

การศึกษากวามหลากหลายชนิดพันธุ์ และการกระจายพันธุ์ ของหอยน้ำจืด

Paludomys spp. บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย

โดย

นางสาวนภัสสร ไนตศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยา

ภาควิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-464-559-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร



โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี

กรุงเทพฯ 10400

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้รับรองรูปแบบโดย
ประธานผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

การศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ของหอยน้ำจืด
Paludomus spp. บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย

โดย
นางสาวนภััสสร โน้ตศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา
ภาควิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-464-559-8
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

STUDIES ON THE SPECIES DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF FRESHWATER
SNAIL GENUS *PALUDOMUS* IN KWAE NOI RIVER WATERSHED

By

Napatsorn Notesiri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Department of Biology

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2004

ISBN 974-464-559-8

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย” เสนอโดย นางสาวนภัสสร โน้ตศิริ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา



(รองศาสตราจารย์ ดร.จิราวรรณ คงคล้าย)

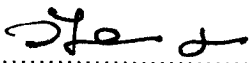
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 18 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2548

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน ไกรลาศ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดือนตา เจนจรัตน์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิมล ชวัญเกื้อ)

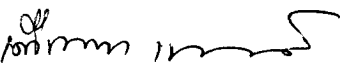
25 / 10 พ. / 2548



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน ไกรลาศ)

25 / 10 พ. / 2548



กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดือนตา เจนจรัตน์)

25 / 10 พ. / 48



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ กิติคุณ)

25 / 10 พ. / 48

K 43512001 : สาขาวิชาชีววิทยา

คำสำคัญ : สัตว์น้ำจืด / กายวิภาค / *Paludomus* spp. / อิเล็กโทรโฟรีซิส / เซอร์คาเรีย

นักสตร นิตติศิริ : การศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย (STUDIES ON THE SPECIES DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF FRESHWATER SNAIL GENUS *PALUDOMUS* IN KWAE NOI RIVER WATERSHED) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ : ผศ. ดร.ดวงเดือน ไกรลาศ และ ผศ. ดร.เดือนตา เจนจรัตน์. 221 หน้า. ISBN 974-464-559-8

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในลุ่มแม่น้ำแควน้อย จ. กาญจนบุรี โดยผู้ศึกษาได้เก็บตัวอย่างด้วยมือ พร้อมทั้งศึกษาสภาพแวดล้อมทางกายภาพและทางเคมีของน้ำ ตัวอย่างที่ได้นำมาศึกษาโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก หอย กายวิภาค การศึกษาไอโซไซม์ และตรวจสอบความสามารถในการติดเชื้อปรสิต เมื่อนำตัวอย่างหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จากน้ำตกไทรโยคน้อย น้ำตกไทรโยคน้อย ห้วยเต่าดำ ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด น้ำตกผาตาด น้ำพุห้วยเขย่ง ลำธารป่าชุมชน บ้านท่ามะเดื่อ น้ำตกเกริงกระเวีย น้ำตกไคช่องถ้อง และน้ำตกตะเคียนทอง มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกเปรียบเทียบกับผลการรายงานของ Brandt (1974) ซึ่งแบ่งหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในประเทศไทยโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาออกเป็น 2 ชนิดคือ *Paludomus petrosus* และ *Paludomus siamensis* พบว่าหอยที่เก็บจากห้วยเต่าดำมีลักษณะเปลือกคล้ายกับ *P. petrosus* หอยที่เก็บจากน้ำตกผาตาด น้ำพุห้วยเขย่ง น้ำตกไคช่องถ้อง น้ำตกเกริงกระเวีย และน้ำตกตะเคียนทอง มีลักษณะคล้ายกับ *P. siamensis* ตัวอย่างเปลือกหอยจากจุดสำรวจที่เหลือมีลักษณะเปลือกคล้ายกับหอยน้ำจืด *Paludomus* ทั้ง 2 ชนิด การศึกษาลักษณะพันพบบีส์พบว่าพันพบบีส์เป็นแบบที่มีโอกูลอซซา เมื่อทำการเปรียบเทียบรูปร่าง ขนาด และจำนวนของพันพบบีส์พบว่าพันพบบีส์ของหอยที่เก็บจากห้วยเต่าดำมีลักษณะพันพบบีส์แตกต่างจากจุดสำรวจอื่น

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคพบว่าหอยมีระบบสืบพันธุ์เป็นแบบระบบปิด และระบบเปิด คือมีท่อนำไข่หรือท่อนำสเปิร์มเป็นระบบปิด ส่วนท่อสืบพันธุ์พลเล็ลเป็นระบบเปิด และพบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาบนเทนิเทคิลและวงครีวตูดรูปดาของหอยจากห้วยเต่าดำแตกต่างจากจุดสำรวจอื่น ผลการศึกษาเอนไซม์ โดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสพบว่าเอนไซม์ esterase, leucine aminopeptidase, lactase dehydrogenase และ malate dehydrogenase ซึ่งให้ความแตกต่างของหอย *Paludomus* จากห้วยเต่าดำกับหอยจากจุดสำรวจอื่นในระดับสปีชีส์ (ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมเท่ากับ 0.191) เมื่อนำผลการศึกษามาประมวลเข้าด้วยกัน สามารถแบ่งหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ออกเป็น 2 สปีชีส์ โดยจัดหอยจากห้วยเต่าดำแยกออกจากจุดสำรวจอื่นอย่างชัดเจน

✓การตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. พบตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียของพยาธิใบไม้จำนวน 4 กลุ่ม คือ *Parapleurolophocercous cercaria*, *Cotylomicrocercous cercaria*, *Strigea cercaria* และ *Virgulate cercaria*

ภาควิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยา มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อนักศึกษา นวภัฏ นิตติศิริ

ลายมือชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ 1. 2.

K 43512001 : MAJOR : BIOLOGY
KEY WORD : PALUDOMUS / MORPHOLOGY / ANATOMY / ISOENZYME / CERCARIAE

NAPATSORN NOTESIRI : STUDIES ON THE SPECIES DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF FRESHWATER SNAIL GENUS PALUDOMUS IN KWAE NOI RIVER WATERSHED. THESIS ADVISORS : ASST. PROF. DUANGDEAN KRILAS, Ph.D., AND ASST. PROF. TUENTA JANECHARUT, Ph.D. 221 pp. ISBN 974-464-559-8.

The species diversity and distribution of freshwater snails genus *Paludomus* spp. were studied at ten different locations of the water sources in Kwae Noi river watershed, Kanchanaburi province; these are Saiyok Noi waterfall, Saiyok Yai waterfall, Toa Dum stream, Hin Dad hot spring, Pa Tad waterfall, Huay Kha Yang spring, Ban Tha Ma Dua brook, Krung Krawia waterfall, Dai Chong Thong waterfall and Takhian Thong waterfall. Counts per unit of time method was used in this study, and the samples of freshwater snails were handpicked every 10 minutes per sampling by five collectors. In addition, the physico-chemical characteristics of streams and water quality were examined. The snail specimens were studied in various aspects, namely, shell morphology, anatomy, radula morphology, isoenzyme electrophoresis and trematode infection. The specimens were identified and categorized according to the shell morphology study by Brandt (1974). Two species were presented in the Brandt report which are *Paludomus petrosus* and *Paludomus siamensis*. All of the collected snails are dextral and the operculum is concentric with spiral. The shells are elongated and subglobose in shape. The surface is smooth and covered with a brownish or greenish periderm. Most of them show pointed apex, deep suture, and narrow columella. However, the snails of Toa Dum stream, are markedly different from the others in that they show eroded apex, shallow suture and wide columella. In addition, when the ratios of the length of body whorl/shell length and size index were analyzed using ANOVA tests, Toa Dum snails exhibits significant difference ($P<0.05$) in the size index. For the radula morphology, the collected snails exhibit Taenioglossa form, which has dentition formula 2:1:1:1:2 (marginal:lateral:rhachis:lateral:marginal),-interesting differences are noted among the cusp formula of the teeth. Comparative study of number, shape, size of cusps illustrates that the snails from Toa Dum stream are noticeably different from the others. The central tooth widths are significantly different ($P<0.05$).

The anatomy of the snails showed that there are two reproductive systems--close and open pallial oviduct. Pigment on the tentacles of snails from Toa Dum are different from the others in that they show pigment around the eye and no pigment strips on the tentacles. Isoenzymes were analysed by polyacrylamide gel electrophoresis. Banding patterns in four enzymes : esterase, leucine aminopeptidase, lactase dehydrogenase and malate dehydrogenase, have shown that the snails from Toa Dum are different from the others at the species levels ($D = 0.191$). According to the results of this study, the *Paludomus* spp. freshwater snails from the ten survey locations should be classified into two species, where those from Toa Dum stream are distinctly discriminated from the others.

For the trematode infection, four types of cercariae were found in the snails. They are Parapleurolophocercous cercaria, Cotylomicrocercous cercaria, Strigea cercaria and Vigulate cercaria.

Department of Biology Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2004
Student's signature
Thesis Advisors' signature 1. 2.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาคความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย จังหวัดกาญจนบุรี ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) และมหาวิทยาลัยศิลปากร ทำให้เกิดโครงการวิทยานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้อง ในหน่วยงานดังกล่าวทุกท่านที่ให้การสนับสนุน ประสานงานในทุก ๆ ด้านจนกระทั่งการศึกษา ในครั้งนี้สำเร็จลง

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. ดวงเดือน ไกรลาส ประธานผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. เตือนตา เจนจรัตน์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ. วิมล ขวัญเกื้อ ประธานกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ. ดร. วิโรจน์ กิติคุณ กรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ รวมทั้งผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณ คุณสุลักษณ์ อยู่คง ที่ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำในการทำปฏิบัติการ ขอขอบคุณ คุณกิตติพงศ์ แก้วไชโย ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการเดินทางเก็บตัวอย่างภาคสนาม ขอขอบคุณ คุณวิฑูรย์ แซ่โจ้ว ในการช่วยเหลือเกี่ยวกับงานด้านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ขอขอบคุณ คุณสมพร คำชมภู ที่ช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูล ขอขอบคุณ คุณสมโภชน์ สัจธรรมรัช ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม ขอขอบคุณ คุณปริยาภรณ์ คชาธร, คุณพีรพล รัตนไทย, คุณธงชัย ตั้งใจดี, คุณวิรัชชดา เดชรักษา และเพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือในเรื่องการเก็บตัวอย่างภาคสนาม ให้กำลังใจ และช่วยให้การวิจัยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและราบรื่น

ขอขอบคุณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน ขอขอบคุณข้าราชการ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ความช่วยเหลือ และความสะดวกต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้สนับสนุน และให้กำลังใจตลอดมาทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
ประโยชน์ของการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
อนุกรมวิธานและสัณฐานวิทยาของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. .	9
การจัดจำแนกหอยฝาเดียว	10
ลักษณะสัณฐานวิทยาของหอยฝาเดียว	11
ลักษณะทางโมเลกุล	20
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส	21
ความสำคัญของหอยต่อทางการแพทย์และสัตวแพทย์	27
ชนิดของตัวอ่อนพยาธิระยะเชอร์คาเรีย	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
3 วิธีดำเนินการวิจัย	36
การเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม	37
การเก็บตัวอย่าง	37
การตรวจหาการติดเชื้อปรสิต	38

บทที่	หน้า
การตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา	40
การศึกษาลักษณะของเปลือกหอย	40
การศึกษาลักษณะฟันของหอย	40
การศึกษาลักษณะทางกายวิภาค	41
การศึกษารูปแบบทางพันธุกรรม	42
การวิเคราะห์ข้อมูล	44
4 ผลการวิจัย	
การศึกษาสภาพแวดล้อม	46
การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย	49
การศึกษาลักษณะฟันของหอย	54
การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของหอย	58
การศึกษารูปแบบทางพันธุกรรม	85
การตรวจสอบประวัติในหอย	91
5 อภิปราย สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
การอภิปรายผล	107
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	119
บรรณานุกรม	121
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางประกอบการวิจัย	127
ภาคผนวก ข ภาพประกอบผลการวิจัย	155
ภาคผนวก ค การเตรียมสารเคมี	206
ภาคผนวก ง วิธีการย้อมเอนไซม์โดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมีจำเพาะ ..	214
ภาคผนวก จ การวัดปริมาณโปรตีนด้วยเทคนิค Lowry's method	217
ประวัติผู้วิจัย	221

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณภาพในแหล่งน้ำบริเวณจุดสำรวจในเดือนตุลาคม 2545	128
2	เปรียบเทียบลักษณะและขนาดของเปลือกหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่	129
3	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของจำนวนลายบนเปลือกหอยที่พบในหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่	130
4	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์จำนวนเวิร์ลที่พบในหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่	132
5	เปรียบเทียบขนาดของฟันของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่	133
6	แสดงสูตรฟันและค่าเปอร์เซ็นต์ลักษณะหยักฟันของฟันกลาง ฟันข้าง และฟันริมของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่	134
7	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไทรโยคน้อย	136
8	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไทรโยคใหญ่	137
9	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำ	138
10	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด ..	139
11	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกผาตาด	140
12	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากน้ำพุห้วยเขย่ง	141
13	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ ..	142

ตารางที่		หน้า
14	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกเกริงกระเวีย	143
15	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไฉของถ้อง	144
16	แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้และเพศเมียที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกตะเคียนทอง	145
17	เปรียบเทียบขนาดอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่	146
18	แสดงค่าความถี่อัลลีล (Allele frequencies) ของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจ 10 พื้นที่	148
19	แสดงค่าจำนวนอัลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง และเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของยีนในสภาวะหลากหลายรูปแบบ ค่าเฮตเทอโรไซโกซิตี ทั้งค่าจริง (H_o) และค่าตามทฤษฎี (H_e) และค่าสัมประสิทธิ์ F (F_{is}) ของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp.	150
20	แสดงค่าความเหมือนทางพันธุกรรม และค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (D) ของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจ 10 พื้นที่	151
21	แสดงระยะทางการเคลื่อนที่และน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนมาตรฐาน และแถบโปรตีนของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp.	152
22	แสดงลักษณะต่าง ๆ ของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจ 10 พื้นที่ ที่แตกต่างกัน 20 ลักษณะ	153
23	แสดงจำนวนลักษณะของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่แตกต่าง (Total character differences) และค่าเฉลี่ยจำนวนลักษณะที่แตกต่างกัน (Mean character differences)	154

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แสดงภาพเปลือกหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp.	156
2	แสดงภาพโครงสร้างต่าง ๆ ของเปลือกหอยฝาเดียว	156
3	ลักษณะการขดวนของโพรโทคอนซ์ของเปลือกหอยฝาเดียวชนิดต่าง ๆ	156
4	ลักษณะซุเซอร์ในหอยฝาเดียวแบบต่าง ๆ	158
5	เปลือกหอยฝาเดียวลักษณะต่าง ๆ	158
6	แสดงเปลือกหอยรูปทรงกรวยแบบต่าง ๆ พิจารณาจากขนาดของมุม สไปร์	159
7	แสดงลักษณะการขดวนของเปลือกหอยรูปทรงกรวย	159
8	แสดงการจำแนกขนาดเปลือกหอยที่มีขนาดต่าง ๆ กัน	160
9	แสดงการวัดมุมสไปร์ในหอยทรงกรวยที่มีการขดวนอย่างปกติ	160
10	แสดงลักษณะการนับจำนวนเวิร์ล	161
11	แสดงลักษณะลวดลายแบบต่าง ๆ บนเปลือกหอย	161
12	แสดงลักษณะลายเปลือกหอยที่เป็นแถบสีในแนวการขดวนของเปลือก หอย	162
13	แสดงลักษณะฝาปิดปากเปลือก (operculum)	162
14	แสดงลักษณะส่วนหัวของหอย	163
15	แสดงตำแหน่งตาที่บริเวณเทนเทเคิล	163
16	แสดงลวดลายแบบต่าง ๆ บนลำตัวหอยที่เอาเปลือกออก และแสดง ตำแหน่งเวิร์ลหรือเพนนิสที่บริเวณคอด้านบนของหอยเพศผู้	164
17	แสดงพันชนิดต่าง ๆ	164
18	แสดงอวัยวะภายในต่าง ๆ ของหอยในระบบทางเดินอาหาร ระบบ ลำเลียง และระบบหายใจ	165
19	แสดงโครงสร้างทางเคมีของอะครีลาไมด์, บิสอะครีลาไมด์ และโพลี อะครีลาไมด์เจล	166
20	แสดงวงจรชีวิตของพยาธิใบไม้	167
21	แสดงรูปร่างลักษณะตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรีย	167

รูปที่		หน้า
22	ภาพแผนที่บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อยแสดงจุดสำรวจบริเวณต่าง ๆ ที่กำหนด	168
23	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกไทรโยคน้อย อ. ไทรโยค จ. กาญจนบุรี	169
24	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกไทรโยคใหญ่ อ. ไทรโยค จ. กาญจนบุรี	169
25	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณห้วยเต่าดำ อ. ไทรโยค จ. กาญจนบุรี ..	170
26	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี	170
27	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกผาตาด อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี	171
28	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำพุห้วยเขย่ง อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี	171
29	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี	172
30	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกเกริงกระเวีย อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี	172
31	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกโต้งถ้อง อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี	173
32	แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกตะเคียนทอง อ. สังขละบุรี จ. กาญจนบุรี	173
33	แสดงภาพวาดเปลือกและฝาปิดปากเปลือกหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	174
34	แสดงเปลือกหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	175
35	แสดงฝาปิดปากเปลือกของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	176

รูปที่		หน้า
36	ภาพวาดแสดงพนักกลางและพนักข้างของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	177
37	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดาแสดงพนักกลางและพนักข้างของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	178
38	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดาแสดงพนักข้างและพนักริมของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	179
39	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงพนักกลางและพนักข้างของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	180
40	ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงพนักข้างและพนักริมของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	181
41	แสดงลำตัวภายนอกของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp.	182
42	ภาพวาดแสดงการจัดเรียงตัวของอวัยวะภายนอกและภายในเมื่อมองผ่านผนังลำตัวของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp.	183
43	แสดงส่วนหัวของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	184
44	ภาพวาดแสดงส่วนหัวของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp.	185
45	แสดงระบบลำเลียงและอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	186
46	แสดงระบบลำเลียงและอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศเมียที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	187
47	แสดงสเปิร์มของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp.	188
48	ภาพวาดแสดงการจัดเรียงตัวของระบบลำเลียงและอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศผู้	189
49	ภาพวาดแสดงการจัดเรียงตัวของระบบลำเลียงและอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. เพศเมีย	190
50	ภาพวาดแสดงระบบทางเดินอาหารของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp.	191

รูปที่		หน้า
51	แสดงแถบเอนไซม์ Aldehyde oxidase (ALDOX)	192
52	แสดงแถบเอนไซม์ Xanthine dehydrogenase (XDH)	193
53	แสดงแถบเอนไซม์ Malate dehydrogenase (MDH)	194
54	แสดงแถบเอนไซม์ Esterase dehydrogenase (EST)	195
55	แสดงแถบเอนไซม์ Leucine aminopeptidase (LAP)	196
56	แสดงแถบเอนไซม์ Lactase dehydrogenase (LDH)	197
57	แผนผังความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. จากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่	198
58	แสดงแถบโปรตีนของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp.	199
59	แสดงตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิด Parapleurolophocercous cercaria	200
60	แสดงตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิด Cotylomicrocercous cercaria .	201
61	แสดงตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิด Strigea cercaria	202
62	แสดงตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิด Virgulate cercaria	203
63	แสดงลักษณะเปลือก และลักษณะ spiral line บนผิวเปลือกหอยน้ำ จืด <i>Paludomus</i> spp.	204
63	แผนผังความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของหอยน้ำจืด <i>Paludomus</i> spp. จากลักษณะความแตกต่างของหอย 10 พื้นที่	205

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงและความผันแปรของสภาพทางภูมิอากาศของโลกในปัจจุบันได้ก่อให้เกิดการทบทวนพฤติกรรมของมนุษย์ที่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปของโลก การเสียสมดุลสภาพทางธรรมชาติ เป็นปัญหาสำคัญที่นานาประเทศทั่วโลกกำลังประสบอยู่ในปัจจุบัน ผลกระทบที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติตามมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งความสมบูรณ์ของความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งยากที่จะประเมินคุณค่าได้ ดังนั้นการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชีวภาพ จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน

นักวิทยาศาสตร์ต่างเชื่อกันว่าเทคโนโลยีอย่างเดียวไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องประชากร (population) ภาวะมลพิษ (pollution) และความยากจน (poverty) ได้ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วยความเข้าใจถึงระบบความเป็นไปของธรรมชาติ ความเข้าใจถึงระบบนิเวศเป็นสิ่งสำคัญในการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development) ความรู้ ในด้านความหลากหลายทางชีวภาพเป็นหัวใจสำคัญเพื่อความเข้าใจถึงระบบนิเวศในพื้นที่ และเป็นสิ่งที่สามารถช่วยการจัดการทรัพยากรอย่างแท้จริง

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) มีความหมายอย่างง่าย ๆ ว่าเป็นสภาพโดยรวม ของสิ่งมีชีวิต และพันธุกรรมทั้งหมด ที่ปรากฏอยู่ในโลกนี้ สามารถสรุปได้เป็น (1) ความหลากหลายของชนิด หรือสปีชีส์ (species diversity) ของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด (2) ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) ที่มีอยู่ในแต่ละหน่วย ของสิ่งมีชีวิต (3) ความหลากหลายทางนิเวศ (ecological diversity) ตามแหล่งที่อยู่อาศัย ต่างๆของสิ่งมีชีวิต (วิสุทธิ ไบไม้, 2538) คุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพ คือ สิ่งที่มีมนุษย์พึ่งพาในการดำรงชีวิตซึ่งแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ทั้งทางด้านการเกษตรกรรม การแพทย์ และการอุตสาหกรรม (วิสุทธิ ไบไม้, 2532) ในการศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของหอยน้ำจืดนั้นได้มีการศึกษาทั้งเพื่อประโยชน์ ทางด้านเศรษฐกิจ และทางการแพทย์ เนื่องจากทั้งมนุษย์และสัตว์มีความเป็นอยู่ที่เกี่ยวข้องกัน ในทางนิเวศวิทยานั้นสายโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตเป็นตัวกำหนดทิศทาง

ของสภาพแวดล้อมในถิ่นอาศัยนั้นๆ หอยน้ำจืดเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดบทบาทในแหล่งชุมชนนั้นๆ เช่นกัน ในทางการแพทย์หอยน้ำจืดบางชนิดเป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิใบไม้บางชนิด ซึ่งสามารถติดต่อมาสู่คนและสัตว์ได้

ลุ่มแม่น้ำแควน้อย เป็นลุ่มน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ในเขตผืนป่าตะวันตก และมีความสำคัญต่อกิจกรรมการท่องเที่ยว แม่น้ำแควน้อย เกิดจากทิวเขาถนนธงชัยและทิวเขาตะนาวศรี มีแหล่งน้ำที่สำคัญคือ แม่น้ำรันตี และห้วยของกะเลี้ย ในเขตอำเภอสังขละบุรี ไหลผ่านอำเภอทองผาภูมิ อำเภอไทรโยค และอำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี ไหลไปรวมกับแม่น้ำแควใหญ่เป็นแม่น้ำแม่กลองต่อไป มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แม่น้ำไทรโยค มีความยาวประมาณ 259 กิโลเมตร เป็นลุ่มน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ ในเขตผืนป่าตะวันตก และมีความสำคัญต่อกิจกรรมการท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งต้นน้ำของผืนป่าตะวันตกซึ่งถือเป็น ป่าฝนเขตร้อน (Rainforest) ที่ยังคงหลงเหลืออยู่ บริเวณต้นน้ำซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำแควน้อยนี้ เป็นลุ่มน้ำที่อยู่บนที่สูงมีลักษณะเป็นห้วยลำธารสายเล็กบ้าง ใหญ่บ้าง มีป่าสมบูรณ์ปกคลุมพื้นที่ตลอดความยาวของลุ่มน้ำไหลผ่านอุทยานแห่งชาติเขื่อนเขาแหลม อุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ และอุทยานแห่งชาติไทรโยค ซึ่งถือได้ว่าเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งของประเทศ ดังนั้นในการสำรวจชนิดพันธุ์ของหอยน้ำจืดในบริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อยนี้จึงถือเป็นองค์ความรู้ที่มีประโยชน์ต่อผืนป่าตะวันตก และชุมชนในเขตที่ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำสายนี้อย่างยิ่ง

การศึกษาหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในประเทศไทยในอดีตพบว่ามียังข้อมูลจากรายงานเกี่ยวกับชนิดของหอยน้ำจืดในประเทศไทย (Brandt, 1974) เท่านั้น โดยได้จัดจำแนกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก และ ฟันหอย แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ *Paludomus petrosus* เปลือกรูปทรงค่อนข้างกลม ผิวเรียบ มีลายพาดตามขวางเป็นแถบ 3 แถบ ไม่มี umbilicus มีสูตรฟันเป็นแบบ Taenioglossa (2:1:1:1:2) มีแหล่งกระจายตามลำห้วยบริเวณเทือกเขาในจังหวัด ชุมพร ระนอง นครศรีธรรมราช พัทลุง นอกจากนี้พบว่าเป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิใบไม้ *Paragonimus westermani* ที่ก่อโรคในสัตว์ และ *Paludomus siamensis* มีลักษณะต่างจากชนิดแรกคือเปลือกรูปทรงไม่กลมเท่าชนิดแรก มี spine สูง ผิวเปลือกมี spiral lines และลักษณะของ rhachis มีปึกสัน ๆ เป็นรูปสามเหลี่ยม มีแหล่งกระจายอยู่ในจังหวัด แพร่ ลำปาง พิชณุโลก เลย และ กาญจนบุรี ต่อมาจากการศึกษาความหลากหลายของหอยน้ำจืดในเขตพื้นที่ป่าเต็งดำ อำเภอไทรโยคจังหวัดกาญจนบุรี (ดวงเดือน, 2543) พบหอยน้ำจืด *Paludomus* sp. ในแหล่ง

สำรวจ เปลือกมีรูปร่างค่อนข้างกลมมีลายพาดตามขวาง ผิวเปลือกเรียบ พื้นเป็นแบบ Taenioglossa (2:1:1:1:2) แต่จากรายงานยังไม่ได้สรุปชนิดของหอยว่าเป็นชนิดใดแน่นอนเนื่องจากพบว่าลักษณะรูปร่างของเปลือก (Shell morphology) มีความคล้ายคลึงกับรูปร่างของ *Paludomus petrosus* ตามรายงานของ Brandt (1974) ในขณะที่แรดูลามีลักษณะของพื้นกลาง (rhachis) คล้ายคลึงกับ *Paludomus siamensis* ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

งานวิจัยในครั้งนี้นอกจากใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก ลักษณะทางกายวิภาค พื้นหอย ยังใช้การศึกษารูปแบบพันธุกรรม (Genetic patterns) มาช่วยในการจัดจำแนกให้ชัดเจนขึ้นด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเป็นงานวิจัยที่ช่วยให้เกิดองค์ความรู้ในด้านของความหลากหลายของชนิดหรือสปีชีส์ (species diversity) ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) และเข้าใจถึงองค์ประกอบด้านกายภาพ (abiotic component) ของดินที่อยู่อาศัยของหอยน้ำจืดชนิดนี้ อีกทั้งยังมีการตรวจสอบทางด้านประวัติที่มีความสัมพันธ์กับหอยน้ำจืดชนิดนี้ โดยสามารถที่จะขยายผลการสำรวจไปสู่การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพด้านต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการรวบรวมความรู้ต่อไปในอนาคต

ความมุ่งหมาย

การศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก (Shell morphology) ลักษณะในการจำแนกชนิดของหอยน้ำจืดโดยแรดูลา (พื้น) ของหอย ลักษณะทางกายวิภาค (Anatomy) และการศึกษารูปแบบพันธุกรรม (Genetic patterns) ในหอยชนิดเดียวกันเพื่อตรวจสอบความหลากหลายของชนิดพันธุ์ที่แท้จริง เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาความรู้ทางด้านชนิดพันธุ์ของหอย รวมทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหอยกับสภาพนิเวศบริเวณแหล่งที่อยู่ และการติดเชื่อประวัติในหอยรวมทั้งโอกาสในการแพร่กระจายประวัติสู่คนและสัตว์ในชุมชนใกล้เคียง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในแนวลุ่มแม่น้ำแควน้อย
2. เพื่อศึกษาความหลากหลายของถิ่นอาศัยของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.
3. เพื่อตรวจสอบลักษณะทางกายวิภาคของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่สำรวจพบในแนวลุ่มแม่น้ำแควน้อย

4. เพื่อตรวจสอบรูปแบบทางพันธุกรรมของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.
5. เพื่อตรวจสอบความสามารถในการติดเชื้อปรสิตและชนิดของปรสิตที่พบในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

ประโยชน์ของการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเพิ่มเติมความรู้ให้ชัดเจนเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และการจำแนกพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในประเทศไทย เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืนต่อไป นอกจากนี้ข้อมูลทางปรสิตยังมีประโยชน์ต่องานด้านปรสิตวิทยา ซึ่งสามารถนำข้อมูลการวิจัยมาประมวลให้เกิดความรู้ด้านการเฝ้าระวังโรคปรสิตในคน และสัตว์ ได้

ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในบริเวณต้นน้ำของกลุ่มแม่น้ำแควน้อย จังหวัดกาญจนบุรี ครอบคลุมอำเภอไทรโยค อำเภอทองผาภูมิ และอำเภอสังขละบุรี พื้นที่ศึกษาได้แก่

- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. น้ำตกไทรโยคน้อย | อำเภอไทรโยค |
| 2. น้ำตกไทรโยคใหญ่ | อำเภอไทรโยค |
| 3. ห้วยเต่าดำ | อำเภอไทรโยค |
| 4. น้ำพุร้อนหินดาด | อำเภอทองผาภูมิ |
| 5. น้ำตกผาตาด | อำเภอทองผาภูมิ |
| 6. น้ำพุห้วยเขย่ง | อำเภอทองผาภูมิ |
| 7. ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ | อำเภอทองผาภูมิ |
| 8. น้ำตกเกริงกระเวีย | อำเภอทองผาภูมิ |
| 9. น้ำตกไคช่องถ้อง | อำเภอทองผาภูมิ |
| 10. น้ำตกตะเคียนทอง | อำเภอสังขละบุรี |

นิยามศัพท์เฉพาะ

Albumin gland	ต่อมสร้างเยื่อหุ้มไข่
Anus	ทวารหนัก
Aperture	ช่องเปิดหรือปากของเปลือกหอย
Apex	ส่วนยอดหรือส่วนปลายของเปลือกหอยฝาเดียว

Apyrene	สเปิร์มที่ไม่มีนิวเคลียส
Auricle	หัวใจส่วนบน
Body whorl	เวอร์ลหรือวงชุดสุดท้ายของเปลือกหอยนับจากส่วนยอดของเปลือก เป็นเวอร์ลที่ใหญ่ที่สุดของเปลือกหอย
Brood pouch	โพรงซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงในร่างกายหอยเพศเมีย ซึ่งใช้เป็นที่สำหรับการเจริญเติบโตของไข่หรือเอมบริโอของหอย
Buccal cavity	ช่องบรรจุบั๊กคัลแมส
Buccal mass	ส่วนที่บรรจุแร่ธาตุหรือฟันหอย
Capsule gland	ต่อมสร้างแคปซูล
Cercaria	เป็นตัวอ่อนของพยาธิใบไม้ ซึ่งเจริญมาจาก redia และเป็นระยะสุดท้ายของระยะตัวอ่อนที่เจริญภายในหอย
Columella	แกนของเปลือกหอยซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียว
Columellar lip	ขอบปากเปลือกที่บริเวณคอลูเมลลา
Concentric	การจัดเรียงตัวของเส้นการเติบโตของโอเพอร์คิวลัมประเภทหนึ่งโดยมีนิวเคลียสซึ่งเป็นจุดศูนย์กลางร่วมกันและแผ่ขยายออกไปในลักษณะคล้ายวงแหวนรอบ ๆ นิวเคลียส
Conchology	การศึกษาเกี่ยวกับเปลือกของหอย
Conical	มีรูปร่างคล้ายกรวย
Crystalline style	แท่งสไตล์บรรจุอยู่ในถุงสไตล์ มีหน้าที่หลังเอนไซม์ย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต
Ctenidium	เหงือก
Dextral	เปลือกหอยที่มีปากเปลือกเปิดทางด้านขวาหรือวนขวา
Dimeric protein	โปรตีนที่ประกอบด้วยหน่วยย่อย 2 หน่วย
Dioecious	หอยประเภทที่มีเพศผู้และเพศเมียแยกกัน
Docoglossa	แร่ธาตุที่ประกอบด้วยฟันที่ใหญ่และแข็งแรง
Eupyrene	สเปิร์มที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์
Filament	แผ่นเหงือก
Flame cell	เป็น excretory cell ซึ่งมีขน ใช้โบกพัดเอาของเสียออกจากร่างกาย

Foot	แผ่นเท้าของหอย ทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่
Gastric shield	แผ่นไคทินในผนังกระเพาะอาหาร ทำหน้าที่ป้องกันผนังกระเพาะจากการเสียดสีกับโปรโทสไตล์
Globose	รูปทรงกลม
Growth line	เส้นตามแนวตั้งบนผิวเปลือกของหอยฝาเดียว
Hyperpyrene	สเปิร์มที่มีจำนวนโครโมโซมมากกว่าแฮพลอยด์
Hypobranchial gland	ต่อมที่ทำหน้าที่หลั่งสารที่ใช้ดักจับอาหารในหอยฝาเดียว หรือต่อมในผนังด้านในของแมนเทิล ทำหน้าที่หลั่งสารอาหารสำหรับไซในหอยสองฝา
Intermediate host	โฮสต์ตัวกลางหรือสิ่งมีชีวิตที่ปรสิตเข้าไปอาศัยอยู่ในส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย แล้วปรสิตเจริญเติบโต เปลี่ยนรูปร่างจากระยะหนึ่งไปเป็นอีกระยะหนึ่ง แต่ยังไม่ถึงตัวเต็มวัย
Lip	ขอบปากเปลือกของหอย
Lateral teeth	ฟันข้างของหอยฝาเดียว
Marginal teeth	ฟันริมของหอยฝาเดียว
Mantle	ผิวหนังซึ่งปกคลุมอวัยวะภายในของหอย
Mantle cavity	ช่องแมนเทิล มีเหงือกบรรจุอยู่ภายใน และเป็นช่องรองรับสิ่งขับถ่ายจากระบบสืบพันธุ์ ระบบขับถ่าย และระบบทางเดินอาหารของหอย
Melanin	รงควัตถุสีดำ
Miracidium	เป็นพยาธิตัวอ่อนที่มีขนรอบ ๆ ตัว ซึ่งพีกออกจากไซของพยาธิใบไม้
Monomeric protein	โปรตีนที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยเพียง 1 หน่วย
Nuclear whorl	เวิร์ลหรือวงขอของเปลือกหอยซึ่งสร้างขึ้นโดยเอมบริโอก่อนพีกเป็นตัวหอย เป็นเวิร์ลส่วนยอดของเปลือกหอย
Null allele	อัลลีลหนึ่งที่ไม่แสดงออกโดยการไม่สร้างโปรตีน
Operculum	แผ่นหินปูนหรือฝาซึ่งติดอยู่กับแผ่นเท้าของหอยใช้ปิดปากเปลือกเมื่อหอยหดตัวเข้าไปในเปลือก

Osphradium	อวัยวะรับรู้สีทำหน้าที่ทดสอบคุณภาพน้ำที่ผ่านเข้ามาในตัวหอย
Oviparous	หอยที่ออกลูกเป็นไข่
Ovoviviparous	หอยที่ให้กำเนิดไข่ที่มีเปลือกหุ้มและฟักเป็นตัวภายในร่างกายของหอยตัวแม่
Penis	อวัยวะที่ใช้ในการผสมพันธุ์ของหอยเพศผู้
Penultimate whorl	เวิร์ลหรือซดวงถัดจากบอดีเวิร์ล
Polymorphism	ยืนตำแหน่งหนึ่งซึ่งมีฟิโนไทป์มากกว่า 2 ฟิโนไทป์
Prostate gland	ต่อมที่ทำหน้าที่สร้างน้ำหล่อเลี้ยงสเปิร์ม
Rachidian teeth	ฟันกลางของหอยฝาเดียว
Rachiglossa	แรดูลาที่ประกอบด้วยฟันริมที่แข็งแรงสามซี่ มีฟันกลางและฟันข้างที่มีปลายแหลมหลายซี่
Radula	โครงสร้างคล้ายฟันในปากของหอยทั่วไป
Redia	เป็นตัวอ่อนพยาธิเจริญมาจาก sporocyst มีรูปร่างเป็นถุงภายในมีหลอดอาหาร และส่วนที่จะเจริญเป็นลำไส้
Rhinophore	แรดูลาที่ประกอบด้วยฟันกลางใหญ่ มีฟันข้างห้าซี่และมีฟันริมจำนวนมาก
Sculpture	ร่องรอยบนเปลือกหอยที่มีอยู่ตามธรรมชาติ
Spire	ส่วนของเปลือกหอยที่ขดเป็นเกลียวอยู่เหนือปากเปลือกไปถึงส่วนยอดของเปลือก
Sporocyst	พยาธิตัวอ่อนของพยาธิใบไม้ โดยเปลี่ยนแปลงมาจาก miracidium มีรูปร่างเป็นถุง
Sucker	อวัยวะสำหรับใช้เกาะยึด มี 2 ชนิดคือ Oral sucker และ Ventral sucker
Suture	ร่องหรือรอยต่อระหว่างเวิร์ลหรือวงซด
Taenioglossa	แรดูลาที่ประกอบด้วยฟันกลางหนึ่งซี่และฟันข้างสามคู่ในแต่ละแถว
Teleconch	เปลือกหอยชั้นที่ถัดจากโพรโทคอนซ์ที่หอยสร้างขึ้นภายหลัง
Tentacle	อวัยวะลักษณะคล้ายหนวด ทำหน้าที่รับสัมผัส

Toxoglossa	แรดูลาที่แต่ละแถวประกอบด้วยฟันคู่เดียวขนาดใหญ่ รูป ร่างเป็นแท่งภายในกลวง
Umbilicus	รูเปิดที่กลางฐานของเปลือกหอยหรือที่ปลายฐานของคอลูเมล ลา
Ventricle	หัวใจส่วนล่าง
Vas efferens	เป็นท่อที่ออกจากอัณฑะไปยัง vas deferens
Vas deferens	เป็นท่อที่ต่อจาก vas efferens ไปยังอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้
Whorl	วงซดหรือการซดครบหนึ่งรอบ รอบ ๆ แกนของเปลือก หอย การนับเวิร์ลหรือซดวงของเปลือกหอยนับจากส่วน ยอดลงมาที่ปากเปลือก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุกรมวิธาน และสัณฐานวิทยาของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

หอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จัดอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusca) คลาสแกสโตรโพอดา (Class Gastropoda) ชั้นคลาสโฟโรโซแบรงเคีย (Subclass Prosobranchia) ออร์เดอร์เมโซแกสโตรโพอดา (Order Mesogastropoda) แฟมิลีพลูโรเซอริดี (Family Pleuroceridae) จีนัสพาลูโดมัส (Genus *Paludomus*)

ลักษณะโดยทั่วไปของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เปลือกค่อนข้างมีขนาดเล็ก รูปร่างยาวค่อนข้างกลม เปลือกแข็งและหนา สีเขียวมะกอกหรือสีน้ำตาล ส่วนยอดของเปลือกมักสีจางกว่า ที่ผิวเปลือกส่วนใหญ่พบสเกลเชอร์ (sculpture) มีลักษณะเป็นเส้นสไปรัล (spiral line) บริเวณซุเชอร์ (suture) เป็นร่อง ส่วนบอดีเวิร์ลใหญ่ ไม่มีอัมบิลิคัส (umbilicus) ปากเปลือกกว้าง ขอบปากเปลือกเรียบ มีแถบสี สีน้ำตาลพาดตามขวางหรือตามแนวเวิร์ลของเปลือก ประมาณ 1-3 แถบ โอเพอร์คิวลัมบาง เป็นมัน และเป็นแบบคอนเซน ทริกมีสไปรัลนิวเคลียส หอยตัวเมียออกลูกเป็นไข่ และไม่มีถุงฟักตัวอ่อน (brood pouch) (Brandt, 1974 และ สุชาติ, 2538) จากรายงานของ Brandt (1974) ได้จัดจำแนกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในประเทศไทยออกเป็น 2 ชนิดคือ *Paludomus petrosus* และ *Paludomus siamensis* (รูปที่ 1) ลักษณะของ *Paludomus petrosus* เปลือกหอยมีขนาดกลาง รูปร่างค่อนข้างกลม ปลายยอดมักสีจางกว่า หรือมีประมาณ 2 – 3 เวิร์ล เปลือกมีสีเขียวมะกอก ถึงสีน้ำตาล ผิวเปลือกเรียบ ยกเว้นมีเส้นตามแนวตั้งของเปลือก (growth line) ส่วนใหญ่พบร่องตามแนวซุเชอร์ (subsutural spiral grooves) 2 – 3 ร่อง ส่วนของบอดีเวิร์ลมีขนาดใหญ่ ไม่มีอัมบิลิคัส ปากเปลือกกว้าง มีแถบสีพาดตามขวางประมาณ 2 – 3 แถบ บางครั้งอาจพบ 1 หรือ 4 แถบ แต่น้อยมากที่จะพบว่าไม่มีแถบสีพาดตามขวาง คอลูเมลลา (columella) ค่อนข้างกว้าง มีสูตรฟันเป็นแบบทีนิโอกลอสซา (2 : 1 : 1 : 1 : 2) ฟันกลางมีหยักตรงกลางใหญ่ 1 หยัก มีหยักเล็ก ๆ ด้านข้าง 5 หยัก ส่วนริมของฟันกลางมีลักษณะม้วนงอ ฟันข้างมีหยัก 1 – 4 หยัก ฟันริมหยาบ มีหยัก 6 – 7 หยัก และมีฟันริมละเอียดประมาณ 21 หยัก ในหอยเพศเมียมีร่องนำไข่ (egg transfer groove) ส่วนหอยเพศผู้ไม่มีอวัยวะในการผสมพันธุ์ (intromittant organ)

พบกระจายอยู่ตามลำห้วยบริเวณเทือกเขาในจังหวัดชุมพร ระนอง นครศรีธรรมราช พัทลุง นอก
จากนี้ยังถูกสันนิษฐานว่าเป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิตัวไม่ *Paragonimus westermani*
ที่ก่อโรคในสัตว์ ส่วน *Paludomus siamensis* มีลักษณะต่างจากชนิดแรกคือเปลือกรูปร่างไม่
กลมเท่าชนิดแรก มีสไปรัลสูง ผิวเปลือกพบเส้นในแนวการขดวนของหอย (spiral line) ชัดเจน
กว่า เปลือกมีสีน้ำตาลแก่ แถบสีพาดตามขวางของเปลือกมีสูตรเป็นแบบ 0034 หรือ 1034
น้อยมากที่จะเป็นแบบ 0030, 0230 หรือ 0000 และส่วนริมของพื้นกลางที่มีลักษณะปึกจะหด
สั้นคล้ายรูปสามเหลี่ยม มีแหล่งกระจายอยู่ในจังหวัด แพร่ ลำปาง พิชณุโลก เลย และ
กาญจนบุรี

การจัดจำแนกหอยฝาเดียว

การจัดจำแนกเพื่อป้องกันความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) ของสิ่งมีชีวิตทั้งทางปริมาณและคุณภาพอาจเป็นการจำแนกความแตกต่างในระหว่างและภายในสปีชีส์ (between and within species) ระหว่างและภายในประชากร (between and within populations) หรือระหว่างแต่ละตัว (between individuals) ลักษณะที่ใช้บ่งบอกความแตกต่างนี้มี 2 ประเภท (ดร.สุรินทร์, 2545) คือ

1. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphological marker)
2. ลักษณะทางโมเลกุล (Molecular marker)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphological marker) ลักษณะเปลือกจัดเป็นลักษณะสำคัญในการจัดจำแนกหอยฝาเดียวออกเป็น แฟมิลี (family) จีนัส (genus) และ สปีชีส์ (species) ลักษณะที่ใช้ได้แก่ ขนาด รูปร่างของเปลือก และลักษณะของส่วนประกอบต่างๆ ของเปลือก เช่น ลักษณะของเวอร์ล (whorl) ซึ่งอาจกลมหรือเป็นมุมหรือยกสูง เป็นสันหรือแบน จำนวนเวอร์ลซึ่งอาจมี 3 เวอร์ลหรือหลายเวอร์ล การมีหรือไม่มีอัมบิลิคัส (umbilicus) และลักษณะของอัมบิลิคัสซึ่งอาจแคบหรือกว้าง ลักษณะของแกนของเปลือกหรือคอลลูเมลลา (columella) ซึ่งอาจตรงหรือบิดเป็นเกลียว ลักษณะของขอบปากเปลือก (aperture) ด้านนอกซึ่งอาจตรง หรือโค้ง หรือหัก ลักษณะลวดลายและสีของเปลือก ลักษณะของปากเปลือก คือมีช่องเปิดทางด้านขวาหรือเดกซ์ทรัล (dextral) หรือมีช่องเปิดทางด้านซ้ายหรือซินิสทรัล (sinistral) การมีหรือไม่มี โอเพอร์คิวลัม (operculum) ปิดปากเปลือก และชนิดของโอเพอร์คิวลัม เป็นต้น

ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางโมเลกุลที่ใช้ในการศึกษาความแตกต่างของหอยฝาเดียวโดยทั่วไปเป็นดังนี้ (สุชาติ และคณะ, 2538)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยฝาเดียว

1. เปลือกหอย

เปลือกของหอยฝาเดียว (gastropod) ที่พบเห็นกันทั่วไปมีรูปร่างทรงกรวย (conic) มียอดแหลมและขาดเป็นวง ภายในเปลือกกลางและมีตัวหอยบรรจุอยู่ เปลือกขาดสุดท้ายจะมีส่วนหัวและแผ่นเท้า (head and foot) ขดอยู่ภายใน หอยสามารถยื่นทั้งส่วนหัวและแผ่นเท้าออกมา และหดกลับเข้าเปลือกทางปากเปลือก (aperture)

1.1 ลักษณะโดยทั่วไปของเปลือกหอย

โดยทั่วไปของเปลือกหอยฝาเดียวจะเป็นทรงกรวย มียอดแหลมปิดตันซึ่งมีขนาดเล็กที่สุดและจัดเป็นส่วนยอดของเปลือก (apex) เมื่อเปรียบเทียบกับปากกรวยซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าและจัดเป็นส่วนฐานเปลือก (base) ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการขดวนของเปลือกหอยจะเริ่มจากส่วนยอดเปลือกและวนเป็นชั้น ๆ เรียกวอร์ล (whorl) ในลักษณะที่เป็นเกลียวรอบแนวแกนซึ่งถือเป็นแนวสมมุติบริเวณกึ่งกลางเปลือก ผลของการขดวนรอบแนวสมมุติของเปลือกหอยทำให้ผนังด้านในของเปลือกหอยด้านที่ติดกับแนวแกนสมมุติมีลักษณะเป็นแท่งเรียกคอลูเมลลา (columella) ซึ่งอาจมีริ้วหรือรอยพับบนผิว (columellar fold) ชั้นของขาดหอยจากยอดเปลือกถึงวอร์ลรองสุดท้ายเรียกลำ (spire) หรือลำวอร์ล (spire whorl) และวอร์ลสุดท้ายของเปลือกหอยเรียกบอดีวอร์ล (body whorl) บริเวณที่แต่ละวอร์ลมาต่อกันเรียกซิวเจอร์ (suture) นอกจากนี้ที่ปลายสุดของบอดีวอร์ลจะมีช่องหรือรูเปิดเพื่อเป็นทางให้ตัวหอยคืบคลานออกนอกเปลือกเรียกปากเปลือกรอบ ๆ ปากเปลือกมีขอบเรียกขอบปากเปลือก (peristome) และที่ส่วนปลายคอลูเมลลาใกล้ ๆ กับปากเปลือกจะมีรูเรียกอัมบิลิคัส (umbilicus) (รูปที่ 2)

1.1.1 ยอดเปลือก

ยอดเปลือกเป็นชั้นที่เล็กที่สุดของเปลือกหอยซึ่งสร้างก่อนส่วนอื่นของเปลือกตั้งแต่ระยะตัวอ่อน เรียกส่วนของขดยอดเปลือกนี้ว่านิวเคลียร์วอร์ล (nuclear whorl) หรือเอพิคัลวอร์ล (apical whorl) หรือโพรโทคอนช์ (protoconch) ส่วนเปลือกหอยชั้นต่าง ๆ ที่ถัดลงมานั้นเป็นเปลือกที่หอยสร้างขึ้นในภายหลังเมื่อหอยโตขึ้นเรียกเทเลคอนช์ (teleconch) ลักษณะการขดวนของโพรโทคอนช์อาจจะอยู่ในระนาบเดียวกันกับการขดวนของ เทเลคอนช์ (รูปที่ 3 ก-ข) หรืออาจจะอยู่คนละระนาบกันก็ได้ (รูปที่ 3 ฉ-ณ) ในหอยบางชนิดโพรโทคอนช์จะถูกหุ้มด้วยเทเลคอนช์ โพรโทคอนช์ส่วนใหญ่มีผิวเรียบแต่ในหอยบางชนิดก็มีลวดลายบนผิว ในหอยที่มีการขดวนของโพรโทคอนช์และเทเลคอนช์ในระนาบเดียวกัน ความแตกต่างของผิวโพรโทคอนช์และเทเลคอนช์ทำให้สามารถบอกขอบเขตของโพรโทคอนช์ได้ นอกจากนี้ทิศทางการขดวนของโพรโท

คอนซ์อาจจะเป็นไปในทิศทางเดียวกับของเทเลคอนซ์ เรียกโพโรคอนซ์ชนิดนี้ว่าโฮมิโอสโตรฟิก (homeostrophic) ถ้าทิศทางการขดวนของโพโรคอนซ์เป็นไปในทิศทางที่แตกต่างกับของเทเลคอนซ์เรียกโพโรคอนซ์ลักษณะนี้ว่าเฮเทอโรสโตรฟิก (heterostrophic) ส่วนใหญ่ขนาดของโพโรคอนซ์จะเล็กมากเมื่อเทียบกับสัดส่วนกับขนาดของเปลือกของหอยตัวเต็มวัย แต่มีหอยบางชนิดจะมีโพโรคอนซ์เป็นรูปโดม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 23 มิลลิเมตร ซึ่งจัดว่าเป็นโพโรคอนซ์ที่มีขนาดใหญ่ บางชนิดส่วนเอพิคัลเวิร์ลหลุดออกไปดังนั้น สไปร์เวิร์ลที่ติดกับเอพิคัลเวิร์ลจึงสร้างสารมาปิดรูเซอร์เพื่อป้องกันอวัยวะภายใน กระบวนการเช่นนี้เรียก ดีคอลเลชัน (decollation)

1.1.2 สไปร์เวิร์ลและและซูเซอร์

การพิจารณาความสูงของเวิร์ลแต่ละเวิร์ลของเปลือกหอยวัดจากระยะห่างระหว่างซูเซอร์ ในหอยชนิดเดียวกันอาจมีความสูงของแต่ละเวิร์ลค่อนข้างคงที่หรืออาจไม่แน่นอน ส่วนใหญ่ในหอยแต่ละชนิดความสูงของแต่ละเวิร์ลขึ้นอยู่กับความชันของการขดวนของแต่ละเวิร์ลของเปลือกหอย หรือขึ้นอยู่กับลักษณะการลาดเอียงของซูเซอร์ของแต่ละเวิร์ล นอกจากนี้ในเปลือกหอยหลายชนิดพบว่าส่วนของผิวเปลือกมีลวดลายเป็นสันหรือขอบนูน (rib) มีผลทำให้ซูเซอร์มีลักษณะเป็นคลื่นมากจนทำให้ส่วนของสไปร์เวิร์ลบิดตัวตามไปด้วย ในหอยบางชนิดสไปร์เวิร์ลโค้ง (convex) หรืออาจค่อนข้างแบน หรืออาจยกเป็นมุมทำให้มีลักษณะเป็นสันเรียก แครินาหรือคิล (carina, keel) ถ้าในกรณีที่สไปร์เวิร์ลมีแครินาเป็นมุมสูงใกล้แนวซูเซอร์ก็จะเรียกส่วนของเปลือกบริเวณนั้นว่าโชว์เดอร์ (shoulder) ลักษณะต่าง ๆ ของซูเซอร์นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการโค้งเว้าของผิวเปลือกและการขดวนของเวิร์ล ในหอยหลายชนิดจะมีแนวซูเซอร์เอียงหรือเป็นไปในแนวเดียวกับการขดวนของบอดีเวิร์ล เช่น หอยทรงกรวยแบน (รูปที่ 4 ก) และซูเซอร์ของแต่ละเวิร์ลค่อนข้างชิดกันเรียก ฟลัช (flush) นอกจากนี้ในหอยที่มีเปลือกส่วนบอดีเวิร์ลใหญ่และกว้างกว่าสไปร์เวิร์ลมากนั้น สไปร์เวิร์ลจะลู่เข้าหากันที่จุดยอดเปลือก เรียกซูเซอร์ของเปลือกลักษณะดังกล่าวว่าแอดเพรสส์ (adpressed) ซึ่งสามารถสังเกตได้จากลักษณะของปากเปลือกที่เป็นมุมแคบทางด้านบน (รูปที่ 4 ข) นอกจากนี้ในหอยที่มีแนวการขดวนของแต่ละเวิร์ลค่อนข้างสม่ำเสมอตามแนวแกนของเปลือกอาจมีซูเซอร์ลึก (รูปที่ 4 ค) หรือเป็นร่อง เช่นในกรณีที่รูปทรงของแต่ละเวิร์ลค่อนข้างแคบ (รูปที่ 4 ง) และในเปลือกหอยที่เวิร์ลมีลักษณะเป็นโชว์เดอร์ในแนวซูเซอร์ แนวซูเซอร์จะมีลักษณะเป็นร่องยาวและลึก (canaliculate) เป็นต้น (รูปที่ 4 จ, ฉ)

1.1.3 บอดีเวิร์ลและปากเปลือก

บอดีเวิร์ลเป็นส่วนของเวิร์ลสุดท้ายหรือเวิร์ลที่ถูกสร้างหลังสุดของเปลือก ที่ปลายสุดของบอดีเวิร์ลจะมีปากเปลือกเพื่อให้ตัวหอยคืบคลานออกนอกเปลือก เมื่อหอยวางเปลือกหอยขึ้นจะ

เห็นปากเปลือกเป็นแนวโค้งทางด้านข้าง และด้านข้างที่อยู่ตรงข้ามกับปากเปลือกจะเป็นแนวเว้าหรือคอด (neck) ในหอยบางชนิดโดยเฉพาะหอยน้ำเค็มเปลือกจะมีส่วนยื่นยาวออกมาจากปากเปลือกมากเรียกว่าช่องไซฟอน (siphonal canal) ซึ่งเป็นที่บรรจุท่อน้ำหรือไซฟอนของหอย

บริเวณรอบปากเปลือกมีขอบเรียกขอบปากเปลือก ซึ่งแต่ละด้านมีชื่อเรียกต่างกันขอบปากเปลือกด้านที่ติดกับส่วนสุดท้ายของบอดีเวิร์ลเรียกว่าขอบปากเปลือกด้านนอก (outer lip) ขอบปากเปลือกที่ส่วนฐานของเปลือกเรียกว่าขอบปากเปลือกส่วนฐาน (basal lip) และขอบปากเปลือกส่วนที่เหลือซึ่งอยู่ใกล้แนวแกนของเปลือกเรียกว่าขอบปากเปลือกด้านใน (inner lip) ซึ่งประกอบด้วยสองส่วนคือ ขอบปากเปลือกคอลูเมลลาร์ (columellar lip) ซึ่งสร้างจากแนวแกนของเปลือกและขอบปากเปลือกพาไรเอทัล (parietal lip) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแนวที่ยื่นจากแนวแกนไปถึงแนวชูเชอร์ (รูปที่ 2)

ที่ฐานของปากเปลือกจะเป็นบริเวณที่ขอบปากเปลือกด้านนอกและด้านในมาบรรจบกันเป็นแนวโค้งที่ต่อเนื่อง เรียกเปลือกลักษณะนี้ว่าโฮโลสโตมาทัส (holostomatous) (รูปที่ 5 ก) แต่ในหอยหลายชนิดโดยเฉพาะหอยทะเลขอบปากเปลือกด้านนอกและด้านในไม่บรรจบกันเนื่องจากมีร่องไซฟอนคั่น เรียกเปลือกลักษณะนี้ว่าไซโฟโนสโตมาทัส (siphonostomatous) (รูปที่ 5 ข, ค) ในกรณีนี้ร่องของไซฟอนอาจมีลักษณะเป็นติ่ง หรืออาจเป็นร่องแคบและยาวที่อาจมีลักษณะตรงหรือโค้ง

ในเปลือกหอยบางชนิดขอบปากเปลือกด้านนอกและขอบปากเปลือกพาไรเอทัลมาพบกันในลักษณะที่เป็นมุมที่บริเวณจุดสิ้นสุดของชูเชอร์ของบอดีเวิร์ล และทำให้แนวของปากเปลือกพาไรเอทัลด้านหลังเป็นสันเล็ก ๆ ขึ้นมาเรียกสันพาไรเอทัล (parietal ridge) ในเปลือกหอยบางชนิดผนังด้านนอกของบอดีเวิร์ลและขอบปากเปลือกจะหนาในบริเวณด้านในหรือด้านนอกหรือทั้งสองด้าน นอกจากนี้ในเปลือกหอยบางชนิดมีขอบปากเปลือกกระดูกออก (reflected) หรืออาจม้วนพับเข้า (inflected) และบริเวณขอบปากเปลือกด้านนอกอาจมีลักษณะเป็นสัน หรืออาจเป็นหนาม (spine) หรืออาจมีลักษณะเป็นปีกยื่นหรือแผ่ออกด้วย

1.1.4 อัมบิลิคัส (umbilicus)

อัมบิลิคัสเป็นช่องหรือรู หรือรอยบุ๋ม (depression) รอบคอลูเมลลาซึ่งเป็นผลจากการขูดของเวิร์ล ในเปลือกหอยส่วนใหญ่จะมีอัมบิลิคัสเป็นเกลียว (spiral cavity) และพบที่บอดีเวิร์ลหรืออาจพบที่ส่วนฐานของเปลือก นักคังขวิทยา (malacologist) เรียกเปลือกหอยที่มีอัมบิลิคัสว่าเพอร์ฟอเรต (perforate) หรืออัมบิลิเคต (umbilicate) และเรียกเปลือกหอยที่ไม่มีอัมบิลิคัสว่าอิมเพอร์ฟอเรต (imperforate) หรือนอนอัมบิลิเคต (non-umbilicate)

1.2 รูปร่างของเปลือก

โดยทั่วไปเปลือกหอยฝาเดียวจะมีรูปร่างเป็นทรงกรวยลักษณะต่าง ๆ แต่ก็มีหอยบางชนิดที่มีเปลือกรูปทรงแบน (planispiral) หรือเป็นทรงกรวยเตี้ยที่มีเปลือกทั้งสองด้านของคอลูเมลลาที่เหมือนกัน (isostrophic) หรือในหอยบางชนิดก็มีเปลือกขนาดเล็กและฝังอยู่ในแมนเทิลหรืออาจไม่มีเปลือกเลย

ในหอยที่มีเปลือกทรงกรวยนั้น ความแตกต่างของรูปร่างของเปลือกขึ้นอยู่กับลักษณะการขดวนของเปลือกกรอบแนวแกนของหอย เปลือกของหอยทรงกรวยอาจเป็นรูปร่างยาว (elongate) (รูปที่ 6 ก, ข) รูปกรวยรูปไข่ (รูปที่ 6 ค-จ) รูปกรวยกลม (globose) (รูปที่ 6 ฉ, ช) หรือเตี้ย (depressed) (รูปที่ 6 ซ) การพิจารณารูปร่างของเปลือกหอยทรงกรวยอย่างละเอียดนั้นจะต้องพิจารณาจากขนาดของมุมสไปร์ (spire angle) ซึ่งเป็นมุมยอดเปลือก

เปลือกหอยบางชนิดมีการขดวนผิดปกติหรือไม่สม่ำเสมอ เช่นมีการขดวนของเปลือกแต่ละชั้นอย่างหลวม ๆ ทำให้แต่ละเวอร์ลไม่สัมผัสกัน บางชนิดมีการขดวนของเปลือกหอยวงแรกติดต่อกันเป็นทรงกรวยแบน แต่การขดวนของเปลือกช่วงท้ายหรือบางส่วนของบอดีเวอร์ลจะไม่สม่ำเสมอและเป็นไปอย่างหลวม ๆ เรียกเปลือกลักษณะดังกล่าวว่าเทอร์ริคิวเลต (turruculate) บางชนิดเวอร์ลช่วงแรกจะหายไปและการขดวนของเวอร์ลที่เหลือทำให้เปลือกมีลักษณะเป็นท่อนคล้ายเขาสัตว์ เรียกเปลือกลักษณะนี้ว่าสกาลาโฟร์ม (scalaiform)

1.3 แนวการขดวนของเปลือก

การขดวนของเปลือกหอยแบ่งได้เป็น 2 ประเภทสังเกตจากการหงายส่วนปากเปลือกขึ้นให้ส่วนยอดเปลือกหันออกนอกตัวผู้สังเกต ถ้าพบว่าปากเปลือกอยู่ทางซ้ายมือแสดงว่าเป็นการขดวนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาหรือวนซ้ายเรียกซินิสทรัล (sinistral) ถ้าปากเปลือกอยู่ทางด้านขวามือแสดงว่าการขดวนของเปลือกหอยเป็นไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาหรือวนขวาเรียกเดกซ์ทรัล (dextral) (รูปที่ 7)

1.4 ขนาดของเปลือกหอย

ขนาดที่ใช้วัดเปลือกหอยคือความยาวหรือความสูงและความกว้างของเปลือกหอยสามารถใช้ความยาวของเปลือกมาจัดจำแนกเปลือกหอยออกเป็นขนาดต่าง ๆ ได้ (รูปที่ 8) นอกจากนี้ยังอาศัยการวัดขนาดมุมสไปร์ (รูปที่ 9) และการนับจำนวนเวอร์ล (รูปที่ 10) เพื่อใช้พิจารณารูปทรงและจัดจำแนกหอยอย่างละเอียดอีกด้วย

1.5 ลวดลายบนเปลือกและลวดลายของสีเปลือก

ที่ผิวของเปลือกหอยจะมีลวดลายแตกต่างกันไป เช่น มีลักษณะเป็นตุ่ม เป็นหนาม

เป็นรอยย่น เป็นรอยปุ่ม เป็นสัน เป็นเส้นนูน หรือ เป็นเส้นบาง ๆ ในกรณีที่เส้นนั้นหลายเส้น บนเปลือกหอยจะพบสองแนวคือ เส้นในแนวตั้ง หรือเส้นการเติบโตคือ เส้นที่อยู่ในระนาบเดียวกับแนวคอกลมกลา (transverse, growth line) และเส้นในแนวนอนคือเส้นที่อยู่ในระนาบเดียวกับแนวการขดวนของหอย (spiral line) (รูปที่ 11) สำหรับเส้นการเติบโตของเปลือกนั้นจะสิ้นสุดที่ขอบปากเปลือก และในหอยต่างชนิดกันจะมีเส้นการเติบโตที่มีความคมชัดผิดกันอีกด้วย เส้นในแนวนอนนั้นจะมีอยู่สองลักษณะคือ เป็นเส้นนูนหนา หรืออาจเป็นเส้นที่ปุ่มหรือฝังลงไป ผิวเปลือก

ในหอยน้ำจืดและหอยบกส่วนใหญ่จะมีเปลือกเป็นสี่พื้น มีบางชนิดที่มีลายเป็นแถบสีในแนวตั้งหรือเป็นแถบสีในแนวนอนของเปลือก หรืออาจพบทั้งสองแนวแถบสี โดยอาจพบเป็นแถบบางหรือหนาหรืออาจเป็นเส้น และแถบสีนั้นอาจพบเป็นสีอ่อนสลับสีเข้มหรือเป็นแถบสีหลายสี (รูปที่ 12) ส่วนในหอยน้ำเค็มลวดลายของสีเปลือกอาจพบเป็นแถบ เป็นริ้ว เป็นจุดหรืออาจมีรูปแบบไม่แน่นอน

1.6 โอเพอร์คิวลัม

ในหอยชั้นคลาสโฟโรโซแบรงเคียส่วนใหญ่จะมีโอเพอร์คิวลัม (operculum) หรือแผ่นปิดปากเปลือก ยกเว้นหอยในชั้นคลาสโอพิสโทแบรงเคีย และ ฟัลโมเนต ส่วนใหญ่จะไม่มีโอเพอร์คิวลัม ตำแหน่งของโอเพอร์คิวลัมจะอยู่ที่บริเวณด้านบนส่วนท้ายของแผ่นเท้าของหอย หน้าที่หลักของโอเพอร์คิวลัมคือปิดปากเปลือกเมื่อตัวหอยหดกลับเข้าเปลือก โดยทั่วไปโอเพอร์คิวลัมจะปิดปากเปลือกได้สนิททำให้สามารถป้องกันอันตรายให้กับตัวหอยซึ่งอยู่ภายในได้ แต่ในหอยบางชนิดโอเพอร์คิวลัมจะปิดปากเปลือกไม่สนิทหรือไม่ปิดปากเปลือกและอาจเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเพื่อทำหน้าที่เฉพาะ บางชนิดจะมีโอเพอร์คิวลัมยาวและแหลมคมช่วยในการเคลื่อนที่โดยการขุดทราย

โอเพอร์คิวลัมมีรูปร่างหลายแบบ (รูปที่ 13) โดยทั่วไปเป็นแผ่นแบน อาจเป็นรูปรีหรือรูปกลม มีน้ำหนักเบาและเป็นมันเงาเนื่องจากประกอบด้วยสารคอนคิโอลิน (รูปที่ 13 ก-ค) หรืออาจมีความหนาหนัก และลักษณะด้านกว่าพวกแรกเนื่องจากประกอบด้วยสารพวกหินปูน (รูปที่ 13 ค-ท) หอยที่มีโอเพอร์คิวลัมชนิดเกลียวจัดเป็นหอยที่โบราณที่สุด (รูปที่ 13 ข, ฉ) นอกจากนี้ลวดลายที่พบบนโอเพอร์คิวลัมด้านนอกอาจมีลักษณะวนเป็นวงต่อกันหลายวงเรียกมัลติสไปรัล (multispiral) (รูปที่ 13 ฉ, ญ, ฎ) หรืออาจวนต่อกันเป็นวงเล็ก ๆ เรียกพอสไปรัล (paucispiral) (รูปที่ 13 ถ) หรืออาจเป็นวงเดี่ยวซ้อนกันหลาย ๆ วงเรียกคอนเซนทริก

(concentric) (รูปที่ 13 ง, ฉ) หรือเป็นวงเดี่ยวซ้อนกันหลายวงและตรงกลางมีวงเล็ก ๆ วนต่อเนื่องกันเรียกคอนเซนทริกที่มีสไปรัลนิวเคลียส (spiral nucleus) (รูปที่ 13 ข)

2. ส่วนลำตัว

2.1 โครงสร้างภายนอก เมื่อสังเกตหอยขณะคืบคลานจะเห็นส่วนหัว แผ่นเท้า เทนเทเคลรวมทั้งตาและไซฟอน ยื่นออกมาจากเปลือก เมื่อแกะเปลือกหอยออกจะพบแผ่นแมนเทิลคลุมบริเวณส่วนหัวและคอไว้ ถ้ายกแผ่นแมนเทิลขึ้นจะพบข้างใต้เป็นช่องเรียกช่องแมนเทิล หรือช่องแพลเลียล (pallial cavity) นอกจากนี้ยังพบรูเปิดของระบบสืบพันธุ์และเพนิส (penis) ซึ่งเป็นส่วนของอวัยวะสืบพันธุ์ในหอยบางชนิดอีกด้วย

2.1.1 ส่วนหัว

ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของตัวหอย ส่วนใหญ่ด้านหน้าสุดของส่วนหัวจะมีปาก ในหอยบางชนิดส่วนหัวอาจยื่นยาวเรียวออกไปมากเรียกโพรบอสซิส (proboscis) (รูปที่ 13 ก) หรืออาจยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสเนท (snout) (รูปที่ 14 ข) ในกรณีหอยที่มีโพรบอสซิสหรือสเนทนั้นปากจะอยู่ที่ปลายส่วนดังกล่าว ด้านหลังปากจะพบเทนเทเคล 1-2 คู่แล้วแต่ชนิดของหอย บริเวณเทนเทเคลจะพบตาซึ่งส่วนใหญ่จะมีหนึ่งคู่ กรณีที่หอยมีเทนเทเคลหนึ่งคู่ อาจพบตาที่ปลายหรือโคนเทนเทเคลก็ได้ (รูปที่ 15) ในกรณีหอยที่มีเทนเทเคลสองคู่ เช่น หอยพัลโมเนต ตามักพบที่ปลายเทนเทเคลคู่หน้าซึ่งมักยาวกว่าเทนเทเคลคู่หลัง แต่ในหอยบางชนิดอาจพบตาสองคู่

2.1.2 ส่วนคอ

คอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทนเทเคล ในหอยโพธิ์แบรงเคียที่มีเพศแยกกัน หอยเพศผู้จะมีเวิร์จ (verge) หรือเพนิสบริเวณคอด้านบนหรือเทนเทเคลขวาอาจมีขนาดใหญ่กว่าเทนเทเคลซ้ายและทำหน้าที่เป็นเพนิส (รูปที่ 16)

2.1.3 แผ่นเท้า

แผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว ในหอยที่มีโอเพอร์คิวลัม แผ่นโอเพอร์คิวลัมจะอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า โดยทั่วไปแผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ามเนื้อหนา

2.1.4 แมนเทิล

แมนเทิลเป็นแผ่นเนื้อซึ่งอยู่ในซดสุดท้ายของเปลือกหอย หรืออยู่ในส่วนบอดีเวิร์ลของเปลือก แมนเทิลปกคลุมส่วนหัวและคอของเปลือกหอย ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิล

ของหอยโพโรโซแบรงเคียจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร เช่น เรกตรัมและเอนัส ไต และหัวใจ ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดจะมีรูเปิดของระบบสืบพันธุ์ และเอนัสอยู่ใกล้ ๆ กัน ในช่องแมนเทิลจะมีเหงือก ออสเฟรเดียมและต่อมไฮโปแบรงเคียล (hypobranchial gland) หรือต่อมเมือกสำหรับดักอาหาร

รงควัตถุ (pigment) ที่พบบนส่วนต่างๆ ของตัวหอยมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น รงควัตถุเมลานิน (melanin) รงควัตถุสีเหลือง แดง ส้ม และน้ำตาล เป็นต้น รงควัตถุอาจอยู่กระจัดกระจายอย่างสม่ำเสมอบนส่วนต่าง ๆ ของตัวหอย เช่น ส่วนหัว แผ่นเท้า ตา เทนเทเคิล แมนเทิล เป็นต้น หรืออาจรวมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดเป็นลวดลายต่าง ๆ (รูปที่ 16)

2.2 โครงสร้างภายใน เมื่อแกะเปลือกหอยออก ผ่าตัวหอยตามแนวยาวของลำตัว จะพบระบบอวัยวะภายใน เช่น ระบบสืบพันธุ์ ระบบประสาท และระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น

2.2.1 ระบบทางเดินอาหาร

ระบบทางเดินอาหาร หอยฝาเดียวมีการกินอาหารหลายแบบ เช่น กินพืชเป็นอาหาร (herbivore) กินสัตว์เป็นอาหาร (carnivore) กินซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยเป็นอาหาร หากินตามพื้นน้ำ กินอาหารที่ลอยอยู่ในน้ำ (suspension feeder) และพวกที่เป็นปรสิต เป็นต้น แม้ว่าหอยฝาเดียวจะมีการกินอาหารหลายแบบแต่มีลักษณะที่เหมือนกัน คือ (1) ใช้แรงดูดในการกินอาหาร (2) มีการย่อยอาหารทั้งหมดหรือบางส่วนเป็นแบบภายนอกเซลล์ (3) ส่วนใหญ่มีเอนไซม์ซึ่งสร้างจากต่อมน้ำลาย ถุงหลอดอาหาร (esophageal pouch) หรือตับอย่างใดอย่างหนึ่งหรือร่วมกันในการผลิตเอนไซม์ในการย่อยภายนอกเซลล์ (4) มีกระเพาะอาหารเป็นอวัยวะสำหรับการย่อยภายนอกเซลล์ และมีตับสำหรับดูดซึมอาหาร และการย่อยภายในเซลล์ในบางกรณี (5) จากผลการที่หอยบิดตัว (torsion) เป็นมุม 180° กระเพาะอาหารจะบิดตัวเป็นมุม 180° ตามไปด้วย ทำให้ส่วนปลายของหลอดอาหารติดต่อกับกระเพาะอาหารทางด้านท้ายของตัวหอยและส่วนลำไส้ซึ่งอยู่ที่ส่วนหน้าของตัวหอยบิดตัวด้วย อย่างไรก็ตามหอยที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้นมีแนวโน้มที่รูเปิดของหลอดอาหารสู่กระเพาะอาหารนั้นจะอยู่ที่ส่วนหน้าของตัวหอยเนื่องจากหอยกลุ่มนี้จะมีการบิดตัวกลับ (detorsion) และ (6) การเคลื่อนตัวของอาหารในระบบทางเดินอาหารอาศัยการพัดโบกของซิเลียที่บุตามผนังของระบบทางเดินอาหารมากกว่าการหดตัวของกล้ามเนื้อ

