



โรคพยาธิหอยคันและหอยฝาเดียวที่เป็นโฮสต์บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยา แผนก ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาชีววิทยา

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

โรคพยาธิหอยคันและหอยฝาเดียวที่เป็นโฮสต์บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาชีววิทยา

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

CERCARIAL DERMATITIS AND THEIR SNAIL HOSTS IN THE SOUTH OF
THAILAND



By
MISS Thanaporn WONGPIM

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Science BIOLOGY
Department of BIOLOGY
Silpakorn University
Academic Year 2023
Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ โรคพยาธิหอยคันและหอยฝาเดียวที่เป็นโฮสต์บริเวณภาคใต้ของ
ประเทศไทย
โดย นางสาวธนภรณ์ วงศ์พิมพ์
สาขาวิชา ชีววิทยา แผนก ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโท
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน ไกรลาศ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

----- คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นรงค์ ฉิมพาลี)

พิจารณาเห็นชอบโดย

----- ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ฐาปนา ชลธนานารถ)

----- อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน ไกรลาศ)

----- ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุปรรณฎิกา เสี่ยงสาย)

----- ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(อาจารย์ ดร. กัมปนาท ธาราภูมิ)

640720033 : ชีววิทยา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : การติดเชื้อพยาธิใบไม้/ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย/ หอยที่เป็นโฮสต์กึ่งกลาง

นางสาว ธนภรณ์ วงศ์พิมพ์: โรคพยาธิหอยคันและหอยฝาเดียวที่เป็นโฮสต์บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน ไกรลาส

โรคพยาธิหอยคันเป็นโรคที่มีรายงานการระบาดในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และสงขลา ประเทศไทย โดยมีหอยฝาเดียวเป็นตัวนำโรค การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบชนิดพันธุ์ของหอยและปรสิตที่พบจากหอยบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย โดยมีสมมติฐานเกี่ยวกับปรสิตและโฮสต์ที่สามารถก่อให้เกิดโรคพยาธิหอยคันบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่พบการระบาดของโรค สํารวจและสุ่มเก็บตัวอย่างหอยจากแหล่งน้ำในพื้นที่เกษตรกรรม 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา พบหอยฝาเดียวจาก 29 จุดสำรวจ โดยเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 หอยตัวอย่างจำนวน 3,342 ตัว จำแนกได้ 21 ชนิดพันธุ์ โดยหอยจำนวน 82 ตัว 5 ชนิดพันธุ์ เป็นโฮสต์กึ่งกลางให้แก่ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ได้แก่ *Bithynia siamensis goniomphalos*, *B. s. siamensis*, *Gyraulus convexiusculus*, *Indoplanorbis exustus* และ *Radix rubiginosa* มีอัตราการติดเชื้อร้อยละ 1.74 (10/574), 7.27 (61/839), 1.14 (2/176), 0.25% (2/802) และ 4.02 (7/174) ตามลำดับ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียจำแนกโดยลักษณะสัณฐานวิทยาและอวัยวะภายในได้ทั้งหมด 13 ชนิดพันธุ์ ดังนี้ (1) *Echinochasmus pelecani* (2) *Echinoparyphium recurvatum* (3) *Echinostoma spiniferum* (4) *E. revolutum* (5) *Schistosoma indicum* (6) *S. spindale* (7) *Clinostomum giganticum* (8) *Diplostomum baeri eucaliae* (9) *Stellantchasmus falcatus* (10) *Haematoloechus similis* (11) *Loxogenes liberum* (12) *Loxogenoides bicolor* และ (13) *Ophthalmoxiphidiocercaria* ผลการวิเคราะห์สายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการจากเครื่องหมายโมเลกุล (ITS2) แสดงให้เห็นว่าปรสิตทั้งหมดมีการแยกคลดออกจากกันตามชนิดพันธุ์อย่างชัดเจน การศึกษาในครั้งนี้สามารถวิเคราะห์ถึงความหลากหลายทางชีวภาพของหอยตัวอย่างรวมทั้งความสัมพันธ์ในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางของปรสิต โดยพบหอย *I. exustus* และ *R. rubiginosa* มีการติดเชื้อพยาธิใบไม้เลือดกลุ่ม *S. indicum* ซึ่งปรสิตกลุ่มนี้ก่อให้เกิดโรคในสัตว์เคี้ยวเอื้องและโรคพยาธิหอยคันในมนุษย์

640720033 : Major BIOLOGY

Keyword : Trematode infection/ Cercariae/ Snail intermediate host

MISS Thanaporn WONGPIM : Cercarial dermatitis and their snail hosts in the south of Thailand Thesis advisor : Professor Dr. Duangduen Krailas, Ph.D.

Cercarial dermatitis outbreaks have been reported in Surat Thani and Songkhla provinces, Thailand. Gastropods serve as the intermediate hosts for this snail-transmitted disease. The aim of this study was to examine the snail species and cercariae found in snails from the southern Thailand, with a hypothesis about cercariae and intermediate host that cause cercarial dermatitis in areas near the disease outbreak. Snail samples were collected from agricultural water sources in five provinces: Chumphon, Surat Thani, Nakhon Si Thammarat, Phatthalung, and Songkhla. Snails were collected from 29 locations in October 2021 and October 2022. A total of 3,342 snails were classified into 21 species. Among them, 82 snails had the ability to serve as intermediate hosts for cercariae, including *Bithynia siamensis goniomphalos*, *B. s. siamensis*, *Gyraulus convexiusculus*, *Indoplanorbis exustus*, and *Radix rubiginosa*. The infection rates were 1.74% (10/574), 7.27% (61/839), 1.14% (2/176), 0.25% (2/802), and 4.02% (7/174), respectively. The cercariae were classified based on morphological characteristics and internal organs, resulting in 7 types and 13 species: (1) *Echinochasmus pelecani* (2) *Echinoparyphium recurvatum* (3) *Echinostoma spiniferum* (4) *E. revolutum* (5) *Schistosoma indicum* (6) *S. spindale* (7) *Clinostomum giganticum* (8) *Diplostomum baeri eucaliae* (9) *Stellantchasmus falcatus* (10) *Haematoloechus similis* (11) *Loxogenes liberum* (12) *Loxogenoides bicolor* (13) Ophthalmoxiphidiocercariae. Molecular analysis based on the ITS2 markers indicated clear differentiation between the cercariae according to their species. This study provides insights into the biodiversity of snail hosts and their relationships with cercariae, revealing that *I. exustus* and *R. rubiginosa* were infected with the cercariae of the *S. indicum* group, which can cause disease in ruminant animals and human cercarial dermatitis.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง โรคพยาธิหอยคันและหอยฝาเดียวที่เป็นโฮสต์บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยสำหรับนักศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตเพื่อเป็นผู้ช่วยวิจัย (สัญญาเลขที่ SCSU-STA-2564-10) จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในการศึกษาและจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาของบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณบุคคลที่มีความสำคัญในงานวิจัย ดังนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ดวงเดือน ไกรลาศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้โอกาส ให้คำแนะนำในหลายแง่มุม รวมทั้งแนวทางการแก้ไขปัญหา ติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินงานวิจัย สละเวลาแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินงานวิจัยและเขียนวิทยานิพนธ์ ตลอดจนสนับสนุนการเข้าร่วมการนำเสนอผลงานทางวิชาการซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสเรียนรู้และพัฒนาตนเอง อีกทั้งเป็นกำลังใจที่สำคัญในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ฐาปนา ชลธนานารถ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณฤฎิ กา เสี่ยงสาย และอาจารย์ ดร. กัมปนาท ธาราภูมิ กรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจทานแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำและแนวทางต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยาและเจ้าหน้าที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยประสิทธิ์ประสาทวิชาและให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

นอกจากนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ รวมทั้งผู้ร่วมดำเนินงานวิจัยทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการลงพื้นที่เก็บตัวอย่าง แลกเปลี่ยนความคิดเห็น รับฟังปัญหา ให้กำลังใจ และมีส่วนช่วยเหลือให้การวิจัยในครั้งนี้เป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

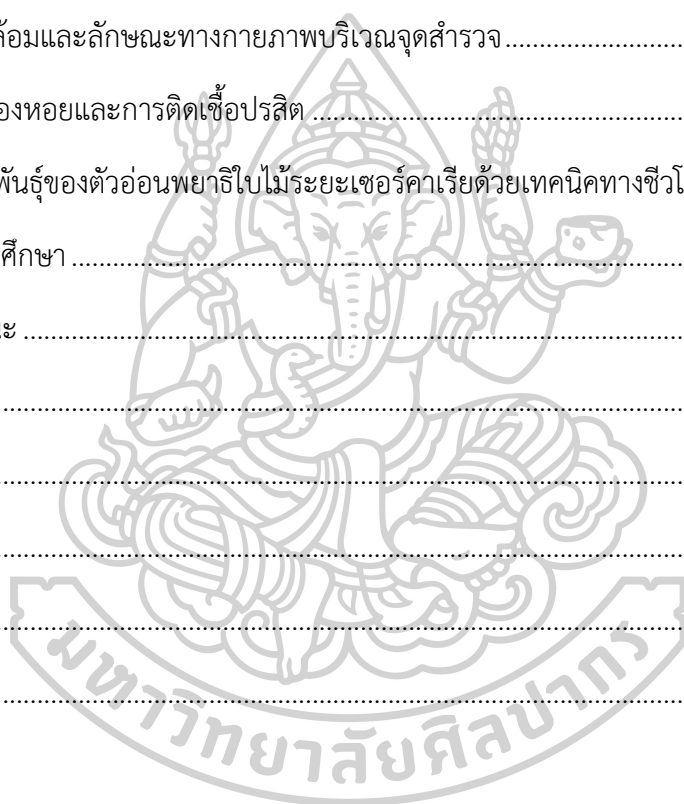
สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยสนับสนุน ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจที่ติดตลอดมา โดยเปรียบเสมือนแรงผลักดันที่ทำให้การศึกษาวิจัยและการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ดำเนินมาได้จนสำเร็จสมบูรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความสำคัญของปัญหาและที่มาของโครงการวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการศึกษา.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
อนุกรมวิธานและการจำแนกชนิดพันธุ์หอย.....	5
การจำแนกหอยฝาเดียวด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก.....	5
ยอดเปลือก (apex).....	6
สไปร์เวิร์ลและซูเชอร์ (spine whorl and suture).....	6
บอดีเวิร์ลและปากเปลือก (body whorl and aperture).....	7
อัมบิลิคัส (umbilicus).....	8
รูปร่างเปลือก (shell shape).....	8
แนวการขดวนของเปลือกหอย (shell coiling).....	10

การนับจำนวนเวิร์ล (whorl)	11
ลวดลาย (shell pattern)	11
ฝาปิดปากเปลือก (operculum).....	12
พยาธิใบไม้ (Fluke or Digenetic trematode)	13
รูปร่างลักษณะของตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย.....	16
วงชีวิตพยาธิใบไม้ (Life cycle).....	18
พยาธิใบไม้เลือดกลุ่ม Schistosomes (Blood Fluke).....	20
โรคพยาธิหอยคัน (Cercarial dermatitis).....	20
การศึกษาตัวอ่อนพยาธิใบไม้และหอยฝาเดียวด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล (Molecular biology) 23	
การศึกษาอัตราการติดเชื้อปรสิตโดยมีหอยฝาเดียวเป็นโฮสต์กึ่งกลางในประเทศไทย	26
เครื่องหมายทางชีววิทยาโมเลกุล (Molecular markers).....	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	30
วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี.....	30
วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการสำรวจและเก็บตัวอย่างหอย	30
วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา.....	30
วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเก็บรักษาตัวอย่าง	31
วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล	31
วิธีการดำเนินการวิจัย	34
การเก็บตัวอย่างหอยน้ำจืดและเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจ.....	34
ตรวจสอบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในหอยตัวอย่าง	35
ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและจำแนกชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย....	35
การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย (shell morphology).....	36
ศึกษาชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล	38
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	42

การศึกษาสภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดสำรวจ.....	43
การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย.....	72
อัตราการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในหอยฝาเดียว.....	94
การจำแนกชนิดพันธุ์ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา.....	106
ศึกษาชนิดพันธุ์ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล.....	137
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา.....	143
สภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดสำรวจ.....	144
ชนิดพันธุ์ของหอยและการติดเชื้อปรสิต.....	147
ศึกษาชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล.....	153
สรุปผลการศึกษา.....	155
ข้อเสนอแนะ.....	156
รายการอ้างอิง.....	157
ภาคผนวก ก.....	171
ภาคผนวก ข.....	175
ภาคผนวก ค.....	177
ประวัติผู้เขียน.....	179



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สภาวะเครื่อง thermocycler ในการเพิ่มลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรเซชัน	39
ตารางที่ 2 จุดสำรวจ จำนวนและชนิดพันธุ์หอยตัวอย่าง จำนวนและอัตราการติดเชื้อปรสิตในหอย และชนิดพันธุ์ตัวอ่อนพยาธิใบไม้จากการส่องเก็บตัวอย่าง	95
ตารางที่ 3 รายการลำดับนิวคลีโอไทด์ของนิวเคลียสจีโนม Internal transcribed spacer บริเวณ subunit II (ITS2) ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สายวิวัฒนาการ	139



สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ลักษณะการขดวนของเปลือกหอยรูปทรงกรวย.....	6
รูปที่ 2 โครงสร้างภายนอกของเปลือกหอยฝาเดียว (Gastropod).....	7
รูปที่ 3 เปลือกหอยฝาเดียวรูปร่างต่างๆ	9
รูปที่ 4 เปลือกหอยรูปทรงกรวยแบบต่างๆ พิจารณาจากขนาดของมุมสไปร์	10
รูปที่ 5 การนับจำนวนเวิร์ล (whorl)	11
รูปที่ 6 ลวดลายต่างๆ บนเปลือกหอย.....	12
รูปที่ 7 ลักษณะโดยทั่วไปของพยาธิใบไม้	14
รูปที่ 8 รูปร่างลักษณะส่วนลำตัวและส่วนหางตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย.....	17
รูปที่ 9 โครงสร้างภายในตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย.....	18
รูปที่ 10 วงจรชีวิตพยาธิใบไม้.....	19
รูปที่ 11 ลักษณะของฝืนคั้นและตุ่มแดงที่มีสาเหตุจากโรคพยาธิหอยคั้น	22
รูปที่ 12 โครงสร้างข้อมูล rDNA ของสิ่งมีชีวิตประเภทยูคาริโอต	29
รูปที่ 13 ค่าพารามิเตอร์ในการวัดเปลือกหอยทรงแบนและหอยทรงกรวย	37
รูปที่ 14 แสดงพื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จังหวัด.....	42
รูปที่ 15 จุดสำรวจที่ 1 คูหาสวรรค์	43
รูปที่ 16 จุดสำรวจที่ 2 ลำป่า 1.....	44
รูปที่ 17 จุดสำรวจที่ 3 ลำป่า 2.....	45
รูปที่ 18 จุดสำรวจที่ 4 ทะเลน้อย 1.....	46
รูปที่ 19 จุดสำรวจที่ 5 ทะเลน้อย 2.....	47
รูปที่ 20 จุดสำรวจที่ 6 ทะเลน้อย 3.....	48
รูปที่ 21 จุดสำรวจที่ 7 บ้านใหม่	49

รูปที่ 22 จุดสำรวจที่ 8 ระโนด	50
รูปที่ 23 จุดสำรวจที่ 9 ปากแตร	51
รูปที่ 24 จุดสำรวจที่ 10 บ้านเกาะใหญ่.....	52
รูปที่ 25 จุดสำรวจที่ 11 คลองรี.....	53
รูปที่ 26 จุดสำรวจที่ 12 บ่อล้อย 1.....	54
รูปที่ 27 จุดสำรวจที่ 13 บ่อล้อย 2.....	55
รูปที่ 28 จุดสำรวจที่ 14 ท้องลาน	56
รูปที่ 29 จุดสำรวจที่ 15 บ้านดอนจิก 1.....	57
รูปที่ 30 จุดสำรวจที่ 16 บ้านดอนจิก 2.....	58
รูปที่ 31 จุดสำรวจที่ 17 เขียวใหญ่.....	59
รูปที่ 32 จุดสำรวจที่ 18 ท่าขนาน.....	60
รูปที่ 33 จุดสำรวจที่ 19 หล่อง.....	61
รูปที่ 34 จุดสำรวจที่ 20 คลองกระบือ.....	62
รูปที่ 35 จุดสำรวจที่ 21 ท่าฉาง.....	63
รูปที่ 36 จุดสำรวจที่ 22 เลม็ด 1.....	64
รูปที่ 37 จุดสำรวจที่ 23 เลม็ด 2.....	65
รูปที่ 38 จุดสำรวจที่ 24 เลม็ด 3.....	66
รูปที่ 39 จุดสำรวจที่ 25 ทุ่ง 1.....	67
รูปที่ 40 จุดสำรวจที่ 26 ทุ่ง 2.....	68
รูปที่ 41 จุดสำรวจที่ 27 หาดพันไกร 1	69
รูปที่ 42 จุดสำรวจที่ 28 หาดพันไกร 2.....	70
รูปที่ 43 จุดสำรวจที่ 29 บางลึก.....	71
รูปที่ 44 เปลือกหอย <i>Pila ampullacea</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	73
รูปที่ 45 เปลือกหอย <i>Pomacea canaliculata</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	74

รูปที่ 46 เปลือกหอย <i>Bithynia siamensis siamensis</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร)	75
รูปที่ 47 เปลือกหอย <i>Bithynia siamensis goniomphalos</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	76
รูปที่ 48 เปลือกหอย <i>Radix rubiginosa</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร)	77
รูปที่ 49 เปลือกหอย <i>Anentome helena</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	78
รูปที่ 50 เปลือกหอย <i>Physella acuta</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	79
รูปที่ 51 เปลือกหอย <i>Amerianna carinata</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	80
รูปที่ 52 เปลือกหอย <i>Gyraulus bakeri</i> (สเกล 1 มิลลิเมตร).....	81
รูปที่ 53 เปลือกหอย <i>Gyraulus convexusculus</i> (สเกล 1 มิลลิเมตร).....	82
รูปที่ 54 เปลือกหอย <i>Gyraulus hubendicki</i> (สเกล 1 มิลลิเมตร).....	83
รูปที่ 55 เปลือกหอย <i>Indoplanorbis exustus</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	84
รูปที่ 56 เปลือกหอย <i>Melanoides tuberculata</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร)	85
รูปที่ 57 เปลือกหอย <i>Tarebia granifera</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	86
รูปที่ 58 เปลือกหอย <i>Eyriesia eyriesi</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	87
รูปที่ 59 เปลือกหอย <i>Filopaludina doliaris</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร)	88
รูปที่ 60 เปลือกหอย <i>Filopaludina martensi martensi</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	89
รูปที่ 61 เปลือกหอย <i>Filopaludina sumatrensis polygramma</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร)	90
รูปที่ 62 เปลือกหอย <i>Idiopoma ingallsiana</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	91
รูปที่ 63 เปลือกหอย <i>Idiopoma umbilicata</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	92
รูปที่ 64 เปลือกหอย <i>Trochotaia trochoides</i> (สเกล 5 มิลลิเมตร).....	93
รูปที่ 65 แผนภูมิแสดงหอยที่ติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียจำนวน 82 ตัว.....	94
รูปที่ 66 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Echinochasmus pelecani</i> (สเกล 100 μ m)	108
รูปที่ 67 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Echinoparyphium recurvatum</i> (สเกล 100 μ m)	110

รูปที่ 68 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Echinoparyphium recurvatum</i> (สเกล 100 μ m)	112
รูปที่ 69 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Echinostoma revolutum</i> (สเกล 100 μ m).....	114
รูปที่ 70 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Schistosoma indicum</i> (สเกล 100 μ m).....	116
รูปที่ 71 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Schistosoma spindale</i> (สเกล 100 μ m).....	118
รูปที่ 72 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Clinostomum giganticum</i> (สเกล 100 μ m).....	121
รูปที่ 73 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Diplostomum baeri eucaliae</i> (สเกล 100 μ m)	124
รูปที่ 74 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Stellantchasmus falcatus</i> (สเกล 100 μ m).....	127
รูปที่ 75 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียรูปแบบ <i>Ophthalmoxiphidiocercaria</i> (สเกล 100 μ m)	129
รูปที่ 76 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Haematoloechus similis</i> (สเกล 100 μ m).....	132
รูปที่ 77 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Loxogenes liberum</i> (สเกล 100 μ m).....	134
รูปที่ 78 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย <i>Loxogenoides bicolor</i> (สเกล 100 μ m).....	136
รูปที่ 79 สายวิวัฒนาการจากการวิเคราะห์แบบ Maximum Likelihood (MLBS).....	138



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหาและที่มาของโครงการวิจัย

โรคพยาธิหอยคันหรือโรคน้ำคัน (Cercarial dermatitis, Schistosome dermatitis, Swimmer's itch) เป็นโรคผื่นคันที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหนังของมนุษย์ซึ่งมีสาเหตุมาจากตัวอ่อนพยาธิใบไม้เลือดของสัตว์ระยะเซอร์คาเรีย (cercaria) ไซเข้าผิวหนังและทำให้เกิดพยาธิสภาพบริเวณที่พยาธิไซ โดยพบว่าตัวอ่อนพยาธิจะทำให้เกิดอาการผื่นคัน และอาจเป็นสาเหตุของภาวะแทรกซ้อนในการติดเชื้อแบคทีเรียร่วมได้เมื่อผู้ป่วยเกิดแผลบริเวณผื่นและตุ่มคันนั้นทำให้ผิวหนังอักเสบมากขึ้น ในประเทศไทยมีรายงานพยาธิใบไม้เลือดของสัตว์ในสกุล *Schistosoma*, *Trichobilharzia* และ *Orientobilharzia* เป็นพยาธิที่พบตัวแก่ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง และสัตว์ปีก พบว่าพยาธิใบไม้เลือดที่มีสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant animals) เป็นโฮสต์สุดท้ายจะมีผลกระทบกับความเสียหายกับผลผลิตทางการปศุสัตว์ได้ โดยอาจทำให้สัตว์ที่ป่วยมีอาการชูกพอม มีอาการโลหิตจาง ท้องเสียเรื้อรัง และมีการอักเสบของอวัยวะภายใน นำไปสู่การเสียชีวิตของสัตว์ และเป็นปัญหาทางเศรษฐกิจของประเทศได้ วงชีวิตพยาธิใบไม้เลือดของสัตว์นี้ตัวอ่อนระยะติดต่อดังกล่าวไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยในมนุษย์ (non-human schistosomiasis) แต่ตัวอ่อนพยาธิสามารถไซเข้าสู่ผิวหนังของมนุษย์ได้และกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองของภูมิคุ้มกันภายในร่างกายเกิดเป็นตุ่มแดงและมีผื่นคัน โดยทั่วไปแล้วผู้ป่วยสามารถหายเองหากไม่เกิดการติดเชื้อแทรกซ้อน (Kruatrachue et al., 1964; Harinasuta & Kruatrachue, 1965; Kullavanijaya & Wongwaisayawan, 1993; Lévesque et al., 2002; Tracz et al., 2019; Krailas et al., 2022)

พยาธิใบไม้ในวงศ์ Schistosomatidae สามารถตรวจพบได้ในระบบไหลเวียนโลหิตของสัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม อาทิ เป็ด ห่าน นกนางนวล หนู โค และกระบือ เป็นต้น วงชีวิตของพยาธิใบไม้ วงศ์นี้เริ่มจากพยาธิตัวแก่อาศัยอยู่ในเส้นเลือดบริเวณลำไส้หรือทางเดินปัสสาวะ หลังจากที่พยาธิผสมพันธุ์กันแล้วไซของพยาธิถูกปล่อยออกมาจากพยาธิเพศเมียไปอยู่บริเวณเนื้อเยื่อของโฮสต์ และถูกการบีบตัวของหลอดเลือดดำบริเวณผนังลำไส้หรือทางเดินปัสสาวะทำให้บางครั้งจะทะลุหรือหลุดออกมาอยู่ในลำไส้และปนออกมากับอุจจาระหรือปัสสาวะของโฮสต์ ระยะตัวอ่อนไมราซิเดียม (miracidium) ที่หลุดออกจากไซจะไปอาศัยในตัวหอยที่เป็นโฮสต์กึ่งกลาง (intermediate host) และเจริญไปเป็นระยะเซอร์คาเรียซึ่งเป็นระยะติดต่อดังกล่าวนี้ไซออกจากหอยไปไซเข้าสู่ผิวหนังและเข้าสู่เส้นเลือดของโฮสต์ลำดับสุดท้าย (definitive host) จากนั้นเจริญต่อไปเป็นตัวเต็มวัย

ภายในหลอดเลือดดำบริเวณอวัยวะที่จำเพาะ พยาธิตัวเต็มวัยแยกเพศเป็นเพศผู้และเพศเมีย มีการผสมพันธุ์และออกไข่จนครบวงจรชีวิตต่อไป การแพร่กระจายและลักษณะของพยาธิใบไม้เลือดในสกุล *Schistosoma* พบว่ามีความสำคัญในด้านการแพทย์ ในอดีตนักปรสิตวิทยาได้จัดกลุ่มพยาธิใบไม้เลือดนี้ ตามลักษณะรูปร่างของไข่ ความจำเพาะต่อโฮสต์กึ่งกลางคือหอยที่เป็นเสมือนตัวนำโรค และพื้นที่การแพร่กระจายพันธุ์ (Rollinson & Southgate, 1987) โดยจัดกลุ่มเป็น *S. haematobium* group ไข่ของพยาธิกลุ่มนี้จะมีหนามเพียงอันเดียวที่ปลายข้างหนึ่ง (terminal spine) มีความจำเพาะต่อหอยสกุล *Bulinus* ที่เป็นโฮสต์กึ่งกลาง มีการแพร่กระจายพันธุ์เกือบทั้งหมดในทวีปแอฟริกา พยาธิใบไม้เลือดที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ประกอบไปด้วย *S. haematobium*, *S. intercalatum*, *S. bovis*, *S. mattheei*, *S. curassoni*, *S. margrehowiei* และ *S. leiperi* ถัดมากลุ่ม *S. mansoni* group ไข่ของพยาธิจะมีหนามหนึ่งอันอยู่บริเวณด้านข้าง (lateral spine) พบหอยสกุล *Biomphalaria* เป็นโฮสต์กึ่งกลางที่มีความจำเพาะต่อปรสิตกลุ่มนี้ ในอดีตพบการกระจายพันธุ์ในทวีปแอฟริกา แต่ในปัจจุบันมีการตรวจสอบพบบริเวณทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และอเมริกาใต้ พยาธิใบไม้ในกลุ่มนี้ได้แก่ *S. mansoni*, *S. rodhaini*, *S. hippopotami* และ *S. edwardiense* กลุ่ม *S. japonicum* group เป็นกลุ่มพยาธิใบไม้เลือดโดยลักษณะไข่พยาธิจะมีปุ่มเล็กๆ อยู่ด้านข้าง (lateral knob) โฮสต์กึ่งกลาง ได้แก่หอยสกุล *Oncomelania*, *Tricula* และ *Neotricula* พบการแพร่กระจายพันธุ์ได้ในทวีปเอเชีย ปรสิตรในกลุ่มนี้ได้แก่ *S. japonicum*, *S. mekongi*, *S. malayensis*, *S. sinensium* และ *S. ovuncatum* และกลุ่มสุดท้ายคือ *S. indicum* group มีรายงานพบการแพร่ระบาดในทวีปเอเชีย มีรายงานปรสิต 4 ชนิดพันธุ์ ที่มีโฮสต์กึ่งกลางเป็นหอยวงศ์พลานอร์บิดี (Family Planorbidae) และ ลิมเนียอิดี (Family Lymnaeidae) ได้แก่ *S. indicum*, *S. nasale*, *S. spindale* และ *S. incognitum* (Attwood et al., 2007; Hamed, 2010; Liu et al., 2010; Webster et al., 2013; Gauffre-Autelina et al., 2017; Jones et al., 2020)

การระบาดของโรคพยาธิหอยคันที่มีรายงานชัดเจนกับเกษตรกรในพื้นที่อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในปี พ.ศ. 2536 เกิดจากตัวอ่อนพยาธิใบไม้เลือดระยะเซอร์คาเรีย ชนิด *S. spindale* โดยมีหอย *Indroplanorbis exustus* เป็นโฮสต์กึ่งกลาง (Kullavanijaya & Wongwaisayawan, 1993) และปี พ.ศ. 2563 มีการรายงานจากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา พบผู้ป่วยที่มีอาการผื่นคันบริเวณผิวหนังจำนวนมาก โดยผื่นคันเหล่านี้เกิดขึ้นเฉพาะบริเวณที่สัมผัสกับน้ำโดยตรง ได้แก่ บริเวณขาและแขนทั้งสองข้าง ผู้ป่วยส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา และประกอบอาชีพทำนา ผลการตรวจสอบตัวอย่างชิ้นเนื้อของผู้ป่วยและตัวอย่างหอยที่สุ่มเก็บบริเวณทุ่งนาพบตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียในกลุ่มพยาธิใบไม้เลือดซึ่งเป็นสาเหตุของโรคผื่นคันบริเวณผิวหนังและได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคพยาธิหอยคันที่เกิดจากพยาธิ *S. indicum* (Krailas et al., 2022) จากรายงานทั้งสองครั้งที่มีระยะเวลาห่างกันกว่า

20 ปี พบว่าการระบาดของพยาธิหอยคันยังพบได้ในแถบภาคใต้ของประเทศไทย และยังคงเป็นปัญหา ด้านการสาธารณสุขของประชาชนที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม อย่างไรก็ตามการรายงานทั้งสองครั้งนี้ พบว่าพยาธิใบไม้ที่ก่อโรคนี้อาศัยถึงสองชนิดพันธุ์ จึงเป็นที่น่าสนใจว่าโอกาสการเกิดโรคพยาธิหอยคันนี้ มีการแพร่กระจายได้ในพื้นที่ใกล้เคียงกับการรายงานการเกิดโรคในครั้งเก่า และมีโอกาสพบชนิดพันธุ์ ของพยาธิชนิดอื่นๆ อีกหรือไม่

การจำแนกชนิดพันธุ์ของพยาธินอกจากจะเป็นประโยชน์ทางด้านอนุกรมวิธานในการระบุ ชนิดพันธุ์แล้ว ยังสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนควบคุม และป้องกันการระบาดของ พยาธิและโรคต่างๆ ได้ ในอดีตสามารถระบุชนิดพันธุ์ของพยาธิได้ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) โดยพิจารณาจากรูปร่างและอวัยวะภายในของพยาธิภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถสังเกตได้ง่ายและรวดเร็วแต่อาจต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญและอาจเกิดความ ผิดพลาดในการระบุชนิดพันธุ์ได้ ต่อมาในภายหลังเริ่มมีการให้ความสำคัญเกี่ยวกับสายสัมพันธ์ ทางวิวัฒนาการมากขึ้น โดยนำข้อมูลจากสาขาวิชาอื่นมาพิจารณาร่วมด้วย กล่าวคือการศึกษาอนุชีววิทยา เป็นการศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลจากลำดับของสารพันธุกรรมที่ช่วยจำแนกชนิดพันธุ์ และพิสูจน์สถานะทางอนุกรมวิธาน อาทิ การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ Internal transcribed spacer บริเวณตำแหน่งที่ 1 และ 2 (ITS1, ITS2) การวิเคราะห์จากยีนไมโทคอนเดรีย Nicotinamide adenine dinucleotide dehydrogenase subunit 1 (*ND1*) และ Cytochrome c oxidase subunit 1 (*CO1*) เป็นต้น (Wongsawad et al., 2016; Veeravechskij et al., 2018a, b; Apiraksena et al., 2020) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาโอกาสและอัตราการติดเชื้อ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้เลือดระยะเซอร์คาเรียที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคพยาธิหอยคันบริเวณภาคใต้ ของประเทศไทย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญทางเกษตรกรรมและประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ โดยศึกษาชนิดพันธุ์ของพยาธิจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและนำเทคนิค ทางชีวโมเลกุลมาศึกษาร่วมด้วย ประโยชน์ในการศึกษาในครั้งนี้นอกจากทำให้ทราบถึงระบาดวิทยา ของโรคปรสิตหอยคันแล้วยังสามารถเป็นแนวทางในการวางแผน ควบคุม และป้องกันการระบาด ในพื้นที่ศึกษาอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อตรวจสอบชนิดพันธุ์ของพยาธิที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับพยาธิใบไม้ ซึ่งก่อให้เกิดโรคพยาธิหอยคันที่พบบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาอัตราการติดเชื้อปรสิตในหอยตัวอย่าง
3. เพื่อจำแนกชนิดพันธุ์ของพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และเทคนิคทางชีวโมเลกุล

สมมติฐานของการวิจัย

พื้นที่บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา สามารถพบการแพร่กระจายของหอยฝาเดียวที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิใบไม้เลือดที่ก่อโรคพยาธิหอยคัน

ขอบเขตของการศึกษา

สำรวจและเก็บตัวอย่างหอยฝาเดียวในแหล่งน้ำบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา ตรวจสอบอัตราการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในหอยที่มีความสามารถเป็นโฮสต์กึ่งกลางซึ่งก่อให้เกิดโรคพยาธิหอยคัน และจำแนกชนิดพันธุ์ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเทคนิคทางชีวโมเลกุล โดยวิเคราะห์จากลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ Internal transcribed spacer 2 (ITS2) สร้างแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการด้วยโปรแกรม MEGA X วิธี Maximum likelihood (Kumar et al., 2018)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการสำรวจและตรวจสอบอัตราการติดเชื้อพยาธิใบไม้ในหอยตัวอย่าง อีกทั้งจำแนกชนิดพันธุ์ของพยาธิใบไม้ที่พบด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเทคนิคทางชีวโมเลกุล ซึ่งการศึกษาทั้งสองวิธีนี้ช่วยให้ทราบถึงสาเหตุและโฮสต์กึ่งกลางของโรคพยาธิหอยคัน นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้พื้นฐานไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวัง ควบคุม และป้องกันการแพร่ระบาดของโรคพยาธิหอยคันได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

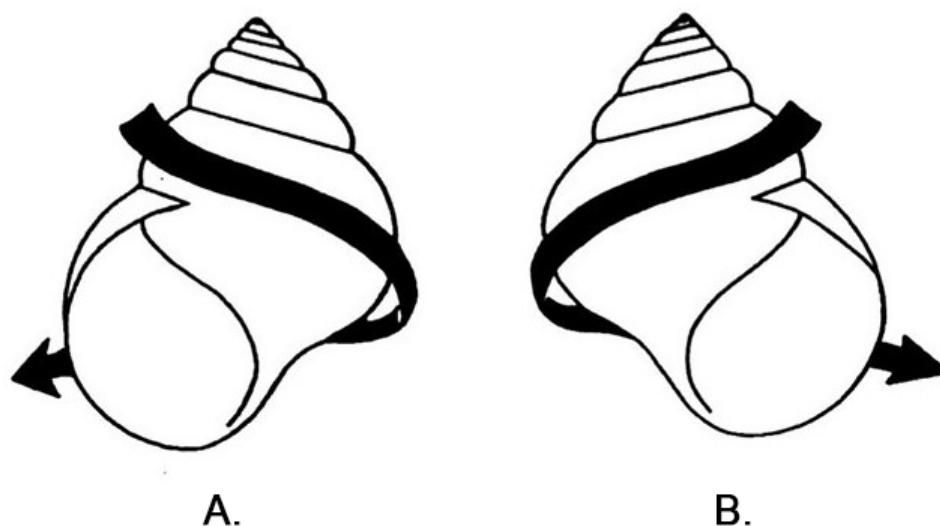
อนุกรมวิธานและการจำแนกชนิดพันธุ์หอย

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก (shell morphology) เป็นลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจัดจำแนกชนิดพันธุ์ของหอย โดยแบ่งออกเป็นวงศ์ (family) สกุล (genus) และชนิดพันธุ์ (species) ลักษณะที่ใช้ในการจำแนก ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สี ลวดลาย และลักษณะเฉพาะของส่วนประกอบต่างๆ บริเวณเปลือกหอย อาทิ ลักษณะของผิวเปลือกที่แตกต่างกันซึ่งหอยบางชนิดอาจมีพื้นผิวเปลือกเรียบหรือผิวขรุขระ เป็นตุ่มหนาม เป็นรอยบุ๋มหรือรอยย่น อาจมีเส้นขนานนูนขนาดเล็กโดยรอบหรืออาจจะเป็นเส้นบางๆ เป็นต้น

การจำแนกหอยฝาเดียวด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก

เปลือกของหอยฝาเดียวโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นทรงกรวย (conic) มีส่วนยอดของเปลือก (apex) แหลมและขดวนเป็นชั้นเรียก เวิร์ล (whorl) เปลือกวงสุดท้ายมีขนาดใหญ่ที่สุด เรียกว่า บอดีเวิร์ล (body whorl) โดยบริเวณที่แต่ละเวิร์ลเชื่อมต่อกัน เรียกว่า ซูเชอร์ (suture) ถัดมาส่วนที่อยู่เหนือ บอดีเวิร์ลขึ้นไปจนถึงปลายยอดเปลือก เรียกว่า สไปร์ (spire) ลักษณะการขดวนของเปลือกจะเริ่มตั้งแต่บริเวณยอดเปลือกและขดวนเป็นชั้นๆ โผล่ลงมาเป็นเกลียวรอบแนวแกนกลางของเปลือก เรียกว่า คอลูเมลลา (columellar) นอกจากนี้บริเวณส่วนปลายสุดของบอดีเวิร์ลจะพบช่องที่หอยสามารถยื่นทั้งส่วนหัวและแผ่นเท้าออกมาและหดกลับเข้าไปได้ เรียกว่า ปากเปลือก (aperture) การขดวนของเปลือกหอยอาศัยหลักการเดียวกันกับการกำหนดตำแหน่งและทิศทางของเปลือก กล่าวคือ ถ้าหากวงเปลือกหอยโดยที่หงายส่วนปากเปลือกขึ้นและหันส่วนปลายยอดของเปลือกออกทางด้านนอก (อยู่ในลักษณะแนวแกนของเปลือกตั้งฉากกับตัวผู้สังเกต) ถ้าสังเกตพบว่าปากเปลือกอยู่ทางด้านซ้ายมือของผู้สังเกตแสดงว่ามีรูปแบบการขดวนของเปลือกเป็นแบบทวนเข็มนาฬิกา (sinistral) ในทางกลับกันถ้าหากปากเปลือกอยู่ทางขวามือแสดงว่ามีรูปแบบการขดวนของเปลือกเป็นแบบตามเข็มนาฬิกา (dextral) (รูปที่ 1) หอยฝาเดียวส่วนใหญ่จะมีฝาปิดปากเปลือก (operculum) อยู่บริเวณส่วนท้ายของแผ่นเท้าหอย เมื่อหอยปิดปากเปลือกสนิทตัวหอยจะหดกลับเข้าไปภายในเปลือกเพื่อใช้เป็นที่พักพิงให้กับตัวหอย แต่ในกรณีที่หอยบางชนิดปิดปากเปลือกไม่สนิทหรือไม่ปิดปากเปลือกอาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปทำหน้าที่อื่น เช่น ใช้ในการเคลื่อนที่โดยช่วยชุดทราย

ฝาปิดปากเปลือกนั้นรูปร่าง ลวดลายด้านนอกและตำแหน่งที่แตกต่างกันไปในแต่ละชนิด (ดวงเดือน ไกรลาศ, 2561; สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2538)



รูปที่ 1 ลักษณะการขดวนของเปลือกหอยรูปทรงกรวย
 (A) การขดวนของเปลือกเป็นแบบทวนเข็มนาฬิกา (sinistral)
 (B) การขดวนของเปลือกเป็นแบบตามเข็มนาฬิกา (dextral)
 (ดัดแปลงมาจาก สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2538)

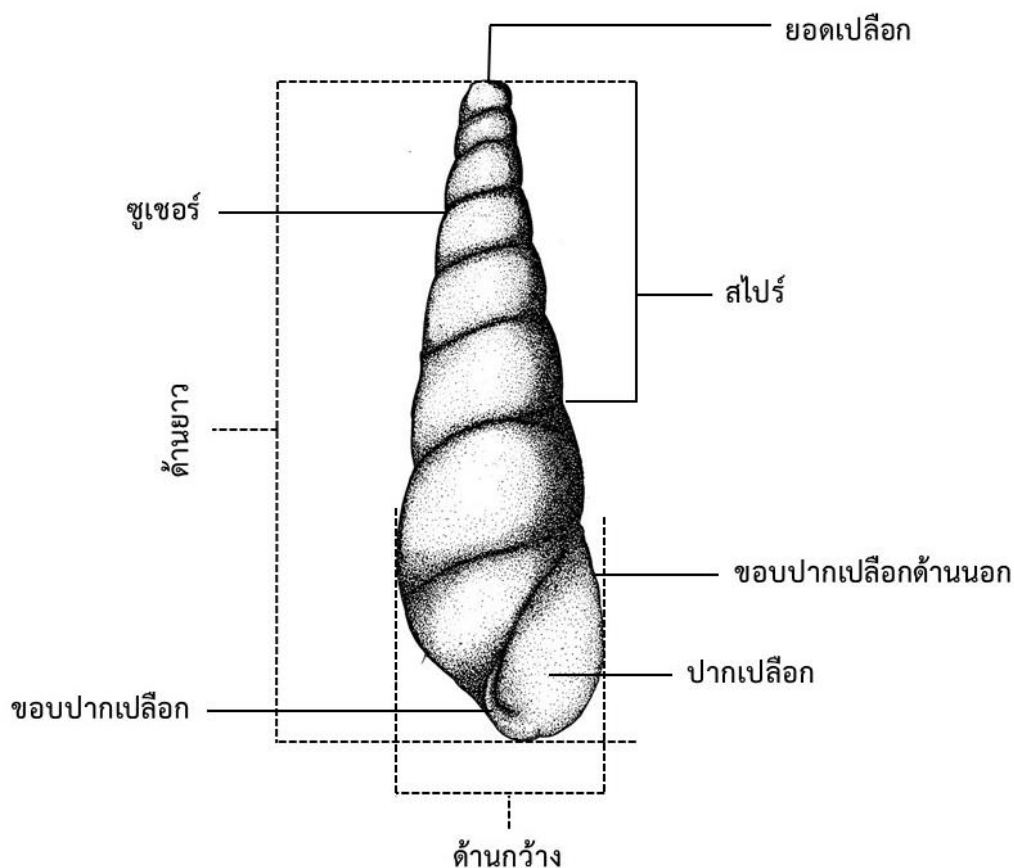
ยอดเปลือก (apex)

เป็นส่วนปลายยอดเปลือก โดยส่วนขดที่อยู่บนยอดเปลือกเรียกว่า นิวเคลียร์เวิร์ล (nuclear whorl) หรือ เอพิคัลเวิร์ล (apeical whorl) หรือโพรโทคอนช์ (protoconch) ส่วนเปลือกหอยชั้นต่างๆ ถัดลงมาเป็นเปลือกที่สร้างขึ้นมาจากภายหลังเมื่อหอยโตมีการเจริญเติบโตขึ้น เรียกว่า เทเลคอนช์ (teleconch)

สไปร์เวิร์ลและซุเซอร์ (spine whorl and suture)

การพิจารณาความสูงแต่ละเวิร์ลของเปลือกหอยสามารถวัดได้จากระยะห่างระหว่างซุเซอร์ โดยส่วนมากเปลือกหอยแต่ละชนิดจะมีความสูงแต่ละเวิร์ลที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับความชันของการขดวนในแต่ละเวิร์ล นอกจากนี้เปลือกหอยหลายชนิดพบว่าผิวเปลือกมีลวดลายเป็นสันหรือขอบนูน (rid) ทำให้ซุเซอร์มีลักษณะเป็นคลื่นจนทำให้ส่วนของสไปร์เวิร์ลบิดตัวตามไปด้วย สไปร์เวิร์ลในหอยบางชนิดมีลักษณะโค้ง (convex) หรือลักษณะแบน หรืออาจยกเป็นมุมมีลักษณะเป็นสัน

ซึ่งเรียกว่า แครรีนา หรือ คีล (carina, keel) ในกรณีที่สไปร์เวอร์ลยกเป็นมุมสูงชันใกล้กับแนวชูเซอร์ จะเรียกส่วนเปลือกบริเวณนั้นว่า ส่วนไหล่ของเปลือกหรือโหวเดอร์ (shoulder) หอยหลายชนิด มีแนวชูเซอร์เอียงหรือเป็นไปในแนวเดียวกันกับการขดวนของบอดีเวอร์ล (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 โครงสร้างภายนอกของเปลือกหอยฝาเดียว (Gastropod)
(ที่มา Malek & Cheng, 1974)

บอดีเวอร์ลและปากเปลือก (body whorl and aperture)

บอดีเวอร์ลเป็นส่วนของเวอร์ลสุดท้ายหรือเวอร์ลที่ถูกสร้างหลังสุดซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุด บริเวณปลายสุดของบอดีเวอร์ลมีปากเปลือกหอยเพื่อให้หอยคีบคานออกมาภายนอกเปลือก บริเวณรอบปากเปลือกมีขอบ เรียกว่า ขอบปากเปลือก ซึ่งแต่ละด้านมีชื่อเรียกต่างกัน ขอบปากเปลือกด้านที่ติดกับส่วนสุดท้ายของบอดีเวอร์ล เรียกว่า ขอบปากเปลือกด้านนอก (outer lip) ขอบปากเปลือกที่ส่วนฐานเปลือก เรียกว่า ขอบปากเปลือกส่วนฐาน (basal lip) และขอบปากเปลือกส่วนที่เหลือซึ่งอยู่ใกล้แนวแกนของเปลือก เรียกว่า ขอบปากเปลือกด้านใน (inner lip) ซึ่งประกอบด้วยสองส่วน

ได้แก่ ขอบปากเปลือก (columellar lip) สร้างจากแนวแกนของเปลือก และขอบปากเปลือกพาไรเอทัล (parietal lip) ส่วนใหญ่เป็นแนวที่ยื่นจากแนวแกนไปถึงซูเซอร์ (รูปที่ 2)

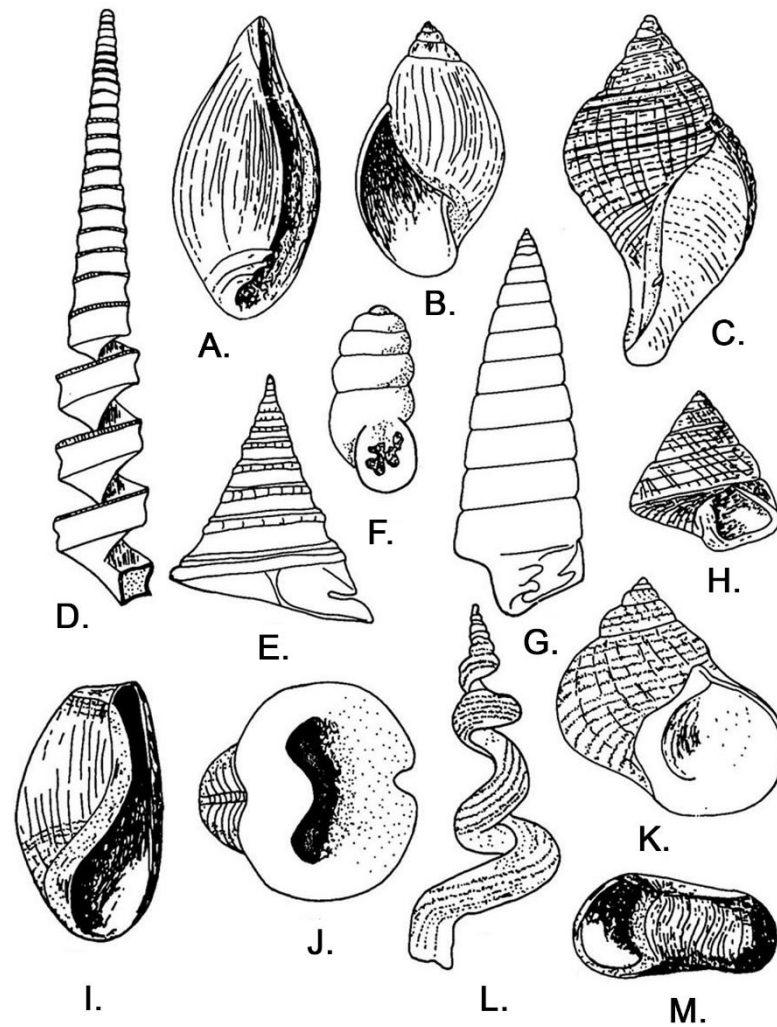
อัมบิลิคัส (umbilicus)

อัมบิลิคัสมีลักษณะเป็นช่องหรือรู หรือรอยบุ๋ม (depression) ล้อมรอบคอลูเมลลาซึ่งเป็นผลจากการขดวนของเวิร์ล โดยทั่วไปเปลือกหอยฝาเดียวจะมีอัมบิลิคัสลักษณะเป็นเกลียว (spiral cavity) ที่บริเวณบอดีเวิร์ล หรือส่วนฐานของเปลือก

รูปร่างเปลือก (shell shape)

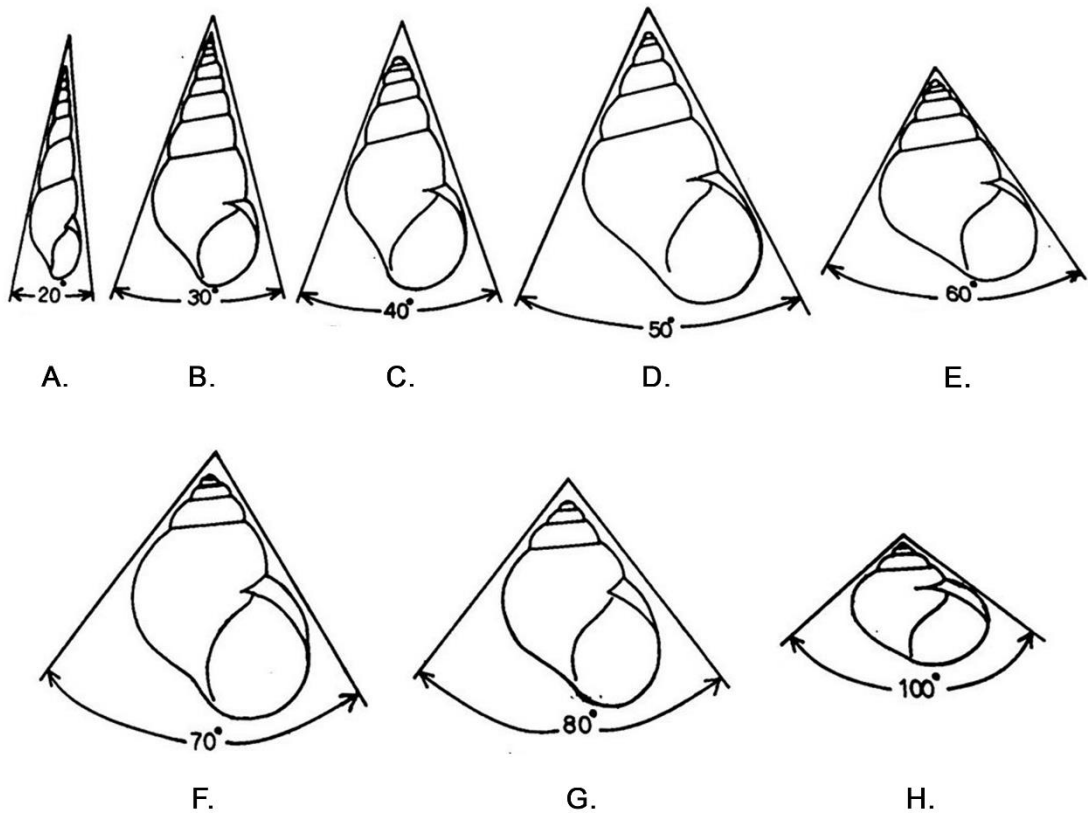
รูปร่างเปลือกโดยทั่วไปเป็นทรงกรวยลักษณะต่างๆ หอยบางชนิดมีเปลือกรูปทรงแบน (planispiral) (รูปที่ 3M) ความแตกต่างของรูปทรงเปลือกขึ้นอยู่กับลักษณะการขดวนของเปลือก รอบแนวแกนหอย เปลือกหอยทรงกรวยอาจเป็นรูปยาว (elongate) (รูปที่ 3A-B) รูปกรวยไข่ (รูปที่ 3C-E) รูปกรวยกลม (globose) (รูปที่ 3F-G) หรือทรงกรวยเตี้ย (depressed) (รูปที่ 3H) โดยการพิจารณารูปร่างของเปลือกหอยอย่างละเอียดต้องพิจารณาจากขนาดของมุมสไปร์ (spire angle) ซึ่งเป็นมุมยอดเปลือก เปลือกหอยบางชนิดมีการขดวนของเปลือกแต่ละชั้นอย่างหลวมๆ ทำให้แต่ละเวิร์ลไม่มีการสัมผัสกัน บางชนิดพบว่ามี การขดวนของเปลือกหอยช่วงแรกติดต่อกัน เป็นทรงกรวยแบนต่อมากการขดวนของเปลือกช่วงท้ายหรือบางส่วนของบอดีเวิร์ลจะไม่สม่ำเสมอ และขดวนเป็นไปอย่างหลวมๆ เรียกเปลือกลักษณะดังกล่าวว่า เทอร์ริคิวเลต (terricullate) กล่าวคือ แต่ละเวิร์ลจะไม่สัมผัสกันโดยมีลักษณะเป็นเกลียวหลวมๆ (รูปที่ 3L) ซึ่งการเจริญที่ผิดปกตินี้ อาจมีสาเหตุเกิดจากบางส่วนของเปลือกหอยยึดติดกับพื้นผิวที่หอยอาศัยอยู่

เปลือกหอยทรงขดแบนและทรงกรวยเตี้ยที่มีเปลือกทั้งสองด้านของคอลูเมลลาเหมือนกัน อาจจะมีเปลือกแบบอินโวลูต (involute) กล่าวคือส่วนยอดจมลงไปในสไปร์เวิร์ล (รูปที่ 3J) หรืออาจเป็นแบบคอนโวลูต (convolute) โดยบอดีเวิร์ลจะหุ้มส่วนสไปร์เวิร์ลไว้ทั้งหมดไม่มีอัมบิลิคัส (รูปที่ 3A) อาทิ หอยเบี้ย



รูปที่ 3 เปลือกหอยฝาเดียวรูปร่างต่างๆ

(A-K) รูปทรงกรวย (L) รูปทรงกรวยที่มีการขดวนแบบผิดปกติ (M) รูปทรงขดแบน
(ดัดแปลงมาจาก สุชาติ อุปลัมภ์ และคณะ, 2538)



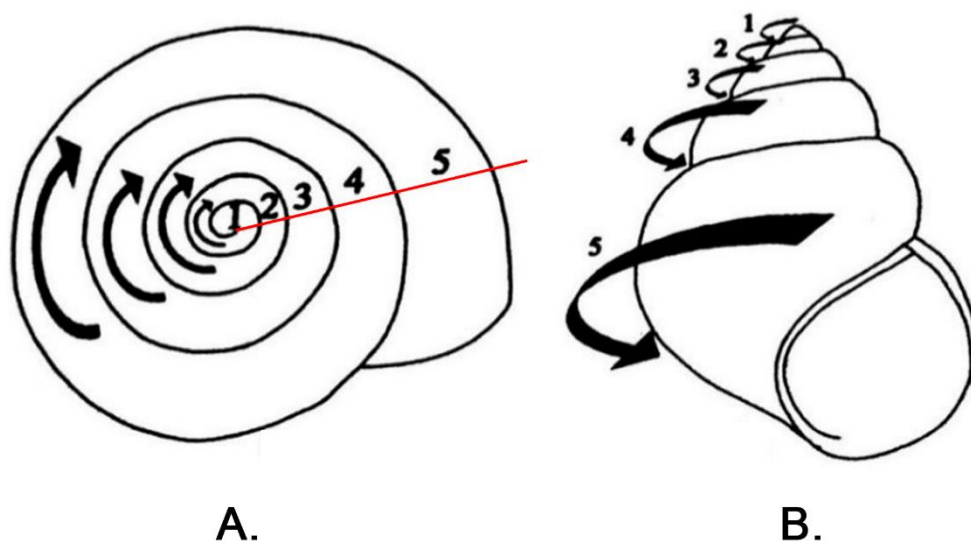
รูปที่ 4 เปลือกหอยรูปทรงกรวยแบบต่างๆ พิจารณาจากขนาดของมุมสไปร์ (A-B) รูปกรวยยาว (C-E) รูปกรวยไซ (F-G) รูปกรวยกลม (H) รูปกรวยเตี้ย (ดัดแปลงมาจาก สุขชาติ อุภัมภ์ และคณะ, 2538)

แนวการขดวนของเปลือกหอย (shell coiling)

แนวการขดวนของเปลือกหอยทรงกรวยอาศัยหลักการพิจารณาเช่นเดียวกับการกำหนดตำแหน่งและทิศทางของเปลือกหอย โดยเปลือกหอยมีการขดวน 2 ลักษณะ ทั้งการขดวนแบบเวียนซ้ายหรือการขดวนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา และรูปแบบการขดวนแบบเวียนขวาหรือการขดวนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา แนวการขดวนของเปลือกทั้ง 2 ลักษณะจัดเป็นเปลือกหอยที่มีการขดวนอย่างปกติเรียกออร์โทสโตรฟิก (orthostrophic) แต่ในการพิจารณาแนวการขดวนของเปลือกหอยทรงแบนให้สังเกตโดยวางตำแหน่งของเปลือกหอยให้อยู่ในแนวระนาบของการขดวนเปลือกขนานกับตัวผู้สังเกตและหางเปลือกด้านที่มีสไปร์ขึ้น ถ้าสังเกตพบว่าปากเปลือกหอยอยู่ทางด้านซ้ายมือของผู้สังเกตแสดงว่าการขดวนของเปลือกเป็นแบบซินิสทรัล ในทางกลับกันหากพบว่าปากเปลือกอยู่ทางขวามือของผู้สังเกตแสดงว่าแนวการขดวนของเปลือกเป็นแบบตามเข็มนาฬิกา (รูปที่ 1, 4)

การนับจำนวนเวิร์ล (whorl)

การศึกษาและจำแนกชนิดพันธุ์ของหอยฝาเดียวมีหลากหลายวิธี ซึ่งการนับจำนวนเวิร์ล เป็นอีกหนึ่งวิธีที่สามารถช่วยจำแนกชนิดพันธุ์ได้ในเบื้องต้น โดยสังเกตการขดวนต่อเนื่องของแต่ละเวิร์ล จากจุดเริ่มต้นที่บริเวณเอพิคัลเวิร์ลขดวนไปเป็นวง ถ้าบริเวณใดของเวิร์ลตรงกับจุดเริ่มต้นของเอพิคัลเวิร์ล นับเป็นหนึ่งเวิร์ล (รูปที่ 5)



A.

