mm, SW = 1.84 mm, AH = 0.86 mm, AW = 1.00 mm, W = 4.5-4.75. ZRCBUU 0925 (5 shells); Shell measurements: SH = 2.42-2.70 mm (2.14±0.16 mm), SW = 1.78-1.83 mm (1.81±0.03 mm), AH = 0.80-0.86 mm (0.82±0.02 mm), AW = 0.99-1.03 mm (1.01±0.01 mm), W = 4.25-5

Type locality. Thailand, Sri Kesorn cave, Rattaphum district, Songkhla Province, 7°04'37.5"N 100°09'55.8"E.

Etymology. This specific designation "*inversquama*" indicates the scalariform resemble scale under the chin of a chameleon.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and mix of rounded, ellipsoidal sculpture. Body whorl peripherally rounded have about 7-8 scalariform, strong scaly start on the 2nd whorl. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

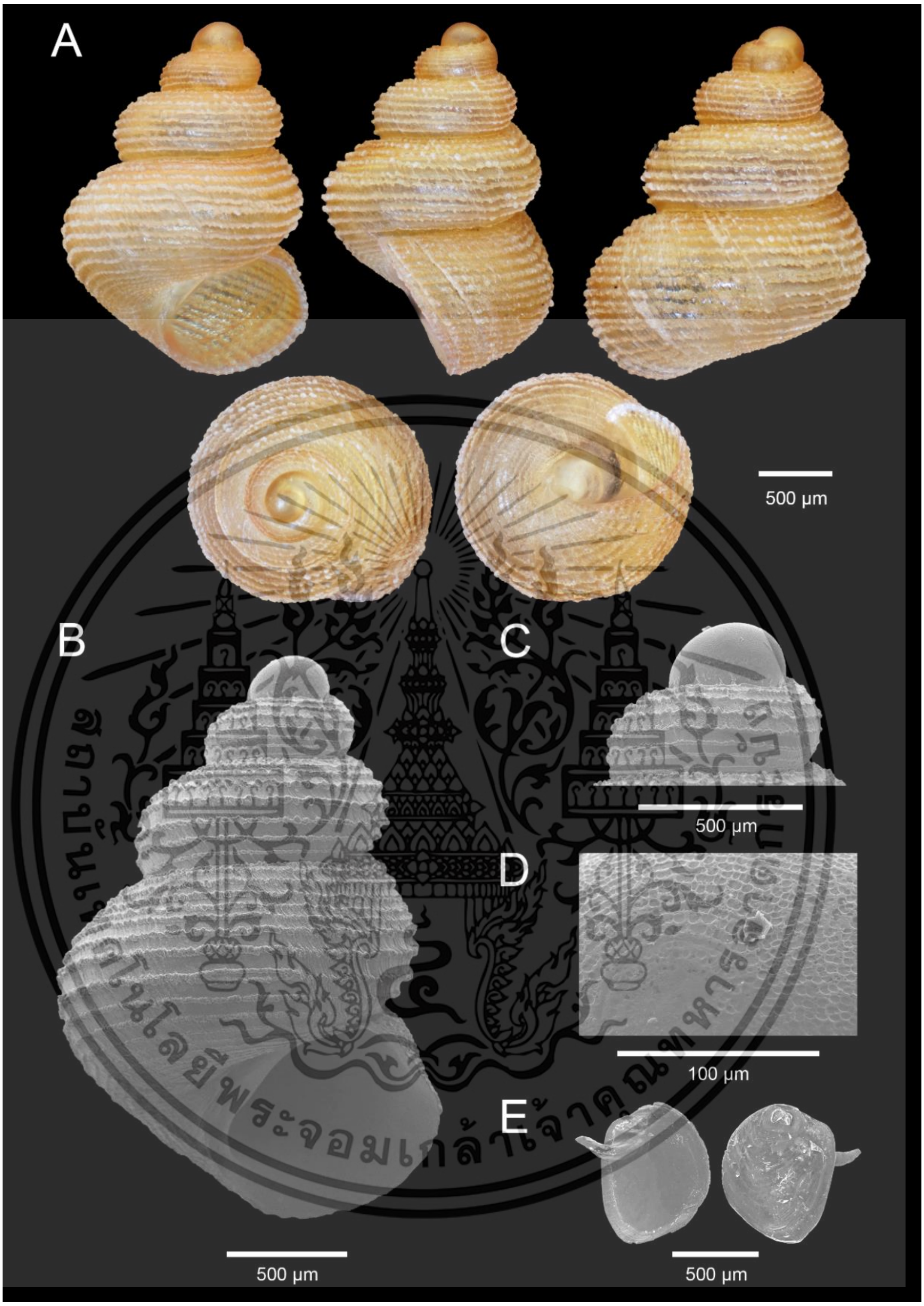
Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 4 – 4.25 whorls (รูปที่ 4.14A). Protoconch orangish to brownish, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with mix of rounded, ellipsoidal sculpture (รูปที่ 4.14C, D). Teleoconch orangish to brownish, 3 – 3.25 whorls. Peripherally rounded with 7-8 prominent scalariform on the body whorl, strong scaly start on the 2nd whorl. Basal part of body whorl with approximately 9-10 densely spaced spiral cords. Suture incised.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.14A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.14E).

Differential diagnosis. *Georissa inversquama* sp. nov. (SKS01) resembles *Georissa caeluma* sp. nov. from Tham Than Nam Lod Noi cave, Chumphon Province. *Georissa caeluma* sp. nov. differs in having a shell shape, less scaly (10-12 scales instead of 7-8 scales), stronger scales, and strong scaly start on the 3rd whorl.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 Shell morphology of *Georissa inversquama* sp. nov. (SKS01) **A.** Holotype ZRCBUU 0922. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0923. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group B

Georissa (*Georissopsis*) *pathawiensis* sp. nov. (CPW03)

รูปที่ 4.15A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0910 (รูปที่ 4.15A). SH = 2.45 mm, SW = 1.63 mm, AH = 0.80 mm, AW = 0.91 mm, W = 4.25-4.5. ***Paratype.*** ZRCBUU 0911 (รูปที่ 4.15B-E) (13 shells); Shell measurements: SH = 1.91-2.36 mm (2.10±0.15 mm), SW = 1.37-1.60 mm (1.46±0.07 mm), AH = 0.71-0.86 mm (0.78±0.06 mm), AW = 0.80-0.92 mm (0.86±0.04 mm), W = 3.75-4.5 (all type material from type locality; 25 February 2023, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Pathawi limestone hill, Thap Than district, Uthai Thani Province, 15°28'26.9"N 99°45'25.0"E.

Etymology. This specific designation *"pathawiensis"* is a district referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, high conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and irregular sculpture. Body whorl with 9-10 spiral lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus narrow. Operculum corneous with apophysis, concentric, opaque white, and semi-rounded.

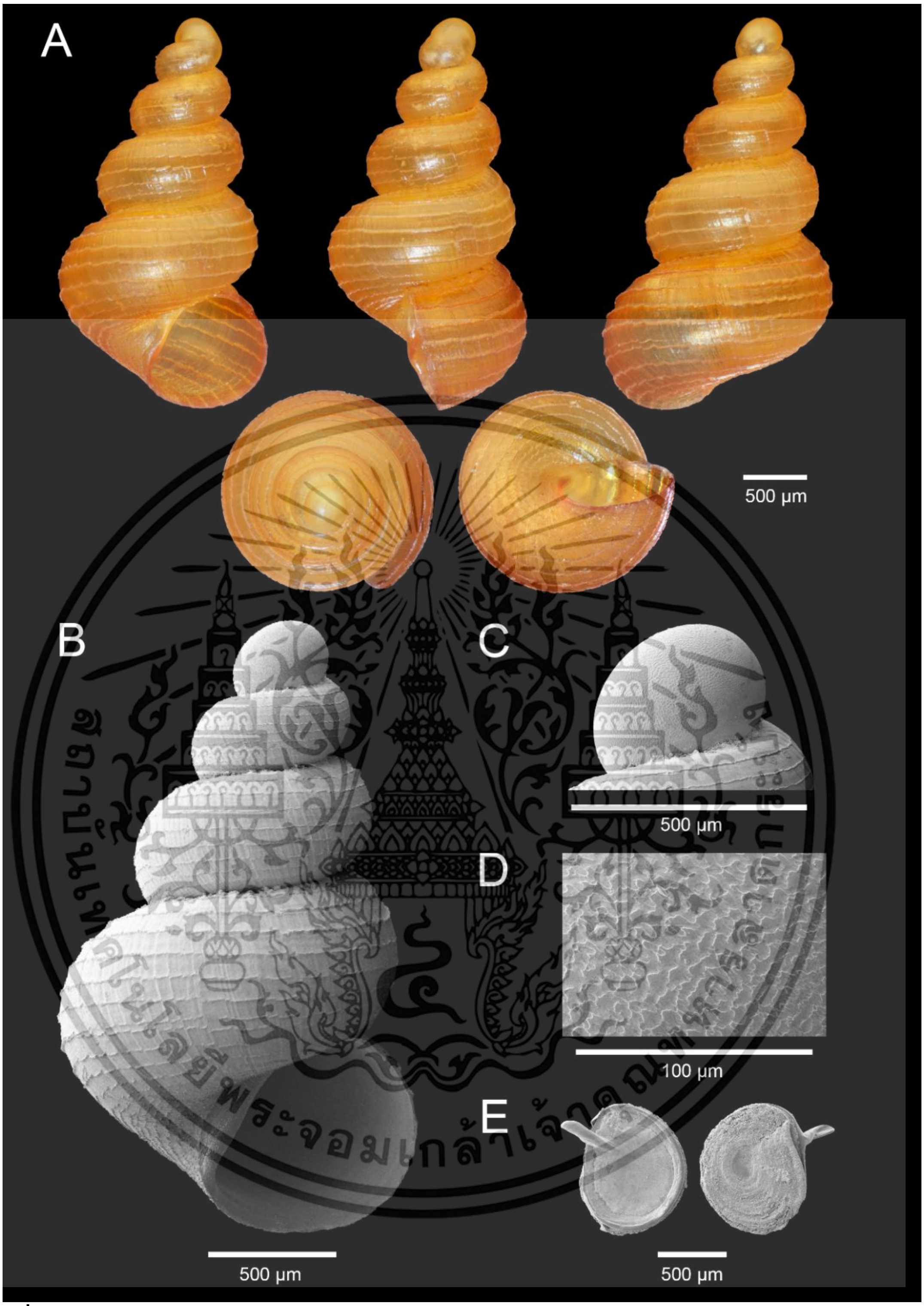
Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, high conical with 4.25-4.5 whorls (รูปที่ 4.15A). Protoconch orange, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with irregular sculpture (รูปที่ 4.15C, D). Teleconch orange 3.25-3.5 whorls. Sculptured with weak oblique growth lines, 9-10 prominent lirae, more densely spaced spiral cords, ca. 6-8 cords, at the basal part of the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus narrow (รูปที่ 4.15A, B). Operculum concentric, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded shape, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base, limestone plate on the inside surface (รูปที่ 4.15E).

Differential diagnosis. *Georissa* (*Georissopsis*) *pathawiensis* sp. nov. (CPW03) resembles *Georissa* (*Georissopsis*) *heudei* Pilsbry & Y. Hirase, 1908 from China. *Georissa*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Georissopsis*) *heudei* differs in having more lirae (more than 20 lirae instead of 9-10 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 Shell morphology of *Georissa* (*Georissopsis*) *pathawiensis* sp. nov. (CPW03) **A.** Holotype ZRCBUU 0910. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0911. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group B

Georissa (*Georissopsis*) *khaochaangensis* sp.nov. (WCA01)
รูปที่ 4.16A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0912 (รูปที่ 4.16A). SH = 2.45 mm, SW = 1.63 mm, AH = 0.80 mm, AW = 0.91 mm, W = 4.25-4.5. ***Paratype.*** ZRCBUU 0913 (รูปที่ 4.16B-E) (13 shells); Shell measurements: SH = 1.91-2.36 mm (2.10±0.15 mm), SW = 1.37-1.60 mm (1.46±0.07 mm), AH = 0.71-0.86 mm (0.78±0.06 mm), AW = 0.80-0.92 mm (0.86±0.04 mm), W = 3.75-4.5 (all type material from type locality; 25 February 2023, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Khao Cha-ang Cave Temple, Dan Makham Tia district, Kanchanaburi Province, 15°28'26.9"N 99°45'25.0"E.

Etymology. This specific designation "*khaochaangensis*" is a place referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, high conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and round to slightly ellipsoid, covered with mix of rounded. Body whorl with 5-6 carinae. Aperture semi-rounded. Umbilicus narrow. Operculum corneous with apophysis, concentric, opaque white, and semi-rounded.

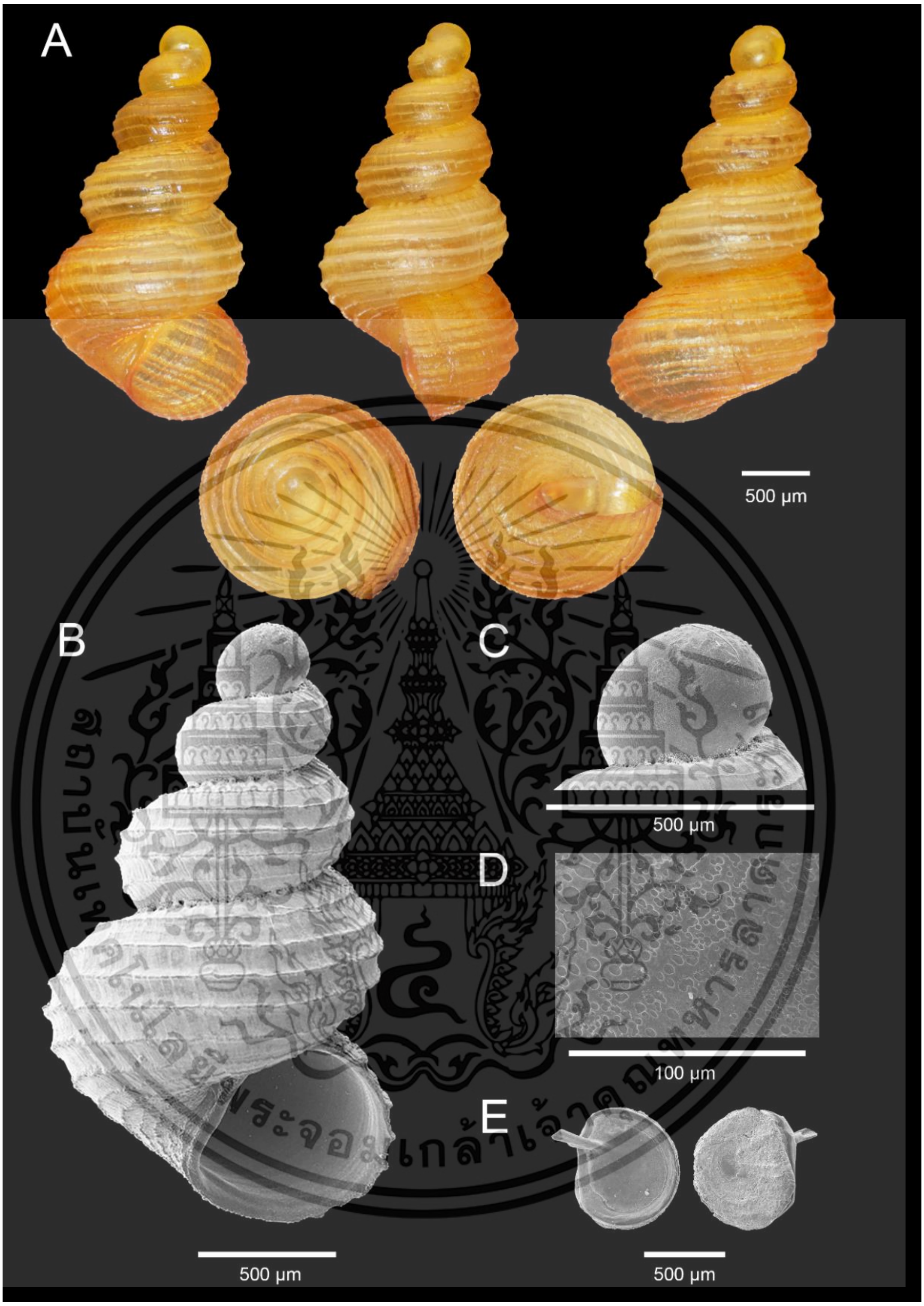
Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, high conical with 4.25-4.5 whorls (รูปที่ 4.16A). Protoconch orange, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with mix of rounded, ellipsoidal to irregular sculpture (รูปที่ 4.16C, D). Teleconch orange 3.25-3.5 whorls. Sculptured with weak oblique growth lines, 5-6 prominent carinae, more densely spaced spiral cords, ca. 4-6 cords, at the basal part of the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus narrow (รูปที่ 4.16A, B). Operculum concentric, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded shape, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base, limestone plate on the inside surface (รูปที่ 4.16E).

Differential diagnosis. *Georissa* (*Georissopsis*) *khaochaangensis* sp. nov. resembles *Georissa* (*Georissopsis*) *heudei* Pilsbry & Y. Hirase, 1908 from China. *Georissa*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Georissopsis*) *heudei* differs in having more lirae (more than 20 lirae instead of 5-6 carinae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 Shell morphology of *Georissa* (*Georissopsis*) *khaochaangensis* sp. nov. (WCA01) **A.** Holotype ZRCBUU 0912. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0913. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group B

Georissa dokbuaensis sp. nov. (NEDB01)

รูปที่ 4.17A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0968 (รูปที่ 4.17A); SH = 2.23 mm, SW = 1.68 mm, AH = 0.77 mm, AW = 0.99 mm, W = 3.75-4. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0969 (รูปที่ 4.17B-E) (5 shells); Shell measurements: SH = 2.00-2.10 mm (2.04±0.04 mm), SW = 1.47-1.59 mm (1.53±0.04 mm), AH = 0.70-0.74 mm (0.71±0.03 mm), AW = 0.89-0.94 mm (0.91±0.03 mm), W = 3.75-4.5 (all type material from type locality; 14 July 2022, K. Kanyaporn leg).

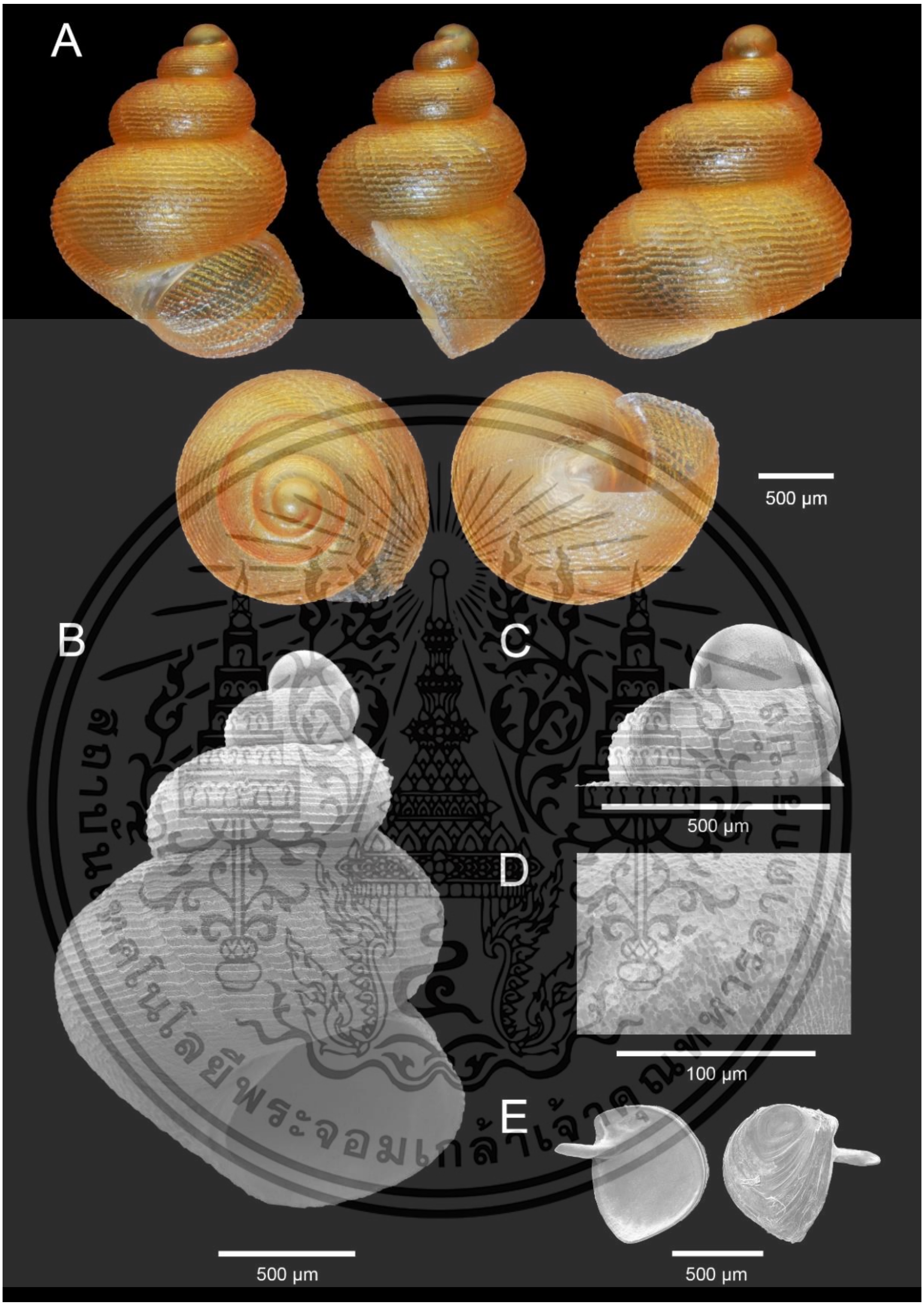
Type locality. Thailand, Tham Dokbua temple, Nong Hin district, Loei Province; 17°03'14.6"N, 101°44'43.3"E.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with ellipsoidal to irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 16-18 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 3.75-4.25 whorls (รูปที่ 4.17A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with ellipsoidal to irregular sculpture (รูปที่ 4.17C, D). Teleconch orange, consists of 3.75-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 16-18 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 10-12 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.17A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.17E).

Differential diagnosis. *Georissa dokbuaensis* sp. nov. (NEDB01) resembles *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879. *Georissa monterosatiana* differs in having a smooth protoconch, and less lirae (9–11 spiral lines instead of 16-18 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 Shell morphology of *Georissa dokbuaensis* sp. nov. (NEDB01) **A.** Holotype ZRCBUU 0968. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0969. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group C

Georissa digitinota Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 sp. nov. (SKN01) รูปที่ 4.18A-I

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0906 (รูปที่ 4.18A); SH = 2.27 mm, SW = 1.68 mm, AH = 0.85 mm, AW = 1.03 mm, W = 4.25-4.5. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0907 (รูปที่ 4.18B-I) (9 shells); Shell measurements: SH = 2.34-2.72 mm (2.46±0.12 mm), SW = 1.66-1.86 mm (1.76±0.06 mm), AH = 0.87-1.00 mm (0.93±0.04 mm), AW = 0.96-1.06 mm (1.00±0.04 mm), W = 4-4.5 (all type material from type locality; 24 June 2021, P. Dumrongrojwattana leg).

Other material examined. Thailand, Khao Thanan, Thung Wa district, Satun Province, 07°03'39.4"N 99°41'41.2"E, 21 June 2021. ZRCBUU 0936. SH = 2.61 mm, SW = 1.63 mm, AH = 0.79 mm, AW = 0.98 mm, W = 4.25-4.5. ZRCBUU 0937 (9 shells); Shell measurements: SH = 2.44-2.88 mm (2.65±0.14 mm), SW = 1.63-1.84 mm (1.70±0.07 mm), AH = 0.79-0.97 mm (0.87±0.05 mm), AW = 0.95-1.09 mm (0.99±0.07 mm), W = 4-4.5.

Type locality. Thailand, Khao Noi Bodhiyan Temple, Mueang Satun district, Satun Province; 06°45'24.2"N, 100°01'54.2"E.

Etymology. The specific designation "digitinota" is for the fingerprints-like sculpture on the protoconch.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and ellipsoidal to irregular sculpture with oval fingerprint-like indentation. Body whorl peripherally rounded with more than 30 spiral lines. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 4.25–4.5 whorls (รูปที่ 4.18A). Protoconch brownish consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with ellipsoidal to irregular sculpture and a large oval fingerprint-like indentation present (รูปที่ 4.18C, D). Teleconch, orangish to brownish, consists of 3.25-3.5 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with more than 30 spiral lines on the body whorl, crossed with very weak oblique growth lines at the basal part of the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp,

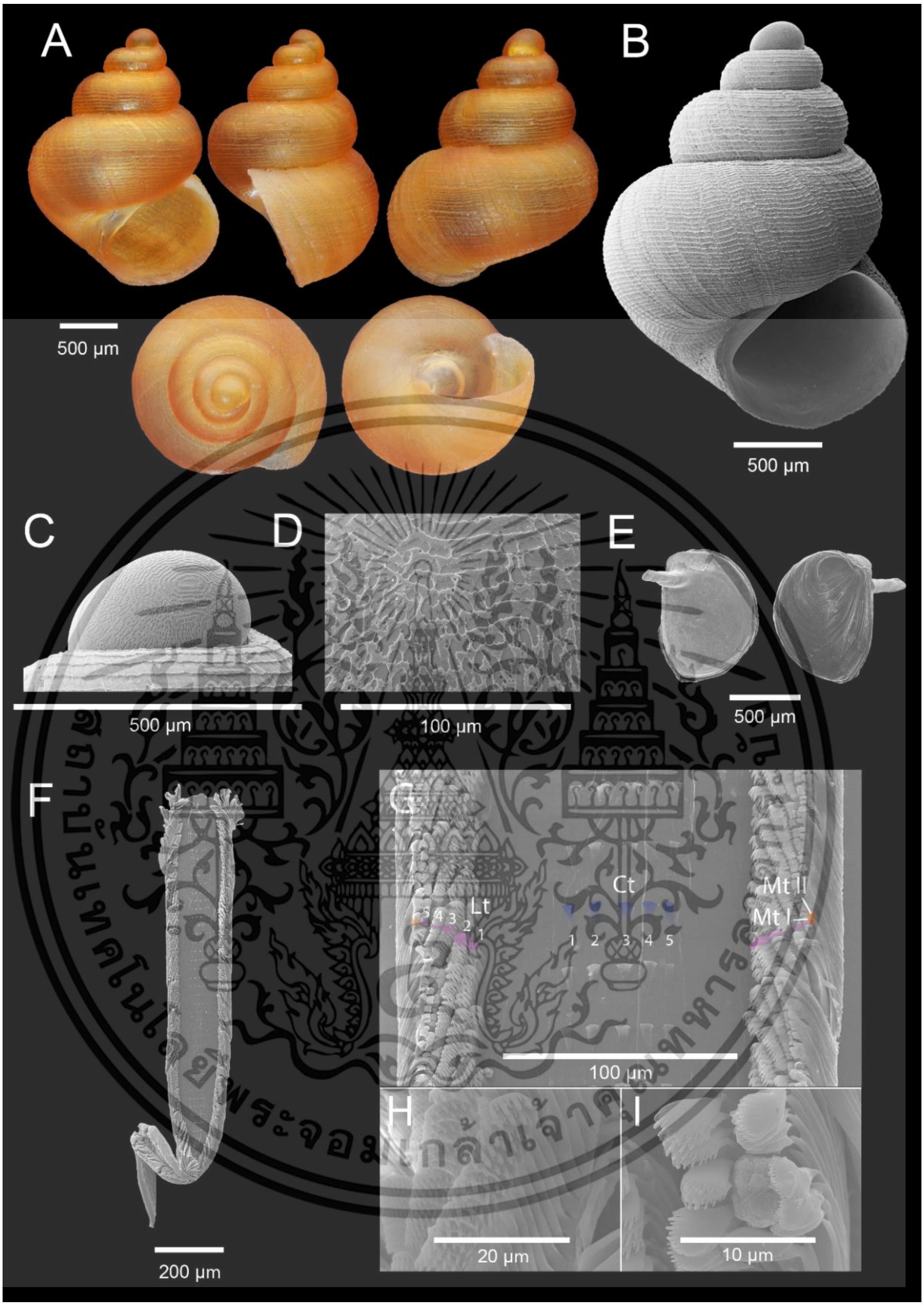
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

unexpanded or thickened and not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.18A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.18E).

Radula. Ribbon-like, slender, longer and delicate towards the outside, rhipidoglossate (Fig. 4.18F-I). Central tooth five small teeth, trapezoid shape. Lateral teeth five teeth present, claw-like with 7-13 alternately long and short denticles decreasing in size from the first lateral tooth toward the 5^{th} lateral tooth. Marginal teeth two teeth, claw-like with 12-14 equal-sized denticles. Radula formula 2:5:1+1+1+1+1+1:5:2.

Differential diagnosis. *Georissa digitinota* Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 resembles *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879. *Georissa monterosatiana* differs in having a less convex body whorl, smooth protoconch, and more lirae (9-11 instead of more than 30 spiral lines)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 Shell and radula morphology of *Georissa digitinota* sp. nov. (SKN01) **A.** Holotype ZRCBUU 0906. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0907. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum. **F.** Radula overview. **G.** Radula segment. **H.** Lateral teeth (Lt). **I.** Marginal teeth (Mt). Color highlights show radula position; blue: small central teeth (Ct), purple: lateral teeth, and orange: marginal teeth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group C

Georissa williamsi Godwin-Austen, 1889 (SPZ01)
รูปที่ 4.19A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0938 (รูปที่ 4.19A); SH = 2.32 mm, SW = 1.77 mm, AH = 0.86 mm, AW = 1.00 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0939 (รูปที่ 4.19B-E) (9 shells); Shell measurements: SH = 1.79-2.44 mm (2.22±0.23 mm), SW = 1.39-1.78 mm (1.64±0.13 mm), AH = 0.72-0.93 mm (0.86±0.08 mm), AW = 0.79-1.01 mm (0.93±0.08 mm), W = 4-4.5 (all type material from type locality; 24 June 2021, K. Klongklaew leg).

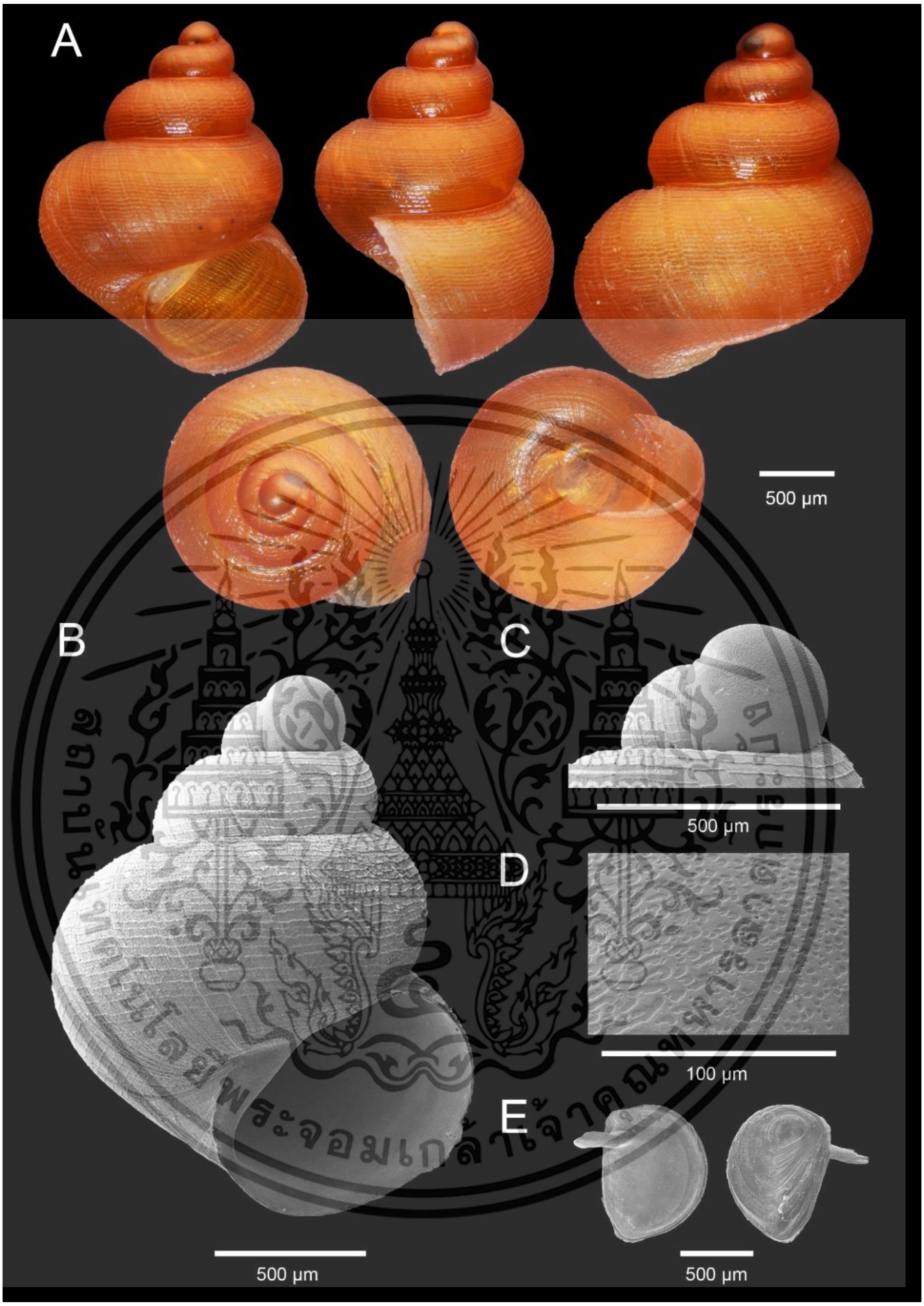
Type locality. Thailand, Prasitnimit monastery, Ban Na San district, Surat Thani Province; 08°49'44.1"N, 99°22'45.6"E.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and ellipsoidal to irregular sculpture with oval fingerprint-like indentation. Body whorl peripherally rounded with more than 15-20 spiral lines. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish, globosely conical with 4–4.5 whorls (รูปที่ 4.19A). Protoconch brownish consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with ellipsoidal to irregular sculpture (รูปที่ 4.19C, D). Teleconch, orangish to brownish, consists of 3-3.5 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with more than 15-20 spiral lines on the body whorl, crossed with very weak oblique growth lines at the basal part of the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened and not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.19A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.19E).

Differential diagnosis. *Georissa williamsi* Godwin-Austen, 1889 resembles *G. digitinota* Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 sp. nov. *Georissa digitinota* differs in having a more spiral lines (more than 30 instead of more than 15-20 spiral lines).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 Shell morphology of *Georissa williamsi* Godwin-Austen, 1889 (SPZ01). **A.** Holotype ZRCBUU 0938. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0939. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group C

Georissa khuhasawanensis sp. nov. (SSV01)
รูปที่ 4.20A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0940 (รูปที่ 4.20A); SH = 2.38 mm, SW = 1.83 mm, AH = 0.91 mm, AW = 1.07 mm, W = 3.75-4. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0941 (รูปที่ 4.20B-E) (8 shells); Shell measurements: SH = 2.20-2.58 mm (2.31±0.12 mm), SW = 1.64-1.91 mm (1.75±0.09 mm), AH = 0.86-1.07 mm (0.91±0.07 mm), AW = 0.98-1.11 mm (1.02±0.05 mm), W = 3.75-4 (all type material from type locality; 12 May 2022, K. Klongklaew leg).

Type locality. Thailand, Khuhasawan temple, Mueang Phatthalung district, Phatthalung Province; 07°37'13.4"N, 100°04'52.9"E.

Etymology. The specific designation "khuhasawanensis" is a district referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and mix of rounded, ellipsoidal, irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with flat pattern, 12-14 spiral lines. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

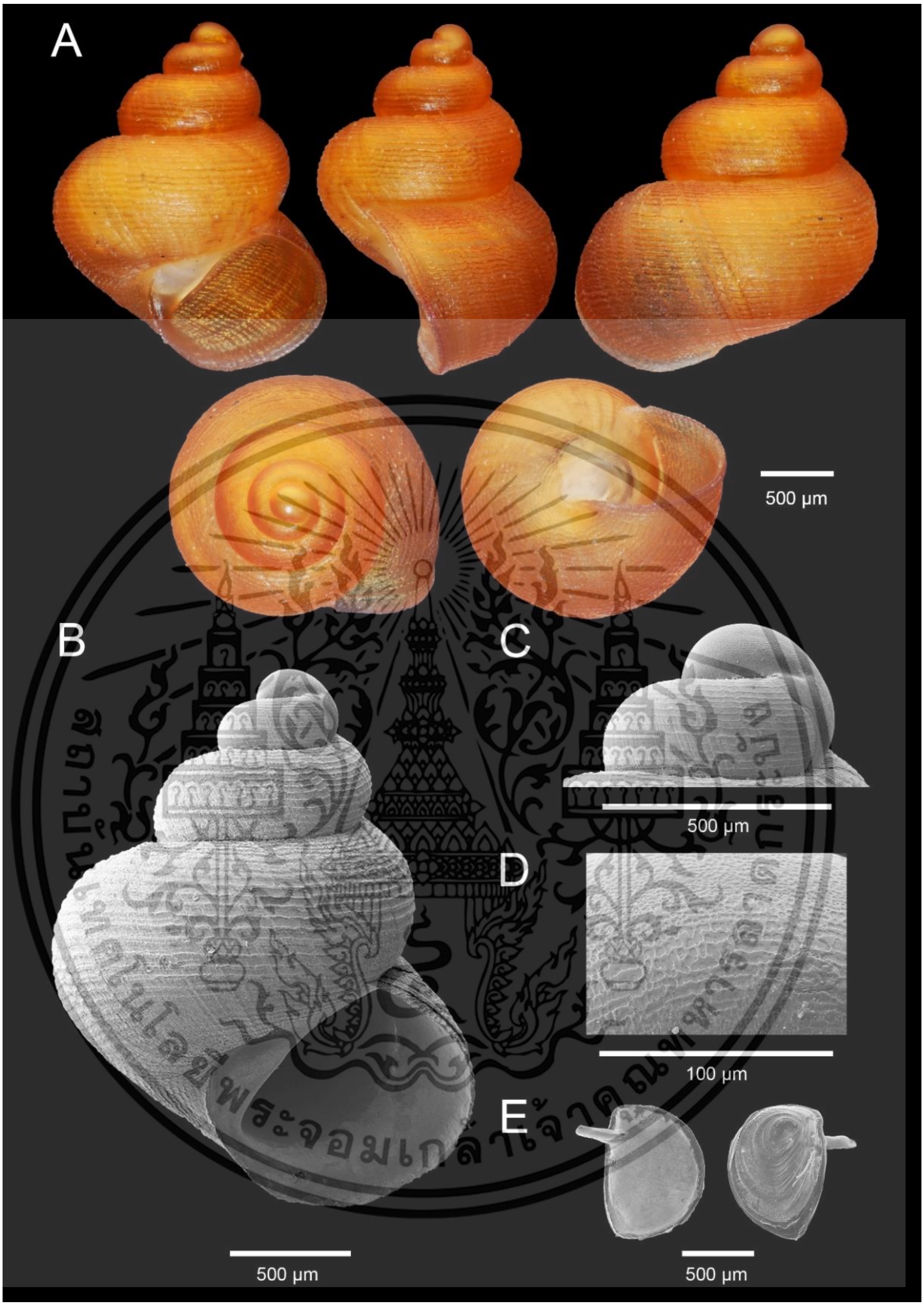
Description. Shell minute, dextral, orangish, globosely conical with 4–4.25 whorls (รูปที่ 4.20A). Protoconch brownish consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with a mix of rounded, ellipsoidal, irregular sculpture (รูปที่ 4.20C, D). Teleconch, orangish to brownish, consists of 3-3.25 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with flat pattern, 12-14 spiral lines on the body whorl, crossed with very weak oblique growth lines at the basal part of the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened and not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.20A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.20E).

Differential diagnosis. *Georissa khuhasawanensis* sp. nov. (SSV01) resembles *G. digitinota* Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 sp. nov. *Georissa digitinota*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

differs in having a sculpture pattern and more spiral lines (more than 30 instead of more than 12-14 spiral lines).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 Shell morphology of *Georissa khuhasawanensis* sp. nov. (SSV01) **A.** Holotype ZRCBUU 0936. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0937. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group D

Georissa quinquelirata Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 (CPW01)
รูปที่ 4.21A-I

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0900 (รูปที่ 4.21A). SH = 2.45 mm, SW = 1.63 mm, AH = 0.80 mm, AW = 0.91 mm, W = 4.25-4.5. ***Paratype.*** ZRCBUU 0901 (รูปที่ 4.21B-I) (13 shells); Shell measurements: SH = 1.91-2.36 mm (2.10±0.15 mm), SW = 1.37-1.60 mm (1.46±0.07 mm), AH = 0.71-0.86 mm (0.78±0.06 mm), AW = 0.80-0.92 mm (0.86±0.04 mm), W = 3.75-4.5 (all type material from type locality; 25 February 2023, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Pathawi limestone hill, Thap Than district, Uthai Thani Province, 15°28'26.9"N 99°45'25.0"E.

Etymology. The specific designation "*quinquelirata*" indicates the number of lirae on the whorl.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and wrinkled sculpture. Body whorl have about 5-6 prominent carinae, and between carinae have weak growth lines. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4.25 – 4.5 whorls (รูปที่ 4.21A). Protoconch orange, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with wrinkled sculpture (รูปที่ 4.21C, D). Teleoconch orange, 3.25 – 3.5 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with 5-6 prominent carinae, weak growth lines between carinae, intersected by weak oblique growth lines. Basal part of body whorl with approximately 9-10 densely spaced spiral cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.21A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.21E).