นักสังขวิทยา ได้แบ่งฟันหอยออกเป็นชนิดต่าง ๆ กัน (รูปที่ 17) โดยอาศัยจำนวนฟันหอยในหนึ่งแถววาง และรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ (สุชาติ อุปถัมภ์, 2538) (1) ไรพิดิโกลอสซา (rhipidoglossa) มีสูตรฟันเป็นแบบ $00 : \sim 5 : 1 : \sim 5 : 00$ ฟันริมมีจำนวนมาก รูปร่างยาวจัดเรียงตัวเหมือนพัด (2) โดโคกลอสซา (docoglossa) มีสูตรฟันเป็น $3 : 1 : (2+0+2) : 1 : 3$ ฟันกลางมีสี่ซี่ ฟันข้างสองซี่ และฟันริมมีหกซี่ (3) ทีนิโกลอสซา (taenioglossa) มีสูตรฟันเป็น $2 : 1 : 1 : 1 : 2$ ที่ปลายฟันกลางประกอบด้วยหยักมากมาย แต่หยักที่ใหญ่ที่สุดอยู่ตรงกลาง (4) ทีโนกลอสซา (ptenoglossa) มีสูตรฟันไม่แน่นอน (5) ราคิกกลอสซา (rachiglossa) มีสูตรฟันเป็น $1 : 1 : 1$ หรือ $0 : 1 : 0$ ฟันกลางประกอบด้วยซี่ฟันที่แหลมคม ฟันข้างกว้างเหมือนคราดประกอบด้วยซี่ฟันจำนวนมาก (6) โทโซกลอสซา (toxoglossa) มีสูตรฟันเป็น $1 : 0 : 0 : 0 : 1$ หรือ $1 : 0 : 1$ พบแต่ฟันริมซึ่งมีลักษณะยาว (7) สทีโนกลอสซา (stenoglossa) มีสูตรฟันผสมระหว่างราคิกกลอสซาและโทโซกลอสซา (8) จิมนโกลอสซา (gymnoglossa) ไม่มีฟันเนื่องจากเป็นพวกปรสิตร

ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด ในกรณีที่หอยมีโพรบอสซิสจะพบปากอยู่ที่ปลายโพรบอสซิส รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกริมฝีปาก (lip) ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล (buccal cavity) หรือฟาริงซ์ (pharynx) (รูปที่ 18) ภายในฟาริงซ์จะมีชากรรไกรและแรดูลาที่ใช้ในการดูดและบดอาหารซึ่งเป็นสารพวกเซลล์ ชากรรไกรอาจมีหนึ่งหรือสองอัน ถัดจากชากรรไกรไปทางด้านหลังคือแรดูลา ส่วนที่แรดูลาบรรจุอยู่เรียกโอดอนโทฟอร์ (odontophore) หรือบักคัลแมส (buccal mass) ด้านข้างของส่วนท้ายของหลอดอาหารยังมีต่อมน้ำลาย 1 - 2 คู่ซึ่งประกอบด้วยท่อ น้ำลายไปเปิดที่ฟาริงซ์บริเวณใกล้กับถุงแรดูลา

อาหารที่ถูกบดหรือเคี้ยวแล้วจะเคลื่อนจากฟาริงซ์ไปสู่หลอดอาหาร ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว (รูปที่ 18) หลอดอาหารจะเป็นส่วนที่ยาวที่สุดของระบบทางเดินอาหาร กระเพาะอาหารเป็นส่วนหนึ่งของระบบทางเดินอาหารที่พองออกเป็นถุงเห็นได้ชัดเจน กระเพาะอาหารอยู่ส่วนท้ายสุดของหลอดอาหาร และอยู่ติดต่อกับตับ รูเปิดของกระเพาะอาหารที่สำคัญสองรูคือรูที่ติดต่อกับหลอดอาหารและลำไส้ นอกจากนี้ยังมีท่อของตับซึ่งมีสองท่อมาเปิดในกระเพาะอาหารด้วย

ในหอยชั้นต่ำหลายชนิด ภายในกระเพาะอาหารส่วนท้ายมีถุงสไตล์ต์ ถุงสไตล์ต์เป็นส่วนของกระเพาะที่หดตัวเพื่อนำอาหารให้เคลื่อนไปสู่ลำไส้ และบรรจุโปรโตสไตล์ต์ (protostyle) ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งหมุนได้ ทำหน้าที่คนอาหารที่ยังย่อยไม่หมดเพื่อช่วยให้การย่อยเป็นไป

อย่างสมบูรณ์ ในหอยออร์เตอร์เมโซแกสโตรโพดาและหอยโอพิโซแบรงเคียบางชนิด บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะอาหารจะมีคริสทัลลีนสไตล์แทนโฟโทรสไตล์ คริสทัลลีนสไตล์มีลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร ในกระเพาะอาหารของหอยเหล่านี้จะมีส่วนผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวมันเรียก แกสตริกซัลด์ เพื่อป้องกันการเสียดสีกับคริสทัลลีนสไตล์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณแอนัสซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก

2.2.2 ระบบลำเลียง

หอยฝาเดียวจะมีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก (ctenidium) และอยู่ระหว่างไตกับตับ (รูปที่ 17) ปกติหัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและออร์เคิล 1 – 2 อัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิล นอกจากนี้บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออกเฟอร์เดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมสำหรับทดสอบสารเคมีในน้ำก่อนผ่านเข้าสู่เหงือก

2.2.3 ระบบขับถ่าย

อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียของหอยฝาเดียวคือไต ซึ่งอยู่ทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยจะอยู่หลังช่องแมนเทิลและอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ (รูปที่ 18) ปกติไตมีสีน้ำตาลแดง หรือสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะคล้ายถุง ผนังมีลักษณะเป็นคลื่นหรือเป็นลอนเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการขับสารรวมทั้งน้ำที่ไม่ต้องการออกสู่ภายนอก ของเสียในไตจะถูกกำจัดสู่เส้นเลือดที่ไหลผ่านไตหลังจากนั้นจะถูกส่งผ่านไปยังเหงือกและช่องแมนเทิลตามลำดับ หอยฝาเดียวจะมีไต 1 – 2 อัน นอกจากนี้ในหอยฝาเดียวส่วนใหญ่ ตับจะทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับถ่ายอีกด้วย ของเสียจากตับจะถูกขับออกจากร่างกายทางกระเพาะอาหารและลำไส้

2.2.4 ระบบสืบพันธุ์

หอยฝาเดียวส่วนใหญ่จะมีเพศแยกกัน อวัยวะสืบพันธุ์มีหนึ่งอันฝังอยู่ในตับ อวัยวะสืบพันธุ์คือรังไข่ในหอยเพศเมีย และเทสทิสในหอยเพศผู้ จากอวัยวะสืบพันธุ์ก็จะมีท่อสืบพันธุ์ (gonoduct) ซึ่งอาจมีลักษณะง่าย ๆ หรือซับซ้อนแล้วแต่สปีชีส์ ต่อจากท่อสืบพันธุ์นี้จะมีท่อสืบพันธุ์ส่วนที่สามซึ่งมีต้นกำเนิดจากแมนเทิลเรียกท่อสืบพันธุ์แพลเลียล (pallial duct) ส่วนของท่อสืบพันธุ์นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากกลายเป็นอวัยวะพิเศษต่าง ๆ เช่นที่ทำหน้าที่ในการเก็บสเปิร์ม เป็นต่อมโพรสเทต หรือ เป็นต่อมแอลบิวมิน ต่อมาสร้างแคลซูลในหอยเพศเมียเป็นต้น

ลักษณะทางโมเลกุล (Molecular marker)

ลักษณะทางโมเลกุลมี 2 ระดับ คือ ระดับโปรตีน เป็นการตรวจสอบที่โมเลกุลของโปรตีนชนิดต่าง ๆ และระดับดีเอ็นเอ ซึ่งตรวจสอบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ในโมเลกุลของดีเอ็นเอ

เครื่องหมายโปรตีน (Protein marker)

การตรวจสอบสิ่งมีชีวิตโดยใช้ความแตกต่างของโมเลกุลของโปรตีนใช้วิธีแยกโมเลกุลของโปรตีนด้วยเทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส แล้วจึงย้อมดูแถบของโปรตีนจำเพาะโดยใช้สารที่เหมาะสม เช่น การตรวจสอบรูปแบบของโปรตีนในเลือด นอกจากนี้ยังนิยมตรวจสอบรูปแบบของเอ็นไซม์บางชนิดหรือไอโซไซม์ต่าง ๆ ข้อดีของการตรวจสอบโปรตีน คือ สามารถตรวจได้หลายตำแหน่ง ค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก และแถบของโปรตีนหรือไอโซไซม์นี้ยังมีการข่มร่วมกันแบบ codominant ช่วยให้แยกความแตกต่างระหว่างแถบโปรตีนแบบโฮโมไซกัสและเฮเทอโรไซกัสได้

ข้อจำกัดของการตรวจสอบโปรตีนหรือไอโซไซม์ คือ จำนวนยีนที่ตรวจสอบได้ยังมีไม่มากนัก ไม่กระจายครอบคลุมทั้งจีโนม และต้องมีการแสดงออกของยีนที่ศึกษาจึงต้องเลือกเนื้อเยื่อและระยะเวลาที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ ผลที่ได้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อเยื่อ ระยะของการเจริญเติบโตและสิ่งแวดล้อมด้วย นอกจากนี้โปรตีนและเอนไซม์ยังสูญเสียสภาพธรรมชาติได้ง่าย จึงต้องวิเคราะห์ผลในเวลาจำกัด ไม่สามารถเก็บตัวอย่างไว้นานได้ ในแง่ของการตรวจสอบพบความแตกต่างในระดับโปรตีนยังมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับการตรวจสอบระดับดีเอ็นเอ เนื่องจากอัลลีลหรือรูปแบบของยีนที่แตกต่างกันนั้น นิวคลีโอไทด์ที่ต่างกันอาจไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโน หรือบางครั้งแม้ว่าการเปลี่ยนชนิดของกรดอะมิโนที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งแล้วก็ตาม อาจจะไม่มียีนผลต่อระยะทางการเคลื่อนที่ของโมเลกุลเมื่อทำอิเล็กโตรโฟรีซิส ทำให้ไม่สามารถตรวจพบความแตกต่างนั้น ๆ ได้ พบว่าการตรวจสอบระดับโปรตีนนี้ตรวจพบความแตกต่างของเครื่องหมายโปรตีนได้เพียง 30 เปอร์เซ็นต์ของที่เกิดการแทนที่เบสทั้งหมดเท่านั้น ทำให้ผลที่ตรวจสอบได้พบความแตกต่างต่ำกว่าที่เป็นจริง

เครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker)

การตรวจสอบในระดับดีเอ็นเอมีข้อดีกว่าการตรวจสอบโปรตีน คือ โมเลกุลของดีเอ็นเอมีความเสถียรมากกว่าจึงเก็บไว้ได้นาน สามารถวิเคราะห์จากตัวอย่างที่ถูกเก็บไว้เป็นเวลายาวนานได้ และเนื่องจากดีเอ็นเอเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ภายในเซลล์เกือบทุกเซลล์ในปริมาณเท่ากัน จึงสามารถตรวจสอบดีเอ็นเอจากเนื้อเยื่อใด ๆ ระยะการเจริญเติบโตหรือสภาพทางสรีรวิทยาใดก็ได้โดยไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อม ตรวจสอบดีเอ็นเอจากส่วนที่เป็นยีนหรือไม่ใช่ยีนก็ได้ จะมีการแสดง

ออกหรือไม่ก็ได้จึงตรวจสอบได้โดยไม่จำกัด ครอบคลุมทั้งจีโนม ประกอบกับมีวิธีตรวจสอบเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบต่าง ๆ ให้เลือกมากมาย ทำให้การใช้ดีเอ็นเอเป็นเครื่องหมายทำได้อย่างกว้างขวาง ประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ได้ไม่จำกัด

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส (Electrophoresis)

อิเล็กโทรโฟรีซิส เป็นเทคนิคที่ใช้แยกโมเลกุลของสารที่มีประจุออกจากกันโดยใช้กระแสไฟฟ้า โดยให้สารที่มีประจุนั้นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางชนิดหนึ่งในสารละลาย สารที่มีประจุต่างกันจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้าม เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสสามารถแยกโปรตีนโดยเฉพาะพวกเอนไซม์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกันหรือโมเลกุลที่มีขนาดเท่ากันแต่มีประจุไฟฟ้าต่างกันได้โดยอาศัยหลักการที่ว่าโปรตีนประกอบด้วยสายโพลีเปปไทด์ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ ที่มีประจุมาต่อกันเป็นโปรตีน ในกรดอะมิโนทั้ง 20 ชนิดนั้นมีอยู่ 5 ชนิดที่มีประจุ คือ ไลซีน (lysine) อาร์จินีน (arginine) และฮิสติดีน (histidine) มีประจุบวก ส่วนกรดแอสพาร์ติก (aspartic acid) และกรดกลูตามิก (glutamic acid) มีประจุลบ ดังนั้นสายโพลีเปปไทด์แต่ละสายซึ่งประกอบด้วยลำดับของกรดอะมิโนชนิดต่างๆ กัน ก็จะมีชนิดและปริมาณประจุสุทธิต่างกัน ตามจำนวนกรดอะมิโนที่มีประจุ ซึ่งปรากฏอยู่ในสายโพลีเปปไทด์นั้น ๆ ดังนั้นจะเห็นว่าแม้โปรตีน 2 ชนิดจะมีกรดอะมิโนต่างกันเพียงเล็กน้อยประจุสุทธิของโปรตีนนั้น ๆ ก็จะแตกต่างกัน ซึ่งมีผลให้โปรตีนเหล่านั้นเคลื่อนที่ในสนามไฟฟ้าด้วยความเร็ว และ/หรือ ทิศทางที่ต่างกัน (อุทัยรัตน์, 2543) นอกจากประจุแล้วอัตราการเคลื่อนที่ยังขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่างโมเลกุล แรงเคลื่อนไฟฟ้าและตัวกลางที่ใช้ด้วย (ดร.สุรินทร์, 2545)

1. ขนาดของโปรตีน โปรตีนที่มีโมเลกุลขนาดเล็กจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าโปรตีนที่มีขนาดใหญ่
2. เปอร์เซนต์และชนิดของเจล ถ้าเพิ่มความเข้มข้นหรือเปอร์เซนต์เจลโมเลกุลของโปรตีนจะเคลื่อนที่ได้ช้าลง โดยเจลที่นิยมใช้คือโพลีอะครีลาไมด์เจล (polyacrylamide gel) และอะกาโรสเจล (agarose gel)

อะกาโรสเจล (agarose gel) อะกาโรสเจลเป็นโพลีเมอร์ของ D-galactose สลับกับ 3,6-anhydrogalactose แยกได้จากวุ้น (agar) เนื่องจากอะกาโรสจับตัวกับสารต่าง ๆ ได้น้อยมาก จึงนิยมใช้เป็นตัวกลางในการทำอิเล็กโทรโฟรีซิส

โพลีอะครีลาไมด์เจล (polyacrylamide gel) โพลีอะครีลาไมด์เจลเกิดจากการรวมตัวของอะครีลาไมด์ (acrylamide) และบิสอะครีลาไมด์ (N,N'-methylene bisacrylamide หรือ

เรียกสั้น ๆ ว่า bisacrylamide) โมเลกุลเดี่ยวมารวมตัวกันเป็นโพลีเมอร์ซึ่งมีลักษณะเป็นร่างแห เป็นโมเลกุลที่สังเคราะห์ขึ้นทางเคมี จึงมีความสม่ำเสมอควบคุมขนาดได้ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีใด มีความใส มีความคงตัวของ pH อุณหภูมิ และมี ionic strength กว้าง สามารถปรับขนาดของช่องในโพลีเมอร์ได้จึงเหมาะสมสำหรับเป็นตัวกลางในการแยกโมเลกุลของโปรตีนและดีเอ็นเอ

อะครีลาไมด์เป็นโมเลกุลพื้นฐานในเจล โดยมีบิสอะครีลาไมด์เป็นตัวเชื่อมต่อโมเลกุลทั้งหมดให้ประสานกันเป็นร่างแห (crosslinking agent) ดังนั้นขนาดของช่อง (pore size) จึงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอะครีลาไมด์และเปอร์เซ็นต์ของบิสอะครีลาไมด์ที่มีในเจลทั้งหมด การบอกความเข้มข้นของเจลจึงมี 2 ค่า คือ

1. %T (total) = ความเข้มข้นเป็นเปอร์เซ็นต์ของโมเลกุลเดี่ยวทั้งหมด (อะครีลาไมด์ + บิสอะครีลาไมด์)
2. %C (crosslinker) = ความเข้มข้นเป็นเปอร์เซ็นต์ของบิสอะครีลาไมด์เทียบกับความเข้มข้นของโมเลกุลเดี่ยวทั้งหมด

ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของบิสอะครีลาไมด์ ขนาดของช่องจะเล็กลง และจะเล็กที่สุดเมื่อ C มีค่าเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเพิ่มค่า C จะได้ร่างแหขนาดใหญ่และช่องจะกว้างขึ้น เช่น เมื่อใช้เจลที่มีความเข้มข้น T เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์และ C เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ จะได้เจลที่มีช่องขนาด 20 นาโนเมตร แต่ถ้าใช้เจลที่มีความเข้มข้น T เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์และ C เท่ากับ 30-50 เปอร์เซ็นต์จะได้เจลที่มีช่องขนาดประมาณ 500-600 นาโนเมตร ถ้าเตรียมโพลีอะครีลาไมด์โดยไม่ใส่บิสอะครีลาไมด์จะได้โพลีเมอร์เป็นสายยาวเท่านั้นเรียกว่า linear polyacryl -amide

การจับตัวเป็นโพลีเมอร์ (polymerization) ของอะครีลาไมด์กับบิสอะครีลาไมด์เริ่มต้นด้วยเติมสารแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต (ammonium persulfate) หรือไรโบฟลาวิน (riboflavin) และใส่ N,N,N',N'-tetramethylethylenediamine (TEMED) หรือ 3'-dimethylamino-propionitrile (DMAPN) เพื่อเร่งให้เกิดปฏิกิริยาการจับตัวเป็นโพลีเมอร์

ระบบแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟตและ TEMED TEMED จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ (free radical) จากแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ทำให้เกิดการเริ่มต้นปฏิกิริยาการจับตัวของอะครีลาไมด์และบิสอะครีลาไมด์เป็นโพลีเมอร์ ดังนั้นถ้าเพิ่มปริมาณ TEME หรือแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต จะเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดการจับตัวเป็นโพลีอะครีลาไมด์ได้เร็วขึ้น

ระบบไรโบฟลาวินและ TEMED อาศัยแสงเพื่อเริ่มต้นปฏิกิริยาการจับตัวเป็นโพลีเมอร์ โดยไรโบฟลาวินจะสลายตัวเกิดเป็นอนุมูลอิสระเมื่อได้รับแสง จึงทำให้เกิดการจับตัวของอะครีลา

ไมด์และบิสอะครีลาไมด์เป็นโพลีเมอร์ได้โดยไม่จำเป็นต้องมี TEMED แต่ถ้ามี TEMED ปฏิกริยาจะเกิดได้ดีกว่าและได้เจลที่สม่ำเสมอกว่า

ปฏิกิริยาการจับตัวเป็นโพลีเมอร์จะเกิดได้ช้าหรือไม่เกิดเลยถ้าค่า pH ต่ำและปฏิกิริยายังถูกยับยั้งด้วยออกซิเจนด้วย ดังนั้นบางครั้งจึงต้องกำจัดออกซิเจนก่อนโดยใช้ปั๊มดูดอากาศออก (degas) ก่อนที่จะเติม TEMED และแอมโมเนียเปอร์ซัลเฟต หรือโรโบฟลาวิน

อะครีลาไมด์และบิสอะครีลาไมด์โมเลกุลเดี่ยว เป็นสารที่เป็นพิษและสามารถดูดซึมผ่านผิวหนังได้ จึงควรสวมถุงมือขณะปฏิบัติงาน โพลีอะครีลาไมด์เจลใช้ได้ทั้งแบบ native gel และ denaturing gel (รูปที่ 19)

3. แรงเคลื่อนไฟฟ้า (voltage) ถ้าเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าโปรตีนจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นในการแยกขนาดของโปรตีนโดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสนี้ ต้องใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เหมาะสม ถ้าใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงเกินไปโปรตีนเคลื่อนที่ได้เร็ว แต่การแยกตัวจะไม่ดี ถ้าใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ำเกินไปโปรตีนจะเคลื่อนที่ช้า แยกตัวได้ดี แต่แถบโปรตีนจะไม่คมชัด เพราะเกิดการแพร่ (diffusion) ของโปรตีน

4. บัฟเฟอร์ที่ใช้ ชนิดของบัฟเฟอร์มีผลต่อการเคลื่อนที่ของโปรตีน บัฟเฟอร์ที่นิยมใช้มี 3 ชนิด คือ TAE (Tris-acetate, EDTA), TAB (Tris-borate, EDTA) และ TPE (Tris-phosphate, EDTA) ซึ่งมีข้อดีข้อเสียต่างกัน TBE นิยมใช้ที่ความเข้มข้น 0.5 เท่า ใช้แยกได้ดี มีความสามารถเป็นบัฟเฟอร์ได้ดี (buffering capacity) ได้ดี แต่สามารถเกิดปฏิกิริยากับอะกาโรสเจลได้ TAE ใช้ได้ทั่วไป แต่มีความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ต่ำ จึงไม่ควรใช้ในกรณีที่ทำอิเล็กโทรโฟรีซิสเป็นเวลานานมากหรือควรให้มีการหมุนเวียนของบัฟเฟอร์ ส่วน TPE มีความสามารถเป็นบัฟเฟอร์ได้ดี แต่ไม่เหมาะถ้ามีการสกัดโปรตีนด้วยเอทานอล เพราะจะเกิดการตกตะกอนของฟอสเฟตด้วย การเลือกใช้บัฟเฟอร์แต่ละชนิดจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดลอง

วิธีการของการแยกสารด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส ทำได้โดยการนำเนื้อเยื่อจากอวัยวะที่สร้างโปรตีนชนิดนั้นๆ มาบดแล้วแยกโปรตีนออกจากเนื้อเยื่อ โดยอาจแยกด้วยน้ำหรือสารละลายบัฟเฟอร์ หรือถ้าใช้ตัวอย่างจากน้ำเลือดก็สามารถนำมาศึกษาได้ทันที ใส่โปรตีนลงในช่องเล็กๆ บนแผ่นเจล ซึ่งอาจเป็นแป้ง (starch gel) หรือโพลีอะครีลาไมด์ (polyacrylamide) จากนั้นปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านโดยใช้ไฟกระแสตรง (ที่มีความต่างศักย์หรือปริมาณกระแสคงที่) โมเลกุลของโปรตีนก็จะเคลื่อนที่ โดยพวกที่มีประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปสู่ขั้วลบ (cathode) โปรตีนประจุลบจะเคลื่อนที่ไปสู่ขั้วบวก (anode) อัตราความเร็วของการเคลื่อนที่ขึ้นกับขนาดของประจุ จากนั้นจึงนำแผ่นเจลมาผ่านกระบวนการย้อมสีจำเพาะสำหรับเอนไซม์แต่ละชนิดที่ต้องการ

ศึกษาซึ่งจะปรากฏเป็นแถบสีหรือแบนด์ (band) บนแผ่นเจลในตำแหน่งต่าง ๆ กัน จากลักษณะของแถบโปรตีนที่ปรากฏ (electromorph) ก็จะสามารถบอกถึงยีนในไทป์ที่น่าจะเป็นของยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนชนิดนั้นๆ ได้

หลักการตรวจวัดความสัมพันธ์ระหว่างประชากรจากผลเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส

รูปแบบของแถบสีที่แสดงออกนั้น จัดได้ว่าเป็นรูปแบบทั้งของฟีโนไทป์ และจีโนไทป์ได้ด้วยเพราะโดยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสการแสดงออกของอัลลีลเป็นโคโดมิแนนซ์ (codominance) คือทุกอัลลีลมีโอกาสแสดงออก ยีนตำแหน่งหนึ่งอาจมีรูปอัลลีลมากกว่าสองรูป รูปของเอนไซม์ที่กำหนดมาจากอัลลีลต่างกันของยีนเดียวกัน เรียกว่า อัลโลไซม์ (allozymes) นอกจากนี้โปรตีนหรือเอนไซม์ชนิดหนึ่งๆ อาจถูกกำหนดด้วยยีนมากกว่าหนึ่งตำแหน่ง รูปโปรตีนที่สร้างขึ้นมาจากต่างยีนเรียกว่า ไอโซไซม์ (isozymes) ยีนจำนวนมากในประชากรของสิ่งมีชีวิตมีรูปแบบอัลลีลหลายรูป กล่าวได้ว่ายีนนั้นเป็นโพลิมอร์ฟิก (polymorphic) (โดยทั่วไปจะใช้เกณฑ์กำหนดอัลลีลที่มีความถี่สูงสุดต้องมีค่าน้อยกว่า 0.95 ถ้ามากกว่า 0.95 แม้จะมีรูปอัลลีลหลายรูปก็ไม่ถือว่าเป็นนั้นเป็นโพลิมอร์ฟิก) (ยูพา และคณะ, 2546) จากการที่ยีนแต่ละตำแหน่งอาจมีอัลลีลมากกว่า 2 อัลลีล จึงต้องมีการกำหนดชื่อของยีนอย่างเป็นระบบ และจากยีนที่ปรากฏสามารถบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างประชากรได้จากการคำนวณหาค่าความหลากหลายทางพันธุกรรม

การกำหนดชื่อของอัลลีลและยีน

การศึกษาไอโซไซม์สัญลักษณ์ที่ใช้เรียกเอนไซม์ และตำแหน่งของแถบเอนไซม์ที่ปรากฏนั้นจะแทนด้วยอักษรย่อของชื่อเอนไซม์ที่ใช้ ตัวอย่างเช่น MDH ย่อมาจาก malate dehydrogenase เป็นสัญลักษณ์ในการกล่าวถึงเอนไซม์ธรรมา *Mdh* ใช้เมื่อกล่าวถึงตำแหน่งของยีน (loci) ถ้ามีมากกว่า 1 ตำแหน่งจะใส่ตัวเลขกำกับลงไป เช่น *Mdh-1* การให้ตัวเลขมี 2 ระบบคือระบบ เลขที่มีค่าน้อยที่สุด (1) คือแถบโปรตีนที่วิ่งเร็วที่สุด หรือระบบเลขที่มีค่าน้อยที่สุด คือแถบโปรตีนที่วิ่งช้าที่สุด แต่ละตำแหน่งอาจมีแถบเอนไซม์มากกว่า 1 อัลลีลก็จะมีการตั้งชื่อเป็นตัวยกอยู่ข้างบน *Mdh - 1^a*, *Mdh - 1^b* (Andrew, 1999 และ Komalamisra, lecture)

อัลลีล 1 ตำแหน่งจะประกอบไปด้วยอัลลีลอยู่เป็นคู่ ถ้าเหมือนกันจะ coat polypeptide ตำแหน่งเดียวกันจึงเห็นแถบเอนไซม์เดียว แต่ถ้าต่างกันจะ coat polypeptide 2 ชนิด จะเห็นแถบเอนไซม์ 2 แถบเรียกเฮเทอโรไซโกต (heterozygote)

การหาความถี่ของอัลลีลและยีน

ความถี่ของยีนหรืออัลลีลคำนวณได้จากจีโนไทป์ต่างๆ ของยีนตำแหน่งหนึ่งๆ ที่ปรากฏในประชากร หรือจากความถี่จีโนไทป์ ความถี่คำนวณได้โดยการรวมจำนวนอัลลีลชนิดเดียวกันที่ปรากฏในจีโนไทป์ต่างๆ และหารด้วยจำนวนรวมของอัลลีลของยีนตำแหน่งเดียวกันทั้งหมดในประชากร หรือคำนวณจากสูตร $f = 2H_0 + H_h / 2N$ เมื่อ H_0 = จำนวนยีนที่มียีนโนไทป์เป็นแบบโฮโมไซกัส H_h = จำนวนยีนที่มียีนโนไทป์เป็นแบบเฮเทอโรไซกัส และ N = จำนวนตัวอย่างแต่ละพื้นที่ (Ayala 1980 และ Weaver, 1991)

ค่าความถี่ของอัลลีลและจีโนไทป์ใดๆ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 หากประชากรใดมีความถี่อัลลีลเท่ากับ 1 หมายความว่ายีนตำแหน่งนั้นมีอัลลีลเพียงรูปเดียวในประชากร หรืออาจกล่าวได้ว่าอัลลีลนั้นได้เกิดฟิกส์ (fixed) ในประชากรนั้น หรือยีนเป็นโมโนมอร์ฟิก (monomorphic)

จากข้อมูลความถี่ยีน สามารถนำไปคำนวณค่าที่แสดงความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากรตลอดจนความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรเหล่านั้นได้

ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร สามารถบอกได้ด้วยข้อมูลหลายลักษณะ ได้แก่

1. ร้อยละของยีนในสภาวะหลากหลายรูปแบบ (percent polymorphic loci) คือ สัดส่วนของยีนที่มีอัลลีลมากกว่า 1 อัลลีลคิดเป็นร้อยละของจำนวนยีนที่ศึกษาทั้งหมดสำหรับการศึกษาที่มีจำนวนตัวอย่างประชากรน้อยใช้เกณฑ์ว่า ยีนที่ดีกว่าหลากหลายรูปแบบต้องมีความถี่ของอัลลีลที่พบมากที่สุดไม่เกิน 0.95 (P_{95}) สำหรับการศึกษามีจำนวนตัวอย่างต่อประชากรตั้งแต่ 100 ขึ้นไปสามารถใช้เกณฑ์ P_{99} ได้

2. จำนวนอัลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง (number of alleles per locus) โดยนับจำนวนอัลลีลที่ศึกษาทั้งหมดทุกตำแหน่ง แล้วนำมาหารด้วยจำนวนตำแหน่งของยีนทั้งหมดที่ทำการศึกษา

3. เฮเทอโรไซโกต (heterozygosity) หมายถึงความถี่ของเฮเทอโรไซโกตต่อยีน 1 ตำแหน่งจะคำนวณทั้งค่าจริง (H_0) และค่าตามทฤษฎี (H_e) โดยที่ค่า

H_0 (observed heterozygosity) คือสัดส่วนของเฮเทอโรไซกัส จีโนไทป์เฉลี่ยต่อตำแหน่ง คำนวณได้จากข้อมูลจริง

H_e (expected heterozygosity) เป็นค่าเฮเทอโรไซโกซิตี ที่ได้จากการคำนวณทางอ้อม โดยตั้งสมมุติฐานว่าประชากรนั้นอยู่ในสภาพสมดุล ดังนั้นความถี่ของจีโนไทป์โฮโมไซโกตเท่ากับ $p^2 + q^2$ และความถี่ของเฮเทอโรไซโกต $= 1 - (p^2 + q^2)$

สามารถเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่าง H_0 และ H_e โดยวิธีทดสอบไคสแควร์ (χ^2) $= (H_0 - H_e)^2 / H_e$ เพื่อทดสอบความเบี่ยงเบนจากสมดุล ฮาร์ดี – ไวน์เบิร์ก (Hardy – Weinberg principle) ที่กล่าวไว้ว่าความถี่ของอัลลีลจะคงที่เสมอทุกชั่วรุ่นตราบเท่าที่ไม่มีปัจจัย 4 ประการเกิดขึ้น คือ มิวเทชัน (mutation) การอพยพย้ายถิ่นหรือการไหลของยีน (migration or gene flow) แรนดอมเจเนติกดริฟต์หรือดริฟต์ (random genetic drift or drift) และการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection)

ความหลากหลายทางพันธุกรรมระหว่างประชากร

ระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance, D) ระยะห่างทางพันธุกรรมเป็นค่าที่บอกจำนวนของยีนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปภายในยีนแต่ละตำแหน่ง หลังจากทีประชากรทั้งสองเริ่มแยกจากกัน สามารถคำนวณได้จากค่าความเหมือนทางพันธุกรรม (genetic identity, I)

ประชากร 2 ประชากร คือ X และ Y มีค่าความถี่ของอัลลีล i^{th} ในประชากร X เป็น x_i และ ความถี่ของอัลลีล i^{th} ในประชากร Y เป็น y_i ค่า Nei's coefficient of genetic identity (I) ระหว่างประชากร 2 กลุ่มคำนวณได้จาก $I = \sum x_i y_i / \sqrt{(\sum x_i^2 \sum y_i^2)}$

เมื่อ x_i และ y_i คือความถี่อัลลีลของประชากร X และ Y ตามลำดับ โดยที่ค่า $I = 1$ ได้เมื่อลักษณะ monomorphic ในประชากร X และ Y เกิดขึ้นที่อัลลีลเดียวกัน และค่า $I = 0$ เมื่อ monomorphic ในประชากร X และ Y เกิดขึ้นต่างอัลลีลกัน ค่าเฉลี่ยเจเนติกไอดentity และค่าระยะห่างทางพันธุกรรมคำนวณได้จาก

$$I = J_{xy} / \sqrt{J_x J_y} \text{ และ } D = -\ln I \text{ หรือ } D = -\log_e I$$

โดยที่ $J_x = \sum x_i^2$ และ $J_y = \sum y_i^2$ จากข้อมูลระยะห่างทางพันธุกรรมที่ได้สามารถนำมาสร้างความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการได้โดยวิธีการต่างๆ เช่น UPGMA (unweighted – pair – group method)

ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรที่อยู่ใกล้กันมักมีค่าต่ำ แต่ถ้ามีสิ่งกีดขวางตามสภาพภูมิศาสตร์ค่า D ก็สูงขึ้น ค่า D ของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันในระดับประชากรจะมีค่าประมาณ 0.01 ถ้า D มีค่าใกล้เคียง 0.1 ประชากร 2 กลุ่มนั้นจะแตกต่างกันในระดับชนิดย่อย (subspecies) ถ้าความแตกต่างประมาณ 1 แสดงว่าประชากร 2 กลุ่มนั้นต่างชนิดกัน (อุทัยรัตน์, 2543)

ความสำคัญของหอยต่อทางการแพทย์และสัตวแพทย์

โดยปกติหอยน้ำจืดมีความสัมพันธ์กับวงจรชีวิตของปรสิตคือ หอยน้ำจืดฝาดเดียว สามารถเป็นโฮสต์ตัวกลาง (intermediate host) ของปรสิต (parasite) ที่ก่อโรคในคน และในสัตว์ได้ หอยน้ำจืดฝาดเดียวซึ่งเป็นโฮสต์ตัวกลางที่มีความสำคัญของหอยต่อทางการแพทย์ และสัตวแพทย์ในประเทศไทยนั้น พบสังกัดอยู่ในสองอันดับคือ อันดับเมโซแกสโทรโพดา และอันดับเบซอมมาโทโฟรา (สุชาติ, 2538) หอยน้ำจืดได้รับเชื้อปรสิตจากการกินพืชพยาธิ ที่ปนออกมากับอุจจาระ หรือจากตัวอ่อนพยาธิระยะไมราซิเดียม (miracidium) ไซเข้าสู่หอย แล้วเจริญไปเป็นตัวอ่อนระยะสปอโรซิสต์ (sporocyst) มีลักษณะเป็นถุงผนังบาง ภายในมี germ cell สปอโรซิสต์เจริญต่อไปเป็นตัวอ่อนระยะเรเดีย (redia) ซึ่งมี รูปร่างเป็นถุงมีปาก คอหอย และลำไส้ ลักษณะรูปร่างมีการเจริญ เพิ่มจำนวนโดยไม่อาศัยเพศ ตัวอ่อนที่เพิ่มขึ้นนี้จะ เจริญเป็นตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรีย (cercariae) ลำตัวรูปรี มีหาง รูปร่างลักษณะทั่วไปคล้าย ตัวเต็มวัย เมื่อตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเจริญเต็มที่ จะไชออกจากหอยว่ายไปในน้ำ เมื่อพบ โฮสต์ที่เหมาะสมซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัตว์น้ำ ได้แก่ กุ้ง ปู ปลา จะไชเข้าไปแล้วสลัดหางทิ้ง สร้างถุงซิสต์กลายเป็นตัวอ่อนระยะเมตาเซอร์คาเรีย (metacercariae) ซึ่งเป็นระยะติดต่อ เมื่อ โฮสต์สุดท้าย (definitive host) เช่นคน และสัตว์มีกระดูกสันหลัง ซึ่งเป็นโฮสต์จำเพาะกิน เข้าไป ตัวอ่อนเหล่านั้นจะเจริญเป็นตัวเต็มวัย ยกเว้นตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียกลุ่ม furcocercus cercaria สามารถติดต่อเข้าสู่โฮสต์สุดท้ายด้วยวิธีไชเข้าทางผิวหนังโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านโฮสต์กึ่งกลางตัวที่ 2 (รูปที่ 20)

เนื่องจากเซอร์คาเรียเป็นตัวอ่อนที่มีลักษณะรูปร่างคล้ายตัวเต็มวัย จึงใช้เซอร์คาเรีย ศึกษาแทนตัวเต็มวัยของพยาธิใบไม้ (Malek, 1922) การเจริญเติบโตของเซอร์คาเรียสมบูรณ์ ได้ติดตั้งอาศัยปัจจัยของอุณหภูมิ และแสงเป็นสำคัญ และในการออกมาแต่ละครั้ง/วัน มี จำนวนเซอร์คาเรียนมากเป็นพันตัว ซึ่งจะออกได้ทุกวันจนกว่าหอยจะตาย (อุณหภูมิที่เหมาะสม ประมาณ 24–28 °C) และเมื่อออกจากเนื้อเยื่อหอยแล้วเซอร์คาเรียต้องปรับตัวให้มีชีวิตรอดใน สภาพแวดล้อมนั้นๆ จึงทำให้สามารถสังเกต และศึกษาพฤติกรรมในการดำรงชีวิตอิสระในน้ำได้ (ใช้เวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ในการหาโฮสต์ตัวใหม่) โดยสังเกตพฤติกรรมของการเคลื่อนไหว ลำตัว และส่วนหาง ในการว่ายน้ำและในขณะพัก ซึ่งเซอร์คาเรียส่วนมากจะใช้ส่วนหาง เคลื่อนไหวในการว่ายน้ำ แต่มีเซอร์คาเรียบางชนิดที่มีหางสั้น หรือไม่มีหางเลยจะเคลื่อนไหว โดยการคลานบนพื้นแทน (Schmidt, 1981) และใช้ส่วนลำตัวในการดิน (การยึด – การ หด) พร้อมกัน ความสามารถในการว่ายน้ำได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับชนิดของเซอร์คาเรีย

เพราะบางชนิดมีความไวต่อแสงทำให้ว่ายกระจายอยู่ทั่วบริเวณผิวน้ำ บางชนิดจะลอยอยู่เป็นกลุ่ม บางชนิดมีความไวต่อแสงเข้าจะคลานอยู่บริเวณก้นแหล่งน้ำ และบางชนิดอยู่สงบนิ่งที่ก้นแหล่งน้ำจนพบโฮสต์สุดท้าย

ชนิดของตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย

Luhe (1909) เป็นคนแรกที่จัดจำแนกกลุ่มของเซอร์คาเรีย โดยอาศัยลักษณะภายนอก เช่น อวัยวะดูดเกาะ (sucker), collar spines, stylet, finfold บนหาง เป็นต้น ต่อมาได้มีการพัฒนาการศึกษาชนิดของเซอร์คาเรียมากขึ้น โดย Faust (1924) ได้กำหนดรูปแบบสูตรของ flame cell ทำให้การพิจารณา รูปร่างของเซอร์คาเรียในการจัดจำแนกกลุ่มสมบูรณ์ขึ้น Schell (1962), Malek and Chang (1974) อธิบายลักษณะรูปร่างของเซอร์คาเรีย และจัดกลุ่มเซอร์คาเรียออกเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้ (รูปที่ 21)

1. กลุ่ม Furcocercous cercariae ลักษณะเด่นของกลุ่มเซอร์คาเรียนี้ คือ มีหางแฉก หรือหางส้อม (forktail cercariae) จึงเรียกเซอร์คาเรียในกลุ่มนี้ว่า forktail cercariae เมื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยจัดเป็นพยาธิใบไม้วงศ์เดียวที่แยกเพศผู้และเพศเมียอยู่คนละตัว และมี oral sucker, ventral sucker รูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก โดยทั่วไปแล้วพยาธิตัวอ่อนระยะไมราซิเดียมจะไชเข้าสู่หอยที่เหมาะสมแล้วพัฒนาไปเป็นระยะสปอโรซีสต์ 2 รุ่น และพัฒนาต่อไปเป็นระยะเซอร์คาเรียซึ่งเป็นระยะติดต่อกับคนหรือสัตว์ต่อไป เซอร์คาเรียนี้ สามารถแยกออกได้ 2 ชนิด

1.1 Longifurcate pharyngeate type (รูปที่ 21ก) เป็นเซอร์คาเรียอยู่ใน Superfamily Strigeoidea ลักษณะเด่น คือ ปลายหางแฉกยาวกว่าส่วนต้นหาง หรือได้สัดส่วนกับส่วนต้นหาง ลำตัวกลมรี มี oral sucker, pharynx, intestinal caeca สมบูรณ์ มี ventral sucker หรือพบเป็นเซลล์ชั้นเริ่มต้น มี penetrating gland 1 ชนิดภายในลำตัว, eye spots มี pigment หรือไม่มี, มี finfold ที่ปลายหางแฉก ระบบขับถ่ายแบบ mesostomate และ excretory bladder แบบบาง (thin - epithelial) เซอร์คาเรียเจริญในสปอโรซีสต์ และเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อนระยะเมตาเซอร์คาเรีย ในเนื้อเยื่อของโฮสต์ที่กลางตัวที่ลอก

1.2 Brevifurcate apharyngeate type (รูปที่ 21ข) เป็นเซอร์คาเรียอยู่ใน Superfamily Schistosomatoidea ลักษณะเด่น คือ ปลายหางแฉกจะสั้นกว่าส่วนต้นหาง ลำตัวกลมรี มี oral sucker ที่เปลี่ยนแปลงเป็น extensile penetration organ, ไม่มี pharynx และ intestinal caeca, มี ventral sucker, มี penetrating gland 2 ชนิดภายในลำตัว,

eye spots มี pigment, บางชนิดมี finfold ที่ลำตัว, เซอร์คาเรียเจริญใน sporocyst มีระบบขับถ่ายแบบ mesostomate และ excretory bladder แบบบาง (thin epithelial) มีรูเปิด excretory ที่ปลายหางแฉก

2. กลุ่ม Pleurolophocercous cercariae (รูปที่ 21ข) เป็นเซอร์คาเรียอยู่ใน Superfamily Opisthorchiodea และ Heterophyidae ลักษณะเด่น คือ มีลำตัวกลมรี ภายในลำตัวพบ penetrating gland และ cystogenous gland มี ventral sucker หรือไม่มี หรือหายไป, eye spots มี pigment, ส่วนหางมี finfold ทั้งด้านข้าง (lateral finfold) หรือตรงกลางสันหาง (dorsoventral finfold) มีระบบขับถ่ายแบบ mesostomate และ excretory bladder แบบหนา (thick epithelial) เซอร์คาเรียเจริญในเวเดีย และเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อนระยะเมตาเซอร์คาเรียในปลา

3. กลุ่ม Monostome cercariae (รูปที่ 21ค) เป็นเซอร์คาเรีย อยู่ใน Superfamily Notcotyloidea ลักษณะเด่นของเซอร์คาเรีย คือ มีขนาดใหญ่ และมีกล้ามเนื้อรอบ oral sucker ไม่มี ventral sucker ไม่มีคอหอย อาจมีตา 2 หรือ 3 อัน, มี eye spots อยู่ในส่วนหัวของลำตัว, มีระบบขับถ่ายแบบ stenostomate และ excretory bladder แบบบาง (thin nonepithelial) มีอวัยวะเกาะติดอยู่ด้านท้ายของลำตัว (adhesive organ) มี cystogenous gland ในลำตัว มีความไวต่อแสง เจริญในเวเดีย และเจริญสมบูรณ์ในเนื้อหอย ตัวอย่างของเซอร์คาเรียในกลุ่มนี้ คือ *Notocotylus seineti* พยาธิตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของเป็ด นอกจากนี้ *Notocotylus* spp. ยังเป็นปรสิตในกวาง และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอีกด้วย

4. กลุ่ม Gymnocephalous cercariae (รูปที่ 21ง) เป็นเซอร์คาเรียอยู่ใน Family Fasciolidae ลักษณะเด่น คือ ลำตัวกลม มี cystogenous gland มากมาย มีอวัยวะช่วยเกาะอยู่ที่ส่วนหัว (oral sucker) และส่วนท้อง (ventral sucker) ส่วนหางตรงธรรมดาไม่มี finfold ว่ายน้ำช้า อาศัยอยู่บริเวณก้นแหล่งน้ำ เซอร์คาเรียเจริญใน redia และเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อนระยะ metacercariae เกาะบนพืชน้ำ ในปลา หรือสัตว์เลื้อยคลาน ตัวอย่างของเซอร์คาเรียในกลุ่มนี้ Family Heterophyidae ซึ่งพยาธิตัวเต็มวัยจะเป็นปรสิตที่ทำให้เกิดพยาธิใบไม้ในลำไส้ของ นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และบางครั้งก็ทำให้เกิดโรคในคนได้ Family Opisthorchiidae ตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่ในท่อน้ำดีในตับหรือท่อน้ำดีใหญ่ของสัตว์เลื้อยคลาน นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และอาจจะทำให้เกิดโรคในคนได้ Family Fasciolidae ตัวเต็มวัยจะอาศัย

อยู่ในตับและท่อน้ำดีของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (แกะ, วัว, ควาย) และบางครั้งอาจจะทำให้เกิดโรคในคนได้ เช่น พวก *Fasciola* spp.

5. กลุ่ม Echinostome cercariae (รูปที่ 21จ) เป็นเชอร์คาเรียอยู่ใน Superfamily Echinostomatoidea มีลักษณะเด่น คือ มี spine collar รอบ oral sucker, มี caeca ที่ยาว ลักษณะทางรูปทรงกระบอก มีระบบขับถ่ายแบบ stenostome และ excretory bladder แบบบาง (thin non - epithelial) มีรูเปิดออกด้านข้างของทางไกล์ฐาน ส่วนต้นของทาง ทางยาวพืดโบกได้แรงและรวดเร็ว อาศัยอยู่บริเวณก้นแหล่งน้ำ ว่ายน้ำได้ดี คล่องแคล่ว เจริญอยู่ในเรเดีย และเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อนระยะเมตาเชอร์คาเรีย ในหอยตัวเดียวกัน หรือไขเข้าไปในหอยตัวอื่น ลูกอืดของกบ หรือในปลา ตัวเต็มวัยของพยาธิในกลุ่มนี้จะ เป็นปรสิตที่ทำให้เกิดพยาธิใบไม้ในลำไส้ของนกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม บางครั้งอาจจะทำให้เกิดโรคในคนได้ ตัวอย่างเช่น *Echinochasmus* spp. และ *Stephanoprora* spp. จะเป็นปรสิตที่ทำให้เกิดพยาธิใบไม้ในลำไส้ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และนก พยาธิในกลุ่มนี้สามารถพบในคนได้

6. กลุ่ม Xiphidiocercariae (รูปที่ 21ฉ) เป็นเชอร์คาเรียอยู่ใน Superfamily Plagiorchiodea มีลักษณะเด่น คือ มี stylet อยู่ใน oral sucker ภายในลำตัวมี penetrating gland และ mucoid gland เจริญสมบูรณ์ ในบางชนิด oral sucker จะมี virgula organ มีระบบขับถ่ายแบบ mesostome เชอร์คาเรียในกลุ่มนี้ว่ายน้ำค่อนข้างช้า เจริญเป็นระยะเรเดีย หรือเจริญเป็นระยะสปอโรซิสต์ ในเนื้อเยื่อหอย และเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อนระยะเมตาเชอร์คาเรีย ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง

7. กลุ่ม Amphistome cercariae (รูปที่ 21ซ) เป็นเชอร์คาเรียอยู่ใน Superfamily Paraphistomatoidea มีลักษณะเด่น คือ มี ventral sucker ขนาดใหญ่อยู่ส่วนท้ายของลำตัว บริเวณลำตัวมีขนาดใหญ่ ทางยาว มี eye spots ที่มี pigment ขนาดใหญ่ ระบบขับถ่ายเป็นแบบ stenostome และ excretory bladder แบบบาง (thin non - epithelial) เห็นร่องขับถ่ายของเสียอยู่ตรงกลางของทางตลอดความยาวของทาง เชอร์คาเรียชนิดนี้จะฝังตัวเป็นระยะเมตาเชอร์คาเรียในพืชน้ำ หรือบนผิวหนังของกบ โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีตา ตัวอย่างเชอร์คาเรียในกลุ่มนี้คือ *Megalodiscus* spp. เป็นปรสิตในลำไส้ตรงของกบ *Paramphistomum* spp. เป็นปรสิตในกระเพาะอาหารส่วน rumen ของ วัว ควาย *Gastrodiscus aegyptiacus* เป็นปรสิตในลำไส้ใหญ่ของ ม้า ในอัฟริกา และในแถบเอเชีย เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดจำแนกหอยในปัจจุบันยังคงใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกอยู่ แต่หอยในบางแฟมิลีมีเปลือกที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากทำให้เป็นการยากที่จะใช้ลักษณะเปลือกในการจัดจำแนกหอย ดังนั้นจึงต้องอาศัยลักษณะของอวัยวะต่าง ๆ ของหอย เช่น อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะการแพร่กระจายของหอยชนิดต่าง ๆ ก็เป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยในการจัดจำแนกหอยแต่ละชนิดอีกด้วย ในหอยหลายชนิดอาจใช้ลักษณะเปลือกควบคู่ไปกับลักษณะทั้งโครงสร้างภายนอกและภายในของหอย ลักษณะโครงสร้างภายนอก เช่น รูปร่างของแผ่นเท้า สีและลวดลายของแมนเทิล แผ่นเท้า บริเวณข้างลำตัว เทนเทเคิล (tentacle) และส่วนหัว เป็นต้น ส่วนโครงสร้างลักษณะภายใน เช่น รูปร่างและตำแหน่งของอวัยวะของระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร และอวัยวะที่อยู่บริเวณแมนเทิล เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจใช้การศึกษาทางโครโมโซมและการศึกษาทางชีวเคมี เช่น ให้เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิสในการจำแนกหอยบางชนิดที่ไม่สามารถใช้ลักษณะของเปลือกและส่วนลำตัวได้เด่นชัด

Kitikoon (1981) ศึกษารูปแบบไอโซไซม์ในหอย *Tricula aperta* 3 ชนิดคือ *Tricula aperta* α race, *Tricula aperta* β race และ *Tricula aperta* γ race โดยใช้เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส (Horizontal starch-gel) ศึกษาเอนไซม์ 12 ชนิด alanine aminopeptidase (AAP), acid phosphatase (ACP), alkaline phosphatase (ALP), esterase (EST), glutamate oxaloacetate transminase (GOT), leucine aminopeptidase (LAP), malate dehydrogenase (MDH), octanol dehydrogenase (ODH), sorbitol dehydrogenase (SoDH), xanthine dehydrogenase (XO), a-glycerophosphate dehydrogenase (aGPDH) และ b-hydroxybutyrate dehydrogenase (bHBDH) พบว่าเอนไซม์ AAP, ALP, EST, LAP และ GOT ปรากฏแถบเอนไซม์ขึ้น แต่มีเพียงเอนไซม์ ALP, EST และ GOT ที่แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างหอย *Tricula aperta* ทั้ง 3 ชนิด

Buth และ Suloway (1983) ศึกษารูปแบบไอโซไซม์โดยใช้เทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส (14% starch gel) เปรียบเทียบหอยในสกุล *Physa* 2 สปีชีส์ คือ *Physa gyrina* และ *Physa anatina* ด้วยเอนไซม์ 11 ชนิด คือ acid phosphatase (ACP), alkaline phosphatase (AKPH), aspartate aminotransferase (AAT), esterase (EST), glucosephosphate isomerase (GPI), glyceral-3-phosphate isomerase (G-3-PHD), leucine aminopeptidase (LAP), L-iditol dehydrogenase (IDDH), malate dehydrogenase (MDH), phosphoglucumutase (PGM), superoxide dismutase (SOD)

พบว่าแถบสีของเอนไซม์ AAT, EST, GPI, G-3-PHD และ PGM มีลักษณะหลากหลายรูปแบบ (polymorphic) มีเพียงแถบเอนไซม์ AAT, G-3-PHD และ PGM เท่านั้นแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่าง 2 สปีชีส์

Chung (1984) ศึกษาหอยในตระกูลบิthinidae (Bithyniidae) ออร์เดอร์เมโซแกสโทรพ็อดา โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา การศึกษาโครโมโซมและคุณสมบัติทางชีวเคมี เป็นหลักฐานในการจัดจำแนกชนิดของหอยในตระกูลนี้ 3 สกุลคือ *Parafossarulus manchouricus*, *Gabbia misella* และ *Bithynia tentaculata* การศึกษาลักษณะเปลือกพบว่าผิวเปลือกของหอย *Parafossarulus manchouricus* ไม่เรียบยกเป็นสันตามแนวการขดวนของเปลือก ส่วนยอดสีกกร่อน ชูเชอร์รี่ และปากเปลือกหนากว่าอีก 2 สกุล และขนาดของหอย *Gabbia misella* เล็กกว่าชนิดอื่น (ไม่เกิน 7.5 มิลลิเมตร) จำนวนโครโมโซมของหอย *Gabbia misella* มี $n=18$ ส่วนในหอยอีก 2 สกุลเป็น $n=17$ การศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีจากลำตัวของหอยทั้ง 3 สกุล โดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟริซิส (15% starch gel) พบว่าการตรวจสอบรูปแบบไอโซไซม์ของเอนไซม์ 13 ชนิด มีเพียงเอนไซม์ glutamate-oxaloacetate transaminase (GOT), alkaline phosphatase (ALP), acid phosphatase (AcP), alanine aminopeptidase (AAP) และ esterase (EST) ที่แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างหอย 3 สกุล และไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักโมเลกุลระหว่างหอยทั้ง 3 กลุ่มเมื่อตรวจสอบด้วย coomassie blue

Thompson (1984) จัดจำแนกหอยในตระกูลไฮโดรบิดี (Hydrobidae) ออร์เดอร์เมโซแกสโทรพ็อดา ชั้นคลาสโฟโซแบรงเคีย 5 สกุล คือ *Lepyrium*, *Clappia*, *Somatogyrus*, *Gillia* และ *Fluminicola* ออกจากกันได้โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกร่วมกับลักษณะทางกายวิภาคของหอย (โครงสร้างภายในลำตัว และโครงสร้างภายนอกลำตัวของหอย) จากการศึกษพบว่าสามารถแบ่งหอยออกจากกันโดยอาศัยลักษณะรูปร่างเปลือก ขนาดของเปลือก การมีหรือไม่มีอัมบิลิคัล รูปแบบโอเพอร์คิวลัม จำนวนหยักของฟัน รูปร่างฟันข้าง และการมีหรือไม่มีอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (เพนนิส)

Viyasant (1985) ทำการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ ของหอย *Bithynia funiculata*, *B. siamensis* และ *B. s. goniomphalus* โดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟริซิส (4.8 % polyacrylamide gel) ตรวจสอบเอนไซม์ 12 ชนิด คือ carbonic anhydrase (CA), alkaline phosphatase (ALP), lactate dehydrogenase (LDH), acid phosphatase (ACP), phosphoglucose isomerase (PGI), malate dehydrogenase (MDH), phosphoglucose mutase (PGM), glutamate-oxaloacetate transaminase (GOT), hexokinase (HK), glutamate

dehydrogenase (GDH), leucine aminopeptidase (LAP) และ easterase (EST) พบว่ามีเพียงเอนไซม์ 4 ชนิดคือ LDH, PGM, GPI และ EST แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างหอย *Bithynia* ทั้ง 3 สปีชีส์

Keawjam (1987) ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของหอยเพื่อจัดจำแนกหอย *Pila* sp. 5 สปีชีส์คือ *P. ampullacea*, *P. angelica*, *P. gracilis*, *P. pesmei* และ *P. polita* ออกจากกัน พบว่าลักษณะโครงสร้างภายในโดยทั่วไปเหมือนกันยกเว้นลักษณะ renal vas deferens ของระบบสืบพันธุ์เพศผู้มีรูปร่างแตกต่างกันคือ มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกยาว รูปร่างทรงกรวย รูปสามเหลี่ยม เป็นรูปทรงกลมขนาดเล็ก หรือ เป็นรูปโดม ตามลำดับ

Klinhom (1989) ศึกษาหอยในตระกูลไทอาริดี (Thiaridae) ออร์เดอร์เมโซแกสโทรโพดา โดยใช้ลักษณะทางกายวิภาคและคุณสมบัติทางชีวเคมีบางประการ เป็นหลักฐานในการจัดจำแนกชนิดของหอยในตระกูลนี้ เนื่องจากเดิมการจัดจำแนกใช้รูปร่างเปลือกแต่เพียงอย่างเดียว จากการศึกษาต่อมาพบว่าหอยชนิดนี้มีรูปร่างเปลือกไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพสิ่งแวดล้อม การศึกษาของ Klinhom พบว่าจากเปลือกหอย 10 ลักษณะสามารถแบ่งตัวอย่างหอย 30 ตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยอาศัยลักษณะความยาวปากเปลือกต่อความยาวเปลือก ลักษณะทางกายวิภาคพบความแตกต่างของฟันหอยอยู่ที่หยักฟันริม และรูปร่างของฟันข้าง จากการศึกษาทางชีวเคมีโดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส (starch gel) และตรวจสอบรูปแบบไอโซไซม์ของเอนไซม์จากแผ่นเท้าหอย 24 ชนิดพบว่ามีเอนไซม์ 14 ชนิดที่ให้ผลคือเอนไซม์ AAT, ACP, EST, GPD, HBDH, IDH, LDH, MDH, ME, PEP-A, GPI, SDH และ XDH ส่วนเอนไซม์ PGM, G6PD, XO, SOD, GDH, AK, Aldolase, ADH และ CAT แสดงแถบเอนไซม์ไม่ชัดเจน เมื่อสรุปผลจากการศึกษาพบว่าหอยในตระกูล Thiaridae ของประเทศไทยควรมีการจัดหมวดหมู่ใหม่จากเดิมมี 8 สกุล 26 สปีชีส์ เป็น 4 สกุล 27 สปีชีส์แทน

George (1990) ศึกษาจัดจำแนกหอย *Gammatricula chinensis* gen. nov., sp. nov. เทียบกับหอยในซับแฟมิลีเดียวกัน (Triculinae) อีก 11 สกุล โดยอาศัยลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือก และลักษณะทางกายวิภาค จากการศึกษาพบว่าหอยสกุล *Gammatricula* มีลักษณะใกล้เคียงกับหอยสกุล *Wucochona* มากที่สุดจะต่างกันตรงที่หอย *Gammatricula* มีถุงรับสเปิร์มอยู่ทางด้านขวาบริเวณปลายท่อหน้าไข่ จึงจัดหอยชนิดนี้อยู่ในกลุ่มเดียวกับ *Wucochona* คือ Tribe Pachydrobini

Keawjam (1990) ศึกษาจัดจำแนกหอยโข่งเหลือง หรือหอยเซอรี ในสกุล *Pomacea* ในประเทศไทย โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก ระบบสืบพันธุ์

และรูปแบบไอโซไซม์ เป็นหลักฐานในการจัดจำแนก การศึกษาพบว่า *Pomacea canaliculata* และ *P. insularis* มีรูปร่างเปลือก จำนวนเวิร์ล และรูปแบบโอเพอร์คิวลัมเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ขนาด สีของเปลือก แถบสีพาดตามขวาง สีของแผ่นเท้า และตำแหน่งของ seminal vesicle ส่วนหอย *Pomacea* sp. มีลักษณะแตกต่างจากทั้ง 2 สปีชีส์ในทุกด้าน ลักษณะและตำแหน่งของ seminal vesicle ในหอย *P. canaliculata* เป็นสีเหลืองขนาดใหญ่ อยู่ทางปลายของต่อมโพรสเทต หอย *P. insularis* ลักษณะเป็นทรงกลมขนาดเล็ก ๆ อยู่ต่ำลงมาจากส่วนปลายของต่อมโพรสเทต ในหอย *Pomacea* sp. มีลักษณะกลมขนาดเล็กอยู่ที่ส่วนปลายของต่อมโพรสเทต และจากการตรวจสอบรูปแบบไอโซไซม์ด้วยเอนไซม์ EST, HBDH-1, IDH และ PGM-2 พบว่าแถบเอนไซม์ EST, HBDH-1 และ IDH ในหอย *P. canaliculata* และ *P. sp.* คล้ายกันมากกว่าหอย *P. insularis* มีเพียงเอนไซม์ PGM-2 ที่แสดงให้เห็นว่า *P. canaliculata* และ *P. insularis* มีความสัมพันธ์กัน

Monzon (1993) ศึกษาหอยในตระกูลลิมินิดี (*Lymnaeidae*) โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาเปรียบเทียบหอย *Lymnaea (Bullastra) cumingiana* กับหอย *Lymnaea* ในแถบ Indo-Pacific อีก 5 ชนิด *L. (Radix) quadrasi* (Philippines), *L. (Radix) rubiginosa* (Indonesia), *L. (Radix) rubiginosa* (Thailand), *L. (Radix) viridis* (Guam) และ *L. (Radix) viridis* (Hong Kong) จากลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกแบ่งหอยทั้ง 6 ชนิด ออกได้เป็น 3 กลุ่ม โดย *L. cumingiana* มีลักษณะต่างจากชนิดอื่นอย่างชัดเจน ส่วน *L. viridis* มีขนาดเล็กมากต่างจากชนิดอื่น เมื่ออาศัยลักษณะจำนวนหยักของฟันสามารถแบ่งหอยออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ *L. cumingiana*, *L. quadrasi*, *L. rubiginosa* และ *L. viridis*

Monzon (1994) ทำการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของเอนไซม์ 7 ชนิด โดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟริซิส เปรียบเทียบหอยในตระกูลลิมินิดี (*Lymnaeidae*) พบว่ามีเพียงเอนไซม์ esterase (EST), alkaline phosphatase (ALP) และ Catalase (CAT) แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างหอย *Lymnaea* ได้อย่างชัดเจน

Simone (1995) ศึกษาเปรียบเทียบหอยกลุ่ม Tonnoidea 2 สปีชีส์ (*Tonno galea* และ *Tonna maculosa*) โดยอาศัยลักษณะทางกายวิภาคในการจัดจำแนก ซึ่งพบว่าทั้ง 2 สปีชีส์มีลักษณะทางกายวิภาคแตกต่างกันอย่างชัดเจน ตั้งแต่สีของแมนเทิล ขนาดของแมนเทิล ขนาดต่อมออกสเฟรเดียม ลักษณะของไต ลักษณะของต่อมไฮโปแบรงเคีย ความยาวโอบอสซิส ลักษณะฟันกลางและฟันข้าง ลักษณะเพนนิส เป็นต้น

Krailas (2003) ทำการศึกษาอัตราการติดเชื้อของหอยน้ำจืด *Paludomus petrosus* บริเวณน้ำตกปาละฮู จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ตั้งแต่เดือนเมษายน 2001 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2002 การตรวจสอบพบตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย 4 กลุ่มคือ Xiphidiocercariae, Amphistome cercariae, Furcocercous cercariae type I และ Furcocercous cercaria type II โดย Xiphidiocercariae พบในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียอีก 3 ชนิดพบในเดือนกุมภาพันธ์

ดวงเดือน และคณะ (2544) ทำการศึกษาลักษณะความหลากหลายของหอยน้ำจืดในเขตพื้นที่ป่าเต็งดำ อำเภอไทรโยคจังหวัดกาญจนบุรี รายงานว่าพบหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในแหล่งสำรวจ ลักษณะเปลือกค่อนข้างกลม ปลายยอดสี่เหลี่ยม ผิวเปลือกเรียบ มีแถบสีพาดตามขวาง และพบว่ามีฟันเป็นแบบทีนิโอกลอสซา แต่จากรายงานไม่ได้สรุปว่าหอย *Paludomus* spp. ที่พบเป็นชนิดใดแน่นอน เนื่องจากลักษณะเปลือกที่พบคล้ายคลึงกับหอย *Paludomus petrosus* ในขณะที่ฟันกลางมีลักษณะคล้ายกับ *Paludomus siamensis* ซึ่งผู้ทำวิจัยได้เสนอไว้ว่าควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลด้านการสำรวจหอยน้ำจืดในประเทศไทย และต่างประเทศ
2. ศึกษาข้อมูลจากแผนที่ รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ
3. การกำหนดจุดสำรวจหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

จากการรายงานของ Brandt (1974) ที่กล่าวว่าหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. มีแหล่งกระจายอยู่ตามลำห้วยบริเวณเทือกเขา การศึกษารั้วนี้จึงได้สำรวจแหล่งน้ำบริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อยที่มีลักษณะเหมาะสมที่หอยชนิดนี้จะเจริญพันธุ์ได้ หลังจากการสำรวจจึงได้กำหนดจุดสำรวจในเขตลุ่มแม่น้ำแควน้อยนี้ได้ 10 พื้นที่คือ (รูปที่ 22)

3.1 น้ำตกไทรโยคน้อย (น้ำตกเขาพัง) เป็นน้ำตกที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอไทรโยค อยู่ติดกับถนนสายกาญจนบุรี-ทองผาภูมิ ต้นกำเนิดเป็นน้ำผุดจากภูเขาตามลำธารเล็กๆ ไหลตกลงที่ผาหินปูน

3.2 น้ำตกไทรโยคใหญ่ (น้ำตกเขาโจน) เป็นน้ำตกที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอไทรโยค น้ำตกจะไหลลงสู่แม่น้ำแควน้อย ต้นกำเนิดของสายน้ำเชื่อว่าเกิดจากอุทยานแห่งชาติเอราวัณ

3.3 ห้วยเต่าดำ เป็นลำห้วยในป่าเต่าดำที่ตั้งอยู่ในเขตตำบลวังกระแจะ อำเภอไทรโยค

3.4 น้ำตกผาตาด ตั้งอยู่ในเขตอำเภอทองผาภูมิ เป็นส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์

3.5 ลำธารข้างน้ำพุร้อนหินดาด (น้ำพุร้อนกุยมั่ง) ตั้งอยู่ในเขตอำเภอทองผาภูมิ เป็นลำธารน้ำเย็นไหลผ่านข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด

3.6 น้ำพุห้วยเขย่ง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอทองผาภูมิ ตำบลห้วยเขย่ง อยู่บริเวณริมทางใกล้กับศูนย์อบรมทหารผ่านศึก ฯ เขื่อนเขาแหลม

3.7 ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ ตั้งอยู่ในเขตอำเภอทองผาภูมิ เป็นธารน้ำไหลผ่านป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อริมทางเข้าบ้านท่ามะเดื่อ

3.8 น้ำตกเกริงกระเวีย เป็นน้ำตกที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอทองผาภูมิ อยู่ริมถนนสายทองผาภูมิ-สังขละบุรี ห่างจากอำเภอทองผาภูมิประมาณ 45 กิโลเมตร

3.9 น้ำตกไคของถ่อง เป็นน้ำตกที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอทองผาภูมิ เป็นน้ำตกขนาดเล็ก เลี้ยวจากน้ำตกเกริงกระเวียไปตามเส้นทางทองผาภูมิ-สังขละบุรี 2 กิโลเมตร จะมีทางแยกซ้ายไปน้ำตกอีกประมาณ 6 กิโลเมตร

3.10 น้ำตกตะเคียนทอง เป็นน้ำตกที่ตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาตะนาวศรี แนวเขตชายแดนไทย-พม่า ในเขตอำเภอสังขละบุรี ตัวน้ำตกมีต้นน้ำอยู่ในเขตประเทศพม่า ไหลมาตามแนวเขาที่กั้นเขตแดนสู่ประเทศไทยที่ห้วยของกาเลียซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของต้นน้ำแควน้อย

4. การเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในบริเวณจุดสำรวจ

การศึกษานี้ใช้การสังเกต การวัดค่าพิกัด และการศึกษาคุณภาพน้ำ (การวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพ และการหาส่วนประกอบทางเคมีของน้ำ)

4.1 วัดค่าพิกัดด้วยเครื่องมือ GPS (Garmin Taiwan, GPS 12 XL) เพื่อบันทึกจุดพิกัดที่แน่นอนของพื้นที่สำรวจ

4.2 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางนิเวศวิทยาบริเวณพื้นที่สำรวจ

4.3 ศึกษาคุณภาพน้ำ

4.3.1 การตรวจวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพ โดยทำการ

- วัดอุณหภูมิ
- วัดความเร็วของกระแส น้ำ โดยใช้ Flow meter (2030 General Oceanic, USA) บันทึกค่าเฉลี่ยจากการวัดความเร็วของกระแส น้ำ 3 ครั้ง
- วัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ โดยใช้ pH meter (Jenway 3051 UK)
- วัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ โดยใช้ Oxygen meter (Jenway 9071, UK)

4.3.2 การตรวจวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของน้ำ โดยใช้เครื่องมือ The Analysit 975 MP (Orbeco Analytical Systems Inc., USA)

5. การเก็บตัวอย่าง และการเลี้ยงหอยในห้องปฏิบัติการ

เก็บตัวอย่างหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในบริเวณจุดสำรวจที่กำหนด โดยใช้วิธีการสุ่มด้วยการจับเวลา โดยวิธี counts per unit of time (Oliver and Schneiderman, 1965) ซึ่งให้ผู้ทำการเก็บตัวอย่าง 5 คน เดินสุ่มเก็บตัวอย่างหอยด้วยมือ (Hand picking) ในทิศทางทวนน้ำเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำหอยที่ได้กลับมาศึกษาต่อในห้องปฏิบัติการ

หอยที่เก็บตัวอย่างได้นำมาตรวจหาเชื้อพยาธิในหอยด้วยวิธีการ shedding เพื่อเก็บตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย หอยที่ไม่พบการติดเชื้อพาสินำมาเลี้ยงต่อในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการศึกษาลักษณะทางกายวิภาค และรูปแบบทางพันธุกรรมของหอย โดยเลี้ยงหอยในกล่องพลาสติกใสเหลี่ยมขนาดกว้าง 20 ซม. ยาว 28 ซม. สูง 12 ซม. ใช้น้ำกรองในการเลี้ยงหอย โดยใส่น้ำประมาณครึ่งหนึ่งของกล่องเลี้ยงหอย ให้ออกซิเจนตลอดการเลี้ยง ให้แสงสว่างในการเลี้ยงประมาณ 10 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิที่ใช้ในการเลี้ยงหอยประมาณ 25°C อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงหอยมีสองชนิดคือโคอะตอม และอาหารปลาบดเป็นผง

เมื่อพบว่ามิของเสียในน้ำ หรือ พบว่ามีหอยตายเกิดขึ้น ให้นำหอยที่ตายออกโดยเร็ว และกำจัดของเสียในน้ำออก โดยดูดน้ำที่มีของเสียออกครึ่งหนึ่งแล้วเติมน้ำใหม่ลงไปแทน เนื่องจากหอยค่อนข้างไวต่อสภาพน้ำที่ไม่สะอาด และการเปลี่ยนแปลงน้ำอย่างกะทันหัน

6. การตรวจหาเชื้อพยาธิในหอย

ทำการตรวจสอบหาเชื้อพยาธิในหอยโดยใช้วิธี shedding นำหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. มาใส่ในถ้วยแก้ว หรือถ้วยพลาสติกใสที่มีน้ำกรองบรรจุอยู่ประมาณครึ่งหนึ่งของถ้วย ใช้ผ้าขาวบางปิดทับที่ปากถ้วยเพื่อป้องกันไม่ให้หอยหนีออกจากถ้วย วางทิ้งไว้ข้ามคืนแล้วนำมาตรวจหาตัวอ่อนพยาธิภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

ศึกษารูปร่างลักษณะ และอวัยวะภายในของตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ด้วยการทำสไลด์แบบชั่วคราวและแบบถาวร

การทำสไลด์แบบชั่วคราว

- นำตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียมาวางบนกระจกสไลด์แล้วปิดด้วย cover slip
- ย้อมสี 0.1 % neutral red หรือ 0.1 % Toluidine blue (เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1: 10) ด้วยวิธี irrigate คือ หยดสีข้าง ๆ แผ่นกระจกปิดสไลด์ที่ขอบด้านหนึ่ง แล้วใช้กระดาษทิชชู หรือกระดาษกรองซับออกด้านตรงข้าม เพื่อให้สีที่หยดลงไปไหลผ่านเข้าไปแทนที่น้ำ ทิ้งไว้ประมาณ 10 - 30 นาที
- นำมาศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์

การทำสไลด์แบบถาวร

วิธีย้อมสีด้วย carmine & fast green

- นำตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียที่รักษาสภาพเนื้อเยื่อใน 10% formalin ใส่ใน Petri dish ขนาดเล็ก

- ล้างตัวอ่อนระยะเทอร์คาเรียด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที
- ย้อมตัวอ่อนพยาธิด้วยสี Semichon's acetic carmine (เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:10) แช่ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง หรือค้างคืน
- ล้างสีออกด้วย 50% และ 70% alcohol ขึ้นตอนละ 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาทีตามลำดับ สังเกตเห็นลำตัวติดสีชมพูอ่อน และอวัยวะภายในติดสีชมพูเข้ม (หากติดสีมากเกินไปให้ล้างออกด้วย acid alcohol)
- ย้อมตัวอ่อนพยาธิต่อด้วยสี 0.2 % fast green ใน 95% alcohol (เจือจางสีด้วย 95% alcohol 1:10) นาน 10 - 20 วินาที สังเกตเห็นสีเขียวติดขอบลำตัว
- ล้างสีส่วนเกินออกด้วย 95% alcohol 2 ครั้ง ๆ ละ 20 นาที
- แทนที่น้ำภายในตัวอ่อนพยาธิด้วย abs. alcohol 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที และ abs.alcohol : xylene (อัตราส่วน 1:1) นาน 10 นาที
- ทำให้ใสด้วย xylene 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที
- นำตัวอย่างที่ได้วางบนสไลด์และปิด cover slip ด้วย DPX
- นำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา

วิธีย้อมสีด้วย hematoxylin

- นำตัวอ่อนพยาธิระยะเทอร์คาเรียที่รักษาสภาพเนื้อเยื่อใน 10% formalin ใส่ใน Petri dish ขนาดเล็ก
- ล้างตัวอ่อนพยาธิระยะเทอร์คาเรียด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที
- ย้อมตัวอ่อนพยาธิด้วยสี Ehrlich's hematoxylin (เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:10) แช่ทิ้งไว้ประมาณ 1 — 5 นาที
- ล้างสีส่วนเกินออกด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ๆ ละ 5- 10 นาที
- แทนที่น้ำด้วย 50%, 70%, 95% alcohol และ abs. alcohol ขึ้นตอนละ 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาทีตามลำดับ และ abs.alcohol : xylene (อัตราส่วน 1 :1) นาน 10 นาที
- ทำให้ใสด้วย xylene 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที
- นำตัวอย่างที่ได้วางบนสไลด์และปิด cover slip ด้วย DPX
- นำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา

7. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

7.1 การศึกษาลักษณะของเปลือกหอย

นำเปลือกหอยมาทำความสะอาด โดยล้างเศษดินที่ติดอยู่ตามเปลือกหอยออกให้หมด ระวังอย่าให้ส่วนยอดของเปลือกหอยหัก และทำการศึกษาลักษณะต่าง ๆ ของเปลือกหอยดังนี้

- ศึกษาลักษณะโดยทั่วไปของเปลือก โดยดูลักษณะยอดเปลือก ความสูงของสไปร์เวอร์ล ความสูงของบอดีเวอร์ล ลักษณะของซุเซอร์ ลักษณะของปากเปลือก (Armengol, 1996 และ Chiu and others, 2002)
- ศึกษาจำนวนเวอร์ล การนับจำนวนเวอร์ลของหอย เริ่มนับจากจุดปลายยอดของหอย นับวนมาจนแนวเดียวกับจุดเริ่มต้น จะเป็นวงที่ 1 และนับวนเช่นนี้เรื่อยไป
- รูปร่างเปลือก พิจารณาจากขนาดของมูสไปร์ซึ่งเป็นมุมยอดของเปลือก โดยวัดจากการลากเส้นจากด้านข้างของเปลือกมาตัดกันตรงแนวคอลูเมลลาของยอดเปลือก
- แนวการขดวนของเปลือก โดยวางเปลือกหอยหงายขึ้นบนฝ่ามือ ให้ยอดเปลือกชี้ออกจากลำตัว ถ้าปากเปลือกอยู่ทางด้านซ้ายมือของเราก็คือวนซ้าย ถ้าปากเปลือกอยู่ทางขวามือก็คือวนขวา
- ศึกษาขนาดของเปลือก โดยวัดขนาดความกว้าง และความยาวของเปลือกด้วยเวอร์เนีย คาลิเปอร์ (Vernier caliper)
- ลวดลายบนเปลือก และลวดลายของสีเปลือก โดยศึกษาลายเส้นบนผิวของเปลือกหอย และ รูปแบบแถบสีพาดตามขวางของเปลือก
- โอเพอร์คิวลัม ศึกษาลักษณะ และลวดลายของโอเพอร์คิวลัมด้านนอก ภายใต้อ่างจุลทรรศน์สเตอริโอ

7.2 การศึกษาลักษณะของฟันหอย

ทำการตรวจสอบลักษณะของฟันหอยโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ทำการศึกษาลักษณะของฟันหอยเกี่ยวกับจำนวนแถวของฟันหอย รูปร่าง ขนาด และจำนวนหยักของฟันกลาง ฟันข้าง และฟันริมของหอย วิธีการเตรียมตัวอย่างฟันหอยเป็นดังนี้

7.2.1 วิธีการเตรียมฟันหอยเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์

- นำตัวอย่างหอยมาแกะทะเลเปลือกออก หรือนำตัวอย่างหอยที่ตายแล้วมาดึงตัว

หอยออกและทำการย่อยเนื้อหอยเพื่อแยกเอาแร่ดูลาออกมาด้วยการแช่ 10% NaOH ซ้ำมคืน

- แยกพื้นหอยออกจากเนื้อหอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ด้วย forcep ปลายแหลมขนาดเล็ก
- นำพื้นหอยที่ได้มาล้าง NaOH ออกด้วยน้ำกลั่น 5-10 นาที
- เปลี่ยนมาแช่พื้นหอยใน 2% HCl นาน 5-10 นาที เพื่อล้าง NaOH
- ล้าง HCL ด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งประมาณ 5-10 นาที
- ดึงน้ำออกด้วย 50 %, 70% และ 95% alcohol ตามลำดับ ขึ้นตอนละ 2 ครั้ง ๆ ละ 10-30 นาที
- ย้อมพื้นหอยด้วยสี 4% Eosin Y ใน 95 % alcohol จนกระทั่งพื้นหอยติดสี ประมาณ 2 วัน
- ล้างสีส่วนเกินออกด้วย 95 % และ absolute alcohol ขึ้นตอนละ 2 ครั้ง ๆ ละ 10-30 นาที
- ใช้ forcep กางพื้นหอยให้แผ่ออกมากที่สุดภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ
- ทำให้ตัวอย่างพื้นใสด้วยการแช่ xylene 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที
- นำพื้นหอยที่ได้มาวางบนสไลด์และปิด cover slip ด้วย DPX และนำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา

7.2.2 วิธีการเตรียมพื้นหอยเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ขั้นตอนการเตรียมพื้นหอยเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เหมือนกับการเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา แต่ตัวอย่างพื้นหอย หลังจากแช่ absolute alcohol แล้วจะนำมาวางลงบน stub ที่มีเทปกาวคาร์บอนติดอยู่ (carbon colloidal adhesive) และปล่อยให้แห้ง จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ ไปเคลือบด้วยทองคำใช้เวลาประมาณ 100-200 วินาที ด้วยเครื่อง sputter coater (Cressington 108, UK) นำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

7.3 การศึกษาลักษณะทางกายวิภาค

ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายนอกและโครงสร้างภายในของหอยน้ำจืด

Paludomus spp. โดยใช้ตัวอย่างหอยที่ยังมีชีวิตอยู่ (ทำให้เห็นสีของอวัยวะภายในได้ชัดเจน)

แล้วทำการ relax ด้วย 0.08 % เมนทอล (menthol) เป็นเวลา 2-4 ชั่วโมง หลังจากทำการ relax นำหอยมาแกะเพื่อกออกอย่างระมัดระวัง นำตัวหอยมาศึกษาลักษณะโครงสร้างของหอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ

- โครงสร้างลำตัวภายนอก ทำการศึกษาลำตัว หอย ส่วนคอ แผ่นเท้า และแมนเทิลของหอย โดยสังเกตตำแหน่งของตา ลวดลาย หรือร่องควัดที่พบบนส่วนต่าง ๆ

- โครงสร้างลำตัวภายใน ทำการผ่าหอยตามแนวยาวของลำตัวหอย และศึกษารูปร่าง ขนาด การจัดเรียงตัวของอวัยวะภายใน เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ระบบลำเลียง ระบบขับถ่าย และระบบสืบพันธุ์ของหอย

8. การศึกษารูปแบบทางพันธุกรรม

ศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. โดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส (Electrophoresis)

8.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ไปแช่แข็ง (freezer) ประมาณ 20 นาที จะทำให้ดึงตัวหอยออกมาจากเปลือกหอยได้โดยไม่ต้องทุบเปลือกหอย ตัดแยกส่วนแผ่นเท้าหอยออกจากส่วนลำตัวหอยโดยใช้มีดผ่าตัด ตัดส่วนแผ่นเท้าหอยที่ได้ออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ และบดส่วนแผ่นเท้าหอยด้วย grinder เติม 20 % sucrose ลงไปช่วยในการบด (Chung, 1984) นำตัวอย่างที่บดแล้วไปบดซ้ำด้วยเครื่อง sonicator (Ultra Turrax T25 basic IKA) ประมาณ 10 นาที เก็บสารละลายที่บดได้ทั้งไว้ 1 คืนที่ 4 องศาเซลเซียส แล้วนำมาปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 6,000 rpm ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (Refrigerated centrifuge HARRIER 18/80) เก็บส่วนใสที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส

8.2 การเตรียม Polyacrylamide Gel Electrophoresis

8.2.1 ประกอบแผ่นกระจก 2 แผ่น ให้มีช่องว่างระหว่างแผ่นกระจก 0.75 มิลลิเมตร วางลงบนแท่นสำหรับเตรียมเจลจากนั้นทำการทดสอบว่าไม่มีรอยรั่วโดยการใส่น้ำกลั่นให้เต็มช่องว่างระหว่างกระจกบนแผ่นเตรียมเจล

8.2.2 เตรียมสารละลาย 7.5% separating gel และสารละลาย 4% stacking gel แต่ยังไม่ผสม TEMED (ภาคผนวก)

8.2.3 เทน้ำกลั่นที่ใช้ในการทดสอบรอยรั่วออกโดยใช้ช้อนดูดให้แห้ง แล้วทำการผสม TEMED ลงในสารละลาย separating gel เป็นอันดับสุดท้าย ใช้พลาสติกห่อปิด

ดูดสารละลายที่เตรียมไว้มาใส่ในช่องว่างระหว่างกระจก ให้มีระดับต่ำจากระดับปลาย comb ที่วัดไว้ประมาณ 1 ซม. ปรับผิวหน้าของ gel ให้เรียบด้วยการเติมน้ำกลั่นลงไป ในช่องว่างระหว่างกระจกให้เต็มใช้เวลาประมาณ 30 นาทีเพื่อให้เจลแข็งตัว

8.2.4 TEMED ลงในสารละลาย stacking gel ที่ผสมไว้แล้วเททับลงบน separating gel จนเต็มช่องว่างระหว่างกระจก จากนั้นใส่ comb ลงไปเพื่อเจาะช่องไว้สำหรับหยอดสารละลายตัวอย่าง รอจนเจลแข็งตัว ใช้เวลาประมาณ 15–30 นาที จากนั้นนำแผ่นกระจกที่มีเจลไปยึดติดกับอุปกรณ์สำหรับใส่ลงในกล่องบรรจุ electrode buffer ใส่ buffer ในช่องว่าง ระหว่างเจล 2 แผ่นให้เต็มแล้วดึง comb ออก

8.2.5 เตรียมสารละลายตัวอย่างและสารละลายโปรตีนมาตรฐานให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 10 μg โดยนำสารละลายตัวอย่างและสารละลายโปรตีนมาตรฐานผสมกับ sample buffer ในอัตราส่วน 1 : 1 แล้วหยอดสารละลายลงในช่องใส่ตัวอย่างได้สารละลาย electrode buffer อย่างเบาๆ ระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศ

8.2.6 ต่อขั้วไฟฟ้าของเครื่อง electrophoresis เข้ากับเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง โดยต่อ ขั้วสีแดงเข้ากับขั้วบวก และต่อขั้วสีดำเข้ากับขั้วลบ ใช้กระแสไฟฟ้าความต่างศักย์ 100 โวลต์

8.2.7 เปิดเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อให้สารละลายตัวอย่างที่หยอดไว้เคลื่อนที่ไปบนแผ่นเจล จนกระทั่งแถบสีน้ำเงินของโบโมฟลีนอลบูล วิ่งลงมาถึงปลายล่างของแผ่นเจล จึงปิด กระแสไฟฟ้าแล้วแกะชุด electrophoresis ออก

8.2.8 ค่อยๆ แกะแผ่นเจลออกจากชุด electrophoresis อย่างเบามือ ทำเครื่องหมายที่ขอบแผ่นเจลเพื่อให้ทราบว่าหลุมแรกเป็นด้านใด

8.3 การย้อมแผ่นเจล

8.3.1 ย้อมแผ่นเจลเพื่อศึกษารูปแบบไอโซไซม์ นำแผ่นเจลมาย้อมเอนไซม์โดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมีจำเพาะสำหรับเอนไซม์ 6 ชนิด aldehydeoxidase (ALDOX), esterase (EST), leucine amino peptidase (LAP), lactase dehydrogenase (LDH), malate dehydrogenase (MDH) และ xanthine dehydrogenase (XDH) (ภาคผนวก ง)

8.3.2 ย้อมแผ่นเจลเพื่อศึกษารูปแบบของโปรตีนด้วย Coomassie Brilliant Blue R-250 (Hofer, 1994)

- แช่แผ่นใน 10 % TCA เป็นเวลา 30 นาที

- ย้อมเจลด้วย coomassie staining solution เป็นเวลา 1 คืน จนกระทั่งเกิดแถบโปรตีนขึ้นชัดเจน
- ล้างสีส่วนเกินออกจากแผ่นเจลโดยการแช่แผ่นเจลใน Destaining solution

8.4 ทำการ Dry gel

ตัดแผ่น Cellophane ให้มีขนาดใหญ่กว่าแผ่นเจลประมาณ 2 นิ้ว จำนวน 2 แผ่น นำแผ่น Cellophane แผ่นหนึ่งวางบนกระจกใสซึ่งตัดเตรียมไว้ให้มีขนาดใหญ่กว่าแผ่นเจล จากนั้นทำการไล่ฟองอากาศออกโดยเปิดน้ำให้ไหลผ่านตลอดเวลา นำแผ่นเจลที่ต้องการทำแห้งวางทับบนแผ่น Cellophane แล้ววางแผ่น Cellophane ที่เตรียมไว้อีกแผ่นหนึ่งวางทับลงไปบนแผ่นเจลอีกครั้ง ไล่ฟองอากาศโดยให้น้ำไหลผ่าน พับแผ่น Cellophane ไปอีกด้านหนึ่งของกระจกตั้งให้ตึง (ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ) แล้วใช้ตัวหนีบที่เตรียมไว้หนีบทั้งสี่ด้านของแผ่นเจล ปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

9. การวิเคราะห์ผลการศึกษา

9.1 การวิเคราะห์ผลลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ทำการเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือก ลักษณะพื้น และลักษณะทางกายวิภาคของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ระหว่างตัวอย่างที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ ด้วยการทดสอบทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS (One - Way ANOVA) เป็นตัวเปรียบเทียบ แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

9.2 การวิเคราะห์ผลรูปแบบทางพันธุกรรม

เมื่อทำการย้อมสีแผ่นเจลเพื่อศึกษาเอนไซม์โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีจำเพาะ จะปรากฏแถบเอนไซม์ลักษณะต่าง ๆ แตกต่างกันไปตามโครงสร้างของโปรตีน จากลักษณะที่ปรากฏนำมากำหนดจีโนไทป์ที่ควรจะเป็น กำหนดชื่อยีนโดยใช้ระบบตัวเลขที่มีค่าน้อยที่สุด (1) คือแถบโปรตีนที่วิ่งเร็วที่สุด และคำนวณค่าต่าง ๆ ได้แก่ ความถี่อัลลีล (allelic frequency) ทดสอบสมมุติฮาร์ดี ไวน์เบิร์ก (อุทัยรัตน์, 2543) อัตราส่วนยีนในสภาวะหลากหลายรูปแบบ (polymorphic loci, P_{95}) จำนวนอัลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง (number of alleles per locus) ค่าเฮเทอโรไซโกซิตี (heterozygosity) (Ayala, 1980) และคำนวณระยะทางทางพันธุกรรม (genetic distance) ตามวิธีของ Nei จัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (phylogenetic relationship) โดยวิธี Unweighted Pair Group Arithmetic Average (UPGMA)

9.3 สรุปและวิเคราะห์ผลข้อมูล

สรุปผลเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางกายวิภาค และรูปแบบทางพันธุกรรม ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากแหล่งสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ และเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างประชากรทั้ง 10 พื้นที่ โดยใช้โปรแกรม Phylogenetic Analysis Using Parsimong (PAUP)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

◆ การศึกษาสภาพแวดล้อม

จุดสำรวจที่ 1 น้ำตกไทรโยคน้อย

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0484306

UTM 1595637

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นลำธารเล็กๆ ขึ้นบนเหนือน้ำตก สูงจากระดับน้ำทะเล 180 เมตร (รูปที่ 23) น้ำในลำธารลึกประมาณ 20.5 เซนติเมตร พื้นน้ำเป็นตะกอนดิน น้ำค่อนข้างใส รอบๆลำธารมีพืชขนาดปานกลาง เช่น บอน และพืชขนาดใหญ่ เช่น ต้นมะเดื่อ ลำใยขึ้นปกคลุมลำธาร มีแสงส่องผ่านเล็กน้อยประมาณ 880 Lux อุณหภูมิของน้ำ 25 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในลำธารค่อนข้างเป็นด่างประมาณ 8.51 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ค่าการละลายที่ 8.18 mg/l กระแสน้ำไหลช้า ค่าความเร็วของการไหลของน้ำ 3.64 m/sec (ตารางที่ 1) พบหอยเกาะอยู่ตามก้อนหินและดินพื้นน้ำริมลำธาร เปลือกหอยมีดินเกาะทั้งตัว

จุดสำรวจที่ 2 น้ำตกไทรโยคใหญ่

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0484248

UTM 1595516

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นน้ำตก สูงจากระดับน้ำทะเล 193 เมตร น้ำตกลึกประมาณ 14.5 เซนติเมตร (รูปที่ 24) พื้นน้ำเป็นแผ่นหิน และทราย น้ำใสสะอาด บริเวณหินพบตะไคร่ และเฟิร์นอยู่ทั่วไป บริเวณน้ำตกมีร่มไม้ปกคลุม เช่น ต้นไผ่ น้ำตกจึงร่มรื่น มีแสงส่องผ่านประมาณ 5,140 Lux อุณหภูมิของน้ำประมาณ 26 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประมาณ 8.28 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าการละลายที่ 7.99 mg/l ความเร็วปานกลาง ค่าความเร็วของการไหลของน้ำ 11.18 m/sec (ตารางที่ 1) หอยมักเกาะอยู่ตามพื้นหิน และตามพื้นทราย

จุดสำรวจที่ 3 ห้วยเต่าดำ

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0470822

UTM 1577177

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นลำห้วยขนาดเล็ก สูงจากระดับน้ำทะเล 500 เมตร (รูปที่ 25) น้ำใส พื้นน้ำเป็นดิน หิน และทราย กระแสน้ำไหลแรง รอบๆ บริเวณลำห้วยมี ต้นไม้ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ขึ้นปกคลุม บริเวณลำห้วยมีลักษณะโปร่ง แสงส่องผ่านลงมาได้ อุณหภูมิของน้ำประมาณ 22 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประมาณ 7.5 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าการละลายที่ 8.7 mg/l กระแสน้ำไหลช้า ค่าความเร็วของการไหลของน้ำ 0.5 m/sec (ตารางที่ 1) หอยมักเกาะอยู่ตามก้อนหิน ตามพื้นน้ำ และกิ่งไม้ที่ยื่นไปในน้ำริมลำห้วย

จุดสำรวจที่ 4 ลำธารข้างน้ำพุร้อนหินดาด

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0470723

UTM 1616626

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นลำธารที่อยู่ริมบ่อน้ำพุร้อน สูงจากระดับน้ำทะเล 85 เมตร (รูปที่ 26) น้ำขุ่น พื้นน้ำเป็นดิน และโคลน ความลึกของน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร ลำธารมีแสงส่องผ่านประมาณ 3,250 Lux อุณหภูมิของน้ำประมาณ 25 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในลำธาร 7.97 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าการละลายที่ 4.6 mg/l กระแสน้ำไหลค่อนข้างแรง ค่าความเร็วของการไหลของน้ำ 16.1 m/sec (ตารางที่ 1) บริเวณลำธารมีต้นไม้ขึ้นปกคลุม เช่น ต้นสัก ต้นไผ่ และมีใบไม้ทับถมปกคลุมตามริมฝั่งลำธาร หอยมักเกาะอยู่ตามก้อนหิน ตามรากต้นไม้ที่ยื่นไปในน้ำ และฝังตัวอยู่ตามพื้นดิน

จุดสำรวจที่ 5 น้ำตกผาตาด

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0476106

UTM 1619340

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นน้ำตกที่ไหลผ่านชั้นหิน สูงจากระดับน้ำทะเล 195 เมตร (รูปที่ 27) กระแสน้ำไหลช้าตลอดเวลา ความลึกของน้ำประมาณ 31.5 เซนติเมตร พื้นน้ำเป็นทราย ก้อนหิน ซากใบไม้ และใบไม้ทับถมมาก พื้นน้ำส่วนใหญ่เป็นดินโคลน น้ำจึงขุ่นเนื่องจากตะกอนดิน รอบๆ น้ำตกมีต้นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ เช่น ต้นสัก น้ำตกจึงค่อนข้างร่ม มีแสงส่องผ่านประมาณ 1,200 Lux อุณหภูมิของน้ำ 24 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในลำธาร 8.67 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าการละลายที่ 7.83 mg/l ค่าความเร็วของ

การไหลของน้ำ 13.58 m/sec (ตารางที่ 1) หอยจะเกาะอยู่ตามก้อนหินและพื้นน้ำที่เป็นดินโคลนบริเวณน้ำตื้น เปลือกหอยมีหินปูนและตะกอนดินเกาะทั้งตัว

จุดสำรวจที่ 6 น้ำพุห้วยเขย่ง

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0456436

UTM 1625068

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นร่องน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น สูงจากระดับน้ำทะเล 169 เมตร (รูปที่ 28) น้ำใสความแรงน้ำปานกลาง น้ำลึกประมาณ 11.5 เซนติเมตร พื้นน้ำเป็นพื้นปูน ทรายละเอียด และก้อนหินขนาดเล็กๆ บริเวณโดยรอบมีต้นไม้ขึ้นปกคลุม มีแสงแดดส่องประมาณ 3,680 Lux อุณหภูมิของน้ำ 24 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่า 8.36 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าการละลายที่ 8.36 mg/l ค่าความเร็วของการไหลของน้ำ 17.43 m/sec (ตารางที่ 1) หอยเกาะอยู่ตามพื้นทรายและก้อนหิน

จุดสำรวจที่ 7 ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0455733

UTM 1618114

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นลำธารขนาดเล็ก สูงจากระดับน้ำทะเล 195 เมตร (รูปที่ 29) ความลึกของน้ำประมาณ 12 เซนติเมตร น้ำใส กระแสน้ำไหลช้า พื้นน้ำเป็นพื้นดินและโคลน เป็นลำธารที่ไหลผ่านป่าพุ มีทั้งต้นไม้ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ขึ้นปกคลุมลำธารทั้งสาย ส่วนใหญ่จะเป็นต้นเตยหนาม มีแสงส่องผ่านเล็กน้อยประมาณ 1,310 Lux อุณหภูมิของน้ำ 26 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในลำธารมีค่า 8.97 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าการละลายที่ 7.34 mg/l ค่าความเร็วของการไหลของน้ำ 4.38 m/sec (ตารางที่ 1) หอยเกาะอยู่ตามพื้นดิน ผังตัวอยู่ในดินและอยู่ตามพืชที่ขึ้นในน้ำ

จุดสำรวจที่ 8 น้ำตกเกริงกระเวีย

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0460707

UTM 1656006

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นน้ำตกชั้นเดียว ไหลตามชั้นหินปูน สูงจากระดับน้ำทะเล 253 เมตร (รูปที่ 30) น้ำใส กระแสน้ำไหลช้า น้ำลึกประมาณ 34.5 เซนติเมตร พื้นน้ำเป็นทรายหยาบ ดินโคลน และก้อนหินขนาดเล็ก บริเวณน้ำตกมีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุมโดยรอบ แสงส่องผ่านประมาณ 14,500 Lux อุณหภูมิของน้ำ 24 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในลำธารมีค่า 7.90 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าการละลายที่ 10.5 mg/l ค่า

ความเร็วของการไหลของน้ำ 6.91 m/sec (ตารางที่ 1) หอยเกาะอยู่ตามก้อนหิน และฝังตัวอยู่ตามดินและทราย

จุดสำรวจที่ 9 น้ำตกไคของถ้อง

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0459952

UTM 1656468

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นน้ำตกขนาดเล็ก ๆ น้ำค่อนข้างใส สูงจากระดับน้ำทะเล 209 เมตร (รูปที่ 31) ความแรงน้ำปานกลาง น้ำลึกประมาณ 39.67 เซนติเมตร พื้นน้ำเป็นหินปูน และดินโคลนปกคลุมเป็นพื้นหนา มีเศษกิ่งไม้ใบไม้ทับถมอยู่ตามพื้นน้ำ รอบๆ บริเวณน้ำตกมีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุม น้ำตกจึงค่อนข้างร่ม มีแสงส่องประมาณ 4,700 Lux อุณหภูมิของน้ำ 25 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในลำธารมีค่า 8.10 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าการละลายที่ 8.62 mg/l ค่าความเร็วของการไหลของน้ำ 12.00 m/sec (ตารางที่ 1) หอยเกาะอยู่ตามเศษกิ่งไม้ใบไม้ และฝังตัวอยู่ในดินโคลน

จุดสำรวจที่ 10 น้ำตกตะเคียนทอง

บริเวณที่เก็บตัวอย่างมีค่าพิกัดที่ 47P 0441536

UTM 1691183

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นลำธาร สูงจากระดับน้ำทะเล 204 เมตร (รูปที่ 32) น้ำใสสะอาด ความแรงน้ำปานกลาง น้ำลึกประมาณ 47 เซนติเมตร พื้นน้ำเป็นทรายละเอียด และก้อนหินขนาดเล็กๆ รอบบริเวณน้ำตกปกคลุมด้วยแนวไฟ เฟิร์น และต้นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่หลายชนิด น้ำตกมีแสงส่องผ่านประมาณ 30,500 Lux อุณหภูมิของน้ำ 24 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในลำธารมีค่า 8.22 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าการละลายที่ 8.11 mg/l ค่าความเร็วของการไหลของน้ำ 23.36 m/sec (ตารางที่ 1) หอยเกาะอยู่ตามก้อนหิน และอยู่ตามพื้นน้ำ

◆ การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย

เมื่อนำตัวอย่างเปลือกหอยที่เก็บจากจุดสำรวจบริเวณต่างๆ มาทำการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก ได้แก่ รูปร่างของเปลือกหอย ขนาดของเปลือกหอย จำนวนเวริล การขดวนของเปลือกหอย ลักษณะลวดลายของแผ่นปิดปากเปลือก และลวดลายบนเปลือกหอยได้ผลดังนี้

จุดสำรวจที่ 1 น้ำตกไทรโยคน้อย

เปลือกหอยมีขนาดเล็ก รูปทรงเป็นกรวยรูปไข่ค่อนข้างกลม (ขนาดของมุลสไปร์ประมาณ 68°) ขนาดความยาวเฉลี่ย 9.5 ± 1.96 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 6.2 ± 1.16 มิลลิเมตร มีค่า size index [(ความกว้างของเปลือก / ความยาวของเปลือก) $\times 100$] ประมาณ 64.93 (รูปที่ 33 ก) เปลือกหอยมีดินเกาะหนา เมื่อแกะดินออกเปลือกหอยมีผิวเรียบ สีน้ำตาล และมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก ส่วนฐานเปลือกพบลวดลายที่เป็นเส้นมีลักษณะแบบเส้นที่เป็นร่องตามแนวการขดวนของหอย ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา (dextral) เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวิร์ลใหญ่และกว้างกว่าส่วนสไปร์เวิร์ล (รูปที่ 34 ก) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล 6.08 ± 0.5 มิลลิเมตร ซูเชอร์เป็นแบบลึก ปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 5.4 ± 0.42 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.29 ± 0.245 มิลลิเมตร ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้งมน เวิร์ลของเปลือกหอยมีจำนวน 6.0 – 6.75 เวิร์ล (ตารางที่ 2, 3 และ 4) แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บาง เป็นมัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มีสไปร์ลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 ก)

จุดสำรวจที่ 2 น้ำตกไทรโยคใหญ่

เปลือกหอยมีขนาดเล็ก รูปทรงเป็นกรวยกลม (ขนาดของมุลสไปร์ประมาณ 70°) ขนาดความยาวเฉลี่ย 8.94 ± 1.73 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 6.38 ± 1.10 มิลลิเมตร มีค่า size index ประมาณ 71.32 (รูปที่ 34 ข) เปลือกหอยมีผิวเรียบ สีน้ำตาลและมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา (dextral) เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวิร์ลใหญ่และกว้างกว่าส่วนสไปร์เวิร์ล (รูปที่ 34 ข) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล 5.79 ± 2.58 มิลลิเมตร ซูเชอร์เป็นแบบลึก ปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 5.03 ± 0.84 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.18 ± 0.61 มิลลิเมตร ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้งมน เวิร์ลของเปลือกหอยมีจำนวน 5.5 – 7.0 เวิร์ล (ตารางที่ 2, 3 และ 4) แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บาง เป็นมัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มีสไปร์ลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 ข)

จุดสำรวจที่ 3 ห้วยเต่าดำ

เปลือกหอยมีขนาดเล็ก รูปทรงเป็นกรวยกลม (ขนาดของมุลสไปร์ประมาณ 81°) ขนาดความยาวเฉลี่ย 6.3 ± 1.75 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 5.5 ± 1.69 มิลลิเมตร มีค่า size index ประมาณ 87.10 (รูปที่ 33 ค) เปลือกหอยมีผิวเรียบ สีน้ำตาลออกเขียวและมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก ส่วนยอดของสไปร์เวิร์ลมีการสึกกร่อนเรียกว่าปลายยอดตัด (eroded)

จึงไม่สามารถนับจำนวนเวอร์ลได้ ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา (dextral) เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวอร์ลใหญ่และกว้างกว่าส่วนสไปร์เวอร์ลมาก (รูปที่ 34 ค) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวอร์ล 6.1 ± 1.68 มิลลิเมตร ซูเชอร์ของเปลือกตื้น ปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 6.25 ± 1.66 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 4.21 ± 1.37 มิลลิเมตร (ตารางที่ 2, 3 และ 4) ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้งมน แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บาง เป็นมัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มีสไปร์ลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 ค)

จุดสำรวจที่ 4 ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด

เปลือกหอยมีขนาดเล็ก รูปทรงเป็นกรวยรูปไข่ค่อนข้างกลม (ขนาดของมูมสไปร์ประมาณ 68°) ขนาดความยาวเฉลี่ย 10.28 ± 1.74 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 6.75 ± 1.03 มิลลิเมตร มีค่า size index ประมาณ 65.70 (รูปที่ 33 ง) เปลือกหอยมีผิวเรียบ สีน้ำตาลเข้มและมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก ส่วนฐานเปลือกพบลวดลายที่เป็นเส้นมีลักษณะแบบเส้นที่เป็นร่องตามแนวตั้งฉากกับแกนกลาง ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา (dextral) เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวอร์ลใหญ่และกว้างกว่าส่วนสไปร์เวอร์ล (รูปที่ 34 ง) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวอร์ล 6.01 ± 0.39 มิลลิเมตร ซูเชอร์เป็นแบบลึก ปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 5.23 ± 0.33 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.77 ± 0.23 มิลลิเมตร ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้งมน เวอร์ลของเปลือกหอยมีจำนวน 6 – 7.5 เวอร์ล (ตารางที่ 2, 3 และ 4) แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บาง เป็นมัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มีสไปร์ลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 ง)

จุดสำรวจที่ 5 น้ำตกผาตาด

เปลือกหอยมีขนาดเล็ก รูปทรงเป็นกรวยรูปไข่ค่อนข้างกลม (ขนาดของมูมสไปร์ประมาณ 67°) ขนาดความยาวเฉลี่ย 10.5 ± 2.10 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 6.8 ± 1.24 มิลลิเมตร มีค่า size index ประมาณ 64.76 (รูปที่ 33 จ) เปลือกหอยมีดินเกาะหนา เมื่อแกะดินออกเปลือกหอยมีผิวเปลือกสีน้ำตาลและมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก และมีเปลือกหอยบางส่วนที่พบแถบสีพาดตามขวางไปถึงส่วนของสไปร์เวอร์ลด้วย ผิวเปลือกไม่เรียบเป็นเส้นที่อยู่ในระนาบเดียวกับแนวการขดวนของเปลือก (spiral line) ส่วนฐานเปลือกพบลวดลายที่เป็นเส้นชัดเจนกว่าบริเวณอื่น ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา (dextral) เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวอร์ลใหญ่และกว้างกว่าส่วนสไปร์เวอร์ล (รูปที่ 34 จ) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวอร์ล 5.89 ± 0.95 มิลลิเมตร ซูเชอร์เป็นแบบลึกและมีร่องเล็กน้อย ปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 5.24 ± 0.85 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.42 ± 0.57 มิลลิเมตร ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้ง

มน เวิร์ลของเปลือกหอยมีจำนวน 6.0 – 7.0 เวิร์ล (ตารางที่ 2, 3 และ 4) แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บาง เป็นมัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มี สไปรัลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 จ)

จุดสำรวจที่ 6 น้ำพุห้วยเขย่ง

เปลือกหอยมีขนาดเล็ก รูปทรงเป็นรูปกรวยกลม (ขนาดของมูสไปร์ประมาณ 75 °) ขนาดความยาวเฉลี่ย 9.25 ± 1.76 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 6.57 ± 1.10 มิลลิเมตร มีค่า size index ประมาณ 71.01 (รูปที่ 33 ฉ) เปลือกหอยมีสีน้ำตาลและมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก จากส่วนบอดีเวิร์ลไปถึงส่วนสไปร์เวิร์ล ผิวเปลือกไม่เรียบเป็นเส้นที่อยู่ในระนาบเดียวกับแนวการขดวนของเปลือก (spiral line) ส่วนฐานเปลือกพบลวดลายที่เป็นเส้นชัดเจนกว่าบริเวณอื่น ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา (dextral) เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวิร์ลใหญ่และกว้างกว่าส่วนสไปร์เวิร์ล (รูปที่ 34 ฉ) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล 5.97 ± 1.04 มิลลิเมตร ชูเซอร์เป็นแบบลึก ปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 5.21 ± 0.94 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.46 ± 0.67 มิลลิเมตร ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้งมน เวิร์ลของเปลือกหอยมีจำนวน 5.5 – 7.25 เวิร์ล (ตารางที่ 2, 3 และ 4) ผิวของโพรโทคอนช์ (protoconch) มีลวดลายบนผิวเป็นเส้นวนตามแนวการขดวนของหอย แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บาง เป็นมัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มีสไปรัลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 ฉ)

จุดสำรวจที่ 7 ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ

เปลือกหอยมีขนาดเล็ก รูปทรงเป็นกรวยรูปไข่ค่อนข้างกลม (ขนาดของมูสไปร์ประมาณ 65°) ขนาดความยาวเฉลี่ย 7.9 ± 1.92 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 4.9 ± 0.89 มิลลิเมตร มีค่า size index ประมาณ 62.45 (รูปที่ 33 ช) เปลือกหอยมีดินเกาะหนา เปลือกหอยมีผิวเปลือกเรียบสีน้ำตาลออกเขียว และมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก ส่วนสไปร์ (spine) สูง ส่วนฐานเปลือกพบลวดลายที่เป็นเส้นมีลักษณะแบบเส้นที่เป็นร่องตามแนวการขดวนของเปลือกหอย ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา (dextral) เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวิร์ลใหญ่และกว้างกว่าส่วนสไปร์เวิร์ล (รูปที่ 34 ช) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล 4.33 ± 0.94 มิลลิเมตร ชูเซอร์เป็นแบบลึกปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 3.89 ± 0.84 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 2.45 ± 0.57 มิลลิเมตร ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้งมน เวิร์ลของเปลือกหอยมีจำนวน 6.0 – 7.0 เวิร์ล (ตารางที่ 2, 3 และ 4) แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บาง เป็น

มัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มีสไปรัลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 ข)

จุดสำรวจที่ 8 น้ำตกเกริงกระเวีย

เปลือกหอยมีขนาดเล็ก รูปกรวยกลม (ขนาดมุมสไปรัลประมาณ 75°) ขนาดความยาวเฉลี่ย 9.63 ± 1.17 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 6.89 ± 0.86 มิลลิเมตร มีค่า size index ประมาณ 71.62 (รูปที่ 33 ข) เปลือกหอยมีสีน้ำตาลและมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก ผิวเปลือกไม่เรียบ มีเส้นแนวขดวนของเปลือก (spiral line) ส่วนสไปรัสูง ฐานเปลือกพบลวดลายที่เป็นเส้นชัดเจนกว่าบริเวณอื่น ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา (dextral) เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวิร์ลใหญ่และกว้างกว่าสไปรัเวิร์ล (รูปที่ 34 ข) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล 5.82 ± 0.76 มิลลิเมตร ซูเชอร์เป็นแบบลึกและมีร่องเล็กน้อย ปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 4.77 ± 0.53 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.18 ± 0.38 มิลลิเมตร ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้งมน เวิร์ลของเปลือกมีจำนวน 6.5-7.0 เวิร์ล และมีการสีกร่อนเล็กน้อย (ตารางที่ 2, 3 และ 4) ผิวของโพรโทคอนช์ (protoconch) มีลวดลายบนผิวเป็นเส้นวนตามแนวการขดวนของหอย แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บางเป็นมัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มีสไปรัลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 ข)

จุดสำรวจที่ 9 น้ำตกโดซ่งถ่อง

เปลือกหอยมีขนาดเล็ก รูปกรวยกลม (ขนาดมุมสไปรัลประมาณ 74°) ขนาดความยาวเฉลี่ย 8.6 ± 1.01 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 6.38 ± 0.79 มิลลิเมตร มีค่า size index ประมาณ 74.13 (รูปที่ 33 ฉ) เปลือกหอยมีสีน้ำตาลอ่อนและมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก ผิวเปลือกไม่เรียบ มีเส้นแนวขดวนของเปลือก (spiral line) ส่วนฐานของเปลือกพบลวดลายที่ชัดเจนกว่าบริเวณอื่น ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา (dextral) เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวิร์ลใหญ่และกว้างกว่าสไปรัเวิร์ล (รูปที่ 34 ฉ) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล 5.05 ± 0.70 มิลลิเมตร ซูเชอร์เป็นแบบลึกและมีร่องเล็กน้อย ปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 4.43 ± 0.63 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.09 ± 0.39 มิลลิเมตร ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้งมน เวิร์ลของเปลือกมีจำนวน 6.75-7.25 เวิร์ล (ตารางที่ 2, 3 และ 4) ผิวของโพรโทคอนช์ (protoconch) มีลวดลายบนผิวเป็นเส้นวนตามแนวการขดวนของหอย แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บางเป็นมัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มีสไปรัลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 ฉ)

จุดสำรวจที่ 10 น้ำตกตะเคียนทอง

เปลือกหอยมีขนาดกลาง รูปกรวยกลม (ขนาดมุมสไปร์ประมาณ 77°) ขนาดความยาวเฉลี่ย 11.09 ± 1.87 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 8.10 ± 1.32 มิลลิเมตร มีค่า size index ประมาณ 73.04 (รูปที่ 33 ก) เปลือกหอยมีสีน้ำตาลและมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือก ผิวเปลือกไม่เรียบ มีเส้นแนวขดวนของเปลือก (spiral line) ส่วนสไปร์สูง ฐานเปลือกพบรอยลวดลายที่เป็นเส้นชัดเจนกว่าบริเวณอื่น ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา เปลือกหอยมีส่วนของบอดีเวิร์ลใหญ่และกว้างกว่าสไปร์เวิร์ล (รูปที่ 34 ก) ความยาวเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล 6.73 ± 0.99 มิลลิเมตร ซูเชอร์เป็นแบบลึกและมีร่องเล็กน้อย ปากเปลือกมีขนาดความยาวเฉลี่ย 6.02 ± 0.84 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 3.93 ± 0.69 มิลลิเมตร ขอบปากเปลือกส่วนฐานโค้งมน เวิร์ลของเปลือกมีจำนวน 6.25-7.5 เวิร์ล (ตารางที่ 2, 3 และ 4) ผิวของโพรโทคอนช์ (protoconch) มีลวดลายบนผิวเป็นเส้นวนตามแนวการขดวนของหอย แผ่นปิดปากเปลือก (operculum) บางเป็นมัน มีลวดลายเป็นแบบคอนเซนทริกที่มีสไปร์ลนิวเคลียส (concentric with spiral) (รูปที่ 35 ก)

◆ การศึกษาลักษณะฟันของหอย

ผลการศึกษาลักษณะฟันของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่เป็นดังนี้

จุดสำรวจที่ 1 น้ำตกไทรโยคน้อย

หอยที่พบมีลักษณะแผ่นฟันยาวเฉลี่ย 1.61 ± 0.01 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.52 ± 0.02 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) ฟันของหอยเป็นแบบทีนิโอกลอสซา (Taenioglossa) มีสูตรฟัน (dentition formula) เป็นแบบ 2:1:1:1::2 คือมีฟันกลาง (central teeth) 1 ซี่ ฟันข้าง lateral teeth) ด้านละ 1 ซี่ และฟันริม 2 ซี่ แบ่งเป็นฟันหยาบ (inner marginal teeth) ด้านละ 1 ซี่ ฟันละเอียด (outer marginal teeth) ด้านละ 1 ซี่ (รูปที่ 36 ก)

ลักษณะฟันกลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 2-4 หยัก คือมีลักษณะหยักฟัน (cusps formula) เป็น 2-4 :1: 2-4 ฟันข้างมีอยู่ด้านละ 1 ซี่ มีลักษณะหยักเป็น 3-4 :1: 3-4 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่ หยักด้านข้างเป็นหยักเล็กๆ และหยักฟันข้างด้านที่ติดกับฟันกลางส่วนใหญ่จะมีจำนวนหยักฟันน้อยกว่าอีกด้านหนึ่ง (รูปที่ 37 ก และ 39 ก) ฟันริมมี 2 แบบคือมีฟันหยาบอยู่ด้านในมีหยักฟันขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 7-8 หยัก ฟันละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักฟันประมาณ 11-13 หยัก (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 ก และ 40 ก)

จุดสำรวจที่ 2 น้ำตกไทรโยคใหญ่

หอยที่พบมีลักษณะแผ่นพื้นยาวเฉลี่ยประมาณ 1.53 ± 0.04 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.46 ± 0.04 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) พื้นของหอยเป็นแบบทีนิโอกอลซซา มีสูตรพื้นเป็นแบบ 2:1:1:1::2 คือมีพื้นกลาง 1 ซี่ พื้นข้างด้านละ 1 ซี่ และพื้นริมมีพื้นหยาบด้านละ 1 ซี่ พื้นละเอียดด้านละ 1 ซี่ (รูปที่ 36 ข)

ลักษณะพื้นกลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 2-3 หยัก คือมีลักษณะหยักพื้นเป็น 2-3 :1: 2-3 พื้นข้างมีอยู่ด้านละ 1 ซี่ มีลักษณะหยักเป็น 3-4 :1: 3-4 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่ หยักด้านข้างเป็นหยักเล็กๆ และหยักพื้นข้างด้านที่ติดกับพื้นกลางส่วนใหญ่จะมีจำนวนหยักพื้นน้อยกว่าอีกด้านหนึ่งเช่นเป็นแบบ 4-1-3 หรือเป็น 3-1-2 เป็นต้น (รูปที่ 37 ข และ 39 ข) พื้นริมมี 2 แบบคือมีพื้นหยาบอยู่ด้านในมีหยักพื้นขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 7-8 หยัก พื้นละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักพื้นประมาณ 11 หยัก (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 ข และ 40 ข)

จุดสำรวจที่ 3 ห้วยเต่าดำ

หอยที่พบมีลักษณะแผ่นพื้นยาวเฉลี่ยประมาณ 1.60 ± 0.01 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.47 ± 0.03 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) พื้นของหอยเป็นแบบทีนิโอกอลซซา มีสูตรพื้นเป็นแบบ 2:1:1:1::2 คือมีพื้นกลาง 1 ซี่ พื้นข้างด้านละ 1 ซี่ และพื้นริมมีพื้นหยาบด้านละ 1 ซี่ พื้นละเอียดด้านละ 1 ซี่ (รูปที่ 36 ค)

ลักษณะพื้นกลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 5 หยัก คือมีลักษณะหยักพื้นเป็น 5 :1: 5 พื้นข้างมีอยู่ด้านละ 1 ซี่ มีลักษณะหยักเป็น 5 :1: 5 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่มากและกว้างกว่าหยักด้านข้างที่มีขนาดเล็กๆ มาก (รูปที่ 37 ค และ 39 ค) พื้นริมมี 2 แบบคือ มีพื้นหยาบอยู่ด้านในมีหยักพื้นขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 7 หยัก พื้นละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักพื้นประมาณ 24 หยัก และรอยหยักของพื้นละเอียดมีลักษณะเป็นร่องตื้นๆ ต่างจากหอยที่เก็บจากจุดสำรวจอื่น (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 ค และ 40 ค)

จุดสำรวจที่ 4 ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด

หอยที่พบมีลักษณะแผ่นพื้นยาวเฉลี่ยประมาณ 1.67 ± 0.02 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.54 ± 0.02 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) พื้นของหอยเป็นแบบทีนิโอกอลซซา มีสูตรพื้นเป็นแบบ 2:1:1:1::2 คือมีพื้นกลาง 1 ซี่ พื้นข้างด้านละ 1 ซี่ และพื้นริมมีพื้นหยาบด้านละ 1 ซี่ พื้นละเอียดด้านละ 1 ซี่ (รูปที่ 36 ง)

ลักษณะพื้กลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 2 - 3 หยัก คือมีลักษณะหยักพื้เป็น 2-3 :1: 2-3 พื้ข้างมีอยู่ด้านละ 1 ที่ มีลักษณะหยักเป็น 3-5 :1: 3-5 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่ หยักด้านข้างเป็นหยักเล็กๆ และหยักพื้ข้างด้านที่ติดกับพื้กลางส่วนใหญ่จะมีจำนวนหยักพื้นน้อยกว่าอีกด้านหนึ่งเช่นเป็นแบบ 4-1-2 หรือเป็น 5-1-2 เป็นต้น (รูปที่ 37 ง และ 39 ง) พื้ริมมี 2 แบบคือมีพื้หยาบอยู่ด้านในมีหยักพื้ขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 7 หยัก พื้ละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักพื้ประมาณ 11 หยัก (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 ง และ 40 ง)

จุดสำรวจที่ 5 น้ำตกผาตาด

หอยที่พบมีลักษณะแผ่นพื้นยาวเฉลี่ยประมาณ 1.78 ± 0.03 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.52 ± 0.01 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) พื้ของหอยเป็นแบบทีนิโอกอลซซา มีสูตรพื้เป็นแบบ 2:1:1:1::2 คือมีพื้กลาง 1 ที่ พื้ข้างด้านละ 1 ที่ และพื้ริมมีพื้หยาบด้านละ 1 ที่ พื้ละเอียดด้านละ 1 ที่ (รูปที่ 36 จ)

ลักษณะพื้กลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 3 หยัก คือมีลักษณะหยักพื้เป็น 3 :1: 3 พื้ข้างมีอยู่ด้านละ 1 ที่ มีลักษณะหยักเป็น 3-6 :1: 2-4 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่ หยักด้านข้างเป็นหยักเล็กๆ และหยักพื้ข้างด้านที่ติดกับพื้กลางจะมีจำนวนหยักพื้นน้อยกว่าอีกด้านหนึ่ง (รูปที่ 37 จ และ 39 จ) พื้ริมมี 2 แบบคือมีพื้หยาบอยู่ด้านในมีหยักพื้ขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 8 และ 10 หยัก พื้ละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักพื้ประมาณ 11 13 และ 16 หยัก (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 จ และ 40 จ)

จุดสำรวจที่ 6 น้ำพุห้วยเขย่ง

หอยที่พบมีลักษณะแผ่นพื้นยาวเฉลี่ยประมาณ 1.68 ± 0.02 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.54 ± 0.02 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) พื้ของหอยเป็นแบบทีนิโอกอลซซา มีสูตรพื้เป็นแบบ 2:1:1:1::2 คือมีพื้กลาง 1 ที่ พื้ข้างด้านละ 1 ที่ และพื้ริมมีพื้หยาบด้านละ 1 ที่ พื้ละเอียดด้านละ 1 ที่ (รูปที่ 36 ฉ)

ลักษณะพื้กลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 3 หยัก คือมีลักษณะหยักพื้เป็น 3 :1: 3 พื้ข้างมีอยู่ด้านละ 1 ที่ มีลักษณะหยักเป็น 4-5 :1: 1-2 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่ หยักด้านข้างเป็นหยักเล็กๆ และหยักพื้ข้างด้านที่ติดกับพื้กลางส่วนใหญ่จะมีจำนวนหยักพื้นน้อยกว่าอีกด้านหนึ่ง (รูปที่ 37 ฉ และ 39 ฉ) พื้ริมมี 2 แบบคือมีพื้หยาบอยู่ด้านในมีหยักพื้ขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 7 หยัก พื้ละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักพื้ประมาณ 11 หยัก (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 ฉ และ 40 ฉ)

จุดสำรวจที่ 7 ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ

หอยที่พบมีลักษณะแผ่นพื้นยาวเฉลี่ยประมาณ 1.87 ± 0.06 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.46 ± 0.01 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) พื้นของหอยเป็นแบบทีนิโอกอลซซา มีสูตรพื้นเป็นแบบ 2:1:1:1::2 คือมีพื้นกลาง 1 ซี่ พื้นข้างด้านละ 1 ซี่ และพื้นริมมีพื้นหยาบด้านละ 1 ซี่ พื้นละเอียดด้านละ 1 ซี่ (รูปที่ 36 ข)

ลักษณะพื้นกลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 2-3 หยัก คือมีลักษณะหยักพื้นเป็น 2-3 :1: 2-3 พื้นข้างมีอยู่ด้านละ 1 ซี่ มีลักษณะหยักเป็น 3-4 :1: 2-3 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่ หยักด้านข้างเป็นหยักเล็กๆ และหยักพื้นข้างบางส่วนด้านที่ติดกับพื้นกลางส่วนใหญ่จะมีจำนวนหยักพื้นน้อยกว่าอีกด้านหนึ่งเช่นเป็นแบบ 3-1-2 เป็นต้น (รูปที่ 37 ข และ 39 ข) พื้นริมมี 2 แบบคือมีพื้นหยาบอยู่ด้านในมีหยักพื้นขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 8-9 หยัก พื้นละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักพื้นประมาณ 14 หยัก (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 ข และ 40 ข)

จุดสำรวจที่ 8 น้ำตกเกริงกระเวีย

ลักษณะแผ่นพื้นยาวเฉลี่ยประมาณ 1.81 ± 0.03 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.40 ± 0.01 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) พื้นของหอยเป็นแบบทีนิโอกอลซซา มีสูตรพื้นเป็นแบบ 2:1:1:1:2 คือมีพื้นกลาง 1 ซี่ พื้นข้างด้านละ 1 ซี่ และพื้นริมมีพื้นหยาบด้านละ 1 ซี่ พื้นละเอียดด้านละ 1 ซี่ (รูปที่ 36 ข)

ลักษณะพื้นกลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 3-4 หยัก คือมีลักษณะหยักพื้นเป็น 3-4 :1: 3-4 พื้นข้างมีอยู่ด้านละ 1 ซี่ มีลักษณะหยักเป็น 3-4 :1: 2 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่ หยักด้านข้างเป็นหยักเล็กๆ และหยักพื้นข้างด้านที่ติดกับพื้นกลางส่วนใหญ่จะมีจำนวนหยักพื้นน้อยกว่าอีกด้านหนึ่ง (รูปที่ 37 ข และ 39 ข) พื้นริมมี 2 แบบคือมีพื้นหยาบอยู่ด้านในมีหยักพื้นขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 7-8 หยัก พื้นละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักพื้นประมาณ 11-13 หยัก (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 ข และ 40 ข)

จุดสำรวจที่ 9 น้ำตกไคของถ้อง

ลักษณะแผ่นพื้นยาวเฉลี่ยประมาณ 1.81 ± 0.01 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.42 ± 0.02 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) พื้นของหอยเป็นแบบทีนิโอกอลซซา มีสูตรพื้นเป็นแบบ 2:1:1:1:2 คือมีพื้นกลาง 1 ซี่ พื้นข้างด้านละ 1 ซี่ และพื้นริมมีพื้นหยาบด้านละ 1 ซี่ พื้นละเอียดด้านละ 1 ซี่ (รูปที่ 36 ฉ)

ลักษณะพนักกลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 2-3 หยัก คือมีลักษณะหยักฟันเป็น 2-3 :1: 2-3 ฟันข้างมีอยู่ด้านละ 1 ซี่ มีลักษณะหยักเป็น 3-4 :1: 2-3 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่ หยักด้านข้างเป็นหยักเล็กๆ และหยักฟันข้างบางส่วนด้านที่ติดกับพนักกลางส่วนใหญ่จะมีจำนวนหยักฟันน้อยกว่าอีกด้านหนึ่งเช่นเป็นแบบ 3-1-2 เป็นต้น (รูปที่ 37 ฉ และ 39 ฉ) ฟันริมมี 2 แบบคือมีฟันหยาบอยู่ด้านในมีหยักฟันขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 7-8 หยัก ฟันละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักฟันประมาณ 11-12 หยัก (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 ฉ และ 40 ฉ)

จุดสำรวจที่ 10 น้ำตกตะเคียนทอง

ลักษณะแผ่นฟันยาวเฉลี่ยประมาณ 1.81 ± 0.01 มิลลิเมตร กว้างเฉลี่ย 0.49 ± 0.03 มิลลิเมตร (ตารางที่ 5) ฟันของหอยเป็นแบบทีนิโอกลอสซา มีสูตรฟันเป็นแบบ 2:1:1:1:2 คือมีพนักกลาง 1 ซี่ ฟันข้างด้านละ 1 ซี่ และฟันริมมีฟันหยาบด้านละ 1 ซี่ ฟันละเอียดด้านละ 1 ซี่ (รูปที่ 36 ฉ)

ลักษณะพนักกลางมีหยักที่ใหญ่อยู่ตรงกลาง 1 หยัก และมีหยักเล็กด้านละ 2-3 หยัก คือมีลักษณะหยักฟันเป็น 2-3 :1: 2-3 ฟันข้างมีอยู่ด้านละ 1 ซี่ มีลักษณะหยักเป็น 3-5 :1: 2 หยักตรงกลางมีขนาดใหญ่ หยักด้านข้างเป็นหยักเล็กๆ และหยักฟันข้างด้านที่ติดกับพนักกลางส่วนใหญ่จะมีจำนวนหยักฟันน้อยกว่าอีกด้านหนึ่ง (รูปที่ 37 ฉ และ 39 ฉ) ฟันริมมี 2 แบบ คือมีฟันหยาบอยู่ด้านในมีหยักฟันขนาดเท่าๆ กันอยู่ประมาณ 7-8 หยัก ฟันละเอียดอยู่ด้านนอกมีหยักฟันประมาณ 11-12 หยัก (ตารางที่ 6) (รูปที่ 38 ฉ และ 40 ฉ)

◆ ผลการศึกษาลักษณะทางกายวิภาค

ในการศึกษครั้งนี้ทำการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ โดยศึกษาโครงสร้างลำตัวภายนอก (ส่วนหัว, ส่วนคอ และแผ่นเท้า) และโครงสร้างลำตัวภายใน (ระบบทางเดินอาหาร ระบบลำเลียง และระบบสืบพันธุ์) ของหอย พบว่าเมื่อแกะเปลือกหอยออกสามารถมองเห็นผนังลำตัวของหอยเห็นการจัดเรียงตัวของอวัยวะภายนอกและอวัยวะภายในบางส่วนของหอยได้ พบว่าการจัดเรียงโครงสร้างอวัยวะต่างๆ ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ทั้งเพศผู้ และเพศเมียเหมือนกัน (รูปที่ 41, 42) ผลการศึกษาลักษณะและขนาดของอวัยวะต่าง ๆ เป็นดังนี้

จุดสำรวจที่ 1 น้ำตกไทรโยคน้อย

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้พบว่าส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสเนท (snout) ด้านหลังปากจะพบเทเนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทเนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทเนเทเคิลพบรงควัตถุสีเขียวเหลือง กระจัดกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีรงควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทเนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง (รูปที่ 43ก, 44ก) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทเนเทเคิล ในหอยเพศผู้ไม่พบว่ามีเวอร์จ (verge) หรือเพนนิสยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอเพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ามเนื้อหนา พบรงควัตถุสีเขียวเหลือง กระจัดกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ส่วนแมนเทิล แมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอ ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร เช่น เรกตรัม เอนัส ไต หัวใจ เหงือก ต่อมไฮโปแบรงเคียล และออสเฟเรเดียม ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา (fringe of processes) พบรงควัตถุสีเขียวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 7.09 ± 1.06 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.43 ± 0.43 และ หอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.85 ± 1.32 , ตารางที่ 7, 17)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัว จะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 ก, 46 ก) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสเนท รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกกริมฟีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล (buccal cavity) หรือฟาริงซ์ (pharynx) ภายในฟาริงซ์จะมีขากรรไกรและแรดูลา ส่วนที่แรดูลาบรรจุอยู่เรียกบักคัลแมส (buccal mass) ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.13 ± 0.23 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.20 ± 0.19 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.08 ± 0.26) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารมีต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 8.08 ± 1.39 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 8.28 ± 1.44 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.88 ± 1.46) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารมีลักษณะคล้ายถุงสีส้ม

อ่อนอยู่ติดต่อกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะอาหารมีถุงสโตลัสภายในบรรจุคริสทาลินสโตลัส ลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวหนังในมันเรียก แกสตริกซัลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 8.52 ± 1.44 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 8.64 ± 1.44 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.40 ± 1.61) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนัสซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 7.72 ± 1.39 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 8.48 ± 1.34 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.95 ± 1.04)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก (ctenidium) และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและอริเคิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 81.44 ± 6.44 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 83.84 ± 6.77 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 79.04 ± 5.75) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 6.15 ± 0.99 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 5.88 ± 1.02 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.42 ± 0.98) บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมสำหรับทดสอบสารเคมีในน้ำก่อนผ่านเข้าสู่เหงือก ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 1.95 ± 0.31 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.11 ± 0.22 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 1.82 ± 0.33) นอกจากนี้ยังพบต่อมไฮโปแบรงเคียล (สีขาวยุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีขาวยุ่นถึงสีส้มอ่อน ลักษณะคล้ายถุงผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 3.84 ± 0.35 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 3.94 ± 0.33 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 3.74 ± 0.38)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส (testis) ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อสเปิร์ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อนำสเปิร์ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 13.80 ± 2.79 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 16.12 ± 2.55 มิลลิเมตร ท่อนำสเปิร์มมีลักษณะเป็นท่อสีขาวใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อสืบพันธุ์พลเลียด (pallial gonoduct)

ลักษณะของท่อสืบพันธุ์แพลเลียมมีสีขาว ผนังบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อแพลเลียมประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผนังด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อสเปิร์ม ทำให้มีลักษณะเป็นถุง ท่อสืบพันธุ์แพลเลียมมีความยาวเฉลี่ย 4.81 ± 1.53 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อสืบพันธุ์แพลเลียมจะพบท่อยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบ Penis ยาวออกไปบริเวณส่วนคอสเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และสเปิร์มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มที่มี 1 หาง (รูปที่ 47)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพคเมีย รังไข่ (ovary) มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตับ รังไข่แต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพศผู้ รังไข่มีความยาวเฉลี่ย 13.6 ± 1.75 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 15.98 ± 1.36 มิลลิเมตร ท่อนำไข่เป็นท่อสีขาวเชื่อมต่อกับรังไข่ไปยังท่อนำไข่แพลเลียม (pallial oviduct) ท่อนำไข่แพลเลียมมีสีขาวจนถึงสีส้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพคผู้แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 6.84 ± 1.07 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่แพลเลียมประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน (albumen gland = posterior pallial oviduct) และ ต่อมแคปซูล (capsule gland = anterior pallial oviduct) นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสเปิร์ม (copulatory bursa) ด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยายใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหงือกเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาว ผนังด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวด้านในหนาเป็นท่อพับไปมา

จุดสำรวจที่ 2 น้ำตกไทรโยคใหญ่

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสแนท ด้านหลังปากจะพบเทเนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทเนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทเนเทเคิลพบรังควัตถุสีเขียวน้ำเหลืองกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีรังควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทเนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง (รูปที่ 43 ข) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่

บริเวณหลังเทนเทเคิล ในหอยเพศผู้ไม่พบว่ามีเพนนิสยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้า เป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอเพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ำม เนื้อหนา พบร่องวัดฤดูสีเขียวเหลือง กระจายกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ส่วนแมนเทิล แมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอ ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้ แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณ หน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา พบร่องวัดฤดูสีเขียวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 7.23 ± 0.72 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.75 ± 0.24 และ หอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.87 ± 0.64 , ตารางที่ 8)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัวจะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 ข, 46 ข) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสเนท รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกว่ากริมฟีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล หรือฟาริงส์ ภายในฟาริงส์จะมีขากรรไกรและแรดูลา ส่วนที่แรดูลาบรรจุอยู่เรียกว่าบักคัลแมส ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.60 ± 0.17 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.58 ± 0.18 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.63 ± 0.17) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารพบต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 6.24 ± 0.63 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 5.98 ± 0.42 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.50 ± 0.76) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงสีส้มอ่อนอยู่ติดต่อกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะอาหารมีถุงสโตลภายในบรรจุคริสทาลินสโตลลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวหนังในมันเรียก แกสตริกซัลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 7.43 ± 0.41 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.20 ± 0.08 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.65 ± 0.51) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนัสซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 6.89 ± 1.52 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.08 ± 0.90 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.70 ± 1.68)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและออร์ทิเคิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 94.96 ± 14.72 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้จำนวนเฉลี่ย 97.06 ± 16.12 และหอยเพศเมียมีจำนวนเฉลี่ย 92.86 ± 14.72) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 6.05 ± 0.39 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.00 ± 0.37 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.12 ± 0.46 บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมยาว ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 1.94 ± 0.32 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 1.93 ± 0.30 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 1.95 ± 0.39) นอกจากนี้ยังพบต่อมไฮโปแบรงเคียล (สีขาวยุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีขาวยุ่นถึงสีส้มอ่อน ลักษณะคล้ายถุงผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 4.30 ± 0.33 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 4.30 ± 0.33 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 4.30 ± 0.40)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อสเปิร์ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อนาสเปิร์ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 11.50 ± 3.55 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 15.80 ± 2.18 มิลลิเมตร ท่อนาสเปิร์มมีลักษณะเป็นท่อสีขาวใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อสืบพันธุ์พลเลียด (pallial gonoduct) ลักษณะของท่อสืบพันธุ์พลเลียดมีสีขาว ผนังบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อพลเลียดประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผนังด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อสเปิร์ม ท่อสืบพันธุ์พลเลียดมีความยาวเฉลี่ย 4.02 ± 0.25 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อสืบพันธุ์พลเลียดจะพบท่อยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบเพนีสยื่นยาวออกไปบริเวณส่วนคอ สเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปิร์มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มที่มี 1 หาง

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพคเมียว ริงไข่ มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตัว ริงไข่แต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพศผู้ ริงไข่มีความยาวเฉลี่ย 13.78 ± 2.83 มิลลิเมตร ตัวมีความยาวเฉลี่ย 16.33 ± 2.23 มิลลิเมตร ท่อนำไข่เป็นท่อสีขาวเชื่อมต่อกับ ริงไข่ไปยังท่อนำไข่แพลเลียม (pallial oviduct) ท่อนำไข่แพลเลียมมีสีขาวขุ่นถึงสีส้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพคผู้ แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 5.00 ± 0.91 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่แพลเลียมประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน และ ต่อมแคปซูล นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสัมผัส โคพูลาทอรีเบอร์ชาด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยายใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหียงเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาว ผนังด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวด้านในหนาเป็นท่อพับไปมา

จุดสำรวจที่ 3 หัวยแต่ดำ

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสเนลล์ ด้านหลังปากจะพบเทเนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทเนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทเนเทเคิลพบรงควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่อย่างสม่ำเสมอ และที่บริเวณรอบตาพบรงควัตถุสีขาวครีมกระจายอยู่โดยรอบ (รูปที่ 43 ค, 44 ข) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทเนเทเคิล ในหอยเพคผู้ไม่พบว่ามีเพนนิสยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอเพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ามเนื้อหนา พบรงควัตถุสีเหลืองเขียว กระจัดกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย มีส่วนแมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอ ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา พบรงควัตถุสีเขียวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 6.45 ± 1.44 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพคผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.30 ± 1.59 และ หอยเพคเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.70 ± 1.44 , ตารางที่ 9)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัวจะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 ค, 46 ค) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสเน่ห์ รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกว่ากริมฝีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล หรือฟาริงส์ ภายในฟาริงส์จะมีขากรรไกรและแรดูลา ส่วนที่แรดูลาบรรจุอยู่เรียกว่าบักคัลแมส ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.76 ± 0.28 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.76 ± 0.34 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.77 ± 0.21) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารพบต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 5.01 ± 0.76 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 4.82 ± 0.88 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 5.34 ± 0.47) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงสี่เหลี่ยมอยู่ติดต่อกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะอาหารมีถุงสโตลภายในบรรจุคริสทอลินสโตลลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวหนังในมันเรียก แกสตริกซัลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 5.81 ± 1.17 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 5.30 ± 1.19 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.67 ± 0.47) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนส์ซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 6.63 ± 1.43 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.62 ± 1.82 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.63 ± 0.74)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและอริเคิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 66.00 ± 5.63 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้มีจำนวนเฉลี่ย 64.8 ± 5.72 และหอยเพศเมียมีจำนวนเฉลี่ย 68.00 ± 6.00) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 5.50 ± 0.97 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 5.54 ± 1.15 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 5.43 ± 0.80 บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมยาว ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 2.39 ± 0.30 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.42 ± 0.28 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.34 ± 0.40) นอกจากนี้ยังพบต่อมไฮโป

แบรงเคียล (สีขาวยุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีขาวยุ่นถึงสีส้มอ่อน ลักษณะคล้ายถุงผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 3.09 ± 0.74 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 3.28 ± 0.84 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.77 ± 0.47)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อสเปิร์ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อนำสเปิร์ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 7.88 ± 3.41 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 9.14 ± 3.66 มิลลิเมตร ท่อนำสเปิร์มมีลักษณะเป็นท่อสีขาวใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อสืบพันธุ์แพลเลียล (pallial gonoduct) ลักษณะของท่อสืบพันธุ์แพลเลียลมีสีขาว ผนังบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อแพลเลียลประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผนังด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อสเปิร์ม ท่อสืบพันธุ์แพลเลียลมีความยาวเฉลี่ย 3.62 ± 1.03 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อสืบพันธุ์แพลเลียลจะพบท่อยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบ Penis ยื่นยาวออกไปบริเวณส่วนคอ สเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปิร์มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มที่มี 1 หาง

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศเมีย รังไข่ มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตับ รังไข่แต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพศผู้ รังไข่มีความยาวเฉลี่ย 10.15 ± 4.74 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 12.85 ± 3.75 มิลลิเมตร ท่อนำไข่เป็นท่อสีขาวเชื่อมต่อกับรังไข่ไปยังท่อนำไข่แพลเลียล (pallial oviduct) ท่อนำไข่แพลเลียลมีสีขาวยุ่นถึงสีส้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพศผู้ แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 4.45 ± 0.47 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่แพลเลียลประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน และ ต่อมแคปซูล นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสเปิร์ม โคพูลาทอรีเบอร์ชาด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยาย

ใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหงือกเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาว ผนังด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวหนังในหน้าเป็นท่อพับไปมา

จุดสำรวจที่ 4 ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสแนท ด้านหลังปากจะพบเทเนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทเนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทเนเทเคิลพบรังควัตถุสีเขียวเหลืองกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีรังควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทเนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง (รูปที่ 43 ง) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทเนเทเคิล ในหอยเพศผู้ไม่พบว่ามีการยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นไฮเพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ามเนื้อหนา พบรังควัตถุสีเขียวเหลือง กระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ส่วนแมนเทิล แมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอ ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา พบรังควัตถุสีเขียวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 7.27 ± 0.50 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.42 ± 0.52 และ หอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.12 ± 0.50 , ตารางที่ 10)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัวจะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 ง, 46 ง) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสแนท รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกว่ากริมฟีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล หรือฟาริงส์ ภายในฟาริงส์จะมีขากรรไกรและแรดูลา ส่วนที่แรดูลาบรรจุอยู่เรียกว่าบักคัลแมส ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.28 ± 0.24 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.40 ± 0.29 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.16 ± 0.11) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารพบต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 6.38 ± 0.68 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.58 ± 0.53 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.18 ± 0.81) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงสีส้มอ่อนอยู่ติดต่อกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะ

อาหารมีถุงสไตล์ภายในบรรจุกิสต์สไตล์ลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวหนังด้านในมันเรียก แกสตริกซีลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 8.18 ± 0.43 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 8.20 ± 0.46 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.16 ± 0.44) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนัสซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 7.27 ± 0.19 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.20 ± 0.19 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.34 ± 0.19)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและออร์บิเคิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 96.16 ± 7.04 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 98.16 ± 7.85 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 93.65 ± 5.91) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 5.74 ± 0.25 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 5.78 ± 0.16 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 5.70 ± 0.36 บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมยาว ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 2.19 ± 0.12 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.20 ± 0.14 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.18 ± 0.11) นอกจากนี้ยังพบต่อมไฮโปแบรงเคียล (สีชาวุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีเหลือง ลักษณะคล้ายถุง ผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 3.95 ± 0.17 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 4.01 ± 0.18 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 3.87 ± 0.15)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อสเปิร์ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อนำสเปิร์ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 13.13 ± 2.89 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 15.70 ± 3.35 มิลลิเมตร ท่อนำสเปิร์มมีลักษณะเป็นท่อสีขาวใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อสืบพันธุ์พลเลียด (pallial gonoduct) ลักษณะของท่อสืบ

พันธุ์แพลเลียมมีสีขาว ผันบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อแพลเลียมประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผันด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อสเปิร์ม ท่อสืบพันธุ์แพลเลียมมีความยาวเฉลี่ย 4.80 ± 0.39 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อสืบพันธุ์แพลเลียมจะพบที่ยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบเพนีสยื่นยาวออกไปบริเวณส่วนคอ สเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปิร์มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มที่มี 1 หาง

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพคเมีย ริงไข่ มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตับ ริงไข่แต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพคผู้ ริงไข่มีความยาวเฉลี่ย 11.73 ± 3.39 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 14.77 ± 4.63 มิลลิเมตร ท่อนำไข่เป็นท่อสีขาวเชื่อมต่อกับริงไข่ไปยังท่อนำไข่แพลเลียม (pallial oviduct) ท่อนำไข่แพลเลียมมีสีขาวขุ่นถึงสีส้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพคผู้ แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 4.86 ± 0.55 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่แพลเลียมประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน และ ต่อมแคปซูล นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสเปิร์ม โคพูลาทอรีเบอร์ชาด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยายใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหงือกเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาว ผันด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวด้านในหนาเป็นท่อพับไปมา

จุดสำรวจที่ 5 น้ำตกผาตาด

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสเนท ด้านหลังปากจะพบเทเนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทเนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทเนเทเคิลพบรังควัตถุสีเขียวยาวเลื้อยกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีรังควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทเนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง (รูปที่ 43 จ) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทเนเทเคิล ในหอยเพคผู้ไม่พบว่ามีการยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอ

เพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ามเนื้อหนา พบรังควัตถุสีเขียวเหลือง กระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ส่วนแมนเทิล แมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอ ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้ แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา พบรังควัตถุสีเขียวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 8.46 ± 0.56 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 8.60 ± 0.48 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.32 ± 0.65 , ตารางที่ 11)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัวจะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 จ, 46 จ) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสเนท รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกว่าริมฝีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล หรือฟาริงส์ ภายในฟาริงส์จะมีขากรรไกรและแรดูลา ส่วนที่แรดูลาบรรจุอยู่เรียกว่าบักคัลแมส ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.74 ± 0.22 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.74 ± 0.17 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.73 ± 0.29) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารพบต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 7.28 ± 0.46 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.23 ± 0.38 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.32 ± 0.58) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงสีส้มอ่อนอยู่ติดต่อกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะอาหารมีถุงสโตลภายในบรรจุคริสทอลินสโตลลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวหนังในมันเรียก แกสตริกซัลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 8.80 ± 0.93 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 8.72 ± 0.83 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.88 ± 1.12) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนัสซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 9.62 ± 0.75 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 9.87 ± 0.37 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 9.37 ± 0.99)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิล

หนึ่งอันและออร์คิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 91.80 ± 4.08 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้มีจำนวนเฉลี่ย 92.00 ± 2.24 และหอยเพศเมียมีจำนวนเฉลี่ย 91.60 ± 5.68) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 8.22 ± 0.61 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.94 ± 0.63 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.57 ± 0.43 บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมยาว ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 2.79 ± 0.30 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.92 ± 0.31 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.66 ± 0.26) นอกจากนี้ยังพบต่อมไฮโปแบรงเคียล (สีขาวขุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีขาวยาวถึงสีส้มอ่อน ลักษณะคล้ายถุงผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 4.12 ± 0.73 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 4.38 ± 0.84 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 3.80 ± 0.47)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อสเปิร์ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อนาสเปิร์ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 15.23 ± 1.09 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 17.54 ± 1.01 มิลลิเมตร ท่อนาสเปิร์มมีลักษณะเป็นท่อสีขาวใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อสืบพันธุ์พลเลียด (pallial gonoduct) ลักษณะของท่อสืบพันธุ์พลเลียดมีสีขาว ผนังบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อพลเลียดประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผนังด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อสเปิร์ม ท่อสืบพันธุ์พลเลียดมีความยาวเฉลี่ย 5.25 ± 0.43 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อสืบพันธุ์พลเลียดจะพบท่อยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบเพนีสยื่นยาวออกไปบริเวณส่วนคอ สเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปิร์มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มที่มี 1 หาง

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพคเมีย รังไข่ มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตัว รังไข่แต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพศผู้ รังไข่มีความยาวเฉลี่ย 15.68 ± 0.54 มิลลิเมตร ตัวมีความยาวเฉลี่ย 18.19 ± 0.55 มิลลิเมตร ท่อนำไข่เป็นท่อสีขาวเชื่อมต่อกับรังไข่ไปยังท่อนำไข่แพลเลียล (pallial oviduct) ท่อนำไข่แพลเลียลมีสีขาวยาวจนถึงลำคออ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพคผู้ แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 5.90 ± 0.63 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่แพลเลียลประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน และ ต่อมแคปซูล นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสัมผัส โคพูลาทอรีเบอร์ชาด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยายใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหงือกเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาว ผนังด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวด้านในหนาเป็นท่อพับไปมา