B.

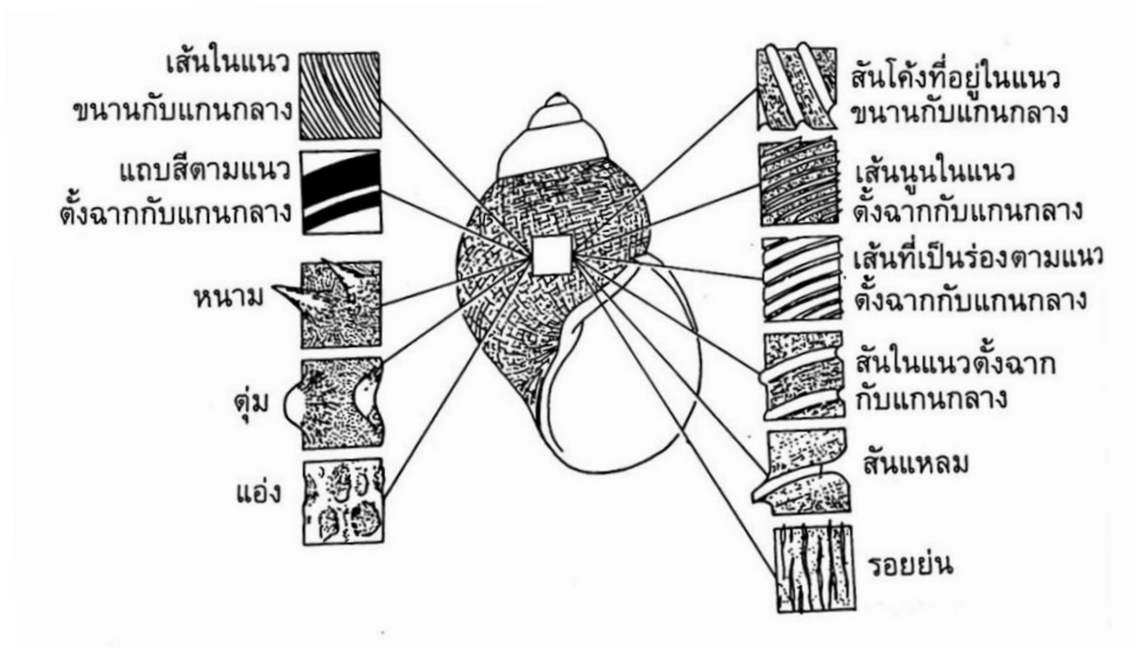
รูปที่ 5 การนับจำนวนเวิร์ล (whorl)

(A) เปลือกหอยทรงแบน (B) เปลือกหอยทรงกรวย

(ดัดแปลงจาก ดวงเดือน ไกรลาศ, 2561)

ลวดลาย (shell pattern)

ผิวด้านนอกของเปลือกหอยมีลวดลายที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่าง เปลือกอาจมีลักษณะเป็นหนาม เป็นตุ่ม เป็นรอยปุ่มหรือรอยย่น เป็นสันคม หรือเป็นเส้นนูน กรณีของลายเส้นบนเปลือกหอยสามารถพบได้ทั้งสองแนว ได้แก่ (1) เส้นในแนวตั้งหรือเส้นการเจริญเติบโต กล่าวคือเป็นเส้นที่อยู่ในระนาบเดียวกับแนวคอลูเมลลา และ (2) เส้นในแนวนอน คือ เส้นที่อยู่ในแนวระนาบกับแนวการขดวนของหอย เปลือกหอยโดยทั่วไปจะมีสีเป็นสีพื้นแต่ในบางชนิดก็อาจจะมีแถบสีในแนวนอนหรือแนวตั้ง หรืออาจพบได้ทั้งสองแนว ลักษณะที่ได้กล่าวมานี้พบได้มากในหอยน้ำจืดและหอยน้ำกร่อย แต่สำหรับหอยน้ำเค็มนั้นพบว่าลวดลายของสีเปลือกส่วนใหญ่พบว่า มีลักษณะเป็นจุด เป็นแถบ เป็นริ้ว และมีสีสันของเปลือกที่หลากหลายมากกว่า อาทิ สีส้ม แดง น้ำตาล เขียว เป็นต้น (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 ลวดลายต่างๆ บนเปลือกหอย

(สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2538)

ฝาปิดปากเปลือก (operculum)

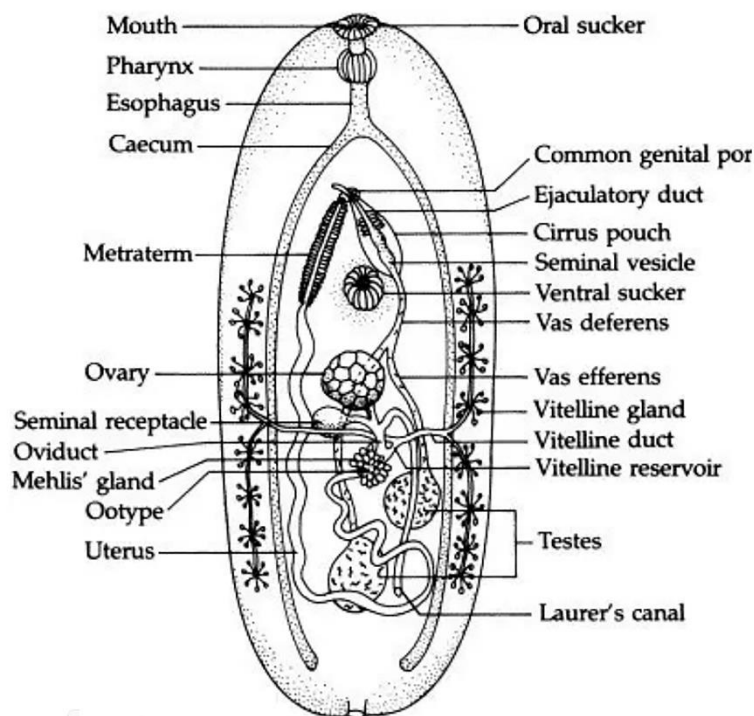
หอยฝาเดียวส่วนใหญ่มีฝาปิดปากเปลือกอยู่บริเวณส่วนท้ายของแผ่นเท้าหอย ทำหน้าที่ปิดปากเปลือกเมื่อตัวหอยหดกลับเข้าไปในเปลือกซึ่งสามารถป้องกันอันตรายให้กับตัวหอยที่อยู่ภายใน ฝาปิดปากเปลือกเป็นอีกลักษณะหนึ่งที่สามารถใช้ในการจำแนกชนิดพันธุ์หอยได้เนื่องจากมีรูปแบบที่หลากหลาย โดยทั่วไปฝาปิดปากเปลือกจะมีลักษณะเป็นแผ่นแบน อาจเป็นรูปรีหรือกลม และมันเป็นเงาหรืออาจมีสารประกอบเป็นพวกสารคอนคิโอไลน์หรือหินปูน ลวดลายที่พบบริเวณด้านนอกของฝาปิดปากเปลือกอาจมีลักษณะวนเป็นวงต่อกันหลายๆ วง เรียกว่า มัลติสไปรัล (multispiral) หรืออาจวนเป็นวงเล็กๆ เรียงต่อกัน เรียกว่า พอซิสไปรัล (paucispiral) หรือมีรูปแบบเป็นวงเดี่ยวซ้อนกันหลายๆ วง เรียกว่า คอนเซนทริก (concentric) โดยการเกิดลวดลายแบบสไปรัล หรือ แบบมัลติสไปรัลจะขึ้นอยู่กับทิศทางการวนสลับกับการวนของเปลือก กล่าวคือถ้าเปลือกหอยมีการขดวนแบบตามเข็มนาฬิกา จะพบลวดลายของฝาปิดปากเปลือกเป็นแบบเวียนทวนเข็มนาฬิกา แต่ในกรณีที่หอยมีการขดวนแบบทวนเข็มนาฬิกาจะพบลวดลายของฝาปิดปากเปลือกเป็นแบบเวียนตามเข็มนาฬิกา

พยาธิใบไม้ (Fluke or Digenetic trematode)

พยาธิใบไม้จัดอยู่ในไฟลัมแพลทิเฮลมีนทิส (Phylum Platyhelminthes) ชั้นทรีมาโทดา (Class Trematoda) ชั้นย่อยไดจีเนีย (Subclass Digenea) การแบ่งกลุ่มพยาธิใบไม้แบ่งตามอวัยวะที่พยาธิระยะโตเต็มวัยอาศัยอยู่ในร่างกายโฮสต์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1. พยาธิใบไม้ลำไส้ (Intestinal fluke) พยาธิใบไม้ระยะโตเต็มวัยอาศัยอยู่ในบริเวณลำไส้เล็กหรือลำไส้ใหญ่
2. พยาธิใบไม้ตับ (Liver fluke) พยาธิใบไม้ระยะโตเต็มวัยอาศัยอยู่ในบริเวณท่อน้ำดีของตับ
3. พยาธิใบไม้ปอด (Lung fluke) พยาธิใบไม้ระยะโตเต็มวัยอาศัยอยู่ในบริเวณปอด
4. พยาธิใบไม้เลือด (Blood fluke) พยาธิใบไม้ระยะโตเต็มวัยอาศัยอยู่ในกระแสเลือด

พยาธิใบไม้ระยะโตเต็มวัยโดยทั่วไปมีรูปร่างยาวรีคล้ายใบไม้ หรือบริเวณด้านหน้า (anterior) จะลักษณะยาวรีและบริเวณทางด้านท้าย (posterior) มีลักษณะป้าน ลำตัวแบนจากบนลงล่าง (dorso-ventrally) ยกเว้นพยาธิใบไม้เลือดที่มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก มีอวัยวะที่เรียกว่า เฟลมเซลล์ (flame cell) ทำหน้าที่ขับถ่ายของเสีย ไม่มีช่องว่างกลางลำตัว มีความสามารถในการยึดเกาะอยู่กับโฮสต์โดยใช้อวัยวะที่เรียกว่า ซักเคอร์ (sucker) ลักษณะเป็นกล้ามเนื้อยึดเกาะ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ออรัลซักเคอร์ (oral sucker) เป็นอวัยวะที่อยู่บริเวณส่วนหัวรอบช่องปาก และ เวนทรัลซักเคอร์ (ventral sucker) เป็นอวัยวะที่อยู่ถัดลงมา มีตำแหน่งตั้งอยู่บริเวณด้านท้อง (รูปที่ 7) ระบบสืบพันธุ์ของพยาธิใบไม้เป็นแบบสองเพศภายในตัวเดียวกัน (hermaphrodite) ยกเว้นพยาธิใบไม้เลือดที่สืบพันธุ์แบบแยกเพศผู้และเพศเมียออกจากกัน นอกจากนี้การสืบพันธุ์สามารถแบ่งออกได้อีก 2 รูปแบบ คือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) ซึ่งในระยะเวลาต่อมาเมื่อพยาธิเจริญพัฒนาเข้าสู่ช่วงโตเต็มวัยจะมีการเปลี่ยนรูปแบบการสืบพันธุ์เป็นแบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) จึงเรียกพยาธิในกลุ่มนี้ว่า Digenetic (ดวงเดือน ไกรลาศ, 2561; Schell, 1970)



รูปที่ 7 ลักษณะโดยทั่วไปของพยาธิตัวแบน
(Bogitsh et al., 2018)

ตัวอ่อนของพยาธิตัวแบน

พยาธิตัวแบนมีการเจริญพัฒนาของตัวอ่อนหลากหลายระยะและมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป โดยขึ้นอยู่กับชนิดของพยาธิตัวแบนนั้นๆ โดยทั่วไปการเจริญพัฒนาของตัวอ่อนพยาธิตัวแบนจะเริ่มจากไข่ (egg) พัฒนาต่อไปเป็นระยะไมราซิเดียม (miracidium) ระยะสปอโรซิสต์ (sporocyst) ระยะรีเดีย (redia) ระยะเซอร์คาเรีย (cercaria) และระยะเมตาเซอร์คาเรีย (metacercaria) ตามลำดับ

1. ไข่ (egg) เมื่อพยาธิตัวแบนมีการผสมพันธุ์กันแล้ว หลังจากนั้นจะสร้างไข่ออกมาทางรูเปิดของอวัยวะสืบพันธุ์ (genetic atrium) โดยมีรูปร่าง ลักษณะ และขนาดแตกต่างกันในแต่ละชนิดพันธุ์ โดยทั่วไปไข่ของพยาธิตัวแบนเกือบทุกชนิดพันธุ์มีฝาปิด (operculum) ยกเว้นไข่ของพยาธิตัวแบนเลือดที่ไม่มีฝาปิดแต่มีลักษณะเด่นที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนคือมีโครงสร้างพิเศษลักษณะเป็นหนาม (spine) ยื่นออกมาจากเปลือก
2. ตัวอ่อนระยะไมราซิเดียม (miracidium) เมื่อไข่ของพยาธิตัวแบนถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระ และมีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ ไข่ของพยาธิตัวแบนจะเจริญพัฒนาต่อไปเป็นตัวอ่อนระยะไมราซิเดียม ซึ่งว่ายอยู่ในน้ำประมาณ 1-2 วัน เพื่อหาโฮสต์กึ่งกลาง ตัวอ่อนระยะไมราซิเดียมมีขนาดเล็ก

รูปร่างคล้ายกระสวย มีขน เรียกว่า ซิลเลีย (cilia) อยู่บริเวณรอบตัวโดยทำหน้าที่ช่วยในการว่ายน้ำ อีกทั้งมี apical papilla สามารถยึดและหดได้ซึ่งทำหน้าที่เกาะติดกับโฮสต์ อวัยวะภายในของตัวอ่อนระยะไมราซิเดียมประกอบด้วย ต่อมที่หัว (apical gland) เซลล์ตัวอ่อน (germ cell) ที่ใช้ในการแบ่งตัวและสร้างตัวอ่อนพัฒนาต่อไปเป็นระยะต่างๆ ต่อมสร้างเมือกหรือต่อมขับน้ำย่อย (penetration gland) ทำหน้าที่สร้างเอนไซม์และย่อยโปรตีนช่วยให้ตัวอ่อนระยะนี้สามารถเข้าไปอยู่ในโฮสต์กึ่งกลางง่ายยิ่งขึ้น และมีโพรโทเนฟริเดีย (protonephridia) จำนวน 1-2 คู่ เปิดออกสู่รูเปิดบริเวณด้านข้างส่วนท้ายของลำตัว

3. ตัวอ่อนระยะสปอโรซิสต์ (sporocyst) รูปร่างของตัวอ่อนระยะนี้มีลักษณะคล้ายถุงยาวหรือรี บริเวณปลายด้านที่เรียวพบว่ามีรูกำเนิด (birth pore) ภายในมีโพรโทเนฟริเดียและเซลล์ตัวอ่อนจำนวนมากเพื่อใช้ในการแบ่งตัว หลังจากนั้นตัวอ่อนระยะสปอโรซิสต์อาจจะเจริญพัฒนาเป็นระยะต่อเทอร์สปอโรซิสต์ (daughter sporocyst) โดยมีรูปร่างลักษณะเช่นเดิม หรืออาจเจริญพัฒนาไปเป็นระยะรีเดีย (redia) ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
4. ตัวอ่อนระยะรีเดีย (redia) มีรูปร่างลำตัวเรียวยาว ภายในพบว่าการสร้างอวัยวะต่างๆ อาทิ ระบบทางเดินอาหารซึ่งประกอบไปด้วย ปาก หลอดอาหาร คอหอย และลำไส้ ต่อมาบริเวณใกล้กับส่วนหัวพบรูกำเนิด การเพิ่มจำนวนของตัวอ่อนระยะนี้เป็นแบบไม่อาศัยเพศ โดยทั่วไปถ้ามีตัวอ่อนระยะต่อเทอร์สปอโรซิสต์มักจะไม่พบมีตัวอ่อนระยะรีเดีย และในทางกลับกัน หากพบตัวอ่อนระยะรีเดียมักจะไม่พบตัวอ่อนระยะต่อเทอร์สปอโรซิสต์ สำหรับพยาธิในกลุ่มพยาธิใบไม้เลือดจะไม่มีการเจริญพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะนี้
5. ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรีย (cercaria) ตัวอ่อนระยะนี้มีการเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนระยะสปอโรซิสต์ หรือระยะรีเดีย มีรูปร่างคล้ายกับตัวโตเต็มวัยซึ่งตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียนับว่าเป็นระยะที่มีความหลากหลายของรูปร่างลักษณะแต่ละชนิดพันธุ์สูงมาก โดยทั่วไปลำตัวจะมีลักษณะรี มีหางทำหน้าที่ช่วยการเคลื่อนไหวในน้ำ ระบบทางเดินอาหารของตัวอ่อนระยะนี้พบว่าลำไส้มีการแยกออกเป็น 2 แฉกลักษณะคล้ายตัวอักษรวาย (Y) กลับหัว ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียที่เจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนระยะรีเดียมีรูปแบบการเจริญพัฒนาโดยเริ่มจากตัวอ่อนระยะรีเดียเจริญพัฒนาเต็มที่แล้วจะเคลื่อนที่ออกมาทางรูเกิดและว่ายออกจากหอยที่เป็นตัวโฮสต์กึ่งกลาง ลำดับที่หนึ่ง (first intermediate host) จากนั้นจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้ในระยะเวลาสั้นๆ โดยอาศัยพลังงานที่สะสมอยู่ในตัวประมาณ 1-2 วัน แต่ในกรณีที่ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียพัฒนามาจากตัวอ่อนระยะสปอโรซิสต์ ตัวอ่อนจะมีการเปลี่ยนแปลงระยะโดยอาศัยปัจจัยภายนอกเป็นตัวกระตุ้น ยกตัวอย่าง อุณหภูมิ (positive thermotropism) และแสง (positive phototropism) เป็นต้น ส่งผลให้ตัวอ่อนพยาธิต้นผนังห่อหุ้มออกทำให้ถุงซิสต์แตกและตัวอ่อนเหล่านั้นจึงสามารถว่ายออกมาอยู่ภายนอกได้ หลังจากที่ยังคงโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่หนึ่งแล้ว

ตัวอ่อนพยาธิจะหาโฮสต์ตัวใหม่ในการทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่สอง (second intermediate host) หรือโฮสต์กึ่งกลางลำดับสุดท้าย (definitive host)

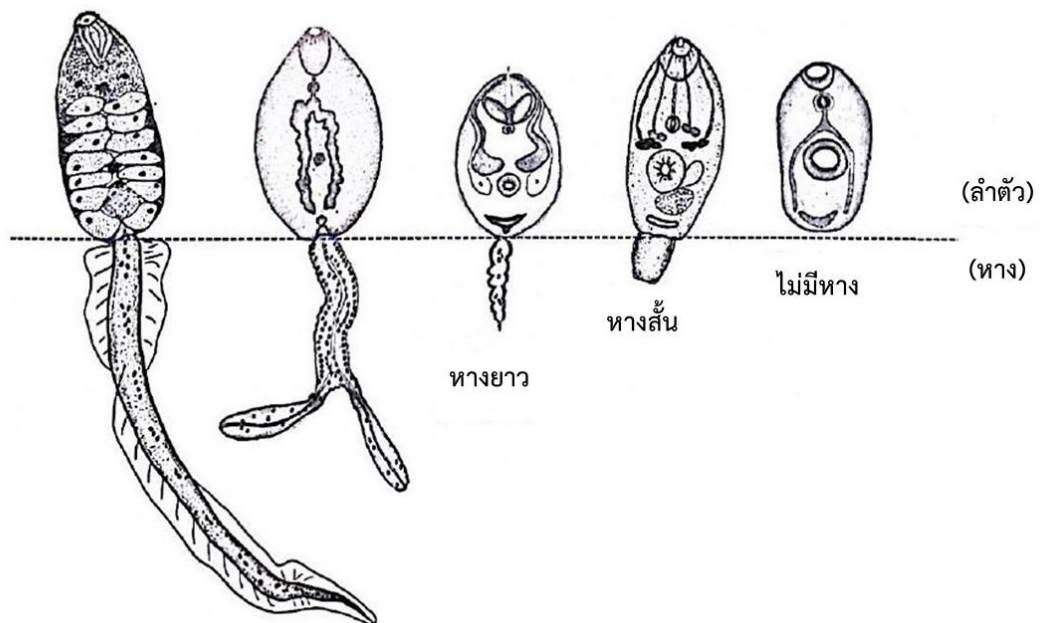
6. ตัวอ่อนระยะเมตาเซอร์คาเรีย (metacercaria) เมื่อตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเข้าไปเจริญพัฒนาอยู่ในโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่สอง ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียจะสลัดหางทิ้งและสร้างถุงหุ้มตัวไว้ (encystation) มีรูปร่างกลมและมีอวัยวะเช่นเดียวกันกับพยาธิระยะโตเต็มวัยแต่มีขนาดเล็กกว่า มีเปลือกหนาและมีตัวอ่อนอยู่ภายในซึ่งเป็นระยะติดต่อก่อน (infective stage) ยกเว้นพยาธิใบไม้เลือดที่มีตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นระยะติดต่อก่อน (วันชัย มาลีวงษ์ และคณะ, 2544; Noble et al., 1989)

รูปร่างลักษณะของตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย

เนื่องจากตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียมีลักษณะรูปร่างคล้ายตัวเต็มวัย ดังนั้นจึงสามารถใช้ตัวอ่อนระยะนี้ในการศึกษารูปร่างลักษณะแทนตัวเต็มวัยของพยาธิใบไม้ได้ (Malek & Cheng, 1974) โดยศึกษาได้จากรูปร่างลักษณะภายนอก อวัยวะภายใน ส่วนประกอบต่างๆ ลักษณะของลำตัว (body) และส่วนหาง (tail)

1. โครงสร้างภายนอกตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย

ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ไม่มีลักษณะของหนามบริเวณผิวลำตัวที่แตกต่างกันออกไป เช่น ความหนา-บาง รูปร่าง ขนาด การเรียงตัว และตำแหน่ง บางชนิดมีอวัยวะยึดเกาะด้านบนรอบล้อมรอบออร์ลซัคเคอร์ หรืออยู่บริเวณส่วนท้องของลำตัวล้อมรอบเวนทรัลซัคเคอร์ เมื่อส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) จะเห็นลักษณะขนหรือหนามได้อย่างชัดเจน โดยจะมีความสั้น-ยาวที่ต่างกัน บางชนิดอาจมีหรือไม่มีเส้นประสาทที่บริเวณฐาน เรียกว่า sensory papillae ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียส่วนใหญ่จะใช้หางช่วยในการว่ายน้ำซึ่งรูปแบบของหางนั้นมีหลากหลายแบบ อาทิ หางสั้น หางยาว หางแฉก บางชนิดอาจไม่มีหางและใช้ลำตัวในการเคลื่อนที่โดยการยืดและหดตัวไปพร้อมๆ กัน นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอ่อนพยาธิบางชนิดพันธุ์มีเยื่อลักษณะบางๆ ใสๆ ลักษณะคล้ายครีบบอยู่บริเวณส่วนหาง เรียกว่า ครีบโบก (finfold) ซึ่งตำแหน่งของครีบโบกแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกัน บางชนิดอาจจะตั้งอยู่ด้านข้างบริเวณต้นหาง ปลายหาง สันกลางหาง หรือยาวตลอดทั้งหาง นอกจากนี้ตัวอ่อนพยาธิบางชนิดพบว่ามีครีบโบกอยู่ที่บริเวณลำตัว หรืออาจพบอยู่บริเวณปลายแฉกเพื่อช่วยเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนไหว (รูปที่ 8)

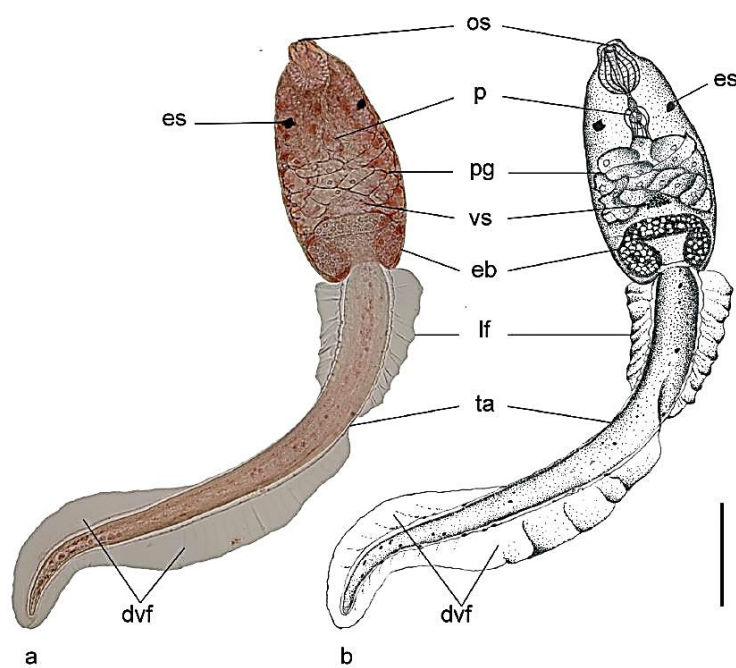


รูปที่ 8 รูปร่างลักษณะส่วนลำตัวและส่วนหางตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย
(ดัดแปลงจาก ดวงเดือน ไกรลาศ, 2561)

2. โครงสร้างภายในตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย

โดยทั่วไปจะมี pigment granule หรือ cystogenous glands กระจายอยู่ทั่วลำตัวจำนวนมาก ซึ่งอาจปิดบังอวัยวะภายในของตัวอ่อนพยาธิทำให้ยากต่อการจำแนกลักษณะ พยาธิใบไม้มีระบบทางเดินอาหารที่ไม่สมบูรณ์ บางชนิดอาจจะไม่พบคอหอย (pharynx) ในทางตรงกันข้ามตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียมีระบบขับถ่ายที่เจริญสมบูรณ์อยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัว ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ถุงขับถ่าย (excretory bladder) เป็นอวัยวะที่มีช่องว่างขนาดใหญ่ ตั้งอยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัว โดยรูปแบบของถุงขับถ่ายสามารถจำแนกลักษณะได้เป็นกลุ่มตัวอ่อนพยาธิที่มีลักษณะผนังของถุงขับถ่ายหนา (thick epithelium) และกลุ่มตัวอ่อนพยาธิที่มีลักษณะผนังของถุงขับถ่ายบาง (thin epithelium) (2) ท่อขับถ่าย (excretory tube) ในบางครั้งท่อขับถ่ายจะเปิดออกมาบริเวณใกล้กับผิวของลำตัว และ (3) flame cell เป็นส่วนที่อยู่ลึกเข้าไปภายในเนื้อเยื่อ มีจำนวนมากลักษณะบานออกคล้ายกระดิ่ง อีกทั้งพบว่ามีซิเลีย (cilia) โบกพัดไปมาเพื่อช่วยขับของเสียออกจากร่างกาย ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียบางชนิดอาจมีหรือไม่มีตา (eyespots) ที่ทำหน้าที่รับแสงโดยมีลักษณะที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้ตำแหน่งของต่อมขับน้ำย่อย (penetration gland) ซึ่งเป็นต่อมที่พบได้ในตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียก็มีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นต่อมที่ทำหน้าที่ขับน้ำย่อยและที่ช่วยในการไขเข้าสู่เนื้อเยื่อของโฮสต์ลำดับต่อไป ซึ่งพยาธิแต่ละชนิดพันธุ์

จะมีรูปแบบการจัดวางตำแหน่งของต่อมนี้แตกต่างกัน โดยทั่วไปจะอยู่บริเวณกลางลำตัวหรือด้านข้างของลำตัวทั้งสองข้าง (รูปที่ 9)



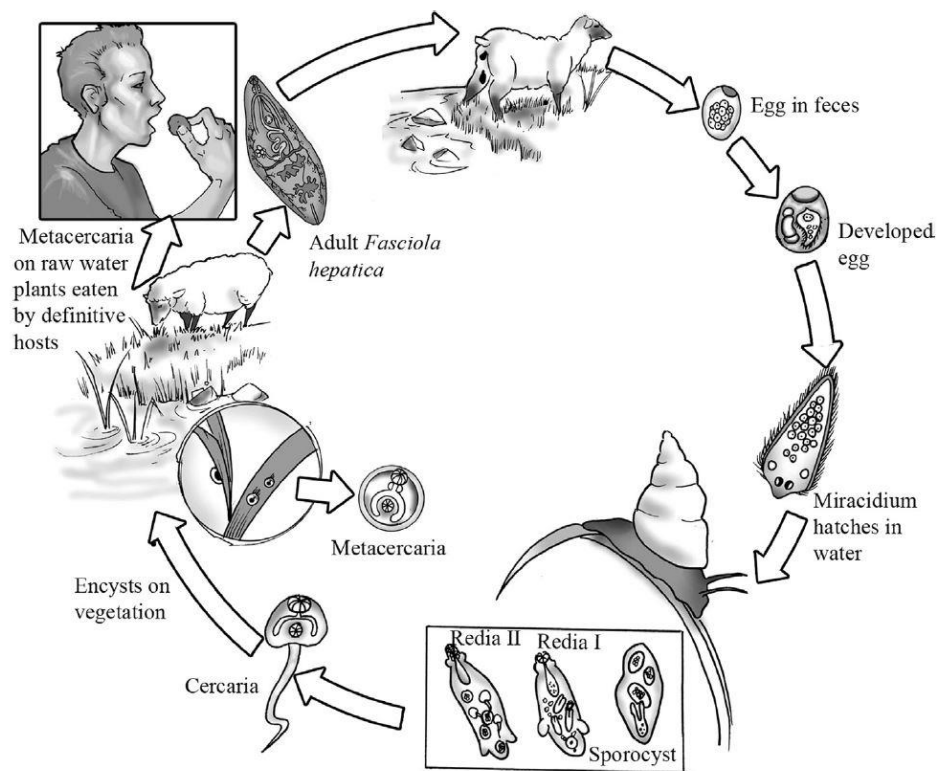
รูปที่ 9 โครงสร้างภายในตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย

(os = oral sucker, p = pharynx, es = eyespot, pg = penetration gland, vs = ventral sucker, eb = excretory bladder, lf = lateral finfold, ta = tail, dvf = dorso-ventral finfold; สเกล: 100 μ m) (Veeravechsukij et al., 2018b)

วงชีวิตพยาธิใบไม้ (Life cycle)

พยาธิใบไม้ระยะโตเต็มวัยมักจะอาศัยอยู่ตามส่วนต่างๆ ของอวัยวะในร่างกายโฮสต์ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งในมนุษย์และสัตว์มีกระดูกสันหลัง หลังจากที่พยาธิมีการผสมพันธุ์และออกไข่ในบริเวณอวัยวะที่อาศัยอยู่แล้ว ไข่ของพยาธิอาจปนออกมากับอุจจาระโฮสต์เมื่อมีการขับถ่ายและไหลลงไปในแหล่งน้ำ จากนั้นมีการพัฒนาโดยฟักตัวออกจากไข่กลายเป็นตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะไมราซีเดียม เมื่อเจริญพัฒนาในระยะเต็มที่แล้วตัวอ่อนพยาธิจะออกมาจากไข่และอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำซึ่งเป็นระยะเวลาไม่นาน หลังจากนั้นจะไข่หรืออาจจะถูกสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นกินไปซึ่งนับว่าเป็นการเข้าสู่โฮสต์กึ่งกลางลำดับที่หนึ่ง โฮสต์กึ่งกลางลำดับที่หนึ่งโดยมากแล้วพบว่าเป็นหอยชนิดพันธุ์ต่างๆ ตัวอ่อนพยาธิจะเจริญพัฒนาเป็นระยะต่างๆ ภายในตัวหอยที่ทำหน้าที่เป็นโฮสต์ได้แก่ ตัวอ่อนระยะสปอโรซิสต์ ระยะรีเดีย และระยะเซอร์คาเรีย ซึ่งการพัฒนาไปเป็นระยะต่างๆ

ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ของพยาธิ ต่อมาเมื่อตัวอ่อนพยาธิมีการเจริญพัฒนาจนถึงระยะเซอร์คาเรีย ผลิตเหล่านี้อาจจะย้ายออกจากตัวโฮสต์และเข้าสู่โฮสต์ตัวอื่นที่ทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่สอง อาทิ กุ้ง หอย ปู ปลา เป็นต้น เมื่อเข้าสู่โฮสต์กึ่งกลางลำดับที่สองแล้วตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย จะสลัดหางทิ้งและเปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยสร้างถุงชีสต์กลายเป็นตัวอ่อนระยะเมตาเซอร์คาเรีย ซึ่งเป็นระยะติดต่อกัน ยกเว้นพยาธิใบไม้เลือดที่มีตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียเป็นระยะติดต่อกันโดยสามารถไซ ไปตามเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังเข้าสู่เส้นเลือดและเจริญต่อไปเป็นตัวเต็มวัยภายในหลอดเลือดดำตามอวัยวะต่างๆ ของโฮสต์ได้เลย หากมนุษย์หรือสัตว์ที่เป็นโฮสต์ลำดับสุดท้ายได้รับตัวอ่อนพยาธิระยะเมตาเซอร์คาเรีย ที่ยังมีชีวิตอยู่เข้าสู่ร่างกาย ตัวอ่อนจะออกจากถุงชีสต์และเดินทางไปอาศัยบริเวณอวัยวะภายใน ของโฮสต์จากนั้นจะเจริญพัฒนาเป็นระยะโตเต็มวัยและอาจก่อให้เกิดโรคได้ (ดวงเดือน ไกรลาศ, 2561) (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 วงจรชีวิตพยาธิใบไม้

(Bogitsh et al., 2018)

พยาธิใบไม้เลือดกลุ่ม Schistosomes (Blood Fluke)

พยาธิใบไม้เลือดกลุ่ม Schistosomes เป็นพยาธิใบไม้ที่อาศัยอยู่บริเวณหลอดเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่เป็นโฮสต์ลำดับสุดท้าย พยาธิใบไม้เลือดสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่มใหญ่ โดยจำแนกตามลักษณะรูปร่างและหนามของเปลือกไข่ ความจำเพาะต่อโฮสต์กึ่งกลาง และพื้นที่การแพร่กระจายพันธุ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้ (1) *S. haematobium* group ประกอบไปด้วย *S. haematobium*, *S. intercalatum*, *S. mattheei*, *S. bovis*, *S. curassoni*, *S. margrebowiei*, *S. leiperi* (2) *S. mansoni* group ประกอบไปด้วย *S. mansoni*, *S. rodhaini*, *S. edwardiense*, *S. hippopotami* (3) *S. indicum* group ประกอบไปด้วย *S. indicum*, *S. spindale*, *S. nasale*, *S. incognitum* และ (4) *S. japonicum* group ประกอบไปด้วย *S. japonicum*, *S. mekongi*, *S. sinensium* (Rollinson & Southgate, 1987) พยาธิใบไม้เลือดเป็นสาเหตุของโรค schistosomiasis ซึ่งมีความสำคัญทางด้านการแพทย์และสัตวแพทย์อย่างมากเนื่องจากมีพยาธิสภาพที่รุนแรงส่งผลให้เกิดการตายของปศุสัตว์และการสูญเสียทางเศรษฐกิจทั่วโลก การแพร่ระบาดของโรค schistosomiasis มักพบการระบาดในแถบทวีปเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนโดยมีสาเหตุมาจากพยาธิใบไม้เลือดหลากหลายชนิดพันธุ์ เช่น พยาธิ *S. haematobium* ก่อให้เกิดโรค schistosomiasis บริเวณหลอดเลือดภายในระบบทางเดินปัสสาวะในมนุษย์ พยาธิ *S. bovis*, *S. japonicum* และ *S. curassoni* ก่อให้เกิดโรค schistosomiasis บริเวณหลอดเลือดในลำไส้ของกลุ่มสัตว์เคี้ยวเอื้อง ได้แก่ โค-กระบือ แกะ และแพะ เป็นต้น (Webster et al., 2013)

โรคพยาธิหอยคัน (Cercarial dermatitis)

โรคพยาธิหอยคันหรือโรคน้ำคัน (Cercarial dermatitis or Swimmers' itch) จัดเป็นกลุ่มโรคที่ไม่ติดต่อเรื้อรัง ไม่สามารถแพร่กระจายจากมนุษย์สู่มนุษย์ได้ และมีแหล่งน้ำเป็นสื่อกลางในการแพร่ระบาดของโรค โดยมีสาเหตุเกิดจากจากตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย (cercaria) และมีหอยฝาดเดียวทำหน้าที่ในการเป็นโฮสต์กึ่งกลาง โดยพยาธิเหล่านี้จะไชเข้าสู่ผิวหนังของมนุษย์และการทำปฏิกิริยากับกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้ชั้นผิวหนัง จากนั้นจะปล่อยสาร histolytic peptidases และสลายทางทิ้งทำให้สามารถแทรกซึมเข้าไปในผิวหนังได้ (Haas & van de Roemer, 1998; Horák et al., 1998; Macháček et al., 2018) ก่อให้เกิดการอักเสบกลายเป็นผื่นคันบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย นอกจากนี้งานวิจัยของ Kolářová et al. (2013) ได้ศึกษาเพิ่มเติมพบว่าระหว่างการติดเชื้อขั้นต้นในช่วงที่พยาธิใบไม้เลือดไชเข้าสู่ผิวหนังของมนุษย์ ปรสิตรเหล่านี้สามารถหลบหนีจากบริเวณผิวหนังไปยังส่วนอื่นๆ ของร่างกายได้ อาทิ ปอดหรือระบบประสาทส่วนกลาง การศึกษานี้ครอบคลุมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการตรวจหาเชื้อพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียและลักษณะทางคลินิกของโรครวมถึงโรคอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นหลังการติดเชื้อ การเฝ้าระวังการระบาดวิทยาและการให้ความรู้

แก่ประชาชนบริเวณโดยรอบจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ตัวอย่างเช่น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับแหล่งน้ำที่ทราบว่ามีการระบาดของพยาธิ แต่ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องลงไปแหล่งน้ำควรสวมชุดป้องกันการติดเชื้อ อย่างไรก็ตามควรที่จะกำจัดหรือทำลายวงจรชีวิตของปรสิตที่ก่อให้เกิดโรคนี้นี้ โดยกำจัดตั้งแต่โฮสต์กึ่งกลางของพยาธิ ได้แก่ กลุ่มนกน้ำและกลุ่มหอยฝาเดียวในพื้นที่ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการระบาดของโรคพยาธิหอยคันนี้อีก จากการวิจัยมีการสังเกตว่ารอยโรคที่ผิวหนังเกิดขึ้นเฉพาะส่วนต่างๆ ของร่างกายที่สัมผัสกับแหล่งน้ำ ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีการใช้แหล่งน้ำทำกิจกรรมต่างๆ เป็นเวลานาน ยกตัวอย่าง การอาบน้ำ การทำเกษตรกรรมและทำกิจกรรมนันทนาการทางน้ำ เช่น ขี่เจ็ตสกี วายน้ำ ดำน้ำ และเซิร์ฟบอร์ด เป็นต้น ผื่นคันที่ปรากฏตามผิวหนังมักเกิดจากการตอบสนองของภูมิคุ้มกันภายในร่างกาย มีลักษณะเป็นตุ่มก้อนขนาดเล็กคล้ายโรคอีสุกอีใสในระยะแรก บางครั้งมีลักษณะเป็นตุ่มแดง ตุ่มน้ำใส ตุ่มหนองและแตกเป็นสะเก็ดตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย แตกต่างกันไป อาทิ แขน ขา รอบดวงตา เป็นต้น (รูปที่ 11) ผู้ป่วยจะมีอาการเจ็บคล้ายหนามทิ่มและคันบริเวณที่เป็นผื่น นอกจากนี้ความรุนแรงของโรคมักรุนแรงขึ้นอยู่กัจำนวนและระยะเวลาในการสัมผัสกับตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย อีกทั้งยังขึ้นอยู่กัภูมิคุ้มกันของแต่ละบุคคล เช่น ความไวต่อการติดเชื้อของผู้ป่วยแต่ละรายหรือประวัติการเป็นโรคพยาธิหอยคันก่อนหน้านี้ หากมีการติดเชื้อปรสิตจำนวนมาก อาจทำให้เกิดไข้ แขนขาบวม คลื่นไส้ และท้องร่วง ในกรณีของผู้ป่วยที่มีความไวต่อการติดเชื้อสูง อาจพบเลือดคั่งภายใน 1 ชั่วโมงหลังการติดเชื้อ (Kolářová et al., 2013) อย่างไรก็ตามอาการของโรคพยาธิหอยคันนี้สามารถหายได้เองในช่วงระยะเวลา 1-3 สัปดาห์ (Tracz et al., 2019) เนื่องจากตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่ก่อให้เกิดโรคมักมีความจำเพาะกับโฮสต์ลำดับสุดท้ายที่เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง ดังเช่น กลุ่มสัตว์เคี้ยวเอื้องและสัตว์ปีก จึงทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นระยะตัวเต็มวัยในมนุษย์ได้ เมื่อพยาธิไชเข้าสู่ผิวหนังของมนุษย์หลังจากนั้นไม่นานพยาธิก็จะตายไปในที่สุด (Lévesque et al., 2002) แต่ในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการรุนแรงหรือมีอาการแทรกซ้อน อาจใช้เวลาถึง 20 วัน หรือมากกว่านั้น



รูปที่ 11 ลักษณะของผื่นคันและตุ่มแดงที่มีสาเหตุจากโรคพยาธิหอยคัน
(Macháček et al., 2018)

โรคพยาธิหอยคันมีรายงานการระบาดในหลายพื้นที่ทั่วโลก จากการตรวจสอบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบการติดเชื้อในกลุ่ม Schistosoma เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ สกุล *Trichobilharzia* Skrjabin & Zakharow, 1920 และ สกุล *Schistosoma* Weinland, 1858 (Brant & Loker, 2009) หอยที่ทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางของปรสิตเหล่านี้ ได้แก่ หอยฝาเดียว วงศ์พลาเนอริบิดี (Family Planorbidae) และวงศ์ลิมเนียอิดี (Family Lymnaeidae) (Farahnak & Essalat, 2003; Japa et al., 2021) จากการศึกษาข้อมูลในต่างประเทศพบว่ามีรายงานการระบาดของพยาธิหอยคันไว้เกือบทั่วโลก ยกตัวอย่างในทวีปเอเชีย อเมริกาเหนือ ออสเตรเลีย และยุโรป การศึกษาการระบาดของโรคพยาธิหอยคันบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบการระบาดในช่วงฤดูร้อนของจังหวัดคุเซสถาน (Khuzestan) ประเทศอิหร่าน โดยระบุว่าหอยฝาเดียวชนิดพันธุ์ *Lymnaea gedrosiana* ทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียในวงศ์ Schistosomatidae สกุล *Trichobilharzia* (Farahnak & Essalat, 2003) ซึ่งเป็นปรสิตสกุลเดียวกันกับที่มีรายงานการติดเชื้อในทวีปอเมริกาเหนือ โดยระบุว่าพบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียชนิดพันธุ์ *Trichobilharzia braantae* ซึ่งมีโฮสต์ลำดับสุดท้ายของปรสิตเป็นสัตว์ปีกจำพวกห่าน และมีโฮสต์กึ่งกลาง คือ หอยฝาเดียววงศ์ลิมเนียอิดี, *Gyraulus parvus* และ *Haminoea japonica* โดยหอย *H. japonica* จัดเป็นโฮสต์กึ่งกลางชนิดพันธุ์ใหม่ (exotic snails) ที่ไม่เคยมีรายงานการติดเชื้อในพื้นที่ทวีปอเมริกาเหนือมาก่อนจึงสามารถสรุปได้ว่าการที่พยาธิเข้าไปอาศัยอยู่ภายในโฮสต์กึ่งกลางชนิดพันธุ์ใหม่อาจแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับตัวและอาจมีผลกระทบทางด้านการแพทย์หรือทางสัตวแพทย์ที่ร้ายแรงในอนาคตได้ (Brant & Loker,

2009; Brant et al., 2010) จากรายงานการศึกษาของ Kullavanijaya & Wongwaisayawan (1993) รวมถึง Krailas et al. (2022) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการระบาดของโรคพยาธิหอยคันบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย โดยรายงานการศึกษาของ Kullavanijaya & Wongwaisayawan (1993) ลงพื้นที่ตรวจสอบในอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่ามีผู้ป่วยจำนวนทั้งหมด 58 ราย ประกอบอาชีพเกษตรกร ผู้ป่วยจะมีอาการคันและมีตุ่มลักษณะนูนแดงที่บริเวณผิวหนังหลังจากสัมผัสกับแหล่งน้ำขณะปลูกข้าว โดยอาการเหล่านี้จะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณที่มีการสัมผัสกับน้ำเป็นระยะเวลาานระยะเวลาการดำเนินโรคอยู่ในช่วง 2 วัน – 1 เดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรคในผู้ป่วยแต่ละบุคคล ผู้วิจัยรายงานว่าการระบาดนี้มีสาเหตุมาจากตัวอ่อนพยาธิใบไม้เลือดระยะเซอร์คาเรียชนิด *Schistosoma spindale* โดยมีหอย *I. exustus* หรือที่ชาวบ้านเรียกกันว่า “หอยหมายเลขหนึ่ง” ทำหน้าเป็นโฮสต์กึ่งกลาง ต่อมาในปี ค.ศ. 2020 มีรายงานการระบาดของโรคนี้อีกครั้งภายในอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ผลการศึกษาพบว่าหอยฝาเดียวที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้แก่ปรสิตมี 2 ชนิดพันธุ์ ดังนี้ *I. exustus* และ *Bithynia siamensis siamensis* อัตราการติดเชื้อ 2.05% (12/586) และ 7.93% (23/290) ตามลำดับ เมื่อจำแนกชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่ติดเชื้อในหอย *B. s. siamensis* พบปรสิตทั้งหมด 3 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *Gastrothylax crumenifer*, *Astiotrema monticellii* และ *Loxogenes liberum* นอกจากนี้ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่ติดเชื้อในหอย *I. exustus* สามารถติดเชื้อได้มากถึง 3 ชนิดพันธุ์ เช่นเดียวกัน ได้แก่ *Clinostomum giganticum*, *Echinostoma spiniferum* และ *S. indicum* ซึ่งพยาธิใบไม้ชนิด *S. indicum* จัดอยู่ในกลุ่มพยาธิใบไม้เลือดที่มีความจำเพาะกับสัตว์มีกระดูกสันหลังประเภทสัตว์เคี้ยวเอื้อง อีกทั้งยังเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคพยาธิหอยคันในมนุษย์ได้อีกด้วย (Krailas et al., 2022)

การศึกษาตัวอ่อนพยาธิใบไม้และหอยฝาเดียวด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล (Molecular biology)

การศึกษาจากลักษณะภายนอกอย่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนพยาธิใบไม้เพียงอย่างเดียวนั้นอาจไม่เพียงพอ เนื่องจากอาจมีปัจจัยความผันแปรทางสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย การศึกษาหลายทศวรรษที่ผ่านมาจึงมีการใช้ข้อมูลเพิ่มเติมจากสาขาวิชาต่างๆ นอกจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา มาวิเคราะห์ผลร่วมด้วย นั่นคือ ข้อมูลเชิงอนุชีววิทยาหรือเทคนิคทางชีวโมเลกุล เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะลำดับเบสของดีเอ็นเอที่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับพันธุกรรมซึ่งเชื่อว่า จะสะท้อนสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการได้ดีกว่าเนื่องจากถูกรบกวนหรือมีความแปรผันไปตามปัจจัยของสิ่งแวดล้อมภายนอกได้น้อยกว่า นอกจากนี้ยังลดโอกาสในการสังเกตและจำแนกจากลักษณะภายนอกที่คลาดเคลื่อนซึ่งมักจะแปรผันไปตามสายตาของผู้สังเกต การวินิจฉัยด้วยเทคนิค

ทางชีวโมเลกุลนั้นจึงถือว่ามี ความถูกต้องและแม่นยำสูงกว่า อีกทั้งช่วยยืนยันและพิสูจน์ชนิดพันธุ์ของปรสิตที่ยังคงคลุมเครือทางด้านอนุกรมวิธานด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่างงานวิจัยของ Sato et al. (2009) ได้ทำการศึกษาพยาธิใบไม้ตับและพยาธิใบไม้ลำไส้ที่มีรายงานการแพร่ระบาดจำนวนมากในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ยังพบการติดเชื้อแบบผสม โดยไข่ของพยาธิเหล่านี้ซึ่งไม่สามารถแยกความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาในตัวอย่างอุจจาระได้ จึงมีการนำเทคนิคทางชีววิทยาโมเลกุลมาตรวจสอบและออกแบบการปฏิบัติการปฏิกิริยาสายลูกโซ่ (Polymerase Chain Reaction; PCR) เพื่อใช้ในการระบุชนิดพันธุ์และจำแนกความแตกต่างของพยาธิใบไม้ ทำการเพิ่มปริมาณจำนวนดีเอ็นเอบริเวณลำดับนิวคลีโอไทด์ Internal transcribed spacer subunit 2 (ITS2) ในจีโนมที่อยู่ในนิวเคลียส (nuclear genome) โดยใช้ไพรเมอร์ (primers) ITS2-F (5'-CTT GAA CGC ACA TTG CGG CCA TGG G-3') และ ITS2-R (5'-GCG GGT AAT CAC GTC TGA GCC GAG G-3') จากผลการศึกษาสามารถระบุชนิดพันธุ์ของพยาธิใบไม้ได้ คือ *Haplorchis taichui* ต่อมางานวิจัยของ Webster et al. (2013) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลแบบหลายตำแหน่งพบว่าพยาธิใบไม้เลือดทั้ง 3 ชนิดพันธุ์ที่พบมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน และมีการผสมพันธุ์ข้ามชนิด ในการศึกษาทางด้านปศุสัตว์พบการผสมข้ามสายพันธุ์ของ *S. bovis* และ *S. curassoni* ในโค แต่ไม่พบการติดเชื้อของ *S. haematobium* นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองซ้ำภายในห้องปฏิบัติการเพื่อยืนยันผลการศึกษาโดยทำการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้เลือดในหนูทดลองพบว่าพยาธิใบไม้เลือดเพศผู้และเมียมีการจับคู่แบบผสมพันธุ์ข้ามสายพันธุ์กันจริง การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการผสมข้ามพันธุ์นี้มีอิทธิพลต่อการระบาดของโรคและเป็นการเพิ่มลักษณะฟีโนไทป์ (phenotype) อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อความไวต่อยา ดังนั้นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและติดตามปรสิตเหล่านี้มีความสำคัญอย่างมากสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพและประเมินวิธีการป้องกัน ควบคุมการระบาดของพยาธิ เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Devkota et al. (2015) ที่ได้มีการศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลโดยใช้ยีน mitochondrial cytochrome oxidase I (COI), 12S, 16S และ 28S ribosomal RNA มาตรวจสอบชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่พบบริเวณ Terai ซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มทางภาคเหนือของประเทศอินเดียและบริเวณเนินเขาทางภาคใต้ของประเทศเนปาล ผลการวิเคราะห์ด้วยยีน COI สามารถจำแนกชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้เป็น 3 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *S. nasale*, *S. spindale* และ *S. indicum* อีกทั้งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาการตรวจหา DNA ของปรสิตในสิ่งแวดล้อม (environmental DNA; eDNA) และการติดเชื้อปรสิตในมนุษย์จากแหล่งน้ำ จากการตรวจหา DNA ของปรสิตในสิ่งแวดล้อมพบว่าสามารถตรวจจับพยาธิใบไม้เลือดในกลุ่ม Schistosomes ได้ โดยตรวจสอบจากสิ่งตกค้างที่มีการปนเปื้อนอยู่ภายในแหล่งน้ำ แต่หากมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการสุ่มเก็บตัวอย่างภาคสนาม การจัดเก็บและวิธีทดสอบ อาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ DNA ของปรสิตในสิ่งแวดล้อม หรือ eDNA ให้ดียิ่งขึ้น

ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้จัดเป็นแนวทางช่วยให้ทราบถึงแนวทางการศึกษาทางระบาดวิทยา การควบคุม และกำจัดโรค schistosomiasis ในพื้นที่เฉพาะถิ่น (Alzaylae et al., 2020)