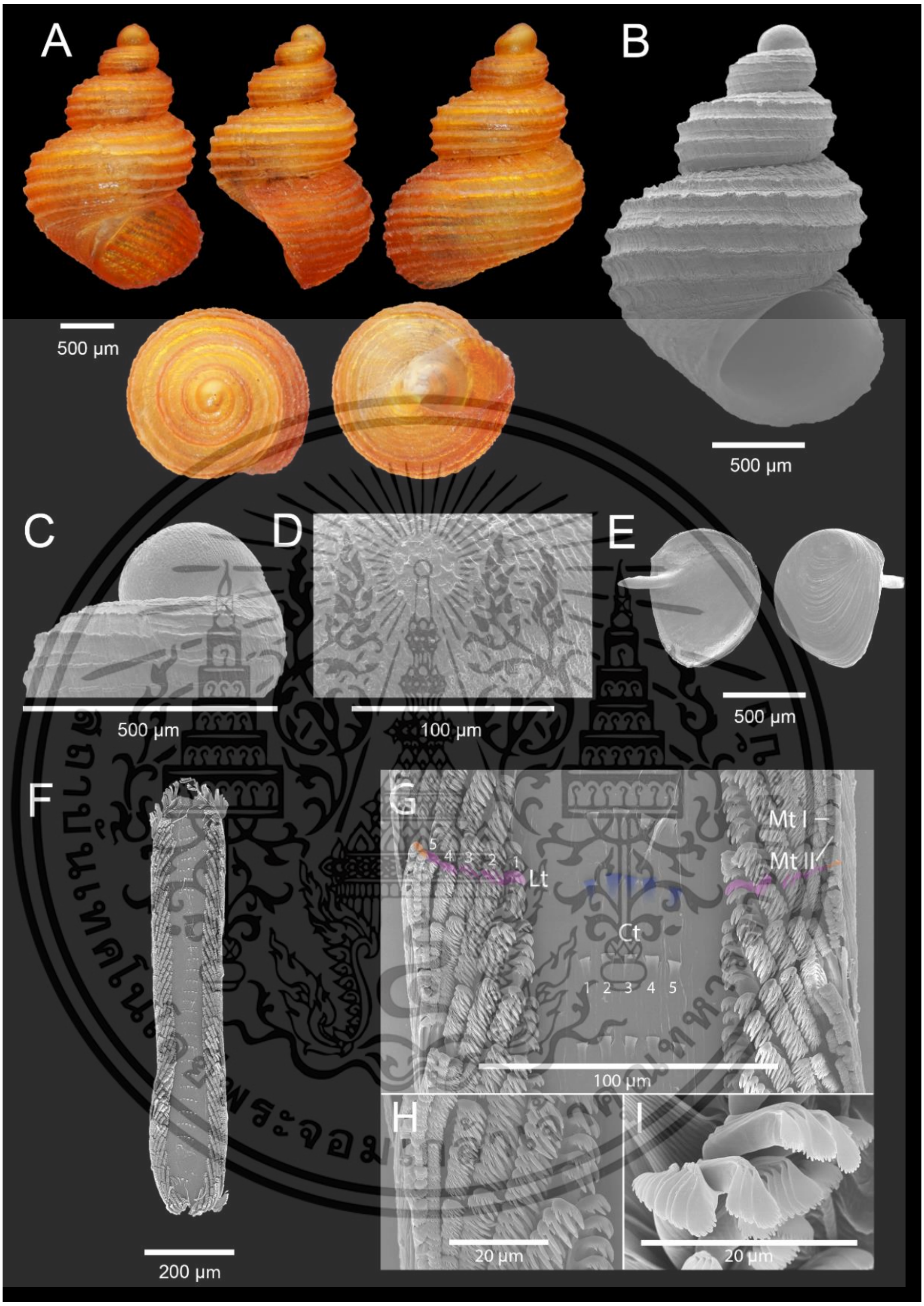
Radula. Ribbon-like, slender, longer, and delicate towards the outside, rhipidoglossate (รูปที่ 4.21F-I). Central tooth five small teeth, trapezoid shape. Lateral teeth five teeth,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

claw-like, with 9-13 alternately long and short denticles decreasing in size from the first lateral tooth toward the 5th lateral tooth. Marginal teeth two teeth, claw-like, with 12-14 equal-sized denticles. Radula formula 2:5:1+1+1+1+1+1:5:2.

Differential diagnosis. *Georissa quinquelirata* sp. nov. (CPW01) resembles *G. hungerfordi* Godwin-Austen, 1889 from Sabah, Borneo, Malaysia, *Georissa hungerfordi* differs in having a less convex body whorl, a smooth sculpture, and more spiral lirae (7-10 lirae instead of 5-6 carinae). This new species is also like *G. liratula* Stolixzka, 1871 from Domotha, Moulmein, but differs in having a more slender shell with fewer spiral lirae.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 Shell and radula morphology of *Georissa quinquelirata* sp. nov. (CPW01) **A.** Holotype ZRCBUU 0900. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0901. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum. **F.** Radula overview. **G.** Radula segment. **H.** Lateral teeth (Lt). **I.** Marginal teeth (Mt). Color highlights show radula position; blue: small central teeth (Ct), purple: lateral teeth, and orange: marginal teeth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group D

Georissa liratula Stoliczka, 1871 (WTJ01)

รูปที่ 4.22A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0978 (รูปที่ 4.22A); SH = 1.51 mm, SW = 1.15 mm, AH = 0.58 mm, AW = 0.69 mm, W = 3-3.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0977 (รูปที่ 4.22B-E) (5 shells); Shell measurements: SH = 1.57-1.66 mm (1.60±0.04 mm), SW = 1.17-1.23 mm (1.20±0.03 mm), AH = 0.57-0.62 mm (0.60±0.02 mm), AW = 0.70-0.74 mm (0.72±0.02 mm), W = 3.5-3.75 (all type material from type locality; 2 October 2022, K. Kanyaporn leg).

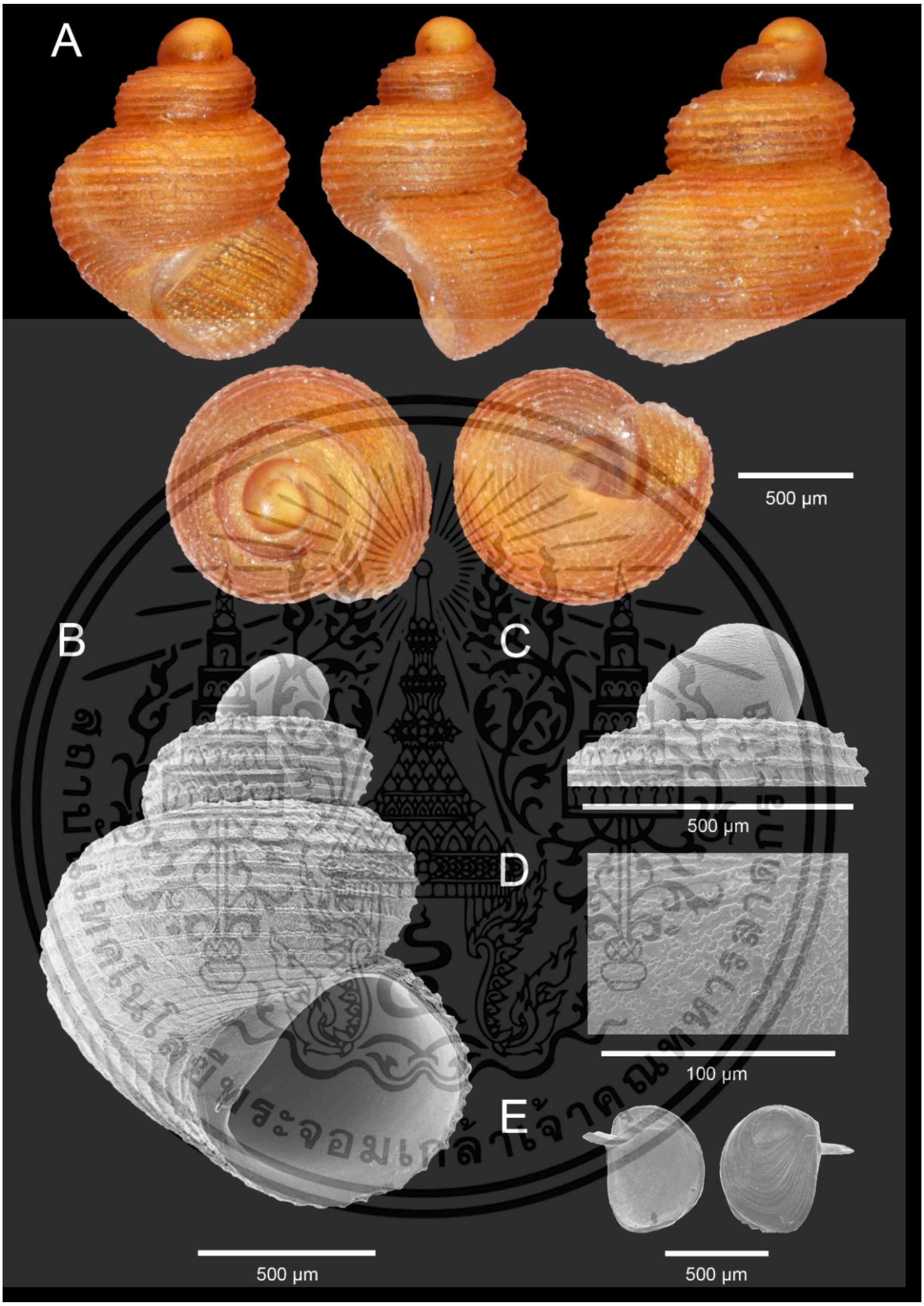
Type locality. Thailand, Jeen cave, Mueang Ratchaburi district, Ratchaburi Province; 13°34'28.1"N, 99°46'19.0"E.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with mix of rounded, ellipsoidal, irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 9-10 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 4-4.25 whorls (รูปที่ 4.22A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with mix of rounded, ellipsoidal, irregular sculpture (รูปที่ 4.22C, D). Teleconch orange, consists of 3-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 7-8 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are spaced spiral cords, approximately 7-8 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.22A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.22E).

Differential diagnosis. *Georissa liratula* Stoliczka, 1871 (WTJ01) resembles *G. hungerfordi* Godwin-Austen, 1889. *Georissa hungerfordi* differs in having a sculpture pattern, and more slender shell.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 Shell morphology of *Georissa liratula* Stoliczka, 1871 (WTJ01) **A.** Holotype ZRCBUU 0976. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group E

Georissa militis sp. nov. (WKL01)

รูปที่ 4.23A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0956 (รูปที่ 4.23A); SH = 2.39 mm, SW = 1.78 mm, AH = 0.90 mm, AW = 1.04 mm, W = 3.75-4. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0957 (รูปที่ 4.23B-E) (6 shells); Shell measurements: SH = 2.34-2.54 mm (2.41±0.08 mm), SW = 1.75-1.81 mm (1.77±0.02 mm), AH = 0.79-0.91 mm (0.85±0.05 mm), AW = 1.02-1.12 mm (1.09±0.04 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 7 March 2023, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Khao Kalok hill, Pran Buri district, Prachuap Khiri Khan Province; 12°20'12.8"N, 99°59'57.6"E.

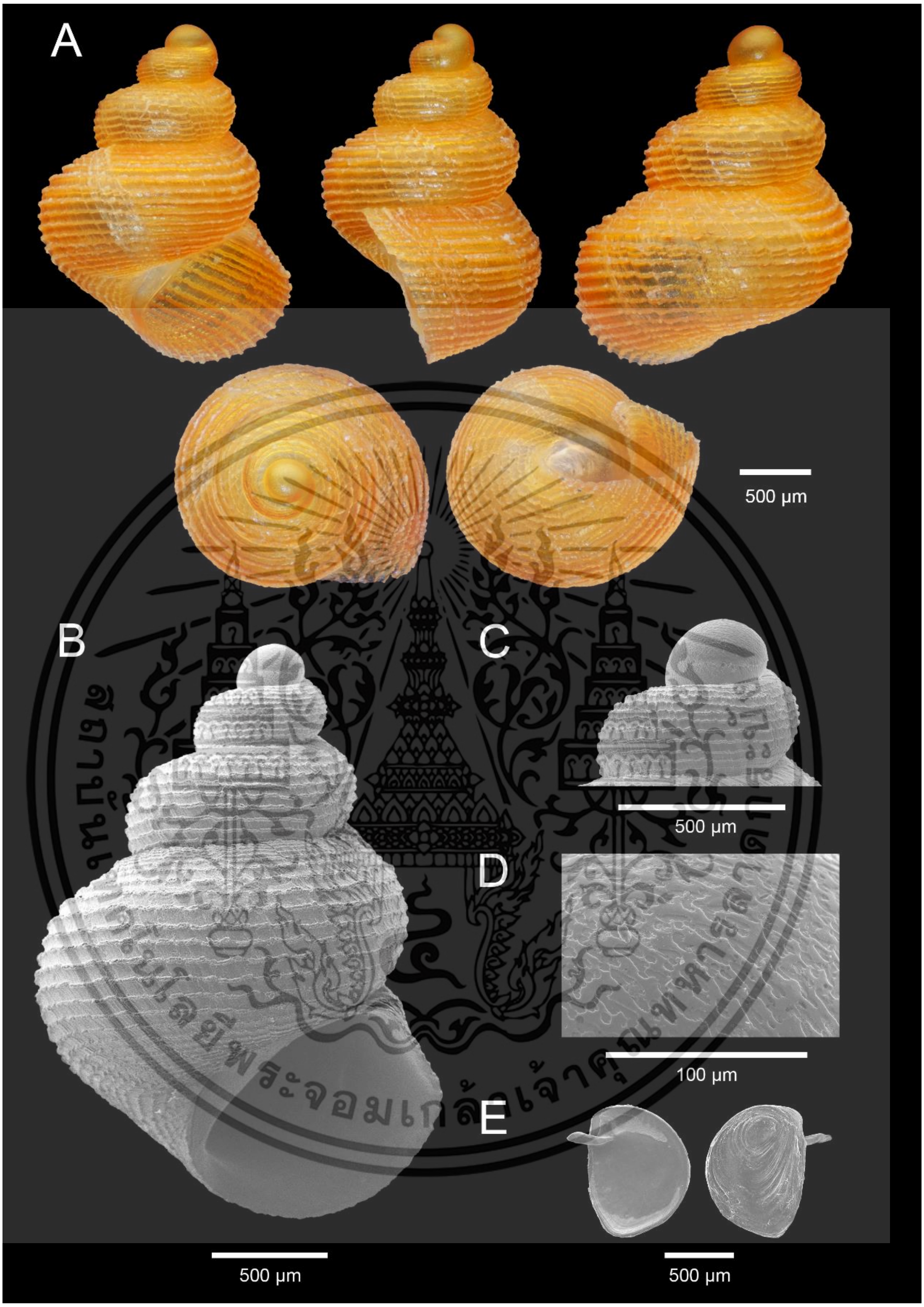
Etymology. This specific designation "militis" indicates the shape of Knight's helmet.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 10-12 lirae. Aperture semi-rounded, angular. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4-4.25 whorls (รูปที่ 4.23A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with irregular sculpture (รูปที่ 4.23C, D). Teleconch orange, consists of 3.25-3.5 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 10-12 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 9-10 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded, angular. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.23A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.23E).

Differential diagnosis. *Georissa militis* sp. nov. (WKL01) resembles *Georissa scalinella* (van Benthem-Jutting, 1966) from Sabah, Malaysia. *Georissa scalinella* differs in having a sculpture pattern on the body whorl.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 Shell morphology of *Georissa militis* sp. nov. (WKL01) **A.** Holotype ZRCBUU 0956. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0957. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group E

Georissa thamtalaysapgensis sp. nov. (STL01)

รูปที่ 4.24A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0994 (รูปที่ 4.24A); SH = 2.39 mm, SW = 1.78 mm, AH = 0.90 mm, AW = 1.04 mm, W = 3.75-4. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0995 (รูปที่ 4.24B-E) (3 shells); Shell measurements: SH = 2.35-2.54 mm (2.41±0.08 mm), SW = 1.75-1.81 mm (1.77±0.02 mm), AH = 0.79-0.91 mm (0.85±0.05 mm), AW = 1.02-1.12 mm (1.09±0.04 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 7 March 2023, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Tham Talay Sap temple, Pathio district, Chumphon; 12°20'12.8"N, 99°59'57.6"E.

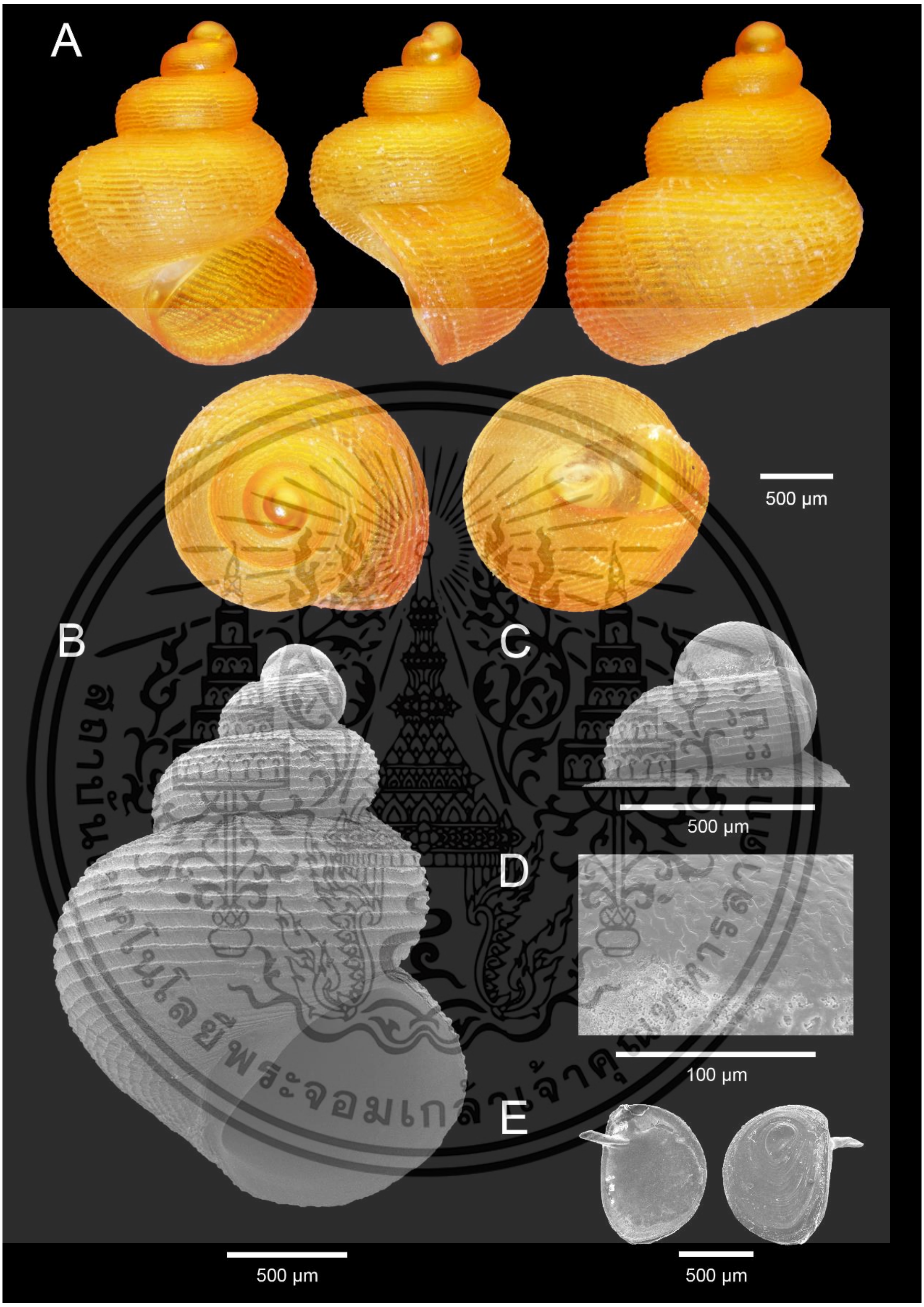
Etymology. This specific designation "*thamtalaysapgensis*" is a place referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 10-12 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 3.75-4.25 whorls (รูปที่ 4.24A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with irregular sculpture (รูปที่ 4.24C, D). Teleconch orange, consists of 3.75-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 10-12 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 9-10 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.24A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.24E).

Differential diagnosis. *Georissa thamtalaysapgensis* sp. nov. (STL01) resembles *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879. *Georissa monterosatiana* differs in having a smooth protoconch, and more lirae (9–11 instead of 10-12 spiral lines).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 Shell morphology of *Georissa thamtalaysapgensis* sp. nov. (STL01) **A.** Holotype ZRCBUU 0994. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0995. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group F

Georissa bueangbaebensis sp. nov. (SBB01)

รูปที่ 4.25A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 1006 (รูปที่ 4.25A); SH = 1.23 mm, SW = 0.94 mm, AH = 0.44 mm, AW = 0.50 mm, W = 3.5-3.75. ***Paratypes.*** ZRCBUU 1007 (รูปที่ 4.25B-E) (4 shells); Shell measurements: SH = 1.14-1.21 mm (1.17±0.03 mm), SW = 0.87-0.94 mm (0.91±0.03 mm), AH = 0.40-0.45 mm (0.43±0.02 mm), AW = 0.48-0.51 mm (0.50±0.02 mm), W = 3.25-3.75 (all type material from type locality; 8 May 2022, K. Klongklaew leg).

Type locality. Thailand, Tham Bueang Baeb monastery, Khiriratnikom district, Surat Thani Province; 08°54'37.0"N, 98°59'03.2"E.

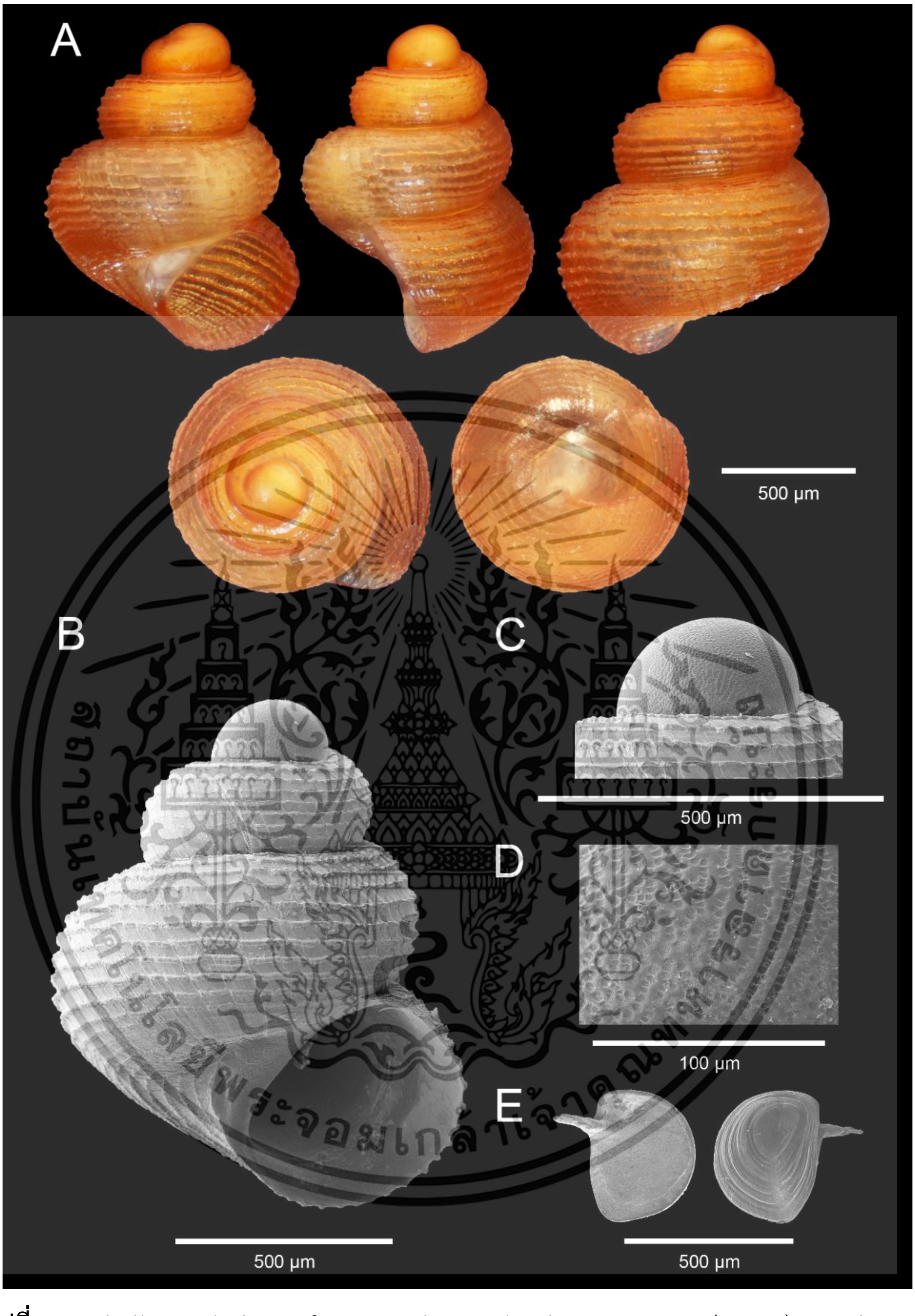
Etymology. This specific designation "*bueangbaebensis*" is a district referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish, protoconch round to slightly with rounded-ellipsoidal sculpture. Body whorl peripherally rounded with 9-10 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish, globosely conical with 3.5-3.75 whorls (รูปที่ 4.25A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded- ellipsoidal sculpture (รูปที่ 4.25C, D). Teleconch orange, consists of 2.5-2.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 9-10 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 7-8 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.25A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with a broad arched peg arising from base (รูปที่ 4.25E).

Differential diagnosis. *Georissa bueangbaebensis* sp. nov. (SBB01) resembles *G. filiasaulae* Haase & Schilthuizen, 2007 from Malaysia. *Georissa filiasaulae* differs in having a protoconch sculpture and body whorl sculpture.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 Shell morphology of *Georissa bueangbaebensis* sp. nov. (SBB01) **A.** Holotype ZRCBUU 1006. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 1007. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group F

Georissa rigidulus sp. nov. (CPW04)

รูปที่ 4.26A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0984 (รูปที่ 4.26A); SH = 2.27 mm, SW = 1.58 mm, AH = 0.79 mm, AW = 0.95 mm, W = 3.75-4. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0985 (รูปที่ 4.26B-E) (5 shells); Shell measurements: SH = 1.88-2.19 mm (2.04±0.14 mm), SW = 1.30-1.72 mm (1.55±0.11 mm), AH = 0.71-0.99 mm (0.84±0.07 mm), AW = 0.76-1.00 mm (0.90±0.06 mm), W = 3.5-4 (all type material from type locality; 1 October 2022, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Pathawi hill, Thap Than district, Uthai Thani Province; 15°28'23.0"N, 99°45'26.0"E.

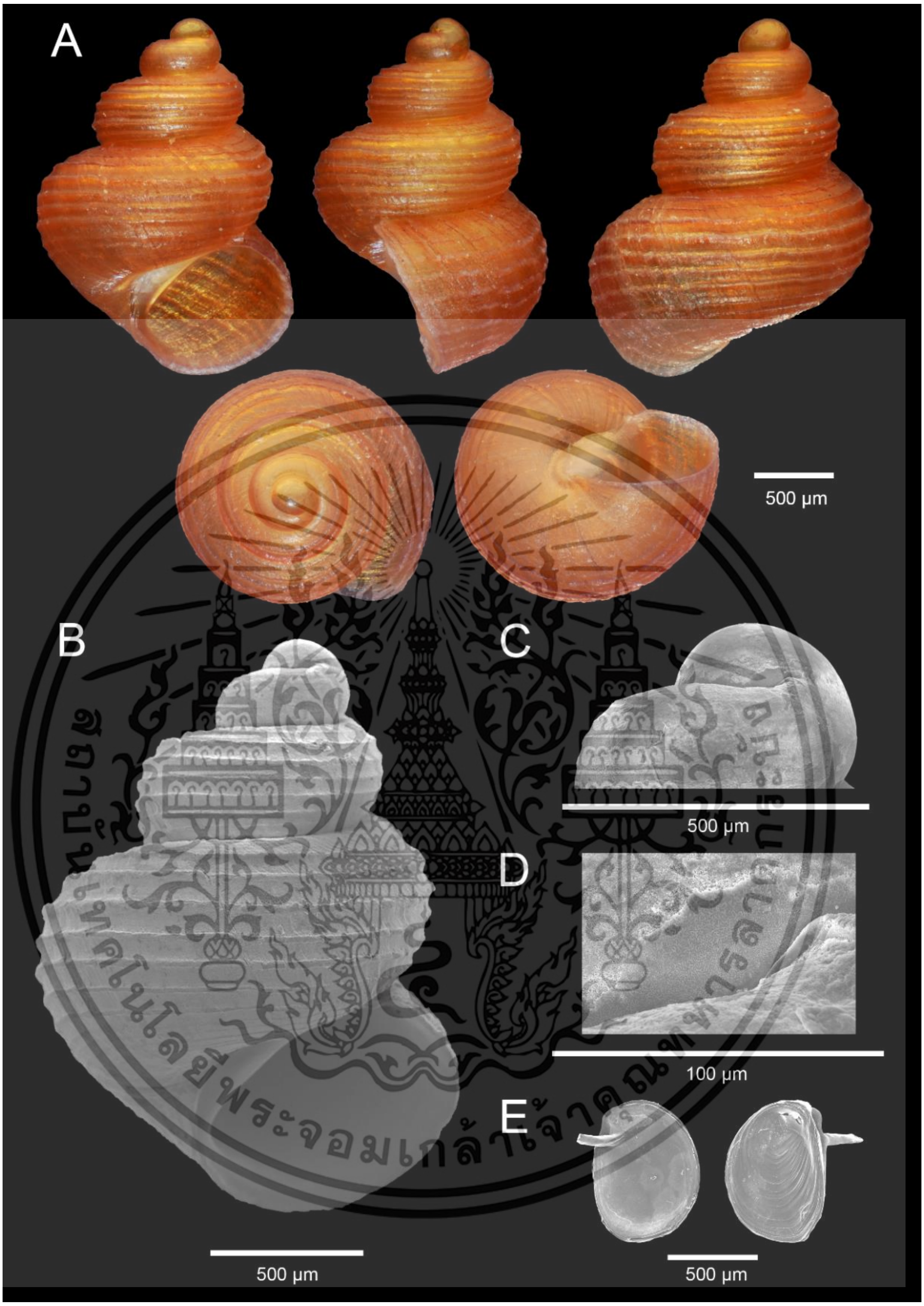
Etymology. This specific designation "rigidulus" for the spiral lines resembles short ridge.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with perforated sculpture. Body whorl peripherally rounded with 7-8 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded to ovately.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 3.5-3.75 whorls (รูปที่ 4.26A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with perforated sculpture (รูปที่ 4.26C, D). Teleconch orange, consists of 2.5-3.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 6-7 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 5-6 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.26A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.26E).

Differential diagnosis. *Georissa rigidulus* sp. nov. (CPW04) resembles *Georissa* sp. nov. (D4.6.1) from Khao Chong Sadet temple, Ratchaburi Province. *Georissa* sp. nov. (D4.6.1) differs in having a less small aperture shape, and less lirae (7-8 instead of 9-10 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 Shell morphology of *Georissa rigidulus* sp. nov. (CPW04) **A.** Holotype ZRCBUU 0984. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0985. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group G

Georissa saturnianulus sp. nov. (CPW02)

รูปที่ 4.27A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0908 (รูปที่ 4.27A). SH = 2.45 mm, SW = 1.63 mm, AH = 0.80 mm, AW = 0.91 mm, W = 4.25-4.5. ***Paratype.*** ZRCBUU 0901 (รูปที่ 4.27B-E) (13 shells); Shell measurements: SH = 1.91-2.36 mm (2.10±0.15 mm), SW = 1.37-1.60 mm (1.46±0.07 mm), AH = 0.71-0.86 mm (0.78±0.06 mm), AW = 0.80-0.92 mm (0.86±0.04 mm), W = 3.75-4.5 (all type material from type locality; 25 February 2023, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Pathawi limestone hill, Thap Than district, Uthai Thani Province, 15°28'26.9"N 99°45'25.0"E.

Etymology. The specific “saturnianulus” either has a characteristic referring metaphorically after Saturn’s rings.

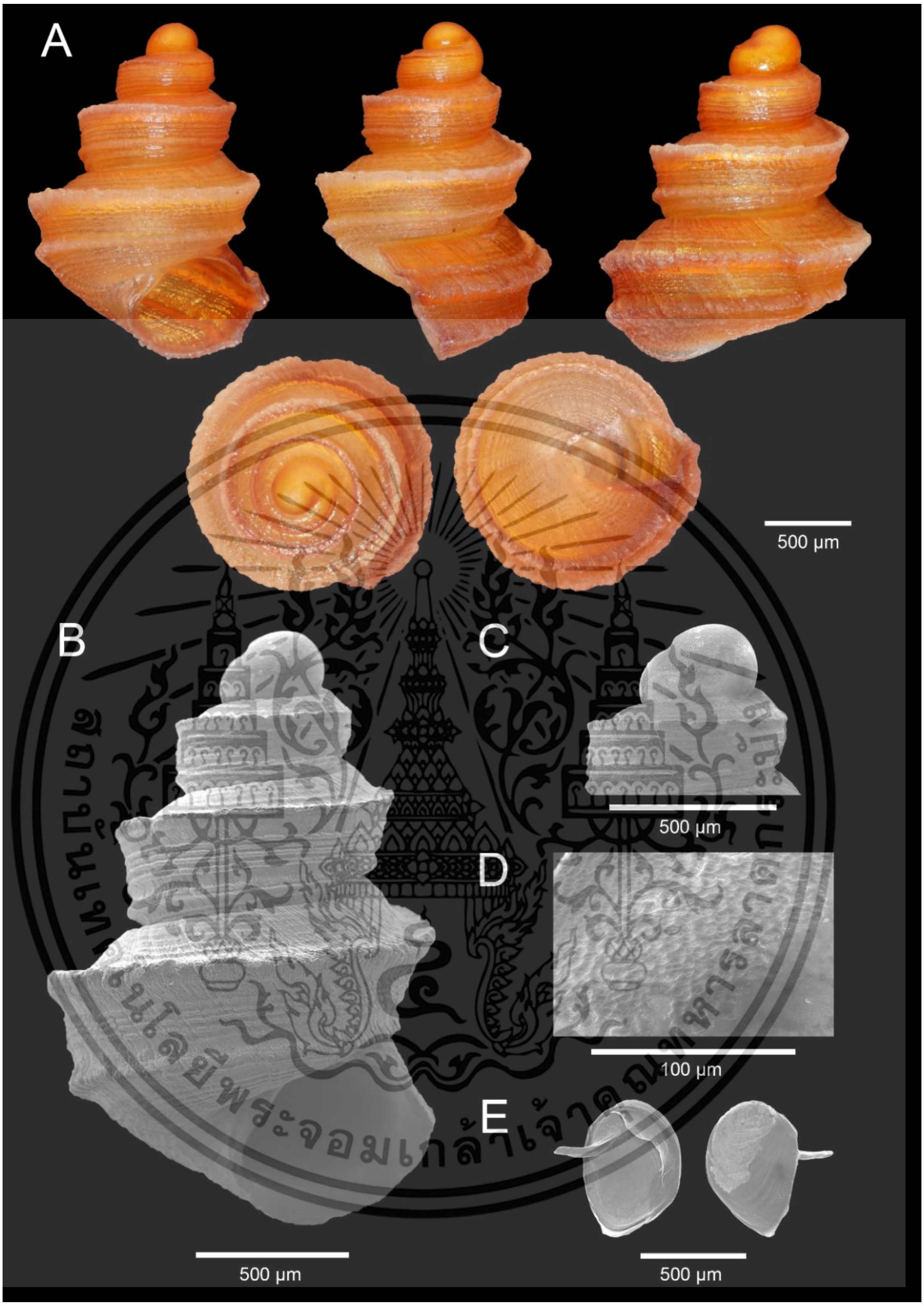
Diagnosis. Shell minute, trapezoid conical and the upper half part of the whorls is slightly downward, orangish, protoconch round to slightly ellipsoid and perforated sculpture. Body whorl with 2-3 convex ribs and 3-4 spiral lirae between convex ribs. Aperture rhombate. Umbilicus narrow. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque orangish, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish, trapezoid conical with 4.25-4.5 whorls (รูปที่ 4.27A). Protoconch orange, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with perforated sculpture (รูปที่ 4.27C, D). Teleconch orange 3.25-3.5 whorls. The upper half part of the body whorls is slightly downward, sculptured with only 2-3 convex radial ribs, strong oblique growth lines, 3-4 prominent lirae between convex radial ribs, weak oblique growth lines present on the half lower part of the body whorls, more densely spaced spiral cords, ca. 6-8 cords, at the basal part of the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus narrow (รูปที่ 4.27A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque orangish, semi-rounded shape, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.27E).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Differential diagnosis. *Georissa saturnianulus* sp. nov. (CPW02) resembles *Georissa scalinella* van Benthem Jutting, 1966 from Malaysia. *Georissa scalinella* differs in having more convex body whorl, a flat protoconch, and sculptured with acute scales between growth lines, and one convex rib.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 Shell morphology of *Georissa saturnianulus* sp. nov. (CPW02) **A.** Holotype ZRCBUU 0908. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0909. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group G

Georissa angustius sp. nov. (CCL01)

รูปที่ 4.28A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 1000 (รูปที่ 4.28A); SH = 1.70 mm, SW = 1.17 mm, AH = 0.56 mm, AW = 0.62 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 1001 (รูปที่ 4.28B-E) (5 shells); Shell measurements: SH = 1.46-1.77 mm (1.58±0.13 mm), SW = 1.08-1.16 mm (1.11±0.03 mm), AH = 0.53-0.59 mm (0.54±0.03 mm), AW = 0.60-0.61 mm (0.60±0.004 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 25 September 2021, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Khao Chong Lom temple, Ban Rai district, Uthai Thani Province; 15°16'51.3"N, 99°43'04.8"E.

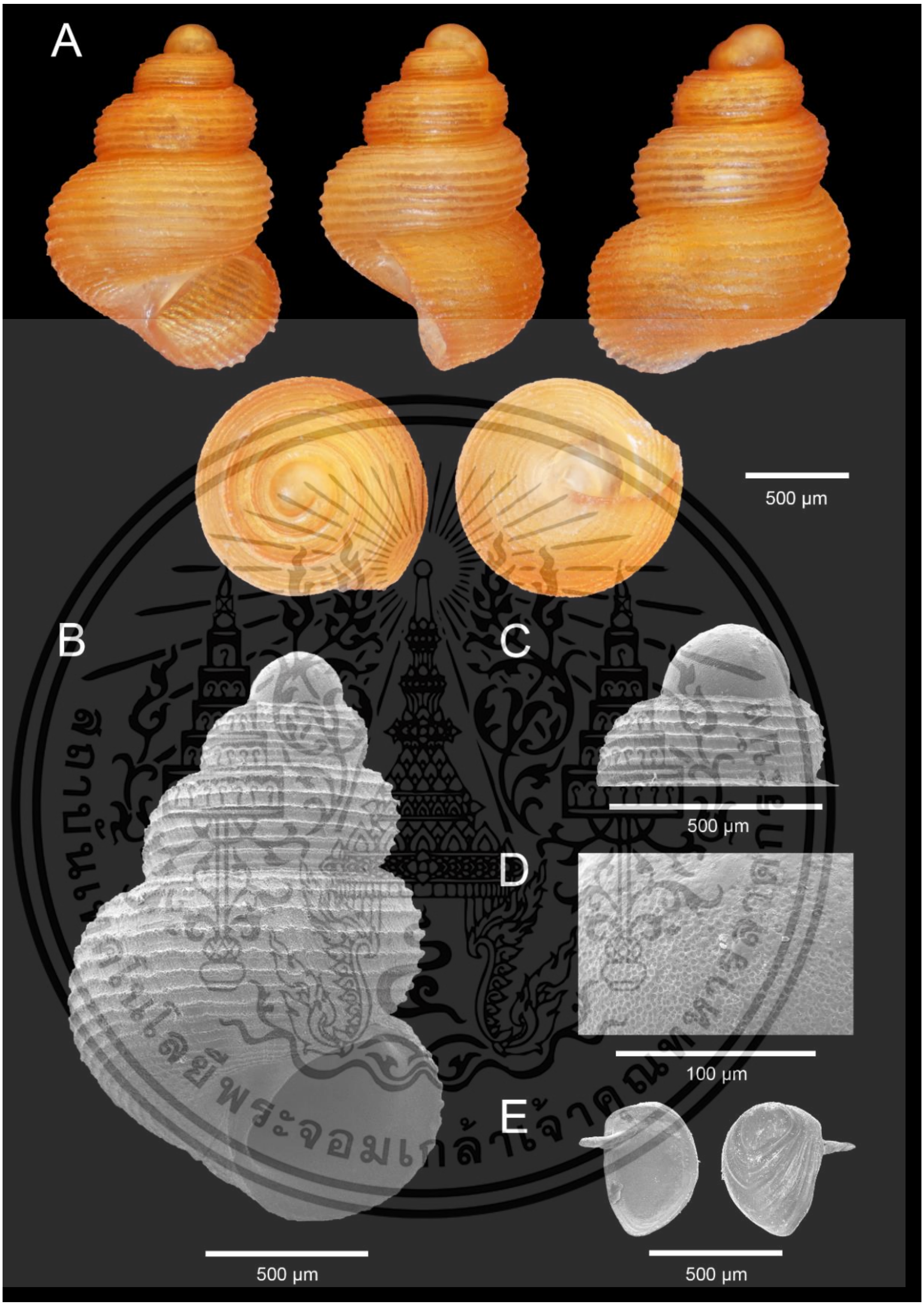
Etymology. This specific designation "*angustius*" for the narrow aperture of shell.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish, protoconch round to slightly with wrinkled sculpture. Body whorl peripherally rounded with 8-9 lirae, discontinuous weak growth lines between lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded to ovately.

Description. Shell minute, dextral, orangish, ovately conical with 4-4.25 whorls (รูปที่ 4.28A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded mesh sculpture (รูปที่ 4.28C, D). Teleconch orange, consists of 3-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 8-9 prominent lirae on the body whorl, discontinuous weak growth lines between lirae, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 7-8 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.28A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque orange, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.28E).

Differential diagnosis. *Georissa angustius* sp. nov. (CCL01) resembles *Georissa sagitta* sp. nov. (D4.2.1) from Khao Maka Cave Temple, Sakaeo Province. *Georissa sagitta* sp. nov. (D4.2.1) differs in having a protoconch sculpture and haven't weak growth between lirae.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 Shell morphology of *Georissa angustius* sp. nov. (CCL01) **A.** Holotype ZRCBUU 0976. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group H

Georissa kohsichangensis Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 sp. nov. (EYM01)

รูปที่ 4.29A-I

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0902 (รูปที่ 4.29A). SH = 2.10 mm, SW = 1.43 mm, AH = 0.63 mm, AW = 0.90 mm, W = 4.25-4.5. ***Paratype.*** ZRCBUU 0903 (รูปที่ 4.29B-I) (12 shells); Shell measurements: SH = 1.72-2.03 mm (1.86±0.10 mm), SW = 1.21-1.42 mm (1.30±0.07 mm), AH = 0.51-0.72 mm (0.62±0.05 mm), AW = 0.75-0.84 mm (0.79±0.03 mm), W = 3.75-4.5 (all type material from type locality; 30 October 2021, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Yai Man cave, Koh Sichang district, Chonburi Province; 13°09'08.2"N 100°48'28.0"E.

Etymology. This specific designation "*kohsichangensis*" is a district referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical and the upper half part of the whorls is slightly downward, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and perforated sculpture. Body whorl with 6-7 spiral lirae. Aperture rhombate. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and rhombate.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4.25-4.5 whorls (รูปที่ 4.29A). Protoconch orange, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with perforated sculpture (รูปที่ 4.29C, D). Teleconch orange 3.25-3.5 whorls. The upper half part of the body whorls is slightly downward, sculptured with only strong oblique growth lines, 6-7 prominent lirae, weak oblique growth lines present on the half lower part of the body whorls, more densely spaced spiral cords, ca. 6-8 cords, at the basal part of the body whorl. Suture incised. Aperture rhombate. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.29A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, rhombate shape, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.29E).