จุดสำรวจที่ 6 น้ำพุห้วยเขย่ง

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสแนท์ ด้านหลังปากจะพบเทเนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทเนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทเนเทเคิลพบรงควัตถุสีเขียวยellowเหลืองกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีรงควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทเนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง (รูปที่ 43 ฉ) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทเนเทเคิล ในหอยเพคผู้ไม่พบว่ามีเพนนิสยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอเพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ำมเนื้อหนา พบรงควัตถุสีเขียวยellowเหลือง กระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ส่วนแมนเทิล แมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอของหอย ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา พบรงควัตถุสีเขียวยellowกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 7.16 ± 0.42 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพคผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.97 ± 0.37 และ หอยเพคเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.35 ± 0.40 , ตารางที่ 12)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัวจะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 ฉ, 46 ฉ) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสเน่ห์ รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกว่ากริมฝีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล หรือฟาริงส์ ภายในฟาริงส์จะมีขากรรไกรและแร่ดูลา ส่วนที่แร่ดูลาบรรจุอยู่เรียกว่าบักคัลแมส ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.31 ± 0.26 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.26 ± 0.28 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.36 ± 0.26) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารพบต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 6.44 ± 0.85 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 5.75 ± 0.50 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.13 ± 0.44) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงสี่เหลี่ยมอยู่ติดต่อกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะอาหารมีถุงสโตลภายในบรรจุคริสทอลินสโตลลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวหนังในมันเรียก แกสตริกซัลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหลังกระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 7.26 ± 0.53 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.00 ± 0.42 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.52 ± 0.54) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนัสซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 8.06 ± 0.71 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.71 ± 0.65 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.40 ± 0.66)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและออร์คิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 97.50 ± 2.88 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้มีจำนวนเฉลี่ย 97.40 ± 2.30 และหอยเพศเมียมีจำนวนเฉลี่ย 97.60 ± 3.65) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 6.27 ± 0.52 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.09 ± 0.47 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.45 ± 0.54 บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมยาว ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 2.23 ± 0.16 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.22 ± 0.08 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.23 ± 0.22) นอกจากนี้ยังพบต่อม

ไฮโปแบรงเคียล (สีขาวยุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีชาวยุ่นถึงสีส้มอ่อน ลักษณะคล้ายถุงผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 4.08 ± 0.36 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 4.14 ± 0.38 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 4.02 ± 0.37)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อน้ำเปรี๊ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อน้ำสเปรี๊ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 14.31 ± 0.79 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 15.68 ± 0.45 มิลลิเมตร ท่อน้ำสเปรี๊มมีลักษณะเป็นท่อน้ำใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อน้ำสืบพันธุ์แพลเลียล (pallial gonoduct) ลักษณะของท่อน้ำสืบพันธุ์แพลเลียลมีสีขาว ผนังบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อแพลเลียลประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผนังด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อน้ำเปรี๊ม ท่อน้ำสืบพันธุ์แพลเลียลมีความยาวเฉลี่ย 4.88 ± 0.33 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อน้ำสืบพันธุ์แพลเลียลจะพบท่อยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบเพนติสยื่นยาวออกไปบริเวณส่วนคอ สเปรี๊มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปรี๊มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปรี๊มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปรี๊มที่มี 1 หาง

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศเมีย รังไข่ มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตับ รังไข่แต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพศผู้ รังไข่มีความยาวเฉลี่ย 13.22 ± 1.21 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 15.04 ± 0.73 มิลลิเมตร ท่อน้ำไข่เป็นท่อน้ำใสเชื่อมต่อจากรังไข่ไปยังท่อน้ำไข่แพลเลียล (pallial oviduct) ท่อน้ำไข่แพลเลียลมีสีขาวยุ่นถึงสีส้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพศผู้ แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 4.81 ± 1.08 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อน้ำไข่แพลเลียลประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน และ ต่อมแคปซูล นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสเปรี๊ม โคพูลาทอรีเบอร์ชาด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อน้ำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยาย

ใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหงือกเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาว ผนังด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวหนังในหน้าเป็นท่อพับไปมา

จุดสำรวจที่ 7 ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสเนท ด้านหลังปากจะพบเทนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทนเทเคิลพบรงควัตถุสีเขียวเหลืองกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีรงควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง (รูปที่ 43 ข) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทนเทเคิล ในหอยเพศผู้ไม่พบว่ามีเพนนิสยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอเพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ำมเนื้อหนา พบรงควัตถุสีเขียวเหลือง กระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ส่วนแมนเทิล แมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอ ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา พบรงควัตถุสีเขียวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 7.44 ± 0.72 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.66 ± 0.83 และ หอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.22 ± 0.62 , ตารางที่ 7)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัวจะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 ข, 46 ข) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสเนท รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกกริมฝีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล หรือฟาริงส์ ภายในฟาริงส์จะมีขากรรไกรและแรดูลา ส่วนที่แรดูลาบรรจุอยู่เรียกบักคัลแมส ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.72 ± 0.15 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.72 ± 0.19 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.72 ± 0.13) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารพบต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 7.02 ± 0.41 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.91 ± 0.50 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.12 ± 0.33) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงสีส้มอ่อนอยู่ติดต่อกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะ

อาหารมีถุงสไตล์ภายในบรรจุคริสตัลลินสไตล์ลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวหนังด้านในมันเรียก แกสตริกซีลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 8.11 ± 0.32 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.99 ± 0.32 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.24 ± 0.31) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนัสซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 8.35 ± 0.28 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 8.33 ± 0.31 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.36 ± 0.27)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและออร์คิเคิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 89.76 ± 2.35 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 89.32 ± 2.50 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 90.20 ± 2.39) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 6.85 ± 0.36 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.88 ± 0.31 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.82 ± 0.44 บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมยาว ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 2.28 ± 1.12 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.28 ± 0.13 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.28 ± 0.13) นอกจากนี้ยังพบต่อมไฮโปแบรงเคียล (สีขาวยุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีขาวยุ่นถึงสีส้มอ่อน ลักษณะคล้ายถุงผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 3.39 ± 0.34 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 3.24 ± 0.28 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 3.54 ± 0.35)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อสเปิร์ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อนาสเปิร์ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 12.23 ± 1.41 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 14.24 ± 1.32 มิลลิเมตร ท่อนาสเปิร์มมีลักษณะเป็นท่อสีขาวใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อสืบพันธุ์พลเลียด (pallial gonoduct) ลักษณะของท่อสืบ

พันธุ์แพลเลียมมีสีขาว ผันบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อแพลเลียมประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผันด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อสเปิร์ม ท่อสืบพันธุ์แพลเลียมมีความยาวเฉลี่ย 4.89 ± 0.89 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อสืบพันธุ์แพลเลียมจะพบท่อยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบเพนนิสยื่นยาวออกไปบริเวณส่วนคอ สเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปิร์มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มที่มี 1 หาง

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพคเมีย ริงไซ มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตับ ริงไซแต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพคผู้ ริงไซมีความยาวเฉลี่ย 11.58 ± 2.06 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 13.37 ± 2.21 มิลลิเมตร ท่อนำไข่เป็นท่อสีขาวเชื่อมต่อกับ ริงไซไปยังท่อนำไข่แพลเลียม (pallial oviduct) ท่อนำไข่แพลเลียมมีสีขาวขุ่นถึงสีส้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพคผู้ แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 4.23 ± 0.62 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่แพลเลียมประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน และ ต่อมแคปซูล นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสเปิร์ม โคพูลาทอรีเบอร์ชาด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยายใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหงือกเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาว ผันด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวด้านในหนาเป็นท่อพับไปมา

จุดสำรวจที่ 8 น้ำตกเกริงกระเวีย

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสเนท ด้านหลังปากจะพบเทนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทนเทเคิลพบรงควัตถุสีเขียวเหลืองกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีรงควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง (รูปที่ 43 ข) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทนเทเคิล ในหอยเพคผู้ไม่พบว่ามีเพนนิสยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอ

เพอร์คิวลัมอยู่ทางด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ำม เนื้อหนา พบร่องควัตุลีสี่เหลี่ยมผืนผ้า กระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ส่วนแมนเทิล แมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอของหอย ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา พบร่องควัตุลีสี่เหลี่ยมผืนผ้า กระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 7.77 ± 0.78 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.96 ± 0.43 และ หอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.58 ± 1.05 , ตารางที่ 14)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัวจะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 ฉ, 46 ฉ) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสเนลท์ รอบ ๆ ปากจะหนา เรียกกริมฝีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล หรือฟาริงส์ ภายในฟาริงส์จะมีขากรรไกรและแร่ดูลา ส่วนที่แร่ดูลาบรรจุอยู่เรียกบักคัลแมส ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.14 ± 0.12 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.09 ± 0.13 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.18 ± 0.08) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารพบต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 6.07 ± 0.89 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 5.90 ± 0.58 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.24 ± 1.17) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงสี่เหลี่ยมอยู่ติดกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะอาหารมีถุงสโตลภายในบรรจุคริสทาลินสโตลลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวหนังในมันเรียก แกสตริกซัลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 5.95 ± 0.74 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.38 ± 0.49 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 5.52 ± 0.73) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนัสซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 7.95 ± 1.06 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.80 ± 0.68 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.10 ± 1.41)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจไบรรัจอยู่ภายในของรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิล

หนึ่งอันและออร์คิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรจอยู่ช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 94.4 ± 3.41 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้มีจำนวนเฉลี่ย 93.8 ± 3.56 และหอยเพศเมียมีจำนวนเฉลี่ย 95.00 ± 3.54) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 6.16 ± 0.63 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.29 ± 0.78 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.04 ± 0.50 บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมยาว ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 2.85 ± 0.13 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.88 ± 0.08 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.83 ± 0.17) นอกจากนี้ยังพบต่อมไฮโปแบรงเคียล (สีขาวขุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีชาคริมถึงสีส้มอ่อน ลักษณะคล้ายถุงผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 3.28 ± 0.43 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 3.38 ± 0.16 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 3.19 ± 0.60)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อสเปิร์ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อนาสเปิร์ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 13.20 ± 0.42 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 15.28 ± 0.41 มิลลิเมตร ท่อนาสเปิร์มมีลักษณะเป็นท่อสีขาวใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อสืบพันธุ์แพลเลียล (pallial gonoduct) ลักษณะของท่อสืบพันธุ์แพลเลียลมีสีขาว ผนังบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อแพลเลียลประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผนังด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อสเปิร์ม ท่อสืบพันธุ์แพลเลียลมีความยาวเฉลี่ย 4.58 ± 0.79 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อสืบพันธุ์แพลเลียลจะพบท่อยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบ Penis ยื่นยาวออกไปบริเวณส่วนคอ สเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปิร์มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มที่มี 1 หาง

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพคเมียบี รังไข่ มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตัว รังไข่แต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพศผู้ รังไข่มีความยาวเฉลี่ย 12.48 ± 2.58 มิลลิเมตร ตัวมีความยาวเฉลี่ย 14.38 ± 2.44 มิลลิเมตร ท่อนำไข่เป็นท่อสีขาวเชื่อมต่อกับรังไข่ไปยังท่อนำไข่พลเลียด (pallial oviduct) ท่อนำไข่พลเลียดมีสีขาวขุ่นถึงสีส้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพคผู้ แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 4.64 ± 0.97 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่พลเลียดประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน และ ต่อมแคปซูล นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสัมผัส โคพูลาทอรีเบอร์ชาด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยายใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหงือกเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาว ผนังด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวด้านในหนาเป็นท่อพับไปมา

จุดสำรวจที่ 9 น้ำตกไคซองถ่อง

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสแนท ด้านหลังปากจะพบเทเนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทเนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทเนเทเคิลพบร่องวัดฤดูสีเขียวเหลืองกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีร่องวัดฤดูเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทเนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง (รูปที่ 43 ฉ) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทเนเทเคิล ในหอยเพคผู้ไม่พบว่ามีเพนนิสยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอเพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ามเนื้อหนา พบร่องวัดฤดูสีเขียวเหลือง กระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ส่วนแมนเทิล แมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอ ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา พบร่องวัดฤดูสีเขียวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 7.98 ± 0.36 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพคผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.98 ± 0.48 และ หอยเพคเมียบีมีความยาวเฉลี่ย 7.98 ± 0.24 , ตารางที่ 15)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัวจะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 ซ, 46 ซ) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสเน่ห์ รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกว่ากริมฝีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล หรือฟาริงส์ ภายในฟาริงส์จะมีขากรรไกรและแร่ดูลา ส่วนที่แร่ดูลาบรรจุอยู่เรียกว่าบักคัลแมส ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.18 ± 0.63 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.20 ± 0.07 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.16 ± 0.05) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารพบต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 5.34 ± 0.13 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 5.36 ± 0.11 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 5.32 ± 0.15) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงสี่เหลี่ยมอยู่ติดต่อกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะอาหารมีถุงสโตลภายในบรรจุคริสทาลินสโตลลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีผิวหนังในมันเรียก แกสตริกซิลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหลังกระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 7.06 ± 0.61 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.58 ± 0.47 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.54 ± 0.21) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเฮนส์ซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 7.44 ± 0.75 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.04 ± 0.90 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.84 ± 0.21)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและออร์คิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 95.50 ± 2.51 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้มีจำนวนเฉลี่ย 96.20 ± 1.30 และหอยเพศเมียมีจำนวนเฉลี่ย 94.80 ± 3.35) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 6.59 ± 0.26 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.58 ± 0.31 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 6.60 ± 0.22 บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมยาว ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 2.44 ± 0.16 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.42 ± 0.18 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.46 ± 0.17) นอกจากนี้ยังพบต่อม

ไฮโปแบรงเคียล (สีขาวยุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีขาวยุ่นถึงสีส้มอ่อน ลักษณะคล้ายถุงผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 3.66 ± 0.39 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 3.68 ± 0.53 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 3.64 ± 0.24)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อสเปิร์ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อนาสเปิร์ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 12.04 ± 1.23 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 13.94 ± 1.18 มิลลิเมตร ท่อนาสเปิร์มมีลักษณะเป็นท่อสีขาวใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อสืบพันธุ์พลเลียด (pallial gonoduct) ลักษณะของท่อสืบพันธุ์พลเลียดมีสีขาว ผนังบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อพลเลียดประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผนังด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อสเปิร์ม ท่อสืบพันธุ์พลเลียดมีความยาวเฉลี่ย 5.06 ± 0.29 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อสืบพันธุ์พลเลียดจะพบท่อยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบเพนดึย่นยาวออกไปบริเวณส่วนคอ สเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปิร์มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มที่มี 1 หาง

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศเมีย รังไข่ มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตับ รังไข่แต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพศผู้ รังไข่มีความยาวเฉลี่ย 11.90 ± 1.41 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 13.94 ± 1.22 มิลลิเมตร ท่อนำไข่เป็นท่อสีขาวเชื่อมต่อกจากรังไข่ไปยังท่อนำไข่พลเลียด (pallial oviduct) ท่อนำไข่พลเลียดมีสีขาวยุ่นถึงสีส้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพศผู้ แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 5.88 ± 0.22 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่พลเลียดประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน และ ต่อมแคปซูล นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสเปิร์ม โคพูลาทอรีเบอร์ชาด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยาย

ใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหงือกเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาว ผนังด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวด้านในหนาเป็นท่อพับไปมา

จุดสำรวจที่ 10 น้ำตกตะเคียนทอง

โครงสร้างภายนอกของหอย เริ่มจากส่วนหัวของหอย ส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของหอย ส่วนหัวยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกสเนาท์ ด้านหลังปากจะพบเทเนเทเคิล 1 คู่ และพบตาซึ่งมี 1 คู่ ที่บริเวณโคนเทเนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทเนเทเคิลพบรงควัตถุสีเขียวเหลืองกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีรงควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทเนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง (รูปที่ 43 ญ) ส่วนคอเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากส่วนหัวและอยู่บริเวณหลังเทเนเทเคิล ในหอยเพศผู้ไม่พบว่ามีเพนนิสยื่นออกมาที่บริเวณคอด้านบน ส่วนแผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอเพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ามเนื้อหนา พบรงควัตถุสีเขียวเหลือง กระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ส่วนแมนเทิล แมนเทิลจะปกคลุมส่วนหัวและคอ ส่วนสุดท้ายของแมนเทิลติดกับส่วนอวัยวะภายใน ได้แมนเทิลมีช่องระหว่างแมนเทิลกับตัวหอยเรียกช่องแมนเทิล ภายในแมนเทิลของหอยจะพบส่วนปลายของระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา พบรงควัตถุสีเขียวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล แมนเทิลมีความยาวเฉลี่ย 9.19 ± 0.59 มิลลิเมตร (แมนเทิลของหอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 9.03 ± 0.70 และ หอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 9.34 ± 0.48 , ตารางที่ 16)

โครงสร้างภายในของหอย เมื่อผ่าตัวหอยในแนวยาวของลำตัวจะพบระบบอวัยวะภายใน เช่นระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น (รูปที่ 45 ญ, 46 ญ) ระบบทางเดินอาหารของหอยเริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุด จะพบปากอยู่ที่ปลายสเนาท์ รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกกริมฝีปาก ช่องปากไปเปิดที่ช่องบักคัล หรือฟาริงส์ ภายในฟาริงส์จะมีขากรรไกรและแรดูลา ส่วนที่แรดูลาบรรจุอยู่เรียกบักคัลแมส ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.88 ± 0.11 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.90 ± 0.10 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.86 ± 0.13) บักคัลแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารพบต่อมน้ำลาย 1 คู่ หลอดอาหารมีความยาวเฉลี่ย 7.70 ± 0.80 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 7.34 ± 1.05 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 8.06 ± 0.13) ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะคล้ายถุงสีส้มอ่อนอยู่ติดต่อกับตับ บริเวณส่วนท้ายของกระเพาะ

อาหารมีถุงสไตล์ภายในบรรจุคริสตัลลินส์ไตล์ลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนนี้มีผนังกระเพาะที่หนาและมีมัดกล้ามเนื้อเรียบ แกสตริกซีลด์ บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร ลำไส้มีความยาวเฉลี่ย 9.32 ± 0.77 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 8.81 ± 0.76 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 9.83 ± 0.34) บริเวณส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนด์ซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก เรกตัมมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 9.64 ± 0.72 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 9.27 ± 0.62 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 10.01 ± 0.67)

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจนี้มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและออร์บิเคิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 95.60 ± 2.12 อันเรียงต่อกัน (หอยเพศผู้มีจำนวนเฉลี่ย 97.00 ± 1.58 และหอยเพศเมียมีจำนวนเฉลี่ย 94.20 ± 1.64) เหงือกมีความยาวเฉลี่ย 6.74 ± 0.36 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 6.47 ± 0.27 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 7.00 ± 0.19 บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมยาว ออสเฟรเดียมมีความยาวเฉลี่ย 2.54 ± 0.38 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 2.36 ± 0.11 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 2.72 ± 0.49) นอกจากนี้ยังพบต่อมไฮโปแบรังกีเยล (สีขาวขุ่น) ซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม) ด้วย

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต ซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ ไตมีสีขาวยาวถึงสีส้มอ่อน ลักษณะคล้ายถุงผนังมีลักษณะเป็นคลื่น มีความยาวเฉลี่ย 4.16 ± 0.46 มิลลิเมตร (หอยเพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 4.00 ± 0.19 และหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 4.31 ± 0.61)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้เริ่มจากเทสทิส ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก (lobe) สีส้ม เรียงตัวแตกแขนงเป็นกิ่งก้านฝังอยู่ในตับ (สีน้ำตาล) แต่ละแขนงเชื่อมกันด้วยท่อสเปิร์ม (vas efferens) ก่อนจะรวมเข้าสู่ท่อนาสเปิร์ม (vas deferens) เทสทิสมีความยาวเฉลี่ย 13.06 ± 2.58 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 15.95 ± 2.97 มิลลิเมตร ท่อนาสเปิร์มมีลักษณะเป็นท่อสีขาวใสต่อจากเทสทิสไปยังท่อสืบพันธุ์แพลเลียล (pallial gonoduct) ลักษณะของท่อสืบ

พันธุ์แพลงก์ตอนมีสีขาว ผ่องบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อแพลงก์ตอนประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผังด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อสเปิร์ม ท่อสืบพันธุ์แพลงก์ตอนมีความยาวเฉลี่ย 5.42 ± 0.19 มิลลิเมตร ด้านล่างซ้ายของท่อสืบพันธุ์แพลงก์ตอนจะพบท่อยื่นออกมา (pallial tentacle) และไม่พบเพนีสยื่นยาวออกไปบริเวณส่วนคอ สเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มที่มีหัวสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปิร์มที่มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าสเปิร์มที่มี 1 หาง

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพคเมีย ริงไซ มีสีเหลืองเขียวเรียงตัวแตกแขนงฝังอยู่ในตับ ริงไซแต่ละแขนงประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่กว่าในเพคผู้ ริงไซมีความยาวเฉลี่ย 16.25 ± 1.50 มิลลิเมตร ตับมีความยาวเฉลี่ย 18.98 ± 2.17 มิลลิเมตร ท่อนำไข่เป็นท่อสีขาวเชื่อมต่อกับ ริงไซไปยังท่อนำไข่แพลงก์ตอน (pallial oviduct) ท่อนำไข่แพลงก์ตอนมีสีขาวยาวจนถึงสีส้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพคผู้ แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า มีความยาวเฉลี่ย 5.16 ± 0.19 มิลลิเมตร ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่แพลงก์ตอนประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน และ ต่อมแคปซูล นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสเปิร์ม โคพูลาทอรีเบอร์ชาด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยายใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหงือกเรียงซ้อนกัน มีสีส้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาวยาว ผังด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวด้านในหนาเป็นท่อพับไปมา

◆ ผลการศึกษารูปแบบทางพันธุกรรม

การศึกษารูปแบบทางพันธุกรรมของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส แล้วนำแผ่นเจลมาย้อมเพื่อศึกษาเอนไซม์จำนวน 6 ชนิดคือ aldehyde oxidase (ALDOX), esterase (EST), leucine aminopeptidase (LAP), lactate dehydrogenase (LDH), malate dehydrogenase (MDH), และ xanthine dehydrogenase (XDH) ตรวจสอบรูปแบบของเอนไซม์ที่ได้จากแผ่นแท่งของหอยน้ำ

จัด พบว่าแถบโปรตีนที่ย้อมด้วยเอนไซม์ LAP, LDH และ XDH มีความเข้มของแถบเอนไซม์ที่ปรากฏน้อย สังเกตเห็นแถบเอนไซม์ได้ไม่ชัดเจน (weak enzyme activity) แต่เอนไซม์ ALDOX, MDH และ EST แสดงแถบเอนไซม์ที่มีความเข้ม (strong enzyme activity) สังเกตเห็นชัดเจนมากกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าเอนไซม์ ALDOX, XDH และ MDH ถูกควบคุมโดยยีนเพียงหนึ่งตำแหน่ง (monomorphic loci) เอนไซม์ EST, LAP และ LDH ถูกควบคุมโดยยีนหลายตำแหน่ง (polymorphic loci)

จากการวิเคราะห์ไอโซไซม์ 6 ระบบ และโปรตีน 1 ระบบ ในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจ 10 พื้นที่ สามารถกำหนดยีนที่ควบคุมได้ทั้งสิ้น 12 ตำแหน่ง คือ *Aldox*, *Est-1*, *Est-2*, *Est-3*, *Est-5*, *Lap-1*, *Lap-2*, *Ldh-1*, *Ldh-2*, *Mdh* และ *Xdh* โดยยีนทั้ง 12 ตำแหน่ง จัดเป็นยีนในสภาพโฮโมไซกัส (ยีนตำแหน่งนั้นมีอัลลีลเพียงรูปเดียว) 6 ตำแหน่ง (*Aldox*, *Est-1*, *Est-2*, *Lap-1*, *Ldh-2* และ *Xdh*) ยีนที่มีความหลากหลาย (P_{95}) 3 ตำแหน่ง (*Est-3*, *Est-4* และ *Est-5*) และยีนที่อยู่ในสภาพโฮโมไซกัสที่อัลลีลต่างกัน 3 ตำแหน่ง (*Lap-2*, *Ldh-1* และ *Mdh*) (ตารางที่ 18)

ยีนที่แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ทั้ง 10 พื้นที่มี 6 ตำแหน่ง โดย *Lap-2*, *Ldh-1* และ *Mdh* ปรากฏแถบเอนไซม์ที่อัลลีลต่างกัน ส่วนยีนอีก 3 ตำแหน่ง คือ *Est-3*, *Est-4* และ *Est-5* มีอัลลีลที่แตกต่างกันระหว่าง 10 พื้นที่ โดยแต่ละยีนอยู่ในสภาพหลากหลายรูปแบบ

ลักษณะของแถบเอนไซม์ตำแหน่งต่างๆ เป็นดังนี้

เอนไซม์ที่ถูกควบคุมโดยยีนหนึ่งตำแหน่ง (Monomorphic Enzyme)

aldehyde oxidase (ALDOX)

ผลการย้อมแผ่นเจลเพื่อศึกษาเอนไซม์ ALDOX พบว่าแถบเอนไซม์ของตัวอย่างหอยทั้ง 10 พื้นที่ ที่ปรากฏบนแผ่นเจลแสดงผลเหมือนกันคือ ปรากฏแถบเอนไซม์ *Aldox* เกิดขึ้นเพียงแถบเดียวบนแผ่นเจล ที่ตำแหน่งเดียวกันในทุกพื้นที่ ซึ่งแถบเอนไซม์ที่ปรากฏเกิดจากยีนบนตำแหน่ง *Aldox*³³ ($R_f = 0.33$) (รูปที่ 51) ดังนั้นแถบเอนไซม์บริเวณที่ปรากฏถูกควบคุมโดยยีนหนึ่งตำแหน่ง และยีนตำแหน่งนี้มีอัลลีลเพียงรูปเดียว (เกิดฟิกส์ในประชากร)

xanthine dehydrogenase (XDH)

ผลการย้อมแผ่นเจลเพื่อศึกษาเอนไซม์ XDH พบว่าแถบเอนไซม์ของตัวอย่างหอยทั้ง 10 พื้นที่ ที่ปรากฏบนแผ่นเจลแสดงผลเหมือนกันคือ ปรากฏแถบเอนไซม์ *Xdh* เกิดขึ้นเพียง

แถบเดียวบนแผ่นเจล ที่ตำแหน่งเดียวกันในทุกพื้นที่ ซึ่งแถบเอนไซม์ที่ปรากฏเกิดจากยีนบนตำแหน่ง Xdh^{42} ($Rf = 0.42$) (รูปที่ 52)

malate dehydrogenase (MDH)

ผลการย้อมแผ่นเจลเพื่อศึกษาเอนไซม์ MDH พบว่าในตัวอย่างแต่ละพื้นที่จะปรากฏแถบเอนไซม์ Mdh เพียงแถบเดียวบนแผ่นเจล แต่ฟิกส์ที่อัลลิลต่างกัน ลักษณะแถบเอนไซม์ที่ปรากฏแบ่งออกเป็น 3 แบบ เกิดขึ้นบนตำแหน่งต่างกัน คือ ปรากฏแถบเอนไซม์ 1 แถบที่ตำแหน่ง Mdh^{90} ($Rf = 0.90$), ปรากฏแถบเอนไซม์ 1 แถบที่ตำแหน่ง Mdh^{82} ($Rf = 0.82$) หรือปรากฏแถบเอนไซม์ 1 แถบที่ตำแหน่ง Mdh^{77} ($Rf = 0.77$) ซึ่งตัวอย่างหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากห้วยเต่าดำพบแถบเอนไซม์ปรากฏที่อัลลิล Mdh^{90} หอยที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไทรโยคน้อย น้ำตกไทรโยคใหญ่ และน้ำพุห้วยเขย่งพบแถบเอนไซม์ปรากฏที่ Mdh^{82} และหอยที่เก็บจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด น้ำตกผาตาด ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ น้ำตกเกริงกระเวีย น้ำตกไคช่องถ่อง และน้ำตกตะเคียนทอง พบแถบเอนไซม์ปรากฏที่ Mdh^{77} (รูปที่ 53)

เอนไซม์ที่ถูกควบคุมโดยยีนหลายตำแหน่ง (Polymorphic enzyme)

esterase (EST)

จากการย้อมแผ่นเจลเพื่อศึกษาเอนไซม์ EST พบว่ามีแถบเอนไซม์ Est ปรากฏขึ้น 5 ช่วง (five zone) คือ $Est-1$ ($Rf = 0.96$), $Est-2$ ($Rf = 0.68$), $Est-3$ ($Rf = 0.63$ และ 0.54), $Est-4$ ($Rf = 0.49$, 0.46 และ 0.44) และ $Est-5$ ($Rf = 0.42$ และ 0.35)

โดย $Est-1^{96}$ และ $Est-2^{68}$ จัดเป็นยีนในสภาพโฮโมไซกัส ที่ฟิกส์อัลลิลเดียวกัน คือ ปรากฏแถบเอนไซม์เกิดขึ้นเพียงแถบเดียว (monomorphic) ที่ตำแหน่งเดียวกันทั้ง 10 พื้นที่

$Est-3$ เป็นยีนที่มีความหลากหลายรูปแบบ ปรากฏแถบเอนไซม์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือยีนที่เป็นแบบโฮโมไซโกต (homozygotes) พบแถบเอนไซม์ปรากฏเพียงแถบเดียว (ตำแหน่ง $Est-3^{63}$ หรือที่ตำแหน่ง $Est-3^{54}$) หรือปรากฏยีนที่เป็นแบบเฮเทอโรไซโกต (heterozygotes) พบแถบเอนไซม์ 3 แถบ ($Est-3^{63}$, $Est-3^{58}$ และ $Est-3^{54}$) จากรูปแบบเฮเทอโรไซโกตที่ปรากฏแสดงว่าแถบเอนไซม์บริเวณนี้มีรูปแบบเป็นไดเมอร์ิก โปรตีน (dimeric protein) ถูกควบคุมโดยยีน 2 อัลลิล คือ $Est-3^{63}$ และ $Est-3^{54}$ จากตัวอย่างทั้ง 10 พื้นที่หอยที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไทรโยคน้อย น้ำตกไทรโยคใหญ่ น้ำตกไคช่องถ่อง และน้ำตกตะเคียนทอง พบแถบเอนไซม์เพียงแถบเดียวที่ตำแหน่ง $Est-3^{54}$ หอยที่เก็บตัวอย่างจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด

น้ำพุห้วยเขย่ง และลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ พบแถบเอนไซม์แถบเดียวที่ตำแหน่ง *Est-3*⁶³ ส่วนหอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำ น้ำตกผาตาด และน้ำตกเกริงกระเวีย พบแถบเอนไซม์เป็นแบบเฮเทอโรไซโกต

Est-4 เป็นยีนในสภาวะความหลากหลายรูปแบบ ปรากฏแถบเอนไซม์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ยีนที่เป็นแบบโฮโมไซโกตพบแถบเอนไซม์ปรากฏขึ้น 1 แถบ (*Est-4*⁴⁹) หรือ ยีนที่เป็นเฮเทอโรไซโกตปรากฏแถบเอนไซม์ขึ้น 2 แถบ (ที่ตำแหน่ง *Est-4*⁴⁴ และ *Est-4*⁴⁶ หรือ *Est-4*⁴⁶ และ *Est-4*⁴⁹) แสดงว่าแถบเอนไซม์บริเวณนี้ถูกควบคุมโดยยีน 3 อัลลีล คือ *Est-4*⁴⁹, *Est-4*⁴⁶ และ *Est-4*⁴⁴ จากตัวอย่างพบว่าหอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำพบแถบเอนไซม์ 1 แถบ หอยจากน้ำตกไทรโยคน้อย น้ำตกไทรโยคใหญ่ น้ำตกผาตาด น้ำตกเกริงกระเวีย น้ำตกโดช่องถ่อง และน้ำตกตะเคียนทอง พบแถบเอนไซม์ 2 แถบที่ตำแหน่ง *Est-4*⁴⁶ และ *Est-4*⁴⁹ ตัวอย่างหอยจากน้ำพุห้วยเขย่ง และลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ พบแถบเอนไซม์ 2 แถบที่ตำแหน่ง *Est-4*⁴⁴ และ *Est-4*⁴⁶ ส่วนหอยที่เก็บตัวอย่างจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาดไม่ปรากฏแถบเอนไซม์ขึ้นที่บริเวณนี้ (null alleles)

Est-5 เป็นยีนในสภาวะความหลากหลายรูปแบบ ปรากฏแถบเอนไซม์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือยีนที่เป็นแบบโฮโมไซโกต (homozygotes) พบแถบเอนไซม์ปรากฏ 1 แถบ (ตำแหน่ง *Est-4*⁴² หรือที่ตำแหน่ง *Est-4*³⁵) หรือปรากฏยีนที่เป็นแบบเฮเทอโรไซโกต (heterozygotes) พบแถบเอนไซม์ 3 แถบ (*Est-3*⁴², *Est-3*³⁹ และ *Est-3*³⁵) จากรูปแบบเฮเทอโรไซโกตที่ปรากฏแสดงว่าแถบเอนไซม์บริเวณนี้มีรูปแบบเป็นไดเมอร์ิก โปรตีน (dimeric protein) ดังนั้นที่บริเวณนี้จะถูกควบคุมโดยยีน 2 อัลลีล คือ *Est-4*⁴² และ *Est-4*³⁵ จากตัวอย่างทั้ง 10 พื้นที่หอยที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไทรโยคน้อย น้ำตกไทรโยคใหญ่ น้ำพุห้วยเขย่ง ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ น้ำตกโดช่องถ่อง และน้ำตกตะเคียนทอง พบแถบเอนไซม์เพียงแถบเดียวที่ตำแหน่ง *Est-4*⁴² หอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำ พบแถบเอนไซม์แถบเดียวที่ตำแหน่ง *Est-4*³⁵ ส่วนหอยที่เก็บตัวอย่างจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด และน้ำตกผาตาด พบแถบเอนไซม์เป็นแบบเฮเทอโรไซโกต (รูปที่ 54)

leucine aminopeptidase (LAP)

ผลจากการย้อมแผ่นเจลเพื่อศึกษาเอนไซม์ LAP พบว่ามีแถบเอนไซม์ปรากฏขึ้น 2 ตำแหน่ง คือ *Lap-1* (*Rf* = 0.64) และ *Lap-2* (*Rf* = 0.43 และ 0.38)

*Lap-1*⁶⁴ จัดเป็นยีนในสภาพโฮโมไซกัส ที่พิกซ์อัลลีลเดียวกัน ปรากฏแถบเอนไซม์เกิดขึ้นเพียงแถบเดียว (monomorphic) เหมือนกันทั้ง 10 พื้นที่

Lap-2 จัดเป็นยีนในสภาพโฮโมไซกัส ที่พิกซ์อัลลีลต่างกัน ปรากฏแถบเอนไซม์ขึ้น 2 แบบ คือเกิดแถบเอนไซม์ขึ้น 1 แถบที่ตำแหน่ง *Lap-2*⁴³ หรือเกิดแถบเอนไซม์ 1 แถบที่ *Lap-2*³⁸ (แสดงว่าถูกควบคุมโดยยีน 2 อัลลีล คือ *Lap-2*⁴³ และ *Lap-2*³⁸) จากตัวอย่างทั้ง 10 พื้นที่พบว่าหอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำพบแถบเอนไซม์บนตำแหน่ง *Lap-2*⁴³ ส่วนตัวอย่างหอยอีก 9 พื้นที่พบแถบเอนไซม์บนตำแหน่ง *Lap-2*³⁸ (รูปที่ 55)

lactase dehydrogenase (LDH)

จากการย้อมแผ่นเจลเพื่อศึกษาเอนไซม์ LDH พบว่ามีแถบเอนไซม์ปรากฏ 2 ตำแหน่ง คือ *Ldh-1* ($R_f = 0.92$ และ 0.85) และ *Ldh-2* ($R_f = 0.41$)

โดยพบว่า *Ldh-1* มีแถบเอนไซม์ปรากฏ 2 แบบ คือ ปรากฏแถบเอนไซม์ 1 แถบที่ *Ldh-1*⁹² หรือปรากฏแถบเอนไซม์ 1 แถบที่ *Ldh-1*⁸⁵ (แสดงว่าถูกควบคุมโดยยีน 2 อัลลีล คือ *Ldh-1*⁹² และ *Ldh-1*⁸⁵) จากตัวอย่างทั้ง 10 พื้นที่พบว่าหอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำพบแถบเอนไซม์บนตำแหน่ง *Ldh-1*⁸⁵ ส่วนตัวอย่างหอยอีก 9 พื้นที่พบแถบเอนไซม์บนตำแหน่ง *Ldh-1*⁹²

*Ldh-2*⁴¹ ปรากฏแถบเอนไซม์เกิดขึ้นเพียงแถบเดียว (monomorphic) เหมือนกันทั้ง 10 พื้นที่ (รูปที่ 56)

ความหลากหลายทางพันธุกรรม

ความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากร

จำนวนอัลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่งของทุกพื้นที่มีค่าระหว่าง 1.00 ถึง 1.250 ซึ่งค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 19) โดยมีค่าต่ำสุดในหอยที่เก็บตัวอย่างจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (1.00) เปอร์เซ็นต์ยีนในสภาวะหลากหลายรูปแบบมีค่าสูงสุดในหอยที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไทรโยคน้อย น้ำตกไทรโยคใหญ่ ห้วยเต่าดำ น้ำตกผาตาด ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ และน้ำตกตะเคียนทอง โดยมีค่าเท่ากันคือ 25% หอยที่เก็บจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด น้ำพุห้วยเขย่ง น้ำตกเกริงกระเวีย และน้ำตกไชยงด่อง มีค่าเปอร์เซ็นต์ยีนในสภาวะหลากหลายรูปแบบเท่ากับ 8.3% ค่าเฮเทอโรไซโกซิตีจากค่าสังเกต (H_o) มีค่าเฉลี่ย 0.115 ± 0.053 ค่าเฉลี่ยนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังทั่วไปซึ่งมีค่า 0.100 (อุทัยรัตน์ ณ นคร 2543 : 79) โดยมีค่าสูงสุดในหอยจากน้ำตกผาตาด (0.250) และต่ำสุดในประชากรหอยจากห้วยเต่าดำ ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด น้ำพุห้วยเขย่ง และลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (0.083) ค่า H_o ที่สูงแสดงว่ามีขนาดประชากร (effective population size) ใหญ่ ส่วนค่าเฮเทอโรไซโกซิตีจาก

ค่าทฤษฎี (H_e) มีค่าเฉลี่ย 0.076 ± 0.027 และมีค่าต่ำกว่าค่าสังเกตทุกพื้นที่ยกเว้นหอยจาก ห้วยเต่าดำ และประชากรหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ส่วนใหญ่ไม่อยู่ในสมดุลฮาร์ดี ไวน์ เบอร์ก โดยเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่มีโฮโมไซโกตต่ำกว่าค่าทางทฤษฎี

ความหลากหลายระหว่างประชากร ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (Genetic distance, D) และค่าความเหมือนทางพันธุกรรม (Genetic Identity, I)

ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ทั้ง 10 พื้นที่มีค่า ระหว่าง 0.000399 ถึง 0.451169 ค่าความเหมือนทางพันธุกรรมมีค่าระหว่าง 0.636883 ถึง 0.999959 (ตารางที่ 20) โดยหอยที่เก็บจากน้ำตกไทรโยคน้อยและน้ำตกไทรโยคใหญ่มีค่าระยะ ห่างทางพันธุกรรมน้อยที่สุด (0.000399) และมีค่าความเหมือนทางพันธุกรรมสูงสุด (0.999959) รองลงมาคือหอยจากน้ำตกไชยงถ้องและน้ำตกตะเคียนทอง มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมและ ค่าความเหมือนทางพันธุกรรมเป็น 0.000981 และ 0.999019 ตามลำดับ ส่วนค่าระยะห่างทาง พันธุกรรมมีค่าสูงสุดระหว่างหอยน้ำจืดที่เก็บจากห้วยเต่าดำกับพื้นที่อื่น โดยมีค่าเฉลี่ย 0.361093 ± 0.079454

แผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

หอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ทั้ง 10 พื้นที่ สามารถแยกออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ (รูปที่ 57) โดยมีความแตกต่างทางพันธุกรรมในระดับชนิดย่อย ($D = 0.190473$) กลุ่มแรกเป็น หอยจากห้วยเต่าดำ ในกลุ่มสองเป็นหอยที่เก็บตัวอย่างจาก 9 พื้นที่ (ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม ระหว่างประชากรกลุ่มนี้มีค่าสูง) ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่มประชากรย่อยในระดับเกือบเป็น ชนิดย่อย ($D = 0.081965$ และ 0.073220) โดยหอยที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไทรโยคน้อย น้ำ ตกไทรโยคใหญ่ และน้ำพุห้วยเขย่งจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน หอยที่เก็บตัวอย่างจากลำธารข้างบ่อน้ำ พุร้อนหินดาดจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับน้ำตกผาตาด และหอยที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกเกริงกระเวีย น้ำตกไชยงถ้อง และน้ำตกตะเคียนทองจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ใน 3 กลุ่มย่อยมีความแตกต่างกันในระดับประชากร (ค่า D ประมาณ 0.01)

ความสัมพันธ์ระหว่างหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. โดยการศึกษาแบบโปรตีน

จากศึกษาแบบโปรตีนจากแผ่นเท้าของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจาก จุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส แล้วนำมาแยกเพื่อศึกษาโปรตีนด้วยสี

Coomassie blue พบว่าทั้ง 10 พื้นที่ให้ผลเหมือนกัน คือ ปรากฏแถบโปรตีนขึ้น 17 แถบ (รูปที่ 58) เมื่อเทียบกับ marker protein (bovine serum albumin และ chicken egg albumin) พบว่าแถบโปรตีนที่ปรากฏมีค่าน้ำหนักโมเลกุล (molecular weight) ระหว่าง 35,435 ถึง 235,128 (ตารางที่ 21)

◆ ผลการตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

การตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตในหอยที่สุ่มได้ โดยการ shedding เมื่อได้ตัวอ่อนของปรสิตในระยะเชอร์คาเรียออกมา นำมาย้อมสีและทำการตรวจสอบชนิดของปรสิตที่พบ โดยการวัดขนาดและตรวจสอบรูปร่างและอวัยวะภายนอกและภายในของปรสิตนั้น ๆ ได้ผลดังนี้

จุดสำรวจที่ 1 น้ำตกไทรโยคน้อย

พบตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียจำนวน 2 ชนิด ดังนี้

1.1 ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิดที่ 1 SN-C1 (รูปที่ 59)

เชอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ ที่มีลำตัวมีหนาม (spins) 2 แบบ คือขนาดเล็กปลายแหลม และขนาดเล็กปลายมนป้านปกคลุมรอบลำตัว บริเวณรูปากเปิดมีหนามเรียงเป็นแถว 3 แถว คือ 4-6, 12-14 และ 22-24 ภายในลำตัวพบแกรนูลหยากกระจายอยู่ทั่วลำตัว พบว่าเชอร์คาเรียชนิดนี้มีตา (eye spots) จำนวน 1 คู่ ซึ่งมี pigment หยากรูปสี่เหลี่ยม พบ pharynx ลักษณะกลมขนาดเล็กอยู่ตรงกลางระหว่างตา มี penetration gland 14 ก้อน เรียงตามความยาวลำตัว 4 แถว แถวละ 3, 4, 4 และ 3 ก้อนตามลำดับ พบ ventral sucker ลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์เล็ก ๆ พบ excretory bladder ลักษณะผ่องหนา รูปตัววี ขนาดใหญ่อยู่ส่วนท้ายของลำตัว และพบว่ามีหางยาวกว่าส่วนของลำตัว ลักษณะตรงปลายหางแหลม บริเวณส่วนต้นของหางพบ lateral finfold แฉกออกเล็กน้อย และ dorsoventral finfold อยู่บริเวณส่วนกลางด้านหลังหาง พาดยาวตลอดหาง โดยมีลักษณะอ้อมปลายหางกลับมาด้านหลังของหาง พบท่อเปิดออกของ excretory bladder ที่ปลายหาง และมี pigment อยู่เป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-5 เซลล์ มีการเคลื่อนที่โดยการพลิกตัวซ้าย-ขวา สลับไปมาอย่างรวดเร็ว แล้วพุ่งตัวไปข้างหน้า ประมาณ 7 วินาที และหยุดพักประมาณ 27 วินาที เวลาหยุดตัวพักอยู่กับที่ปลายหางจะขึ้นข้างบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเชอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	95-115 (av. 109) μm x 235-387.5 (av. 264) μm
Oral sucker	32.5-45 (av. 34) μm x 35-50 (av. 38) μm

Ventral sucker	12.5-25 (av. 20) μm x 12.5-27.5 (av. 21) μm
Excretory bladder	57.5-95 (av. 73) μm x 60-95 (av. 71) μm
Pharynx	12.5-17.5 (av. 13) μm x 12.5-17.5 (av. 13) μm
Eye spots	7.5-12.5 (av.11) μm x 5-12.5 (av.9) μm
Tail	27.5-37.5 (av. 33) μm x 73.6-525 (av. 454) μm

1.2 ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิดที่ 2 SN-C2 (รูปที่ 60)

เซอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ยาวรี บริเวณผิวหนังลำตัวมีหนามสั้นขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว และมีขนอยู่เป็นกลุ่มๆ ภายในลำตัวพบแกรนูลหยาบกระจายทั่วลำตัว oral sucker มีลักษณะกลมเนื้อล้อมรอบ บริเวณตรงกลางเป็นช่องกลวงด้านบนมี stylet ที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก ลักษณะของ oral sucker และ ventral sucker เมื่อมองด้านข้างจะเห็นเป็นรูปตัว C พบ prepharynx ยาวและมี pharynx อยู่ส่วนปลาย พบ penetration gland จำนวน 3 คู่ ลักษณะใสอยู่ด้านข้างลำตัวเหนือ ventral sucker ซึ่งอยู่กลางลำตัวมีลักษณะกลมเนื้อล้อมรอบ และนูนสูงขึ้นจากผิวหนังด้านท้องของลำตัว บริเวณผิว ventral sucker มี spine ขนาดเล็กละเอียดอยู่รอบนอก และมี spine ยาวอยู่ขอบด้านใน excretory bladder มีผนังหนารูปสี่เหลี่ยม พบ flame cell ภายในลำตัวเป็น 2 [(2+2)+(2+2)] = 16 และพบหางลักษณะสั้นเป็นรูปถ้วย มี adhesive organ อยู่ภายในมีปลายท่อออก 2 ทางติดกับส่วนท้ายของลำตัว การเคลื่อนที่ของเซอร์คาเรียเป็นแบบตัวหนอน เวลาพักใช้บริเวณหางเกาะที่พื้นฐานส่วนลำตัวขึ้นในแนวตั้ง ขนาดตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	67.5–132.5 (av. 100) μm x 200–320 (av. 246) μm
Oral sucker	35-50 (av. 43) μm x 37.5-45 (av. 40.5) μm
Ventral sucker	37.5-50 (av. 45.5) μm x 40-57.5 (av. 48) μm
Excretory bladder	37.5-62.5 (av. 54.6) μm x 35-87.5 (av. 57) μm
Pharynx	7.5-20 (av. 18) μm x 7.5-25 (av. 13) μm
Tail	30 - 52.5 (av. 37) μm x 7.5-25 (av. 13) μm
Stylet	10-12.5 (av. 12.25) μm x 3.75-7.5 (av. 6) μm

จุดสำรวจที่ 2 น้ำตกไทรโยคใหญ่

พบตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียจำนวน 3 ชนิด ดังนี้

2.1 ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิดที่ 1 SY-C1 (รูปที่ 61)

เชอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ มีหนามอู้อีรอบลำตัว พบ ventral sucker มีลักษณะกลมมนออกมาจากลำตัว มีหนามอู้อีโดยรอบ อยู่ตรงกลางของลำตัว และมีขนาดใหญ่เท่ากับ oral sucker พบ excretory bladder มีขนาดเล็กยาวมีท่อเปิดออกที่ปลายหางแฉก 2 ท่อ มี pigment และแกรนูลกระจายอยู่ทั่วตัว และพบหางแยกออกเป็น 2 แฉก (หางล้อม) ลักษณะปลายหางอู้อี มี cytoplasm มาก การเคลื่อนที่ของเชอร์คาเรียอาศัยส่วนหางสะบัดไปมาเพื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้าประมาณ 3-4 วินาที แล้วหยุดพักประมาณ 10 วินาที เวลาพักตัวจะลอยตัวพักอยู่กับที่ปลายหางจะชี้ขึ้นข้างบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเชอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	45-100 (av. 64.5) μm x 80-175 (av.130.9) μm
Oral sucker	25-30 (av. 26.5) μm x 25-30 (av. 26.4) μm
Ventral sucker	25-30 (av. 26.1) μm x 25-32.5 (av. 26.6) μm
Excretory bladder	10-17.5 (av. 13.6) μm x 12.5-22.5 (av. 17.1) μm
Pharynx	5-12.5 (av. 9.5) μm x 10-20 (av. 12.9) μm
Tail stem	25-57.5 (av. 36.1) μm x 125-190 (av. 157) μm
Tail furcal	12.5-20 (av.17.8) μm x 100-187.5 (av. 151.3) μm

2.2 ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิดที่ 2 SY-C2

เชอร์คาเรียมีลักษณะเหมือนกับเชอร์คาเรีย SN-C2 คือลำตัวรูปไข่ยาวรี บริเวณผิวลำตัวมีหนามสั้นขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว และมีขนอยู่เป็นกลุ่มๆ ภายในลำตัวพบแกรนูลหยากกระจายทั่วลำตัว oral sucker มีลักษณะกลมเนื้อล้อมรอบ บริเวณตรงกลางเป็นช่องกลวงด้านบนมี stylet ที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก ลักษณะของ oral sucker และ ventral sucker เมื่อมองด้านข้างจะเห็นเป็นรูปตัว C พบ prepharynx ยาวและมี pharynx อยู่ส่วนปลาย พบ penetration gland จำนวน 3 คู่ ลักษณะใสอยู่ด้านข้างลำตัวเหนือ ventral sucker ซึ่งอยู่กลางลำตัวมีลักษณะกลมเนื้อล้อมรอบ และนูนสูงขึ้นจากผิวด้านท้องของลำตัว บริเวณผิวด้าน ventral sucker มี spine ขนาดเล็กละเอียดอยู่รอบนอก และมี spine ยาวอยู่ขอบด้านใน excretory bladder มีผนังหนารูปสี่เหลี่ยม และพบหางลักษณะสั้นเป็นรูปถ้วย มี adhesive

organ อยู่ภายในมีปลายท่อออก 2 ทางติดกับส่วนท้ายของลำตัว การเคลื่อนที่ของเชอร์คาเรีย เป็นแบบตัวหนอน เวลาพักใช้บริเวณหางเกาะที่พื้นส่วนลำตัวขึ้นในแนวตั้ง ขนาดตัวอ่อนระยะ เชอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเชอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	87.5-130 (av. 105.8) μm x 175-350 (av. 226.8) μm
Oral sucker	35-50 (av. 44.3) μm x 40-62.5 (av. 46.8) μm
Ventral sucker	37.5-57.5 (av. 49.3) μm x 42.5-57.5 (av. 49.6) μm
Excretory bladder	30-62.5 (av. 45.0) μm x 50-62.5 (av. 52.3) μm
Pharynx	7.5-20 (av. 15.0) μm x 10-15 (av. 12.5) μm
Tail	37.5-50 (av. 42.5) μm x 32.5-42.5 (av. 37.2) μm
Stylet	5-7.5 (av. 6.6) μm x 10-15 (av. 13.0) μm

2.3 ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิดที่ 3 SY-C3 (รูปที่ 62)

เชอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ บริเวณลำตัวมีหนามขนาดเล็กปกคลุมโดยรอบลำตัว ภายในลำตัวพบแกรนูลหยากกระจายอยู่ทั่วลำตัว oral sucker มี vigulate gland 2 ก้อน และเห็น stylet ชัดเจน พบท่อเปิดออกของ penetration gland จำนวน 4 ท่อ ด้านข้างของ stylet บริเวณ oral sucker มี pharynx ลักษณะกลมขนาดเล็กติดอยู่กับ oral sucker ด้านล่าง penetration gland แบ่งออกเป็น 2 ชนิด จำนวน 3 คู่ มี 1 คู่ ลักษณะใส อีก 2 คู่มี แกรนูลละเอียดอยู่ภายใน ventral sucker อยู่บริเวณกลางลำตัว มีขนาดเล็กกว่า oral sucker ต่ำลงมามี genital primordial รูปตัวซี มี excretory bladder ขนาดเล็กรูปถ้วยอยู่ด้านท้ายของลำตัว และพบทางติดต่อกับด้านท้องส่วนท้ายลำตัว ลักษณะหางตรงปลายหางแหลมสามารถยืด-หดได้ เพราะบริเวณด้านข้างมีกล้ามเนื้อ บริเวณผิวของหางมีหนามแหลมยาวปกคลุมรอบหาง พบท่อเปิดของ excretory bladder ที่ปลายหางและมี pigment กระจายอยู่ การเคลื่อนที่อาศัยการพลิกตัวซ้าย-ขวาสลับไปมาอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ขณะหยุดพักจะลอยหางท้องและปลายหางขึ้นบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเชอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	38-55 (av. 43.9) μm x 68-87.5 (av. 76.0) μm
Oral sucker	20-30 (av. 23.1) μm x 20-30 (av. 23.1) μm
Ventral sucker	10-25 (av. 17.3) μm x 10-27.5 (av. 17.8) μm

Pharynx	5-8 (av. 6.8) μm x 5-10 (av. 8.4) μm
Tail	12.5-18 (av. 16.0) μm x 50-100 (av. 69.7) μm
Stylet	2-3 (av. 2.2) μm x 7-15 (av. 10) μm

จุดสำรวจที่ 3 หัวยแต่ดำ

พบตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรีย 1 ชนิดคือ TD-C1 ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับเชอร์คาเรียชนิด SY-C3 (รูปที่ 62) คือ เชอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ บริเวณลำตัวมีหนามขนาดเล็กปกคลุมโดยรอบลำตัว ภายในลำตัวพบแกรนูลหยาบกระจายอยู่ทั่วลำตัว oral sucker มี vigulate gland 2 ก้อนและเห็น stylet ชัดเจน พบท่อเปิดออกของ penetration gland จำนวน 4 ท่อ ด้านข้างของ stylet บริเวณ oral sucker มี pharynx ลักษณะกลมขนาดเล็กติดอยู่กับ oral sucker ด้านล่าง penetration gland แบ่งออกเป็น 2 ชนิด จำนวน 3 คู่ มี 1 คู่ ลักษณะใส อีก 2 คู่มีแกรนูลละเอียดอยู่ภายใน ventral sucker อยู่บริเวณกลางลำตัว มีขนาดเล็กกว่า oral sucker ต่ำลงมามี genital primordial รูปตัวซี มี excretory bladder ขนาดเล็กรูปถ้วยอยู่ด้านท้ายของลำตัว และพบทางติดต่อกับด้านท้องส่วนท้ายลำตัว ลักษณะทางตรงปลายทางแหลม สามารถยืด-หดได้ เพราะบริเวณด้านข้างมีกล้ามเนื้อ บริเวณผิวของทางมีหนามแหลมยาวปกคลุมรอบทาง พบท่อเปิดของ excretory bladder ที่ปลายทางและมี pigment กระจายอยู่ การเคลื่อนที่อาศัยการพลิกตัวซ้าย-ขวาสลับไปมาอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ขณะหยุดพักจะลอยหางท้องและปลายหางขึ้นบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเชอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	39.5-54.1 (av. 50.8) μm x 62.4-104.4 (av. 83.0) μm
Oral sucker	27.0-35.4 (av. 30.7) μm x 25.0-35.4 (av. 30.1) μm
Ventral sucker	12.5-22 (av. 13.0) μm x 10.4-23.5 (av. 12.4) μm
Pharynx	4.2-5.2 (av. 4.7) μm x 5.2-6.3 (av. 5.7) μm
Tail	6.2-13.0 (av. 12.0) μm x 47.8-82.4 (av. 59.4) μm
Stylet	2-3 (av. 2.2) μm x 7-13 (av. 12) μm

จุดสำรวจที่ 4 ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด

พบตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรีย 2 ชนิด ดังนี้

4.1 ตัวอ่อนเชอร์คาเรียชนิดที่ 1 HD-C1

เซอร์คาเรียที่พบมีลักษณะเหมือนกับเซอร์คาเรีย SY-C1 คือ เซอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ มีหนามอยู่รอบลำตัว พบ ventral sucker มีลักษณะกลมมนออกมาจากลำตัว มีหนามอยู่โดยรอบ อยู่ตรงกลางของลำตัว และมีขนาดใหญ่เท่ากับ oral sucker พบ excretory bladder มีขนาดเล็กยาวมีท่อเปิดออกที่ปลายหางแฉก 2 ท่อ มี pigment และแกรนูลกระจายอยู่ทั่วตัว และพบหางแยกออกเป็น 2 แฉก (หางสั้น) ลักษณะปลายหางอ้วน มี cytoplasm มาก การเคลื่อนที่ของเซอร์คาเรียอาศัยส่วนหางสะบัดไปมาเพื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้าประมาณ 3-4 วินาที แล้วหยุดพักประมาณ 10 วินาที เวลาพักตัวจะลอยตัวพักอยู่กับที่ปลายหางจะชี้ขึ้นข้างบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	37.5–85 (av. 63.8) μm x 120–150 (av. 130.8) μm
Oral sucker	20–30 (av. 29.8) μm x 20–30 (av. 23.5) μm
Ventral sucker	20–30 (av. 24.0) μm x 17.5–27.5 (av. 24.5) μm
Excretory bladder	10–25 (av. 14.5) μm x 10–30 (av. 17.5) μm
Pharynx	10–30 (av. 14.5) μm x 7.5–3.0 (av. 13.8) μm
Tail stem	15–45 (av. 28) μm x 130–170 (av. 148) μm
Tail furcal	5–25 (av. 16.5) μm x 117.5–167.5 (av. 151.5) μm

4.2 ตัวอ่อนเซอร์คาเรียชนิดที่ 2 HD-C2

เซอร์คาเรียมีลักษณะเหมือนกับเซอร์คาเรีย SN-C2 (รูปที่ 60) และ SY-C2 คือลำตัวรูปไข่ยาวรี บริเวณผิวลำตัวมีหนามสั้นขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว และมีขนอยู่เป็นกลุ่มๆ ภายในลำตัวพบแกรนูลหยากกระจายทั่วลำตัว oral sucker มีลักษณะกลัมน้ำล้อมรอบ บริเวณตรงกลางเป็นช่องกลวงด้านบนมี stylet ที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก ลักษณะของ oral sucker และ ventral sucker เมื่อมองด้านข้างจะเห็นเป็นรูปตัว C พบ prepharynx ยาวและมี pharynx อยู่ส่วนปลาย พบ penetration gland จำนวน 3 คู่ ลักษณะใสอยู่ด้านข้างลำตัว เนื้อ ventral sucker ซึ่งอยู่กลางลำตัวมีลักษณะกลัมน้ำล้อมรอบ และนูนสูงขึ้นจากผิวด้านท้องของลำตัว บริเวณผิวด้าน ventral sucker มี spine ขนาดเล็กละเอียดอยู่รอบนอก และมี spine ยาวอยู่ขอบด้านใน excretory bladder มีผนังหนารูปสี่เหลี่ยม และพบหางลักษณะสั้นเป็นรูปถ้วย มี adhesive organ อยู่ภายในมีปลายท่อออก 2 ทางติดกับส่วนท้ายของลำตัว

การเคลื่อนที่ของเซอ์คาเรียเป็นแบบตัวหนอน เวลาพักใช้บริเวณหางเกาะที่พื้นรูส่วนลำตัวขึ้นในแนวตั้ง ขนาดตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอ์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	82.5–132.5 (av. 99.7) μm x 200–320 (av. 247.2) μm
Oral sucker	35–47.5 (av. 42.8) μm x 37.5–45 (av. 40.8) μm
Ventral sucker	37.5–50 (av. 45.0) μm x 32.5–57.5 (av. 46.1) μm
Excretory bladder	37.5–62.5 (av. 55.0) μm x 35–87.5 (av. 56.1) μm
Pharynx	7.5–20 (av. 17.8) μm x 7.5–25 (av. 13.3) μm
Tail	32.5–50 (av. 42.8) μm x 30–52.5 (av. 36.9) μm
Stylet	3.75–7.5 (av. 6.3) μm x 10–12.5 (av. 12.2) μm

จุดสำรวจที่ 5 น้ำตกผาตาด

พบตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรีย 6 ชนิด ดังนี้

5.1 ตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียชนิดที่ 1 PT-C1

เซอ์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับเซอ์คาเรีย SN-C2 (รูปที่ 60), SY-C2 และ HD-C2 คือลำตัวรูปไข่ยาวรี บริเวณผิวลำตัวมีหนามสั้นขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว และมีขนอยู่เป็นกลุ่มๆ ภายในลำตัวพบแกรนูลหยากกระจายทั่วลำตัว oral sucker มีลักษณะกลมเนื้อล้อมรอบ บริเวณตรงกลางเป็นช่องกลวงด้านบนมี stylet ที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก ลักษณะของ oral sucker และ ventral sucker เมื่อมองด้านข้างจะเห็นเป็นรูปตัว C พบ prepharynx ยาว และมี pharynx อยู่ส่วนปลาย พบ penetration gland จำนวน 3 คู่ ลักษณะใสอยู่ด้านข้างลำตัวเหนือ ventral sucker ซึ่งอยู่กลางลำตัวมีลักษณะกลมเนื้อล้อมรอบ และนูนสูงขึ้นจากผิวด้านท้องของลำตัว บริเวณผิว ventral sucker มี spine ขนาดเล็กละเอียดอยู่รอบนอก และมี spine ยาวอยู่ขอบด้านใน excretory bladder มีผนังหนารูปสี่เหลี่ยม และพบทางลักษณะสั้นเป็นรูปถ้วย มี adhesive organ อยู่ภายในมีปลายท่อออก 2 ทางติดกับส่วนท้ายของลำตัว การเคลื่อนที่ของเซอ์คาเรียเป็นแบบตัวหนอน เวลาพักใช้บริเวณหางเกาะที่พื้นรูส่วนลำตัวขึ้นในแนวตั้ง ขนาดตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอ์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	73–106 (av. 89) μm x 266–333 (av. 298) μm
Oral sucker	42–51 (av. 45) μm x 35.5–45.0 (av. 43.0) μm
Ventral sucker	40.5–55 (av. 46.0) μm x 42–62 (av. 50) μm

Excretory bladder	41.6–56.2 (av. 54.1) μm x 40–52.5 (av. 52.0) μm
Pharynx	8.0–22.9 (av. 18.7) μm x 7.5–20.8 (av. 16.6) μm
Tail	44–52 (av. 47) μm x 42–52 (av. 46) μm
Stylet	3.8–7.5 (av. 6.4) μm x 12–17 (av. 14.0) μm

5.2 ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิดที่ 2 PT-C2

เซอร์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับเซอร์คาเรีย SY-C3 (รูปที่ 62) และ TD-C1 คือ เซอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ บริเวณลำตัวมีหนามขนาดเล็กปกคลุมโดยรอบลำตัว ภายในลำตัวพบแกรนูลหยาบกระจายอยู่ทั่วลำตัว oral sucker มี vigulate gland 2 ก้อน และเห็น stylet ชัดเจน ventral sucker อยู่บริเวณกลางลำตัว มีขนาดเล็กกว่า oral sucker มี excretory bladder ขนาดเล็กอยู่ด้านท้ายของลำตัว และพบทางติดต่อกับด้านท้องส่วนท้ายลำตัว ลักษณะหางตรงปลายหางแหลม สามารถยืด-หดได้ เพราะบริเวณด้านข้างมีกล้ามเนื้อ บริเวณผิวของหางมีหนามแหลมยาวปกคลุมรอบหาง การเคลื่อนที่อาศัยการพลิกตัวซ้าย-ขวา กลับไปมาอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ขณะหยุดพักจะลอยหางท้องและปลายหางขึ้นบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	44-60 (av. 51) μm x 71-114 (av. 105) μm
Oral sucker	22.8-33.3 (av. 23.3) μm x 21-29 (av. 25) μm
Ventral sucker	20.8-27 (av. 22.5) μm x 20.8-27 (av. 22.8) μm
Excretory bladder	22.5-29.1 (av. 25) μm x 20.8-27 (av. 24.9) μm
Tail	13-21 (av. 17.0) μm x 44-91 (av. 80) μm
Stylet	1-3 (av. 2) μm x 2-6 (av. 4) μm

5.3 ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิดที่ 3 PT-C3

เซอร์คาเรียมีลักษณะเหมือนกับเซอร์คาเรีย SN-C1 (รูปที่ 59) คือ เซอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ ที่ผิวลำตัวมีหนาม (spins) 2 แบบ คือขนาดเล็กปลายแหลม และขนาดเล็กปลายมนป้านปกคลุมรอบลำตัว บริเวณรูปากเปิดมีหนามเรียงเป็นแถว 3 แถว คือ 4-6, 12-14 และ 22-24 ภายในลำตัวพบแกรนูลหยาบกระจายอยู่ทั่วลำตัว พบว่าเซอร์คาเรียชนิดนี้มี ตา (eye spots) จำนวน 1 คู่ ซึ่งมี pigment หยาบรูปสี่เหลี่ยม พบ pharynx ลักษณะกลม

ขนาดเล็กอยู่ตรงกลางระหว่างตา มี penetration gland 14 ก้อน เรียงตามความยาวลำตัว 4 แถว แถวละ 3, 4, 4 และ 3 ก้อนตามลำดับ พบ ventral sucker ลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์เล็ก ๆ พบ excretory bladder ลักษณะผนังหนา รูปตัววี ขนาดใหญ่ อยู่ส่วนท้ายของลำตัว และพบว่ามีหางยาวกว่าส่วนของลำตัว ลักษณะตรงปลายหางแหลม บริเวณส่วนต้นของหางพบ lateral finfold แผ่นออกเล็กน้อย และ dorsoventral finfold อยู่บริเวณส่วนกลางด้านหลังหาง พาดยาวตลอดหาง โดยมีลักษณะอ้อมปลายหางกลับมาด้านท้องของหาง พบท่อเปิดออกของ excretory bladder ที่ปลายหาง และมี pigment อยู่เป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-5 เซลล์ มีการเคลื่อนที่โดยการพลิกตัวซ้าย-ขวา สลับไปมาอย่างรวดเร็ว แล้วพุ่งตัวไปข้างหน้า ประมาณ 7 วินาที และหยุดพักประมาณ 27 วินาที เวลาลอยตัวพักอยู่กับที่ปลายหางจะชี้ขึ้นข้างบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอ์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	141-166 (av. 154) μm x 258-316 (av. 285) μm
Oral sucker	45.8-47.8 (av. 46.8) μm x 40-50 (av. 44) μm
Ventral sucker	24.9-29 (av. 27) μm x 24.9-27 (av. 26) μm
Excretory bladder	52-75 (av. 72.8) μm x 60-68.6 (av. 62.4) μm
Eye spots	24.9-31.2 (av. 28.1) μm x 16.6-18.7 (av. 17.7) μm
Tail	48-54 (av. 51) μm x 366-416 (av. 391) μm

5.4 ตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียนิตที่ 4 PT-C4

เซอ์คาเรียนิตนี้มีลักษณะเหมือนกับเซอ์คาเรีย SY-C1 (รูปที่ 61) และ HD-C1 คือ เซอ์คาเรียนิตมีลักษณะลำตัวรูปไข่ มีหนามอยู่รอบลำตัว พบ ventral sucker มีลักษณะกลม หนูนอกมาจากลำตัว มีหนามอยู่โดยรอบ อยู่ตรงกลางของลำตัว และมีขนาดใหญ่เท่ากับ oral sucker พบ excretory bladder มีขนาดเล็กยาวมีท่อเปิดออกที่ปลายหางแฉก 2 ท่อ มี pigment และแกรนูลกระจายอยู่ทั่วตัว และพบหางแยกออกเป็น 2 แฉก (หางสั้น) ลักษณะปลายหางอ้วน มี cytoplasm มาก การเคลื่อนที่ของเซอ์คาเรียอาศัยส่วนหางสลับไปมาเพื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้าประมาณ 1 นาที แล้วหยุดพักประมาณ 3-4 วินาที เวลาพักตัวจะลอยตัวพักอยู่กับที่ปลายหางจะชี้ขึ้นข้างบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียนิตเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอ์คาเรียนิตจำนวน 10 ตัว)

Body	64-94 (av. 75) μm x 129-181 (av. 149) μm
Oral sucker	25-33.3 (av. 29.1) μm x 24.9-31.2 (av. 28.6) μm

Ventral sucker	25–32.2 (av. 28.1) μm x 24.9–31.2 (av. 27.2) μm
Excretory bladder	10–15 (av. 13.6) μm x 10–16.6 (av. 14.6) μm
Pharynx	6.2–10.4 (av. 9.5) μm x 7.5–13.0 (av. 13.8) μm
Tail stem	31–52 (av. 40) μm x 146–193 (av. 171) μm
Tail furcal	12–17 (av. 14) μm x 104–208 (av.155) μm

จุดสำรวจที่ 6 น้ำพุห้วยเขย่ง

พบตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรีย 3 ชนิด ดังนี้

6.1 ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิดที่ 1 HY-C1

เซอร์คาเรียมีลักษณะเหมือนกับเซอร์คาเรีย SN-C2 (รูปที่60), SY-C2 และ HD-C2, PT-C1 คือลำตัวรูปไข่ยาวรี บริเวณผิวหนังลำตัวมีหนามสั้นขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว และมีขนอยู่เป็นกลุ่มๆ ภายในลำตัวพบแกรนูโลซายากระจายทั่วลำตัว oral sucker มีลักษณะกลมเนื้อล้อมรอบ บริเวณตรงกลางเป็นช่องกลวงด้านบนมี stylet ที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก ลักษณะของ oral sucker และ ventral sucker เมื่อมองด้านข้างจะเห็นเป็นรูปตัว C พบ prepharynx ยาว และมี pharynx อยู่ส่วนปลาย พบ penetration gland จำนวน 3 คู่ ลักษณะใสอยู่ด้านข้าง ลำตัวเหนือ ventral sucker ซึ่งอยู่กลางลำตัวมีลักษณะกลมเนื้อล้อมรอบ และนูนสูงขึ้นจากผิวหนังด้านท้องของลำตัว บริเวณผิว ventral sucker มี spine ขนาดเล็กละเอียดอยู่รอบนอก และมี spine ยาวอยู่ขอบด้านใน excretory bladder มีผนังหนารูปสี่เหลี่ยม และพบหางลักษณะสั้นเป็นรูปถ้วย มี adhesive organ อยู่ภายในมีปลายท่อออก 2 ทางติดกับส่วนท้ายของลำตัว การเคลื่อนที่ของเซอร์คาเรียเป็นแบบตัวหนอน เวลาพักใช้บริเวณหางเกาะที่พื้นส่วนลำตัวขึ้นในแนวตั้ง ขนาดตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	70–120 (av. 94.0) μm x 225–320 (av. 257.0) μm
Oral sucker	35–65 (av. 44.0) μm x 27.5–60 (av. 45.0) μm
Ventral sucker	37.5–75 (av. 50.0) μm x 40–52.5 (av. 45) μm
Excretory bladder	40–75 (av. 52.0) μm x 37.5–87.5 (av. 61.0) μm
Pharynx	7.5–20 (av. 18.0) μm x 7.5–20 (av. 13.0) μm
Tail	32.5–50 (av. 36.0) μm x 32.5–50 (av. 36.0) μm
Stylet	5–7.5 (av. 5.3) μm x 7.5–15 (av. 12) μm

6.2 ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิดที่ 2 HY-C2

เชอร์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับเชอร์คาเรีย SY-C3 (รูปที่ 62), TD-C1 และ PT-C2 คือเชอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ บริเวณลำตัวมีหนามขนาดเล็กปกคลุมโดยรอบลำตัว ภายในลำตัวพบแกรนูลหยาบกระจายอยู่ทั่วลำตัว oral sucker มี vigulate gland 2 ก้อน และเห็น stylet ชัดเจน พบท่อเปิดออกของ penetration gland จำนวน 4 ท่อ ด้านข้างของ stylet บริเวณ oral sucker มี pharynx ลักษณะกลมขนาดเล็กติดอยู่กับ oral sucker ด้านล่าง penetration gland แบ่งออกเป็น 2 ชนิด จำนวน 3 คู่ มี 1 คู่ ลักษณะใส อีก 2 คู่มีแกรนูลละเอียดอยู่ภายใน ventral sucker อยู่บริเวณกลางลำตัว มีขนาดเล็กกว่า oral sucker ต่ำลงมามี genital primordial รูปตัวซี มี excretory bladder ขนาดเล็กรูปถ้วยอยู่ด้านท้ายของลำตัว และพบทางติดต่อกับด้านท้องส่วนท้ายลำตัว ลักษณะทางตรงปลายหางแหลมสามารถยืด-หดได้ เพราะบริเวณด้านข้างมีกล้ามเนื้อ บริเวณผิวของหางมีหนามแหลมยาวปกคลุมรอบหาง พบท่อเปิดของ excretory bladder ที่ปลายหางและมี pigment กระจายอยู่ การเคลื่อนที่อาศัยการพลิกตัวซ้าย-ขวาสลับไปมาอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ขณะหยุดพักจะลอยหางท้องและปลายหางที่ขึ้นบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเชอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	55-80 (av. 62.0) μm x 60-95 (av. 82.0) μm
Oral sucker	5.0-7.5 (av. 6.0) μm x 5.0 (av. 5.0) μm
Ventral sucker	10-15 (av. 12.0) μm x 10-15 (av. 13.0) μm
Excretory bladder	22.5-30 (av. 26.0) μm x 12.5 (av. 12.5) μm
Tail	17.5-22.5 (av. 19.0) μm x 30-42.5 (av. 33.0) μm
Stylet	2.5-5 (av. 2.8) μm x 12.5-15 (av. 13) μm