หอย *Indoplanorbis exustus* สามารถพบได้ทั่วไปในประเทศอินเดีย ทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทวีปเอเชียกลาง (อัฟกานิสถาน) คาบสมุทราละเบีย และทวีปแอฟริกา โดยหอยชนิดนี้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากมีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับพยาธิเลือดในสกุล *Schistosoma* ซึ่งแพร่ระบาดในโค-กระบือ ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางปศุสัตว์ที่มีปริมาณลดลง นอกจากนี้ยังมีความสำคัญทางการแพทย์เนื่องจากเป็นสาเหตุของโรคพยาธิหอยคันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศอินเดีย (Gauffre-Autelin et al., 2017) ซึ่งงานวิจัยของ Liu et al. (2010) ได้ศึกษาการแพร่กระจายพันธุ์ของหอย *I. exustus* ทวีปเอเชีย เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายพันธุ์และทราบถึงประวัติศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ทางชีวภูมิศาสตร์ที่อาจเกิดขึ้น อีกทั้งเพื่อตรวจสอบรูปแบบของสายวิวัฒนาการซึ่งอาจมีรูปแบบเป็น polyphyletic ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างของเชื้อสายเนื่องจากเคลด (clades) ในสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของหอยตัวอย่างที่ได้จากทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความแตกต่างจากหอยตัวอย่างบริเวณคาบสมุทราละเบีย การแพร่กระจายไปยังบริเวณอาละเบียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อาจได้รับอิทธิพลมาจากสภาพแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ผลการศึกษา ยังบ่งชี้ว่าช่วงเวลาการแพร่กระจายพันธุ์ของหอยเริ่มต้นในช่วงประมาณปลายยุคไมโอซีน (Miocene) เช่นเดียวกับกับรายงานการศึกษาของ Gauffre-Autelin et al. (2017) ที่ระบุเกี่ยวกับต้นกำเนิดของหอยโดยคาดการณ์ว่ามีการเริ่มต้นมาตั้งแต่ยุคไมโอซีนตอนต้นไปจนถึงตอนต้นของยุคไพลสโตซีน โดยเริ่มจากบริเวณที่ราบกึ่งเขตร้อนชื้นของประเทศเนปาลหรือบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงทางตอนใต้ การแพร่กระจายพันธุ์และการเพิ่มจำนวนประชากรหอยอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือจากกิจกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยพิจารณาและให้ความสำคัญเกี่ยวกับสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของหอย *I. exustus* ผลการศึกษาพบว่าสายวิวัฒนาการถูกแบ่งออกเป็น 5 เคลดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนและไม่สามารถแยกได้ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยจากการศึกษารูปแบบการแพร่กระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์และสายวิวัฒนาการทางประวัติศาสตร์ของหอย *I. exustus* มีความสำคัญทางสัตวแพทย์และการแพทย์ โดยช่วยให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดหอยและเข้าใจถึงรูปแบบการกระจายตัวทางภูมิศาสตร์และประวัติศาสตร์วิวัฒนาการของหอย อีกทั้งยังช่วยในการติดตามการแพร่กระจายของปรสิตที่อาจจะเกิดขึ้นและนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเทคนิคทางชีวโมเลกุลเป็นการพิสูจน์และยืนยันความจำเพาะของปรสิตก่อโรคต่อหอยที่ทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางได้อีกด้วย (de Bont et al., 1991; Attwood et al., 2015; Jones et al., 2020)

การศึกษาอัตราการติดเชื้อปรสิตโดยมีหอยฝาเดียวเป็นโฮสต์กึ่งกลางในประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และตั้งอยู่ในบริเวณภูมิอากาศเขตร้อน (tropic) มีความแตกต่างของภูมิประเทศ สภาพดิน สภาพหิน และแหล่งน้ำซึ่งเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความหลากหลายทางระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ การศึกษาความหลากหลายและรูปแบบการแพร่กระจายพันธุ์ของหอยฝาเดียวในประเทศไทยถูกดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันในการศึกษาหอยวงศ์ไทอารีดี (Thiaridae) ของประเทศไทยสามารถระบุได้ 7 สกุล (genus) ได้แก่ *Mieniplotia*, *Melanoides*, *Neoradina*, *Sermyla*, *Stenomelania*, *Tarebia* และ *Thiara* อีกทั้งยังรายงานถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยวงศ์ไทอารีดีว่าหอยวงศ์นี้ โดยส่วนมากเปลือกมีรูปทรงกรวยยาว ผิวเปลือกไม่เรียบอาจเป็นสันนูนหรือขรุขระ บริเวณส่วนยอดของเปลือกส่วนใหญ่มักสีกร่อน ฝาปิดปากเปลือกลักษณะบางมันเงาเป็นแบบพอสไปรัล หรือมัลติสไปรัล นอกจากนี้ยังพบระบบสืบพันธุ์เป็นแบบ viviparous คือออกลูกเป็นตัวซึ่งพบถุงฟักตัวอ่อน (brood pouch) ในหอยเพศเมีย มีการแพร่กระจายพันธุ์โดยมากบริเวณทวีปยุโรปตอนใต้ แอฟริกา เอเชีย และอเมริกาตอนใต้ (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2538; Brandt, 1974) การศึกษาเกี่ยวกับหอยวงศ์ไทอารีดีในประเทศไทยมีจำนวนมากเนื่องจากหอยวงศ์นี้มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์และสามารถพบได้ทั้ทั้งประเทศ ในปี ค.ศ. 2014 มีการศึกษาการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในหอยวงศ์ไทอารีดีชนิด *Melanoides tuberculata* ทั้งหมด 120 แห่งทั่วประเทศ ผลการศึกษาระบุว่าพบการติดเชื้อปรสิตที่แตกต่างกัน 9 รูปแบบ (type) 18 ชนิดพันธุ์ (Krailas et al., 2014) ต่อมาการศึกษาของ Wongsawad et al. (2016) รวมถึง Veeravechskij et al. (2018a, b) มีความคล้ายคลึงกันในลักษณะที่ศึกษาเกี่ยวกับการติดเชื้อปรสิตในหอยวงศ์ไทอารีดี โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ของประเทศไทย ผลการศึกษสามารถแบ่งกลุ่มพยาธิใบไม้ที่มีการติดเชื้อในหอยด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ 8 รูปแบบ และจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยพบว่าหอยสกุล *Tarebia* มีเพียงชนิดพันธุ์เดียวในประเทศไทย คือ *Tarebia granifera* และมีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับพยาธิใบไม้หลากหลายชนิดพันธุ์ถึง 8 รูปแบบ 15 ชนิดพันธุ์ ดังนี้ (1) Virgulate xiphidiocercariae (*Loxogenoides bicolor*, *Loxogenes liberum* และ *Acanthatrium histense*), (2) Armatae xiphidiocercariae cercariae (*Maritreminoides caridinae* และ *M. obstipus*), (3) Parapleurolophocercous cercariae (*Haplorchis pumilio*, *H. taichui* และ *Stictodora tridactyla*), (4) Pleurolophocercous cercariae (*Centrocestus formosanus*), (5) Megarulous cercariae (*Philophthalmus gralli*), (6) Furcocercous cercariae (*Cardicola alseae*, *Alaria mustelae* และ *Transversotrema laruei*), (7) Echinostome-type cercariae และ (8) Gymnocephalous-type cercariae

เมื่อทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียในหอย *T. granifera* โดยพบว่าการจำแนกชนิดพันธุ์ของปรสิตด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงวิธีเดียวนั้นไม่เพียงพอ จึงได้นำความรู้ทางด้านเทคนิคชีวโมเลกุลมาศึกษาาร่วมด้วยเพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางอนุกรมวิธานของปรสิตและทราบถึงความสัมพันธ์ของสายวิวัฒนาการโดยวิเคราะห์จากลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ Internal transcribed spacer subunit 2 (ITS2) การศึกษาในครั้งนี้มีความสำคัญทางด้านการเก็บรวบรวมเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการระหว่างปรสิตและหอยในอนาคต อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดการ ควบคุมและป้องกันการระบาดของวิทยา

เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Boonmekam et al. (2019) ที่ศึกษาหอยฝาเดียววงศ์ไทอาริดีที่มีการแพร่กระจายบริเวณทวีปเอเชียและทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย โดยทำการตรวจสอบอนุกรมวิธานและศึกษาความแตกต่างของหอย *Melania aspera* และ *M. rudis* ด้วยวิธีการและขั้นตอนต่างๆ 5 วิธี ดังนี้ (1) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือก (2) การตรวจพิสูจน์บุคคล (biometry) (3) รูปแบบของแรดูลา (radula characters) (4) ชีววิทยาการสืบพันธุ์ (reproductive biology) และ (5) การศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลโดยวิเคราะห์สารพันธุกรรมในระดับโมเลกุลจากยีนไมโทคอนเดรีย cytochrome c oxidase subunit 1 (COI) และยีน 16S ribosomal RNA (16S) คณะผู้วิจัยได้รายงานผลการศึกษาไว้ว่าหอยวงศ์ไทอาริดีทั้ง 2 ชนิดพันธุ์ (*M. aspera* และ *M. rudis*) จัดอยู่ในสกุล *Thiara* ปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงลำดับอนุกรมวิธานเป็น *Thiara aspera* และ *T. rudis* นอกจากนี้การสร้างและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการแสดงผลออกมาเป็นแผนภูมิต้นไม้ (phylogenetic tree) พบว่าหอยทั้งสองชนิดพันธุ์นี้มีสายวิวัฒนาการที่ใกล้ชิดกับหอย *Thiara amarula* ซึ่งตรวจสอบอนุกรมวิธานจากตัวอย่างหอยของประเทศไทย ออสเตรเลีย และอินโดนีเซีย พบว่ามีการแยกสายวิวัฒนาการออกจากกันได้อย่างชัดเจน การศึกษาในครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้รายงานการพบหอยชนิด *T. aspera* ครั้งแรกในประเทศไทย

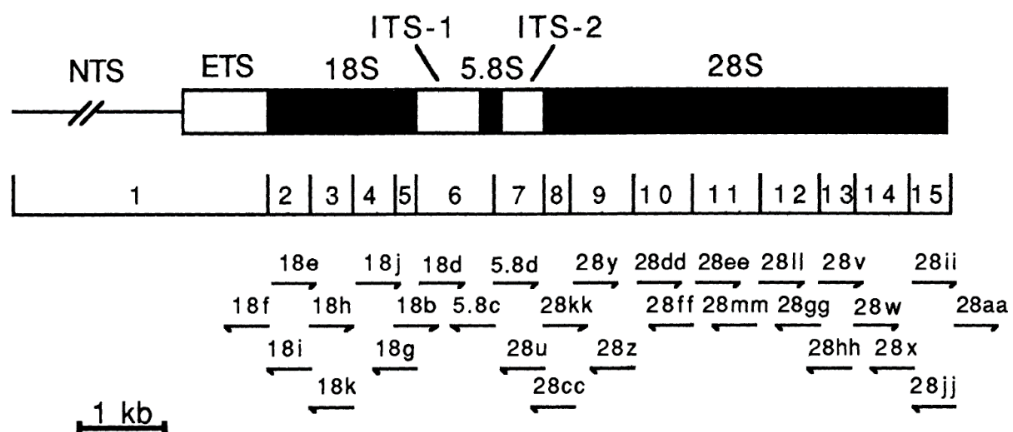
พื้นที่บริเวณภาคใต้ของประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญทางการเกษตรอีกแห่งหนึ่ง เนื่องจากมีความอุดมสมบูรณ์และมีเส้นทางน้ำที่หลากหลาย อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพสูง จากรายงานการศึกษาเกี่ยวกับหอยฝาเดียววงศ์ไทอาริดีของ Wiggering et al. (2019) มีความซับซ้อนอย่างมากเนื่องจากหอยวงศ์นี้มีลักษณะเปลือกที่หลากหลาย อีกทั้งบางชนิดมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาที่หลากหลาย ได้แก่ การศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลจากยีนไมโทคอนเดรียของ cytochrome C oxidase subunit I (COI) และ 16S ribosomal RNA (16S) การเปรียบเทียบสัณฐานวิทยาของเปลือก การวิเคราะห์ผลทางสถิติ (Geometric morphometric, Statistical analyses) การศึกษาลักษณะของแรดูลา และชีววิทยาการเจริญพันธุ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์และระบุชนิดพันธุ์ของหอยสกุล *Stenomelania* Fisher 1885 และ *Neoradina prasongi* Brandt, 1974 เนื่องจากมีลักษณะของเปลือกที่ยังคลุมเครือ

โดยคณะผู้วิจัยนำตัวอย่างหอยจากพิพิธภัณฑ์ในหลายประเทศมาศึกษาพร้อมกับตัวอย่างจากประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า *N. prasongi* ยังคงมีความคลุมเครือเกี่ยวกับบริเวณที่พบตัวอย่างต้นแบบ โดยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คณะผู้วิจัยพบประชากรของหอยในพื้นที่ไกลออกไปทางตอนใต้ของจังหวัดตรัง และสตูล ซึ่งอาจบ่งบอกถึงการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากการศึกษาก่อนหน้านี้ (Brandt, 1974) ไม่ได้ระบุข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่แน่นอนจึงไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าปัจจุบันยังคงมีหอยชนิดพันธุ์นี้อยู่ในพื้นที่อีกหรือไม่ นอกจากนี้ได้มีการรายงานการพบหอย *S. denisoniensis* Brot, 1877 เป็นครั้งแรกในประเทศไทย ต่อมา Apiraksena et al. (2020) มีการศึกษาหอยสกุล *Stenomelania* มากขึ้น โดยศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของหอยและตรวจสอบการติดเชื้อพยาธิใบไม้ในหอยบริเวณแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน 3 จังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล จากการเก็บตัวอย่างหอย 1,551 ตัว สามารถระบุชนิดพันธุ์ของหอยตัวอย่างทั้งหมดได้ 5 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *S. aspirans*, *S. crenulata*, *S. punctata*, *S. torulosa* และ *N. prasongi* และตรวจสอบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียในหอยโดยนำลำดับนิวคลีโอไทด์ Internal transcribed spacer subunit 2 (ITS2) มาใช้เพื่อระบุชนิดของปรสิตในระดับพันธุศาสตร์ ร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา ผลการตรวจสอบอัตราการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้และจำแนกชนิดพันธุ์พยาธิได้ 2 รูปแบบ 3 ชนิด ได้แก่ (1) *Parapleurolophocercous cercariae* ประกอบด้วย *Haplorchis taichui* และ *Procerovum cheni* (2) *Xiphidiocercariae* พบตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิดพันธุ์ *Loxogenoides bicolor*

เครื่องหมายทางชีววิทยาโมเลกุล (Molecular markers)

ขั้นตอนที่มีความสำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งในการศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลนั้นคือการคัดเลือกเครื่องหมายทางชีวโมเลกุลหรือเครื่องหมายทางพันธุกรรมที่จะนำมาใช้ในการศึกษาและจำแนกชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ การคัดเลือกควรพิจารณาว่ายีนที่จะใช้ในการศึกษามีข้อเสียอะไรบ้าง การเลือกเครื่องหมายทางพันธุกรรมที่เหมาะสมที่สุดจึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบและคำนึงถึงจุดมุ่งหมายการศึกษา ยกตัวอย่าง ยีนบางตัวอาจมีอัตราการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมสูงซึ่งมีโอกาสที่ยีนนั้นจะกลายพันธุ์ (เช่น กลุ่มยีนที่ไม่ถูกจำกัดการทำงาน กล่าวคือ ยีนนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานให้เปลี่ยนแปลงไปตามหน้าที่ต่างๆ ภายในเซลล์ได้) ในขณะที่ยีนบางตัวมีอัตราสะสมการกลายพันธุ์ที่น้อยกว่า (เช่น ยีนที่ทำหน้าที่ทางชีวภาพในการเข้ารหัส) อีกทั้งต้องคำนึงว่ายีนที่เลือกมาใช้ในการศึกษานั้นจะต้องแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เพียงพอเพื่อใช้ในการแยกชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ที่อาจมีความใกล้เคียงกัน ในการคัดเลือกเครื่องหมายทางพันธุกรรมสามารถระบุหลักเกณฑ์อย่างคร่าวๆ ได้ ดังนี้ (1) เครื่องหมายที่เลือกใช้จะต้องมี

ความแปรผันได้มากเพื่อที่จะสามารถตรวจจับความหลากหลายทางพันธุกรรมของตัวอ่อนพยาธิแต่ละชนิดพันธุ์ (2) เครื่องหมายที่เลือกใช้ต้องมีบริเวณอนุรักษ์ (conserved gene) กล่าวคือ เป็นบริเวณที่ยังคงไว้ซึ่งลำดับที่คล้ายคลึงกันหรือเหมือนกัน ในกรณีของตัวอ่อนพยาธิใบไม้โดยทั่วไปการศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลนิยมใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรมของ Ribosomal DNA: rDNA และ Mitochondrial DNA: mtDNA ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ายีน rRNA ของนิวเคลียร์และยีน COI ของไมโทคอนเดรียแสดงให้เห็นว่าเป็นตัวเลือกที่ได้รับความนิยมมากที่สุดสำหรับการตรวจสอบระดับโมเลกุลของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย (Blasco-Costa et al., 2016) แม้ว่าจะไม่มีกฎเกณฑ์ที่ตายตัวสำหรับการคัดเลือกเครื่องหมายทางพันธุกรรมแต่โดยทั่วไปแล้วเครื่องหมายทางพันธุกรรมที่เหมาะสมที่สุดจะถูกเลือกให้ยีนนั้นมีความคล้ายคลึงกัน > 70% แต่น้อยกว่า 100% (Hillis & Dixon, 1991)



รูปที่ 12 โครงสร้างข้อมูล rDNA ของสิ่งมีชีวิตประเภทยูคาริโอต
(Hillis & Dixon, 1991)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการสำรวจและเก็บตัวอย่างหอย

- Thermometer
- Vial
- กระชอน
- กล้องดิจิทัล (Nikon D810, Japan)
- ชุดสายยางออกซิเจน หัวทรายละเอียด และวาล์วปรับลม
- ดินสอและสมุดบันทึก
- ถังพลาสติก (กระติก) เก็บหอยตัวอย่าง
- ปุ่มออกซิเจน (SOBO SB-960, China)
- เครื่องวัด GPS (GARMIN eTrex 30x, Taiwan)
- เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์ (Multi-parameter water quality meters) (HORIBA U-50, Japan)

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1. ตรวจสอบการติดเชื้อม้วนพยาธิใบไม้ในหอยตัวอย่าง (Shedding และ Crushing)
 - Cover slip
 - Dropper
 - Forceps
 - Glass slide
 - Petri dish
 - กรรไกรปลายแหลม
 - กระจกยัดยัด
 - กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereo microscope) (Olympus SZ51)
 - กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) (Olympus CH30)
 - ค้อนสำหรับทุบเปลือกหอย

- ถ้วยและฝาปิดพลาสติกใส
- น้ำปราศจากคลอรีน (Dechlorinated tap water)
- มีดผ่าตัด
- สีย้อม 0.5% Methylene blue
- สีย้อม 0.5% Neutral red

2. ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยและพยาธิ

- Baby oil
- Cover slip
- Glass slide
- เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier caliper)
- กระจกขยาย
- กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereo microscope) (Olympus SZ51)
- กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) (Olympus CH30)
- กล้องจุลทรรศน์ Differential Interference Contrast; DIC (Olympus BX5)
- ดินน้ำมัน
- น้ำเกลือ (Normal saline solution)
- ไม้บรรทัด
- สีย้อม 0.5% Neutral red

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเก็บรักษาตัวอย่าง

- 95% Ethanol
- 10% Formalin
- Parafilm
- Vial
- กระจกสติกเกอร์ Label

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล

1. ขั้นตอนการสกัดดีเอ็นเอ
 - 1.5 ml Microcentrifuge tubes
 - 100% Ethanol

- Beaker
 - Micro pipette และ pipette tip
 - PureLink™ Genomic DNA Mini Kit (Invitrogen™, USA)
 - ตัวอย่างพยาธิ
 - เครื่อง Vortex mixer (Wised VM-10)
 - เครื่องซังสาร
 - เครื่องปั่นเหวี่ยงสารละลาย Mini-Centrifuges (Allsheng Mini-15K)
 - เครื่องให้ความร้อนแก่หลอดทดลอง (Elite Dry Bath Incubator)
2. ขั้นตอนการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอ
- 0.6 ml Clear microcentrifuge tube
 - Genomic DNA
 - ITS2 primer (Forward primer และ Reverse primer)
 - PCR microcentrifuge tube
 - Platinum™ Direct PCR Universal Master Mix (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)
 - น้ำปราศจากเอนไซม์ (Nuclease-Free Water)
 - เครื่อง 300 MINIPRO 300 Power Supply (Major Science, USA)
 - เครื่อง FlexCycler2 PCR-Thermocycler
 - เครื่อง Vortex mixer (Wised VM-10)
 - เครื่องปั่นเหวี่ยงสารละลาย Mini-Centrifuges (Allsheng Mini-15K)
3. การวิเคราะห์ปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอด้วยวิธีการวัดค่าดูดกลืนแสง
- Buffer AE
 - Micro pipette และ pipette
 - PCR Product
 - กระดาษทำความสะอาดเลนส์ (Kimwipe)
 - น้ำปราศจากเอนไซม์ (Nuclease-Free Water)
 - เครื่อง NanoDrop™ 2000/2000c (Spectrophotometers Thermo Scientific ND-2000, USA) พร้อมโปรแกรมวิเคราะห์ Nanodrop 2000
4. การวิเคราะห์คุณภาพของดีเอ็นเอด้วยวิธี Agarose Gel Electrophoresis
- Agarose powder (Thermo Scientific™)

- DNA Gel Loading Dye (6X) (Thermo Scientific™)
- DNA Ladder (Invitrogen 1 kb plus)
- Gel Casting Stand
- Gel Comb
- Gel Tray
- Hot plate
- Micro pipette และ Pipette tip
- MINIPRO 300V Power Supply
- Parafilm
- RedSafe™ Nucleic Acid Staining Solution (20,000x)
- Tris-Acetate-EDTA (TAE) Buffer (50X)
- กระบอกตวง
- ขวดรูปชมพู่ (Flask)
- ตัวอย่างดีเอ็นเอ
- เครื่องซั่งสาร
- เครื่องถ่ายภาพเจล FluoroBox (Neo-Science InGenius 3) พร้อมโปรแกรมวิเคราะห์ InGenius3 (GenSys)
- เครื่องแยกสาร Transparent Mini Horizontal Gel Electrophoresis System (Major Science, USA)
- ไมโครเวฟ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่างหอยน้ำจืดและเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจ

1. เก็บตัวอย่างหอยด้วยวิธี Counts per unit of time sampling (Olivier & Schneiderman, 1956) เป็นวิธีการเก็บตัวอย่างโดยการใช้มือ (hand picking) และกระชอน (scooping) ในการเก็บตัวอย่าง ใช้ผู้เก็บตัวอย่างจำนวน 4 คน จับเวลา 20 นาที ในแต่ละครั้งและแต่ละจุดสำรวจ

2. บันทึกค่าพิกัดบริเวณจุดสำรวจด้วยเครื่องมือ GPS

3. เก็บข้อมูลทางกายภาพบริเวณจุดสำรวจ อาทิ

- ลักษณะของดินบริเวณจุดสำรวจ เช่น โคลน หิน ทราย กรวด เป็นต้น
- ลักษณะโดยรอบของพื้นที่ของแหล่งน้ำ
- ลักษณะของน้ำ เช่น ความใส-ขุ่น
- ลักษณะพืชบริเวณรอบแหล่งน้ำ และพืชใต้น้ำ
- ลักษณะการเกาะอาศัยของหอย

4. วัดค่าคุณภาพน้ำ (physical characteristics) ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์ โดยเปิดเครื่องและจุ่มหัววัด (sensor probe) ลงในแหล่งน้ำที่ต้องการตรวจสอบ ความลึกประมาณ 10 เซนติเมตรหรือจนท่วม probe guard จากนั้นรอจนกว่าค่าพารามิเตอร์บนหน้าจอแสดงผลจะหยุดนิ่งและทำการบันทึกผลค่าพารามิเตอร์ ได้แก่

- อุณหภูมิใต้น้ำและอุณหภูมิเหนือน้ำ (water temperature, air temperature above water)
- ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH)
- ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO)
- ปริมาณความขุ่นของน้ำ (turbidity, Tub.)
- ปริมาณค่าการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าในน้ำ (conductivity)
- ปริมาณความเค็มของน้ำ (salinity)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (total dissolved solids, TDS)

ตรวจสอบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในหอยตัวอย่าง

1. การตรวจสอบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียด้วยวิธีการ shedding โดยการนำหอยตัวอย่างใส่ในถ้วยพลาสติกใส จากนั้นเทน้ำปราศจากคลอรีนให้พท่วมตัวหอย วางทิ้งไว้ข้ามคืน (ให้มีแสงในเวลากลางวันและไม่มีแสงในเวลากลางคืนตามธรรมชาติ) จากนั้นนำมาตรวจสอบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

1.1 กรณีที่พบตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียว่ายออกจากตัวหอย นำมาตรวจสอบอวัยวะภายในเพื่อใช้ในการจำแนกชนิดพันธุ์ และดูพยาธิเก็บไว้ โดยเก็บรักษาสภาพไว้ใน 95% Ethanol เพื่อใช้ในการศึกษาเทคนิคทางชีวโมเลกุล และเก็บรักษาสภาพไว้ใน 10% Formalin เพื่อใช้ในการวัดขนาดพยาธิที่พบ

1.2 กรณีที่ไม่พบตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย ให้ทำการเลี้ยงหอยต่ออีก 1 สัปดาห์ จากนั้นนำมา shedding ใหม่อีกครั้ง

2. การตรวจสอบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิระยะสปอโรซิสต์ รีเดีย เซอร์คาเรีย และเมตาเซอร์คาเรียในเนื้อหอย ด้วยวิธีการ crushing แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

2.1 กรณีที่ตรวจพบตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียให้นำหอยตัวอย่างมาตรวจหาพยาธิระยะอื่นที่อยู่ภายในตัวหอย โดยทุบเอาเปลือกออกจากนั้นนำเนื้อเยื่อหอยบดบนกระจกสไลด์ และนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงหรือกล้องจุลทรรศน์ DIC และบันทึกภาพ

2.2 กรณีที่ไม่พบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย ให้ทำการสุม 10% ของหอยตัวอย่างทั้งหมดมาทุบเอาเปลือกออก จากนั้นนำเนื้อเยื่อหอยบดบนกระจกสไลด์เพื่อหาตัวอ่อนพยาธิระยะอื่นๆ เช่น ระยะสปอโรซิสต์ ระยะรีเดีย ระยะเซอร์คาเรีย หรือระยะเมตาเซอร์คาเรีย โดยส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงหรือกล้องจุลทรรศน์ DIC และบันทึกภาพ

ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและจำแนกชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาจะทำการศึกษาจากรูปร่างและส่วนประกอบของอวัยวะต่างๆ จากนั้นจำแนกชนิดพันธุ์ตัวอ่อนพยาธิใบไม้โดยศึกษาและอ้างอิงจากงานวิจัยของ Komiya (1961), Schell (1970), Yamaguti (1971, 1975), Ito (1980), Krailas et al. (2011, 2014) และ Veeravechskij et al. (2018b) และบันทึกข้อมูลตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียที่ตรวจพบ

1. ศึกษารูปร่างลักษณะและอวัยวะภายในตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียภายใต้กล้องจุลทรรศน์ DIC โดยมีรายละเอียดขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 หยดน้ำที่ตรวจพบว่ามีตัวอ่อนพยาธิไม่ระยะเซอร์คาเรียลงบนกระจกสไลด์ จากนั้นปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ (cover slip)
- 1.2 ย้อมสีแบบชั่วคราวด้วย 0.5% Neutral red (เจือจางด้วย normal saline 1:5) ด้วยวิธี irrigation กล่าวคือ เป็นการหยดสีย้อมเข้าไปทางด้านข้างของกระจกสไลด์เพียงด้านหนึ่ง จากนั้นใช้กระดาษทิชชูซับน้ำออกอีกด้านหนึ่ง เพื่อให้สีที่หยดเข้าไปไหลเข้าไปแทนที่น้ำเกลือเดิม
- 1.3 นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ DIC และบันทึกภาพ

(กรณีที่ตรวจสอบพบปรสิตรูปแบบ เช่น ระยะสปอโรซิสต์ รีเดีย เซอร์คาเรีย และเมตาเซอร์คาเรีย การศึกษารูปร่างและอวัยวะภายในตัวอ่อนดำเนินการโดยการเขี่ยตัวอ่อนออกจากเนื้อเยื่อหอย จากนั้นวางลงบนสไลด์ หยดน้ำเกลือหรือน้ำกลั่นเล็กน้อยจากนั้นปิดสไลด์ด้วย cover slip และย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red ด้วยวิธีการ irrigation เช่นเดียวกัน และตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ DIC และบันทึกภาพ)

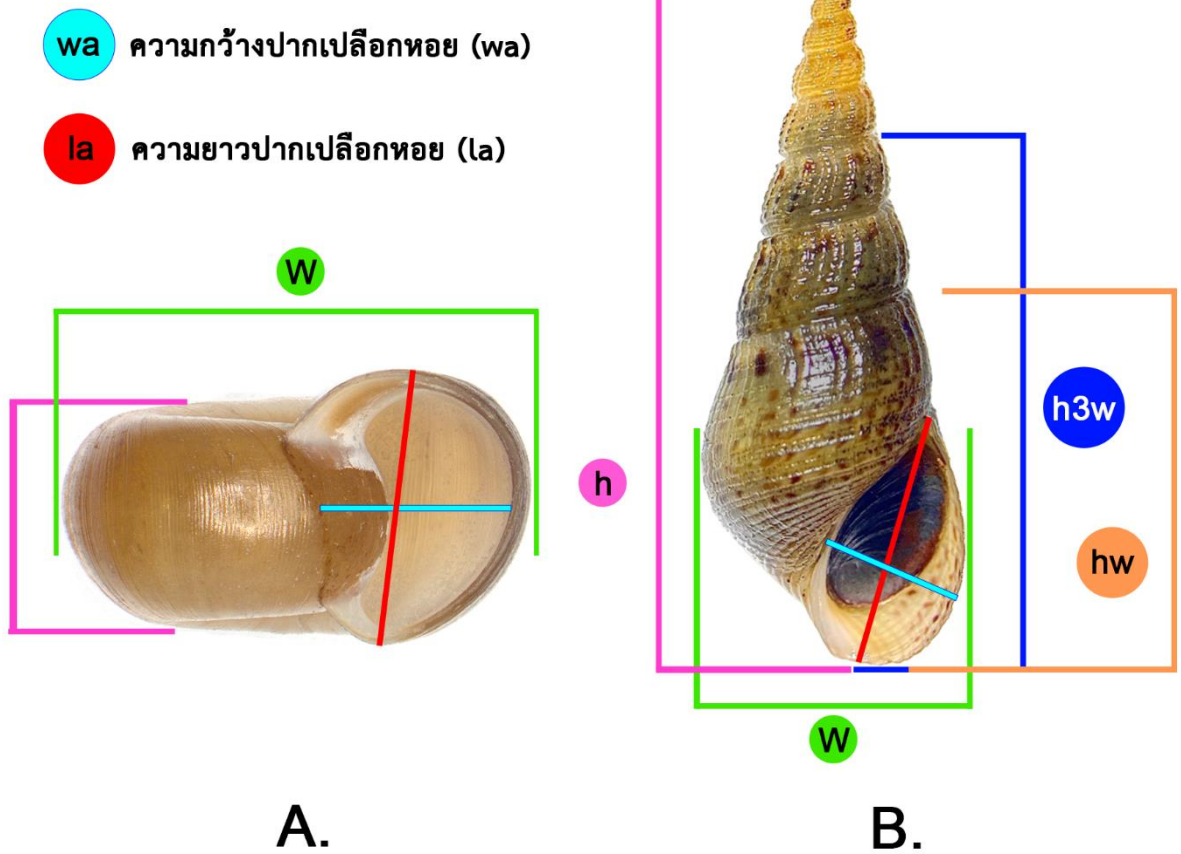
2. วัดขนาดตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรีย ดังนี้
 - 2.1 นำตัวอย่างพยาธิไปไม้ที่เก็บรักษาสภาพไว้ใน 10% Formalin ดูดพยาธิและหยดลงบนสไลด์และปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
 - 2.2 วัดขนาดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ Differential Interference Contrast
 - 2.3 คำนวณหาค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างพยาธิไปไม้ระยะเซอร์คาเรียจำนวน 10 ตัว/ ชนิดพันธุ์
3. วาดภาพรูปร่างลักษณะและอวัยวะภายในของตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียที่พบ

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย (shell morphology)

1. จำแนกชนิดพันธุ์หอย โดยอ้างอิงข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยต่างๆ อาทิ Brandt (1974), Upatham et al. (1983) Krailas et al. (2011, 2014), Veeravechskij et al. (2018a), Boonmekum et al. (2019), Wiggering et al. (2019) เป็นต้น
2. ถ่ายรูปหอยตัวอย่างทั้งด้านคว่ำ และด้านหงาย
3. วัดขนาดของเปลือกหอย (size of shells) โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ ซึ่งรูปแบบการวัดขนาดเปลือกหอยแต่ละรูปทรงมีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยหอยทรงแบนจะวัดขนาดของเปลือก
- 4 ค่าพารามิเตอร์ และหอยทรงกรวยจะวัดขนาดเปลือกทั้งหมด 6 ค่าพารามิเตอร์ ดังนี้ (รูปที่ 13)
 - ความสูงของเปลือกหอย (height of shell, h)
 - ความกว้างของเปลือกหอย (width of shell, w)
 - ความยาวของปากเปลือกหอย (length of aperture, la)

- ความกว้างของปากเปลือกหอย (width of aperture, wa)
- ความสูงของบอดีเวิร์ล (height of body whorl, hw)
- ความสูงของเวิร์ลที่สาม (height of the third whorl, $h3w$)

4. นับจำนวนเวิร์ล (number of whorl) (รูปที่ 5)



รูปที่ 13 ค่าพารามิเตอร์ในการวัดเปลือกหอยทรงแบนและหอยทรงกรวย

(A) เปลือกหอยทรงแบน (B) เปลือกหอยทรงกรวย

ศึกษาชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล

นำตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียที่ตรวจพบมาตรวจสอบด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล ดังนี้

1. สกัด Genomic DNA จากตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย
 - 1.1 ขั้นแรกเป็นขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่เก็บรักษาสภาพไว้ใน 95% Ethanol นำออกมาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 14,000 รอบ/ 3 นาที
 - 1.2 จากนั้นเท 95% Ethanol ทิ้ง และนำตัวอย่างไปบ่มในเครื่องให้ความร้อนแก่หลอดทดลองที่อุณหภูมิ 56 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาทีและผสมให้เข้ากัน (vortex)
 - 1.3 ทำการสกัดดีเอ็นเอ (Genomic DNA extraction) ด้วย PureLink™ Genomic DNA Mini Kit (Invitrogen™, USA) โดยขั้นแรกเติม PureLink Genomic Digestion Buffer ปริมาตร 180 µl และ Proteinase K ปริมาตร 20 µl จากนั้นผสมให้เข้ากันแล้วจึงนำไปใส่ในเครื่องให้ความร้อนแก่หลอดทดลองอีกครั้งที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
 - 1.4 เมื่อครบเวลาแล้ว เติม RNase A ปริมาตร 20 µl และใส่ในเครื่องให้ความร้อนแก่หลอดทดลองที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 2 นาที
 - 1.5 เติม PureLink Genomic Lysis ปริมาตร 200 µl ผสมให้เข้ากันและเติม 100% Ethanol ปริมาตร 200 µl จากนั้นผสมให้เข้ากันอีกครั้ง
 - 1.6 ถัดมาดูดสารละลายตัวอย่างทั้งหมดในขั้นตอนก่อนหน้านี้ใส่ลงใน PureLink Spin Column in a Collection Tube และปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบ/ นาที
 - 1.7 ถอด Collection Tube (บริเวณส่วนด้านล่าง) ที่มีสารละลายอยู่ภายในทิ้ง แล้วนำ Collection Tube อันใหม่มาต่อเข้ากับ Spin Column (บริเวณส่วนด้านบน)
 - 1.8 จากนั้นเติม Wash Buffer 1 ปริมาตร 500 µl และปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบ/ นาที
 - 1.9 ทิ้ง Collection Tube ที่มีสารละลายอยู่ภายในและต่อ Collection Tube อันใหม่เข้ากับ Spin Column ซ้ำเช่นเดิม
 - 1.10 เติม Wash Buffer 2 ปริมาตร 500 µl และปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 14,000 รอบ/ 3 นาที ในขั้นตอนนี้ทำซ้ำอีกครั้ง (โดยถอด Collection Tube ออกมาเพื่อสารละลายทิ้งและต่อกลับเข้าไปใหม่เพื่อปั่นเหวี่ยงซ้ำอีกครั้ง)
 - 1.11 ทิ้ง Collection Tube และนำ Spin Column อันเดิมนี้ออกมาต่อเข้ากับ microcentrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร

1.12 เติม PureLink Genomic Elution Buffer ปริมาตร 50 μ l และทำการปั่นเหวี่ยง ด้วยความเร็ว 14,000 รอบ/ นาที

1.13 เก็บรักษาตัวอย่าง Genomic DNA ไว้ต่ำกว่า -20°C

2. การวิเคราะห์สารละลายดีเอ็นเอด้วยวิธีการวัดค่าดูดกลืนแสง

วิเคราะห์ความเข้มข้นของสารละลายดีเอ็นเอและคุณภาพของสารละลาย โดยวัดค่าดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 260 และ 280 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง NanoDrop Spectrophotometer พร้อม โปรแกรมวิเคราะห์โดยเลือกฟังก์ชัน Nucleotide จากนั้นทำความสะอาดเครื่อง nanodrop ก่อนนำ ตัวอย่างไปวิเคราะห์ ดังนี้

3. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณลำดับนิวคลีโอไทด์ของโรโบโซมอลไอทีเอส (ITS/5.8S) โดยใช้ เทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรส (Polymerase Chain Reaction; PCR) โดยใช้ไพรเมอร์ Internal transcribed spacer subunit 2 (ITS2) ซึ่งมีลำดับนิวคลีโอไทด์ ดังนี้

ไพรเมอร์ ITS2 ITS2-F (5'- CTT GAA CGC ACA TTG CGG CCA TGG G -3')

ITS2-R (5'- GCG GGT AAT CAC GTC TGA GCC GAG G -3')

(Sato et al., 2009)

ปริมาตรรวมสุดท้ายที่ใช้ในการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนดีเอ็นเอมีปริมาตรรวมสุทธิ 40 μ l ต่อปฏิกิริยา ประกอบด้วย ตัวอย่างดีเอ็นเอ (DNA template) 2.0 μ l, 2X Platinum Direct PCR Universal Master Mix (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) 10.0 μ l, Platinum GC Enhancer 4.0 μ l, น้ำปราศจากเอนไซม์ (Water nuclease-free) 19.0 μ l, 0.5 mM Forward primer 2.5 μ l และ 0.5 mM Reverse primer 2.5 μ l จากนั้นปิเปตใส่ในหลอด PCR microcentrifuge tube และนำเข้าเครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม (Thermal cycler) จำนวน 35 รอบ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สภาวะเครื่อง thermocycler ในการเพิ่มลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรส

ขั้นตอน	อุณหภูมิ	เวลา
Initial denaturation	94 $^{\circ}\text{C}$	4 นาที
Denaturing temperature	94 $^{\circ}\text{C}$	1 นาที
Annealing temperature	60 $^{\circ}\text{C}$	30 วินาที
Extension temperature	72 $^{\circ}\text{C}$	2 นาที
Final extension	72 $^{\circ}\text{C}$	10 นาที

4. การวิเคราะห์และตรวจสอบขนาดผลิตภัณฑ์พีซีเออร์ (PCR Product) ด้วยเทคนิค Gel Electrophoresis

- 4.1 เตรียม 1X TAE Buffer โดยนำ 50X TAE Buffer ปริมาณ 10 มิลลิลิตรผสมกับน้ำ clave ปริมาณ 490 มิลลิลิตร
- 4.2 เตรียม 1% Agarose gel electrophoresis โดยชั่ง Agarose 1.0 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ พร้อมกับเติม 1X TAE Buffer ปริมาณ 100 มิลลิลิตร
- 4.3 นำไปอุ่นโดยเข้าไมโครเวฟตั้งกำลังไฟที่ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นนำขวดรูปชมพู่นี้ออกจากไมโครเวฟแล้วแกว่งขวดจนกว่าสารละลายภายในจะละลายเป็นเนื้อเจลเดียวกัน
- 4.4 เมื่อสารละลายภายในขวดเย็นตัวลง เติม RedSafe™ Nucleic Acid Staining Solution (20,000x) 1 μ l เขย่าเบาๆ ไม่ให้เกิดฟองและทิ้งไว้ให้เย็นตัวลงเล็กน้อย (ระวังไม่ให้สารละลายจับตัวเป็นเนื้อเจล)
- 4.5 เท agarose gel ลงใน gel casting stand ที่ประกอบส่วนของ gel tray และ gel comb ไว้ก่อนหน้า จากนั้นรอจนเจลเซตตัวจึงถอด gel comb ออก
- 4.6 ย้าย gel tray ที่มี 1% agarose gel ลงใน Electrophoresis tank แล้วเท 1X TAE Buffer ให้ท่วมแผ่นเจล
- 4.7 ปิดเปิดตัวอย่างลงในช่องของ agarose gel แต่ละช่อง โดยก่อนปิดตัวอย่างให้นำ BlueJuice™ Gel Loading Buffer (10X) ปริมาณ 3 μ l ผสมกับ PCR product ปริมาณ 2 μ l บนแผ่น Parafilm และมีอย่างน้อยหนึ่งช่องเป็น BlueJuice™ Gel Loading Buffer (10X) ปริมาณ 3 μ l ผสมกับ DNA Ladder ปริมาณ 2 μ l เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแถบ Band
- 4.8 เมื่อปิดตัวอย่างลงในช่องเรียงร้อยแล้ววิเคราะห์ผลด้วยกระแสไฟฟ้า โดยต่อเข้ากับเครื่อง MINIPRO 300V Power Supply ทำงานร่วมกับเครื่องแยกสาร Transparent Mini Horizontal Gel Electrophoresis System ตั้งกระแสไฟฟ้าที่ 70 โวลต์ (Volt) เป็นเวลา 30 นาที
- 4.9 จากนั้นวิเคราะห์ผลของแถบ DNA บนแผ่นเจล โดยนำไปถ่ายภาพด้วยเครื่องถ่ายภาพเจล FluoroBox พร้อมโปรแกรมวิเคราะห์ InGenius 3

5. การวิเคราะห์ลำดับเบสของ DNA

เมื่อได้ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ (PCR Product) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ยังคงมีการปะปนอยู่กับส่วนประกอบอื่นๆ ในปฏิกิริยาแลงโซโพลีเมอเรส นำตัวอย่างนี้ส่งไปทำความสะอาดเพื่อให้เหลือเพียงชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์พีซีอาร์และวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ (sequencing) โดยบริษัท CELEMICS ประเทศเกาหลีใต้

6. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพยาธิใบไม้

6.1 แปลงและรวบรวมชุดข้อมูล

โดยการพิจารณาโครมาโตแกรมจากไฟล์ .abi ด้วยโปรแกรม Bioedit version 7.2.5 (Hall, 1999) และนำลำดับนิวคลีโอไทด์ของพยาธิตัวอย่างที่ได้จากบริษัทแปลงไฟล์เป็น Plain-text ทั้งหมด ตรวจสอบความถูกต้องและวิเคราะห์ชนิดพันธุ์ที่ใกล้เคียงของบริเวณที่เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคปฏิกิริยาแลงโซโพลีเมอเรสโดยการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank sequence database ผ่านเว็บไซต์ NCBI (National Center for Biotechnology Information, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) และนำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของพยาธิชนิดพันธุ์อื่นจากฐานข้อมูลใน NCBI ใช้เป็น Outgroups ในการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการเพื่อให้ความสมบูรณ์และมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6.2 การจัดเรียงลำดับนิวคลีโอไทด์

ป้อนข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้พร้อมทั้งตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบจาก GenBank ลงในโปรแกรม Bioedit โดยเปิดโปรแกรมและเลือกคำสั่ง File และ New Alignment จากนั้นกดคำสั่ง File, import และ sequence alignment file เมื่อป้อนชุดข้อมูลทั้งหมดเรียบร้อยแล้วให้ทำการบันทึกไฟล์โดยใช้นามสกุล Fasta

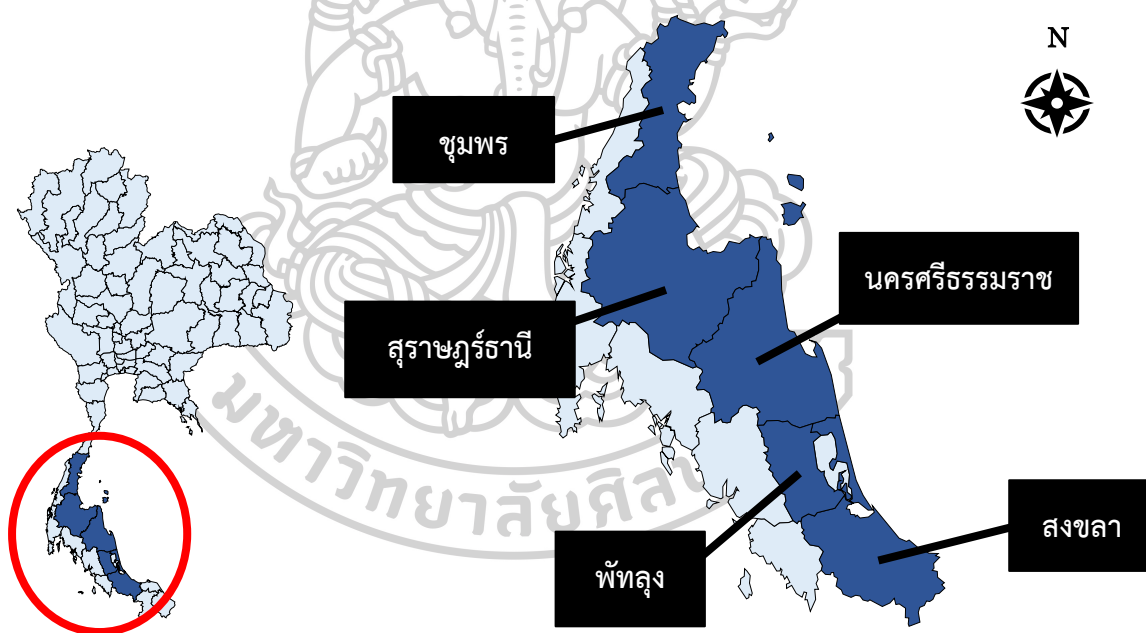
6.3 การวิเคราะห์สายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree)

ทำการวิเคราะห์สายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการโดยนำไฟล์ข้อมูลก่อนหน้า วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MEGA X (Kumar et al., 2018) เพื่อสร้างแผนภูมิสายวิวัฒนาการด้วยการวิเคราะห์แบบ Maximum Likelihood (MLBS) ภายใต้แบบจำลองทางวิวัฒนาการ GTR+G จากนั้นวิเคราะห์หาค่าสนับสนุนทางสถิติ (Bootstrap support) โดยกำหนดให้มีจำนวนของการวิเคราะห์ซ้ำเท่ากับ 1,000 รอบ ทั้งนี้สนับสนุนทางสถิติดังกล่าวจะแสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นไปได้ของการเกิดรูปแบบของเคลดต่างๆ บนแผนภูมิเมื่อมีการวิเคราะห์ซ้ำ ซึ่งค่าทางสถิติที่ได้จะถูกนำมาแสดงในสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการเพื่อเพิ่มระดับความเชื่อมั่น

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาโรคพยาธิหอยคันและหอยผาเดี่ยวที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ในครั้งนี้ กำหนดพื้นที่สำรวจ 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา (รูปที่ 14) ดำเนินการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 สามารถเก็บตัวอย่างหอยได้ทั้งหมดจำนวน 3,342 ตัว จาก 29 จุดสำรวจ โดยผลการศึกษา ในครั้งนี้ได้แสดงจุดสำรวจ ค่าพิกัดของจุดสำรวจ จำนวนหอยและชนิดหอยที่พบ อัตราการติดเชื้อ และชนิดของปรสิตที่สำรวจพบแต่ละจุดสำรวจ (ตารางที่ 2) ผลการศึกษาได้รวบรวม และนำเสนอ รายละเอียด ดังต่อไปนี้



รูปที่ 14 แสดงพื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จังหวัด

การศึกษาสภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดสำรวจ

จุดสำรวจที่ 1 คูหาสวรรค์ (ถนนอภัยบริรักษ์ ตำบลคูหาสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง)

ค่าพิกัด: Lat. 7°37'41.8" N

Long. 100°07'16.1" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude) 2 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่สำรวจเป็นทุ่งนาอยู่ริมถนน บริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง แสงแดดสามารถส่องถึงและมีแหล่งน้ำขังตามคันนา ลักษณะน้ำมีสีเหลืองขุ่น พื้นดินใต้แหล่งน้ำมีลักษณะเป็นดินเหนียว แหล่งน้ำในพื้นที่สำรวจมีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 20 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 7.33 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.418 mS/cm ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 6.24 mg/l ค่าปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 60.1 NTU ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.284 g/l และค่าความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.2 ในช่วงเวลาที่สำรวจวัด (เวลา 8.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 30.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 26.14 องศาเซลเซียส (รูปที่ 15, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 15 จุดสำรวจที่ 1 คูหาสวรรค์
ถนนอภัยบริรักษ์ ตำบลคูหาสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง

จุดสำรวจที่ 2 ลำป่า 1 (ถนนอภัยบริรักษ์ ตำบลลำป่า อำเภอมือง จังหวัดพัทลุง)

ค่าพิกัด: Lat. 7°37'33.3" N

Long. 100°07'46.2" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 3 เมตร

สภาพแวดล้อมเป็นทุ่งนา พื้นดินเป็นดินเหนียว ความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20 เซนติเมตร จุดสำรวจแห่งนี้เป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิด อาทิ นก แมลงน้ำ เป็นต้น ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 3.90 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.001 mS/cm ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 5.17 mg/l ค่าปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 303 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.001 g/l ความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.0 ppt ในช่วงเวลาที่สำรวจวัด (เวลา 8.30 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 30.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 27.12 องศาเซลเซียส จากการสำรวจสามารถพบหอยได้โดยมักจะฝังตัวอยู่ใต้พื้นดิน (รูปที่ 16, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 16 จุดสำรวจที่ 2 ลำป่า 1

ถนนอภัยบริรักษ์ ตำบลลำป่า อำเภอมือง จังหวัดพัทลุง

จุดสำรวจที่ 3 ลำป่า 2 (คลองปากประ ตำบลลำป่า อำเภอมือง จังหวัดพัทลุง)

ค่าพิกัด: Lat. 7°38'18.4" N

Long. 100°08'55.4" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 2 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจเป็นทุ่งนา แสงแดดส่องถึง ไม่ค่อยมีร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ ดินในพื้นที่น่ามีลักษณะเป็นดินเหนียว ค่าความลึกของแหล่งน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 10 เซนติเมตร และพบว่าภายในแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนของคราบไขมัน ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 5.78 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.853 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ มีค่าเท่ากับ 12.02 mg/l ค่าความขุ่นของน้ำเท่ากับ 353 NTU ค่าของแข็งที่ละลายในน้ำ เท่ากับ 0.545 g/l ค่าความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.4 ppt ในช่วงเวลาที่สำรวจวัด (เวลา 9.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 30.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 28.50 องศาเซลเซียส (รูปที่ 17, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 17 จุดสำรวจที่ 3 ลำป่า 2
คลองปากประ ตำบลลำป่า อำเภอมือง จังหวัดพัทลุง

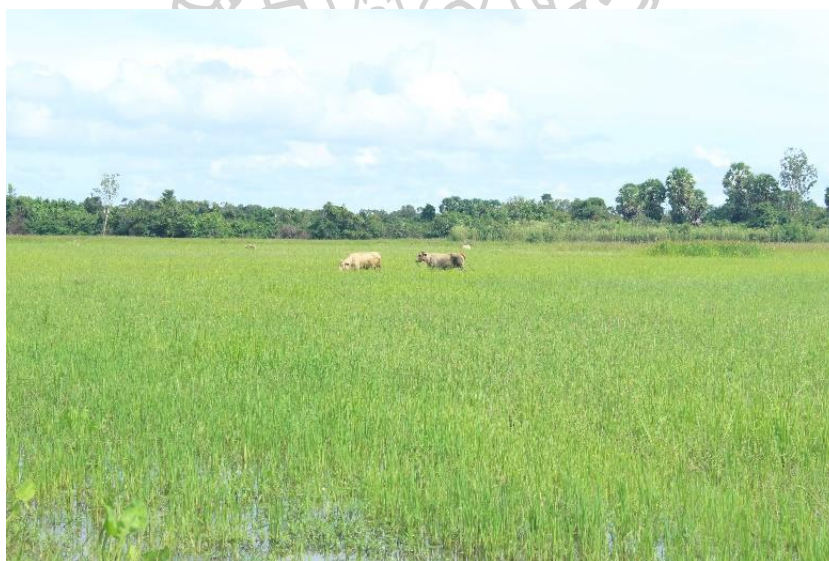
จุดสำรวจที่ 4 ทะเลน้อย 1 (ตำบลพนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง)

ค่าพิกัด: Lat. 7°44'26.9" N

Long. 100°08'23.4" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 5 เมตร

สภาพแวดล้อมของพื้นที่สำรวจเป็นทุ่งหญ้าโล่งแจ้ง พบสิ่งมีชีวิตในพื้นที่สำรวจ ได้แก่ โค กระบือ นก พื้นดินเป็นดินเหนียว แหล่งน้ำขังที่มีความลึกเฉลี่ย 20 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.00 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.131 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีค่าเท่ากับ 4.28 mg/l ค่าความขุ่นของน้ำมีปริมาณเท่ากับ 2.08 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.085 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำวัดค่าได้ 0.0 ppt ในช่วงเวลาที่สำรวจวัด (เวลา 9.30 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 30.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 29.40 องศาเซลเซียส (รูปที่ 18, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 18 จุดสำรวจที่ 4 ทะเลน้อย 1
ตำบลพนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง

จุดสำรวจที่ 5 ทะเลน้อย 2 (ตำบลพนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง)

ค่าพิกัด: Lat. 7°45'36.3" N

Long. 100°10'43.8" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 5 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่สำรวจตั้งอยู่กลางทะเลสาบใกล้กับสิ่งปลูกสร้างกลางน้ำ เป็นพื้นที่โล่งแจ้งแสงแดดสามารถส่องผ่านได้โดยรอบ น้ำมีสีขุ่น พบความหลากหลายทางชีวภาพ อาทิ ปลา ลูกกุ้ง นก และหอย โดยส่วนมากพบหอยเกาะอยู่ตามพีชีน้ำ พื้นดินมีลักษณะเป็นดินเลน ความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.72 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.316 mS/cm ปริมาณออกซิเจนในน้ำเท่ากับ 4.05 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 252 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.206 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.1 ppt ในช่วงเวลาที่สำรวจวัด (เวลา 16.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 29.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 31.30 องศาเซลเซียส (รูปที่ 19, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 19 จุดสำรวจที่ 5 ทะเลน้อย 2
ตำบลพนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง

จุดสำรวจที่ 6 ทะเลน้อย 3 (ตำบลพนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง)

ค่าพิกัด: Lat. 7°46'31" N

Long. 100°07'30" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 6 เมตร

บริเวณจุดสำรวจตั้งอยู่กลางทะเลสาบ ริมทะเลสาบพบว่ามีที่พักอาศัยของชาวบ้าน น้ำค่อนข้างนิ่ง และใส พบสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดอาศัยอยู่ในพื้นที่สำรวจทั้งพืชและสัตว์ อาทิ จอก จอกหูหนู กอหญ้า แพงพวนน้ำ แมลงปอ นกปากห่าง และหอยซึ่งมักอาศัยอยู่ตามพืชน้ำ พื้นดินใต้น้ำเป็นดินโคลน ความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 100 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าเท่ากับ 6.72 ค่าการเหนียวนำ กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.151 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 4.47 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 29.5 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.098 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.1 ppt ในช่วงเวลาที่สำรวจวัด (เวลา 16.40 น.) อุณหภูมิ เนื้อผิวน้ำ 31.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 31.62 องศาเซลเซียส (รูปที่ 20, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 20 จุดสำรวจที่ 6 ทะเลน้อย 3
ตำบลพนางตุง อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง

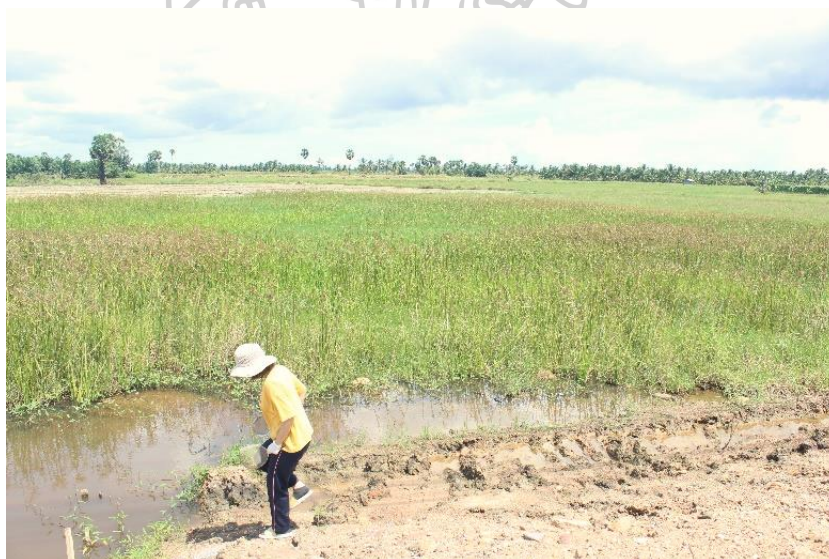
จุดสำรวจที่ 7 บ้านใหม่ (ตำบลบ้านใหม่ อำเภอรอนด จังหวัดสงขลา)

ค่าพิกัด: Lat. 7°48'30.9" N

Long. 100°17'09" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 5 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจเป็นพื้นที่โล่งแจ้งใกล้กับท่อระบายน้ำและติดกับทุ่งนา พื้นดินมีลักษณะเป็นดินโคลน ค่าความลึกของแหล่งน้ำเฉลี่ย 20 เซนติเมตร สามารถพบหอยเกาะอยู่รอบท่อระบายน้ำที่เป็นปูนซีเมนต์และฝังตัวอยู่ตามใต้พื้นโคลน ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 8.29 ค่าการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.963 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเท่ากับ 4.90 mg/l ค่าปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 47.3 NTU จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีค่าเท่ากับ 0.616 g/l และปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.5 ppt ในช่วงเวลาที่สำรวจวัด (เวลา 11.20 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำเท่ากับ 32.00 องศาเซลเซียส และวัดอุณหภูมิใต้น้ำได้ 30.56 องศาเซลเซียส (รูปที่ 21, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 21 จุดสำรวจที่ 7 บ้านใหม่
ตำบลบ้านใหม่ อำเภอรอนด จังหวัดสงขลา

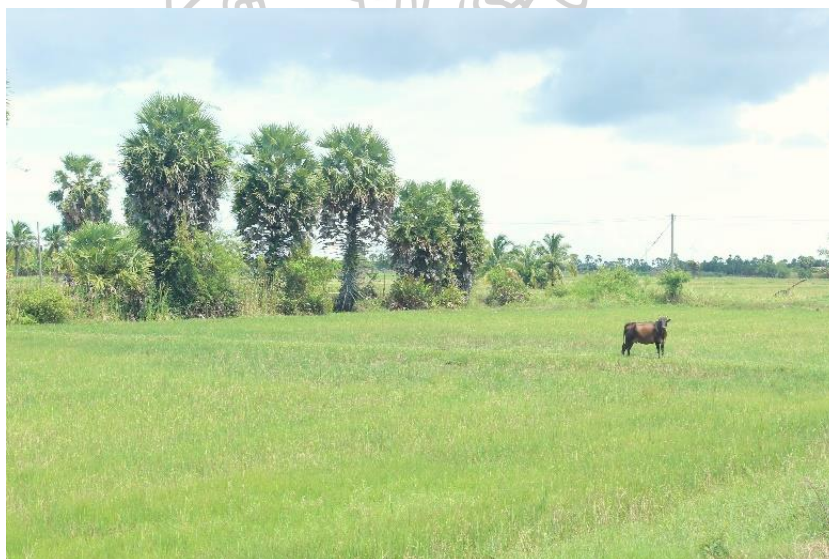
จุดสำรวจที่ 8 ระโนด (ตำบลระโนด อำเภอรະโนด จังหวัดสงขลา)

ค่าพิกัด: Lat. 7°46'6.17" N

Long. 100°18'53.26" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 8 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจเป็นแปลงที่ดินเกษตรกรรม ลักษณะโดยทั่วไปเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง แสงแดดสามารถส่องผ่านได้ มีต้นหญ้าและต้นปาล์มขึ้นอยู่โดยรอบ พบมูลสัตว์ภายในพื้นที่ แหล่งน้ำในบริเวณจุดสำรวจมีความลึกไม่มากโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 8.32 ค่าการเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 3.55 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเท่ากับ 4.31 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 58.9 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 2.27 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 1.8 ppt สัรววัด (เวลา 11.50 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำเท่ากับ 38.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 35.92 องศาเซลเซียส (รูปที่ 22, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 22 จุดสำรวจที่ 8 ระโนด
ตำบลระโนด อำเภอรະโนด จังหวัดสงขลา

จุดสำรวจที่ 9 ปากแตร (ตำบลปากแตร อำเภอรอนด จังหวัดสงขลา)

ค่าพิกัด: Lat. 7°46'06.2" N

Long. 100°21'10.2" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 6 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง แสงแดดสามารถส่องถึง มีต้นหญ้า และต้นปาล์มขึ้นอยู่โดยรอบ พบมูลสัตว์อยู่ภายในพื้นที่ ลำธารบริเวณจุดสำรวจมีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 10 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 8.18 ค่าการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.917 mS/cm ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 4.81 mg/l ค่าปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 80.5 NTU ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.603 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำมีค่าเท่ากับ 0.5 ppt สักรวจวัด (เวลา 12.30 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 32.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 32.26 องศาเซลเซียส (รูปที่ 23, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 23 จุดสำรวจที่ 9 ปากแตร
ตำบลปากแตร อำเภอรอนด จังหวัดสงขลา

จุดสำรวจที่ 10 บ้านเกาะใหญ่ (ตำบลเกาะใหญ่ อำเภอกะแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา)

ค่าพิกัด: Lat. 7°34'36.1" N

Long. 100°17'27.4" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 43 เมตร

สภาพแวดล้อมรอบๆ พื้นที่สำรวจเป็นแปลงที่ดินเกษตรกรรมมีลักษณะเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง มีต้นมะพร้าวและต้นปาล์ม พบแหล่งน้ำขังตามคันนาเล็กน้อยซึ่งมีความลึก-ตื้นไม่เท่ากันโดยเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 10 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าเท่ากับ 6.54 ค่าการเหนียวน้ำ กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.001 mS/cm ปริมาณออกซิเจนในน้ำเท่ากับ 4.73 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 160 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.000 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.0 ppt สำรววัด (เวลา 13.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 32.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 33.08 องศาเซลเซียส (รูปที่ 24, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 24 จุดสำรวจที่ 10 บ้านเกาะใหญ่
ตำบลเกาะใหญ่ อำเภอกะแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา

จุดสำรวจที่ 11 คลองรี (ตำบลคลองรี อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา)

ค่าพิกัด: Lat. 7°31'27.3" N

Long. 100°24'23.5" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 8 เมตร

ลักษณะสภาพแวดล้อมของพื้นที่สำรวจเป็นแปลงที่ดินเกษตรกรรมโล่งแจ้งแสงแดดสามารถส่องผ่านได้ มีร่มเงาจากต้นมะพร้าวและต้นปาล์มรอบๆ เล็กน้อย พื้นดินมีลักษณะเป็นดินร่วนแหล่งน้ำในพื้นที่สำรวจมีขนาดเล็กมากซึ่งความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 10 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.65 ค่าการเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.460 mS/cm ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำเท่ากับ 7.16 mg/l ค่าปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 365 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีค่าเท่ากับ 0.280 g/l ความเค็มในแหล่งน้ำมีปริมาณเท่ากับ 0.2 ppt สักรวจวัด (เวลา 13.40 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 34.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 31.11 องศาเซลเซียส (รูปที่ 25, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 25 จุดสำรวจที่ 11 คลองรี
ตำบลคลองรี อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา

จุดสำรวจที่ 12 บ่อล้อย 1 (หมู่บ้านบ่อล้อย ตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพิกัด: Lat. 8°06'52.4" N

Long. 100°06'09.3" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 8 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจมีลักษณะเป็นทุ่งนา ขณะลงพื้นที่เก็บตัวอย่างมีฝนตกลงมา พื้นดินเป็นดินเหนียว มีน้ำขังเป็นแอ่งตามร่องนา ลักษณะสีของน้ำที่สังเกตด้วยตาเปล่ามีสีค่อนข้างขุ่น ความลึก-ตื้นของน้ำไม่เท่ากันวัดความลึกเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 5 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 9.60 ค่าการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.711 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีค่าเท่ากับ 11.56 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 200 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ เท่ากับ 0.426 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.3 ppt สักรวจวัด (เวลา 11.00 น.) อุณหภูมิ เนื้อผิวหน้า 25.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 26.74 องศาเซลเซียส (รูปที่ 26, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 26 จุดสำรวจที่ 12 บ่อล้อย 1

หมู่บ้านบ่อล้อย ตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

จุดสำรวจที่ 13 บ่อล้อย 2 (หมู่บ้านบ่อล้อย ตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพิกัด: Lat. 8°06'55" N

Long. 100°06'12" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 13 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจเป็นทุ่งนามีต้นปาล์มและต้นหญ้าขึ้นอยู่ล้อมรอบ แสงแดดสามารถส่องผ่าน ขณะเก็บตัวอย่างมีนกปากห่างอยู่ในพื้นที่ โดยทั่วไปพื้นดินเป็นดินเหนียว แหล่งน้ำบริเวณจุดสำรวจเป็นน้ำขังซึ่งมีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 25.5 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าเท่ากับ 7.01 ค่าการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.516 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเท่ากับ 12.83 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 120 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.341 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.2 ppt สักรวจวัด (เวลา 9.30 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 26.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 27.34 องศาเซลเซียส (รูปที่ 27, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 27 จุดสำรวจที่ 13 บ่อล้อย 2

หมู่บ้านบ่อล้อย ตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

จุดสำรวจที่ 14 ท้องลาน (หมู่บ้านท้องลาน ตำบลท้องลำเจียก อำเภอยะใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพิกัด: Lat. 8°08'08.4" N

Long. 100°07'48.9" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 9 เมตร

ลักษณะสภาพแวดล้อมจุดสำรวจเป็นพื้นที่โล่งแจ้งมีต้นหญ้าขึ้น แสงแดดสามารถส่องผ่าน ไม่มีร่มเงาของต้นไม้ มีบ้านเรือนของชาวบ้านตั้งอยู่บริเวณรอบๆ พบแหล่งน้ำขังมีสีขุ่นความลึกเฉลี่ย 10 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าเท่ากับ 10.31 ค่าการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1.35 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเท่ากับ 4.37 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 481 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.862 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.7 ppt สำรววัด (เวลา 11.30 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 26.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 28.35 องศาเซลเซียส (รูปที่ 28, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 28 จุดสำรวจที่ 14 ท้องลาน

หมู่บ้านท้องลาน ตำบลท้องลำเจียก อำเภอยะใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

จุดสำรวจที่ 15 บ้านดอนจิก 1 (ตำบลท้องลำเจียก อำเภอยะใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพิกัด: Lat. 8°08'48" N

Long. 100°07'34" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 7 เมตร

บริเวณสภาพแวดล้อมเป็นพื้นที่สำรวจเป็นทุ่งหญ้าและมีกอหญ้าขึ้นสูง บริเวณด้านข้างเป็นสวนมะพร้าว พื้นดินใต้แหล่งน้ำเป็นดินโคลน พบหอยเกาะตามกอหญ้า แหล่งน้ำขังความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 12.3 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำค่าเท่ากับ 7.10 ค่าการเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.543 mS/cm ปริมาณออกซิเจนในน้ำเท่ากับ 6.77 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 51.3 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.356 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.3 ppt สำรวัด (เวลา 11.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 28.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 27.48 องศาเซลเซียส (รูปที่ 29, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 29 จุดสำรวจที่ 15 บ้านดอนจิก 1
ตำบลท้องลำเจียก อำเภอยะใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

จุดสำรวจที่ 16 บ้านดอนจิก 2 (ตำบลท้องลำเจียก อำเภอยะใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพิกัด: Lat. 8°09'13" N

Long. 100°06'25" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 4 เมตร

ลักษณะสภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจเป็นทุ่งนาที่เก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว มีต้นหญ้าขึ้นโดยรอบ และพบมูลสัตว์ในพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบสัตว์ชนิดอื่นๆ อาทิ นก ต๊กแตน และตัวอ่อนแมลงน้ำ แสงแดดสามารถส่องถึง มีฝนตกลงมาระหว่างเก็บตัวอย่าง บริเวณด้านข้างเป็นสวนปาล์ม พื้นดินเป็นดินเหนียวแห้ง มีแหล่งน้ำขังความลึกเฉลี่ย 14 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 7.06 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.000 mS/cm ปริมาณออกซิเจนในน้ำเท่ากับ 8.47 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 305 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.000 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.0 ppt สักรวจวัด (เวลา 11.30 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 28.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 27.91 องศาเซลเซียส (รูปที่ 30, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 30 จุดสำรวจที่ 16 บ้านดอนจิก 2
ตำบลท้องลำเจียก อำเภอยะใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

จุดสำรวจที่ 17 เชียงใหญ่ (หมู่บ้านเชียงใหญ่ ตำบลเชียงใหญ่ อำเภอเชียงใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพิกัด: Lat. 8°10'07" N

Long. 100°08'56.8" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 10 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่สำรวจเป็นแปลงนาที่ยังไม่ได้ทำการเกษตรมีต้นหญ้าขึ้นโดยรอบ แหล่งน้ำในพื้นที่สำรวจมีความลึก-ตื้นไม่เท่ากันซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13 เซนติเมตร ซึ่งพบว่าหอย อยู่ตามพื้นดินที่เป็นดินเหนียว ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 9.11 ค่าการเหนียวน้ำ กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1.02 mS/cm ปริมาณออกซิเจนในน้ำเท่ากับ 7.35 mg/l ปริมาณความขุ่น ของน้ำเท่ากับ 1000 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.653 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำ เท่ากับ 0.5 ppt สำรววัด (เวลา 12.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 33.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ ใต้น้ำ 31.21 องศาเซลเซียส (รูปที่ 31, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 31 จุดสำรวจที่ 17 เชียงใหญ่

หมู่บ้านเชียงใหญ่ ตำบลเชียงใหญ่ อำเภอเชียงใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

จุดสำรวจที่ 18 ท่าขนาน (หมู่บ้านท่าขนาน ตำบลบ้านเนิน อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพิกัด: Lat. 8°10'02.5" N

Long. 100°09'19.7" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 6 เมตร

ลักษณะสภาพแวดล้อมพื้นที่สำรวจเป็นพื้นที่โล่งแจ้งมีต้นหญ้าและไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ขึ้นอยู่รอบๆ แสงแดดสามารถส่องผ่าน มีแหล่งน้ำขังลักษณะสีเขียวขุ่น พื้นดินเป็นดินเหนียว ความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าเท่ากับ 7.17 ค่าการเหนียวน้ำ กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.673 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 6.13 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 760 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.398 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.3 ppt สำรวจวัด (เวลา 12.30 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 29.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 28.76 องศาเซลเซียส (รูปที่ 32, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 32 จุดสำรวจที่ 18 ท่าขนาน

หมู่บ้านท่าขนาน ตำบลบ้านเนิน อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

จุดสำรวจที่ 19 หล่อง (หมู่ที่ 7 บ้านปากตรง ตำบลหล่อง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพิกัด: Lat. 8°17'08.3" N

Long. 100°09'04.5" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 14 เมตร

ลักษณะสภาพแวดล้อมพื้นที่สำรวจเป็นทุ่งนาซึ่งแสงแดดสามารถส่องถึง บริเวณด้านข้างจุดสำรวจ เป็นสวนปาล์ม พื้นดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวและมีพีชน้ำขึ้นอยู่โดยรอบ พบหอยฝิ่งตัวอยู่ใต้ดิน มีแหล่งน้ำขังตามคันนาซึ่งมีความลึก-ตื้นไม่เท่ากัน ความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.52 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.000 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 5.01 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 308 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.000 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.0 ppt สัรวจวัด (เวลา 14.30 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 30.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 29.10 องศาเซลเซียส (รูปที่ 33, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 33 จุดสำรวจที่ 19 หล่อง

หมู่ที่ 7 บ้านปากตรง ตำบลหล่อง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จุดสำรวจที่ 20 คลองกระปือ (ตำบลคลองกระปือ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพิกัด: Lat. 8°17'08.3" N

Long. 100°09'04.5" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 14 เมตร

ลักษณะสภาพแวดล้อมจุดสำรวจเป็นแปลงนาที่มีการไถไว้แล้วเพื่อเตรียมสำหรับทำการเกษตร บริเวณด้านข้างจุดสำรวจเป็นสวนปาล์ม พื้นดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวและมีต้นหญ้าขึ้นอยู่โดยรอบ แหล่งน้ำมีลักษณะเป็นน้ำขังที่มีความลึก-ตื้นไม่เท่ากันโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.84 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.759 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 5.21 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 797 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.487 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.4 ppt สัรวจวัด (เวลา 15.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 33.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 33.20 องศาเซลเซียส (รูปที่ 34, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 34 จุดสำรวจที่ 20 คลองกระปือ
ตำบลคลองกระปือ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จุดสำรวจที่ 21 ท่าฉาง (ตำบลท่าเคย อำเภотаฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี)

ค่าพิกัด: Lat. 9°13'11.5" N

Long. 99°10'8.15" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 20 เมตร

สภาพแวดล้อมพื้นที่สำรวจเป็นทุ่งนาหลังจากทำการเกษตรติดริมถนน บริเวณด้านข้างเป็นสวนปาล์ม ลักษณะสภาพแวดล้อมมีต้นหญ้าขึ้นอยู่โดยรอบและมีแหล่งน้ำขังซึ่งมีสีขุ่นและส่งกลิ่นเหม็น พื้นดินใต้แหล่งน้ำเป็นดินเหนียว ความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าเท่ากับ 9.03 ค่าการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1.03 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 6.90 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 124 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.674 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.5 ppt
 ตรวจวัด (เวลา 15.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 28.50 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 29.75 องศาเซลเซียส (รูปที่ 35, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 35 จุดสำรวจที่ 21 ท่าฉาง
 ตำบลท่าเคย อำเภотаฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จุดสำรวจที่ 22 เล่มที่ 1 (หมู่ที่ 4 บ้านปากท่อ ตำบลเลม็ด อำเภอยะโฮง จังหวัดสุราษฎร์ธานี)

ค่าพิกัด: Lat. 9°22'15.6" N

Long. 99°12'28.8" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 9 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจเป็นทุ่งนาซึ่งตั้งอยู่ด้านหลังบ้านพักอาศัยของชาวบ้าน ถัดจากทุ่งนาไปบริเวณด้านหลังเป็นสวนปาล์ม โดยรอบเป็นพื้นที่โล่งแจ้งแสงแดดสามารถส่องผ่าน และมีต้นหญ้าขึ้นอยู่รอบๆ ได้รับร่มเงาจากสิ่งปลูกสร้าง บ้านเรือน และต้นไม้ใหญ่ พื้นดินเป็นดินเหนียว พบนกปากห่างในบริเวณพื้นที่สำรวจ อีกทั้งยังพบหอยเกาะตามกอหญ้า พืชน้ำ และมักจะฝังตัวอยู่ใต้ดิน ความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.72 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.371 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 5.32 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 414 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.222 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.1 ppt สำรวจวัด (เวลา 16.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 29.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 28.22 องศาเซลเซียส (รูปที่ 36, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 36 จุดสำรวจที่ 22 เล่มที่ 1

หมู่ที่ 4 บ้านปากท่อ ตำบลเลม็ด อำเภอยะโฮง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จุดสำรวจที่ 23 เล่มที่ 2 (หมู่ที่ 4 บ้านปากท่อ ตำบลเลม็ด อำเภอยะโฮง จังหวัดสุราษฎร์ธานี)

ค่าพิกัด: Lat. 9°22'16" N

Long. 99°12'28" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 10 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจเป็นทุ่งนาตั้งอยู่ริมถนนตรงข้ามกับบ้านพักอาศัยของชาวบ้าน มีลักษณะเป็นพื้นที่ค่อนข้างโปร่ง พื้นดินเป็นดินเหนียวซึ่งพบหอยฝิ่งตัวอยู่ใต้ดิน แหล่งน้ำในพื้นที่ มีลักษณะเป็นแหล่งน้ำขังหลังจากฝนตกหนักซึ่งมีความลึก-ตื้นไม่เท่ากันเมื่อวัดความลึกของน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.5 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 7.13 ค่าการเหนี่ยวนำ กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.348 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 5.88 mg/l ปริมาณความขุ่น ของน้ำเท่ากับ 472 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.234 g/l ปริมาณความเค็ม ในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.2 ppt สักรวจวัด (เวลา 9.20 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 27.50 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 26.01 องศาเซลเซียส (รูปที่ 37, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 37 จุดสำรวจที่ 23 เล่มที่ 2

หมู่ที่ 4 บ้านปากท่อ ตำบลเลม็ด อำเภอยะโฮง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จุดสำรวจที่ 24 เล่มที่ 3 (ตำบลเสม็ด อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี)

ค่าพิกัด: Lat. 9°22'53" N

Long. 99°12'30" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 7 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณจุดสำรวจเป็นทุ่งนาอยู่ริมถนนเป็นพื้นที่ค่อนข้างโปร่ง โดยรอบมีต้นหญ้าสูงล้อมรอบ พื้นดินเป็นดินเหนียวซึ่งมักจะพบหอยฝิ่งตัวอยู่ใต้ดินหรือเกาะตามโคนต้นหญ้า แหล่งน้ำในพื้นที่มีลักษณะเป็นแหล่งน้ำขังตามคันนาซึ่งมีความลึก-ตื้นไม่เท่ากันโดยมีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 12.6 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 7.75 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.572 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 5.6 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 89.4 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.362 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.3 ppt สักรวจวัด (เวลา 10.10 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 29.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 26.87 องศาเซลเซียส (รูปที่ 38, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 38 จุดสำรวจที่ 24 เล่มที่ 3
ตำบลเสม็ด อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จุดสำรวจที่ 25 ทุ่ง 1 (ตำบลทุ่ง อำเภอยะโฮง จังหวัดสุราษฎร์ธานี)

ค่าพิกัด: Lat. 9°23'23.4" N

Long. 99°12'13.1" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 11 เมตร

สภาพแวดล้อมพื้นที่สำรวจเป็นทุ่งนาโล่งแจ้งอยู่ติดริมถนน แสงแดดสามารถส่องถึงได้โดยรอบ มีต้นหญ้าและไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ขึ้นอยู่รอบๆ พบมูลสัตว์อยู่รอบๆ พื้นดินมีลักษณะเป็นดินเหนียว ซึ่งหอยมักจะฝังตัวอยู่ใต้พื้นดินเหล่านั้น อีกทั้งมีแหล่งน้ำซึ่งอยู่ตามคันนาความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.2 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.38 ค่าการเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.157 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 5.52 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 234.5 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.101 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.35 ppt สารวัด (เวลา 16.30) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 29.75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 29.82 องศาเซลเซียส (รูปที่ 39, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 39 จุดสำรวจที่ 25 ทุ่ง 1
ตำบลทุ่ง อำเภอยะโฮง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จุดสำรวจที่ 26 ทุ่ง 2 (ตำบลทุ่ง อำเภอยะโยงยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี)

ค่าพิกัด: Lat. 9°23'28" N

Long. 99°12'32.1" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 13 เมตร

บริเวณพื้นที่สำรวจเป็นสวนปาล์มที่ตั้งอยู่ด้านหลังบ้านพักอาศัยของชาวบ้านซึ่งมีการเลี้ยงสัตว์หลากหลายชนิด ได้แก่ แพะ ไก่ สุนัข และโค ลักษณะสภาพแวดล้อมภายในสวนปาล์มมีต้นไม้ขนาดเล็กและขนาดกลางขึ้นอยู่กระจัดกระจาย แสงแดดสามารถส่องผ่านได้ พื้นดินเป็นดินโคลน พบแหล่งน้ำขังหลายจุดซึ่งมีลักษณะค่อนข้างใส ไม่มีกลิ่นเหม็นและเป็นแหล่งที่อยู่ของสัตว์น้ำหลากหลายชนิด และพบมูลสัตว์อยู่รอบๆ พื้นที่สำรวจ บริเวณด้านข้างสวนปาล์มเป็นทุ่งนาที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.47 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.79 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.084 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 2.37 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 20.1 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.057 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.0 ppt สำรวจวัด (เวลา 17.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 28.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 27.42 องศาเซลเซียส (รูปที่ 40, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 40 จุดสำรวจที่ 26 ทุ่ง 2
ตำบลทุ่ง อำเภอยะโยงยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จุดสำรวจที่ 27 หาดพันไกร 1 (ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร)

ค่าพิกัด: Lat. 10°34'40" N

Long. 99°10'06" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 1 เมตร

สภาพแวดล้อมพื้นที่สำรวจมีลักษณะเป็นทุ่งนาอยู่ติดริมถนน บริเวณด้านหลังทุ่งนาสวนปาล์ม แสงแดดสามารถส่องถึง มีร่องน้ำทั่วพื้นที่และพบสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ อาทิ ปลาขนาดเล็ก ปูแสม ตัวอ่อนแมลงน้ำ และหอย พื้นดินเป็นดินเหนียว ขณะลงพื้นที่เก็บตัวอย่างมีชาวบ้านมาจับสัตว์น้ำ และไถนา ความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.8 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าเท่ากับ 7.08 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.142 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เท่ากับ 6.65 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 124 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ เท่ากับ 0.100 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.1 ppt สัรวจวัด (เวลา 16.00 น.) อุณหภูมิ เนื้อผิวน้ำ 29.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 28.32 องศาเซลเซียส (รูปที่ 41, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 41 จุดสำรวจที่ 27 หาดพันไกร 1
ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร

จุดสำรวจที่ 28 หาดพันไกร 2 (ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร)

ค่าพิกัด: Lat. 10°34'39" N

Long. 99°10'07" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 16 เมตร

ลักษณะสภาพแวดล้อมของพื้นที่สำรวจเป็นทุ่งนา อยู่ติดริมถนนตรงข้ามกับจุดสำรวจที่ 27 ถัดมาด้านข้างเป็นบ้านพักอาศัยของชาวบ้านและเป็นสวนยาง พื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง แสงแดดสามารถส่องถึง มีน้ำท่วมขังเป็นวงกว้าง พื้นดินเป็นดินเหนียว ขณะลงพื้นที่เก็บตัวอย่าง มีการทำการเกษตรอยู่โดยชาวบ้านกำลังใช้คราดไถนา ความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.57 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 7.52 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.094 mS/cm ปริมาณออกซิเจนในน้ำเท่ากับ 3.55 mg/L ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 682 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.061 g/L ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.0 ppt สัรววัด (เวลา 16.30 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 30.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 28.95 องศาเซลเซียส (รูปที่ 42, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 42 จุดสำรวจที่ 28 หาดพันไกร 2
ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร

จุดสำรวจที่ 29 บางลึก (ตำบลบางลึก อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร)

ค่าพิกัด: Lat. 10°32'33" N

Long. 99°10'35" E

ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล 15 เมตร

สภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่สำรวจเป็นนาบัวความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 15 เซนติเมตร ติดกับสวนปาล์ม โดยทั่วไปเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง แสงแดดสามารถส่องผ่าน มีแหล่งน้ำขังตามคันนา พื้นดินใต้แหล่งน้ำเป็นดินเหนียว พบสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ อาทิ นกยาง โค และหอยซึ่งมักจะเกาะอยู่ที่ใบบัว ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเท่ากับ 6.88 ค่าการเหนียวนำกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.117 mS/cm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 2.81 mg/l ปริมาณความขุ่นของน้ำเท่ากับ 316 NTU ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเท่ากับ 0.080 g/l ปริมาณความเค็มในแหล่งน้ำเท่ากับ 0.1 ppt สักรวจวัด (เวลา 17.00 น.) อุณหภูมิเหนือผิวน้ำ 32.0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำ 34.0 องศาเซลเซียส (รูปที่ 43, ภาคผนวก ก)



รูปที่ 43 จุดสำรวจที่ 29 บางลึก
ตำบลบางลึก อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย

จากจุดสำรวจ 29 จุดสำรวจ เก็บหอยฝาเดียวได้ทั้งหมด 3,342 ตัว เมื่อนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย โดยตรวจสอบรูปร่างของเปลือก ขนาด การขดวน สีและลวดลาย ฝาปิดปากเปลือก และจำนวนเวิร์ล สามารถจัดจำแนกชนิดพันธุ์ของหอยที่พบได้ทั้งหมด 8 วงศ์ 15 สกุล 21 ชนิดพันธุ์ พื้นที่สำรวจ จำนวนของหอยแต่ละชนิดที่สุ่มเก็บได้ แสดงอยู่ในตารางที่ 2 สำหรับรายละเอียดลักษณะของเปลือกหอยทั้ง 21 ชนิดพันธุ์ มีดังนี้

วงศ์แอมพูลลาริอิดี (Family Ampullariidae)

สกุล *Pila*

ชนิดพันธุ์ *Pila ampullacea* (รูปที่ 44, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 4 ตัว 3 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดกลางถึงใหญ่ มีรูปร่างเป็นทรงกลมป้อม (subglobose) สไปร์มีลักษณะแบน ผิวเปลือกมีลักษณะเรียบเป็นมันเงา มีน้ำตาลแกมเหลือง และมีแถบสีดำจางๆ พาดผ่านในแต่ละเวิร์ล ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนขวา ตามเข็มนาฬิกา มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 4-5 เวิร์ล ปากเปลือกมีขนาดใหญ่ลักษณะรูปไข่หรือรูปวงรี และฝาปิดปากเปลือกยาวเป็นแบบคอนเซนทริก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	14.21	±	6.79	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	11.04	±	5.54	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	6.85	±	3.74	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	9.30	±	4.80	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	12.1	±	6.05	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	15.40	±	8.46	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล			4	เวิร์ล



รูปที่ 44 เปลือกหอย *Pila ampullacea* (สเกล 5 มิลลิเมตร)



สกุล *Pomacea*

ชนิดพันธุ์ *Pomacea canaliculata* (รูปที่ 45, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 241 ตัว 20 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดกลางถึงใหญ่ มีรูปร่างเป็นรูปไข่หรือรูปกรวยทรงกลม (globosely conic) มีสีน้ำตาลแดงแกมเหลืองหรือสีเขียวมะกอกแกมเหลือง ผิวเปลือกลักษณะเรียบและมันเป็นเงา ประกอบด้วยเส้นสีน้ำตาลหรือดำซึ่งเป็นเส้นของการเจริญเติบโตในแนวแกนหรือแนวตั้งของเปลือกพาดผ่านเป็นแถบลักษณะเป็นเกลียวทั่วทั้งเวิร์ล ซูเซอร์มีลักษณะเว้า มีอัมบิลิคัสลักษณะแคบ ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา เปลือกมีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 4-5เวิร์ล ปากเปลือกมีขนาดใหญ่ลักษณะรูปไข่หรือรูปวงรี และมีฝาปิดปากเปลือกที่สามารถปิดปากเปลือกหอยได้สนิทมีลักษณะเป็นวงรีขนาดใหญ่ มันเงาแบบคอนเซนทริก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	13.73	±	6.23	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	11.04	±	5.23	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	6.50	±	3.16	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	9.18	±	4.50	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	12.34	±	5.81	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	13.52	±	6.07	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	4			เวิร์ล



รูปที่ 45 เปลือกหอย *Pomacea canaliculata* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

วงศ์บิถินีดี (Family Bithyniidae)

สกุล *Bithynia*ชนิดพันธุ์ *Bithynia siamensis siamensis* (รูปที่ 46, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 837 ตัว 27 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยเป็นหอยทรงสูงมีรูปร่างทรงกรวยรูปไข่ สไปรัลของเปลือกหอยจะค่อยๆ เรียวขึ้น ปลายยอดลักษณะทุ้มมีการสึกกร่อนเล็กน้อย ผิวเปลือกเรียบเป็นมันเงา มีสีเขียวมะกอกหรือสีฟ้า มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 2-5 เวิร์ล เปลือกมีลักษณะการขดวนเป็นแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา ปากเปลือกลักษณะกลมหรืออาจเป็นรูปรี บริเวณขอบปากเปลือก (peristome) หยักเล็กน้อย อัมบิลิคัสมีลักษณะแคบ ไม่มีคารินา มีฝาปิดปากเปลือกเป็นแบบคอนเซนทริกซึ่งมีสไปรัลนิวเคลียส (spiral nucleus) อยู่บริเวณตรงกลางฝาปิดปากเปลือก ซึ่งเป็นสารพวกหินปูน

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	6.78	±	1.68	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	4.40	±	1.11	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	2.40	±	0.70	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	3.13	±	0.82	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	5.74	±	1.10	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	6.85	±	1.36	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	3			เวิร์ล

รูปที่ 46 เปลือกหอย *Bithynia siamensis siamensis* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

ชนิดพันธุ์ *Bithynia siamensis goniomphalos* (รูปที่ 47, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 574 ตัว 7 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยเป็นหอยทรงสูงมีรูปร่างทรงกรวยรูปไข่ สไปร์ของเปลือกหอยจะค่อยๆ เรียวขึ้น ปลายยอดของเปลือกหอยมีการสึกกร่อนมาก ผิวเปลือกเรียบ มีสีน้ำตาลแดง เปลือกมีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 2-5 เวิร์ล เปลือกมีลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา ปากเปลือกลักษณะกลมหรืออาจเป็นรูปรี บริเวณขอบปากเปลือกหอยเล็กน้อย อัมบิลิคัสมีลักษณะกว้างไม่ลึก คารินาค่อนข้างเปราะบาง มีฝาปิดปากเปลือกเป็นแบบคอนเซนทริกซึ่งมีสไปรัลนิวเคลียสอยู่บริเวณตรงกลางฝาปิดปากเปลือกเป็นสารพวกหินปูน

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	7.80	±	0.86	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	5.36	±	0.58	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	3.22	±	0.44	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	4.16	±	0.62	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	6.91	±	0.73	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	7.76	±	1.86	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล			3	เวิร์ล



รูปที่ 47 เปลือกหอย *Bithynia siamensis goniomphalos* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

วงศ์ลิมเนียอีตี (Family Lymnaeidae)

สกุล *Radix*ชนิดพันธุ์ *Radix rubiginosa* (รูปที่ 48, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 174 ตัว 16 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดกลาง มีรูปร่างทรงกรวยรี ยาวและมีลักษณะบางใส มีสีน้ำตาลอมเหลือง สไปร์ค่อนข้างสั้นและแหลม ปากเปลือกมีลักษณะกว้าง คล้ายรูปไข่ มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 3-4 เวิร์ล นอกจากนี้ยังพบว่าแนวแกนของเปลือก หรือคอลูเมลลามีลักษณะบิดเป็นเกลียวทำให้เกิดรอยพับที่บริเวณขอบปากเปลือก เรียกว่า columella fold เปลือกมีการขดวนเวียนขวาตามเข็มนาฬิกาและไม่มีฝาปิดปากเปลือก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	7.11	±	2.95	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	3.80	±	1.59	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	2.54	±	0.9	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	4.79	±	1.79	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	6.08	±	2.52	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	6.94	±	2.88	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	4			เวิร์ล

รูปที่ 48 เปลือกหอย *Radix rubiginosa* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

วงศ์นาซารีตี (Family Nassariidae)

สกุล *Anentome*ชนิดพันธุ์ *Anentome helena* (รูปที่ 49, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 11 ตัว 2 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีรูปร่างทรงกรวยยาว หรือรูปกระสวย มีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำและมีแถบสีเหลืองเป็นลายพาดขวางสลับกัน ผิวเปลือกหาค่อนข้างแข็ง ไม่โปร่งแสง และขรุขระเป็นสันคลื่น มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 3-5 เวิร์ล เปลือกหอยมีลักษณะการขดวนเป็นแบบเวียนขวา ปากเปลือกมีลักษณะกว้างคล้ายรูปไข่และประกอบด้วยร่องไซฟอน ฝาปิดปากเปลือกลักษณะกว้างและมันเงาแบบคอนเซนทริก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	13.73	±	4.54	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	6.00	±	1.40	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	2.87	±	0.63	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	6.13	±	1.75	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	9.37	±	2.84	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	12.41	±	3.71	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	4			เวิร์ล

รูปที่ 49 เปลือกหอย *Anentome helena* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

วงศ์ไฟซิดี (Family Physidae)

สกุล *Physella*ชนิดพันธุ์ *Physella acuta* (รูปที่ 50, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 5 ตัว 3 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยเป็นทรงสูง มีรูปร่างเป็นทรงกรวยยาว คล้ายรูปกระสวย ส่วนยอดแหลม ผิวเปลือกค่อนข้างบาง ด้านนอกมีสีเหลืองอมน้ำตาลส่วนด้านในมีสีขาว ปากเปลือกมีลักษณะกว้างคล้ายวงรี แนวแกนของเปลือกหรือคอลูเมลลามีลักษณะบิดเป็นเกลียว การขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนซ้ายตามเข็มนาฬิกา มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 3-4 เวิร์ล และไม่มีฝาปิดปากเปลือก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	8.25	±	1.64	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	4.78	±	0.72	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	2.38	±	0.21	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	4.84	±	1.03	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	7.11	±	1.35	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	7.68	±	1.50	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	4			เวิร์ล

รูปที่ 50 เปลือกหอย *Physella acuta* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

วงศ์พลานอร์บิดี (Family Planorbidae)

สกุล *Amerianna*ชนิดพันธุ์ *Amerianna carinata* (รูปที่ 51, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 12 ตัว 3 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีรูปร่างทรงกรวยคล้ายรูปไข่ มีขนาดเล็ก บริเวณส่วนยอดแหลมต่ำ ผิวเปลือกมีลักษณะบางและโปร่งแสง สีน้ำตาลอมเหลือง พบเส้นการเจริญเติบโตของเปลือกหอย (growth line) ละเอียดยากตัดกับเส้นเกลียว (spiral line) มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 2-3 เวิร์ล บอติเวิร์ลมีขนาดใหญ่และกว้างลักษณะป่องออกมารูปร่างคล้ายลูกแพร์ หรืออัลมอนต์ โข้วเตอร์ลักษณะแหลมคมเป็นแนวระนาบกับซุเซอร์ ส่วนของเปลือกตั้งแต่บริเวณเหนือปากเปลือกไปจนถึงส่วนยอดของเปลือกหอยมีลักษณะสัน นอกจากนี้พบว่า แนวแกนของเปลือกหรือคอลูเมลลามีลักษณะบิดเป็นเกลียว การขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนซ้าย ตามเข็มนาฬิกาและไม่มีฝาปิดปากเปลือก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	7.40	±	1.66	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	5.04	±	1.07	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	2.97	±	0.79	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	5.92	±	1.69	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอติเวิร์ล (hw)	7.03	±	1.42	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	7.60	±	1.53	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	3			เวิร์ล

รูปที่ 51 เปลือกหอย *Amerianna carinata* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

สกุล *Gyraulus*

ชนิดพันธุ์ *Gyraulus bakeri* (รูปที่ 52, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 5 ตัว 2 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดเล็กกว่า 4 มิลลิเมตร ลักษณะเป็นหอยทรงแบนขดเป็นวงกลมแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา ผิวเปลือกค่อนข้างบางและไม่เรียบ เปลือกด้านที่มีอัมบิลิคัสจะมีลักษณะแบน มีสีน้ำตาลอ่อน บริเวณปากเปลือกมีขนาดกว้างกว่าลำตัว และไม่มีฝาปิดปากเปลือก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	0.9	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	3	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	1.5	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	1	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	3	เวิร์ล



รูปที่ 52 เปลือกหอย *Gyraulus bakeri* (สเกล 1 มิลลิเมตร)

ชนิดพันธุ์ *Gyraulus convexiusculus* (รูปที่ 53, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 176 ตัว 11 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดเล็กแต่มีขนาดใหญ่กว่า 4 มิลลิเมตร ลักษณะเป็นหอยทรงแบนขดเป็นวงกลมแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา โดยเปลือกด้านที่มีอัมบิลิคัสจะมีลักษณะแบนส่วนอีกด้านจะนูนกว่าเล็กน้อย ผิวเปลือกค่อนข้างบางและเรียบ มีสีน้ำตาลอมเหลือง ไม่มีคาร์รินาและเส้นเกลียว เปลือกมีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 3-4 เวิร์ล บริเวณปากเปลือกมีขนาดกว้างเท่ากับขนาดลำตัว และไม่มีฝาปิดปากเปลือก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	1.03	±	1.04	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	3.41	±	0.80	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	0.99	±	0.28	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	0.84	±	0.21	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	3			เวิร์ล



รูปที่ 53 เปลือกหอย *Gyraulus convexiusculus* (สเกล 1 มิลลิเมตร)

ชนิดพันธุ์ *Gyraulus hubendicki* (รูปที่ 54, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 1 ตัว 1 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยเป็นหอยขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 4 มิลลิเมตร ลักษณะเป็นหอยทรงแบนขดเป็นวงกลมแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา เปลือกมีสีน้ำตาลอ่อน มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 3-4 เวิร์ล บริเวณปากเปลือกมีขนาดกว้างเท่ากับขนาดลำตัว และไม่มีฝาปิดปากเปลือก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	1.00	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	3.30	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	1.10	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	1.00	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	3	เวิร์ล



รูปที่ 54 เปลือกหอย *Gyraulus hubendicki* (สเกล 1 มิลลิเมตร)

สกุล *Indoplanorbis*

ชนิดพันธุ์ *Indoplanorbis exustus* (รูปที่ 55, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 802 ตัว 25 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดกลาง ลักษณะเป็นหอยทรงแบนคล้ายเหรียญขดเป็นวงกลม (discoidal shell, planiform) มีรอยปุ่มตรงกลางทั้งสองด้าน ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นวงในระนาบเดียวกันแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา ผิวเปลือกมีสีน้ำตาลจนถึงดำ มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 3-4 เวิร์ล ปากเปลือกมีลักษณะกว้างบานออกเล็กน้อยซึ่งเป็นที่ยื่นออกมาของหัวและเท้า ไม่มีขอบปากเปลือกและฝาปิดปากเปลือก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	4.29	±	1.86	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	7.10	±	2.92	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	2.53	±	1.09	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	3.66	±	1.30	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	4			เวิร์ล



รูปที่ 55 เปลือกหอย *Indoplanorbis exustus* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

วงศ์ไทรารีตี (Family Thiaridae)

สกุล *Melanoides*ชนิดพันธุ์ *Melanoides tuberculata* (รูปที่ 56, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 90 ตัว 14 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดกลางถึงใหญ่ มีรูปร่างทรงกรวยยาวรี ปลายยอดของเปลือกมีลักษณะกร่อนคล้ายปลายตัด (truncate) ยอดเปลือกมีขนาดเล็กและค่อย ๆ ใหญ่ขึ้น บริเวณผิวมีลักษณะเป็นลายเส้นและสันนูน (spiral ridges) เป็นเส้นขนาดเล็กจำนวนมาก อีกทั้งปกคลุมด้วยปุ่มขนาดเล็ก (tubercle) ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา เปลือกมีสีน้ำตาลหรือสีเขียวมะกอกและมีลวดลายโดยรอบ มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 6-8 เวิร์ล และจะเพิ่มจำนวนเวิร์ลเรื่อยๆ ตามขนาดของหอย ซึ่งเวิร์ลอาจจะมียลักษณะนูนหรือแบน มีฝาปิดปากเปลือกหอยรูปไข่เป็นแบบพอสไปรัล

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	12.27	±	3.07	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	4.83	±	1.23	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	2.61	±	0.75	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	4.05	±	1.19	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	6.93	±	1.87	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	10.25	±	2.75	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	5			เวิร์ล

รูปที่ 56 เปลือกหอย *Melanoides tuberculata* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

สกุล *Tarabia*

ชนิดพันธุ์ *Tarabia granifera* (รูปที่ 57, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 13 ตัว 2 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยเป็นทรงสูง มีรูปร่างเป็นทรงกรวย เรียวยาว ค่อนข้างหนา บริเวณปลายยอดของมีลักษณะของการสึกกร่อน (apex erded) เปลือกมีการขดวนเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา ผิวเปลือกมีลักษณะเป็นมันเงาและมีปุ่มเล็กๆ ล้อมรอบ เปลือกมีสีน้ำตาลเข้มแกมเหลืองหรือสีเขียวมะกอก บริเวณปากเปลือกหอยมีลักษณะคล้ายวงรี มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 5-6 เวิร์ล และมีฝาปิดปากเปลือกเป็นแบบพอสซิสไปรัล

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	11.59	±	1.44	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	4.78	±	0.74	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	2.13	±	0.37	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	3.30	±	0.78	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	7.50	±	0.40	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	10.08	±	1.19	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	6			เวิร์ล



รูปที่ 57 เปลือกหอย *Tarabia granifera* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

วงศ์ไววิพาริดี (Family Viviparidae)

สกุล *Eyriesia*ชนิดพันธุ์ *Eyriesia eyriesi* (รูปที่ 58, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 6 ตัว 1 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีรูปร่างเป็นทรงกรวยขนาดใหญ่ ผิวเปลือกค่อนข้างหนา แข็ง และโปร่งแสง มีสีเหลืองหรือน้ำตาลอ่อน มีสันนูนเล็กน้อยรอบเวิร์ล (ridges) ปากเปลือกลักษณะกว้างและค่อนข้างกลม ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนขวา ตามเข็มนาฬิกา มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 4-5 เวิร์ล ฝาปิดปากเปลือกมีขนาดเล็ก เปราะบาง และมีสีน้ำตาลทองแดงแบบคอนเซนทริก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	7.89	±	0.51	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	6.53	±	3.00	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	3.64	±	2.58	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	4.28	±	1.51	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	6.23	±	1.64	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	7.57	±	2.22	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	4			เวิร์ล

รูปที่ 58 เปลือกหอย *Eyriesia eyriesi* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

สกุล *Filopaludina*

ชนิดพันธุ์ *Filopaludina doliaris* (รูปที่ 59, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 20 ตัว 2 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดกลางถึงใหญ่ มีรูปร่างเป็นทรงกรวยรี หรือรูปไข่ ยอดเปลือกค่อนข้างแหลม ผิวเปลือกมีลักษณะบาง สีเขียวมะกอก และมีแถบสีน้ำตาลคาดรอบเปลือกหอย มีลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนขวา ตามเข็มนาฬิกา มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 4-5 เวิร์ล ปากเปลือก ลักษณะบาง ขอบปากเปลือก มีสีเขียวเข้ม อัมบิลิคัสมีลักษณะเปิดออกเล็กน้อย ฝาปิดปากเปลือกบางและมีสีน้ำตาลแบบคอนเซนทริก ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	10.65	±	0.67	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	8.62	±	0.77	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	4.77	±	0.71	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	5.96	±	0.59	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	9.03	±	0.56	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	10.27	±	0.68	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	5			เวิร์ล



รูปที่ 59 เปลือกหอย *Filopaludina doliaris* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

ชนิดพันธุ์ *Filopaludina martensi martensi* (รูปที่ 60, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 32 ตัว 5 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดกลางถึงใหญ่ รูปทรงกรวย ผิวเปลือกค่อนข้างหนาและแข็ง สีน้ำตาลเข้มหรือสีเขียวแก่ไปจนถึงสีดำ ไม่มีแถบสีและลวดลาย บนเปลือกหอย ลักษณะผิวเปลือกเป็นมันวาว ปลายยอดแหลม มีลักษณะการขดวนของเปลือก เป็นแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 4-5 เวิร์ล อัมบิลิคัสมีขนาดเล็ก ปากเปลือกลักษณะกว้างและค่อนข้างกลม นอกจากนี้ฝาปิดปากเปลือกมีลักษณะหนา กลม และมีสีน้ำตาลเข้มแบบคอนเซนทริก

ขนาดของเปลือกหอย (size of shells):

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	23.10	±	0.52	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	18.09	±	9.98	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	9.68	±	7.43	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	12.01	±	4.12	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	22.00	±	4.84	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	22.19	±	8.81	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล			5	เวิร์ล



รูปที่ 60 เปลือกหอย *Filopaludina martensi martensi* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

ชนิดพันธุ์ *Filopaludina sumatrensis polygramma* (รูปที่ 61, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 113 ตัว 9 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีรูปร่างทรงกรวยขนาดกลาง ผิวเปลือกค่อนข้างหนาและแข็ง ปลายยอดแหลม ผิวเปลือกมีลักษณะเรียบมันวาว โดยผิวด้านนอกเป็นสีเขียวอมเหลืองและในแต่ละเวิร์ลจะมีแถบสีน้ำตาลเข้มจำนวนสี่เส้นพาดวนรอบเปลือก ปากเปลือกค่อนข้างกว้างและกลมรี มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 4-5 เวิร์ล มีลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกาและมีฝาปิดปากเปลือกลักษณะกลมบางสีน้ำตาลอมแดงแบบคอนเซนทริก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	12.45	±	5.62	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	9.28	±	3.81	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	5.18	±	1.92	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	6.49	±	2.64	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	9.94	±	4.31	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	12.14	±	5.41	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	4			เวิร์ล



รูปที่ 61 เปลือกหอย *Filopaludina sumatrensis polygramma* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

สกุล *Idiopoma*

ชนิดพันธุ์ *Idiopoma ingallsiana* (รูปที่ 62, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 139 ตัว 3 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยเป็นหอยขนาดกลาง มีรูปร่างเป็นทรงกรวย ผิวเปลือกค่อนข้างเรียบ ไม่มีหนามมีสีมะกอกหรือน้ำตาล ไม่มีแถบสี ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 3-4 เวิร์ล ปากเปลือกกว้างคล้ายรูปวงรี มีฝาปิดปากเปลือกค่อนข้างกลมและโปร่งใสแบบคอนเซนทริก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	13.01	±	1.83	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	9.80	±	1.57	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	5.03	±	0.70	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	6.44	±	0.81	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	10.50	±	1.49	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	12.74	±	1.87	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล			4	เวิร์ล



รูปที่ 62 เปลือกหอย *Idiopoma ingallsiana* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

ชนิดพันธุ์ *Idiopoma umbilicata* (รูปที่ 63, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 41 ตัว 4 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดเล็กถึงกลาง รูปร่างเป็นทรงกรวยรูปไข่ ผิวเปลือกค่อนข้างหนา มีเส้นเกลียวละเอียดชัดเจน และมีขนแข็งเส้นสั้นๆ ล้อมรอบ ลักษณะการขดวนของเปลือกเป็นแบบเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา บริเวณด้านนอกมีสีเขียวมะกอกหรือสีน้ำตาลเปลือก มีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 4-5 เวิร์ล ปากเปลือก ค่อนข้างบางลักษณะเป็นทรงกลมรี อัมบิลิคัสลักษณะเล็กและกว้างเห็นชัดเจน ฝาปิดปากเปลือกบางและมีสีน้ำตาลแดงแบบคอนเซนทริก

ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	10.64	±	5.41	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	7.30	±	3.29	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	4.06	±	1.89	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	5.33	±	2.47	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	8.44	±	4.36	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	10.17	±	5.20	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล			5	เวิร์ล



รูปที่ 63 เปลือกหอย *Idiopoma umbilicata* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

สกุล *Trochotaia*

ชนิดพันธุ์ *Trochotaia trochoides* (รูปที่ 64, ตารางที่ 2)

พบจำนวน 41 ตัว 4 จุดสำรวจ ลักษณะของเปลือกหอยมีขนาดเล็กถึงกลาง มีรูปร่างทรงกรวยเตี้ยคล้ายพีระมิด เปลือกมีสีน้ำตาลอมเขียว ผิวเปลือกค่อนข้างเรียบเนียนไม่มีแถบสี จะมีลักษณะแข็งและหนาเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ เปลือกมีการขดวนเวียนขวาตามเข็มนาฬิกา เปลือกมีจำนวนเวิร์ลทั้งหมดประมาณ 3-5 เวิร์ล ซึ่งบริเวณบอดีเวิร์ลมีขนาดกว้างและมีลักษณะเป็นสันคม ปากเปลือกหอยมีลักษณะทรงกลมซึ่งบริเวณของปากเปลือกค่อนข้างบางและแตกหักง่าย มีรูอัมบิลิคัสลักษณะแคบ ฝาปิดปากเปลือกมีลักษณะกลมสีน้ำตาลแดงและหนาเป็นแบบคอนเซนทริก ขนาดของเปลือกหอย:

ความสูงเฉลี่ยของเปลือกหอย (h)	14.53	±	5.70	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของเปลือกหอย (w)	14.58	±	0.93	มิลลิเมตร
ความกว้างเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (wa)	7.11	±	5.70	มิลลิเมตร
ความยาวเฉลี่ยของปากเปลือกหอย (la)	7.68	±	5.22	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของบอดีเวิร์ล (hw)	10.85	±	2.54	มิลลิเมตร
ความสูงเฉลี่ยของสามเวิร์ล (h3w)	13.54	±	5.60	มิลลิเมตร
จำนวนเวิร์ล	5			เวิร์ล