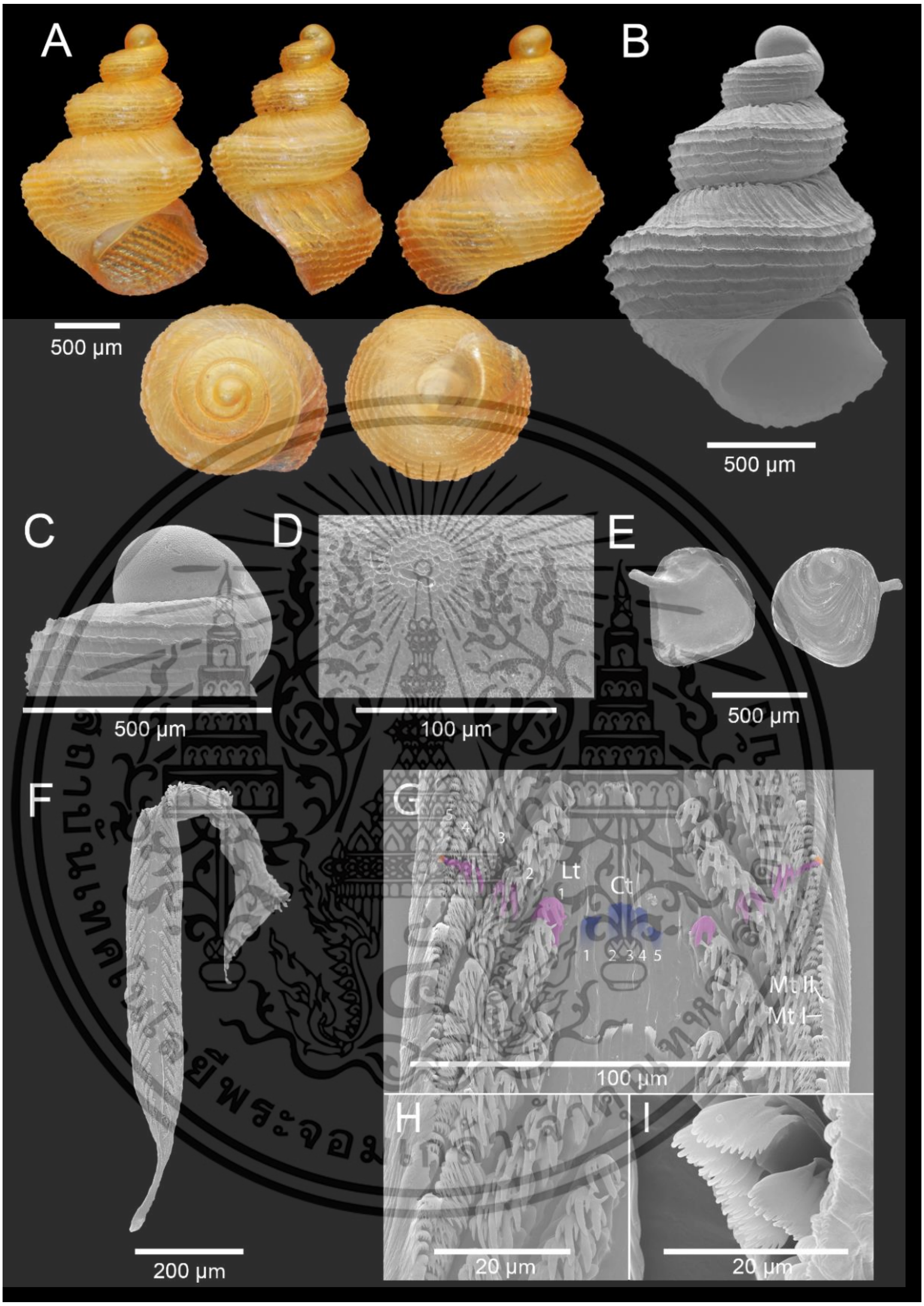
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Radula. Ribbon-like, slender, longer and delicate towards the outside, rhipidoglossate (รูปที่ 4.29F-I). Central tooth five small teeth, trapezoid shape. Lateral teeth five teeth, claw-like with 7-11 alternately long and short denticles decreasing in size from the first lateral tooth toward the 5th lateral tooth. Marginal teeth two teeth, claw-like with 14-18 equal size denticles. Radula formula 2:5:1+1+1+1+1+1:5:2.

Differential diagnosis. *Georissa kohsichangensis* sp. nov. resembles *G. carinata* Sutcharit & Jirapatrasilp, 2020 from Cambodia. *Georissa carinata* differs in having more convex body whorl, a smooth protoconch, and sculptured with thin and uneven growth lines.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 Shell and radula morphology of *Georissa kohsichangensis* sp. nov. (EYM01) **A.** Holotype ZRCBUU 0902. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0903. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum. **F.** Radula overview. **G.** Radula segment. **H.** Lateral teeth (Lt). **I.** Marginal teeth (Mt). Color highlights show radula position; blue: small central teeth (Ct), purple: lateral teeth, and orange: marginal teeth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group I

Georissa octoscalae sp. nov. (SNT01)

รูปที่ 4.30A-E

Type material. *Holotype.* ZRCBUU 0918 (รูปที่ 4.30A). SH = 2.36 mm, SW = 1.65 mm, AH = 0.83 mm, AW = 0.97 mm, W = 3.75-4. ***Paratype.*** ZRCBUU 0919 (รูปที่ 4.30B-E) (9 shells); Shell measurements: SH = 2.00-2.37 mm (2.27±0.12 mm), SW = 1.37-1.70 mm (1.59±0.10 mm), AH = 0.65-0.86 mm (0.78±0.06 mm), AW = 0.83-1.01 mm (0.94±0.05 mm), W = 3.5-4.25 (all type material from type locality; 14 May 2022, K. Klongklaew leg).

Type locality. Thailand, Tham Namthip Monastery, Sawi district, Chumphon Province, 10°14'24.7"N 98°55'27.7"E.

Etymology. The specific designation "*octoscalae*" indicates the number of scalariform series on the whorl.

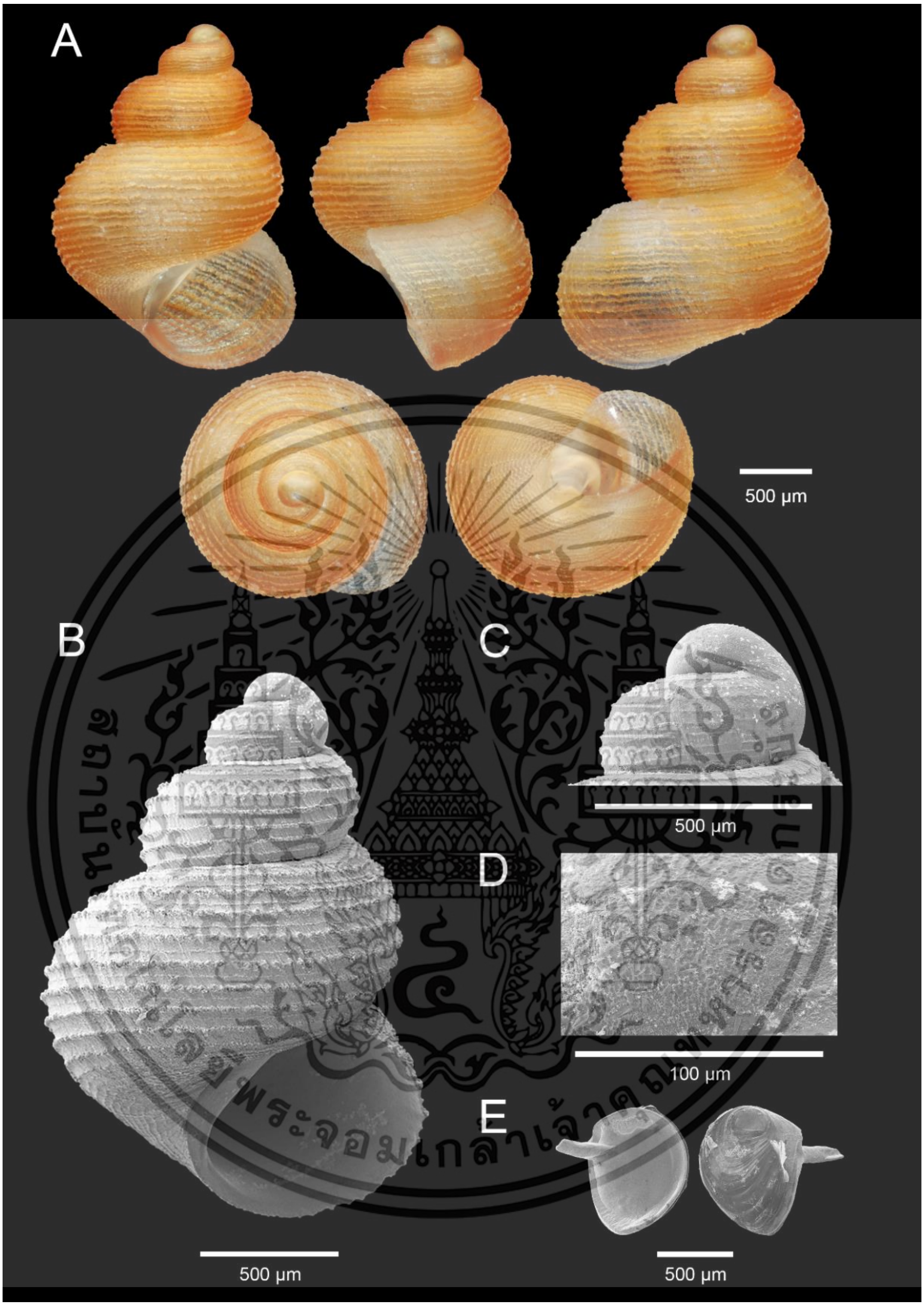
Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish, protoconch round to slightly ellipsoid and mix of rounded, semi-elliptic sculpture. Body whorl peripherally rounded have about 7-8 prominent scalariform, 7-8 weak growth lines between scales series. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish, ovately conical with 3.75 – 4 whorls (รูปที่ 4.30A). Protoconch orangish, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with mix of rounded, semi-elliptic sculpture (รูปที่ 4.30C, D). Teleoconch orangish, 2.75 – 3 whorls. Body whorl peripherally rounded, above the shoulder flat and tapering towards the suture, sculptured with 7-8 prominent scalariform, 7-8 prominent weak growth lines between regularly spaced scales series, strong scaly start on the 3rd whorl. Basal part of body whorl with approximately 9-10 densely spaced spiral cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.30A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.30E).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Differential diagnosis. *Georissa octoscalae* sp. nov. (SNT01) resembles *Georissa hadra* Thompson & Dance, 1983 from Sarawak, Borneo, Malaysia. *Georissa hadra* differs in having a more slender shell with distinctly 2-3 separate aspects scalariform, and irregularly spaced series.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 Shell morphology of *Georissa octoscalae* sp. nov. (SNT01) **A.** Holotype ZRCBUU 0918. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0919. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group I

Georissa natdaiensis sp. nov. (SND01)

รูปที่ 4.31A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0952 (รูปที่ 4.31A). SH = 2.34 mm, SW = 1.53 mm, AH = 0.78 mm, AW = 0.90 mm, W = 4-4.25. ***Paratype.*** ZRCBUU 0953 (รูปที่ 4.31B-E) (9 shells); Shell measurements: SH = 2.00-2.29 mm (2.18±0.10 mm), SW = 1.34-1.53 mm (1.45±0.07 mm), AH = 0.69-0.80 mm (0.75±0.03 mm), AW = 0.74-0.90 mm (0.85±0.05 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 20 November 2023, K. Klongklaew leg).

Type locality. Thailand, Natdai cave, La-un district, Ranong Province, 10°01'53.2"N 98°50'30.3"E.

Etymology. This specific designation "*natdaiensis*" is a place referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish, protoconch round to slightly ellipsoid and wrinkled sculpture. Body whorl peripherally rounded have about 7-8 scalariform, weak scaly start on the 2nd whorl. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

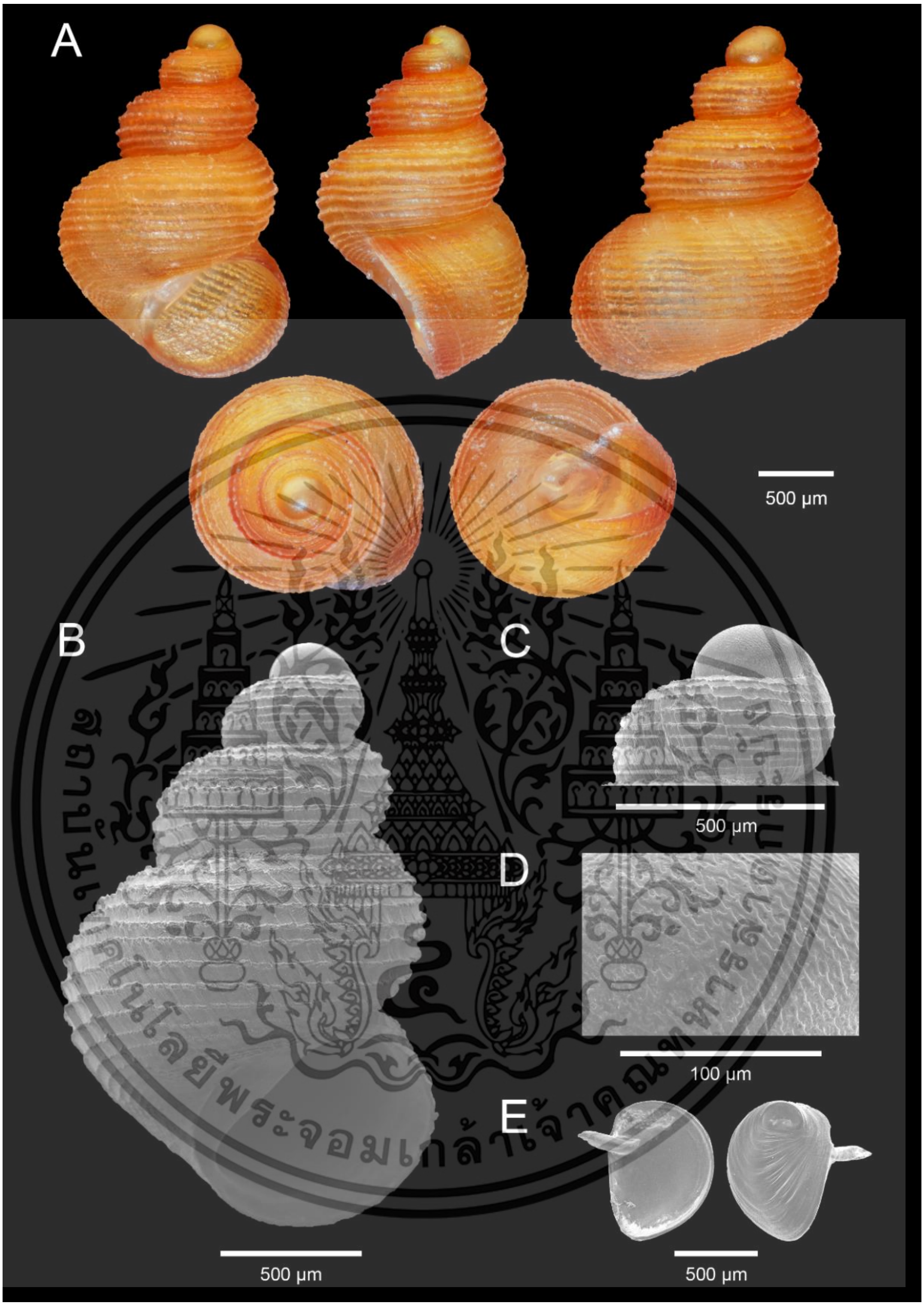
Description. Shell minute, dextral, orangish, ovately conical with 4 – 4.25 whorls (รูปที่ 4.31A). Protoconch orangish, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with wrinkled sculpture (รูปที่ 4.31C, D). Teleoconch orangish, 3 – 3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 9-10 prominent scalariform on the body whorl, weak scaly start on the 3rd whorl. Basal part of body whorl with approximately 7-8 densely spaced spiral cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.31A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.31E).

Differential diagnosis. *Georissa natdaiensis* sp. nov. (SND01) resembles *Georissa caeluma* sp. nov. from Tham Than Nam Lod Noi cave, Chumphon Province. *Georissa caeluma* sp. nov. differs in having a less scaly (10-12 scales instead of 7-8 scales),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

stronger scales, shell colour, and strong scaly start on the 3rd whorl. This new species is also like *Georissa insulae* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2019 from Sabah, Malaysia, but differs in having a more slender with 10-12 spiral ribs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 Shell morphology of *Georissa natdaiensis* sp. nov. (SND01) **A.** Holotype ZRCBUU 0952. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0953. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group J

Georissa insulae Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018 (CSB01, CKP01)
รูปที่ 4.32A-E, 4.33A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0930 (รูปที่ 4.32A). SH = 2.18 mm, SW = 1.36 mm, AH = 0.71 mm, AW = 0.80 mm, W = 4-4.25. ***Paratype.*** ZRCBUU 0931 (รูปที่ 4.32B-E) (5 shells); Shell measurements: SH = 1.82-2.12 mm (1.95±0.12 mm), SW = 1.30-1.42 mm (1.35±0.05 mm), AH = 0.63-0.71 mm (0.67±0.03 mm), AW = 0.74-0.83 mm (0.78±0.04 mm), W = 4-4.25 (all type material from type locality; 15 July 2022, K. Klongklaew leg).

Other material examined. Thailand, Khao Tham Phra temple, Mueang Phetchabun district, Phetchabun Province, 16°33'09.9"N 101°07'13.3"E, 15 July 2022. ZRCBUU 0932 (รูปที่ 4.33A) SH = 1.97 mm, SW = 1.41 mm, AH = 0.68 mm, AW = 0.81 mm, W = 4-4.25. ZRCBUU 0933 (รูปที่ 4.33B-E) (7 shells); Shell measurements: SH = 1.86-2.02 mm (1.95±0.07 mm), SW = 1.26-1.45 mm (1.31±0.07 mm), AH = 0.66-0.70 mm (0.67±0.02 mm), AW = 0.74-0.81 mm (0.77±0.03 mm), W = 4-4.25.

Type locality. Thailand, Rishi Sombat cave, Lom Sak district, Phetchabun Province, 16°41'26.3"N 101°08'19.9"E.

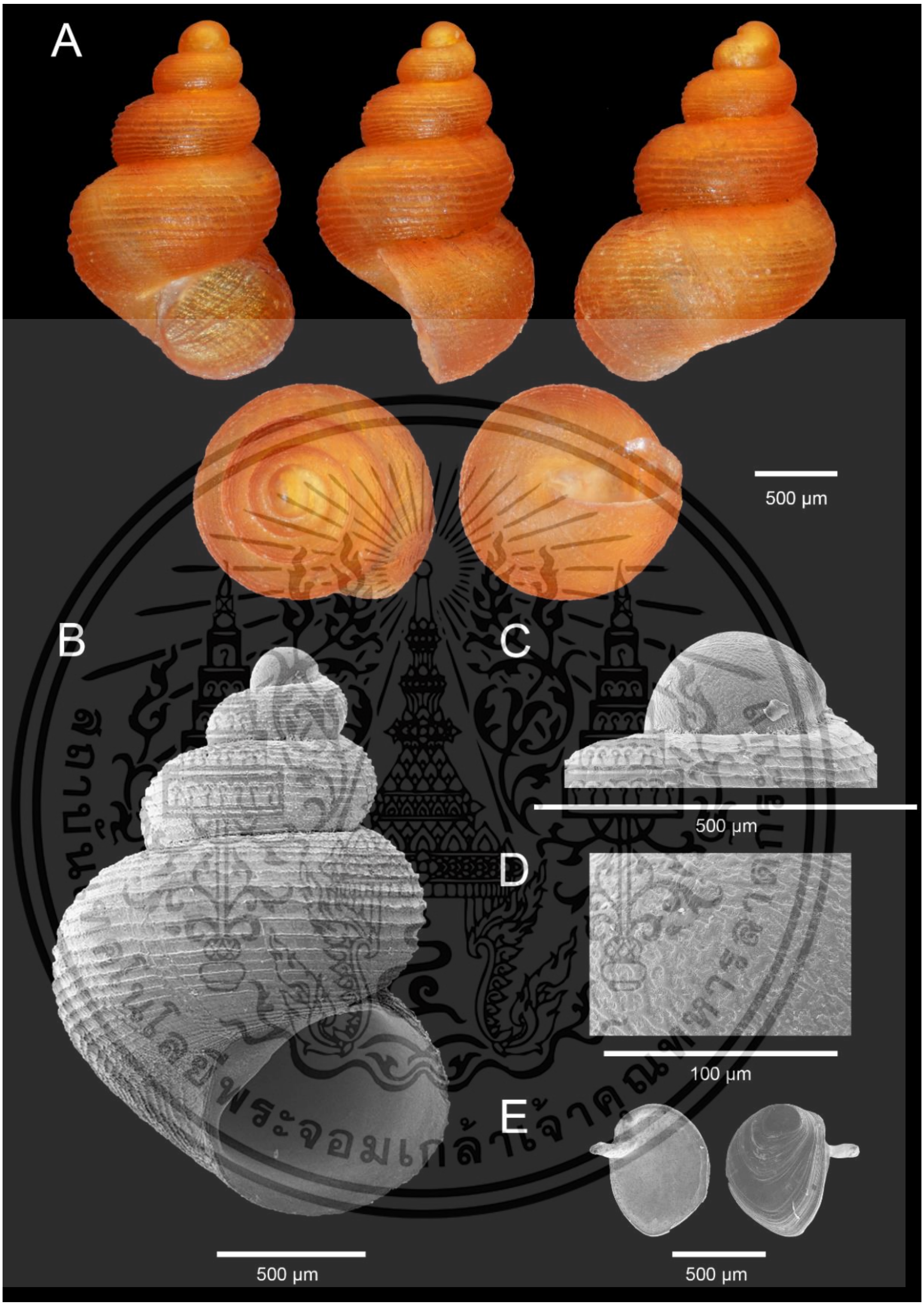
Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish, protoconch round to slightly ellipsoid and ellipsoidal to irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 10-12 spiral lines. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish, ovately conical with 4 – 4.25 whorls (รูปที่ 4.32A). Protoconch orangish, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with ellipsoidal to irregular sculpture (รูปที่ 4.32C, D). Teleoconch orangish, 3 – 3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 10-12 spiral lines on the body whorl. Basal part of body whorl with approximately 9-10 densely spaced spiral cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.32A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.32E).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

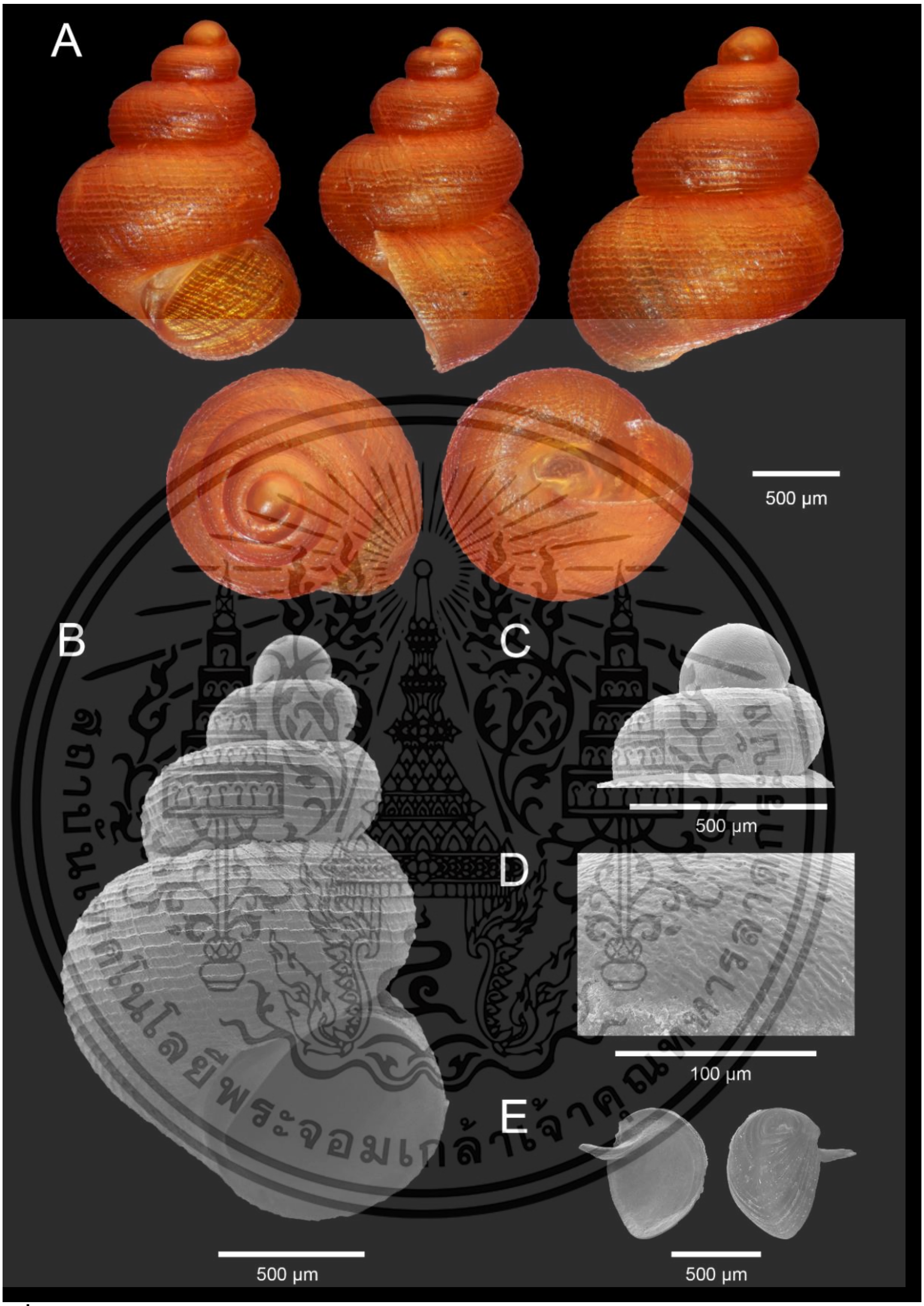
Differential diagnosis. *Georissa insulae* (CSB01, CKP01) resembles *G. hungerfordi* Godwin-Austen, 1889 and *G. trusmadi* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018 from Malaysia. This species is differ in having a more spiral ribs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 Shell morphology of *Georissa insulae* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018 (CSB01). **A.** Holotype ZRCBUU 0930. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0931. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 Shell morphology of *Georissa insulae* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018 (CKP01) **A.** ZRCBUU 0932**. B-C.** ZRCBUU 0933. B. Shell. C. Protoconch. D. Sculpture of protoconch. E. Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group J

Georissa invisibilis sp. nov. (ECG02)

รูปที่ 4.34A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0962 (รูปที่ 4.34A). SH = 2.57 mm, SW = 1.71 mm, AH = 0.86 mm, AW = 1.02 mm, W = 4-4.25. ***Paratype.*** ZRCBUU 0963 (รูปที่ 4.34B-E) (9 shells); Shell measurements: SH = 2.35-2.77 mm (2.60±0.20 mm), SW = 1.66-2.03 mm (1.87±0.12 mm), AH = 0.88-1.04 mm (1.00±0.06 mm), AW = 1.09-1.21 mm (1.14±0.05 mm), W = 4-4.5 (all type material from type locality; 19 January 2014, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Tham Khao Chakan temple, Khao Chakan district, Sa Kaeo Province, 13°39'37.7"N 102°05'05.4"E.

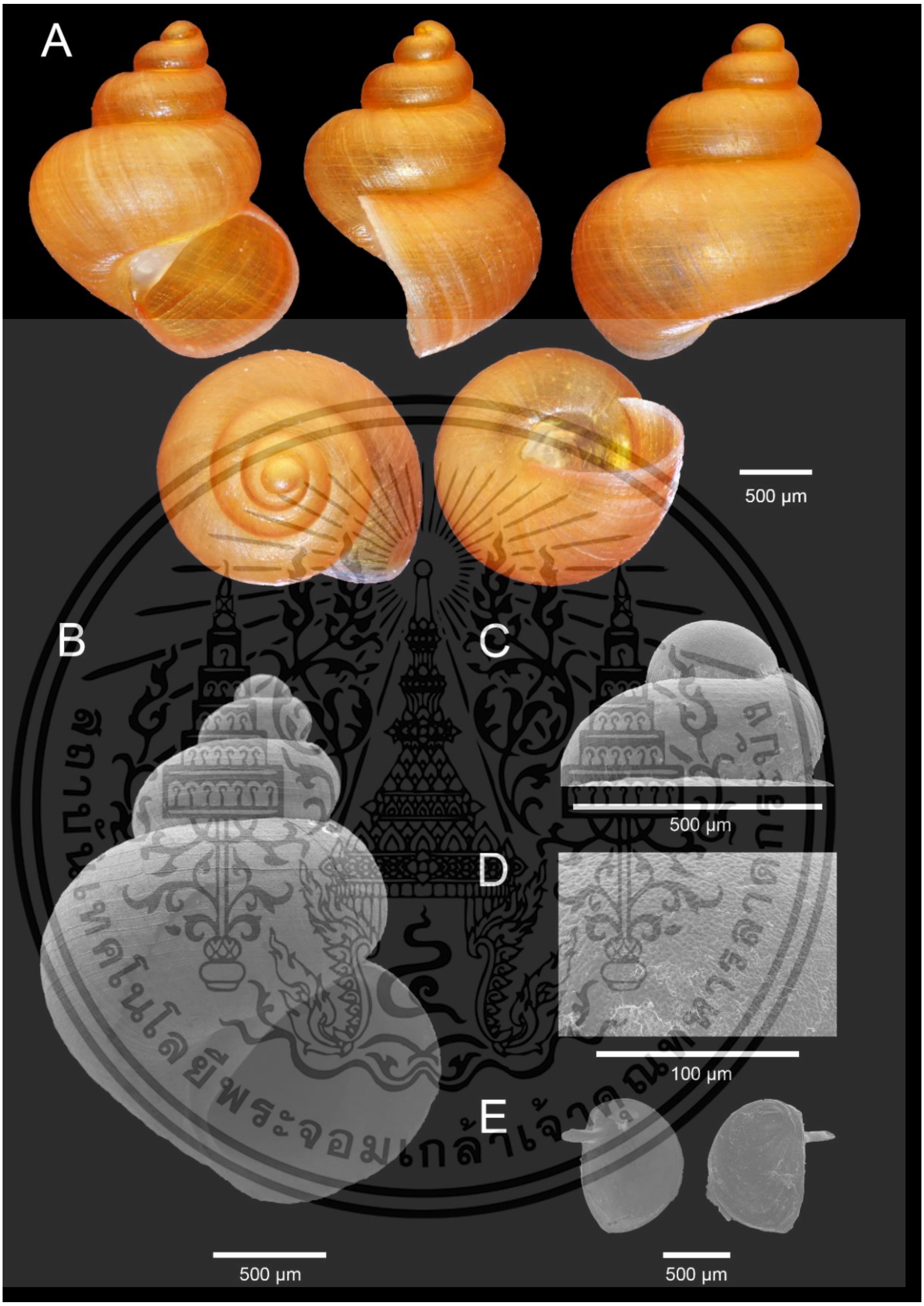
Etymology. The specific designation "*invisibilis*" refers to the weak growth lines pattern which like-invisible sculpture.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish, protoconch round to slightly ellipsoid and rounded meshed sculpture. Body whorl peripherally rounded have about 10-12 weak growth lines. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 4-4.25 whorls (รูปที่ 4.34A). Protoconch orangish to brownish, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded meshed sculpture (รูปที่ 4.34C, D). Teleoconch orangish to brownish, 3-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 10-12 prominent weak growth lines on the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.34A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.34E).

Differential diagnosis. *Georissa invisibilis* sp. nov. (ECG02) resembles *Georissa digitinota* sp. nov. Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 from Khao Noi Bodhiyan Temple, Satun Province. *Georissa digitinota* sp. nov. differs in having a more spiral lines (more than 30 spiral lines instead of 10-12 weak growth lines).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 Shell morphology of *Georissa invisibilis* sp. nov. (ECG02) **A.** Holotype ZRCBUU 0962. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0963. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group K

Georissa sagitta Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 sp. nov. (EMK01)

รูปที่ 4.35A-I

Type examined. *Holotype.* ZRCBUU 0904 (รูปที่ 4.35A); SH = 2.61 mm, SW = 1.63 mm, AH = 0.79 mm, AW = 0.98 mm, W = 4.25-4.5. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0905 (รูปที่ 4.35B-I) (10 shells); Shell measurements: SH = 2.44-2.88 mm (2.65±0.14 mm), SW = 1.63-1.84 mm (1.70±0.07 mm), AH = 0.79-0.97 mm (0.87±0.05 mm), AW = 0.95-1.09 mm (1.00±0.04 mm), W = 4-4.5 (all type material from type locality; 20 July 2019, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Khao Maka Cave Temple, Mueang Sakaeo district, Sakaeo Province; 13°47'16.6"N, 101°56'53.7"E.

Etymology. The specific designation "sagitta" for the prominent oval indentation resembling a target in archery.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish, protoconch round to slightly ellipsoid and mix of rounded, ellipsoidal to irregular sculpture with oval indentation. Body whorl peripherally rounded with 8-9 spiral lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

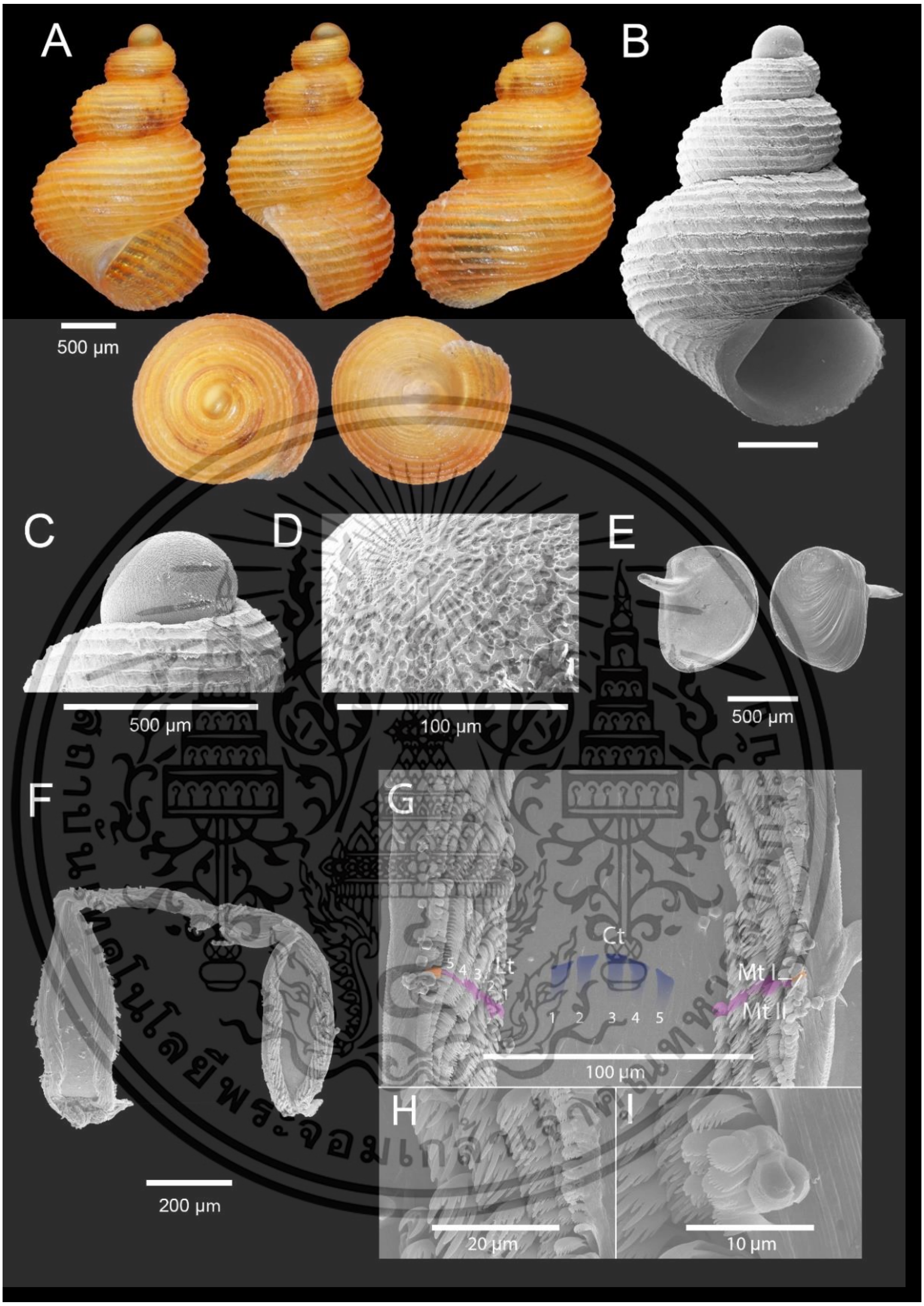
Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4.25–4.5 whorls (รูปที่ 4.35A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with mix of rounded, ellipsoidal to irregular sculpture and a large oval indentation present (รูปที่ 4.35C, D). Teleconch orange, consists of 3.25-3.5 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 8-9 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 7-8 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.35A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.35E).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Radula. Ribbon-like, slender, longer and delicate towards the outside, rhipidoglossate (รูปที่ 4.35F-I). Central tooth five small teeth, trapezoid shape. Lateral teeth five teeth, claw-like with 7-13 alternately long and short denticles decreasing in size from the first lateral tooth toward the 5th lateral tooth. Marginal teeth two teeth, claw-like with 12-14 equal size denticles. Radula formula 2:5:1+1+1+1+1+1:5:2.

Differential diagnosis. *Georissa sagitta* Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 (EMK01) resembles *G. monterosatiana* Godwin-Austen and Neville, 1879. *Georissa monterosatiana* differs in having more convex body whorl, smooth protoconch, and more lirae (9-11 instead of 8-9 lirae)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 Shell and radula morphology of *Georissa sagitta* sp. nov. (EMK01) **A.** Holotype ZRCBUU 0904. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0905. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum. **F.** Radula overview. **G.** Radula segment. **H.** Lateral teeth (Lt). **I.** Marginal teeth (Mt). Color highlights show radula position; blue: small central teeth (Ct), purple: lateral teeth, and orange: marginal teeth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group K

Georissa crassilinae sp. nov. (NEDB02)

รูปที่ 4.36A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0996 (รูปที่ 4.36A); SH = 2.24 mm, SW = 1.45 mm, AH = 0.71 mm, AW = 0.84 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0997 (รูปที่ 4.36B-E) (5 shells); Shell measurements: SH = 2.04-2.40 mm (2.24±0.13 mm), SW = 1.36-1.54 mm (1.45±0.07 mm), AH = 0.67-0.78 mm (0.73±0.04 mm), AW = 0.75-0.86 mm (0.81±0.04 mm), W = 4-4.5 (all type material from type locality; 14 July 2022, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Tham Dokbua temple, Nong Hin district, Loei Province; 17°03'14.6"N, 101°44'43.3"E.

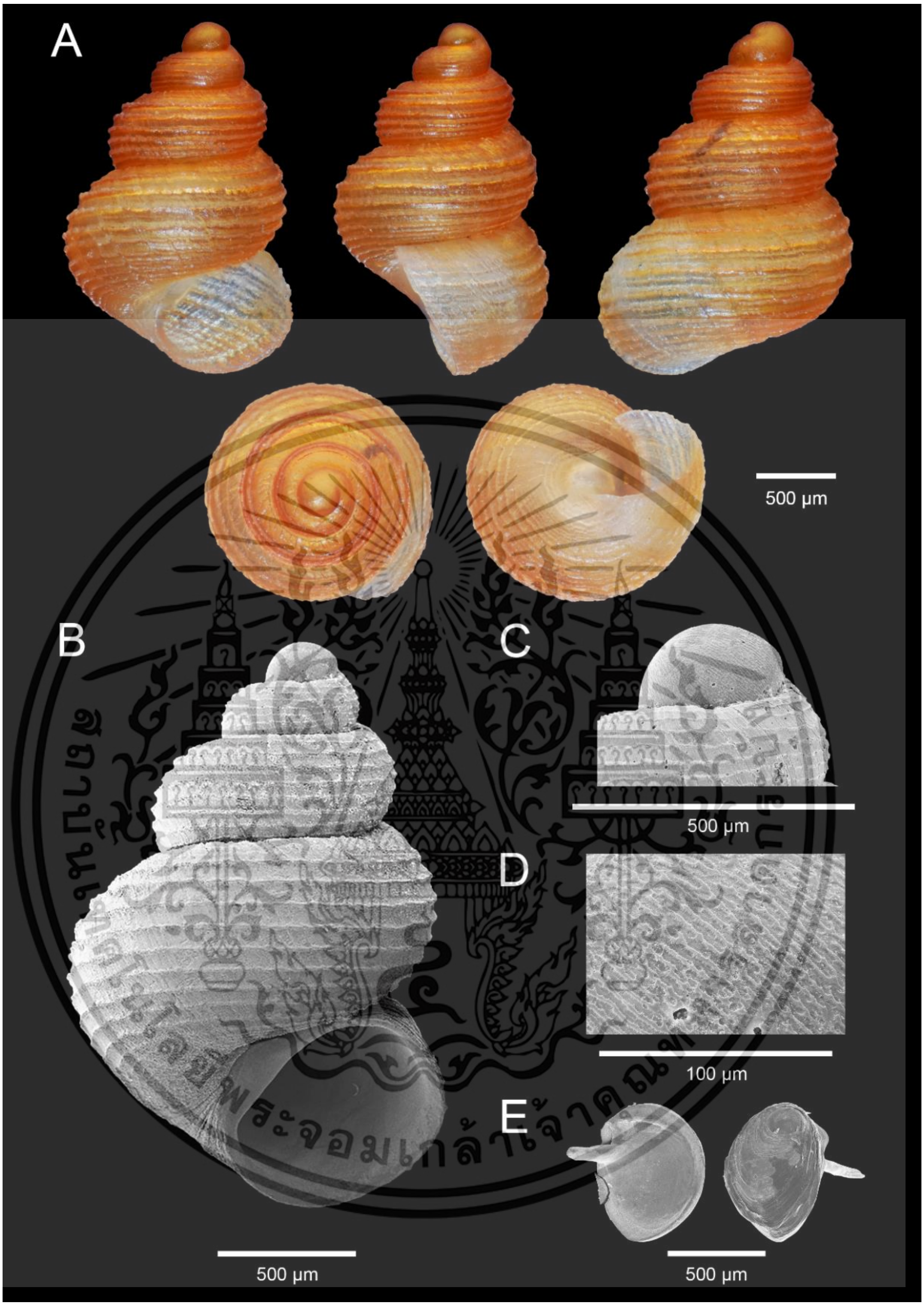
Etymology. This specific designation "*crassilinae*" with thickly spiral lines on its shell.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish, protoconch round to slightly with wrinkled sculpture. Body whorl peripherally rounded with 8-9 lirae, discontinuous weak growth lines between lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded to ovately.