6.3 ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิดที่ 3 HY-C3

เชอร์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับเชอร์คาเรีย SN-C1 (รูปที่ 59) และ PT-C3 คือ เชอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ ที่ผิวลำตัวมีหนาม (spins) 2 แบบ คือขนาดเล็กปลายแหลม และขนาดเล็กปลายมนป้านปกคลุมรอบลำตัว บริเวณรูปากเปิดมีหนามเรียงเป็นแถว 3 แถว คือ 4-6, 12-14 และ 22-24 ภายในลำตัวพบแกรนูลหยาบกระจายอยู่ทั่วลำตัว พบว่าเชอร์คาเรียชนิดนี้มีตา (eye spots) จำนวน 1 คู่ ซึ่งมี pigment หยาบรูปสี่เหลี่ยม พบ

pharynx ลักษณะกลมขนาดเล็กอยู่ตรงกลางระหว่างตา มี penetration gland 14 ก้อน เรียงตามความยาวลำตัว 4 แถว แถวละ 3, 4, 4 และ 3 ก้อนตามลำดับ พบ ventral sucker ลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์เล็ก ๆ พบ excretory bladder ลักษณะผนังหนา รูปตัววี ขนาดใหญ่ อยู่ส่วนท้ายของลำตัว และพบว่ามีหางยาวกว่าส่วนของลำตัว ลักษณะตรงปลายหางแหลม บริเวณส่วนต้นของหางพบ lateral finfold แผ่ออกเล็กน้อย และ dorsoventral finfold อยู่บริเวณส่วนกลางด้านหลังหาง พาดยาวตลอดหาง โดยมีลักษณะอ้อมปลายหางกลับมาด้านท้องของหาง พบท่อเปิดออกของ excretory bladder ที่ปลายหาง และมี pigment อยู่เป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-5 เซลล์ มีการเคลื่อนที่โดยการพลิกตัวซ้าย-ขวา สลับไปมาอย่างรวดเร็ว แล้วพุ่งตัวไปข้างหน้า ประมาณ 7 วินาที และหยุดพักประมาณ 27 วินาที เวลาลอยตัวพักอยู่กับที่ปลายหางจะชี้ขึ้นข้างบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	95-115 (av. 109.0) μm x 235-287.5 (av. 264.0) μm
Oral sucker	32.5-45 (av. 34.0) μm x 35-50 (av. 38.0) μm
Ventral sucker	12.5-25 (av. 20.0) μm x 12.5-27.5 (av. 21.0) μm
Excretory bladder	57.5-95 (av. 73.0) μm x 60-95 (av. 71.0) μm
Pharynx	12.5-17.5 (av. 13.0) μm x 12.5-17.5 (av. 13.0) μm
Eye spots	7.5-12.5 (av. 11.0) μm x 5-12.5 (av. 9.0) μm
Tail	27.5-37.5 (av. 33.0) μm x 73.6-525 (av. 454.0) μm

จุดสำรวจที่ 7 ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ

พบตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรีย 2 ชนิด ดังนี้

7.1 ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิดที่ 1 TM-C1

เซอร์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับเซอร์คาเรีย SN-C2 (รูปที่ 60), SY-C2, HD-C2, PT-C1 และ HY-C1 คือ ลำตัวรูปไข่ยาวรี บริเวณผิวลำตัวมีหนามสั้นขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว และมีขนอยู่เป็นกลุ่มๆ ภายในลำตัวพบแกรนูลหยากกระจายทั่วลำตัว oral sucker มีลักษณะกล้ำมเนื้อล้อมรอบ บริเวณตรงกลางเป็นช่องกลวงด้านบนมี stylet ที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก ลักษณะของ oral sucker และ ventral sucker เมื่อมองด้านข้างจะเห็นเป็นรูปตัว C พบ prepharynx ยาวและมี pharynx อยู่ส่วนปลาย พบ penetration gland จำนวน 3 คู่ ลักษณะใสอยู่ด้านข้างลำตัวเหนือ ventral sucker ซึ่งอยู่กลางลำตัวมีลักษณะกล้ำมเนื้อล้อม

รอบ และนูนสูงขึ้นจากผิวหนังด้านท้องของลำตัว บริเวณผิว ventral sucker มี spine ขนาดเล็ก ละเอียดอยู่รอบนอก และมี spine ยาวอยู่ขอบด้านใน excretory bladder มีผนังหนารูปสี่เหลี่ยม และพบทางลักษณะสั้นเป็นรูปถ้วย มี adhesive organ อยู่ภายในมีปลายท่อออก 2 ทางติดกับส่วนท้ายของลำตัว การเคลื่อนที่ของเซอร์คาเรียเป็นแบบตัวหนอน เวลาพักใช้บริเวณหางเกาะที่พื้นส่วนลำตัวขึ้นในแนวตั้ง ขนาดตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	71–104 (av. 83) μm x 259–345 (av. 288) μm
Oral sucker	40–49 (av. 41) μm x 37.5–47.5 (av. 44.3) μm
Ventral sucker	44–65 (av. 53) μm x 45–62.5 (av. 50.3) μm
Tail	42–56 (av. 47) μm x 39–49 (av. 42) μm
Stylet	5–6.24 (av. 5.3) μm x 13–18 (av. 15) μm

7.2 ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิดที่ 2 TM-C2

เซอร์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับเซอร์คาเรีย SN-C1 (รูปที่ 59), PT-C3 และ HY-C3 คือ เซอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ ที่ผิวลำตัวมีหนาม (spines) 2 แบบ คือขนาดเล็ก ปลายแหลม และขนาดเล็กปลายมนป้านปกคลุมรอบลำตัว บริเวณรูปากเปิดมีหนามเรียงเป็นแถว 3 แถว คือ 4-6, 12-14 และ 22-24 ภายในลำตัวพบแกรนูลหยากกระจายอยู่ทั่วลำตัว พบว่าเซอร์คาเรียชนิดนี้มีตา (eye spots) จำนวน 1 คู่ ซึ่งมี pigment หยากรูปสี่เหลี่ยม พบ pharynx ลักษณะกลมขนาดเล็กอยู่ตรงกลางระหว่างตา มี penetration gland 14 ก้อน เรียงตามความยาวลำตัว 4 แถว แถวละ 3, 4, 4 และ 3 ก้อนตามลำดับ พบ ventral sucker ลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์เล็ก ๆ พบ excretory bladder ลักษณะผนังหนา รูปตัววี ขนาดใหญ่ อยู่ส่วนท้ายของลำตัว และพบว่ามีหางยาวกว่าส่วนของลำตัว ลักษณะตรงปลายหางแหลม บริเวณส่วนต้นของหางพบ lateral finfold แฉกเล็กน้อย และ dorsoventral finfold อยู่บริเวณส่วนกลางด้านหลังหาง พาดยาวตลอดหาง โดยมีลักษณะอ้อมปลายหางกลับมาด้านท้องของหาง พบท่อเปิดออกของ excretory bladder ที่ปลายหาง และมี pigment อยู่เป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-5 เซลล์ มีการเคลื่อนที่โดยการพลิกตัวซ้าย-ขวา สลับไปมาอย่างรวดเร็ว แล้วพุ่งตัวไปข้างหน้า ประมาณ 7 วินาที และหยุดพักประมาณ 27 วินาที เวลาลอยตัวพักอยู่กับที่ปลายหางจะ

ชี้ขึ้นข้างบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	143–167 (av. 156) μm x 260–318 (av. 287) μm
Oral sucker	42–56. (av. 47) μm x 42–52 (av. 46) μm
Ventral sucker	12.5–20 (av. 19.5) μm x 12.5–25 (av. 20) μm
Excretory bladder	57.5–93.3 (av. 74.0) μm x 58.2–95 (av. 72.0) μm
Pharynx	12.5–16.5 (av. 13.0) μm x 12.5–17.5 (av. 14.3) μm
Eye spots	8.32–12.5 (av. 12.5) μm x 7.5–12.5 (av. 9.4) μm
Tail	50–56 (av. 53) μm x 368–418 (av. 393) μm

จุดสำรวจที่ 8 น้ำตกเกริงกระเวีย

สำรวจไม่พบการติดเชื้อปรสิตในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจบริเวณนี้

จุดสำรวจที่ 9 น้ำตกไถช่องถ่อง

สำรวจไม่พบการติดเชื้อปรสิตในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจบริเวณนี้

จุดสำรวจที่ 10 น้ำตกตะเคียนทอง

พบตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรีย 3 ชนิด ดังนี้

10.1 ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิดที่ 1 TK-C1

เซอร์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับเซอร์คาเรีย SN-C1 (รูปที่ 59), PT-C3, HY-C3 และ TM-C2 คือเซอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ ที่ผิวลำตัวมีหนาม (spins) ปกคลุมรอบลำตัว บริเวณรูปากเปิดมีหนามเรียงเป็นแถว ภายในลำตัวพบแกรนูโลหยาบกระจายอยู่ทั่วลำตัว พบว่าเซอร์คาเรียชนิดนี้มีตา (eye spots) จำนวน 1 คู่ ซึ่งมี pigment หยาบรูปสี่เหลี่ยม พบ pharynx ลักษณะกลมขนาดเล็กอยู่ตรงกลางระหว่างตา มี penetration gland 14 ก้อน เรียงตามความยาวลำตัว 4 แถว แถวละ 3, 4, 4 และ 3 ก้อนตามลำดับ พบ ventral sucker ลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์เล็ก ๆ พบ excretory bladder ลักษณะผนังหนา รูปตัววี ขนาดใหญ่ อยู่ส่วนท้ายของลำตัว และพบว่ามีหางยาวกว่าส่วนของลำตัว ลักษณะตรงปลายหางแหลม

บริเวณส่วนต้นของหางพบ lateral finfold แผลออกเล็กน้อย และ dorsoventral finfold อยู่บริเวณส่วนกลางด้านหลังหาง พาดยาวตลอดหาง โดยมีลักษณะอ้อมปลายหางกลับมาด้านท้องของหาง พบท่อเปิดออกของ excretory bladder ที่ปลายหาง และมี pigment อยู่เป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-5 เซลล์ มีการเคลื่อนที่โดยการพลิกตัวซ้าย-ขวา สลับไปมาอย่างรวดเร็ว แล้วพุ่งตัวไปข้างหน้า ประมาณ 7 วินาที และหยุดพักประมาณ 27 วินาที เวลาลอยตัวพักอยู่กับที่ปลายหางจะชี้ขึ้นข้างบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอ์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	60.32-115 (av. 110) μm x 145.7-387 (av. 224) μm
Oral sucker	27-33.3 (av. 31.2) μm x 35-45 (av. 38) μm
Ventral sucker	14.5-23 (av. 20.8) μm x 14.5-23 (av. 21) μm
Excretory bladder	29-49.9 (av. 46.8) μm x 35.4-52 (av. 45.7) μm
Pharynx	8.3-10.4 (av. 9.4) μm x 8.3-10.4 (av. 9.4) μm
Eye spots	10.4-12.5 (av. 11.1) μm x 12.5-14.6 (av. 13.2) μm
Tail	20.8-22.9 (av. 21.8) μm x 353.6-416 (av. 384.8) μm

10.2 ตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียชนิดที่ 2 TK-C2

เซอ์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับเซอ์คาเรีย SN-C2 (รูปที่ 60), SY-C2, HD-C2, PT-C1, HY-C1 และ TM-C1 คือ ลำตัวรูปไข่ยาวรี บริเวณผิวลำตัวมีหนามสั้นขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว และมีขนอยู่เป็นกลุ่มๆ ภายในลำตัวพบแกรนูลหยาบกระจายทั่วลำตัว oral sucker มีลักษณะกล้ามเนื้อล้อมรอบ บริเวณตรงกลางเป็นช่องกลวงด้านบนมี stylet ที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก ลักษณะของ oral sucker และ ventral sucker เมื่อมองด้านข้างจะเห็นเป็นรูปตัว C พบ prepharynx ยาวและมี pharynx อยู่ส่วนปลาย พบ penetration gland จำนวน 3 คู่ ลักษณะใสอยู่ด้านข้างลำตัวเหนือ ventral sucker ซึ่งอยู่กลางลำตัวมีลักษณะกล้ามเนื้อล้อมรอบ และนูนสูงขึ้นจากผิวด้านท้องของลำตัว บริเวณผิว ventral sucker มี spine ขนาดเล็กละเอียดอยู่รอบนอก และมี spine ยาวอยู่ขอบด้านใน excretory bladder มีผนังหนารูปสี่เหลี่ยม และพบหางลักษณะสั้นเป็นรูปถ้วย มี adhesive organ อยู่ภายในมีปลายท่อออก 2 ทางติดกับส่วนท้ายของลำตัว การเคลื่อนที่ของเซอ์คาเรียเป็นแบบตัวหนอน เวลาพักใช้บริเวณหางเกาะที่พื้นฐานลำตัวขึ้นในแนวตั้ง ขนาดตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอ์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	83-118 (av. 115.0) μm x 230-306 (av. 299.0) μm
Oral sucker	35-56 (av. 54.0) μm x 38-60 (av. 58.0) μm
Ventral sucker	44-56 (av. 52) μm x 42-58 (av. 55.0) μm
Excretory bladder	38-52 (av. 45.0) μm x 50-62 (av. 52) μm
Tail	45-56 (av. 53) μm x 56-68 (av. 60) μm
Stylet	5-6.2 (av. 5.3) μm x 12-15 (av. 13) μm

10.3 ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิดที่ 3 TK-C3

เซอร์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับเซอร์คาเรีย SY-C1 (รูปที่ 61) และ HD-C1 คือ เซอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ มีหนามอยู่รอบลำตัว พบ ventral sucker มีลักษณะกลม ฐานออกมาจากลำตัว มีหนามอยู่โดยรอบ อยู่ตรงกลางของลำตัว และมีขนาดใหญ่เท่ากับ oral sucker พบ excretory bladder มีขนาดเล็กยาวมีท่อเปิดออกที่ปลายหางแฉก 2 ท่อ มี pigment และแกรนูลกระจายอยู่ทั่วตัว และพบหางแยกออกเป็น 2 แฉก (หางล้อม) ลักษณะปลายหางอ้วน มี cytoplasm มาก การเคลื่อนที่ของเซอร์คาเรียอาศัยส่วนหางสัดไปมาเพื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้าประมาณ 3-4 วินาที แล้วหยุดพักประมาณ 10 วินาที เวลาพักตัวจะลอยตัวพักอยู่กับที่ปลายหางจะชี้ขึ้นข้างบนผิวน้ำ ขนาดตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นดังนี้ (จากค่าเฉลี่ยของเซอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว)

Body	39.5-62.4 (av. 61) μm x 93.6-150 (av. 122) μm
Oral sucker	16.6-35.4 (av. 31) μm x 16.6-37.4 (av. 31) μm
Ventral sucker	14.6-27 (av. 25.0) μm x 14.6-27.5 (av. 24.5) μm
Excretory bladder	16.6-18.7 (av. 17.5) μm x 18.7-20.8 (av. 19.2) μm
Pharynx	7.3-10.4 (av. 8.7) μm x 7.3-11 (av. 10.4) μm
Tail stem	27-35.4 (av. 30.4) μm x 104-145.6 (av. 117.8) μm
Tail furcal	12.5-20.8 (av. 17.1) μm x 110-166.4 (av. 133.5) μm
Stylet	2-2.1 (av. 2.1) μm x 4.2-6.2 (av. 4.9) μm

บทที่ 5

การวิเคราะห์และสรุปผล

จากการศึกษาในอดีตหอยน้ำจืดสกุล *Paludomus* spp. จัดอยู่ใน Phylum Mollusca, Class Gastropoda, Subclass Prosobranchia, Order Mesogastropoda, Family Paludomidae เปลือกมีรูปร่างยาว หรือค่อนข้างกลม โดยทั่วไปมีแถบสีพาดตามขวาง หรือตามแนวเวิร์ลของเปลือก โอเพอร์คิวลัมบาง เป็นมัน และเป็นแบบคอนเซนทริกมีสไปรัล นิวเคลียส ในประเทศไทย Brandt (1974) ได้จัดจำแนกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ออกเป็น 2 ชนิดคือ *Paludomus petrosus* และ *Paludomus siamensis* โดยอาศัยลักษณะผิวของเปลือกหอย

ลักษณะของ *Paludomus petrosus* เปลือกหอยรูปร่างค่อนข้างกลม ปลายยอดมักสึกกร่อน หรือมีประมาณ 2 – 3 เวิร์ล ผิวเปลือกเรียบ ยกเว้นมีเส้นตามแนวตั้งของเปลือก (growth line) ส่วนใหญ่พบร่องตามแนวซุเซอร์ 2 – 3 ร่อง ส่วนของบอดีเวิร์ลมีขนาดใหญ่ ไม่มีอัมบิลิคัล ปากเปลือกกว้าง มีแถบสีน้ำตาลพาดตามขวางประมาณ 2 – 3 แถบ คอหลูเมลลาค่อนข้างกว้าง มีสูตรฟันเป็นแบบทีนิโอกอลซซา (2 : 1 : 1 : 1 : 2) ฟันกลางมีหยักตรงกลางใหญ่ 1 หยัก มีหยักเล็ก ๆ ด้านข้าง 5 หยัก ส่วนริมของฟันกลางมีลักษณะปึกม้วนงอ ฟันข้างมีหยัก 1 – 4 หยัก ฟันหยาบมีหยัก 6 – 7 หยัก และมีฟันละเอียดประมาณ 21 หยัก ในหอยเพศเมียมีร่องนำไข่ (egg transfer groove) ส่วนหอยเพศผู้ขาดอวัยวะในการผสมพันธุ์ (intromittant organ) พบกระจายอยู่ตามลำห้วยบริเวณเทือกเขาในจังหวัดชุมพร ระนอง นครศรีธรรมราช พัทลุง นอกจากนี้ยังถูกสันนิษฐานว่าเป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิใบไม้ *Paragonimus westermani* ที่ก่อโรคในสัตว์ ส่วน *Paludomus siamensis* มีลักษณะต่างจากชนิดแรกคือเปลือกรูปร่างไม่กลมเท่าชนิดแรก มีสไปร์ (spire) สูง ผิวเปลือกพบเส้นในแนวการขดวนของหอย (spiral line) ชัดเจนกว่า แถบสีพาดตามขวางของเปลือกมีสูตรเป็นแบบ 0034 หรือ 1034 น้อยมากที่จะเป็นแบบ 0030, 0230 หรือ 0000 และส่วนริมของฟันกลางที่มีลักษณะปึกจะหดสั้นคล้ายรูปสามเหลี่ยม มีแหล่งกระจายอยู่ในจังหวัดแพร่ ลำปาง พิษณุโลก เลย และกาญจนบุรี

ในการศึกษานี้ทำการศึกษาสภาพแวดล้อมของพื้นที่สำรวจ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะกายวิภาค และรูปแบบทางพันธุกรรมของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพื่อตรวจสอบ ชนิดพันธุ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในลุ่มแม่น้ำแควน้อย ซึ่งผลที่ได้สรุปได้ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมของพื้นที่สำรวจ

สภาพแวดล้อมบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นน้ำตก หรือลำธาร ที่มีต้นไม้นขนาดเล็ก และใหญ่ขึ้นปกคลุม เช่น ตะไคร้ เฟิร์น ต้นไผ่ ต้นมะเดื่อ และต้นสัก ได้ทำองน้ำเป็นทราย มีก้อนหินขนาดเล็ก หรือเป็นตะกอนดิน น้ำใสสะอาดและมีการไหลของน้ำตลอด กระแสน้ำไหลปานกลาง ถึงไหลแรง (ตารางที่ 1)

การศึกษาทางกายภาพ อันได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ เช่น การไหล ความขุ่น อุณหภูมิและแสงแดดที่ได้รับ และคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งได้แก่สารเคมีต่าง ๆ ในจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ที่แตกต่างกันมากนัก สำหรับทางเคมีนั้นเนื่องจากการวิเคราะห์ได้ใช้เครื่องมือภาคสนาม ซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์ให้ละเอียดได้ดีเท่ากับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดังนั้น ข้อมูลที่สำรวจครั้งนี้จึงใช้ได้เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นที่แสดงให้เห็นความแตกต่างของปริมาณสารเคมีบางชนิด เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาโดยละเอียดต่อไป การศึกษาทางกายภาพและทางเคมีของจุดสำรวจที่พบหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. สรุปได้ดังนี้

1. อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิของจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ ไม่แตกต่างกัน มีค่าประมาณ 25 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำกับอุณหภูมิอากาศไม่มีความแตกต่างกันมากนักซึ่งมีผลมาจากสภาพป่าที่มีความสมบูรณ์ดี อุณหภูมิจึงไม่ผันแปรมาก

2. กระแสน้ำ (water velocity) การศึกษาการไหลของน้ำโดยการวัดค่าการไหลด้วยเครื่องมือ Flowmeter นี้มีความคลาดเคลื่อนสูงมากเนื่องจากกระแสน้ำในแหล่งพื้นที่จะมีอัตราการไหลแตกต่างกันในแต่ละจุดของธารน้ำแม้จะเป็นเวลาเดียวกัน ดังนั้นการวัดค่ากระแสน้ำเป็นการตรวจสอบแบบคร่าว ๆ เท่านั้น อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาถึงกระแสน้ำที่มีอิทธิพลต่อหอยบางชนิดและพบว่า หอย *Biomphalaria glabrata* ซึ่งเป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิใบไม้เลือด *Schistosoma mansoni* ในแอฟริกาไม่สามารถเกาะอยู่ได้เมื่อกระแสน้ำมีความเร็วสูงกว่า 0.33 m/sec (Jobin and Ippen, 1964) สำหรับกระแสน้ำที่วัดได้จากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่มีค่า 0.5-23.36 (ตารางที่ 1) ซึ่งพบว่าหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ยังสามารถเจริญพันธุ์อยู่ได้โดยที่เกาะอยู่บนหิน หรือเกาะอยู่กับด้านล่างของก้อนหินที่ฝังอยู่ในพื้นน้ำ สามารถวิเคราะห์ได้ถึง ความแตกต่างของสภาพนิเวศของหอยต่างชนิดกัน รวมทั้งความต้องการปริมาณออกซิเจนที่แตกต่างกัน เนื่องจากกระแสน้ำที่ไหลแรงสามารถเพิ่มค่าออกซิเจนในน้ำได้

3. Conductivity เป็นการวัดสภาพการนำไฟฟ้า หรือค่า Total Dissolved Solid (TDS) เป็นตัวเลขที่บอกถึงความสามารถของตัวอย่งน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุที่ละลายอยู่ในน้ำ และอุณหภูมิที่ทำการวัด (ชนิด ความเข้มข้น และจำนวนประจุของสาร) ซึ่งมีนักวิจัยบางคนพบว่าค่า conductivity มีอิทธิพลต่อการเจริญพันธุ์ของหอย (Jennings, 1973) และพบว่าเป็นตัวแปรในการจำกัดการกระจายของหอย *Biomphalaria pfeifferi* พาหะกึ่งกลางของพยาธิ *Schistosoma* ในแอฟริกา (Appleton, 1978) จากการศึกษาในจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่พบว่ามี conductivity (289-730 $\mu\text{mhos/cm}$) สูง ยกเว้นห้วยเต่าดำมีค่าต่ำ (20 $\mu\text{mhos/cm}$) ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าค่า conductivity มีความสำคัญอย่างไรกับหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

4. pH เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจนในน้ำ แสดงความเป็นกรดหรือด่างของน้ำ โดยปกติสิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้สบายที่ pH เหมาะสมคือ ในช่วงที่เป็นกลางประมาณ 6-9 ถ้าค่า pH สูงหรือต่ำไปจะสร้างความเครียดให้กับสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ ในการศึกษาสิ่งมีชีวิตในน้ำพบว่าสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ที่ pH ต่ำกว่า 6 และปลาหลายชนิดวางไข่น้อยลงเมื่อ pH มากกว่า 8.5 (มันสิน และคณะ, 2539) จากการศึกษาพบว่าค่า pH ของจุดสำรวจมีค่า 7.50-8.97 ซึ่งเป็นช่วง pH ที่สิ่งมีชีวิตสามารถเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป

5. Iron จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำในแหล่งน้ำทั้ง 10 พื้นที่มีค่า 0.00-0.77 ซึ่งปริมาณ Iron ที่พบไม่สูงกว่า criteria ของ European Inland Fisheries Advisory Commission (1970) ที่ได้กำหนดไว้ว่าถ้าสูงกว่า 1 mg/l จะมีอันตรายต่อสัตว์น้ำทั่ว ๆ ไป เพราะอาจเกิดสารละลายที่เป็นพิษได้

6. Chromium การวิเคราะห์ปริมาณของ chromium ในน้ำของแหล่งน้ำ 10 พื้นที่พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-0.07 mg/l ยกเว้นห้วยเต่าดำมีค่าค่อนข้างสูง 0.24 mg/l และสูงกว่า criteria ที่กำหนดไว้ว่าถ้ามีค่าเกิน 0.1 mg/l แล้วจะมีอันตรายต่อสัตว์น้ำ แต่อย่างไรก็ตาม chromium จะเกิดอันตรายต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น pH Hardness และ alkalinity ของน้ำด้วย

7. Phosphate ฟอสเฟตมีบทบาทสำคัญในการกำหนดความสมบูรณ์ของพีชน้ำ ซึ่งเป็นอาหารของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำ โดยทั่วไปฟอสเฟตควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-0.5 mg/l (มันสิน และคณะ, 2539) จากการวิเคราะห์ที่พบปริมาณฟอสเฟตในห้วยเต่าดำมีค่า 0.10 mg/l ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสม แต่ปริมาณฟอสเฟตในแหล่งอื่นมีค่าสูง โดยเฉพาะที่ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหิน

ดาดมีค่า 46.4 mg/l (ตารางที่ 1) แสดงว่าแหล่งน้ำมีการเจริญเติบโตของวัชพืชน้ำมากและรวดเร็ว

8. ออกซิเจนในน้ำ ค่าออกซิเจนเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำ ตัวอย่างค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ปริศูทธิ์ที่อุณหภูมิต่ำ 20 องศาเซลเซียส มีค่าการละลายที่ 8.84 mg/l ใกล้เคียงกับปริมาณออกซิเจนที่วัดได้จากจุดสำรวจ (7.34-8.62) ซึ่งเป็นปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ยกเว้นที่ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อน หินดาดมีค่า 4.60 mg/l เป็นช่วงปริมาณออกซิเจนที่สิ่งมีชีวิตสามารถอยู่ได้ แต่ถ้าเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องสิ่งมีชีวิตในน้ำจะเจริญเติบโตช้าและไม่สามารถขยายพันธุ์ได้

2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่สุ่มเก็บตัวอย่างบริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย จ. กาญจนบุรี ทั้ง 10 พื้นที่นั้น พบว่าหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. มีขนาดเล็ก การวนของเปลือกเป็นแบบวนขวา เปลือกมีสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม และมีแถบสีพาดตามขวางของเปลือกหอย ฝาปิดปากเปลือกเป็นแบบคอนเซนทริกมีสไปรัลนิวเคลียส

หอยน้ำจืดที่เก็บจากห้วยเต่าดำมีลักษณะเปลือกค่อนข้างกลม (size index 87.10) ปลายยอดตัด ผิวเปลือกไม่มี spiral line (รูปที่ 63ก) คล้ายคลึงกับ *Paludomus petrosus* หอยน้ำจืดที่เก็บจากน้ำตกผาตาด น้ำพุห้วยเขย่ง น้ำตกไคของถ้อง น้ำตกเกริงกระเวีย และน้ำตกตะเคียนทอง มีลักษณะเปลือกคล้ายคลึงกับ *Paludomus siamensis* คือเปลือกรูปปร่างไม่กลม มีสไปรัลสูง ผิวเปลือกมี spiral line (รูปที่ 63ข) และหอยที่เก็บจากน้ำตกไทรโยคน้อย น้ำตกไทรโยคใหญ่ ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด และลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ มีลักษณะเปลือกคล้ายกับหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ทั้ง 2 ชนิด คือผิวเปลือกเรียบไม่มี spiral line คล้ายกับ *Paludomus petrosus* แต่เปลือกมีรูปปร่างไม่กลม และมีสไปรัลสูงคล้ายกับ *Paludomus siamensis* (รูปที่ 63ค)

รูปแบบของแถบสีพาดตามขวางของเปลือกจากจุดสำรวจ 9 พื้นที่ (ยกเว้นห้วยเต่าดำ) ส่วนใหญ่เป็นแบบ 0034 (ตารางที่ 3) ซึ่งคล้ายกับรายงานของ Brandt (1974 : 160 - 161) ที่พบว่าแถบสีพาดตามขวางของเปลือกหอย *Paludomus siamensis* มีสูตรเป็นแบบ 0034 หรือ 1034

ดังนั้นจากผลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. สามารถแบ่งหอยที่เก็บตัวอย่างจาก 10 พื้นที่ออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มแรกมีรูปร่างคล้ายหอย *Paludomus petrosus* กลุ่มที่สองมีรูปร่างคล้ายกับหอย *Paludomus siamensis* และกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับหอยทั้งสองชนิด

3. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของฟัน

ผลการศึกษาลักษณะฟัน (แรดูลา) ของหอยทั้ง 10 พื้นที่ พบว่ามีลักษณะฟันเป็นแบบทีนิโอกลอสซา (Taenioglossa) มีสูตรฟัน (dentition formula) เป็น 2:1:1:1:2 คือมีฟันกลาง (central, rachidian teeth) 1 ที่ ปลายฟันกลางประกอบด้วยหยัก (cusp) มากมายแต่หยักที่ใหญ่ที่สุดอยู่ตรงกลาง ฟันข้าง (lateral teeth) ด้านละ 1 ที่ และฟันริม (marginal teeth) ด้านละ 2 ที่ เป็นฟันหยาบ (inner marginal teeth) 1 ที่ และฟันละเอียด (outer marginal teeth) 1 ที่ ส่วนความกว้างของฟันและจำนวนหยักของฟันหอยทั้ง 10 พื้นที่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 5 และ 6) และแม้ว่าจะเป็นฟันอันเดียวกันก็มีความแตกต่างกันเล็กน้อยด้วย

ลักษณะฟันของหอยน้ำจืดที่เก็บจากห้วยเต่าดำนั้น ฟันกลางมีจำนวนหยักเป็น 5-1-5 ฟันข้าง 5-1-5 และมีรอยหยักตรงกลางป้านและใหญ่กว่าหยักของฟันกลางของหอยในแหล่งอื่นมาก (รูปที่ 37, 39) โดยฟันหยาบมี 7 หยัก และฟันละเอียดมีประมาณ 24 หยัก ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับฟันหอยน้ำจืด *Paludomus petrosus* ส่วนลักษณะฟันของหอยที่เก็บจากแหล่งพื้นที่อื่นมีจำนวนหยักของฟันแตกต่างกันไปและส่วนใหญ่มีจำนวนหยักฟันกลาง หยักของฟันละเอียด และความกว้างของฟันกลา่น้อยกว่าหอยที่เก็บจากห้วยเต่าดำ (ตารางที่ 5, 6)

4. ลักษณะทางกายวิภาค

ลักษณะทางกายวิภาคของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ทั้ง 10 พื้นที่ส่วนใหญ่มีระบบโครงสร้างลำตัวภายนอก และโครงสร้างลำตัวภายในเหมือนกัน อาจมีลักษณะบางอย่างแตกต่างกันบ้างในบางพื้นที่

โครงสร้างลำตัวภายนอก พบส่วนหัวอยู่บริเวณด้านหน้าของตัวหอย และยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียก สเนาท์ ด้านหลังปากพบเทเนเทเคิล 1 คู่ และพบตา 1 คู่บริเวณโคนเทเนเทเคิล ที่ส่วนหัวและเทเนเทเคิลพบรงควัตถุสีเขียวเหลืองกระจายอย่างสม่ำเสมอและมีรงควัตถุเมลานินปกคลุมอยู่ทำให้เห็นเทเนเทเคิลมีลักษณะเหมือนเป็นข้อปล้อง ยก

เว้นหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จากห้วยเต่าดำที่ส่วนหัวและเทนเทเคิลพบรังควัตถุเมลานิน ปกคลุมอย่างสม่ำเสมอ จึงไม่เห็นเทนเทเคิลมีลักษณะเป็นข้อปล้องและที่บริเวณรอบตาหอยพบ รังควัตถุสีเหลืองครีมกระจายอยู่โดยรอบต่างจากหอยที่เก็บตัวอย่างจากบริเวณอื่น (รูปที่ 43, 44)

แผ่นเท้าเป็นส่วนที่อยู่ติดส่วนหัวไปทางด้านหลัง ด้านบนของแผ่นเท้าติดกับด้านข้างของลำตัว มีแผ่นโอเพอร์คิวลัมอยู่ที่ด้านบนและท้ายของแผ่นเท้า แผ่นเท้าของหอยมีลักษณะกว้าง และเป็นกล้ามเนื้อหนา พบรังควัตถุสีเขียวเหลืองกระจัดกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าของหอย ยกเว้นหอยจากห้วยเต่าดำพบรังควัตถุสีเหลืองกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแผ่นเท้าหอย

ส่วนแมนเทิลที่ปกคลุมส่วนหัวและคอของหอยพบรังควัตถุสีเขียวกระจายอย่างสม่ำเสมอบนแมนเทิล ที่ขอบของแมนเทิลซึ่งอยู่บริเวณหน้าสุดมีลักษณะเป็นปุ่มยื่นออกมา (fringe of processes) (รูปที่ 41, 42n) ต่างจากจิ้งนัส *Cleopatra* ซึ่งเป็นหอยในชั้นแฟมิลีเดียวกัน ที่ไม่พบลักษณะปุ่มยื่นออกมาจากขอบแมนเทิล (Brown, 1980)

โครงสร้างลำตัวภายใน ระบบทางเดินอาหารของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เริ่มจากส่วนปากที่อยู่หน้าสุดบริเวณปลาย สเนท รอบ ๆ ปากจะหนาเรียกว่ากริมฟีปาก ช่องปากไปเปิดภายในมีชากรรไกรและแรดูลา ส่วนที่แรดูลาบรรจุอยู่เรียกว่าบัคคัสแมส บัคคัสแมสต่อกับหลอดอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาว ด้านข้างของหลอดอาหารมีต่อมน้ำลาย 1 คู่ ส่วนท้ายของหลอดอาหารต่อกับกระเพาะอาหาร กระเพาะอาหารของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ทั้ง 10 พื้น ที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนชัดเจน (กระเพาะอาหารส่วนหน้า และกระเพาะอาหารส่วนท้าย) และมีถุงสโตลียื่นออกมาจากกระเพาะอาหารส่วนท้ายภายในบรรจุคริสทัลลีนสโตลียลักษณะเป็นแท่งใสมีเอนไซม์ช่วยย่อยอาหาร (รูปที่ 50)

หอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เป็นหอยที่กินพืชขนาดเล็กเป็นอาหาร กินอาหารตามซากใบไม้ ตามก้อนหิน กินสาหร่าย และไดอะตอมขนาดเล็กเป็นอาหาร อาหารจะผ่านทางลำไส้ไปยังกระเพาะอาหาร Malek และ Cheng (1974) รายงานว่าหอยในชั้นคลาสโฟโรไซแบริงเคีย ที่กินพืชขนาดเล็กเป็นอาหารจะมีแท่งคริสทัลลีนสโตลียหลังเอนไซม์ amylolytic ช่วยย่อยอาหาร Dazo (1965) รายงานว่าหลอดอาหาร และกระเพาะอาหารของหอยซูเปอร์แฟมิลีเซอริทาเซีย (Cerithiacea) จะได้รับเอนไซม์ cellulase จากต่อมน้ำลาย และตับมาช่วยย่อยอาหาร อาหารที่ยังย่อยไม่หมดจะถูกย่อยอย่างสมบูรณ์ด้วยโพรโทสโตล บริเวณที่ต่อจากกระเพาะอาหารคือลำไส้ ซึ่งอยู่ที่ด้านหน้ากระเพาะอาหาร ส่วนท้ายของลำไส้จะขยายขนาดขึ้นกลายเป็นเรกตัมและไปสิ้นสุดที่ขอบของแมนเทิลที่บริเวณเอนัสซึ่งเปิดออกสู่ภายนอก

เมื่อเปรียบเทียบระบบทางเดินอาหารของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. กับหอยที่อยู่ในแฟมิลีใกล้เคียงกันเช่นหอย *Lepyrium showalteri* แฟมิลีไฮโดรบีดี (Hydrobiidae) แฟมิลีโมคูริดี (Thompson, 1984), หอยในแฟมิลีไทอาริดี (Thiaridae) (Klinhom, 1989) และหอย *Modulus modulus* (Houbrick, 1981) พบว่ามีกระเพาะอาหารคล้ายกัน ยกเว้นส่วนถุงสไตส์ที่ส่วนถุงสไตส์ของหอย *Paludomus* spp. จะยื่นออกมาจากกระเพาะไม่เหมือนหอยในแฟมิลีอื่น ความยาวของหลอดอาหารกับลำไส้ในหอย *Paludomus* spp. ไม่แตกต่างกันมากคล้ายกับหอยไทอาริดี แต่ในหอย *Pila* sp. (Keawjam, 1986) พบว่าลำไส้ยาวกว่าหลอดอาหารมาก

ระบบลำเลียงของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. มีหัวใจบรรจุอยู่ในช่องรอบหัวใจใกล้กับเหงือก และอยู่ระหว่างไตกับตับ หัวใจประกอบด้วยเวนทริเคิลหนึ่งอันและออร์บิเคิลหนึ่งอัน อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซคือเหงือก เหงือกบรรจุอยู่ในช่องแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์รูปสามเหลี่ยมเรียงต่อกัน บริเวณใกล้ ๆ กับเหงือกจะมีออสเฟรเดียมที่มีลักษณะเป็นต่อมสำหรับทดสอบสารเคมีในน้ำก่อนผ่านเข้าสู่เหงือก นอกจากนี้ยังพบต่อมไฮโปแบรงเคียลซึ่งเป็นต่อมสร้างเมือกอยู่ทางด้านขวาของเหงือก (อยู่ระหว่างเหงือกและเรกตรัม)

ระบบขับถ่าย อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสียคือไต มีลักษณะคล้ายถุง ผนังมีลักษณะเป็นคลื่นซึ่งมีอยู่หนึ่งอันทางด้านหน้าของอวัยวะภายใน โดยอยู่ติดกับตับและช่องรอบหัวใจ

ระบบสืบพันธุ์ ในหอยทั้งเพศผู้ และเพศเมียของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. มีระบบสืบพันธุ์ทั้งระบบปิด และระบบเปิด คือท่อนำสเปิร์มจากเทสทิส หรือท่อนำไข่จากรังไข่เข้ามาในบริเวณแมนเทิลจะเป็นระบบปิด ส่วนท่อสืบพันธุ์แพลเลียล (pallial gonoducts) เป็นแบบเปิด (ท่อแพลเลียลมีรอยแยกเป็นช่องตามความยาวของแมนเทิล) ท่อสืบพันธุ์แพลเลียลประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นนอก (outer lamina) และชั้นใน (inner lamina) ในหอยเพศเมียท่อสืบพันธุ์แพลเลียล (pallial oviduct) มีขนาดใหญ่กว่าหอยเพศผู้ เช่นเดียวกับหอย *Modulus modulus* (Houbrick, 1980) และหอย *Melanoides tuberculata* (Klinhom, 1989)

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้ ลักษณะท่อสืบพันธุ์แพลเลียล (pallial gonoduct) มีสีขาว ผนังบาง พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิล ทำให้ท่อแพลเลียลประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ด้าน คือเนื้อเยื่อด้านซ้าย (medial lamina) เป็นแผ่นบางสีขาว ที่ผิวด้านล่างพบเนื้อเยื่อเรียงตัวกันเป็นแนว (gonoduct groove) ส่วนเนื้อเยื่อด้านขวา (lateral lamina) จะหนากว่าทางด้านซ้าย ที่ผิวด้านในมีลักษณะเป็นร่อง (ท่อพับไปมา) ผนังด้านขวากับทางด้านซ้ายเชื่อมต่อกันที่บริเวณใกล้กับท่อนำสเปิร์ม ในหอยเพศผู้ไม่พบ Penis เช่นเดียวกับหอยแฟมิลีไทอาริดี (Klinhom,

1989) และหอยแฟมิลีโมดูริติ (Houbrick, 1980) แต่จะพบว่ามียอานาสเปิร์ม (pallial tentacle) ยื่นออกมาทางด้านซ้ายของท่อสืบพันธุ์แพลเลียลแทน (รูปที่ 48) สเปิร์มของหอยที่พบมีขนาดเล็ก แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ สเปิร์มห้วนสั้นมีหางยาว 1 หาง และ สเปิร์มที่หัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง ขนาดใหญ่กว่า สเปิร์มที่มี 1 หาง (รูปที่ 47) สอดคล้องกับการศึกษาของ Houbrick (1980) และ Klinhom (1989) Houbrick รายงานว่าพบ สเปิร์มในหอย *Modulus modulus* 2 ชนิดคือ eupyrene spermatozoa รูปทรงกระบอก ส่วนคอคอดเล็กลงมีหางยาว 1 - 5 หางและ apyrene spermatozoa ขนาดใหญ่กว่า มีหางยาว 6 หาง Klinhom รายงานว่าพบสเปิร์ม 2 ชนิดเช่นเดียวกัน สเปิร์มขนาดใหญ่มี 6 หาง และสเปิร์มขนาดเล็กมี 1 หาง หัวของสเปิร์มมีรูปร่างเป็นแบบกระสวย

ระบบสืบพันธุ์ของหอยเพคเมีย ลักษณะท่อนำไข่แพลเลียล (pallial oviduct) ท่อนำไข่แพลเลียลมีสีขาวยื่นถึงสี่สั้มอ่อน พบรอยแยกตามความยาวของแมนเทิลและ ประกอบด้วย เนื้อเยื่อ 2 ด้านเช่นเดียวกับในหอยเพคผู้แต่มีขนาดใหญ่และยาวกว่า ที่ผิวเนื้อเยื่อด้านในของผนังทั้ง 2 ด้านมีลักษณะของท่อพับไปมาตามความยาวของแมนเทิล ท่อนำไข่แพลเลียลประกอบด้วยต่อมแอลบิวมิน (albumen gland = posterior pallial oviduct) และ ต่อมแคปซูล (capsule gland = anterior pallial oviduct) นอกจากนี้ยังมีอวัยวะรับสเปิร์ม (copulatory bursa) ด้วย ต่อมแอลบิวมินอยู่ที่บริเวณส่วนปลายใกล้กับท่อนำไข่ มีผนังเนื้อเยื่อบาง ขยายใหญ่ เห็นเป็นร่องลักษณะคล้ายแผ่นเหือกเรียงซ้อนกัน มีสี่สั้มอ่อน ส่วนต่อมแคปซูลอยู่ส่วนปลายทางด้านขอบแมนเทิล มีสีขาวยื่นด้านนอกไม่เรียบเห็นเป็นรอยย่น ที่ผิวด้านในหนาเป็นท่อพับไปมา (รูปที่ 49)

Brandt (1974) รายงานว่าพบ egg transfer groove และ pit ในหอย *Paludomus* spp. เพคเมีย และไม่พบอวัยวะที่ใช้ในการผสมพันธุ์ (intromittant organ) ในหอยเพคผู้ คล้ายกับหอย *Modulus modulus* (Houbrick 1980) ที่อยู่ในแฟมิลีใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าการผสมพันธุ์ในหอย *Paludomus* spp. น่าจะเป็นเหมือนหอย *Modulus* คือหอยเพคผู้ใช้แผ่นเท้าเกาะกับเปลือกหอยเพคเมียเพื่อให้ช่องว่างแมนเทิลอยู่ใกล้กัน แล้วปล่อย สเปอ์มาโทฟอ์ (spermatophore) ออกมาเข้าสู่ช่องว่างแมนเทิลของหอยเพคเมียไปยังอวัยวะรับสเปอ์มาโทฟอ์ (spermatophore receptor) ที่เนื้อเยื่อด้านซ้าย (median lamina) ของท่อนำไข่แพลเลียลต่อไป เนื่องจากหอยเพคผู้ไม่มีเพนนิส หรืออวัยวะอื่นที่ใช้ในการผสมพันธุ์

จากลักษณะทางกายวิภาคของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. สามารถแยกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ โดยอาศัยความแตกต่างของลักษณะเทเพเคิล และวงควัดรูปบริเวณส่วนหัวของหอย พบว่าหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำแตกต่างจากหอยจากแหล่งพื้นที่อื่น

5. รูปแบบทางพันธุกรรม

เนื่องจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางกายวิภาคของหอยอาจมีปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและอายุของหอยมาเกี่ยวข้อง ซึ่งอาจมีผลต่อลักษณะขนาด และรูปร่างอวัยวะต่าง ๆ ของหอย การศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบทางพันธุกรรมของหอยร่วมด้วย โดยใช้วิธีแยกโมเลกุลของโปรตีนด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟเรซิส ซึ่งเป็นการศึกษาทางโมเลกุล (molecular marker) อย่างหนึ่งเพื่อบ่งชี้ความแตกต่างหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) ของสิ่งมีชีวิตทั้งทางปริมาณและคุณภาพอาจเป็นการจำแนกความแตกต่างในระหว่างและภายในสปีชีส์ (between and within species) ระหว่างและภายในประชากร (between and within populations) หรือระหว่างแต่ละตัว (between individuals) ก็ได้ (สุรินทร์, 2545)

ในปี 1949 เริ่มมีการใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟเรซิสศึกษาในหอยเป็นครั้งแรกโดย Deutsch และ McShan ทำการศึกษาจากเลือดของหอยทากบก (Chung, 1984) ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาก็เริ่มมีการใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟเรซิสตรวจสอบรูปแบบของเอนไซม์ในหอยกันอย่างแพร่หลาย (Kitikoon, 1981; Chung, 1984; Kewjam, 1990; Klinhom, 1989; Monzon, 1994)

การศึกษานี้ใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟเรซิสตรวจสอบรูปแบบเอนไซม์จากแผ่นเท้าหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจ 10 พื้นที่ ผลการศึกษาด้วยเอนไซม์ 6 ชนิด พบว่าเอนไซม์ EST, LAP, LDH และ MDH แสดงให้เห็นความแตกต่างของแถบเอนไซม์จากตัวอย่างหอย 10 พื้นที่ (ตารางที่ 18) โดยยีนที่แสดงความแตกต่างมี 6 ตำแหน่ง คือ *Lap-2*, *Ldh-1* และ *Mdh* ปรากฏที่อัลลีลต่างกัน ยีน *Est-3*, *Est-4* และ *Est-5* มียีนอยู่ในสภาพหลากหลายรูปแบบ

ผลของเอนไซม์ LAP, LDH และ MDH พบว่าอัลลีล *Lap-2*⁴³ และ *Ldh-1*⁸⁵ เป็นอัลลีลที่แสดงลักษณะเฉพาะในหอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำ ส่วนในยีน *Mdh* พบว่า อัลลีล *Mdh*⁹⁰ เป็นอัลลีลที่พบในหอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำ ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ น้ำ

ตกรังกระเวีย น้ำตกไถช่องถ่อง และน้ำตกตะเคียนทอง *Mdh*⁸² น้ำตกไทรโยคน้อย น้ำตกไทรโยคใหญ่ และน้ำพุห้วยเขย่ง และ *Mdh*⁷⁷ ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด และ น้ำตกผาดาด

ผลของเอนไซม์ EST พบว่าหอยจากห้วยเต่าดำ น้ำตกผาดาด และน้ำตกกรังกระเวีย พบแถบเอนไซม์ *Est-3* เป็นแบบเฮตเทอโรไซโกต (3 แถบ) ส่วนอีก 7 พื้นที่พบแถบเอนไซม์เป็นแบบโฮโมไซโกต (1 แถบ) หอยจากห้วยเต่าดำพบแถบเอนไซม์ *Est-4* เป็นแบบโฮโมไซโกต (1 แถบ) และหอยจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาดไม่พบแถบเอนไซม์ที่บริเวณนี้ (นัลอัลลีล) น้ำตกหินดาด น้ำตกผาดาด และน้ำตกกรังกระเวีย พบแถบเอนไซม์ *Est-5* เป็นแบบเฮตเทอโรไซโกต (3 แถบ) ส่วนหอยอีก 7 พื้นที่พบแถบเอนไซม์เป็นแบบโฮโมไซโกต (1 แถบ) เมื่อพิจารณาจากค่าความถี่ยีนพบว่ายีน *Est-3* ในหอยที่เก็บตัวอย่างจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด น้ำพุห้วยเขย่ง และลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ ปรากฏแถบเอนไซม์ที่อัลลีล *Est-3*⁶³ และยีน *Est-5* ในหอยที่เก็บตัวอย่างจากน้ำพุห้วยเขย่ง และลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ ปรากฏแถบเอนไซม์ที่อัลลีล *Est-5*⁴²

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ พบว่าค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีมีค่าค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่าประชากรหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ในทั้ง 10 พื้นที่ ยังมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง เมื่อพิจารณาค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (D) และค่าความเหมือนทางพันธุกรรม (I) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสามารถแบ่งหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมในระดับชนิดย่อย (มีค่า $D \geq 0.1$) โดยหอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำแยกจากพื้นที่อื่นอย่างชัดเจน (อุทัยรัตน์, 2544 และ Chung, 1984) หอยที่เก็บตัวอย่างจากอีก 9 พื้นที่ ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรกลุ่มนี้มีค่าสูง ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่มประชากรย่อยในระดับเกือบเป็นชนิดย่อย (มีค่า D ใกล้เคียง 0.1) กลุ่มที่หนึ่งหอยจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด และ น้ำตกผาดาด กลุ่มที่สองหอยจากลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ น้ำตกกรังกระเวีย น้ำตกไถช่องถ่อง และน้ำตกตะเคียนทอง กลุ่มสุดท้ายได้แก่ หอยจากน้ำตกไทรโยคน้อย น้ำตกไทรโยคใหญ่ และน้ำพุห้วยเขย่ง โดยที่หอยจากน้ำตกไทรโยคน้อยกับน้ำตกไทรโยคใหญ่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมใกล้ชิดกันมากที่สุด (รูปที่ 57)

ผลการศึกษาโปรตีนจากการย้อมแผ่นเจลด้วย coomassie blue พบว่าแถบโปรตีนทั้ง 10 พื้นที่ปรากฏผลเหมือนกัน ผลที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Chung (1984) ที่ทำการศึกษาหอยในกลุ่ม Bithyniidae 3 ชนิด (*Parafossarulus manchouricus*, *Gabbia*

misella และ *Bithynia teneacalata*) และไม่พบความแตกต่างของแถบโปรตีนที่ปรากฏเช่นเดียวกัน แสดงว่าการศึกษาระดับโปรตีนด้วย coomassie blue ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างประชากรสิ่งมีชีวิตที่มีความแตกต่างระดับชนิดย่อยได้

6. การติดเชื้อปรสิตในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

การตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตหอยน้ำจืดนั้นจะเป็นประโยชน์ในการเป็นข้อมูลด้านงานสาธารณสุข และงานปรสิตวิทยา โดยที่หอยน้ำจืดเป็นโฮสต์ที่สำคัญของพยาธิใบไม้

การศึกษากการติดเชื้อปรสิตในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จะช่วยให้ทราบถึงกลุ่มของเชื้อปรสิตที่สามารถอาศัยหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เป็นโฮสต์ และช่วยให้ทราบถึงกลุ่มของสัตว์ที่ติดโรคพยาธิใบไม้บริเวณจุดสำรวจได้ จากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ ยกเว้นน้ำตกเกริงกระเวีย และน้ำตกไคช่องถ้องที่ไม่พบการติดเชื้อปรสิต พบปรสิต 4 กลุ่มคือ

1. *Parapleurolophocercous cercaria*

ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวกลมรี ภายในลำตัวพบ penetration gland มี ventral sucker เป็นกลุ่มเซลล์เล็ก ๆ พบ eye spots จำนวน 1 คู่ ที่มี pigment อยู่ภายใน และพบ excretory bladder ลักษณะผนังหนา อยู่ส่วนท้ายของลำตัว บริเวณส่วนหางที่ติดกับลำตัวพบ finfold แผลออกทางด้านข้างเล็กน้อย (lateral finfold) และพบ finfold บริเวณส่วนกลางด้านหลังหาง พาดยาวตลอดหางโดยมีลักษณะอ้อมปลายหางกลับมาทางด้านท้องของหาง (dorsoventral finfold) (รูปที่ 59) ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียที่พบว่ามีรูปร่างแบบนี้ได้แก่ SN-C1, PT-C3, HY-C3, TM-C2 และ TK-C1 รูปร่างลักษณะตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียที่พบจัดอยู่ในกลุ่ม *Pleurolophocercous cercariae* บริเวณต้นหางมี lateral finfold จึงจัดแยกเป็นกลุ่มย่อย *Parapleurolophocercous cercaria* (Schell, 1970) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนพยาธิใบไม้ใน Family Heterophidea ที่ก่อโรคในสัตว์มีกระดูกสันหลังและพบว่าเชอร์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะคล้ายกับเชอร์คาเรีย *Stictodora tridactyla* Martin et Kuntz, 1955 (Yamaguti, 1975) ที่เป็นตัวอ่อนของพยาธิใบไม้ในนก

2. *Cotylomicrocercous cercaria*

ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวยาว ที่บริเวณผิวลำตัวมีหนามสั้นขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว และมีขนอยู่เป็นกลุ่ม ๆ ภายในลำตัวพบแกรนูโลซายากระจายทั่วลำตัว มี oral sucker ด้านบนมี stylet ที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก พบ prepharynx ยาวและมี pharynx อยู่ส่วนปลาย พบ penetration gland จำนวน 3 คู่ มี excretory bladder มีผนังหนารูปสี่

เหลี่ยม พบ flame cell ภายในลำตัวเป็น 2 [(2+2)+(2+2)] = 16 ส่วนหางสั้นเป็นรูปถ้วย มี adhesive organ อยู่ภายใน (รูปที่ 60) ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียที่พบว่ามีรูปร่างแบบนี้ได้แก่ SN-C2, SY-C2, HD-C2, PT-C1, HY-C1, TM-C1 และ TK-C2 จากรูปร่างลักษณะตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียมีส่วนหางสั้นเป็นรูปถ้วย จัดอยู่ในกลุ่ม Microcercous cercariae ภายในหางมี adhesive organ อยู่ภายใน จึงจัดแยกเป็นเซอร์คาเรียชนิด Cotylomicrocercous cercaria (Schell, 1970) พบว่าเซอร์คาเรียชนิดนี้มีลักษณะคล้ายกับเซอร์คาเรีย *Coitocaecum anaspidis* ที่พบในหอย *Potamopyrgus antipodum* ซึ่งเป็นเซอร์คาเรียที่จะพบตัวอ่อนระยะเมตาเซอร์คาเรียในสัตว์พวก crustacean เช่น พวกุ้ง, ปู และพบตัวเต็มวัยในปลาน้ำจืดขนาดเล็ก (Yamaguti, 1975)

3. Strigea cercaria

ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปร่างทรงกระบอก พบหนามอยู่รอบลำตัว มี pharynx พบ ventral sucker มีขนาดใหญ่เท่ากับ oral sucker มี excretory bladder ขนาดเล็ก ส่วนหางเป็นหางแฉก หรือหางส้อม ความยาวหางแฉกใกล้เคียงกับความยาวส่วนต้นหาง ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียที่พบว่ามีลักษณะแบบนี้ได้แก่ SY-C1, HD-C1, PT-C4 และ TK-C3 (รูปที่ 61) จากลักษณะความยาวหางแฉกใกล้เคียงกับความยาวส่วนต้นหางและ excretory bladder มีขนาดเล็กจึงจัดอยู่ในกลุ่ม Longifurcate-pharyngeate cercariae (Schell, 1962) เซอร์คาเรียชนิดนี้พบ ventral sucker ชัดเจน จึงจัดแยกเป็นเซอร์คาเรียชนิด Strigea cercaria ซึ่งเป็นเซอร์คาเรียของพยาธิใบไม้ในแฟมิลี Diplostomatidae และ Strigeidae (Yamaguti, 1975) ที่ก่อโรคพยาธิใบไม้ในนก

4. Virgulate cercaria

ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียมีลักษณะลำตัวรูปไข่ ภายในลำตัวพบแกรนูลหยาบกระจายอยู่ทั่วลำตัว oral sucker มี virgulate gland 2 ก้อนและเห็น stylet ชัดเจน ภายในลำตัวมี penetration gland มี pharynx ลักษณะกลมขนาดเล็กติดอยู่กับ oral sucker พบ excretory bladder ขนาดเล็กรูปถ้วยอยู่ด้านท้ายของลำตัว ส่วนหางติดต่อกับด้านท้องส่วนท้ายลำตัว ลักษณะหางตรงปลายแหลม บริเวณผิวของหางพบหนามแหลมยาวปกคลุมรอบหาง ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียที่พบว่ามีรูปร่างแบบนี้ได้แก่ SY-C3, TD-C1, PT-C2 และ HY-C2 (รูปที่ 62) จากลักษณะเซอร์คาเรียที่พบ stylet จึงจัดอยู่ในกลุ่ม Xiphidiocercariae และที่ oral sucker มี virgulate gland จึงแยกเป็นเซอร์คาเรียชนิด Virgulate cercaria (Schell, 1970) ซึ่งเป็นเซอร์คาเรียของพยาธิใบไม้ในแฟมิลี Lecithodendriidae และพบว่ามีลักษณะคล้ายกับเซอร์คาเรีย

Loxogenoides bicolor Kaw, 1945 (Yamaguti, 1975) ที่พบในหอย *Goniobasis depygis* ซึ่งเป็นเชอร์คาเรียของพยาธิใบไม้ที่ก่อโรคในสัตว์มีกระดูกสันหลังพวกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Schell, 1970)

7. สรุปผลการศึกษา

การศึกษาหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย มีวัตถุประสงค์เพื่อจะทราบความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายพันธุ์ รวมทั้งความสามารถในการติดเชื้อปรสิตของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต โดยสำรวจในจุดสำรวจบริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย 10 พื้นที่ ผลการศึกษาทางด้านสภาพแวดล้อมพบว่าคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ เช่น การไหล, อุณหภูมิและแสงแดดที่ได้รับ และคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งได้แก่สารเคมีต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมีผลอิทธิพลต่อการเจริญพันธุ์ของหอยในแหล่งสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นห้วยเต่าดำมีค่า conductivity ต่ำกว่าแหล่งสำรวจอื่น จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าค่า conductivity มีความสำคัญต่อการเจริญของหอย *Paludomus* spp. อย่างไร

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางกายวิภาค และรูปแบบทางพันธุกรรมของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จากแหล่งสำรวจทั้ง 10 พื้นที่พบว่ามีลักษณะบางอย่างแตกต่างกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จากลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางกายวิภาค และรูปแบบเอนไซม์ของหอยทั้ง 10 พื้นที่ ที่แตกต่างกัน 20 ลักษณะ (ตารางที่ 22) (Davis, 1985 และ Davis, 1990) โดยใช้โปรแกรม Phylogenetic Analysis Using Parsimong (PAUP) จัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (phylogenetic relationship) ด้วยวิธี Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average (UPGMA) พบว่าหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่มีจำนวนลักษณะที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0 – 17 ลักษณะ (ตารางที่ 23) โดยหอยที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกเกริงกระเวีย น้ำตกโดของถ่อง และน้ำตกตะเคียนทอง มีวิวัฒนาการใกล้เคียงกันมากที่สุด อาจจัดเป็นชนิดย่อยเดียวกัน และหอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำมีความแตกต่างจากแหล่งพื้นที่อื่นอย่างชัดเจน ดังนั้นการศึกษาคั้งนี้จึงแบ่งหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำทั้ง 10 พื้นที่ออกเป็น 8 กลุ่ม มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมตามลำดับ (รูปที่ 64) คือ

1. น้ำตกไทรโยคน้อย
2. น้ำตกไทรโยคใหญ่

3. น้ำตกเกริงกระเวีย น้ำตกไถช่องถ่อง และน้ำตกตะเคียนทอง
4. น้ำตกผาตาด
5. ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด
6. น้ำพุห้วยเขย่ง
7. ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ
8. ห้วยเต่าดำ

ผลการศึกษาความสามารถในการติดเชื้อปรสิต พบว่าหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. สามารถเป็นโฮสต์ของตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรีย 4 ชนิดคือ *Parapleurolophocercous cercaria* และ *Strigea cercaria* เป็นตัวอ่อนพยาธิใบไม้ที่ก่อโรคในนก *Cotylomicrocercus cercaria* เป็นตัวอ่อนพยาธิใบไม้ที่ก่อโรคในปลาน้ำจืดขนาดเล็ก และ *Virgulate cercaria* เป็นตัวอ่อนพยาธิใบไม้ที่ก่อโรคในสัตว์มีกระดูกสันหลังพวกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงว่าหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อย จังหวัดกาญจนบุรีน่าจะมีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์มากกว่า 1 ชนิด เนื่องจากหอย *Paludomus* spp. จากห้วยเต่าดำแตกต่างจากพื้นที่อื่นอย่างชัดเจน และในทางนิเวศวิทยาหอยน้ำจืดเป็นสิ่งมีชีวิตหนึ่งในระบบสายใยอาหาร ดังนั้นผลการศึกษาการติดเชื้อปรสิตในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังโรคในสัตว์เพื่อช่วยในการอนุรักษ์พันธุ์สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ดวงเดือน ไกรลาศ และคณะ 2544. การศึกษาความหลากหลายของหอยน้ำจืดในเขตพื้นที่ป่าเต่าดำ อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (โครงการ BRT), 37 หน้า
- มันสิน ตันทุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา 2539. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ, หน้า 10-22
- ยุพา ผลโคก และคณะ 2546. หลักพันธุศาสตร์. สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ, หน้า 258-286.
- วิสุทธิ ใบไม้ 2532. ความหลากหลายทางชีวภาพ. ใน การสัมมนาชีววิทยาครั้งที่ 7 เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สิริวัฒน์ วงษศิริ และศุภชัย หล่อโลหะการ บรรณาธิการ บริษัทประชาชนจำกัด. กรุงเทพมหานคร, หน้า 1-13
- วิสุทธิ ใบไม้ 2538. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ, หน้า 28-31.
- สุชาติ อุปลัมภ์ และคณะ 2538. สังขวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. ศักดิ์โสภณาการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 517 หน้า
- สุรินทร์ ปิยะโชคนากุล 2545. จีโนมและเครื่องหมายดีเอ็นเอ : ปฏิบัติการอาร์เอพีดีและเอเอฟแอลพี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, หน้า 41-47
- อุทัยรัตน์ ณ นคร 2543. พันธุศาสตร์สัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, หน้า 66-91
- อุทัยรัตน์ ณ นคร 2544. การศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของปลาสกุล *Clarias* และ *Prophagorus* ในประเทศไทยโดยใช้เทคนิค Protein Electrophoresis และ RAPD-PCR. ใน รายงานการวิจัยโครงการ BRT. โครงการ BRT. กรุงเทพฯ, หน้า 326-350

ภาษาอังกฤษ

- Andrews RH and Chilton NB. 1999. Multilocus enzyme electrophoresis : a valuable technique for providing Answers to problems in parasite systematics. *Inter J Parasitol*, 29: 213-253.
- Appleton C. 1978. Review of literature on abiotic factors influencing the distribution and life cycle of Bilharziasis intermediate hosts snails. *Malacol Rev*, 11: 1-25.
- Armengol ML. 1996. Taxonomic revision of *Potamolithus Agapetus* Pilsbry, 1911, and *Potamolithus buschii* (Frauenfeld, 1865) (Gastropoda : Hydrobiidae). *Malacologia*, 38(1-2): 1-17.
- Ayala FJ and others. 1972. Enzyme variability in the *Drosophila willistoni* group IV Genic variation in natural populations of *Drosophila willistoni*. *Genetics*, 70: 113-139.
- Ayala FJ and King JA. 1980. Gel Electrophoresis. *Modern Genetics*, The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc., California. 612-627.
- Brandt AM. 1974. *The non-marine aquatic Mollusca of Thailand*. Arch. Moll. Band 105, I-IV, 1-423.
- Brown DS. 1980. *Freshwater snails of Africa and their medical importance*. British Library Cataloguing in Publication Data, London. 464 pp.
- Buth DG and Suloway JJ. 1983. Biochemical genetics of the snail genus *Physa* : a comparison of populations of two species. *Malacologia*. 23(2): 351-359.
- Chiu Y, Chen HC, Lee SC and Chen CA. 2002. Morphometric of shell and operculum variations in the Viviparid snail, *Cipangopaludina chinensis* (Mollusca : Gastropoda), in Taiwan. *Zoological studies*, 41(3): 321-331.
- Chung P. 1984. A comparative study of three species of Bithynidae (Mollusca : Prosobranchia) : *Parafossarulus manchouricus*, *Gabbia misella* and *Bithynia tentaculata*. *Malacol Rev*, 17: 1-66.

- Davis GM. 1981. Different modes of evolution and adaptive radiation in the Pomatiopsidae (Prosobranchia : Mesogastropoda). 21(1-2): 209-262.
- Davis GM. 1985. *Erhaia*, A new genus and new species of Pomatiopsidae from China (Gastropoda : Rissoacea). *Proc Acad Nat Sci Phila*, 137: 48-78.
- Davis GM. 1990. New genus of Triculinae (Prosobranchia : Pomatiopsidae) from China : Phylogenetic relationships. *Proc of Acad Nat Sci Phila*, 142: 143-165.
- Dazo BC. 1965. The morphology and natural history of *Pleurocera acuta* and *Goniobasis livescens* (Gastropoda: Cerithiacea: Pleuroceridae). *Malacologia*, 3: 1-80.
- Faust EC. 1924. Notes on larval flukes from China II Studies on some laval flukes from the central and south cost provinces of China. *Amer. J, Hyg*, 4: 241-301.
- Hoefer Scientific Instruments. *Protein electrophoresis : Applications guide*. Hoefer Scientific Instruments, San Francisco, 18-43.
- Houbrick RS. 1980. Observations on the anatomy and life history of *Modulus modulus* (Prosobranchia : Modulidae). *Malacologia*, 20: 117-142.
- Houbrick RS. 1981. Anatomy, biology and systematics of *Campanile symbolicum* with reference of adaptive radiation of the cerithiacea (Gastropoda: Prosobranchia). *Malacologia*, 21: 263-289.
- Jenning C, Kock N and Vaneeden A. 1973. The effect of the total dissolved salts in water on the biology of the freshwater snail *Biomphalaria pfeifferi*. *Wet. Bydrae P.U.C.H.O. Reeks B. Natuurwet*. 50: 26.
- Jobin R and Ippen T. 1964. Ecological design of irrigation canals for snail control. *Science*, 145: 1324-1326.
- Keawjam RS. 1986. The apple snails of Thailand : distribution, habitats and shell morphology. *Malacol Rev*, 19: 61-81.
- Keawjam RS. 1987. The apple snails of Thailand : aspects of comparative anatomy. *Malacol Rev*, 20: 69-89.

- Keawjam RS. and Upatham SE. 1990. Shell morphology, reproductive anatomy and genetic patterns of three species of apple snails of the genus *Pomacea* in Thailand. *J Med & Appl Malacol*, 2: 45-57.
- Kitikoon V. 1981. Studies on *Tricula aperta* and related taxa, the snail intermediate hosts of *Schistoma mekongi*. III Susceptibility studies. *Malacol Rev*, 14: 37.
- Klinhom U. 1989. The Thiariidae (Prosobranchia : Gastropoda) of Thailand : their morphology, anatomy, allozymes and systematic relationships. Ph D Dissertation, Mahidol University, 266 pages
- Krailas D *et al.* 2003. Cercarial infection in *Paludomus petrosus*, freshwater snail in Pa La-U waterfall. *Southeast Asian J Trop Med Pub Hlth*. 34 (2): 286-290.
- Malex EA. 1922. *Snail-transmitted parasitic diseases*. CRC Press, Inc., Florida, vol.1, 51-70.
- Malex EA. 1922. *Snail-transmitted parasitic diseases*. CRC Press, Inc., Florida, vol.2, 203-204.
- Malex EA and Cheng TC. 1974. *Medical and economic malacology*. Academic Press, New York. 398 pages.
- Monzon RB, Thammapalerd N, Kitikoon V, Temcharoen P, Sornmani N and Viyanant V. 1993. Comparative radular morphology of *Lymnaea* (*Bullastra*) *cumingiana* (Pulmonata : Lymnaeidae) and related taxa in the Indo-Pacific region. *Southeast Asian J Trop Med Pub Hlth*, 24(3): 549-543.
- Monzon RB, Thammapalerd N, Kitikoon V, Temcharoen P, Sornmani N and Viyanant V. 1993. Comparative shell morphology of *Lymnaea* (*Bullastra*) *cumingiana* (Pulmonata : Lymnaeidae) and related taxa in the Indo-Pacific region. *Southeast Asian J Trop Med Pub Hlth*, 24(3): 554-562.
- Monzon RB, Thammapalerd N, Kitikoon V, Temcharoen P, Sornmani N and Viyanant V. 1994. Comparative horizontal starch gel isoenzyme

- electrophoresis of *Lymnaea* (*Bullastra*) *cumingiana* (Pulmonata : Lymnaeidae) and related taxa in the Indo-Pacific region. *Southeast Asian J Trop Med Pub Hlth*, 25(1): 181-185.
- Oliver LJ and Schneiderman M. 1956. A method for estimating the density of aquatic snail population. *Exp Parasitol*, 5:109-117.
- Schell SC. 1962. *Parasitology laboratory manual*. John Wiley and sons, New York, 19-26.
- Schell SC. 1970. *How to know the trematode*. Wm. C. Brown Publishers, Iowa, 1-43.
- Schmidt GD and Roberts LS. 1981. *Foundations of parasitology*. 2nd ed. The C.V. Mosby Company, London, 254-266.
- Simone LL. 1995. Anatomical study on *Tonna galea* (Linne, 1758) and *Tonna maculosa* (Dillwyn, 1817) (Mesogastropoda, Tonnoidea, Tonnidae) from Brazilian region. 37(1): 23-32.
- Steiner WWM and Joslyn DJ. 1979. Electrophoretic techniques for the genetic study of mosquitoes. *Mosquitoes*. 1(39): 39-50.
- Thompson FG. 1984. North american freshwater snail genera of the Hydrobiid subfamily Lithoglyphinae. *Malacologia*, 25(1): 109-141.
- Thompson TE. 1973. Euthyneuran and other molluscan spermatozoa. *Malacologia*, 14: 167-206.
- Tsukamoto M, Nakajima Y and Chuang C. 1988. Zymogram comparison in three taxa of *Oncomelania*, vector snails of schistosomiasis. *J. UOEH*, 10(4): 381-390.
- Tsukamoto M. 1989. Enhancement of Staining Intensity of Mosquito larva Zymograms after Electrophoresis. *J. UOEH*, 11(4): 461-479.
- Viyanant V, Upatham ES and Siriteramongkol S. 1985. Enzyme analysis of *Bithynia* (Mollusca : Bithyniidae) by Isoelectricfocusing. *Malacological Review*. 18: 15-20.

- Weaver, Robert F., and Hedrick, Philip W. "An Introduction of Population Genetics." In Basic Genetics. 413-426. Wm. C. Brown Publishers, 1991.
- Yamaguti S. 1975. *A synoptical review of life historieds of digenetic trematodes of vertebrates*. Kyoto, 345-361.