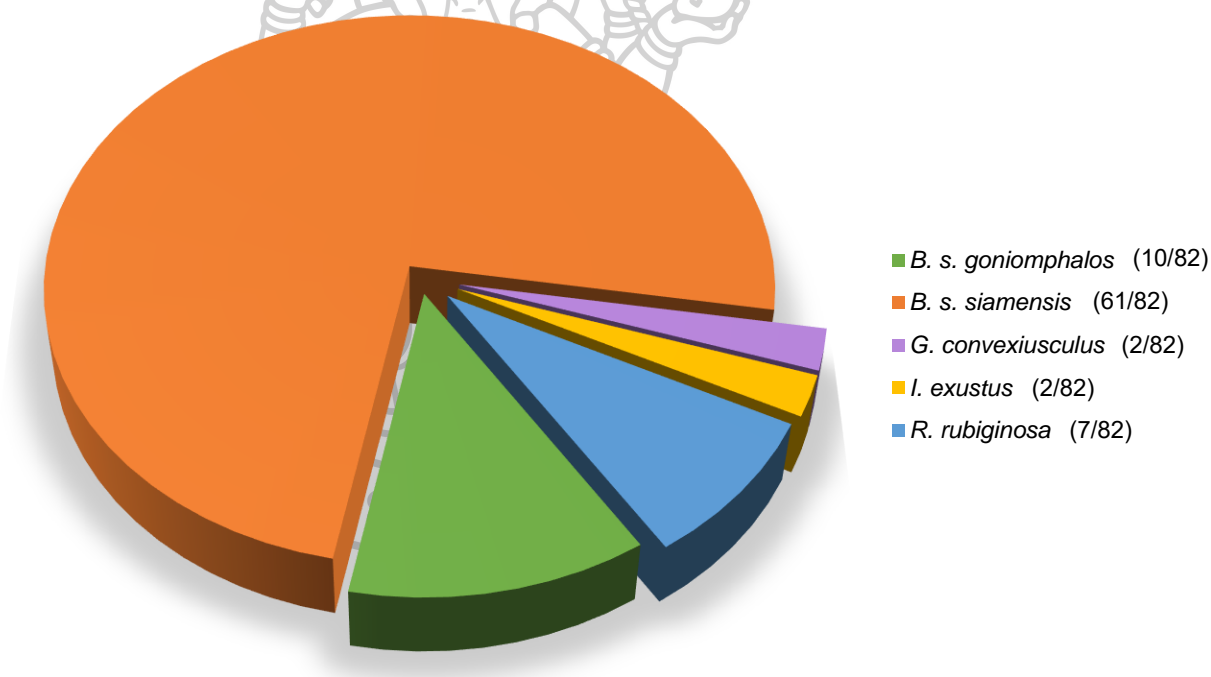


รูปที่ 64 เปลือกหอย *Trochotaia trochoides* (สเกล 5 มิลลิเมตร)

อัตราการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในหอยฝาเดียว

จากการตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตด้วยวิธี shedding ซึ่งสามารถพบตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในระยะเซอร์คาเรีย และวิธีการ crushing ซึ่งสามารถพบตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในระยะสปอโรซิสต์ รีเดีย และเซอร์คาเรียภายในตัวหอย โดยผลการตรวจสอบพบว่าหอยตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 3,342 ตัว พบการติดเชื้อปรสิตจำนวน 82 ตัว อัตราการติดเชื้อรวมทั้งหมดร้อยละ 2.45 (82/3,342) (ตารางที่ 2)

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าหอยฝาเดียวที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์ให้แก่ตัวอ่อนพยาธิใบไม้มีทั้งหมด 5 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *B. s. goniomphalos*, *B. s. siamensis*, *G. convexiusculus*, *I. exustus* และ *R. rubiginosa* อัตราการติดเชื้อคิดเป็นร้อยละ 1.74 (10/574), 7.27 (61/839), 1.14 (2/176), 0.25 (2/802) และ 4.02 (7/174) ตามลำดับ จากจำนวนหอยที่ติดเชื้อทั้งหมด 82 ตัว *B. s. siamensis* เป็นหอยที่พบการติดเชื้อมากที่สุด (รูปที่ 65)



รูปที่ 65 แผนภูมิแสดงหอยที่ติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียจำนวน 82 ตัว

ตารางที่ 2 จุดสำรวจ จำนวนและชนิดพันธุ์หอยตัวอย่าง จำนวนและอัตราการติดเชื้อปรสิตในหอย และชนิดพันธุ์ตัวอ่อนพยาธิไปมาจากการสุ่มเก็บตัวอย่าง

Voucher Number	จุดสำรวจ	พิกัด	จำนวนหอยตัวอย่าง (ตัว)	อัตราหอยติดเชื้อปรสิต (%)	รูปแบบ: ชนิดพันธุ์ปรสิต (Type: Cercariae species)
จังหวัดพัทลุง					
1. SUTH0121001	คูหาสวรรค์ (ถนนอภัยบุรีรักษ์ ตำบลคูหาสวรรค์ อำเภอเมือง)	7° 37' 41.8" N 100° 07' 16.1" E Altitude 12 m	<i>B. s. siamensis</i> (105) <i>F. m. martensi</i> (1) <i>G. bakeri</i> (1) <i>I. exustus</i> (12) <i>P. canaliculata</i> (1) <i>R. rubiginosa</i> (6)	0	
2. SUTH0121002	ลำปำ 1 (ถนนอภัยบุรีรักษ์ ตำบลลำปำ อำเภอเมือง)	7° 37' 33.3" N 100° 07' 46.2" E Altitude 12 m	<i>B. s. siamensis</i> (18) <i>G. bakeri</i> (4) <i>I. exustus</i> (1) <i>P. acuta</i> (2)	0	
3. SUTH0121003	ลำปำ 2 (คลองปากประ ตำบลลำปำ อำเภอเมือง)	7° 38' 18.4" N 100° 08' 55.4" E Altitude 1.4 m	<i>B. s. siamensis</i> (6) <i>I. exustus</i> (22) <i>P. ampullacea</i> (2) <i>P. canaliculata</i> (6)	0	


4. SUTH0121004	ทะเลน้อย 1 (ตำบลพนาสูง อำเภอควนขนุน)	7° 44' 26.9"N 100° 08' 23.4"E Altitude 5 m	<i>B. s. siamensis</i> (18) <i>G. convexiusculus</i> (9) <i>I. exustus</i> (24)	0 0 0
5. SUTH012207	ทะเลน้อย 4 (ตำบลพนาสูง อำเภอควนขนุน)	7° 45' 36.3"N 100° 10' 43.8"E Altitude 5 m	<i>P. ampullacea</i> (1) <i>P. canaliculata</i> (2)	0 0
6. SUTH0122008	ทะเลน้อย 5 (ตำบลพนาสูง อำเภอควนขนุน)	7° 46' 31"N 100° 07' 30"E Altitude 6 m	<i>P. canaliculata</i> (7)	0
จังหวัดสงขลา				
7. SUTH0121009	บ้านใหม่ (ตำบลบ้านใหม่ อำเภอระโนด)	7° 48' 30.9"N 100° 17' 09"E Altitude 5 m	<i>B. s. siamensis</i> (8) <i>I. exustus</i> (5) <i>M. tuberculata</i> (5) <i>P. canaliculata</i> (4) <i>R. rubiginosa</i> (2) <i>T. granifera</i> (12)	0 0 0 0
8. SUTH0121010	ระโนด (ตำบลระโนด อำเภอระโนด)	7° 46' 06.17"N 100° 18' 53.26"E Altitude 8 m	<i>B. s. siamensis</i> (6) <i>G. convexiusculus</i> (46) <i>T. granifera</i> (1)	0 0 0

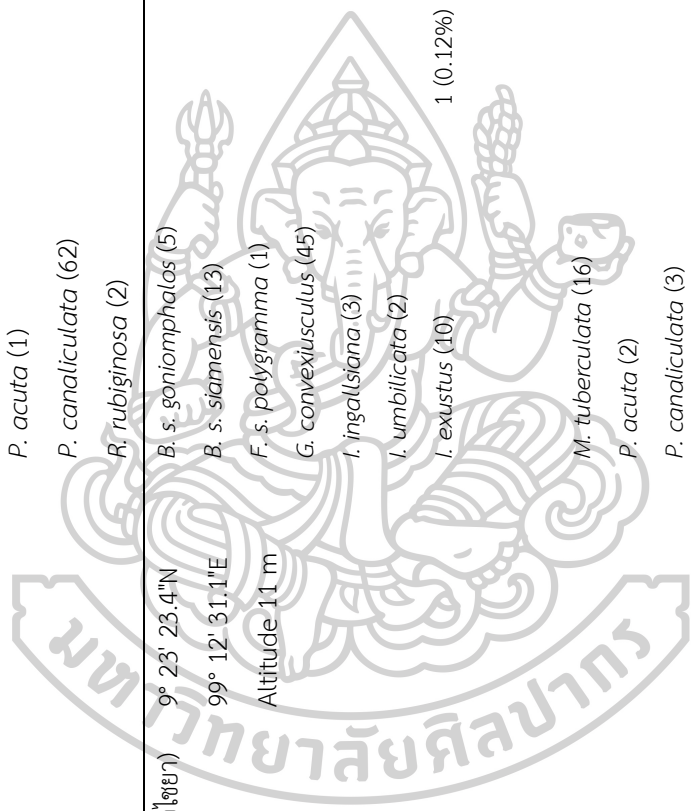
9. SUTH0121011	ปากแตระ (ตำบลปากแตระ อำเภอรณันต์)	7° 46' 06.2"N 100° 21' 10.2"E Altitude 6 m	<i>B. s. siamensis</i> (37) <i>I. exustus</i> (4) <i>G. convexiusculus</i> (4)	0 0 0	
10. SUTH0121012	บ้านเกาะใหญ่ (ตำบลเกาะใหญ่ อำเภอกระเส็นนัง)	7° 34' 36.1"N 100° 17' 27.4"E Altitude 43 m	<i>B. s. siamensis</i> (24) <i>G. hubendicki</i> (1)	0 0	
11. SUTH0121013	คลองรี (ตำบลคลองรี อำเภอสิงขร)	7° 31' 27.3"N 100° 24' 23.5"E Altitude 8 m	<i>B. s. siamensis</i> (1) <i>I. exustus</i> (5)	0 0	
จังหวัดนครศรีธรรมราช					
12. SUTH0121014	บ่อลือ 1 (หมู่บ้านบ่อลือ ตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอยะนิง)	8° 06' 52.4"N 100° 06' 09.3"E Altitude 8 m	<i>B. s. siamensis</i> (53) <i>G. convexiusculus</i> (11) <i>I. exustus</i> (9) <i>P. canaliculata</i> (1) <i>R. rubiginosa</i> (12) <i>A. helena</i> (9)	0 0 0 0	
13. SUTH0122015	บ่อลือ 2 (หมู่บ้านบ่อลือ ตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอยะนิง)	8° 06' 55"N 100° 06' 12"E Altitude 13 m	<i>B. s. siamensis</i> (243) <i>B. s. siamensis</i> (36) <i>F. m. martensi</i> (1) <i>F. s. polygramma</i> (4) <i>I. umbilicata</i> (28)	2 (0.35%)	Xiphidiocercaria: <i>Loxogenes liberum</i>

14.	ห้องลาน (หมู่บ้านห้องลาน ตำบลห้องลำเจียก อำเภอ เชียรใหญ่)	8° 08' 08.4"N 100° 07' 48.9"E Altitude 9 m	<i>I. exustus</i> (20) <i>M. tuberculata</i> (5) <i>P. canaliculata</i> (8) <i>R. rubiginosa</i> (4)	1 (0.57%) 1 (0.57%)	Furcocercous cercariae/ Brevifurcate-apharyngeate cercariae: <i>Schistosoma spindale</i> Furcocercous cercariae/ Brevifurcate-pharyngeate- Clinostomatoid-cercariae: <i>Clinostomum giganticum</i>
15.	บ้านดอนจิก 1 (ตำบลห้อง ลำเจียก อำเภอเชียรใหญ่)	8° 08' 48"N 100° 07' 34"E Altitude 7 m	<i>B. s. siamensis</i> (5) <i>G. convexiusculus</i> (6) <i>I. exustus</i> (12) <i>M. tuberculata</i> (6) <i>R. rubiginosa</i> (9) <i>B. s. goniomphalos</i> (12) <i>B. s. siamensis</i> (41) <i>F. doliaris</i> (4) <i>G. convexiusculus</i> (12) <i>I. exustus</i> (54) <i>M. tuberculata</i> (5) <i>P. canaliculata</i> (16)	0 0 0 0 0 0 0 0	

16.	บ้านดอนจิก 2 (ตำบลท้อง ลำเจียก อำเภอเชียรใหญ่)	8° 09' 13"N 100° 06' 25"E Altitude 4 m	<i>R. rubiginosa</i> (1) <i>T. trochoides</i> (16) <i>B. s. siamensis</i> (20) <i>G. convexiusculus</i> (8) <i>I. exustus</i> (5) <i>M. tuberculata</i> (4) <i>P. canaliculata</i> (5) <i>B. s. siamensis</i> (26) <i>G. convexiusculus</i> (3) <i>I. exustus</i> (27) <i>M. tuberculata</i> (9) <i>R. rubiginosa</i> (1)	1 (0.57%)	Echinostome cercariae: <i>Echinoparyphium recurvatum</i>
17.	เชียรใหญ่ (หมู่บ้านเชียรใหญ่ ตำบลเชียรใหญ่ อำเภอเชียร ใหญ่)	8° 10' 07"N 100° 08' 56.8"E Altitude 10 m	<i>B. s. siamensis</i> (18) <i>I. exustus</i> (24) <i>M. tuberculata</i> (9)	1 (0.57%)	Echinostome cercariae: <i>Echinostoma spiniferum</i>
18.	ท่าขนาน (หมู่บ้านท่าขนาน ตำบลบ้านเนิน อำเภอเชียร ใหญ่)	8° 10' 02.5"N 100° 09' 19.7"E Altitude 6 m	<i>B. s. siamensis</i> (4) <i>I. exustus</i> (17) <i>M. tuberculata</i> (1) <i>P. canaliculata</i> (4)	0	
19.	หูล่อง (หมู่ที่ 7 บ้านปากตรง ตำบลหูล่อง อำเภอปากพนัง)	8° 17' 06.6"N 100° 10' 00.4"E Altitude 6 m		0	

20.	คลองกระบือ (ตำบลคลองกระบือ อำเภอปากพ่อง)	8° 17' 08.3"N 100° 09' 04.5"E Altitude 14 m	<i>B. s. siamensis</i> (16) <i>I. exustus</i> (175) <i>M. tuberculata</i> (5) <i>P. canaliculata</i> (11) <i>R. rubiginosa</i> (4)	0
จังหวัดสุราษฎร์ธานี				
21.	ท่าฉาง (ตำบลท่าเคย อำเภอท่าฉาง)	9° 13' 11.5"N 99° 10' 08.15"E Altitude 20 m	<i>B. s. siamensis</i> (2) <i>F. s. polygramma</i> (13) <i>I. exustus</i> (2) <i>P. ampullacea</i> (1) <i>P. canaliculata</i> (5) <i>R. rubiginosa</i> (49)	0
22.	เลม็ด 1 (หมู่ที่ 4 บ้านปากท่อ ตำบลเลม็ด อำเภอไชยา)	9° 22' 15.6"N 99° 12' 28.8"E Altitude 9 m	<i>B. s. siamensis</i> (80) <i>F. doliaris</i> (16) <i>G. convexiusculus</i> (2) <i>I. exustus</i> (193) <i>M. tuberculata</i> (4) <i>P. canaliculata</i> (30) <i>R. rubiginosa</i> (44)	0

23.	เลขที่ 2 (หมู่ที่ 4 บ้านปากท่อ ตำบลเสม็ด อำเภอไชยา)	9° 22' 16"N 99° 12' 28"E Altitude 10 m	<i>A. helena</i> (2) <i>B. s. goniomphalos</i> (286)	5 (0.87%) 3 (0.52%)	Echinostome cercariae: <i>Echinochasmus pelecani</i> Xiphidiocercaria: <i>Haematoloechus similis</i>
					
24.	เลขที่ 3 (ตำบลเสม็ด อำเภอไชยา)	9° 22' 53"N 99° 12' 30"E Altitude 7 m	<i>B. s. siamensis</i> (100) <i>F. m. martensi</i> (1) <i>F. s. polygramma</i> (19) <i>I. ingallsiana</i> (37) <i>I. umblicata</i> (9) <i>I. exustus</i> (65) <i>M. tuberculata</i> (13) <i>P. canaliculata</i> (24) <i>R. rubiginosa</i> (2) <i>B. s. goniomphalos</i> (17) <i>B. s. siamensis</i> (112) <i>E. eyriesi</i> (6) <i>F. s. polygramma</i> (3) <i>I. ingallsiana</i> (99)	1 (0.12%)	Furcocercous cercariae/ Brevifurcate-pharyngeate- Clinostomatoid-cercariae: <i>Clinostomum giganticum</i>
SUTH0122028					
SUTH0122029					



<p>25. <i>I. umblicata</i> (2) <i>I. exustus</i> (38) <i>M. tuberculata</i> (6) <i>P. acuta</i> (1) <i>P. canaliculata</i> (62) <i>R. rubiginosa</i> (2) <i>B. s. goniomphalos</i> (5) <i>B. s. siamensis</i> (13) <i>F. s. polygramma</i> (1) <i>G. convexiusculus</i> (45) <i>I. ingallsiana</i> (3) <i>I. umblicata</i> (2) <i>I. exustus</i> (10) <i>M. tuberculata</i> (16) <i>P. acuta</i> (2) <i>P. canaliculata</i> (3) <i>R. rubiginosa</i> (22) <i>T. trochoides</i> (5)</p>	<p>ทุ่ง 1 (ตำบลทุ่ง อำเภอไชยา) 9° 23' 23.4"N 99° 12' 31.1"E Altitude 11 m</p>	<p>1 (0.12%)</p>	<p>Furcocercous cercariae/ Brevifurcate-apharyngeate cercariae: <i>Schistosoma indicum</i></p>
		<p>1 (0.57%)</p>	<p>Echinostome cercariae: <i>Echinoparyphium recurvatum</i></p>

26.	ทุ่ง 2 (ตำบลทุ่ง อำเภอไชยา)	9° 23' 28"N	<i>A. carinata</i> (6)		
SUTH0122031		99° 12' 32.1"E	<i>B. s. goniophalos</i> (6)		Echinostome cercariae:
		Altitude 13 m	<i>B. s. siamensis</i> (11)	5 (0.60%)	<i>Echinostoma revolutum</i>
			<i>F. martensi</i> (26)		
			<i>F. polygramma</i> (33)		
			<i>I. exustus</i> (4)		
			<i>P. canaliculata</i> (8)		
จังหวัดชุมพร					
27.	หาดพันไกร 1 (ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง)	10° 34' 40"N	<i>A. carinata</i> (2)		
SUTH0122032		99° 10' 06"E	<i>B. s. siamensis</i> (52)	6 (0.72%)	Xiphidiocercaria:
		Altitude 16 m			<i>Loxogenoides bicolor</i>
				42 (5.00%)	Echinostome cercariae:
				2 (0.24%)	<i>Echinochasmus pelecani</i>
			<i>F. m. martensi</i> (3)		<i>Parapleurolophocercous</i> :
			<i>F. s. polygramma</i> (5)		<i>Stellantchasmus falcatus</i>
			<i>I. exustus</i> (18)		
			<i>M. tuberculata</i> (2)		

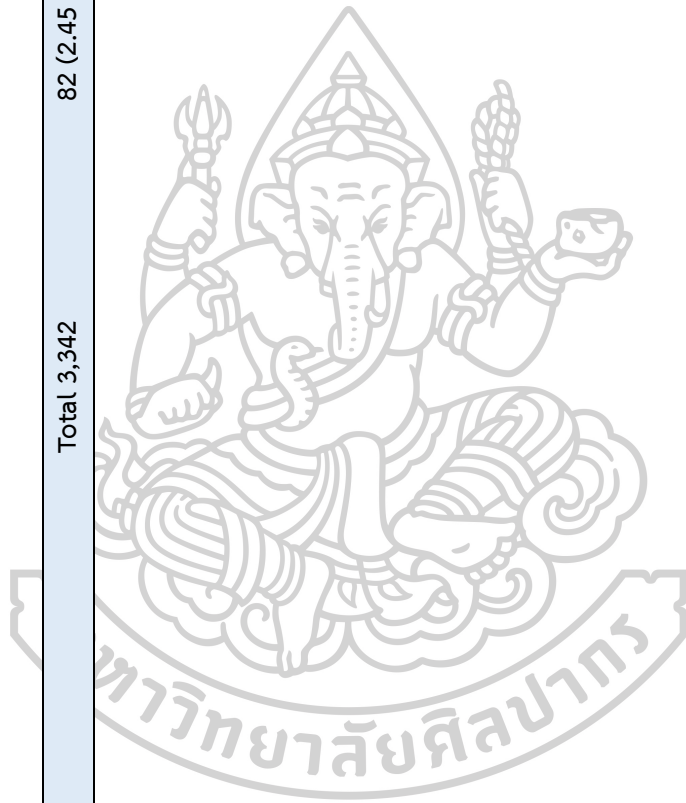
P. canaliculata (12)
R. rubiginosa (1)
T. trochoides (14)

28.	หาดพันไกร 2 (ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง)	10° 34' 39"N 99° 10' 07"E Altitude 16 m	<i>A. carinata</i> (4) <i>B. s. siamensis</i> (12) <i>F. s. polygramma</i> (3) <i>I. exustus</i> (2) <i>P. canaliculata</i> (8) <i>R. rubiginosa</i> (2) <i>T. trochoides</i> (6)	3 (0.35%)	Xiphidiocercaria: <i>Haematoloechus similis</i>
29.	บางลึก (ตำบลบางลึก อำเภอเมือง)	10° 32' 33"N 99° 10' 35"E Alt. 15 m	<i>B. s. goniomphalos</i> (5) <i>B. s. siamensis</i> (15) <i>F. s. polygramma</i> (32) <i>G. convexusculus</i> (30) <i>I. exustus</i> (54) <i>P. canaliculata</i> (27) <i>R. rubiginosa</i> (13)	3 (0.35%) 1 (0.57%) 2 (1.15%)	Xiphidiocercaria: <i>Loxogenoides bicolor</i> Xiphidiocercaria: Ophthalmoxiphidiocercaria Echinostome cercariae: <i>Echinostoma revolutum</i>

1 (0.57%) Furcocercous cercariae/
 Longifurcate-pharyngeate
 cercariae/ Strigea cercaria:
Diplostomum baeri eucaliae

Total 3,342

82 (2.45 %)



การจำแนกชนิดพันธุ์ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียสามารถจัดจำแนกได้ตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา และอวัยวะภายในของตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียที่มีลักษณะจำเพาะ เช่น collar spines, pharynx, eyespot, penetration gland, excretory bladder เป็นต้น ผลการศึกษาในครั้งนี้พบการติดเชื้อของพยาธิใบไม้จากการตรวจสอบตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรีย 7 รูปแบบ (type) 13 ชนิดพันธุ์ (species) ดังนี้

รูปแบบที่ 1: Echinostome cercariae

พยาธิใบไม้ในรูปแบบนี้มีลักษณะสำคัญ คือ ลำตัวมีขนาดใหญ่ ลักษณะเรียวยาวคล้ายลูกแพร์ บริเวณส่วนบนของลำตัวมีหนามลักษณะล้อมรอบคอ (spine collar, head collar) ระบบทางเดินอาหาร พบลำไส้หรือซีคาร์ (ceaca) แยกออกเป็นสองฝั่งของร่างกายและยาวจนเกือบถึงส่วนท้ายของลำตัว มีเวนทรัลซัคเคอร์ (ventral sucker) ตั้งอยู่บริเวณกลางลำตัว นอกจากนี้ถุงขับถ่าย (excretory bladder) มีลักษณะผนังบางบาง (thin epithelium) ส่วนหางยาวกว่าลำตัวลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ตัวอ่อนพยาธิชนิดนี้เจริญอยู่ในระยะรีเดียจากนั้นจะเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียในหอย ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อนระยะเมตาเซอร์คาเรียได้ทั้งในหอยตัวเดียวกันและหอยตัวอื่น ระยะตัวเต็มวัยเป็นปรสิตที่ก่อให้เกิดโรคพยาธิใบไม้ในลำไส้ของสัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีรายงานพบในมนุษย์ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่พบ ได้แก่ (1) *Echinochasmus pelecani*, (2) *Echinoparyphium recurvatum*, (3) *Echinostoma spiniferum* และ (4) *Echinostoma revolutum*

1.1 *Echinochasmus pelecani* Johnston & Simpson, 1944

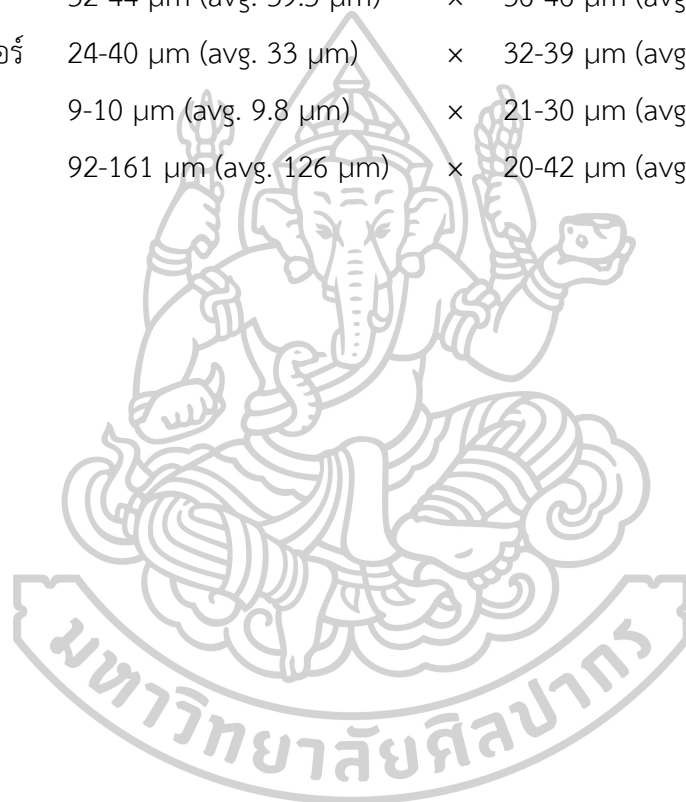
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Echinochasmus pelecani* จัดอยู่ใน family Echinostomatidae จากการศึกษานี้พบหอยที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลาง 2 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *Bithynia s. goniomphalos* และ *B. s. siamensis* ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่าลำตัวมีขนาดใหญ่สีใสลักษณะกลมยาวรี ไม่มีตา (eyespots) ส่วนบนของลำตัวมีออร์ลซัคเคอร์ (oral sucker) ส่วนหนามรอบคอ มองไม่เห็นชัดเจน ภายในลำตัวพบแกรนูลกระจายหนาแน่นทั่วทั้งลำตัวทำให้ไม่สามารถมองเห็นต่อมขับน้ำย่อย (penetration gland) และอวัยวะอื่นๆ ได้ชัดเจน คอหอย (pharynx) อยู่บริเวณส่วนบนของลำตัว หลอดอาหาร (esophagus) มีลักษณะสั้นอยู่ระหว่างคอหอยกับเวนทรัลซัคเคอร์ ลำไส้แยกเป็นสองด้านเหนือเวนทรัลซัคเคอร์ อวัยวะสืบพันธุ์ (genital primordium) มีลักษณะเป็นก้อนสองก้อนอยู่บริเวณด้านหลังเวนทรัลซัคเคอร์ ถุงขับถ่ายมีขนาดเล็ก ลักษณะกลมและผนังบางอยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัว โดยทั่วไปจากการสังเกตอวัยวะภายในพบก้อนกลมขนาดใหญ่กระจายอยู่ทั่วคล้ายกับฟองอากาศ ทางส่วนต้นเชื่อมติดอยู่กับส่วนท้ายของลำตัวลักษณะยาวตรงเป็นทรงกระบอก มีความยาวมากกว่าลำตัว ปลายหางหู่ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้

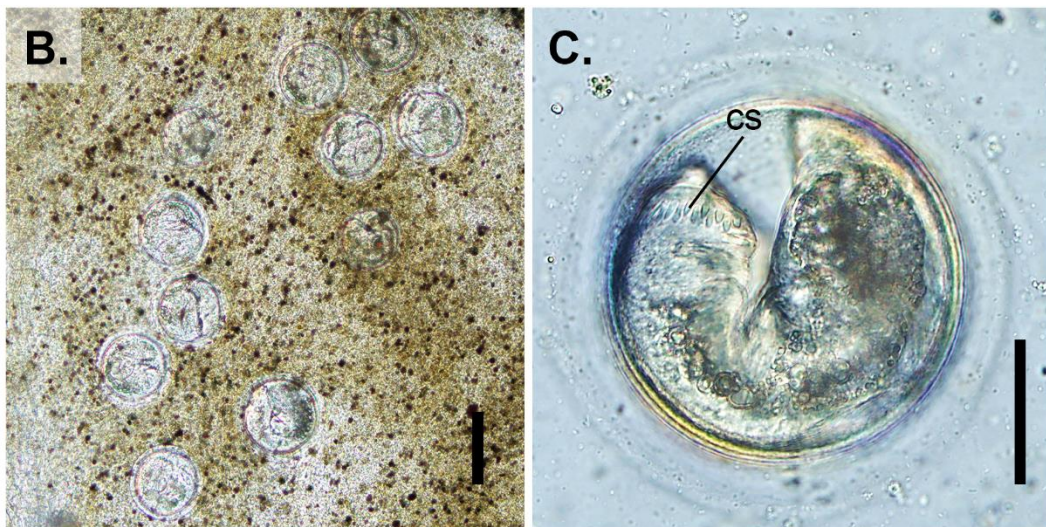
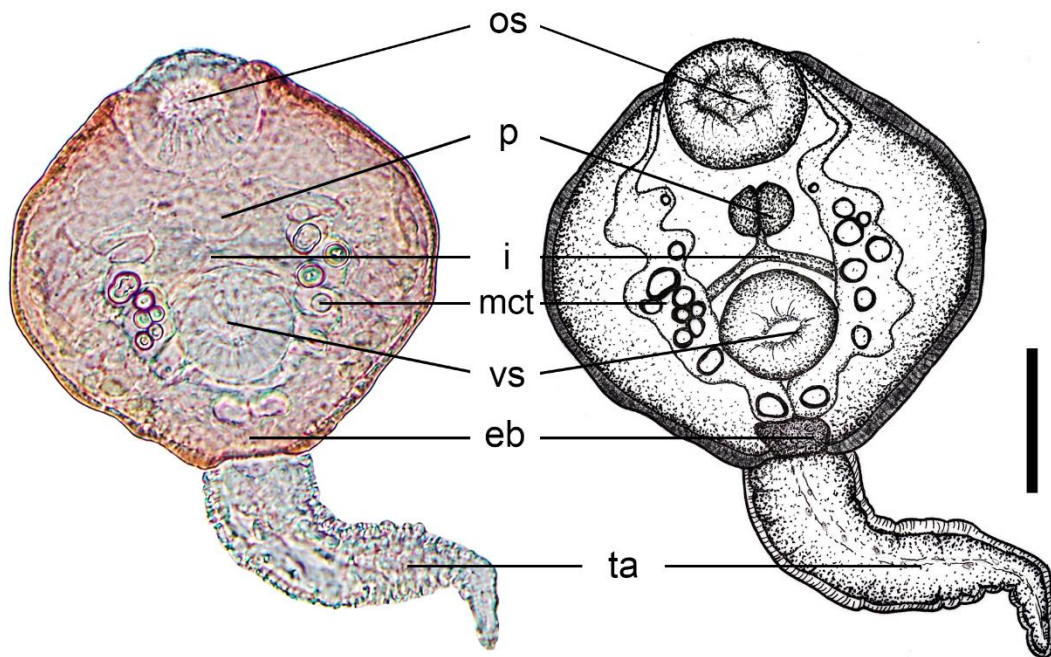
ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนพยาธิระยะรีเดีย สามารถพบระยะเมตาเซอร์คาเรีย
ในเนื้อเยื่อของหอย (รูปที่ 66)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

ลำตัว	110-191 μm (avg. 155 μm)	×	107-149 μm (avg. 124 μm)
คอหอย	11-18 μm (avg. 14 μm)	×	12-19 μm (avg. 17 μm)
ออร์ลซีกเคอร์	32-44 μm (avg. 39.5 μm)	×	36-46 μm (avg. 41 μm)
เวนทริลซีกเคอร์	24-40 μm (avg. 33 μm)	×	32-39 μm (avg. 35 μm)
ถุงขับถ่าย	9-10 μm (avg. 9.8 μm)	×	21-30 μm (avg. 23 μm)
หาง	92-161 μm (avg. 126 μm)	×	20-42 μm (avg. 31 μm)





รูปที่ 66 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอ์คาเรีย *Echinochasmus pelecani* (สเกล 100 μ m)

A. ภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอ์คาเรีย

B., C. ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเมตาเซอ์คาเรีย

(cs: collar spines, eb: excretory bladder, i: intestine, mct: main collecting tube, os: oral sucker, p: pharynx, ta: tail, vs: ventral sucker)

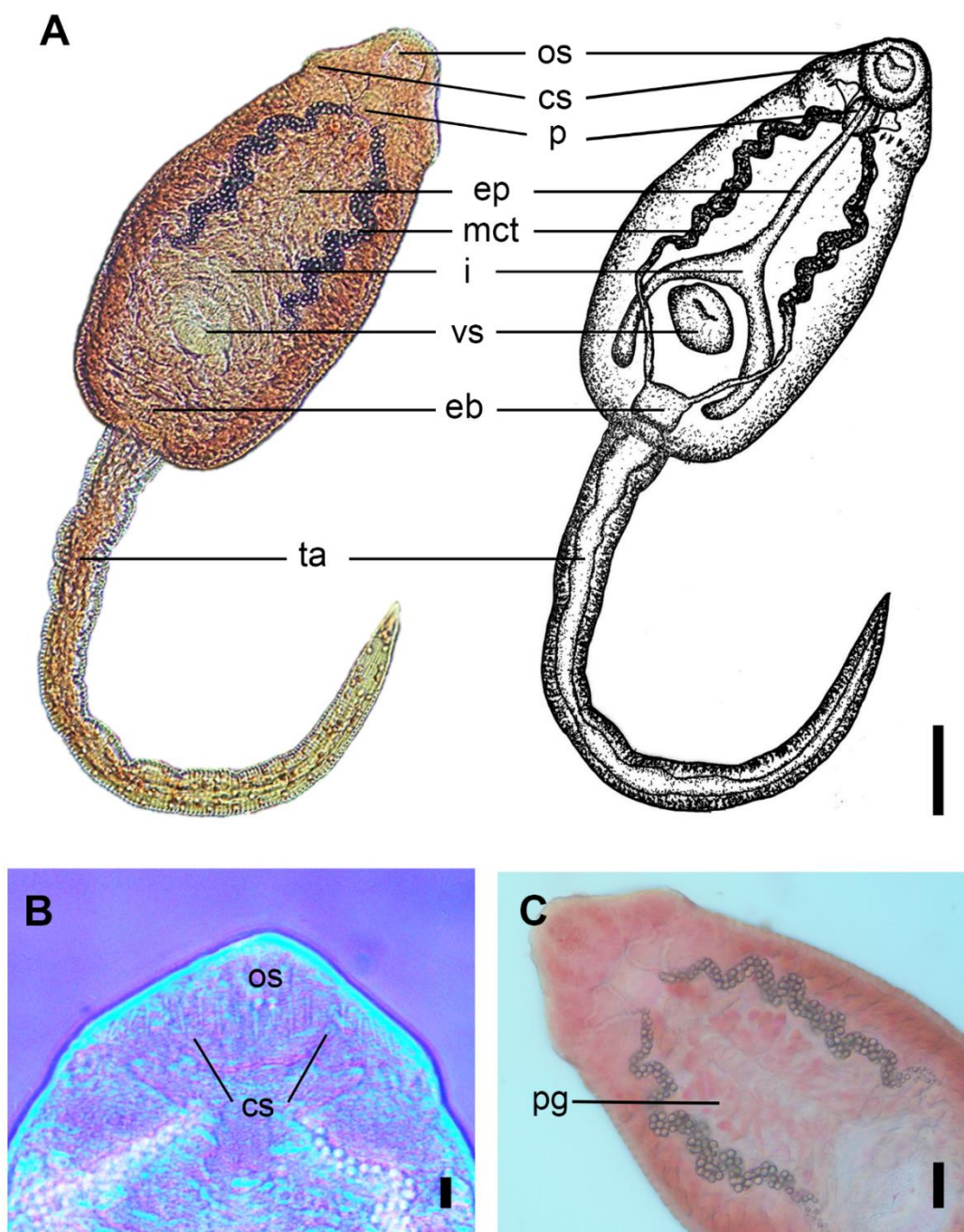
1.2 *Echinoparyphium recurvatum* (Linstow, 1873) Luche, 1909

ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Echinoparyphium recurvatum* จัดอยู่ใน family Echinostomatidae การศึกษาในครั้งนี้พบหอยที่เป็นโฮสต์กึ่งกลาง 2 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *Gyraulus convexiusculus* และ *Radix rubiginosa* ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่าลำตัวมีขนาดใหญ่ลักษณะยาวรีคล้ายลูกแพร์ บริเวณส่วนหัวพบออร์ลซีกเคอร์ และพบหนามขนาดเล็กล้อมรอบคอ ไม่มีตา ระบบทางเดินอาหารพบว่ามีส่วนทางเดินอาหารก่อนถึงคอหอย(prepharynx) การเจริญพัฒนาของคอหอยลักษณะกลมขนาดเล็ก หลอดอาหารมีลักษณะยาวยื่นตรงลงถึงบริเวณกลางลำตัวและแยกออกเป็นลำไส้สองส่วนยาวโอบล้อมเวนทริลซีกเคอร์ซึ่งอยู่ใกล้ส่วนท้ายของลำตัวจนถึงส่วนท้ายของลำตัวลักษณะทอคล้ายตัวอักษรวาย (Y) หัวกลับ ถุงขับถ่ายอยู่ท้ายลำตัว ลักษณะกลมยาวผนังบาง ส่วนหางยาวกว่าลำตัวลักษณะรูปทรงกระบอก ส่วนปลายของหางมีลักษณะหุ้มตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนพยาธิระยะรีเดีย (รูปที่ 67)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

ลำตัว	187–631 μm (avg. 380 μm)	×	159–330 μm (avg. 212 μm)
คอหอย	12–35 μm (avg. 23 μm)	×	17–37 μm (avg. 24 μm)
ออร์ลซีกเคอร์	45–89 μm (avg. 58 μm)	×	43–96 μm (avg. 57 μm)
เวนทริลซีกเคอร์	54–75 μm (avg. 64 μm)	×	59–102 μm (avg. 71 μm)
ถุงขับถ่าย	14–30 μm (avg. 20 μm)	×	25–86 μm (avg. 56 μm)
หาง	203–504 μm (avg. 481 μm)	×	42–65 μm (avg. 56 μm)



รูปที่ 67 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Echinoparyphium recurvatum* (สเกล 100 μm)

A. ภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. บริเวณลำตัวส่วนด้านบนของพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

C. บริเวณลำตัวของพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red)

(cs: collar spines, eb: excretory bladder, ep: esophagus, i: intestine, mct: main collecting tube, os: oral sucker, p: pharynx, pg: penetration gland, ta: tail, vs: ventral sucker)

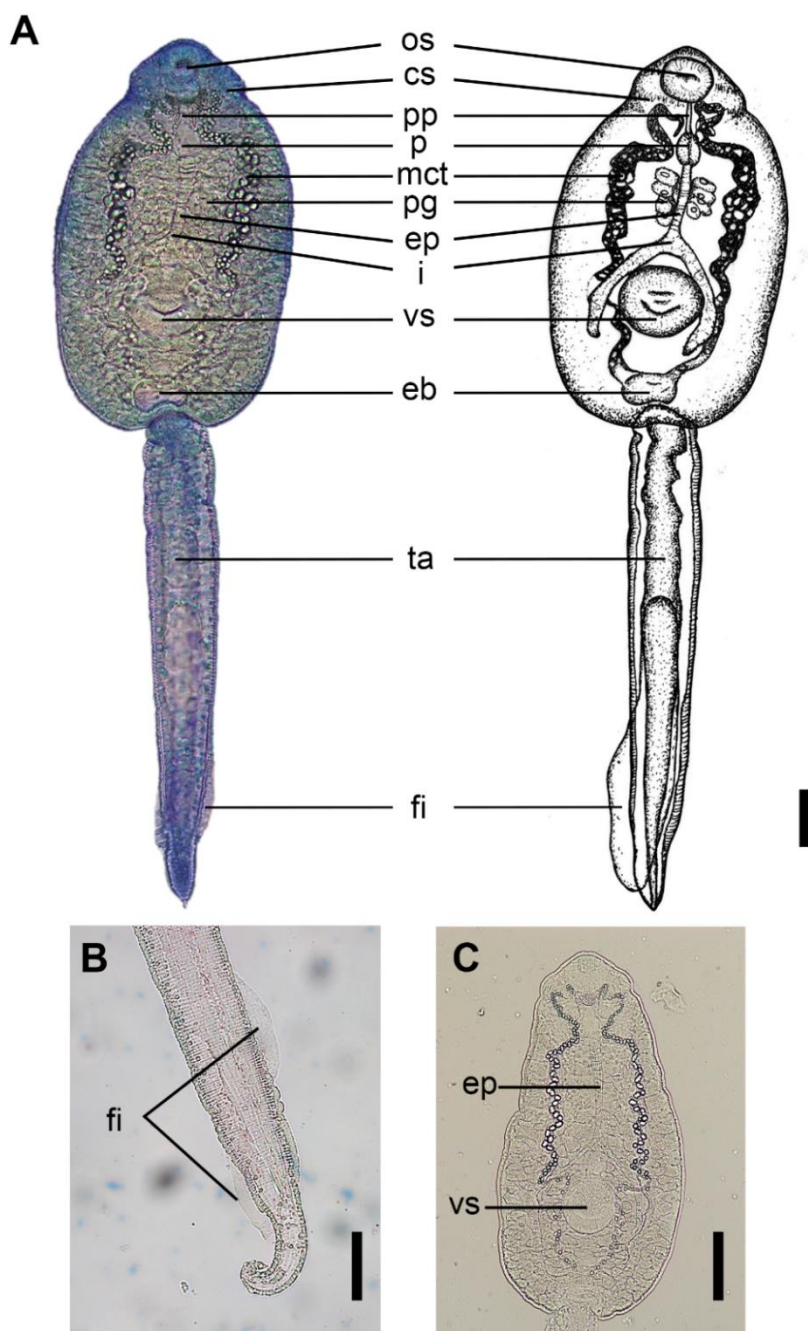
1.3 *Echinostoma spiniferum* Ahmed, 1959

ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Echinostoma spiniferum* จัดอยู่ใน family Echinostomatidae พบหอย *R. rubiginosa* เป็นโฮสต์กึ่งกลาง ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ลำตัวมีขนาดใหญ่ลักษณะยาวรีคล้ายลูกแพร์ บริเวณส่วนหัวมีออร์ลซึกเคอร์และหนามขนาดเล็ก ล้อมรอบคอ ไม่มีตา ระบบทางเดินอาหารมีการพัฒนาคอคอยส่วนต้นยาวและคอคอยมีขนาดใหญ่ หลอดอาหารลักษณะยาวยื่นตรงถึงบริเวณเหนือเวนทริลซึกเคอร์ จากนั้นแยกออกเป็นส่วนของลำไส้ สองทางโดยยาวขนาดข้างจนถึงส่วนท้ายของลำตัว ตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียชนิดนี้มีเวนทริลซึกเคอร์ขนาดใหญ่กว่าออร์ลซึกเคอร์ โดยตำแหน่งของเวนทริลซึกเคอร์นั้นจะอยู่บริเวณสามในสี่ของลำตัว มีต่อมขับน้ำย่อยเรียงตัวอยู่บริเวณด้านข้างของหลอดอาหารบริเวณส่วนกลางลำตัว ถุงขับถ่ายมีขนาดใหญ่ลักษณะผนังบางอยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัว ส่วนหางมีความยาวมากกว่าลำตัวลักษณะรูปทรงกระบอกยาวต่อกับส่วนท้ายของลำตัว ส่วนต้นของหางลักษณะเว้าเข้าภายในลำตัวถึงบริเวณถุงขับถ่าย บริเวณส่วนปลายของหางแหลม พบครีบบอกด้านหลังและท้อง กล่าวคือสามารถพบครีบบอกนี้ได้บริเวณกลางหางยาวจนถึงบริเวณปลายหาง (dorso-ventral finfold) มีลักษณะเป็นแผ่นบางใส ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนพยาธิระยะรีเดีย (รูปที่ 68)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

ลำตัว	197–280 μm (avg. 234 μm)	×	163–207 μm (avg. 185 μm)
คอคอย	37–44 μm (avg. 41 μm)	×	35–42 μm (avg. 40 μm)
ออร์ลซึกเคอร์	11–15 μm (avg. 13 μm)	×	13–15 μm (avg. 14 μm)
เวนทริลซึกเคอร์	49–59 μm (avg. 55 μm)	×	48–57 μm (avg. 53 μm)
ถุงขับถ่าย	23–33 μm (avg. 29 μm)	×	29–36 μm (avg. 32 μm)
หาง	328–422 μm (avg. 387 μm)	×	48–69 μm (avg. 61 μm)
ครีบบอก	21–29 μm (avg. 25 μm)	×	9–14 μm (avg. 11 μm)



รูปที่ 68 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Echinoparyphium recurvatum* (สเกล 100 μm)

A. ภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Methylene blue) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. บริเวณปลายหางตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

C. บริเวณลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

(cs: collar spines, eb: excretory bladder, ep: esophagus, fi: finfold, i: intestine, mct: main collecting tube, os: oral sucker, p: pharynx, pp: prepharynx, pg: penetration gland, ta: tail, vs: ventral sucker)

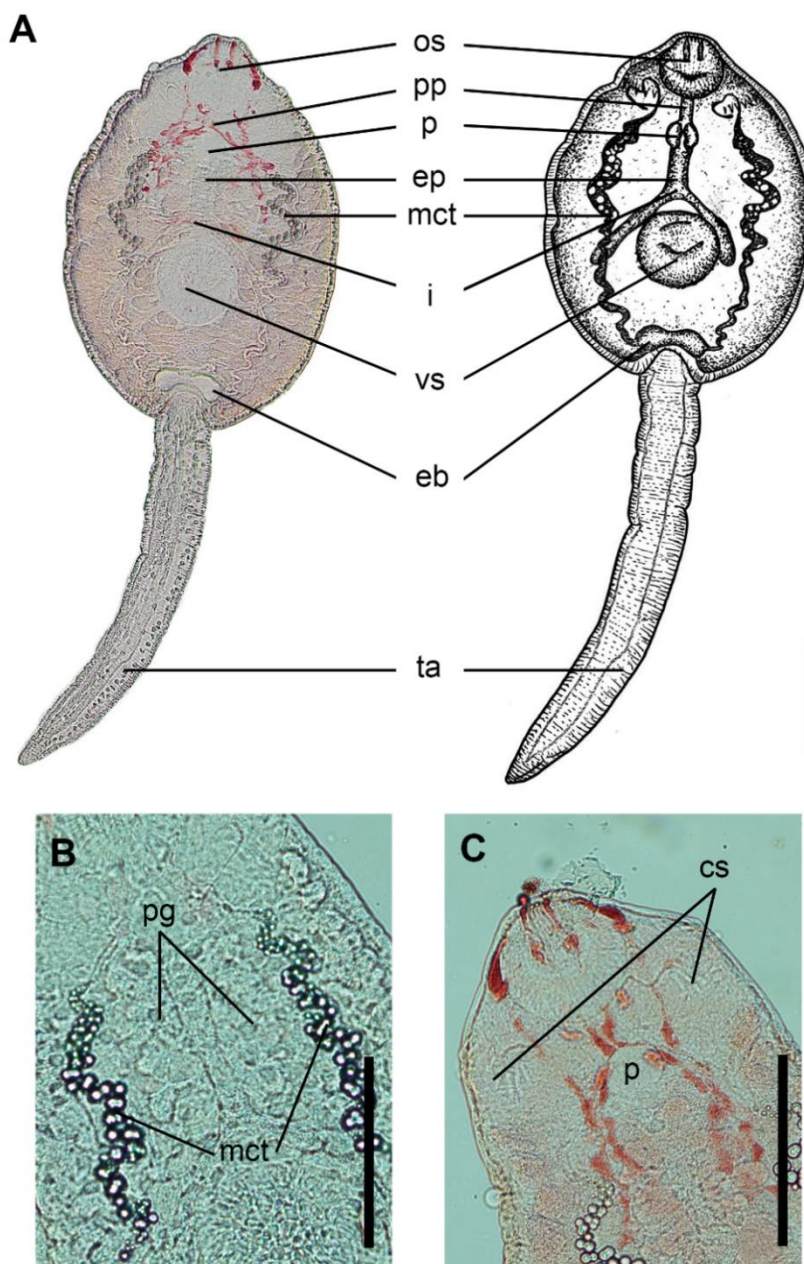
1.4 *Echinostoma revolutum* (Froelich, 1802) Looss, 1899

ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Echinostoma revolutum* จัดอยู่ใน family Echinostomatidae พบหอยที่เป็นโฮสต์กึ่งกลาง 2 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *B. s. siamensis* และ *R. rubiginosa* ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่าลำตัวมีขนาดใหญ่และยาว บริเวณส่วนหัวพบออร์ลซึกเคอร์ และมีหนามขนาดเล็กล้อมรอบคอ คอหอยมีขนาดใหญ่และส่วนต้นของคอหอยสั้น หลอดอาหารลักษณะยาวและแยกออกเป็นสองทางอยู่ระหว่างคอหอยและเวนทริลซึกเคอร์เป็นส่วนของลำไส้ ซึ่งจะมีความยาวขนานไปจนถึงบริเวณส่วนท้ายของลำตัว เวนทริลซึกเคอร์มีขนาดใหญ่อยู่บริเวณสามในสี่ของลำตัว ต่อมขับน้ำย่อยพบอยู่บริเวณด้านข้างของหลอดอาหาร ด้านละ 4 ก้อน ถูขับถ่ายอยู่บริเวณท้ายลำตัวลักษณะกลมยาวผนังบาง หางมีความยาวมากกว่าลำตัวซึ่งลักษณะของหางเป็นรูปทรงกระบอกยาวต่อกับส่วนท้ายของลำตัว บริเวณส่วนปลายหางฟูและสามารถยืด-หดและโบกสะบัดไปมาได้ นอกจากนี้พบรูเปิดของท่อขับถ่ายเปิดออกบริเวณต้นหางลักษณะท่อเป็นรูปตัวอักษรวาย (Y) หัวกลับ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนพยาธิระยะรีเดีย (รูปที่ 69)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

ลำตัว	276–420 μm (avg. 348 μm)	×	199–259 μm (avg. 227 μm)
คอหอย	55–62 μm (avg. 59 μm)	×	54–63 μm (avg. 60 μm)
ออร์ลซึกเคอร์	11–15 μm (avg. 13 μm)	×	13–15 μm (avg. 14 μm)
เวนทริลซึกเคอร์	70–79 μm (avg. 76 μm)	×	69–80 μm (avg. 75 μm)
ถูขับถ่าย	14–22 μm (avg. 19 μm)	×	48–63 μm (avg. 58 μm)
หาง	370–393 μm (avg. 384 μm)	×	51–57 μm (avg. 55 μm)



รูปที่ 69 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Echinostoma revolutum* (สเกล 100 μ m)

A. ภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. บริเวณกลางลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

C. บริเวณลำตัวส่วนด้านบนของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

(cs: collar spines, eb: excretory bladder, ep: esophagus, i: intestine, mct: main collecting tube, os: oral sucker, p: pharynx, pp: prepharynx, pg: penetration gland, ta: tail, vs: ventral sucker)

รูปแบบที่ 2: *Furcocercous cercariae/ Brevifurcate-apharyngeate cercariae*

พยาธิใบไม้รูปแบบนี้มีลักษณะสำคัญ คือ หางแยกออกเป็นสองแฉกหรือที่เรียกกันว่า “หางส้อม (fork-tail cercariae)” โดยหางมีความยาวมากกว่าลำตัว ไม่มีคอหอย ไม่มีตา อีกทั้งพบว่า มีเวนทริลซีกเคอร์และต่อมขับน้ำย่อยเจริญสมบูรณ์ (Schell, 1970) ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในรูปแบบนี้ ไม่ต้องการโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่สอง โดยตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียซึ่งเป็นระยะติดต่อกันในมนุษย์หรือสัตว์มักจะเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนระยะสปอโรซิสต์ พบว่าเป็นตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในกระแสน้ำของสัตว์ประเภทสัตว์มีกระดูกสันหลัง อาทิ ปลา นก และมนุษย์ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่พบ ได้แก่ (1) *Schistosoma indicum* และ (2) *S. spindale*

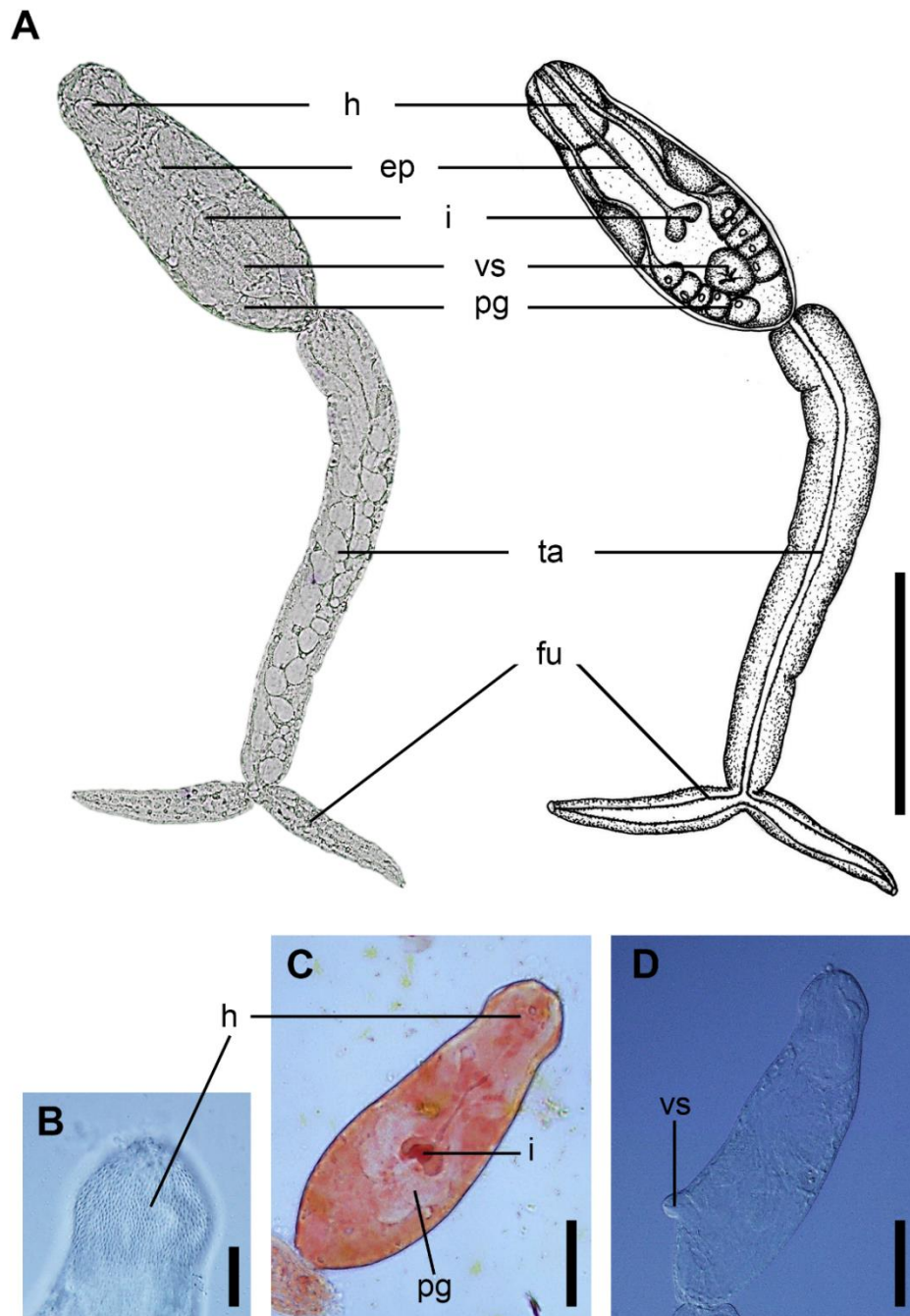
2.1 *Schistosoma indicum* Montgomery, 1906 (Syn. *S. nasalis* Rao, 1933)

ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Schistosoma indicum* จัดอยู่ใน family Schistosomatidae จากการศึกษาในครั้งนี้พบหอยที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางชนิดพันธุ์ *Indoplanorbis exustus* ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียลำตัวมีลักษณะยาวรี บริเวณหัวพบหนามขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัวและรอบอวัยวะส่วนหัว (head organ) ไม่มีตาและคอหอย ส่วนหัวพบหลอดอาหารขนาดเล็กลักษณะเรียวยาวลงมาจากบนลงล่าง จากนั้นหลอดอาหารจะแยกออกเป็นสองทางสั้นๆ ซึ่งเป็นส่วนของลำไส้ โดยอยู่บริเวณกลางลำตัว ถัดมาพบเวนทริลซีกเคอร์ค่อนไปทางส่วนท้ายของลำตัวตำแหน่งประมาณ 3/4 ของลำตัวซึ่งเป็นกล้ามเนื้อลักษณะกลมสามารถยืดและหดออกจากลำตัวได้เล็กน้อย พบต่อมขับน้ำย่อยจำนวน 5 คู่ ลักษณะคล้ายถุงวางซ้อนกันและเรียงยาวลงมาตั้งแต่บริเวณเวนทริลซีกเคอร์ไปจนถึงส่วนท้ายลำตัว ส่วนหางต่อเข้ากับส่วนท้ายของลำตัว โดยมีความยาวมากกว่าลำตัวลักษณะรูปทรงกระบอกยาว ส่วนบริเวณปลายหางแยกออกเป็นสองแฉก (furcae) ซึ่งบริเวณส่วนหางแฉกนั้นมีความยาวสั้นกว่าส่วนลำหาง อีกทั้งยังพบรูเปิดของท่อขับถ่ายอยู่ที่ส่วนปลายของหางแฉก บริเวณผิวหนังนอกปกคลุมไปด้วยหนามขนาดเล็กรอบส่วนต้นของลำหางและปลายหางแฉก ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนพยาธิระยะสปอโรซิสต์ (รูปที่ 70)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

อวัยวะส่วนหัว	14–26 μm (avg. 17 μm)	×	7–22 μm (avg. 14 μm)
ลำตัว	131–195 μm (avg. 157 μm)	×	56–75 μm (avg. 62 μm)
เวนทริลซีกเคอร์	20–23 μm (avg. 21 μm)	×	21–26 μm (avg. 23 μm)
หาง	233–279 μm (avg. 251 μm)	×	20–38 μm (avg. 26 μm)
หางแฉก	96–117 μm (avg. 105 μm)	×	12–22 μm (avg. 17 μm)



รูปที่ 70 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Schistosoma indicum* (สเกล 100 μm)

A. ภาพถ่ายและภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. อวัยวะส่วนหัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

C. บริเวณลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

D. บริเวณลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

(ep: esophagus, fu: furca, h: head organ, i: intestine, pg: penetration gland, ta: tail, vs: ventral sucker)

2.2 *Schistosoma spindale* Montgomery, 1906

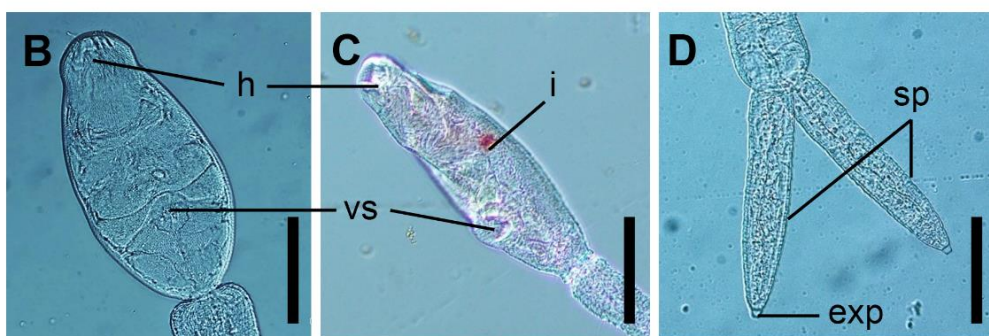
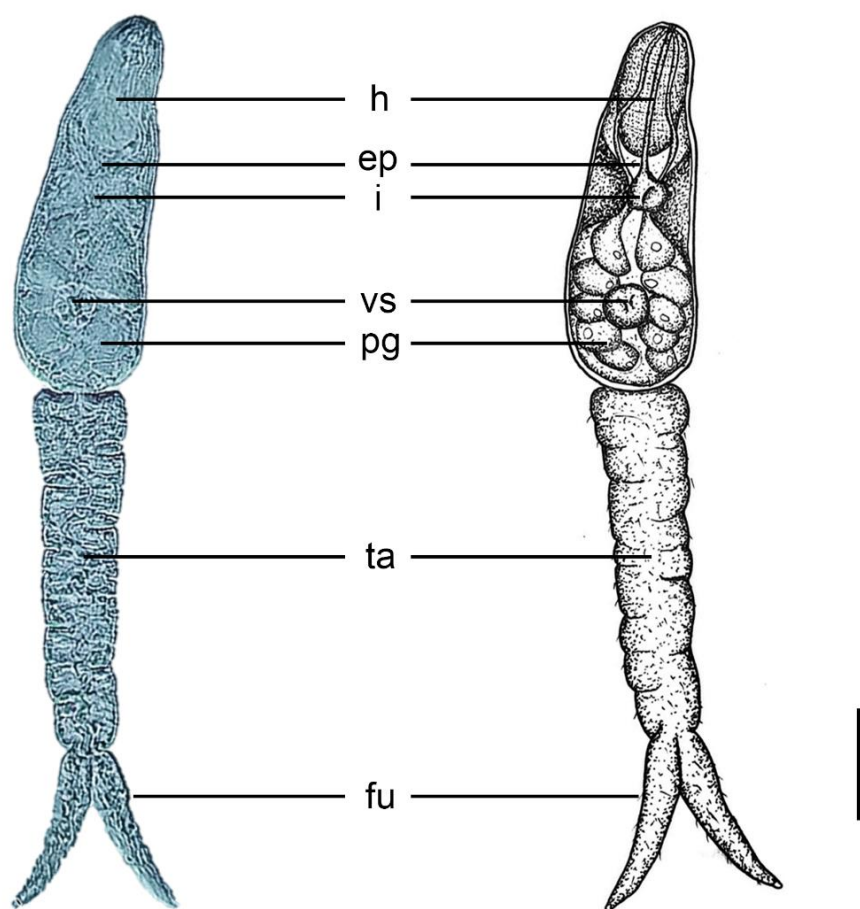
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ *Schistosoma spindale* จัดอยู่ใน family Schistosomatidae พบหอย *R. rubiginosa* เป็นโฮสต์กึ่งกลาง ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่า มีลำตัวลักษณะใสยาวรี ผนังลำตัวหนา บริเวณผิวพบหนามขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว และรอบอวัยวะส่วนหัว ไม่พบตาและคอหอย ระบบทางเดินอาหารมีหลอดอาหารลักษณะแคบ และยาว บริเวณส่วนปลายของหลอดอาหารจะแยกออกเป็นสองทางสั้นๆ เป็นส่วนของลำไส้ สามารถย้อมติดสี Neutral red ชัดเจน ถัดมาพบเวนทริลซิกเคอร์เป็นกล้ามเนื้อลักษณะกลมสามารถยืดออกจากลำตัวได้เล็กน้อยซึ่งมีตำแหน่งค่อนข้างส่วนท้ายของลำตัว ต่อมาชั้นน้ำย่อยมีจำนวน 5 คู่ โดยมีรูปแบบการเรียงตัวเป็นแถวแนวยาวเรียงจากบนลงล่างขวางลำตัว โดยมีท่อเปิดออกบริเวณใกล้ช่องปากส่วนหัว ฝังเข้าไปมีขนาดเล็กและมีลักษณะผนังบาง อยู่บริเวณส่วนท้ายลำตัว ส่วนหางมีความยาวมากกว่าลำตัวลักษณะรูปทรงกระบอก ส่วนปลายของหางแยกออกเป็นสองแฉก ซึ่งมีความยาวสั้นกว่าลำหาง และบริเวณส่วนปลายหางแฉกมีรูเปิดของท่อขับถ่าย ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนพยาธิระยะสปอโรซิสต์ (รูปที่ 71)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

อวัยวะส่วนหัว	42–68 μm (avg. 59 μm)	×	22–54 μm (avg. 37 μm)
ลำตัว	116–187 μm (avg. 164 μm)	×	42–109 μm (avg. 74 μm)
เวนทริลซิกเคอร์	15–29 μm (avg. 23 μm)	×	12–28 μm (avg. 22 μm)
หาง	100–114 μm (avg. 107 μm)	×	25–53 μm (avg. 39 μm)
หางแฉก	52–131 μm (avg. 92 μm)	×	10–23 μm (avg. 17 μm)

A



รูปที่ 71 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Schistosoma spindale* (สเกล 100 μm)

A. ภาพถ่ายและภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. บริเวณลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

C. บริเวณลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

D. บริเวณปลายหางแฉกของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

(ep: esophagus, exp: excretory pore, fu: furca, h: head organ, i: intestine, pg: penetration gland, ta: tail, vs: ventral sucker)

รูปแบบที่ 3: *Furcocercous cercariae/ Brevifurcate-pharyngeate-Clinostomatoide cercariae*

พยาธิใบไม้ในรูปแบบนี้มีลักษณะสำคัญ คือ หางมีความยาวมากกว่าลำตัว และบริเวณส่วนปลายหางแยกออกเป็นสองแฉกหรือหางส้อม หางแคบไม่ขยายใหญ่ ระบบทางเดินอาหารพบว่าการเจริญพัฒนาของคอหอยและหลอดอาหารสั้นและแยกออกเป็นสองทาง มีตาจำนวนหนึ่งคู่ บริเวณด้านบนของลำตัวมีครีบอกด้านหลัง (dorso-median finfold) โดยจะเริ่มต้นตั้งแต่กลางลำตัวไปจนถึงส่วนท้ายของลำตัว ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียมักจะเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนระยะรีเดีย พยาธิใบไม้ระยะโตเต็มวัยในรูปแบบนี้เป็นปรสิตที่ก่อให้เกิดโรคพยาธิในสัตว์ปีกโดยเฉพาะนกน้ำ อาทิ เป็ด ห่าน หงส์ นกกระสา และนกช้อนหอย เป็นต้น โดยจะพบได้ในบริเวณปากจนถึงหลอดอาหารส่วนต้นของเหล่านกกินปลา ตัวอ่อนระยะเมตาเซอร์คาเรียมักพบอยู่บริเวณใต้ผิวหนังหรือในกล้ามเนื้อของปลา ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่พบ คือ *Clinostomum giganticum*

3.1 *Clinostomum giganticum* Agarwal (1960)

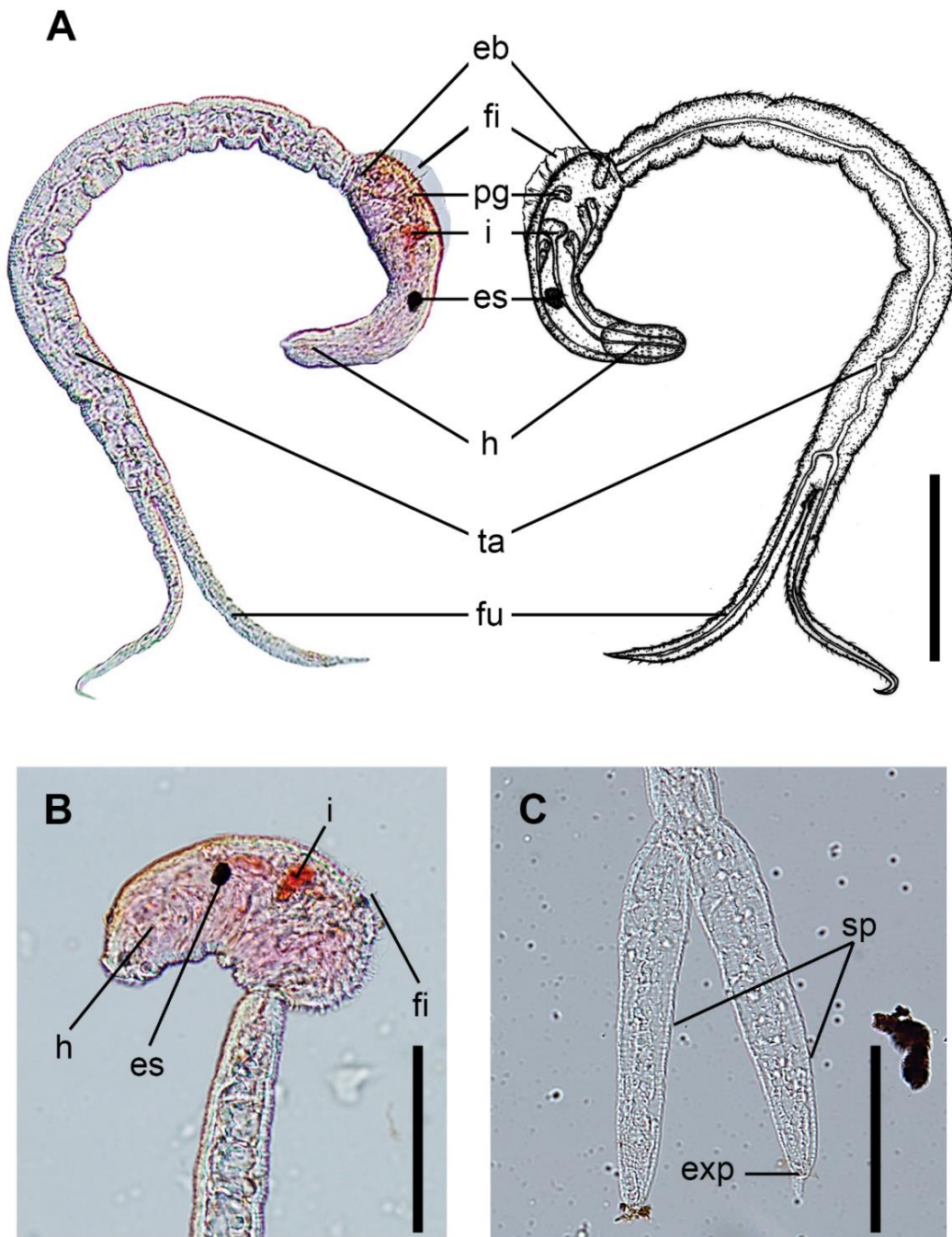
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Clinostomum giganticum* จัดอยู่ใน family Clinostomidae พบหอยที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลาง 2 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *I. exustus* และ *R. rubiginosa* ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่าลำตัวมีลักษณะยาวรี บริเวณผิวพบหนามขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัวและรอบส่วนหัว พบตาที่ภายในมีเม็ดสีจำนวน 1 คู่ อยู่บริเวณส่วนบนของลำตัว และพบครีบอกหลังลำตัวโดยมีตำแหน่งเริ่มต้นจากบริเวณกลางลำตัวด้านหลังยาวไปจนถึงส่วนท้ายของลำตัว อวัยวะภายในพบต่อมขับน้ำย่อยบริเวณกลางลำตัวจำนวน 4 คู่ เรียงอยู่ทั้งสองข้างของลำตัว ท่อของต่อมขับน้ำย่อยแต่ละข้างถูกรวมเข้าด้วยกันและเปิดออกที่ส่วนหัว ตรงกลางระหว่างต่อมขับน้ำย่อยพบท่อเปิดของหลอดอาหารลักษณะแคบยาว โดยตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียชนิดนี้พบว่าลำไส้ไม่แยกออกจากกันแต่จะมีรูปร่างคล้ายถุงหรือกระเปาะตั้งอยู่กลางลำตัวซึ่งสามารถย้อมติดสี Neutral red ชัดเจน ถุงขับถ่ายมีรูปร่างลักษณะคล้ายตัวอักษรวี (V) และมีผนังบางอยู่ตรงกลางใกล้กับส่วนท้ายของร่างกาย ส่วนหางมีความยาวมากกว่าลำตัว ลักษณะรูปทรงกระบอกปลายหางแยกออกเป็นสองแฉกซึ่งมีความยาวสั้นกว่าลำหาง อีกทั้งยังพบมีหนามเล็กๆ เรียงอยู่โดยรอบตั้งแต่ส่วนลำหางจนถึงปลายหางแฉก บริเวณปลายหางแฉกแต่ละข้างมีลักษณะคล้ายกรงเล็บ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนาจากตัวอ่อนพยาธิระยะรีเดีย (รูปที่ 72)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

อวัยวะส่วนหัว	34–70 μm (avg. 49 μm)	×	16–37 μm (avg. 25 μm)
ลำตัว	135–177 μm (avg. 160 μm)	×	35–60 μm (avg. 45 μm)
ตา	10–19 μm (avg. 14 μm)	×	6–14 μm (avg. 9 μm)
หาง	320–331 μm (avg. 328 μm)	×	23–33 μm (avg. 28 μm)
หางแฉก	77–117 μm (avg. 99 μm)	×	16–19 μm (avg. 17 μm)





รูปที่ 72 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Clinostomum giganticum* (สเกล 100 μm)

A. ภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. บริเวณลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

C. บริเวณปลายหางแฉกของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

(eb: excretory bladder, es: eyespot, exp: excretory pore, fi: dorso-median finfold, fu: furca, h: head organ, i: intestine, pg: penetration gland, sp: spines, ta: tail)

รูปแบบที่ 4: Longifurcate-pharyngeate cercariae (*Strigea cercaria*)

พยาธิใบไม้ในรูปแบบนี้มีลักษณะสำคัญ คือ บริเวณปลายหางแยกออกเป็นสองแฉก หางแคบ ไม่ขยายใหญ่ มีความยาวมากกว่าลำตัว หางแฉกยาวเท่ากับลำหางและมีรูเปิดสำหรับขับถ่ายของเสีย อยู่บริเวณด้านข้างของหางแฉก ลำตัวปกคลุมไปด้วยหนามจำนวนมาก บริเวณส่วนบนของลำตัว พบออร์ลซีกเคอร์และคอคอยเจริญพัฒนาชัดเจน หลอดอาหารสั้นและแยกออกเป็นสองทางเวนทริลซีกเคอร์มีการเจริญพัฒนาสมบูรณ์อยู่บริเวณกลางลำตัว ตัวอ่อนพยาธิชนิดนี้เจริญอยู่ในระยะสปอโรซิสต์ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่พบในรูปแบบนี้ คือ *Diplostomum baeri eucaliae*

4.1 *Diplostomum baeri eucaliae* Hoffman et Hundley, 1957

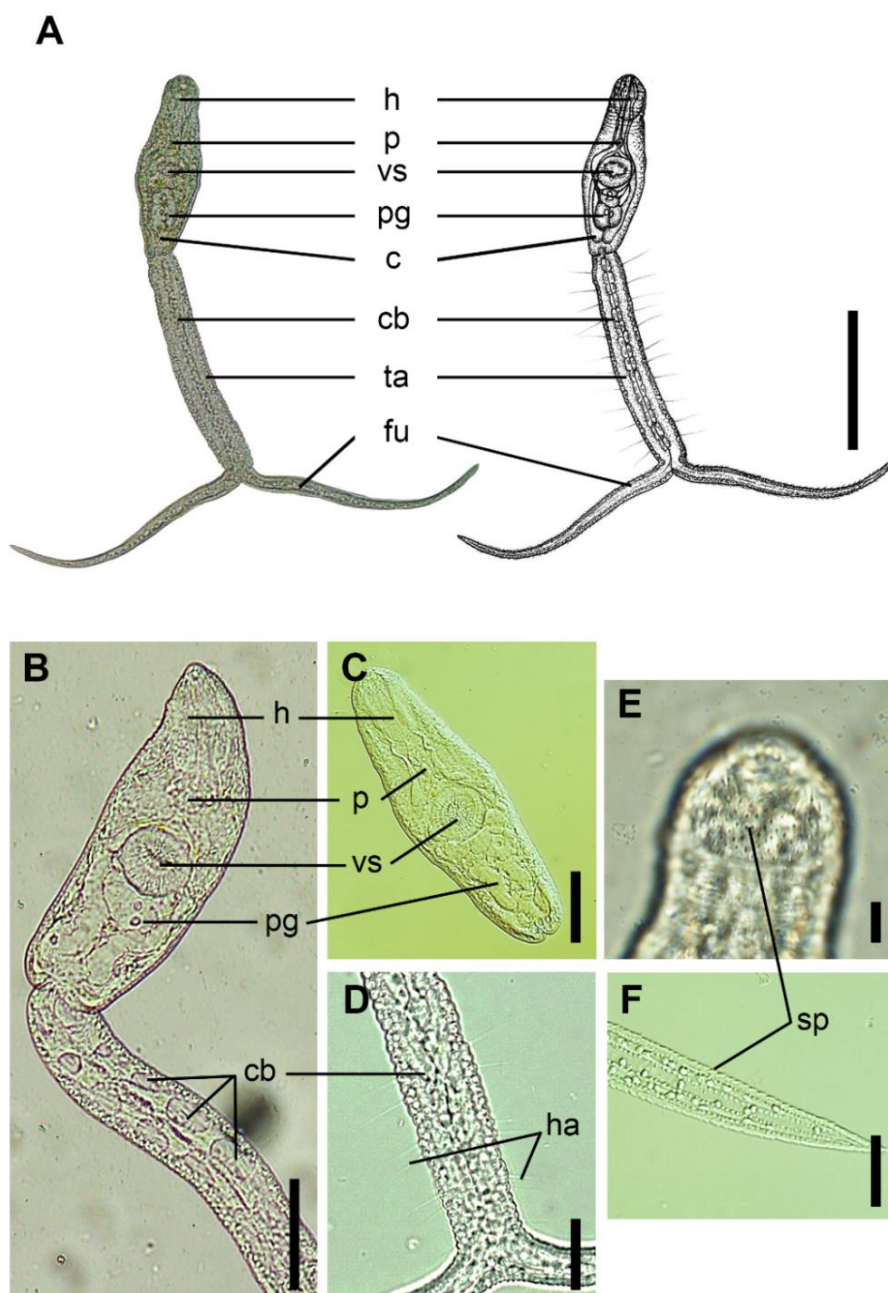
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Diplostomum baeri eucaliae* จัดอยู่ในวงศ์ Diplostomatidae จากการศึกษาในครั้งนี้พบหอยที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางชนิดพันธุ์ *R. rubiginosa* ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่า บริเวณลำตัวมีรูปร่างยาวรี บริเวณส่วนบนของลำตัวพบออร์ลซีกเคอร์ที่ปกคลุมไปด้วยหนามจำนวนมาก ไม่พบตา มีการเจริญพัฒนาของคอคอยอย่างสมบูรณ์ หลอดอาหารสั้นและแยกออกเป็นสองทางประมาณกึ่งกลางระหว่างออร์ลซีกเคอร์และเวนทริลซีกเคอร์ โดยเวนทริลซีกเคอร์มีการเจริญพัฒนาสมบูรณ์และอยู่บริเวณกลางลำตัว พบต่อมขับน้ำย่อยจำนวนสองคู่บริเวณด้านหลังเวนทริลซีกเคอร์ นอกจากนี้ยังขับถ่ายพบว่า มีขนาดเล็กและผนังบางอยู่บริเวณท้ายลำตัว ส่วนหางยาวเท่ากับลำตัวลักษณะเรียวยาว เป็นรูปทรงกระบอก ปลายหางแยกออกเป็นสองแฉกโดยหางแฉกมีความยาวเท่ากับลำหาง บริเวณลำหางพบถุง caudal body เรียงตัวตลอดลำหาง บริเวณภายนอกของลำหางมีขนอยู่ทั้งสองข้าง การเคลื่อนที่ของตัวอ่อนพยาธิชนิดนี้จะม้วนตัวขึ้นและตีตัวกลับ ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าแบบหมุนวนไร้ทิศทาง ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนพยาธิระยะสปอโรซิสต์ (รูปที่ 73)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

อวัยวะส่วนหัว	117–255 μm (avg. 208 μm)	×	44–85 μm (avg. 65 μm)
ออร์ลซึกเคอร์	31–60 μm (avg. 49 μm)	×	23–41 μm (avg. 34 μm)
คอหอย	8–19 μm (avg. 13 μm)	×	6–12 μm (avg. 10 μm)
เวนทริลซึกเคอร์	26–40 μm (avg. 34 μm)	×	16–42 μm (avg. 36 μm)
หาง	200–209 μm (avg. 205 μm)	×	25–27 μm (avg. 26 μm)
หางแฉก	154–207 μm (avg. 183 μm)	×	11–13 μm (avg. 14 μm)





รูปที่ 73 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Diplostomum baeri eucaliae* (สเกล 100 μm)

- A. ภาพถ่ายและภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย
- B., C. บริเวณลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย
- D. โครงสร้างลักษณะคล้ายขนที่อยู่บริเวณด้านข้างของลำหาง
- E. ลักษณะหนามบริเวณอวัยวะส่วนหัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย
- F. ลักษณะหนามบริเวณหางแฉกของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

(c: caecum, cb: caudal body, fu: furca, h: head organ, ha: hair, p: pharynx, pg: penetration gland, sp: spines, ta: tail, vs: ventral sucker)

รูปแบบที่ 5: Parapleurolophocercous cercaria

พยาธิใบไม้ในรูปแบบนี้มีลักษณะสำคัญ คือ ลำตัวกลมรี ออรัลซีกเคอร์เจอร์พัฒนาสมบูรณ์ แต่ในส่วนของเวนทรัลซีกเคอร์เจอร์ยังเจริญพัฒนาไม่เต็มที่ พบว่ามีตา 1 คู่แบบมีเม็ดสี ภายในลำตัวพบต่อมขับน้ำย่อยและต่อมสร้างถุงซีสต์ (cystogenous gland) ถุงขับถ่ายมีลักษณะผนังหนา (thick epithelium) ส่วนหางมีความยาวมากกว่าลำตัวและมีครีบบอก โดยพบครีบบอกบริเวณต้นหาง ด้านข้าง (lateral finfolds) และพบครีบบอกตรงกลางส่วนหาง (dorsal ventral finfold) ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญในรีเดียภายในหอยฝาเดียว (Schell, 1970) และเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเมตาเซอร์คาเรียในปลาพบพยาธิใบไม้ระยะโตเต็มวัยในนก หรือในลำไส้ของมนุษย์ สุนัข แมวและหนู (ประยงค์ ระดมยศ และคณะ, 2539) ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่พบ คือ *Stellantchasmus falcatus*

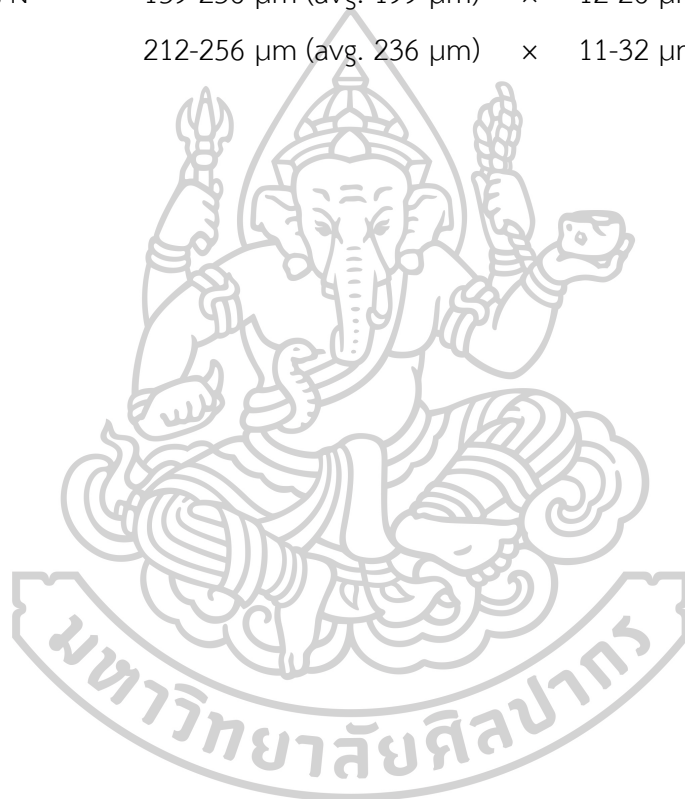
5.1 *Stellantchasmus falcatus* Onji et Nishio, 1915

ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Stellantchasmus falcatus* จัดอยู่ใน family Heterophyidae จากการศึกษาในครั้งนี้พบหอย *B. s. siamensis* มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลาง ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่าลำตัวลักษณะกลมรี บริเวณผิวพบหนามขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว มีตาจำนวนหนึ่งคู่โดยภายในพบเม็ดสี บริเวณส่วนบนของลำตัวพบออรัลซีกเคอร์เจอร์ลักษณะกลมซึ่งมีการเจริญพัฒนาอย่างสมบูรณ์ คอหอยมีขนาดเล็ก บริเวณกลางลำตัวพบเวนทรัลซีกเคอร์เจอร์โดยสังเกตพบว่าการเจริญพัฒนาที่ยังไม่สมบูรณ์ ต่อมขับน้ำย่อยมีจำนวนทั้งหมด 7 คู่เรียงตัวเป็นแถวยาวอยู่ด้านข้างของลำตัว โดยเริ่มตั้งแต่บริเวณกลางลำตัวจนถึงส่วนท้ายของลำตัว ถุงขับถ่ายอยู่บริเวณส่วนท้ายลำตัวมีขนาดเล็กลักษณะผนังหนาเป็นกระเปาะรูปทรงคล้ายตัวอักษรวี (V) ส่วนหางของตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิดนี้มีความยาวมากกว่าลำตัว ลักษณะเรียวยาวรูปทรงกระบอกซึ่งต่อกับส่วนท้ายของลำตัว ด้านข้างบริเวณส่วนต้นหางพบครีบบอกด้านข้าง ซึ่งครอบคลุมประมาณ 3 ใน 5 ของความยาวหางทั้งหมด และส่วนตรงกลางของหางพบครีบบอกหน้า และหลังเริ่มต้นที่บริเวณด้านหลังใกล้ลำตัวและขยายไปด้านหลังรอบปลายหาง ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนพยาธิระยะรีเดีย (รูปที่ 74)

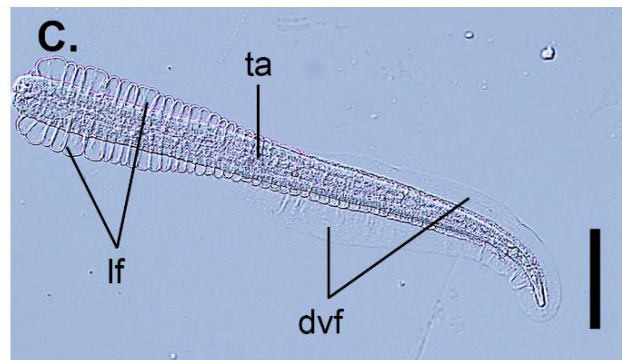
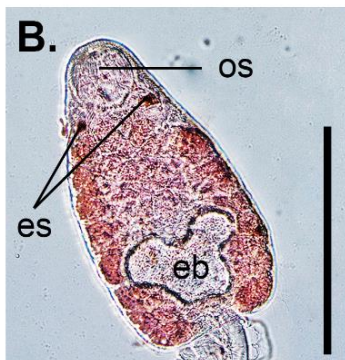
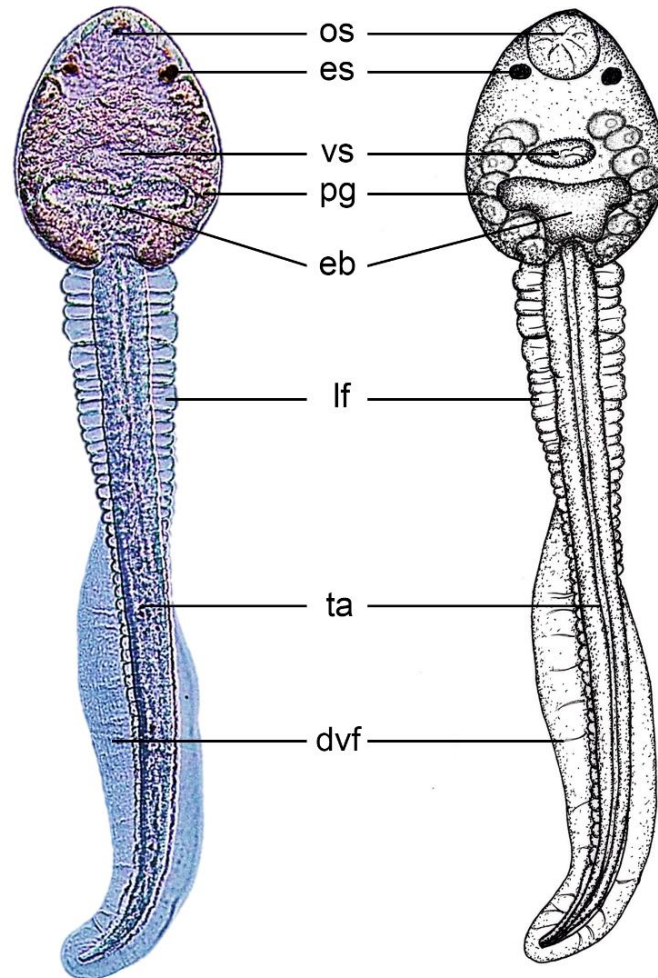
ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

ลำตัว	127-256 μm (avg. 184 μm)	×	91-120 μm (avg. 101 μm)
ตา	5-13 μm (avg. 8 μm)	×	4-10 μm (avg. 7 μm)
ออร์ัลซัคเคอร์	33-47 μm (avg. 39 μm)	×	31-37 μm (avg. 35 μm)
ถุงขับถ่าย	18-43 μm (avg. 27 μm)	×	33-72 μm (avg. 53 μm)
หาง	396-435 μm (avg. 407 μm)	×	29-45 μm (avg. 33 μm)
ครีบบอกด้านข้าง	139-256 μm (avg. 199 μm)	×	12-26 μm (avg. 16 μm)
ครีบบอก	212-256 μm (avg. 236 μm)	×	11-32 μm (avg. 22 μm)



A.



รูปที่ 74 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Stellantchasmus falcatus* (สเกล 100 μm)

A. ภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. บริเวณลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

C. บริเวณส่วนหางของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

(dvf: dorso-ventral finfold, eb: excretory bladder, es: eyespot, os: oral sucker, lf: lateral finfold, pg: penetration gland, ta: tail, vs: ventral sucker)

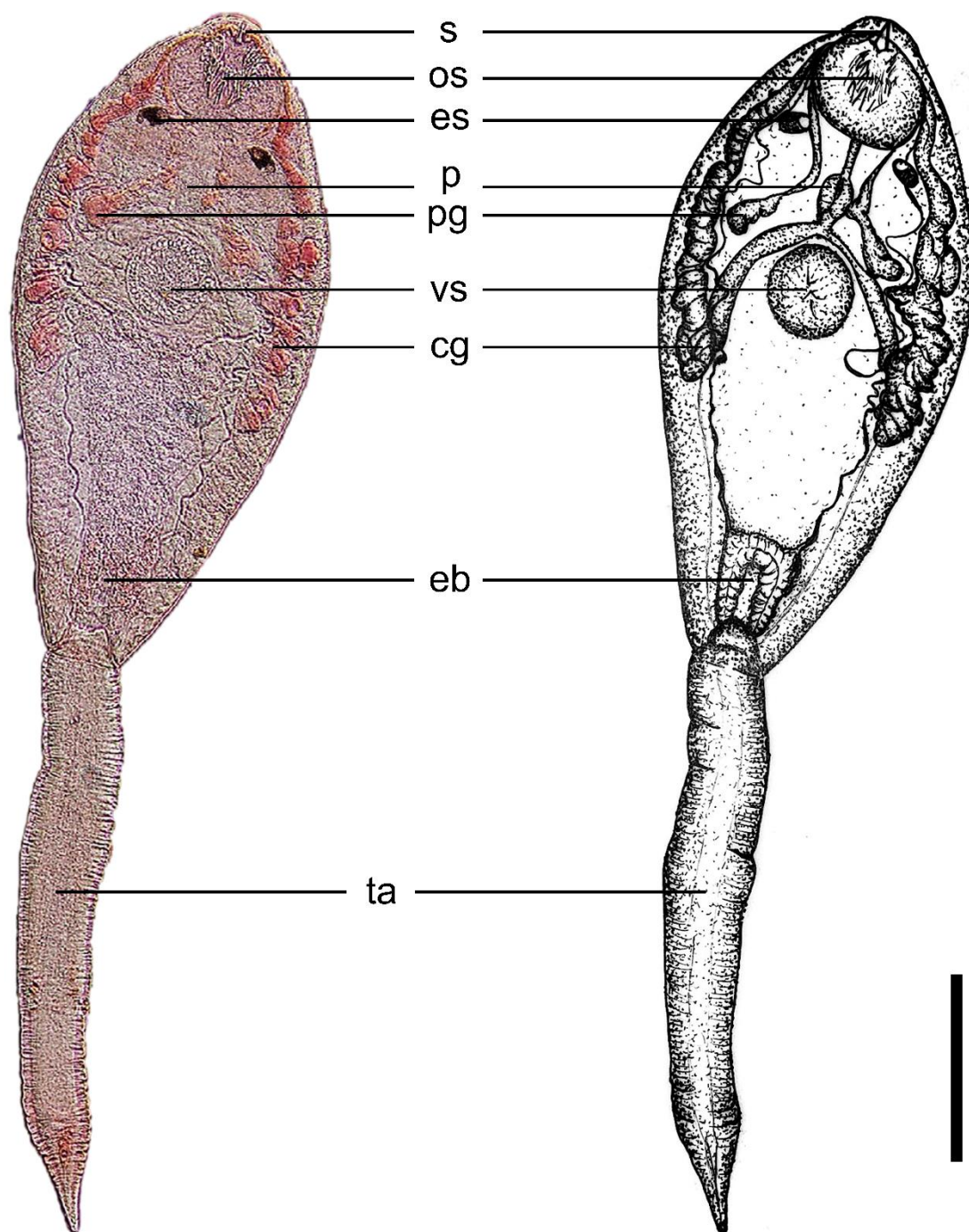
รูปแบบที่ 6: Xiphidiocercaria/ Ophthalmoxiphidiocercaria

พยาธิใบไม้ในรูปแบบนี้มีลักษณะสำคัญ คือ มีลำตัวขนาดใหญ่ ลักษณะรูปร่างเป็นทรงรี บริเวณผิวของลำตัวปกคลุมไปด้วยหนามขนาดเล็ก บริเวณด้านบนของลำตัวพบออร์ลซีกเคอร์ขนาดใหญ่ และมีสไตเล็ตอยู่ภายใน (stylet) อีกทั้งยังพบว่ามีตาหนึ่งคู่แบบมีเลนส์ตา (Yamaguti, 1971, 1975) คอหอยยังเจริญพัฒนาไม่เต็มที่ หลอดอาหารมีลักษณะเป็นช่องเปิดแคบและยาวจากบนลงล่าง จากนั้นจะแยกออกสองทางเป็นส่วนของลำไส้ เว้นทรีลซีกเคอร์เจริญสมบูรณ์ซึ่งตั้งอยู่บริเวณกลางลำตัว ตำแหน่งของต่อมขับน้ำย่อยจะอยู่เหนือเวนท์ลซีกเคอร์แต่ไม่สามารถระบุจำนวนที่ชัดเจนได้ นอกจากนี้พบเซลล์สร้างถุงซีสต์ (cystogenous cells) มีลักษณะเป็นกลุ่มเรียงลงมาจากส่วนบนจนถึงกลางลำตัวซึ่งสามารถย้อมติดสี Neutral red ได้อย่างชัดเจน ส่วนท้ายของลำตัวมีถุงขับถ่าย ลักษณะผนังหนาตั้งอยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัว ส่วนหางมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกและมีความยาวเท่ากับลำตัว ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกและไม่แยกออกเป็นสองแฉก ตัวอ่อนจะเจริญเป็นระยะรีเดียภายในเนื้อเยื่อหอย พยาธิใบไม้รูปแบบ Ophthalmoxiphidiocercaria ที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ จัดอยู่ใน family Allocreadiidae โดยมีหอย *G. convexiusculus* เป็นโฮสต์กึ่งกลาง (รูปที่ 75)

ขนาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย (Measurements)

ลำตัว	512 μm	\times	220 μm
ออร์ลซีกเคอร์	76 μm	\times	85 μm
สไตเล็ต	14 μm		
ตา	12 μm	\times	17 μm
เวนท์ลซีกเคอร์	60 μm	\times	64 μm
หาง	554 μm	\times	62 μm

หมายเหตุ: สามารถวัดขนาดของเซอร์คาเรียได้เพียง 1 ตัว



รูปที่ 75 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียรูปแบบ *Ophthalmoxiophidiocercaria* (สเกล 100 μm) โดยภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย (cg: cystogenous glands, eb: excretory bladder, es: eyespots, os: oral sucker, p: pharynx, pg: penetration gland, s: stylet, ta: tail, vs: ventral sucker)

รูปแบบที่ 7: Xiphidiocercaria

พยาธิใบไม้ในรูปแบบนี้มีลักษณะสำคัญ คือ สามารถสังเกตเห็นออร์ลซึกเคอร์และเวนทรัลซึกเคอร์ได้อย่างชัดเจน โดยภายในออร์ลซึกเคอร์พบสไตเลต ในบางชนิดอาจมีต่อมเวอกูลา (virgula gland) ภายในออร์ลซึกเคอร์ได้เช่นกัน ลำตัวพบต่อมขับน้ำย่อยเจริญพัฒนาสมบูรณ์ นอกจากนี้ถูกขับถ่ายมีลักษณะผนังบาง หางมีความยาวสั้นกว่าหรือยาวเกือบเท่าลำตัว ตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียในรูปแบบนี้เคลื่อนที่ค่อนข้างช้า (ดวงเดือน ไกรลาศ, 2561) มีการเจริญพัฒนาจากระยะรีเดียหรือระยะสปอโรซิสต์ภายในเนื้อเยื่อหอย จากนั้นจะเปลี่ยนแปลงเป็นระยะเซอร์คาเรียและระยะเมตาเซอร์คาเรียในสัตว์ประเภทสัตว์มีกระดูกสันหลังหรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Schell, 1970) พบว่าเป็นตัวอ่อนพยาธิใบไม้ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก อาทิ กบ (Yamaguti, 1975) ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่พบ ได้แก่ (1) *Haematoloechus similis*, (2) *Loxogenes liberum* และ (3) *Loxogenoides bicolor*

7.1 *Haematoloechus similis* Looss, 1899

ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Haematoloechus similis* จัดอยู่ใน family Lecithodendriidae จากการศึกษาในครั้งนี้พบหอยที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลาง 2 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *B. s. siamensis* และ *B. s. goniomphalos* ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่าลำตัวลักษณะยาวรี บริเวณผิวพบหนามละเอียดขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว ด้านบนของลำตัวพบสไตเลตขนาดเล็กปลายแหลมอยู่ในออร์ลซึกเคอร์ แต่ไม่พบต่อมเวอกูลาและตา ส่วนถัดลงมาพบคอหอยลักษณะกลมขนาดเล็กติดอยู่กับออร์ลซึกเคอร์ ระบบทางเดินอาหารตั้งแต่หลอดอาหารลำไส้และอวัยวะสืบพันธุ์เจริญพัฒนาไม่สมบูรณ์ ถัดมาบริเวณกลางลำตัวพบเวนทรัลซึกเคอร์ขนาดเล็กกว่าออร์ลซึกเคอร์ ถูกขับถ่ายมีลักษณะผนังบางคล้ายตัวอักษรวาย (Y) หัวกลับอยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัว อวัยวะภายในพบแกรนูลและ cystogenous glands กระจายอยู่ทั่วลำตัวจำนวนมาก ส่งผลให้ไม่สามารถสังเกตเห็นต่อมขับน้ำย่อยได้ หางส่วนต้นติดอยู่กับส่วนท้ายของลำตัวลักษณะเรียวยาวเป็นทรงกระบอก ความยาวหางสั้นกว่าความยาวลำตัว ไม่มีครีบบอก บริเวณส่วนปลายหางแหลม ผิวหางย่นและปกคลุมด้วยหนามขนาดเล็ก ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนาจากตัวอ่อนพยาธิระยะสปอโรซิสต์ (รูปที่ 76)

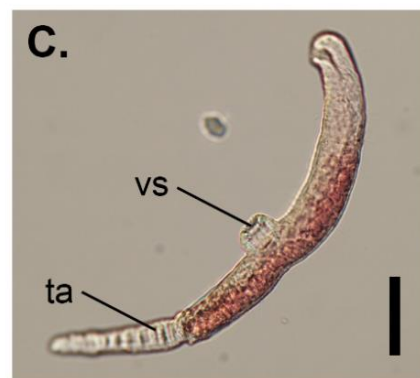
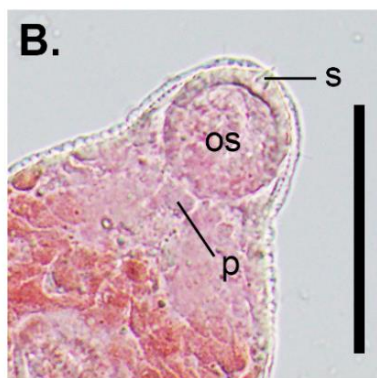
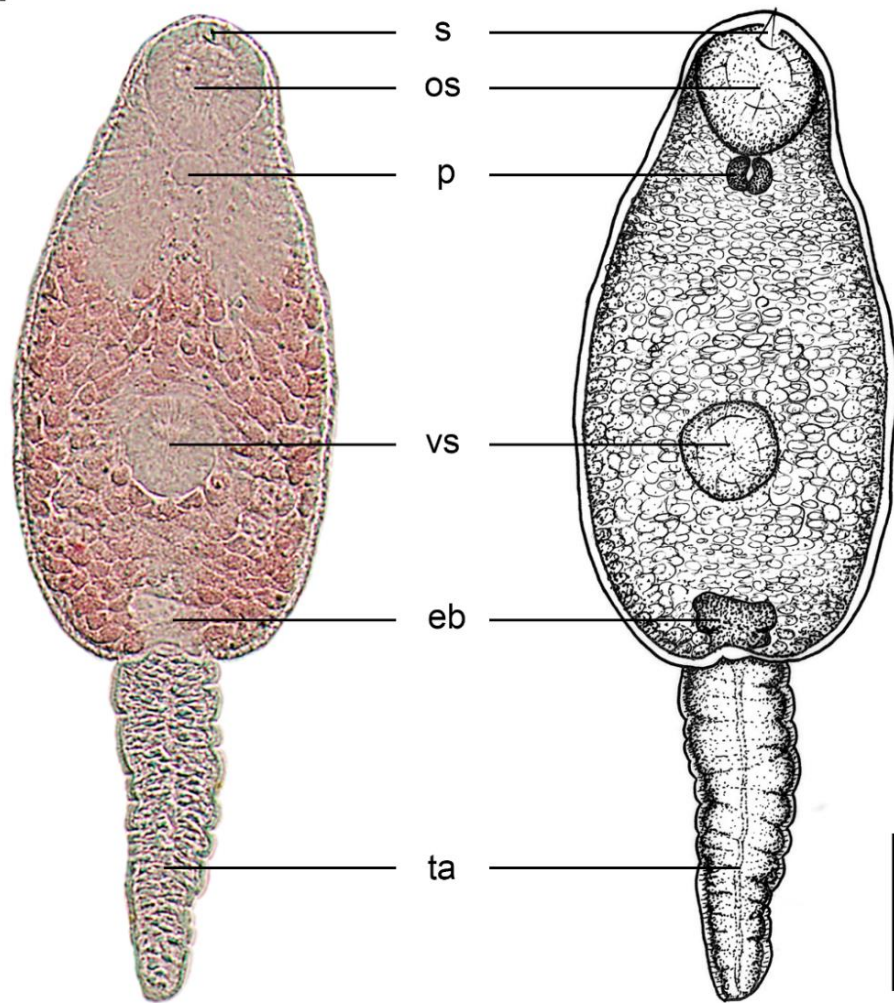
ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

ลำตัว	116-251 μm (avg. 172 μm)	×	76-115 μm (avg. 91 μm)
สั้ไตเล็ด	4-8 μm (avg. 5.6 μm)	×	2-4 μm (avg. 2.8 μm)
คอหอย	5-14 μm (avg. 8 μm)	×	6-17 μm (avg. 11 μm)
ออร์รัลซั้กเคอร์	29-44 μm (avg. 35 μm)	×	26-41 μm (avg. 31 μm)
เวนทรัลซั้กเคอร์	23-32 μm (avg. 26 μm)	×	24-34 μm (avg. 28 μm)
ถุ้ซั้บถั้ย	17-25 μm (avg. 21 μm)	×	18-26 μm (avg. 21 μm)
หาง	39-144 μm (avg. 104 μm)	×	20-37 μm (avg. 27 μm)



A.



รูปที่ 76 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Haematoloechus similis* (สเกล 100 μm)

A. ภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. บริเวณออร์ลซัคเคอร์ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

C. มุมด้านข้างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

(eb: excretory bladder, os: oral sucker, p: pharynx, s: stylet, ta: tail, vs: ventral sucker)

7.2 *Loxogenes liberum* Seno, 1907

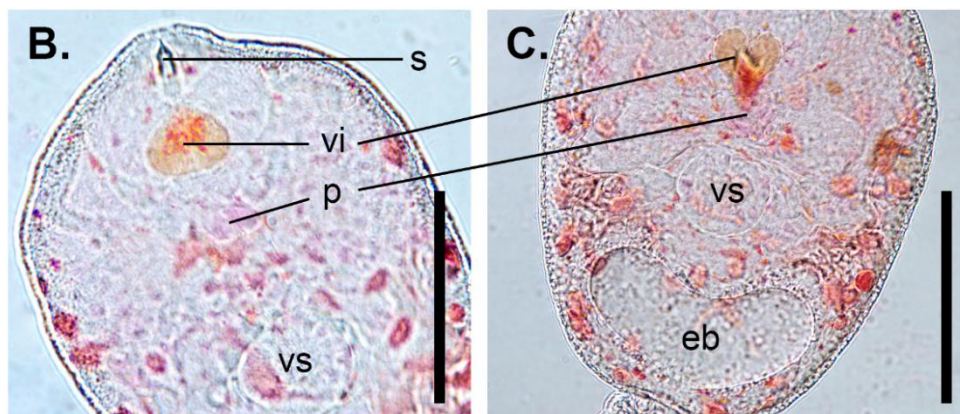
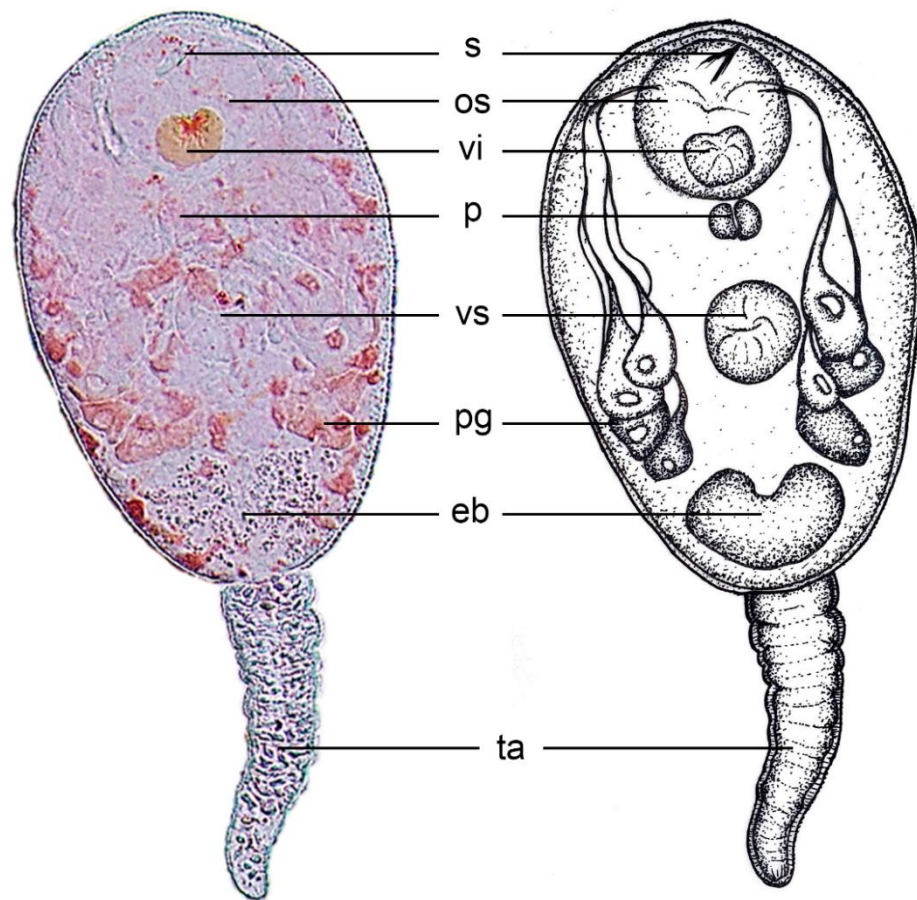
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Loxogenes liberum* จัดอยู่ใน family Lecithodendriidae จากการศึกษาในครั้งนี้พบหอย *B. s. goniomphalos* มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลาง ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่าลำตัวลักษณะยาวรูปไข่ ผนังหนา บริเวณผิวพบหนามสั้นขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว ส่วนบนของลำตัวมีออร์ลซีกเคอร์ขนาดใหญ่กว่า เวนทรีลซีกเคอร์ซึ่งอยู่บริเวณกลางลำตัว ภายในออร์ลซีกเคอร์พบสไตเลตปลายแหลมขนาดเล็ก อยู่ด้านบนมีต่อมเวอกูลา คอหอยมีขนาดเล็ก ต่อมน้ำย่อยมีจำนวนทั้งหมด 4 คู่ อยู่บริเวณด้านข้าง ลำตัวมีลักษณะต่อมแบบขุ่น 2 คู่ เรียงตัวอยู่ส่วนด้านบน และแบบใส 2 คู่ เรียงตัวอยู่ส่วนด้านล่าง และจะเรียงตัวยาวลงมาถึงถุงขับถ่ายที่อยู่บริเวณส่วนท้ายลำตัว โดยถุงขับถ่ายมีลักษณะผนังบาง คล้ายตัวอักษรยู (U) ส่วนหางอยู่ติดกับส่วนท้ายของลำตัว ความยาวสั้นกว่าลำตัว ลักษณะรูปทรงระบอบอก ซึ่งสามารถยืด-หดได้ อีกทั้งพบรูเปิดสำหรับขับของเสียที่ปลายหาง ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนาจากตัวอ่อนพยาธิระยะสปอโรซิสต์ (รูปที่ 77)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

ลำตัว	117-164 μm (avg. 148 μm)	×	96-104 μm (avg. 99 μm)
สไตเลต	7-12 μm (avg. 9.4 μm)	×	3-4.5 μm (avg. 3.8 μm)
คอหอย	9-13 μm (avg. 11.6 μm)	×	13-16 μm (avg. 14 μm)
ออร์ลซีกเคอร์	34-44 μm (avg. 38 μm)	×	35-44 μm (avg. 39 μm)
เวนทรีลซีกเคอร์	21-27 μm (avg. 24 μm)	×	24-28 μm (avg. 26 μm)
ถุงขับถ่าย	22-28 μm (avg. 26 μm)	×	44-58 μm (avg. 49 μm)
หาง	43-91 μm (avg. 68 μm)	×	18-25 μm (avg. 22 μm)

A.