Description. Shell minute, dextral, orangish, ovately conical with 4.5-4.25 whorls (รูปที่ 4.36A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with wrinkled sculpture (รูปที่ 4.36C, D). Teleconch orange, consists of 3.5-3.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 8-9 prominent lirae on the body whorl, discontinuous weak growth lines between lirae, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 5-6 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.36A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.36E).

Differential diagnosis. *Georissa crassilinae* sp. nov. (NEDB02) resembles *Georissa sagitta* Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 sp. nov. (EMK01) from Khao Maka Cave Temple, Sakaeo Province. *Georissa sagitta* sp. nov. differs in having a protoconch sculpture and haven't weak growth between lirae.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 Shell morphology of *Georissa crassilinae* sp. nov. (NEDB02) **A.** Holotype ZRCBUU 0996. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0997. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group K

Georissa parvaconica sp. nov. (NEPS02)

รูปที่ 4.37A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 1002 (รูปที่ 4.37A); SH = 1.41 mm, SW = 0.97 mm, AH = 0.44 mm, AW = 0.51 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 1003 (รูปที่ 4.37B-E) (6 shells); Shell measurements: SH = 1.30-1.48 mm (1.38±0.07 mm), SW = 0.87-0.94 mm (0.91±0.03 mm), AH = 0.41-0.47 mm (0.44±0.02 mm), AW = 0.47-0.50 mm (0.49±0.01 mm), W = 3.5-4 (all type material from type locality; 13 July 2022, K. Klongklaew leg).

Type locality. Thailand, Khao Phothisat Cave temple, Nong Hin district, Loei Province; 17°05'20.8"N, 101°46'51.2"E.

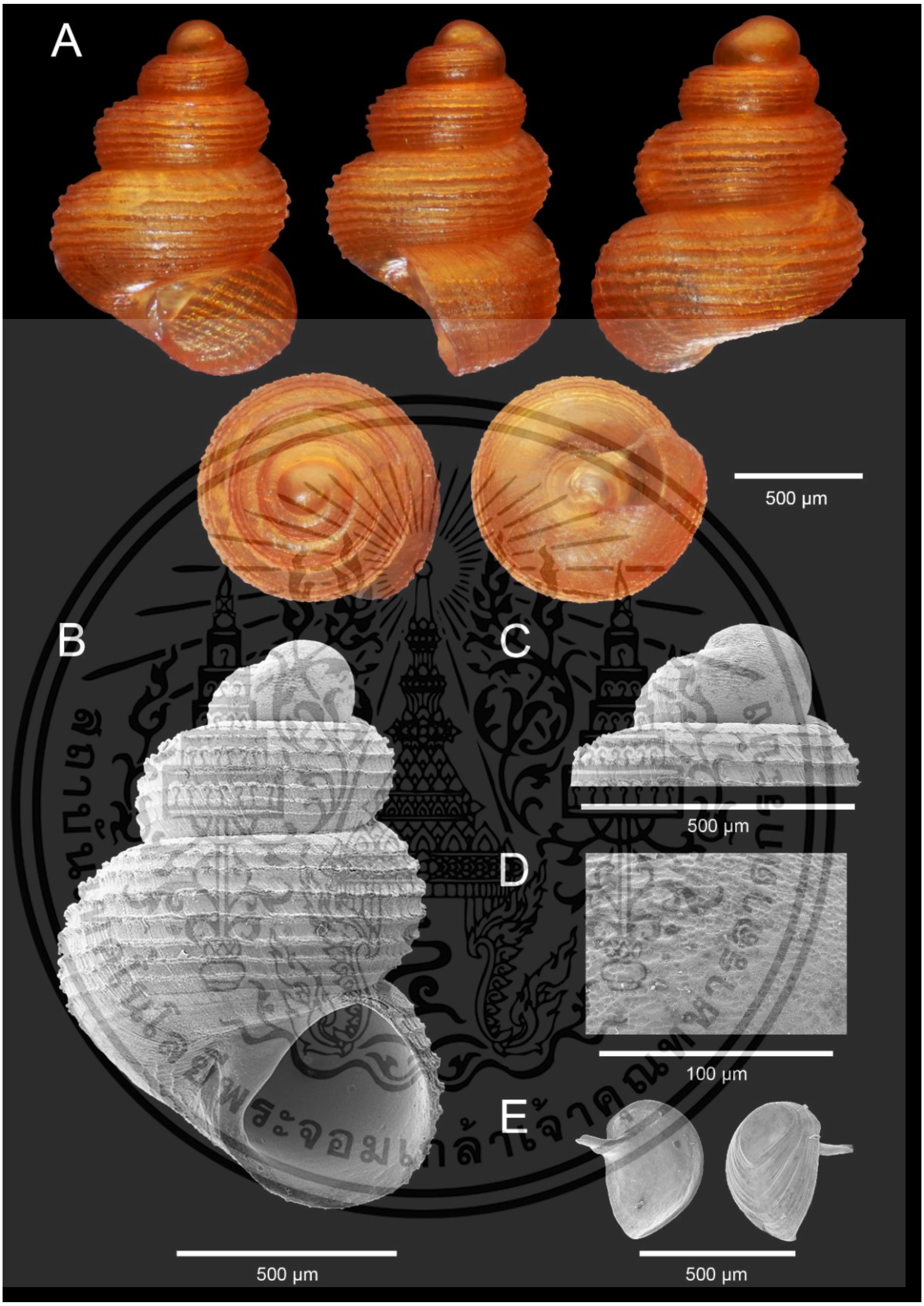
Etymology. This specific designation "*parvaconica*" for the tiny ovately conical of shell.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish, protoconch round to slightly with rounded mesh sculpture. Body whorl peripherally rounded with 8-9 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded to ovately.

Description. Shell minute, dextral, orangish, ovately conical with 4-4.25 whorls (รูปที่ 4.37A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded mesh sculpture (รูปที่ 4.37C, D). Teleconch orange, consists of 3-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 9-10 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 7-8 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.37A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.37E).

Differential diagnosis. *Georissa parvaconica* sp. nov. (NEPS02) resembles *G. hungerfordi* Godwin-Austen, 1889 from Malaysia. *Georissa hungerfordi* differs in having a protoconch sculpture and weak growth between lirae.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 Shell morphology of *Georissa parvaconica* sp. nov. (NEPS02) **A.** Holotype ZRCBUU 0976. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group L

Georissa monterosatiana samuiana Möllendorff, 1894 (EHY01)

รูปที่ 4.38A-E

Type examined. *Holotype.* ZRCBUU 0948 (รูปที่ 4.38A); SH = 3.41 mm, SW = 2.26 mm, AH = 1.09 mm, AW = 1.35 mm, W = 4.5-4.75. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0949 (รูปที่ 4.38B-E) (6 shells); Shell measurements: SH = 3.20-3.45 mm (3.29±0.09 mm), SW = 2.21-2.34 mm (2.26±0.05 mm), AH = 1.06-1.15 mm (1.10±0.04 mm), AW = 1.29-1.36 mm (1.33±0.02 mm), W = 4.5-4.75 (all type material from type locality; 27 May 2023, K. Klongklaew leg).

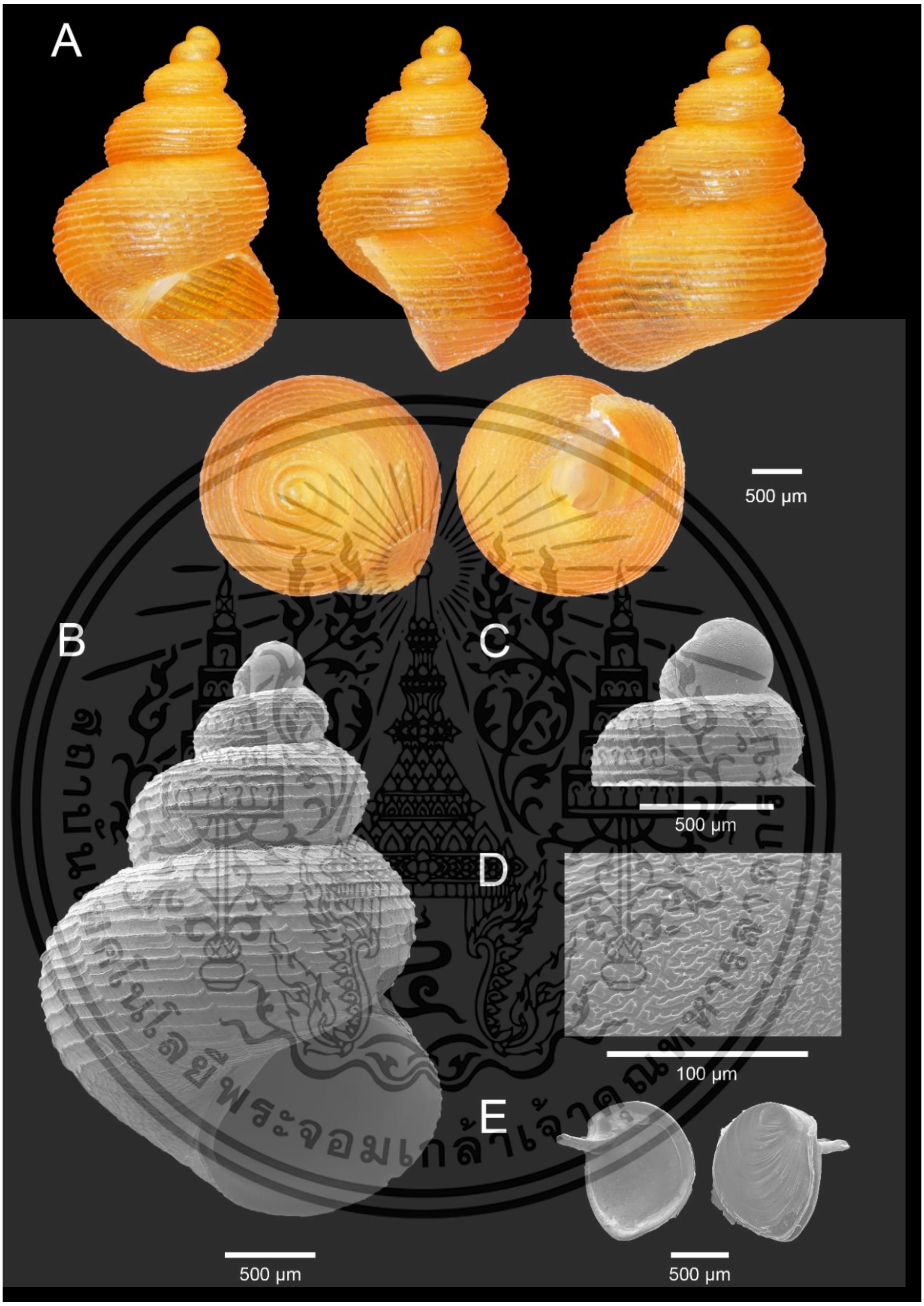
Type locality. Thailand, Khao Cha-ang hill, Bo Thong district, Chonburi Province; 13°07'40.7"N, 101°34'41.1"E.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish, protoconch round to slightly ellipsoid and irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 14-16 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish, ovately conical with 4.5–4.75 whorls (รูปที่ 4.38A). Protoconch brownish consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with irregular sculpture (รูปที่ 4.38C, D). Teleconch, orangish to brownish, consists of 3.5-3.75 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with 14-16 lirae on the body whorl, crossed with very weak oblique growth lines of the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened and not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.38A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.38E).

Differential diagnosis. *Georissa monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894 (EHY01) resembles *G. monterosatiana monterosatiana* Godwin-Austen & G. Nevill, 1879 from Tham Suea temple, Suphan Buri Province. *Georissa monterosatiana samuiana* differs in having a more slender shape, protoconch sculpture, inside surface of operculum, and more lirae (12-14 lirae instead of 14-16 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 Shell morphology of *Georissa monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894 (EHY01). **A.** Holotype ZRCBUU 0936. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0937. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group L

Georissa concentrica sp. nov. (CTS01, CSM01)

รูปที่ 4.39A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0944 (รูปที่ 4.39); SH = 2.69 mm, SW = 2.00 mm, AH = 0.99 mm, AW = 1.20 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0945 (รูปที่ 4.39B-E) (4 shells); Shell measurements: SH = 2.60-2.87 mm (2.70±0.12 mm), SW = 1.84-2.01 mm (1.91±0.07 mm), AH = 0.88-1.05 mm (0.0.94±0.08 mm), AW = 1.13-1.25 mm (1.17±0.08=5 mm), W = 4-4.5 (all type material from type locality; 9 October 2021, K. Klongklaew leg).

Other material examined. Thailand, Khao Samo Kon temple, Tha Wung district, Lop Buri Province, 14°54'04.9"N 100°30'30.8"E, 16 July 2022. ZRCBUU 0942. SH = 2.78 mm, SW = 1.97 mm, AH = 0.95 mm, AW = 1.22 mm, W = 4.25-4.5. ZRCBUU 0943 (4 shells); Shell measurements: SH = 2.18-2.54 mm (2.37±0.16 mm), SW = 1.68-1.76 mm (1.75±0.06 mm), AH = 0.77-0.92 mm (0.85±0.06 mm), AW = 1.08-1.15 mm (1.04±0.04 mm), W = 3.75-4.5.

Type locality. Thailand, Tham Suea temple, U-Thong district, Suphan Buri Province; 14°21'12.8"N, 99°51'06.9"E.

Etymology. This specific designation "*concentrica*" refers to operculum surface.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and rounded to ellipsoidal sculpture. Body whorl peripherally rounded with 12-14 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, concentric, opaque white, and semi-rounded.

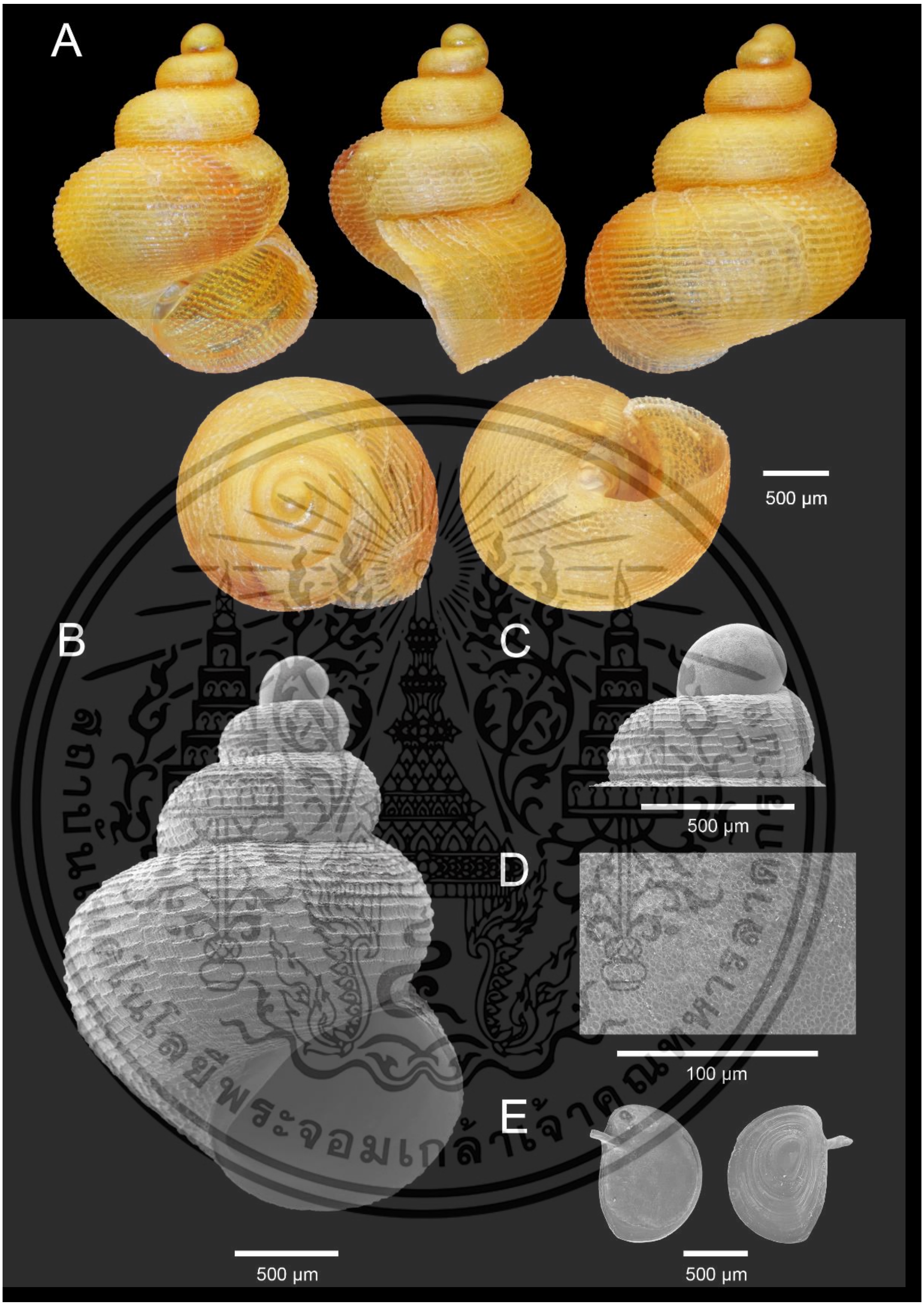
Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 4.25–4.5 whorls (รูปที่ 4.39A). Protoconch orangish to brownish consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded to ellipsoidal sculpture (รูปที่ 4.39C, D). Teleconch, orangish to brownish, consists of 3.25-3.5 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with 12-14 lirae on the body whorl, crossed with very weak oblique growth lines of the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened and not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.39A, B). Operculum concentric, nucleus submarginal, corneous, opaque white,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.39E).

Differential diagnosis. *Georissa concentrica* sp. nov. (CTS01, CSM01) resembles *G. monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894 from Khao Cha-ang hill, Chonburi Province. *Georissa monterosatiana monterosatiana* differs in having a protoconch sculpture, and inside surface of operculum.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 Shell morphology of *Georissa concentrica* sp. nov. (CTS01) **A.** Holotype ZRCBUU 0936. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0937. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group L

Georissa maraoraoa K. C. Emberton, 2004 (SMZ02)

รูปที่ 4.40A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0946 (รูปที่ 4.40A); SH = 3.10 mm, SW = 2.26 mm, AH = 1.14 mm, AW = 1.34 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0947 (รูปที่ 4.40B-E) (6 shells); Shell measurements: SH = 2.21-2.61 mm (2.43±0.15 mm), SW = 1.69-2.00 mm (1.82±0.11 mm), AH = 0.79-0.94 mm (0.89±0.07 mm), AW = 0.99-1.20 mm (1.11±0.07 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 26 June 2021, P. Dumrongrojwattana leg).

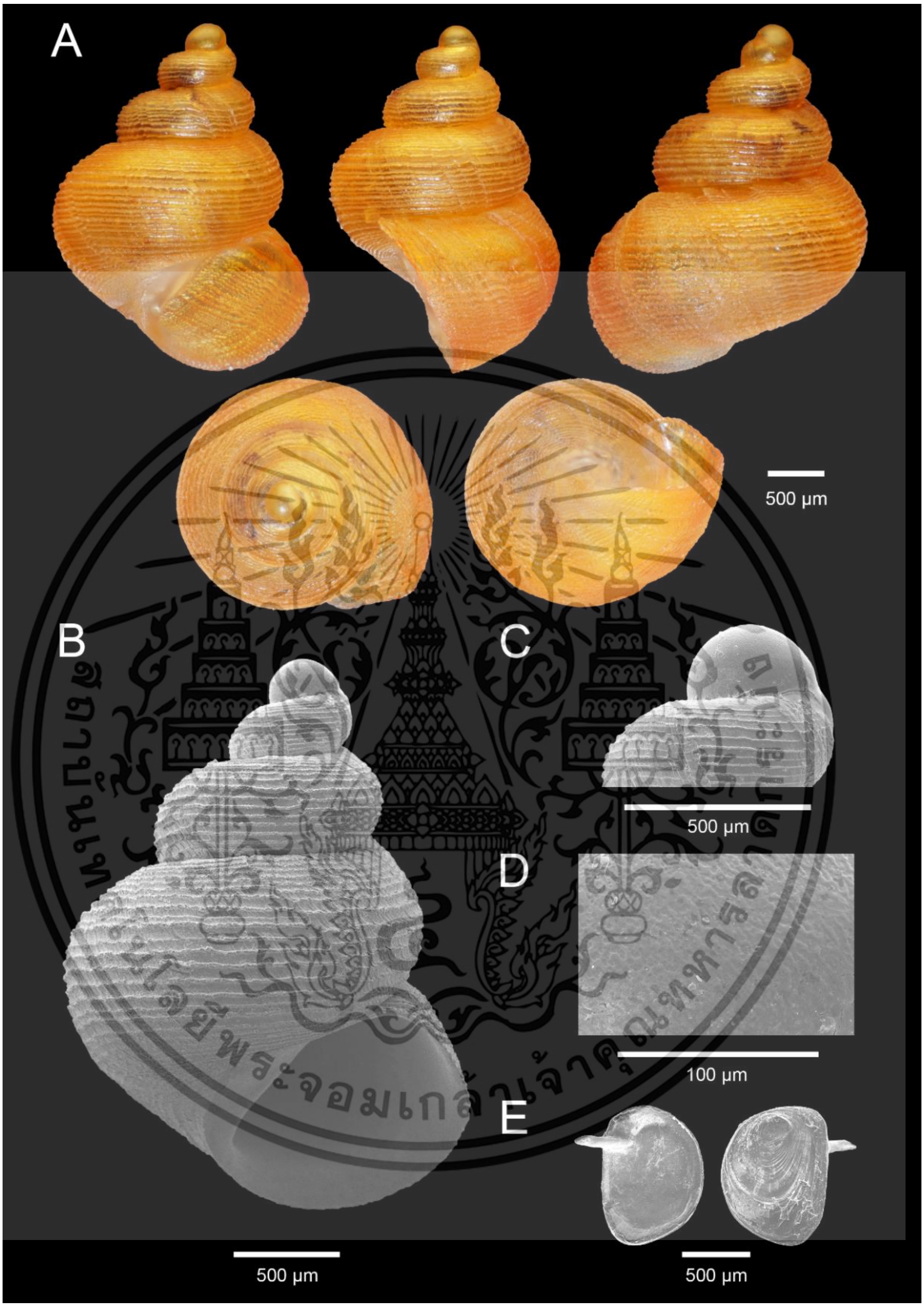
Type locality. Thailand, Tham Than Nam Lod Noi cave, Sawi district, Chumphon Province, 10°13'48.1"N 98°56'38.1"E.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with mix of rouned, ellipsoid, and irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 14-16 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4–4.25 whorls (รูปที่ 4.40A). Protoconch brownish consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rouned, ellipsoid, irregular sculpture (รูปที่ 4.40C, D). Teleconch, orangish to brownish, consists of 3-3.25 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with 16-18 lirae on the body whorl. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened and not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.40A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.40E).

Differential diagnosis. *Georissa maraoraoa* K. C. Emberton, 2004 (SMZ02) resembles *G. monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894 from Khao Cha-ang hill, Chonburi Province. *Georissa* sp. nov. differs in having a more convex body whorl, protoconch sculpture, and more lirae (14-16 lirae instead of 16-18 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 Shell morphology of *Georissa maraoraoa* K. C. Emberton, 2004 (SMZ02) **A.** Holotype ZRCBUU 0946. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0947. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group M

Georissa khaochakangensis sp. nov. (ECG01)
รูปที่ 4.41A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0950 (รูปที่ 4.41A); SH = 2.57 mm, SW = 1.71 mm, AH = 0.85 mm, AW = 1.02 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0951 (รูปที่ 4.41B-E) (8 shells); Shell measurements: SH = 2.35-2.69 mm (2.51±0.14 mm), SW = 1.58-1.81 mm (1.67±0.09 mm), AH = 0.76-0.92 mm (0.84±0.05 mm), AW = 1.09-1.21 mm (1.01±0.04 mm), W = 4-4.5 (all type material from type locality; 20 July 2019, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Khao Chakan cave temple, Khao Chakan district, Sakaeo Province; 13°39'37.7"N, 102°05'05.4"E.

Etymology. This specific designation "*khaochakangensis*" is a place referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and ellipsoidal to irregular. Body whorl peripherally rounded with 14-15 spiral lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

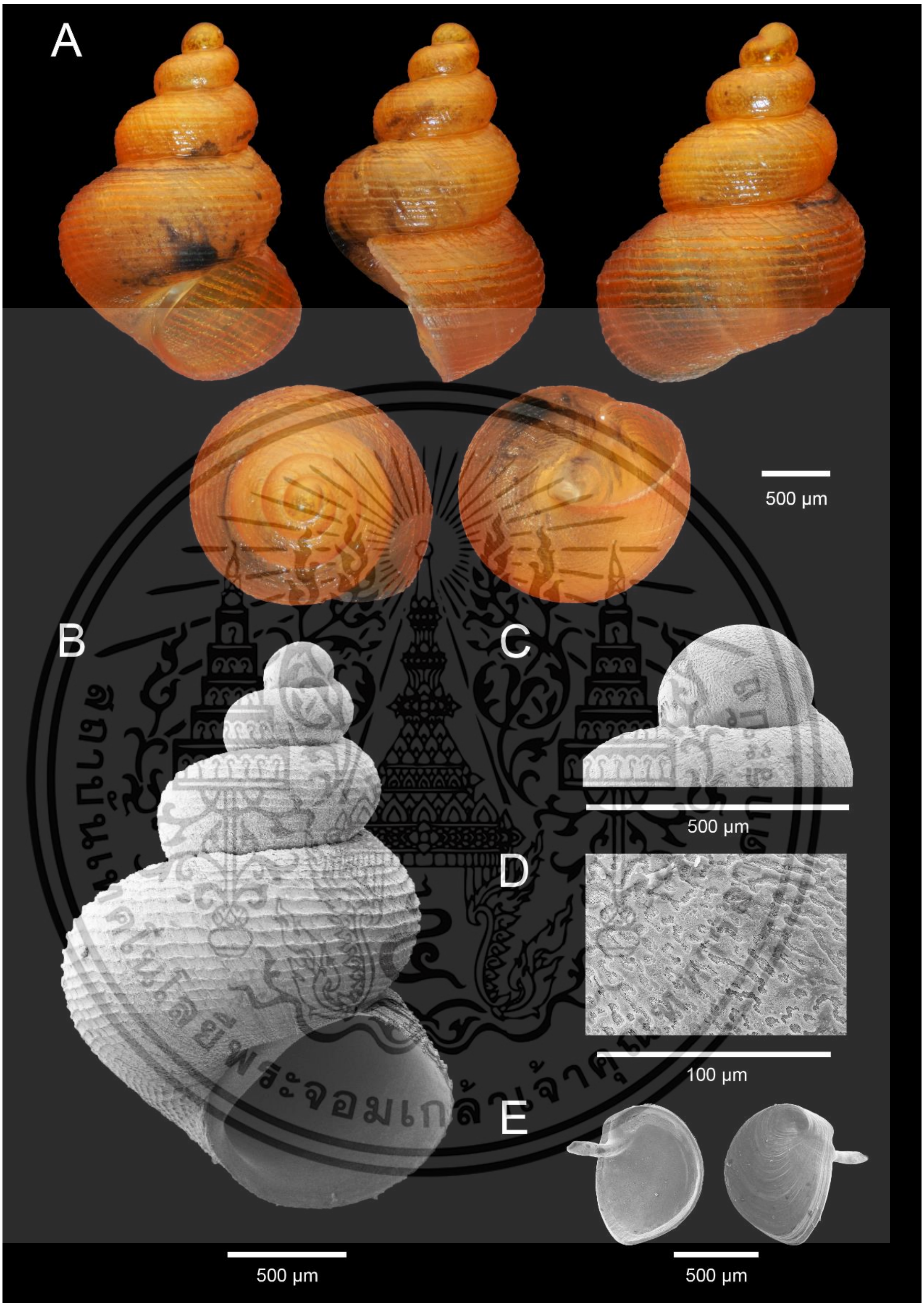
Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4-4.25 whorls (รูปที่ 4.41A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with ellipsoidal to irregular sculpture (รูปที่ 4.41C, D). Teleconch orange, consists of 3.25-3.5 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 14-15 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 9-10 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.41A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.41E).

Differential diagnosis. *Georissa khaochakangensis* sp. nov. (ECG01) resembles *Georissa sagitta* Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 sp. nov. from Khao

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maka Cave Temple, Sakaeo Province. *Georissa sagitta* differs in having a more convex body whorl, and more lirae (8-9 instead of 14-15 lirae)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 Shell morphology of *Georissa khaochakangensis* sp. nov. (ECG01) **A.** Holotype ZRCBUU 0950. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0951. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group M

Georissa khaokramgensis sp. nov. (SKC01)

รูปที่ 4.42A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0974 (รูปที่ 4.42A); SH = 2.45 mm, SW = 1.67 mm, AH = 0.86 mm, AW = 1.01 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0975 (รูปที่ 4.42B-E) (4 shells); Shell measurements: SH = 2.13-2.35 mm (2.21±0.10 mm), SW = 1.50-1.63 mm (1.61±0.12 mm), AH = 0.78-0.84 mm (0.81±0.03 mm), AW = 0.92-1.04 mm (0.96±0.05 mm), W = 3.75-4 (all type material from type locality; 14 July 2022, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Tham Khao Kram monastery, Ban Rai district, Uthai Thani Province; 10°55'04.3"N, 99°22'24.8"E.

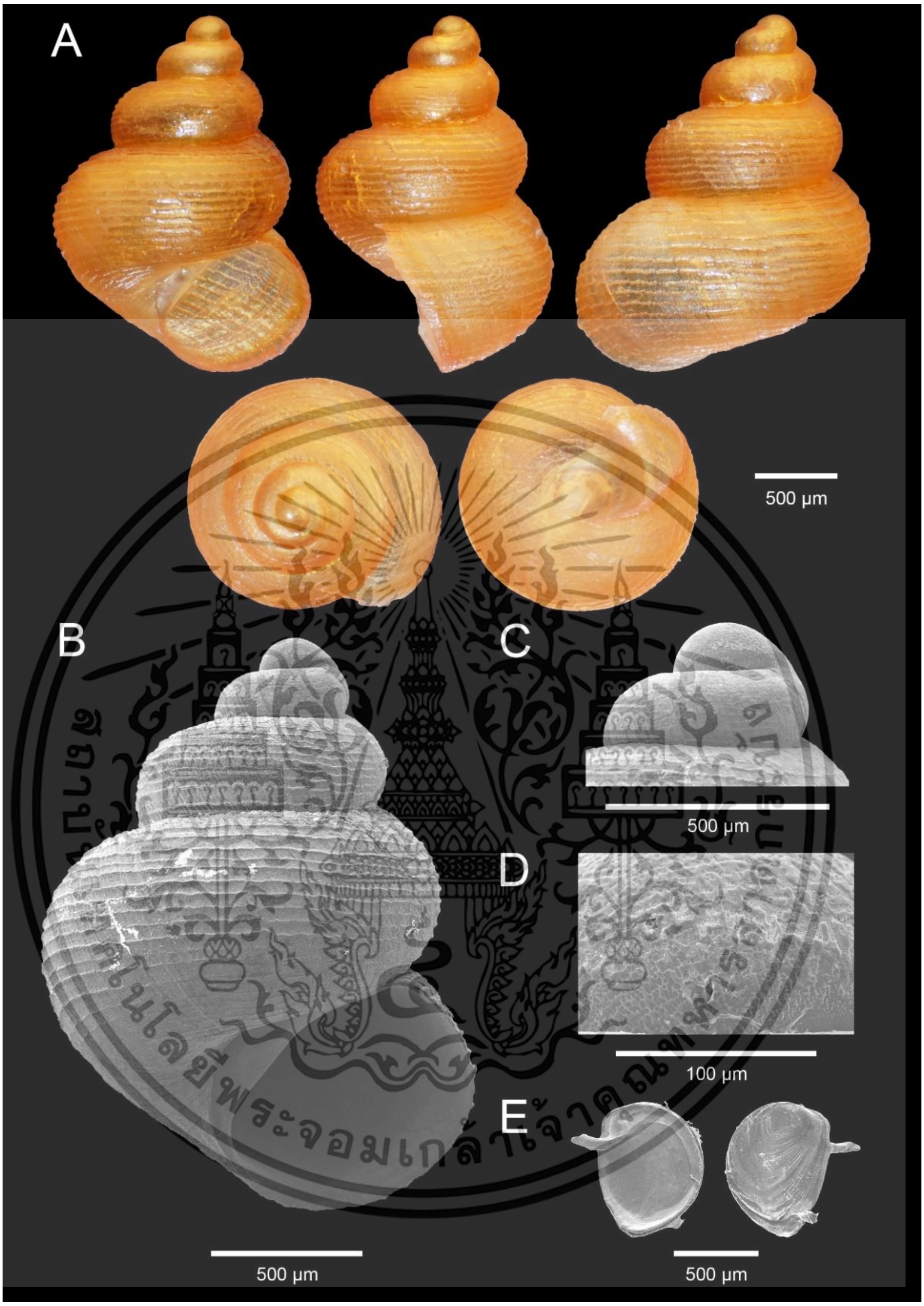
Etymology. This specific designation "*khaokramgensis*" is a place referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, yellowish to orangish, protoconch round to slightly with ellipsoidal to irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 9-10 lirae, discontinuous weak growth lines between lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, yellowish to orangish, globosely conical with 4-4.25 whorls (รูปที่ 4.42A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with mix of rouned, ellipsoidal, irregular sculpture (รูปที่ 4.42C, D). Teleconch orange, consists of 3-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 11-13 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 5-6 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.42A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.42E).

Differential diagnosis. *Georissa khaokramgensis* sp. nov. (SKC01) resembles *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879. *Georissa monterosatiana* differs in having a discontinuous weak growth line between lirae, and less lirae (9–11 spiral lines instead of 9-10 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42 Shell morphology of *Georissa khaokramgensis* sp. nov. (SKC01) **A.** Holotype ZRCBUU 0974. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0975. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group M

Georissa irregulari sp. nov. (CCL02)

รูปที่ 4.43A-E

Type examined. *Holotype.* ZRCBUU 0974 (รูปที่ 4.43A); SH = 2.45 mm, SW = 1.67 mm, AH = 0.86 mm, AW = 1.01 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0975 (รูปที่ 4.43B-E) (4 shells); Shell measurements: SH = 2.13-2.35 mm (2.21±0.10 mm), SW = 1.50-1.63 mm (1.61±0.12 mm), AH = 0.78-0.84 mm (0.81±0.03 mm), AW = 0.92-1.04 mm (0.96±0.05 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 25 September 2021, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Khao Chong Lom temple, Ban Rai district, Uthai Thani Province; 15°16'51.3"N, 99°43'04.8"E.

Etymology. This specific designation "*irregulari*" refers to the spiral lines of body whorl.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, yellowish to orangish, protoconch round to slightly with ellipsoidal to irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 9-10 lirae, discontinuous weak growth lines between lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

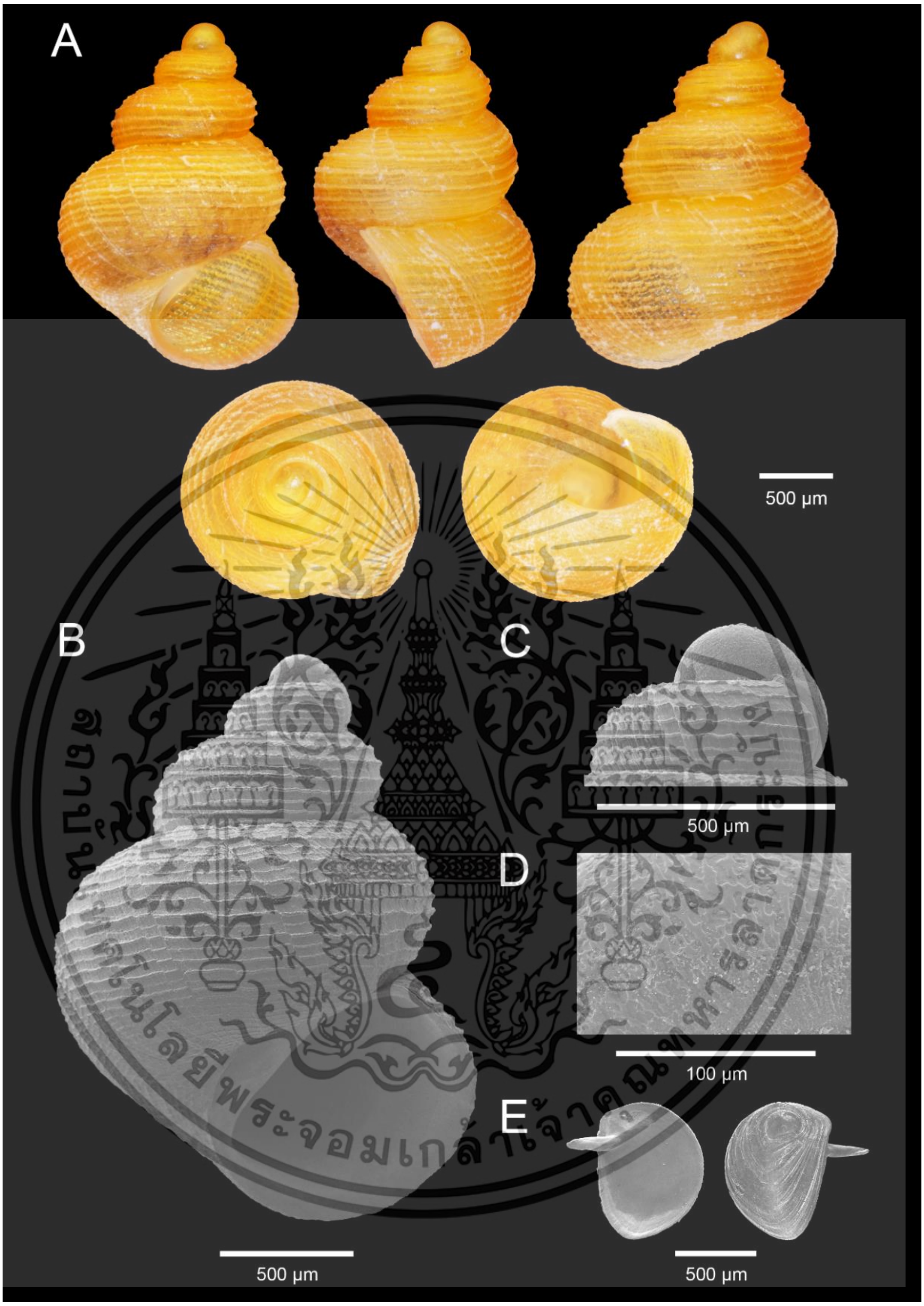
Description. Shell minute, dextral, yellowish to orangish, globosely conical with 3.75-4.25 whorls (รูปที่ 4.43A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with ellipsoidal to irregular sculpture (รูปที่ 4.43C, D). Teleconch orange, consists of 3.75-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 9-10 prominent lirae on the body whorl, between lirae have discontinuous weak growth lines, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 10-12 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.43A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.43E).

Differential diagnosis. *Georissa irregulari* sp. nov. (CCL02) resembles *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879. *Georissa monterosatiana* differs in

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

having a discontinuous weak growth line between lirae, and less lirae (9–11 spiral lines instead of 9-10 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.43 Shell morphology of *Georissa irregularis* sp. nov. (CCL02) **A.** Holotype ZRCBUU 0972. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0973. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group N

Georissa horizell sp. nov. (WCD01)

รูปที่ 4.44A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0980 (รูปที่ 4.44A); SH = 1.86 mm, SW = 1.59 mm, AH = 0.74 mm, AW = 1.06 mm, W = 3.5-3.75. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0981 (รูปที่ 4.44B-E) (5 shells); Shell measurements: SH = 1.82-1.66 mm (1.60±0.04 mm), SW = 1.17-1.23 mm (1.20±0.03 mm), AH = 0.57-0.62 mm (0.60±0.02 mm), AW = 0.70-0.74 mm (0.72±0.02 mm), W = 3.25-3.75 (all type material from type locality; 2 October 2022, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Khao Chong Sadet temple, Mueang Kanchanaburi district, Kanchanaburi Province; 14°00'34.9"N, 99°28'29.7"E.

Etymology. This specific designation from "horizontal" and "ellipse" refers to "*horizell*" related to the aperture shape its shell.