ภาคผนวก ก
ตารางประกอบผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงคุณภาพในแหล่งน้ำ บริเวณจุดสำรวจ ในเดือนตุลาคม 2545

คุณสมบัติ	น้ำตก ไทรโยคน้อย	น้ำตก ไทรโยคใหญ่	ห้วยเต่าดำ	ลำธารข้างป่า น้ำร้อน หินลาด	น้ำตก ผาดาด	น้ำพุ ห้วยเขย่ง	ลำธารป่าชุม ชนบ้านท่า มะเดื่อ	น้ำตก เกริกกระเวีย	น้ำตก ไผ่ช่องถ้อง	น้ำตก ตะเคียนทอง
Physical properties										
Air temperature (C ^o)	27	26	24	26	25	24.5	28	25	27	24
Water temperature (C ^o)	25	26	22	25	24	24	26	24	25	24
Water velocity (m/sec)	3.64	11.18	0.5	16.1	13.58	17.43	4.38	6.91	12.00	23.36
Chemical properties										
pH	8.51	8.28	7.50	7.95	8.67	8.36	8.97	7.90	8.10	8.22
Chromium hexavalent (mg/L)	0.01	0.00	0.24	0.07	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Iron (mg/L)	0.05	0.06	0.06	0.77	0.02	0.06	0.00	0.00	0.01	0.02
Nitrate (mg/L) NO ₃ -N	0.44	0.03	0.6	0.18	0.11	0.25	0.05	0.11	0.14	0.07
Oxygen dissolved (mg/L)	8.18	7.99	8.7	4.60	7.83	8.36	7.34	10.5	8.62	8.11
Manganese (mg/L)	0.00	0.00	0.20	12.5	0.10	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Sulfate (mg/L)	17.7	8.03	4.00	23.6	10.9	9.14	7.30	7.16	7.98	13.4
Nitrite (mg/L)	0.012	0.005	0.02	0.032	0.008	0.004	0.002	0.004	0.002	0.004
Alkalinity (mg/L) as CaCO ₃	398	400	15	227	171	353	212	200	222	166
Chloride (mg/L)	1.77	1.20	5.00	2.95	0.89	1.04	0.00	1.10	1.74	0.00
Total-Hardness(mg/L)asCaCO ₃	412	394	20.0	329	176	321	278	154	188	138
Phosphate reactive (mg/L)	5.08	15.7	0.10	46.4	15.2	12.2	5.75	10.1	12.8	3.86
Conductivity (µmhos/cm)	730	642	20.0	310	289	580	383	350	320	290

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะและขนาดของเปลือกหอยน้ำจืด *Palladiums* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

	น้ำตก ไทรโยคน้อย	น้ำตก ไทรโยคใหญ่	ห้วยเต่าดำ	ลำธารข้าง บ่อน้ำพุร้อน หินดาด	น้ำตก ผาดาด	น้ำพุ ห้วยยาง	ลำธารป่าชุม ชนบ้านท่า มะเดื่อ	น้ำตก เกริงกระเวีย	น้ำตก ไผ่ช่องถ้อง	น้ำตก ตะเคียนทอง
การวางของเปลือก	วาง	วาง	วาง	วาง	วาง	วาง	วาง	วาง	วาง	วาง
รูปร่าง	กรวยรูปไข่	กรวยกลม	กรวยกลม	กรวยรูปไข่	กรวยรูปไข่	กรวยกลม	กรวยรูปไข่	กรวยกลม	กรวยกลม	กรวยกลม
สีเปลือก	น้ำตาล	น้ำตาล	น้ำตาลเขียว	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาล	น้ำตาล	น้ำตาลเขียว	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน
ขนาดมุมสไปรอล(องศา)	68	70	81	68	67	75	65	75	74	77
จำนวนเวิร์ด	6.0-6.75	5.5-7.0	Eroded	6.0-7.5	6.0-7.0	5.5-7.25	6.0-7.0	6.5-7.0	6.75-7.25	6.25-7.5
ความยาวเปลือก (มม.)	9.5 $\pm$ 1.96	8.94 $\pm$ 1.73	6.3 $\pm$ 1.75	10.3 $\pm$ 1.7	10.5 $\pm$ 2.1	9.25 $\pm$ 1.76	7.9 $\pm$ 1.92	9.63 $\pm$ 1.17	8.6 $\pm$ 1.01	11.09 $\pm$ 1.87
ความกว้างเปลือก (มม.)	6.2 $\pm$ 1.16	6.38 $\pm$ 1.10	5.5 $\pm$ 1.69	6.8 $\pm$ 1.03	6.8 $\pm$ 1.24	6.57 $\pm$ 1.10	4.9 $\pm$ 0.89	6.89 $\pm$ 0.86	6.38 $\pm$ 0.79	8.10 $\pm$ 1.32
ความยาวของเวิร์ด (มม.)	6.08 $\pm$ 0.5	5.79 $\pm$ 2.58	6.1 $\pm$ 1.68	6.0 $\pm$ 0.39	5.89 $\pm$ 0.95	5.97 $\pm$ 1.04	4.3 $\pm$ 0.94	5.82 $\pm$ 0.76	5.05 $\pm$ 0.70	6.73 $\pm$ 0.99
ความยาวปากเปลือก (มม.)	5.4 $\pm$ 0.42	5.03 $\pm$ 0.84	6.55 $\pm$ 1.7	5.23 $\pm$ 0.33	5.24 $\pm$ 0.85	5.21 $\pm$ 0.94	3.89 $\pm$ 0.84	4.77 $\pm$ 0.53	4.43 $\pm$ 0.63	6.02 $\pm$ 0.84
ความกว้างปากเปลือก (มม.)	3.29 $\pm$ 0.25	3.18 $\pm$ 0.61	4.2 $\pm$ 1.37	3.37 $\pm$ 0.23	3.42 $\pm$ 0.59	3.46 $\pm$ 0.67	2.45 $\pm$ 0.57	3.18 $\pm$ 0.38	3.09 $\pm$ 0.39	3.93 $\pm$ 0.69
LBW $\div$ L*	0.64	0.649	0.968	0.58	0.56	0.645	0.54	0.604	0.587	0.606
Size index**	64.93	71.32	87.10	65.70	64.76	71.01	62.45	71.62	74.13	73.04

หมายเหตุ * LBW $\div$ L = ความยาวของบอดีเวิร์ด $\div$ ความยาวของเปลือก

** size index = (ความกว้างของเปลือก $\div$ ความยาวของเปลือก) $\times$ 100 เปลือกจะมีรูปร่างกลมมากขึ้นเมื่อค่า size index เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของจำนวนลายบนเปลือกหอยที่พบในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่ (N=จำนวนตัวหอย)

จำนวนลาย	ลักษณะลายบนเปลือกหอย	น้ำตก ไทรโยคน้อย	น้ำตก ไทรโยคใหญ่	ห้วยเต่าดำ	ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด	น้ำตก ผาตาด	น้ำพุห้วยเตย่ง	ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ	น้ำตก เกริงกระเวีย	น้ำตก ไตช่องถ่อง	น้ำตก ตะเคียนทอง
ไม่มีลาย	0000	-	-	0.699	2.789	9.346	1.556	-	3.448	9.756	-
1 ลาย		-	0.723	-	6.175	15.888	1.167	-	3.448	-	-
	0004	-	0.723	-	-	15.888	0.389	-	-	-	-
	0030	-	-	-	6.175	-	0.778	-	3.448	-	-
	0200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 ลาย		9.770	86.747	8.392	37.848	42.524	43.241	30.233	89.655	82.927	77.528
	0034	9.770	86.747	-	34.661	40.888	36.187	30.233	89.655	82.927	77.528
	0204	-	-	8.392	3.187	1.636	-	-	-	-	-
	1004	-	-	-	-	-	1.050	-	-	-	-
	0230	-	-	-	-	-	6.004	-	-	-	-
	1030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 3 (ต่อ)

จำนวนลาย	ลักษณะลาย บนเปลือก หอย	น้ำตก ไทรโยคน้อย	น้ำตก ไทรโยคใหญ่	ห้วยเต่าดำ	ลำธารข้าง บ่อน้ำพุร้อน หินดาด	น้ำตก ผาตาด	น้ำพุ ห้วยขย่ง	ลำธารป่าชุม ชนบ้านท่า มะเดื่อ	น้ำตก เกริงกระเวีย	น้ำตก ไผ่ซ่องถ้อง	น้ำตก ตะเคียนทอง
3 ลาย		87.356	12.530	81.119	35.060	22.897	52.529	67.767	3.448	7.317	22.472
	0234	66.092	12.530	67.133	34.462	18.925	52.140	67.767	3.448	7.317	22.472
	1034	21.264	-	2.797	0.598	3.972	0.389	-	-	-	-
	1204	-	-	11.189	-	-	-	-	-	-	-
	1230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 ลาย	1234	2.586	-	9.790	18.127	9.346	1.506	-	-	-	-
N		348	415	50	502	428	394	129	30	41	89

ตารางที่ 4 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของจำนวนเวิร์ล (whorl) ที่พบในหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่

Whorl	น้ำตกไทรโยคน้อย	น้ำตกไทรโยคใหญ่	ห้วยเต่าดำ	ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด	น้ำตกผาดาด	น้ำพุห้วยเตยง	ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ	น้ำตกเกริงกระเวีย	น้ำตกไผ่ช่องถ้อง	น้ำตกตะเคียนทอง
Eroded	-	-	100%	-	-	-	-	9.37%	-	-
5.50	-	10%	-	-	-	0.52%	-	-	-	-
5.75	-	20%	-	-	-	-	-	-	-	-
6.00	20%	30%	-	23.08%	30.43%	2.88%	16.67%	-	-	-
6.25	20%	30%	-	-	13.04%	4.71%	33.33%	-	-	1.07%
6.50	20%	-	-	30.77%	21.74%	18.59%	16.67%	9.38%	-	3.23%
6.75	40%	10%	-	7.69%	8.70%	13.62%	-	31.25%	28.9%	2.15%
7.00	-	-	-	30.77%	26.09%	59.16%	33.33%	50.00%	68.9%	60.22%
7.25	-	-	-	-	-	0.52%	-	-	2.20%	21.5%
7.50	-	-	-	7.69%	-	-	-	-	-	11.83%
7.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขนาดของพืชนอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD) (สมนับพื้นที่จำนวน 10 แถวต่อพื้นที่ของหอย 1 ตัว)

	น้ำตก ไทรโยคน้อย	น้ำตก ไทรโยคใหญ่	ห้วยเต่าดำ	ลำธารข้างบ่อ น้ำพุร้อน หินดาด	น้ำตก ผาตาด	น้ำพุ ห้วยเขย่ง	ลำธารป่าชุม ชนบ้านท่า มะเตือ	น้ำตก เกริงกระเวีย	น้ำตก ไต่ช่องถ้อง	น้ำตกตะเคียน ทอง
จำนวนหอย (ตัว)	5	10	5	10	15	15	5	5	5	5
จำนวนแถวของพืชนอย	117 $\pm$ 5 (112-122)	120 $\pm$ 5 (115-125)	118 $\pm$ 6 (112-124)	106 $\pm$ 8 (98-114)	117 $\pm$ 5 (112-122)	122 $\pm$ 6 (118-128)	116 $\pm$ 5 (111-121)	120 $\pm$ 5 (115-125)	122 $\pm$ 5 (118-127)	113 $\pm$ 9 (104-122)
ความยาวของพืชนอย (มม.)	1.61 $\pm$ 0.01 (1.60 – 1.62)	1.53 $\pm$ 0.04 (1.49 – 1.57)	1.60 $\pm$ 0.01 (1.59-1.61)	1.67 $\pm$ 0.02 (1.65-1.69)	1.78 $\pm$ 0.03 (1.75-1.81)	1.68 $\pm$ 0.02 (1.66-1.70)	1.87 $\pm$ 0.06 (1.81-1.93)	1.81 $\pm$ 0.03 (1.78-1.84)	1.81 $\pm$ 0.01 (1.80-1.82)	1.81 $\pm$ 0.01 (1.80-1.82)
ความกว้างของพืชนอย (มม.)	0.52 $\pm$ 0.02 (0.50-.54)	0.46 $\pm$ 0.01 (0.45-0.47)	0.47 $\pm$ 0.03 (0.44-0.50)	0.54 $\pm$ 0.02 (0.52-0.56)	0.52 $\pm$ 0.01 (0.51-0.53)	0.54 $\pm$ 0.02 (0.52-0.56)	0.46 $\pm$ 0.01 (0.45-0.47)	0.40 $\pm$ 0.01 (0.39-0.41)	0.42 $\pm$ 0.02 (0.40-0.44)	0.49 $\pm$ 0.03 (0.47-0.52)
ความกว้างของพืชนอย (mm)	33.7 $\pm$ 1.96 (31.7-35.66)	34.3 $\pm$ 2.31 (31.99-36.6)	58.2 $\pm$ 3.18 (55.0-61.4)	39.0 $\pm$ 3.16 (35.8-42.2)	40.47 $\pm$ 2.4 (38.07-42.87)	41.4 $\pm$ 1.1 (40.3-42.5)	30.75 $\pm$ 2.65 (28.1-33.4)	34.9 $\pm$ 1.34 (33.6-36.24)	36.0 $\pm$ 0.6 (35.4-36.6)	46.7 $\pm$ 3.9 (42.8-50)
จำนวนแถวของพืชนอยที่สุ่มนับ	9.4 $\pm$ 1.07 (8-10)	9.5 $\pm$ 1.02 (8-10)	8.2 $\pm$ 1.2 (7-9)	9.7 $\pm$ 1.25 (8-10)	9.8 $\pm$ 0.82 (9-11)	9.5 $\pm$ 1.02 (8-10)	9.8 $\pm$ 0.42 (9-10)	8.7 $\pm$ 0.58 (8-9)	8.5 $\pm$ 1.6 (7-10)	8.6 $\pm$ 1.5 (7-10)

ตารางที่ 6 แสดงสูตรฟัน (dentition formula) และค่าเปอร์เซ็นต์ลักษณะหยักฟัน (cusps formula) ของฟันกลาง ฟันข้าง และฟันริมของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุลสำรวจในแต่ละพื้นที่ (สุมน้ำปนจำนวน 10 แถวต่อฟันของหอย 1 ตัว)

	น้ำตก ไทรโยคน้อย	น้ำตก ไทรโยคใหญ่	ห้วยเต่าดำ	ลำธารข้างบ่อ น้ำพุร้อน หินดาต	น้ำตก ผาดาต	น้ำพุ ห้วยเขย่ง	ลำธารป่าชุม ชนบ้านท่า มะเดื่อ	น้ำตก เกริงกระเวีย	น้ำตก ไผ่ช่องถ้อง	น้ำตก ตะเคียนทอง
จำนวนหอย (ตัว)	5	10	5	10	15	15	5	5	5	5
สูตรฟัน	2:1:1:1:2	2:1:1:1:2	2:1:1:1:2	2:1:1:1:2	2:1:1:1:2	2:1:1:1:2	2:1:1:1:2	2:1:1:1:2	2:1:1:1:2	2:1:1:1:2
ฟันกลาง	4-1-4 (3.16%)	3-1-3(23.53%)	5-1-5 (100%)	3-1-3 (30.0%)	3-1-3 (100%)	3-1-3 (100%)	3-1-3(65.55%)	4-1-4 (40.0%)	3-1-3 (75.0%)	3-1-3 (80.0%)
	3-1-4(10.53%)	2-1-2(76.47%)		2-1-2 (70.0%)			2-1-2(34.45%)	3-1- (60.0%)	2-1-2 (25.0%)	2-1-2 (20.0%)
	3-1-3(45.26%)									
	2-1-2(41.05%)									
	4-1-4 (8.34%)	4-1-3(10.25%)	5-1-5 (100%)	5-1-2 (10.0%)	6-1-2(11.48%)	5-1-2 (20.0%)	4-1-2 (30.0%)	4-1-2(55.56%)	4-1-2 (87.5%)	5-1-2 (40.0%)
ฟันข้าง	4-1-3(17.71%)	4-1-2(43.59%)		5-1-1 (10.0%)	5-1-3 (3.27%)	5-1-1 (10.0%)	3-1-3 (10.0%)	3-1-2(44.44%)	3-1-2 (12.5%)	4-1-2 (50.0%)
	4-1-2(17.71%)	4-1-1(7.69%)		4-1-2 (30.0%)	5-1-2(32.79%)	4-1-2 (30.0%)	3-1-2 (60.0%)			3-1-2 (10.0%)
	3-1-3(30.20%)	3-1-3 (5.13%)		4-1-1 (40.0%)	4-1-4 (6.56%)	4-1-1 (10.0%)				
	3-1-2(26.04%)	3-1-2(20.51%)		3-1-2 (10.0%)	4-1-2(39.34%)	3-1-2 (30.0%)				
		3-1-1(12.83%)			3-1-3 (1.64%)					
ฟันริมหยาก	7 (43.75%)	7 (60.00%)	7 (100%)	7 (100%)	8 (70.00%)	7 (100%)	8 (25.0%)	7 (60.0%)	7 (80.0%)	7 (30.0%)
	8 (56.25%)	8 (40.00%)			10 (30.00%)		9 (75.0%)	8 (40.0%)	8 (20.0%)	8 (70.0%)

ตารางที่ 6 (ต่อ)

	น้ำตก ไทรโยคน้อย	น้ำตก ไทรโยคใหญ่	ห้วยเต่าดำ	ลำธารข้างบ่อ น้ำพุร้อน หินดาต	น้ำตก ผาตาด	น้ำพุ ห้วยเขย่ง	ลำธารป่าชุม ชนบ้านท่า มะเดื่อ	น้ำตก เกริงกระเวีย	น้ำตก ไผ่สองถ้อง	น้ำตก ตะเคียนทอง
พื้นที่ เฉลี่ย	11 (27.30%)	11 (100%)	24 (100%)	11 (100%)	11 (50.00%)	11 (100%)	14 (100%)	11 (10.0%)	11 (50.0%)	11 (12.0%)
	12 (13.60%)				13 (20.00%)			12 (40.0%)	12 (50.0%)	12 (88.0%)
	13 (59.10%)				16 (30.00%)			13 (50.0%)		

ตารางที่ 7 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไทรโยคน้อย (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD) (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	23.16 $\pm$ 3.84 (18.39 – 27.93)	20.30 $\pm$ 1.52 (18.41 – 22.19)	0.160
ความยาวตับ	15.98 $\pm$ 1.36 (14.29 – 17.67)	16.12 $\pm$ 2.55 (12.96 – 19.28)	0.461
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	13.60 $\pm$ 1.75 (11.43 – 15.77)	13.80 $\pm$ 2.79 (10.34 – 17.26)	0.895
ความยาวแมนเทิล	6.86 $\pm$ 1.32 (5.47 – 8.24)	7.43 $\pm$ 0.43 (6.75 – 8.11)	0.432
ความยาวออสเฟรเดียม	1.82 $\pm$ 0.33 (1.40 – 2.24)	2.11 $\pm$ 0.22 (1.76 – 2.46) N=4	0.180
ความยาวเหงือก	6.42 $\pm$ 0.98 (5.20 – 7.64)	5.88 $\pm$ 1.02 (4.61 – 7.15)	0.421
จำนวนเซลล์เหงือก	79.04 $\pm$ 5.75 (71.90 – 86.18)	83.84 $\pm$ 6.77 (75.43 – 92.25)	0.262
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.08 $\pm$ 0.26 (1.81 – 2.35)	2.20 $\pm$ 0.19 (1.97 – 2.43)	0.406
ความยาวหลอดอาหาร	7.88 $\pm$ 1.46 (6.06 – 9.69)	8.28 $\pm$ 1.44 (6.49 – 10.07)	0.673
ความยาวลำไส้	8.40 $\pm$ 1.61 (6.40 – 10.40)	8.64 $\pm$ 1.45 (6.84 – 10.44)	0.810
ความยาวเรกตรัม	6.95 $\pm$ 1.04 (5.66 – 8.24)	8.48 $\pm$ 1.34 (6.81 – 10.15)	0.079
ความยาวไต	3.74 $\pm$ 0.38 (3.13 – 4.35) N=4	3.94 $\pm$ 0.33 (3.41 – 4.47) N=4	0.461
ความยาวท่อनाไขแผลเลียล	6.84 $\pm$ 1.07 (5.72 – 7.96)	-	-
ความยาวท่อสืบพันธุ์แผลเลียล	-	4.81 $\pm$ 1.53 (2.91 – 6.71)	-

ตารางที่ 8 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไทรโยคใหญ่ (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	20.80 ± 0.44 (19.72 – 21.88)	18.74 ± 3.47 (14.43 – 23.05)	0.464
ความยาวตับ	16.33 ± 2.23 (12.78 – 19.87)	15.80 ± 2.18 (12.33 – 19.27)	0.748
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	13.78 ± 2.83 (9.28 – 18.27)	11.50 ± 3.55 (5.85 – 17.15)	0.355
ความยาวแมนเทิล	7.87 ± 0.64 (6.27 – 9.46)	6.75 ± 0.24 (6.37 – 7.13)	0.022*
ความยาวออสเฟรเดียม	1.95 ± 0.39 (1.33 – 2.57)	1.93 ± 0.30 (1.45 – 2.40)	0.922
ความยาวเหงือก	6.12 ± 0.46 (5.55 – 6.69)	6.00 ± 0.37 (5.61 – 6.39)	0.459
จำนวนเซลล์เหงือก	92.86 ± 14.72 (74.58 – 111.14)	97.06 ± 16.12 (77.05 – 117.07)	0.634
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.63 ± 0.17 (2.35 – 2.89)	2.58 ± 0.18 (2.36 – 2.80)	1.00
ความยาวหลอดอาหาร	6.50 ± 0.76 (5.29 – 7.71)	5.98 ± 0.42 (5.31 – 6.64)	0.273
ความยาวลำไส้	7.65 ± 0.51 (6.84 – 8.46)	7.20 ± 0.08 (7.07 – 7.33)	0.130
ความยาวเรกตรัม	7.70 ± 1.68 (5.03 – 10.37)	6.08 ± 0.90 (4.64 – 7.51)	0.139
ความยาวไต	4.30 ± 0.40 (3.31 – 5.29)	4.30 ± 0.33 (3.78 – 4.82)	1.00
ความยาวท่อน้ำไขแผลเลียล	5.00 ± 0.91 (3.56 – 6.44)	-	-
ความยาวท่อน้ำสืบพันธุ์แผลเลียล	-	4.02 ± 0.25 (3.40 – 4.63)	-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$)

ตารางที่ 9 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเต่าดำ (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	15.43 ± 1.55 (11.58 – 19.28)	15.64 ± 1.69 (13.54 – 17.74)	0.869
ความยาวตับ	12.85 ± 3.75 (9.1 – 16.6)	9.14 ± 3.66 (4.60 – 13.68)	0.282
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	10.15 ± 4.74 (5.41 – 14.89)	7.88 ± 3.42 (3.64 – 12.12)	0.498
ความยาวแมนเทิล	6.70 ± 1.44 (3.12 – 10.28)	6.30 ± 1.59 (4.33 – 8.27)	0.734
ความยาวออสเฟรเดียม	2.33 ± 0.40 (1.33 – 3.34)	2.42 ± 0.28 (2.08 – 2.76)	0.728
ความยาวเหงือก	5.43 ± 0.80 (3.44 – 7.43)	5.54 ± 1.15 (4.12 – 6.96)	0.893
จำนวนเซลล์เหงือก	68.00 ± 6.00 (53.09 – 82.90)	64.80 ± 5.72 (57.70 – 71.90)	0.480
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.77 ± 0.21 (2.25 – 3.28)	2.76 ± 0.34 (2.34 – 3.18)	0.977
ความยาวหลอดอาหาร	5.33 ± 0.47 (4.16 – 6.51)	4.82 ± 0.88 (3.73 – 5.91)	0.396
ความยาวลำไส้	6.67 ± 0.47 (5.49 – 7.84)	5.30 ± 1.19 (3.82 – 6.78)	0.113
ความยาวเรกตรัม	6.63 ± 0.74 (4.80 – 8.46)	6.62 ± 1.82 (4.36 – 8.88)	0.991
ความยาวไต	2.77 ± 0.47 (1.59 – 3.94)	3.28 ± 0.84 (2.23 – 4.33)	0.379
ความยาวท่อไข่ไปพลเลียม	4.45 ± 0.46 (3.71 – 5.19)	-	-
ความยาวท่อสืบพันธุ์ไปพลเลียม	-	43.62 ± 1.03 (2.34 – 4.90)	-

ตารางที่ 10 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	20.12 ± 1.02 (18.86 – 21.38)	20.02 ± 1.20 (18.53 – 21.51)	0.891
ความยาวตับ	14.77 ± 4.63 (3.26 – 26.27)	15.70 ± 3.35 (10.37 – 21.03)	0.767
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	11.73 ± 3.39 (6.33 – 17.12)	13.13 ± 2.89 (8.53 – 17.72)	0.553
ความยาวแมนเทิล	7.12 ± 0.50 (6.50 – 7.74)	7.42 ± 0.52 (6.78 – 8.06)	0.377
ความยาวออสเฟรเดียม	2.18 ± 0.11 (2.04 – 2.32)	2.20 ± 0.14 (2.02 – 2.38)	0.809
ความยาวเหงือก	5.70 ± 0.36 (5.13 – 6.27)	5.78 ± 0.16 (5.58 – 5.98)	0.665
จำนวนเซลล์เหงือก	93.65 ± 5.91 (84.25 – 103.05) N=4	98.16 ± 7.85 (88.41 – 107.91)	0.374
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.16 ± 0.11 (2.02 – 2.30)	2.40 ± 0.29 (2.04 – 2.76)	0.125
ความยาวหลอดอาหาร	6.18 ± 0.81 (5.17 – 7.19)	6.58 ± 0.53 (5.92 – 7.24)	0.384
ความยาวลำไส้	8.16 ± 0.44 (7.61 – 8.71)	8.20 ± 0.46 (7.62 – 8.78)	0.892
ความยาวเรกตรัม	7.34 ± 0.19 (7.10 – 7.58)	7.20 ± 0.19 (6.97 – 7.43)	0.280
ความยาวไต	3.87 ± 0.15 (3.49 – 4.25)	4.00 ± 0.18 (3.73 – 4.28) N=4	0.327
ความยาวท่อนำไข่พลเลียม	4.86 ± 0.55 (4.18 – 5.54)	-	-
ความยาวท่อนำไข่พันธุ์พลเลียม	-	4.80 ± 0.39 (4.31 – 5.29)	-

ตารางที่ 11 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกผาตาด (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	22.60 ± 1.01 (21.35 – 23.85)	22.22 ± 0.86 (21.15 – 23.29)	0.539
ความยาวตับ	18.19 ± 0.55 (17.31 – 19.07)	17.54 ± 1.01 (15.93 – 19.16)	0.303
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	15.68 ± 0.54 (14.82 – 16.53)	15.23 ± 1.09 (13.50 – 16.96)	0.488
ความยาวแมนเทิล	8.32 ± 0.65 (7.51 – 9.13)	8.60 ± 0.48 (8.00 – 9.19)	0.464
ความยาวออสเฟรเดียม	2.66 ± 0.26 (2.34 – 2.98)	2.92 ± 0.31 (2.53 – 3.30)	0.195
ความยาวเหงือก	8.57 ± 0.43 (7.89 – 9.24)	7.94 ± 0.63 (7.16 – 8.71)	0.131
จำนวนเซลล์เหงือก	91.60 ± 5.68 (84.54 – 98.66)	92.00 ± 2.24 (89.22 – 94.78)	0.887
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.73 ± 0.29 (2.37 – 3.10)	2.74 ± 0.17 (2.54 – 2.95)	0.949
ความยาวหลอดอาหาร	7.32 ± 0.58 (6.61 – 8.04)	7.23 ± 0.38 (6.76 – 7.71)	0.773
ความยาวลำไส้	8.88 ± 1.12 (7.49 – 10.27)	8.72 ± 0.83 (7.70 – 9.75)	0.806
ความยาวเรกตรัม	9.37 ± 0.99 (8.14 – 10.61)	9.87 ± 0.37 (9.40 – 10.33)	0.328
ความยาวไต	3.80 ± 0.47 (3.05 – 4.55)	4.38 ± 0.84 (3.33 – 5.43)	0.261
ความยาวท่อไข่แฟลเลียม	5.90 ± 0.63 (4.90 – 6.90)	-	-
ความยาวท่อสืบพันธุ์แฟลเลียม	-	5.25 ± 0.43 (4.72 – 5.79)	-

ตารางที่ 12 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากน้ำพห้วยเขย่ง (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	19.34 ± 1.35 (17.66 – 21.02)	17.28 ± 1.47 (15.46 – 19.10)	0.050
ความยาวตับ	15.04 ± 0.73 (13.87 – 16.20)	15.68 ± 0.45 (14.95 – 16.40)	0.187
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	13.22 ± 1.21 (11.71 – 14.72)	14.31 ± 0.79 (13.06 – 15.56)	0.164
ความยาวแมนเทิล	7.35 ± 0.40 (6.85 – 7.84)	6.97 ± 0.37 (6.50 – 7.43)	0.155
ความยาวออสเฟรเดียม	2.23 ± 0.22 (1.96 – 2.51)	2.22 ± 0.08 (2.12 – 2.32)	0.897
ความยาวเหงือก	6.45 ± 0.54 (5.78 – 7.13)	6.09 ± 0.47 (5.51 – 6.67)	0.292
จำนวนเซลล์เหงือก	97.60 ± 3.65 (93.07 – 102.13)	97.40 ± 2.30 (94.54 – 100.26)	0.920
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.36 ± 0.26 (2.04 – 2.68)	2.26 ± 0.28 (1.92 – 2.61)	0.582
ความยาวหลอดอาหาร	7.13 ± 0.44 (6.59 – 7.67)	5.75 ± 0.50 (5.13 – 6.37)	0.02
ความยาวลำไส้	7.52 ± 0.54 (6.84 – 8.19)	7.00 ± 0.42 (6.47 – 7.53)	0.132
ความยาวเรกตรัม	8.40 ± 0.66 (7.58 – 9.22)	7.72 ± 0.65 (6.91 – 8.52)	0.137
ความยาวไต	4.02 ± 0.37 (3.56 – 4.47)	4.14 ± 0.38 (3.67 – 4.61)	0.613
ความยาวท่อไข่แพลเลียล	4.81 ± 1.08 (3.47 – 6.15)	-	-
ความยาวท่อสืบพันธุ์แพลเลียล	-	4.88 ± 0.33 (4.35 – 5.40)	-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (p < 0.05)

ตารางที่ 13 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	19.44 ± 2.16 (16.76 – 22.12)	18.44 ± 1.06 (17.12 – 19.76)	0.380
ความยาวตับ	13.37 ± 2.21 (9.86 – 16.88)	14.24 ± 1.32 (12.61 – 15.87)	0.485
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	11.58 ± 2.06 (8.31 – 14.86)	12.23 ± 1.41 (10.47 – 13.98)	0.594
ความยาวแมนเทิล	7.22 ± 0.62 (6.45 – 7.99)	7.66 ± 0.83 (6.63 – 8.68)	0.372
ความยาวออสเฟรเดียม	2.28 ± 0.13 (2.12 – 2.44)	2.28 ± 0.13 (2.12 – 2.44)	1.000
ความยาวเหงือก	6.82 ± 0.44 (6.27 – 7.37)	6.88 ± 0.31 (6.46 – 7.26)	0.810
จำนวนเซลล์เหงือก	90.20 ± 2.39 (87.24 – 91.16)	89.32 ± 2.49 (86.23 – 92.41)	0.584
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.72 ± 0.13 (2.56 – 2.88)	2.72 ± 0.19 (2.48 – 2.96)	1.000
ความยาวหลอดอาหาร	7.12 ± 0.33 (6.71 – 7.53)	6.91 ± 0.50 (6.30 – 7.53)	0.461
ความยาวลำไส้	8.24 ± 0.30 (7.86 – 8.62)	7.99 ± 0.32 (7.59 – 8.38)	0.232
ความยาวเรกตรัม	8.36 ± 0.27 (8.02 – 8.70)	8.33 ± 0.31 (7.94 – 8.71)	0.875
ความยาวไต	3.54 ± 0.35 (3.10 – 3.98)	3.24 ± 0.28 (2.89 – 3.59)	0.180
ความยาวท่อน้ำไขแผลเลียล	4.23 ± 0.62 (3.46 – 4.99)	-	-
ความยาวท่อน้ำสืบพันธุ์แผลเลียล	-	4.89 ± 0.89 (3.79 – 6.00)	-

ตารางที่ 14 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกเกริงกระเวีย (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	19.34 ± 4.10 (14.25 – 24.43)	19.52 ± 0.83 (18.48 – 20.56)	0.926
ความยาวด้าบ	14.38 ± 2.44 (11.35 – 17.41)	15.28 ± 0.41 (14.77 – 15.79)	0.439
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	12.48 ± 2.58 (9.27 – 15.69)	13.20 ± 0.42 (12.68 – 13.72)	0.556
ความยาวแมนเทิล	7.58 ± 1.05 (6.28 – 8.88)	7.96 ± 0.43 (7.42 – 8.50)	0.475
ความยาวออสเฟรเดียม	2.83 ± 0.17 (2.55 – 3.10)	2.88 ± 0.08 (2.74 – 3.02)	0.572
ความยาวเหงือก	6.04 ± 0.50 (5.42 – 6.65)	6.29 ± 0.78 (5.32 – 7.26)	0.569
จำนวนเซลล์เหงือก	95.00 ± 3.54 (90.61 – 99.39)	93.80 ± 3.56 (89.38 – 98.22)	0.608
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.18 ± 0.08 (2.08 – 2.28)	2.09 ± 0.13 (1.93 – 2.26)	0.260
ความยาวหลอดอาหาร	6.24 ± 1.17 (4.79 – 7.69)	5.90 ± 0.58 (5.18 – 6.62)	0.576
ความยาวลำไส้	5.52 ± 0.73 (4.80 – 7.69)	6.38 ± 0.49 (5.78 – 6.98)	0.060
ความยาวเรกตรัม	8.10 ± 1.41 (6.35 – 9.85)	7.80 ± 0.68 (6.95 – 8.65)	0.680
ความยาวไต	3.19 ± 0.60 (2.45 – 3.93)	3.38 ± 0.16 (3.18 – 3.58)	0.506
ความยาวท่อนำไข่พลเลียด	4.64 ± 0.97 (3.43 – 5.85)	-	-
ความยาวท่อนำสเปิร์มพลเลียด	-	4.58 ± 0.79 (3.31 – 5.84)	-

ตารางที่ 15 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกไคของถ้อง (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	18.56 ± 0.60 (17.81 – 19.31)	14.88 ± 1.28 (13.29 – 16.47)	0.00 [*]
ความยาวตับ	13.94 ± 1.22 (12.43 – 15.45)	13.94 ± 1.18 (12.47 – 15.41)	1.000
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	11.90 ± 1.41 (10.15 – 13.65)	12.04 ± 1.23 (10.51 – 13.57)	0.871
ความยาวแมนเทิล	7.98 ± 0.24 (7.68 – 8.28)	7.98 ± 0.48 (7.38 – 8.58)	1.000
ความยาวออสเฟรเดียม	2.46 ± 0.17 (2.25 – 2.67)	2.42 ± 0.18 (2.20 – 2.64)	0.724
ความยาวเหงือก	6.60 ± 0.22 (6.26 – 6.94)	6.58 ± 0.31 (6.19 – 6.97)	0.917
จำนวนเซลล์เหงือก	94.80 ± 3.35 (90.64 – 98.96)	96.20 ± 1.30 (94.58 – 97.82)	0.409
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.16 ± 0.05 (2.09 – 2.23)	2.20 ± 0.07 (2.20 – 2.64)	0.347
ความยาวหลอดอาหาร	5.32 ± 0.15 (5.14 – 5.50)	5.36 ± 0.11 (5.22 – 5.50)	0.645
ความยาวลำไส้	7.54 ± 0.21 (7.28 – 7.79)	6.58 ± 0.47 (6.00 – 7.16)	0.003 [*]
ความยาวเรกตรัม	7.84 ± 0.21 (7.58 – 8.10)	7.04 ± 0.90 (7.38 – 8.58)	0.089
ความยาวไต	3.64 ± 0.24 (3.34 – 3.94)	3.68 ± 0.53 (3.03 – 4.33)	0.881
ความยาวท่อไข่ไหล	5.88 ± 0.22 (5.52 – 6.23)	-	-
ความยาวท่อสืบพันธุ์ไหล	-	5.06 ± 0.29 (4.70 – 5.42)	-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (p< 0.05)

ตารางที่ 16 แสดงความยาวอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้และเพศเมีย ที่เก็บตัวอย่างจากน้ำตกตะเคียนทอง (จำนวนตัวหอย, N = 5)

	เพศเมีย	เพศผู้	ค่าความแตกต่างทางสถิติ (P = 0.05)
ความยาวลำตัว	21.77 ± 1.30 (20.16 – 23.39)	19.32 ± 1.32 (17.68 – 20.8-96)	0.018 [*]
ความยาวตับ	18.97 ± 2.17 (15.52 – 22.43)	15.95 ± 2.97 (11.21 – 20.68)	0.151
ความยาวรังไข่หรือเทสทิส	16.25 ± 1.50 (13.86 – 18.64)	13.06 ± 2.58 (8.96 – 17.16)	0.076
ความยาวแมนเทิล	9.34 ± 0.48 (8.74 – 9.94)	9.03 ± 0.70 (8.16 – 9.90)	0.445
ความยาวออสเฟรเดียม	2.72 ± 0.49 (2.12 – 3.32)	2.36 ± 0.11 (2.22 – 2.50)	0.146
ความยาวเหงือก	7.00 ± 0.19 (6.76 – 7.24)	6.47 ± 0.27 (6.13 – 6.81)	0.007 [*]
จำนวนเซลล์เหงือก	94.20 ± 1.64 (92.16 – 96.24)	97.00 ± 1.58 (95.04 – 98.96)	0.025 [*]
ความยาวบั๊กคัสแมส	2.86 ± 0.13 (2.69 – 3.03)	2.90 ± 0.10 (2.78 – 3.02)	0.608
ความยาวหลอดอาหาร	8.06 ± 0.13 (7.90 – 8.22)	7.34 ± 1.05 (6.03 – 8.64)	0.162
ความยาวลำไส้	9.83 ± 0.34 (9.41 – 10.26)	8.81 ± 0.76 (7.87 – 9.75)	0.025 [*]
ความยาวเรกตรัม	10.01 ± 0.67 (9.18 – 10.84)	9.27 ± 0.62 (8.50 – 9.75)	0.108
ความยาวไต	4.31 ± 0.61 (3.55 – 5.07)	4.00 ± 0.19 (3.77 – 4.23)	0.308
ความยาวท่อไตแฟลเลียด	5.16 ± 0.19 (4.93 – 5.40)	-	-
ความยาวท่อสืบพันธุ์แฟลเลียด	-	5.42 ± 0.19 (5.18 – 5.66)	-

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (p< 0.05)

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบขนาดอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจในแต่ละพื้นที่ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

	น้ำหนัก ไทรโยคน้อย	น้ำหนัก ไทรโยคใหญ่	ห้วยเต่าดำ	น้ำพุร้อน หินดาต	น้ำตก ผาตาด	น้ำพุ ห้วยเขย่ง	บ้านท่ามะเดื่อ	น้ำตก เกริงกระเวีย	น้ำตก ไต่ช่องถ้อง	น้ำตก ตะเคียนทอง
จำนวนหอย (ตัว)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ความยาวลำตัว	21.73 $\pm$ 31.40 (19.48–23.97)	19.51 $\pm$ 2.84 (17.14–21.88)	15.56 $\pm$ 1.53 (14.28–16.84)	20.07 $\pm$ 1.05 (19.32–20.82)	22.41 $\pm$ 0.91 (21.76–23.06)	18.31 $\pm$ 1.72 (17.08–19.54)	18.94 $\pm$ 1.69 (17.73–20.15)	19.43 $\pm$ 2.78 (17.44–21.42)	16.72 $\pm$ 2.16 (15.18–18.26)	20.55 $\pm$ 1.79 (19.27–21.83)
ความยาวตับ	16.13 $\pm$ 1.90 (14.77–17.49)	16.06 $\pm$ 2.06 (14.34–17.79)	10.20 $\pm$ 3.81 (6.67–13.72)	15.30 $\pm$ 3.60 (11.96–18.64)	17.87 $\pm$ 0.83 (17.17–18.56)	15.36 $\pm$ 0.66 (14.80–15.91)	13.85 $\pm$ 1.70 (12.55–15.17)	14.83 $\pm$ 1.71 (13.60–16.06)	13.94 $\pm$ 1.13 (13.13–14.75)	17.46 $\pm$ 2.90 (15.03–19.89)
ความยาวรังไข่หรือทศ พิต	13.70 $\pm$ 2.20 (12.13–15.27)	12.64 $\pm$ 3.21 (9.95–15.32)	8.53 $\pm$ 3.57 (5.23–11.83)	12.43 $\pm$ 3.01 (9.91–14.94)	15.45 $\pm$ 0.83 (14.76–16.14)	13.70 $\pm$ 1.14 (12.83–14.58)	11.94 $\pm$ 1.64 (10.68–13.20)	12.84 $\pm$ 1.79 (11.56–14.12)	11.97 $\pm$ 1.25 (11.08–12.86)	14.66 $\pm$ 2.59 (12.49–16.82)
ความยาวแวนเนกิต	7.09 $\pm$ 1.06 (6.33–7.84)	7.23 $\pm$ 0.72 (6.56–7.90)	6.45 $\pm$ 1.44 (5.25–7.65)	7.27 $\pm$ 0.50 (7.13–7.41)	8.46 $\pm$ 0.56 (8.06–8.86)	7.16 $\pm$ 0.42 (6.88–7.46)	7.44 $\pm$ 0.72 (6.92–7.96)	7.77 $\pm$ 0.78 (7.21–8.33)	7.98 $\pm$ 0.36 (7.72–8.24)	9.19 $\pm$ 0.59 (8.76–9.61)
ความยาวออสเฟรเดียม	1.95 $\pm$ 0.31 (1.71–2.19)	1.94 $\pm$ 0.32 (1.67–2.21)	2.39 $\pm$ 0.30 (2.13–2.64)	2.19 $\pm$ 0.12 (2.10–2.28)	2.79 $\pm$ 0.30 (2.57–3.00)	2.23 $\pm$ 0.16 (2.11–2.34)	2.28 $\pm$ 0.12 (2.19–2.37)	2.85 $\pm$ 0.13 (2.75–2.96)	2.44 $\pm$ 0.16 (2.32–2.56)	2.54 $\pm$ 0.38 (2.27–2.81)
ความยาวเหงือก	6.15 $\pm$ 0.99 (5.44–6.85)	6.05 $\pm$ 0.40 (5.79–6.32)	5.50 $\pm$ 0.97 (5.23–11.83)	5.74 $\pm$ 0.25 (5.55–5.94)	8.22 $\pm$ 0.61 (7.75–8.69)	6.27 $\pm$ 0.52 (5.90–6.64)	6.85 $\pm$ 0.36 (6.59–7.11)	6.16 $\pm$ 0.63 (5.71–6.61)	6.59 $\pm$ 0.26 (6.39–6.79)	6.74 $\pm$ 0.36 (6.48–6.99)
จำนวนเรลล์เหงือก	81.44 $\pm$ 6.44 (76.83–86.35)	94.96 $\pm$ 14.72 (84.43–105.4)	66.00 $\pm$ 5.63 (61.29–70.71)	96.16 $\pm$ 7.04 (90.74–101.6)	91.80 $\pm$ 4.08 (88.88–94.72)	97.50 $\pm$ 2.88 (95.44–99.56)	89.76 $\pm$ 2.35 (88.08–91.44)	94.40 $\pm$ 3.41 (91.96–96.84)	95.50 $\pm$ 2.51 (93.71–97.29)	95.60 $\pm$ 2.12 (94.08–97.12)
ความยาวมักคัสแมต	2.13 $\pm$ 0.23 (1.98–2.29)	2.60 $\pm$ 0.17 (2.47–2.73)	2.76 $\pm$ 0.28 (2.53–2.99)	2.28 $\pm$ 0.24 (2.11–2.45)	2.74 $\pm$ 0.22 (2.58–2.90)	2.31 $\pm$ 0.26 (2.13–2.50)	2.72 $\pm$ 0.15 (2.61–2.83)	2.14 $\pm$ 0.12 (2.05–2.22)	2.18 $\pm$ 0.06 (2.13–2.23)	2.88 $\pm$ 0.11 (2.80–2.96)
ความยาวหลอดอาหาร	8.08 $\pm$ 1.39 (7.09–9.07)	6.24 $\pm$ 0.63 (5.71–6.77)	5.01 $\pm$ 0.76 (4.38–5.65)	6.38 $\pm$ 0.68 (5.89–6.87)	7.28 $\pm$ 0.46 (6.95–7.61)	6.44 $\pm$ 0.85 (5.83–7.05)	7.02 $\pm$ 0.41 (6.72–7.31)	5.95 $\pm$ 0.74 (5.42–6.48)	5.34 $\pm$ 0.13 (5.25–5.43)	7.70 $\pm$ 0.80 (7.13–8.27)
ความยาวลำไส้	8.52 $\pm$ 1.45 (7.48–9.56)	7.43 $\pm$ 0.41 (7.08–7.77)	5.81 $\pm$ 1.17 (4.83–6.79)	8.18 $\pm$ 0.43 (7.88–8.46)	8.80 $\pm$ 0.93 (8.14–9.47)	7.26 $\pm$ 0.53 (6.88–7.64)	8.11 $\pm$ 0.32 (7.88–8.34)	6.07 $\pm$ 0.89 (5.43–6.71)	7.06 $\pm$ 0.61 (6.62–7.50)	9.32 $\pm$ 0.77 (8.77–9.87)

	น้ำตาล ไตรโอยคน้อย	น้ำตาล ไตรโอยคใหญ่	หทัยเตาดำ	น้ำตาล หิ้นดาด	น้ำตาล ผาดาด	น้ำตาล ห้วยเย่ง	บ้านท่ามะเดื่อ	น้ำตาล เกริงกระเวีย	น้ำตาล ไต่ของด่อง	น้ำตาล ตะเคียนทอง
ความยาวเรกตรัม	7.72 ± 1.39 (6.72 – 8.71)	6.89 ± 1.52 (5.62 – 8.16)	6.63 ± 1.43 (5.43 – 7.82)	7.27 ± 0.19 (7.13 – 7.41)	9.62 ± 0.75 (9.08 – 10.16)	8.06 ± 0.71 (7.55 – 8.57)	8.35 ± 0.28 (8.15 – 8.54)	7.95 ± 1.06 (7.19 – 8.71)	7.44 ± 0.75 (6.91 – 7.97)	9.64 ± 0.72 (9.13 – 10.16)
ความยาวไต	3.84 ± 0.35 (3.55 – 4.13)	4.30 ± 0.33 (4.00 – 4.60)	3.09 ± 0.74 (2.47 – 3.70)	3.95 ± 0.17 (3.79 – 4.10)	4.12 ± 0.73 (3.56 – 4.68)	4.08 ± 0.36 (3.82 – 4.33)	3.39 ± 0.34 (3.15 – 3.63)	3.28 ± 0.43 (2.98 – 3.59)	3.66 ± 0.39 (3.38 – 3.93)	4.16 ± 0.46 (3.83 – 4.48)
ความยาวท่อน้ำไขเหลว เฉลี่ย	6.84 ± 1.07 (5.72 – 7.96)	5.00 ± 0.91 (3.56 – 6.44)	4.45 ± 0.46 (3.71 – 5.19)	4.86 ± 0.55 (4.18 – 5.54)	5.90 ± 0.63 (4.90 – 6.90)	4.81 ± 1.08 (3.47 – 6.15)	4.23 ± 0.62 (3.46 – 4.99)	5.88 ± 0.22 (5.52 – 6.23)	4.64 ± 0.97 (3.43 – 5.86)	5.16 ± 0.19 (4.93 – 5.40)
ความยาวท่อน้ำไขสันหลัง เฉลี่ย	4.81 ± 1.53 (2.91 – 6.71)	4.02 ± 0.25 (3.40 – 4.63)	43.62 ± 1.03 (2.34 – 4.90)	4.80 ± 0.39 (4.31 – 5.29)	5.25 ± 0.43 (4.72 – 5.79)	4.87 ± 0.33 (4.35 – 5.40)	4.89 ± 0.89 (3.79 – 6.00)	5.06 ± 0.29 (4.70 – 5.42)	4.58 ± 0.79 (3.31 – 5.84)	5.42 ± 0.19 (5.18 – 5.66)

ตารางที่ 18 แสดงค่าความถี่อัลลีล (Allele frequencies) ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจ 10 พื้นที่ 1 : ไทรโยคน้อย, 2 : ไทรโยคใหญ่, 3 : ห้วยเต่าดำ, 4 : ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด, 5 : น้ำตกผาตาด, 6 : น้ำพุห้วยเขย่ง, 7 : ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8 : น้ำตกเกริงกระเวีย, 9 : น้ำตกไคช่องถ่อง, 10 : น้ำตกตะเคียนทอง (n = จำนวนตัวอย่าง, h = ค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีต่อยีนหนึ่งตำแหน่ง)

ยีน	จุดสำรวจ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Aldox</i>										
.32	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
n	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Est-1</i>										
.96	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
n	35	30	30	30	35	30	35	30	35	30
h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Est-2</i>										
.68	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
n	35	30	30	30	35	30	35	30	35	30
h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Est-3</i>										
.63	0.071	0.083	0.500	1.000	0.50	1.000	1.000	0.333	0.143	0.167
.54	0.929	0.914	0.500	0.0	0.50	0.0	0.0	0.667	0.857	0.833
n	35	30	30	30	35	30	35	30	35	30
h	0.132	0.158	0.500	0.0	0.500	0.0	0.0	0.444	0.245	0.278
<i>Est-4</i>										
.49	0.571	0.583	0.666		0.50	0.333	0.417	0.833	0.643	0.583
.46	0.429	0.417	0.0	Null	0.50	0.167	0.083	0.167	0.357	0.417
.44	0.0	0.0	0.334		0.0	0.500	0.500	0.0	0.0	0.0
n	35	30	30	30	35	30	35	30	35	30
h	0.490	0.486	0.445	-	0.500	0.611	0.569	0.278	0.459	0.486
<i>Est-5</i>										
.42	0.929	0.917	0.167	0.50	0.50	1.000	1.000	0.583	0.917	0.833
.35	0.071	0.083	0.833	0.50	0.50	0.0	0.0	0.417	0.083	0.167
n	35	30	30	30	35	30	35	30	35	30
h	0.132	0.152	0.278	0.500	0.500	0.0	0.0	0.486	0.152	0.278

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ตารางที่ 19 แสดงค่าจำนวนอัลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง (Mene allele per locus) และเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของยีนในสภาวะหลากหลายรูปแบบ (Percent polymorphic loci) ค่าเฮตเทอโรไซโกซิติ (heterozygosity) ทั้งค่าจริง (H_0) และค่าตามทฤษฎี (H_e) และค่าสัมประสิทธิ์ – F (F_{is}) ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

จุดสำรวจ	จำนวนอัลลีลเฉลี่ยต่อตำแหน่ง	เปอร์เซ็นต์สัดส่วนยีนในสภาวะหลากหลายรูปแบบ	ค่าเฮตเทอโรไซโกต		ค่า F_{is}
			ค่าจริง (H_0)	ค่าตามทฤษฎี (H_e)	
น้ำตกไทรโยคน้อย	1.250	0.250	0.095	0.063	-0.508
น้ำตกไทรโยคใหญ่	1.250	0.250	0.097	0.066	-0.469
ห้วยเต่าดำ	1.250	0.250	0.083	0.102	0.186
ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด	1.000	0.083	0.083	0.042	-0.976
น้ำตกผาตาด	1.250	0.250	0.250	0.125	-1.00
น้ำพุห้วยเขย่ง	1.167	0.083	0.083	0.051	-0.627
ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ	1.167	0.250	0.083	0.047	-0.766
น้ำตกเกริงกระเวีย	1.250	0.083	0.153	0.101	-0.515
น้ำตกโดของถ้อง	1.250	0.083	0.095	0.071	-0.338
น้ำตกตะเคียนทอง	1.250	0.250	0.125	0.087	-0.437
ค่าเฉลี่ย	1.208	0.183	0.115	0.0755	-0.582

ตารางที่ 20 แสดงค่าความเหมือนทางพันธุกรรม (Genetic identity, I) (ด้านบน) และค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (Genetic distance, D) (ด้านล่าง) ของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจ 10 พื้นที่ 1: ไทรโยคน้อย, 2: ไทรโยคใหญ่, 3: ห้วยเต่าดำ, 4: ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด, 5: น้ำตกผาตาด, 6: น้ำพุห้วยเขย่ง, 7: ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8: น้ำตกเกริงกระเวีย, 9: น้ำตกใต้ช่องถ้อง, 10: น้ำตกตะเคียนทอง

จุดสำรวจ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	0.999959	0.644431	0.788739	0.874229	0.906736	0.817923	0.886110	0.909745	0.908328
2	0.000399	-	0.646966	0.791336	0.875744	0.908626	0.819823	0.887785	0.90988	0.908559
3	0.439390	0.435461	-	0.65/046	0.689351	0.636883	0.730851	0.788151	0.743749	0.751514
4	0.237330	0.234033	0.418480	-	0.952381	0.868741	0.867144	0.829804	0.799022	0.808019
5	0.134413	0.132681	0.372005	0.048791	-	0.845879	0.844324	0.892466	0.878248	0.885680
6	0.097904	0.095811	0.451169	0.140710	0.167379	-	0.911739	0.831792	0.828524	0.829273
7	0.200987	0.198667	0.313546	0.142550	0.169219	0.092401	-	0.925357	0.917732	0.918347
8	0.120914	0.119026	0.238066	0.186566	0.113767	0.184173	0.077597	-	0.983373	0.986000
9	0.094591	0.094443	0.296052	0.224369	0.129827	0.188110	0.085850	0.016767	-	0.999019
10	0.096149	0.095898	0.285665	0.213170	0.121399	0.187206	0.085180	0.014099	0.000981	-

ตารางที่ 21 แสดงระยะทางการเคลื่อนที่และน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนมาตรฐาน และแถบโปรตีนของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

แถบโปรตีน	ระยะทาง (มม.)	ระยะทางการเคลื่อนที่	น้ำหนักโมเลกุล
โปรตีนมาตรฐาน			
Albumin, Bovine Serum	4.1	0.465	132,000
	6.4	0.787	66,000
Albumin, Chicken Egg	6.4	0.787	66,000
	7.1	0.807	45,000
โปรตีนหอยน้ำจืด			
1	0.5	0.057	253,128
2	0.7	0.079	229,456
3	1.0	0.125	217,854
4	1.4	0.159	209,087
5	1.6	0.181	203,415
6	2.0	0.227	191,813
7	2.4	0.272	180,469
8	2.6	0.295	174,794
9	3.4	0.386	152,109
10	3.9	0.443	137,671
11	4.9	0.557	108,797
12	5.3	0.602	97,453
13	5.8	0.659	83,023
14	6.4	0.727	66,000
15	7.9	0.806	45,000
16	8.2	0.932	37,965
17	8.6	0.977	35,435

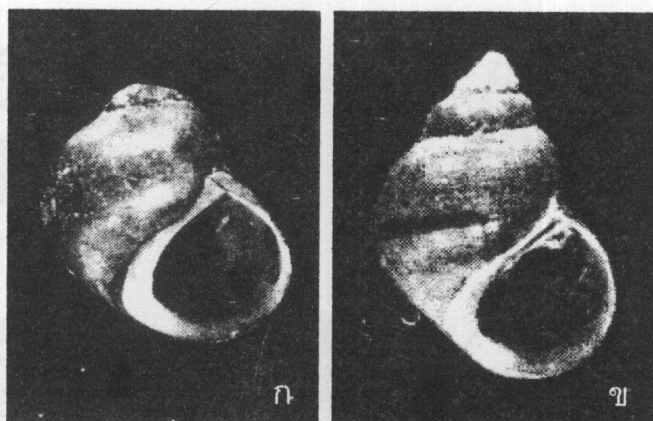
ตารางที่ 22 แสดงลักษณะของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ทั้ง 10 พื้นที่ ที่แตกต่างกัน 20
 ลักษณะ 1 : ไทรโยคน้อย, 2 : ไทรโยคใหญ่, 3 : ห้วยเต่าดำ, 4 : ลำธารข้างบ่อน้ำ
 พูล้อนหินดาต 5 : น้ำตกผาตาด, 6 : น้ำพุห้วยเขย่ง, 7 : ลำธารป่าชุมชนบ้านท่า
 มะเดื่อ, 8 : น้ำตกเกริงกระเวีย 9 : น้ำตกไคช่องถ้อง, 10 : น้ำตกตะเคียนทอง

ลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ลักษณะเปลือกเป็นกรวยรูปไข่ (0), รูปกรวยกลม (1)	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1
ปลายยอดไม่ตัด (0), ปลายยอดตัด (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ผิวเปลือกมี spiral line (0), ผิวเปลือกเรียบ (1)	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
ซุเซอร์เป็นร่องลึก (0), ซุเซอร์ไม่เป็นร่องลึก (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ขอบปากเปลือกด้านในแคบ (0), ขอบด้านในกว้าง (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
มุมสไปร์ < 70 (0), มุมสไปร์ > 70 (1)	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1
สไปร์เวิร์ลสูง (0), สไปร์เวิร์ลต่ำ (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
พื้นข้างมีหยักตรงกลางแคบ (0), หยักกลางกว้าง (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
หยักพื้นริมละเอียดมี < 20 (0), หยักพื้นมี > 20 (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
หยักพื้นริมหายามี < 8 (0), หยักพื้นมี > 8 (1)	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
หยักพื้นกลางมี < 5 (0), หยักพื้นกลางมี > 5 (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
แทนเทเคิลมีลายเป็นข้อปล้อง (0), ไม่มีลาย (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
รอบตาไม่มีวงค์วัดฤ (0), รอบตามีวงค์วัดฤ (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ปรากฏอัลลิล <i>Lap-2</i> ^{.38} (0), อัลลิล <i>Lap-2</i> ^{.43} (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ปรากฏอัลลิล <i>Ldh</i> ^{.92} (0), อัลลิล <i>Ldh</i> ^{.85} (1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ปรากฏอัลลิล <i>Mdh-1</i> ^{.82} (0), อัลลิล <i>Mdh-1</i> ^{.90} (1)	0	0	1	?	?	0	1	1	1	1
ไม่ปรากฏอัลลิล <i>Mdh-2</i> (0), ปรากฏอัลลิล <i>Mdh-2</i> ^{.77} (1)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
ยีน <i>Est-3</i> เป็นเฮตเทอโรไซโกต (0), เป็นโฮโมไซโกต (1)	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
ยีน <i>Est-4</i> เป็นเฮตเทอโรไซโกต (0), เป็นโฮโมไซโกต (1)	1	1	1	?	1	0	0	1	1	1
ยีน <i>Est-5</i> เป็นเฮตเทอโรไซโกต (0), เป็นโฮโมไซโกต (1)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

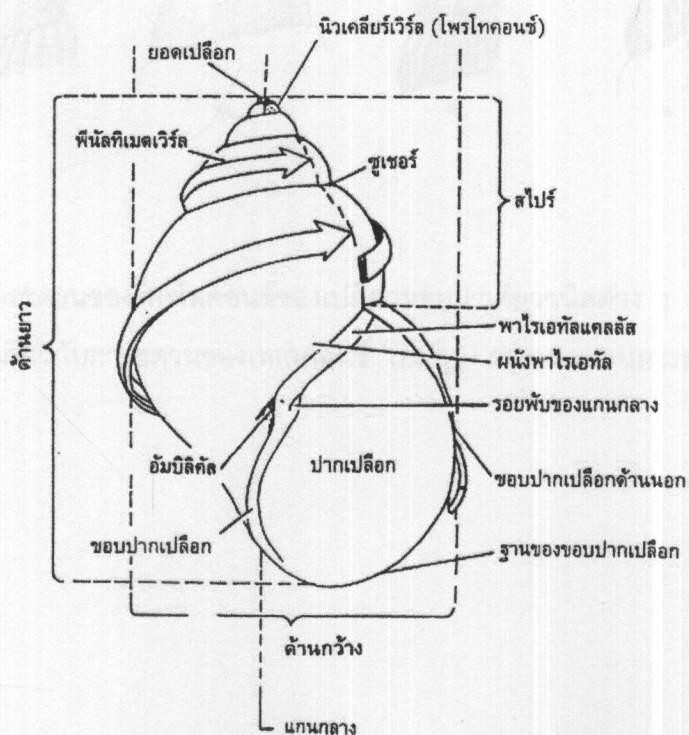
ตารางที่ 23 แสดงจำนวนลักษณะของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่แตกต่างกัน (Total character differences) (ด้านล่าง) และค่าเฉลี่ยของจำนวนลักษณะที่แตกต่างกัน (Mean character differences) (ด้านบน) 1: ไทรโยคน้อย, 2: ไทรโยคใหญ่, 3: ห้วยเต๋าดำ, 4: ลำธารข้างปอ น้ำพุร้อนหินดาด, 5: น้ำตกผาตาด, 6: น้ำพุห้วยเขย่ง, 7: ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8: น้ำตกเกริงกระเวีย, 9: น้ำตกไคช่องถ้อง, 10: น้ำตกตะเคียนทอง

จุดสำรวจ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	0.10000	0.70000	0.15667	0.10526	0.35000	0.20000	0.20000	0.20000	0.20000
2	2	-	0.60000	0.27778	0.21053	0.25000	0.30000	0.10000	0.10000	0.10000
3	14	12	-	0.77778	0.78947	0.85000	0.80000	0.60000	0.60000	0.60000
4	3	5	14	-	0.16667	0.38889	0.16667	0.33333	0.33333	0.33333
5	2	4	15	3	-	0.36842	0.26316	0.15789	0.15789	0.15789
6	7	5	17	7	7	-	0.25000	0.25000	0.25000	0.25000
7	4	6	16	3	5	5	-	0.30000	0.30000	0.30000
8	4	2	12	6	3	5	6	-	0.00000	0.00000
9	4	2	12	6	3	5	6	0	-	0.00000
10	4	2	12	6	3	5	6	0	0	-

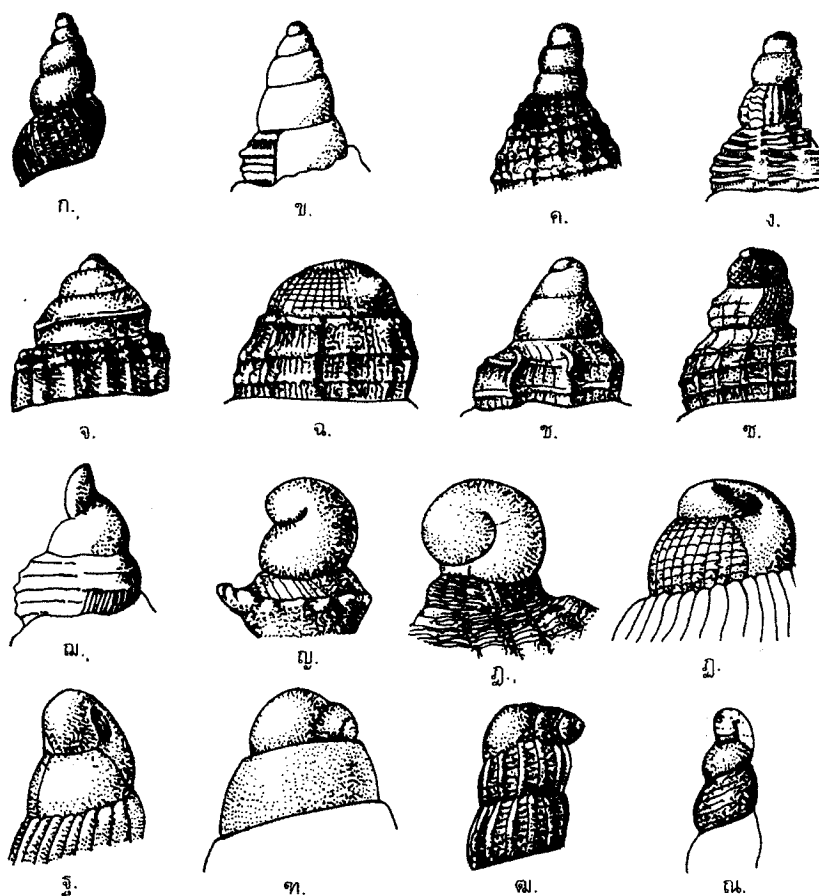
ภาคผนวก ข
ภาพประกอบการวิจัย



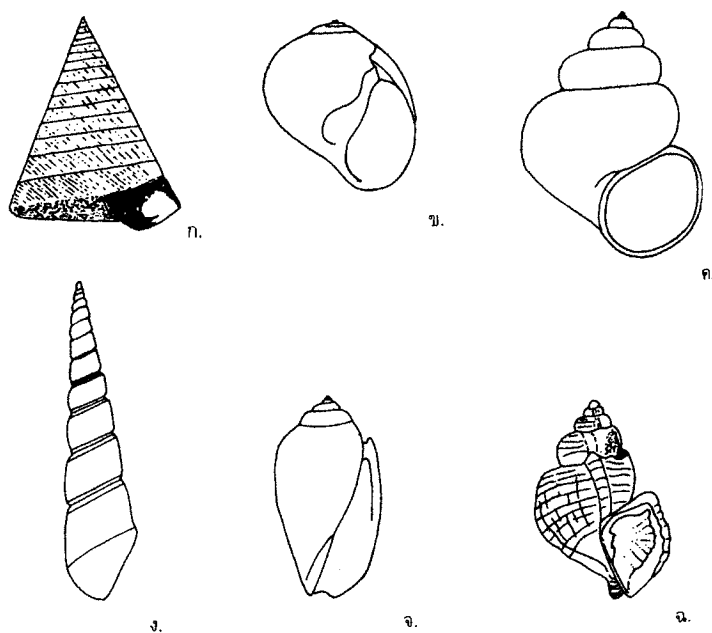
รูปที่ 1 แสดงภาพเปลือกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. (ก) *Paludomus petrosus* (ข) *Paludomus siamensis* (Brandth, 1974)



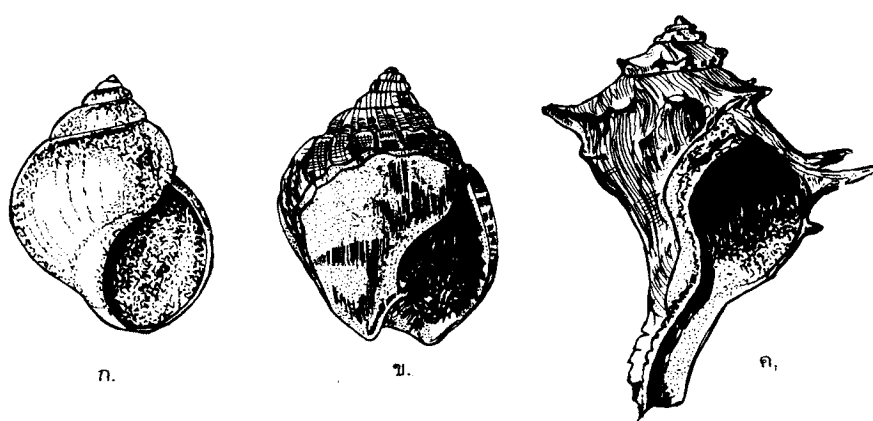
รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างต่าง ๆ ของเปลือกหอยฝาดเดียว (สุชาติ, 2538)



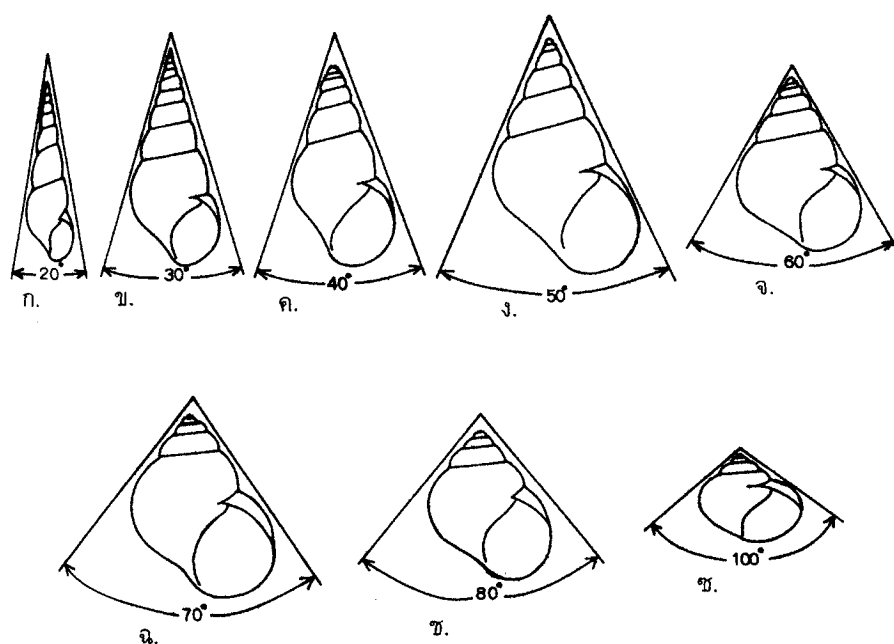
รูปที่ 3 ลักษณะการขดวนของไฟโรโตคอนซ์ของเปลือกหอยฝาเดียวชนิดต่าง ๆ (ก-ซ) การขดวนในระนาบเดียวกับการขดวนของเทเลคอนซ์ (ฅ-ญ) การขดวนคนละระนาบกัน (ฎ-ฐ, ฒ)



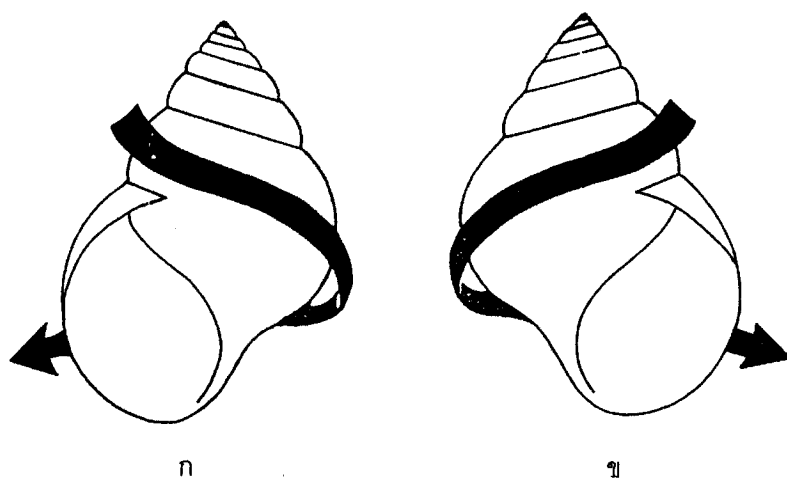
รูปที่ 4 ลักษณะของหอยเชอร์รี่ในหอยฝาเดียวแบบต่าง ๆ (ก) หอยเชอร์รี่แบบพลัซ (ข) หอยเชอร์รี่แบบแอตเพรสต์ (ค) หอยเชอร์รี่แบบลิค (ง) หอยเชอร์รี่แบบเป็นร่อง (จ, ฉ) หอยเชอร์รี่แบบเป็นร่องยาวและลิค (สุชาติ, 2538)



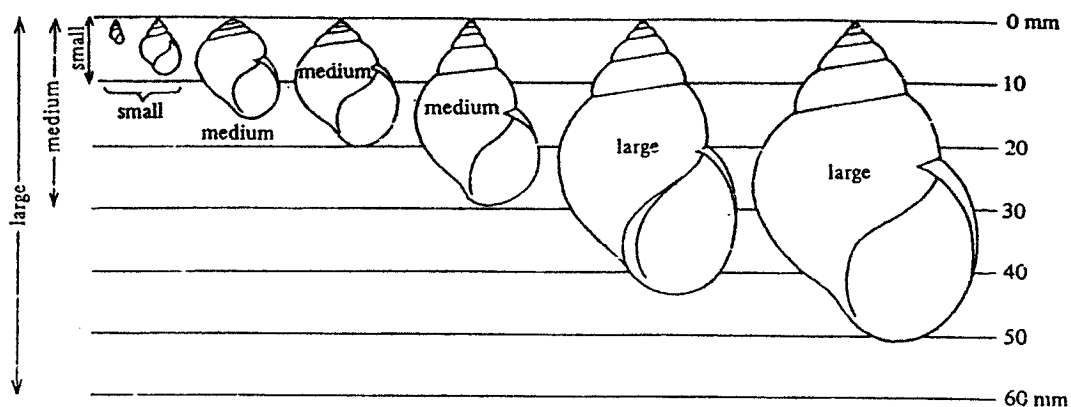
รูปที่ 5 เปลือกหอยฝาเดียวลักษณะต่าง ๆ (ก) ลักษณะไฮโลสโตมาทิส (ข, ค) ลักษณะไซโฟโนสโตมาทิส



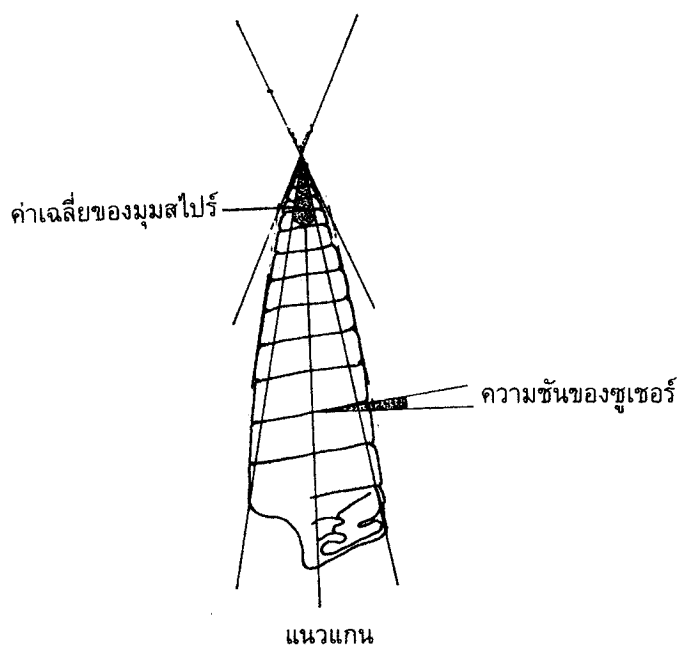
รูปที่ 6 แสดงเปลือกหอยรูปทรงกรวยแบบต่าง ๆ พิจารณาจากขนาดของมุมสไปร์ (ก, ข) รูปกรวยยาว (ค-จ) รูปกรวยรูปไข่ (ฉ, ช) รูปกรวยกลม (ซ) รูปกรวยเตี้ย (สุชาติ, 2538)



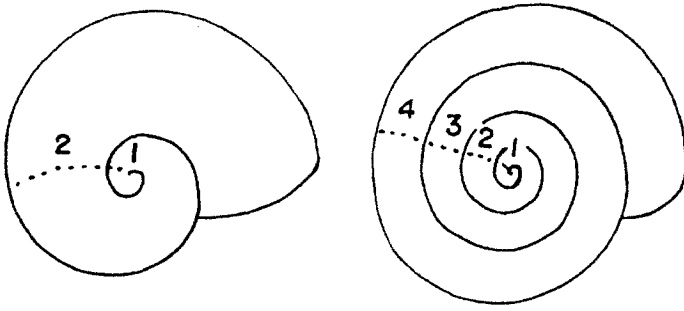
รูปที่ 7 แสดงลักษณะการขดวนของเปลือกหอยรูปทรงกรวย (ก) แบบซินิสทรัล หรือวนซ้าย (ข) แบบเดกซ์ทรัล หรือวนขวา (สุชาติ, 2538)