รูปที่ 77 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Loxogenes liberum* (สเกล 100 μm)

A. ภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. ลำตัวส่วนบนของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

C. ลำตัวส่วนกลางของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

(eb: excretory bladder, os: oral sucker, p: pharynx, pg: penetration gland, s: stylet, ta: tail, vi: vigilate gland, vs: ventral sucker)

7.3 *Loxogenoides bicolor* (Krull, 1933) Kaw, 1945

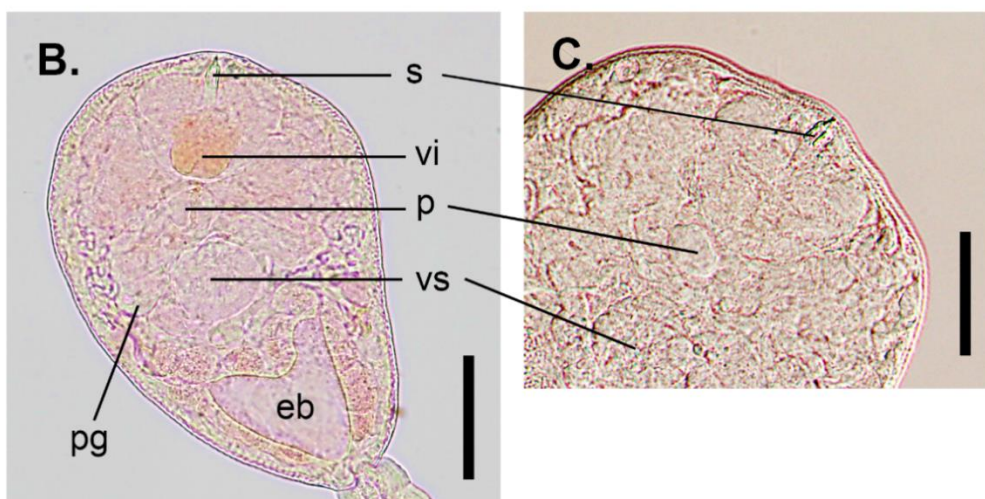
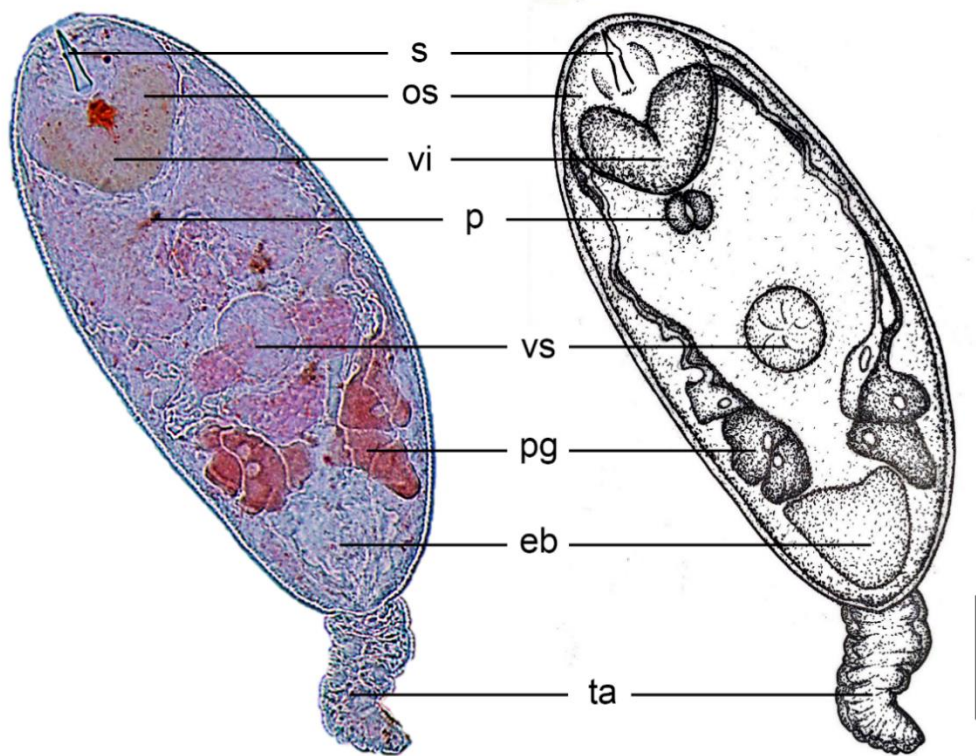
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Loxogenoides bicolor* จัดอยู่ใน family Lecithodendriidae พบหอยที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลาง ได้แก่ *B. s. siamensis* ลักษณะรูปร่างของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียพบว่าลำตัวลักษณะยาวรูปไข่ บริเวณผิวพบแกรนูลและหนามขนาดเล็กปกคลุมรอบลำตัว ส่วนบนของลำตัวพบออร์ลซึกเคอร์ขนาดใหญ่ ภายในพบสไตเลตลักษณะกลมยาวปลายแหลมและต่อมเวกกูลา ถัดมาพบคอหอยลักษณะกลมขนาดเล็กอยู่ติดกับออร์ลซึกเคอร์ ระบบทางเดินอาหารไม่พบหลอดอาหารและลำไส้ ต่อมขับน้ำย่อยมีจำนวนทั้งหมดสามคู่ ลักษณะเป็นก้อนกลมโดยที่ต่อมสองคู่แรกมีแกรนูลละเอียดอยู่ภายใน ในขณะที่ต่อมคู่สุดท้ายแกรนูลมีลักษณะค่อนข้างหยาบ การเรียงตัวของต่อมขับน้ำย่อยจะเรียงยาวลงมาจากด้านบนของลำตัว จนถึงบริเวณด้านข้างเวนทริลซึกเคอร์ซึ่งตั้งอยู่บริเวณกลางลำตัวและมีขนาดเล็กกว่าออร์ลซึกเคอร์ ถัดมาในส่วนที่ติดกับเวนทริลซึกเคอร์พบอวัยวะสืบพันธุ์ลักษณะคล้ายตัวอักษรรูปตัวซี (C) และบริเวณส่วนท้ายของลำตัวพบถุงขับถ่ายลักษณะผนังบางคล้ายตัวอักษรวี (V) หรือยู (U) ส่วนต้นของหางต่อกับส่วนท้ายของลำตัวและความยาวหางสั้นกว่าลำตัว ลักษณะรูปทรงกระบอกปลายแหลม ผิวหยาบและมีหนามขนาดเล็กปกคลุมอยู่โดยรอบ ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียเจริญพัฒนามาจากตัวอ่อนพยาธิระยะสปอโรซีสต์ (รูปที่ 78)

ช่วงขนาดและขนาดเฉลี่ย (Measurements)

คำนวณจากตัวอย่างจำนวน 10 ตัวและหาค่าเฉลี่ย (average = avg.)

ลำตัว	72-124 μm (avg. 101 μm)	×	52-87 μm (avg. 74 μm)
สไตเลต	8-16 μm (avg. 12 μm)	×	3-5 μm (avg. 4 μm)
คอหอย	6-8 μm (avg. 7 μm)	×	9-10 μm (avg. 9.5 μm)
ออร์ลซึกเคอร์	20-28 μm (avg. 23 μm)	×	21-32 μm (avg. 28 μm)
เวนทริลซึกเคอร์	11-17 μm (avg. 15 μm)	×	9-17 μm (avg. 15 μm)
ถุงขับถ่าย	23-31 μm (avg. 27 μm)	×	12-23 μm (avg. 17 μm)
หาง	72-109 μm (avg. 93 μm)	×	27-34 μm (avg. 29 μm)

A.



รูปที่ 78 ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย *Loxogenoides bicolor* (สเกล 100 μm)

A. ภาพถ่าย (ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red) และภาพวาดตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

B. บริเวณลำตัวของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย ย้อมสีด้วย 0.5% Neutral red

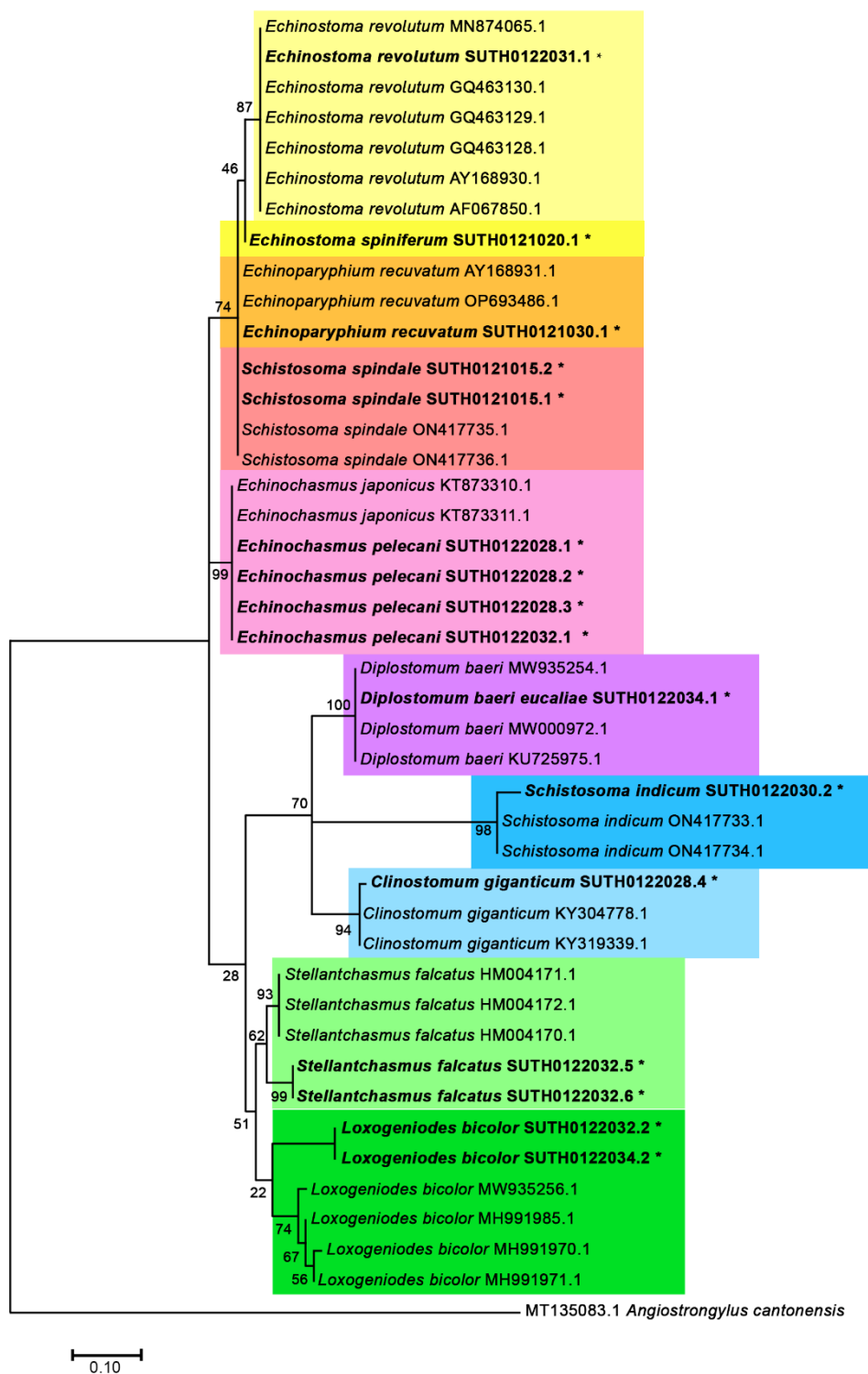
C. บริเวณลำตัวส่วนบนของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

(eb: excretory bladder, os: oral sucker, p: pharynx, pg: penetration gland, s: stylet, ta: tail, vi: vigilate gland, vs: ventral sucker)

ศึกษาชนิดพันธุ์ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล

การศึกษาชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล ผลการวิเคราะห์สายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการจากชุดข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ Internal transcribed spacer (ITS) บริเวณ subunit II เพื่อที่จะระบุชนิดพันธุ์ของปรสิตในระดับดีเอ็นเอ ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบ Maximum likelihood (MLBS) ภายใต้แบบจำลองทางวิวัฒนาการ GTR+G ตัวอย่างลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ทั้งหมด 16 ตัวอย่าง ถูกกำหนดรหัส (code) เป็น SUTH ซึ่งเป็นอักษรย่อของหน่วยวิจัยปรสิตวิทยาและสังขวิทยาทางการแพทย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (Parasitology and Medical Malacology Research Unit, Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakhon Pathom, Thailand: PaMaSU; code SUTH) และตามด้วยเลข ตัวอย่างของแต่ละตัว และเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์จาก National Center for Biotechnology Information (NCBI) โดยใช้หนอนตัวกลม *Angiostrongylus cantonensis* เป็น outgroup (ตารางที่ 3)

จากการศึกษาพบว่าสายวิวัฒนาการของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียที่พบ มีการแยกเคลด หลักออกจากกันเป็น 3 เคลด แสดงให้เห็นถึงแผนภูมิรูปต้นไม้ (phylogenetic tree) ดังรูปที่ 79 (ML tree) ซึ่งลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ มีการแยกเคลดและรวมกลุ่มกันกับตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบกับอย่างถูกต้องด้วยค่าสนับสนุนทางสถิติ ในเกณฑ์ปานกลาง-สูงมาก (MLBS > 70) แสดงให้เห็นว่าผลการศึกษาอนุชีววิทยาสอดคล้องกับการศึกษาด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาถือเป็นการพิสูจน์และยืนยันผลการจำแนกชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ให้มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 79 สายวิวัฒนาการจากการวิเคราะห์แบบ Maximum Likelihood (MLBS) ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลบนลำดับนิวคลีโอไทด์ของนิวเคลียสจีโนมโดยค่าสนับสนุนทางสถิติแบบบูตสเตร็ป (Bootstrap supports) แสดงที่ด้านบนของกิ่ง (หมายเหตุ: * = ตัวอย่างจากงานวิจัยในครั้งนี้)

ตารางที่ 3 รายการลำดับนิวคลีโอไทด์ของนิวคลีอติดภายใน Internal transcribed spacer บริเวณ subunit II (ITS2) ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สายวิวัฒนาการ

ชนิดพันธุ์พยาธิใบไม้	สถานที่	Voucher code	Genbank accession number	ระยะตัวอ่อนพยาธิใบไม้	อ้างอิง
<i>Clinostomum giganticum</i>	เล่มิต 2 (หมู่ที่ 4 บ้านปากท่อ ตำบลเล่มิต อำเภอยะยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี)	SUTH0122028.4	-	เซอร์คาเรีย	การศึกษาคั้งนี้
	-	-	KY304778.1	-	Choudhary et al. (2022)
	-	-	KY319339.1	-	-
	บางลึก (ตำบลบางลึก อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร)	SUTH0122034.1	-	เซอร์คาเรีย	การศึกษาคั้งนี้
<i>Diplostomum baeri</i>	Inlay Lake, Myanmar	-	MW935254.1	-	Bawm et al. (2022)
	Denmark	-	MW000972.1	-	Duan et al. (2021)
	The Baltic Sea off Mecklenburg-Western Pomerania	-	KU725975.1	-	Unger & Palm (2017)
	เล่มิต 2 (หมู่ที่ 4 บ้านปากท่อ ตำบลเล่มิต อำเภอยะยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี)	SUTH0122028.1	-	เมตาเซอร์คาเรีย	-
<i>Echinochasmus pelecani</i>	เล่มิต 2 (หมู่ที่ 4 บ้านปากท่อ ตำบลเล่มิต อำเภอยะยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี)	SUTH0122028.2	-	เซอร์คาเรีย	-
	หาดพันไกร 1 (ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร)	SUTH0122028.3	-	เซอร์คาเรีย	การศึกษาคั้งนี้
	หาดพันไกร 1 (ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร)	SUTH0122032.1	-	เซอร์คาเรีย	-
	-	-	KT873310.1	-	Besprozvannykh et al. (2017)
<i>Echinochasmus japonicus</i>	-	-	KT873311.1	-	-
	-	-	-	-	-

<i>Echinochasmus milvi</i>	-	-	KT873318.1	-	
	-	-	KT873319.1	-	
ทุ่ง 1 (ตำบลทุ่ง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี)	SUTH0121030.1	-		เซอร์คาเรีย	การศึกษาค้างนี้
<i>Echinoparyphium recurvatum</i>					
Frongoch Lake, Wales	-	AY168931.1		เซอร์คาเรีย	Kostadinova et al. (2003)
Privolzhskaya Lesostep Nature Reserve, Russia	-	OP693486.1		เซอร์คาเรีย	Svinin et al. (2023)
เชียรใหญ่ (หมู่บ้านเชียรใหญ่ ตำบลเชียรใหญ่ อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช)	SUTH0121020.1	-		เซอร์คาเรีย	การศึกษาค้างนี้
ทุ่ง 2 (ตำบลทุ่ง อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี)	SUTH0122031.1	-		เซอร์คาเรีย	การศึกษาค้างนี้
<i>Echinostoma spiniferum</i>					
Northern Indiana, USA	-	AF067850.1		ตัวเต็มวัย	Sorensen et al. (1998)
Grigorevo, Bulgaria	-	AY168930.1		-	Kostadinova et al. (2003)
Northern Indiana, USA	-	GQ463128.1		-	
	-	GQ463129.1		-	Detwiler et al. (2010)
	-	GQ463130.1		-	
<i>Echinostoma revolutum</i>					
The Star-Lake Ecological Park in Zhaoqing city, Guangdong Province, China	-	MN874065.1		-	Ran et al. (2020)
หาดพันไกร 1 (ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร)	SUTH0122032.2	-		เซอร์คาเรีย	
บางลึก (ตำบลบางลึก อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร)	SUTH0122034.2	-		เซอร์คาเรีย	การศึกษาค้างนี้
<i>Loxogenoides bicolor</i>					

แม่น้ำแม่กลอง อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ประเทศไทย	-	MH991970.1	เซอรัคคาเรีย	
น้ำตกตาดเตี๊ยน (แม่น้ำเจ้าพระยา) อำเภอ ศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ประเทศไทย	-	MH991971.1	เซอรัคคาเรีย	Veeravechsukij et al. (2018a)
ถ้าปลา (แม่น้ำสาละวิน) อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ประเทศไทย	-	MH991985.1	เซอรัคคาเรีย	
Inlay Lake, Myanmar	-	MW935256.1	-	Bawm et al. (2022)
บ่อลือ 2 (หมู่บ้านบ่อลือ ตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช)	SUTH0122015.1 SUTH0122015.2	- -	เซอรัคคาเรีย เซอรัคคาเรีย	การศึกษาคั้งนี้
อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประเทศไทย	ON417735.1 ON417736.1	- -	เซอรัคคาเรีย เซอรัคคาเรีย	Krailas et al. (2022)
ทุ่ง 1 (อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี)	SUTH0121030.2	-	เซอรัคคาเรีย	การศึกษาคั้งนี้
สะพานแม่แกม อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ประเทศไทย	- -	ON417733.1 ON417734.1	เซอรัคคาเรีย เซอรัคคาเรีย	Krailas et al. (2022)

Schistosoma spindale

Schistosoma indicum

ชนิดพยาธิ	แหล่งที่มา	หมายเลข	ผู้เก็บ	การตีพิมพ์	
<i>Stellantchasmus falcatus</i>	หาดพันไกร 1 (ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร)	SUTH0122032.5	-	เซอร์ดาเรีย เซอร์ดาเรีย	การศึกษาคั้งนี้
		SUTH0122032.6	-	เซอร์ดาเรีย	
		-	HM004170.1	เซอร์ดาเรีย	
<i>Angiostrongylus cantonensis</i>	Nam Dinh, Vietnam	-	HM004171.1	ตัวเต็มวัย	Thaenkham et al. (2010)
		-	HM004172.1	ตัวเต็มวัย	
		-	MT135083.1	-	Chan et al. (2020)



บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

การศึกษาโรคพยาธิหอยคันและหอยฝาดเดียวที่เป็นโฮสต์บริเวณภาคใต้ของประเทศไทยในครั้งนี้ ได้ผลการศึกษาบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ได้แสดงไว้ทั้งในการสำรวจพบหอยที่มีความสามารถเป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิใบไม้ที่นำโรคพยาธิหอยคัน สามารถตรวจสอบชนิดพันธุ์ของพยาธิใบไม้โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเทคนิคทางชีวโมเลกุลยืนยันการพบพยาธิ ข้อมูลที่ได้แสดงในผลการศึกษา มีความครบถ้วนทั้งชนิดพันธุ์ของหอย อัตราการติดเชื้อ รวมถึงพื้นที่ในการแพร่กระจายพันธุ์ทั้งของหอยน้ำจืดและปรสิต นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้แสดงข้อมูล สภาพแวดล้อมของจุดสำรวจที่พบหอย แม้ว่าจะมุ่งเน้นไปยังปรสิตที่เป็นสาเหตุของโรคพยาธิหอยคันแต่ผลการศึกษาที่แสดงทั้งหมดสามารถนำมาเป็นข้อมูลที่สำคัญในด้านปรสิตวิทยา และสังขวิทยาทางการแพทย์ รวมถึงชีวภูมิศาสตร์การแพร่กระจายพันธุ์ของหอยฝาดเดียว และพยาธิใบไม้ที่พบเป็นปรสิตทั้งของมนุษย์และสัตว์ในประเทศไทยด้วย สำหรับความสำคัญเกี่ยวกับโรคพยาธิหอยคันนั้น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ นับเป็นดัชนีบ่งชี้ความเสี่ยงในการเกิดโรคพยาธิหอยคัน บริเวณพื้นที่ศึกษาซึ่งดำเนินการเพิ่มเติมจากพื้นที่ที่มีรายงานการระบาดของโรคพยาธิหอยคันบริเวณอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (Krailas et al., 2022) การเก็บตัวอย่างหอยเพื่อตรวจสอบชนิดพันธุ์และการตรวจหาพยาธิใบไม้จากหอยในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่เกษตรกรรมโดยตรวจหาหอยที่อยู่ในทุ่งนา ซึ่งถือเป็นพื้นที่เสี่ยงของประชาชน

การศึกษาในครั้งนี้ทำการออกภาคสนามเพื่อเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ทั้งหมด 29 จุดสำรวจ จาก 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา เนื่องจากในบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยนั้น ฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม โดยเฉพาะช่วงเดือนตุลาคมจะเป็นช่วงเวลาที่มึ่น้ำในนาข้าวทำให้สามารถเก็บตัวอย่างหอยได้ สภาพแวดล้อมและการสำรวจหอยในครั้งนี้ จึงมีข้อจำกัดในเรื่องของภูมิประเทศ และภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษาเป็นตัวกำหนดการทำงาน เมื่อนำข้อมูลด้านภูมิประเทศมาใช้ในการวางแผนงานจึงไม่มีความแตกต่างจากความคิดเห็นเกี่ยวกับการศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพอื่นๆ ซึ่งพบว่าความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในภูมิประเทศที่แตกต่างกันสามารถพบชนิดพันธุ์และการแพร่กระจายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน ความหลากหลายชนิดพันธุ์ของหอยก็เป็นเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตประเภทอื่นๆ ความสามารถในการแพร่พันธุ์จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สภาพอากาศและอุณหภูมิ (Bhuyain et al., 2020) ลักษณะพื้นดิน หิน และน้ำ รวมถึงแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งอาจเป็นธาตุอาหาร หรือมลพิษในพื้นที่นั้นๆ (วิสุทธิ์ ใบไม้, 2538)

สภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดสำรวจ

สภาพแวดล้อมของพื้นที่สำรวจในการศึกษาครั้งนี้เป็นพื้นที่ทางการเกษตร มีลักษณะเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง ได้แก่ พุงนา สวนปาล์ม และสวนยาง เป็นต้น แหล่งน้ำที่เป็นจุดสำรวจมีทั้งที่เป็นหนองน้ำ ร่องน้ำขัง ทะเลสาบ คลองระบายน้ำ และนาบัว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแหล่งน้ำขังภายในพุงนา ทำให้มีลักษณะเป็นน้ำนิ่ง มีสีค่อนข้างขุ่นและในบางจุดสำรวจส่งกลิ่นเหม็น นอกจากนี้เมื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมโดยรอบพบว่าในพื้นที่จุดสำรวจเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น นก ปู ปลา โคน และแมลงน้ำชนิดต่างๆ เป็นต้น แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายทางชีวภาพ สภาพแวดล้อมเช่นนี้เอื้อต่อการเป็นแหล่งแพร่ระบาดของโรคพยาธิใบไม้ในมนุษย์และสัตว์ได้

การศึกษาลักษณะกายภาพของแหล่งน้ำบริเวณจุดสำรวจในครั้งนี้พบว่าความลึกของแหล่งน้ำในแต่ละจุดสำรวจมีความแตกต่างกันออกไป โดยพบว่าสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันมาก การมีอยู่ของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ก็มีชนิดพันธุ์ที่แตกต่างเช่นกัน ในที่นี้กล่าวรวมไปถึงหอยฝาเดียวจากการสำรวจพบว่าโดยทั่วไปพื้นที่ที่เป็นพุงนาจะมีความลึกของแหล่งน้ำประมาณ 5-25 เซนติเมตร หอยที่เก็บตัวอย่างมาได้ในพื้นที่มักจะเป็นหอยขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ซึ่งจะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำหรือฝังตัวอยู่ในดินโคลน เช่น *Indoplanorbis exustus*, *Gyraulus* sp. และ *Bithynia* spp. เป็นต้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับจุดสำรวจที่มีความลึกของระดับน้ำเช่น จุดสำรวจที่ 5 และ 6 ที่เป็นบริเวณทะเลสาบ (ค่าความลึกของระดับน้ำเฉลี่ย 1 เมตร) จะพบหอยที่มีขนาดใหญ่และมีลักษณะการอยู่อาศัยแบบเกาะอยู่ตามพืชน้ำ

อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญและมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ อุณหภูมิเหล่านี้เป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต และเป็นดัชนีที่บ่งถึงความสามารถในการทนต่อสภาพอุณหภูมิสูงหรือต่ำภายในแหล่งน้ำ (ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ และคณะ, 2536) โดยทั่วไปอุณหภูมิของแหล่งน้ำมักจะมีค่าแปรผันไปตามความลึก ช่วงเวลา ภูมิอากาศ ฤดูกาล ภูมิประเทศ ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิภายในแหล่งน้ำแต่ละจุดสำรวจมีอุณหภูมิเหนือผิวน้ำอยู่ในช่วง 25-38 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิใต้น้ำอยู่ในช่วง 26-36 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิเหนือน้ำและใต้น้ำมีความแตกต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากน้ำเป็นตัวกลางที่สามารถเก็บรักษาอุณหภูมิได้ดีทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ช้า (กรมประมง, 2564) สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำส่วนใหญ่เป็นกลุ่มสัตว์เลือดเย็นที่ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายให้คงที่ได้เหมือนกับสัตว์เลือดอุ่นและจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่มีอัตราการสืบพันธุ์ของหอยสูงที่สุด อีกทั้งในบางสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิอุ่นกว่าอาจจะเอื้อต่อการเจริญเติบโตและส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (Nandy & Aditya, 2022) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว (Temperature shock) สามารถทำให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อสัตว์น้ำ

และอาจส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารในระดับอื่นๆ ยกตัวอย่าง ห่วงโซ่อาหารขั้นต้น จำพวกพืชน้ำสีเขียว แพลงก์ตอนพืชและสาหร่าย อาจได้รับผลกระทบต่อการบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของผู้ผลิต นอกจากนี้หากอุณหภูมิของน้ำมีค่าสูงเกิน 35 องศาเซลเซียส อาจส่งผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ของหอยที่ไม่สามารถผลิตไข่ออกมาได้ (Seuffert & Martin, 2017)

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ เป็นปริมาณที่สำคัญที่สะท้อนถึงสภาพทางเคมีของสารละลาย โดยวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนซึ่งเป็นการวัดความเป็นกรด-ด่างหรือเบสของน้ำ ซึ่งระดับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 14 โดยส่วนใหญ่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจะสามารถดำรงชีพอยู่ได้ในสภาวะเป็นกลางที่มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.0-9.0 จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 7.3 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการอยู่รอดและเจริญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ เนื่องจากถ้าค่า pH ต่ำกว่า 7 แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีค่าเป็นกรดทำให้ความสามารถในการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ช้าลงหรือทำให้สัตว์น้ำตายได้ และถ้าหากมีค่าสูงเกินกว่า 7 ขึ้นไปแสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีค่าเป็นด่างซึ่งไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและเป็นพิษแก่สัตว์น้ำ (กรมประมง, 2564)

ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในทางชีววิทยาออกซิเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการหายใจของสิ่งมีชีวิตทั้งบนบกและใต้น้ำ และเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับเป็นดัชนีชี้วัดว่าแหล่งน้ำนั้นมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตหรือไม่ เนื่องจากก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของทั้งพืชและสัตว์ โดยทั่วไปค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำควรมีค่าความเข้มข้นมากกว่า 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจึงจะมีชีวิตอยู่และเจริญเติบโตได้อย่างไรก็ตามปริมาณออกซิเจนที่สัตว์ต้องการนั้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาดของสัตว์หรือความซับซ้อนและสถานที่อยู่อาศัย โดยหอยที่มีรูปแบบการอยู่อาศัยอยู่ในธรรมชาติแบบฝังตัวอยู่ในโคลน พบว่าจะมีความต้องการออกซิเจนต่ำโดยต้องการความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายน้ำอย่างน้อยเพียง 1 มิลลิกรัม/ลิตร จากการสำรวจพบว่าค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 2.37-12.83 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอยู่ในค่ามาตรฐานที่กรมประมงกำหนดไว้สำหรับการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ สอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบความหลากหลายทางชีวภาพในหอยตัวอย่างทั้งหมด 15 สกุล 21 ชนิดพันธุ์ (กรมควบคุมมลพิษ & กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563; Tchakonte et al., 2023)

ค่าความขุ่นของน้ำ สามารถวัดได้จากความเข้มข้นของแสงที่ลดลงโดยความขุ่นเหล่านี้ปรากฏอยู่ในลักษณะสารแขวนลอยต่างๆ ปะปนอยู่ในน้ำ อาทิ ดิน ตะกอน แพลงก์ตอน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก กรมประมงได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของความขุ่นในน้ำที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในช่วง 25-100 NTU (กรมประมง, 2564) จากพื้นที่สำรวจทั้งหมด 29 จุดสำรวจ พบว่าแต่ละจุดสำรวจมีค่าความขุ่นของน้ำที่แตกต่างกันสูงมาก โดยมีค่าอยู่

ระหว่าง 2.08-1,000 NTU แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายและจำนวนประชากรของหอยตัวอย่าง โดยค่าดังกล่าวนี้อาจมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องส่งผลทำให้แต่ละพื้นที่มีค่าที่ต่างกันอย่างมาก เช่น สภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ อุณหภูมิ ช่วงเวลาและฤดูกาลในการสำรวจ เป็นต้น จะเห็นได้ว่า ค่าความขุ่นในน้ำที่มีมากเกินไปมาตรฐานอาจมีสาเหตุมาจากสภาพอากาศเนื่องจากในขณะที่ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างมีฝนตกลงมาซึ่งอาจจะมีการชะล้างตะกอนดินลงสู่แหล่งน้ำจึงทำให้ปริมาณน้ำและค่าความขุ่นสูงขึ้น น้ำที่มีความขุ่นมากส่งผลกระทบต่อแสงสว่างที่ส่องลงไปใต้ผิวน้ำไม่สามารถส่องไปได้ทั่วถึงทำให้แสงสว่างในแหล่งน้ำไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้อาจจะเป็นการขัดขวางหรือลดปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำที่เป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำชนิดพันธุ์ต่างๆ ในธรรมชาติ มีปริมาณที่ลดลง (Camargo & Alonso, 2017) และอาจส่งผลต่อค่าออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำเนื่องจากน้ำที่ขุ่นสามารถรับออกซิเจนได้น้อยกว่าน้ำที่ใส อีกทั้งตะกอนของสารแขวนลอยเหล่านี้ อาจเข้าไปอุดช่องเหงือกของสัตว์น้ำต่างๆ ซึ่งอาจเป็นอันตรายถึงชีวิต

ปริมาณค่าการเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าในน้ำเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าหรือความสามารถในการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากไอออนที่มีประจุบวกและลบของน้ำหรือสารละลายอื่นๆ ซึ่งไอออนอิสระเหล่านี้สามารถนำไฟฟ้าได้ (สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, 2562) โดยค่าการเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าในน้ำมีอิทธิพลต่อการเจริญพันธุ์ของหอยในแหล่งน้ำ อีกทั้งช่วยในการคาดคะเนผลของประจุไฟฟ้าต่างๆ ที่อาจจะมีผลต่อสมดุลทางเคมีและทางกายภาพต่อพืชและสัตว์ ค่ามาตรฐานการเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าในน้ำจืดจะอยู่ระหว่าง 0-1.5 mS/cm และน้ำเค็มหรือน้ำทะเลทั่วไปมีค่าประมาณ 5 mS/cm การศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่าการเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าในน้ำอยู่ในช่วง 0.2-1.8 mS/cm ดังนั้นจึงถือว่าแหล่งน้ำบริเวณจุดสำรวจนั้นมีค่าการเหนียวน้ำกระแสไฟฟ้าของน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของหอยฝาดเดียว (Herbst et al., 2008)

ปริมาณความเค็มของน้ำหรือปริมาณของเกลือที่ละลายในน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดลักษณะทางเคมีของน้ำในธรรมชาติและกระบวนการทางชีววิทยา อีกทั้งควบคุมลักษณะทางกายภาพ ตัวอย่างเช่น ความหนาแน่นและความสามารถในการจุความร้อนของน้ำ และมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ สำหรับสัตว์น้ำบางชนิด อาทิ สัตว์น้ำกร่อยที่อาศัยบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มมาก จะสามารถปรับตัวไปอย่างช้าๆ ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่มีสภาพความเค็มที่เปลี่ยนแปลงได้ อีกทั้งสัตว์น้ำจืดสามารถทนอยู่ในสภาวะน้ำที่มีความเค็มได้มากถึง 7 ppt โดยค่าความเค็มนั้นแตกต่างกันออกไปตามสถานที่ต่างๆ ซึ่งมีสภาพทางภูมิศาสตร์และประเภทของดิน ในบริเวณที่มีฝนตกชุกและมีน้ำไหลออกอยู่ตลอดจะมีความเค็มต่ำประมาณ 0.1-25 ppt และในพื้นที่ที่ดินมีความเค็ม เมื่อมีความแห้งแล้งจะมีการระเหยของน้ำสูงอาจส่งผลให้มีปริมาณความเค็มของน้ำสูงเช่นเดียวกัน โดยปกติน้ำทะเลจะมีความเค็มประมาณ 35 ppt และน้ำกร่อยมีความเค็มประมาณ 10-15 ppt แต่ในกรณีที่แหล่งน้ำมีค่าความเค็มมากกว่า 45 ppt ขึ้นไปจะพบในนาเกลือ

ซึ่งอาจไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำจืดบางชนิด จากการวิเคราะห์ปริมาณความเค็มของน้ำในแต่ละจุดสำรวจพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.0-1.8 ppt ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่สัตว์น้ำจืดสามารถทนทานและอยู่อาศัยภายในแหล่งน้ำนั้นๆ ได้ (กรมประมง, 2564; Tchakonte et al., 2023)

สภาพแวดล้อมจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในการกำหนดการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบริเวณแหล่งน้ำนั้นๆ อีกทั้งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพของสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน ถ้าหากสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้นด้วย และเกี่ยวเนื่องกันไปทั้งระบบ จากการสำรวจสภาพแวดล้อมและศึกษาลักษณะทางกายภาพของน้ำทั้ง 29 จุดสำรวจ สามารถนำมาวิเคราะห์และพิจารณาถึงคุณภาพและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต รวมไปถึงสิ่งปลูกสร้างภายในระบบนิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยทั้งหมดนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ซึ่งส่งผลต่อการปรับตัวเพื่ออยู่อาศัยของเหล่าสิ่งมีชีวิตให้เข้ากับสภาพแวดล้อม รวมทั้งรูปแบบการอยู่อาศัยของหอยชนิดพันธุ์ต่างๆ หอยฝาเดียวบางชนิดสามารถปรับตัวและแพร่กระจายได้ดีในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย โดยส่วนใหญ่มักพบการแพร่กระจายของหอยฝาเดียวในลักษณะถิ่นที่อยู่อาศัยแบบพื้นที่ชุ่มน้ำ (Rolen et al., 2010) ในที่นี้สามารถสรุปได้ว่าความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่สามารถเจริญพัฒนาได้นั้นจำเป็นต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ชนิดพันธุ์ของหอยและการติดเชื้อปรสิต

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ สามารถเก็บตัวอย่างหอยได้จำนวนทั้งหมด 3,342 ตัว จำแนกได้ 21 ชนิดพันธุ์ และตรวจสอบการติดเชื้อพยาธิใบไม้จากตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรีย โดยสามารถนำมาใช้จำแนกชนิดของพยาธิใบไม้ที่แพร่กระจายในบริเวณพื้นที่ศึกษาได้ เนื่องจากลักษณะของตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียมีความจำเพาะทำให้จำแนกรูปแบบของเซอร์คาเรีย และนำไปสู่การบ่งชี้ถึงวงศ์และวงศ์ย่อยของพยาธิได้ นอกจากนี้อวัยวะภายในของเซอร์คาเรียยังมีลักษณะจำเพาะต่างๆ ที่นำมาจำแนกชนิดพันธุ์ของพยาธิใบไม้ได้ (Schell, 1970) จากการสำรวจและเก็บรวบรวมหอยตัวอย่างระบุได้ว่าหอยฝาเดียวที่พบในแต่ละวงศ์นั้นสามารถพบได้ทั่วทุกภูมิภาคในประเทศไทย อาทิ หอยวงศ์ไววิพาริดี (Family Viviparidae) วงศ์ไทอาริดี (Family Thiaridae) วงศ์บิทีนิตี (Family Bithyniidae) วงศ์ลิมเนียอิดี (Family Lymnaeidae) และวงศ์พลานอร์บิตี (Family Planorbidae) เมื่อทำการตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตในหอยตัวอย่างพบว่ามี การติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียในหอยจำนวน 82 ตัว ได้แก่ หอยวงศ์ลิมเนียอิดี ติดเชื้อจากหอย *Radix rubiginosa*, วงศ์พลานอร์บิตี ติดเชื้อจากหอย *Gyraulus convexiusculus* และ *Indoplanorbis*

exustus และวงศ์บิทีนิตี ติดเชื้อจากหอย *Bithynia siamensis*, *goniomphalos* และ *B. s. siamensis* โดยจำแนกชนิดพันธุ์ของตัวอ่อนพยาธิไปไม่ได้ทั้งหมด 7 รูปแบบ (types)

หอยวงศ์ไววิพาริตีเป็นหอยที่มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางสามารถพบได้ทั่วไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อาทิ ประเทศไทย ลาว กัมพูชา เมียนมาร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย เวียดนาม และตอนใต้ของจีน เป็นต้น จากรายงานการศึกษาในประเทศไทยระบุว่าหอยเหล่านี้สามารถพบได้ทั่วทุกภูมิภาค (Brandt, 1974; Upatham et al., 1983) ซึ่งการสำรวจในครั้งนี้จำแนกหอยที่พบในวงศ์ไววิพาริตีได้ทั้งหมด 6 สกุล 9 ชนิดพันธุ์ ดังนี้ *Eyriesia eyriesi*, *Filopaludina doliaris*, *F. martensi martensi*, *F. sumatrensis polygramma*, *Idiopoma ingallsiana*, *I. umbilicata*, *Pila ampullacea*, *Pomacea canaliculata* และ *Trochotaia trochoides* โดยหอยกลุ่มนี้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่หลากหลายและสามารถปรับตัวให้เข้ากับแหล่งที่อยู่อาศัยได้หลายรูปแบบ อาทิ ทะเลสาบ สระน้ำ ลำคลอง ร่องน้ำขัง หรือแม้กระทั่งแม่น้ำและลำธารบนภูเขา ที่มีกระแสน้ำไหลแรง ทำให้ชาวบ้านในแต่ละท้องถิ่นนิยมนำมาประกอบอาหาร นอกจากนั้นแล้วหอยกลุ่มนี้ยังมีความสามารถในการทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับปรสิตชนิดต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ได้ (Chantima & Rika, 2020)

หอยวงศ์ไทอาริตีที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ หอย *Melanoides tuberculata* และ *Tarebia granifera* เป็นหอยที่มีรายงานว่าสามารถพบได้ทุกภูมิภาคของประเทศไทยเช่นเดียวกับหอยวงศ์ก่อนหน้านี้นี้ และสามารถพบได้อีกหลายพื้นที่ในโลก เช่น หอย *M. tuberculata* สามารถพบได้บริเวณประเทศออสเตรเลีย ทวีปยุโรป แอฟริกา เอเชีย และตอนใต้ของหมู่เกาะแปซิฟิก ในส่วนของหอย *T. granifera* สามารถพบได้บริเวณตอนใต้ของหมู่เกาะแปซิฟิกเช่นเดียวกันและในประเทศอินเดีย จีน ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย เป็นต้น สาเหตุที่หอยฝาดียววงศ์ไทอาริตีได้รับความสนใจและมีการศึกษาเป็นจำนวนมากเนื่องจากการแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว (Jihad & Makawi, 2022) โดยสามารถพบได้ตามแหล่งน้ำทั่วไปทั้งที่มีลักษณะน้ำนิ่งและน้ำไหล อีกทั้งยังสามารถอยู่อาศัยได้ทั้งน้ำขุ่นและน้ำใสโดยมากมักจะอาศัยอยู่บริเวณพื้นดินหรือฝังตัวอยู่ในดิน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ระบุเกี่ยวกับบริเวณจุดสำรวจที่พบหอย *M. tuberculata* และ *T. granifera* ว่าเป็นหอยน้ำและมีแหล่งน้ำลักษณะเป็นร่องน้ำขัง อีกทั้งหอยทั้งสองชนิดพันธุ์นี้ยังสามารถทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางลำดับแรกให้กับพยาธิใบไม้ได้หลากหลายชนิด ได้แก่ พยาธิใบไม้ปอด พยาธิใบไม้ลำไส้ และพยาธิใบไม้เลือด (สุชาติ อุปลัมภ์ และคณะ, 2538; ดวงเดือน ไกรลาศ, 2561; Brandt, 1974; Pointier & Jourdane, 2000; Dechruksa et al., 2007; Ukong et al., 2007; Krailas et al., 2014; Veeravechskij et al., 2018b; Boonmekam et al., 2019)

หอยฝาดียวกลุ่มพัลโมนเทโดยทั่วไปเป็นหอยที่ไม่มีฝาปิดปากเปลือก แพร่กระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางทั่วโลก และมีแหล่งที่อยู่อาศัยหลากหลายอยู่ได้ทั้งในสภาวะน้ำจืดและน้ำกร่อย

จากการศึกษานี้พบหอย 5 สกุล 7 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *Amerianna carinata*, *Gyraulus bakeri*, *G. convexiusculus*, *G. hubendicki*, *Indoplanorbis exustus*, *Physella acuta* และ *Radix rubiginosa* ซึ่งเป็นบริเวณใกล้เคียงกับรายงานของ Krailas et al. (2022) ที่พบการระบาดของโรคพยาธิหอยคันที่ติดเชื้อจากตัวอ่อนพยาธิใบไม้เลือดระยะเซอร์คาเรีย โดยมีหอยกลุ่มพลโมเนททำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลาง อีกทั้งยังมีรายงานว่าสามารถทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับปรสิตได้อีกหลายชนิด อาทิ พยาธิใบไม้ตับ และพยาธิใบไม้ลำไส้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสัตว์หอยกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญทางการแพทย์และสัตว์แพทย์เป็นอย่างมาก (Ewers, 1964; Monzon et al., 1993)

ผลการตรวจหาการติดเชื้อปรสิตในหอยที่สุ่มเก็บได้จากหอยจำนวน 82 ตัว สามารถนำมาวิเคราะห์ผลระหว่างชนิดพันธุ์ของหอยและปรสิต โดยพบว่าหอย *Radix rubiginosa* ติดเชื้อปรสิตจำนวน 7 ตัว จาก 4 จุดสำรวจ ติดเชื้อพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) Echinostome cercariae, (2) Furcocercous cercariae/Brevifurcate-apharyngeate cercariae และ (3) Longifurcate-pharyngeate cercariae (Strigea cercaria) โดย (1) Echinostome cercariae มีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากเป็นสาเหตุของโรคพยาธิใบไม้ลำไส้ของสัตว์ที่มีการระบาดในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผลการศึกษาพบว่าติดเชื้อมีพยาธิใบไม้ชนิด *E. recurvatum*, *E. spiniferum* และ *E. revolutum* พยาธิทั้ง 3 ชนิดพันธุ์พบตัวแก่ในลำไส้ของสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม อีกทั้งมีความหลากหลายของโฮสต์กึ่งกลาง สอดคล้องกับการศึกษาของ Anucherngchai et al. (2016) ที่รายงานการติดเชื้อมีพยาธิใบไม้บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยา และ Sri-aroon et al. (2005) รายงานการติดเชื้อมีพยาธิใบไม้บริเวณจังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าพยาธิใบไม้รูปแบบนี้มีการติดเชื้อในหอยฝาเดียวกลุ่มพลโมเนทชนิด *I. exustus* และ *R. auricularia* จัดอยู่ในวงศ์พลาโนโรบิตีและลิมเนียอิดี ตามลำดับ หอยทั้งสองวงศ์นี้มีความสามารถในการติดเชื้อมีพยาธิใบไม้ชนิด *E. recurvatum* ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคได้ในสัตว์ปีกและมนุษย์ ดังรายงานการติดเชื้อมีพยาธิใบไม้ *E. recurvatum* ในประเทศไต้หวัน อินโดนีเซีย เกาหลี และอียิปต์ (Sohn, 1998; Chai et al., 2009; Huffman & Fried, 2012) แต่ยังไม่เคยมีรายงานการติดเชื้อในประเทศไทยจนถึงปัจจุบัน การศึกษาในครั้งนี้ นับว่าเป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่พบว่าหอย *R. rubiginosa* มีการติดเชื้อมีพยาธิใบไม้ *E. recurvatum* และ *E. spiniferum* การติดเชื้อมีพยาธิใบไม้รูปแบบ (2) Furcocercous cercariae/Brevifurcate-apharyngeate cercariae ได้แก่ *Schistosoma spindale* ติดเชื้อในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยจัดอยู่ในกลุ่มพยาธิใบไม้เลือดที่พบตัวแก่อาศัยอยู่บริเวณหลอดเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีการแพร่กระจายพันธุ์เกือบทั่วทั้งทวีปเอเชีย (Hamed, 2010) ซึ่งเป็นปรสิตที่มีความจำเพาะกับกลุ่มสัตว์เคี้ยวเอื้องและก่อให้เกิดการระบาดของโรคพยาธิหอยคันในจังหวัดสุราษฎร์ธานี บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย (Kullavanijaya &

Wongwaisayawan, 1993) และการติดเชื้อปรสิตรูปแบบ (3) Longifurcate-pharyngeate cercariae (*Strigea cercaria*) ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียรูปแบบนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอ่อนพยาธิใบไม้ *Furcocercous cercariae* ที่ได้กล่าวไปข้างต้น เนื่องจากมีลักษณะของหางแยกออกเป็นสองแฉกเหมือนกัน จากลักษณะรูปร่างและอวัยวะภายในของตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียได้จำแนกชนิดพันธุ์พยาธิใบไม้ที่ชนิดนี้เป็น *Diplostomum baeri eucaliae* รายงานการพบในสภาพแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำจืด มีวงจรชีวิตที่ซับซ้อนเนื่องจากมีโฮสต์กึ่งกลางหลายลำดับ ผลการศึกษาในครั้งนี้หอย *R. rubiginosa* ก็ทำหน้าที่ในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่หนึ่ง มีรายงานการศึกษาจำนวนมากเกี่ยวกับอนุกรมวิธานของพยาธิใบไม้สกุล *Diplostomum* โดยมีการระบุว่าค้นพบครั้งแรกในทวีปยุโรป แอฟริกา และอเมริกา (Palmieri et al. 1976) แต่หลังจากนั้นต่อมาเพียงไม่กี่ทศวรรษพบรายงานการแพร่ระบาดในหลายพื้นที่ โดยพบว่าตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเมตาเซอร์คาเรียจะก่อให้เกิดโรคในปลาที่เรียกว่า Diplostomatosis และก่อให้เกิดความเสียหายต่อดวงตาของสัตว์เหล่านั้น

หอย *Indoplanorbis exustus* พบการติดเชื้อปรสิตจำนวน 2 ตัว จาก 2 จุดสำรวจ หอย *I. exustus* มีรายงานกระจายพันธุ์อย่างแพร่หลายในประเทศ ติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) *Furcocercous cercariae*/*Brevifurcate-apharyngeate cercariae* และ (2) *Furcocercous cercariae*/*Brevifurcate-pharyngeate-clinostomatoid-cercariae* โดยรูปแบบที่ 1 ติดเชื้อพยาธิชนิด *Schistosoma indicum* ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเคยมีรายงานพบการแพร่ระบาดของพยาธิและก่อให้เกิดการระบาดของโรคพยาธิหอยคันในจังหวัดสงขลา (Krailas et al., 2022) และรูปแบบที่ 2 พบตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิด *Clinostomum giganticum* พยาธิชนิดนี้เป็นปรสิตที่พบพยาธิตัวแก่ได้บริเวณช่องปาก คอหอย และหลอดอาหารของนกกินปลา วงจรชีวิตของปรสิตเหล่านี้จำเป็นต้องใช้โฮสต์กึ่งกลางสองชนิด ได้แก่หอยเป็นโฮสต์กึ่งกลางตัวที่หนึ่ง และปลาหรือกบ เป็นโฮสต์กึ่งกลางตัวที่สอง (Osborn 1911, 1912; Kanev et al. 2002; McAllister et al. 2010; Calhoun et al. 2019) มีรายงานว่าหอยฝาเดียวกลุ่มฟิลโลเมเนทวงศ์พลานอร์บิดีและลิมเนียอิดี เป็นโฮสต์กึ่งกลางตัวที่หนึ่ง ความสำคัญของพยาธิสกุล *Clinostomum* นี้คือสามารถก่อโรคจุดเหลือง (yellow-spot disease/yellow grubs) ในปลาน้ำจืดซึ่งเป็นโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่สองของปรสิต โดยตัวอ่อนของพยาธิระยะเมตาเซอร์คาเรียจะฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อของปลาทำให้เกิดอาการบวมที่บริเวณผิวหนังของปลา ในทางเศรษฐกิจทำให้เกิดความเสียหายกับการเพาะเลี้ยงปลา และสามารถเป็นปัญหาในด้านการสาธารณสุขโดยการติดต่อสู่มนุษย์ได้เช่นกัน จากการรับประทานเนื้อปลาดิบหรือปลาที่ปรุงไม่สุก (Hunter and Hunter 1934, 1935; Esch et al., 2001; Krailas et al., 2022)

หอย *Gyraulus convexiusculus* พบการติดเชื้อปรสิตจำนวน 2 ตัว จาก 2 จุดสำรวจ หอยชนิดนี้สามารถพบได้ทั่วไปบริเวณสระน้ำ ทะเลสาบ ลำคลอง และนาข้าวในทวีปเอเชีย (Van Damme, 2014) มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับตัวอ่อนพยาธิใบไม้ ระยะเวลาเซอร์คาเรียหลายชนิดพันธุ์ เช่น พยาธิใบไม้ลำไส้ *Fasciolopsis buski* (Djajasmita, 1989) รวมถึง *Artyfechinostomum malayanum* (Leiper, 1911) Mendheim, 1943 (syn. *Echinostoma malayanum* Leiper, 1911; *Euparyphium malayanum* Odhner, 1913) พบครั้งแรกในประเทศมาเลเซียที่มีการติดเชื้อในมนุษย์ ต่อมา มีการแพร่กระจายพันธุ์และมีรายงานการพบในประเทศอื่นๆ มากขึ้น อาทิ ประเทศไทย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย อินเดีย และฟิลิปปินส์ (Premvati & Pande, 1974; Maji et al., 1993; Belizario et al., 2007; Chai et al., 2009) จากการตรวจสอบการติดเชื้อและจำแนกชนิดพันธุ์ปรสิตในหอยฝาเดียวครั้งนี้พบว่ามีการติดเชื้อปรสิตในหอย *G. convexiusculus* มากกว่าหนึ่งชนิดพันธุ์ ได้แก่ พยาธิใบไม้ *E. recurvatum* และพยาธิใบไม้รูปแบบ *Ophthalmoxiphidiocercaria*

หอยวงศ์บิพินิตีเป็นหอยฝาเดียวขนาดกลางที่มีรายงานการเป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิใบไม้ชนิด *Opisthorchis viverrini* ในประเทศไทย และภูมิภาคแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ก่อให้เกิดโรค Opisthorchiasis (Kiatsopit et al., 2011; Petney et al., 2012) และยังสามารถทำหน้าที่ในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับตัวอ่อนพยาธิใบไม้ชนิดอื่นๆ ได้อีกด้วย เช่น พยาธิใบไม้มีลักษณะในรูปแบบ *Gymncephalous cercaria*, *Monostome cercaria*, *Parapleurolophocercous cercaria* (*Haplorchis* sp.), *Strigea cercaria*, *Xiphidiocercaria* และ *Virgulate cercaria* (Chontanarith & Wongsawad, 2013) สำหรับในบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยมีรายงานพบว่าหอย *B. s. siamensis* เป็นโฮสต์กึ่งกลางของพยาธิชนิด *Gastrothylax crumenifer*, *Astiotrema monticellii* และ *Loxogenes liberum* (Krailas et al., 2022) อีกทั้งมีรูปแบบการแพร่กระจายพันธุ์ในวงกว้างสามารถพบได้ทั่วไปทั้งในทวีปเอเชีย รวมทั้งประเทศกัมพูชา จีน ลาว และไทย (Miyamoto et al., 2014; Serbina, 2014) ในประเทศไทยหอย *B. siamensis* สามารถพบได้ทั่วทุกภูมิภาคภายในประเทศ (Brandt, 1974; Kulsantiwong et al., 2013, 2015) และเป็นชนิดพันธุ์ที่มีจำนวนมากที่สุดจากการสุ่มเก็บตัวอย่างในครั้งนี้ คือ *Bithynia siamensis goniomphalos* พบการติดเชื้อปรสิตจำนวน 10 ตัว จาก 2 จุดสำรวจ และ *B. s. siamensis* พบการติดเชื้อปรสิตจำนวน 61 ตัว จาก 3 จุดสำรวจ มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับปรสิตทั้งหมด 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) *Echinostome cercariae*, (2) *Parapleurolophocercous cercaria* และ (3) *Xiphidiocercaria* พยาธิใบไม้รูปแบบ (1) *Echinostome cercariae* พบการติดเชื้อตัวอ่อนระยะเซอร์คาเรียชนิด *Echinochasmus pelecani* เป็นพยาธิใบไม้ลำไส้ที่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยในนก โดยมีหอย *B. s. siamensis* และ *B. s. goniomphalos* เป็นโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่หนึ่ง แสดงให้เห็นถึง

ความสามารถในการปรับตัวของพยาธิใบไม้รูปแบบ Echinostome cercariae ที่สามารถเข้าไปอยู่อาศัยในตัวโฮสต์ที่เป็นหอยฝาเดียวได้หลายชนิดพันธุ์ รูปแบบ (2) Parapleurolophocercous cercaria โดยทั่วไปตัวอ่อนพยาธิใบไม้รูปแบบนี้จะมีลักษณะเด่นที่บริเวณหาง โดยมีครีบบอกบริเวณด้านข้างและบริเวณด้านหน้ายาวไปจนถึงด้านหลังของหาง (Schell, 1970) ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียชนิด *Stellantchasmus falcatus* ที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้มีหอย *B. s. siamensis* เป็นโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่หนึ่ง และเป็นหนึ่งในพยาธิใบไม้ในลำไส้ที่ก่อให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคจากสัตว์สู่มนุษย์ โดยมีจะพบตัวอ่อนพยาธิบริเวณกล้ามเนื้อ ช่องท้อง และศีรษะของปลา อีกทั้งมีการแพร่ระบาดเป็นวงกว้างในเอเชียแปซิฟิก ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ ฮาวาย ปาเลสไตน์ ไทย เวียดนาม กัมพูชา และสาธารณรัฐเกาหลี (Takahashi, 1929; Kagei et al., 1964) และมีปลาหลายชนิด เช่น *Mugil cephalus*, *Liza haematocheila*, *Acanthogobius flavimanus*, *Dermogenus pusillus*, *Xenentodon cancilloides*, *Osphronemus gourami*, *Cyprinus carpio* และ *Ctenopharyngodon idella* ทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางลำดับที่สองซึ่งเป็นแหล่งที่มาของการติดเชื้อในมนุษย์ (Chai et al., 2016) และตัวอ่อนพยาธิรูปแบบ (3) Xiphidiocercaria โดยทั่วไปตัวอ่อนพยาธิระยะเซอร์คาเรียรูปแบบนี้จะมีลักษณะเด่น คือ มีสไตเล็ตอยู่บริเวณออร์สซัคเกอร์และบางชนิดอาจมีต่อมเวอกูลา พยาธิชนิดนี้เป็นพยาธิใบไม้ในลำไส้ของนกและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ (Schell, 1970) จากการศึกษาในครั้งนี้พบการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้รูปแบบ Xiphidiocercaria ทั้งหมด 3 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *Haematoloechus similis*, *Loxogenes liberum* และ *Loxogenoides bicolor* โดยมีหอย *B. s. siamensis* และ *B. s. goniomphalos* เป็นโฮสต์กึ่งกลาง โดยพยาธิใบไม้ *H. similis* มีรายงานพบพยาธิใบไม้ตัวแก่ในกบเช่นเดียวกับ *L. bicolor* (Yamaguti, 1975) และมีโฮสต์กึ่งกลางลำดับแรกเป็นหอยฝาเดียวชนิด *Melanoides tuberculata* และ *Thiara scabra* (Ukong et al., 2007; Krailas et al., 2014) สำหรับหอย *B. s. siamensis* พบการติดเชื้อพยาธิ *L. liberum* บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย จากอำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา (Krailas et al., 2022) เช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าพยาธิใบไม้รูปแบบ Xiphidiocercaria มีการแพร่กระจายพันธุ์ได้โดยทั่วทุกภูมิภาคในประเทศไทย อีกทั้งเมื่อวิเคราะห์ผลการศึกษาพร้อมกับรายงานของ Pitaksakulrat et al. (2022) ที่ศึกษาในจังหวัดสกลนครมีความสอดคล้องกัน โดยระบุว่าหอย *B. siamensis* มีความสามารถในการทำหน้าที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับตัวอ่อนพยาธิใบไม้ได้มากถึง 20 ชนิดพันธุ์

ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในสัตว์นอกจากจะเป็นการป้องกันการสูญเสียทางด้านผลผลิตทางปศุสัตว์และการประมงแล้ว ยังรวมไปถึงการป้องกันผลกระทบทางด้านสาธารณสุขของโรคติดต่อจากสัตว์สู่มนุษย์ที่อาจเกิดขึ้นได้

ศึกษาชนิดพันธุ์ของตัวอย่างพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรียด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล

การจำแนกชนิดพันธุ์ของตัวอย่างพยาธิใบไม้ที่พบในหอยตัวอย่างด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา และอวัยวะภายในต้องอาศัยความชำนาญของผู้ตรวจสอบอย่างมาก การศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการจำแนกชนิดพันธุ์พยาธิใบไม้ทั้งในระยะตัวแก่ และระยะตัวอ่อน มีการรายงานผลการวิจัยหลายงานวิจัยที่ผู้ดำเนินการวิจัยใช้การศึกษาชีวโมเลกุลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องซ้ำ และมีการศึกษาที่ใช้เพียงเทคนิคชีวโมเลกุลมาจัดจำแนกชนิดพันธุ์ของพยาธิใบไม้ (Veeravechskij et al., 2018a; Boonmekum et al., 2019; Wiggering et al., 2019; Apiraksena et al., 2020; Jones et al., 2020; Dunchungzin & Chontanarth, 2021; Jaruboonyakorn & Chontanarth, 2021; Joof et al., 2021; Krailas et al., 2022) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ ได้ดำเนินการศึกษาทั้งการตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาของพยาธิรวมถึงอวัยวะภายในที่สำคัญ เพื่อจำแนกชนิดพันธุ์ตามงานที่อ้างอิงชนิดพันธุ์แบบดั้งเดิม และนำเทคนิคชีวโมเลกุลโดยการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์มาศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมซึ่งอาจใช้เพื่อการยืนยันชนิดพันธุ์ของพยาธิ หรือตรวจสอบข้อมูลด้านพันธุกรรมของพยาธิใบไม้กับการวิจัยที่เคยมีข้อมูลการจัดจำแนกชนิดพันธุ์มาก่อนหน้านี้ รวมถึงการดำเนินการให้ได้ข้อมูลด้านพันธุกรรมของพยาธิใบไม้ที่อาจยังไม่มี การรายงานมาก่อน ถือเป็น การดำเนินการด้านอนุกรมวิธานของพยาธิใบไม้ เพื่อประโยชน์ต่อวงการวิชาการต่อไป การดำเนินงานในครั้งนี้ได้วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ Internal transcribed spacer บริเวณตำแหน่งที่ 2 (ITS2) เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความแปรผันมากและยังคงไว้ซึ่งบริเวณอนุรักษ์ โดยที่การศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณนี้ใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลทางพันธุกรรมที่เคยมีรายงานไว้เดิม ทำให้ง่ายต่อการนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอของพยาธิใบไม้ที่เคยมีรายงาน (Yao et al., 2010) พยาธิใบไม้ทั้ง 7 รูปแบบแสดงสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการในรูปแบบแผนภูมิซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี Maximum likelihood ด้วยค่าสนับสนุนทางสถิติโดยรวมมากกว่า 85% (MLBS) ซึ่งยังคงอยู่ในช่วง 85-100% แสดงถึงความเชื่อมั่นระดับสูง ในกรณีที่มีค่าอยู่ในช่วง 71-84% แสดงถึงความเชื่อมั่นระดับปานกลาง และ 50-70% แสดงถึงความเชื่อมั่นระดับต่ำของรูปแบบสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการที่ได้ (Richardson et al., 2000) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นการแยกแยะและการจัดกลุ่มรวมกันของตัวอย่างลำดับนิวคลีโอไทด์ที่นำมาเปรียบเทียบได้อย่างถูกต้อง การศึกษาด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลนี้ให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา การวิเคราะห์สายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการด้วยวิธีการนี้สามารถช่วยในการจำแนกสกุล ชนิดพันธุ์ อีกทั้งสถานะภาพทางอนุกรมวิธานของตัวอย่างพยาธิใบไม้เหล่านี้ได้ โดยการจำแนกและระบุสถานะทางอนุกรมวิธานของปรสิตที่พบถือเป็นประโยชน์อย่างยิ่งทางด้านหลากหลายทางชีวภาพ ประสิทธิภาพ การระบาดวิทยาและสาธารณสุข อีกทั้งสามารถนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการป้องกัน และควบคุมการระบาดของโรคปรสิตในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับลำดับนิวคลีโอไทด์

ที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต สามารถดำเนินการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณอื่น เช่น Internal transcribed spacer บริเวณตำแหน่งที่ 1 (ITS1) และสร้างสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์แบบ Maximum Parsimony หรือ Bayesian Analyses เพื่อให้ได้ข้อมูลทางอนุกรมวิธานและสายวิวัฒนาการที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

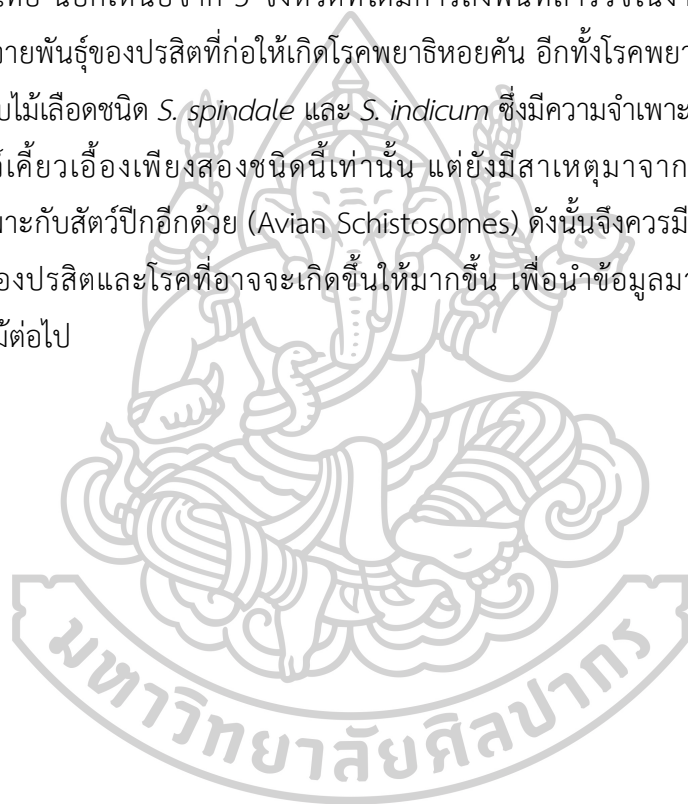


สรุปผลการศึกษา

การศึกษาโรคพยาธิหอยคันและหอยฝาเดียวที่เป็นโฮสต์บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ทั้งหมด 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา รวมทั้งสิ้น 29 จุดสำรวจ โดยเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 พบตัวอย่างหอยฝาเดียวจำนวน 3,342 ตัว จำแนกได้ 21 ชนิดพันธุ์ โดยหอยที่มีความสามารถในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์เรียมี 82 ตัว 5 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *Bithynia siamensis goniomphalos*, *B. s. siamensis*, *Gyraulus convexiusculus*, *Indoplanorbis exustus* และ *Radix rubiginosa* อัตราการติดเชื้อคิดเป็นร้อยละ 1.74 (10/574), 7.27 (61/839), 1.14 (2/176), 0.25 (2/802) และ 4.02 (7/174) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากขั้นตอนลำดับการออกแบบการทดลองทั้งหมด โดยการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปรสิตที่พบ และตรวจสอบอัตราความเหมือนและความคล้าย อีกทั้งนำสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการมาวิเคราะห์ร่วมด้วย ผลการศึกษาพบว่าทุกข้อมูลให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน โดยจำแนกชนิดพันธุ์ปรสิตได้ 7 รูปแบบ 13 ชนิดพันธุ์ ดังนี้ *Echinochasmus pelecani*, *Echinoparyphium recurvatum*, *Echinostoma spiniferum*, *E. revolutum*, *Schistosoma indicum*, *S. spindale*, *Clinostomum giganticum*, *Diplostomum baeri eucaliae*, *Stellantchasmus falcatus*, *Haematoloechus similis*, *Loxogenes liberum*, *Loxogenoides bicolor* และ *Ophthalmoxiphidiocercaria* ผลการศึกษาพบว่าหอยทุกชนิดพันธุ์ที่สามารถเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับปรสิตได้มากกว่าหนึ่งชนิด โดยหอย *R. rubiginosa* มีความสามารถในการเป็นโฮสต์ให้แก่ปรสิตได้มากที่สุดถึง 6 ชนิดพันธุ์ และพยาธิใบไม้รูปแบบ *Echinostome cercariae* สามารถพบได้ในหอยตัวอย่างเกือบทุกชนิดยกเว้น *I. exustus* อีกทั้งพบว่าหอย *I. exustus* และ *R. rubiginosa* นี้มีการติดเชื้อตัวอ่อนพยาธิใบไม้เลือดกลุ่ม *S. indicum* group ภายในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช ซึ่งปรสิตกลุ่มนี้ก่อให้เกิดโรคในระบบไหลเวียนโลหิตของสัตว์และโรคพยาธิหอยคันในมนุษย์ การศึกษาในครั้งนี้บรรลุดำเนินการของงานวิจัย และพบว่าเป็นไปตามสมมติฐานของงานวิจัยที่ว่า โรคพยาธิหอยคันที่พบบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย เกิดจากพยาธิใบไม้เลือด โดยมีหอยกลุ่มพัลโมนเนท 2 ชนิดพันธุ์ ทำหน้าที่ในการเป็นโฮสต์กึ่งกลางให้กับปรสิตก่อโรค

ข้อเสนอแนะ

โรคพยาธิใบไม้ก้อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของสัตว์และมนุษย์เป็นอย่างมากส่งผลกระทบต่อทางด้านสาธารณสุขของประชาชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคพยาธิหอยคันที่มักพบว่ามีภาวะระบาดในเกษตรกรและชาวประมง แม้ว่าจะมีการศึกษาถึงการระบาดของปรสิตเพิ่มขึ้น แต่ทว่าอัตราการติดเชื้อปรสิตนั้นยังคงมีค่าค่อนข้างสูงเช่นเดิม การศึกษาเกี่ยวกับการระบาดของพยาธิใบไม้สมควรดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปรสิตเหล่านี้สามารถแพร่กระจายในแหล่งน้ำได้ง่ายหากมีการศึกษาเพิ่มเติม อาทิ การเพิ่มพื้นที่สำรวจในจังหวัดอื่นๆ บริเวณภาคใต้หรือภูมิภาคอื่นของประเทศไทย นอกเหนือจาก 5 จังหวัดที่ได้มีการลงพื้นที่สำรวจในงานวิจัยนี้เพื่อตรวจสอบการแพร่กระจายพันธุ์ของปรสิตที่ก่อให้เกิดโรคพยาธิหอยคัน อีกทั้งโรคพยาธิหอยคันไม่ได้มีสาเหตุมาจากพยาธิใบไม้เลือดชนิด *S. spindale* และ *S. indicum* ซึ่งมีความจำเพาะกับสัตว์มีกระดูกสันหลังประเภทสัตว์เคี้ยวเอื้องเพียงสองชนิดนี้เท่านั้น แต่ยังมีสาเหตุมาจากกลุ่มพยาธิใบไม้เลือดที่มีความจำเพาะกับสัตว์ปีกอีกด้วย (Avian Schistosomes) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาให้ครอบคลุมการระบาดของปรสิตและโรคที่อาจจะเกิดขึ้นให้มากขึ้น เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการเฝ้าระวังโรคของพยาธิใบไม้ต่อไป



รายการอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ, & กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2563). การจัดการคุณภาพน้ำแหล่งน้ำจืด. <https://www.pcd.go.th/waters>
- กรมประมง. (2564). คุณสมบัติของน้ำกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- Retrieved 20 กันยายน from https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_announce/9/8055?fbclid=IwAR2FTVuHv
- ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์, ปทุมพร เมืองพระ, กัลยา ศรีพุทธชาติ, & กัญชกร ศรีพงศ์พันธุ์. (2536). การสำรวจความเปลี่ยนแปลงบางประการของแหล่งน้ำ ในมหาวิทยาลัยศิลปากรวิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์. มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- ดวงเดือน ไกรลาศ. (2561). หอยฝาเดียววงศ์ไทรารีดี (*Family Thiaridae*) ในประเทศไทย : การแพร่กระจายพันธุ์และการติดเชื้อมีพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย. ทรูปเพ็ล กรุ๊ป.
- วันชัย มาลีวงษ์, ผิวพรรณ มาลีวงษ์, & นิมิตร มรกต. (2544). ปรสิตวิทยาทางการแพทย์โปรโตซัวและหนอนพยาธิ. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- วิสุทธิ ไปไม้. (2538). สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ. (2562). ค่าการนำไฟฟ้ากับการประยุกต์ใช้ในงานในภาคอุตสาหกรรม. Retrieved 21 กันยายน from https://www.mhesi.go.th/images/2563/pusit/nimt/Metro-Vol21.W01.2019_Electrolytic_conductivity.pdf
- สุชาติ อุปลัมภ์, มาลียา เครือตาชู, ศิริวรรณ จันทเทมีย์, & เยาวลักษณ์ จิตราวมวงศ์. (2538). สังขวิทยา (*Malacology*). ศักดิ์โสภารพิมพ์.
- Alzaylae, H., Collins, R. A., Rinaldi, G., Shechonge, A., Ngatunga, B., Morgan, E. R., & Genner, M. J. (2020). Schistosoma species detection by environmental DNA assays in African freshwaters. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(3), e0008129. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008721>
- Anucherngchai, S., Tejangkura, T., & Chontanarath, T. (2016). Epidemiological situation and molecular identification of cercarial stage in freshwater snails in Chao-Phraya Basin, Central Thailand. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*,

6(6), 539-545. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.01.015>

Apiraksena, K., Namchote, S., Komsuwan, J., Dechraksa, W., Tharapoom, K., Veeravechsukij, N., Glaubrecht, M., & Krailas, D. (2020). Survey of *Stenomelania* Fisher, 1885 (Cerithioidea, Thiaridae): The potential of trematode infections in a newly-recorded snail genus at the coast of Andaman Sea, South Thailand. *Zoosystematics and Evolution*, 96, 807.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3897/zse.96.59448>

Attwood, S. W., Ibaraki, M., Saitoh, Y., Nihei, N., & Janies, D. A. (2015). Comparative phylogenetic studies on *Schistosoma japonicum* and its snail intermediate host *Oncomelania hupensis*: origins, dispersal and coevolution. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 9(7), e0003935.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003935>

Bawm, S., Khaing, N. H. E., Win, S. Y., Thein, S. S., Khaing, Y., Thaw, Y. N., Soe, N. C., Chel, H. M., Hmoon, M. M., & Hayashi, N. (2022). Morphological and molecular identification of trematode cercariae related with humans and animal health in freshwater snails from a lake and a dam in Myanmar. *Parasitology research*, 121(2), 653-665. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00436-022-07428-4>

Belizario, V. Y., Geronilla, G. G., Anastacio, M. B., de Leon, W. U., Suba-an, A. U., Sebastian, A. C., & Bangs, M. J. (2007, Jul). *Echinostoma malayanum* infection, the Philippines. *Emerg Infect Dis*, 13(7), 1130-1131.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3201/eid1307.061486>

Besprozvannykh, V. V., Rozhkovan, K. V., & Ermolenko, A. V. (2017). *Stephanoprora chasanensis* n. sp.(Digenea: Echinochasmidae): morphology, life cycle, and molecular data. *Parasitology International*, 66(1), 863-870.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.parint.2016.10.005>

Bhuyain, M., Haque, M., Jewel, M., Hasan, J., Paul, A., Reza, M., & Das, S. (2020). Seasonal occurrence and community structure of gastropod molluscs with environmental variables at cox's bazar sandy sea beach, Bangladesh. *AAFL Bioflux*, 13(2), 1126-1137.

Blasco-Costa, I., Cutmore, S. C., Miller, T. L., & Nolan, M. J. (2016, 2016/03/01).

Molecular approaches to trematode systematics: 'best practice' and

- implications for future study. *Systematic Parasitology*, 93(3), 295-306.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11230-016-9631-2>
- Bogitsh, B. J., Carter, C. E., & Oeltmann, T. N. (2018). *Human parasitology*. Academic Press.
- Boonmekam, D., Krailas, D., Gimnich, F., Neiber, M. T., & Glaubrecht, M. (2019). A glimpse in the dark? A first phylogenetic approach in a widespread freshwater snail from tropical Asia and northern Australia (Cerithioidea, Thiaridae). *Zoosystematics and Evolution*, 95, 373.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3897/zse.95.34486>
- Brandt, R. A. (1974). *The non-marine mollusca of Thailand* (Vol. 105).
- Brant, S. V., Cohen, A. N., James, D., Hui, L., Hom, A., & Loker, E. S. (2010). Cercarial dermatitis transmitted by exotic marine snail. *Emerging Infectious Diseases*, 16(9), 1357. <https://doi.org/https://doi.org/10.3201%2Feid1609.091664>
- Brant, S. V., & Loker, E. S. (2009). Schistosomes in the southwest United States and their potential for causing cercarial dermatitis or 'swimmer's itch'. *Journal of helminthology*, 83(2), 191-198.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017%2FS0022149X09308020>
- Brot, A. L. (1874-1877). *Die melaniaceen (melanidae) in abbildungen nach der natur mit beschreibungen*. (Vol. 1). Bauer & Raspe.
- Calhoun, D., Leslie, K., Riepe, T., Achatz, T., McDevitt-Galles, T., Tkach, V., & Johnson, P. (2019). Patterns of *Clinostomum marginatum* infection in fishes and amphibians: integration of field, genetic, and experimental approaches. *Journal of helminthology*, 94(44), 1-12.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0022149X18001244>
- Camargo, J. A., & Alonso, Á. (2017). Ecotoxicological assessment of the impact of fluoride (F⁻) and turbidity on the freshwater snail *Physella acuta* in a polluted river receiving an industrial effluent. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(18), 15667-15677. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-017-9208-x>
- Chai, J. Y., Shin, E. H., Lee, S. H., & Rim, H. J. (2009, Oct). Foodborne intestinal flukes in Southeast Asia. *Korean J Parasitol*, 47 Suppl(Suppl), S69-102.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3347/kjp.2009.47.s.s69>

Chai, J. Y., Sohn, W. M., Na, B. K., Jeoung, H. G., Sinuon, M., & Socheat, D. (2016, Aug). *Stellantchasmus falcatus* (Digenea: Heterophyidae) in Cambodia: Discovery of Metacercariae in Mulletts and Recovery of Adult Flukes in an Experimental Hamster. *Korean J Parasitol*, 54(4), 537-541.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3347/kjp.2016.54.4.537>

Chan, A. H. E., Chaisiri, K., Morand, S., Saralamba, N., & Thaenkham, U. (2020). Evaluation and utility of mitochondrial ribosomal genes for molecular systematics of parasitic nematodes. *Parasites & vectors*, 13(1), 364.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13071-020-04242-8>

Chantima, K., & Rika, C. (2020). Snail-borne zoonotic trematodes in edible viviparid snails obtained from wet markets in Northern Thailand. *Journal of helminthology*, 94, e198.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0022149X20000814>

Chontanarith, T., & Wongsawad, C. (2013, Mar). Epidemiology of cercarial stage of trematodes in freshwater snails from Chiang Mai province, Thailand. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(3), 237-243.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/s2221-1691\(13\)60058-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/s2221-1691(13)60058-1)

Choudhary, K., Ray, S., Shamsi, S., & Agrawal, N. (2022). Characterization of *Clinostomum* (digenea: clinostomidae) spp. in India. *Parasitology research*, 121(11), 3083-3089.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00436-022-07644-y>

Choudhary, K., Verma, A. K., Swaroop, S., & Agrawal, N. (2015). A review on the molecular characterization of digenean parasites using molecular markers with special reference to ITS region. *Helminthologia*, 52(3), 167-187.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1515/helmin-2015-0031>

de Bont, J., Vercruyse, J., Van Aken, D., Southgate, V., & Rollinson, D. (1991). Studies of the relationships between *Schistosoma nasale* and *S. spindale* and their snail host *Indoplanorbis exustus*. *Journal of helminthology*, 65(1), 1-7.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/s0022149x00010361>

Detwiler, J. T., Bos, D. H., & Minchella, D. J. (2010). Revealing the secret lives of cryptic species: examining the phylogenetic relationships of echinostome parasites in

- North America. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55(2), 611-620.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.01.004>
- Devkota, R., Brant, S. V., & Loker, E. S. (2015). The *Schistosoma indicum* species group in Nepal: presence of a new lineage of schistosome and use of the *Indoplanorbis exustus* species complex of snail hosts. *International journal for parasitology*, 45(13), 857-870. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2015.07.008>
- Djajasasmita, M. (1989). The Medically Important Molluscs of Indonesia. *Indonesian Bulletin of Health Research*, 17(2), 135-140.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.22435/bpk.v17i2%20Jun.652>.
- Duan, Y., Al-Jubury, A., Kania, P. W., & Buchmann, K. (2021). Trematode diversity reflecting the community structure of Danish freshwater systems: molecular clues. *Parasites & vectors*, 14, 1-15.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13071-020-04536-x>
- Esch, G. W., Curtis, L. A., & Barger, M. A. (2001). A perspective on the ecology of trematode communities in snails. *Parasitology*, 123(7), 57-75.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0031182001007697>
- Ewers, W. (1964). The influence of the density of snails on the incidence of larval trematodes. *Parasitology*, 54(3), 579-583.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0031182000082615>
- Farahnak, A., & Essalat, M. (2003). A study on cercarial dermatitis in Khuzestan province, south western Iran. *BMC Public Health*, 3(1), 1-4.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1471-2458-3-35>
- Gauffre-Autelin, P., von Rintelen, T., Stelbrink, B., & Albrecht, C. (2017). Recent range expansion of an intermediate host for animal schistosome parasites in the Indo-Australian Archipelago: phylogeography of the freshwater gastropod *Indoplanorbis exustus* in South and Southeast Asia. *Parasites & vectors*, 10(1), 1-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13071-017-2043-6>
- Haas, W., & van de Roemer, A. (1998). Invasion of the vertebrate skin by cercariae of *Trichobilharzia ocellata*: penetration processes and stimulating host signals. *Parasitology research*, 84, 787-795.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s004360050489>

- Hall, T. A. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. 41(41), 95-98.
- Hamed, M. A. (2010). Strategic control of schistosome intermediate host. *Asian J. Epidemiol*, 3(3), 123-140.
- Harinasuta, C., Kruatrachue, M., & Sornmani, S. (1965, May). A study of *Schistosoma spindale* in Thailand. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 68(5), 125-127.
- Herbst, D. B., Bogan, M. T., & Lusardi, R. A. (2008). Low specific conductivity limits growth and survival of the New Zealand mud snail from the Upper Owens River, California. *Western North American Naturalist*, 68(3), 324-333.
<https://doi.org/https://www.jstor.org/stable/41717693>
- Hillis, D. M., & Dixon, M. T. (1991, Dec). Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference. *Q Rev Biol*, 66(4), 411-453.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1086/417338>
- Horák, P., Kovář, L., Kolářová, L., & Nebesářová, J. (1998). Cercaria–schistosomulum surface transformation of *Trichobilharzia szidati* and its putative immunological impact. *Parasitology*, 116(2), 139-147.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/s0031182097002059>
- Huffman, J. E., & Fried, B. (2012). The biology of *Echinoparyphium* (trematoda, echinostomatidae). *Acta Parasitologica*, 57(3), 199-210.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2478/s11686-012-0042-5>
- Hunter, W., & Hunter III, G. (1934). The miracidium of *Clinostomum marginatum* (Rud.). *Journal of Parasitology*, 20, 132.
- Hunter, W. S., & Hunter, G. W. (1935). Studies on *Clinostomum*. II. The Miracidium of *C. marginatum* (Rud.). *The Journal of Parasitology*, 21(3), 186-189.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3271473>
- Ito, J. (1980). *Studies on cercariae in Japan*. Shizuoka University.
- Japa, O., Suwancharoen, C., Bunsong, T., & Phuangsri, C. (2021). Parasitological and molecular characterization of the avian schistosomatid cercariae infecting lymnaeidae snails in Phayao, Northern Thailand. *Veterinary World*, 14(10), 2655.
<https://doi.org/https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.2655-2661>

- Jihad, H. M., & Makawi, Z. A. (2022). Review of the freshwater snail *Melanoides tuberculata* (OF Müller, 1774) (Gastropoda, Thiaridae). *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 20(1), 336-339.
<https://doi.org/https://doi.org/10.30574/gscbps.2022.20.1.0303>
- Jones, B. P., Norman, B. F., Borrett, H. E., Attwood, S. W., Mondal, M. M., Walker, A. J., Webster, J. P., Rajapakse, R., & Lawton, S. P. (2020). Divergence across mitochondrial genomes of sympatric members of the *Schistosoma indicum* group and clues into the evolution of *Schistosoma spindale*. *Scientific reports*, 10(1), 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-020-57736-x>
- Kagei, N., Oshima, T., Ishikawa, K., & Kihata, M. (1964). Two cases of human infection with *Stellantchasmus falcatus* Onji et Nishio, 1915 (Heterophyidae) in Kochi Prefecture. *Japanese Journal of Parasitology*, 13(13), 472-478.
- Kanev, I., Radev, V., & Fried, B. (2002). Family Clinostomidae Lühe, 1901. In *Keys to the Trematoda: Volume 1*, Gibson D, Jones A, Bray R (eds.) (pp. 113-120). CAB International and the Natural History Museum.
- Kiatsopit, N., Sithithaworn, P., Boonmars, T., Tesana, S., Chanawong, A., Saijuntha, W., Petney, T. N., & Andrews, R. H. (2011). Genetic markers for studies on the systematics and population genetics of snails, *Bithynia* spp., the first intermediate hosts of *Opisthorchis viverrini* in Thailand. *Acta tropica*, 118(2), 136-141. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2011.02.002>
- Kolářová, L., Horák, P., Skirnisson, K., Marečková, H., & Doenhoff, M. (2013). Cercarial dermatitis, a neglected allergic disease. *Clinical reviews in allergy & immunology*, 45(1), 63-74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12016-012-8334-y>
- Komiya, Y. (1961). *The excretory system of digenetic trematodes*.
- Kostadinova, A., Herniou, E., Barrett, J., & Littlewood, D. T. J. (2003). Phylogenetic relationships of *Echinostoma Rudolphi*, 1809 (Digenea: Echinostomatidae) and related genera re-assessed via DNA and morphological analyses. *Systematic Parasitology*, 54, 159-176.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1023/a:1022681123340>

- Krailas, D., Namchote, S., Komsuwan, J., Wongpim, T., Apiraksena, K., Glaubrecht, M., Sonthiporn, P., Sansawang, C., & Suwanrit, S. (2022). Cercarial dermatitis outbreak caused by ruminant parasite with intermediate snail host: schistosome in Chana, South Thailand. *Evolutionary Systematics*, 6, 151-173.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3897/evolsyst.6.87670>
- Krailas, D., Namchote, S., Koonchornboon, T., Dechruksa, W., & Boonmekam, D. (2014). Trematodes obtained from the thiarid freshwater snail *Melanooides tuberculata* (Müller, 1774) as vector of human infections in Thailand. *Zoosystematics and Evolution*, 90, 57. <https://doi.org/https://doi.org/10.3897/zse.90.7306>
- Krailas, D., Namchote, S., & Rattanathai, P. (2011). Human intestinal flukes *Haplorchris taichui* and *Haplorchris pumilio* in their intermediate hosts, freshwater snails of the families Thiaridae and Pachychilidae, in southern Thailand. *Zoosystematics and Evolution*, 87(2), 349-360.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/zoos.201100012>
- Krairat, P., Thawnon-ngiw, B., & Kongim, B. (2020). Genetic diversity of genus *Filopaludina* in the upper northeastern Mekong Basin of Thailand revealed by mitochondrial DNA sequences. *Interdisciplinary Research Review*, 15(3), 39-43.
- Kruatrachue, M., Bhaibulaya, M., & Harinasuta, C. (1964, 1964/09/01). Evaluation of Rectal Biopsy as a Diagnostic Method in *Schistosoma japonicum* Infection in Man in Thailand. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 58(3), 276-279.
<https://doi.org/10.1080/00034983.1964.11686244>
- Kullavanijaya, P., & Wongwaisayawan, H. (1993). Outbreak of cercarial dermatitis in Thailand. *International journal of dermatology*, 32(2), 113-115.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-4362.1993.tb01448.x>
- Kulsantiwong, J., Prasopdee, S., Piratae, S., Khampoosa, P., Thammasiri, C., Suwannatrai, A., Boonmars, T., Viyanant, V., Ruangsittichai, J., & Tarbsripair, P. (2015). Trematode infection of freshwater snail, family Bithyniidae in Thailand. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 46(3), 396-405.
- Kulsantiwong, J., Prasopdee, S., Ruangsittichai, J., Ruangjirachuporn, W., Boonmars, T., Viyanant, V., Pierossi, P., Hebert, P. D., & Tesana, S. (2013). DNA barcode identification of freshwater snails in the family Bithyniidae from Thailand. *PLoS*

- One, 8(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079144>
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura, K. (2018). MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular biology and evolution*, 35(6), 1547.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/molbev/msy096>
- Lévesque, B., Giovenazzo, P., Guerrier, P., Laverdiere, D., & Prud'Homme, H. (2002). Investigation of an outbreak of cercarial dermatitis. *Epidemiology & Infection*, 129(2), 379-386. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017%2Fs0950268802007379>
- Liu, L., Mondal, M. M., Idris, M. A., Lokman, H. S., Rajapakse, P., Satrija, F., Diaz, J. L., Upatham, E. S., & Attwood, S. W. (2010). The phylogeography of *Indoplanorbis exustus* (Gastropoda: planorbidae) in Asia. *Parasites & vectors*, 3(1), 1-18.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1186/1756-3305-3-57>
- Macháček, T., Turjanicová, L., Bulantová, J., Hrdý, J., Horák, P., & Mikeš, L. (2018). Cercarial dermatitis: a systematic follow-up study of human cases with implications for diagnostics. *Parasitology research*, 117(12), 3881-3895.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00436-018-6095-0>
- Maji, A. K., Bera, D. K., Manna, B., Nandy, A., Addy, M., & Bandyopadhyay, A. K. (1993). First record of human infection with *Echinostoma malayanum* in India. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 87(6), 673-673. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0035-9203\(93\)90285-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0035-9203(93)90285-X)
- Malek, E. A., & Cheng, T. C. (1974). *Medical and economic malacology*. Academic Press.
- McAllister, C. T., Bursley, C. R., Crawford, J. A., Kuhns, A. R., Shaffer, C., & Trauth, S. E. (2010). Metacercariae of *Clinostomum* (Trematoda: Digenea) from Three Species of *Ambystoma* (Caudata: Ambystomatidae) from Arkansas and Illinois, U.S.A. . *Comparative Parasitology*, 77(1), 25-30.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1654/4385.1>
- Miyamoto, K., Kirinoki, M., Matsuda, H., Hayashi, N., Chigusa, Y., Sinuon, M., Chuor, C. M., & Kitikoon, V. (2014). Field survey focused on *Opisthorchis viverrini* infection in five provinces of Cambodia. *Parasitology International*, 63(2), 366-373.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.parint.2013.12.003>
- Monzon, R., Kitikoon, V., Thammapalerd, N., Temcharoen, P., Sornmani, S., & Viyanant,

- V. (1993). Ecological observations on *Lymnaea (Bullastra) cumingiana*. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 24(3), 563-569.
- Nandy, G., & Aditya, G. (2022). Temperature dependent variations of life history traits of the land snail *Allopeas gracile* (Hutton, 1834) (Gastropoda: Subulinidae). *Journal of Thermal Biology*, 108.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103297>
- Noble, E. R., Noble, G. A., Schad, G. A., & Macinnes, A. J. (1989). *Parasitology: The Biology of Animal Parasites*.
- Olivier, L., & Schneiderman, M. (1956). A method for estimating the density of aquatic snail populations. *Experimental Parasitology*, 5(2), 109-117.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0014-4894\(56\)90008-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0014-4894(56)90008-X)
- Osborn, H. L. (1911). On the distribution and mode of occurrence in the United States and Canada of *Clinostomum marginatum*, a trematode parasitic in fish, frogs and birds. *The Biological Bulletin*, 20(6), 350-366.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1535898>
- Osborn, H. L. (1912). On the structure of *Clinostomum marginatum*, a trematode parasite of the frog, bass and heron. *Journal of Morphology*, 23(2), 189-229.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jmor.1050230202>
- Palmieri, J. R., Heckmann, R. A., & Evans, R. S. (1976). Life cycle and incidence of *Diplostomum spathaceum* Rudolphi (1819) (Trematoda: Diplostomatidae) in Utah. *Great Basin Naturalist*, 36(1), 86-96.
<https://scholarsarchive.byu.edu/gbn/vol36/iss1/6>
- Petney, T., Sithithaworn, P., Andrews, R., Kiatsopit, N., Tesana, S., Grundy-Warr, C., & Ziegler, A. (2012). The ecology of the *Bithynia* first intermediate hosts of *Opisthorchis viverrini*. *Parasitology International*, 61(1), 38-45.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.parint.2011.07.019>
- Pitaksakulrat, O., Sithithaworn, P., Kopolrat, K. Y., Kiatsopit, N., Saijuntha, W., Andrews, R. H., Petney, T. N., & Blair, D. (2022). Molecular identification of trematode parasites infecting the freshwater snail *Bithynia siamensis goniomphalos* in Thailand. *Journal of helminthology*, 96, 1-11, Article e49.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/s0022149x22000402>

- Premvati, G., & Pande, V. (1974). On *Artifechinostomum malayanum* (Leiper, 1911) Mendheim, 1943 (Trematoda: Echinostomatidae) with synonymy of allied species and genera. *Proceed Helminthol Soc Washington*, 41(41), 151-160.
- Ran, R., Zhao, Q., Abuzeid, A. M., Huang, Y., Liu, Y., Sun, Y., He, L., Li, X., Liu, J., & Li, G. (2020). Mitochondrial genome sequence of *Echinostoma revolutum* from Red-Crowned Crane (*Grus japonensis*). *The Korean journal of parasitology*, 58(1), 73-79. <https://doi.org/https://doi.org/10.3347/kjp.2020.58.1.73>
- Richardson, J. E., Fay, M. F., Cronk, Q. C. B., Bowman, D., & Chase, M. W. (2000). A phylogenetic analysis of Rhamnaceae using rbcL and trnL-F plastid DNA sequences. *American Journal of Botany*, 87(9), 1309-1324. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2656724>
- Rollinson, D., & Southgate, V. (1987). The genus *Schistosoma*: a taxonomic appraisal. *The biology of schistosomes. From genes to latrines*, 1-49.
- Sato, M., Thaenkham, U., Dekumyoy, P., & Waikagul, J. (2009). Discrimination of *O. viverrini*, *C. sinensis*, *H. pumilio* and *H. taichui* using nuclear DNA-based PCR targeting ribosomal DNA ITS regions. *Acta tropica*, 109(1), 81-83.
- Schell, S. C. (1970). *How to know the trematodes*. Wm. C. Brown Company.
- Serbina, E. (2014). Larval trematodes in bithyniid snails (Gastropoda: Bithyniidae) in the lake-rivers systems from the steppe zone (The West Siberian Plain, Russia). *Helminthologia*, 51(4), 293-300. <https://doi.org/https://doi.org/10.2478/s11687-014-0244-5>
- Seuffert, M. E., & Martín, P. R. (2017). Thermal limits for the establishment and growth of populations of the invasive apple snail *Pomacea canaliculata*. *Biological Invasions*, 19(4), 1169-1180. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10530-016-1305-0>
- Sohn, W.-M. (1998). Life history of *Echinoparyphium recurvatum* (Trematoda: Echinostomatidae) in Korea. *The Korean journal of parasitology*, 36(2), 91-98. <https://doi.org/https://doi.org/10.3347/kjp.1998.36.2.91>
- Sorensen, R., Curtis, J., & Minchella, D. (1998). Intraspecific variation in the rDNA its loci of 37-collar-spined echinostomes from North America: implications for sequence-based diagnoses and phylogenetics. *The Journal of Parasitology*,

- 84(5), 992-997. <https://doi.org/https://doi.org/10.3347/kjp.1998.36.2.91>
- Sri-Aroon, P., Butraporn, P., Limsomboon, J., Kerdpuech, Y., Kaewpoolsri, M., & Kiatsiri, S. (2005). Freshwater mollusks of medical importance in Kalasin Province, northeast Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 36(3), 653-657.
- Svinin, A. O., Chikhlyayev, I. V., Bashinskiy, I. W., Osipov, V. V., Neymark, L. A., Ivanov, A. Y., Stoyko, T. G., Chernigova, P. I., Ibrogimova, P. K., & Litvinchuk, S. N. (2023). Diversity of trematodes from the amphibian anomaly P hotspot: Role of planorbid snails. *PLoS One*, 18(3), e0281740.
- Takahashi, S. (1929). On the eggs of *Stellantchasmus falcatus* and *Pygidiopsis summus* found in human stools. *Okayama Igakkai Zasshi*, 41, 1502-1513.
- Tchakonte, S., Nana, P.-A., Tamsa, A. A., Tchatcho, N. L. N., Koji, E., Onana, F. M., & Ajeegah, G. A. (2023). Using machine learning models to assess the population dynamic of the freshwater invasive snail *Physa acuta* Draparnaud, 1805 (Gastropoda: Physidae) in a tropical urban polluted streams-system. *Limnologia*, 99, 126049. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.limno.2022.126049>
- Thaenkham, U., Dekumyoy, P., Komalamisra, C., Sato, M., & Waikagul, J. (2010). Systematics of the subfamily Haplorchiinae (Trematoda: Heterophyidae), based on nuclear ribosomal DNA genes and ITS2 region. *Parasitology International*, 59(3), 460-465. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.parint.2010.06.009>
- Tracz, E. S., Al-Jubury, A., Buchmann, K., & Bygum, A. (2019). Outbreak of swimmer's itch in Denmark. *Acta Derm Venereol*, 99, 1116-1120. <https://doi.org/https://doi.org/10.2340/00015555-3309>
- Unger, P., & Palm, H. W. (2017). Parasite risk of maricultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in the Western Baltic Sea, Germany. *Aquaculture international*, 25, 975-989. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10499-016-0096-8>
- Upatham, E., Sornmani, S., Kitikoon, V., Lohachit, C., & Burch, J. (1983). Identification key for the fresh-and brackish-water snails of Thailand. *Malacol Rev*, 16, 107-132.
- Van Damme, D. (2014). *Gyraulus convexiusculus*. *The IUCN Red List of threatened*

species.

- Veeravechsukij, N., Krailas, D., Namchote, S., Wiggering, B., Neiber, M. T., & Glaubrecht, M. (2018). Molecular phylogeography and reproductive biology of the freshwater snail *Tarebia granifera* in Thailand and Timor (Cerithioidea, Thiaridae): morphological disparity versus genetic diversity. *Zoosystematics and Evolution*, 94, 461. <https://doi.org/https://doi.org/10.3897/zse.94.28981>
- Veeravechsukij, N., Namchote, S., Neiber, M. T., Glaubrecht, M., & Krailas, D. (2018). Exploring the evolutionary potential of parasites: larval stages of pathogen digenic trematodes in their thiarid snail host *Tarebia granifera* in Thailand. *Zoosystematics and Evolution*, 94, 425. <https://doi.org/https://doi.org/10.3897/zse.94.28793>
- Webster, B. L., Diaw, O. T., Seye, M. M., Webster, J. P., & Rollinson, D. (2013). Introgressive hybridization of *Schistosoma haematobium* group species in Senegal: species barrier break down between ruminant and human schistosomes. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(4), e2110. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002110>
- Wiggering, B., Neiber, M. T., Krailas, D., & Glaubrecht, M. (2019). Biological diversity or nomenclatural multiplicity: the Thai freshwater snail *Neoradina prasongi* Brandt, 1974 (Gastropoda: Thiaridae). *Systematics and Biodiversity*, 17(3), 260-276. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14772000.2019.1606862>
- Wongsawad, C., Wongsawad, P., Sukontason, K., Phalee, A., Noikong-Phalee, W., & Chai, J. Y. (2016). Discrimination 28S ribosomal gene of trematode cercariae in snails from Chiang Mai Province, Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 47(2), 199.
- Yamaguti, S. (1971). *Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates*. . Keigaku Publishing Co.
- Yamaguti, S. (1975). *A Synoptical review of life histories of digenetic trematodes of vertebrates*. Keigaku Publishing Co.
- Yao, H., Song, J., Liu, C., Luo, K., Han, J., Li, Y., Pang, X., Xu, H., Zhu, Y., Xiao, P., & Chen, S. (2010). Use of ITS2 Region as the Universal DNA Barcode for Plants and Animals. *PLoS One*, 5(10), e13102.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013102>





ตารางภาคผนวก ก ที่ 1 ชนิดพันธุ์ของหอยฝาเดียวที่สำรวจพบบริเวณ 5 จังหวัด 29 จุดสำรวจ
(ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565)

วงศ์	สกุล	ชนิดพันธุ์
แอมพูลลารีอิดี (Ampullariidae)	<i>Pila</i>	<i>Pila ampullacea</i>
	<i>Pomacea</i>	<i>Pomacea canaliculata</i>
บิthinidi (Bithyniidae)	<i>Bithynia</i>	<i>Bithynia siamensis siamensis</i>
		<i>Bithynia siamensis goniomphalos</i>
ลิมเนียอิดี (Lymnaeidae)	<i>Radix</i>	<i>Radix rubiginosa</i>
นาซารีอิดี (Nassariidae)	<i>Anentome</i>	<i>Anentome helena</i>
ไฟซิดี (Physidae)	<i>Physella</i>	<i>Physella acuta</i>
พลาโนออร์บิดี (Planorbidae)	<i>Amerianna</i>	<i>Amerianna carinata</i>
	<i>Gyraulus</i>	<i>Gyraulus bakeri</i>
		<i>Gyraulus convexiusculus</i>
		<i>Gyraulus hubendicki</i>
	<i>Indoplanorbis</i>	<i>Indoplanorbis exustus</i>
ไทอาริดี (Thiaridae)	<i>Melanoides</i>	<i>Melanoides tuberculata</i>
	<i>Tarabia</i>	<i>Tarebia granifera</i>
ไววิพาริดี (Viviparidae)	<i>Eyriesia</i>	<i>Eyriesia eyriesi</i>
	<i>Filopaludina</i>	<i>Filopaludina doliaris</i>
		<i>Filopaludina martensi martensi</i>
		<i>Filopaludina sumatrensis</i>
		<i>polygramma</i>
	<i>Idiopoma</i>	<i>Idiopoma ingallsiana</i>
	<i>Idiopoma umbilicata</i>	
	<i>Trochotaia</i>	<i>Trochotaia trochoides</i>

ตารางภาคผนวก ก ที่ 2 ข้อมูลทางกายภาพแหล่งน้ำบริเวณ 5 จังหวัด 29 จุดสำรวจ เก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง (ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565)

ข้อมูลทางกายภาพน้ำ										
จุดสำรวจ	ช่วงเวลา (น.)	ความลึกน้ำ (cm.)	pH	ค่าการเหนียวน้ำของกระแสไฟฟ้า (mS/cm)	ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/l)	ปริมาณความขุ่น (NTU)	ปริมาณของแข็งละลายในน้ำ (g/l)	ปริมาณความเค็ม (ppt)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส, °C)	
									เหนือผิวน้ำ	ใต้น้ำ
1	8.00	20±3	7.33	0.418	6.24	60.1	0.284	0.2	30.0	26.14
2	8.30	20±5	3.90	0.001	5.17	303	0.001	0.0	30.0	27.12
3	9.00	10±5	5.78	0.853	12.02	353	0.545	0.4	30.0	28.50
4	9.30	20±2	6.00	0.131	4.28	2.08	0.085	0.0	30.0	29.40
5	16.00	40±6	6.72	0.316	4.05	252	0.206	0.1	29.0	31.30
6	16.40	100±3	6.72	0.151	4.47	29.5	0.098	0.1	31.0	31.62
7	11.20	20±5	8.29	0.963	4.90	47.3	0.616	0.5	32	30.56
8	11.50	10±2	8.32	3.55	4.31	58.9	2.27	1.8	38	35.92
9	12.30	10±3	8.18	0.917	4.81	80.5	0.603	0.5	32.5	32.26
10	13.00	10±2	6.54	0.001	4.73	160	0.000	0.0	32.0	33.08
11	13.40	10±3	6.65	0.460	7.16	365	0.280	0.2	34.0	31.11
12	11.00	5±1	9.60	0.711	11.56	200	0.426	0.3	25.0	26.74
13	9.30	25.5±9	7.01	0.516	12.83	120	0.341	0.2	26.0	27.34
14	11.30	10±5	10.31	1.35	4.37	481	0.862	0.7	26.0	28.35

15	11.00	12.3±5	7.10	0.543	6.77	51.3	0.356	0.3	28.0	27.48
16	11.30	14±4	7.06	0.000	8.47	305	0.000	0.0	28.0	27.91
17	12.00	13±3	9.11	1.02	7.35	1000	0.653	0.5	33.0	31.21
18	12.30	3±1	7.17	0.673	6.13	760	0.398	0.3	29.0	28.76
19	14.30	10±2	6.52	0.000	5.01	308	0.000	0.0	30.0	29.10
20	15.00	5±2	6.84	0.759	5.21	797	0.487	0.4	33.0	33.20
21	15.00	30±5	9.03	1.03	6.90	124	0.674	0.5	28.5	29.75
22	16.00	100±5	6.72	0.371	5.32	414	0.222	0.1	29.0	28.22
23	9.30	9.5±2	7.13	0.348	5.88	472	0.234	0.2	27.5	26.01
24	10.10	12.6±8	7.75	0.572	5.61	89.4	0.362	0.3	29.0	26.87
25	16.30	23.2±2	6.38	0.157	5.52	234.5	0.101	0.35	29.75	29.82
26	10.15	26.47±3	6.79	0.084	2.37	20.1	0.057	0.0	28.0	27.42
27	16.00	6.8±2	7.08	0.142	6.65	124	0.100	0.1	29.0	28.32
28	16.30	12.57±5	7.52	0.094	3.55	682	0.061	0.0	30.0	28.95
29	17.00	14.57±7	6.88	0.117	2.81	316	0.080	0.1	32.0	34.0



ภาคผนวก ข
การเตรียมสารเคมี

การเตรียมสีสำหรับย้อมตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย

1) 10% Formalin solution

Absolute Formalin	10	ml
Distilled water	90	ml
นำสารมาละลายผสมกัน		

2) 0.5% Neutral red

Neutral red	0.5	g
Distilled water	100	ml
นำสารมาผสมกัน กรองแล้วเก็บใส่ขวด ก่อนใช้เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:10		

3) 0.5% Methylene blue

Methylene blue	0.5	g
Distilled water	100	ml
นำสารมาผสมกัน กรองแล้วเก็บใส่ขวด ก่อนใช้เจือจางด้วยน้ำกลั่น 1:10		

ข้อสังเกตเกี่ยวกับการย้อมสีตัวอ่อนพยาธิใบไม้ระยะเมตาเซอร์คาเรีย

การศึกษารูปร่างลักษณะและอวัยวะภายในพยาธิใบไม้ระยะเซอร์คาเรีย เมื่อพยาธิยังมีชีวิตอยู่ (vital stain) นิยมย้อมด้วยสี 0.5% Neutral red (Toluyene red, Nuclear fast red, Kernechtrot) เนื่องจาก Neutral red ช่วยทำให้เซลล์ขณะที่มีชีวิตอยู่ติดสีของนิวเคลียสได้อย่างชัดเจน เช่นเดียวกันกับสีย้อม 0.5% Methylene blue นิยมใช้ย้อมเนื้อเยื่อและแบคทีเรียหรือการย้อมสีเม็ดเลือด



จรรยาบรรณการใช้สัตว์ทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดโดยสถาบันสัตว์เพื่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ ประเทศไทย และสัตว์ทุกตัวได้รับการปฏิบัติด้วยความระมัดระวังและเคารพตามระเบียบการศึกษาที่ได้รับอนุมัติ (หมายเลขอนุมัติ 20/2565) โดยคณะกรรมการวิจัยวิทยาศาสตร์สัตว์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ประเทศไทย



ใบรับรองการอนุมัติให้ดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์

เลขที่ อว 8603.16/5731

ลงวันที่ 17 พฤศจิกายน 2565

รหัสโครงการ (ID Project/Proposal) 20/2565

ชื่อโครงการที่ขอใช้สัตว์ (Animal Protocol)

โรคพยาธิหอยคันและหอยฝาเดียวที่เป็นโฮสต์บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย (วิทยานิพนธ์)
Cercarial dermatitis and their snail hosts in the south of Thailand

หัวหน้าโครงการที่ขอใช้สัตว์ (Principal Investigator)

ชื่อ - สกุล ศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน โกรลาค

เลขที่คำขอรับใบอนุญาตใช้สัตว์ว่า U1- 03747-2559

หน่วยงานที่สังกัด คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ระยะเวลาของโครงการใช้สัตว์ 1 ธันวาคม 2565 - 30 พฤศจิกายน 2566

สถานที่ดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

โครงการที่ขอใช้สัตว์ (Animal Protocol) นี้ ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรแล้ว เห็นว่ามีความสอดคล้องกับจรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการเลี้ยงและใช้สัตว์ตามโครงการที่ขอใช้สัตว์นี้ได้

ลงนาม

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย เตโชวิทล)

ประธานคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์

เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วันที่ 17 พฤศจิกายน 2565

ลงนาม

(ศาสตราจารย์ ดร.ธนะเศรษฐ์ จิวศิริภูพัฒน์)

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยศิลปากร

วันที่ 17 พฤศจิกายน 2565

หมายเหตุ : 1. รหัสโครงการ (ID Project/Proposal) ออกโดยคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์

เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

2. การขอต่ออายุหนังสือรับรองโครงการขอใช้สัตว์ที่ได้รับการรับรองแล้ว ควรยื่นเรื่องอย่างน้อย 2 เดือนก่อนหนังสือรับรองหมดอายุ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ธนภรณ์ วงศ์พิมพ์
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2563 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม พ.ศ. 2564 ศึกษาต่อระดับปริญญาโทหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม
ผลงานตีพิมพ์	Krailas, D., Namchote, S., Komsuwan, J., Wongpim, T., Apiraksena, K., Glaubrecht, M., Sonthiporn, P., Suwanrit, S. (2022). Cercarial dermatitis outbreak caused by ruminant parasite with intermediate snail host: schistosome in Chana, South Thailand. <i>Evolutionary Systematics</i> , 6, 151-173. Wongpim, T., Komsuwan, J., Janmanee, C., Thongchot, P., Limsampan, S., Wichianarat, N., Chowatut, W., Suwanrat, S., Dechruksa, W., Veeravechsukij, N., Glaubrecht, M., Krailas, D. (2023). Freshwater pulmonate snails and their potential role as trematode intermediate host in a cercarial dermatitis outbreak in Southern Thailand. <i>Evolutionary Systematics</i> , 7, 293-315.