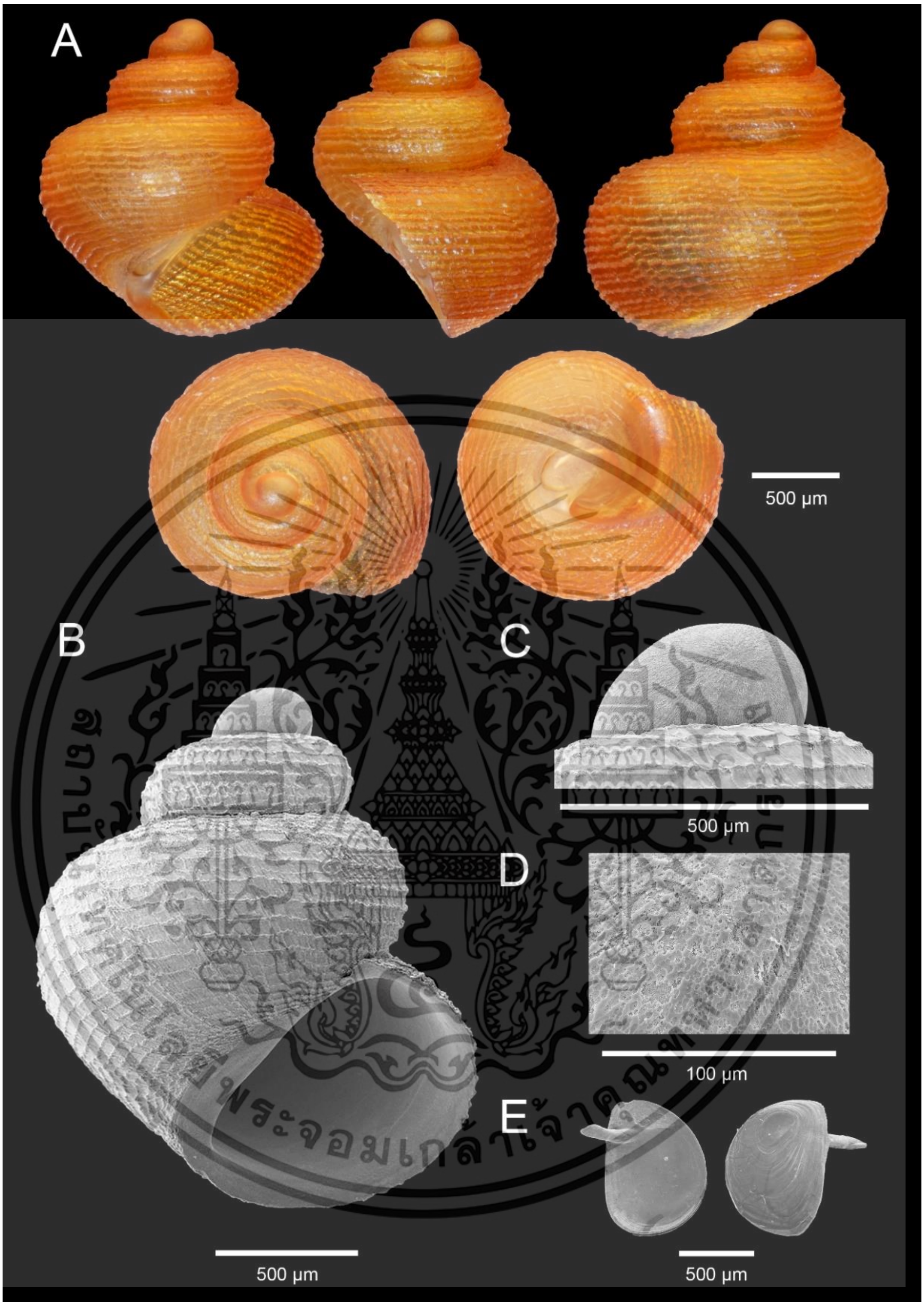
Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with rounded to ellipsoidal mash sculpture. Body whorl peripherally rounded with 7-8 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded to ovately.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 3.5-3.75 whorls (รูปที่ 4.44A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded to ellipsoidal mash sculpture (รูปที่ 4.43C, D). Teleconch orange, consists of 2.5-3.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 7-8 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 7-8 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.44A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded to ovately, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.44E).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Differential diagnosis. *Georissa horizell* sp. nov. (WCD01) resembles *Georissa liratula* Stoliczka, 1871 from Jeen cave, Ratchaburi Province. *Georissa liratula* differs in having a aperture shape.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.44 Shell morphology of *Georissa horizell* sp. nov. (WCD01) **A.** Holotype ZRCBUU 0976. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group N

Georissa thewaritensis sp. nov. (WST01)

รูปที่ 4.45A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0982 (รูปที่ 4.45A); SH = 1.40 mm, SW = 1.17 mm, AH = 0.55 mm, AW = 0.74 mm, W = 3-3.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0983 (รูปที่ 4.45B-E) (4 shells); Shell measurements: SH = 1.38-1.72 mm (1.60±0.16 mm), SW = 1.05-1.33 mm (1.25±0.13 mm), AH = 0.53-0.62 mm (0.58±0.04 mm), AW = 0.68-0.82 mm (0.78±0.07 mm), W = 3-3.5 (all type material from type locality; 1 October 2022, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Sutthikanchanaram temple, Mueang Kanchanaburi district, Kanchanaburi Province; 14°04'26.7"N, 99°22'41.4"E.

Etymology. This specific designation "*thewaritensis*" refers to cave name at the type locality.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with rounded to ellipsoidal mash sculpture. Body whorl peripherally rounded with 7-8 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded to ovately.

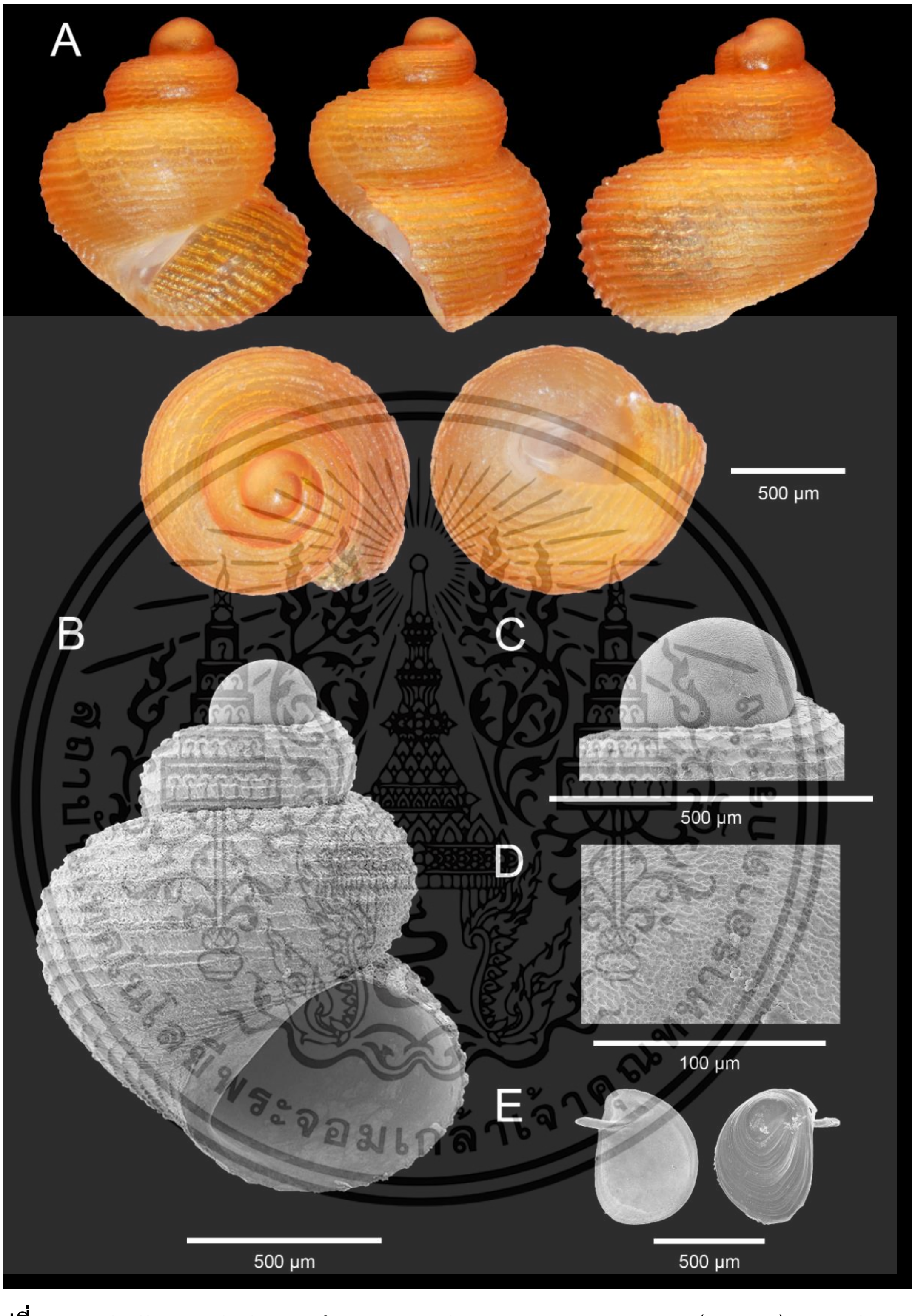
Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 3.5-3.75 whorls (รูปที่ 4.45A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded to ellipsoidal mash sculpture (รูปที่ 4.45C, D). Teleconch orange, consists of 2.5-3.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 9-10 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 7-8 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.45A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded to ovately, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.45E).

Differential diagnosis. *Georissa thewaritensis* sp. nov. (WST01) resembles *Georissa* sp. nov. (D4.6.1) from Khao Chong Sadet temple, Ratchaburi Province. *Georissa* sp. nov.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(D4.6.1) differs in having an less smaller aperture shape, and less lirae (7-8 instead of 9-10 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 Shell morphology of *Georissa thewaritensis* sp. nov. (WST01) **A.** Holotype ZRCBUU 0976. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group O

Georissa khaothammiensis sp. nov. (CTM01)

รูปที่ 4.46A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0988 (รูปที่ 4.46A); SH = 2.09 mm, SW = 1.50 mm, AH = 0.72 mm, AW = 0.84 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0989 (รูปที่ 4.46B-E) (8 shells); Shell measurements: SH = 1.84-2.27 mm (2.04±0.17 mm), SW = 1.40-1.53 mm (1.47±0.07 mm), AH = 0.63-0.76 mm (0.70±0.05 mm), AW = 0.77-0.86 mm (0.83±0.04 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 10 October 2021, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Khao Tham Mi temple, Dan Chang district, Suphan Buri Province; 14°52'35.0"N, 99°42'03.2"E.

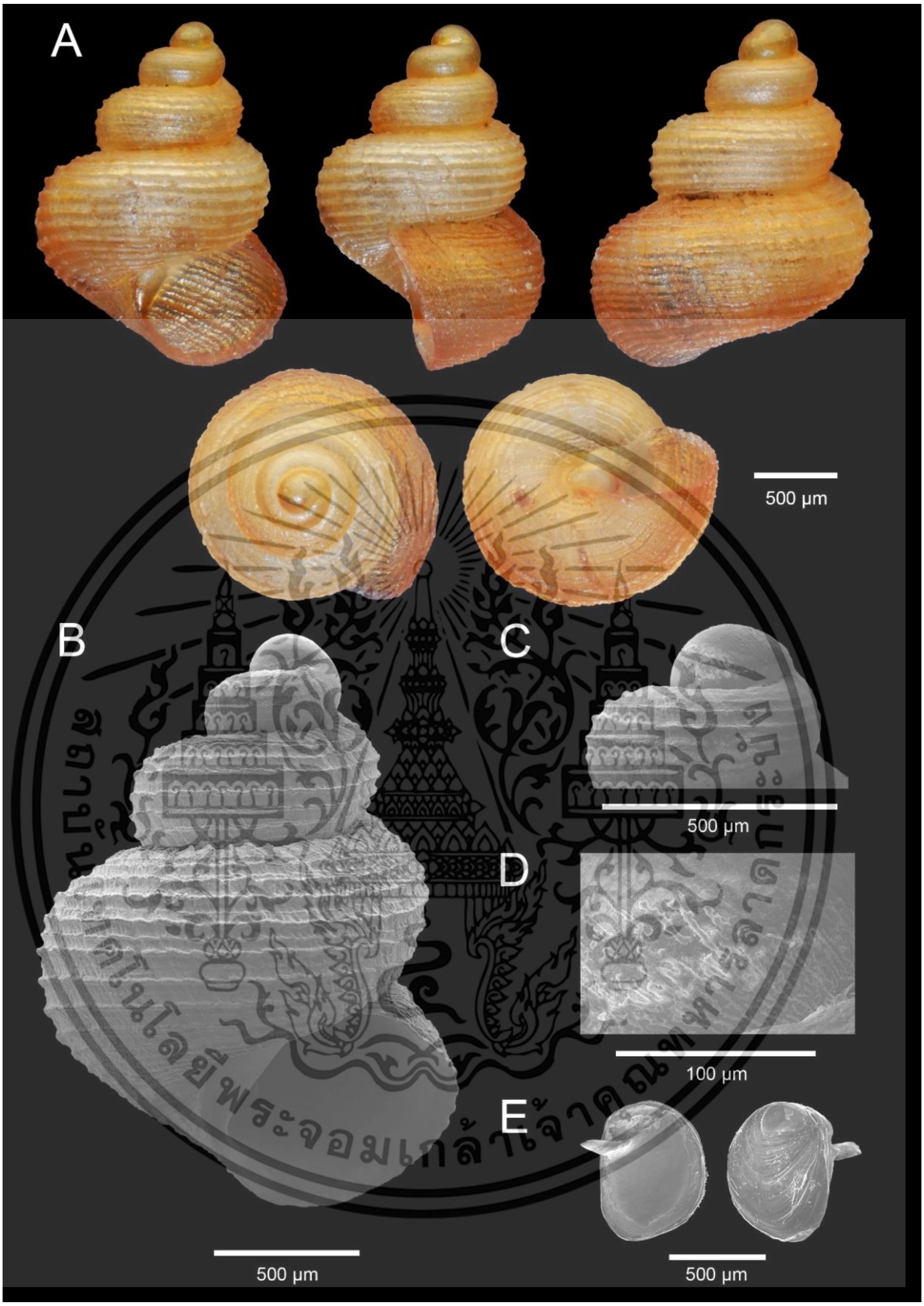
Etymology. This specific designation "*khaothammiensis*" refers to type locality.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with perforated sculpture. Body whorl peripherally rounded with 7-8 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded to ovately.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4.5-4.25 whorls (รูปที่ 4.46A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded to ellipsoidal mash sculpture (รูปที่ 4.46C, D). Teleconch orange, consists of 3.5-3.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 7-8 discontinuous prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 7-8 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.46A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.46E).

Differential diagnosis. *Georissa khaothammiensis* sp. nov. (CTM01) resembles *Georissa rigidulus* sp. nov. (CPW04) from Pattawi hill, Uthai Thani Province. *Georissa rigidulus* sp. nov. (CPW04) differs in having a discontinuous prominent lirae and more lirae (6-7 instead of 7-8 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.46 Shell morphology of *Georissa khaothammiensis* sp. nov. (CTM01) **A.** Holotype ZRCBUU 0988. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0989. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group O

Georissa transrugosa sp. nov. (SSL01)

รูปที่ 4.47A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0992 (รูปที่ 4.47A); SH = 1.81 mm, SW = 1.24 mm, AH = 0.63 mm, AW = 0.72 mm, W = 3.5-3.75. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0989 (รูปที่ 4.47B-E) (3 shells); Shell measurements: SH = 1.42-1.77 mm (1.64±0.20 mm), SW = 1.03-1.20 mm (1.14±0.09 mm), AH = 0.50-0.65 mm (0.58±0.08 mm), AW = 0.57-0.72 mm (0.70±0.03 mm), W = 3.5-4 (all type material from type locality; 4 March 2023, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Tham Silawan monastery, Pathio district, Suphan Buri Chumphon; 10°41'22.3"N, 99°14'27.8"E.

Etymology. This specific designation "*transrugosa*" for the horizontal wrinkled of protoconch sculpture.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with wrinkled sculpture. Body whorl peripherally rounded with 13-14 discontinuous lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded to ovately.

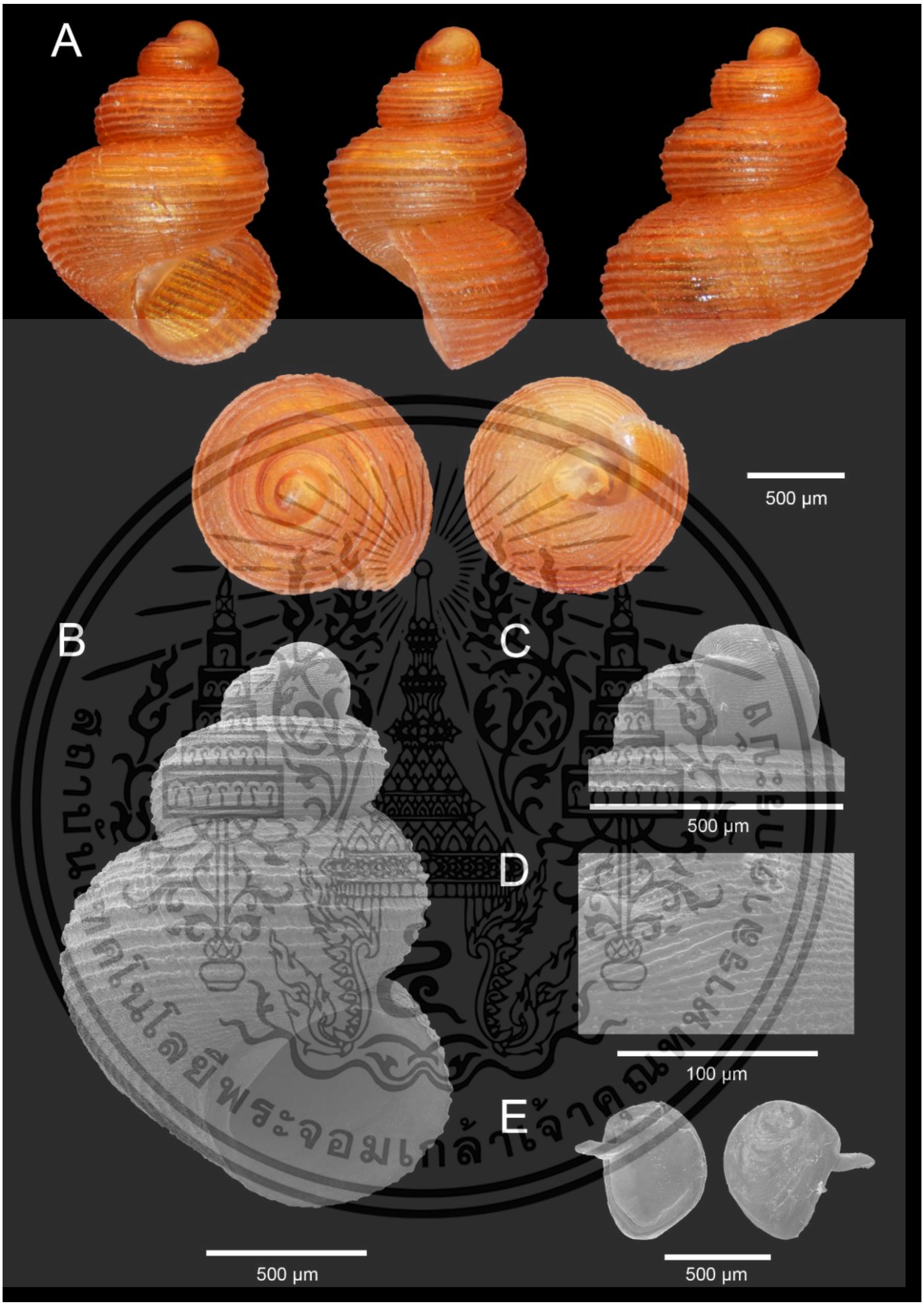
Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4.5-4.25 whorls (รูปที่ 4.47A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with wrinkled sculpture (รูปที่ 4.47C, D). Teleconch orange, consists of 3.5-3.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 12-14 discontinuous prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 7-8 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.47A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.47E).

Differential diagnosis. *Georissa transrugosa* sp. nov. (SSL01) resembles *Georissa rigidulus* sp. nov. (CPW04) from Pattawi hill, Uthai Thani Province. *Georissa rigidulus* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

nov. (CPW04) differs in having a discontinuous prominent lirae and more lirae (6-7 instead of 13-14 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 Shell morphology of *Georissa transrugosa* sp. nov. (SSL01) **A.** Holotype ZRCBUU 0992. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 0993. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Morphological identification

Georissa pecten sp. nov. (NPC01)

รูปที่ 4.48A-E

Type material. ***Holotype.*** ZRCBUU 0926 (รูปที่ 4.48A). SH = 1.97 mm, SW = 1.53 mm, AH = 0.81 mm, AW = 0.93 mm, W = 3.5-3.75. ***Paratype.*** ZRCBUU 0927 (รูปที่ 4.48B-E) (3 shells); Shell measurements: SH = 1.98-2.11 mm (2.04±0.06 mm), SW = 1.54-1.73 mm (1.62±0.10 mm), AH = 0.80-0.85 mm (0.83±0.03 mm), AW = 0.92-0.99 mm (0.95±0.04 mm), W = 3.5-3.75 (all type material from type locality; 1 September 2012, K. Klongklaew leg).

Type locality. Thailand, Doi Pha Chang, Wiang Chai district, Chiang Rai Province, 19°49'53.1"N 100°01'10.7"E.

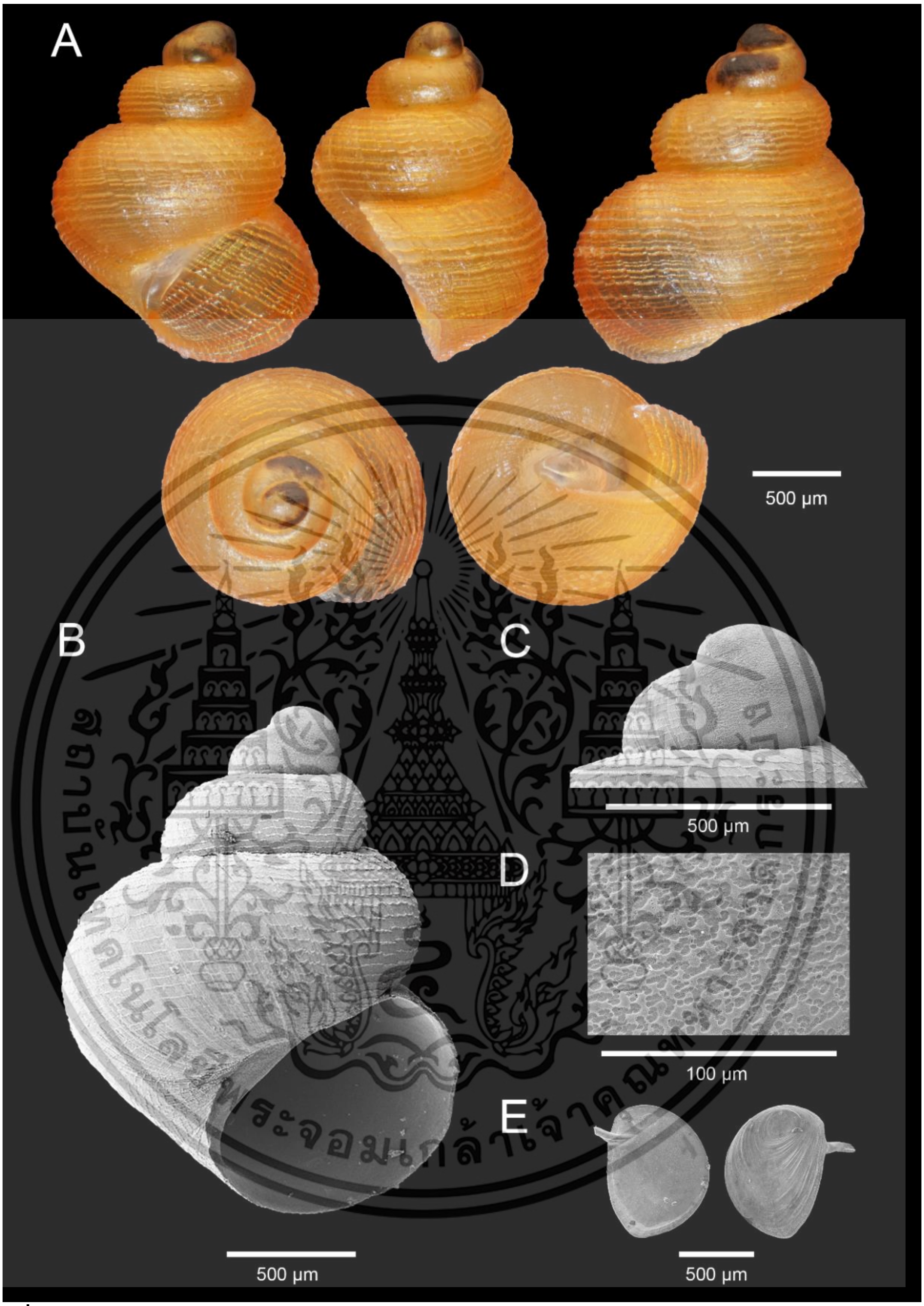
Etymology. This specific designation "*pecten*" for spiral lines on body whorl resembles a weaving comb.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with rounded to ellipsoidal sculpture. Body whorl peripherally rounded with 12-14 spiral lines. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 3.5-3.75 whorls (รูปที่ 4.48A). Protoconch orangish to brownish, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded to ellipsoidal sculpture (รูปที่ 4.48C, D). Teleoconch orangish to brownish, 2.5-2.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 12-14 spiral lines on the body whorl. Basal part of body whorl with approximately 9-10 densely spaced spiral cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.48A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.48E).

Differential diagnosis. *Georissa pecten* sp. nov. (NPC01) resembles *G. hungerfordi* Godwin-Austen, 1889 and *G. trusmadi* Khalik, Hendriks, Vermeulen & Schilthuizen, 2018 from Malaysia. This species is differ in having a more spiral ribs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.48 Shell morphology of *Georissa pecten* sp. nov. (NPC01). **A.** Holotype ZRCBUU 0926. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0927. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Morphological identification

Georissa phalaensis sp. nov. (NPL01)

รูปที่ 4.49A-E

Type examined. *Holotype.* ZRCBUU 0976 (รูปที่ 4.49A); SH = 1.94 mm, SW = 1.38 mm, AH = 0.70 mm, AW = 0.76 mm, W = 3.75-4. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0977 (รูปที่ 4.49B-E) (4 shells); Shell measurements: SH = 1.82-1.98 mm (1.87±0.09 mm), SW = 1.34-1.45 mm (1.39±0.05 mm), AH = 0.67-0.74 mm (0.70±0.03 mm), AW = 0.75-0.77 mm (0.76±0.01 mm), W = 3.75-4 (all type material from type locality; 14 July 2022, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Tham Pha Lae temple, Wiang Kaen district, Chiang Rai Province; 10°55'04.3"N, 99°22'24.8"E.

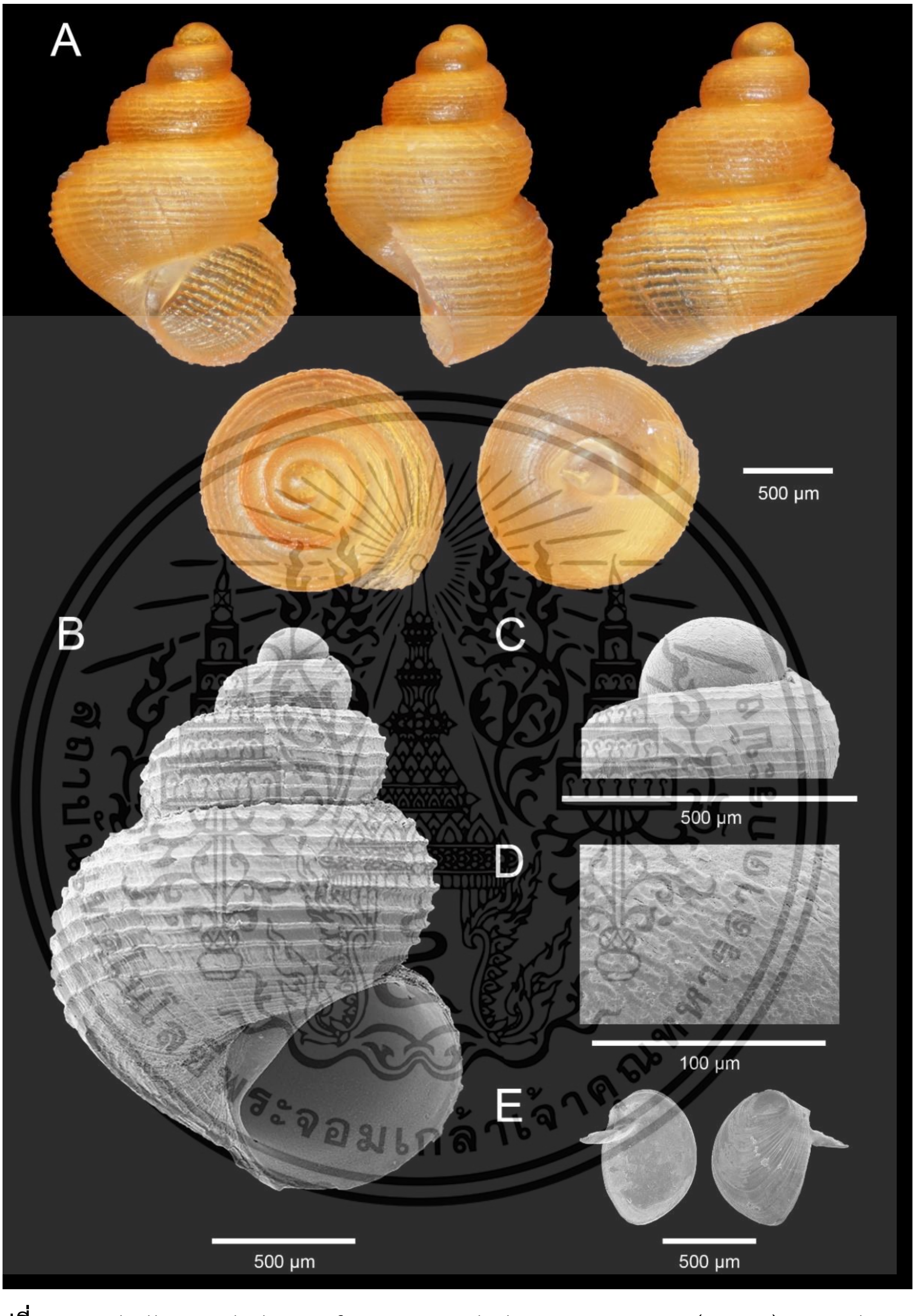
Etymology. This specific designation "*phalaensis*" refers to type locality.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, yellowish to orangish, protoconch round to slightly with mix of rounded, ellipsoidal, irregular sculpture. Body whorl peripherally rounded with 11-13 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, yellowish to orangish, globosely conical with 4-4.25 whorls (รูปที่ 4.49A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with mix of rouned, ellipsoidal, irregular sculpture (รูปที่ 4.49C, D). Teleconch orange, consists of 3-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 11-13 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 5-6 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.49A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.49E).

Differential diagnosis. *Georissa phalaensis* sp. nov. (NPL01) resembles *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879. *Georissa monterosatiana* differs in having a less lirae (9–11 spiral lines instead of 11-13 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.49 Shell morphology of *Georissa phalaensis* sp. nov. (NPL01) **A.** Holotype ZRCBUU 0976. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0977. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Morphological identification

Georissa thampratunensis sp. nov. (CPT01)

รูปที่ 4.50A-E

Type examined. *Holotype.* ZRCBUU 0986 (รูปที่ 4.50A); SH = 2.34 mm, SW = 1.60 mm, AH = 0.79 mm, AW = 0.94 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0987 (รูปที่ 4.50B-E) (8 shells); Shell measurements: SH = 1.88-2.44 mm (2.14±0.18 mm), SW = 1.49-1.71 mm (1.56±0.07 mm), AH = 0.62-0.81 mm (0.73±0.06 mm), AW = 0.85-0.95 mm (0.85±0.05 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 9 October 2021, K. Kanyaporn leg).

Type locality. Thailand, Khao Tham Pratun temple, Ban Rai district, Uthai Thani Province; 15°01'06.9"N, 99°38'22.1"E.

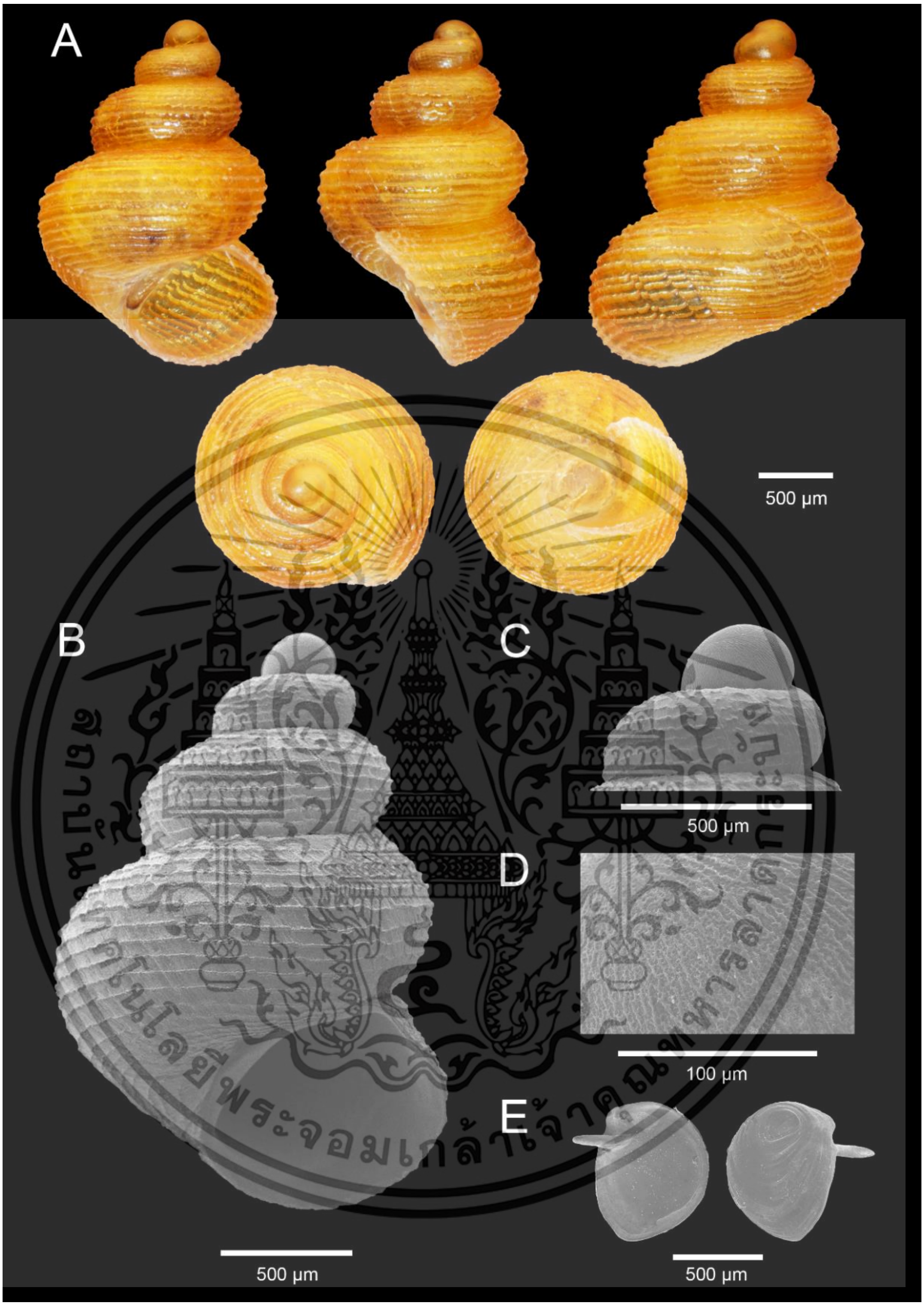
Etymology. This specific designation "*thampratunensis*" refers to type locality.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly with perforated sculpture. Body whorl peripherally rounded with 7-8 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded to ovately.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4.5-4.25 whorls (รูปที่ 4.50A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with rounded to ellipsoidal mash sculpture (รูปที่ 4.50C, D). Teleconch orange, consists of 3.5-3.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 10-11 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are densely spaced spiral cords, approximately 5-6 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.50A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.50E).

Differential diagnosis. *Georissa thampratunensis* sp. nov. (CPT01) resembles *Georissa phalaensis* sp. nov. (NPL01) from Tham Pha Lae temple, Chiang Rai Province. *Georissa phalaensis* sp. nov. (NPL01) differs in having a less lirae (11-13 instead of 10-11 lirae).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.50 Shell morphology of *Georissa thampratunensis* sp. nov. (CPT01) **A.** Holotype ZRCBUU 0986. **B-E**. SEM of Paratype ZRCBUU 0987. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Morphological identification

Georissa doiphachangensis sp. nov. (NPC02)

รูปที่ 4.51A-E

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 1004 (รูปที่ 4.51A); SH = 1.23 mm, SW = 1.05 mm, AH = 0.50 mm, AW = 0.58 mm, W = 3.5-3.75. ***Paratypes.*** ZRCBUU 1005 (รูปที่ 4.51B-E) (3 shells); Shell measurements: SH = 1.16-1.34 mm (1.26±0.09 mm), SW = 0.95-1.04 mm (0.99±0.04 mm), AH = 0.47-0.49 mm (0.48±0.01 mm), AW = 0.53-0.58 mm (0.56±0.03 mm), W = 3.5-4.25 (all type material from type locality; 1 September 2012, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Doi Pha Chang, Wiang Chai district, Chiang Rai Province, 19°49'53.1"N 100°01'10.7"E.

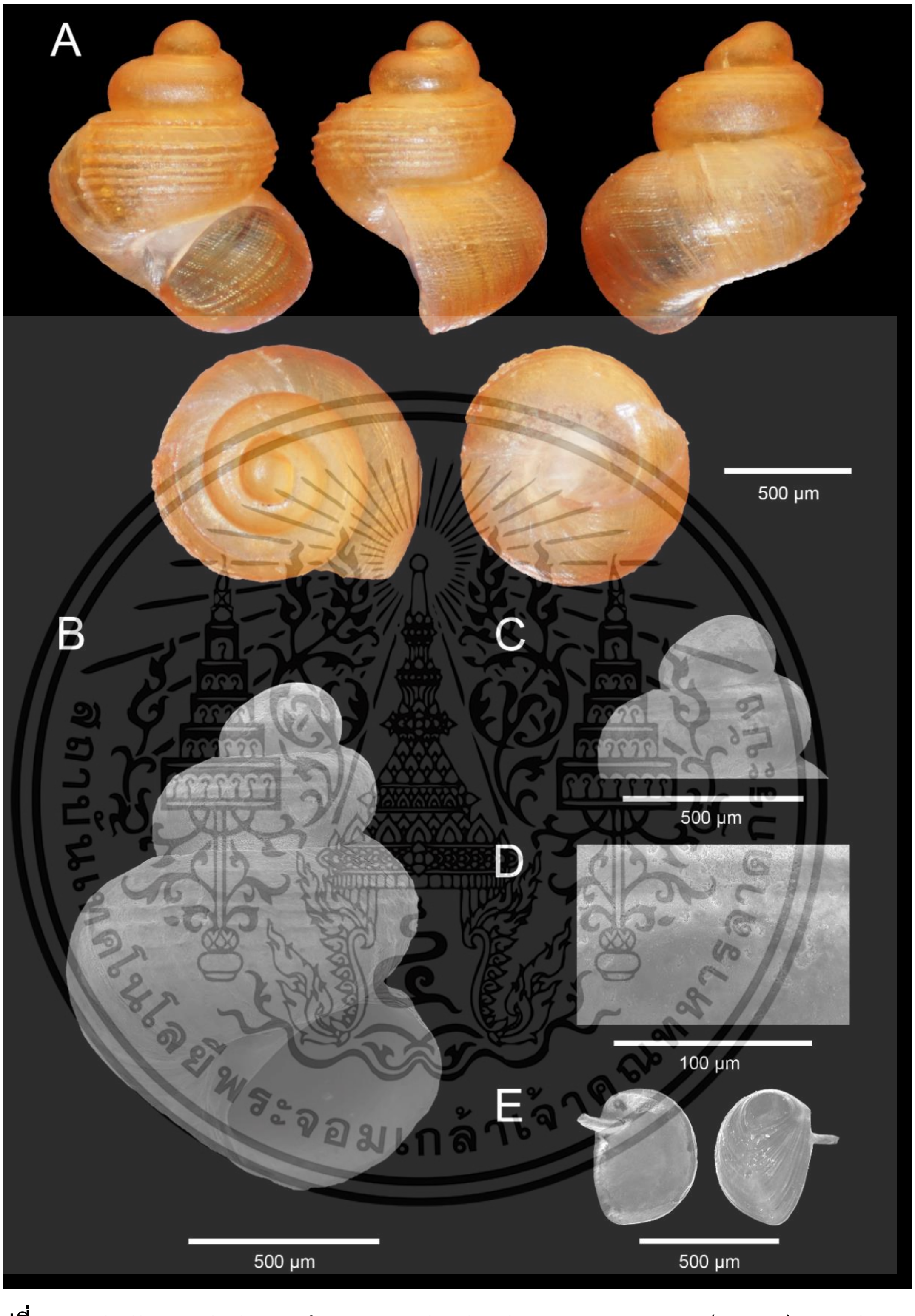
Etymology. This specific designation "*doiphachangensis*" refers to type locality.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish, protoconch round to slightly with smooth sculpture. Body whorl peripherally rounded with 9-10 lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish, globosely conical with 3.5-3.75 whorls (รูปที่ 4.51A). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with smooth sculpture (รูปที่ 4.51C, D). Teleconch orange, consists of 2.5-2.75 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 4-5 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are weak densely spaced spiral cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (รูปที่ 4.51A, B). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (รูปที่ 4.51E).

Differential diagnosis. *Georissa doiphachangensis* sp. nov. (NPC02) resembles *G. filiasaulae* Haase & Schilthuizen, 2007 from Malaysia. *Georissa filiasaulae* differs in having a protoconch sculpture and body whorl sculpture.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.51 Shell morphology of *Georissa doiphachangensis* sp. nov. (NPC02) **A.** Holotype ZRCBUU 1004. **B-E.** SEM of Paratype ZRCBUU 1005. **B.** Shell. **C.** Protoconch. **D.** Sculpture of protoconch. **E.** Operculum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unidentified

Georissa sp. nov. (EKB01)

รูปที่ 4.52

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0954 (รูปที่ 4.52); SH = 1.98 mm, SW = 1.28 mm, AH = 0.67 mm, AW = 0.73 mm, W = 4-4.25. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0955 (5 shells); Shell measurements: SH = 2.03-2.18 mm (2.11±0.08 mm), SW = 1.32-1.43 mm (1.38±0.06 mm), AH = 0.68-0.72 mm (0.70±0.02 mm), AW = 0.77-0.83 mm (0.80±0.03 mm), W = 4-4.5 (all type material from type locality; 19 February 2023, P. Dumrongrojwattana leg).

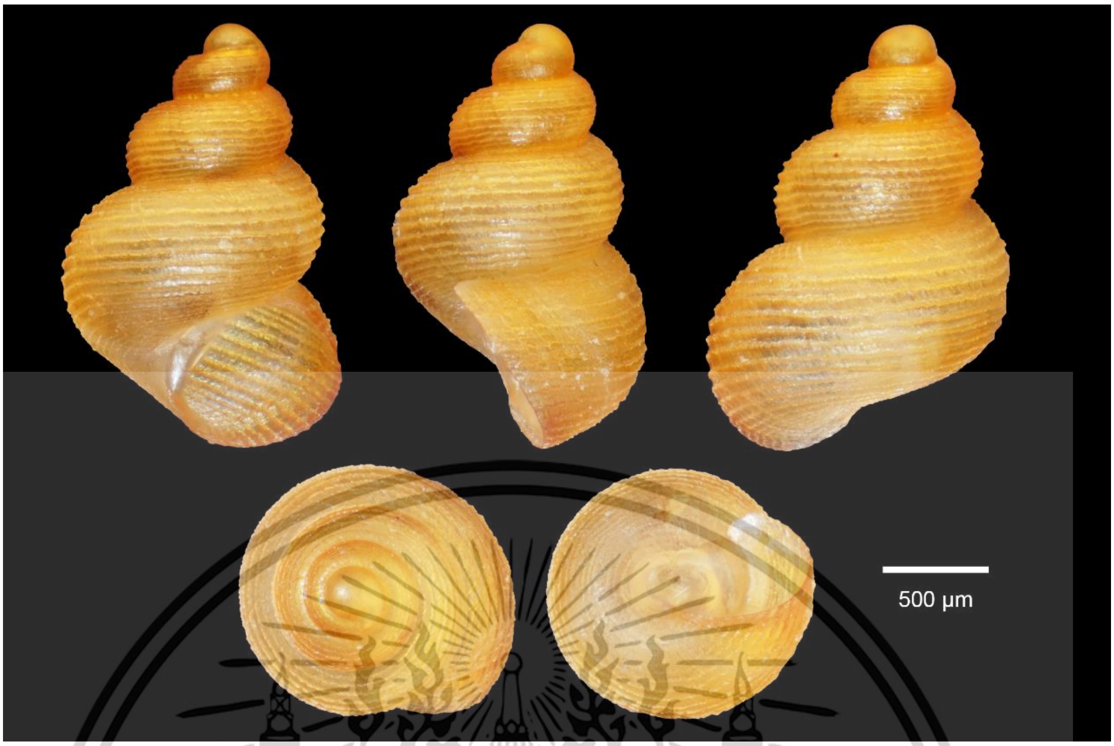
Type locality. Thailand, Tham Khao Bot temple, Khao Chamao district, Rayong Province; 13°02'11.9"N, 101°38'08.7"E.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, yellowish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid. Body whorl peripherally rounded with 14-15 spiral lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, yellowish to brownish, ovately conical with 4-4.25 whorls. Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid. Teleconch yellowish, consists of 3-3.25 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 9-10 prominent lirae on the body whorl. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 5-6 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed. Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base.