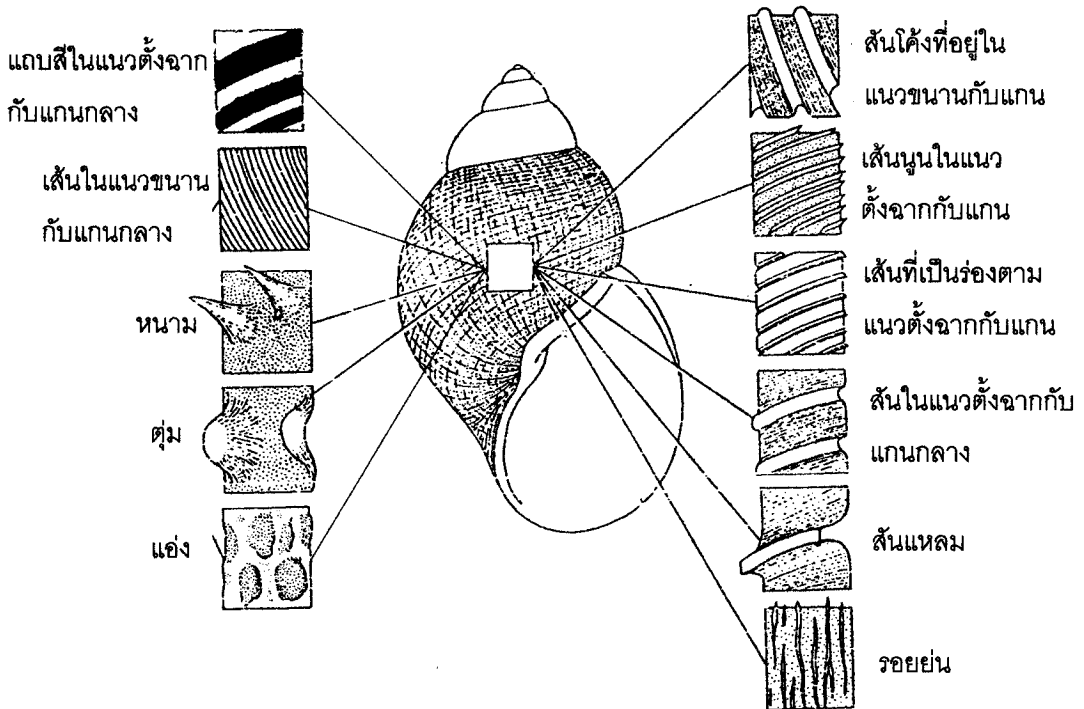
รูปที่ 8 แสดงการจำแนกเปลือกหอยที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ขนาดเล็กมาก (<2 มิลลิเมตร) ขนาดเล็ก (2-10 มิลลิเมตร) ขนาดกลาง (11-30 มิลลิเมตร) ขนาดใหญ่ (>30 มิลลิเมตร)



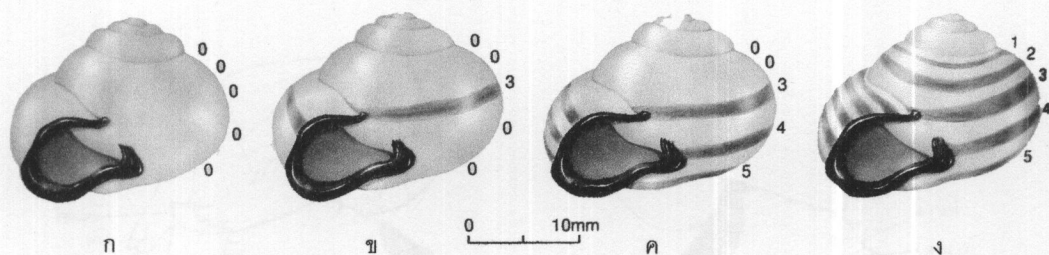
รูปที่ 9 แสดงการวัดมุมสไปร์ ในหอยทรงกรวยที่มีการชดวนอย่างปกติ (สุชาติ, 2538)



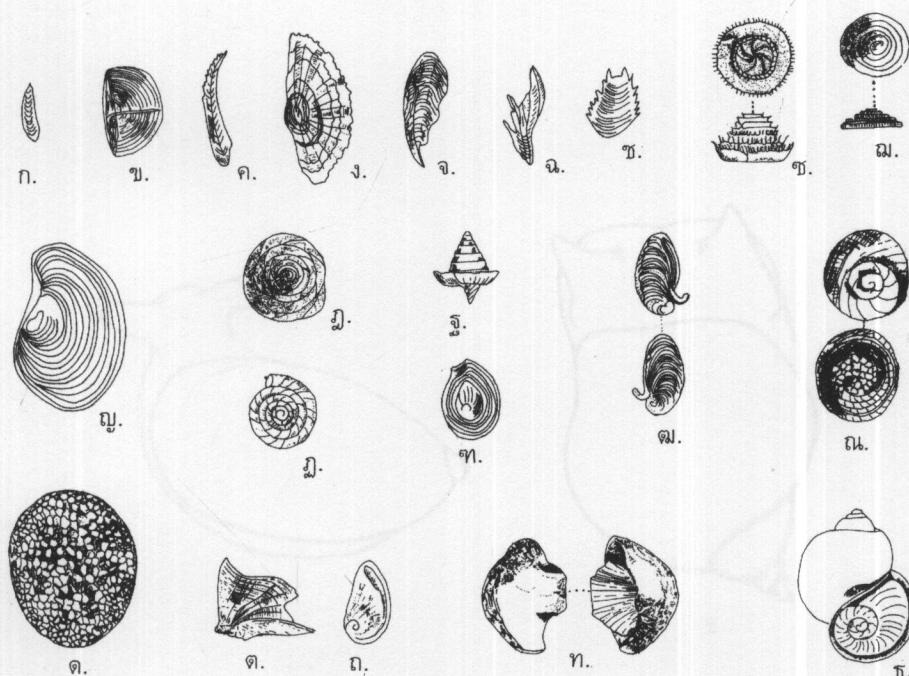
รูปที่ 10 แสดงลักษณะการนับจำนวนเวิร์ล (whorl) (สุชาติ, 2538)



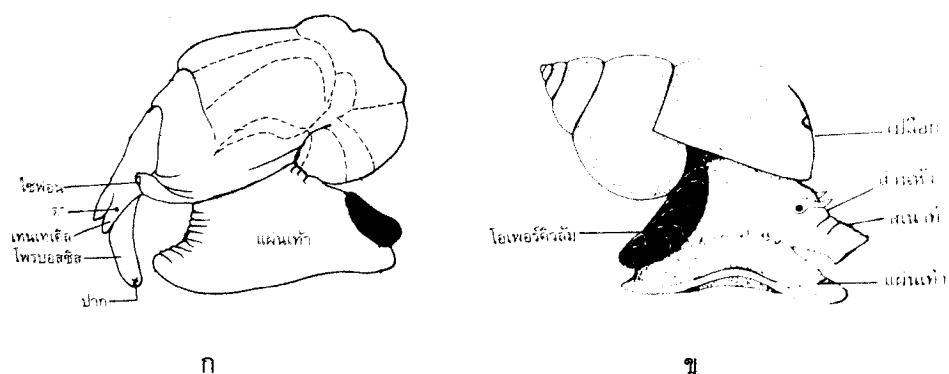
รูปที่ 11 แสดงลักษณะลวดลายแบบต่าง ๆ บนเปลือกหอย



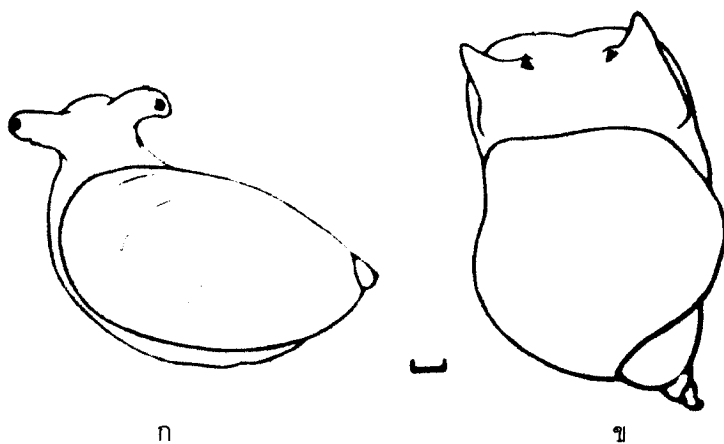
รูปที่ 12 แสดงลักษณะลายเปลือกหอยที่เป็นแถบสีในแนวการขดวนของเปลือกหอย (ก) เปลือกหอยที่ไม่มีลายแถบสี (ข) เปลือกหอยมีลายแถบสี 1 แถบ ตรงกลางเปลือก (ค) เปลือกหอยมีลายแถบสี 3 แถบ (ง) เปลือกหอยมีลายแถบสีจำนวน 5 แถบ (Weaver and Hendrick, 1991)



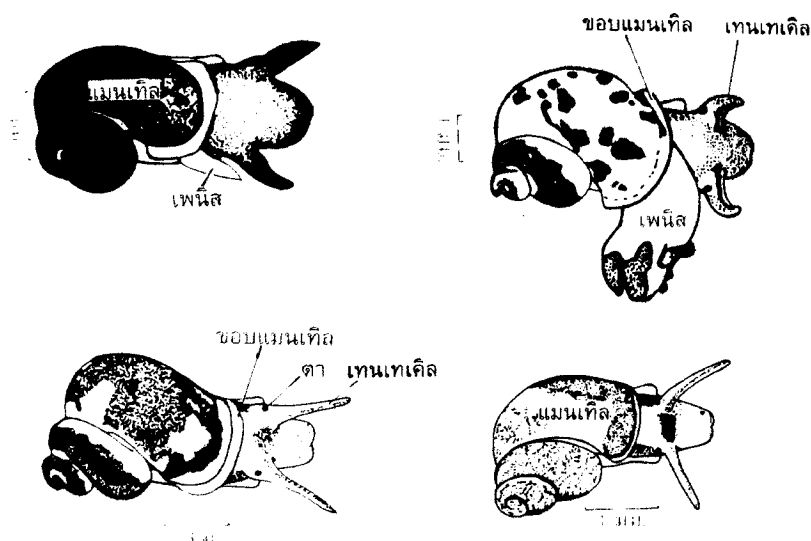
รูปที่ 13 แสดงลักษณะฝาปิดปากเปลือก (operculum) (ก-ท) แสดงฝาปิดปากเปลือกแบบต่างๆ (ธ) แสดงหอยแบบเดิร์ททรีลที่มีฝาปิดปากเปลือกแบบสไปรัลที่วนทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (สุชาติ, 2538)



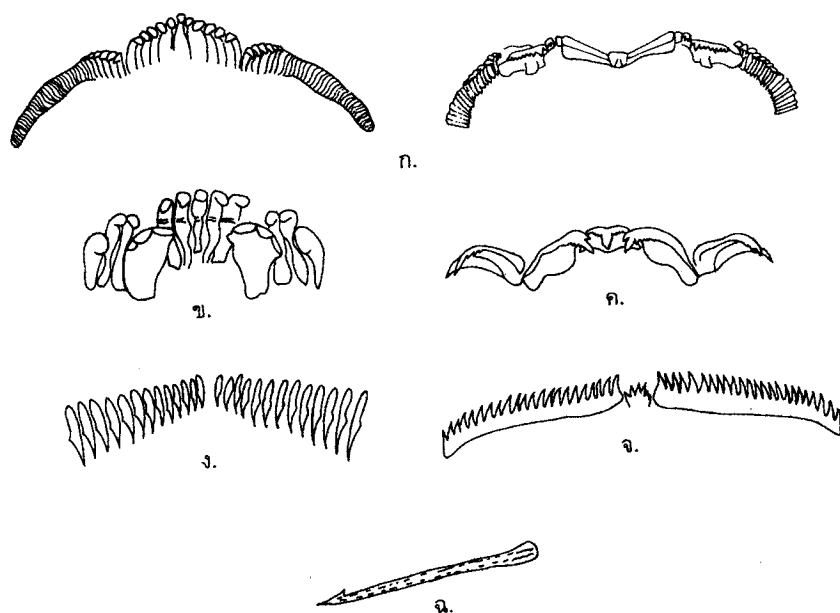
รูปที่ 14 แสดงลักษณะส่วนหัวของหอย (ก) ส่วนหัวของหอยที่ยื่นยาวเรียวยาวออกมาเรียกว่าโพรบอสซิส (proboscis) (ข) ส่วนหัวหอยที่ยื่นออกไปเล็กน้อยทำให้เห็นเป็นลักษณะอ้วนสั้นเรียกว่า สแนท์ (snout)



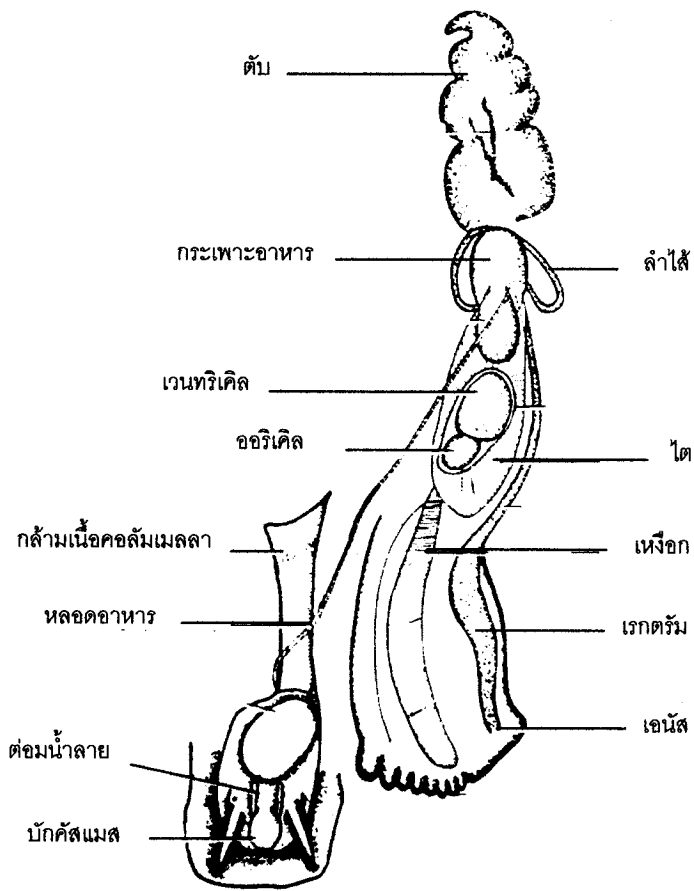
รูปที่ 15 แสดงตำแหน่งตาที่บริเวณเทนเทเคิล (ก) ตำแหน่งตาอยู่ที่ปลายเทนเทเคิล (ข) ตำแหน่งตาอยู่ที่โคนเทนเทเคิล (Brown, 1980)



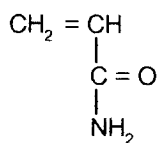
รูปที่ 16 แสดงลวดลายต่างๆ บนลำตัวหอยที่เอาเปลือกออก และแสดงตำแหน่งไวรัจหรือเพนนิส ที่บริเวณคอด้านบนของหอยเพศผู้ (สุชาติ, 2538)



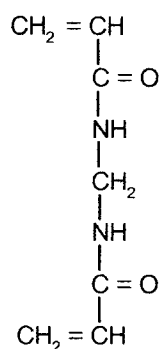
รูปที่ 17 แสดงฟันชนิดต่างๆ (ก) แบบไรฟิโดกลอสซา (ข) แบบไดโคกลอสซา (ค) แบบทีนิโอกลอสซา (ง) แบบทีโนกลอสซา (จ) แบบราคิกกลอสซา (ฉ) แบบโทโซกลอสซา (สุชาติ, 2538)



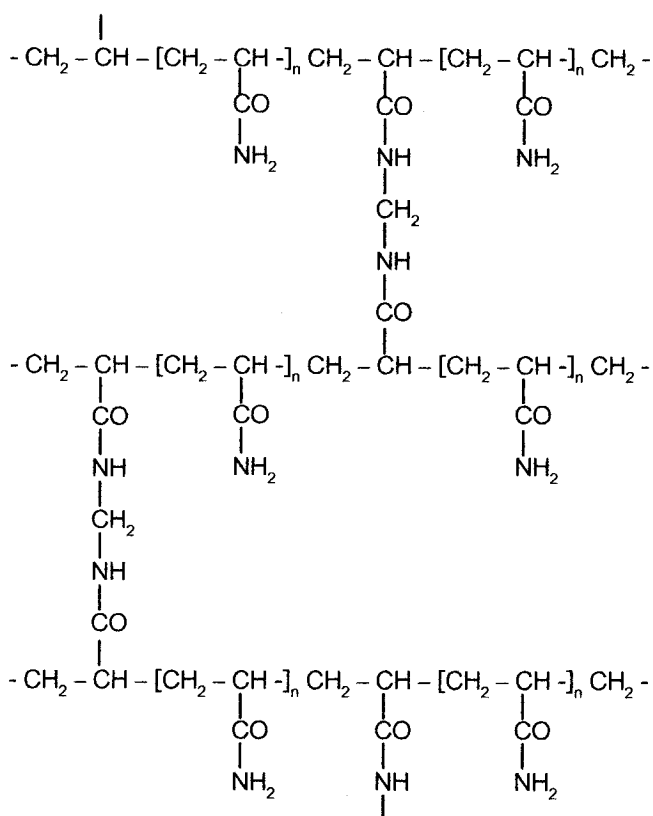
รูปที่ 18 แสดงอวัยวะภายในต่าง ๆ ของหอย ในระบบทางเดินอาหาร ระบบลำเลียง และระบบหายใจ (Malek and Cheng, 1974)



Acrylamide

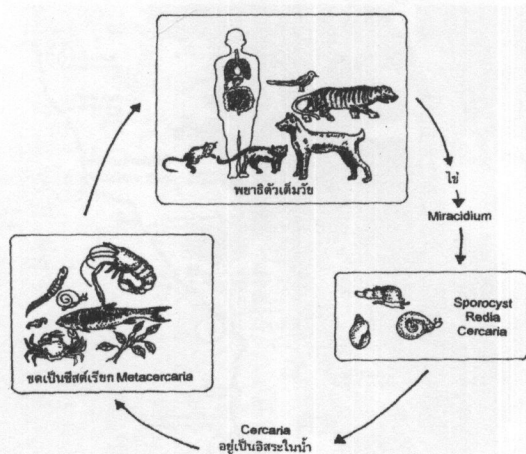


N,N'-methylene bisacrylamide

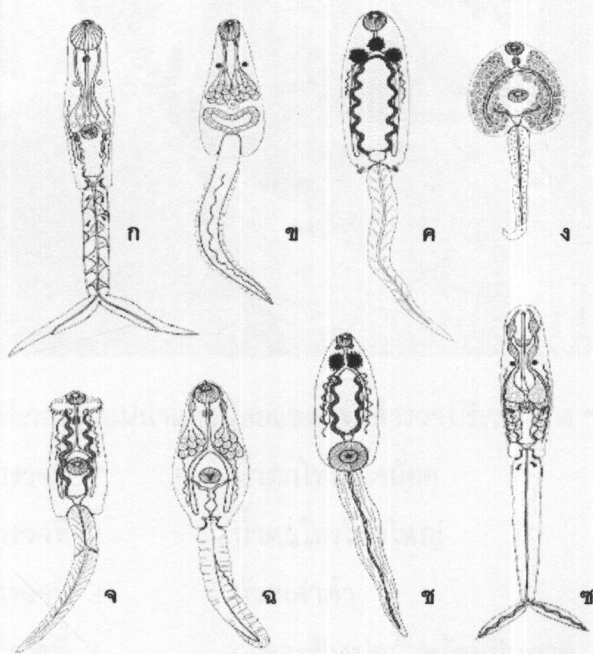


Polyacrylamide gel

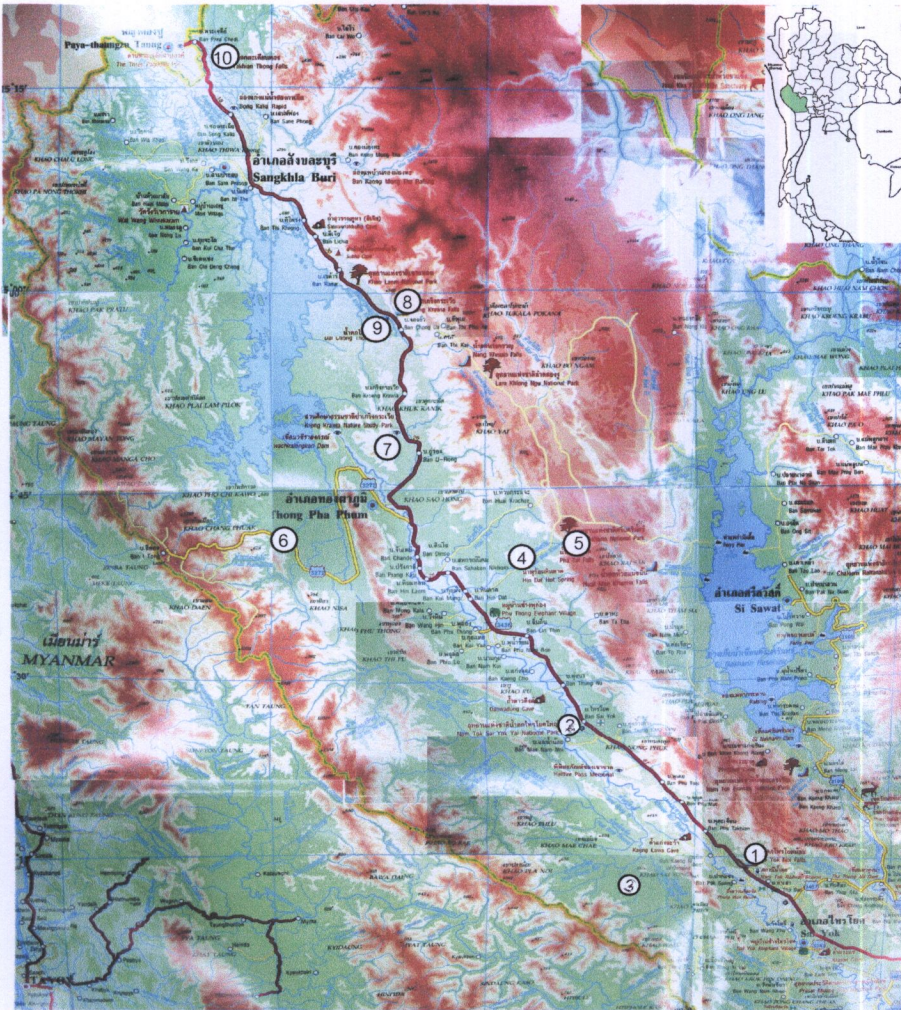
รูปที่ 19 แสดงโครงสร้างทางเคมีของอะครีลาไมด์ บิสอะครีลาไมด์ และพอลิอะครีลาไมด์เจล (สุรินทร์, 2545)



รูปที่ 20 แสดงวงจรชีวิตของพยาธิใบไม้ (กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2541)

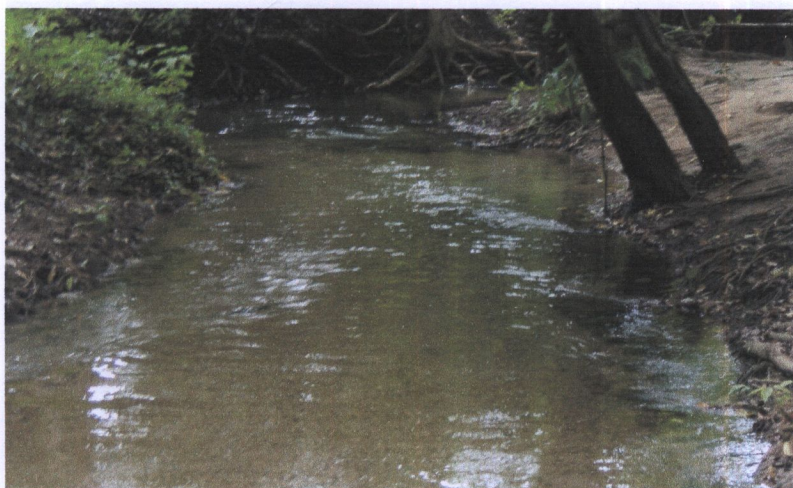


รูปที่ 21 แสดงรูปร่างลักษณะตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรีย (ก) Longifurcate cercariae (ข) Pleurolophocercous cercariae (ค) Monostome cercariae (ง) Gymnocephalous cercariae (จ) Echinostome cercariae (ฉ) Xiphidiocercariae (ช) Amphistome cercariae (ซ) Brevifurcate cercariae (Schell, 1962)



รูปที่ 22 ภาพแผนที่บริเวณลุ่มแม่น้ำแควน้อยแสดงจุดสำรวจบริเวณต่าง ๆ ที่กำหนดไว้

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| จุดสำรวจที่ 1 | น้ำตกไทรโยคน้อย |
| จุดสำรวจที่ 2 | น้ำตกไทรโยคใหญ่ |
| จุดสำรวจที่ 3 | ห้วยเต่าดำ |
| จุดสำรวจที่ 4 | ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด |
| จุดสำรวจที่ 5 | น้ำตกผาดาด |
| จุดสำรวจที่ 6 | น้ำพุห้วยเขย่ง |
| จุดสำรวจที่ 7 | ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ |
| จุดสำรวจที่ 8 | น้ำตกเกริงกระเวีย |
| จุดสำรวจที่ 9 | น้ำตกไคช่องถ้อง |
| จุดสำรวจที่ 10 | น้ำตกตะเคียนทอง |



รูปที่ 23 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกไทรโยคน้อย อ. ไทรโยค จ. กาญจนบุรี



รูปที่ 24 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกไทรโยคใหญ่ อ. ไทรโยค จ. กาญจนบุรี



รูปที่ 25 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณห้วยเต่าดำ อ. ไทรโยค จ. กาญจนบุรี



รูปที่ 26 แสดงสภาพแวดล้อมลำธารบริเวณบ่อน้ำพุร้อนหินดาด อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี



รูปที่ 27 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกผาดาด อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี



รูปที่ 28 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำพุห้วยเขย่ง อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี



รูปที่ 29 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี



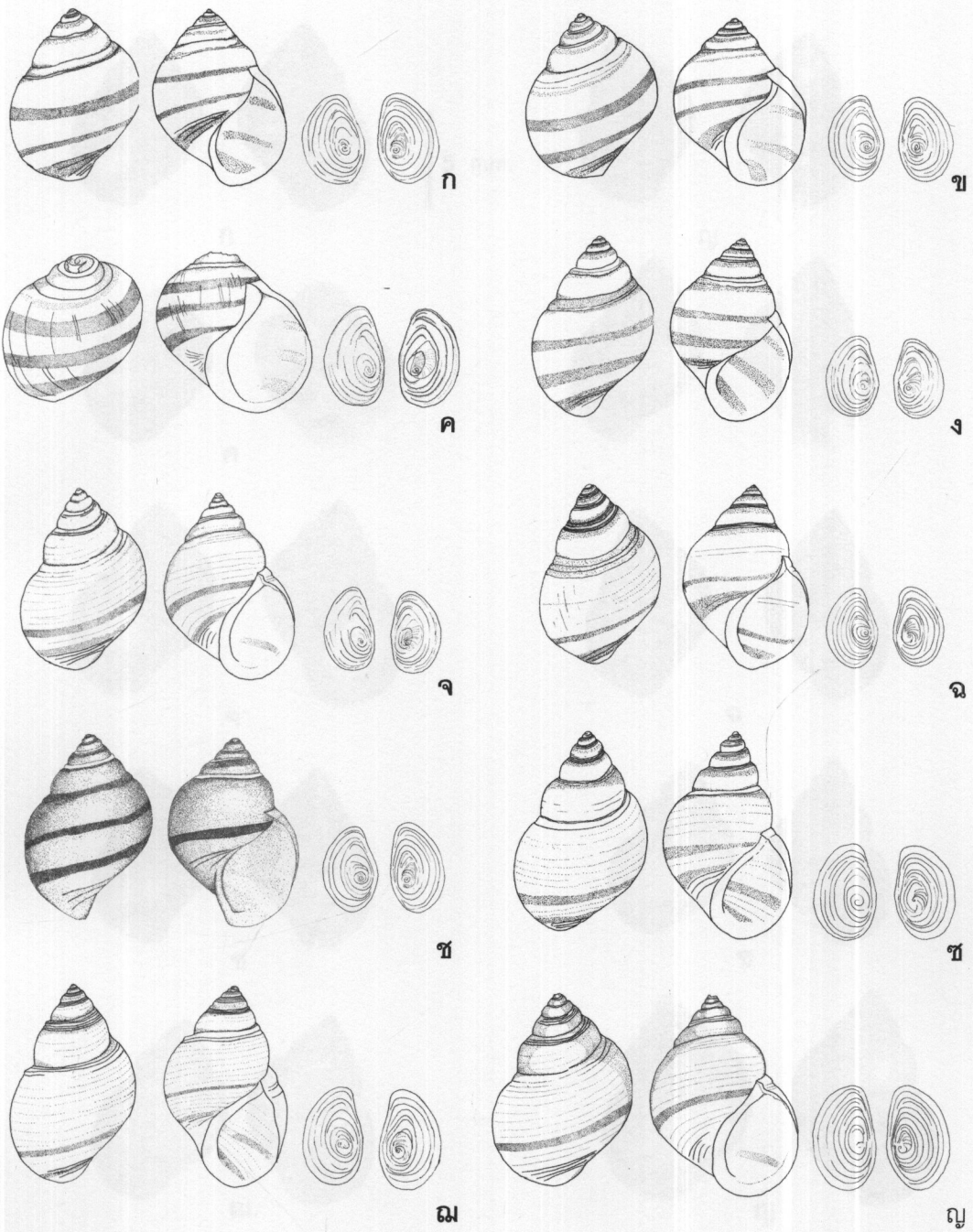
รูปที่ 30 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกเกริงกระเวีย อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี



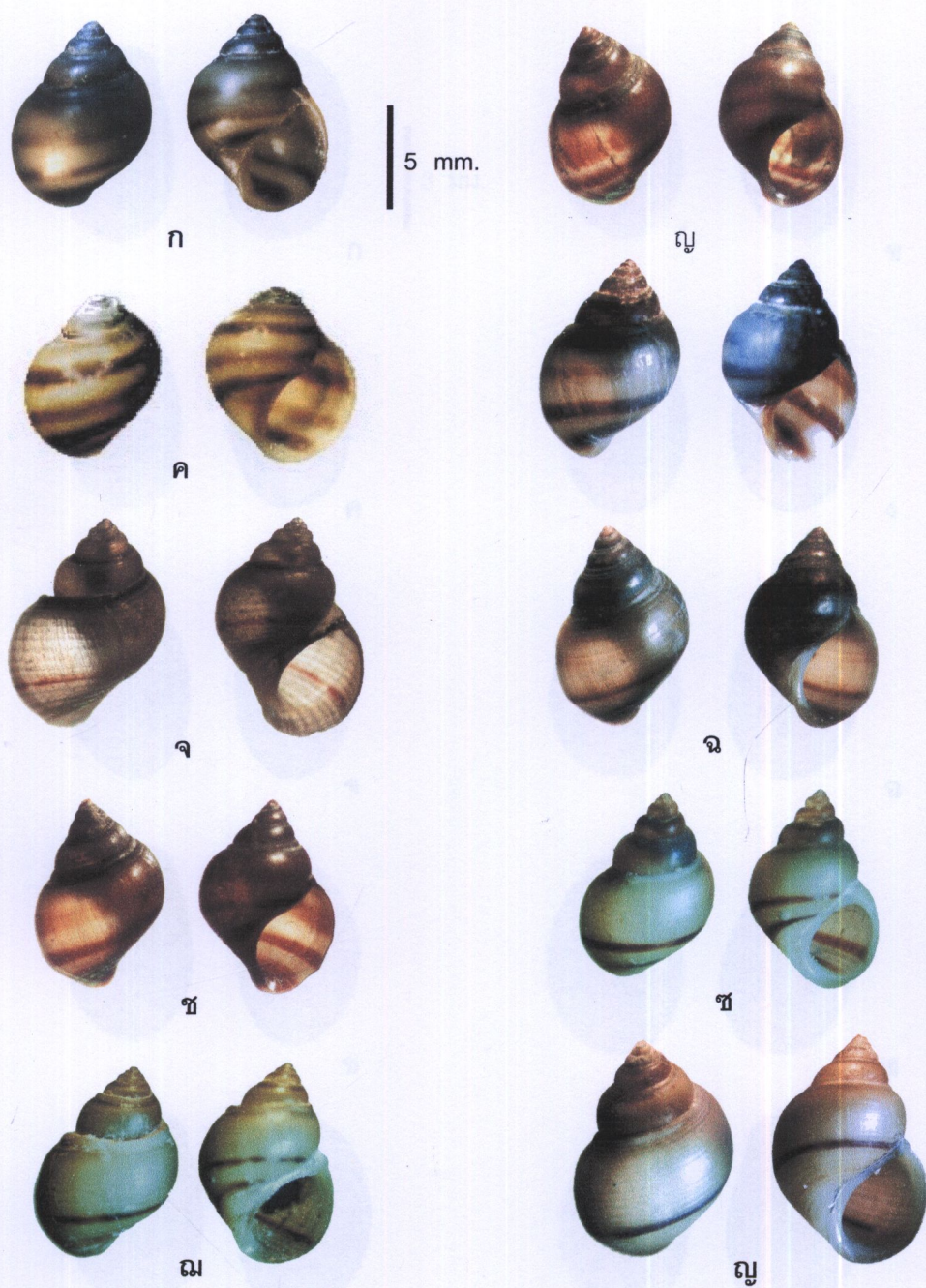
รูปที่ 31 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกไคซังถ่อง อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี



รูปที่ 32 แสดงสภาพแวดล้อมบริเวณน้ำตกตะเคียนทอง อ. สังขละบุรี จ. กาญจนบุรี



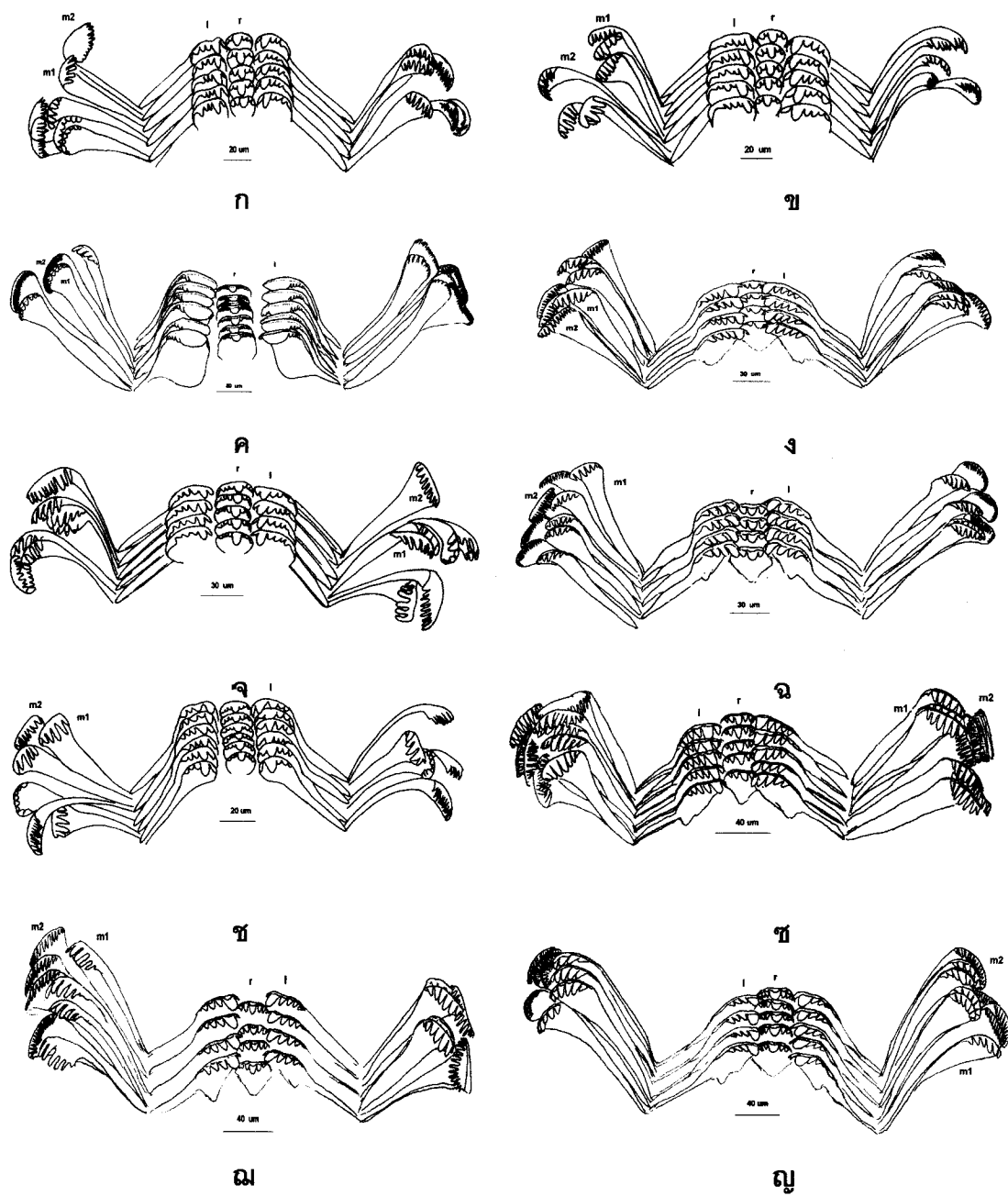
รูปที่ 33 แสดงภาพวาดเปลือกและฝาปิดปากเปลือกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไทรโยคน้อย (ข) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาดาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ซ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ฅ) น้ำตกไคช่องถ่อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง



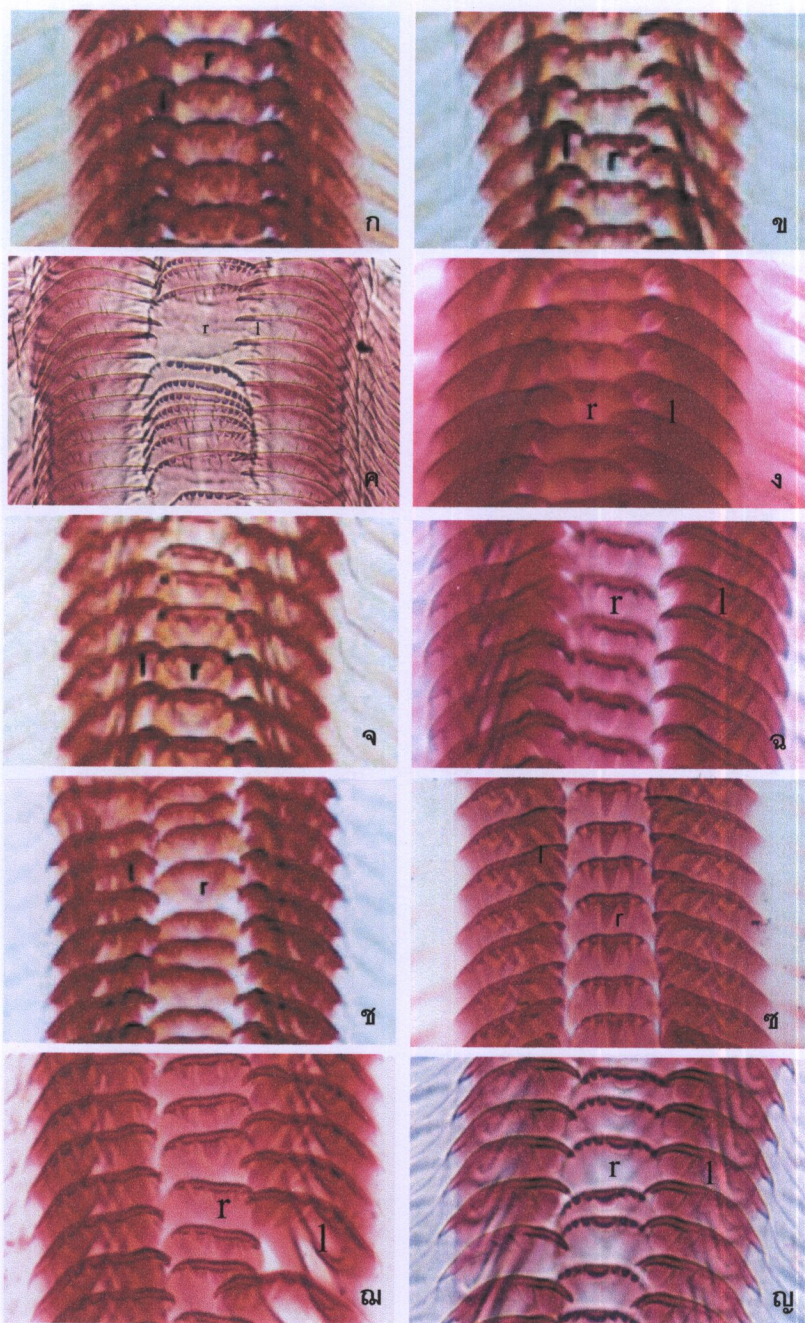
รูปที่ 34 แสดงเปลือกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไทรโยคน้อย (ข) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต๋าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาตาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ซ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ณ) น้ำตกไคช่องถ้อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง



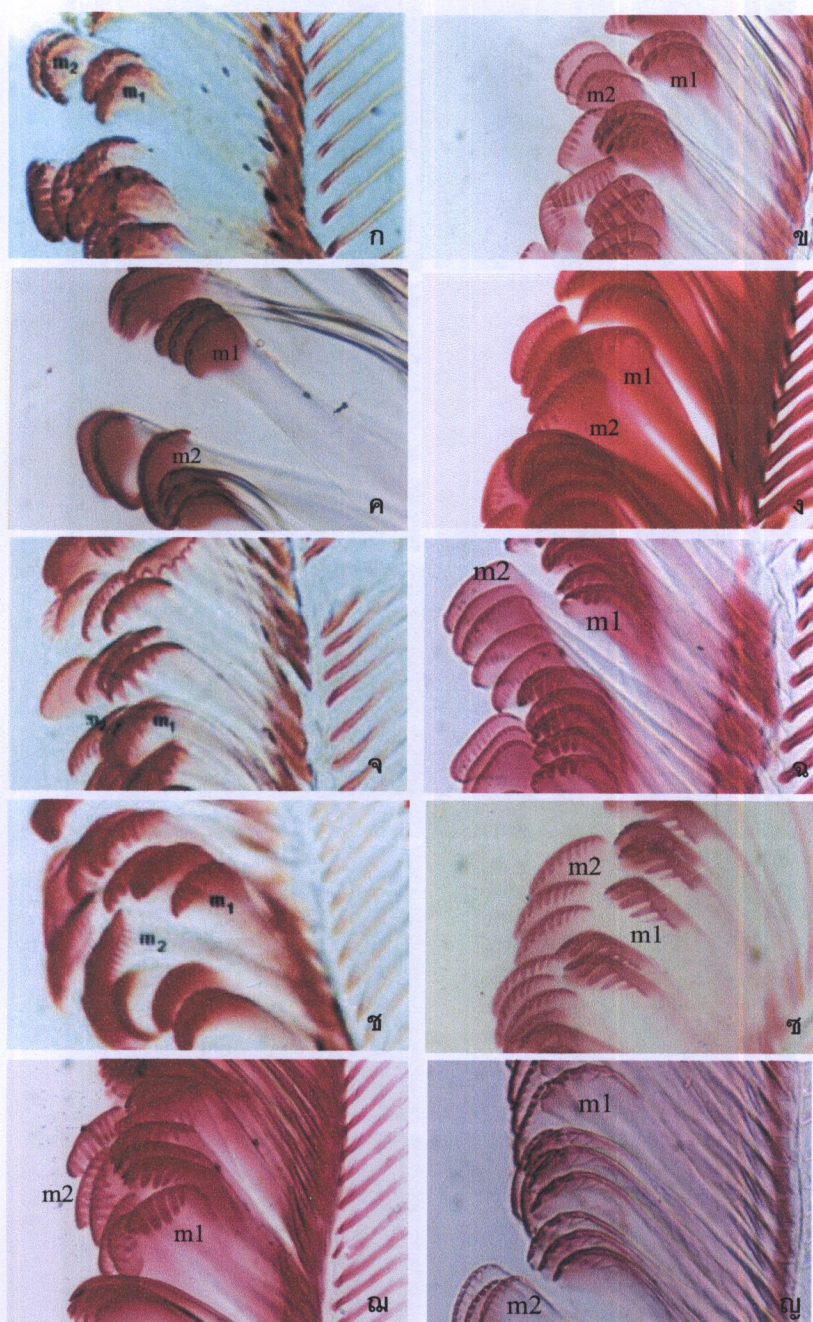
รูปที่ 35 แสดงฝาปิดปากเปลือกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่
 (ก) น้ำตกไทรโยคน้อย (ข) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำ
 พุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาดาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารป่าชุมชนบ้านท่า
 มะเดื่อ (ฌ) น้ำตกเกริง กระเวีย (ญ) น้ำตกไผ่ช่องถ้อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง



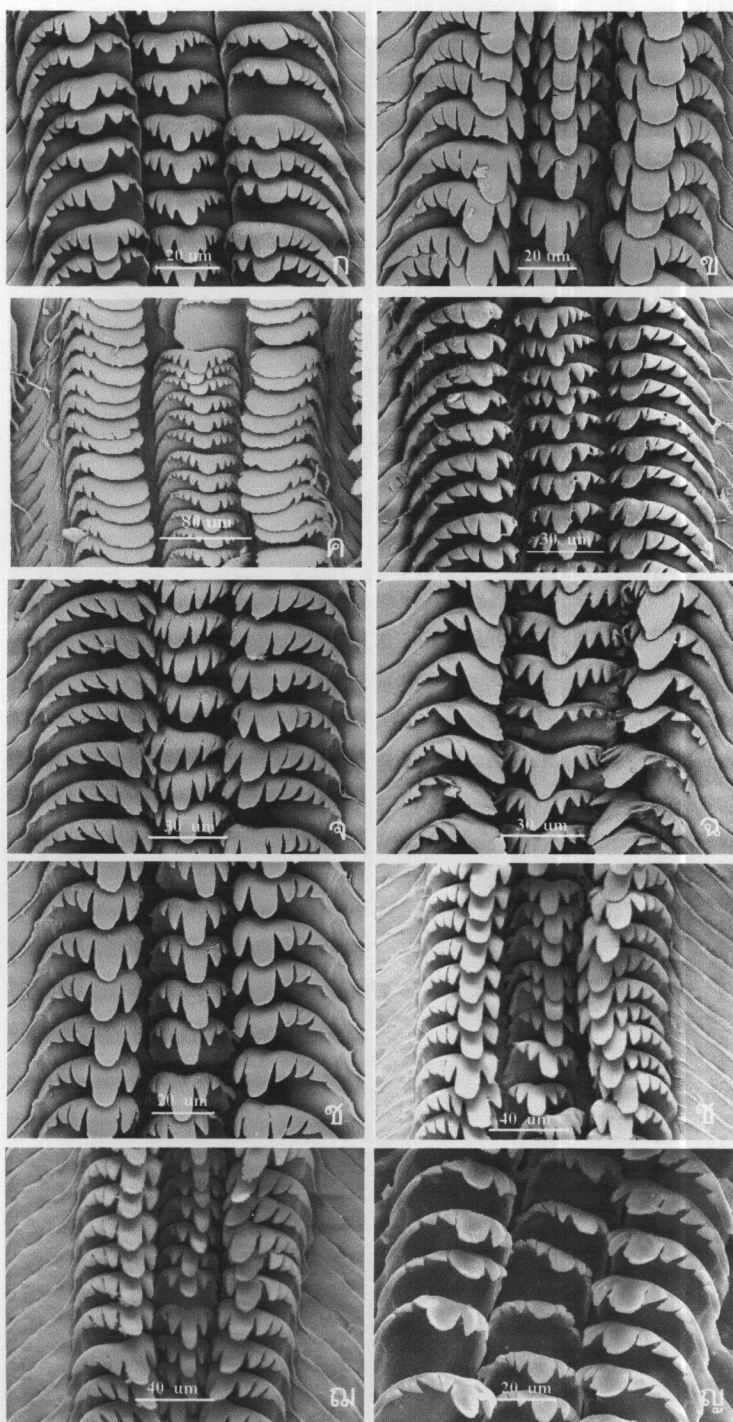
รูปที่ 36 ภาพวาดแสดงฟันกลางและฟันข้างของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไทรโยคน้อย (ข) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาตาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ซ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ฌ) น้ำตกไคช่องถ้อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง (r = rachis, ฟันกลาง, l = lateral, ฟันข้าง, m = marginal, ฟันริม)



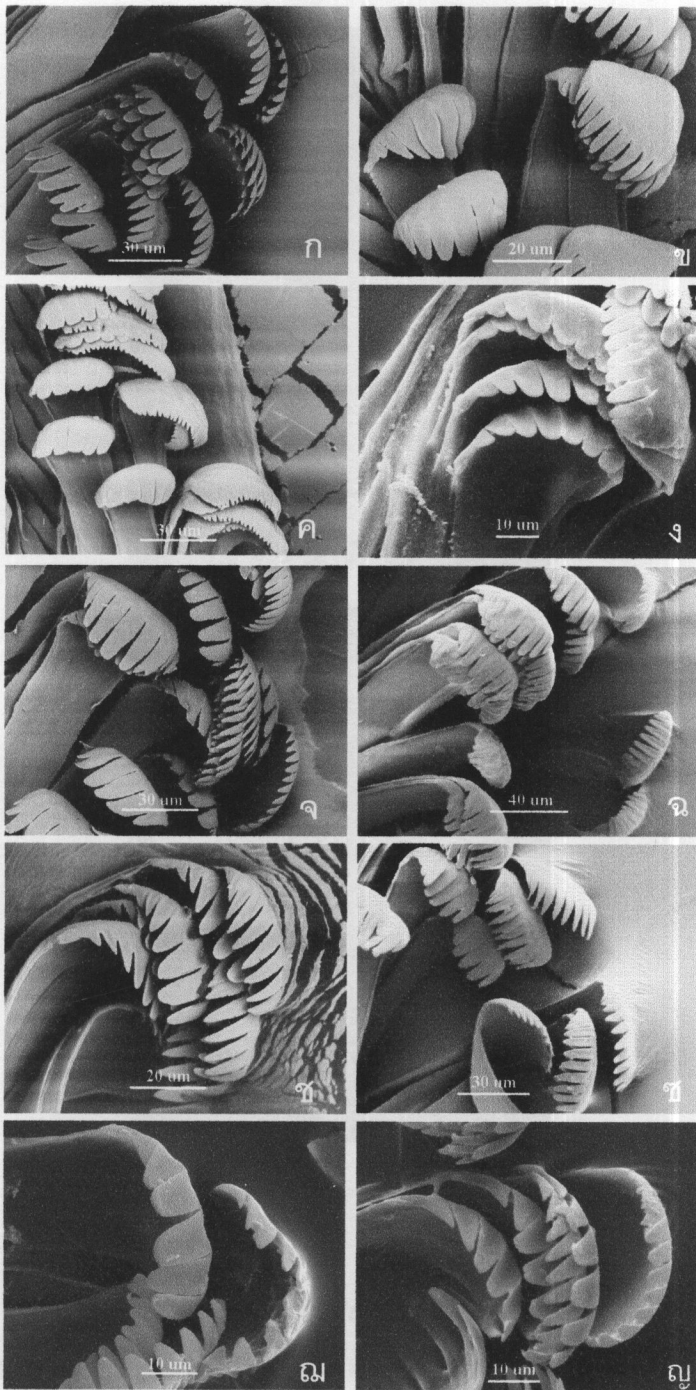
รูปที่ 37 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดาแสดงพื้นกลางและพื้นข้างของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไทรโยคน้อย (ข) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาตาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ซ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ฅ) น้ำตกไคช่องถ้อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง (r = rachis, พื้นกลาง, l = lateral, พื้นข้าง)



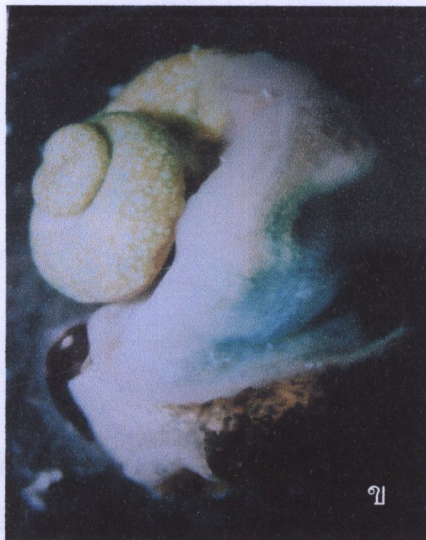
รูปที่ 38 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดธรรมดาแสดงพื้นริมของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไทรโยคน้อย (ข) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาดาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ซ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ฌ) น้ำตกไทรช่องถ้อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง (m1= inner marginal, พื้นริมหายาบ; m2= outer marginal, พื้นริมละเียด)



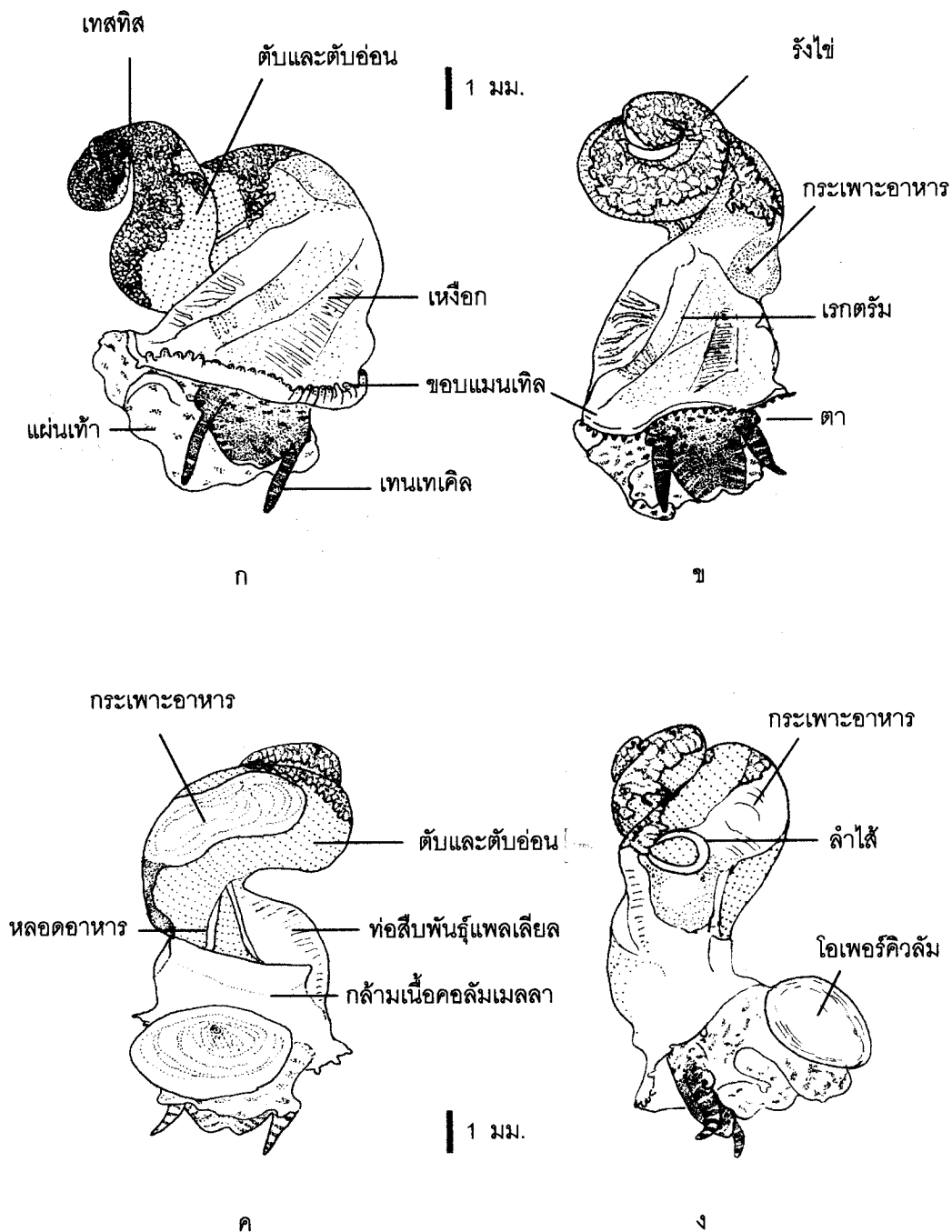
รูปที่ 39 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) แสดงพื้นกลางและพื้นข้างของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไทรโยคน้อย (ข) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาตาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ฌ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ฎ) น้ำตกไถช่องถ่อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง



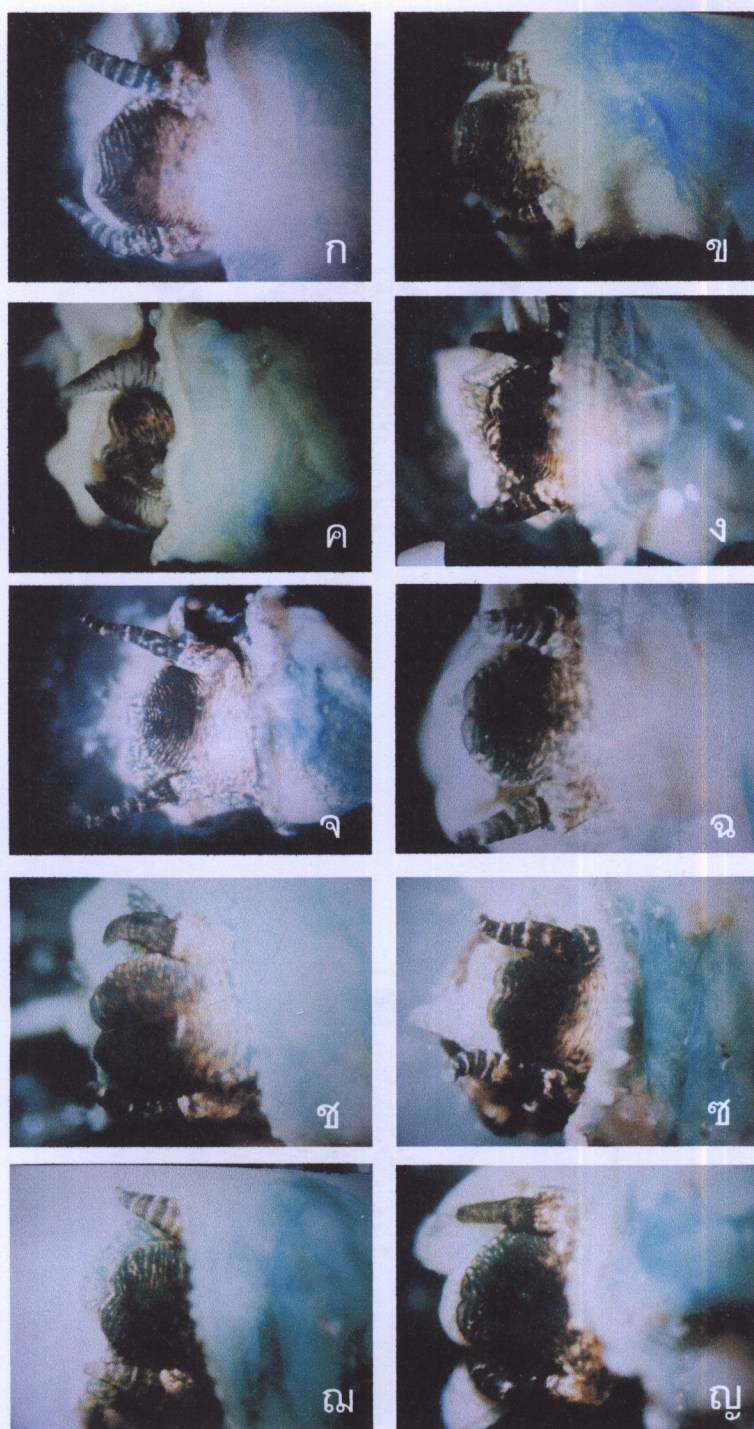
รูปที่ 40 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) แสดงฟันริมของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไพรโยคน้อย (ข) น้ำตกไพรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาตาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ฌ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ณ) น้ำตกไคช่องถ้อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง



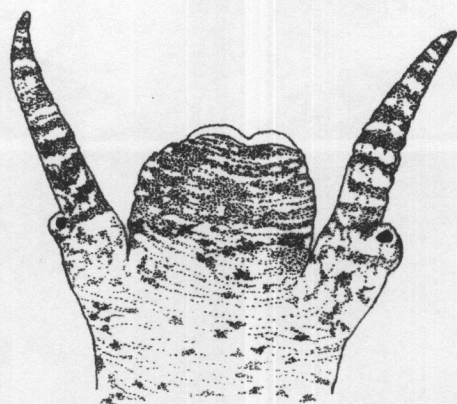
รูปที่ 41 แสดงลำตัวภายนอกของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. (ก) โครงสร้างลำตัวภายนอกของหอยเพศผู้ (ข) โครงสร้างลำตัวภายนอกของหอยเพศเมีย



รูปที่ 42 ภาพวาดแสดงการจัดเรียงตัวของอวัยวะภายนอกและภายในเมื่อมองผ่านผนังลำตัวของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. (ก) โครงสร้างลำตัวด้านหน้าของหอยเพคผู้ (ข) โครงสร้างลำตัวด้านหน้าของหอยเพคเมีย (ค) โครงสร้างลำตัวด้านหลัง (ง) โครงสร้างลำตัวด้านข้าง

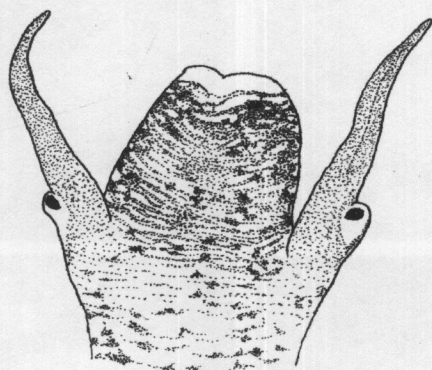


รูปที่ 43 แสดงส่วนหัวของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไพรโยคน้อย (ข) น้ำตกไพรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาตาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารข้างป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ซ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ณ) น้ำตกไฉลองถ้อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง



1 มม.

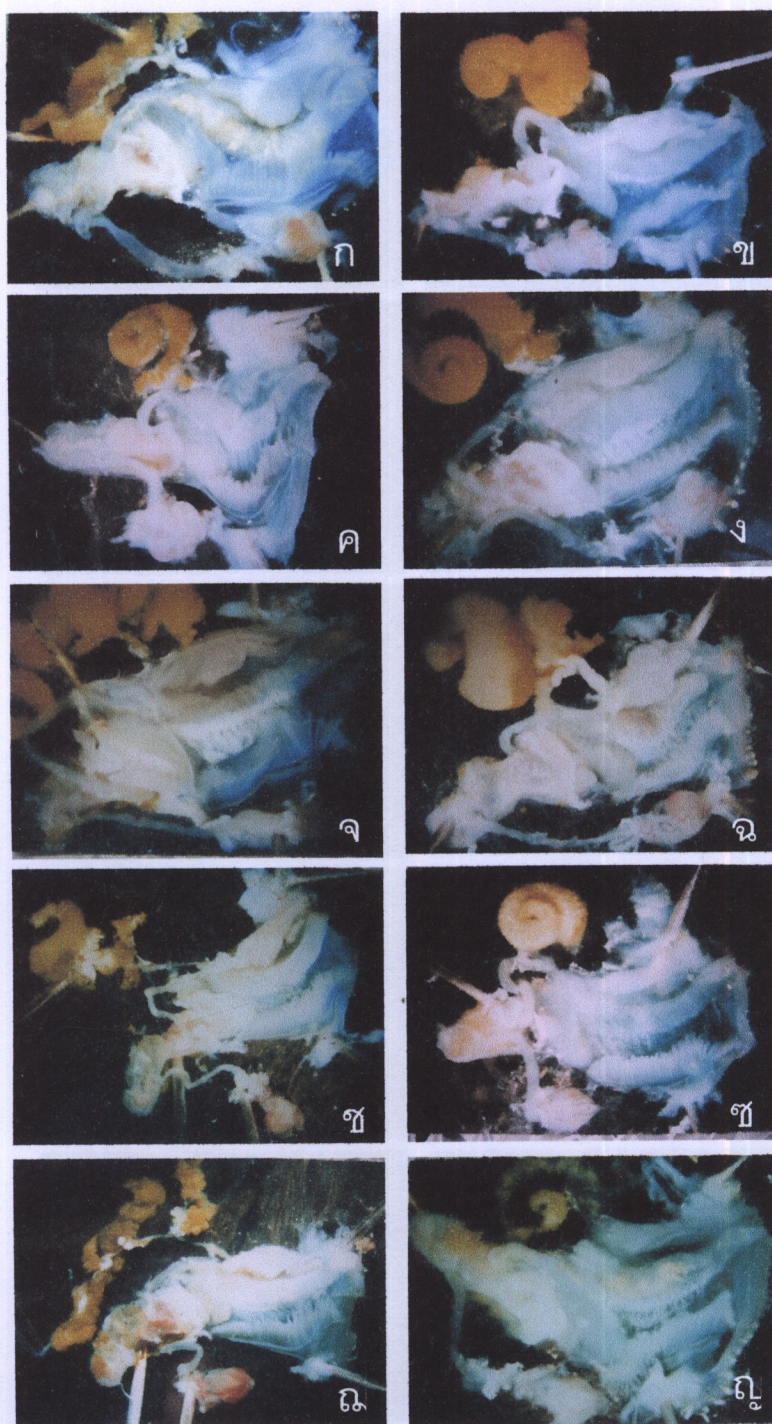
ก



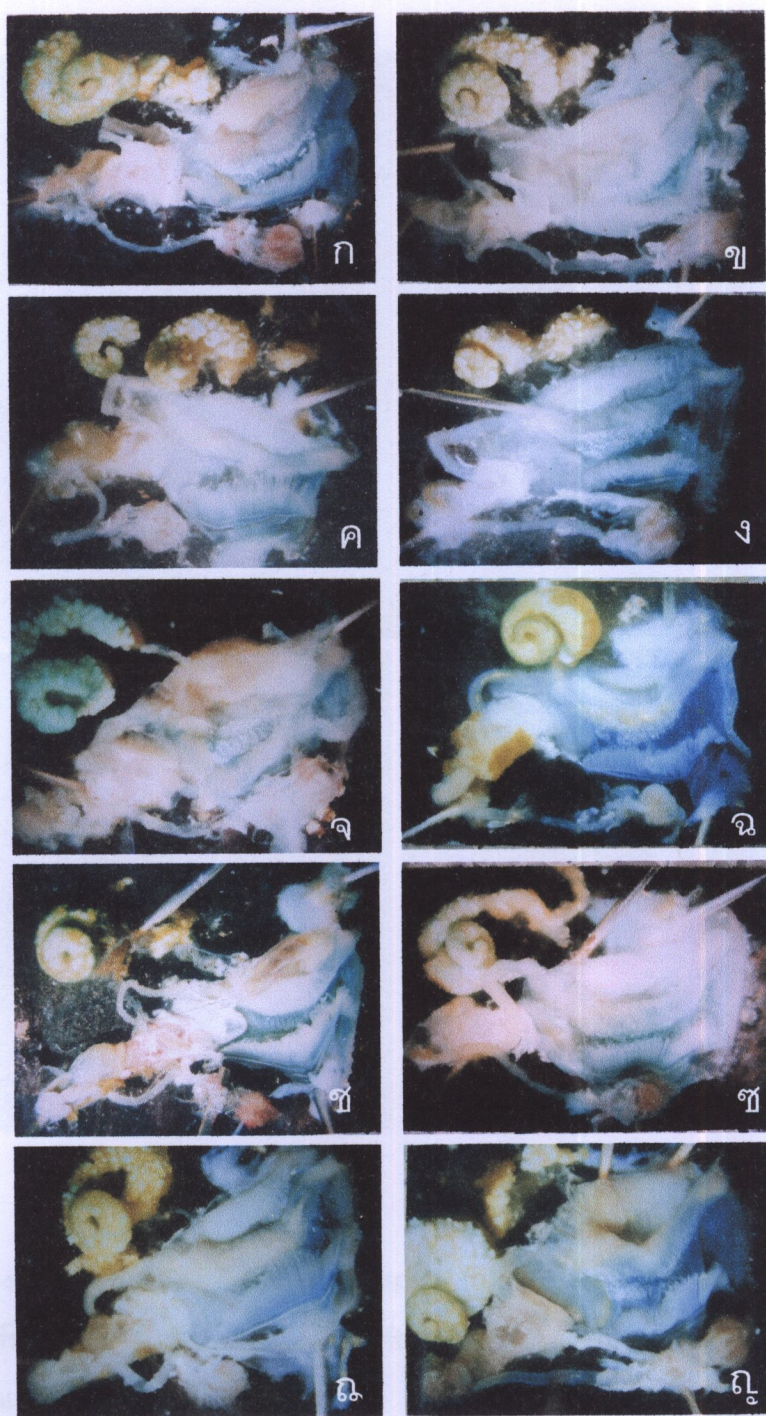
1 มม.