Differential diagnosis. *Georissa* sp. nov. (EKB01) resembles *Georissa sagitta* Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, 2024 sp. nov. from Khao Maka Cave Temple, Sakaeo Province. *Georissa sagitta* differs in having a larger size, and less lirae (8-9 instead of 9-10 lirae)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.52 Shell morphology of *Georissa* sp. (EKB01) ZRCBUU 0924

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unidentified

Georissa sp. (SCP01)

รูปที่ 4.53

Type examined. ***Holotype.*** ZRCBUU 0958 (รูปที่ 4.53); SH = 2.24 mm, SW = 1.63 mm, AH = 0.77 mm, AW = 1.02 mm, W = 4-4.25 ***Paratypes.*** ZRCBUU 0959 (3 shells); Shell measurements: SH = 2.03-2.34 mm (2.21±0.13 mm), SW = 1.60-1.73 mm (1.68±0.06 mm), AH = 0.78-0.84 mm (0.83±0.04 mm), AW = 0.98-1.06 mm (1.01±0.03 mm), W = 3.75-4.25 (all type material from type locality; 29 June 2023, P. Dumrongrojwattana leg).

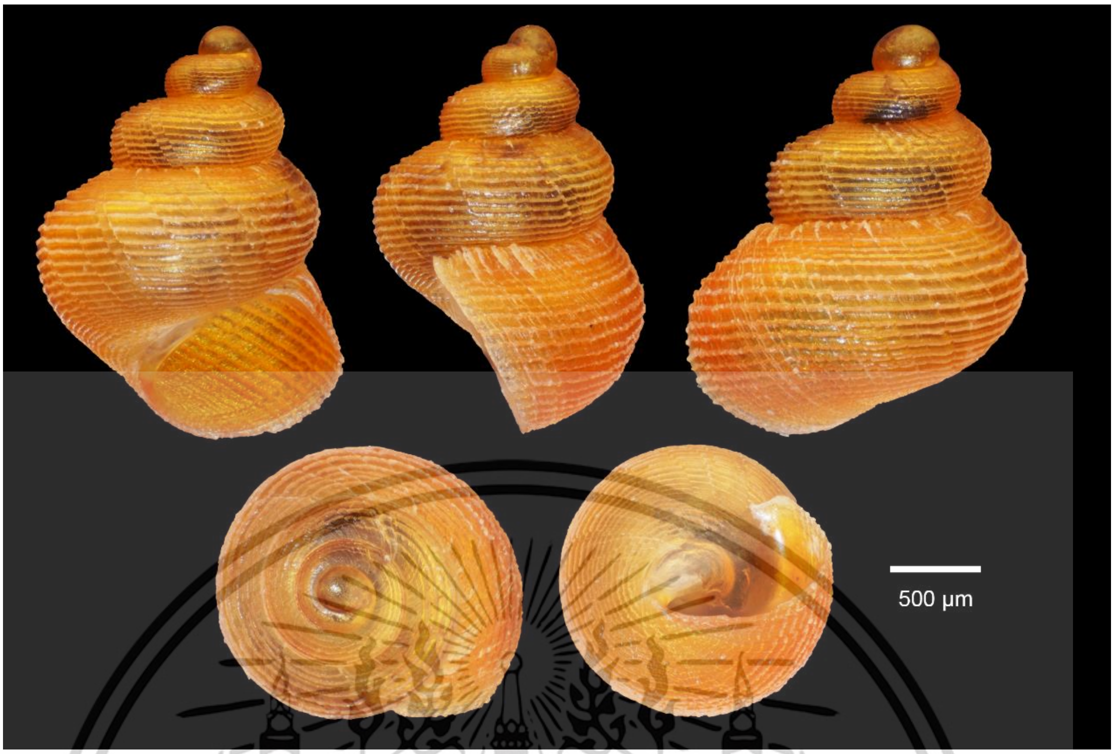
Type locality. Thailand, Tham Chaiyaphruekkiriwan temple, Pathio district, Chumphon Province; 10°56'46.8"N, 99°17'19.7"E.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid. Body whorl peripherally rounded with 10-12 lirae. Aperture semi-rounded, angular. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4-4.25 whorls. Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid. Teleconch orange, consists of 3.25-3.5 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 10-12 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 9-10 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded, angular. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed. Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base.

Differential diagnosis. *Georissa* sp. (SCP01) resembles *Georissa militis* sp. nov. from Khao Kalok hill, Prachuap Khiri Khan Province. *Georissa militis* differs in having a more angular aperture and more slender shape.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.53 Shell morphology of *Georissa* sp. (SCP01) ZRCBUU 0958

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unidentified

Georissa sp. (SKP01)

รูปที่ 4.54

Type examined. *Holotype.* ZRCBUU 0960 (รูปที่ 4.54); SH = 2.04 mm, SW = 1.47 mm, AH = 0.77 mm, AW = 0.95 mm, W = 3.75-4. ***Paratypes.*** ZRCBUU 0961 (3 shells); Shell measurements: SH = 2.09-2.11 mm (2.10±0.01 mm), SW = 1.50-1.58 mm (1.54±0.06 mm), AH = 0.76-0.80 mm (0.78±0.02 mm), AW = 0.93-1.02 mm (0.96±0.05 mm), W = 3.75-4 (all type material from type locality; 4 March 2023, K. Klongklaew leg).

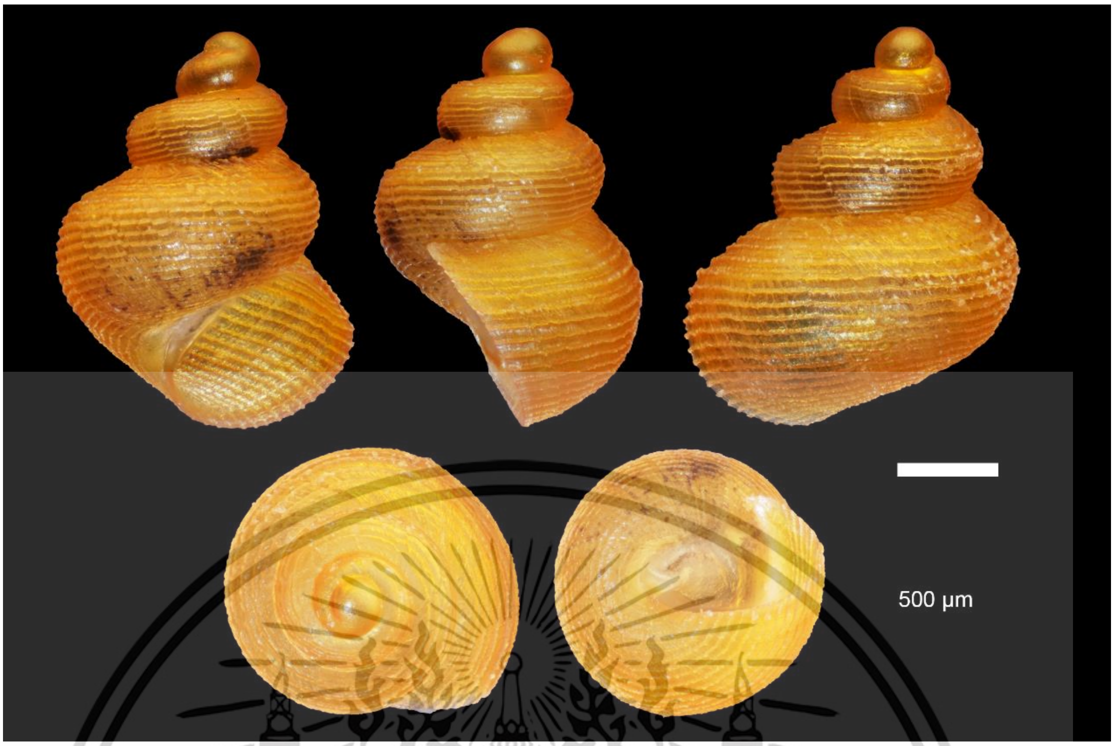
Type locality. Thailand, Tham Khao Phlu temple, Pathio district, Chumphon Province; 10°43'50.5"N, 99°19'13.6"E.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly. Body whorl peripherally rounded with 10-12 lirae. Aperture semi-rounded, angular. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4-4.25 whorls. Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid. Teleconch orange, consists of 3.25-3.5 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 10-12 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 9-10 cords. Suture incised. Aperture semi-rounded, angular. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed. Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base.

Differential diagnosis. *Georissa* sp. (SKP01) resembles *Georissa militis* sp. nov. from Khao Kalok hill, Prachuap Khiri Khan Province. *Georissa militis* differs in having a more angular aperture and more slender shape.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.54 Shell morphology of *Georissa* sp. (SKP01) ZRCBUU 0960

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* สามารถพบได้ทั่วไปตามบริเวณที่เป็นเทือกเขาหินปูนและถ้ำ สภาพแวดล้อมที่มีความชื้น และบริเวณที่แสงแดดส่องถึง โดยสำรวจทั้งหมด 55 สถานที่ พบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 44 สถานที่ และไม่พบ จำนวน 11 สถานที่ เมื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาได้แก่ เปลือก ฝาปิดเลือก รวมทั้งแผ่นแรดูลา ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 43 รูปแบบ/สปีชีส์ ตามลักษณะรูปทรงเปลือก ลวดลายบนวงเปลือกสุดท้าย และขนาดความสูงของเปลือก ส่วนการระบุชนิดด้วยดีเอ็นเอบาร์โค้ด แยกสปีชีส์ได้เป็น 34 สปีชีส์ เมื่อวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาและดีเอ็นเอบาร์โค้ดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ผลการศึกษานี้ช่วยสนับสนุนในการบ่งชี้สปีชีส์ใหม่ของหอยทากจิ๋ว จำนวนทั้งหมด 35 สปีชีส์ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ สปีชีส์ที่ได้รับรายงานแล้ว จำนวน 5 สปีชีส์ และสปีชีส์ที่รายงานใหม่ จำนวน 30 สปีชีส์ โดยแบ่งย่อยออกเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่ หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จำนวน 28 สปีชีส์ และสกุลย่อย *Georissopsis* จำนวน 2 สปีชีส์ และรูปแบบ/สปีชีส์ที่ ไม่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ ซึ่งเป็นสปีชีส์ที่รายงานใหม่ โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นหลัก จำนวน 4 สปีชีส์ และมี 3 สปีชีส์ ยังไม่สามารถระบุในระดับสปีชีส์ได้ เนื่องจากข้อมูลทางลักษณะสัณฐานวิทยาและดีเอ็นเอบาร์โค้ดไม่เพียงพอ ดังนั้น จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถบ่งชี้สปีชีส์หอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* สปีชีส์ใหม่ จำนวน 34 สปีชีส์ แต่อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกยังคงเป็นวิธีหลักในการจำแนกหรือบ่งชี้สปีชีส์ใหม่ ซึ่งจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะทางในการเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ผลอย่างละเอียด เนื่องด้วยขนาดของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ค่อนข้างเล็กมาก (1–3 มิลลิเมตร) ในการศึกษาแผ่นฟันแรดูลาของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* เป็นแบบ Rhipidoglossate สูตรฟันของหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในการศึกษาครั้งนี้ คือ 2:5:1+1+1+1+1+1+1:5:2 โดยมีฟันริม 2 แถว ต่อฟันข้าง 5 แถว ต่อฟันกลางขนาดเล็ก 5 ซี่ ต่อฟันข้าง 5 แถว ต่อฟันริม 2 แถว สามารถนำมาเป็นหนึ่งในเกณฑ์ที่แบ่งแยกสกุลได้ แต่ยังไม่สามารถแบ่งแยกชนิดภายในหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ได้ เนื่องจาก 4 ชนิดใหม่ที่ได้ทำการศึกษาแผ่นแรดูลา คือ *G. quinquelirata* sp. nov., *G. kohsichangensis* sp. nov., *G. sagitta* sp. nov., และ *G. digitinota* sp. nov. แตกต่างกันเพียงขนาด ความโค้ง และจำนวนซี่ของแผ่นฟันแต่ละแบบ

อย่างไรก็ตาม การพบเจอน้อย อาจเป็นเพราะผู้วิจัยอาจจะเก็บตัวอย่างไม่ทั่วถึงทั้งภูมิภาค การศึกษาหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ในอนาคต ควรสำรวจเทือกเขาหินปูนให้กว้างมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมทั้งภูมิภาคในประเทศไทย ซึ่งอาจมีโอกาสพบหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* ได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ทำการสำรวจเทือกเขาหินปูนให้มากขึ้นหรือครอบคลุมในบางภูมิภาค เช่น ภาคเหนือและภาคอีสาน ได้ทำการสำรวจเพียงภาคละ 2 แหล่งเท่านั้น

5.2.2 ควรเก็บรักษาตัวอย่างสดหอยทากจิ๋วในเอทานอลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นที่ 50%

5.2.3 เพิ่มตัวอย่างในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแผ่นฟันแรดูลา เนื่องจากมีการศึกษาเพียงแค่ 4 สปีชีส์ ซึ่งอาจจะน้อยเกินไปที่จะสรุปผลการศึกษาแผ่นฟันแรดูลา

5.2.4 ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในบริเวณอื่น ๆ นอกเหนือจากบริเวณไมโตคอนเดรีย เช่น บริเวณนิวเคลียร์ดีเอ็นเอ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลส่งเสริมหรือเป็นแนวโน้มในการวิเคราะห์ผลทางลำดับพันธุกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิรศักดิ์ สุจริต และสมศักดิ์ ปัญหา. 2551. หอยทากในอุทยานแห่งชาติเขานัน. หน้า 38-39. กรุงเทพฯ : โครงการ BRT.

นภาลัย ดอนวิจิตร และศิวัช ศรีโภงคางกุล. 2564. การเคลื่อนไหวของเครือข่ายภาคประชาชนในการตอบโต้การละเมิดสิทธิของประชาชนโดยรัฐ: กรณีการสัมปทานเหมืองแร่ระเบิดหินอุตสาหกรรมในพื้นที่ป่าชุมชนพระพุทธบาทน้อย-เขาขมิ้น อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี. วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร. 9(5): 1899-1911.

นันทวัน นันทวนิช และศศิวิมล แสวงผล. 2565. หลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล. [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://il.mahidol.ac.th/e-media/150charles-darwin/Less4_5_1.html

ประภากร ธาราฉาย. 2565. อนุกรมวิธานของนกที่พบในประเทศไทย. [Online]. เข้าถึงได้จาก: http://www.as2.mju.ac.th/E-Book/t_prapakorn.aspx

ปัญญา จารุศิริ, เธียรพันธุ์ อาไพพรรณ, Ken-ichiro Hisada, กิตติ ขาววิเศษ, สุวิทย์ โคสุวรรณ และวิโรจน์ ดาวฤกษ์. 2545. วิวัฒนาการธรณีแปรสัณฐานของประเทศไทย: การประมวลและการวิเคราะห์แนวใหม่. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์. (1)1: 1-40.

ปิ่น บุตรี. 2563. วิบากกรรม “ถ้ำนาคา” สุดดัง พังเร็ว บทเรียนท่องเที่ยวไทย เมื่อคนเยอะเกินไปก็ “เละ”. [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://mgronline.com/travel/detail/9630000092794

พงศ์พิศน์ ปิยะพงศ์. 2532. ภูมิประเทศแบบคาร์สต์. วารสารภูมิศาสตร์. 14 (2): 95-101.

ไพเราะ ศุทธากรณ์ และทัศพล กระจ่างดารา. 2565. หลักทางอนุกรมวิธาน. [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://www.fisheries.go.th/mf-emdec/mainweb/km_html/km_taxonomy.html

ศุภณัฐ ไพโรหกุล. 2558. Essential Biology. กรุงเทพฯ. บริษัท แอคทีฟ พริ้นท์ จำกัด.

สงัด พันธุ์โอภาส. 2531. ความก้าวหน้าทางวิชาการธรณีวิทยาของประเทศไทยในรอบ 10 ปี. กรมทรัพยากรธรณี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2564. ทฤษฎีทวีปเลื่อน (Continental Drift). [Online]. เข้าถึงได้จาก: https://www.ipst.ac.th/knowledge/10443/continental-drift.html

สันติ ภัยหลบลี้. 2562. 4 หลักฐานชวนเชื่อ “ทวีปเคลื่อนที่ได้” กับความชอกช้ำของเวเกเนอร์. [Online]. เข้าถึงได้จาก: http://www.mitrearth.org/3-1-continental-drift/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน). 2560. หอยทากบก. หน้า 13-16.

อรุณรัตน์ ฉวีราช. 2552. อนุกรมวิธานระดับโมเลกุลของพืช. ขอนแก่น : โครงการผลิตตำรา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2567. ทรัพยากรดินภาคใต้. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2567, จาก: http://osl101.ldd.go.th/soilgr_man/south/gen_south.htm

Burch, J.B. 1962. How to know the eastern land snails. Wm. c . Brown, Dubuque, Iowa. Pp. i-v, 1-214.

Benson, W.H. 1860. XXVII.-Characters of new land-shells from Burmah and the Andamans. Annals and Magazine of Natural History 6(33): 190-195. https://doi.org/10.1080/00222936008697305

Callomon, P. 2019. Standard views for imaging mollusk shells. Ameri can Malacological Society. 1–19.

Carolina, T.G., Eduardo, S.B., Kevin, J.E., Tatiane, M.P., Susan, G. and Maria, A. 2016. Mitochondrial COI gene as a tool in the taxonomy of mosquitoes *Culex* subgenus Melanoconion. Acta Tropica 164: 137-149.

Chen D.N., and Zhang, G.Q. 1998. Description on new species and zoogeographical Analysis of the land mollusks from Xishuangbanna and neighboring area, Yunnan Province (Gastropoda: Prosobranchia: Archaeogastropda: Mesogastropoda). Acta Zootaxonomica Sinica 4: 346-359.

Dayrat, B. 2005. Towards intergrative taxonomy. Biological Journal of the Linnean Society. 85: 407-415.

Egorov, R.V. 2005. Treasure of Russian shells, supplement 3, part 1: A review of the genera of the recent terrestrial pectinibranch molluscs Neritopsiformes: Hydrocenoidei, Helicinoidei. Valentine Skorokhodov. 4-6.

Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R., and Vrijenhoek, R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular Marine Biology and Biotechnology. 3(5): 294-299.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Foon, J.K., Clements G.R., and Liew T-S (2007) Diversity and biogeography of land snails (Mollusca, Gastropoda) in the limestone hills of Perak, Peninsular Malaysia. Zookeys 682: 1-94. https://doi.org/10.3897/zookeys.682.12999

Frezal, L., and Leblois, R. 2008. Four years of DNA barcoding: Current advances and prospects. Infection, Genetics and Evolution 8(5): 727-736.

Geiger, D.L., Marsheall, B.A., Ponder, W.F., Sasaki, T., and Warén, A. 2007. Techniques for collecting, handling, preparing, storing and examining small molluscan specimens. Molluscan Research 27(1): 1–50. https://doi.org/10.11646/MR.27.1.1

Gredler, V.M. 1881. Zur Conchylien-Fauna von China. III. Stück. Jahrbücher der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft 8: 110-132.

Gredler, V.M. 1889. Zur Conchylien-Fauna von China. XIV. Stück. Nachrichtsblatt der Deutschen malakozoologischen Gesellschaft 21: 155-163.

Gredler, V.M. 1902. Zur Conchylien-Fauna von Borneo und Celebes. Nachrichtsblatt der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft 34: 53-63.

Haase, M., and Schilthuizen, M. 2007. A new *Georissa* (Gastropoda: Neritopsina: Hydrocenidae) from a limestone cave in Malaysian Borneo. Journal of Molluscan Studies. 73: 215-221.

Hendriks, K.P., Alciatore, G., Schilthuizen, M., and Etienne, R.S. 2019. Phylogeography of Bornean land snails suggests long-distance dispersal as a cause of endemism. Journal of Biogeography. 46: 932-944.

Herbert, P.D.N., Ratnasingham, S., and deWaard, J.R. 2003. Barcoding animal life: cytochrome coxidase subunit 1 divergences among closely related species. Proceedings of the Royal Society B. 270: S96-S99.

Heude, P.M. 1882. Notes on the terrestrial molluscs of the Blue River valley. Memoirsof the Natural History of the Chinese Empire 1 (2): 1-87.

Inkhavilay, K., Sutcharit, C., Bantaowong, U., Chanabun, R., Siriwut, W., Srisonchai, R., Polyotha, A., Jirapatrasilp, P., and Panha, S. 2019. Annotated Checklist of the Terrestrial Molluscs from Laos (Gastropoda: Neritimorpha, Caenogastropoda and Heterobranchia). ZooKeys 834: 1-166.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Khalik, M.Z., Hendriks, K., Vermeulen, J.J., and Schilthuizen, M. 2018. A molecular and conchological dissection of the "scaly" *Georissa* of Malaysian Borneo (Gastropoda, Neritimorpha, Hydrocenidae). ZooKeys. 773: 1-55.

Khalik, M.Z., Bozkurt, E., and Schilthuizen, M. 2019a. Morphological parallelism of sympatric cave-dwelling microsnails of the genus *Georissa* at Mount Silabur, Borneo (Gastropoda, Neritimorpha, Hydrocenidae). Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research. 58(3): 648-661.

Khalik, M.Z., Hendriks, K.P., Vermeulen, J.J., and Schilthuizen, M. 2019b. Conchological and molecular analysis of the "non-scaly" Bornean *Georissa* with descriptions of three new species (Gastropoda, Neritimorpha, Hydrocenidae). ZooKeys. 840: 35-86.

Latiolais, J.M., Taylor, M.S., Roy, K., and Hellberg, M.E. 2006. A molecular phylogenetic analysis of strombid gastropod morphological diversity. Journal Molecular Phylogenetics and Evolution. 41: 436-444.

Mabille, J. 1887. Molluscorum Tonkinorum diagnoses. Meulan: 13.

Marzuki, M.E., Liew, T.S., and Mohd-Azlan, J. 2021. Land snails and slugs of Bau limestone hills, Sarawak (Malaysia, Borneo), with the descriptions of 13 new species. Zookeys 1035: 1-113. https://doi.org/10.3897/zookeys.1035.60843

Matos, A.S., Cascon, H.M., and Chaparro, O.R. 2020. Morphometric analysis of the shell of the intertidal gastropod *Echinolittorina lineolata* (d'Orbigny, 1840) at different latitudes along the Brazilian coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 100(5): 725 – 731

Möllendorff, O.F. von. 1885. Materials on the fauna of China. Yearbooks of the GermanMalacozoological Society 12: 9-11, 349-398.

Möllendorff, O.F. von. 1894. On a collection of land-shells from the Samui Islands, Gulf of Siam. Proceedings of the Zoological Society of London 1894: 146-156.

Möllendorff, O.F. von. 1900. On the inland mollusc fauna of Annam III. Bulletin of the German Malacological Society 32(7-8): 117-121; 32(9-10): 129-139.

Moorman, F.R., and Rojanasoonthorn, S. 1968. Land Development Department, Bangkok, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Ortí, A.M. 2022. Why do snails come out when it rains?. [Online]: https://metode.org/metodes-whys-and-wherefores/why-do-snails-come-out-when-it-rains.html

Panha, S., and Burch, J.B. 2005. An Introduction to the microsnails of Thailand. Malacological Review. 37/38: 1-155 pp.

Pholyotha, A., Sutcharit, C., Tongkerd P., and Panha, S. 2021. Systematic revision of the limestone karst-restricted land snail genus Aenigma toconcha (Eupulmonata: Helicarionidae), with description of a new species. European Journal of Taxonomy 767(1): 55–82. https://doi. org/10.5852/ejt.2021.767.1487

Phung, C.C., Yu, F.T.Y., and Liew, T.S. 2017. A checklist of land snails from the west coast islands of Sabah, Borneo (Mollusca, Gastropoda). Zookeys 673: 49-104. https://doi.org/10.3897/zookeys.673.12422

Pilsbry, H.A., and Hirase, Y. 1908. New land shells of the Chinese Empire-I. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 60: 37-43.

Pilsbry, H.A. 1948. Land mollusca o f North America (north o f Mexico). The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 3(2): 521-1113.

Reid, D.G. 2000. The use of the radulain the taxonomy and phylogeny of Gastropods: Cautionary cases of covergence, intraspecific variation and plasticity. Phuket Marine Biological Center Special Publication. 21(2): 329-345.

Sasaki, T. 2008. Micromolluscs in Japan: Taxonomic composition, habitats, and future topics. Zoosymposia. 1: 147-232.

Schilthuizen, M., Rutten, E.M.J., and Haase, M. 2012. Small-scale genetic structuring in a tropical cave snail and admixture with its above-ground sister species. Biological Journal of the Linnean Society. 105(4): 727-740.

Smith, E.A. 1893. Descriptions of new species of land-shells from Borneo. Journal of the Linnean Society, Zoology 24(154): 341-352.

Smith, E.A. 1895. On a collection of land-shells from Sarawak, British North Borneo, Palawan, and other neighboring islands. Proceedings of the Zoological Society of London 63(1): 97-127.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Song, H., J. E. Buhay, M. F. Whiting, and K. A. Crandall. 2008. Many species in one: DNA barcoding overestimates the number of species when nuclear mitochondrial pseudogenes are coamplified. Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A. 105(36): 13486-13491.

Stoliczka, F. 1871. Notes on terrestrial Mollusca from the neighborhood of Moulmein (Tenasserim Provinces), with descriptions of new species. The Journal of the Asiatic Society of Bengal, Part II 40(2): 143-177.

Sutcharit, C., Thach, P., Chhuoy, S., Ngor, P.B., Jeratthitikul, E., Siriwut, W., Srisonchai, R., and Ng, T.H., Pholyotha, A., Jirapatrasilp, P., Panha, S. 2020. Annotated checklist of the land snail fauna from southern Cambodia (Mollusca, Gastropoda). ZooKeys 948: 1-46. https://doi.org/10.3897/zookeys.948.51671

Theobald, W., and Stoliczka, F. 1872. Notes on Barmese and Arakanese land shells, with descriptions of a few species. Journal of the Asiatic Society of Bengal 41(2): 329-334.

Thompson, F.G., and Dance, S.P. 1983. Non-marine mollusks of Borneo. II Pulmonata: Pupillidae, Clausiliidae. III Prosobranchia: Hydrocenidae, Helicinidae. Bulletin of the Florida State Museum Biological Science 29(3): 101-152.

Uribe, J.E., Colgan, C., Castro, L.R., Kano, Y., and Zardoya, R. 2016. Phylogenetic relationships among superfamilies of Neritimorpha (Mollusca: Gastropoda). Molecular Phylogenetics and Evolution. 104: 21-31.

van Benthem Jutting, W.S.S. 1966. Two new species of Hydrocena (Neritacea) from Sabah, Borneo. Journal of Conchology. 26: 39-41.

Vermeulen, J.J., and Aiken, S. 2020. Two land snail species of the Mekong Delta limestone hills (Cambodia, Vietnam): Aulacospira furtiva (Eupulmonata: Vertiginidae) and Georissa carinata (Neritimorpha: Hydrocenidae). Folia Malacologica 28(3): 235-241. https://doi.org/10.12657/folmal.028.020

Vermeulen, J.J., and Liew, T-S., and Schilthuizen, M. 2015. Additions to the knowledge of the land snails of Sabah (Malaysia, Borneo), including 48 new species. ZooKeys 531: 1-139. https://doi.org/10.3897/zookeys.531.6097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Vermeulen, J.J., and Whitten, T. 1998. Fauna Malesiana guide to the land snails of Bali. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 135 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. การเตรียมสารเคมีสำหรับการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1.1 เอทานอล (Ethanol; C_2H_5OH) หรือเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) 10 30 50 และ 70% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ตารางภาคผนวก ก ที่ 1 อัตราส่วนระหว่างเอทานอลและน้ำกลั่น

	อัตราส่วนระหว่างเอทานอลและน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)			
	10%	**30%**	**50%**	**70%**
เอทานอล	10	30	50	70
น้ำกลั่น	90	70	50	30

ผสมระหว่างเอทานอล และน้ำกลั่นตามอัตราส่วนตามตารางดังกล่าวเข้าด้วยกัน เก็บใส่ภาชนะที่ปิดสนิท

1.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide; NaOH) 1% (W/V) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

โซเดียมไฮดรอกไซด์	1	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมลงในหลอดทดลองที่มีตัวอย่างหอยทากจิ๋ว แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-20 นาที

2. การเตรียมสารละลายสำหรับเทคนิคทางโมเลกุล

2.1 0.5M EDTA (Ethylene diamine tetra-acetic acid) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

EDTA (MW 372.24 g/mol)	93.06	กรัม
น้ำกลั่น	500	มิลลิลิตร

ละลาย EDTA ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 300 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง magnetic stirrer แล้วปรับ pH ให้เท่ากับ 8.0 ด้วยไฮโดรคลอริก (HCl) จากนั้นปรับปรับปริมาตรให้เท่ากับ 500 มิลลิลิตร และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งอัดแรงดันไอน้ำ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

2.2 10X Tris-Borate-EDTA (TBE) buffer ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

Tris base (MW 121.14 g/mol)	108	กรัม
Boric acid (MW 61.83 g/mol)	55	กรัม
EDTA (pH 8.0)	40	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายทั้งหมดละลายด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง magnetic stirrer จากนั้นปรับ pH ให้เท่ากับ 8.0 แล้วปรับปริมาตรให้เท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งอัดแรงดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที เมื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ และปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี Gel electrophoresis ต้องเจือจางให้ได้ความเข้มข้นเป็น 0.5X TBE buffer โดยปิเปต 10X TBE buffer ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 475 มิลลิลิตร และเมื่อใช้ในการผสมกับเจลอะกาโรส เพื่อตรวจสอบคุณภาพ และปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี Gel electrophoresis โดยปิเปต 10X TBE buffer ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 450 มิลลิลิตร

2.3 2.5 mM Deoxynucleotides triphosplate ปริมาตร 100 ไมโครลิตร

100 mM dATP	2.5	ไมโครลิตร
100 mM dTTP	2.5	ไมโครลิตร
100 mM dCTP	2.5	ไมโครลิตร
100 mM dGTP	2.5	ไมโครลิตร
น้ำกลั่นปราศจากเชื้อ (Deionized water: DI water)	90	ไมโครลิตร

ปิเปต dATP dTTP dCTP และ dGTP ตามปริมาตรดังกล่าว ลงในน้ำกลั่น และผสมให้เข้ากันโดยการ vortex

2.4 10 mM Primer ปริมาตร 100 ไมโครลิตร

100 mM Forward หรือ Reverse primer	10	ไมโครลิตร
น้ำกลั่น (DI water)	90	ไมโครลิตร

ปิเปต Forward หรือ Reverse primer ตามปริมาตรดังกล่าว ลงในน้ำกลั่น และผสมให้เข้ากันโดยการ vortex

2.5 การเตรียมเจลอะกาโรส (Agarose gel) (W/V)

ผงเจลอะกาโรส

1X TBE buffer

หากต้องการเตรียมเจลอะกาโรส ขนาดเล็ก 8 หลุม ใช้ความเข้มข้น 1% ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ให้ชั่งผงเจลอะกาโรส 0.2 กรัม และนำไปละลายด้วย 1X TBE buffer ปริมาตร 20 มิลลิลิตร หากต้องการเตรียมเจลอะกาโรส ขนาดใหญ่ 17 หลุม ใช้ความเข้มข้น 1% ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ให้ชั่งผงเจลอะกาโรส 0.2 กรัม และนำไปละลายด้วย 1X TBE buffer ปริมาตร 40 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปให้ความร้อนจนผงวุ้นละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเทลงถาดเตรียมเจลที่มีหวี และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้เจลแข็งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 3X Loading dye ปริมาตร 100 ไมโครลิตร

6X Loading dye	50	ไมโครลิตร
น้ำกลั่น (DI water)	50	ไมโครลิตร

ปิเปต 6X Loading dye ตามปริมาตรดังกล่าว ลงในน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:1 (V/V)

2.7 เอทิเดียมโบรไมด์ (Ethidium bromide: EtBr, $C_{21}H_{20}BrN_3$) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

เอทิเดียมโบรไมด์	500	มิลลิลิตร
น้ำกลั่นปราศจากเชื้อ	500	มิลลิลิตร

ใส่เอทิเดียมโบรไมด์ลงในภาชนะที่มีน้ำกลั่น ปริมาตร 500 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

1. ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa*

ตารางภาคผนวก ข ที่ 1 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคเหนือ

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
1	ดอยผาช้าง ต.ดอนศิลา อ.เชียงช้าง จ.เชียงราย	NPC01	1/09/2014	Holotype	0926	1.97	1.53	0.81	0.93	3.5-3.75
				Paratype	0927	1.98-2.11	1.54-1.73	0.80-0.85	0.92-0.99	3.5-3.75
				3 shells		(2.04±0.06)	(1.62±0.10)	(0.83±0.03)	(0.95±0.04)	
2	ดอยผาช้าง ต.ดอนศิลา อ.เชียงช้าง จ.เชียงราย	NPC02	1/09/2014	Holotype	1004	1.23	1.05	0.50	0.58	3.5-3.75
				Paratype	1005	1.16-1.34	0.95-1.04	0.47-0.49	0.53-0.58	3.5-4.25
				3 shells		(1.26±0.09)	(0.99±0.04)	(0.48±0.01)	(0.56±0.03)	
3	วัดถ้ำผาแล ต.ปอ อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย	NPL01	28/09/2014	Holotype	0976	1.94	1.38	0.70	0.76	3.75-4
				Paratype	0977	1.82-1.98	1.34-1.45	0.67-0.74	0.75-0.77	3.75-4
				3 shells		(1.87±0.09)	(1.39±0.05)	(0.70±0.03)	(0.76±0.01)	
4	วัดถ้ำผาแล ต.ปอ อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย	NPL02	28/09/2014	Holotype	1010	2.44	1.84	0.94	1.07	3.75-4
				Paratype	1011	1.96	1.52	0.73	0.89	3.75-4
				1 shell						

ตารางภาคผนวก ข ที่ 2 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
1	วัดถ้ำโพธิ์สัตว์ ต.ปวนพุ อ.หนองหิน จ.เลย	NEPS01	13/07/2022	Holotype	0966	1.97	1.53	0.71	0.96	3.75-4
				Paratype	0967	1.71-2.13	1.44-1.56	0.69-0.77	0.85-0.92	3.5-4
				7 shells		(1.86±0.13)	(1.48±0.04)	(0.71±0.03)	(0.89±0.02)	
2	วัดถ้ำโพธิ์สัตว์ ต.ปวนพุ อ.หนองหิน จ.เลย	NEPS02	13/07/2022	Holotype	1002	1.41	0.97	0.44	0.51	4-4.25
				Paratype	1003	1.30-1.48	0.87-0.94	0.41-0.47	0.47-0.50	3.75-4.5
				6 shells		(1.38±0.07)	(0.91±0.03)	(0.44±0.02)	(0.49±0.01)	
3	วัดถ้ำดอกบัว ต.ปวนพุ อ.หนองหิน จ.เลย	NEDB01	14/07/2022	Holotype	0968	2.23	1.68	0.77	0.99	3.75-4
				Paratype	0969	2.00-2.10	1.47-1.59	0.70-0.74	0.89-0.94	3.75-4.5
				5 shells		(2.04±0.04)	(1.53±0.04)	(0.71±0.03)	(0.91±0.03)	
4	วัดถ้ำดอกบัว ต.ปวนพุ อ.หนองหิน จ.เลย	NEDB02	14/07/2022	Holotype	0996	2.24	1.45	0.71	0.84	4-4.25
				Paratype	0997	2.04-2.40	1.36-1.54	0.67-0.78	0.75-0.86	4-4.5
				5 shells		(2.24±0.13)	(1.45±0.07)	(0.73±0.04)	(0.81±0.04)	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางภาคผนวก ข ที่ 3 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคกลาง

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
1	ถ้ำฤาษีสมบัติ ต.บุ่งน้ำเต้า อ.หล่มสัก	CSB01	15/07/2022	Holotype	0930	2.18	1.36	0.71	0.8	4-4.25
	จ.เพชรบูรณ์			Paratype	0931	1.82-2.12	1.30-1.42	0.63-0.71	0.74-0.83	4-4.25
				5 shells		(1.95±0.12)	(1.35±0.05)	(0.67±0.03)	(0.78±0.04)	
2	วัดเขาถ้ำพระ ต.ท่าแล อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	CKP01	15/07/2022	Holotype	0932	1.97	1.41	0.68	0.81	4-4.25
				Paratype	0933	1.86-2.02	1.26-1.45	0.66-0.70	0.74-0.81	4-4.25
				7 shells		(1.95±0.07)	(1.31±0.07)	(0.67±0.02)	(0.77±0.03)	
3	วัดเขาสมอคอน ต.เขาสมอคอน อ.ท่าวุ้ง จ.	CSM01	16/07/2022	Holotype	0942	2.78	1.97	0.95	1.22	4.25-4.5
	ลพบุรี			Paratype	0943	2.18-2.54	1.68-1.76	0.77-0.92	1.08-1.15	3.75-4.5
				4 shells		(2.37±0.16)	(1.75±0.06)	(0.85±0.06)	(1.14±0.04)	
4	เขาปฐวี ต.ตลุงดู่ อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี	CPW01	25/02/2023	Holotype	0900	2.45	1.63	0.80	0.91	4.25-4.5
				Paratype	0901	1.91-2.36	1.37-1.60	0.71-0.86	0.80-0.92	3.75-4.5
				13 shells		(2.10±0.15)	(1.46±0.07)	(0.78±0.06)	(0.86±0.04)	
5	เขาปฐวี ต.ตลุงดู่ อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี	CPW02	25/02/2023	Holotype	0908	1.93	1.39	0.55	0.79	4-4.25
				Paratype	0909	1.42-2.38	1.16-1.52	0.46-0.66	0.56-0.76	3.75-4.75
				26 shells		(1.90±0.25)	(1.34±0.10)	(0.58±0.05)	(0.70±0.05)	
6	เขาปฐวี ต.ตลุงดู่ อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี	CPW03	25/02/2023	Holotype	0910	3.04	1.61	0.86	0.92	4.75-5
				Paratype	0911	2.52-3.41	1.30-1.72	0.71-0.99	0.76-1.00	4.25-4.75
				22 shells		(2.79±0.22)	(1.55±0.11)	(0.84±0.07)	(0.90±0.06)	
7	เขาปฐวี ต.ตลุงดู่ อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี	CPW04	25/02/2023	Holotype	0984	2.27	1.58	0.79	0.95	3.75-4
				Paratype	0985	1.88-2.19	1.33-1.54	0.60-0.82	0.83-0.93	3.5-4
				5 shells		(2.04±0.14)	(1.45±0.08)	(0.74±0.09)	(0.88±0.04)	

ตารางภาคผนวก ข ที่ 3 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคกลาง (ต่อ)

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
8	วัดเขาช่องลม ต.บ้านไร่ อ.บ้านไร่ จ.อุทัยธานี	CCL01	25/09/2021	Holotype	1000	1.70	1.17	0.56	0.62	4-4.25
				Paratype	1001	1.46-1.77	1.08-1.16	0.53-0.59	0.60-0.61	3.75-4.25
				5 shells		(1.58±0.13)	(1.11±0.03)	(0.54±0.03)	(0.60±0.004)	
9	วัดเขาช่องลม ต.บ้านไร่ อ.บ้านไร่ จ.อุทัยธานี	CCL02	25/09/2021	Holotype	0972	2.45	1.67	0.86	1.01	4-4.25
				Paratype	0973	2.13-2.35	1.50-1.63	0.78-0.84	0.92-1.04	3.75-4
				4 shells		(2.21±0.10)	(1.61±0.12)	(0.81±0.02)	(0.96±0.05)	
10	วัดเขาถ้ำประทุน ต.ทัพหลวง อ.บ้านไร่ จ.อุทัยธานี	CPT01	09/10/2021	Holotype	0986	2.34	1.60	0.79	0.94	4-4.25
				Paratype	0987	1.88-2.44	1.49-1.71	0.62-0.81	0.85-0.95	3.75-4.25
				8 shells		(2.14±0.18)	(1.56±0.07)	(0.73±0.06)	(0.92±0.05)	
11	วัดเขาถ้ำหมี ต.หนองมะค่าโมง อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี	CTM01	10/10/2021	Holotype	0988	2.09	1.50	0.72	0.84	4-4.25
				Paratype	0989	1.84-2.27	1.40-1.53	0.63-0.76	0.77-0.86	3.75-4.25
				5 shells		(2.04±0.17)	(1.47±0.07)	(0.70±0.05)	(0.83±0.04)	
12	วัดเขาถ้ำเสือ ต.จรเข้สามพัน อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี	CTS01	17/06/2012	Holotype	0944	2.69	2.00	0.99	1.20	4-4.25
				Paratype	0945	2.60-2.87	1.84-2.01	0.88-1.05	1.13-1.25	4-4.25
				4 shells		(2.70±0.12)	(1.91±0.07)	(0.94±0.08)	(1.17±0.05)	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางภาคผนวก ข ที่ 4 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคตะวันออก

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
1	วัดเขาถ้ำเทพพิทักษ์ ต.วังท่าช้าง อ.กบินทร์บุรี	EPT01	10/12/2021	Holotype	0962	2.25	1.85	0.90	1.12	3.5-3.75
	จ.ปราจีนบุรี			Paratype	0963	2.30-2.43	1.73-1.85	0.81-0.90	1.05-1.12	3.75-4
				3 shells		(2.36±0.07)	(1.79±0.06)	(0.87±0.05)	(1.10±0.04)	
2	วัดถ้ำเขามะกา ต.ศาลาลำดวน อ.เมือง	EMK01	20/07/2019	Holotype	0904	2.61	1.63	0.79	0.98	4.25-4.5
	จ.สระแก้ว			Paratype	0905	2.44-2.88	1.63-1.84	0.79-0.97	0.95-1.09	4-4.5
				12 shells		(2.65±0.14)	(1.70±0.07)	(0.87±0.05)	(1.00±0.04)	
3	ถ้ำเขาฉกรรจ์ ต.เขาฉกรรจ์ อ.เขาฉกรรจ์	ECG01	19/01/2014	Holotype	0950	2.57	1.71	0.86	1.02	4-4.25
	จ.สระแก้ว			Paratype	0951	2.35-2.69	1.58-1.81	0.76-0.92	0.95-1.08	4-4.5
				8 shells		(2.51±0.14)	(1.67±0.09)	(0.84±0.05)	(1.01±0.04)	
4	ถ้ำเขาฉกรรจ์ ต.เขาฉกรรจ์ อ.เขาฉกรรจ์	ECG02	19/01/2014	Holotype	0934	2.23	1.71	0.85	1.07	4-4.25
	จ.สระแก้ว			Paratype	0935	2.35-2.77	1.66-2.03	0.88-1.04	1.09-1.21	4-4.25
				(7 shells)		(2.60±0.20)	(1.87±0.12)	(1.00±0.06)	(1.14±0.05)	
5	สำนักสงฆ์ถ้ำยายแม้น ต.ท่าเทววงษ์ อ.เกาะสีชัง	EYM01	30/06/2021	Holotype	0902	2.10	1.43	0.63	0.90	4.25-4.5
	จ.ชลบุรี			Paratype	0903	1.72-2.03	1.21-1.42	0.51-0.72	0.75-0.84	3.75-4.5
				12 shells		(1.86±0.10)	(1.30±0.07)	(0.62±0.05)	(0.79±0.03)	
6	เขาชะอางค์ห้ายอด ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	EHY01	27/05/2023	Holotype	0948	3.41	2.26	1.09	1.35	4.5-4.75
	จ.ชลบุรี			Paratype	0949	3.20-3.45	2.21-2.34	1.06-1.15	1.29-1.36	4.5-4.75
				6 shells		(3.29±0.09)	(2.26±0.05)	(1.10±0.04)	(1.33±0.02)	
7	ถ้ำเขาโบสถ์ ต.เขาน้อย อ.เขาชะเมา จ.ระยอง	EKB01	19/02/2023	Holotype	0954	1.98	1.28	0.67	0.73	4-4.25
				Paratype	0955	2.03-2.18	1.32-1.43	0.68-0.72	0.77-0.83	4-4.25
				5 shells		(2.11±0.08)	(1.38±0.06)	(0.70±0.02)	(0.80±0.03)	

ตารางภาคผนวก ข ที่ 5 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคตะวันตก

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
1	วัดสุทธิกาญจนาราม ต.ลาดหญ้า อ.เมือง	WST01	01/10/2022	Holotype	0982	1.40	1.17	0.55	0.74	3-3.25
	จ.กาญจนบุรี			Paratype	0983	1.38-1.72	1.05-1.33	0.53-0.62	0.68-0.82	3-3.5
				4 shells		(1.60±0.16)	(1.25±0.13)	(0.58±0.04)	(0.78±0.07)	
2	วัดเขาช่องเสด็จ ต.หนองหญ้า อ.เมือง	WCD01	02/10/2022	Holotype	0980	1.86	1.59	0.74	1.06	3.5-3.75
	จ.กาญจนบุรี			Paratype	0981	1.82-2.00	1.46-1.57	0.73-0.80	0.97-1.02	3.25-3.75
				4 shells		(1.88±0.08)	(1.53±0.05)	(0.77±0.03)	(1.00±0.02)	
3	วัดถ้ำเขาชะอางค์ ต.หนองไผ่ อ.ด่านมะขามเตี้ย	WCA01	02/10/2022	Holotype	0912	2.88	1.48	0.79	0.87	4.5-4.75
	จ.กาญจนบุรี			Paratype	0913	1.76-2.60	1.09-1.52	0.58-0.74	0.64-0.85	4-4.75
				10 shells		(2.27±0.31)	(1.29±0.14)	(0.66±0.06)	(0.74±0.06)	
4	ถ้ำจีน ต.เกาะพลับพลา อ.เมือง จ.ราชบุรี	WTJ01	02/10/2022	Holotype	0978	1.51	1.15	0.58	0.69	3-3.25
				Paratype	0979	1.57-1.66	1.17-1.23	0.57-0.62	0.70-0.74	3.5-3.75
				5 shells		(1.60±0.04)	(1.20±0.03)	(0.60±0.02)	(0.72±0.02)	
5	เขากะโหลก ต.ปากน้ำปราณ อ.ปราณบุรี	WKL01	07/03/2023	Holotype	0956	2.39	1.78	0.90	1.04	3.75-4
	จ.ประจวบคีรีขันธ์			Paratype	0957	2.34-2.54	1.75-1.81	0.79-0.91	1.02-1.12	3.75-4.25
				6 shells		(2.41±0.08)	(1.77±0.02)	(0.85±0.05)	(1.09±0.04)	

ตารางภาคผนวก ข ที่ 6 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคใต้

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
1	วัดถ้ำชัยพฤกษ์ศีรีวรรณ์ ต.เขาไชยราช อ.ปะทิว	SKR01	29/06/2023	Holotype	0958	2.24	1.63	0.77	1.02	4-4.25
	จ.ชุมพร			Paratype	0959	2.03-2.34	1.60-1.73	0.78-0.84	0.98-1.06	3.75-4.25
				3 shells		(2.21±0.13)	(1.68±0.06)	(0.83±0.04)	(1.01±0.03)	
2	สำนักสงฆ์ถ้ำเขาคราม ต.เขาไชยราช อ.ปะทิว	SKC01	04/03/2023	Holotype	0974	2.18	1.55	0.79	0.89	4-4.25
	จ.ชุมพร			Paratype	0975	1.75-2.10	1.35-1.48	0.66-0.79	0.80-0.90	3.75-4.25
				4 shells		(1.87±0.14)	(1.39±0.08)	(0.70±0.06)	(0.83±0.04)	
3	สำนักสงฆ์ถ้ำพิสดาร ต.ทะเลทรัพย์ อ.ปะทิว	SPD01	22/11/2023	Holotype	0990	1.78	1.21	0.60	0.68	3.75-4
	จ.ชุมพร			Paratype	0991	1.52-1.63	1.06-1.14	0.55-0.59	0.63-0.66	3.5-3.75
				3 shells		(1.59±0.06)	(1.10±0.04)	(0.57±0.02)	(0.64±0.01)	
4	วัดถ้ำเขาพลู ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร	SKP01	04/03/2023	Holotype	0960	2.04	1.47	0.77	0.95	3.75-4
				Paratype	0961	2.09-2.11	1.50-1.58	0.76-0.80	0.93-1.02	3.75-4
				3 shells		(2.10±0.01)	(1.54±0.04)	(0.78±0.02)	(0.96±0.05)	
5	วัดถ้ำทะเลทรัพย์ ต.ทะเลทรัพย์ อ.ปะทิว	STL01	05/03/2023	Holotype	0964	2.37	1.80	0.88	1.11	3.75-4
	จ.ชุมพร			Paratype	0965	2.35-2.49	1.69-1.85	0.86-0.91	1.05-1.09	3.75-4
				3 shells		(2.43±0.07)	(1.76±0.08)	(0.89±0.02)	(1.07±0.02)	
6	วัดถ้ำทะเลทรัพย์ ต.ทะเลทรัพย์ อ.ปะทิว	STL02	05/03/2023	Holotype	0994	1.74	1.14	0.59	0.66	3.75-4
	จ.ชุมพร			Paratype	0995	1.69-1.88	1.16-1.25	0.58-0.68	0.67-0.72	3.5-3.75
				3 shells		(1.77±0.10)	(1.21±0.04)	(0.62±0.06)	(0.70±0.03)	
7	สำนักสงฆ์ถ้ำศิลาวรรณ ต.ทะเลทรัพย์ อ.ปะทิว	SSL01	04/03/2023	Holotype	0992	1.81	1.24	0.63	0.72	3.5-3.75
	จ.ชุมพร			Paratype	0993	1.42-1.77	1.03-1.20	0.50-0.65	0.57-0.72	3.5-4
				3 shells		(1.64±0.20)	(1.14±0.09)	(0.58±0.08)	(0.66±0.08)	

ตารางภาคผนวก ข ที่ 6 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคใต้ (ต่อ)

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
8	วัดถ้ำกระทิงทอง ต.ขุนกระทิง อ.เมือง จ.ชุมพร	STT01	21/11/2023	Holotype	0916	2.03	1.43	0.69	0.81	4-4.25
				Paratype	0917	1.86-2.00	1.38-1.44	0.61-0.69	0.78-0.82	3.75-4
				3 shells		(1.93±0.06)	(1.41±0.03)	(0.65±0.04)	(0.81±0.02)	
9	วัดถ้ำสิงห์ อ.ถ้ำสิงห์ อ.เมือง จ.ชุมพร	STS01	21/11/2023	Holotype	0970	2.26	1.64	0.81	1.03	4-4.25
				Paratype	0971	2.02-2.34	1.51-1.68	0.72-0.79	0.92-1.01	3.75-4.25
				8 shells		(2.18±0.11)	(1.59±0.06)	(0.75±0.04)	(0.97±0.03)	
10	สำนักสงฆ์ถ้ำน้ำทิพย์ ต.เขาทะลุ อ.สวี จ.ชุมพร	SNT01	14/05/2022	Holotype	0918	2.36	1.65	0.83	0.97	3.75-4
				Paratype	0919	2.00-2.37	1.37-1.70	0.65-0.86	0.83-1.01	3.5-4.25
				9 shells		(2.27±0.12)	(1.59±0.10)	(0.78±0.06)	(0.94±0.05)	
11	ถ้ำธารน้ำลอดน้อย ต.สวี อ.สวี (เขาเทียนเหมิน ซาน) จ.ชุมพร	SMZ01	26/06/2021	Holotype	0914	2.14	1.45	0.67	0.82	4.25-4.5
				Paratype	0915	1.87-2.15	1.30-1.48	0.59-0.72	0.75-0.84	3.75-4.5
				10 shells		(1.99±0.11)	(1.38±0.06)	(0.66±0.04)	(0.78±0.04)	
12	ถ้ำธารน้ำลอดน้อย ต.สวี อ.สวี (เขาเทียนเหมิน ซาน) จ.ชุมพร	SMZ02	06/03/2023	Holotype	0946	3.10	2.26	1.14	1.34	4-4.5
				Paratype	0947	2.21-2.61	1.69-2.00	0.79-0.94	0.99-1.20	3.5-4
				6 shells		(2.43±0.15)	(1.82±0.11)	(0.89±0.07)	(1.11±0.07)	
13	ถ้ำหนัดได ต.ในวงเหนือ อ.ละอุ่น จ.ระนอง	SND01	20/11/2023	Holotype	0952	2.34	1.53	0.78	0.90	4-4.25
				Paratype	0953	2.00-2.29	1.34-1.53	0.69-0.80	0.74-0.90	3.75-4.25
				9 shells		(2.18±0.10)	(1.45±0.07)	(0.75±0.03)	(0.85±0.05)	
14	สำนักสงฆ์ถ้ำเบื้องแบบ ต.บ้านทำเนียบ อ.คีรีรัฐนิคม จ.สุราษฎร์ธานี	SBB01	08/05/2022	Holotype	1006	1.23	0.94	0.44	0.50	3.5-3.75
				Paratype	1007	1.14-1.21	0.87-0.94	0.40-0.45	0.48-0.51	3.25-3.75
				4 shells		(1.17±0.03)	(0.91±0.03)	(0.43±0.02)	(0.50±0.02)	

ตารางภาคผนวก ข ที่ 6 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคใต้ (ต่อ)

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
15	สำนักสงฆ์ประเสริฐ์นิมิตร ต.นาสาร	SPZ01	13/05/2022	Holotype	0938	2.32	1.77	0.86	1.00	4-4.25
	อ.บ้านนาสาร จ.สุราษฎร์ธานี			Paratype	0939	1.79-2.44	1.39-1.78	0.72-0.93	0.79-1.01	4-4.5
				6 shells		(2.22±0.23)	(1.64±0.13)	(0.86±0.08)	(0.93±0.08)	
16	ถ้ำพญานาค (วัดเทพประทาน) ต.ทับปริก	SPY01	17/11/2021	Holotype	1008	1.20	0.90	0.46	0.50	3.25-3.5
	อ.เมือง จ.กระบี่			Paratype	1009	1.15-1.17	0.86-0.91	0.41-0.44	0.49-0.51	3.25-3.5
				3 shells		(0.16±0.01)	(0.89±0.03)	(0.42±0.02)	(0.50±0.01)	
17	ถ้ำอุทกการาม ต.บ้านนา อ.ศรีนครินทร์	SUT01	12/05/2022	Holotype	0920	1.83	1.37	0.63	0.77	3.75-4
	จ.พัทลุง			Paratype	0921	1.76-2.04	1.32-1.46	0.62-0.67	0.74-0.80	3.75-4
				5 shells		(1.95±0.18)	(1.38±0.06)	(0.64±0.02)	(0.78±0.04)	
18	วัดคูหาสวรรค์ ต.คูหาสวรรค์ อ.เมือง จ.พัทลุง	SSV01	12/05/2022	Holotype	0940	2.38	1.83	0.91	1.07	3.75-4
				Paratype	0941	2.20-2.58	1.64-1.91	0.86-1.07	0.98-1.11	3.75-4.25
				8 shells		(2.31±0.12)	(1.75±0.09)	(0.91±0.07)	(1.02±0.05)	
19	ถ้ำศรีเกษร ต.เขาพระ อ.รัตภูมิ จ.สงขลา	SKS01	11/05/2022	Holotype	0922	2.32	1.62	0.74	0.90	4-4.25
				Paratype	0923	1.94-2.35	1.41-1.66	0.66-0.78	0.81-0.94	3.75-4.25
				7 shells		(2.14±0.16)	(1.53±0.08)	(0.72±0.04)	(0.87±0.04)	
20	วัดเขารักเกียรติ ต.กำแพงเพชร อ.รัตภูมิ	SRK01	11/05/2022	Holotype	0924	2.67	1.84	0.86	1.00	4.5-4.75
	จ.สงขลา			Paratype	0925	2.42-2.70	1.78-1.83	0.80-0.86	0.99-1.03	4.25-5
				5 shells		(2.55±0.11)	(1.81±0.03)	(0.82±0.02)	(1.01±0.01)	
21	ถ้ำเขาทะนาน ต.ทุ่งบุหลัง อ.ละงู จ.สตูล	STN01	21/06/2021	Holotype	0936	2.60	1.86	0.94	1.06	4.25-4.5
				Paratype	0937	2.05-2.54	1.59-1.88	0.81-1.01	0.91-1.09	3.75-4.25
				8 shells		(2.26±0.18)	(1.73±0.11)	(0.90±0.08)	(0.99±0.07)	

ตารางภาคผนวก ข ที่ 6 ขนาดของเปลือกหอยทากจิ๋วสกุล *Georissa* จากภาคใต้ (ต่อ)

ลำดับที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	Type specimen	ZRCBUU	ขนาดของเปลือกหอย				
						SH (mm)	SW (mm)	AH (mm)	AW (mm)	W
22	ถ้ำเขาใหญ่ ต.ปากน้ำ อ.ละงู จ.สตูล	SKY01	24/06/2021	Holotype	0998	1.81	1.26	0.62	0.68	3.75-4
				Paratype	0999	1.67-1.85	1.13-1.26	0.56-0.60	0.59-0.67	3.75-4.25
				3 shells		(1.76±0.07)	(1.20±0.05)	(0.58±0.02)	(0.64±0.03)	
23	วัดถ้ำเขาน้อยโพธิญาณ ต.ควนโพธิ์ อ.เมือง จ.สตูล	SKN01	24/06/2021	Holotype	0906	2.61	1.63	0.79	0.98	4.25-4.5
				Paratype	0907	2.44-2.88	1.63-1.84	0.79-0.97	0.95-1.09	4-4.5
				9 shells		(2.65±0.14)	(1.70±0.07)	(0.87±0.05)	(1.00±0.04)	

ผลงานทางวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์ หัวข้อเรื่อง Hydrocenid diversity at Pathawi limestone hill of Uthai Thani province, Central Thailand ในงาน SAGE 2022 ที่ Department of Biology, Ateneo de Manila University ณ กรุงมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ ในช่วงวันที่ 8-12 สิงหาคม 2565

Hydrocenid diversity at Pathawi limestone hill of Uthai Thani province, Central Thailand

Kanyaporn Klongklaew[1], Pongrat Dumrongrojwattana[2], Chanaporn Chopboon[2], & Supattra Poeaim[1]
[1] Department of Biology, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok Thailand
[2] Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Bangsaen, Chonburi Thailand

Abstract

This study observed the diversity of hydrocenid snails from Pathawi limestone hill, Uthai Thani, Central Thailand. A total of one genus, *Georissa* W. Blanford, 1864, two subgenera, which are *Georissa* s.s., and *Georissopsis* Pilsbry et Hirase, 1908, and three different shell morphotypes, protoconch sculpture, shell shape, and operculum, were recorded. However, DNA barcoding will be used for taxonomic discrimination of these unidentified species.

Introduction

Hydrocenid snails are classified as terrestrial microsnail with an operculum, cylindrical shape. The shell height is 2-3 millimeters and distributed in variable abundance on limestone walls or outcrops to nearly the limestone hill (Sucharit and Panha, 2008; Hendriks et al, 2019). The most diverse groups are the genus *Georissa* W. Blanford, 1864 of Hydrocenidae that have three subgenera including *Georissa* s.s., *Georissopsis* Pilsbry et Hirase, 1908 and *Chondrella* Pease, 1871. Pathawi is a limestone hill of Uthai Thani province, Central Thailand where the diversity of this Hydrocenid snails is found. So, we survey this area and study the morphology of Hydrocenid snails.

Objective

Study the shell morphology of Hydrocenid diversity at Pathawi limestone hill of Uthai Thani province, Central of Thailand.

Methods

The new genus and new species were collected from limestone walls or outcrops to nearly the Pathawi limestone hill, Thap than district, Uthai Thani province in Thailand; 15°28'26.9"N 99°45'25.0"E

Thailand
Uthai Thani province

Figure 1 Type locality of genus *Georissa* in Thailand, Pathawi limestone hill, Thap Than the district, Uthai Thani province.

Collected by hand searching in limestone area
Empty adult shells were selected, cleaned and air-dried
Digital photographs of shells using a canon camera connected to stereo microscope
Electronmicrography

Figure 2 Preview of genus *Georissa* in the limestone hill.

Result and Discussion

Note A-F) Electronmicrography
A) shell apertural view
B) sculpture of teleconch
C) protoconch frontal view
D) sculpture of protoconch
E) top view
F) operculum frontal and ventral view
G-I) Digital photography
G) shell apertural view
H) shell side view
I) shell rear view
Scale bar:
A, C, E-I) 0.5 mm;
B) 0.25 mm;
D) 0.1 mm.

Figure 3 *Georissa* spec. nov.

Different point	*G.* sp.	*G. scalinella*
Each subsequent whorl	Two convex radial ribs	One convex radial ribs
Straight radial ribs on the spire	Stronger, continuous, frequent and orderly ribbing	Oblique straight radial and disorderly ribbing

Figure 4 *Georissa (Georissa)* spec. nov.

Different point	*G. (Georissa)* sp.	*G. hungerfordi*
Shape of the last whorl	More convex	Less convex
Sculpture on the protoconch	Straight convex ribs pattern from the protoconch of the center	Small round mesh pattern

Figure 5 *Georissa (Georissopsis)* spec. nov.

Different point	*G. (Georissopsis)* sp.	*Georissopsis heudei*
Shell shape	More elongated conic	Less elongated conic
Suture	Deep suture	Less deep suture
Straight radial ribs on the spire	With the axis shell can be clearly seen	Weak and frequent radial rib

Conclusion

The studies found that one genus, *Georissa* W. Blanford,1864 as unique characteristics to be promoted a new genus in Hydrocenidae and two subgenera, which are *Georissa* s.s. as a new species because of the shell morphology is clearly different from other *Georissa*, and *Georissopsis* Pilsbry et Hirase, 1908. In the shell morphology, we should be promoted subgenus *Georissopsis* to the genus *Georissopsis* which is clearly different from the genus *Georissa*.

In the further studied, including over a broader geographical area and molecular analysis of Hydrocenid snails in Thailand.

Acknowledgment

This work was financially supported by the fourth Southeast Asian Gateway Evolution (SAGE 2022) grant and KMITL Research and Innovation Services (KRIS) (Grant No. KREF016414).

Refference

1. Blanford, W. T. (1864). On the classification of the Cyclostomacea of eastern Asia. *Annals and Magazine of Natural History* (3) 13(78): 463-464.
2. Khalik, M. Z., Hendriks, K., Vermeulen, J. J. and Schilthuizen, M. 2018. A molecular and conchological dissection of the "scaly" *Georissa* of Malaysian Borneo (Gastropoda, Neritimorpha, Hydrocenidae). *ZooKeys* 773: 1–55. https://doi.org/10.3897/zookeys.773.24878
3. Pilsbry, H. A. & Hirase, Y. (1908). New land shells of the Chinese Empire-I. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 60: 37-43.
4. Sutcharit, C., Thach, P., Chhuoy, S., Ngor, P. B., Jeratthitikul, E., Siriwut, W., Srisonchai, R., Ng, T. H., Pholyotha, A., Jirapatrasilp, P. and Panha, S. 2020. Annotated checklist of the land snail fauna from southern Cambodia (Mollusca, Gastropoda). *ZooKeys* 948: 1–46. https://doi.org/10.3897/zookeys.948.51671

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการระดับนานาชาติในฐานข้อมูล Web of Science (WOS) Quartile 2 และ SJR-Scopus Quartile 1 ชื่อวารสาร Zoosystematics and Evolution หัวข้อเรื่อง Four new species of *Georissa* W. Blanford, 1864 (Gastropoda, Hydrocenidae) from Thailand

Zoosyst. Evol. 100 (4) 2024, 1347–1360 | DOI 10.3897/zse.100.128717

PENSOFT. MUSEUM FÜR NATURKUNDE BERLIN

Four new species of *Georissa* W. Blanford, 1864 (Gastropoda, Hydrocenidae) from Thailand

Kanyaporn Klongklaew[1], Supattra Poeaim[1], Pongrat Dumrongrojwattana[2]

1 *Department of Biology, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand*
2 *Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Bangsaen, Chonburi 20131, Thailand*

https://zoobank.org/FD4C02D2-01F9-4A4C-817B-F81B27F22A41

Corresponding author: Supattra Poeaim (supattra.poe@kmitl.ac.th)

Academic editor: Frank Köhler ♦ **Received** 31 May 2024 ♦ **Accepted** 19 August 2024 ♦ **Published** 4 October 2024

Abstract

Hydrocenid snails have received little research attention compared to other land snail groups, arguably due to their small size. The present study examines the diversity of hydrocenid snails in limestone hills in central, eastern and southern Thailand. Four new species of *Georissa* W. Blanford, 1864 are described: *G. quinquelirata* **sp. nov.** from central Thailand, *G. sagitta* **sp. nov.** and *G. kohsichangensis* **sp. nov.** from eastern Thailand, and *G. digitinota* **sp. nov.** from southern Thailand. These four new species are distinguished by unique characteristics in their shell, including protoconch sculpture and shell shape, operculum, and radula morphology. A phylogenetic analysis of mitochondrial DNA sequences confirms the distinctiveness of all four species.

Key Words

conchological, Neritimorpha, Southeast Asia, systematics, terrestrial snails

Introduction

Microscopic land snails of the family Hydrocenidae Troschel, 1857 are widely distributed with a range encompassing various Pacific islands, New Zealand, Australia, the Indo-Australian Archipelago, parts of Europe, Asia, Madagascar, and Africa (Egorov 2005). In Asia, hydrocenid snails have been documented in Thailand, Cambodia, Laos, Myanmar, Vietnam, Malaysia, Japan, the Philippines, India, and China (Panha and Burch 2005). Traditionally, the systematic taxonomy of hydrocenids rests primarily on morphological characters. Overall, Hydrocenidae have received little attention in research due to their tiny shell size while the delineation of species is complicated by considerable conchological variation in some species in response to diverse ecological conditions in the their habitats. DNA barcoding holds significant potential to identify cryptic species thereby overcoming the limitations of traditional morphological characters in species identification and delimitation in these micro-snails. DNA barcoding has been useful in identifying a broad spectrum of micro snails, such as in the ellobiids *Zospeum* and *Carychium* (Weigand et al. 2011, 2013), the diplommatinid *Plectostoma concinnum*, the cyclophorid *Alycaeus jagori* (Hendriks et al. 2019), and the gastroscopic *Hypselostoma latispira* (Lipae et al. 2020). However, morphological analyses remain the primary method for distinguishing species despite the challenges posed by the tiny size, conchological variability, and ecological plasticity of hydrocenids. Hence, a combination of molecular and morphology analyses promises to be the best approach for identifying different species within this group.

Georissa is a genus of operculated micro-land snails frequently found in limestone environments. The majority of *Georissa* species have so far been recorded in Malaysia (Schilthuizen et al. 2005, 2012; Haase and Schilthuizen 2007; Phung et al. 2017; Khalik et al. 2018, 2019a, 2019b). Notably, DNA barcoding has proven effective in distinguishing *Georissa* species in Malaysia, as demonstrated in the studies of Khalik et al. (2018, 2019b). These studies reported thirteen scaly species and sixteen non-scaly species from Malaysian Borneo alone.

Copyright: This is an open access article distributed under the terms of the CC0 Public Domain Dedication.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The cytochrome c oxidase subunit 1 (COI or COX1) gene within mitochondrial DNA served as the predominant and widely utilized DNA barcoding marker in animals, proving to be effective for identification purposes in *Georissa* (Khalik et al. 2018, 2019a, 2019b; Hendriks et al. 2019) and were used in this study. However, other genes such as 16S ribosomal deoxyribonucleic acid (rDNA), 18S rDNA, 28S rDNA, histone 3 (H3) and the aquaporin gene have also been analyzed and successfully delineated in *Georissa* (Kano et al. 2003; Schilthuizen et al. 2005, 2012; Uribe et al. 2016; Colgan and Santos 2018; Khalik et al. 2018, 2019a, 2019b; Hendriks et al. 2019). However, DNA barcoding has not been conducted on *Georissa* in China, Cambodia, Laos, Myanmar, Vietnam, and Thailand. A list of *Georissa* species and their distribution on the mainland in Southeast Asia and China is given in Suppl. material 1.

In Thailand, six species and two subspecies of the genus *Georissa* have been identified (BEDO 2017) and reported through morphological analysis: *G. illex* Benson, 1856, *G. blanfordiana* Stoliczka, 1871, *G. liratula* Stoliczka, 1871, *G. monterosatiana monterosatiana* Godwin-Austin & Nevill, 1879, *G. semisculpta* Godwin-Austen & Nevill, 1879, *G. williamsi* Godwin-Austen, 1889, *G. monterosatiana samuiana* Möllendorff, 1894 (Benson 1856; Stoliczka 1871; Godwin-Austen and Nevill 1879; Godwin-Austen 1889; Möllendorff 1894). This research aimed to present the findings on four new species of hydrocenid snails from Thailand, identified as novel to science based on their shell, operculum, and radula morphology, incorporating DNA barcoding.

Materials and methods

Specimen sampling

The specimens have been received from Asst. Prof. Pongrat Dumrongrojwattana and were collected during fieldwork between July 2019 and February 2023. We surveyed four locations, including Pathawi limestone hill, Uthai Thani Province (15°28'26.9"N, 99°45'25.0"E), Yai Man Cave, Chonburi Province (13°09'08.2"N, 100°48'28.0"E), Khao Maka cave temple, Sa Kaeo Province (13°47'16.6"N, 101°56'53.7"E), and Khao Noi Phothiyan temple, Satun Province (06°45'24.2"N, 100°01'54.2"E) (refer to map in Fig. 1). Hydrocenid specimens were collected through visual searching. We collected both living individuals and empty shells. When collecting empty shells, we picked the operculum from the rock surface to which the shell was attached or from the soil where shells accumulated. Living snails were drowned in water and subsequently preserved in 50% ethanol. These procedures were carried out in the Biology Department, School of Science, at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL) and the Biology Department, Faculty of Science, at Burapha University (BUU).

Morphological studies

The collected specimens were thoroughly cleaned and air-dried. Shell was digitally photographed in standardized views (Callomon 2019). We measured the following shell dimensions (in mm): Shell height (SH), shell width (SW), aperture height (AH), and aperture width (AW) on photographs by using ImageJ version 1.8.0. (Schneider et al. 2012). Taxonomic identifications were carried out by referencing the works of Vermeulen and Whitten (1998) and Panha and Burch (2005). To extract the radula, snails were boiled in 1% (w/v) sodium hydroxide (NaOH) solution in a test tube for 10–20 minutes depending on sample size (modified from Geiger et al. 2007). Subsequently, the radula was extracted under a stereo microscope by using an insect pin No. 0, rinsed with distilled water, and dehydrated in a series of ethanol concentrations (increasing from 10, 30, 50 to 70% for 5 minutes each concentration) (Dumrongrojwattana and Tanmuangpak 2020). Shells, opercula, and radulae were imaged under a scanning electron microscope (SEM). Type specimens were deposited in the Zoological Research Collection of Burapha University (ZRCBUU) in Chon Buri Province, Thailand.

Molecular analysis

Genomic DNA was extracted from representative individuals of different morphotypes by using the GF-1 tissue DNA extraction kit. Preserved snails were rinsed twice in sterilized distilled water before extraction. Partial sequences of the COI gene were amplified by Polymerase Chain Reaction (PCR) using primers the LCO1490 and HCO2198 (Folmer et al. 1994). For PCR protocols and conditions refer to Khalik et al. (2019a). Gel electrophoresis with 1% agarose gel was employed to evaluate the quality and size of the PCR products. DNA sequencing was performed using the Barcode Tag Sequencing (BTSeq) technique, which relies on Next-Generation Sequencing (NGS), at Celemics, Inc., Korea. Twenty-nine sequences were analyzed in this study, including 21 sequences sourced from GenBank and eight from this study. All sequences have been deposited in the GenBank database (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank) (Table 1). Bayesian Inference was employed to reconstruct a phylogenetic tree using MrBayes version 3.2.7. (Ronquist et al. 2012). The Effective Sample Size (ESS) values and log-likelihoods were monitored to ensure the analysis reached stationarity. Model selection for the COI gene phylogenetic tree was performed using jModelTest 2 (Darriba et al. 2012), based on the Bayesian Information Criterion (BIC). The Bayesian Inference analysis was conducted with parameters set to 10,000,000 generations, sampling every 1,000 generations, and discarding the first 25% of trees as burn-in. (Pholyotha et al. 2021).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

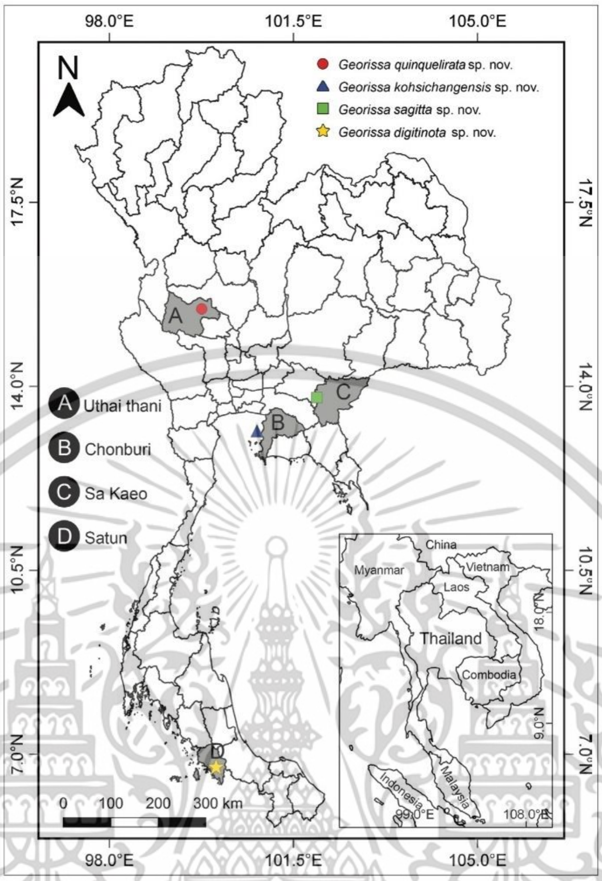


Figure 1. Type localities of *Georissa quinquelirata* sp. nov. (marked with a red circle) in central Thailand, *Georissa kohsichangensis* sp. nov. (marked with a blue triangle), and *Georissa sagitta* sp. nov. (marked with a green square) in eastern Thailand, along with *Georissa digitinota* sp. nov. (marked with a yellow star) in southern Thailand.

Results

Specimen sampling and morphological studies

Hydrocenid snails were found outside the cave, on limestone surfaces, and were particularly abundant on moist surfaces. Based on visual inspection, the shells are tiny, with an average height ranging from 1 to 3 mm. Living snails were orange to brownish. By contrast, deceased snails were white to pale yellow. The shell shape is uniformly round, with spiral cords on the body whorl, the number of which varies among species. Additionally, the aperture is typically round to ovate, the umbilicus is closed, and the white chitinous (corneous) operculum is thin and opaque. Through morphological examination and DNA barcoding, four new *Georissa* species in Thailand were identified, including *G. quinquelirata* sp. nov. from Uthai Thani Province, *G. kohsichangensis* sp. nov. from Chonburi Province, *G. sagitta* sp. nov. from Sa Kaeo Province and *G. digitinota* sp. nov. from Satun Province. The type localities of four new *Georissa* species are displayed in Fig. 1.

Each of the four new *Georissa* species exhibits distinct shell characteristics by first classifying groups based on shell shape. Then, species within each group are distinguished by the number of shell whorls. Further differentiation is made based on shell size for species with the same number of whorls (W). Additionally, the sculpture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Sequences used in this study.

No.	Species	Accession number	Reference
1	*Georissa bauensis* isolate B.002	MH033937	Khalik et al. 2018
2	*Georissa bauensis* isolate Q.006	MH033943	Khalik et al. 2018
3	*Georissa hadra* isolate LC.01	MH033896	Khalik et al. 2018
4	*Georissa hadra* isolate LC.03	MH033894	Khalik et al. 2018
5	*Georissa hungerfordi* voucher H.002	MK505430	Khalik et al. 2019b
6	*Georissa hungerfordi* voucher I.002	MK505438	Khalik et al. 2019b
7	*Georissa kinabatanganensis* isolate K.002	MH033958	Khalik et al. 2018
8	*Georissa kinabatanganensis* isolate K.005	MH033960	Khalik et al. 2018
9	*Georissa muluensis* isolate LGG.01	MH033893	Khalik et al. 2018
10	*Georissa muluensis* isolate LGG.03	MH033892	Khalik et al. 2018
11	*Georissa nephrostoma* voucher Knep.001	MK505439	Khalik et al. 2019b
12	*Georissa niahensis* isolate GC.02	MH033880	Khalik et al. 2018
13	*Georissa niahensis* isolate PC.04	MH033954	Khalik et al. 2018
14	*Georissa pachysoma* voucher BSM2.03	MK505441	Khalik et al. 2019b
15	*Georissa pachysoma* voucher BSM2.04	MK505440	Khalik et al. 2019b
16	*Georissa sepulutensis* isolate Sca.002	MH033964	Khalik et al. 2018
17	*Georissa sepulutensis* isolate Sca.004	MH033953	Khalik et al. 2018
18	*Georissa silaburensis* isolate SIG3.03	MH033948	Khalik et al. 2018
19	*Georissa silaburensis* voucher SIG4.04	MK811541	Khalik et al. 2019a
20	*Diplommatina centralis* isolate 4050	HM753339	Webster et al. 2012
21	*Plectostoma concinnum* voucher KPH01588.25	MH254006	Hendriks et al. 2019
22	*Georissa quinquelirata* sp. nov. isolate CPW01.01	PP844569	This study
23	*Georissa quinquelirata* sp. nov. isolate CPW01.03	PP844570	This study
24	*Georissa kohsichangensis* isolate EYM01.03	PP844571	This study
25	*Georissa kohsichangensis* isolate EYM01.04	PP844572	This study
26	*Georissa sagitta* isolate EMK01.01	PP844573	This study
27	*Georissa sagitta* isolate EMK01.02	PP844574	This study
28	*Georissa digitinota* sp. nov. isolate SKN01.04	PP844575	This study
29	*Georissa digitinota* sp. nov. isolate SKN01.05	PP844576	This study

pattern and number of lines on the last body whorl, as well as the shape and surface of the operculum, are used for grouping. These characteristics examined under a stereo microscope, and SEM images were utilized (Figs 2, 4). The shell shape can be categorized into two types: *Georissa sagitta* sp. nov., *G. quinquelirata* sp. nov., and *G. kohsichangensis* sp. nov. have an ovate-conical shape. In particular, *G. kohsichangensis* sp. nov. reveals slight variation whereby the upper half part of the body whorls slopes slightly downward. Conversely, *G. digitinota* sp. nov. has a globose-conical shape (Fig. 2). The species are listed in the order from largest to smallest size as follows: *G. sagitta* sp. nov. (2.4–2.9 mm), *G. digitinota* sp. nov. (2.3–2.7 mm), *G. quinquelirata* sp. nov. (1.9–2.5 mm), and *G. kohsichangensis* sp. nov. (1.7–2.1 mm). Based on the sculpture pattern and the number of lines on the last (or body) whorl, *G. quinquelirata* sp. nov. features a carina-style sculpture with 5–6 prominent cords and weak growth lines between the carinae (Fig. 4A). *Georissa kohsichangensis* sp. nov. and *G. sagitta* sp. nov. exhibit a lirae-style sculpture, with *G. kohsichangensis* having 6–7 cords (Fig. 4E) and *G. sagitta* having 8–9 cords (Fig. 4I). In contrast, *G. digitinota* sp. nov. displays more than 30 prominent striae or spiral lines, which are more frequent than those of the other new species (Fig. 4M). Each new species examined shows a well-incised suture. The protoconch of each species (Fig. 4B, F, J, N) exhibits distinct microscopic sculpture patterns. The microscopic sculpture of the protoconch is wrinkled in *G. quinquelirata* sp. nov. (Fig. 4C), perforated in *G. kohsichangensis* sp. nov. (Fig. 4G), a combination of rounded, ellipsoidal, irregular sculptures and oval indentations in *G. sagitta* sp. nov. (Fig. 4K). In contrast, *G. digitinota* sp. nov. presents an ellipsoidal to irregular sculpture with an oval fingerprint-like indentation (Fig. 4O). All species assessed display a closed umbilicus. The aperture of the shell is observed; *G. quinquelirata* sp. nov., *G. sagitta* sp. nov., and *G. digitinota* sp. nov. are semi-rounded shape while *G. kohsichangensis* sp. nov. is rhombate-shaped. The operculum is paucispiral, featuring a smooth outer with an apophysis, and an arched peg near the base on the inner side the base (Fig. 4D, L, P, H). Regarding the shape of the operculum, *G. quinquelirata* sp. nov., *G. sagitta* sp. nov., and *G. digitinota* sp. nov. display a semi-rounded shape (Fig. 4D, L, P), whereas *G. kohsichangensis* sp. nov. features a rhombate shape (Fig. 4H).

The radula of all examined new species is rhipidoglossate; revealing two long spiral teeth attached to a thin radula plate in the central teeth area on the radula overview (Fig. 5A, E, I, M), characterized by five small central teeth, five rows of lateral teeth, and two rows of marginal teeth. Counting the teeth of the radula from SEM pictures, the central/rachidian teeth are symmetrical and trapezoid in shape, lateral teeth are claw-like alternately long and short denticles; *G. quinquelirata* sp. nov. has 9–13 denticles, *G. kohsichangensis* sp. nov. has 7–11 denticles, *G. sagitta* sp. nov., and *G. digitinota* sp. nov. have 7–13 denticles, each row of lateral teeth decreasing in size from the first lat-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

eral tooth toward the 5th lateral tooth and marginal teeth are claw-like equal-sized denticles; *G. quinquelirata* sp. nov., *G. sagitta* sp. nov. and *G. digitinota* sp. nov. have 12–14 denticles, *G. kohsichangensis* sp. nov. has 14–18 denticles. Therefore, the radula formula is 2:5:1+1+1+1+1+1:5:2. In describing the radula's central tooth formula, the notation reflects the variation in the appearance and orientation of each tooth. In our case, teeth 1–2 curve to the right, tooth 3 is normal, and teeth 4–5 curve to the left. This notation helps communicate the structure and asymmetry of the radula. However, it is noteworthy that variations exist among specimens in terms of the length or curvature of the teeth. The four newly discovered species are described below in the phylogenetic analysis section.

Phylogenetic analysis

The phylogenetic analysis is based on 29 sequences from 10 species of *Georissa*, including the four new species described herein. Sequences of *Diplommatina centralis* and *Plectostoma concinnum* were used as outgroups to root the tree. All sequences were deposited in GenBank (Table 1). The COI alignment had a length of 600 base pairs. Based on the outcomes from jModelTest 2, the best model selection for constructing a COI gene phylogenetic tree according to the BIC is the General Time Reversible (GTR) model. This model incorporates rate variation across sites using a gamma distribution (G) with the proportion of invariable sites (I). The phylogenetic tree revealed *Georissa* as monophyletic. The new *Georissa* species form two distinct clades. *Georissa quinquelirata* sp. nov., *G. kohsichangensis* sp. nov., and *G. sagitta* sp. nov. are a monophyletic and paraphyletic group with *G. digitinota* sp. nov. *Georissa digitinota* sp. nov. is the sister taxon of the *Georissa* species from Malaysian Borneo (Khalik et al. 2018, 2019a, 2019b) (refer to Fig. 3).

Systematics

Family Hydrocenidae Troschel, 1857
Subfamily Neritimorpha Koken, 1896

Genus *Georissa* Blanford, 1864

Type species. *Georissa pyxis*, Benson 1856, by original designation.

Georissa quinquelirata Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, sp. nov.

https://zoobank.org/70D34F82-2195-4F29-89F2-24C53848CF95

Figs 2A, 4A–D, 5A–D

Type material. ***Holotype*** • ZRCBUU 0900 (Fig. 2A). SH = 2.45 mm, SW = 1.63 mm, AH = 0.80 mm, AW = 0.91 mm, W = 4.25–4.5. ***Paratype*** • ZRCBUU 0901 (Fig. 4A–D) (13 shells); Shell measurements: SH = 1.91–2.36 mm (2.10 ± 0.15 mm), SW = 1.37–1.60 mm (1.46 ± 0.07 mm), AH = 0.71–0.86 mm (0.78 ± 0.06 mm), AW = 0.80–0.92 mm (0.86 ± 0.04 mm), W = 3.75–4.5 (all type material from type locality; 25 February 2023, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Pathawi limestone hill, Thap Than district, Uthai Thani Province; 15°28'26.9"N, 99°45'25.0"E.

Etymology. The specific designation "*quinquelirata*" indicates the number of lirae on the whorl.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and wrinkled sculpture. Body whorl have about 5–6 prominent carinae, and between carinae have weak growth lines. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4.25–4.5 whorls (Fig. 2A). Protoconch orange, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with wrinkled sculpture (Fig. 4B, C). Teleoconch orange, 3.25–3.5 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with 5–6 prominent carinae, weak growth lines between carinae, intersected by weak oblique growth lines. Basal part of body whorl with approximately 9–10 densely spaced spiral cords (Figs 2A, 4A). Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed (Figs 2A, 4A). Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (Fig. 4D).

Radula. Ribbon-like, slender, longer, and delicate towards the outside, rhipidoglossate (Fig. 5A–D). Central tooth five small teeth, trapezoid shape. Lateral teeth five teeth, claw-like, with 9–13 alternately long and short denticles decreasing in size from the first lateral tooth toward the 5th lateral tooth. Marginal teeth two teeth, claw-like, with 12–14 equal-sized denticles. Radula formula 2:5:1+1+1+1+1+1:5:2.

Differential diagnosis. *Georissa quinquelirata* sp. nov. resembles *G. hungerfordi* Godwin-Austen, 1889 from Sabah, Borneo, Malaysia, *Georissa hungerfordi* differs in having a less convex body whorl, a smooth sculpture, and more spiral lirae (7–10 lirae instead of 5–6 carinae). This new species is also like *G. liratula* Stolixzka, 1871 from Domotha, Moulmein, but differs in having a more slender shell with fewer spiral lirae.

Georissa kohsichangensis Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, sp. nov.

https://zoobank.org/77F45669-50F9-4FCF-991F-BFC63C7327E7

Figs 2B, 4E–H, 5E–H

Type material. ***Holotype*** • ZRCBUU 0902 (Fig. 2B). SH=2.10mm, SW=1.43mm, AH=0.63mm, AW=0.90mm, W = 4.25–4.5. ***Paratype*** • ZRCBUU 0903 (Fig. 4E–H) (12 shells); Shell measurements: SH = 1.72–2.03 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

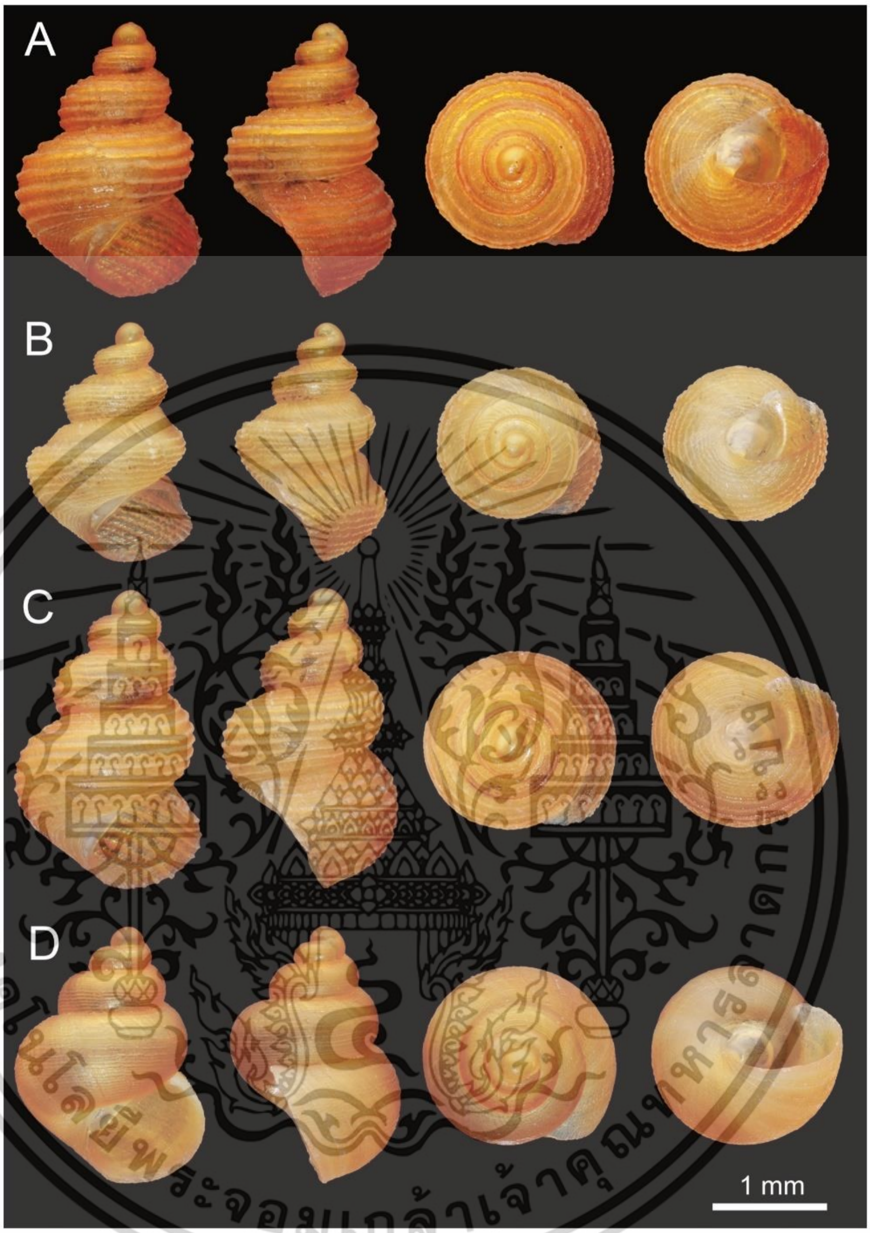


Figure 2. Shell morphology of the new *Georissa* species: **A.** *G. quinquelirata* sp. nov. (Holotype ZRCBUU 0900); **B.** *G. kohsichangensis* sp. nov. (Holotype ZRCBUU 0902); **C.** *G. sagitta* sp. nov. (Holotype ZRCBUU 0904), and **D.** *G. digitinota* sp. nov. (Holotype ZRCBUU 0906).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

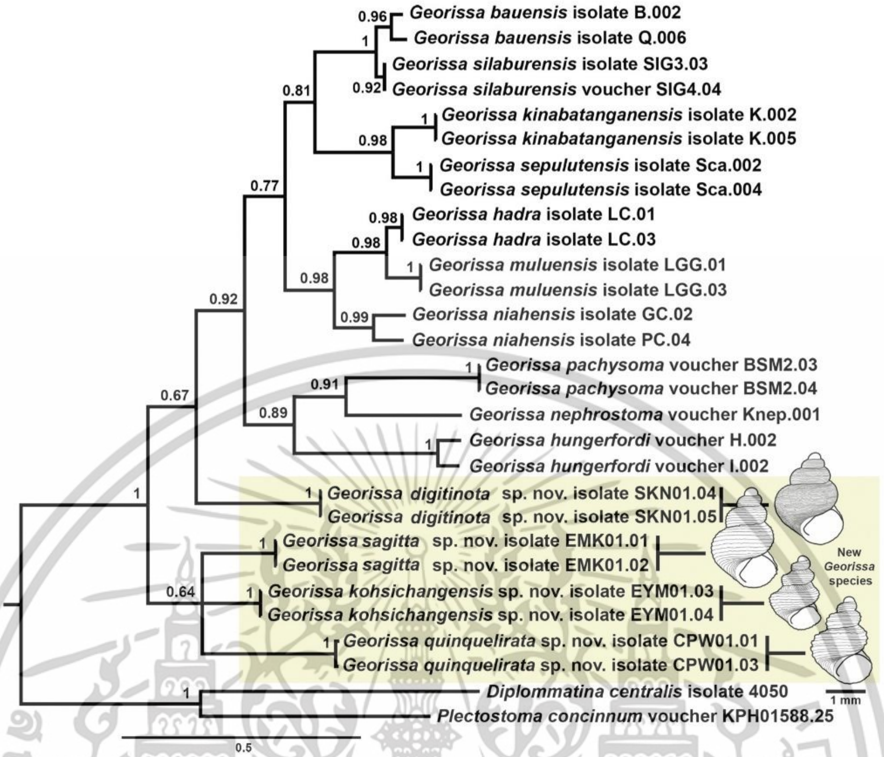


Figure 3. Bayesian inference of phylogenetic analysis (using the GTR+G+I model) with MrBayes for *Georissa*, based on the COI gene. The posterior probability is displayed on each node in the nucleotide sequence.

(1.86 ± 0.10 mm), SW = 1.21–1.42 mm (1.30 ± 0.07 mm), AH = 0.51–0.72 mm (0.62 ± 0.05 mm), AW = 0.75–0.84 mm (0.79 ± 0.03 mm), W = 3.75–4.5 (all type material from type locality; 30 October 2021, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Yai Man cave, Koh Sichang district, Chonburi Province; 13°09'08.2"N, 100°48'28.0"E.

Etymology. This specific designation "*kohsichangensis*" is a district referring to the type locality.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical and the upper half part of the whorls is slightly downward, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and perforated sculpture. Body whorl with 6–7 spiral lirae. Aperture rhombate. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and rhombate.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4.25–4.5 whorls (Fig. 2B). Protoconch orange, about one whorl, round to slightly ellipsoid, covered with perforated sculpture (Fig. 4F, G). Teleconch orange 3.25–3.5 whorls. The upper half part of the body whorls is slightly downward, sculptured with only strong oblique growth lines, 6–7 prominent lirae, weak oblique growth lines present on the half lower part of the body whorls, more densely spaced spiral cords, ca. 6–8 cords, at the basal part of the body whorl (Fig. 2B, 4E). Suture incised. Aperture rhombate. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed. Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, rhombate shape, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (Fig. 4H).

Radula. Ribbon-like, slender, longer and delicate towards the outside, rhipidoglossate (Fig. 5E–H). Central tooth five small teeth, trapezoid shape. Lateral teeth five teeth, claw-like with 7–11 alternately long and short denticles decreasing in size from the first lateral tooth toward the 5th lateral tooth. Marginal teeth two teeth, claw-like with 14–18 equal size denticles. Radula formula 2:5:1+1+1+1+1+1:5:2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

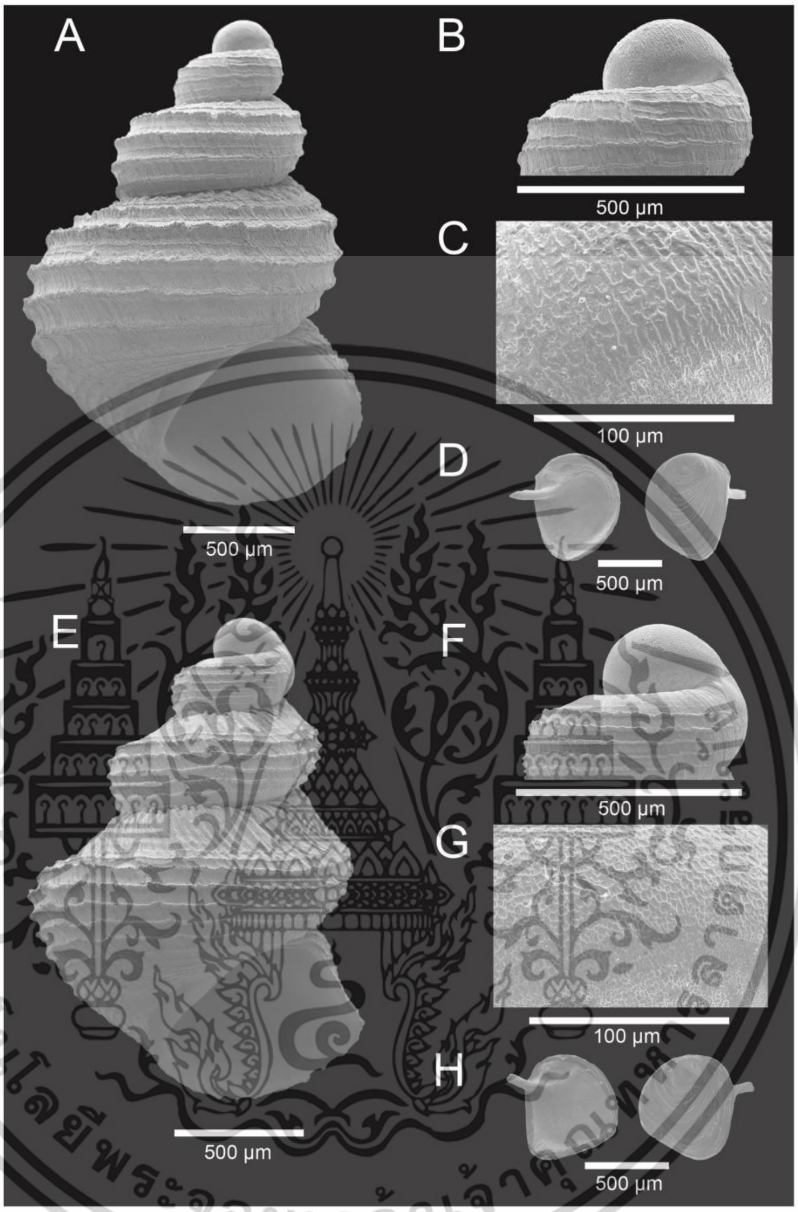


Figure 4. SEM of *Georissa* new species. **A–D.** *G. quinquelirata* sp. nov. (Holotype ZRCBUU 0901); **E–H.** *G. kohsichangensis* sp. nov. (Holotype ZRCBUU 0903); **A, E.** Shell; **B, F.** Protoconch; **C, G.** Sculpture of protoconch; **D, H.** Operculum; **I–L.** *G. sagitta* sp. nov. (Holotype ZRCBUU 0905); **M–P.** *G. digitinota* sp. nov. (Holotype ZRCBUU 0907); **I, M.** Shell; **J, N.** Protoconch; **K, O.** Sculpture of protoconch; **L, P.** Operculum.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

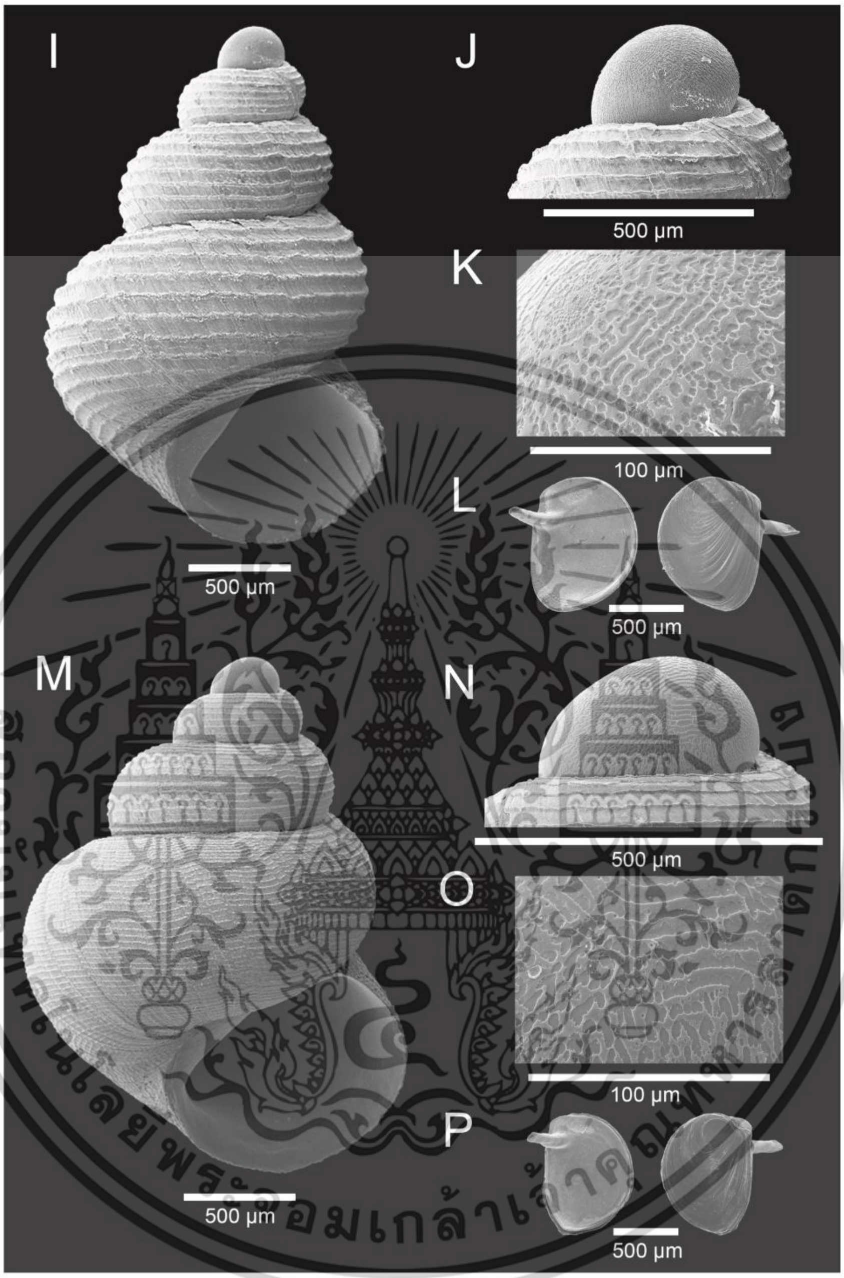


Figure 4. Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

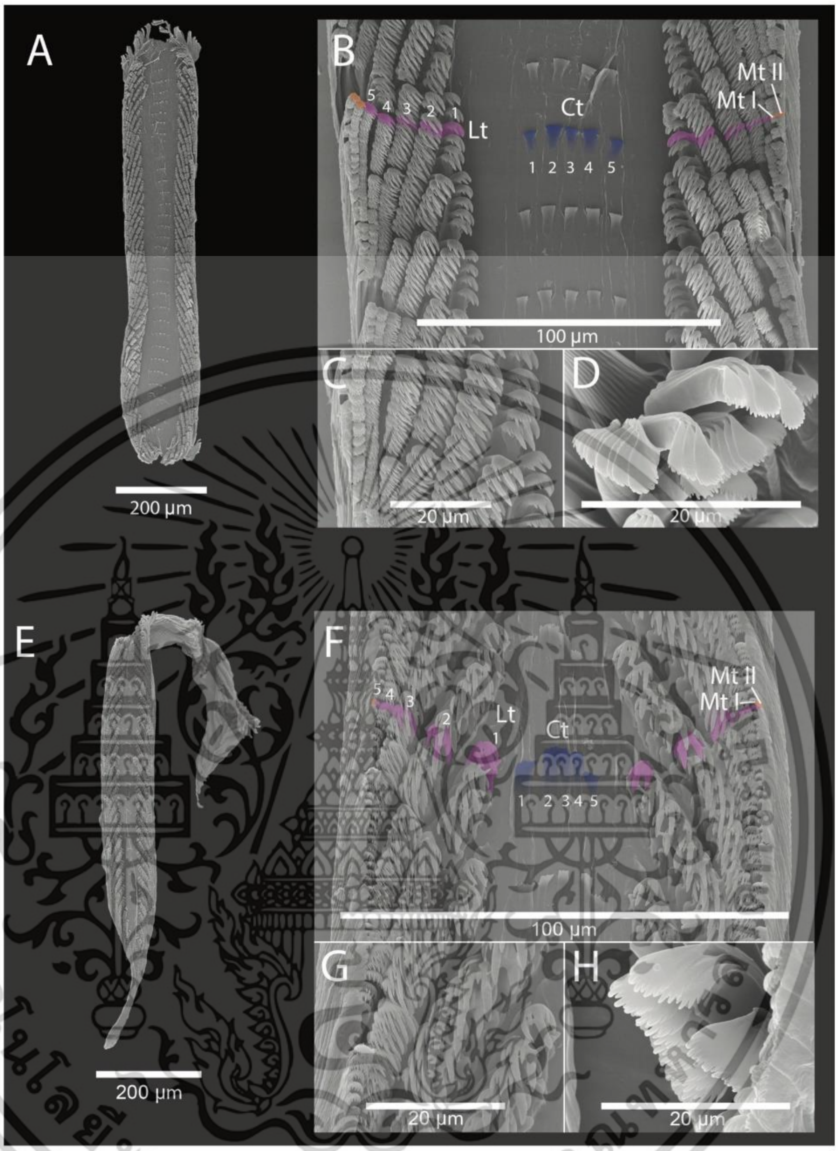


Figure 5. SEM of radula morphology of *Georissa*. **A–D.** *G. quinquelirata* sp. nov.; **E–H.** *G. kohsichangensis* sp. nov.; **A, E.** Radula overview; **B, F.** Radula segment; **C, G.** Lateral teeth (Lt); **D, H.** Marginal teeth (Mt); **I–L.** *G. sagitta* sp. nov. **M–P;** *G. digitinota* sp. nov.; **I, M.** Radula overview; **J, N.** Radula segment; **K, O.** Lateral teeth (Lt); **L, P.** Marginal teeth (Mt). Color highlights show radula position; blue: small central teeth (Ct), purple: lateral teeth, and orange: marginal teeth.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

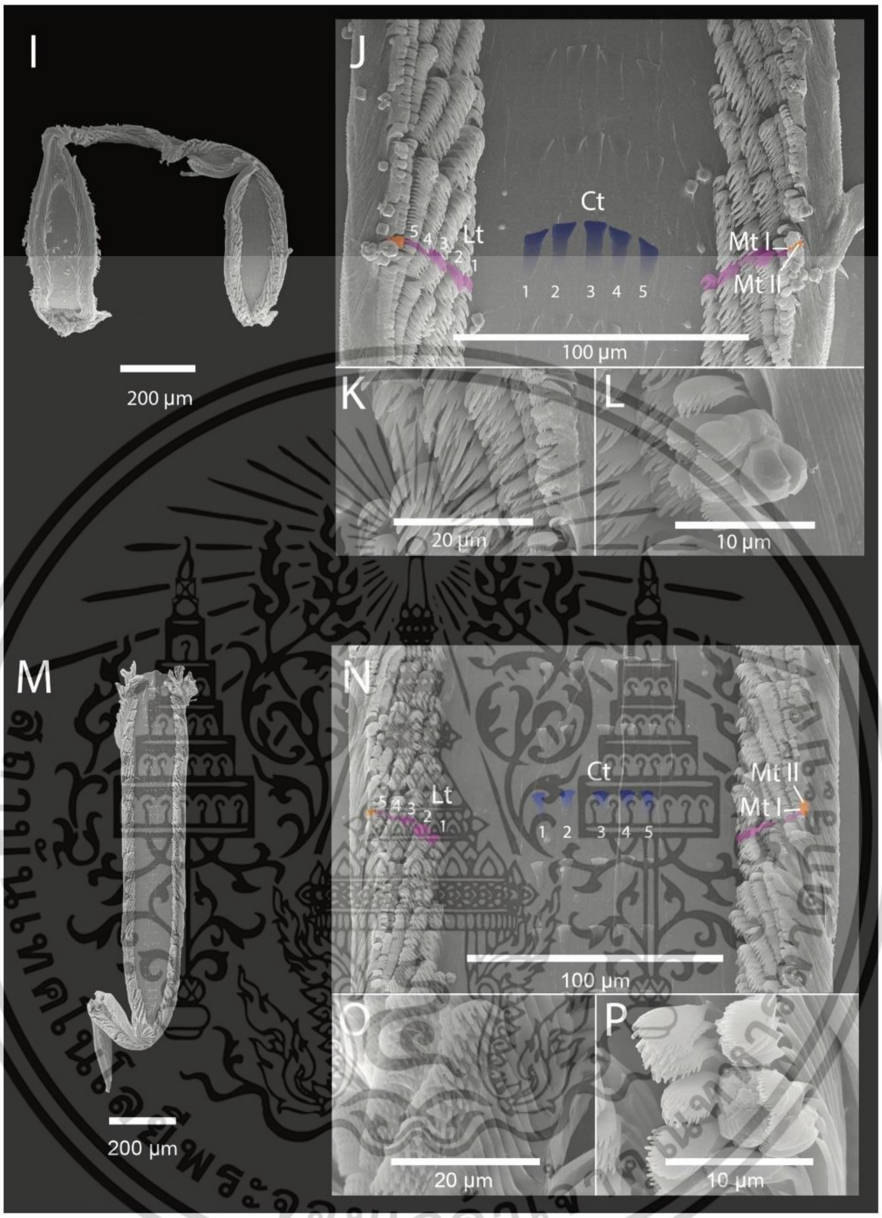


Figure 5. Continued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Differential diagnosis. *Georissa kohsichangensis* sp. nov. resembles *G. carinata* Sutcharit & Jirapatrasilp, 2020 from Cambodia. *Georissa carinata* differs in having more convex body whorl, a smooth protoconch, and sculptured with thin and uneven growth lines.

Georissa sagitta Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, sp. nov.

https://zoobank.org/965F36E8-E123-496F-A43D-9C2D1B80294F
Figs 2C, 4I–L, 5I–L

Type examined. ***Holotype*** • ZRCBUU 0904 (Fig. 2C); SH = 2.61 mm, SW = 1.63 mm, AH = 0.79 mm, AW = 0.98 mm, W = 4.25–4.5. ***Paratypes*** • ZRCBUU 0905 (Fig. 4I–L) (10 shells); Shell measurements: SH = 2.44–2.88 mm (2.65 ± 0.14 mm), SW = 1.63–1.84 mm (1.70 ± 0.07 mm), AH = 0.79–0.97 mm (0.87 ± 0.05 mm), AW = 0.95–1.09 mm (1.00 ± 0.04 mm), W = 4–4.5 (all type material from type locality; 20 July 2019, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Khao Maka Cave Temple, Mueang Sakaeo district, Sakaeo Province; 13°47'16.6"N, 101°56'53.7"E.

Etymology. The specific designation "sagitta" for the prominent oval indentation resembling a target in archery.

Diagnosis. Shell minute, ovately conical, orangish, protoconch round to slightly ellipsoid and mix of rounded, ellipsoidal to irregular sculpture with oval indentation. Body whorl peripherally rounded with 8–9 spiral lirae. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, ovately conical with 4.25–4.5 whorls (Fig. 2C). Protoconch orange consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with mix of rounded, ellipsoidal to irregular sculpture and a large oval indentation present (Figs 4J, 4K). Teleconch orange, consists of 3.25–3.5 whorls. Peripherally rounded, sculptured with 8–9 prominent lirae on the body whorl, crossed with weak oblique growth lines. Basal part of the body whorl, there are more densely spaced spiral cords, approximately 7–8 cords (Figs 2C, 4I). Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened, not reflected. Umbilicus closed. Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (Fig. 4L).

Radula. Ribbon-like, slender, longer and delicate towards the outside, rhipidoglossate (Fig. 5I–L). Central tooth five small teeth, trapezoid shape. Lateral teeth five teeth, claw-like with 7–13 alternately long and short denticles decreasing in size from the first lateral tooth toward the 5th lateral tooth. Marginal teeth two teeth, claw-like with 12–14 equal size denticles. Radula formula 2:5:1+1+1+1+1+1:5:2.

Differential diagnosis. *Georissa sagitta* sp. nov. resembles *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879. *Georissa monterosatiana* differs in having more convex body whorl, smooth protoconch, and more lirae (9–11 instead of 8–9 lirae).

Georissa digitinota Klongkaew, Poeaim & Dumrongrojwattana, sp. nov.

https://zoobank.org/ABD3A8ED-52D0-41C9-85D8-FD5062076E92
Figs 2D, 4M–P, 5M–P

Type examined. ***Holotype*** • ZRCBUU 0906 (Fig. 2D); SH = 2.27 mm, SW = 1.68 mm, AH = 0.85 mm, AW = 1.03 mm, W = 4.25–4.5. ***Paratypes*** • ZRCBUU 0907 (Fig. 4M–P) (9 shells); Shell measurements: SH = 2.34–2.72 mm (2.46 ± 0.12 mm), SW = 1.66–1.86 mm (1.76 ± 0.06 mm), AH = 0.87–1.00 mm (0.93 ± 0.04 mm), AW = 0.96–1.06 mm (1.00 ± 0.04 mm), W = 4–4.5 (all type material from type locality; 24 June 2021, P. Dumrongrojwattana leg).

Type locality. Thailand, Khao Noi Bodhiyan Temple, Mueang Satun district, Satun Province; 06°45'24.2"N, 100°01'54.2"E.

Etymology. The specific designation "digitinota" is for the fingerprints-like sculpture on the protoconch.

Diagnosis. Shell minute, globosely conical, orangish to brownish, protoconch round to slightly ellipsoid and ellipsoidal to irregular sculpture with oval fingerprint-like indentation. Body whorl peripherally rounded with more than 30 spiral lines. Aperture semi-rounded. Umbilicus closed. Operculum corneous with apophysis, paucispiral, opaque white, and semi-rounded.

Description. Shell minute, dextral, orangish to brownish, globosely conical with 4.25–4.5 whorls. Protoconch brownish consists of 1 whorl, round to slightly ellipsoid, covered with ellipsoidal to irregular sculpture and a large oval fingerprint-like indentation present (Fig. 4N, O). Teleconch, orangish to brownish, consists of 3.25–3.5 whorls. Body whorl peripherally rounded, sculptured with more than 30 spiral lines on the body whorl, crossed with very weak oblique growth lines at the basal part of the body whorl (Fig. 4M). Suture incised. Aperture semi-rounded. Peristome thin, sharp, unexpanded or thickened and not reflected. Umbilicus closed. Operculum paucispiral, nucleus submarginal, corneous, opaque white, semi-rounded, thin, smooth outside surface with apophysis, inside surface with an arched peg arising from base (Fig. 4P).

Radula. Ribbon-like, slender, longer and delicate towards the outside, rhipidoglossate (Fig. 5M–P). Central tooth five small teeth, trapezoid shape. Lateral teeth five teeth present, claw-like with 7–13 alternately long and short denticles decreasing in size from the first lateral tooth toward the 5th lateral tooth. Marginal teeth two teeth, claw-like with 12–14 equal-sized denticles. Radula formula 2:5:1+1+1+1+1+1:5: 2.

Differential diagnosis. *Georissa digitinota* sp. nov. resembles *G. monterosatiana* Godwin-Austen & Neville, 1879. *Georissa monterosatiana* differs in having a less convex body whorl, smooth protoconch, and more lirae (9–11 instead of more than 30 spiral lines).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Discussion

The combination of morphological and molecular information supports the distinct separation of the four new *Georissa* species in Thailand; *G. quinquelirata* sp. nov., *G. kohsichangensis* sp. nov., *G. sagitta* sp. nov., and *G. digitinota* sp. nov. However, morphological analysis remains the primary method for distinguishing species. It necessitates the use of specialized equipment for collection and detailed analysis. Their tiny size (1.00–3.00 mm) as *Georissa* in Khalik et al. (2018, 2019b), makes them difficult to detect, collect, and observe, necessitating specialized equipment and techniques.

Several key morphological characteristics are considered. The criteria for classifying each new *Georissa* species based on conchological variability are focusing on shell shape, shell size of height in mm, sculpture pattern of the last (or body) whorl with the number of lines, protoconch sculpture, operculum which has apophysis in ventral view as Neritimorpha snail (Sands et al. 2020), and radula features respectively. The radula teeth of the genus *Georissa* are rhipidoglossate, the radula formula is 2:5:1+1+1+1+1:5:2 and exhibit very similar characteristics. The only notable differences are the number and size of the teeth, which correspond to the size of the *Georissa* snail (Fig. 5). Radula morphology was studied in a research report by Haase and Schilthuizen (2007), focusing on *G. filiasaulae*, a newly discovered species collected from inside a limestone cave in Malaysian Borneo. In their study, they noted the absence of central teeth. However, they encountered difficulty locating these teeth, as they were found only on one side or the other at the time of their study. This is similar to the radula of land micro snails of the genus *Hydrocena*, belonging to the same family, which possesses three small central teeth with a formula represented as ∞1: (1+1+1): 1: ∞ (Egorov 2005).

Molecular analyses were used for the taxon identified and supported morphological evidence such as DNA barcoding and phylogenetic tree (e.g. Khalik et al. 2018, 2019a, 2019b). The phylogenetic analysis indicates that one species, *G. digitinota* sp. nov., bears similarities to other *Georissa* species from Malaysian Borneo due to its similar shape. However, three other species, namely *G. quinquelirata* sp. nov., *G. kohsichangensis* sp. nov., and *G. sagitta* sp. nov., although sharing a similar shape, exhibit slight differences in teleconch sculpture, the number of lirae on the body whorl, and operculum shape. *G. kohsichangensis* sp. nov. has previously been found on Sichang Island and Rin Island in Chonburi Province, which are about 50–60 kilometers on the Google map. Still, this species remains unnamed in the scientific literature (Dumrongrojwattana et al. 2017). When regions are geographically separated, with no spread across limestone hills, it often leads to differentiation between populations in different regions, as isolated groups evolve independently. Additionally, various factors such as historical events, climate, migration patterns, and human activities can influence geographic distribution patterns. Further studies should encompass a broader geographical area and include molecular analysis of Thailand's terrestrial snails, the genus *Georissa*.

Acknowledgments

This research received financial support from KMITL Research and Innovation Services (KRIS) under Grant No. KREF016414. The study has obtained documentary proof of ethical clearance and adhered to the guidelines set by the Animal Care and Use Committee at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, as documented in Approval No. ACUC-KMITL-RES/2022/010. The Zoology Laboratory, Faculty of Science, Burapha University, also supported the laboratory for morphological studies. Additionally, we would like to express our deepest appreciation to Asst. Prof. Pongrat Dumrongrojwattana, whose invaluable insights and dedication, despite his passing, significantly influenced the development of this work.

References

BEDO [Biodiversity-Based Economy Development Office] (2017) Land Snails: Checklist of Molluscan Biodiversity in Thailand. BEDO, Bangkok, 300 pp. [in Thai]

Benson WH (1856) Characters of seventeen new forms of the Cyclostomacea from the British Provinces of Burmah, collected by W. Theobald, jun., Esq. Annals and Magazine of Natural History [ser. 2] 17(99): 225–228. https://doi.org/10.1080/00222935608697501

Callomon P (2019) Standard views for imaging mollusk shells. American Malacological Society, 1–19.

Colgan DJ, Santos RP (2018) A phylogenetic classification of gastropod aquaporins. Marine Genomics 38: 59–65. https://doi.org/10.1016/j.margen.2017.12.002

Darriba D, Taboada GL, Doallo R, Posada D (2012) jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. Nature Methods 9(8): 772. https://doi.org/10.1038/nmeth.2109

Dumrongrojwattana P, Tanmuangpak K (2020) The terrestrial microsnail genus *Aulacospira* Möllendorff, 1890 (Eupulmonata, Stylommatophora, Hypselostomatidae) in Thailand with key to Thai species. ZooKeys 980(1): 23–42. https://doi.org/10.3897/zookeys.980.54100

Dumrongrojwattana P, Inmadan R, Phanuphong S, Thanamai S (2017) Land microsnails on the islands in Chon Buri Province, Eastern Thailand (Gastropoda: Prosobranchia; Pulmonata). Ramkhamhaeng Research Journal [Science and Technology] 20(2): 19–26. [in Thai]

Egorov RV (2005) Treasure of Russian Shells. Supplement 3. A review of the genera of the recent terrestrial pectinibranch molluscs (synopsis mainly based on published data). Part 1. Neritopsiformes (Hydrocenoidei, Helicinoidei). Moscow, (Colus-Doverie), 57 pp.

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(5): 294–299.

Geiger DL, Marsheall BA, Ponder WF, Sasaki T, Warén A (2007) Techniques for collecting, handling, preparing, storing and examining small molluscan specimens. Molluscan Research 27(1): 1–50. https://doi.org/10.11646/MR.27.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Godwin-Austen HH (1889) On a collection of land-shells made in Borneo by Mr. A. Everett with supposed new species. Part I. Cyclostomacae. Proceedings of the Zoological Society of London 57(3): 332–335.

Godwin-Austen HH, Nevill, G (1879) Descriptions of shells from Perak and the Nicobar Islands. Proceedings of the Zoological Society of London 47(4): 734–740. https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1879.tb02710.x

Haase M, Schilthuizen M (2007) A new *Georissa* (Gastropoda: Neritopsina: Hydrocenidae) from a limestone cave in Malaysian Borneo. Journal of Molluscan Studies 73(3): 215–221. https://doi.org/10.1093/mollus/eym020

Hendriks KP, Alciatore G, Schilthuizen M, Etienne RS (2019) Phylogeography of Bornean land snails suggests long-distance dispersal as a cause of endemism. Journal of Biogeography 46: 932–944. https://doi.org/10.1111/jbi.13546

Kano Y, Chiba S, Kase T (2003) Major adaptive radiation in neritopsine gastropods estimated from 28S rRNA sequences and fossil records. Proceedings of the Royal Society B 269(1508): 2457–2465. https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2178

Khalik MZ, Bozkurt E, Schilthuizen M (2019a) Morphological parallelism of sympatric cave-dwelling microsnails of the genus *Georissa* at Mount Silabur, Borneo (Gastropoda, Neritimorpha, Hydrocenidae). Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 53(8): 1–14. https://doi.org/10.1111/jzs.12352

Khalik MZ, Hendriks K, Vermeulen JJ, Schilthuizen M (2018) A molecular and conchological dissection of the "scaly" *Georissa* of Malaysian Borneo (Gastropoda, Neritimorpha, Hydrocenidae). ZooKeys 773: 1–55. https://doi.org/10.3897/zookeys.773.24878

Khalik MZ, Hendriks K, Vermeulen JJ, Schilthuizen M (2019b) Conchological and molecular analysis of the "non-scaly" Bornean *Georissa* with descriptions of three new species (Gastropoda, Neritimorpha, Hydrocenidae). ZooKeys 840: 35–86. https://doi.org/10.3897/zookeys.840.33326

Lipae HB, Estabillo AL, Fontanilla IC, De Chavez EC (2020) A new subspecies of microsnail from Masungi Georeserve, Rizal, Philippines. Philippine Journal of Systematic Biology 14(3): 1–12. https://doi.org/10.26757/pjsb2020c14003

Möllendorff OF von (1894) On a collection of land-shells from the Samui Islands, Gulf of Siam. Proceedings of the Zoological Society of London 1894: 146–156.

Panha S, Burch JB (2005) An introduction to the microsnails of Thailand. Malacological Review 37/38, 155 pp.

Pholyotha A, Sutcharit, C, Tongkerd P, Panha, S (2021). Systematic revision of the limestone karst-restricted land snail genus Aenigmatoconcha (Eupulmonata: Helicarionidae), with description of a new species. European Journal of Taxonomy 767(1): 55–82. https://doi.org/10.5852/ejt.2021.767.1487

Phung CC, Yu FTY, Liew TS (2017) A checklist of land snails from the west coast islands of Sabah, Borneo (Mollusca, Gastropoda). ZooKeys 673: 49–104. https://doi.org/10.3897/zookeys.673.12422

Ronquist F, Teslenko M, van der Mark P, Ayres DL, Darling A, Höhna S, Larget B, Liu L, Suchard MA, Huelsenbeck JP (2012) MRBAYES 3.2: Efficient Bayesian phylogenetic inference and model selection across a large model space. Systematic Biology 61(3): 539–542. https://doi.org/10.1093/sysbio/sys029

Sands AF, Glöer P, Gürlek ME, Albrech C, Neubauer TA (2020) A revision of the extant species of *Theodoxus* (Gastropoda, Neritidae) in Asia, with the description of three new species. Zoosystematics and Evolution 96(1): 25–66. https://doi.org/10.3897/zse.96.48312

Schilthuizen M, Rutten EMJ, Haase M (2005) Possible speciation with gene flow in tropical cave snails. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research 43(2): 133–13. https://doi.org/10.1111/j.1439-0469.2004.00289.x

Schilthuizen M, Rutten EMJ, Haase M (2012) Small-scale genetic structuring in a tropical cave snail and admixture with its aboveground sister species. Biological Journal of The Linnean Society 105(4): 727–740. https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01835.x

Schneider C, Rasband W, Eliceiri K (2012) NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nature Methods 9: 671–675. https://doi.org/10.1038/nmeth.2089

Stoliczka F (1871) Notes on terrestrial Mollusca from the neighborhood of Moulmein (Tenasserim Provinces), with descriptions of new species. The Journal of the Asiatic Society of Bengal, Part II 40(2): 143–177.

Uribe JE, Colgan D, Castro LR, Kano Y, Zardoya R (2016) Phylogenetic relationships among superfamilies of Neritimorpha (Mollusca: Gastropoda). Molecular Phylogenetics and Evolution 104(1): 21–31. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2016.07.021

Vermeulen JJ, Whitten T (1998) Fauna Malesiana guide to the land snails of Bali. Backhuys Publishers, Leiden, 135 pp.

Webster NB, Van Dooren TJM, Schilthuizen M (2012) Phylogenetic reconstruction and shell evolution of the Diplommatinidae (Gastropoda: Caenogastropoda). Molecular Phylogenetics and Evolution 63(3): 625–638. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.02.004

Weigand AM, Jochum A, Pfenninger M, Steinke D, Klussmann-Kolb A (2011) A new approach to an old conundrum - DNA barcoding sheds new light on phenotypic plasticity and morphological stasis in microsnails (Gastropoda, Pulmonata, Carychiidae). Molecular Ecology Resources 11: 255–265.https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2010.02937.x

Weigand AM, Jochum A, Slapnik R, Schnitzler J, Zarza E, Klussmann-Kolb A (2013) Evolution of micro gastropods (Ellobioidea, Carychiidae): integrating taxonomic, phylogenetic and evolutionary hypotheses. BMC Evolutionary Biology 13(1): 1–24. https://doi.org/10.1186/1471-2148-13-18

Supplementary material 1

A list of *Georissa* species and their geographical distribution across the mainland in Southeast Asia and China

Authors: Kanyaporn Klongklaew, Supattra Poeaim, Pongrat Dumrongrojwattana
Data type: docx
Copyright notice: This dataset is made available under the Open Database License (http://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/). The Open Database License (ODbL) is a license agreement intended to allow users to freely share, modify, and use this Dataset while maintaining this same freedom for others, provided that the original source and author(s) are credited.
Link: https://doi.org/10.3897/zse.100.128717.suppl1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวกัญญาพร คล่องแคล่ว
วัน เดือน ปีเกิด	13 กรกฎาคม 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน	57/6 หมู่ 4 ตำบลบางม่วง อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา 82190
ประวัติการศึกษา	(2563) วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ เกรดเฉลี่ย 2.95 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (2567) วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	กองทุนวิจัย สจล. ทุนอุดหนุนการศึกษาในระดับปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2564 จากสำนักบริหารงานวิจัยและนวัตกรรมพระจอมเกล้าลาดกระบัง (KMITL Research and Innovative Services: KRIS) รหัสทุนการศึกษา KREF016414
ผลงานทางวิชาการ	(2565) ได้รับการสนับสนุนทุนไปนำเสนองานวิจัยในรูปแบบการนำเสนอโปสเตอร์ (Poster Presentations) หัวข้อเรื่อง Hydrocenid diversity at Pathawi limestone hill of Uthai Thani province, Central Thailand ในงาน Southeast Asian Gateway Evolution 2022 (SAGE 2022) ที่ Department of Biology, Ateneo de Manila University ณ กรุงมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ ในช่วงวันที่ 8-12 สิงหาคม 2565 (2567) ตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการระดับนานาชาติในฐานข้อมูล Web of Science (WOS) Quartile 2 และ SJR-Scopus Quartile 1 Klongklaew, K., Poeaim, S.*, Dumrongrojwattana, P. 2024. Four new species of *Georissa* W. Blanford, 1864 (Gastropoda, Hydrocenidae) from Thailand. *Zoosystematics and Evolution* 100(4): 1347-1360. https://doi.org/10.3897/zse.100.128717

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้