ข

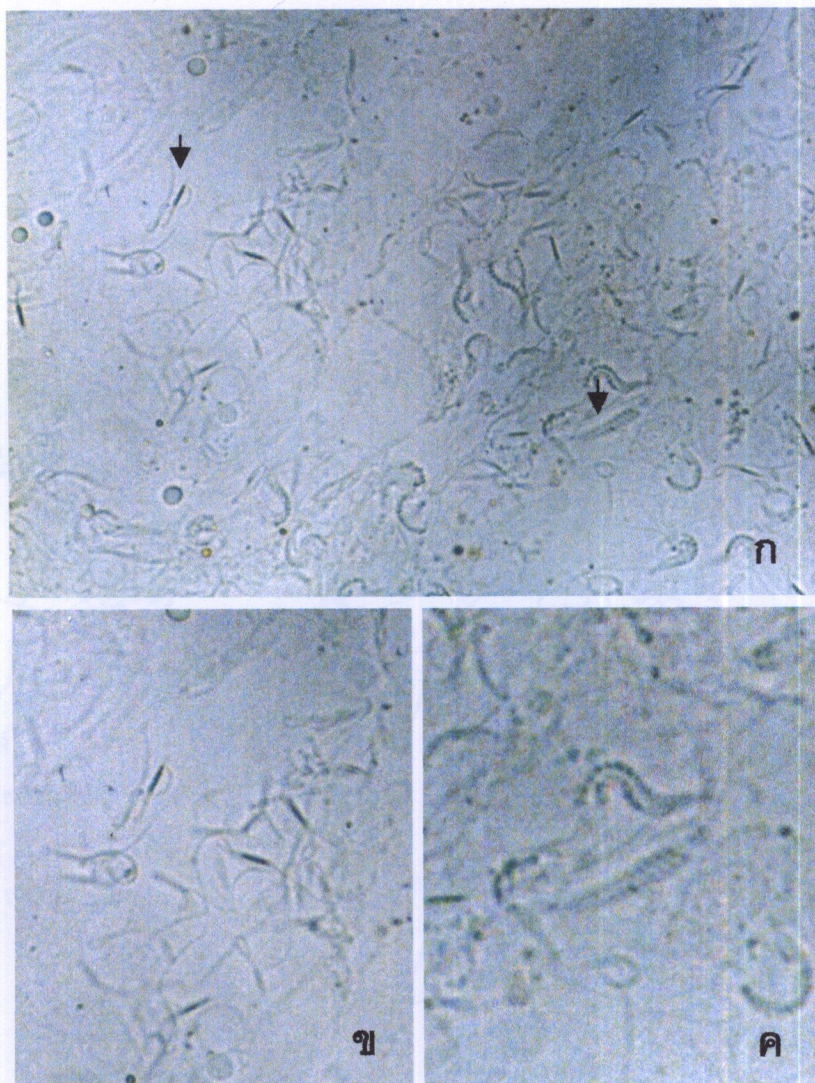
รูปที่ 44 ภาพวาดแสดงส่วนหัวของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. (ก) แสดงลักษณะส่วนหัวของหอยที่เก็บตัวอย่างจากจุดสำรวจ 9 พื้นที่ (ยกเว้นป่าเตาดำ) (ข) แสดงลักษณะส่วนหัวของหอยที่เก็บตัวอย่างจากห้วยเตาดำ



รูปที่ 45 แสดงระบบลำเลียงและอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศผู้ที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไทรโยคน้อย (ข) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาตาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารข้างป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ซ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ณ) น้ำตกไคช่องถ้อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง

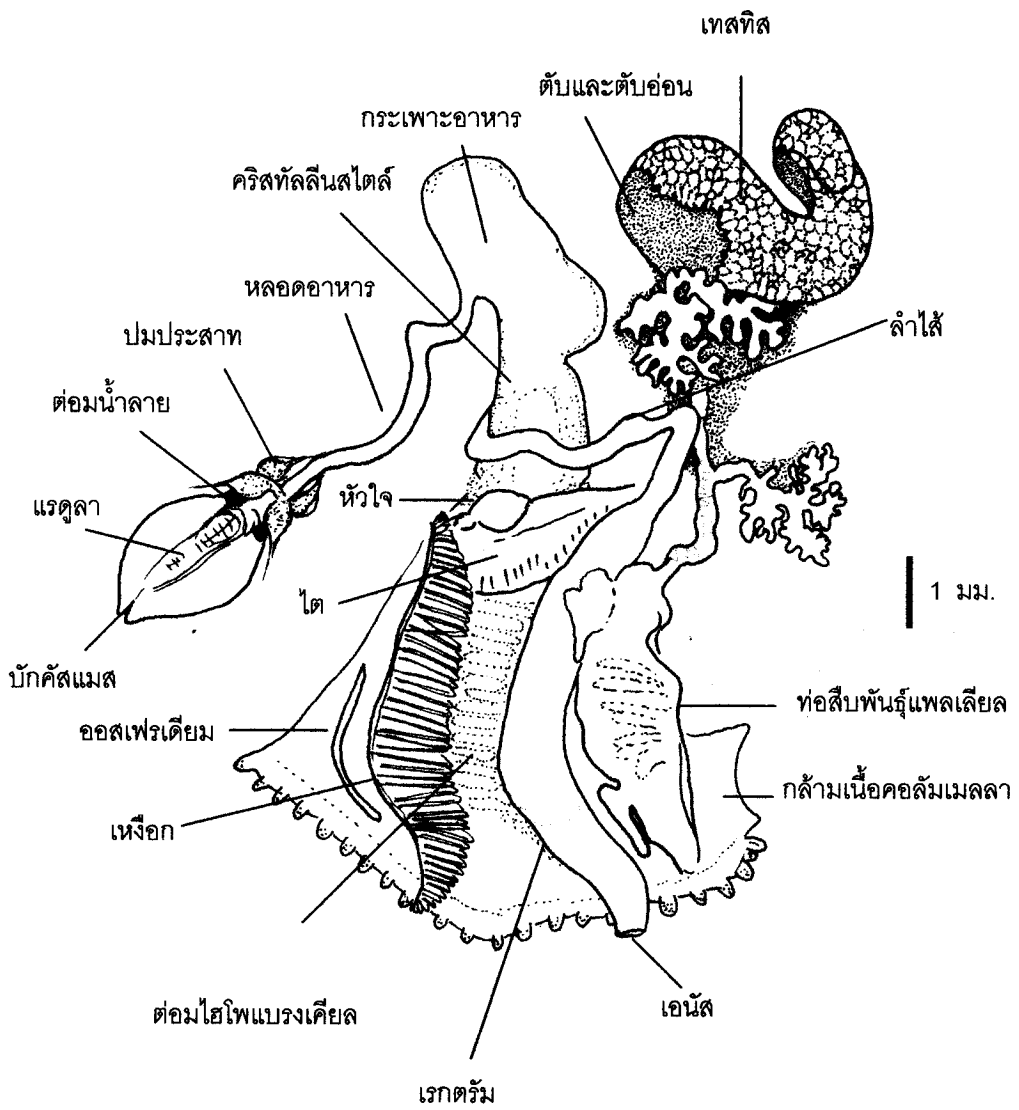


รูปที่ 46 แสดงระบบลำเลียงและอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. เพศเมียที่เก็บจากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่ (ก) น้ำตกไทรโยคน้อย (ข) น้ำตกไทรโยคใหญ่ (ค) ห้วยเต่าดำ (ง) ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด (จ) น้ำตกผาตาด (ฉ) น้ำพุห้วยเขย่ง (ช) ลำธารข้างป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ (ซ) น้ำตกเกริงกระเวีย (ฅ) น้ำตกไคช่องถ้อง และ (ญ) น้ำตกตะเคียนทอง

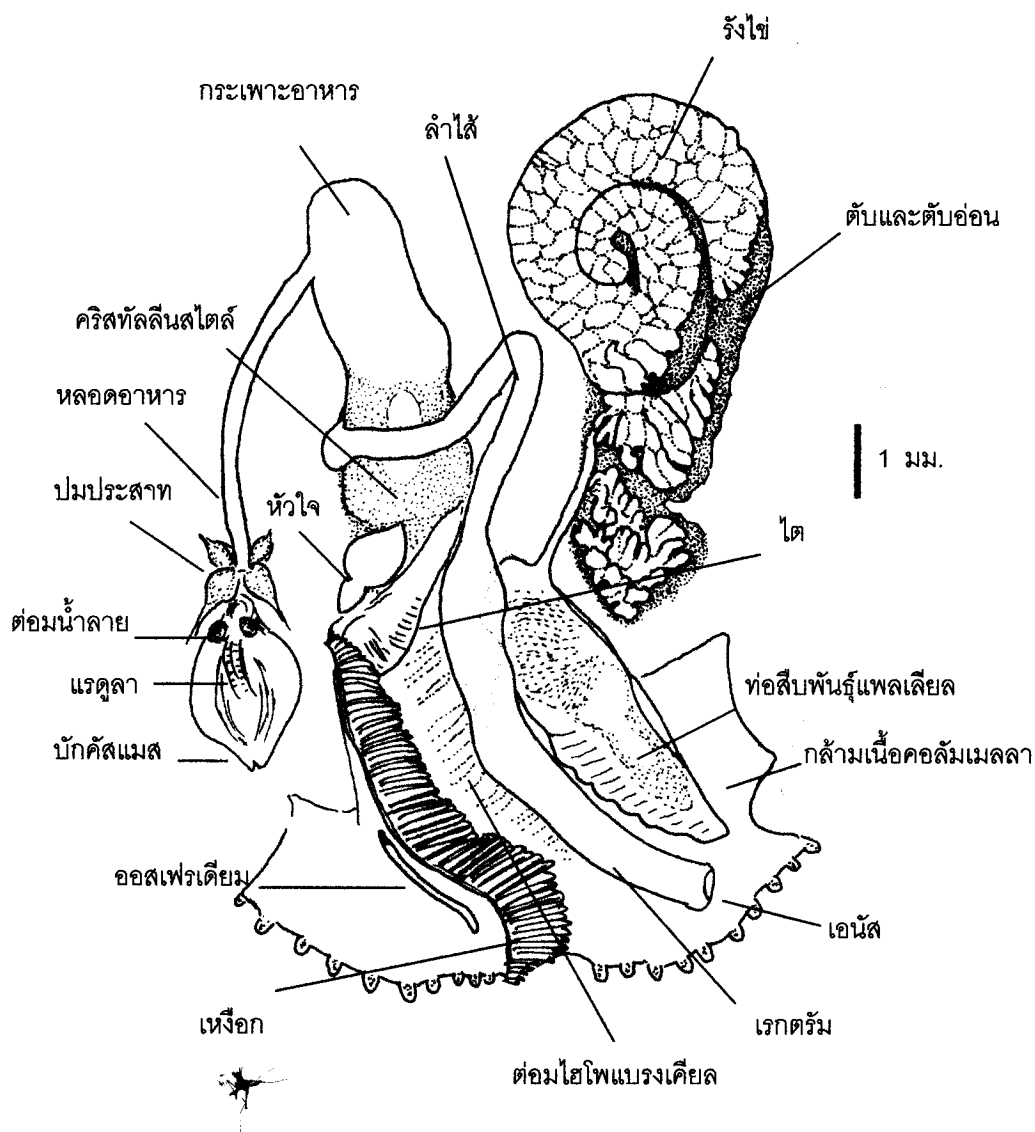


รูปที่ 47 แสดงสเปิร์มของหอย *Paludomus* spp. (ก) สเปิร์มหอยทั้ง 2 ชนิด (ข) แสดงสเปิร์ม ชนิดที่ 1 สเปิร์มที่หัวสั้นมีหางยาว 1 หาง (ค) แสดงสเปิร์มชนิดที่ 2 มีหัวเป็นแบบกระสวยมีหางยาว 6 หาง

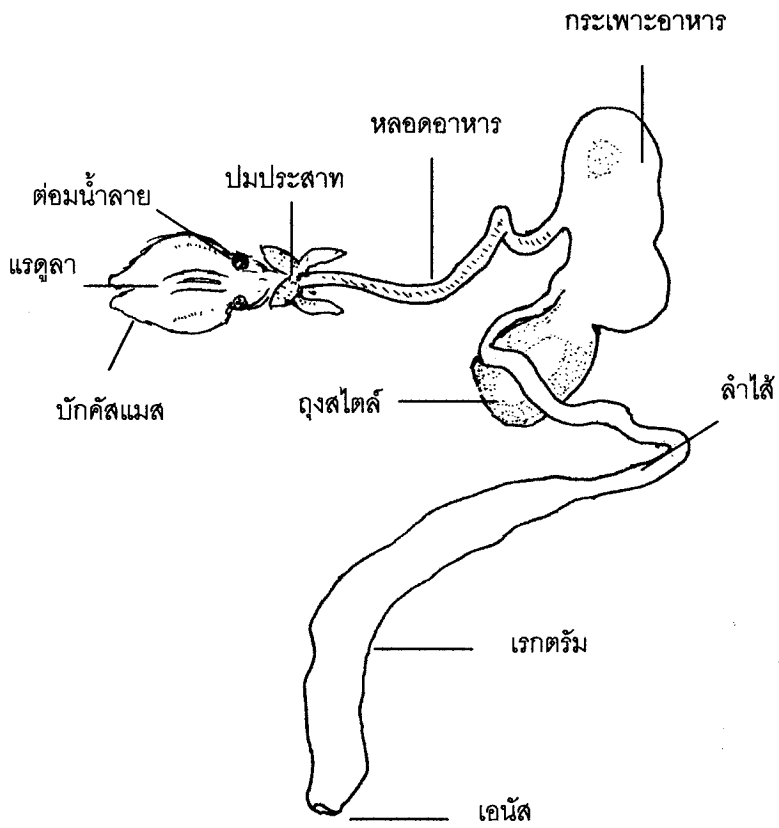
รูปที่ 48 ภาพภาพแสงจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. (ค)



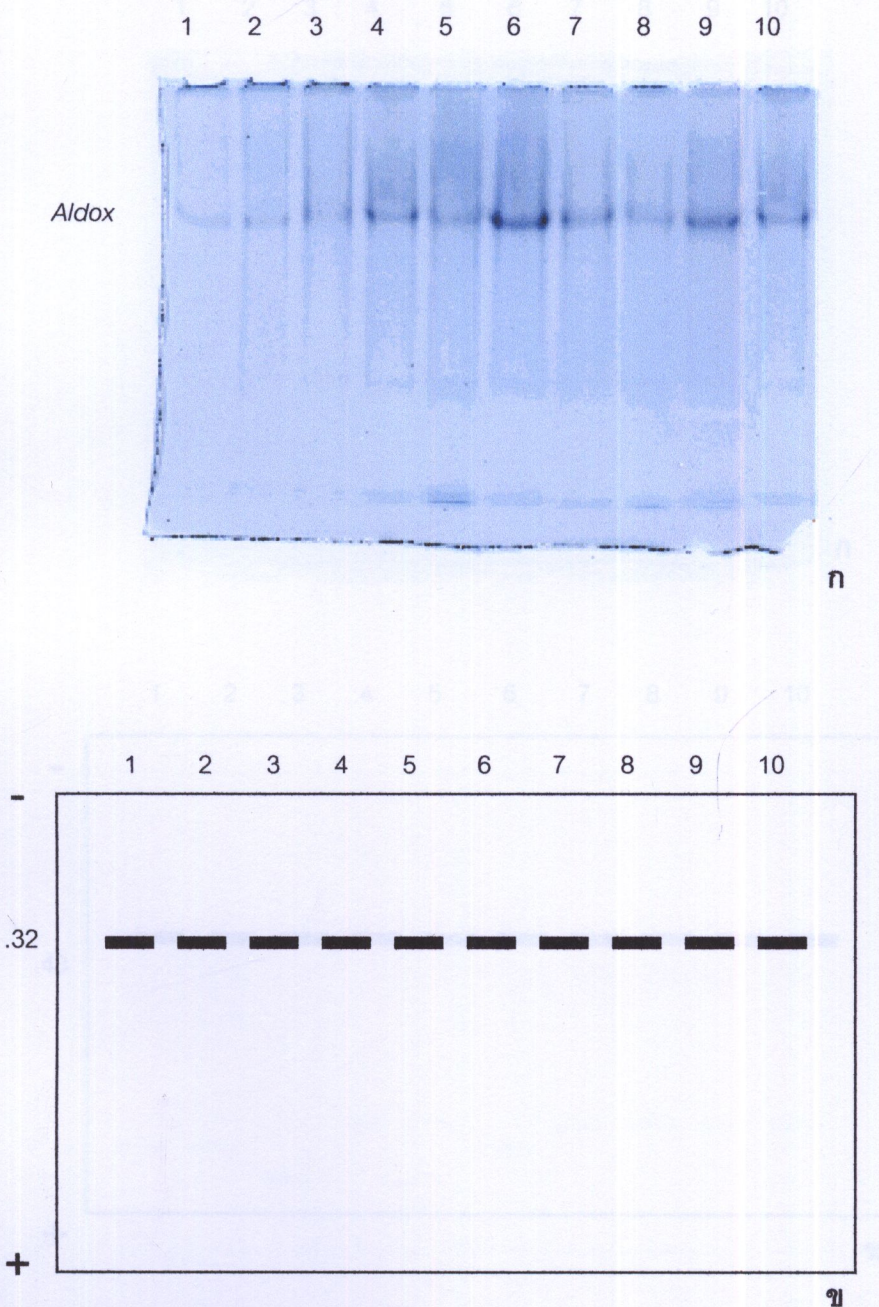
รูปที่ 48 ภาพวาดแสดงการจัดเรียงตัวของระบบลำเลียงและอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด
Paludomus spp. เพศผู้



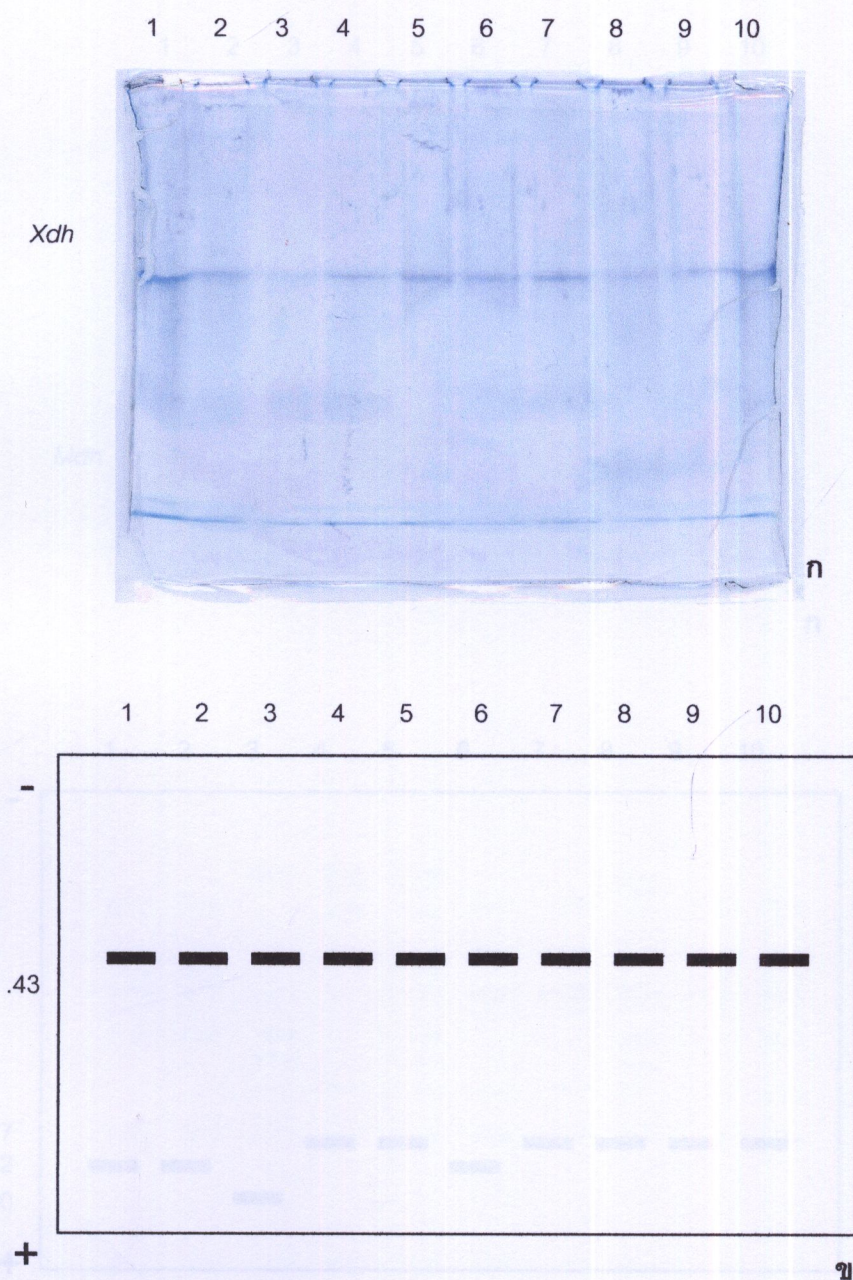
รูปที่ 49 ภาพวาดแสดงการจัดเรียงตัวของระบบลำเลียงและอวัยวะภายในของหอยน้ำจืด
Paludomus spp. เพศเมีย



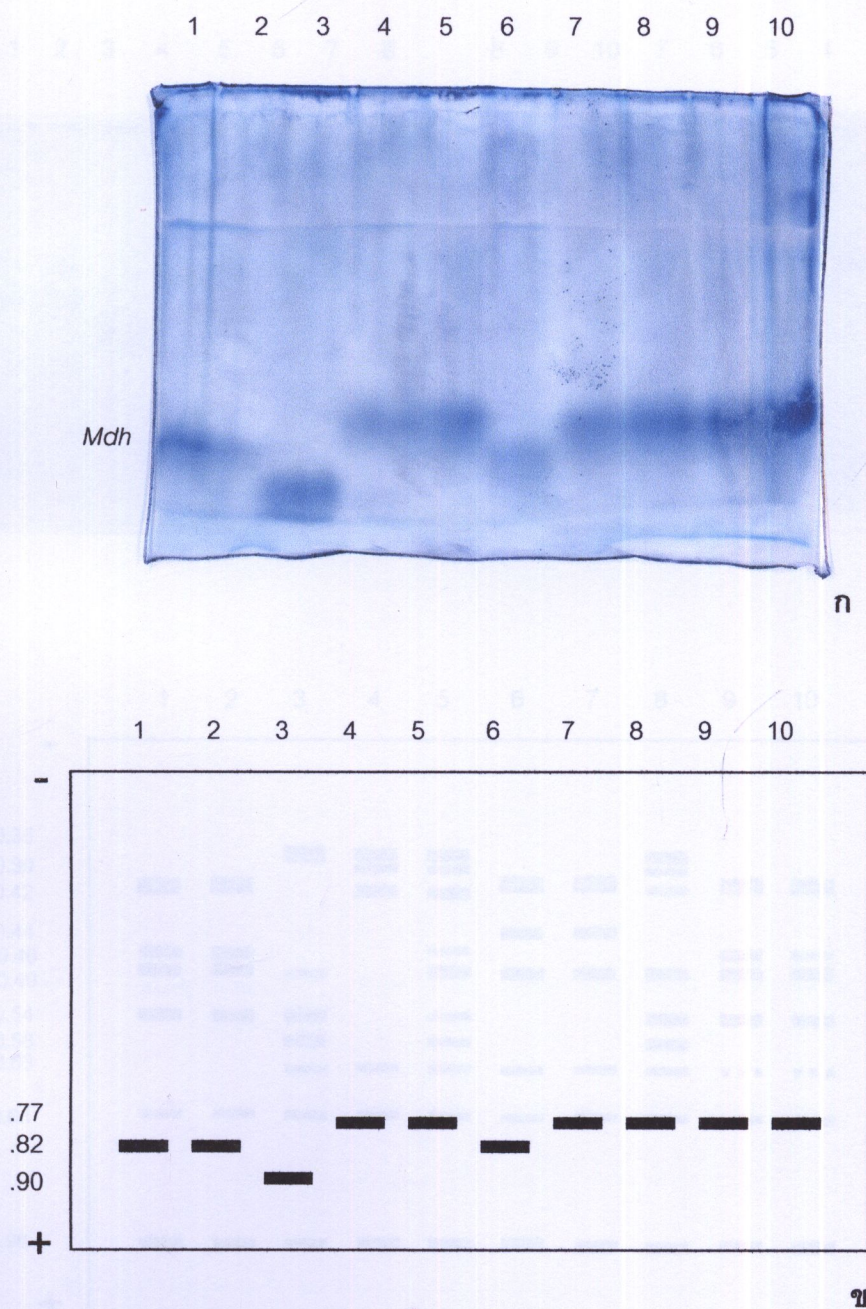
รูปที่ 50 ภาพวาดแสดงระบบทางเดินอาหารของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.



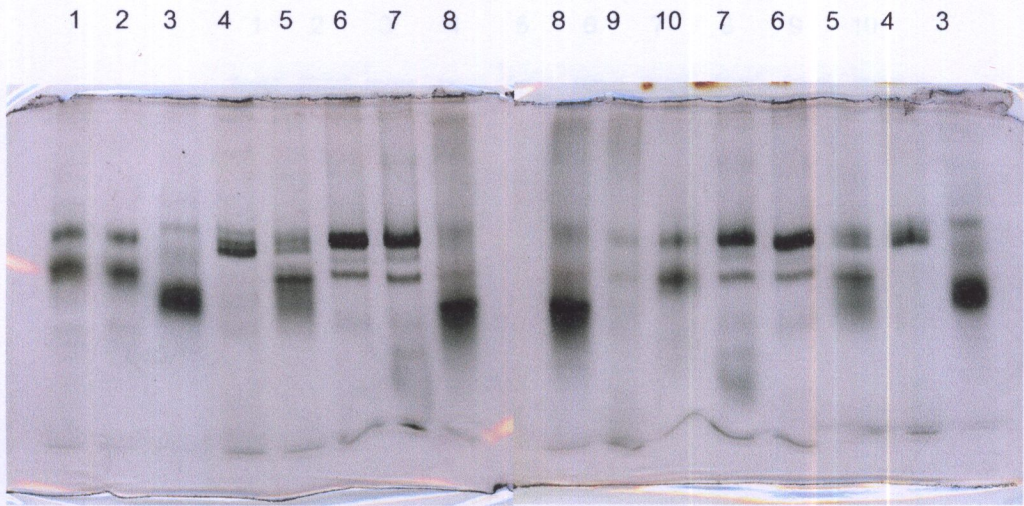
รูปที่ 51 แสดงแถบเอนไซม์ Aldehyde oxidase (ALDOX) (ก) ภาพเจลแสดงแถบเอนไซม์ ALDOX (ข) ไซโมแกรมแสดงแถบสีของเอนไซม์ ALDOX 1: น้ำตกไทรโยคน้อย, 2: น้ำตกไทรโยคใหญ่, 3: ห้วยเต่าดำ, 4: ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด, 5: น้ำตกผาดาด, 6: น้ำพุห้วยเขย่ง, 7: ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8: น้ำตกเกริงกระเวีย, 9: น้ำตกไคช่องถ้อง, 10: น้ำตกตะเคียนทอง



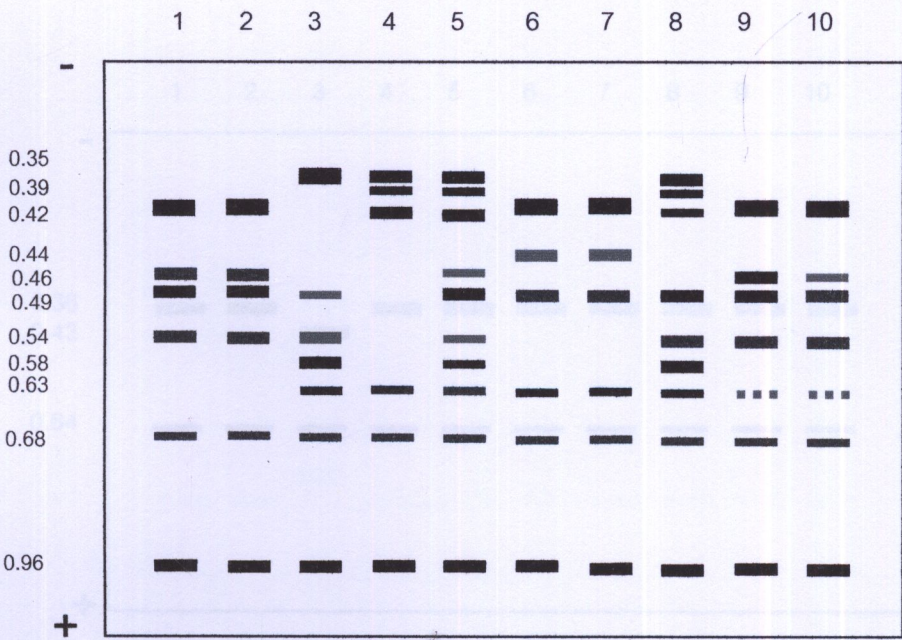
รูปที่ 52 แสดงแถบเอนไซม์ Xanthine dehydrogenase (XDH) (ก) ภาพเจลแสดงแถบเอนไซม์ XDH (ข) ไซโมแกรมแสดงแถบสีของเอนไซม์ XDH 1 : น้ำตกไพรโยคน้อย, 2 : น้ำตกไพรโยคใหญ่, 3 : ห้วยเต๋าดำ, 4 : ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด, 5 : น้ำตกผาดาด, 6 : น้ำพุห้วยเขย่ง, 7 : ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8 : น้ำตกเกริงกระเวีย, 9 : น้ำตกไคช่องถ้อง, 10 : น้ำตกตะเคียนทอง



รูปที่ 53 แสดงแถบเอนไซม์ Malate dehydrogenase (MDH) (ก) ภาพเจลแสดงแถบเอนไซม์ MDH (ข) ไฮโมแกรมแสดงแถบสีของเอนไซม์ MDH 1: น้ำตกไทรโยคน้อย, 2: น้ำตกไทรโยคใหญ่, 3: ห้วยเต่าดำ, 4: ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด, 5: น้ำตกผาตาด, 6: น้ำพุห้วยเขย่ง, 7: ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8: น้ำตกเกริงกระเวีย, 9: น้ำตกไคช่องถ้อง, 10: น้ำตกตะเคียนทอง

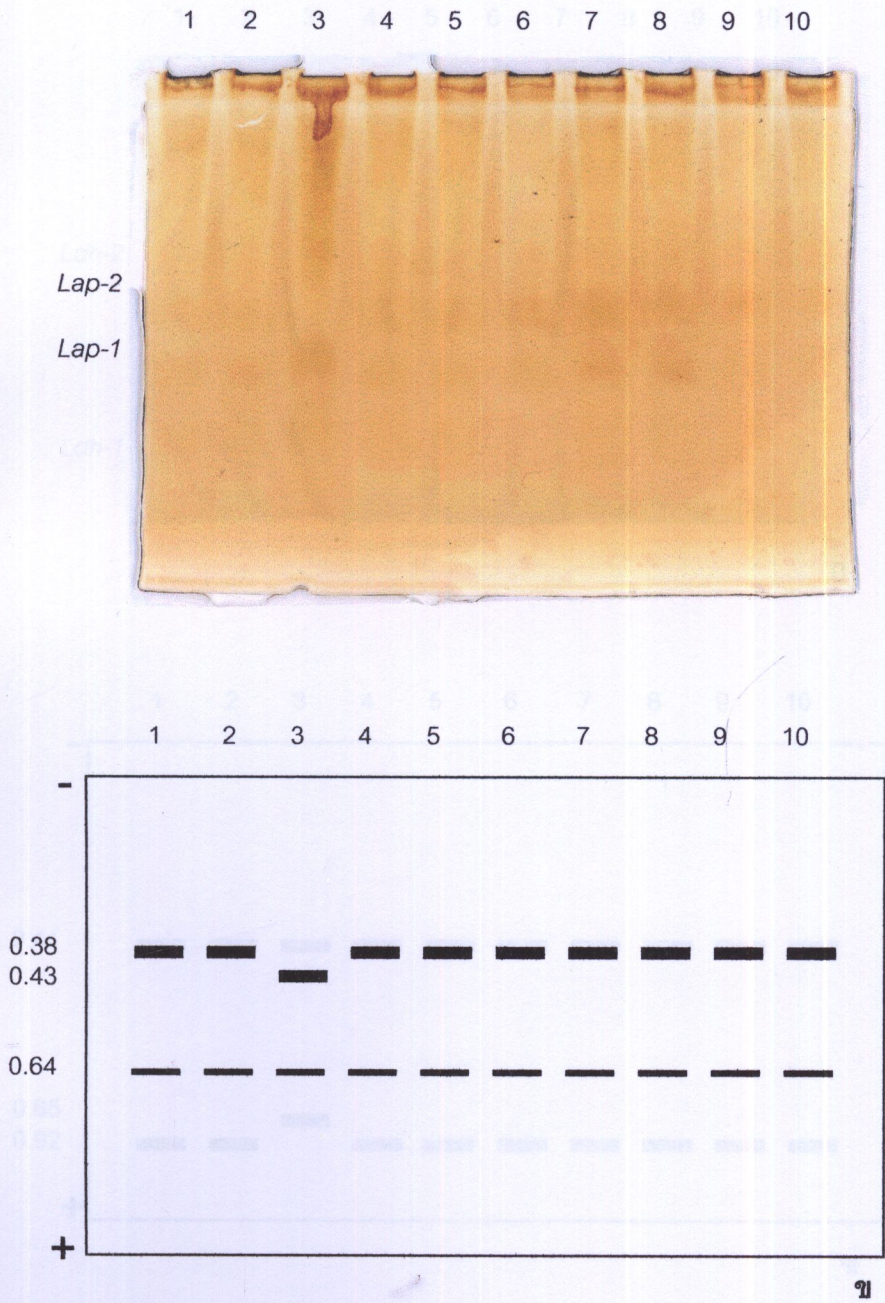


ก

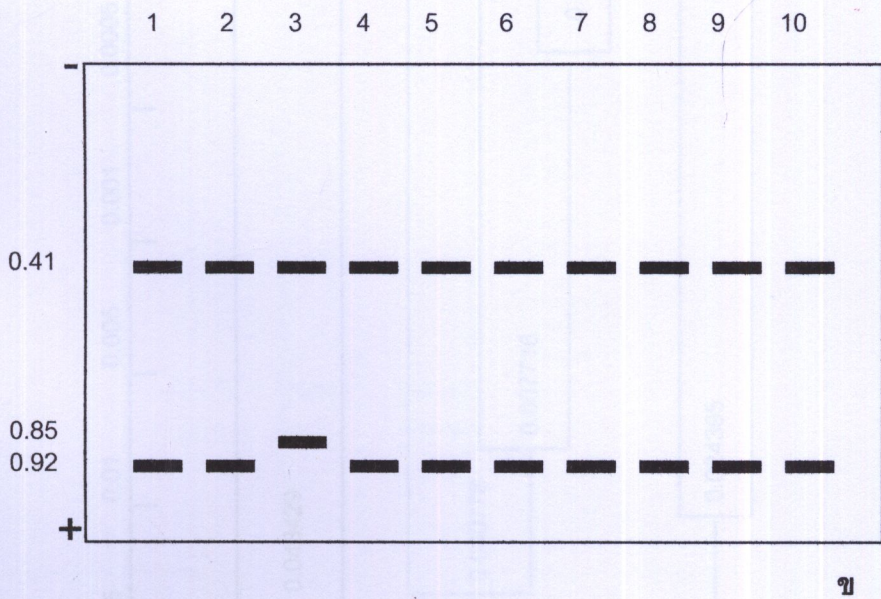
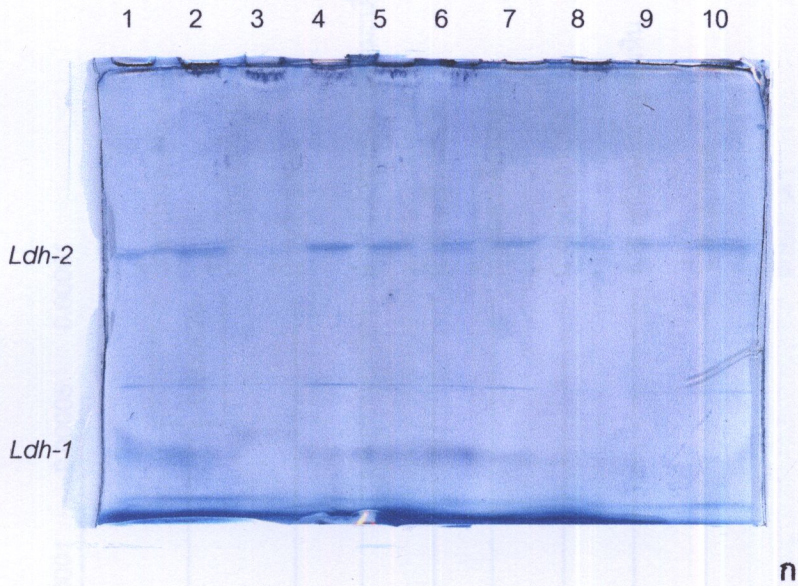


ข

รูปที่ 54 แสดงแถบเอนไซม์ Esterase dehydrogenase (EST) (ก) ภาพเจลแสดงแถบเอนไซม์ EST (ข) ไโซแกรมแสดงแถบสีของเอนไซม์ EST 1 : น้ำตกไทรโยคน้อย, 2 : น้ำตกไทรโยคใหญ่, 3 : ห้วยเต่าดำ, 4 : ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด, 5 : น้ำตกผาตาด, 6 : น้ำพุห้วยเขย่ง, 7 : ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8 : น้ำตกเกริงกระเวีย, 9 : น้ำตกไคของถ้อง, 10 : น้ำตกตะเคียนทอง

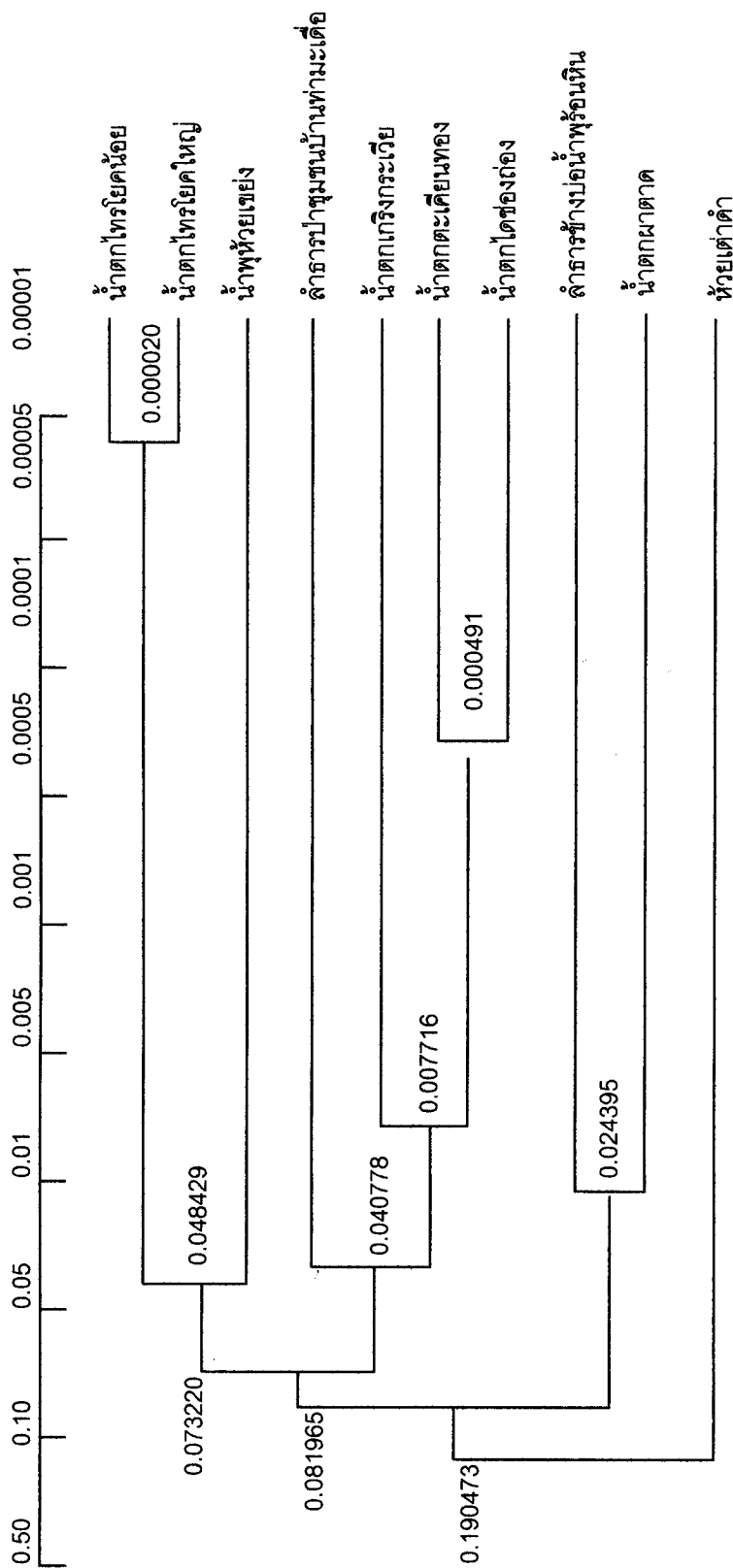


รูปที่ 55 แสดงแถบเอนไซม์ Leucine aminopeptidase (LAP) (ก) ภาพเจลแสดงแถบเอนไซม์ LAP (ข) ไชโมแกรมแสดงแถบสีของเอนไซม์ LAP 1: น้ำตกไทรโยคน้อย, 2: น้ำตกไทรโยคใหญ่, 3: ห้วยเต่าดำ, 4: ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด, 5: น้ำตกผาตาด, 6: น้ำพุห้วยเขย่ง, 7: ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8: น้ำตกเกริงกระเวีย, 9: น้ำตกไคช่องถ้อง, 10: น้ำตกตะเคียนทอง

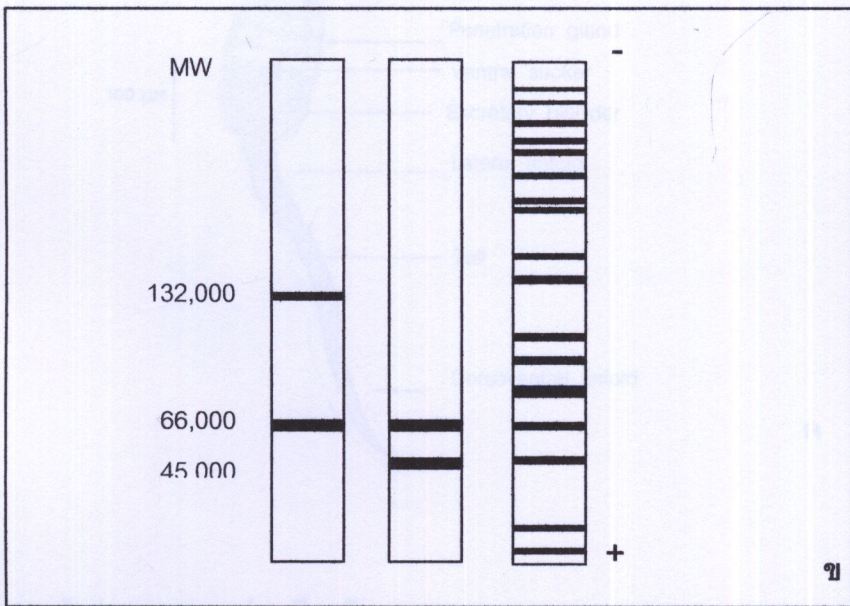
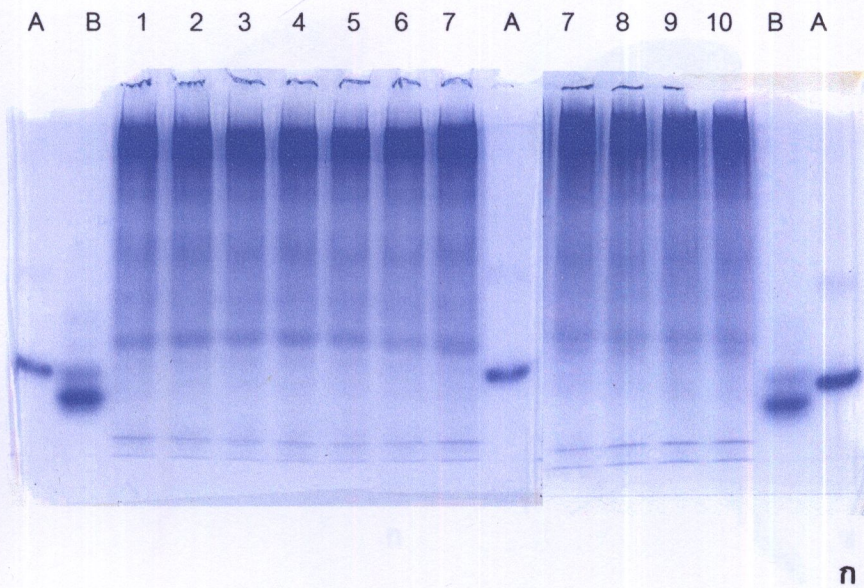


รูปที่ 56 แสดงแถบเอนไซม์ Lactase dehydrogenase (LDH) (ก) ภาพเจลแสดงแถบเอนไซม์ LDH (ข) ไชโมแกรมแสดงแถบสีของเอนไซม์ LDH 1 : น้ำตกไพรโยคน้อย, 2 : น้ำตกไพรโยคใหญ่, 3 : ห้วยเต่าดำ, 4 : ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด, 5 : น้ำตกผาตาด, 6 : น้ำพุห้วยเขย่ง, 7 : ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8 : น้ำตกเกริงกระเวีย, 9 : น้ำตกไคช่องถ้อง, 10 : น้ำตกตะเคียนทอง

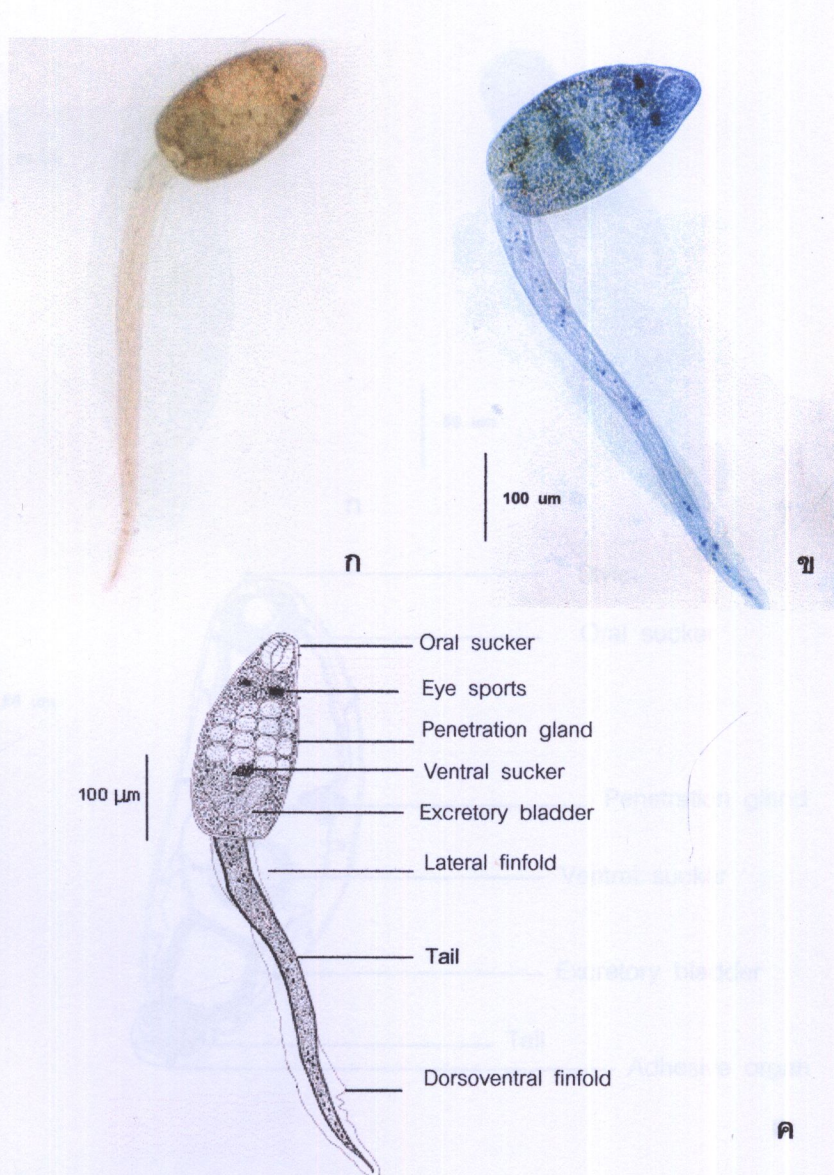
Genetic distance (D)



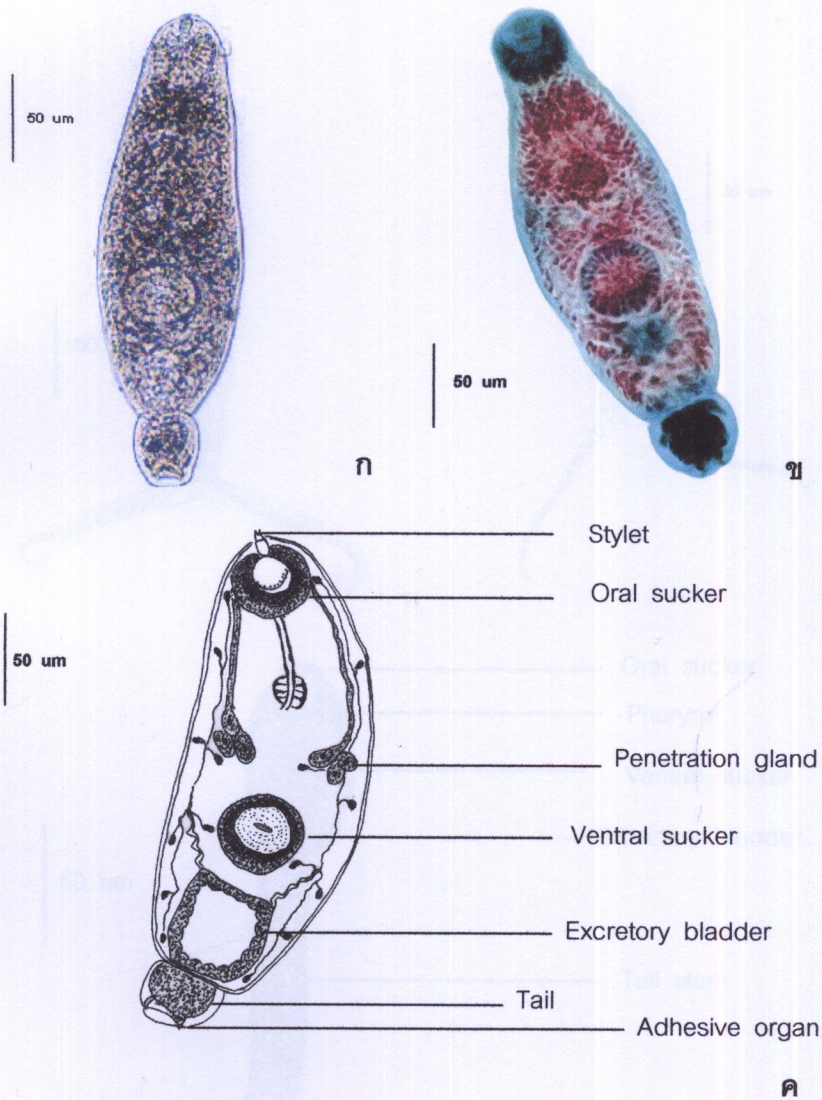
รูปที่ 57 แผนผังความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จากจุดสำรวจทั้ง 10 พื้นที่



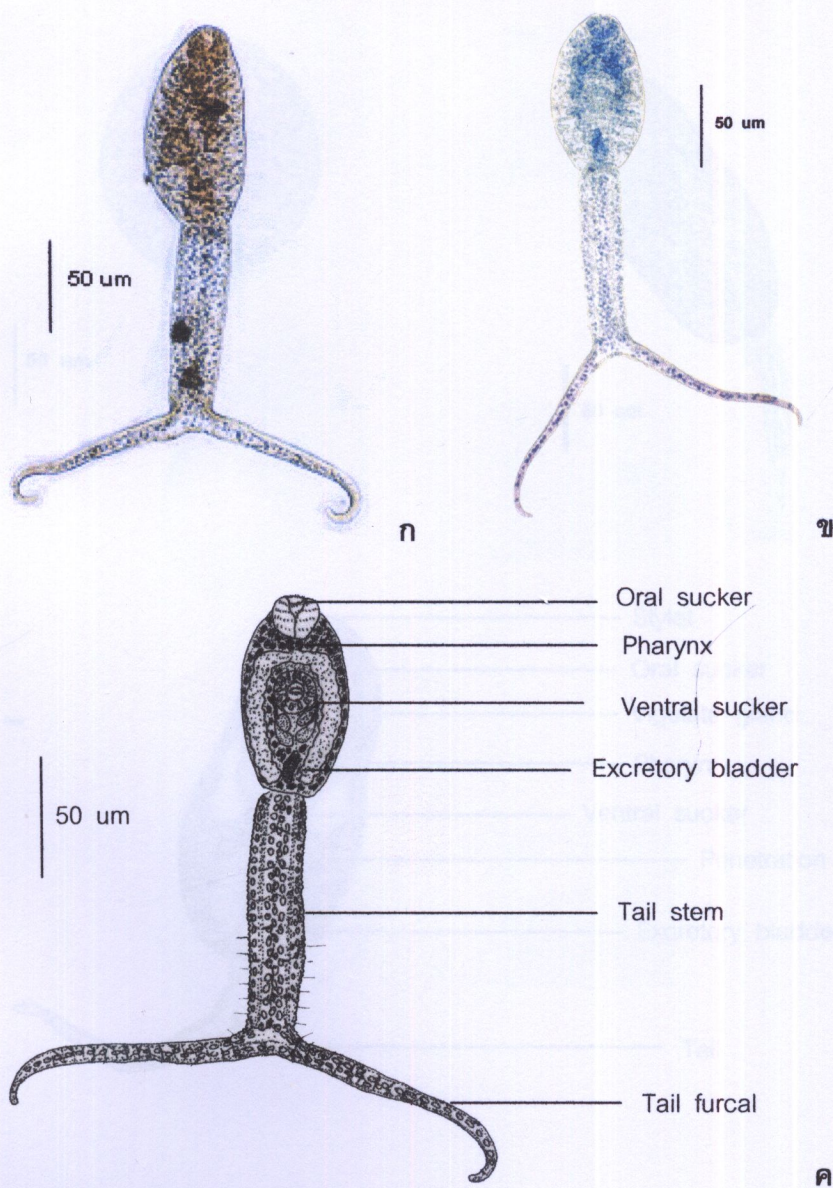
รูปที่ 58 แสดงแถบโปรตีนของหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. (ก) ภาพเจลแสดงแถบโปรตีนที่ปรากฏจากการย้อมด้วย Coomassie blue A: Bovine serum albumin, B: Chicken egg albumin 1 : น้ำตกไทรโยคน้อย, 2 : น้ำตกไทรโยคใหญ่, 3 : ห้วยเต่าดำ, 4 : ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด, 5 : น้ำตกผาตาด, 6 : น้ำพุห้วยเขย่ง, 7 : ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ, 8 : น้ำตกเกริงกระเวีย, 9 : น้ำตกโดช่องถ้อง, 10 : น้ำตกตะเคียนทอง (ข) ไซโมแกรมแสดงแถบโปรตีนจากการย้อมด้วย Coomassie blue ด้านซ้าย - แสดงแถบโปรตีนมาตรฐาน Bovine serum albumin กลาง - แสดงแถบโปรตีนมาตรฐาน Chicken egg



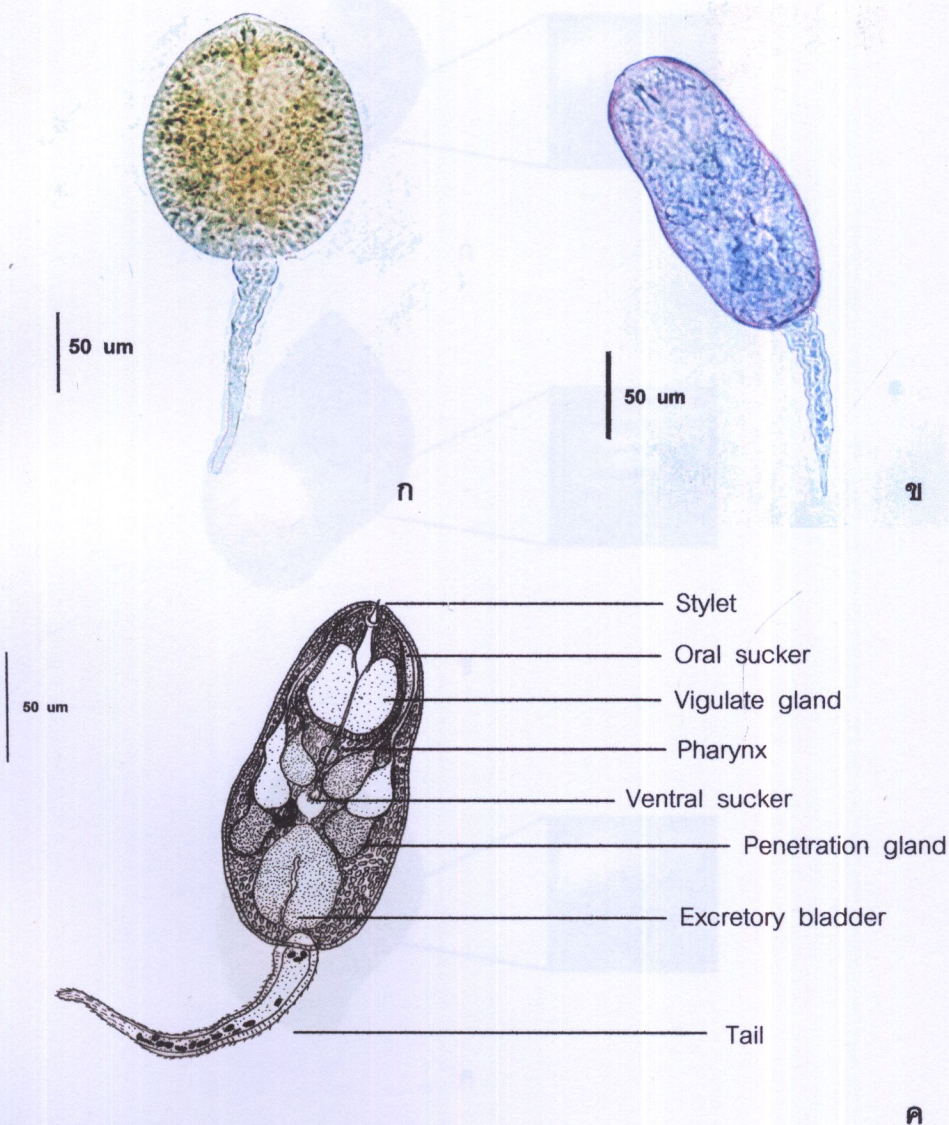
รูปที่ 59 แสดงตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิด *Parapleurolophocercous cercaria* (ก) ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียย้อมด้วยสี Neutral red (ข) ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียย้อมด้วยสี Ehrlich's hematoxylin (ค) ภาพวาดตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียแสดงอวัยวะส่วนต่าง ๆ



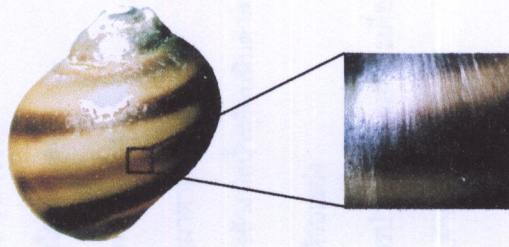
รูปที่ 60 แสดงตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิด *Cotylomicrocercous cercaria* (ก) ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียย้อมด้วยสี Neutral red (ข) ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียย้อมด้วยสี Semichon's carmine & fast green (ค) ภาพวาดตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียแสดงอวัยวะส่วนต่าง ๆ



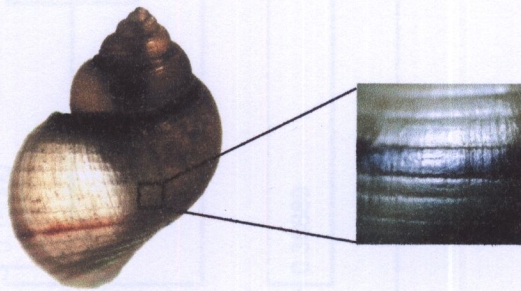
รูปที่ 61 แสดงตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียชนิด *Strigea cercaria* (ก) ตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียย้อมด้วยสี Neutral red (ข) ตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียย้อมด้วยสี Ehrlich's hematoxylin (ค) ภาพวาดตัวอ่อนระยะเซอ์คาเรียแสดงอวัยวะส่วนต่าง ๆ



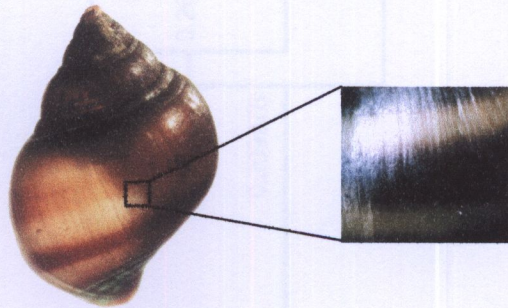
รูปที่ 62 แสดงตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียชนิด *Virgulate cercaria* ในกลุ่มย่อย *Virgulate cercaria* (ก) ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียย้อมด้วยสี Neutral red (ข) ตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียย้อมด้วยสี Semichon's carmine & fast green (ค) ภาพวาดตัวอ่อนระยะเชอร์คาเรียแสดงอวัยวะส่วนต่าง ๆ



ก



ข



ค

รูปที่ 63 แสดงลักษณะเปลือก และลักษณะ spiral line บนผิวเปลือกหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. (ก) เปลือกหอยปลายยอดตัด ผิวเปลือกไม่มี spiral line (ข) เปลือกหอยมีสไปร์สูง ผิวเปลือกมี spiral line (ค) เปลือกหอยมีสไปร์สูง ผิวเปลือกไม่มี spiral line

ภาคผนวก ค
การเตรียมสารเคมี

สารเคมีสำหรับย้อมฟันหอย (แรดูลา)

1. 10 % Sodium hydroxide

Sodium hydroxide	10	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	100	มิลลิลิตร
2. 2 % Hydrochloric acid

Hydrochloric acid	2	มิลลิลิตร
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	100	มิลลิลิตร
3. 4 % Eosin Y

Eosin Y	4	กรัม
95 % ethyl alcohol	100	มิลลิลิตร

สารเคมีสำหรับย้อมตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย

1. 10 % formalin solution

40 % formalin	10	มิลลิลิตร
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	100	มิลลิลิตร
2. 0.1 % neutral red

neutral red (C.I. 50040)	0.1	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	100	มิลลิลิตร

ละลายสีผสมกัน แล้วกรองเก็บใส่ขวด ก่อนใช้เจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า
3. Semichon's acetic carmine

Carmine (C.I. 75470)		
Glacial acetic acid	50	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	50	มิลลิลิตร

วิธีเตรียมสี

- ผสม glacial acetic acid และน้ำกลั่นเข้าด้วยกัน
- ละลายผงสี Carmine ในสารละลายข้างต้นจนสีไม่ละลาย แล้วนำสีไปต้มให้เดือด ยกตั้งทิ้งไว้ให้เย็น กรองเก็บใส่ขวดก่อนใช้เจือจางด้วย 70 % ethyl alcohol 10 เท่า

4. 0.2 % fast green

Fast green FCF (C.I. 42053)	0.2	กรัม
95 % Ethyl alcohol	100	มิลลิลิตร

วิธีเตรียมสี

ละลายสีในแอลกอฮอล์ กรองสีแล้วเก็บใส่ขวด

5. Ehrlich's hematoxylin stain

Hematoxylin (C.I. 75290)	2	กรัม
Ethyl alcohol	100	มิลลิลิตร
Glycerol	100	มิลลิลิตร
Glacial acetic acid	10	มิลลิลิตร
Aluminum potassium sulphate	10	กรัม
น้ำกลั่น	90	มิลลิลิตร

วิธีเตรียมสี

- เตรียม Solution A : ละลายสี Hematoxylin ในแอลกอฮอล์แล้วผสมกับ glycerol และ glacial acetic acid
- เตรียม Solution B : ละลาย Aluminum potassium sulphate ในน้ำกลั่นนำมาต้มให้ละลาย
- นำ Solution A และ Solution B มารวมกันแล้วต้มให้เดือด ยกลงปล่อยให้เย็น กรอง เก็บใส่ขวด ตั้งทิ้งไว้ 4 สัปดาห์ จึงนำมาใช้ ก่อนใช้เจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า

สารเคมีสำหรับเทคนิคอิเล็กโทรฟอเรซิส

1. สารเคมีสำหรับเตรียม Polyacrylamide gel

1.1 สารละลาย 4X Running buffer (1.5 M Tris-Cl, pH 8.8)

Tris base	36.3	กรัม
เติมน้ำกลั่น	150	มิลลิลิตร
ปรับ pH 8.8 ด้วย HCl		
เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ	200	มิลลิลิตร

** เก็บที่ 4 °C ในขวดสีชา **

1.2 สารละลาย 4X Stacking Gel buffer (0.5 M Tris-Cl, pH 6.8)

Tris base	3.0	กรัม
เติมน้ำกลั่น	40	มิลลิลิตร

ปรับ pH 6.8 ด้วย HCl

เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ 50 มิลลิลิตร

** เก็บที่ 4 °C ในขวดสีชา **

1.3 10% Ammonium persulphate

Ammonium persulphate 0.10 กรัม

น้ำกลั่น 1.00 มิลลิลิตร

** ควรเตรียมก่อนใช้ **

1.4 30 % Acrylamide / bisacrylamide

Acrylamide 29.20 กรัม

Bisacrylamide 0.80 กรัม

เติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

** เก็บที่ 4 °C ในขวดสีชา **

1.5 15 % Acrylamide / bisacrylamide

Acrylamide 14.60 กรัม

Bisacrylamide 0.40 กรัม

เติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

** เก็บที่ 4 °C ในขวดสีชา **

1.6 Tank Buffer (0.005 M Tris, 0.0384 M Glycine, pH 8.3)

Tris 30.28 กรัม

Glycine 144.13 กรัม

เติมน้ำกลั่นให้ครบ 10 ลิตร

1.7 Sample buffer

0.5 M Tris-HCl , pH 6.8 1.00 มิลลิลิตร

Glycerol 1.00 มิลลิลิตร

bromophenol blue 0.025 กรัม

น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร

ส่วนผสมของแผ่นเจล

สารเคมี	Separating gel (7.5%)	Stacking gel (4%)
น้ำกลั่น	7.40 มล.	2.09 มล.
1.5 M Tris-HCl pH 8.8	3.80 มล.	-
0.5 M Tris-HCl pH 6.8	-	0.78 มล.
30% Acrylamide / bisacrylamide	3.80 มล.	-
15% Acrylamide / bisacrylamide	-	2.60 มล.
10% Ammonium persulphate*	100 μ l	50 μ l
TEMED**	5 μ l	10 μ l
ปริมาตรรวม	15.0 มล.	5.5 มล.

* เตรียมก่อนใช้โดยเติมหลัง degas

** เติมหลังสุดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

2. สารเคมีสำหรับย้อมเอนไซม์

2.1 Trizma buffer, pH 7.5

Trizma Base	12.1	กรัม
Conc. HCl	7.5	มิลลิลิตร
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	1000	มิลลิลิตร

2.2 สารละลาย MTT

MTT	1	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

2.3 สารละลาย PMS

PMS	1	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

2.4 0.1 M Na/K PO₄ buff, pH 6.8เตรียม 0.2 M KH₂PO₄ (NaH₂PO₄)

KH ₂ PO ₄	13.00	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	500	มิลลิลิตร

เตรียม 0.2 M Na₂HPO₄

Na ₂ HPO ₄	35.814	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	500	มิลลิลิตร

ผสม 0.2 M KH₂PO₄ : 0.2 M Na₂HPO₄ ในอัตราส่วน 51 มิลลิลิตร :
49 มิลลิลิตร

2.5 สารละลาย Solⁿ A

α Naphthyl acetate	0.025	กรัม
Acetone	4	มิลลิลิตร

2.6 สารละลาย Solⁿ B

Fast Blue RR salt	0.030	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	15	มิลลิลิตร
0.2 M Na/K PO ₄ buff, pH 6.8	15	มิลลิลิตร

2.7 สารละลาย Borate, pH 5.0

Boric acid	30.9	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	1000	มิลลิลิตร
ปรับ pH 5.0 ด้วย 1.0 M Trizma base		

2.8 Maleate buffer

Trizma base	24.2	กรัม
Maleic acid	23.2	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	1000	มิลลิลิตร

2.9 L-leucyl-β-naphthlamide

L-leucyl β naphthlamid	0.025	กรัม
น้ำกลั่น	1	มิลลิลิตร

2.10 สารละลาย Fast garnet GBC

Fast garnet GBC	0.025	กรัม
-----------------	-------	------

น้ำกลั่น	10	มิลลิลิตร
2.11 0.1 M Tris – HCl, pH 7.4		
Tris- HCl	0.788	กรัม
เติมน้ำกลั่น	40	มิลลิลิตร
ปรับ pH 7.4		
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	50	มิลลิลิตร
2.12 สารละลาย NBT		
NBT	1	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร
2.13 สารละลาย β - NAD		
NAD	1	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร
2.14 0.05 M Tris- HCl, pH 8.5		
Tris – HCl	3.94	กรัม
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	500	มิลลิลิตร
2.15 Trizma buffer, pH 8.0		
Trizma base	24.2	กรัม
Concentrated HCl	11.8	มิลลิลิตร
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	1000	มิลลิลิตร
3. สารเคมีสำหรับย้อมโปรตีน (Comassie blue R-250)		
Comassie blue	0.5	กรัม
Methanol	200	มิลลิลิตร
Acetic acid	50	มิลลิลิตร
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	600	มิลลิลิตร
4. Destain solution		
Methanol	40	มิลลิลิตร
Glacial acetic acid	20	มิลลิลิตร
เติมน้ำกลั่นให้ครบ	600	มิลลิลิตร

5. 0.05 M NaCl

NaCl

0.029 กรัม

เติมน้ำกลั่นให้ครบ

10 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ง

วิธีการย้อมเอนไซม์โดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมีจำเพาะ

วิธีการย้อมเอนไซม์โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีจำเพาะ

1. เอนไซม์ ALDOX (Tsukamoto 1989 : 461-479 และ Steiner 1979 : 35-54)

- แช่แผ่นเจลในสารละลาย Trizma buffer pH 7.5 ปริมาณ 35 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที
- เติม Benzaldehyde 0.2 มิลลิลิตร ที่ละลายด้วย Acetone 2 มิลลิลิตร ลงไปทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที
- เติมสารละลาย MTT 1 มิลลิลิตร ลงไปทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที จะปรากฏแถบเอนไซม์ขึ้น

2. เอนไซม์ EST (Tsukamoto 1989 : 461-479)

- แช่แผ่นเจลใน 0.1 M Na/K PO₄ buff, pH 6.8 ปริมาณ 35 มิลลิลิตร ประมาณ 3-5 นาที
- เติม Solⁿ A ลงไปแล้วบ่มต่อในที่มืดทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที
- เติมสารละลาย Solⁿ B ลงไปแล้วบ่มต่อในที่มืด ประมาณ 30 นาที จะปรากฏแถบเอนไซม์ชัดเจน

3. เอนไซม์ LAP (Steiner 1979 : 35-46)

- แช่แผ่นเจลในสารละลาย Borate, pH 5.0 ปริมาณ 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 15 นาที
- เทสารละลาย Borate, pH 5.0 ออก เติมสารละลาย Maleate buffer ปริมาณ 50 มิลลิลิตร และสารละลาย L-leucyl- β -naphthlamide ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ลงไปแล้วบ่มเจลต่อในที่มืดประมาณ 15 นาที
- เติมสารละลาย Fast garnet GBC ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ลงไปทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง จะปรากฏแถบเอนไซม์

4. เอนไซม์ LDH (Tsukamoto 1989 : 461-479)

- แช่แผ่นเจลใน 0.1 M Tris - HCl, pH 7.4 ปริมาณ 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 5 นาที

- เติม D,L sodium Lactate 1.2 มิลลิลิตร เติมสารละลาย MTT ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร สารละลาย NBT ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร และสารละลาย β -NAD ปริมาณ 2.5 มิลลิลิตร ลงไป ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที
- เติมสารละลาย PMS ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ลงไปทิ้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมงจะปรากฏแถบเอนไซม์

5. เอนไซม์ MDH (Ayala 1972 : 113-139)

- แช่แผ่นเจลใน 0.05 M Tris-HCl, pH 8.5 เป็นเวลา 5 นาที
- เติมสารละลาย MTT ปริมาณ 2 มิลลิลิตร สารละลาย β -NAD ปริมาณ 2.5 มิลลิลิตร และ malic acid 50 mg ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที
- เติมสารละลาย PMS ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ลงไปแล้วบ่มต่อในที่มืด ทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมงจะปรากฏแถบเอนไซม์ชัดเจน

6. เอนไซม์ XDH (Steiner 1979 : 35-46)

- แช่แผ่นเจลในสารละลาย Trizma buffer, pH 8.0 ปริมาณ 30 มิลลิลิตร ที่เติม hypoxanthine 100 mg สารละลาย MTT ปริมาณ 1 มิลลิลิตร และสารละลาย β -NAD ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ลงไปแล้วบ่มเจลต่อในที่มืด 40 นาที
- เติมสารละลาย PMS ปริมาณ 0.5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง จะปรากฏแถบเอนไซม์ขึ้น

ภาคผนวก จ

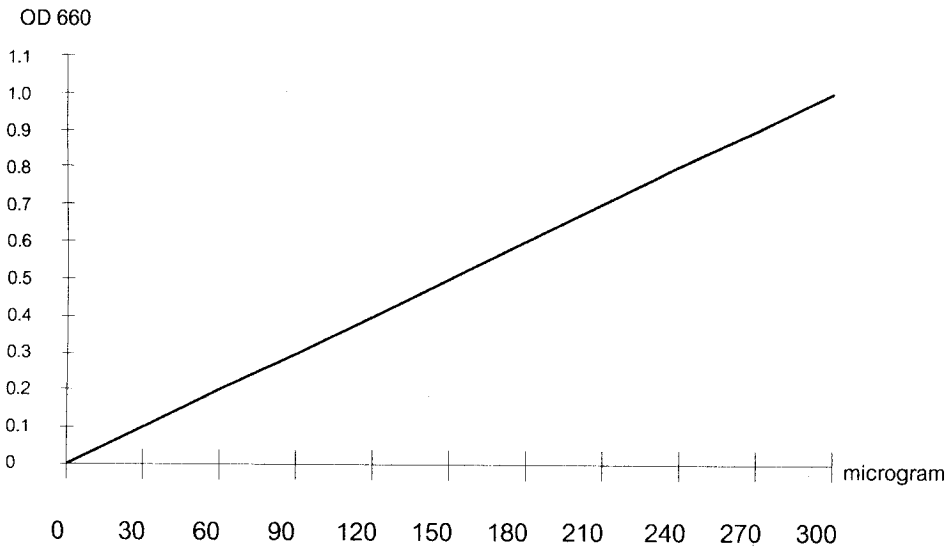
การวัดปริมาณโปรตีนที่ได้จากแผ่นแท้ออยน้ำจืด

Paludomus spp. ด้วยเทคนิค Lowry's method

1. การวัดปริมาณโปรตีนแผ่นทำหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. จากแหล่งสำรวจทั้ง 10 พื้นที่
 - 1.1 นำสารละลายโปรตีนจากแผ่นทำหอยมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:100 และ 1:50 ปรับปริมาตรรวมให้ได้ 1 มิลลิลิตร
 - 1.2 เตรียมสารละลายโปรตีนมาตรฐาน และสารละลายที่ใช้ในการวัดปริมาณโปรตีน
 - เตรียมสารละลายโปรตีนมาตรฐาน โดยใช้ Bovine Serum Albumin (BSA) 0.3 mg / ml ใน 0.85% NaCl
 - เตรียมสารละลาย A
 Na_2CO_3 100 กรัม ใน 1 ลิตร 0.5N NaOH
 - เตรียมสารละลาย B
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
 - เตรียมสารละลาย C
 Potassium sodium tartrate 2 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
 - 1.3 วิธีวัดปริมาณโปรตีน
 - 1.3.1 ผสมสารละลาย A:B:C ในอัตราส่วน 15 : 0.75 : 0.75 มิลลิลิตร
 - 1.3.2 นำสารละลายโปรตีนมาตรฐานที่เตรียมไว้ใส่ลงในแต่ละหลอดปริมาณ 0 , 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1 ml. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรรวมเป็น 1 มิลลิลิตร
 - 1.3.3 เติมสารละลายที่ผสมแล้วจากข้อ 1.3.1 ใส่ในข้อ 1.3.2 หลอดละ 1 มิลลิลิตร แล้วบ่ม (incubate) ประมาณ 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
 - 1.3.4 ระหว่างรอการบ่ม (incubate) เตรียม 2N Folin-Phenol ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรให้เข้ากัน
 - 1.3.5 เติมสารที่เตรียมไว้ในข้อ 1.3.4 ใส่ลงในหลอดทดลองในข้อ 1.3.3 หลอดละ 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันทันที นำไปบ่ม (incubate) ประมาณ 45 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
 - 1.3.6 นำสารละลายโปรตีนมาตรฐานที่ได้ และสารละลายโปรตีนจากแผ่นทำหอยน้ำจืด *Paludomus* spp. ที่เจือจางไว้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 660 nm โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank

2. การคำนวณปริมาณโปรตีน

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายโปรตีนที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟการดูดกลืนแสงของสารละลายโปรตีนมาตรฐานดังนี้



ตัวอย่าง สารละลายโปรตีนวัดปริมาณโปรตีน โดยทำการเจือจางกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:50 และ 1:100 เมื่อทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 660 nm พบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงดังนี้

$$1:50 \quad OD_{660} = 0.182$$

$$1:100 \quad OD_{660} = 0.151$$

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟโปรตีนมาตรฐาน พบว่า

1:50 OD_{660} ตรงกับปริมาณโปรตีน 56 μg คูณปริมาณโปรตีนที่ได้กับอัตราส่วนการเจือจาง $56 \times 50 = 2,800 \mu g$

1:100 ตรงกับปริมาณโปรตีน 45 μg คูณปริมาณโปรตีนที่ได้กับอัตราส่วนการเจือจาง $45 \times 100 = 4,500 \mu g$

จากนั้นนำมาคิดปริมาณโปรตีนเฉลี่ย โดยนำปริมาณโปรตีนที่คำนวณได้มาบวกกัน แล้วหารด้วยจำนวนอัตราส่วนการเจือจาง

$$\text{ปริมาณโปรตีนเฉลี่ย} = (2,800 + 4,500) / 2 = 3,650 \mu g$$

ดังนั้นมีปริมาณโปรตีนประมาณ 3.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

3. ค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณโปรตีนจากแผ่นเท้าหอยน้ำจืด *Paludomus* spp.

จุดสำรวจ	1:50 / OD ₆₆₀	1:100 / OD ₆₆₀	ปริมาณโปรตีน(mg/ml)
น้ำตกไทรโยคน้อย	0.182	0.151	3.65
น้ำตกไทรโยคใหญ่	0.201	0.095	2.90
ห้วยเต่าดำ	0.128	0.040	1.75
ลำธารข้างบ่อน้ำพุร้อนหินดาด	0.202	0.152	4.00
น้ำตกผาตาด	0.192	0.085	2.70
น้ำพุห้วยเขย่ง	0.187	0.131	3.38
ลำธารป่าชุมชนบ้านท่ามะเดื่อ	0.138	0.095	2.45
น้ำตกเกริงกระเวีย	0.106	0.042	1.40
น้ำตกไถช่องถ้อง	0.170	0.068	2.33
น้ำตกตะเคียนทอง	0.152	0.056	2.00

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล

นางสาวนภัสร ไนตศิริ

ที่อยู่

444/22 หมู่ 4 ถนนราชดำเนิน ตำบลบ้านหม้อ อำเภอเมือง จังหวัด
เพชรบุรี 76000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543

สำเร็จการศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา จาก
มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

พ.ศ. 2543

ศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศิลปากร