



การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อน
ไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง

กิตติชัย จันธิมา
กฤตวิษณุ สุขอึ้ง

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ธันวาคม 2567

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย)



การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อน
ไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง

กิตติชัย จันธิมา
กฤตวิษณุ สุขอึ้ง

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ธันวาคม 2567

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย งบประมาณแผ่นดิน ปี พ.ศ. 2567 ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้บรรลุวัตถุประสงค์ และประสบผลสำเร็จลุล่วงโดยสมบูรณ์

ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม โปรแกรมวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และโปรแกรมวิชานวัตกรรมเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัยด้านต่าง ๆ ตลอดจนอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลและเกษตรกรทุกท่านในพื้นที่ลุ่มน้ำอิงในจังหวัดพะเยาและจังหวัดเชียงราย ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและได้อนุเคราะห์ความช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการเข้าพื้นที่ตลอดการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณนางสาวกัญญารัตน์ ปันชัย นางสาวสาธินี ตัญหิ้ว นางสาวธนิดาพร วิทยาพรวัว และนางสาวศศิธร เวยยื้อ ที่ช่วยเหลือในการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการวิจัย ซึ่งทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

กิตติชัย จันธิมา

กฤตวิษณุ สุขอึ้ง

ธันวาคม 2567

- ชื่อเรื่อง : การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อน
ไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาน้ำจืดในแม่น้ำอิง
- ชื่อผู้วิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย จันธิมา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤติวิทย์
สุขอึ้ง
- สาขาวิชา/คณะ : โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี
- ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ : 2567
- ระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย : เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2567 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาน้ำจืดในแม่น้ำอิง โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างหอยกาน้ำจืดทั้งหมด 20 จุดเก็บตัวอย่าง ครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำอิงในจังหวัดพะเยาและจังหวัดเชียงราย สุ่มเก็บตัวอย่างหอยกาน้ำจืดโดยการวางแปลงขนาดพื้นที่ 2×10 เมตร โดยใช้ผู้เก็บตัวอย่าง 2 คน เป็นเวลา 30 นาที ศึกษาค่าดัชนีบ่งชี้ทางนิเวศวิทยา ประเมินสถานะการอนุรักษ์ และเก็บตัวอย่างดินตะกอนในพื้นที่เดียวกัน โดยทำการแยกไมโครพลาสติกจากตัวอย่างดินตะกอนด้วยวิธีการย่อยและลอยตัวด้วยสารเคมี ตรวจสอบไมโครพลาสติกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และประเมินระดับมลพิษของไมโครพลาสติกในดินตะกอนโดยใช้ดัชนีการสะสมผลการศึกษาพบหอยกาน้ำจืด 2 วงศ์ 7 สกุล 13 ชนิด คือ *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, *Ensisidens ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryconcha exilis compressa*, *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Pseudodon inoscularis cumingi*, *Monodontina cambodjensis*, *Monodontina vondembuschiana*, *Scabies crispata*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* โดยพบหอยวงศ์ Unionidae เป็นวงศ์เด่น และหอย *Uniandra contradens rustica* เป็นชนิดเด่น มีอัตราการปรากฏ ความถี่สัมพัทธ์ และความชุกชุมสัมพัทธ์เท่ากับร้อยละ 75, 75 และ 30 ตามลำดับ โดยหอยที่พบทั้งหมดมีความหนาแน่นเท่ากับ 0.48 ± 0.54 ตัวต่อตารางเมตร และมีมวลชีวภาพเท่ากับ 49.69 ± 55.63 กรัมต่อตารางเมตร มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.91 ± 0.37 , 1.13 ± 0.42 และ 0.74 ± 0.20 ตามลำดับ และมีค่าความหลากหลายเบต้าของหอยที่พบทั้งหมดเท่ากับ 0.76 ± 0.09 นอกจากนี้พบว่าหอยกาน้ำจืดในแม่น้ำอิงมีการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยแม่น้ำอิงตอนล่างมีการกระจายตัวสม่ำเสมอสูงกว่าแม่น้ำอิงตอนกลาง และแม่น้ำอิงตอนบน ผลการจัดกลุ่ม

หอยที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง สามารถจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันได้ 3 กลุ่ม สัมพันธ์กับการแบ่งแม่น้ำอิงออกเป็น 3 ตอน โดยมี Bray-curtis similarity index อยู่ในช่วงร้อยละ 40-100 ผลการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกพบร้อยละ 90 ของตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบไมโครพลาสติกเฉลี่ย 39.44 ± 33.13 (11.11-144.44) ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบมี 3 รูปแบบ คือ เส้นใย พิล์ม และรูปร่างไม่แน่นอน โดยพบไมโครพลาสติกประเภทเป็นเส้นใยมากที่สุด (ร้อยละ 97.18) และสีของไมโครพลาสติกที่พบมี 8 สี โดยพบไมโครพลาสติกสีขาวมากที่สุด (ร้อยละ 53.52) ผลการประเมินระดับมลพิษของไมโคร-พลาสติกโดยใช้ดัชนีภาระมลพิษ มีค่าดัชนีภาระมลพิษเฉลี่ย 2.63 ± 1.19 จัดอยู่ในระดับมลพิษระดับที่ 1 (อันตรายน้อย)

คำสำคัญ : หอยกาบน้ำจืด, แม่น้ำอิง, ความหลากหลายชนิดพันธุ์, ไมโครพลาสติก, ตะกอนดิน

Research Title : Investigations of Species Diversity, Conservation Status, and Microplastic Contamination in the Habitat of Freshwater Bivalves in the Ing River.

Author : Assistant Professor Dr. Kittichai Chantima and Assistant Professor Dr. Krittawit Suk-ueng

Faculty : Environment Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology

Fiscal Year : 2022

Year of Research : May 2024 to May 2025

Abstract

This study aimed to investigate species diversity, conservation status, and microplastic contamination in freshwater mussel habitats in the Ing River. The study was conducted at 20 sampling sites across Phayao and Chiang Rai Provinces. Freshwater mussels were collected using a 2x10-meter plot method, with two collectors working for 30 minutes at each site. Ecological indices were analyzed, conservation status was assessed, and sediment samples were collected from the same sites for microplastic analysis. Microplastics were separated using chemical digestion and flotation methods, then observed under a microscope, and pollution levels were evaluated using a pollution load index. The results revealed 13 species across 7 genera and 2 families, including *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, *Ensidens ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryconcha exilis compressa*, *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Pseudodon inoscularis cumingi*, *Monodontina cambodjensis*, *Monodontina vondembuschiana*, *Scabies crispata*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* and *Uniandra contradens rustica*. The Unionidae family was predominant, with *Uniandra contradens rustica* as the most common species, exhibiting 75% occurrence, 75% relative frequency, and 30% relative abundance. Overall density was 0.48 ± 0.54 individuals/m², and biomass was 49.69 ± 55.63 g/m². Species richness, biodiversity, and evenness indices were 0.91 ± 0.37 ,

1.13±0.42, and 0.74±0.20, respectively, while beta diversity was 0.76±0.09. Freshwater mussels in the Ing River showed a relatively uniform distribution, with the lower Ing River having a more consistent distribution than the middle and upper sections. Cluster analysis grouped the sites into three similarity clusters, corresponding to the three sections of the river, showing Bray-Curtis similarity indices ranging from 40-100%. Furthermore, microplastic contamination was detected in 90% of samples. Statistical analysis indicated no significant variation in microplastic presence among sampling sites ($p>0.05$), with an average concentration of 39.44±33.13 (11.11-144.44) particles per kg dry weight. The microplastics were primarily fibers (97.18%) and displayed three shapes: fibers, films, and irregular forms, with eight colors identified, of which white was most common (53.52%). The average pollution load index was 2.63±1.19, classifying the area as Level 1 pollution (low hazard).

Keywords : Freshwater bivalve, Ing River, Species diversity, Microplastic, Sediment

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อ	ii
Abstract	iv
สารบัญ	vi
สารบัญตาราง	ix
สารบัญภาพ	xi
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ประโยชน์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	4
2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
แนวคิด ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของการวิจัย	6
ข้อมูลทั่วไปของแม่น้ำอิง	7
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหอยกาบน้ำจืด	14
การจำแนกชนิดของหอยกาบน้ำจืด	21
ความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของหอยกาบน้ำจืด	24
ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตและการแพร่กระจายพันธุ์ของหอย กาบน้ำจืด	30
ไมโครพลาสติก	35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
3 วิธีดำเนินการวิจัย	50
พื้นที่ศึกษา	50
การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
การเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืด	52
การวิเคราะห์ข้อมูลความหลากหลายชนิดพันธุ์และสถานะการอนุรักษ์	53
การศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง	57
จริยธรรมการวิจัย	60
4 ผลการวิจัย	61
จุดเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง	61
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ-เคมี	69
ความหลากหลายของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบ	74
ดัชนีบ่งชี้ทางนิเวศวิทยาของหอยกาบน้ำจืด	93
ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับหอยกาบน้ำจืด	108
สถานการณ์อนุรักษ์ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบ	111
การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง	112
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	121
สรุปผลการวิจัย	121
อภิปรายผล	122
ข้อเสนอแนะ	127
บรรณานุกรม	128
ภาคผนวก	137
ภาคผนวก ก ข้อมูลชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	138
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมนระหว่างความหนาแน่นของหอยกาบน้ำจืดและผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	185

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก (ต่อ)	
ภาคผนวก ค ผลการตรวจหาไมโครพลาสติก	190
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ความแตกต่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	195
ประวัตินักวิจัย	197

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชนิดหอยกาบน้ำจืดในภาคเหนือ	27
2.2 ชนิดหอยกาบน้ำจืดในเชียงราย	30
2.3 ชนิดของพลาสติกที่ถูกนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และมักถูกพบเป็นขยะพลาสติกในแหล่งน้ำ	38
3.1 เกณฑ์การประเมินระดับมลพิษของไมโครพลาสติกในดินตะกอนจากดัชนีการะมลพิษ	60
4.1 จุดเก็บตัวอย่าง	64
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ-เคมี	73
4.3 ชนิดและปริมาณหอยกาบน้ำจืดที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	77
4.4 จุดเก็บตัวอย่าง	92
4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ-เคมี	94
4.6 ชนิดและปริมาณหอยกาบน้ำจืดที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	95
4.7 มวลชีวภาพของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง	96
4.8 อัตราการปรากฏของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง	97
4.9 ความถี่สัมพัทธ์ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง	98
4.10 ความชุกชุมสัมพัทธ์ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง	99
4.11 ดัชนีความมากชนิด ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และดัชนีความสม่ำเสมอของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำอิง	100
4.12 ดัชนีความมากชนิด ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และดัชนีความสม่ำเสมอของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบโดยแบ่งแม่น้ำอิงออกเป็น 3 ตอน	101
4.13 ดัชนีความหลากหลายเบต้าของซอเรนเซนของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง	102
4.14 ดัชนีการสลับพื้นที่ของซิมป์สันของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง	103
4.15 ดัชนีการซ้อนทับของบาเซลกาของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง	104
4.16 ความหลากหลายเบต้าของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแต่ละตอนของแม่น้ำอิง	105
4.17 Bray-curtis similarity index ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง	106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมนระหว่างคุณภาพทางกายภาพ-เคมี ของน้ำกับจำนวนของหอยกาบน้ำจืด	109
4.19 สถานะการอนุรักษ์ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบ	111
4.20 ไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในดินตะกอนของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	112
4.21 รูปร่างไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ	114
4.22 สีไมโครพลาสติกที่พบ	117
4.23 ดัชนีการมลพิษและระดับมลพิษของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ	119
ก.1 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1	139
ก.2 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2	141
ก.3 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3	144
ก.4 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4	144
ก.5 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5	145
ก.6 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6	146
ก.7 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7	147
ก.8 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8	150
ก.9 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 9	152
ก.10 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 10	157
ก.11 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11	158
ก.12 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 12	161
ก.13 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 13	163
ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14	164
ก.15 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 15	174
ก.16 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 16	177
ก.17 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 17	178
ก.18 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 18	181
ก.19 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 19	182
ก.20 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 20	184
ค.1 ผลการตรวจหาไมโครพลาสติก	191

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	5
2.1 แม่น้ำอิง บ้านปางมดแดง ตำบลอ่างทอง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา	7
2.2 แม่น้ำอิงบ้านชมพูใต้ ตำบลยางฮอม อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย	8
2.3 แผนที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน	9
2.4 แผนที่ลุ่มน้ำอิงตอนกลาง	10
2.5 แผนที่ลุ่มน้ำอิงตอนล่าง	10
2.6 การทำประมงในแม่น้ำอิงบ้านต๋านน้ำอิง ตำบลต้า อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย	13
2.7 รูปร่างของเปลือกหอย	16
2.8 โครงสร้างภายนอกและภายใน และรอยกล้ำเนื้อของเปลือกหอยกาน้ำจืด	17
2.9 วงจรชีวิตของหอยกาน้ำจืด	20
2.10 เม็ดปิดส์พลาสติกในเครื่องสำอาง	39
2.11 พลาสติกชิ้นเล็ก ๆ ที่แตกหักจากพลาสติกชิ้นใหญ่	40
2.12 สีต่าง ๆ ของไมโครพลาสติก	41
2.13 ตัวอย่างรูปร่างของไมโครพลาสติก ได้แก่ แบบแผ่นแข็ง (ด้านซ้ายบน) แบบเส้นใย (ด้านขวาบน) แบบรูปร่างไม่แน่นอน (ด้านล่าง)	42
2.14 การแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในระบบนิเวศน้ำทะเล	43
4.1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างหอยกาน้ำจืด	65
4.2 จุดเก็บตัวอย่าง	66
4.3 ร้อยละของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง	78
4.4 หอย <i>Corbicula lamarckiana</i>	79
4.5 หอย <i>Corbicula lydigiana</i>	80
4.6 หอย <i>Corbicula moreletiana</i>	81
4.7 หอย <i>Ensisidens ingallsianus ingallsianus</i>	82
4.8 หอย <i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	83
4.9 หอย <i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	84
4.10 หอย <i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>	85
4.11 หอย <i>Monodontina cambodjensis</i>	86
4.12 หอย <i>Monodonting vondembuschiana</i>	87

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13 หอย <i>Scabies crispata</i>	88
4.14 หอย <i>Uniandra contradens ascia</i>	89
4.15 หอย <i>Uniandra contradens fischeriana</i>	90
4.16 หอย <i>Uniandra contradens rustica</i>	91
4.17 แผนผังการจัดกลุ่มโครงสร้างของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	107
4.18 MDS (Multidimensional Scaling) ของโครงสร้างหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	107
4.19 รูปร่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ	113
4.20 ร้อยละของรูปร่างไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ	115
4.21 สีของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ	116
4.22 ร้อยละของสีไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ	118
4.23 ร้อยละของสีไมโครพลาสติกที่ตรวจพบแยกตามจุดเก็บตัวอย่าง	118
4.24 ดัชนีการมลพิษ	120

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หอยกาบน้ำจืด (freshwater bivalve) เป็นกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มหนึ่งที่มีสมาชิกจำนวนมาก และมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี แพร่กระจายตามแหล่งน้ำทั่วไป ผังตัวอยู่ในบริเวณที่เป็นดินโคลน หทราย หรือกรวด หอยกาบน้ำจืดพบมากในบริเวณก้นแม่น้ำ ลำธาร เป็นสัตว์ที่มีความสำคัญต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมค่อนข้างสูง เนื่องจากการนำมาใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย เช่น เนื้อหอยนำมาปรุงเป็นอาหาร เปลือกหอยเมื่อขัดผิวจนออกนอกจะมีความมันวาว ซึ่งนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องประดับ หอยบางชนิดนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงไข่มุกแทนหอยทะเล เปลือกหอยบางชนิดนำเข้ามาเป็นเครื่องยา อีกทั้งหอยบางชนิดยังนำมาใช้ในพิธีกรรมต่าง ๆ ตามความเชื่อของแต่ละกลุ่มชน นอกจากนี้หอยกาบน้ำจืดยังมีความสำคัญในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด เนื่องจากเป็นสัตว์น้ำที่มีบทบาทหน้าที่ในการถ่ายพลังงานของห่วงโซ่อาหารและการหมุนเวียนแร่ธาตุในระบบนิเวศ โดยเป็นผู้บริโภคลำดับต้น ๆ ของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งกินอาหารโดยการกรองแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และซากอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่กินอาหารโดยการกรองสามารถที่จะสะสมสารพิษไว้ในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ จึงเหมาะสมที่จะเป็นสัตว์ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบและเฝ้าระวัง (biomonitoring) ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ (อุทัยวรรณ โกวิทวที, 2557; ลักษณะ อินทร์นุ่น, 2557) จากคุณสมบัติของหอยกาบน้ำจืดดังกล่าว จึงทำให้หลายประเทศให้ความสนใจที่จะใช้หอยกาบน้ำจืดเป็นสัตว์ตรวจสอบและเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม เพื่อฟื้นฟูสภาพแวดล้อมให้คืนสู่สภาพสมดุล และเหมาะสมแก่การอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต

หอยกาบน้ำจืดอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ได้แก่ กุด หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ ห้วย ลำน้ำสาขา และแม่น้ำสายหลัก มีการแพร่กระจายในเกือบทุกแหล่งน้ำในทุกจังหวัดของประเทศไทย ในภาคเหนือมีลุ่มน้ำสำคัญหลายแห่ง หนึ่งในนั้นคือ ลุ่มน้ำโขงเหนือ ซึ่งลุ่มน้ำโขงเหนือมีแม่น้ำอิงเป็นลำน้ำสาขาหลักสาขาหนึ่ง แม่น้ำอิงเป็นแม่น้ำที่มีต้นน้ำมาจากดอยหลวงหรือเทือกเขาผีปันน้ำจากป่าต้นน้ำ 12 ลำห้วย ไหลผ่านที่ราบน้อยใหญ่ที่เป็นชุมชนและพื้นที่การเกษตรในหลายอำเภอของจังหวัดพะเยาและจังหวัดเชียงราย และไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย รวมความยาวทั้งหมดประมาณ 260 กิโลเมตร (สหทยา วิเศษ, 2566) ในพื้นที่ลุ่มน้ำอิงประสบปัญหาทางด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น พื้นที่ป่าลดลงและมีสภาพเสื่อมโทรมจากการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า การขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรม ชุมชน และสถานที่ราชการ การปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำและมีปริมาณขยะเพิ่มมากขึ้น การสร้างฝายกั้นลำน้ำ การทำลายและขุดลอกหน้าดินในลำน้ำโดยนายทุน ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและจำนวนพันธุ์ปลาและสัตว์

น้ำพื้นเมืองที่ลดลง นอกจากนั้นการทำประมงโดยใช้เครื่องมือทำประมงที่มีความรุนแรงและผิดวิธี เช่น การระเบิด การซื้อตปลาด้วยกระแสไฟฟ้า รวมทั้งการแพร่พันธุ์ของพืชน้ำและสัตว์ต่างถิ่น เช่น ผักตบชวา ไมยราบยักษ์ ปลาซัคเกอร์ หอยเชอร์รี่ และติปลี่น้ำ ล้วนส่งผลต่อการขยายพันธุ์ปลาและสัตว์น้ำท้องถิ่นซึ่งอาจทำให้สูญพันธุ์ในระยะยาวได้ (สร้อยสุรีย์ ศรีเมือง, 2559)

หอยกาบน้ำจืดในประเทศไทยมีความหลากหลายชนิดพันธุ์สูง พบการกระจายตัวทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่ในทางกลับกันหอยจำนวนหนึ่งกำลังตกอยู่ในสภาวะคุกคามจนใกล้สูญพันธุ์ ซึ่งสาเหตุหลักคือ ถิ่นอาศัยถูกทำลายด้วยมลพิษที่ออกมาจากขยะ สารพิษจากโรงงาน และการระบายน้ำเสียจากบ้านเรือน นาข้าว ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์ซึ่งไม่มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ สารตกค้างจากการเกษตรกรรมที่ไหลสู่แหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษที่มีที่มาจากขยะพลาสติกที่สำคัญคือ ไมโครพลาสติก (microplastic : MP) ไมโครพลาสติก คือ พลาสติกขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร อันเกิดจากการแตกหักหรือย่อยสลายของขยะพลาสติกขนาดใหญ่ หรือเกิดจากการสร้างพลาสติกให้มีขนาดเล็กเพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ที่ใช้ เช่น เม็ดพลาสติกขนาดเล็กในโฟมล้างหน้า หรือเม็ดพลาสติกที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตชิ้นงานพลาสติกในภาคอุตสาหกรรม ไมโครพลาสติกเหล่านี้สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ง่าย แต่กำจัดได้ยาก และยังเป็นสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมสะสมในห่วงโซ่อาหารได้ มีการรายงานการแพร่กระจายอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อม เช่น ชายหาด ตะกอนดินในปากแม่น้ำ ชายฝั่ง และในมวลน้ำ (สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ และคณะ, 2562)

แม่น้ำอิง คือ หนึ่งในแม่น้ำสำคัญของจังหวัดพะเยาและจังหวัดเชียงรายที่ยังไม่มีรายงานการสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ของหอยกาบน้ำจืดอย่างเป็นระบบตามหลักวิชาการ มีเพียงรายงานการใช้ประโยชน์ของหอยกาบน้ำจืดจากแม่น้ำอิงโดยคนในพื้นที่เท่านั้น อีกทั้งแม่น้ำอิงเป็นแม่น้ำสายหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากหลายสาเหตุ เช่น การสร้างฝายกั้นลำน้ำอิงเพื่อการเกษตร อุตสาหกรรม การดูตทรายจากแม่น้ำอิง มลพิษจากขยะและสิ่งปฏิกูล รวมถึงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางชีวภาพของแหล่งน้ำจำนวนมากโดยไม่คำนึงถึงการอนุรักษ์ ตลอดจนแม่น้ำอิงต้นเขินจากภัยแล้งและการสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งริมน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมในแม่น้ำอิงเป็นอย่างมาก (สหทยา วิเศษ, 2566) จากสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง และปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ ส่งผลกระทบต่อหอยกาบน้ำจืด โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้ถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดถูกทำลาย ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง จนน่าเป็นห่วงว่าในอนาคตหอยกาบน้ำจืดหลายชนิดอาจสูญพันธุ์ไปจากแม่น้ำอิงได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดเพื่อสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ และการกระจายตัวของหอยกาบน้ำจืด ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม รวมถึงประเมินสถานะการอนุรักษ์ของหอยกาบน้ำจืดที่อาจเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์และหายไปจากระบบนิเวศ ตลอดจนศึกษาถึงการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืด ผลการศึกษานี้จะทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานของความหลากหลายชนิดพันธุ์ และการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืด ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือบ่งชี้ลักษณะความ

ผิดปกติของแหล่งน้ำ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลและแนวทางการแก้ไขปัญหาขยะพลาสติก ตลอดจนการจัดการด้านการอนุรักษ์ คุ้มครอง และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายตัวของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง
2. เพื่อศึกษาสถานะการอนุรักษ์ชนิดพันธุ์ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง
3. เพื่อศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ด้านสังคมและชุมชน : เกษตรกร ประชาชนในท้องถิ่นหรือชุมชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเกิดความตระหนักรู้และหวงแหนทรัพยากรชีวภาพในท้องถิ่น และมีความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหามลพิษในพื้นที่ที่อาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของทรัพยากรชีวภาพของชุมชน
2. ด้านวิชาการ : ผลการวิจัยสามารถตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับชาติหรือนานาชาติได้ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านทรัพยากรประมงและองค์ความรู้เกี่ยวกับหอยกาบน้ำจืดแม่น้ำอิงในการศึกษาในด้านอื่น ๆ ในอนาคต และให้นำเสนอต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการอนุรักษ์ทรัพยากรประมงลุ่มน้ำอิง

ขอบเขตของการวิจัย

การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง มีขอบเขตการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

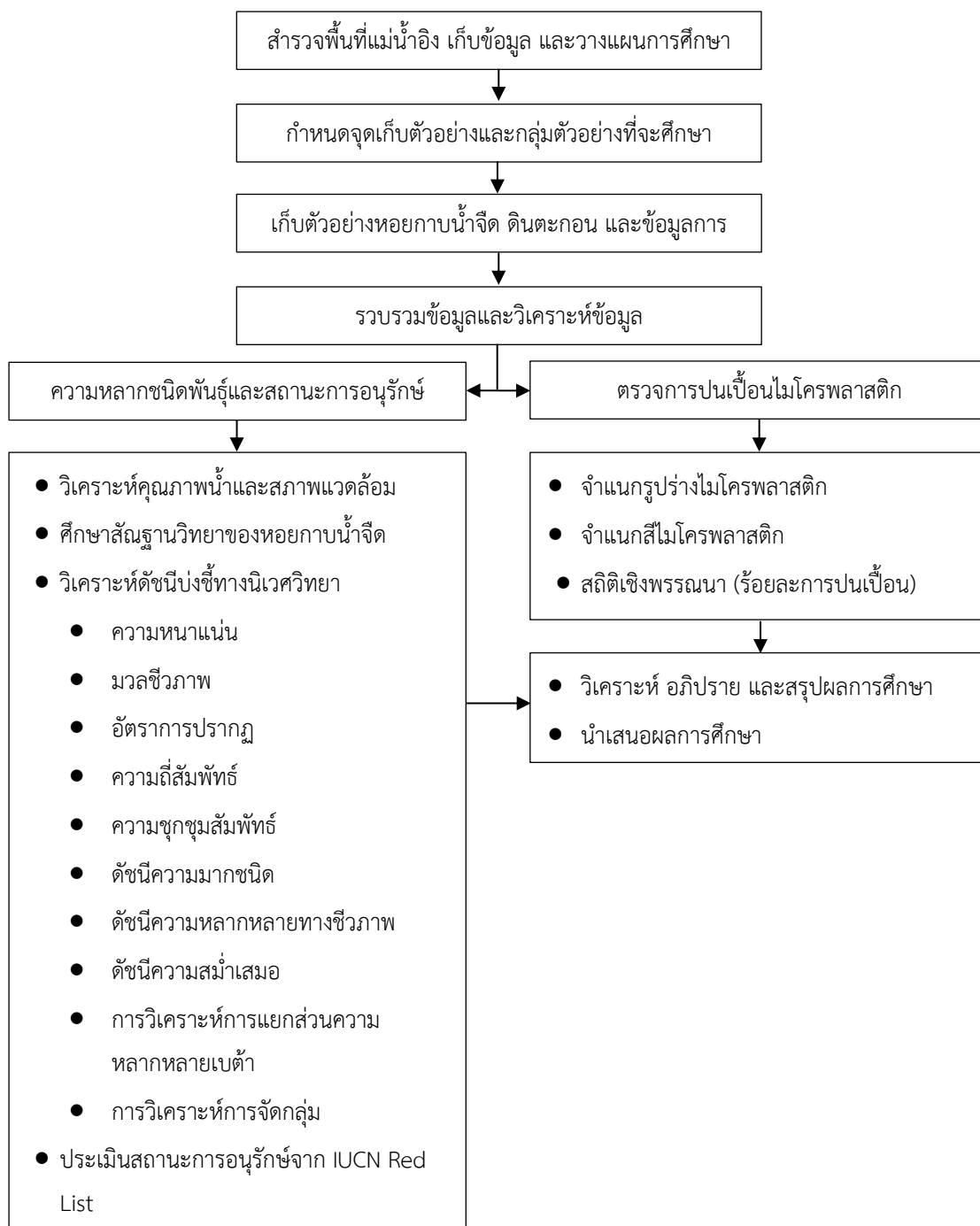
1. ขอบเขตด้านระยะเวลา : 1 ปี
2. ขอบเขตด้านสถานที่ : แม่น้ำอิง ครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำอิงตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างในพื้นที่ 5 อำเภอ (อำเภอเมืองพะเยา อำเภอดอกคำใต้ อำเภอภูกามยาว อำเภอจุน อำเภอเชียงคำ) ของจังหวัดพะเยา และ 4 อำเภอ (อำเภอป่าแดด อำเภอเทิง อำเภอขุนตาล อำเภอเชียงของ) ของจังหวัดเชียงราย
3. ขอบเขตด้านเนื้อหา : สำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ของหอยกาบน้ำจืดโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างตลอดลำน้ำอิงครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำอิงในจังหวัดพะเยาและจังหวัดเชียงราย (แม่น้ำอิงตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและจัดจำแนกชนิดของหอยกาบน้ำจืด และศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายตัวของหอยกาบน้ำจืดตลอดลำน้ำอิง จากนั้นตรวจสอบสถานะการอนุรักษ์ของหอยกาบน้ำจืดในระบบการประเมินสถานภาพความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในโลกตามบัญชีแดงของ IUCN (International Union for Conservation of

Nature's Red List of Threatened Species) โดยศึกษาคุณภาพน้ำและถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบร่วมด้วย และตรวจสอบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบโดยเก็บตัวอย่างตะกอนดินในจุดเดียวกับที่สำรวจพบหอยกาบน้ำจืด และนำมาตรวจหาไมโครพลาสติกในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธีการย่อยและลอยตัวด้วยสารเคมี วิเคราะห์ร้อยละการปนเปื้อนไมโครพลาสติกแยกตามลักษณะและสีของไมโครพลาสติกที่พบ และประเมินระดับมลพิษของไมโครพลาสติกในดินตะกอนโดยใช้ดัชนีการะมลพิษ

4. ข้อจำกัดของการวิจัย : การศึกษาครั้งนี้ตรวจหาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในดินตะกอนด้วยวิธีการย่อยและลอยตัวของไมโครพลาสติกด้วยสารเคมี และตรวจหาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ซึ่งวิธีการนี้มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถระบุชนิดของไมโครพลาสติกได้ สามารถจำแนกได้เพียงรูปร่าง และสีของไมโครพลาสติกเท่านั้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง มีกรอบแนวคิดการวิจัยแสดงดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อนไมโครพลาสติก ในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง มีแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

แนวคิด ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของการวิจัย

แม่น้ำอิงเป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดพะเยาและจังหวัดเชียงรายที่มีการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำอย่างหลากหลาย แต่สถานการณ์ของแม่น้ำอิงในปัจจุบันกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่างมาก ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์น้ำท้องถิ่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งหอยกาบน้ำจืด ซึ่งยังไม่ปรากฏรายงานการสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิงอย่างเป็นระบบตามหลักวิชาการ ดังนั้นการสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์และการกระจายตัวของหอยกาบน้ำจืด ตลอดจนการประเมินสถานะการอนุรักษ์ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบนั้นเป็นสิ่งเร่งด่วนอย่างยิ่ง อีกทั้งผลจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นสามารถประเมินได้จากการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืด ไมโครพลาสติกเป็นมลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่ถูกกล่าวถึงและได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากปัจจุบันนี้ปริมาณของขยะพลาสติกนั้นเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนมากมักถูกจัดการอย่างไม่ถูกหลักสุขาภิบาล ขยะพลาสติกที่เกิดขึ้นบนบกเหล่านี้ส่วนหนึ่งอาจถูกพัดพาลงสู่แหล่งน้ำ พลาสติกนั้นเป็นขยะที่มีน้ำหนักเบาและไม่สามารถย่อยสลายได้ในระยะเวลาอันสั้น จึงสามารถถูกพัดพาออกไปไกลจากแหล่งกำเนิดได้ และสามารถสลายตัวกลายเป็นชิ้นพลาสติกที่มีขนาดเล็กลงได้เมื่อถูกแสงแดด หรือแรงกระแทกจากคลื่นลมและกระแสน้ำในแหล่งน้ำ พลาสติกที่แตกตัวเป็นชิ้นเล็ก ๆ เหล่านี้ สามารถแพร่กระจายได้ง่าย สามารถถูกสะสมโดยสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ อีกทั้งยังสามารถเป็นวัสดุตัวกลางที่สะสมสารพิษอื่น ๆ ที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักวิจัยทั่วโลกให้ความสนใจศึกษาการจัดการขยะพลาสติกและสถานการณ์การปนเปื้อนของไมโครพลาสติก เพื่อมุ่งหวังให้เกิดความเข้าใจต่อสถานการณ์การปนเปื้อนของขยะพลาสติกและไมโครพลาสติกอย่างรอบด้าน จนสามารถนำไปสู่แนวทางการบริหารจัดการขยะพลาสติกและการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืนต่อไป แม้ว่าจะมีการศึกษาการปนเปื้อนและผลกระทบของไมโครพลาสติกเป็นวงกว้าง แต่การศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดนั้นยังคงขาดการศึกษายู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาในประเทศไทยที่พบรายงานการศึกษากการปนเปื้อนในระบบนิเวศน้ำจืด

ค่อนข้างจำกัด ดังนั้นการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในประเด็นดังกล่าวยังคงต้องการการศึกษาเพิ่มเติมอีกมาก

ข้อมูลทั่วไปของแม่น้ำอิง

1. ต้นกำเนิดแม่น้ำอิง

แม่น้ำอิงเป็นแม่น้ำสายหลักที่มีต้นน้ำมาจากดอยหลวงหรือเทือกเขาผีปันน้ำจากป่าต้นน้ำ 12 ลำห้วย ไหลผ่านที่ราบที่เป็นชุมชนและพื้นที่การเกษตร ตั้งแต่อำเภอแม่ใจ อำเภอเมืองพะเยา อำเภอดอกคำใต้ อำเภอภูกามยาว และอำเภอจุน จังหวัดพะเยา เข้าสู่อำเภอป่าแดด อำเภอพาน อำเภอเทิง อำเภอขุนตาล และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย รวมความยาวทั้งหมดประมาณ 260 กิโลเมตร กลุ่มน้ำอิงเป็นกลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำโขง กลุ่มน้ำอิงอยู่ระหว่างหุบเขาตอนเหนือของเทือกเขาผีปันน้ำตอนกลาง หุบเขากลุ่มน้ำอิงมีที่ราบขนาดกว้างเป็นแนวยาวขนานลำน้ำอิงตลอดเส้นทาง ตั้งแต่อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา ไปจนถึงอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย แม่น้ำอิงเป็นแม่น้ำสายหลักที่มีต้นน้ำอยู่บนเทือกเขาเขตอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ไหลลงมาทางทิศใต้ผ่านที่ราบเขตอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา แล้วไหลลงสู่กว๊านพะเยา (หนองเอี้ยง) ในเขตอำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา รอบ ๆ กว๊านพะเยาเป็นที่ราบลุ่ม มีลำน้ำ (ลำเหมือง) เล็ก ๆ หลายสายไหลลงมาสู่พื้นที่เพาะปลูก จากนั้นแม่น้ำอิงไหลขึ้นไปทางเหนือ ผ่านอำเภอดอกคำใต้ อำเภอภูกามยาว อำเภอจุน และอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา (ภาพที่ 2.1) อำเภอป่าแดด อำเภอพาน อำเภอเทิง อำเภอขุนตาล (ภาพที่ 2.2) และไหลลงสู่แม่น้ำโขงในเขตบ้านปากอิง ตำบลศรีดอนชัย อำเภอเชียง-ของ จังหวัดเชียงราย (สหทยา วิเศษ, 2566)



ภาพที่ 2.1 แม่น้ำอิง บ้านปางมดแดง ตำบลอ่าทอง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา

ที่มา : ผู้วิจัย



ภาพที่ 2.2 แม่น้ำอิงบ้านชมภูใต้ ตำบลยางฮอม อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย
ที่มา : ผู้วิจัย

2. ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำอิง (สายัณห์ ขำหนึ่ง และคณะ, 2558)

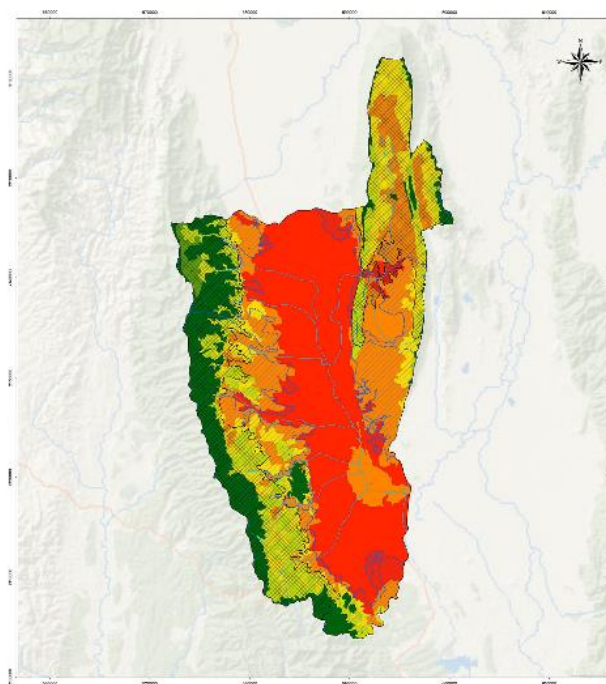
ลุ่มน้ำอิงมีพื้นที่ 7,388 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุม 2 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดพะเยาและจังหวัดเชียงราย ซึ่งไหลผ่านพื้นที่ในเขตอำเภอแม่ใจ อำเภอเมืองพะเยา อำเภอดอกคำใต้ อำเภอภูกามยาว อำเภอจุน และอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา และในเขตอำเภอป่าแดด อำเภอเทิง อำเภอขุนตาล และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ในการแบ่งลักษณะทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำอิง สามารถแบ่งตามความแตกต่างทางกายภาพของลุ่มน้ำได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) ลุ่มน้ำอิงตอนบน (ป่าต้นน้ำกว๊านพะเยา) (ภาพที่ 2.3) พื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบนเป็นแหล่งกำเนิดของลำห้วย 12 สาย ที่ไหลลงสู่กว๊านพะเยา เรียกว่า ดอยหลวง คือ ป่าขุนห้วยหรือป่าต้นน้ำของกว๊านพะเยา ได้แก่ ห้วยแม่ใจ ห้วยแม่สุก ห้วยแม่จั่ว ห้วยแม่ต๋ม ห้วยแม่เหยียน ห้วยแม่ต้า ห้วยแม่ต๋อม ห้วยแม่ตุ่น ห้วยแม่เนาเรือ ห้วยแม่ใส และห้วยแม่ต้า ส่วนทางทิศเหนือของกว๊านพะเยา คือ ดอยดวนหรือดอยงามเป็นแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติ มีทั้งป่าต้นน้ำ คือ ดอยหลวงและกว๊านพะเยาเป็นแหล่งน้ำจืดขนาดใหญ่ รวมทั้งที่ราบสูงสลับกับที่ราบลุ่มบริเวณเทือกเขาดอยหลวงและที่ราบลุ่มรอบ ๆ บริเวณกว๊านพะเยา

2) ลุ่มน้ำอิงตอนกลาง (ภาพที่ 2.4) เริ่มจากประตูระบายน้ำกว๊านพะเยา จนถึงอำเภอเทิง ลักษณะภูมิประเทศจะเป็นที่ราบลุ่มขนาดใหญ่ ได้แก่ บริเวณทุ่งดอกคำใต้และทุ่งล่อ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอดอกคำใต้ อำเภอภูกามยาว อำเภอจุน และอำเภอเชียงคำบางส่วน ลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำอิงตอนกลาง ในช่วงตอนต้นเขตอำเภอดอกคำใต้และอำเภอภูกามยาวจะแคบและตื้น มีความกว้างประมาณ 12-15 เมตร ทำให้มีปริมาณน้ำน้อย คนในชุมชนลุ่มน้ำอิงตอนกลางมีการ

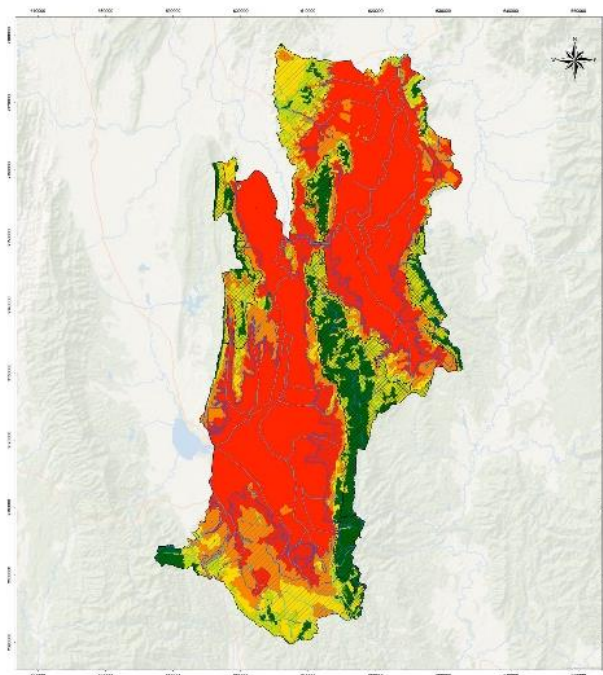
ใช้องค์ความรู้และภูมิปัญญาในการจัดการน้ำโดยมีระบบเหมืองฝายเพื่อนำน้ำเข้าพื้นที่เกษตร แม่น้ำอิงจะเริ่มกว้างและลึกในเขตอำเภอจุน มีความกว้างประมาณ 20-25 เมตร รวมทั้งมีแม่น้ำสาขาหลายสายที่ไหลลงแม่น้ำอิง ได้แก่ น้ำร่องช้าง น้ำร่องปอ น้ำแม่พุง และน้ำจุน ซึ่งไหลลงมาจากภูเขาที่ขนาบอยู่สองฝั่งลำน้ำอิง และตามแนวลำน้ำอิงจะมีบวก หนอง หลง หลายแห่ง เพราะเป็นบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง (flood plain) ทำให้เกิดแหล่งน้ำที่ชาวบ้านได้ใช้ประโยชน์ในการหาปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ รวมทั้งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำด้วย

3) กลุ่มน้ำอิงตอนล่าง (ภาพที่ 2.5) เริ่มตั้งแต่อำเภอเทิง อำเภอขุนตาล และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย แม่น้ำอิงจะไหลไปลงแม่น้ำโขงที่ “ปากอิง” บ้านปากอิง ตำบลศรีดอนชัย อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย น้ำอิงตอนล่าง มีน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ น้ำร่องแช่ น้ำลอย น้ำลาว และน้ำแม่ต๋าก

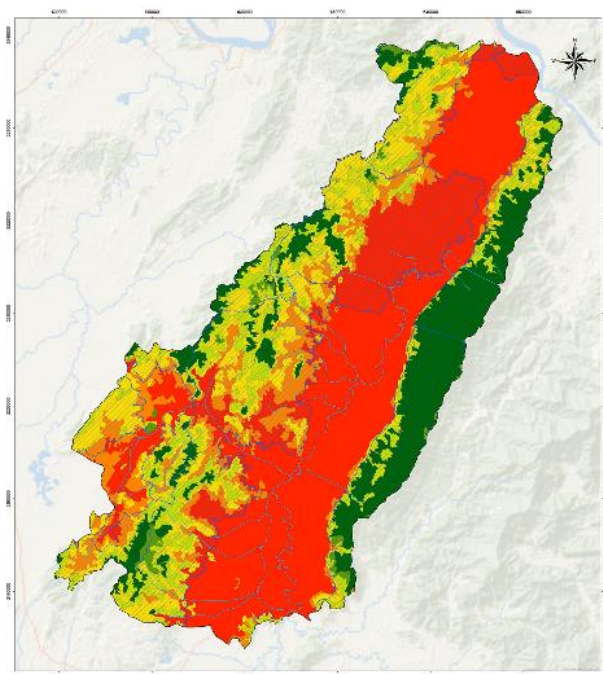


ภาพที่ 2.3 แผนที่กลุ่มน้ำอิงตอนบน

ที่มา : สภาประชาชนกลุ่มน้ำอิง (2566)



ภาพที่ 2.4 แผนที่ลุ่มน้ำอิงตอนกลาง
ที่มา : สภาประชาชนลุ่มน้ำอิง (2566)



ภาพที่ 2.5 แผนที่ลุ่มน้ำอิงตอนล่าง
ที่มา : สภาประชาชนลุ่มน้ำอิง (2566)

3. ทรัพยากรธรรมชาติในแม่น้ำอิง

ลุ่มน้ำอิงเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติสามารถจำแนกทรัพยากรธรรมชาติในลุ่มน้ำอิงที่สำคัญได้ (สายัณห์ ขำหนึ่ง และคณะ, 2558) ดังนี้

1) พื้นที่ลุ่มน้ำอิง มีพื้นที่รวม 7,388 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำมีเนื้อที่ประมาณ 22,099 ไร่ และแหล่งน้ำที่สำคัญในลุ่มน้ำอิง ได้แก่ กว๊านพะเยา หนองเล็งทราย และแม่น้ำอิง

2) พื้นที่ชุ่มน้ำ ในลุ่มน้ำอิงมีพื้นที่ชุ่มน้ำขนาดเล็กและขนาดใหญ่กระจายอยู่ทั่วไป มีชื่อเรียกตามภาษาท้องถิ่น คือ กว๊าน หลง หนอง บวก จำ ห้วย ร่อง ซึ่งตามหลักเกณฑ์ของอนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (Ramsar site) ในลุ่มน้ำอิงมีพื้นที่ชุ่มน้ำถูกบันทึกในทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำของเอเชียและมีความสำคัญระดับนานาชาติ 2 แห่ง คือ หนองเล็งทราย และ กว๊านพะเยา

3) ทรัพยากรดิน เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการประกอบอาชีพทางด้านเกษตรของเกษตรกรในลุ่มน้ำอิงโดยส่วนใหญ่ปลูกข้าว

4) ทรัพยากรป่าไม้ ในลุ่มน้ำอิงจำแนกตามลักษณะของการจัดการออกเป็น 2 รูปแบบ รูปแบบแรกเป็นป่าที่มีการจัดการโดยรัฐ ได้แก่ ป่าสงวนแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และป่าชุมชนที่ถูกจัดตั้งจากกรมป่าไม้ และรูปแบบที่สองเป็นป่าที่มีการจัดการโดยชุมชน ได้แก่ ป่าชุมชน ป่าใช้สอย ป่าหัวไร่ปลายนา ป่าต้นน้ำ

5) ทรัพยากรปาริมน้ำ ในลุ่มน้ำอิงพบบริเวณริมฝั่งแม่น้ำและหนองน้ำ ได้แก่ หนองเล็งทรายและบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนล่าง มีสภาพแม่น้ำกว้างและคดเคี้ยวในอำเภอเทิง อำเภอขุนตาล จนถึงอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย

6) ทรัพยากรพันธุ์ปลาและสัตว์น้ำ โดยลุ่มน้ำอิงเป็นลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำโขง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบระหว่างหุบเขา มีชุมชนตั้งอยู่ 2 ฝั่งของลำน้ำอิงและลำห้วยทำให้บริเวณนี้เป็นแหล่งสะสมของตะกอนที่เอื้อประโยชน์ต่อการเพาะปลูกและเป็นแหล่งขยายพันธุ์ของปลาและสัตว์น้ำที่อพยพมาจากแม่น้ำโขง

7) ทรัพยากรสัตว์ป่า จากสภาพทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำอิงที่ประกอบไปด้วย ภูเขา ป่าไม้ และลำธาร จึงเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย

8) ทรัพยากรนกน้ำ แหล่งน้ำในลุ่มน้ำอิงเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพจึงเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำและพืชน้ำหลากหลายชนิด รวมทั้งนกน้ำที่เป็นนกประจำถิ่นและนกอพยพเนื่องจากมีสภาพพื้นที่ที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีพ

4. ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในแม่น้ำอิง

แม่น้ำอิงมีความหลากหลายของพันธุ์พืชและสัตว์น้ำหลายชนิดพันธุ์ พบไม้ยืนต้น 162 ชนิด ปลา 112 ชนิด สัตว์ป่า เช่น เสือปลา อีเห็น ลิ่น กระรอก งูจงอาง ลิ่นขาว ผึ้ง และต่อ สัตว์เลื้อยคลาน 13 ชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 13 ชนิด นก 63 ชนิด นกอพยพในฤดูหนาว 35 ชนิด นกประจำถิ่น 27 ชนิด และตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของแม่น้ำอิง คือ ปลา หอยกาบน้ำจืด นากใหญ่ธรรมดา นากใหญ่ขนเรียบ (สมเกียรติ เชื้อนเชียงสา, 2563) นอกจากนี้ ปลาจากแม่น้ำโขงจะเข้ามาวางไข่และหาอาหารในลำน้ำอิงและหนองน้ำ เนื่องจากแม่น้ำอิงจะมีอุณหภูมิที่อุ่นเหมาะสมในการวางไข่มากกว่าแม่น้ำโขงที่มีความเย็น ซึ่งเป็นน้ำที่ไหลมาจากเทือกเขาหิมาลัยในประเทศจีน ป่าริมน้ำจึงเป็นบริเวณที่เหมาะสมสำหรับปลาในการวางไข่ เช่น ปลาค้าว ปลาช่อน และปลาตะเพียน ในพื้นที่บริเวณนี้จะเป็นแหล่งอาหารและแหล่งวางไข่ที่สำคัญของปลา มีพืชที่เป็นอาหารปลาที่มีความพิเศษคือ อยู่ในน้ำท่วมและช่วงน้ำลดได้ ซึ่งในช่วงน้ำลดและเข้าฤดูหนาวประมาณเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ปลาที่เจริญเติบโตจะแพร่พันธุ์อยู่ในแม่น้ำและในหนองน้ำต่าง ๆ บางส่วนจะอพยพกลับไปยังแม่น้ำโขง ดังนั้นด้วยระบบนิเวศที่หลากหลาย มีแหล่งอาหาร แหล่งแพร่พันธุ์ในป่าริมน้ำหนองน้ำ จึงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการแพร่พันธุ์ของปลา (สร้อยสุริย์ ศรีเมือง, 2559)

5. คุณค่าและการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำอิง

คุณค่าและการใช้ประโยชน์ของแม่น้ำอิง (สายัณห์ ขำหนึ่ง และคณะ, 2558) มีดังนี้

- 1) การเกษตร ชุมชนในลุ่มน้ำอิงประกอบอาชีพทำการเกษตร ปลูกพืชเพื่อทำนา ใช้น้ำในการปลูกพืชเชิงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด ถั่ว และพริก โดยแม่น้ำอิงคือแม่น้ำสายหลักที่ในการประกอบอาชีพของเกษตรกรที่อาศัยอยู่ริมแม่น้ำ
- 2) การทำประมง ชุมชนในลุ่มน้ำอิงประกอบอาชีพประมงเพื่อการบริโภคและเป็นอาชีพเสริม (ภาพที่ 2.6)
- 3) เป็นแหล่งแพร่พันธุ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เช่น ปลาชนิดต่าง ๆ จากแม่น้ำโขงที่ว่ายทวนน้ำขึ้นมาวางไข่ยังแม่น้ำอิง หอยกาบน้ำจืดหลายสายพันธุ์ และนกน้ำหลายชนิด



ภาพที่ 2.6 การทำประมงในแม่น้ำอิงบ้านดำน้าอิง ตำบลต้า อำเภอนันทาล จังหวัดเชียงราย
ที่มา : ผู้วิจัย

6. สถานการณ์ปัญหาและภัยคุกคามในพื้นที่ลุ่มน้ำอิง

สถานการณ์ปัญหาและภัยคุกคามในพื้นที่ลุ่มน้ำอิง (สหทยา วิเศษ, 2566) มีดังนี้

- 1) การสร้างฝายกั้นลำน้ำอิง จำนวน 14 แห่ง ทำให้ปลาจากแม่น้ำโขงไม่สามารถขึ้นมาวางไข่บริเวณต้นน้ำ และกว๊านพะเยาได้
- 2) การทำประมงที่มีการใช้เครื่องมือจับปลาที่ผิดกฎหมาย เช่น ระเบิดปลา ชีตปลา โพงพาง และอวนลากหัตถ์ลง ทำให้พันธุ์ปลาลดลง และบางชนิดสูญพันธุ์
- 3) แหล่งน้ำตื้นเขิน โดยมีวัชพืชขึ้นอย่างหนาแน่น และคุณภาพของน้ำทำให้ปลาและสัตว์น้ำไม่สามารถดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ได้ เนื่องจากสารเคมีทางการเกษตร น้ำเสียจากครัวเรือน และเขตเมือง
- 4) คุณภาพน้ำในกว๊านพะเยาเสื่อมลงจากการระบายน้ำเสียจากเมืองและพื้นที่เกษตร
- 5) การบุกรุกพื้นที่สาธารณะรอบกว๊านพะเยาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชนและผู้ประกอบการร้านค้า ร้านอาหาร
- 6) การลดจำนวนลงและการสูญพันธุ์ของชนิดพันธุ์ปลาท้องถิ่นและหอยกาบน้ำจืดในกว๊านพะเยาและแม่น้ำอิง
- 7) ปัญหาการบริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำอิงตอนกลาง ซึ่งยังไม่มีเอกภาพ มีความขัดแย้งของชาวนากับหน่วยงานภาครัฐในการใช้น้ำเพื่อการทำนา
- 8) พื้นที่ของป่าชุ่มน้ำริมแม่น้ำอิงลดลงจากการปลูกพืชเชิงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด ถั่ว

และพริก

9) การเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำโขงบริเวณปากแม่น้ำอิง ที่มีความสัมพันธ์กับการระบายน้ำจากเขื่อนในลุ่มน้ำโขงตอนบนในประเทศจีน และผลกระทบจากการระเบิดแก่งแม่น้ำโขง

10) การเกิดขึ้นของโครงการพัฒนาในลุ่มน้ำอิงที่มีความสัมพันธ์นโยบายการพัฒนาแหล่งน้ำของรัฐบาล และการขยายตัวของกลุ่มประเทศในอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขงและสี่เหลี่ยมเศรษฐกิจ เช่น โครงการขุดลอกกว๊านพะเยา แม่น้ำอิง และหนองเล็งทราย โครงการทำกระเช้าขึ้นดอยนอก การพัฒนาผังเมืองรวมภูซางเมืองใหม่ที่มีการกำหนดเป็นศูนย์กระจายสินค้าจากจีน โครงการจัดตั้งมหาวิทยาลัยแม่ใจ วิทยาเขตเชียงของ และมหาวิทยาลัยสวนสุนันทา ที่บ้านบุญเรือง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย โดยการถมดินพื้นที่ชุ่มน้ำและการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษเชียงของ

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหอยกาน้ำจืด

1. ข้อมูลทั่วไปของหอยกาน้ำจืด

หอยเป็นสัตว์ที่ถูกจัดอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (Mollusca) มีลักษณะทั่วไป คือ ไม่มีกระดูกสันหลัง ลำตัวนิ่ม ไม่แบ่งเป็นข้อปล้อง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ หัว เฝ้า แมนเทิล (mantle) กับช่องแมนเทิล (mantle cavity) และอวัยวะภายใน (visceral mass) หอยจัดเป็นสัตว์ที่มีความหลากหลายสูงและมีความสำคัญในอาณาจักรสัตว์ มีการค้นพบกว่า 100,000 ชนิด (Swennen et al., 2001) หอยกาน้ำจืดหรือหอยสองฝาอยู่ในชั้นไบวาลเวีย (Bivalvia) เป็นสัตว์ที่มีฝาสองฟापประมาณ 30,000 ชนิด เปลือกหอยทั้งสองฝามีรูปร่างเหมือนกัน ขนาดใกล้เคียงกันแต่กลับซ้าย-ขวายึดติดกันด้วยกล้ามเนื้อยึดฝา (adductor muscle) และเอ็นยึดฝาหรือบานพับ (hinge ligament) ซึ่งบานพับจะยึดเปลือกทางด้านหลังมักมีสีดำ บริเวณใต้บานพับประกอบด้วยฟัน เรียกว่า hinge teeth ซึ่งช่วยยึดเปลือกไว้ด้วยกัน ประกอบด้วยฟันซูโดคาร์ดินัล (pseudo-cardinal teeth) และฟันแลเทอร์ลัล (lateral teeth) (พบในวงศ์ Amblemididae) หรือฟันคาร์ดินัล (cardinal teeth) (พบในวงศ์ Corbiculidae) การเปิดปิดของฝา เมื่อกล้ามเนื้อยึดเปลือกหอยคลายตัว เอ็นจะเป็นตัวดึงให้ฝาเปิด และการหดตัวของกล้ามเนื้อยึดเปลือกทำให้ฝาถูกปิด ในการดูว่าเป็นเปลือกซ้ายหรือเปลือกขวาทำได้โดยถือเปลือกหอยให้ด้านอัมโบตั้งขึ้นและให้ด้านบานพับของเปลือกหันเข้าหาผู้สังเกต เปลือกที่อยู่ขวามือ คือ เปลือกขวา เปลือกที่อยู่ซ้ายมือ คือ เปลือกซ้าย (จุฑามาศ จิวลักษณ์ และคณะ, 2550)

2. โครงสร้างภายนอกของเปลือกหอยกาน้ำจืด

หอยกาน้ำจืดจำแนกโดยลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย รูปร่างของเปลือกหอยกานมีหลายแบบ เช่น เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า รูปสี่เหลี่ยม รูปกลม รูป 1/4 ของวงกลม รูปไข่และรูป

รี (ภาพที่ 2.7) ในบางกรณีจะพบว่าส่วนท้ายของเปลือกมีลักษณะยกขึ้นหรือยื่นออกไปมาก เรียก ปีก (wing) หรือมีสันโค้งนูนหรือเว้าลงไปเปลือกมีผลทำให้พิจารณาชนิดของรูปร่างได้ยาก (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2538) ลักษณะเปลือกหอยกาบด้านนอกที่สำคัญประกอบด้วย

1) ขั้วเปลือกหรืออัมโบ (umbo) เป็นเปลือกส่วนที่ถูกสร้างขึ้นก่อนและแก่ที่สุด เป็นส่วนยอดสุดของเปลือก อยู่บริเวณส่วนบนค่อนข้างทางด้านหน้าของเปลือก

2) เส้นทางการเจริญเติบโต (growth line) เกิดจากการเพิ่มขนาดของเปลือก ทำโดยการสร้างเปลือกใหม่รอบอัมโบเป็นวงซ้อนขยายออกไปเรื่อย ๆ ทำให้เกิดเส้นลายบนเปลือก รอบอัมโบออกเป็นชั้น ๆ ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นละเอียดเรียงซ้อนกันเริ่มจากด้านบนบริเวณอัมโบไป สิ้นสุดด้านล่างของเปลือก ทางด้านหลังของเปลือกจะมีสันยาวตลอดแนวตั้งซึ่งอาจมีลักษณะโค้งนูน หรือเว้า

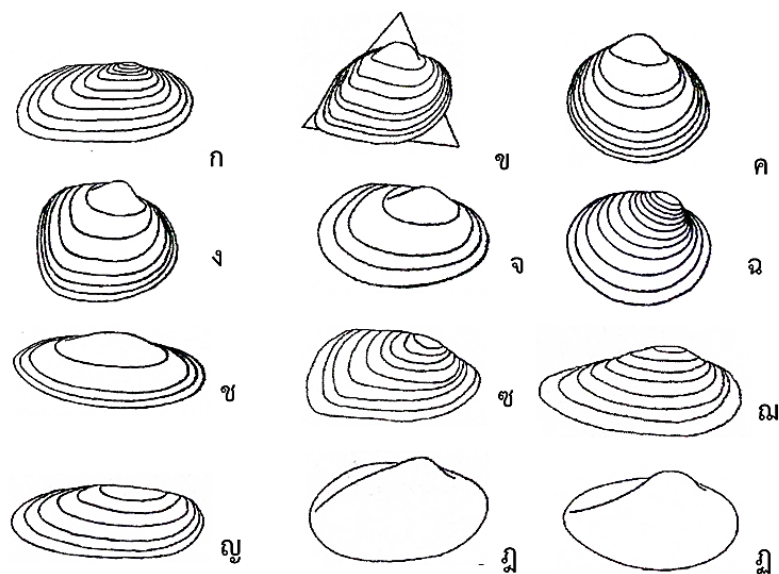
3) ลวดลายของเปลือก ผิวเปลือกอาจมีลักษณะเป็นตุ่ม หรืออาจจะเป็นผิวเรียบ หรือหอยบางชนิดอาจมีสีสันทึบและลวดลายสีต่าง ๆ กันไป

เปลือกของหอยกาบประกอบด้วยชั้นของสาร 3 ชั้น (บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์, 2540) ดังนี้

1) periostracum เป็นชั้นนอกสุดมีสีน้ำตาล มีเส้นการเจริญเติบโตในบริเวณอัมโบ เปลือกชั้นนี้จะถลอกไปจึงเห็นอัมโบเป็นสีขาว

2) prismatic อยู่ถัดจากชั้น periostracum เข้าไป ชั้นนี้ไม่มีเม็ดสีอยู่และสามารถมองเห็นได้ตรงบริเวณอัมโบ ซึ่งชั้นนอกหลุดออกไปแล้ว

3) nacreous เป็นชั้นในสุด ดูได้จากด้านในของเปลือก มีความมันวาว จึงเรียกว่า ชั้นมุกเมื่อแกะเปลือกออก

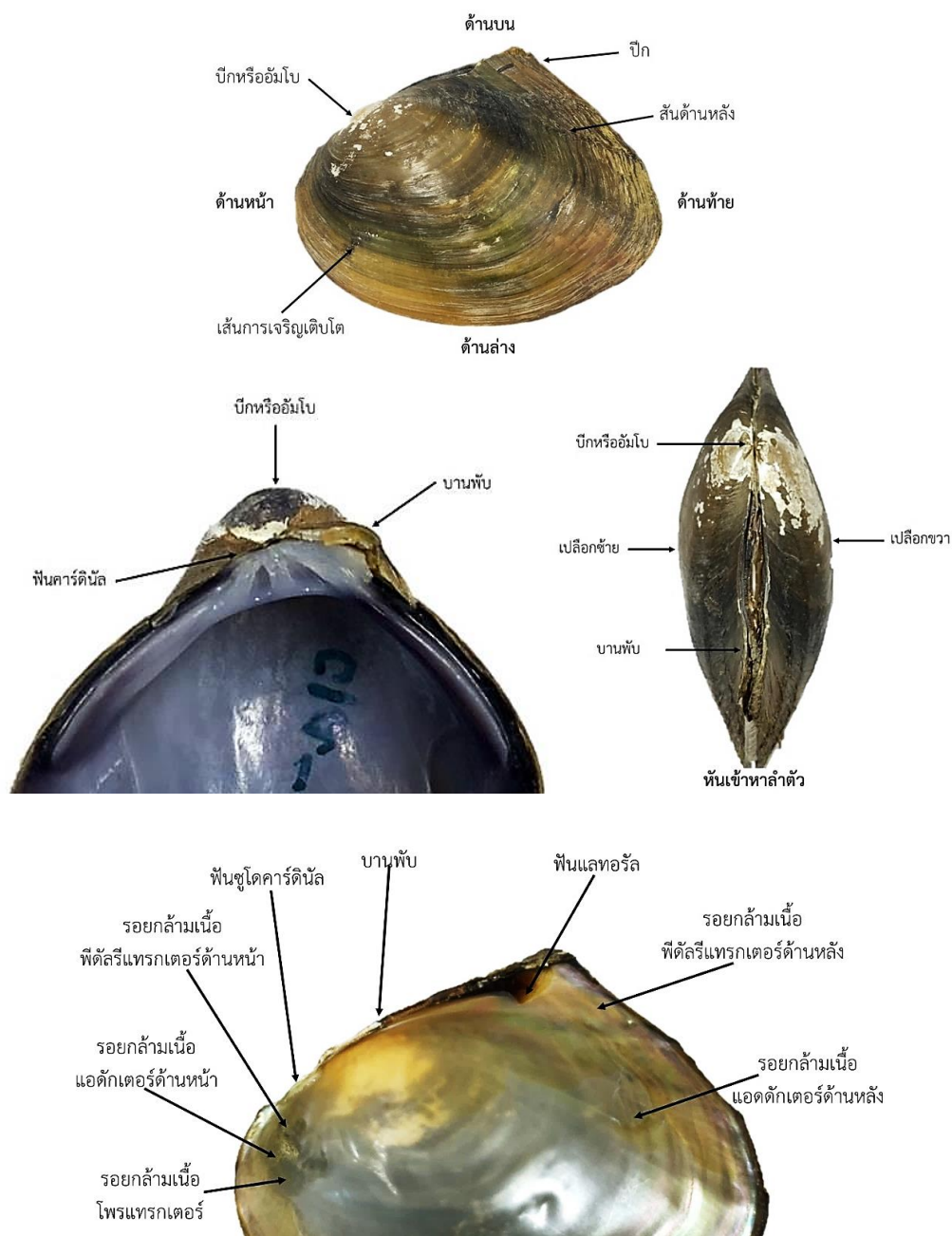


ภาพที่ 2.7 รูปร่างของเปลือกหอย : (ก) รูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า (ข) รูปสามเหลี่ยม (ค) รูปกลม (ง) รูป $\frac{1}{4}$ ของวงกลม (จ) รูปไข่ (ฉ-ช) รูปรี (ซ) รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (ฌ) รูปยาวรีคล้ายลิ้น (ญ) รูปยาว (ฎ) เปลือกมีด้านหลังโค้งนูน และ (ฏ) เปลือกมีสันด้านหลังเว้าลง
ที่มา : ณัฐพงศ์ พนาพุดกุล (2555)

3. โครงสร้างภายในของเปลือกหอยกาน้ำจืด

ลักษณะภายในของหอยกาน้ำจืดจะยึดติดกันแน่นด้วย ฮินจ์ (hinge) มีลักษณะเป็นบานพับ ทำให้เปลือกหอยติดกัน ประกอบด้วย ฟันแลเทอร์อัล (lateral teeth) มีลักษณะยาวเรียวใต้ลิมาเมนต์ อยู่ส่วนท้ายของเปลือก ฟันชูโดคาร์ดินัล (pseudocardinal teeth) มีลักษณะสั้นกว่าฟันแลเทอร์อัล อยู่ส่วนหน้าของเปลือก อินเตอร์เดนตัม (interdentum) อยู่ระหว่างฟันแลเทอร์อัลและฟันชูโดคาร์ดินัล ด้านใต้ของช่องปาก (beak cavity) (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2538) ทางด้านหน้าเปลือกมีรอยกล้ามเนื้อ 3 รอย (muscle scar) ที่ด้านในเปลือกหอยกาน้ำจืด (อุทัยวรรณ โกวิทวาท, 2557) ดังนี้ (ภาพที่ 2.8)

- 1) รอยของกล้ามเนื้อยึดฝา (adductor muscle scar) รอยที่อยู่ด้านหน้าเรียก anterior adductor muscle scar รอยด้านหลังเรียก posterior adductor muscle scar
- 2) รอยของกล้ามเนื้อดึงเท้า (retractor muscle scar) เป็นรอยเล็กกว่า และอยู่ใกล้ ๆ กับกล้ามเนื้อยึดฝาทั้งสองข้าง มีหน้าที่ดึงกล้ามเนื้อเท้าหดกลับเข้าไปในเปลือก
- 3) รอยของกล้ามเนื้อพีดัลโพรแทรกเตอร์ (pedal protractor muscle scar) อยู่ใกล้กับรอยของกล้ามเนื้อยึดฝาและรอยของกล้ามเนื้อดึงเท้าส่วนหน้า ซึ่งเป็นรอยที่อยู่ล่างสุด



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างภายนอกและภายใน และรอยกล้ำเนื้อของเปลือกหอยกาน้ำจืด

ที่มา : ดัดแปลงจาก จุฑามาศ จิวลักษณ์ และคณะ (2550)

4. ถิ่นอาศัยของหอยกาน้ำจืด

หอยกาน้ำจืดมีถิ่นอาศัยในแหล่งน้ำโดยฝังตัวในพื้นที่ที่อ่อนนุ่ม เช่น โคลน โคลนปนทราย หรือทราย โดยใช้เท้าขุดพื้นผิวเพื่อฝังตัว เกาะบนไม้ และฝังตัวที่รอยแยกของหินใต้น้ำ หอยกาน้ำจืดบางชนิดจะฝังตัวแทรกพื้นที่นุ่มระหว่างก้อนหิน 2 ก้อน เช่น หอยกานสกุล *Trapezoides*

เอาส่วนอัมโบตั้งขึ้นและเปิดช่องทางด้านบนเพื่อกรองอากาศและหายใจ ในประเทศไทยหากแบ่งแหล่งน้ำเป็น 6 แบบ ได้แก่ กุด หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ ห้วย ลำน้ำสาขา และแม่น้ำสายหลัก พบว่าหอยกาบ *Pilbryconcha exilis exilis*, *Pilbryconcha exilis compressa*, *Scabies phaselus*, *Ensidents ingallsianus ingallsianus*, *Uniandra contradens tumidula* และ *Corbicula moreletiana* สามารถพบได้ทุกสภาพแหล่งน้ำ ในขณะที่หอยกาบบางชนิดจะพบเฉพาะบางแหล่งน้ำเท่านั้น ได้แก่ *Limnoperna supoti*, *Chamberlainia hainesiana*, *Chamberlainia tenuis*, *Chamberlainia pingenis*, *Unionetta fabagina*, *Indonaia substriata*, *Martesia strita* และ *Dreissena* sp. พบเฉพาะในแม่น้ำสายหลัก หอยกาบ *Brachidontes arcutulus*, *Polymesoda (Geloia) galathea*, *Batissa similis* และ *Chamberlainia gubernatoria* พบเฉพาะในลำน้ำสาขา โดยเฉพาะหอยกาบ *Polymesoda (Geloia) galathea* และ *Batissa similis* จะพบในลำน้ำสาขาที่มีส่วนต่อกับทะเล สำหรับแม่น้ำสายหลักพบชนิดหอยมากที่สุด 65 ชนิด รองลงมา ได้แก่ ลำน้ำสาขา โดยพบ 61 ชนิด และน้อยที่สุด คือ กุด พบ 13 ชนิด หอยกาบน้ำจืดสามารถอยู่อาศัยได้ในเนื้อดินหลายประเภท โดยเนื้อดินที่พบชนิดของหอยกาบน้ำจืดมากที่สุด คือ โคลนและทราย พบ 54 ชนิด หอยที่พบเฉพาะในเนื้อดินบางประเภท เช่น *Pilbryconcha lemeslei*, *Unionetta fabagina*, *Limnoperna substriata*, *Chamberlainia tenuis* และ *Chamberlainia gubernatoria* พบเฉพาะพื้นเป็นทราย หอยกาบ *Trapezoideus exolegens pallegoixi*, *Polymesoda (Geloia) bengalensis*, *Polymesoda (Geloia) galathea* และ *Corbicula messageri* พบเฉพาะพื้นที่เป็นโคลน หอยทราย *Corbicula bocourti* พบเฉพาะพื้นที่เป็นโคลนปนทราย หอยกาบ *Batissa similis* พบเฉพาะพื้นเป็นทรายปนกรวด หอยบางชนิดจะเกาะกับต้นไม้ที่ขึ้นริมแม่น้ำซึ่งติดต่อกับทะเล ได้แก่ หอยทองกลาง *Enigmonia aenigmatica* บางชนิดอาศัยอยู่ในไม้ที่จมน้ำในแม่น้ำซึ่งติดต่อกับทะเลโดยเจาะไม้เข้าไป ได้แก่ หอยเจาะไม้ *Martesia strita* หอยหลายชนิดมีเส้นใยยึดเกาะกับวัสดุในน้ำ เช่น หิน หรือขอนไม้ ได้แก่ *Scaphula pinna*, *Limnoperna siamensis*, *Limnoperna supoti*, *Brachidontes arcuatulus* และ *Dreissena* sp. (จุฬามาต จิวาลักษณ์ และคณะ, 2550)

5. การสืบพันธุ์ของหอยกาบน้ำจืด

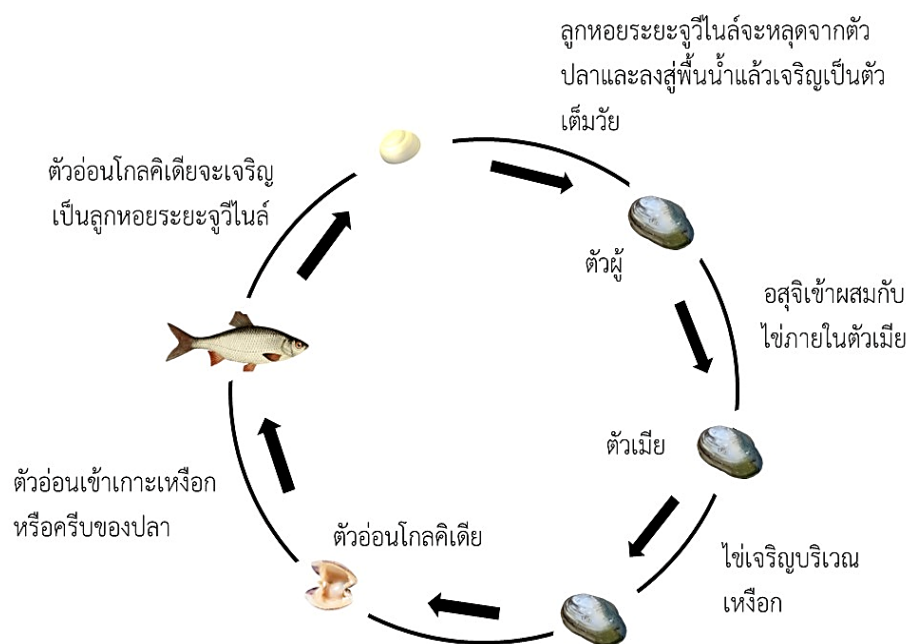
หอยกาบส่วนใหญ่มีเพศแยกกัน (dioecious) อวัยวะสืบพันธุ์ทั้งสองอันจะล้อมรอบชุดของลำไส้และอยู่ชิดกันมากจนเหมือนกับเป็นอันเดียวกัน หอยกาบมีการปฏิสนธิภายนอก (external fertilization) ในหอยโพโรโทแบรงเคียและลามลลิแบรงเคียโบราณระบบสืบพันธุ์จะไปเปิดออกที่ไทดั้งนั้นไข่และสเปิร์มจะออกไปภายนอกทางรูเปิดของไทด โดยทั่วไปแล้วหอยโพโรโทแบรงเคียมีท่อสืบพันธุ์ (gonoduct) ต่างหากที่มีขนาดสั้นและจะเปิดส่วนบนของไทด ส่วนในหอยกาบชนิดอื่นนั้น ท่อ

สืบพันธุ์ซึ่งมีขนาดสั้นจะไปเปิดที่ส่วนล่างของไตใกล้กับรูเปิดของไต ในหอยลามาเมลแบรงเคียส่วนใหญ่ ท่อสืบพันธุ์จะเปิดออกสู่ช่องแมนเทิลเพื่อออกสู่ภายนอก รูเปิดของระบบสืบพันธุ์ (gonopore) จะอยู่ใกล้ ๆ กับรูเปิดของไต (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2538)

6. วัฏจักรชีวิตของหอยกาบน้ำจืด (บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์, 2540)

ในธรรมชาติหอยกาบน้ำจืดมีวงจรชีวิตที่มีความสัมพันธ์กับปลาและสัตว์น้ำอื่น กล่าวคือไข่ที่ปฏิสนธิแล้วเจริญเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า โกลคิเดีย (glochidia) จะเป็นปรสิตภายนอก โดยเกาะตามอวัยวะต่าง ๆ เช่น เหงือก ครีบ และหางของปลา หรือสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ซึ่งจะเกาะดูดกินน้ำเลี้ยงจากโฮสต์ (host) ประมาณ 10 สัปดาห์ จากนั้นจะพัฒนาจนมีลักษณะที่เหมือนพ่อแม่ แล้วจึงหลุดจากโฮสต์และจะดำรงชีวิตเป็นอิสระและเจริญเป็นตัวเต็มวัยต่อไป การมีวงจรชีวิตในระยะตัวอ่อนที่เฉพาะตัวเช่นนี้ ทำให้หอยกาบน้ำจืดมีพฤติกรรมการปรับตัวในการอยู่รอดได้เป็นอย่างดี จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้หอยกาบน้ำจืดมีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วโลก

หอยกาบน้ำจืดที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่จัดอยู่ในอันดับ Unionoida ซึ่งมีการสืบพันธุ์ภายใน ไข่ที่อยู่ในหอยกาบเพศเมียโดยจะถูกผสมจากน้ำเชื้อเพศผู้ที่ปนมากับน้ำแล้วเข้ามาในตัวทางท่อน้ำเข้า ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะอาศัยอยู่ในเหงือกของหอยกาบเพศเมีย แผ่นเหงือกของหอยกาบเพศเมียทำหน้าที่เป็นถุงเลี้ยงตัวอ่อน (marsupium) ในฤดูสืบพันธุ์ ไข่จะพัฒนาจนกลายเป็นตัวอ่อนระยะโกลคิเดียที่สมบูรณ์ จึงถูกปล่อยออกมาทางท่อน้ำออกแล้วเข้าไปอาศัยเป็นปรสิตอยู่ในปลาน้ำจืด โดยเกาะและฝังตัวอยู่บริเวณเหงือกและครีบ จนเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากโกลคิเดียไปเป็นลูกหอยระยะจูวีไนล์ (juvenile) ที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ แล้วจึงหลุดจากตัวปลาตกลงสู่พื้นท้องน้ำหากินเป็นอิสระต่อไป (ลักษณ์ อินทร์นุ่น, 2557) (ภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.9 วงจรชีวิตของหอยกาน้ำจืด

ที่มา : ดัดแปลงจาก จุฑามาศ จิวลักษณ์ และคณะ (2550)

7. ความสำคัญของหอยกาน้ำจืดในระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ คือ ระบบที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตด้วยกัน และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งที่ไม่มีชีวิตในแหล่งที่อยู่ ซึ่งทำให้เกิดการโยกย้ายถ่ายเทสารและพลังงานเป็นวัฏจักร ในทางนิเวศวิทยาสามารถใช้หอยกาน้ำจืดเป็นตัวบ่งชี้มลพิษในระบบนิเวศได้ อีกทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการคุณภาพน้ำจากสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงและมลพิษที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำที่เป็นที่อยู่อาศัยของหอยกาน้ำจืดส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง ด้วยสถานะของหอยกาน้ำจืดตามธรรมชาติในปัจจุบันมีข้อมูลไม่เพียงพอ ประกอบกับผลกระทบจากปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากมลพิษในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ อาจทำให้หอยกาน้ำจืดอยู่ในสถานะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ (ราตรี ภารา, 2540; สมศักดิ์ ระยัน และคณะ, 2564)

8. การใช้ประโยชน์จากหอยกาน้ำจืด

หอยกาน้ำจืดเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งเนื้อและเปลือก หอยกาน้ำจืดหลายชนิดสามารถนำมาบริโภคได้ เช่น หอยทราย (*Corbicula* spp.) พบวางขายในตลาดแทบทุกภาค หอยกาน้ำจืด (*Scabias* spp.) และหอยกาน้ำจืด (*Pilsbryconcha* spp.) ก็นิยมนำมาบริโภคเช่นกัน สำหรับเปลือกหอยกาน้ำจืดนั้น หอยกาน้ำจืดหลายชนิดเมื่อนำมาขัดเปลือกแล้วจะเห็นชั้นมุกแวววาว สามารถนำมาใช้ทำเครื่องประดับและของใช้ เช่น

ต่างหู พวงกุญแจ และเข็มกลัดติดเสื้อ เปลือกหอยกาน้ำจืดบางชนิดนิยมนำมาใช้ในการทำหัตถกรรมประดับมุก และหอยกาน้ำจืดบางชนิดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงไข่มุกน้ำจืดได้อีกด้วย โดยไข่มุกที่ได้จะเป็นไข่มุกแบบไม่มีแกน มีรูปร่างหลากหลาย มีสีสันตามสีด้านในของเปลือกหอยที่นำมาเพาะเลี้ยง (จุฑามาศ จิวาลักษณ์ และคณะ, 2550)

การจำแนกชนิดของหอยกาน้ำจืด

1. ลักษณะสำคัญในการจำแนกชนิดหอยกาน้ำจืด

หอยกาน้ำจืดสามารถจำแนกโดยลักษณะสัณฐานวิทยาของเปลือกหอย รูปร่างของเปลือกหอยกาน้ำจืดมีหลายแบบ (ภาพที่ 2.7) และสามารถจัดจำแนกได้โดยใช้ลักษณะฟันของหอยกาน้ำจืดประกอบในการจัดจำแนกชนิดได้ หอยกาน้ำจืดบางชนิดอาจมีรูปร่างภายนอกคล้ายกัน แต่ลักษณะฟันของหอยต่างสกุลจะแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น หอยกาน้ำจืดบางชนิดในสกุล *Pilsbryconcha* ไม่มีฟัน หอยกาน้ำจืดบางชนิดในสกุล *Pseudodon* มีฟันซูโดร์คาร์ดินัลแต่ไม่มีฟันแลเทอร์ัล หรือหอยกาน้ำจืดในสกุล *Hyriopsis* บางชนิดมีฟันซูโดร์คาร์ดินัลและมีฟันแลเทอร์ัล (จุฑามาศ จิวาลักษณ์ และคณะ, 2550)

2.3.2 อนุกรมวิธานของหอยกาน้ำจืด

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดได้สำรวจหอยกาน้ำจืดของไทยตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั่วประเทศไทยในปี พ.ศ. 2546-2549 พบหอยกาน้ำจืด 6 อันดับ 7 วงศ์ 21 สกุล 72 ชนิด จำแนกตามหลักอนุกรมวิธานที่ได้ยึดถือตาม Brandt (1974) (จุฑามาศ จิวาลักษณ์ และคณะ, 2550) ดังนี้

Phylum Mollusca

Class Bivalvia

Subclass Pteriomorpha Beurlen, 1944

Order Arcoida Stoliczka, 1871

Family Arcidae Lamarck, 1809

1. *Scaphula pinna* Benson, 1856

Order Mytiloida Férussac, 1822

Family Mytilidae Rafinesque, 1815

2. *Limnoperna siamensis* (Morelet, 1875)

3. *Limnoperna supoti* Brandt, 1974

4. *Brachidontes arcuatulus* (Hanley, 1844)

Order Ostreoida Férussae, 1822

Family Anomiidae Rafinesque, 1815

5. *Enigmonia aenigmatica* (Holten, 1803)

Subclass Schizodontida Steinmann, 1888

Order Unionoida Stoliczka, 1871

Family Amblemidae Rafinesque, 1820

Subfamily Pseudodontinae Frierson, 1927

6. *Pilsbryoconcha lemeslei* (Morelet, 1875)

7. *Pilsbryoconcha exilis exilis* (Lea, 1839)

8. *Pilsbryoconcha exilis compressa* (Martens, 1860)

9. *Pseudodon mouhoti* (Lea, 1863)

10. *Pseudodon inoscularis callifer* (Martens, 1860)

11. *Pseudodon inoscularis cumingi* (Lea, 1850)

12. *Pseudodon cambodjensis cambodjensis* (Petit, 1865)

13. *Pseudodon cambodjensis tenerimus* Brandt, 1974

14. *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* Conrad, 1865

15. *Pseudodon vondembuschianus chaperi* (Morgan, 1885)

Subfamily Hyriopsinae Modell, 1942

16. *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* Simpson, 1900

17. *Hyriopsis (Hyriopsis) delaportei* (Crosse & Fischer, 1876)

18. *Hyriopsis (Limnoscapha) desowitzi* Brandt, 1974

19. *Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana* (Lea, 1856)

20. *Chamberlainia hainesiana* (Lea, 1856)

21. *Cristaria plicata* (Leach, 1815)

Subfamily Parreysiinae Henderson, 1935

22. *Unionetta fabagina* (Deshayes, 1876)

23. *Scabies crispata* (Gould, 1843)

24. *Scabies phaselus* (Lea, 1856)

25. *Scabies nucleus* (Lea, 1856)

26. *Indonaia substriata* (Lea, 1856)

27. *Indonaia pilata* (Lea, 1866)

Subfamily Rectidentinae Modell, 1942

- 28. *Ensidens ingallsianus ingallsianus* (Lea, 1852)
- 29. *Ensidens ingallsianus dugasti* (Morlet, 1892)
- 30. *Uniandra contradens ascia* (Hanley, 1856)
- 31. *Uniandra contradens rusticoides* Brandt, 1974
- 32. *Uniandra contradens tumidula* (Lea, 1856)
- 33. *Uniandra contradens rustica* (Lea, 1856)
- 34. *Uniandra contradens crosseii* (Deshayes, 1876)
- 35. *Uniandra contradens fischeriana* (Morlet, 1883)
- 36. *Physunio superbus* (Lea, 1843)
- 37. *Physunio eximius* (Lea, 1856)
- 38. *Physunio inornatus* (Lea, 1856)
- 39. *Physunio micropterus* (Morelet, 1866)
- 40. *Physunio cambodiensis* (Lea, 1856)
- 41. *Physunio modelli* Brandt, 1974
- 42. *Trapezoideus exolebens exolebens* (Gould, 1843)
- 43. *Trapezoideus exolebens pallegoixi* (Sowerby, 1867)
- 44. *Trapezoideus exolebens comptus* (Deshayes, 1876)

Subclass Heterodonta Neumayr, 1884

Order Myoida Goldfuss, 1820

Family Pholadidae Lamarck, 1809

- 45. *Martesia strita* (Linnaeus, 1758)

Order Veneroida H. & A. Adams, 1858

Family Dreissenidae Gray, 1840

- 46. *Dreissena* sp.

Family Corbiculidae Gray, 1847

- 47. *Polymesoda (Geloia) bengalensis* (Lamarck, 1818)
- 48. *Polymesoda (Geloia) proxima* (Prime, 1864)
- 49. *Polymesoda (Geloia) galathea* (Mörch, 1850)
- 50. *Batissa similis* Prime, 1860
- 51. *Corbicula arata* (Sowerby, 1877)

52. *Corbicula blandiana* Prime, 1864
53. *Corbicula bocourti* (Morelet, 1865)
54. *Corbicula javanica* (Mousson, 1849)
55. *Corbicula lamarckiana* Prime, 1864
56. *Corbicula lydigiana* Prime, 1861
57. *Corbicula castanea* (Morelet, 1865)
58. *Corbicula cyreniformis* Prime, 1860
59. *Corbicula tenuis* Clessin, 1887
60. *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774)
61. *Corbicula noetlingi* Martens, 1899
62. *Corbicula gustaviana* Martens, 1900
63. *Corbicula moreletiana* Prime, 1867
64. *Corbicula iravadica* Hanley & Theobald, 1876
65. *Corbicula boudoni* Morlet, 1886
66. *Corbicula pingensis* Brandt, 1974
67. *Corbicula gubernatoria* Prime, 1869
68. *Corbicula occidentiformis* Brandt, 1974
69. *Corbicula leviuscula* Prime, 1864
70. *Corbiculasolidula* Prime, 1861
71. *Corbicula messengeri* Bavay & Dautzenberg, 1901
72. *Corbiculavokesi* Brandt, 1974

ความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของหอยกาน้ำจืด

1. ความหลากหลายของหอยกาน้ำจืดในประเทศไทย

หอยกาน้ำจืดในประเทศไทยมีการศึกษาอย่างเป็นระบบตามหลักอนุกรมวิธานโดย Dr. R.A.M. Brandt ในปี ค.ศ. 1974 ซึ่งได้ตีพิมพ์ “The non-marine aquatic Mollusca of Thailand” จากการศึกษาตัวอย่างซึ่งถูกเก็บจากประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง เช่น ประเทศลาว มาเลเซีย และ เมียนมา ซึ่งอาจถือได้ว่าการศึกษาดังกล่าวเป็นงานวิจัยต้นแบบของงานทางด้านอนุกรมวิธานและความหลากหลายทางชีวภาพของหอยน้ำจืดในประเทศไทย ซึ่งครอบคลุมรวมถึงกลุ่มของหอยกาน้ำจืดด้วยเช่นเดียวกัน จากผลการศึกษาโดย Brandt พบว่าหอยกาน้ำจืดในประเทศไทยประกอบด้วย 3 ชั้นย่อย คือ Pteriomorphia, Schizodontida และ Heterodonta ซึ่งแบ่งออกได้

เป็น 21 ชนิด จาก 15 สกุล โดยใช้ลักษณะของเปลือก ฟัน และบานพับเปลือกในการจัดจำแนกเป็นหลัก ต่อมาได้มีการศึกษาทางชีววิทยาสืบพันธุ์โดย Panha (1990) ศึกษาวงจรชีวิตของหอยมุกน้ำจืดบริเวณภาคกลางของประเทศไทย นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาวิธีการศึกษาหอยกาน้ำจืดเพิ่มเติมอีกหลากหลายวิธี เช่น ลักษณะสัณฐานเปรียบเทียบของกระเพาะอาหารและตัวอ่อนระยะโกลคิเดีย (Nakamura, 1985; Panha, 1992) รวมถึงการศึกษาคาริโอไทป์ (karyotype) ของหอยกาน้ำจืดในกลุ่มแม่น้ำยม (ชัตนารี มีสุขโข, 2539) ทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเพิ่มเติม ซึ่งมีส่วนช่วยปรับปรุงระบบการจัดจำแนกหอยกาน้ำจืดในปัจจุบัน ในปี ค.ศ. 2006 Graft and Cummings ได้ทำการทบทวนและจัดระบบการจัดจำแนกหอยกาน้ำจืดในอันดับ Unionoida ใหม่ทั้งหมด จากการศึกษาครั้งนี้ส่งผลให้ความหลากหลายของหอยกาน้ำจืดในประเทศไทยมีทั้งสิ้น 15 สกุล 41 ชนิด ในขณะที่รายงานจากการสำรวจของกรมประมงปี พ.ศ. 2550 พบหอยกาน้ำจืดทั้งสิ้น 6 อันดับ 7 วงศ์ 21 สกุล 72 ชนิด หลังจากนั้น 2 ปีถัดมา หนังสือ Checklist of Mollusca fauna in Thailand ได้รวบรวมรายงานการสำรวจจากเอกสารทางวิชาการและตัวอย่างหอยกาน้ำจืดที่เก็บไว้ตามพิพิธภัณฑ์ของหน่วยงานต่าง ๆ พบว่าหอยกาน้ำจืดในประเทศไทยมีรายงานทั้งสิ้น 91 ชนิด (Nabhitabhata et al., 2009) ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการสำรวจภาคสนามในปี พ.ศ. 2550 แสดงให้เห็นว่าสถานะของหอยกาน้ำจืดในสภาพธรรมชาติของไทยหลายชนิดในปัจจุบันไม่เป็นที่เด่นชัด ซึ่งให้ได้รับผลกระทบจากปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากมลพิษในระบบนิเวศแหล่งน้ำต่าง ๆ ทำให้หอยกาน้ำจืดหลายชนิดลดจำนวนลงหรือสูญหายไปจากระบบนิเวศแหล่งน้ำในบางพื้นที่ หรือบางชนิดซึ่งเคยถูกนำมาใช้เป็นสัตว์เศรษฐกิจ เช่น นำมาเป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหารพื้นบ้าน หรือใช้ในอุตสาหกรรมเลี้ยงมุก รวมถึงชนิดพันธุ์ที่มีความจำเพาะในประเทศไทย อาจเกิดการสูญพันธุ์ขึ้นในอนาคตอันใกล้ หากปราศจากการสำรวจและจัดการอย่างจริงจัง (Panha, 1990; Panha and Phansuwan, 1996)

2. การกระจายพันธุ์ของหอยกาน้ำจืด

หอยกาน้ำจืดแพร่กระจายในเกือบทุกแหล่งน้ำในทุกจังหวัดของประเทศไทย จากการศึกษาของจุฑามาศ จิวลักษณ์ และคณะ (2550) พบว่า กลุ่มน้ำที่มีหอยกาน้ำจืดมากที่สุด ได้แก่ กลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบหอยกาน้ำจืดทั้งหมด 57 ชนิด จากที่พบทั้งหมด 72 ชนิด (ร้อยละ 79.2 ของหอยกาน้ำจืดทั้งหมดที่พบ) รองลงมา ได้แก่ กลุ่มน้ำในภาคเหนือและภาคตะวันออก 47 ชนิด (ร้อยละ 65.3) สำหรับกลุ่มน้ำในภาคใต้ พบ 41 ชนิด (ร้อยละ 56.9) ส่วนกลุ่มน้ำในภาคกลางและภาคตะวันตก พบหอยกาน้ำจืดน้อยชนิดที่สุด คือ ภาคละ 36 ชนิด (ร้อยละ 50) ทั้งนี้มีหอยกาน้ำจืดที่พบเฉพาะกลุ่มน้ำในบางภาค เช่น หอย *Pilsbryoconcha lemeslei*, *Unionetta fabagina*, *Scarbies nucleus*, *Indonaia substriata*, *Ensidens ingallsianus dugasti*, *Physunio eximius*, *Trapezoideus exolegens exolegens*, *Trapezoideus exolegens pallegoixi* และ

Corbicula tenuis พบเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หอย *Martesia striata* และ *Corbicula messengeri* พบเฉพาะในกลุ่มน้ำภาคตะวันออก และหอย *Brachidontes arcuatulus*, *Dreissena* sp., *Polymesoda (Geloina) galathere*, *Batissa similis* และ *Corbicula gubernatorial* พบเฉพาะในกลุ่มน้ำภาคใต้ (จุฬามาศ จิวาลักษณ์ และคณะ, 2550)

3. ความหลากหลายของหอยกาน้ำจืดในภาคเหนือ

จุฬามาศ จิวาลักษณ์ และคณะ (2550) สำรวจตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2546-2549 พบหอยกาน้ำจืดในกลุ่มน้ำภาคเหนือ 3 อันดับ 3 วงศ์ 4 วงศ์ย่อย จำแนกตามหลักอนุกรมวิธานที่ได้ยึดถือตาม Brandt (1974) ดังนี้

Phylum Mollusca

Class Bivalvia

Subclass Pteriomorphia Beurlen, 1944

Order Mytiloida Férussac, 1822

Family Mytilidae Rafinesque, 1815

Subclass Schizodontida Steinmann, 1888

Order Unionoida Stoliczka, 1871

Family Amblemidae Rafinesque, 1820

Subfamily Pseudodontinae Frierson, 1927

Subfamily Hyriopsinae Modell, 1942

Subfamily Parreysiinae Henderson, 1935

Subfamily Rectidentinae Modell, 1942

Subclass Heterodonta Neumayr, 1884

Order Veneroida H. & A. Adams, 1858

Family Corbiculidae Gray, 1847

นอกจากนี้ Nabhitabhata et al. (2009) ได้รายงานความหลากหลายของหอยกาน้ำจืดในภาคเหนือ ทั้งหมด 17 ชนิด แสดงดังตารางที่ 2.1 และรายงานความหลากหลายของหอยกาน้ำจืดในเชียงรายทั้งหมด 6 ชนิด แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ชนิดหอยกาบน้ำจืดในภาคเหนือ

ชนิด	ชื่อสามัญ	แหล่งที่พบ
Family Unionidae		
<i>Chamberlainia hainesiana</i> (Lea, 1856)	หอยกาบดำ หอยมุกน้ำจืด หอยกาบ หอยกาบใหญ่ หอยดาน หอยไอโล้น	แม่น้ำแควน้อย จังหวัดพิษณุโลก แม่น้ำยม แม่น้ำมูล แม่น้ำแม่กลอง กลุ่มน้ำชี แม่น้ำ แควน้อย จังหวัดกาญจนบุรี แม่น้ำวัง แม่ น้ำปิง แม่น้ำน่าน อุทยานแห่งชาติไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี คลองมอญ จังหวัด ชัยนาท
<i>Cristaria plicata</i> (Leach, 1815)	หอยกาบใหญ่ หอยกาบน้ำพอง	ลำน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น แม่น้ำพรม หนองผึกปง จังหวัดชัยภูมิ แม่น้ำมะ จังหวัดเชียงราย หนองหลวง จังหวัด เชียงราย คลองพะเนียง จังหวัด หนองบัวลำภู อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์
<i>Ensidens ingallsianus</i> <i>ingallsianus</i> (Lea, 1852)	หอยทราย หอยเขียว	พบทั่วประเทศ
<i>Ensidens ingallsianus dugast</i> (Morlet, 1892)	หอยทราย หอยเขียว	แม่น้ำมูล แม่น้ำโขง แม่น้ำสงคราม อ่าง เก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์
<i>Hyriopsis (Limnoscapha)</i> <i>desowitzi</i> (Brandt, 1974)	หอยกาบขาว	แม่น้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี คลอง บางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม แม่น้ำป่า สัก จังหวัดสระบุรี แม่น้ำนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำ น่าน แม่น้ำน้อย จังหวัด พระนครศรีอยุธยา และจังหวัดอ่างทอง คลองหนึ่ง-คลองห้า จังหวัดปทุมธานี คลองพระปรัง จังหวัดปราจีนบุรี น้ำปี จังหวัดพะเยา แม่น้ำลพบุรี จังหวัดลพบุรี
<i>Pilsbryoconcha exilis</i> <i>compressa</i> (Martens, 1860)	หอยเม็ดมะม่วง	ลุ่มน้ำทั่วประเทศ
<i>Scabies crispata</i> (Gould, 1843)	หอยกาบลาย	พบทั่วประเทศ

ตารางที่ 2.1 ชนิดหอยกาบน้ำจืดในภาคเหนือ (ต่อ)

ชนิด	ชื่อสามัญ	แหล่งที่พบ
<i>Uniandra contradens</i> <i>ascia</i> (Lea, 1856)	หอยกาบกี้ หอยกี้ หอยกาบอ้วน	จังหวัดสงขลา ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำสะแกกรัง ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ลุ่มน้ำตาป ลุ่มน้ำเพชรบุรี แม่น้ำยม และน้ำแม่สอง จังหวัดแพร่แม่น้ำลพบุรี จังหวัดลพบุรี คลองมอญ จังหวัดชัยนาท บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ แม่น้ำปิง ปากคลองบางทวน จังหวัดกำแพงเพชร ห้วยน้ำเลา ห้วยแม่กะตอม ห้วยแม่พุง จังหวัดแพร่ แม่น้ำปิง แม่น้ำลี้ ลำน้ำเหมือง อ่างเก็บน้ำแม่ยางั่ว จังหวัดลำพูน
<i>Uniandra contradens</i> <i>rustica</i> (Lea, 1856)	หอยกาบลาย	ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำสะแกกรัง ลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำตาป ลุ่มน้ำเพชรบุรี แม่น้ำปิง ปากคลองบางทวน จังหวัดกำแพงเพชร แม่น้ำปิง ฝายแม่ยม ฝายทุ่งกอก แม่น้ำยม ห้วยน้ำเลา ห้วยแม่กะตอม ห้วยแม่พุง จังหวัดแพร่ แม่น้ำปิง ลำน้ำเหมือง อ่างเก็บน้ำแม่ยางั่ว จังหวัดลำพูน
<i>Unionetta fagagina</i> (Deshayes, 1876)		แม่น้ำโขง แม่น้ำสงคราม
<i>Uniandra subcircularis</i> (Brandt, 1974)		แม่น้ำโขง
<i>Uniandra contradens</i> <i>tumidula</i> (Lea, 1856)		แม่น้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่ แม่น้ำยม จังหวัดแพร่ แม่น้ำวัง จังหวัดลำปาง

ตารางที่ 2.1 ชนิดหอยกาบน้ำจืดในภาคเหนือ (ต่อ)

ชนิด	ชื่อสามัญ	แหล่งที่พบ
<i>Corbicula moreletiana</i> Prime (1867)	หอยเล็บมา หอยทราย หอยกาบกี้ หอยกี้ หอยแครง หอยดาวน้ำจืด หอยตาก หอยตลับ หอย เทาหะ หอยฝามวง หอย เลียด หอยเฮย	ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำบางปะ กง ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำมูล ลุ่มน้ำตาป ลุ่ม น้ำเพชรบุรี ลุ่มน้ำป่าสัก ลุ่มน้ำวัง อ่าง เก็บน้ำเขื่อนลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์
<i>Indonaia humilis</i> (Lea, 1856)		แม่น้ำโขง
<i>Indonaia pilata</i> (Lea, 1866)		แม่น้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่ แม่น้ำโขง น้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่
<i>Pilsbryconcha exilis</i> <i>compressa</i> (Martens, 1860)	หอยเม็ดมะม่วง	ลุ่มน้ำทั่วประเทศ
<i>Uniandra contrakens</i> <i>fischeriana</i> (Morlet, 1883)		ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่ม น้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำ ยม ลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำตาป ลุ่มน้ำท่าจีน

ที่มา : Nabhitabhata et al. (2009)

ตารางที่ 2.2 ชนิดหอยกาบน้ำจืดในเชียงราย

ชนิด	ชื่อสามัญ	แหล่งที่พบ
Family Unionidae		
<i>Cristaria plicata</i> (Leach, 1815)	หอยกาบใหญ่ หอยกาบน้ำพอง	ลำน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น แม่น้ำพรม หนองผักปง จังหวัดชัยภูมิ แม่น้ำมะ จังหวัดเชียงราย หนองหลวง จังหวัด เชียงราย คลองพะเนียง จังหวัด หนองบัวลำภู
<i>Pseudodon cambodjensis</i> <i>cambodjensis</i> (Petit, 1865)		แม่น้ำมะ จังหวัดเชียงราย กุดตะกร้าและ ลำน้ำอูน จังหวัดนครพนม
<i>Pseudodon</i> <i>vondembuschianus</i> <i>ellipticus</i> Conrad, 1865		ลำน้ำชี จังหวัดขอนแก่น น้ำแม่คำ จังหวัด เชียงราย แม่น้ำป่าสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ แม่น้ำยม จังหวัดแพร่
<i>Uniandra contradens</i> <i>rusticoides</i> Brandt, 1975		แม่น้ำอิง จังหวัดเชียงราย แม่น้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่
<i>Corbicula bocourti</i> (Morelet, 1865)	หอยขวานโบคอร์ต	ลำน้ำร่องมิด จังหวัดเชียงราย ลำน้ำก่า จังหวัดนครพนม คลองกระทุม จังหวัด สระแก้ว อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์
<i>Corbicula castanea</i> (Morelet, 1865)	หอยขวานสีเกาลัด	แม่น้ำกก จังหวัดเชียงราย ห้วยแม่แฝก จังหวัดเชียงใหม่

ที่มา : Nabhitabhata et al. (2009)

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตและการแพร่กระจายพันธุ์ของหอยกาบน้ำจืด

หอยกาบน้ำจืดมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตและการแพร่กระจายพันธุ์ทั้งปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ (อุทัยวรรณ โกวิทวที, 2557; ลักษณะ อินทร์นุ่น, 2557) มีดังนี้

1) ปัจจัยทางกายภาพ (physical factor) มีบทบาทสำคัญต่อหอยกาบน้ำจืดมีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต การสืบพันธุ์ การกินอาหาร และการแพร่กระจายพันธุ์ การศึกษาคุณภาพของน้ำทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับหอยกาบน้ำจืด ได้แก่ เนื้อดิน บริเวณพื้นท้องน้ำ แสง อุณหภูมิ ความขุ่น ความเร็วกระแสน้ำ และความลึก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1) เนื้อดินบริเวณพื้นท้องน้ำ เนื้อดิน (soil texture) หมายถึง คุณสมบัติของดินที่บอกถึงสัดส่วนระหว่างอนุภาคทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) ที่อยู่ใน

ดิน ซึ่งทำให้ทราบความหยาบ และความละเอียดมากน้อยเพียงใด เนื้อดินมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตหน้าดิน (benthos) สิ่งมีชีวิตหน้าดิน หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่อาศัยและหากินบริเวณพื้นท้องน้ำ ได้แก่ พืชหน้าดิน (phytocoentres) และสัตว์หน้าดิน พวกกลุ่มของพืชหน้าดิน เช่น สาหร่ายที่อยู่ตามพื้นท้องน้ำ ส่วนสัตว์หน้าดิน เช่น หอยฝาเดียว หอยกาบน้ำจืด และตัวอ่อนของแมลง พืชหน้าดินมีความสำคัญต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำหลายประการ เช่น เป็นที่เกาะอาศัย หลบซ่อนศัตรู ดูดซึมสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ และเป็นแหล่งอาหาร สัตว์หน้าดินช่วยย่อยสารอินทรีย์ให้มีขนาดเล็กลง ซึ่งทำให้การย่อยสลายของจุลินทรีย์ง่ายขึ้น และเกิดสารอินทรีย์ที่เป็นอาหารของพืชทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารอาหารภายในระบบนิเวศ

1.2) แสง (light) ความเข้มแสงขึ้นอยู่กับสถานที่ ฤดูกาล เวลา ระดับความลึกของน้ำ สี ความขุ่น และปริมาณเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณและความเข้มของแสงมีผลโดยตรงกับผู้ผลิต โดยเป็นปัจจัยจำกัดของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ และจะมีผลทางอ้อมกับการดำรงชีวิตของหอยกาบน้ำจืด

1.3) อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อระบบนิเวศและแพลงก์ตอนทั้งทางตรงและทางอ้อม อุณหภูมิของแหล่งน้ำในธรรมชาติจะผันแปรตามปัจจัยหลายประการ เช่น ฤดูกาล อุณหภูมิ ลักษณะภูมิประเทศ ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่วไปของแหล่งน้ำ อุณหภูมิมีผลต่อความสามารถในการละลายออกซิเจน โดยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีอัตราผกผันกับอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ หากอุณหภูมิในแหล่งน้ำสูงขึ้นกว่าระดับปกติ 2-3 องศาเซลเซียส อาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

1.4) ความขุ่น (turbidity) และความโปร่งแสง (transparency) เกิดจากสารแขวนลอย ได้แก่ โคลน ทราย และสารอินทรีย์อนุภาคเล็ก ๆ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ความโปร่งแสงมีค่าตรงกันข้ามกับความขุ่น ถ้าความขุ่นมาก ค่าความโปร่งแสงจะน้อย ความขุ่นมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงความอดทนของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด โดยทั่วไปน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติมีค่าความขุ่นของน้ำที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำไม่ควรเกิน 50 เอ็นทียู ส่วนความโปร่งแสงมีค่าระหว่าง 30-60 เซนติเมตร ถ้าค่าความโปร่งแสงต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีความขุ่น หรืออาจมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป อาจทำให้น้ำขาดแคลนออกซิเจนได้ แต่ถ้ามีค่าความโปร่งแสงมากกว่า 60 เซนติเมตร แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นไม่สมบูรณ์

1.5) กระแสน้ำ (water current) หอยกาบน้ำจืดแต่ละชนิดชอบอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความเร็วของกระแสน้ำต่างกัน หอยกาบน้ำจืดที่มีเปลือกหนาขนาดใหญ่จะพบในแหล่งน้ำไหล (แม่น้ำ) ได้แก่ หอย *Chamberlainia hainesiana*, *Hyriopsis bialata*, *Hyriopsis desowitzi*

และ *Hyriopsis myersiana* ส่วนหอยกาบน้ำจืดที่มีเปลือกบางจะพบในแหล่งน้ำนิ่ง (บึงและบ่อ) ได้แก่ หอย *Pilsbryconchacompressa*, *Ensidents ingallsianus* และ *Scabies crispata*

1.6) ความลึก (water depth) โดยระดับความลึกของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยกาบ ซึ่งพบว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชและอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยกาบน้ำจืด โดยบริเวณน้ำตื้นจะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชและอุณหภูมิของน้ำสูงกว่าในบริเวณน้ำลึก ซึ่งเป็นสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยกาบน้ำจืด อัตราการเจริญเติบโตของหอยกาบน้ำจืดจะอยู่ระหว่างความลึก 1-2 เมตร

2) ปัจจัยทางด้านเคมี (chemical factor) มีบทบาทสำคัญต่อหอยกาบเช่นเดียวกันกับคุณภาพของน้ำทางกายภาพ โดยบริเวณที่มีการแพร่กระจายของหอยกาบน้ำจืดสูงจะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของน้ำทางเคมี ซึ่งคุณภาพของทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของหอยกาบน้ำจืด ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ ความเป็นด่างรวม ความกระด้างรวม แอมโมเนียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ปริมาณแคลเซียม และปริมาณซิลิกา ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถบ่งบอกแหล่งน้ำว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมหรือไม่ ซึ่งคุณภาพของน้ำทางเคมี มีรายละเอียดดังนี้

2.1) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นค่าที่บ่งบอกความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำของช่วงที่วัด ความเป็นกรด-ด่างของแหล่งน้ำขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างของดิน อุณหภูมิ น้ำ และปริมาณน้ำฝน ตลอดจนกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์น้ำในแหล่งน้ำทั่วไป สัตว์น้ำสามารถมีชีวิตอยู่ในน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4-10 แต่ความเป็นกรด-ด่างช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 ถ้าสูงหรือต่ำกว่านี้ สัตว์น้ำสามารถมีชีวิตอยู่ได้ แต่อาจไม่สามารถเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้ สัตว์น้ำสามารถเจริญได้ดีในน้ำที่มีสภาพความเป็นด่างมากกว่าสภาพความเป็นกรด

2.2) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) เป็นค่าที่บ่งชี้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำที่มีคุณภาพดีมักจะมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำประมาณ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำ คือ มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้เกิดความเครียดต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำหรืออาจทำให้สิ่งมีชีวิตตายได้

2.3) ความเป็นด่างรวม (total alkalinity) มีความสำคัญต่อแหล่งน้ำเพราะเป็นตัวช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างรวดเร็วเกินไป ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งให้คาร์บอนไดออกไซด์แก่พืชที่อาศัยอยู่ในน้ำและแพลงก์ตอนพืช ค่าความเป็นด่างรวมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรมีค่าระหว่าง 100-

120 มิลลิกรัมต่อลิตรแคลเซียมคาร์บอเนต และน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นด่างรวม และความกระด้างรวมอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน ความเป็นด่างในแหล่งน้ำธรรมชาติอยู่ระหว่าง 20-200 มิลลิกรัมต่อลิตรแคลเซียมคาร์บอเนต

2.4) แอมโมเนียไนโตรเจนรวม (total ammonia nitrogen) ที่พบในน้ำอยู่ในรูปของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ไม่มีประจุ (unionized : NH_3) มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ และแอมโมเนียไนโตรเจนที่มีประจุ (ionized form : NH_4^+) ซึ่งไม่เป็นพิษ ถ้ามีอยู่ในปริมาณที่น้อย การแตกตัวของแอมโมเนียไนโตรเจนขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิของน้ำ ถ้าความเป็นกรด-ด่างลดลง และอุณหภูมิสูงขึ้นแอมโมเนียไนโตรเจนรวมจะมีการแตกตัวเพิ่มขึ้น ทำให้ความเป็นพิษลดลง ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนที่เป็นอันตรายต่อปลาไม่ควรเกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปที่ไม่มีประจุ และในสภาวะที่พบปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูงคุณภาพน้ำด้านอื่น ๆ ก็จะไม่ดี เช่น ปริมาณออกซิเจนค่อนข้างต่ำ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะสูง โดยทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีแอมโมเนียไนโตรเจนในรูปที่ไม่มีประจุ 0.01-0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในรูปที่มีประจุมากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

2.5) ฟอสฟอรัส (phosphorus) เป็นปัจจัยจำกัดของความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำในแง่ผลผลิตขั้นต้นที่สำคัญ ซึ่งอยู่ในรูปของฟอสเฟตต่าง ๆ กัน ในรูปของออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate) ที่ละลายน้ำ ได้แก่ H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} และ PO_4^{3-} และอินทรีย์ฟอสเฟต ได้แก่ นิวคลีอิกแอซิด (nucleic acid) และฟอสโฟลิปิด (phospholipids) การวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในรูปของออร์โธฟอสเฟต ซึ่งแปลงก่ตอนพืชและพืชน้ำสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง และฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำ เนื่องจากสามารถตกตะกอนกับเหล็ก แคลเซียม อลูมิเนียม และโซเดียมได้ รวมทั้งจะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วโดยแปลงก่ตอนพืช และแบคทีเรีย บางส่วนจะถูกดูดซับโดยดินเหนียวพื้นท้องน้ำ ดังนั้นฟอสฟอรัสที่บริเวณพื้นท้องน้ำจะมีปริมาณมากกว่าที่ผิวน้ำ ปริมาณฟอสเฟตสามารถใช้จำแนกประเภทของแหล่งน้ำได้ 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีฟอสเฟตน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารน้อยเกินไป แต่มากกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารมาก แหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรอยู่ระหว่าง 0.02-0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือไม่ควรเกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร และแหล่งน้ำที่มีปริมาณฟอสเฟตสูงกว่า 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเกิดปัญหามลภาวะต่อแหล่งน้ำ

3) ปัจจัยทางชีวภาพ (biological factor) โดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำประกอบด้วยพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ มีความสัมพันธ์กับหอยกาบน้ำจืดบางชนิดโดยอาจมีความสัมพันธ์ในทางบวกหรือทางลบ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีผลต่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต และการรอดชีวิตของหอยกาบน้ำจืด อย่างไรก็ตามผลกระทบต่อจำนวนหอยกาบน้ำจืดที่เกิดจากปัจจัยทางชีวภาพมา

จากสาเหตุหลายประการ เช่น ชนิดและปริมาณอาหาร (แพลงก์ตอนพืช) พรรณไม้น้ำ หรือพืชน้ำ การบริโภคจากผู้ล่าเหยื่อ (predator) การรุกรานจากหอยกาบน้ำจืดต่างถิ่น (invasive species) สิ่งมีชีวิตที่เกาะอาศัยอยู่กับหอยกาบน้ำจืด (biofouling) และการเกิดโรคจากแบคทีเรีย (bacteria) ซึ่งสาเหตุดังกล่าวมีผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของหอยกาบน้ำจืด ดังนั้นจึงต้องป้องกันเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำที่มีความสัมพันธ์กับหอยกาบน้ำจืด มีรายละเอียดดังนี้

3.1) แพลงก์ตอน (plankton) ในแหล่งน้ำธรรมชาติสามารถพบทุกแหล่งน้ำ แพลงก์ตอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แพลงก์ตอนประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตขนาดเล็ก (microscopic producer) และแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งเป็นผู้บริโภคขนาดเล็ก (microscopic consumer) แพลงก์ตอนพืชเป็นองค์ประกอบของห่วงโซ่อาหารที่มีความสำคัญมากในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ ในทางประมงถือว่าแพลงก์ตอนพืชซึ่งมีความสำคัญมาก เพราะเป็นอาหารหลักของสัตว์น้ำวัยอ่อนและตัวเต็มวัยหลายชนิด รวมทั้งหอยกาบน้ำจืดต้องการแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร แต่ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชจะต้องมีความเหมาะสม ดังนั้นแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำที่เลี้ยงหอยกาบน้ำจืดนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อเป็นการเฝ้าระวังในการจัดเลี้ยงหอยกาบน้ำจืดให้ใช้แพลงก์ตอนพืชอย่างเต็มประสิทธิภาพ

3.2) พืชน้ำหรือพรรณไม้น้ำ (aquatic plant หรือ water plant หรือ hydrophyte) มีบทบาทที่สำคัญต่อระบบนิเวศมาก เช่น ช่วยผลิตออกซิเจนให้กับสัตว์น้ำ รวมทั้งพืชน้ำไว้ในกาหายใจ ลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สัตว์น้ำและพืชน้ำหายใจออกมา ช่วยดูดซับของเสียที่สัตว์น้ำขับถ่ายออกมา เช่น แอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในแหล่งน้ำ พืชน้ำเป็นแหล่งอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำโดยตรงและเป็นที่หลบซ่อนศัตรู และอาจใช้เป็นที่พักอาศัยของสัตว์น้ำบางชนิด พืชน้ำแบ่งตามแหล่งที่อยู่อาศัยได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

3.2.1) พืชใต้น้ำ (submerged plant) พบว่าส่วนต่าง ๆ เกือบทั้งหมดอยู่ใต้น้ำ ได้แก่ ลำต้น และใบ การเจริญเติบโตเกิดขึ้นใต้น้ำเป็นส่วนใหญ่ บางชนิดอาจจะมีดอกโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำ เช่น สาหร่ายหางกระรอก และสาหร่ายพวงกะโดน

3.2.2) พืชลอยน้ำ (floating plant) ลอยอยู่ที่ผิวน้ำ รากไม่หยั่งถึงพื้นท้องน้ำ ใบและดอกเจริญอยู่เหนือน้ำ บางชนิดจะมีโครงสร้างพิเศษ คือ มีส่วนหนึ่งส่วนใดเปลี่ยนไปเป็นฟองเพื่อพยุงลำต้นให้ลอยน้ำได้ เช่น ผักตบชวา ส่วนของก้านใบพองตัวออกเป็นฟอง (buoyancy leaf) และผักบุ้ง โดยภายในลำต้นจะกลวงเป็นฟองของอากาศ ซึ่งทำให้ลำต้นทอดไปตามผิวน้ำได้

3.2.3) พืชโผล่พ้นน้ำ (emerged plant) โดยรากหยั่งลึกถึงพื้นท้องน้ำ มีการเจริญเติบโตใต้น้ำและเหนือน้ำบางส่วน ใบ และดอกเจริญอยู่เหนือน้ำ เช่น บัว กก บอน แห้ว กระเทียม และกระจุย

3.2.4) พืชชายน้ำ (marginal plants) ส่วนใหญ่ขึ้นตามชายน้ำ ริมตลิ่งของแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น แห้ว น้ำ หนองน้ำ บึง คลอง แม่น้ำ หรือทะเลสาบ โดยมีรากหรือทั้งรากและลำต้นเจริญอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ บางส่วนของลำต้น ได้แก่ ใบและดอกจะอยู่เหนือน้ำ พืชชายน้ำ และพืชโผล่พ้นน้ำมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก ซึ่งบางชนิดจัดให้เป็นได้ทั้ง 2 ประเภท เช่น ต้นโสน

ไมโครพลาสติก

1. ความหมายของไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติก (microplastic : MP) หมายถึง ชิ้นส่วนของพลาสติก (plastic fragment) หรือพอลิเมอร์สังเคราะห์ (จินตมาศ ศิลปะพรหมมาศ, 2557) ที่มีขนาด 1 นาโนเมตร ถึง 5 มิลลิเมตร ที่เกิดจากการแตกหัก หรือย่อยสลายของขยะพลาสติกขนาดใหญ่ หรือเกิดจากพลาสติกที่มีการสร้างให้มีขนาดเล็กเพื่อให้เหมาะกับวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น เม็ดพลาสติกขนาดเล็กในโฟมล้างหน้า หรือเม็ดพลาสติกตั้งต้นเพื่อการผลิตชิ้นงานพลาสติก (Barnes et al., 2009) โดยไมโครพลาสติกเหล่านี้สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ง่าย แต่การจัดการในการทำความสะอาดหรือกำจัดได้ยากพบได้มากในสิ่งแวดล้อมทางทะเลและมีแหล่งที่มาที่หลากหลาย (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน และคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา, 2557) เช่น มาจากการแตกหักของพลาสติกขนาดใหญ่ที่เป็นของเสีย มาจากการกร่อน การแตกตัวของถุงพลาสติก หรือขยะพลาสติกที่ทิ้งลงสู่ทะเล ปัจจุบันพบว่าพลาสติกมักถูกนำมาใช้ประโยชน์ และผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ อย่างหลากหลายมักประกอบไปด้วยพลาสติก 6 ชนิด ได้แก่ Polypropylene (PP), Polyethylene (PE), Polyvinylchloride (PVC), Polyurethane (PU), Polystyrene (PS) และ Polyethylene terephthalate (PET) และพบว่าการใช้ประโยชน์จากพลาสติกเหล่านี้มีค่าสูงถึงร้อยละ 80 ของปริมาณการใช้ประโยชน์จากพลาสติกทั้งหมด (Plastic Europe, 2015) สำหรับขยะพลาสติกที่มักถูกพบในแหล่งน้ำผิวดิน และอาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำจืดนั้นพบว่ามีหลายชนิดด้วยกัน

2. ความหมายของกลุ่มพลาสติก

พลาสติกมีหลายกลุ่ม (Kamook, 2563) ดังนี้

1) Polyethylene (PE) เป็นเทอร์โมพลาสติกมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีความเหนียว และทนทานต่อแรงดึงปานกลาง พวกที่มีความหนาแน่นต่ำจะใสมากแต่

จะขึ้นเมื่อความหนาแน่นสูง ปกติจะไม่ละลายในตัวทำละลายใด ๆ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส จะเริ่มละลาย PE ได้ถูกจำแนกเป็นหลายชนิด ตัวหลัก ๆ ที่ใช้กันมาก คือ Low density polyethylene, Linear low density polyethylene, Medium density polyethylene และ High density polyethylene การใช้งานของ PE หลากหลายมาก ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น ขวด แปงบรรจุยา และสายน้ำเกลือ ชิ้นส่วนรถยนต์ เชือก แห อวน ถุงพลาสติก ท่อ และรางน้ำ เครื่องใช้ในครัวเรือน ของเด็กเล่น ฉนวนหุ้มสายไฟ สายเคเบิล ดอกไม้พลาสติก ใช้เคลือบหลังพรม ผ้าใบพลาสติก แผ่นฟิล์มสำหรับการบรรจุหีบห่อ และแผ่นฟิล์มที่ใช้ในการเกษตร

2) Polyvinylchloride (PVC) เป็นเทอร์โมพลาสติกที่มีการใช้งานอย่างหลากหลาย มีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ เมื่อติดไฟจะดับได้ด้วยตัวเอง ทนต่อน้ำ น้ำมัน กรด ด่าง แอลกอฮอล์ และสารเคมีต่าง ๆ ยกเว้น คลอรีน ทนต่อการขีดข่วน เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีจุดหลอมเหลว 75 - 90 องศาเซลเซียส และเนื่องจาก PVC มีคุณสมบัติแข็งแรงแต่เปราะ และสลายตัวได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับความร้อน และแสงแดด ดังนั้นจึงมักนำ PVC ไปทำ compounding ก่อน โดยเติมสารเติมแต่งต่าง ๆ เช่น stabilizer และ plasticizer ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ใช้ทำท่อ ข้อต่อ ฉนวนหุ้มสายไฟ สายเคเบิล แผ่นพลาสติก ฟิล์ม หนังเทียม รองเท้า บัตรเครดิต ทำจานแผ่นเสียง อุปกรณ์รถยนต์ ขวดพลาสติก ของเด็กเล่น

3) Polypropylene (PP) เป็นพลาสติกที่ส่วนใหญ่มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ มีความแข็งแรง และเหนียว คงรูปดี ทนต่อความร้อน และสารเคมี มีจุดหลอมเหลว เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกที่เบาที่สุด มีสมบัติเชิงกลดีมาก เหนียว ทนต่อแรงดึง แรงกระแทก และทรงตัวดี มีจุดหลอมตัวที่ 165 องศาเซลเซียส ใสและออกซิเจนซึมผ่านได้ต่ำ ความหนาแน่น 0.90-0.91 มีการนำเอา PP ไปใช้งานในลักษณะเดียวกับ PE เมื่อต้องการให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น PP ได้ถูกนำไปใช้งานอย่างหลากหลายเช่นกัน นิยมนำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารในครัวเรือน เช่น ถังร้อนชนิดใส จาม ขาม อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิด

4) Polystyrene (PS) เป็นโพลิเมอร์ที่จัดเป็นพวกเทอร์โมพลาสติกที่มีการจัดเรียงตัวภายในโมเลกุลเป็นแบบอะแทกติก (atactic) ทำให้อยู่ในรูปของโพลิเมอร์อสัณฐาน (amorphous) จึงมีลักษณะโปร่งแสงและใส นอกจากนี้ PS ยังมีคุณสมบัติเด่น ๆ อีก คือ มีความแข็งแรงมาก ไม่ยืดหยุ่น และเปราะ ไม่ดูดความชื้นและน้ำ ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้า มีอุณหภูมิกลาส-ทรานซิชัน (T_g) ประมาณ 100 องศาเซลเซียส จึงทนความร้อนได้ดีถ้าสัมผัสกับแสงแดดที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ๆ อาจเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และเกิดรอยแตกได้ เจือต่อสารเคมี ทนต่อการกัดแและเบสแก่ กันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี อีกทั้งยังขึ้นรูปแบบต่าง ๆ ได้ง่ายอีกด้วย PS ได้ถูกนำไปใช้งานอย่างหลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น ใช้ทำอุปกรณ์เครื่องเขียน เครื่องประดับ สันรองเท้า กระดุม ตลับเครื่องสำอาง ภาชนะและขวดบรรจุอาหาร เฟอร์นิเจอร์ เครื่องสุขภัณฑ์ ฝาครอบหลอดไฟ กรอบ

ประตู่หน้าต่าง ของเล่น ส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้า ตลับเทป ตลับวีดีโอ หมวกกันน็อค ไฟหน้ารถยนต์ เปลือกแบตเตอรี่ แผงหน้าปัดรถยนต์

5) Polyethylene terephthalate (PET) เป็นโพลิเอสเตอร์เชิงเส้นตรงที่อึดตัวที่สำคัญที่สุด ถูกใช้งานในรูปของเส้นใยสังเคราะห์เป็นส่วนใหญ่ แต่มีข้อเสีย คือ ฝุ่นและสิ่งสกปรกเกาะติดได้ง่าย กดทับเหงื่อได้ไม่ดี จึงนิยมผสมกับผ้าฝ้าย ในรูปของแผ่นฟิล์มที่ผลิตจาก PET มีความเหนียวและใส มักจะใช้งานเกี่ยวกับอาหารและยา ในรูปของจาน ชาม สามารถแช่ตู้เย็น อุณหภูมิ น้ำเดือด จนถึงเสิร์ฟบนโต๊ะอาหารได้เลย ในรูปของขวด PET โดยวิธีเป่ายืด (stretch-blow moulding) ขวด PET นี้จะใส เหนียว ไม่แตกง่าย ทนต่อความดันก๊าซได้สูง ทั้งยังผ่านคณะกรรมการอาหารและยาเรียบร้อยแล้ว ใช้บรรจุน้ำอัดลม บรรจุอาหาร สุรา ยา เครื่องสำอาง

6) Polyamide (PA) หรือเรียกอีกอย่างว่า ไนลอน คุณสมบัติเด่น คือ เหนียว แกร่ง ขยายตัวได้มาก ทนต่อสารเคมี ทนต่อการขีดข่วน การขัดสี ทนต่อความร้อน เหมาะกับการใช้งานทำเบร็ก บูช เฟือง เกียร์ วาล์ว ล้อจักรยานยนต์ ด้ามปากกา ลูกกลิ้ง แห อวน ถังน่องสตรี ถังทำสายไฟ ปลั๊กไฟฟ้า หมกเทียม เส้นใยสิ่งทอ นอกจากนี้ยังใช้ในงานด้านบรรจุภัณฑ์อาหาร โดยผลิตในรูปฟิล์ม จากคุณสมบัติที่กล่าวมา PA จึงเหมาะกับการใช้งานเกี่ยวกับชิ้นงานที่ต้องการความเหนียว แข็งแรง ทนทาน ทนต่อสารเคมี จะพบพลาสติกชนิดนี้มากในโรงงานอุตสาหกรรม

7) Polyethersulfone (PES) เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติพิเศษ (high performance plastics) สำหรับใช้งานเฉพาะทาง เช่น ทางการแพทย์และอุตสาหกรรม ทนความร้อนสูงถึง 180 องศาเซลเซียส ทนกรด ทนด่าง ลื่น ไม่ติดไฟง่าย พลาสติกประเภทนี้มีราคาสูงมากตามคุณสมบัติที่ทนทานพิเศษ

3. แหล่งกำเนิดไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติกมีแหล่งกำเนิดมาจากพลาสติกที่ใช้เป็นสารตั้งต้นที่ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมเคมี เช่น สารตั้งต้นประเภท Polyethylene, Polypropylene และ Polystyrene และไมโครพลาสติกที่ใช้เป็นสารตั้งต้นของผลิตภัณฑ์เวชสำอาง อาทิ ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ใช้ชำระล้าง (rinse-off cosmetic) รวมถึงผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดและผลิตภัณฑ์ผิวหน้า ได้แก่ เม็ดปัดสี (microbeads/scrubbers) ที่พบในโฟมล้างหน้า สบู่อาบน้ำ ยาสีฟัน แชมพูสระผม โดยทั่วไปมักพบในรูปร่างทรงกลม ทรงรี หรือมีรูปร่างไม่แน่นอน มักผลิตจากวัสดุพอลิเมอร์หรือพลาสติกชนิดต่าง ๆ ที่ไม่สามารถย่อยสลายทางธรรมชาติในระยะเวลาอันสั้น และยังหมายรวมถึงการย่อยสลาย การแตกหักของขยะพลาสติกชิ้นใหญ่ รวมถึงขยะที่มีเส้นใยหรือมีพลาสติกเป็นองค์ประกอบเองอีกด้วย (สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ และคณะ, 2562) สำหรับขยะพลาสติกที่มักถูกพบ

ในแหล่งน้ำผิวดินและอาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำนั้น พบว่ามีหลายชนิดด้วยกัน (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ชนิดของพลาสติกที่ถูกนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และมักถูกพบเป็นขยะพลาสติกในแหล่งน้ำ

ประเภทของผลิตภัณฑ์พลาสติก	ชนิดของพลาสติก						
	PE	PVC	PP	PS	PET	PA	PES
ถุงก๊อบแก๊บ	✓						
ถุงพลาสติกอื่น ๆ	✓		✓		✓		✓
ถุง/ห่อขนม ถุงฟรอยล์	✓		✓		✓	✓	✓
ขวดน้ำดื่ม ขวดพลาสติก					✓		
ฝาพลาสติก	✓	✓	✓	✓			
หลอดพลาสติก			✓	✓			
กล่องโฟมบรรจุอาหาร				✓			
ภาชนะพลาสติกบรรจุอาหาร	✓		✓	✓	✓		
ช้อน ส้อม มีด ไม้จิ้มฟันพลาสติก				✓			
เชือก		✓	✓			✓	✓

หมายเหตุ : PE : Polyethylene; PVC : Polyvinyl chloride; PP : Polypropylene; PS : Polystyrene; PET : Polyethylene terephthalate; PA : Polyamide; PES : Polyethersulfone

ที่มา : ศีลาวุธ ดำรงศิริ และเพ็ญฤดี จันทรวิวัฒน์ (2562)

4. ประเภทไมโครพลาสติก

ไมโครพลาสติกสามารถแบ่งประเภทตามแหล่งที่มาแบ่งได้ 2 ประเภท (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน และคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา, 2557) ดังต่อไปนี้

1) ไมโครพลาสติกปฐมภูมิ (primary microplastic) คือ ไมโครพลาสติกที่มีการผลิตเป็นพลาสติกขนาดเล็กมาตั้งแต่ต้น เช่น เม็ดพลาสติกที่อยู่ในโฟมทำความสะอาดผิวหน้า หรือเครื่องสำอาง (plastic scrub) (ภาพที่ 2.10) เม็ดพลาสติกที่เป็นวัสดุตั้งต้นของการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก (plastic pellet) โดยกรณีของพลาสติกที่ใช้เป็นสกรับเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางที่เกิดจากการเปลี่ยนจากส่วนผสมจากธรรมชาติจากอัลมอนต์บด ข้าวโอ๊ต และหินภูเขาไฟ ในช่วงปี ค.ศ.

1980 มาเป็นการใช้พลาสติกสครับแทน โดยเม็ดพลาสติกเหล่านี้จะมีรูปร่าง ขนาด และองค์ประกอบ แตกต่างกันไป เช่น พลาสติกที่เป็นเอทิลีนโพรพิลีน และพลาสติกทรงกลมที่เป็นโพลีสไตรีน โดยรูปทรงปกติของพลาสติกที่มาจากเครื่องสำอางจะมีขนาดน้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร และอาจน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร ในเครื่องสำอางบางชนิด ไมโครพลาสติกประเภทนี้สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลได้ โดยการทิ้งของเสียโดยตรงจากบ้านเรือนสู่แหล่งน้ำและไหลสู่ทะเล เช่น กรณีของสครับที่ใช้ในโฟมล้างหน้า หรือกรณีของเส้นใยจากผ้าใยสังเคราะห์จากการทิ้งน้ำจากการซักผ้า นอกจากนี้ยังมีกรณีของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างขนส่งวัตถุดิบในทะเล เช่น ในกรณีของเม็ดพลาสติก

ในรายงานปี พ.ศ. 2560 เปิดเผยว่า ไมโครพลาสติกปฐมภูมิเป็นไมโครพลาสติกที่ถูพบในแม่น้ำและทะเลทั่วโลกในรูปแบบของขยะประมาณ 0.8-2.5 ล้านตันต่อปี ซึ่งร้อยละ 98 ของปริมาณดังกล่าวมาจากกิจกรรมทางบก มีเพียงร้อยละ 2 เท่านั้น ที่มาจากกิจกรรมทางทะเล โดยไมโครพลาสติกปฐมภูมิที่ปล่อยลงสู่ทะเลมากกว่าครึ่ง คือ เส้นใยสังเคราะห์จากการซักล้างร้อยละ 34.8 และจากยางล้อที่สึกหรอขณะขับขี่ร้อยละ 28.3 ซึ่งจะพบเส้นใยสังเคราะห์มากที่สุดในทะเลแถบเอเชียด้วย นอกจากนี้รายงานของ Eunomia อ้างโดย ญัณฐวารี น้อยบุญญะ (2560) พบว่ามีไมโครพลาสติกปฐมภูมิในทะเลประมาณ 0.95 ล้านตัน และ 3 อันดับแรกที่มีปริมาณมากที่สุด คือ ยางล้อที่สึกหรอขณะขับขี่ เม็ดพลาสติก และเส้นใยสังเคราะห์ โดยมีปริมาณ 0.27, 0.23 และ 0.19 ล้านตันตามลำดับ โดยเส้นทางที่นำไมโครพลาสติกเหล่านี้ลงสู่มหาสมุทรมาจากการชะล้างถนนมากถึงร้อยละ 66 รองลงมา คือ ระบบบำบัดน้ำเสียร้อยละ 25 การพัดพาของลมร้อยละ 7 และอื่น ๆ ร้อยละ 2



ภาพที่ 2.10 เม็ดปิดส์พลาสติกในเครื่องสำอาง

ที่มา : Siwika (2562)

2) ไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (secondary microplastic) เป็นพลาสติกที่เกิดจากพลาสติกที่มีขนาดใหญ่ หรือมาโครพลาสติก (macroplastic) โดยเกิดจากการสะสมของพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน และเมื่อพลาสติกได้รับแสงอุลตราไวโอเลตซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการแตกหัก

ของพลาสติกมากขึ้น (ภาพที่ 2.11) ด้วยระยะเวลาที่นานขึ้นอาจทำให้ไมโครพลาสติกกลายเป็นนาโนพลาสติกได้หากมีการสะสมในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน และเสี่ยงต่อการเข้าไปยังห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต กระบวนการที่ทำให้เกิดไมโครพลาสติกเกิดขึ้นจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงแดดจะทำให้เกิดการออกซิเดชันของโพลิเมอร์เมทริกซ์นำไปสู่การแตกตัวและย่อยสลายของพลาสติก ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะทำให้สารแต่งเติมในพลาสติกหลุดออกจากพลาสติก ทำให้โครงสร้างของพลาสติกเกิดการแตกตัวจนมีขนาดที่เล็กมาก นอกจากแสงอัลตราไวโอเล็ตยังมีกระบวนการหลักอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดไมโครพลาสติก เช่น พลังงานจากคลื่น การฉีกหรือบดพลาสติกของสิ่งมีชีวิต (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน และคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา, 2557)



ภาพที่ 2.11 พลาสติกชิ้นเล็ก ๆ ที่แตกหักจากพลาสติกชิ้นใหญ่
ที่มา : Giraff.io (2561)

5. ลักษณะของไมโครพลาสติกที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต

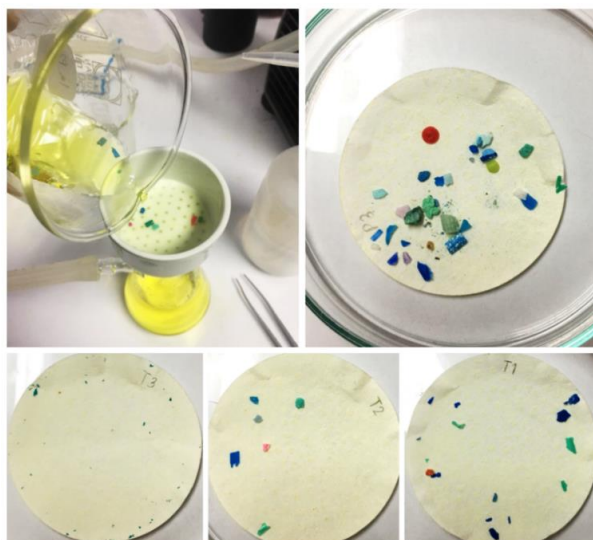
สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน และคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา (2557) ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของลักษณะต่าง ๆ ไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิต โดยได้อธิบายถึงผลกระทบของลักษณะทางกายภาพของไมโครพลาสติก เช่น ขนาด ความหนาแน่น และสี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ขนาด : ขนาดของไมโครพลาสติกมีส่วนในการเข้าไปสู่สิ่งมีชีวิต เพราะยิ่งไมโครพลาสติกมีขนาดเล็กยิ่งมีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนในสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับต้นของห่วงโซ่อาหารตามพฤติกรรมการบริโภคของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีผลกระทบกับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ

2) ความหนาแน่นและชนิดของพลาสติก : ความหนาแน่นของไมโครพลาสติกมีผลต่อปริมาณของพลาสติกในมวลน้ำและตะกอนดิน รวมถึงแนวโน้มที่จะได้รับพลาสติกของสัตว์ที่อยู่

ในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในมวณน้ำระดับต่างกันจะได้รับพลาสติกชนิดต่างกัน โดย สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในส่วนบนของมวณน้ำมีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนพลาสติกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ เช่น โพลีเอทไธลีน (PE) ที่มีความหนาแน่น 0.91-0.94 ในขณะที่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดินก็มีแนวโน้มที่จะปนเปื้อนพลาสติกที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ เช่น โพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ที่มีความหนาแน่น 1.38

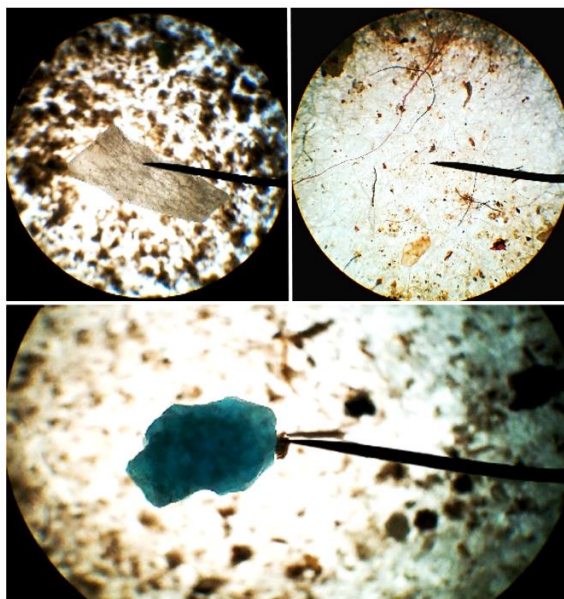
3) สี : สีของไมโครพลาสติก (ภาพที่ 2.12) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกกินของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตที่มีประสาทการรับรู้ภาพและสี โดยสัตว์จะเลือกกินพลาสติกที่มีสีคล้ายเหยื่อของสัตว์ชนิดนั้น เช่น จากรายงานการศึกษาพบว่าปลาเศรษฐกิจที่สำคัญในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือที่บริโภคแพลงก์ตอนและสัตว์ที่มีขนาดเล็ก พบไมโครพลาสติกสีขาวและเหลืองมาก จึงเป็นไปได้ว่าอาจจะบริโภคไมโครพลาสติกที่มีขนาดเล็กและสีที่ใกล้เคียงกับเหยื่อที่มีสีขาว สีเหลือง และสีน้ำตาล และการศึกษาในบริเวณอ่าวเนียนติกพบว่าปลามีปริมาณของเม็ดโพลีเอทไธลีนขาวมาก อาจเนื่องมาจากเม็ดโพลีเอทไธลีนมีลักษณะใกล้เคียงกับเหยื่อของปลา



ภาพที่ 2.12 สีต่าง ๆ ของไมโครพลาสติก

ที่มา : เพ็ญศิริ เอกจิตต์ และสิริวรรณ รวมแก้ว (2562)

4) รูปร่าง : ไมโครพลาสติกสามารถจำแนกรูปร่างออกเป็น 7 รูปร่าง ได้แก่ เส้นใย ชิ้นส่วนไร้รูปแบบ แผ่นฟิล์ม แผ่นแข็ง ทรงกลม แท่ง และเส้นใยที่ไม่ใช่ (เพ็ญศิริ เอกจิตต์ และสิริวรรณ รวมแก้ว, 2562) (ภาพที่ 2.13)



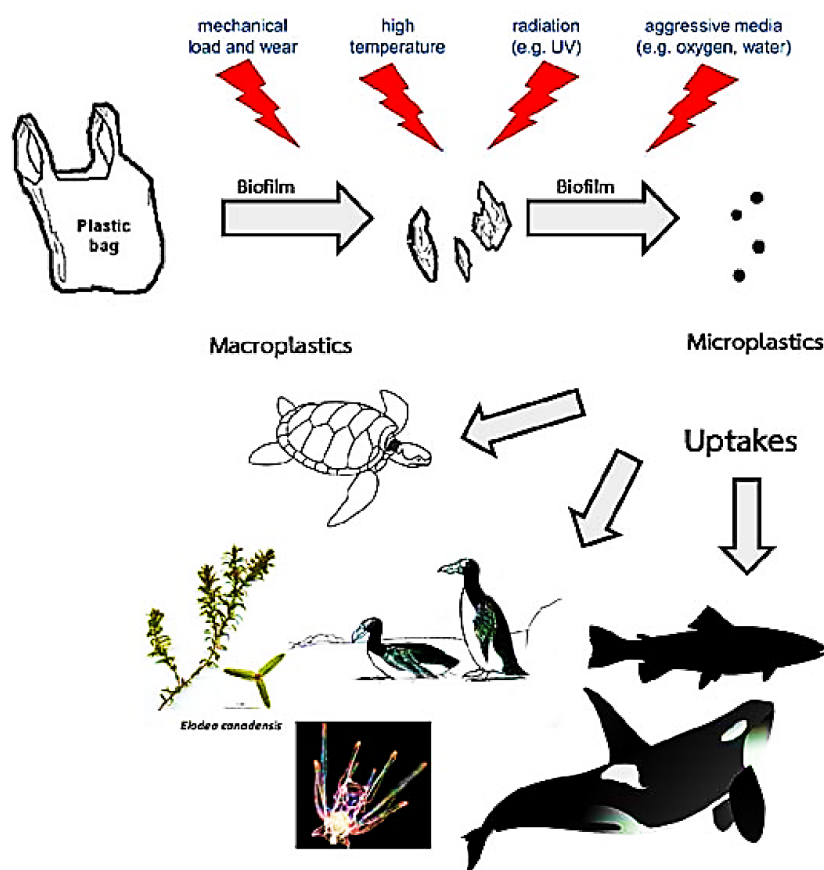
ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างรูปร่างของไมโครพลาสติก ได้แก่ แบบแผ่นแข็ง (ด้านซ้ายบน) แบบเส้นใย (ด้านขวาบน) แบบรูปร่างไม่แน่นอน (ด้านล่าง)
ที่มา : เพ็ญศิริ เอกจิตต์ และสิริวรรณ รวมแก้ว (2562)

6. การปนเปื้อนการไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม

การปนเปื้อนของเม็ดพลาสติกบริสุทธิ์ (primary microplastic) ที่หลุดรอดออกมาจากกระบวนการผลิตและปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต เช่น ผลการศึกษาของศิลาวัธ ดำรงศิริ และเพ็ญศิริ จันทร์ภักดิ์ (2562) อ้างถึง Napper (2015) ซึ่งรายงานว่าการใช้สครับที่มีเม็ดบีดส์เป็นส่วนผสมล้างหน้า 1 ครั้ง ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเม็ดบีดส์ลงสู่สิ่งแวดล้อม และแหล่งน้ำผิวดินได้เป็นจำนวนถึง 4,594–94,500 ชิ้น นอกจากนั้นยังได้ประมาณการว่าการดำรงชีวิตประจำวันของประชากร 1 คน อาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนไมโครพลาสติก (ชนิด PE) ประมาณ 40.5–215 กรัมต่อวัน แม้ว่าปัจจุบันน้ำเสียจากอุตสาหกรรมและชุมชนโดยส่วนมากจะถูกรวบรวม และนำไปบำบัดก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือแหล่งน้ำผิวดิน หากแต่ไมโครพลาสติกนั้นเป็นสารมลพิษที่มีขนาดเล็ก ไม่ละลายน้ำ และมีน้ำหนักเบา ทำให้มลพิษชนิดนี้ไม่สามารถถูกบำบัดด้วยกระบวนการบำบัดน้ำเสียได้ จึงเล็ดรอดออกจากระบบบำบัดน้ำเสียออกมาพร้อมกับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วสู่ธรรมชาติได้

การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกทุติยภูมิ (secondary microplastic) ในแหล่งน้ำจืดนั้นส่วนใหญ่เกิดจากการทิ้งขยะพลาสติกลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง การจัดการขยะพลาสติกที่ไม่ถูกวิธีและไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล การสูญหายหรือตกหล่นของอุปกรณ์ตกปลา และกิจกรรมของมนุษย์ที่ต้องใช้น้ำในการทำมาหากินเสื้อผ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีพลาสติกเป็นองค์ประกอบ เช่น การซัก

เสื้อผ้าที่ทำมาจากเส้นใยสังเคราะห์ รวมไปถึงการหลุดรอดของพลาสติกจากกระบวนการขนส่งทางน้ำ (ศีลาวุธ ดำรงศิริ และ เพ็ญรดี จันทร์ภักดิ์, 2562) ตัวอย่างการปนเปื้อนการไมโครพลาสติกในระบบนิเวศแหล่งน้ำทะเลสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 การแพร่กระจายของไมโครพลาสติกในระบบนิเวศน้ำทะเล

ที่มา : สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2560)

7. ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อม

การสะสมของไมโครพลาสติกส่งผลต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยเฉพาะการเคลื่อนย้ายของมลสารและการย่อยสลายของไมโครพลาสติกเอง ทำให้อนุภาคมีขนาดเล็กลงทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น และเพิ่มโอกาสในการดูดซับมลสารชนิดอื่นที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำได้มากขึ้น ดูดซับสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้ดี เนื่องจากคุณสมบัติของพลาสติกที่เป็นไฮโดรโฟบิก (hydrophobic) จึงทำให้สามารถดูดซับสารอินทรีย์ได้ ดังนั้นจึงทำให้ไมโครพลาสติกมีแนวโน้มที่จะมีการปนเปื้อนของสารมลพิษประเภทสารพิษอินทรีย์ได้มาก ตัวอย่างของสารในกลุ่มสารอินทรีย์ที่มีแนวโน้มสะสมอยู่ในไมโครพลาสติกได้มาก เช่น กลุ่มของสารอินทรีย์ที่มีการตกค้างยาวนาน (persistent organic

pollutants : POPs) สารในกลุ่ม POPs เป็นสารพิษที่ย่อยสลายยาก สามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตและเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูงมีอยู่ 12 ชนิดที่เป็นที่รู้จักดี คือ ดีดีที คลอเดน อัลดริน เดลทริน เอ็นดริน มิเร็กซ์ ท็อกซาฟิน เฮปตาคลอร์ เฮกซะคลอโรเบนซีน พีซีบี ไดออกซิน และฟิวแรน สารเคมีเหล่านี้เข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้หลายทางทั้งจากโรงงาน ท่อน้ำทิ้ง พื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงเป็นส่วนผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ซึ่งจะถูกละลายผ่านระบบการกำจัดกาก หลุมฝังกลบ หรือเตาเผาขยะอันตรายของ POPs คือ มีความเป็นพิษสูง และสะสมในสิ่งแวดล้อมได้นานนับทศวรรษ ซึ่งสารพิษเหล่านี้มีคุณสมบัติ คือ ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ดีในไขมัน จึงทำให้ง่ายต่อการเข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อไขมันของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ โดยเฉพาะสัตว์ที่มีร่างกายประกอบขึ้นด้วยไขมันปริมาณมากการสะสมก็จะยิ่งมีมากขึ้น เช่น มนุษย์ วาฬ หมีขั้วโลก โลมา ดังนั้นเมื่อสารดังกล่าวมีการสะสมในไมโครพลาสติกและเมื่อสิ่งมีชีวิตได้รับไมโครพลาสติกเข้าไปในร่างกายจึงทำให้มีแนวโน้มทำให้สารพิษในสิ่งมีชีวิตสูงขึ้นด้วย (Matthies, 2011)

8. ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสุขภาพมนุษย์

ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสุขภาพมนุษย์นั้นแม้ว่าองค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) จะประกาศว่าไมโครพลาสติกที่รับเข้าสู่ร่างกายมนุษย์จากการได้รับผ่านทางห่วงโซ่อาหารจะถูกขับออกผ่านการขับถ่ายได้ ปัจจุบันยังไม่พบอันตรายและยังต้องการการศึกษาเพิ่มเติม แต่ถ้าหากไมโครพลาสติกถูกขับออกไม่หมดและมีระดับที่เล็กลง โดยมีการคาดการณ์ไว้ว่า ไมโครพลาสติกอาจส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้หลายประการในระยะยาว (ชวิน รวิวิทากุล, 2563) ดังนี้

1) รบกวนฮอร์โมนในร่างกาย : ไมโครพลาสติกมีสารที่เรียกว่า Bisphenol A (BPA) เป็นส่วนประกอบของพลาสติก BPA อาจเข้าไปรบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อ มีผลกระทบกับฮอร์โมนเอสโตรเจนที่คอยควบคุมการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ และ BPA ยังอาจมีส่วนทำให้ฮอร์โมนเพศชายมีการเปลี่ยนแปลงได้ มีผลกระทบถึงการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศชาย

2) เด็กมีพัฒนาการลดลง : สาร BPA มีผลกระทบต่อพัฒนาการทางสมองของเด็กที่อายุน้อยกว่า 5 ปี ทำให้ความจำและระบบประสาทลดลง

3) ขัดขวางการทำงานของเส้นเลือด : หลายคนอาจรับเอาไมโครพลาสติกเข้าไปมากกว่า 1 หมื่นชิ้นต่อปี จากการกินอาหารทะเลและดื่มน้ำจากขวดพลาสติก ไมโครพลาสติกซึ่งมีขนาดเล็กเท่าแบคทีเรียอาจเข้าสู่กระแสเลือด และปิดกั้นทางเดินเลือดได้ในที่สุด

4) เป็นตัวกลางนำสารพิษ : ไมโครพลาสติกมีคุณสมบัติที่สามารถดูดซับ อุดมแน่นได้ จึงสามารถเก็บเอาสารพิษบางประเภท เช่น สารพิษในยาฆ่าแมลง ดีดีทีในน้ำ กล่าวคือ เมื่อไมโคร-

พลาสติกยังอยู่ในทะเลนาน ก็ยังดูดซับความเป็นพิษเอาไว้ สัตว์เล็กในทะเลที่กินไมโครพลาสติกเข้าไปก็จะรับสารพิษนั้นเอาไว้ด้วย เมื่อคนนำมากินก็จะได้รับสารพิษตกค้างจากสัตว์เหล่านั้นเช่นกัน

9. ผลกระทบของไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจืด

จากรายงานของ Kasamesiri and Thaimuangphol (2020) ผลกระทบโดยตรงจากไมโครพลาสติกต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจืด คือ ขัดขวางความสามารถในการกลืนกินเหยื่อตามธรรมชาติ โดยการอุดตันของทางเดินอาหาร นอกจากนี้การกลืนกินไมโครพลาสติกยังนำไปสู่ความเป็นพิษต่อระบบประสาทและความเสียหายจากออกซิเดชันในปลา นอกจากนี้ทำให้การสังเคราะห์แสงและคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายลดลงได้ด้วย

10. ไมโครพลาสติกในอาหาร

ปัจจุบันพบไมโครพลาสติกในกระเพาะของสัตว์หลายชนิด ตั้งแต่แพลงก์ตอนสัตว์ไปจนถึงปลานขนาดใหญ่โดยการกินเข้าไป และทางอ้อมคือการที่ผ่านในระบบห่วงโซ่อาหาร มีการศึกษาได้ประมาณการว่าทุกตารางกิโลเมตรของมหาสมุทรในโลกนี้จะมีไมโครพลาสติกโดยเฉลี่ย 63,320 ชิ้น และแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาค เช่น ในเอเชียตะวันออกก็จะมีสูงกว่าที่อื่นถึง 27 เท่า ในประเทศไทยมีรายงานการศึกษาการปนเปื้อนของขยะประเภทไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคึกวิมาน จังหวัดจันทบุรี ซึ่งพบไมโครพลาสติกในหอยเสียบและหอยกระปุก โดยพบเป็นลักษณะที่เป็นเส้นใยมากที่สุด อาจเนื่องจากพื้นที่ที่ทำการศึกษามีการทำประมง ซึ่งอาจเป็นแหล่งที่มาของไมโครพลาสติกชนิดเส้นใยจากอุปกรณ์จากพวกอวน ตาข่าย เอ็น และเชือก (จินตมาศ ศิลปพรหมมาศ, 2557)

จากงานวิจัยของนักวิจัยมหาวิทยาลัยการแพทย์แห่งกรุงเวียนนา และสำนักสิ่งแวดล้อมของออสเตรียได้พบไมโครพลาสติกในอุจจาระคน โดยมีผู้เข้าร่วมการศึกษาจำนวน 8 คน จาก 7 ประเทศทั่วโลก ซึ่งทุกคนล้วนมีการสัมผัสกับพลาสติก โดยการบริโภคอาหารที่ห่อด้วยพลาสติก ดื่มน้ำจากขวดพลาสติก และบริโภคปลาทะเล วิธีการศึกษา คือ ให้ผู้เข้าร่วมทั้งหมดจดบันทึกการรับประทานอาหารในแต่ละวันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนที่จะมีการเก็บตัวอย่างอุจจาระ ภายหลังการวิเคราะห์ตัวอย่างอุจจาระ พบไมโครพลาสติกที่แตกต่างกันสูงสุด 9 ชนิด มีขนาดตั้งแต่ 50-500 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นหลักฐานครั้งแรกว่ามีไมโครพลาสติกอยู่ในมนุษย์ (ณรงค์กร มโนจันทร์เพ็ญ, 2564)

11. สถานการณ์ไมโครพลาสติกในประเทศไทย

จากการรายงานสถานการณ์ไมโครพลาสติกในประเทศไทยพบว่า ปัญหาไมโครพลาสติกจะเกิดขึ้นกับสัตว์ทะเลเป็นส่วนใหญ่ โดยจากการรายงานข่าว ไทยรัฐออนไลน์ (2562) ได้ระบุว่า

ปัจจุบันปลาเกือบทุกชนิดกินไมโครพลาสติกเข้าไป เมื่อกินเข้าไปแล้วก็จะไปสะสมอยู่ในทางเดินอาหาร ลำไส้ เมื่อผ่าออกมา ก็จะพบไมโครพลาสติกเหล่านี้แฝงเร้นอยู่ในเครื่องในของปลาและสัตว์อื่น ๆ ในทะเล นอกจากนี้ ศูนย์ปฏิบัติการอุทยานแห่งชาติทางทะเลที่ 3 จังหวัดตรัง ได้โพสต์ภาพปลาทุพร่วมระบุข้อความว่า ในกระเพาะของปลาทุพรามีค่าเฉลี่ยของไมโครพลาสติกเฉลี่ยที่ 78.04 ชิ้น หากกินพลาสติกจะไม่มีปัญหาการกินเนื้อปลา แต่ถ้าเป็นลักษณะของการทำแห้งแล้ว มีอวัยวะภายในอยู่ครบก็สามารถที่จะรับสารเหล่านี้ไปได้ทั้งหมด โดยมีรายงานระบุว่าคนไทยบริโภคสารปนเปื้อนพลาสติกในปริมาณมากโดยไม่รู้ตัวคือประมาณ 5-6 กรัม เทียบเท่าบัตรเครดิตใบหนึ่งต่อปี ผ่านทางน้ำดื่ม น้ำประปา เสื้อผ้า ที่ปั่นซักก็มีเศษพลาสติกออกมาปนเปื้อนในอาหาร อาหารทะเล หรือแม้แต่ยาสีฟันที่ผสมบีดส์ เพราะบีดส์คือพลาสติกอย่างหนึ่ง หากใช้ก็อาจมีกระบวนการทำให้มีขนาดเล็กและอาจปนเปื้อนกลืนเข้าไปในร่างกาย หากได้รับสารปนเปื้อนอื่นที่อยู่ในพลาสติกเกินปริมาณก็อาจจะมีผลต่อฮอร์โมนได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิรศักดิ์ สุจริต (2558) ศึกษาอนุกรมวิธานของหอยกาบน้ำจืดวงศ์ Unionnidae และสำรวจหอยตกบกในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในสวนสัตว์เปิดเขาเขียว จังหวัดชลบุรี แม่น้ำแควบริเวณเขาวังเขมร จังหวัดกาญจนบุรี และพื้นที่ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แก่งคอย จังหวัดสระบุรี พบหอยกาบน้ำจืดวงศ์ Unionnidae ทั้งสิ้น 9 สกุล 15 ชนิด มีหอยกาบน้ำจืดที่จัดได้ว่าพบได้ทั่วไปและแพร่กระจายกว้างเกือบทั่วประเทศไทย 6 ชนิด คือ *Ensidens ingallsianus* (Lea, 1852) *Pseudodon mouhoti* (Lea, 1863), *P. cambodjensis* (Petiti, 1865), *Scabies crispata* (Gould, 1843), *Pilsbryconcha exilis* (Lea, 1839) และ *Conradens contradens rustica* (Lea, 1856) หอยกาบน้ำจืดที่พบมีความสำคัญทางเศรษฐกิจโดยสามารถนำมาบริโภคเป็นอาหาร และหอยกาบน้ำจืดขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ คือ *Camberlainia hainesiana* (Lea, 1856), *Hyriopsis bialatus* Simpson, 1900 และ *H. delaporti* (Crosse and Fischer, 1876) และในปีเดียวกันนี้ ศุภัสสร ภูเงินทุ่ง และบังอร กองอิม (2558) รายงานศึกษาชนิด สัณฐานวิทยา และการกระจายของหอยกาบน้ำจืดสกุล *Pilsbryconcha* และ *Pseudodon* ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยการสำรวจและเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืดตามระบบนิเวศน้ำจืด ได้แก่ แม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง และบึง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จัดจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยา ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สี และโครงสร้างของฟัน พบหอยกาบน้ำจืดทั้ง 2 สกุล จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ หอยกาบน้ำจืดสกุล *Pilsbryconcha* จำนวน 2 ชนิด และหอยกาบน้ำจืดสกุล *Pseudodon* จำนวน 5 ชนิด กระจ่าย

ตามแหล่งน้ำจืดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ต่อมาในปี ค.ศ. 2021 Rassam et al. รายงานการศึกษาความหลากหลาย การกระจายพันธุ์ และสถานการณ์อนุรักษ์ของหอยในวงศ์ Sphaeriidae เพื่อประเมินและติดตามสถานะแวดล้อมของระบบนิเวศ จากการสำรวจและการเก็บตัวอย่างระหว่างปี ค.ศ. 2016 ถึง ค.ศ. 2019 พบความหลากหลายและการแพร่กระจายของหอยในวงศ์ Sphaeriidae ในลุ่มน้ำต่าง ๆ ของประเทศโมร็อกโก มีจำนวนเพิ่มขึ้น แต่ก็พบว่าหอยกาน้ำจืดบางชนิดถูกคุกคามและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เนื่องจากการสูญเสียที่อยู่อาศัย หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นในอนาคตควรศึกษาระบบนิเวศรูปแบบวงจรชีวิต และสายวิวัฒนาการของหอยในวงศ์ Sphaeriidae เพิ่มเติม และในปีเดียวกันนี้ Jeratthitikul et al. (2021) ได้ค้นพบหอยขวานซึ่งเป็นหอยมุกน้ำจืดชนิดใหม่ของโลก จากกลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณจังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดนครสวรรค์ คณะผู้วิจัยได้ตั้งชื่อหอยมุกน้ำจืดชนิดนี้ว่า “หอยขวานปญหา” *Hyriopsis panhai* Jeratthitikul et al., 2021 เพื่อเป็นเกียรติแด่ ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปญหา ศาสตราจารย์วิจัยดีเด่น ราชบัณฑิต และอาจารย์จากหน่วยปฏิบัติการวิจัยซิสเทแมติกส์ของสัตว์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การค้นพบครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืดในประเทศไทยที่รอการค้นพบอีกจำนวนมาก และความสำคัญของการอนุรักษ์แหล่งน้ำจืดเพื่อคงไว้ซึ่งแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตเฉพาะถิ่นเหล่านี้ รวมถึงความเป็นไปได้ในการเพาะเลี้ยงหอยมุกน้ำจืดชนิดใหม่นี้ให้เป็นสัตว์เศรษฐกิจชนิดใหม่ของประเทศ และในปีต่อมา Jeratthitikul et al. (2022) ศึกษาวิวัฒนาการและชีวภูมิศาสตร์ของหอยกาน้ำจืดในภูมิภาค อินโดจีนชนิด *Pilsbryoconcha* Simpson, 1910 พร้อมบรรยายหอยกาน้ำจืดอินโดจีน 4 สายพันธุ์ใหม่ หอยกานสกุลนี้พบได้ทั่วไปในเกือบทุกแหล่งน้ำ ทั้งแม่น้ำ หรือบ่อน้ำที่มนุษย์ขุดขึ้นมา การจำแนกด้วยสัณฐานของเปลือกแบ่งออกเป็น 4 ชนิด แต่จากการใช้ดีเอ็นเอมาช่วยจัดจำแนกพบทั้งหมด 8 ชนิด ในภูมิภาคอินโดจีน ในจำนวนนี้เป็นชนิดใหม่ 4 ชนิด ได้แก่ *P. mekongiana* พบตามลำน้ำที่เชื่อมกับแม่น้ำโขงตอนกลาง *P. hoikaab* พบในลุ่มแม่น้ำสงคราม *P. acuta* (*acuta* แปลว่า แหลม หรือยื่น ตั้งตามลักษณะของส่วนปลายเปลือกที่ยื่นออกแหลม) พบทั่วไปในลุ่มน้ำมูล ลุ่มน้ำชี และ *P. kittitati* (ตั้งชื่อเพื่อเป็นเกียรติแก่ Kittitat Wisittikoson ผู้เก็บตัวอย่างหอยชนิดนี้) พบเพียงที่เดียวบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำปาว นอกจากนี้ยังพบชนิด *P. compressa* ไปอยู่ใต้ชนิด *P. exilis* และตั้ง Neotype ของ *P. carinifera*

การศึกษากาปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมนั้น มีการศึกษาที่หลากหลายในหลาย ๆ ส่วนของสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นระบบนิเวศทางบกหรือทางน้ำ การศึกษากาปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในระบบนิเวศทางน้ำนั้น จากรายงานการวิจัยพบว่าเป็นการศึกษาในระบบนิเวศทางทะเล ระบบนิเวศน้ำกร่อย และการศึกษาบริเวณปากแม่น้ำเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการศึกษาในระบบนิเวศน้ำจืดนั้นก็มีหลากหลายเช่นกัน แต่การศึกษาในกลุ่มสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศน้ำจืดนั้นยังพบ

รายงานค่อนข้างน้อย ในปี ค.ศ. 2016 Sruthy and Ramasamy ได้ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในทะเลสาบ ประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นรายงานแรกที่ตรวจพบไมโครพลาสติกในดินตะกอนของทะเลสาบและปากแม่น้ำของประเทศไทยอินเดีย ผลการศึกษาพบดินตะกอนมีการปนเปื้อนไมโครพลาสติกเฉลี่ย 252.80 ± 25.76 ชิ้นต่อตารางเมตร ในปีต่อมา Blettler et al. (2017) ศึกษาภาวะมลพิษอันเนื่องมาจากพลาสติกบริเวณทะเลสาบ Paraná ของประเทศอาร์เจนตินา โดยศึกษาทั้งพลาสติกขนาดใหญ่และไมโครพลาสติก ผลการศึกษาพบไมโครพลาสติกในตะกอนทรายที่เป็นเรซินหลากหลายรูปแบบ พบโดยเฉลี่ย 704 ชิ้นต่อตารางเมตร

ในปี ค.ศ. 2018 McNeish et al. รายงานการพบไมโครพลาสติกในปากแม่น้ำที่สัมพันธ์กับชนิดของปลา จากปากแม่น้ำ 3 แห่ง ของทะเลสาบมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยพบไมโครพลาสติกในปลาและบริเวณผิวน้ำทั้ง 3 แห่ง แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไมโครพลาสติกในปลากับบริเวณผิวน้ำ แต่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการกินอาหารของปลาในปลาที่มีไมโครพลาสติกจำนวนมาก ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าไมโครพลาสติกพบได้ทั่วไปในสายใยอาหารในระบบนิเวศและเกี่ยวข้องกับลักษณะการกินอาหารของสัตว์ ต่อมาการศึกษาไมโครพลาสติกที่มีการปนเปื้อนในน้ำจืดอีกหลากหลายด้านในหลาย ๆ ประเทศ อาทิเช่น การพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในทะเลสาบในเขตเมืองของกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ (Turner et al., 2019) การตรวจพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในตะกอนดินในทะเลสาบ Vesijärvi และ Pikku Vesijärvi ประเทศฟินแลนด์ (Scopetani et al., 2019) การตรวจพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำจืดที่ราบลุ่มของแม่น้ำเหลือง ประเทศจีน (Wang et al. 2019) นอกจากนี้ยังตรวจพบไมโครพลาสติกในน้ำ ดิน ตะกอน และปลา จากทะเลสาบ Poyang ประเทศจีน (Yuan et al., 2019) นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาการตรวจพบไมโครพลาสติกในส่วนต่าง ๆ ของระบบนิเวศน้ำจืด ไม่ว่าจะเป็นน้ำ ดินตะกอน และสิ่งมีชีวิตในหลากหลายประเทศทั่วโลก เช่น มองโกเลีย (Battulga et al., 2019) ตูนิเซีย (Toumi et al., 2019) โคลัมเบีย (Calderon et al., 2019) โปแลนด์ (Kusmirek and Popiolek, 2020) สหรัฐอเมริกา (Dodson et al., 2020) แคนาดา (Doucet et al., 2021) เอกวาดอร์ (Lucas-Solis et al., 2021)

ปัจจุบันแม้ว่านักวิทยาศาสตร์จะให้ความสำคัญกับการศึกษาไมโครพลาสติกมากขึ้น แต่รายงานการศึกษาไมโครพลาสติกในประเทศไทยนั้นยังมีไม่มากนัก ในปี พ.ศ. 2557 สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ได้ศึกษาการแพร่กระจายของไมโครพลาสติกทั้งบนชายหาด ในตะกอนดิน และในหอยกาบจากชายหาดเจ้าหลาวและคู้วิมาน พบไมโครพลาสติกบนชายหาดคู้วิมานมีปริมาณมากกว่าชายหาดเจ้าหลาว มีปริมาณไมโครพลาสติกบนหาดคู้วิมาน 174 ± 31 และ 272 ± 253 ชิ้นต่อกิโลกรัม ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ ในขณะที่บริเวณชายหาดเจ้าหลาวพบปริมาณไมโครพลาสติกบนชายหาด 103 ± 27 และ

153±46 ขึ้นต่อกิโลกรัม ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ ส่วนในตะกอนดินพบว่าขยะประเภทไมโครพลาสติกมีการแพร่กระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดชั้นดิน 20 เซนติเมตร และปริมาณไมโครพลาสติกที่พบทั้งสองชายหาดมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณไมโครพลาสติกในตะกอนดินชายหาดคู้งวิมาน 43±17 และ 40±24 ขึ้นต่อกิโลกรัม ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ ในขณะที่บริเวณในตะกอนดินชายหาดเจ้าหลาวพบปริมาณไมโครพลาสติก 54±20 และ 42±17 ขึ้นต่อกิโลกรัม ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ ส่วนในหอยกาบพบปริมาณไมโครพลาสติก 3.6 และ 2.1 ขึ้นต่อดัชนี ในบริเวณชายหาดคู้งวิมานและเจ้าหลาว ตามลำดับ รูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ทั้งบนชายหาด ในตะกอนดิน และในหอยกาบ คือ ไมโครพลาสติกที่มีรูปร่างแบบเส้นใย และสีของไมโครพลาสติกที่พบส่วนมากจะเป็นสีขาวขุ่นและสีขาวใส ต่อมา ปิติพงษ์ ธาระมนต์ และคณะ (2559) รายงานการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยกาบบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคู้งวิมาน จากการศึกษาในหอยกาบ 2 ชนิด คือหอยเสียบ (*Donax* sp.) และหอยกระปุก (*Paphia* sp.) พบว่ามีไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในหอยเสียบบริเวณชายหาดเจ้าหลาว 3.13±2.75 ขึ้นต่อดัชนี โดยมีค่าใกล้เคียงกับชายหาดคู้งวิมานที่พบ 2.98±3.12 ขึ้นต่อดัชนี และมีการปนเปื้อนในหอยกระปุกบริเวณชายหาดเจ้าหลาว 11.31±2.03 ขึ้นต่อดัชนี เมื่อจำแนกตามรูปร่างของขยะประเภทไมโครพลาสติกพบว่ารูปร่างที่พบมากที่สุด คือ เส้นใย ทั้งชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคู้งวิมาน โดยพบที่ร้อยละ 82.3 และ 78.9 ตามลำดับ ส่วนสีของไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุดในหาดเจ้าหลาว คือ สีดำ ร้อยละ 23.12 ส่วนชายหาดคู้งวิมาน คือ สีฟ้า ร้อยละ 25.29 ต่อมา Ta and Babel (2020) ได้รายงานการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำและดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยพบไมโครพลาสติกในน้ำและดินตะกอน 48±8 ขึ้นต่อกิโลกรัม และ 39±14 ขึ้นต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ไมโครพลาสติกที่พบมีขนาด 0.05-0.3 มิลลิเมตร และในปีเดียวกันนี้ Kasamesiri and Thaimuangphol (2020) ได้รายงานการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาน้ำจืดจากแม่น้ำชี จากการสำรวจปลาทั้งหมด 107 ตัว จากปลา 8 ชนิด พบว่าปลาที่ปนเปื้อนไมโครพลาสติกมีมากถึง ร้อยละ 72.9 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.76±0.97 ขึ้นต่อดัชนี ไมโครพลาสติกพบสูงสุดในปลากะมัง (*Puntius proctozysron*) ร้อยละ 86.7 รูปร่างของ ไมโครพลาสติกที่พบมากที่สุด คือ เส้นใย ร้อยละ 86.9 และพบไมโครพลาสติกที่เป็นสีน้ำเงินมากที่สุด ร้อยละ 56.9 และในปี ค.ศ. 2021 มีรายงานการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในน้ำจืดและน้ำประปาในเขตกรุงเทพมหานคร พบไมโครพลาสติก 0.40–2.40 ขึ้นต่อลิตร ไมโครพลาสติกที่พบมีขนาดเล็กกว่า 300 ไมโครเมตร มากถึงร้อยละ 82.1 (Chanpiwat and Damrongsiri, 2021) และในปีล่าสุด Chantima et al. (2023) ได้รายงานการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในระบบทางเดินอาหารของปลาน้ำจืดจากหนองหลวงจังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นรายงาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง มีขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินงาน ดังนี้

พื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการสำรวจหอยกาบน้ำจืดตลอดลำน้ำอิง โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำอิงตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ในพื้นที่ 5 อำเภอของจังหวัดพะเยา ได้แก่ อำเภอเมืองพะเยา อำเภอดอกคำใต้ อำเภอภูกามยาว อำเภอจุน และอำเภอเชียงคำ และ 4 อำเภอของจังหวัดเชียงราย ได้แก่ อำเภอป่าแดด อำเภอเทิง อำเภอขุนตาล และอำเภอเชียงของ ทั้งหมด 20 จุดเก็บตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) บ้านดุ่มไร่ ตำบลท่าจำปี อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา
- 2) สะพานขุนจอมธรรม ตำบลบ้านต้า อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา
- 3) สะพานขุนเดช ตำบลบ้านต๋อม อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา
- 4) กว๊านพะเยา บ้านสันเวียงใหม่ ตำบลบ้านสา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา
- 5) บ้านค่ากลาง ตำบลป่าซาง อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา
- 6) บ้านสันป่าแดง ตำบลห้วยแก้ว อำเภอภูกามยาว จังหวัดพะเยา
- 7) บ้านวังซุ่ม ตำบลหงษ์หิน อำเภอจุน จังหวัดพะเยา
- 8) บ้านน้ำจุน ตำบลลอ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา
- 9) บ้านปางมดแดง ตำบลอ่าทอง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา
- 10) บ้านวังผา ตำบลสันมะค่า อำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย
- 11) บ้านร่องแซ่ ตำบลเวียง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย
- 12) สะพานช่วงเมืองเทิง ตำบลเวียง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย
- 13) บ้านหนองบัว ตำบลสันทรายงาม อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย
- 14) บ้านต้ำน้ำอิง ตำบลต้า อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย
- 15) บ้านชมภูใต้ ตำบลยางฮอม อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย
- 16) สะพานบ้านครึ่งใต้ ตำบลครึ่ง อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย
- 17) สะพานบ้านหลวง ตำบลครึ่ง อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย

- 18) สะพานบ้านศรีลานนา ตำบลศรีดอนชัย อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย
- 19) บ้านทุ่งอ่าง ตำบลสถาน อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย
- 20) หนองหลง บ้านทุ่งอ่าง ตำบลสถาน อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำประกอบด้วยอุปกรณ์และสารเคมี ดังนี้

- 1) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
- 2) เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler)
- 3) ดินสอ ปากกา และกระดาษเลเบล
- 4) เทอร์โมมิเตอร์
- 5) เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนาม ยี่ห้อ EUTECH รุ่น PCD 650
- 6) เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนาม ยี่ห้อ EUTECH รุ่น CON 400
- 7) เครื่อง spectrophotometer ของ Hach company รุ่น DR 2010
- 8) สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$)
- 9) สารละลาย Alkali-iodide Azide Reagent (AIA)
- 10) กรดกำมะถัน (H_2SO_4)
- 11) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) 0.025 M
- 12) น้ำแป้ง (starch solution)
- 13) สาร Phenolphthalein indicator
- 14) สาร Methyl orange indicator
- 15) น้ำกลั่น (distilled water)
- 16) กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
- 17) Nitra Ver 5 Nitrate Powder Pillow (Hach company)
- 18) Phos Ver 3 phosphate Reagent Powder Pillows (Hach company)
- 19) Iron reagent powder pillow (Hach company)
- 20) Buffer Powder (Hach company)
- 21) Sodium Periodate Pillow (Hach company)

2. บันทึกพิกัดจุดเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (global positioning system : GPS) และดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร และนำน้ำตัวอย่างที่

ได้ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการบันทึกสถานที่เก็บน้ำ วัน เดือน ปี ที่เก็บน้ำ ตัวอย่าง

3. ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง โดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของหอย ดังนี้

- 1) อุณหภูมิและค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity : EC) ตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนาม ยี่ห้อ EUTECH รุ่น CON 400
- 2) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) ความเค็ม (salinity) และค่าของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (total dissolved solids : TDS) ตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนาม ยี่ห้อ EUTECH รุ่น PCD 650
- 3) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen : DO) ตรวจวัดโดยใช้วิธี Azide Modification of Winkler
- 4) ความขุ่นของน้ำ (turbidity) ตรวจวัดโดยใช้เครื่อง turbidity meter (Hach)
- 5) ความเป็นด่างของน้ำ (alkalinity) ตรวจวัดโดยใช้วิธี Phenolphthalein methyl orange indicator
- 6) ปริมาณไนโตรเจนไนโตรเจน (nitrogen : $\text{NO}_2\text{-N}$) ปริมาณ soluble reactive phosphorus (SRP) ปริมาณแมงกานีส (manganese : Mn) และปริมาณเหล็ก (iron : Fe) ตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีจำเพาะกับ Spectrophotometer ของ Hach company รุ่น DR 2010 ตามวิธีของ Greenberg et al. (2005)

การเก็บตัวอย่างหอยกาน้ำจืด

1. การเก็บตัวอย่างหอยกาน้ำจืดประกอบด้วยอุปกรณ์และสารเคมี ดังนี้
 - 1) ตลับเมตร
 - 2) ตะแกรง
 - 3) ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง
 - 4) ดินสอ และปากกา
 - 5) สมุดบันทึก
 - 6) กระดาษเลเบล (label)
 - 7) กล้องถ่ายรูป
 - 8) ขวดรักษาสภาพตัวอย่าง

- 9) เวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบดิจิทัล ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร ยี่ห้อ HACHI (บริษัท พันช่าง คอร์ปอเรชั่น จำกัด)
- 10) เครื่องชั่งดิจิทัล ความละเอียด 0.01 กรัม รุ่น Scout SPX ยี่ห้อ OHAUS (OHAUS Corporation)
- 11) แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95% (v/v)

2. การเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืด

- 1) กำหนดจุดเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืดทั้งหมดอย่างน้อย 18 จุด ใน 9 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองพะเยา อำเภอภูกามยาว อำเภอดอกคำใต้ อำเภอจุน อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา อำเภอป่าแดด อำเภอเทิง อำเภอขุนตาล และอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย
- 2) สุ่มเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืดโดยวิธีการจับเวลาและเก็บตัวอย่างด้วยมือโดยไม่เลือกขนาดและชนิดตัวอย่างหอยในระยะเวลา 30 นาที ในพื้นที่เก็บตัวอย่าง 20 ตารางเมตร (ขนาดพื้นที่ 2×10 เมตร) บริเวณริมฝั่งแม่น้ำ (ดัดแปลงจาก Cummings et al., 2016)
- 3) เก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง อย่างน้อย 5 ตัวอย่างต่อหอยกาบน้ำจืด 1 ชนิด เพื่อรักษาสภาพในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95% (v/v) เพื่อใช้ในการถ่ายภาพและบรรยายลักษณะสัณฐานวิทยา

การวิเคราะห์ข้อมูลความหลากหลายชนิดพันธุ์และสถานะการอนุรักษ์

1. ความหนาแน่น (density) ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบโดยคำนวณความหนาแน่นในหน่วยตัวต่อตารางเมตร ของหอยแต่ละชนิดตามวิธีการของ Sun et al. (2019) ดังสมการที่ 3.1

$$D = N/A \quad (3.1)$$

โดยที่	N	คือ จำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดที่ n (ตัว)
	A	คือ พื้นที่ (ตารางเมตร)
	D	คือ ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)

2. มวลชีวภาพ (biomass) ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบโดยคำนวณมวลชีวภาพในหน่วยกรัมต่อตารางเมตร ของหอยแต่ละชนิดตามวิธีการของ Sun et al. (2019) ดังสมการที่ 3.2

$$B = W/A \quad (3.2)$$

โดยที่	W	คือ น้ำหนักของหอยแต่ละชนิด (กรัม)
	A	คือ พื้นที่ (ตารางเมตร)
	B	คือ มวลชีวภาพ (กรัมต่อตารางเมตร)

3. อัตราการปรากฏ (occurrence rate) ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในทุกจุดสำรวจตามวิธีการของ Sun et al. (2019) ดังสมการที่ 3.3

$$O_i = \frac{N_i}{S} \times 100 \quad (3.3)$$

โดยที่	N_i	คือ จำนวนการปรากฏของสิ่งมีชีวิตชนิดที่ i
	S	คือ จำนวนจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด
	O_i	คือ อัตราการปรากฏ (ร้อยละ)

4. ความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency : R_f) ของชนิดหอยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง โดยใช้วิธีของ Pettingill (1969) ดังสมการที่ 3.4

$$R_f = \frac{\text{จำนวนจุดเก็บตัวอย่างที่พบหอยชนิดนั้น}}{\text{จำนวนจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด}} \times 100 \quad (3.4)$$

เกณฑ์ในการแบ่งระดับความถี่สัมพัทธ์ของหอยออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

ร้อยละ 90–100	(หอยที่พบได้บ่อยมาก)
ร้อยละ 65–89	(หอยที่พบบ่อย)
ร้อยละ 31–64	(หอยที่พบได้ปานกลาง)
ร้อยละ 10–31	(หอยที่พบได้น้อย)
ร้อยละ 1–9	(หอยที่พบได้น้อยมาก)

5. ความชุกชุมสัมพัทธ์ (relative abundance : R_r) ของหอยกาบน้ำจืดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ดังสมการที่ 3.5

$$R_t = \frac{\text{จำนวนหอยทั้งหมดในแต่ละชนิดที่พบ}}{\text{จำนวนหอยทั้งหมดที่พบ}} \times 100 \quad (3.5)$$

6. ดัชนีความมากชนิด ใช้ดัชนีความมากชนิดของமாகาเลฟ (Margalef' s richness index : R) (Washington, 1984; Clarke and Warwick, 1994) ดังสมการที่ 3.6

$$R = \frac{S-1}{\ln n} \quad (3.6)$$

โดยที่ n คือ จำนวนตัวของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่พบ
 S คือ จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่พบ
 $\ln$ คือ natural logarithm

7. ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ ใช้ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแซนนอน-เวียนเนอร์ (Shannon-Wiener' s diversity index; H) (Washington, 1984; Clarke and Warwick, 1994; Hill et al., 2005) ดังสมการที่ 3.7

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (3.7)$$

โดยที่ P_i คือ สัดส่วนของตัวอย่างทั้งหมดที่เป็นสิ่งมีชีวิตชนิด n

กล่าวคือ $P_i = \frac{\text{จำนวนตัวของสิ่งมีชีวิตที่ } n}{\text{จำนวนตัวทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต}}$

8. ดัชนีความสม่ำเสมอ โดยใช้ดัชนีความสม่ำเสมอของพิลิว (Pielou' s evenness index; J') (Brewer, 1994; Clarke and Warwick 1994; Hillebrand, 2008) ดังสมการที่ 3.8

$$J' = \frac{H}{\ln S} \quad (3.8)$$

9. การวิเคราะห์การแยกส่วนความหลากหลายเบต้า (beta diversity decomposition) เป็นการวิเคราะห์และแยกส่วนของความแตกต่างในความหลากหลายชีวภาพเพื่อให้เข้าใจและ

ตรวจสอบว่าความต่างนั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในการสลับพื้นที่ (spatial turnover) หรือการซ้อนทับ (nestedness) หรืออาจเกิดจากทั้งคู่ การแยกส่วนความหลากหลายเบต้าใช้ดัชนีของซอเรนเซน (Sørensen dissimilarity index : β_{sor}) (สมการที่ 3.9) เป็นตัวบ่งชี้ในการวัดความแตกต่างระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ (Sørensen, 1948; Koleff et al., 2003)

$$\beta_{sor} = \frac{b + c}{2a + b + c} \quad (3.9)$$

เมื่อ	a	คือ จำนวนของหย่อนน้ำจืดที่พบในทั้งสองพื้นที่ของการศึกษา
	b	คือ จำนวนชนิดหย่อนน้ำจืดที่พบเฉพาะในพื้นที่ a
	c	คือ จำนวนชนิดหย่อนน้ำจืดที่พบเฉพาะในพื้นที่ b
	β_{sor}	คือ ความหลากหลายเบต้า

การแยกความหลากหลายเบต้า สามารถแยกออกเป็น 2 องค์ประกอบหลัก คือ องค์ประกอบ การสลับพื้นที่ (spatial turnover component) และองค์ประกอบ การซ้อนทับ (nestedness component)

องค์ประกอบ การสลับพื้นที่ หมายถึง ความแตกต่างในความหลากหลายชีวภาพที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในสมาชิกของพื้นที่ ส่วนนี้วัดความแตกต่างในชนิดหรือสายพันธุ์ที่พบในแต่ละพื้นที่ โดยใช้ดัชนีของซิมป์สัน (Simpson dissimilarity index : β_{sim}) (สมการที่ 3.10) เพื่อวัดส่วนการสลับพื้นที่ (Simpson, 1943; Lennon et al., 2001; Koleff et al., 2003)

$$\beta_{sim} = \frac{\min(b,c)}{a + \min(b,c)} \quad (3.10)$$

องค์ประกอบ การซ้อนทับ หมายถึง ความแตกต่างในความหลากหลายชีวภาพที่เกิดจากการซ้อนทับของชนิดหรือสายพันธุ์ระหว่างพื้นที่ ส่วนนี้วัดความแตกต่างในจำนวนชนิดหรือสายพันธุ์ที่พบในแต่ละพื้นที่ โดยใช้ดัชนีการซ้อนทับของบาเซลกา (Nestedness-resultant dissimilarity : β_{nes}) (สมการที่ 3.11) หรือหาได้จากความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3.12 (Baselga, 2010)

$$\beta_{nes} = \frac{|b - c|}{2a + b + c} \times \frac{a}{a + \min(b,c)} \quad (3.11)$$

$$\beta_{nes} = \beta_{sor} - \beta_{sim} \quad (3.12)$$

10. การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (cluster analysis) เป็นการวิเคราะห์ทางสถิติแบบหลายตัวแปร โดยจำแนกและแสดงลักษณะการจัดกลุ่มความหลากหลาย และความชุกชุมของหอยน้ำจืดที่สำรวจพบตลอดลำน้ำอิง โดยการเปรียบเทียบค่า Bray-curtis similarity index จากผลการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกัน (Analysis of similarities : ANOSIM) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของหอยที่พบในแต่ละจุดสำรวจ ใช้โปรแกรม PRIMER 7 Version 7.0.21

11. ประเมินความสัมพันธ์ระหว่างหอยกาน้ำจืดและปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation coefficient) ระหว่างความหนาแน่นของหอยกาน้ำจืดและผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้โปรแกรม SPSS Version 29.0.2.0 (IBM)

12. ประเมินสถานะชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามโดยประเมินจากบัญชีชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามขององค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Red List of Threatened Species™; IUCN Red List) จากฐานข้อมูล www.iucnredlist.org

การศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาน้ำจืดในแม่น้ำอิง

1. วัสดุและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดินตะกอน

- 1) กรอบวางแปลง (quadrat) ขนาด 1×1 เมตร (ม.)
- 2) กรอบวางแปลง ขนาด 0.2×0.2 ม.
- 3) อลูมิเนียมฟอยล์ (aluminum foil)
- 4) ถุงเก็บตัวอย่างชนิดซิปล็อค (zip lock bag)
- 5) พลั่วตักดินชนิดสแตนเลส (stainless steel shovel)
- 6) ถังเก็บตัวอย่างชนิดสแตนเลส (stainless steel bucket)
- 7) เครื่องชั่งภาคสนาม
- 8) กล่องโฟมเก็บรักษาตัวอย่าง
- 9) ปากกาและกระดาษเลเบล

2. วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในการตรวจไมโครพลาสติก

- 1) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล ความละเอียด 0.01 กรัม (Scout SPX, OHAUS Corporation)

- 2) กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (CX33, Olympus)
- 3) กล้องจุลทรรศน์แบบสามมิติ (SZ61, Olympus)
- 4) ปิเปต (pipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร (มล.)
- 5) ปีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100, 250 และ 500 มล.
- 6) กระบอกตวงขนาด 100 มล.
- 7) แท่งแก้วคนสาร
- 8) คีมคีบชนิดสแตนเลส (stainless steel forceps)
- 9) จานเพาะเชื้อ (petri dish)
- 10) กระดาษกรองใยแก้ว GF/C (glass microfiber filter grade GF/C) ขนาด 1.2 ไมโครเมตร ยี่ห้อ Whatman
- 11) ตู้บลมร้อน (hot air oven)
- 12) ปั๊มสุญญากาศ (vacuum pump) (Becthai)
- 13) สารละลายอิ่มตัวโซเดียมคลอไรด์ (saturated NaCl) (ความหนาแน่น $1.2 \text{ g}\cdot\text{ml}^{-1}$) (RCI-Lanscan)
- 14) สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยมวลต่อปริมาตร (30% w/v) (Sigma-Aldrich)
- 15) น้ำกลั่น

3. วิธีการศึกษา

3.1 การเก็บตัวอย่างดินตะกอน โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Wang et al. (2017), Peng et al. (2018) และ Nayeri et al. (2023)

3.2 ทำการวางแปลงขนาด 1×1 ม. บริเวณชายฝั่งของแม่น้ำโดยห่างจากตลิ่ง 1 เมตร

3.3 ทำการวางแปลงย่อยขนาด 0.2×0.2 ม. แบบสุ่ม จำนวน 3 แปลง ในแปลงขนาด 1×1 ม.

3.4 ตักดินด้วยพลั่วตักดินชนิดสแตนเลสที่ระดับผิวดิน (0-5 เซนติเมตร) ในแปลงย่อยทั้ง 3 แปลง แปลงละ 200 กรัม และผสมตัวอย่างให้เข้ากันในถังเก็บตัวอย่างชนิดสแตนเลส

3.5 นำตัวอย่างดินที่ผสมกันแล้วห่อด้วยกระดาษฟอยล์ 2 ชั้น เก็บรักษาในถุงเก็บตัวอย่างชนิดซิปล็อค และเก็บไว้ในกล่องโฟมเก็บตัวอย่าง

3.6 เก็บรักษาตัวอย่างดินตะกอนไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

3.7 การตรวจหาไมโครพลาสติก โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Wang et al. (2017) และ Ilmi et al. (2023)

3.8 นำตัวอย่างดินตะกอนแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมาอบให้แห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าดินตะกอนจะแห้ง

3.9 เมื่อครบ 48 ชั่วโมง นำตัวอย่างดินตะกอนที่แห้งแล้วมาชั่งจำนวน 30 กรัม และใส่ตัวอย่างดินลงในปิกรเกอร์ขนาด 250 มล. โดยดำเนินการตรวจไมโครพลาสติกในตัวอย่างดินตะกอนในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 3 จุด

3.10 เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 (w/v) ปริมาตร 20 มล. และปิดฝาปิกรเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟรอยด์ จากนั้นนำไปต้มในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.11 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง เติมสารละลายอิมัลชันโซเดียมคลอไรด์ ปริมาตร 200 มล. คนให้เข้ากันและตั้งไว้ในที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อให้ไมโครพลาสติกลอยตัวแยกออกมา

3.12 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ใช้ปิเปตดูดชั้นของเหลวส่วนที่ลอยอยู่ด้านบน (supernatant) นำไปกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้ว GF/C

3.13 นำกระดาษกรองที่ผ่านการกรองแล้วมาผึ่งให้แห้งในจานเพาะเชื้อที่มีฝาปิดที่อุณหภูมิ 50 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปตรวจหาไมโครพลาสติกภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3.14 จำแนกรูปร่าง สี นับจำนวน และถ่ายภาพของไมโครพลาสติก ตามวิธีการของ Hidalgo-Ruz et al. (2012), Tanaka and Takada (2016) และ Nel et al. (2018)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 คำนวณไมโครพลาสติกที่ตรวจพบจำแนกตามสีและรูปร่างในหน่วยของร้อยละ

4.2 คำนวณไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในหน่วยของชิ้นต่อน้ำหนักแห้งของดินตะกอนในหน่วยกิโลกรัม (ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง : $\text{particle} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ d.w.}$) และแสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

4.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม SPSS Version 29.0.2.0 (IBM) และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.4 ประเมินระดับมลพิษของไมโครพลาสติกในดินตะกอนโดยใช้ดัชนีภาระมลพิษ (Pollution Load Index : PLI) ตามวิธีการของ Tomlinson et al. (1980) ดังสมการที่ 3.13 และ 3.14

$$PLI = \sqrt{C_{fi}} \quad (3.13)$$

$$\text{โดย } C_{fi} = \frac{C_i}{C_{oi}} \quad (3.14)$$

เมื่อ C_{fi} คือ ปัจจัยการปนเปื้อนไมโครพลาสติก
 C_i คือ จำนวนไมโครพลาสติกที่ตรวจพบของจุดเก็บตัวอย่างที่ i
 C_{oi} คือ จำนวนไมโครพลาสติกพื้นฐานที่ตรวจพบ ซึ่งเป็นค่าทางทฤษฎีในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าอ้างอิงจากงานวิจัยของ (Pan et al., 2021; Ranjani et al., 2021; Zhou et al., 2021) ซึ่งพบไมโครพลาสติกเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.57 ชิ้นต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

เกณฑ์การประเมินระดับมลพิษของไมโครพลาสติกในดินตะกอนโดยใช้ดัชนีการะมลพิษแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การประเมินระดับมลพิษของไมโครพลาสติกในดินตะกอนจากดัชนีการะมลพิษ

ค่าดัชนีการะมลพิษ	ระดับอันตราย
<10	1
10-20	2
20-30	3
>30	4

ที่มา : Tomlinson et al. (1980)

จริยธรรมการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มีการดำเนินการใช้สัตว์ทดลอง อย่างไรก็ตามได้มีการดำเนินการเกี่ยวกับสัตว์ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้รับใบอนุญาตจากสถาบันพัฒนาการดำเนินการต่อสัตว์เพื่อ งานทางวิทยาศาสตร์ (สพสว.) สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (ใบอนุญาตเลขที่ U1-03137-2559 ออกให้นายกิตติชัย จันธิมา) ซึ่งการดำเนินการเกี่ยวกับสัตว์ในการศึกษาครั้งนี้เป็นไปตามกฎระเบียบและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการกับสัตว์ในงานทางวิทยาศาสตร์ โดยสัตว์ทั้งหมดได้รับการดูแลและมีการใช้สัตว์อย่างมีมนุษยธรรม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง ผลการศึกษาแสดงได้ดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง

จากการศึกษาสภาพแวดล้อมในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง ทั้งหมด 20 จุด มีรายละเอียด ดังนี้ (ตารางที่ 2.1 และภาพที่ 4.1-4.2)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บ้านต๋มไร่ ตำบลท่าจำปี อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีความกว้างของแม่น้ำ 23 เมตร มีความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 42 เซนติเมตร พื้นที่โดยรอบเป็นพื้นที่การเกษตรและอยู่ห่างจากชุมชน (ภาพที่ 4.2 ก)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สะพานขุนจอมธรรม ตำบลบ้านต้า อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม มีคราบน้ำมันบริเวณผิวน้ำ มีความกว้างของแม่น้ำ 14 เมตร มีความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 10 เซนติเมตร พื้นที่โดยรอบเป็นบ้านสวน และเป็นพื้นที่การเกษตร ซึ่งอยู่ห่างจากชุมชน (ภาพที่ 4.2 ข)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สะพานขุนเดช ตำบลบ้านต๋อม อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา น้ำมีสีน้ำตาลเหลือง มีคราบน้ำมันบริเวณผิวน้ำ มีความกว้างของแม่น้ำ 17 เมตร มีความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 25 เซนติเมตร พื้นที่โดยรอบมีบัวขึ้นตามแหล่งน้ำและอยู่ใกล้กับเขตชุมชน (ภาพที่ 4.2 ค)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 กว๊านพะเยา บ้านสันเวียงใหม่ ตำบลบ้านสา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม มีความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 11 เซนติเมตร พื้นที่โดยรอบใกล้กับแหล่งชุมชน และแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำประจำชุมชนบ้านสันเวียงใหม่ (ภาพที่ 4.2 ง)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บ้านค่ากลาง ตำบลป่าซาง อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม มีความกว้างของแม่น้ำ 22 เมตร มีความลึกของน้ำ 35 เซนติเมตร น้ำมีขยะจำนวนมาก พื้นที่โดยรอบมีการเลี้ยงสัตว์ (วัว) เป็นพื้นที่การเกษตรและใกล้กับแหล่งชุมชน (ภาพที่ 4.2 จ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บ้านสันป่าแดง ตำบลห้วยแก้ว อำเภอภูเกตุ จังหวัด พะเยา น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีความกว้างของแม่น้ำ 23 เมตร มีความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 30 เซนติเมตร บริเวณโดยรอบเป็นแหล่งชุมชนและใกล้กับพื้นที่การเกษตร (ภาพที่ 4.2 ฉ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บ้านวังซุม ตำบลหงษ์หิน อำเภอจุน จังหวัดพะเยา น้ำสีน้ำตาล เหลือง มีความกว้างของแม่น้ำ 63 เมตร มีความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 12 เซนติเมตร มีต้น ไม้รพขึ้นริมน้ำจำนวนมาก พื้นที่โดยรอบมีการเลี้ยงปลาในกระชังและเป็นพื้นที่หน้าเขื่อนยาง ของบ้านวังซุม (ภาพที่ 4.2 ช)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บ้านน้ำจุน ตำบลลอ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา น้ำค่อนข้าง ใส มีความกว้างของแม่น้ำ 42 เมตร มีความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 22 เซนติเมตร พื้นที่โดยรอบ เป็นพื้นที่การเกษตรและอยู่ห่างจากแหล่งชุมชน (ภาพที่ 4.2 ซ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 บ้านปางมดแดง ตำบลอ่างทอง อำเภอเชียงคำ จังหวัด พะเยา น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม มีความกว้างของแม่น้ำ 42 เมตร มีความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 16 เซนติเมตร มีต้นไผ่และต้นหญ้าขึ้นตามริมน้ำ พื้นที่โดยรอบเป็นแหล่งชุมชน (ภาพที่ 4.2 ฌ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 บ้านวังผา ตำบลสันมะค่า อำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย อยู่ติดกับวัดวังผาศิลาราม รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุมด้วยพุ่มไม้อย่างหนาแน่น มีการสร้างผนัง ป้องกันการพังทลายของตลิ่ง น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม มีความกว้างของแม่น้ำ 30 เมตร และความลึก ของจุดเก็บตัวอย่าง 36 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ฉ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 บ้านร่องแซ่ ตำบลเวียง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย อยู่ ติดกับโรงสูบน้ำ รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุมด้วยพุ่มไม้อย่างหนาแน่น น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีความ กว้างของแม่น้ำ 30 เมตร และความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 13 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ฎ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 สะพานช่วงเมืองเทิง ตำบลเวียง อำเภอเทิง จังหวัด เชียงราย อยู่ติดกับชุมชน น้ำมีกลิ่นเหม็น รอบจุดเก็บตัวอย่างมีการขุดลอกแม่น้ำ น้ำมีสีน้ำตาล อ่อน มีความกว้างของแม่น้ำ 59 เมตร และความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ฏ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 13 บ้านหนองบัว ตำบลสันทรายงาม อำเภอเทิง จังหวัด เชียงราย อยู่ติดกับชุมชน เป็นฝายน้ำล้นแม่น้ำอิง รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุมด้วยพุ่มไม้ค่อนข้าง เบาบาง น้ำค่อนข้างใส มีความกว้างของแม่น้ำ 20 เมตร และความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 25 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ฐ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 14 บ้านดำน้าอิง ตำบลต้า อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย อยู่ใกล้กับท่าคูตทราย มีการทำประมงพื้นบ้าน รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุมด้วยพุ่มไม้อย่าง

หนาแน่น น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม มีความกว้างของแม่น้ำ 45 เมตร และความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 64 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ท)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 15 บ้านขมภูใต้ ตำบลยางฮอม อำเภอขุนตาล จังหวัด เชียงราย อยู่ใกล้กับพื้นที่การเกษตร บริเวณริมฝั่งแม่น้ำมีขยะ รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุมด้วย พุ่มไม้อย่างหนาแน่น น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีความกว้างของแม่น้ำ 32 เมตร และความลึกของจุด เก็บตัวอย่าง 56 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ฉ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 16 สะพานบ้านครึ่งใต้ ตำบลครึ่ง อำเภอขุนตาล จังหวัด เชียงราย อยู่ใกล้กับพื้นที่การเกษตร รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุมด้วยพุ่มไม้อย่างหนาแน่น น้ำมีสี น้ำตาลอ่อน มีความกว้างของแม่น้ำ 22 เมตร และความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 70 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ฉ)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 17 สะพานบ้านหลวง ตำบลครึ่ง อำเภอขุนตาล จังหวัด เชียงราย อยู่ใกล้กับพื้นที่การเกษตร ฝิวน้ำมีคราบน้ำมัน รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุมด้วยพุ่มไม้อย่าง หนาแน่น น้ำค่อนข้างใส มีความกว้างของแม่น้ำ 21 เมตร และความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 63 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ค)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 18 สะพานบ้านศรีลานนา ตำบลศรีดอนชัย อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย อยู่ใกล้โรงพัก (แยกบ้านลุง) สะพานบ้านศรีดอนชัย รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุม ด้วยพุ่มไม้เบาบาง พื้นที่ท้องน้ำมีตะไคร่น้ำ มีการเลี้ยงวัวใกล้กับจุดเก็บตัวอย่าง น้ำค่อนข้างใส มี ความกว้างของแม่น้ำ 60 เมตร และความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 41 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ค)

จุดเก็บตัวอย่างที่ 19 บ้านทุ่งอ่าง ตำบลสถาน อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย อยู่ติดกับพื้นที่การเกษตร รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุมด้วยพุ่มไม้ค่อนข้างเบาบาง น้ำมีสีน้ำตาล อ่อน มีความกว้างของแม่น้ำ 82 เมตร และความลึกของจุดเก็บตัวอย่าง 40 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ง)

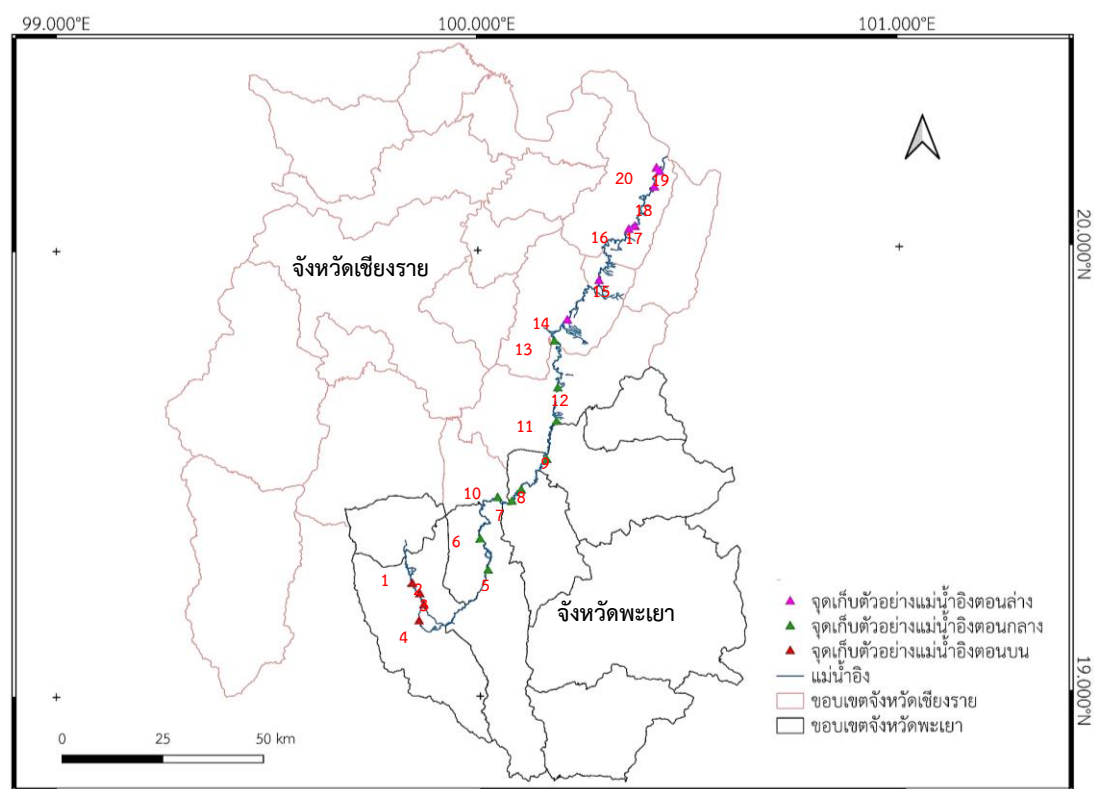
จุดเก็บตัวอย่างที่ 20 หนองหลง บ้านทุ่งอ่าง ตำบลสถาน อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย อยู่ติดกับพื้นที่การเกษตร มีผักตบชวาขึ้นอยู่ริมฝั่ง รอบจุดเก็บตัวอย่างปกคลุม ด้วยพุ่มไม้อย่างหนาแน่น น้ำค่อนข้างใส มีความกว้างของแม่น้ำ 65 เมตร และความลึกของจุด เก็บตัวอย่าง 90 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ห)

ตารางที่ 4.1 จุดเก็บตัวอย่าง

แม่น้ำอิง	จุดที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
ตอนบน	1	บ้านดุ่มไร่ ตำบลท่าจำปี อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา	19°15'06"N, 99°50'26"E
	2	สะพานขุนจอมธรรม ตำบลบ้านต้า อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา	19°13'45"N, 99°51'29"E
	3	สะพานขุนเดช ตำบลบ้านต๋อม อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา	19°12'14"N, 99°52'04"E
	4	กว๊านพะเยา ตำบลบ้านสา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา	19°10'05"N, 99°51'23"E
ตอนกลาง	5	บ้านคำกลาง ตำบลป่าซาง อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา	19°16'52"N, 100°1'11"E
	6	บ้านสันป่าแดง ตำบลห้วยแก้ว อำเภอภูกามยาว จังหวัดพะเยา	19°21'04"N, 100°00'06"E
	7	บ้านวังซุม ตำบลหงส์หิน อำเภอจุน จังหวัดพะเยา	19°26'07"N, 100°04'38"E
	8	บ้านน้ำจุน ตำบลล่อ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา	19°27'38"N, 100°05'57"E
	9	บ้านปางมดแดง ตำบลอ่างทอง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา	19°31'42"N, 100°09'37"E
	10	บ้านวังผา ตำบลสันมะค่า อำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย	19°26'38"N, 100°02'37"E
	11	บ้านร่องแซ่ ตำบลเวียง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย	19°36'49"N, 100°11'02"E
	12	สะพานข่วงเมืองเทิง ตำบลเวียง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย	19°41'20"N, 100°11'15"E
	13	บ้านหนองบัว ตำบลสันทรายงาม อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย	19°47'37"N, 100°10'49"E
ตอนล่าง	14	บ้านดำน้าอิง ตำบลบ้านต้า อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย	19°50'28"N, 100°12'41"E
	15	บ้านชมภูใต้ ตำบลยางฮอม อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย	19°55'43"N, 100°17'14"E
	16	สะพานบ้านครึ่งใต้ ตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย	20°02'35"N, 100°21'31"E
	17	สะพานบ้านหลวง ตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย	20°03'00"N, 100°22'24"E
	18	สะพานบ้านศรีลานนา ตำบลศรีดอนชัย อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย	20°08'15"N, 100°25'13"E

ตารางที่ 4.1 จุดเก็บตัวอย่าง (ต่อ)

แม่น้ำอิง	จุดที่	สถานที่เก็บตัวอย่าง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
ตอนล่าง	19	บ้านทุ่งอ่าง ตำบลสถาน อำเภอเชียงของ จังหวัด เชียงราย	20°10'19"N, 100°26'00"E
	20	หนองหลง บ้านทุ่งอ่าง ตำบลสถาน อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย	20°10'50"N, 100°25'32"E



ภาพที่ 4.1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืด

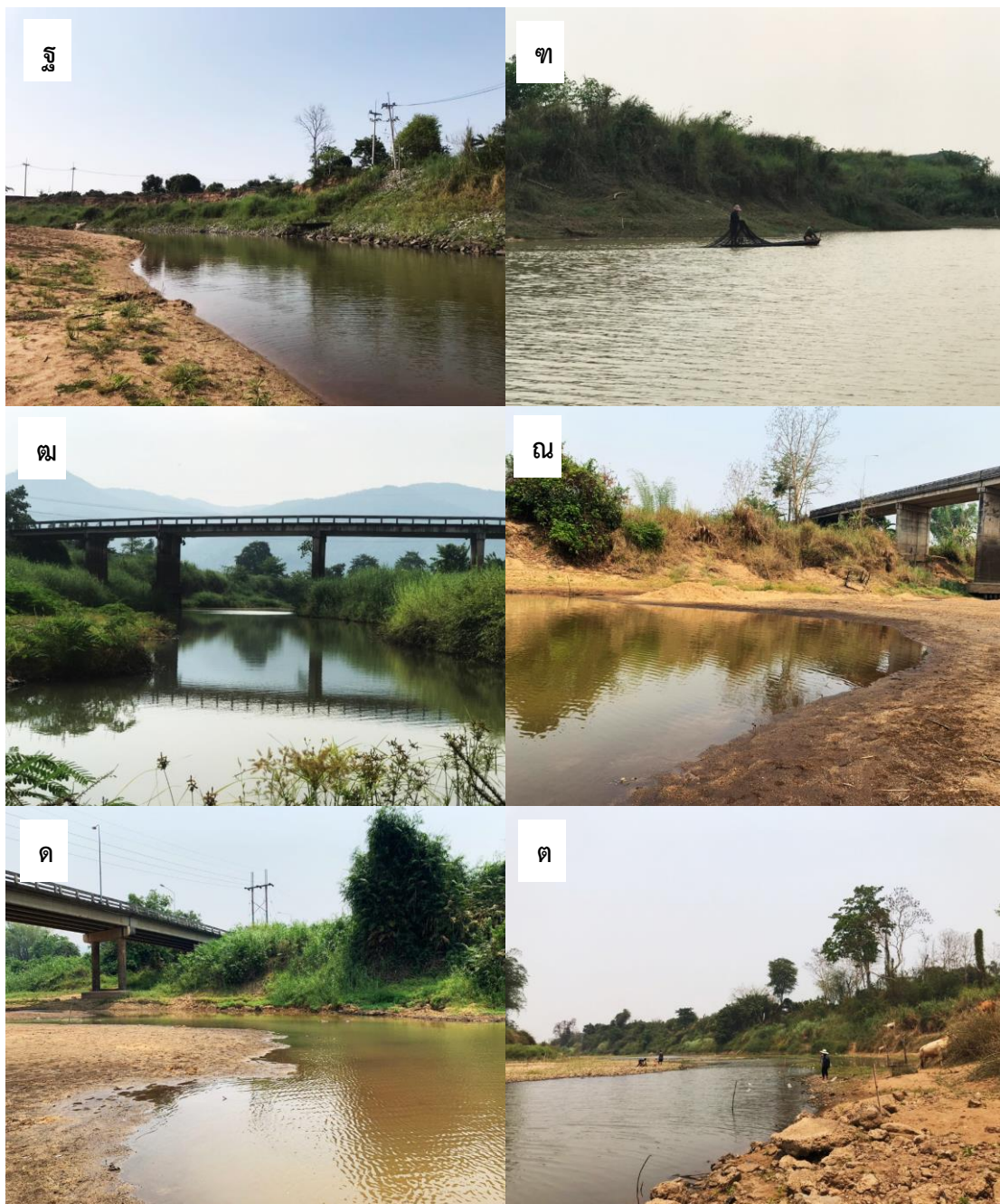
ที่มา : ดัดแปลงมาจาก กรมทรัพยากรน้ำ (2561); QGIS Development Team (2023)



ภาพที่ 4.2 จุดเก็บตัวอย่าง : (ก) จุดที่ 1 (ข) จุดที่ 2 (ค) จุดที่ 3 (ง) จุดที่ 4 (จ) จุดที่ 5 (ฉ) จุดที่ 6 (ช) จุดที่ 7 (ซ) จุดที่ 8 (ณ) จุดที่ 9 (ญ) จุดที่ 10 (ฎ) จุดที่ 11 (ฏ) จุดที่ 12 (ฐ) จุดที่ 13 (ฑ) จุดที่ 14 (ฒ) จุดที่ 15 (ณ) จุดที่ 16 (ด) จุดที่ 17 (ต) จุดที่ 18 (ถ) จุดที่ 19 และ (ท) จุดที่ 20



ภาพที่ 4.2 จุดเก็บตัวอย่าง : (ก) จุดที่ 1 (ช) จุดที่ 2 (ค) จุดที่ 3 (ง) จุดที่ 4 (จ) จุดที่ 5 (ฉ) จุดที่ 6 (ซ) จุดที่ 7 (ซ) จุดที่ 8 (ณ) จุดที่ 9 (ญ) จุดที่ 10 (ฎ) จุดที่ 11 (ฎ) จุดที่ 12 (ฐ) จุดที่ 13 (ท) จุดที่ 14 (ฆ) จุดที่ 15 (ณ) จุดที่ 16 (ด) จุดที่ 17 (ต) จุดที่ 18 (ถ) จุดที่ 19 และ (ท) จุดที่ 20 (ต่อ)



ภาพที่ 4.2 จุดเก็บตัวอย่าง : (ก) จุดที่ 1 (ข) จุดที่ 2 (ค) จุดที่ 3 (ง) จุดที่ 4 (จ) จุดที่ 5 (ฉ) จุดที่ 6 (ช) จุดที่ 7 (ซ) จุดที่ 8 (ณ) จุดที่ 9 (ญ) จุดที่ 10 (ฎ) จุดที่ 11 (ฏ) จุดที่ 12 (ฐ) จุดที่ 13 (ฑ) จุดที่ 14 (ฒ) จุดที่ 15 (ณ) จุดที่ 16 (ด) จุดที่ 17 (ต) จุดที่ 18 (ถ) จุดที่ 19 และ (ท) จุดที่ 20 (ต่อ)



ภาพที่ 4.2 จุดเก็บตัวอย่าง : (ก) จุดที่ 1 (ข) จุดที่ 2 (ค) จุดที่ 3 (ง) จุดที่ 4 (จ) จุดที่ 5 (ฉ) จุดที่ 6 (ช) จุดที่ 7 (ซ) จุดที่ 8 (ณ) จุดที่ 9 (ญ) จุดที่ 10 (ฎ) จุดที่ 11 (ฏ) จุดที่ 12 (ฐ) จุดที่ 13 (ฑ) จุดที่ 14 (ฒ) จุดที่ 15 (ณ) จุดที่ 16 (ด) จุดที่ 17 (ต) จุดที่ 18 (ถ) จุดที่ 19 และ (ท) จุดที่ 20 (ต่อ)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ-เคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพเคมีจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 20 จุด (ตารางที่ 4.2) แสดงได้ดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen : DO) มีค่าเท่ากับ 5.31 มิลลิกรัมต่อลิตร (มก./ล.; mg/L) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเท่ากับ 7.74 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 327 เอ็นทียู (NTU) อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 36.8 องศาเซลเซียส (°C) ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.01528 พีพีที (ppt) การนำไฟฟ้าของน้ำ (electrical conductivity : EC) มีค่าเท่ากับ 212 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (total dissolved solid : TDS) มีค่าเท่ากับ 8.15 mg/L ไนเตรทไนโตรเจน ($\text{NO}_2\text{-N}$) มีค่าเท่ากับ 4.5 มก./ล. ไนโตรเจน ($\text{mg}/\text{L}\cdot\text{N}$) ความเป็นด่างรวมมีค่าเท่ากับ 60.0 มก./ล. แคลเซียมคาร์บอเนต (mg/L as CaCO_3) ปริมาณ soluble reactive phosphorus (SRP) มีค่าเท่ากับ 0.35 mg/L ฟอสฟอรัส ($\text{mg}/\text{L}\cdot\text{P}$) ปริมาณแมงกานีส (Mn) มีค่าเท่ากับ 2.9 mg/L และปริมาณเหล็ก (Fe) มีค่ามากกว่า 5 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 พบว่า DO มีค่าเท่ากับ 4.84 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.56 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 306 NTU อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 40.3 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.01584 ppt ค่า EC ค่าเท่ากับ 334 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ปริมาณ TDS มีค่าเท่ากับ 12.59 mg/L ปริมาณ $\text{NO}_2\text{-N}$ มีค่าต่ำกว่าความสามารถการวัดของเครื่องมือ (underrange) ความเป็นด่างรวมมีค่าเท่ากับ 133 mg/L

as CaCO₃ ปริมาณ SRP มีค่าเท่ากับ 0.05 mg/L·P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 0.6 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 1.29 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 1.05 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.44 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 295 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 31.0 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.01321 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 258 µS/cm ปริมาณ TDS มีค่าเท่ากับ 9.730 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเท่ากับ 4.2 mg/L·N ความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 91 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SRP มีค่าเท่ากับ 0.38 mg/L·P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 1.7 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 2.56 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 4.97 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.51 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 188 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 36.0 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.01422 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 209 µS/cm ปริมาณ TDS มีค่าเท่ากับ 8.230 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเท่ากับ 1.5 mg/L·N ความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 89 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SRP มีค่าเท่ากับ 0.39 mg/L·P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 0.7 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 1.42 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 2.94 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.50 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 50.9 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 30.2 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.01281 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 247 µS/cm ปริมาณ TDS มีค่าเท่ากับ 9.2 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าต่ำกว่าความสามารถของการวัด ความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 98.33 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SRP มีค่าต่ำกว่าความสามารถของการวัด ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 0.3 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 0.46 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 3.09 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.32 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 192 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 28.9 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.01205 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 233 µS/cm ปริมาณ TDS มีค่าเท่ากับ 8.310 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเท่ากับ 0.4 mg/L·N ความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 92.33 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SRP มีค่าเท่ากับ 0.17 mg/L·P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 1.0 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 0.17 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 4.69 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.34 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 147 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 30.7 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.01252 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 197.1 µS/cm ปริมาณ TDS มีค่าเท่ากับ 6.620 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าต่ำกว่าความสามารถของการวัด ค่าความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 64.33 mg/L as

CaCO₃ ปริมาณ SRP มีค่าเท่ากับ 0.25 mg/L-P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 0.7 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 2.87 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 2.34 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.37 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 45.1 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 32.5 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.01304 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 147.7 µS/cm ปริมาณ TDS มีค่าเท่ากับ 5.510 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเท่ากับ 1.5 mg/L-N ความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 46.67 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SRP มีค่าเท่ากับ 0.12 mg/L-P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 0.5 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 0.74 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 6.32 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.52 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 797 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 39.5 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.01522 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 195.9 µS/cm ปริมาณ TDS มีค่าเท่ากับ 7.410 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเท่ากับ 0.7 mg/L-N ความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 60 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SRP มีค่าเท่ากับ 0.27 mg/L-P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 0.4 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 1.58 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 3.40 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.16 ความขุ่น มีค่าเท่ากับ 85.4 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 29.8 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.012 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 273 µS/cm ค่า TDS มีค่าเท่ากับ 10.83 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเท่ากับ 0 mg/L-N ความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 84.33 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SPR มีค่าเท่ากับ 0.07 mg/L-P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 1.2 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 1.13 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 5.01 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.42 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 112 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 36.5 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.014 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 148.8 µS/cm ค่า TDS มีค่าเท่ากับ 6.79 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเท่ากับ 0.6 mg/L-N ความเป็นต่างรวม มีค่าเท่ากับ 70.6 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SPR มีค่าเท่ากับ 0.06 mg/L-P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 0.8 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 1.14 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 2.40 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.13 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 84.5 NTU อุณหภูมิน้ำ มีค่าเท่ากับ 33.7 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.014 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 193.6 µS/cm ค่า TDS มีค่าเท่ากับ 7.15 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเท่ากับ 1.6 mg/L-N ความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 75.0 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SPR มีค่าเท่ากับ 0.39 mg/L-P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 0.6 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 0.14 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 13 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 1.28 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.31 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 80.2 NTU อุณหภูมิน้ำมีค่าเท่ากับ 33.2 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ

เท่ากับ 1.2 mg/L-N ความเป็นต่างรวมมีค่าเท่ากับ 82.0 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SPR มีค่าเท่ากับ 0.12 mg/L-P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 1.2 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 0.16 mg/L

จุดเก็บตัวอย่างที่ 20 พบว่า ปริมาณ DO มีค่าเท่ากับ 2.88 mg/L ค่า pH มีค่าเท่ากับ 7.75 ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 24.6 NTU อุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 34.1 °C ความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.014 ppt ค่า EC มีค่าเท่ากับ 212 µS/cm ค่า TDS มีค่าเท่ากับ 8.23 mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเท่ากับ 1.1 mg/L-N ความเป็นต่างรวม มีค่าเท่ากับ 70.33 mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SPR มีค่าเท่ากับ 0.07 mg/L-P ปริมาณ Mn มีค่าเท่ากับ 0.1 mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเท่ากับ 0.16 mg/L

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านทางกายภาพ-เคมีของแม่น้ำอิงทั้งหมด 20 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่าปริมาณ DO มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.30 ± 1.53 (1.05-6.32) mg/L ค่า pH มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.38 ± 0.21 (6.9-7.75) ความขุ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 149.53 ± 180.74 (14.6-797) NTU อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.67 ± 3.10 (28.9-40.3) °C ความเค็มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0137 ± 0.0011 (0.0121-0.0158) ppt ค่า EC มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 202.95 ± 58.94 µS/cm ค่า TDS มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.72 ± 2.30 (4.14-12.59) mg/L ปริมาณ NO₂-N มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.31 ± 1.21 (0-4.5) mg/L-N ความเป็นต่างรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.08 ± 25.55 (40-133) mg/L as CaCO₃ ปริมาณ SPR มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.17 ± 0.13 (0-0.39) mg/L-P ปริมาณ Mn มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 ± 0.73 (0.1-2.9) mg/L และปริมาณ Fe มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 ± 0.82 (0-2.87) mg/L

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ-เคมี

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
ออกซิเจนละลายน้ำ (DO; mg/L)	3.30 ± 1.5290 (1.05-6.32)
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.38 ± 0.2064 (6.9-7.75)
ความขุ่น (Turb; NTU)	149.53 ± 180.7388 (14.6-797)
อุณหภูมิ (Temp; °C)	33.67 ± 3.1026 (28.9-40.3)
ความเค็ม (Sal; ppt)	0.0137 ± 0.0011 (0.0121-0.0158)
การนำไฟฟ้า (EC; µS/cm)	202.95 ± 58.9438 (114.1-334)
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS; mg/L)	7.72 ± 2.3042 (4.14-12.59)
ไนโตรเจนรวม (NO ₂ -N; mg/L-N)	1.31 ± 1.2094 (0-4.5)
ความเป็นต่างรวม (T-Alk; mg/L as CaCO ₃)	79.08 ± 25.5523 (40-133)
soluble reactive phosphorus (SRP; mg/L-P)	0.17 ± 0.1277 (0-0.39)
แมงกานีส (Mn; mg/L)	0.99 ± 0.7336 (0.1-2.9)
เหล็ก (Fe; mg/L)	0.85 ± 0.8173 (0-2.87)

ความหลากหลายของหอยกบน้ำจืดที่สำรวจพบ

1. ชนิดและปริมาณของหอยกบน้ำจืด

ผลการสำรวจหอยกบน้ำจืดในพื้นที่แม่น้ำอิง พบหอยกบน้ำจืดทั้งหมด 2 วงศ์ 7 สกุล 13 ชนิด ประกอบด้วย วงศ์ Cyrenidae ได้แก่ *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula lydigiana* และ *Corbicula moreletiana* วงศ์ Unionidae ได้แก่ *Ensidens ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryoconcha exilis compressa*, *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Pseudodon inoscularis cumingi*, *Monodontina cambodjensis*, *Monodontina vondembuschiana*, *Scabies crispata*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 2,491 ตัว (ตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 พบหอยทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ *Ensidens ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryoconcha exilis compressa*, *Monodontina vondembuschiana*, *Scabies crispata*, *Uniandra contradens ascia* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 195 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 พบหอยทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Ensidens ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryoconcha exilis compressa*, *Monodontina vondembuschiana*, *Uniandra contradens ascia* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 163 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 พบหอยทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ *Ensidens ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryoconcha exilis compressa* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 10 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 พบหอยเพียง 1 ชนิด ได้แก่ *Scabies crispata* รวมทั้งหมด 27 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 พบหอยทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Ensidens ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryoconcha exilis compressa*, , *Pseudodon inoscularis cumingi*, *Uniandra contradens ascia* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 40 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 พบหอยทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ *Pilsbryoconcha exilis compressa*, *Uniandra contradens ascia* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 52 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 พบหอยทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana*, *Pilsbryoconcha exilis compressa*, *Monodontina cambodjensis*, *Uniandra contradens ascia* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 168 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 พบหอยทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, *Monodontina cambodjensis* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 130 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 พบหอยทั้งหมด 8 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, , *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Monodontina cambodjensis*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 436 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 พบหอยทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, , *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Monodontina cambodjensis*, *Uniandra contradens ascia* และ *Uniandra contradens fischeriana* รวมทั้งหมด 38 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 พบหอยทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, *Monodontina cambodjensis*, *Uniandra contradens ascia* และ *Uniandra contradens fischeriana* รวมทั้งหมด 196 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 พบหอยทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana* และ *Corbicula moreletiana* รวมทั้งหมด 53 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 13 พบหอยทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 47 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 14 พบหอยทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Corbicula moreletiana*, *Monodontina cambodjensis*, *Monodontina vondembuschiana*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 542 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 15 พบหอยทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, , *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Monodontina cambodjensis*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 127 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 16 พบหอยทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, *Monodontina cambodjensis* และ *Uniandra contradens fischeriana* รวมทั้งหมด 18 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 17 พบหอยทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, *Monodontina cambodjensis*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 107 ตัว

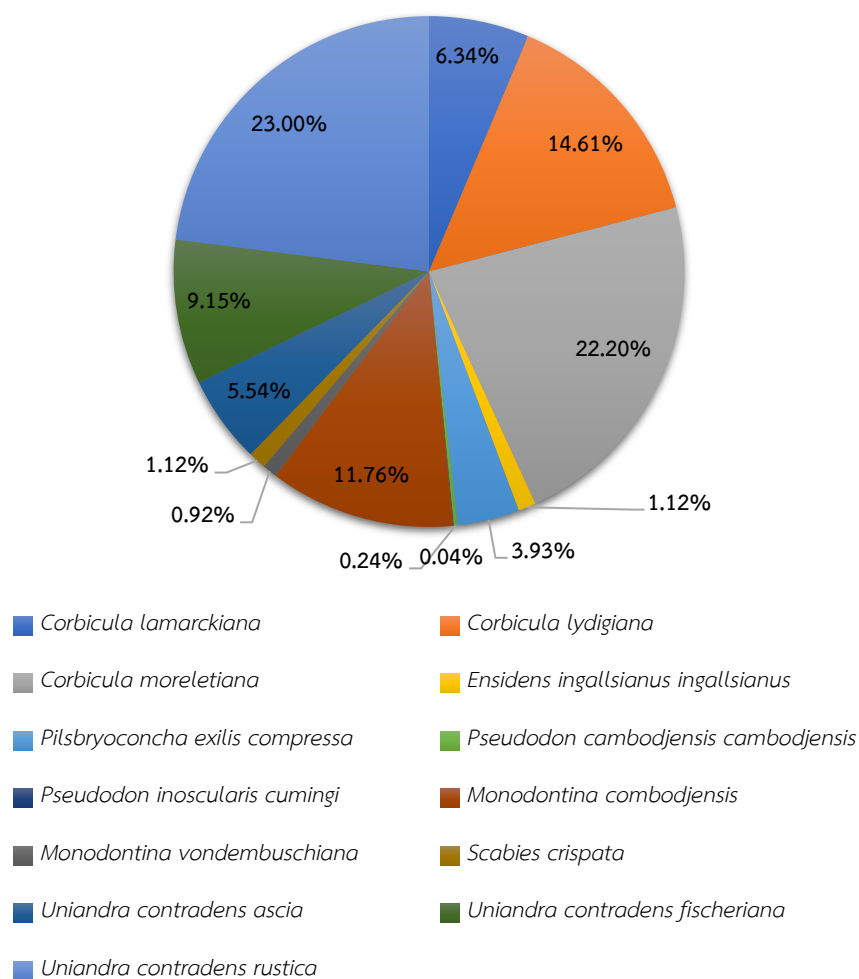
จุดเก็บตัวอย่างที่ 18 พบหอยทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, *Monodontina vondembuschiana*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 57 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 19 พบหอยทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana*, *Corbicula moreletiana*, , *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Monodontina cambodjensis*, *Monodontina vondembuschiana*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* รวมทั้งหมด 79 ตัว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 20 พบหอยทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ *Ensidens ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryoconcha exilis compressa* และ *Uniandra contradens fischeriana* รวมทั้งหมด 6 ตัว

ตารางที่ 4.3 ชนิดและปริมาณหอยกาบน้ำจืดที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

วงศ์	ชนิดของหอย	จุดเก็บตัวอย่าง																				รวม (ตัว)	ร้อยละ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Cyrenidae	<i>Corbicula lamarckiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	78	0	78	0	0	0	0	0	0	2	0	0	158	6.34
	<i>Corbicula lydigiana</i>	0	0	0	0	0	0	28	50	105	10	45	43	14	0	23	3	7	24	12	0	364	14.61
	<i>Corbicula moreletiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	50	42	12	65	10	24	281	25	5	11	15	13	0	553	22.20
Unionidae	<i>Ensidens ingallsianus</i>	2	17	1	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	28	1.12
	<i>ingallsianus</i>																						
	<i>Pilsbryoconcha exilis</i>	18	8	7	0	25	24	14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	98	3.93
	<i>compressa</i>																						
	<i>Pseudodon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	6	0.24
	<i>cambodjensis</i>																						
	<i>cambodjensis</i>																						
	<i>Pseudodon inoscularis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.04
	<i>cumingi</i>																						
	<i>Monodontina</i>	0	0	0	0	0	0	116	23	24	13	2	0	0	82	19	2	5	0	7	0	293	11.76
	<i>combodjensis</i>																						
	<i>Monodontina</i>	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	9	0	23	0.92
	<i>vondembuschiana</i>																						
	<i>Scabies crispata</i>	1	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	1.12
	<i>Uniandra contradens</i>	52	32	0	0	4	11	7	0	21	1	3	0	2	0	5	0	0	0	0	0	138	5.54
	<i>ascia</i>																						
	<i>Uniandra contradens.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	1	0	2	85	36	8	33	8	23	4	228	9.15
	<i>fischeriana</i>																						
	<i>Uniandra contradens</i>	119	103	2	0	4	17	3	7	137	1	0	0	5	87	16	0	51	7	14	0	573	23.00
	<i>rustica</i>																						
รวม (ตัว)		195	163	10	27	40	52	168	130	436	38	196	53	47	542	127	18	107	57	79	6	2,491	100



ภาพที่ 4.3 ร้อยละของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง

2. สันฐานวิทยาของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบ

ผลการเก็บตัวอย่างหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง สามารถจัดจำแนกหอยกาบน้ำจืดได้ทั้งหมด 2 วงศ์ 7 สกุล 13 ชนิด โดยมีข้อมูลทางอนุกรมวิธาน และสันฐานวิทยาของเปลือกหอย (ตารางที่ 4.4) ดังนี้

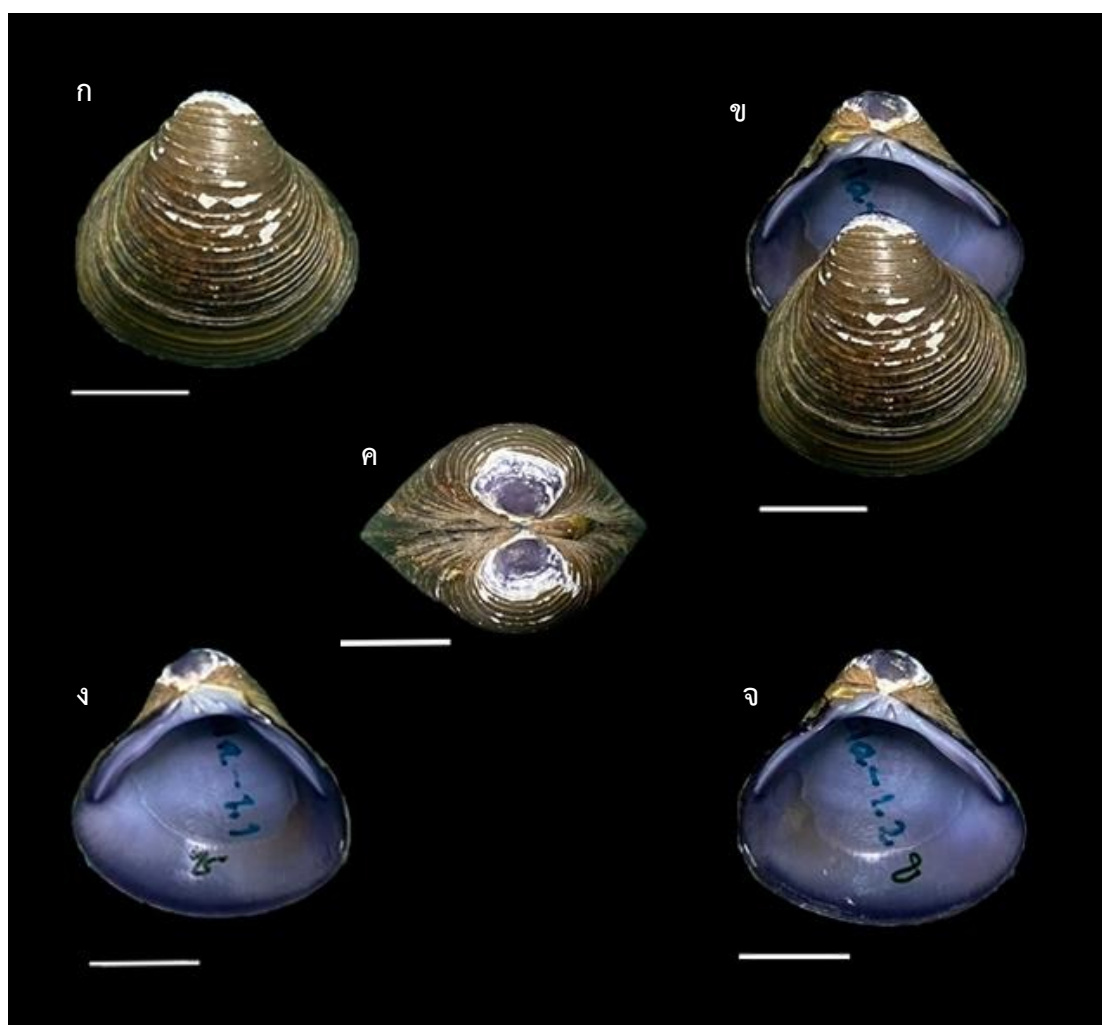
หอยชนิดที่ 1 *Corbicula lamarckiana* (ภาพที่ 4.4)

ชื่อวงศ์ : Cyrenidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยทราย หอยตาก หอยขวาน

ขนาด (ชม.) : ความยาว 1.60-2.51 (1.94 ± 0.17) ความสูง 1.10-2.53 (1.39 ± 0.20)
ความหนา 0.55-1.69 (1.05 ± 0.17)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกขนาดกลาง รูปไข่ อัมโบเอียงไปทางด้านหน้า สันค่อนข้างถี่



ภาพที่ 4.4 หอย *Corbicula lamarckiana* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน (ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

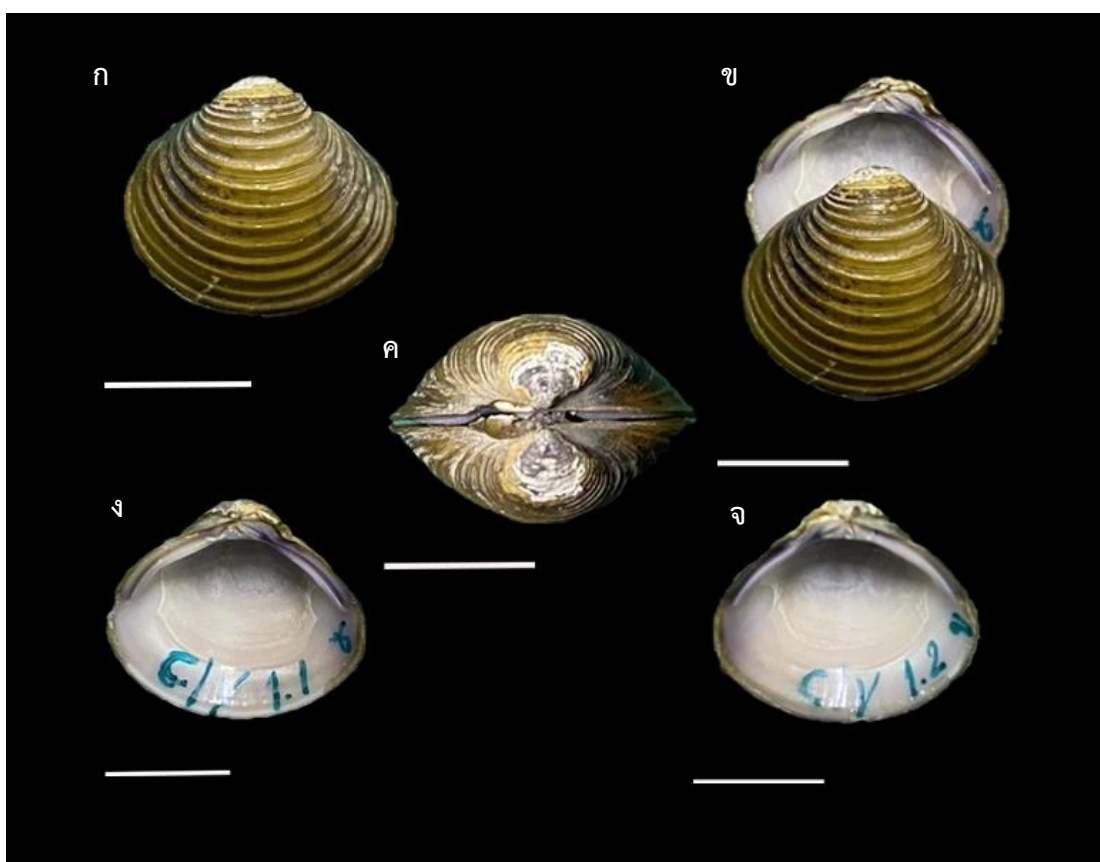
หอยชนิดที่ 2 *Corbicula lydigiana* (ภาพที่ 4.5)

ชื่อวงศ์ : Cyrenidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยทราย หอยขวาน

ขนาด (ชม.) : ความยาว 1.11-2.82 (1.90 ± 0.24) ความสูง 0.93-2.67 (1.71 ± 0.32)
ความหนา 0.68-1.93 (1.30 ± 0.22)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกเป็นรูปสามเหลี่ยม หนา อัมโบสูงกว่ากึ่งกลาง ความสูง
ใกล้เคียงกับความยาว



ภาพที่ 4.5 หอย *Corbicula lydigiana* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะพื้น (ค) อัมโบ
(ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

หอยชนิดที่ 3 *Corbicula moreletiana* (ภาพที่ 4.6)

ชื่อวงศ์ : Cyrenidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยทราย หอยขวาน หอยเล็บม้า

ขนาด (ชม.) : ความยาว 1.15-2.88 (1.99 ± 0.30) ความสูง 1.10-2.99 (1.90 ± 0.44)
ความหนา 0.71-2.14 (1.40 ± 0.31)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกหนา อ้วน ความสูงมากกว่าความยาว สันห่างชัดเจน ด้านหน้า
ส่วนบนมีส่วนโค้งเว้า อัมโบอยู่ตรงกลาง



ภาพที่ 4.6 หอย *Corbicula moreletiana* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน (ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

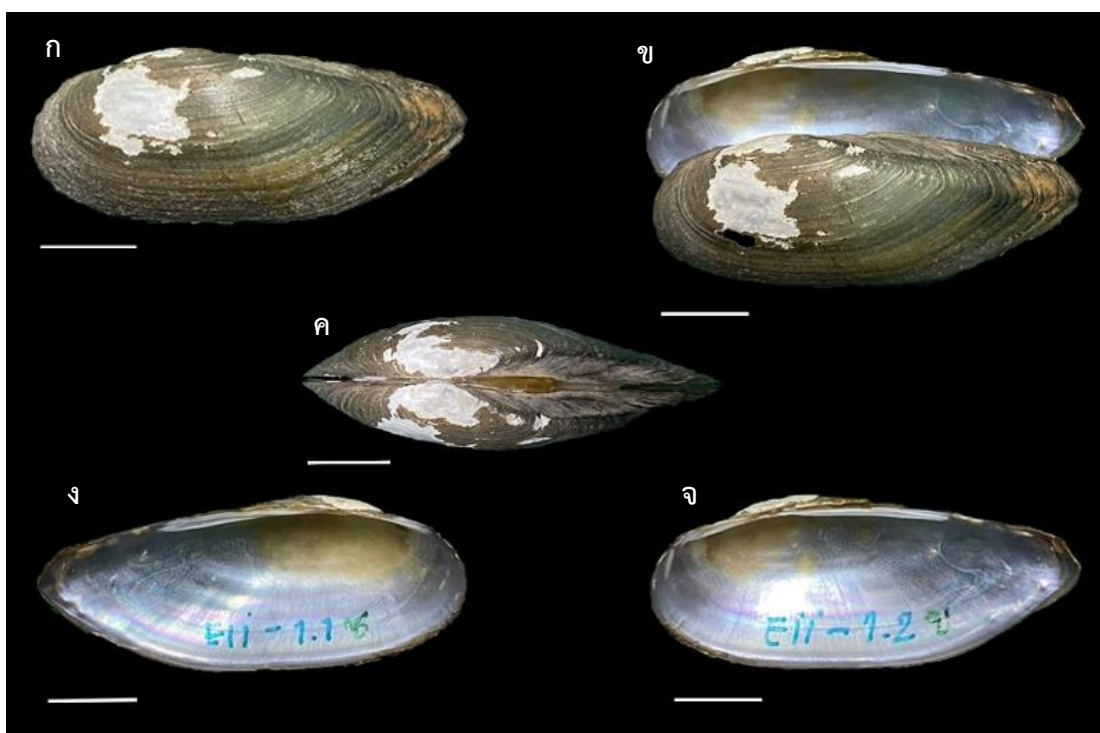
หอยชนิดที่ 4 *Ensidents ingallsianus ingallsianus* (ภาพที่ 4.7)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยเสียบ หอยเงี้ยว หอยลูกปลา

ขนาด (ชม.) : ความยาว 2.71-4.50 (3.77 ± 0.49) ความสูง 0.96-2.44 (1.61 ± 0.29)
ความหนา 0.73-1.48 (1.11 ± 0.20)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกแข็ง เรียบ รูปยาวรี คล้ายลิ้ม ด้านหน้าสั้น กลมมน และเรียว
แหลมไปทางด้านหลังมองดูคล้ายจะงอยของปากนก ฟันชูโดคาร์ดินัล
ยาว บาง เป็นรอยย่น มี 1 หรือ 2 อัน ในฝาซ้าย ฝาขวามี 2 อัน ฟัน
แลเทอร์รียาว คม และบาง



ภาพที่ 4.7 หอย *Ensidents ingallsianus ingallsianus* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน
(ค) อัมโบ้ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

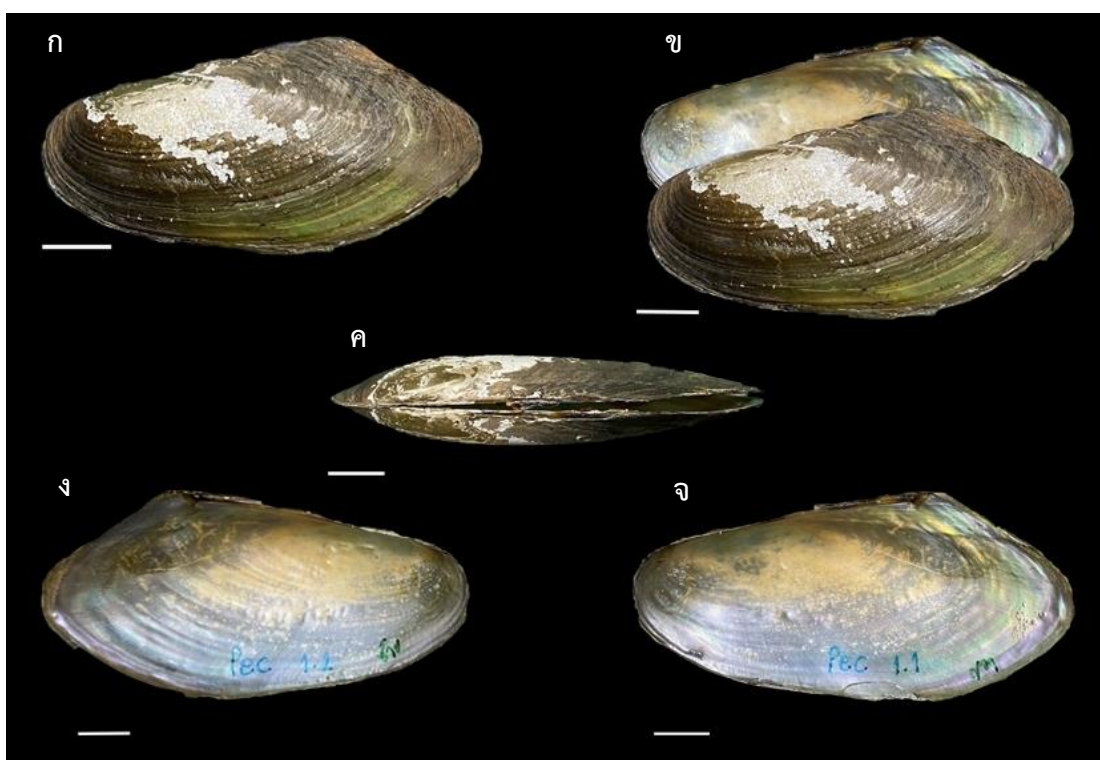
หอยชนิดที่ 5 *Pilsbryoconcha exilis compressa* (ภาพที่ 4.8)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยกาบ หอยกาบก็ หอยกิบก็ หอยเม็ดมะม่วง

ขนาด (ชม.) : ความยาว 2.84-8.21 (5.90 ± 1.00) ความสูง 1.70-4.01 (2.68 ± 0.49)
ความหนา 0.70-1.77 (1.15 ± 0.23)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกหลังปลายชี้ตรง เปลือกด้านล่างโค้งเล็กน้อย ไม่มีฟันชูโด
คาร์-ดินัล และไม่มีฟันแลเทอร์ล



ภาพที่ 4.8 หอย *Pilsbryoconcha exilis compressa* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน (ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

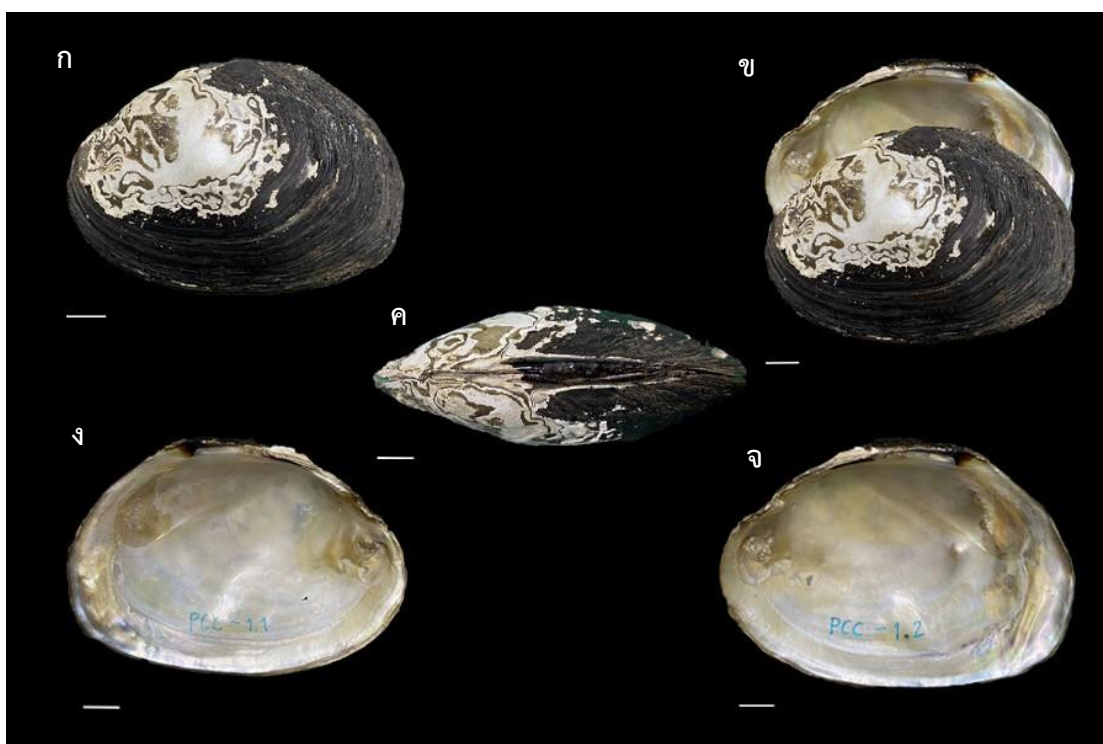
หอยชนิดที่ 6 *Pseudodon cambodjensis cambodjensis* (ภาพที่ 4.9)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยกาบ

ขนาด (ชม.) : ความยาว 7.82-10.73 (8.96 ± 1.36) ความสูง 2.70-7.52 (5.25 ± 1.72)
ความหนา 1.90-4.14 (2.97 ± 0.71)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกขนาดใหญ่ ตัวเต็มวัยมีความยาวมากกว่า 10 ซม. เปลือกเป็นรูปสามเหลี่ยมแบน ไม่หนามาก มีปีกสูงทางด้านหลัง ฟันชูโดคาร์ดินัลเป็นตุ่ม บอบบาง ไม่มีฟันแลเทอร์ล



ภาพที่ 4.9 หอย *Pseudodon cambodjensis cambodjensis* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน (ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

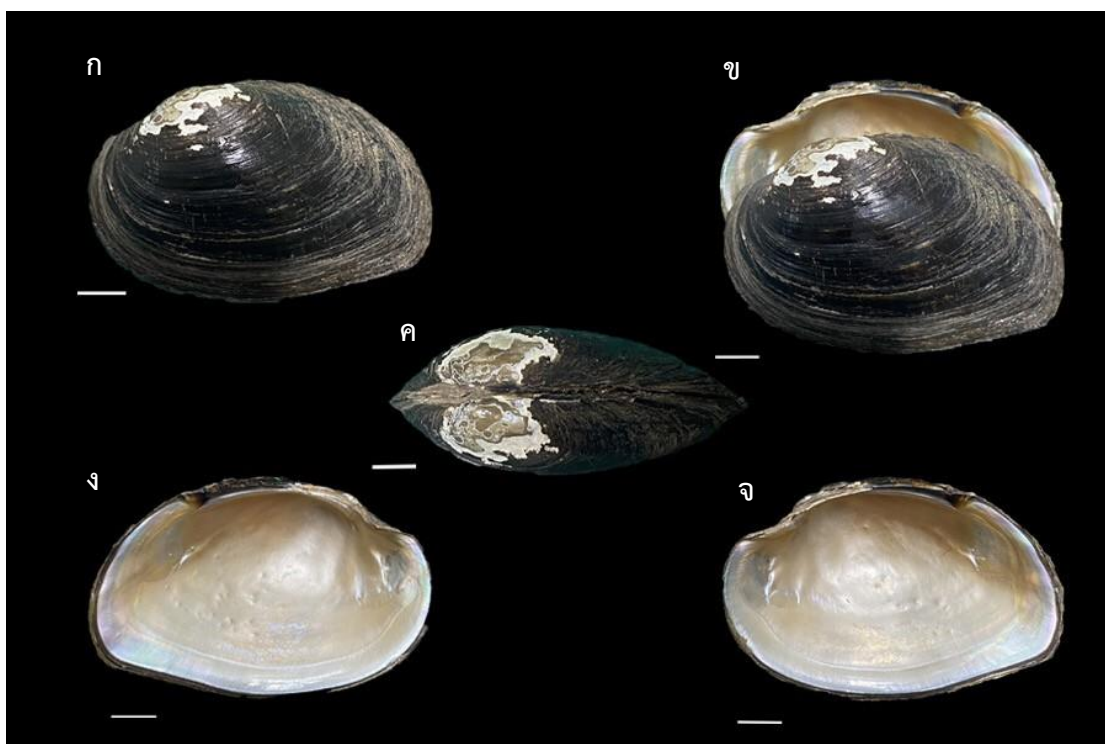
หอยชนิดที่ 7 *Pseudodon inoscularis cumingi* (ภาพที่ 4.10)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยกาบ

ขนาด (ชม.) : ความยาว 7.19 ความสูง 4.57 ความหนา 2.86

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกขนาดใหญ่ ปลายแหลมด้านท้ายชี้ไปด้านท้ายมาก ขอบด้านล่าง
โค้งเล็กน้อยเกือบตรง ฟันชูโตคาร์ดินัลเป็นตุ่ม แข็งแรง ไม่มีฟันแลเทอร์ลัล



ภาพที่ 4.10 หอย *Pseudodon inoscularis cumingi* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน
(ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

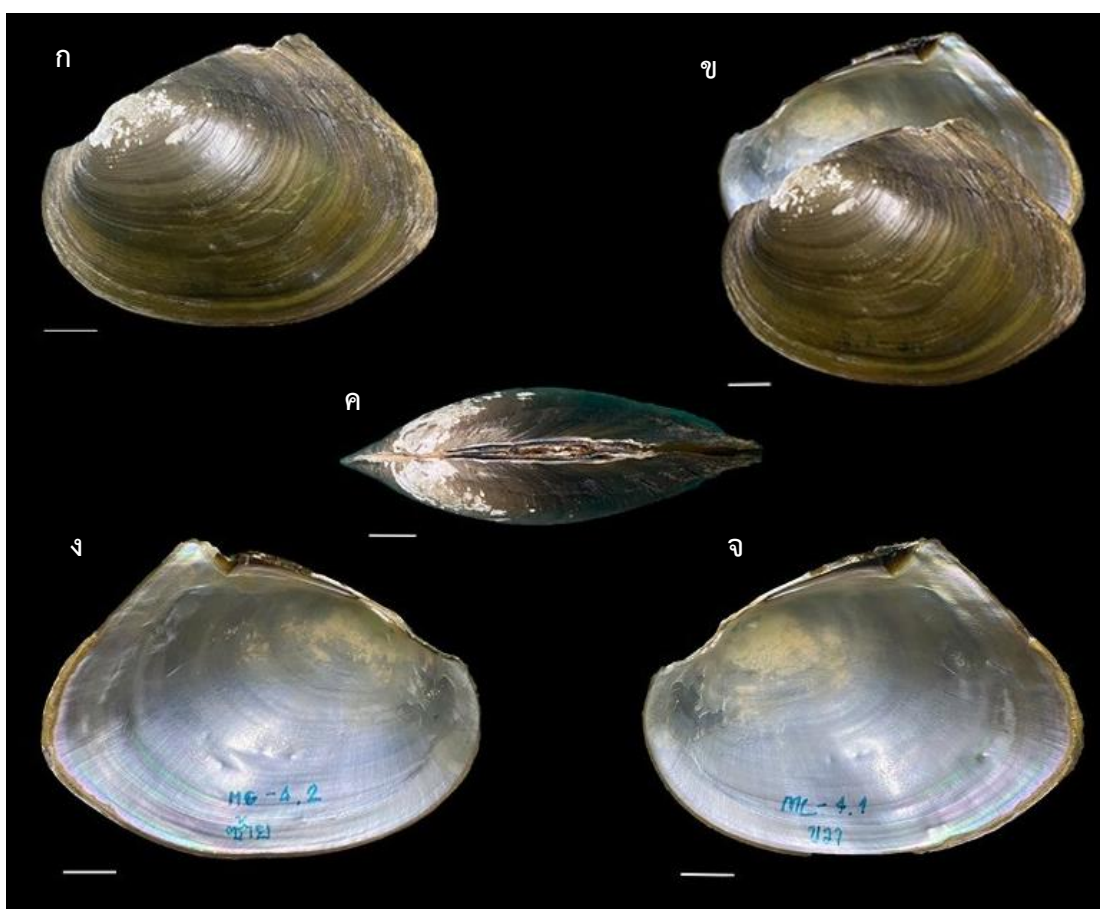
หอยชนิดที่ 8 *Monodontina combodjensis* (ภาพที่ 4.11)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยกาบ

ขนาด (ชม.) : ความยาว 2.58-10.38 (5.89 ± 1.52) ความสูง 0.57-7.07 (4.14 ± 1.50)
ความหนา 0.65-3.61 (1.81 ± 0.64)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกขนาดใหญ่ เปลือกเป็นรูปสามเหลี่ยมแบน ไม่หนามาก มีปีกสูง
ทางด้านหลัง ฟันชูโดคาร์ดินัลเป็นตุ่ม บอบบาง ไม่มีฟันแลเทอร์ล



ภาพที่ 4.11 หอย *Monodontina combodjensis* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน (ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

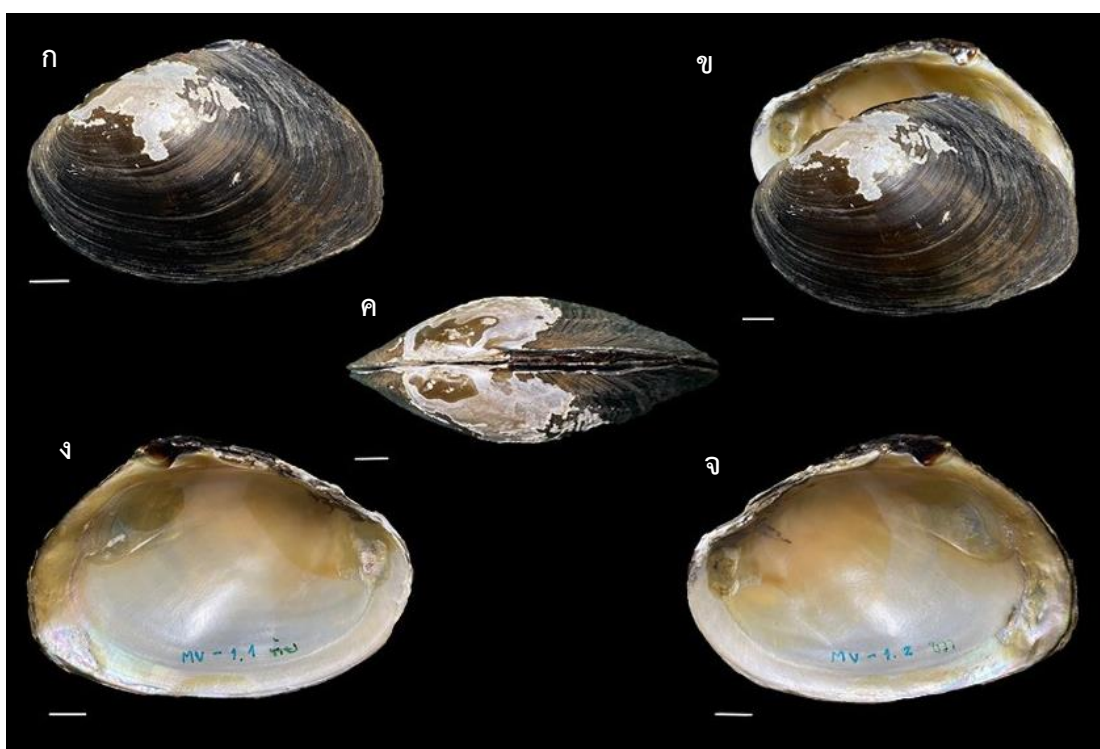
หอยชนิดที่ 9 *Monodonta vondembuschiana* (ภาพที่ 4.12)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยกาบ

ขนาด (ชม.) : ความยาว 3.63-9.12 (7.11 ± 1.69) ความสูง 2.36-6.74 (4.97 ± 1.36)
ความหนา 1.22-4.01 (2.51 ± 0.70)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกขนาดใหญ่ เปลือกเป็นรูปสามเหลี่ยมแบน ไม่หนามาก มีปีกสูง
ทางด้านหลัง ฟันชูโตคาร์ดินัลเป็นตุ่ม บอบบาง ไม่มีฟันแลเทอร์ล



ภาพที่ 12 หอย *Monodonta vondembuschiana* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน
(ค) อัมโบ้ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

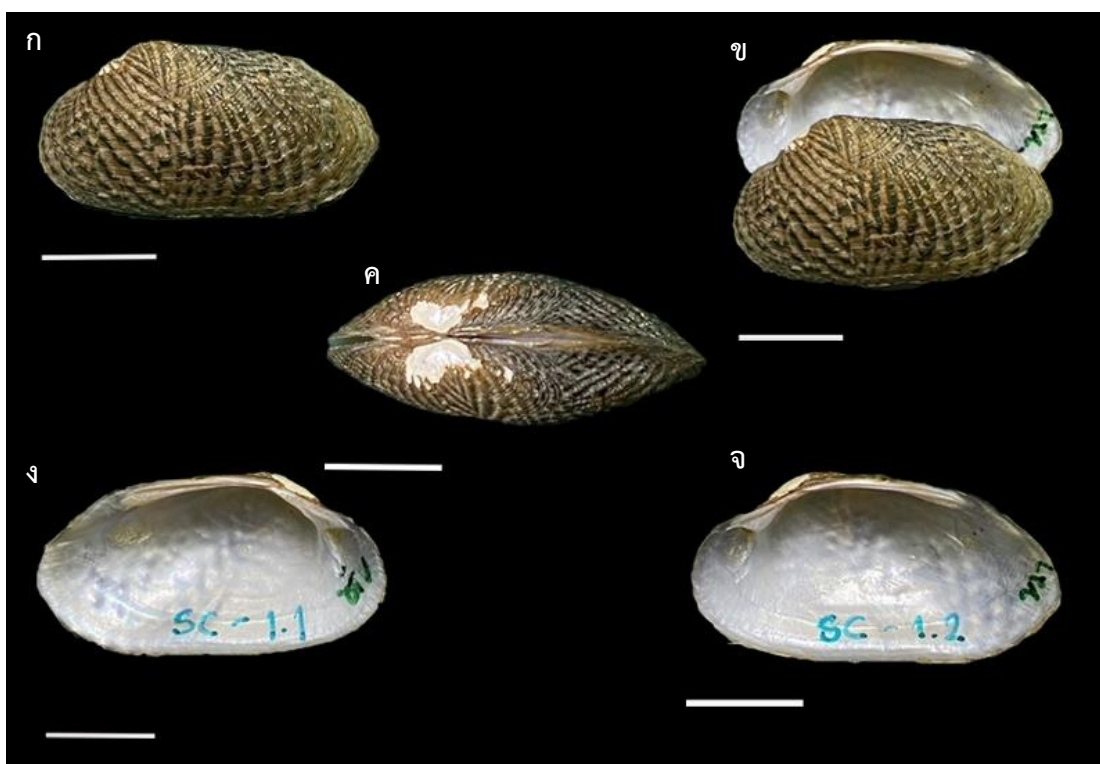
หอยชนิดที่ 10 *Scabies crispata* (ภาพที่ 4.13)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยลาย หอยไข่ปลา หอยแฉับ หอยทราย หอยเม็ดขนุน

ขนาด (ซม.) : ความยาว 1.90-3.10 (2.67 ± 0.28) ความสูง 1.00-1.63 (1.41 ± 0.13)
ความหนา 0.77-1.33 (1.06 ± 0.12)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกขนาดเล็ก รูปไข่ ยาวคล้ายลิ้ม มีลายเป็นสันรูป v วิ่งจากอัมโบถึงด้านล่างของเปลือก สันคมชัด ฟันชูโดคาร์ดินัลเป็นหยักแหลมคม
สัน ฟันแลเทอร์ลเป็นแผ่นโค้ง



ภาพที่ 13 หอย *Scabies crispata* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน (ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

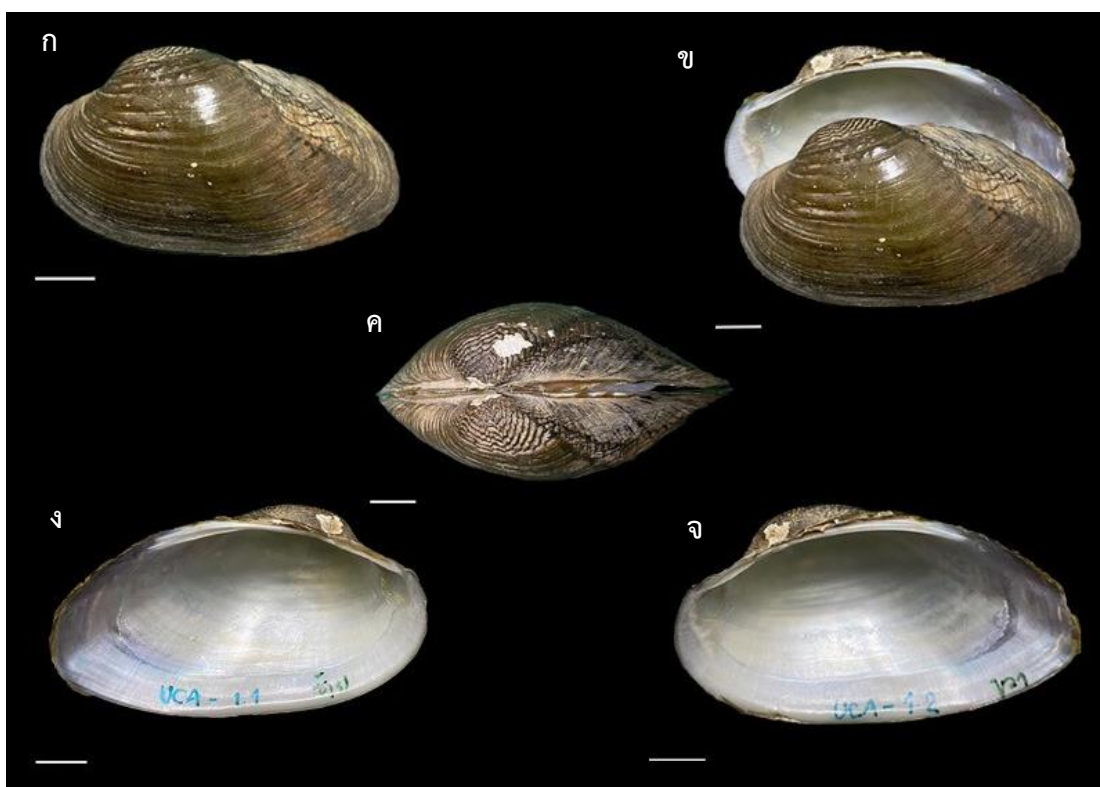
หอยชนิดที่ 11 *Uniandra contradens ascia* (ภาพที่ 4.14)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยกาบอ้วน

ขนาด (ชม.) : ความยาว 2.34-6.53 (4.28 ± 0.96) ความสูง 0.96-3.90 (2.32 ± 0.72)
ความหนา 0.37-3.02 (1.69 ± 0.58)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกรูปไข่ ยาว เรียบเป็นมัน อาจมีรอยย่นเฉพาะอัมโบ ฟันแข็งแรง
ฟันชูโดคาร์ดินัลฝาซ้าย มี 1 อัน เล็กแบน ส่วนฝาขวามี 2 อัน สั้น ๆ
ฟันแลเทอร์ลัลฝาซ้ายยาว บาง มี 2 อัน ส่วนฝาขวามี 1 อัน



ภาพที่ 14 หอย *Uniandra contradens ascia* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน (ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

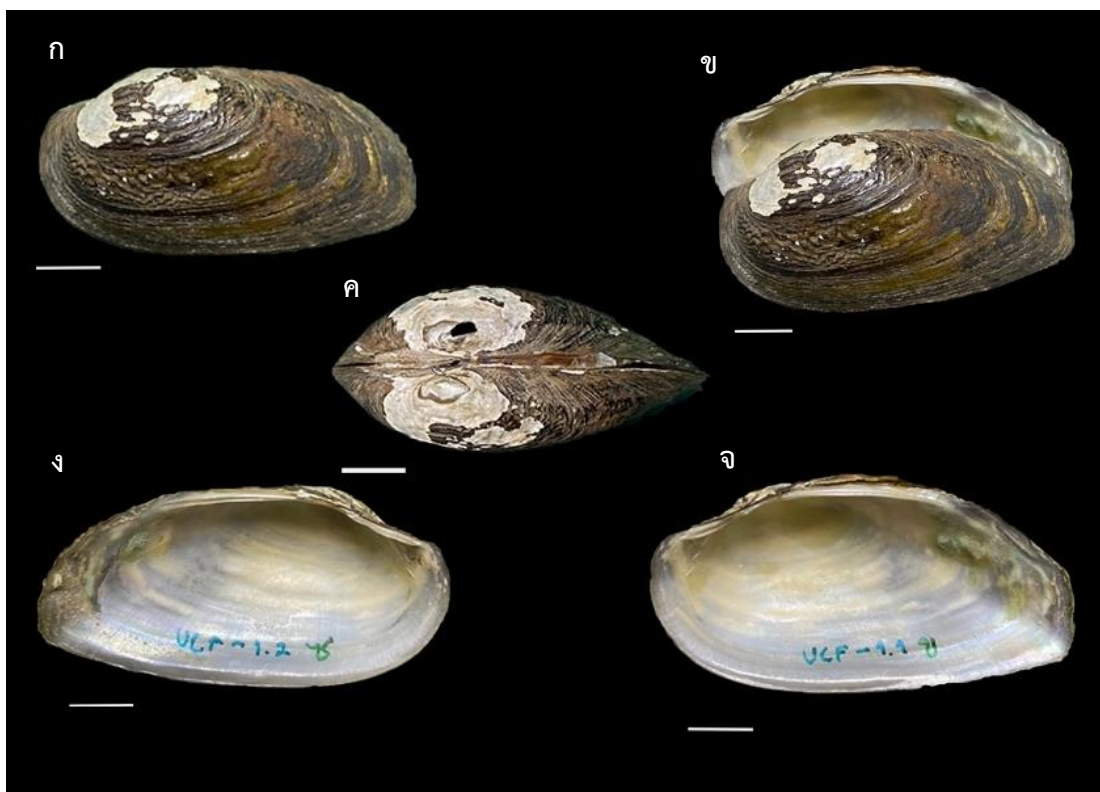
หอยชนิดที่ 12 *Uniandra contradens fischeriana* (ภาพที่ 4.15)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยกาบ

ขนาด (ชม.) : ความยาว 1.52-6.26 (4.08 ± 0.89) ความสูง 0.88-3.78 (2.26 ± 0.58) ความหนา 0.57-3.00 (1.62 ± 0.43)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกจะแบนกว่าชนิดอื่นในสกุลเดียวกัน และมีรอยย่นที่ผิว ฟันแข็งแรง ฟันชูโตคาร์ดินัลฝาซ้ายมี 1 อัน เล็กแบน ฝาขวามี 2 อันสั้น ๆ ฟันแลเทอร์ลัลฝาซ้าย ยาว บาง 2 อัน ฝาขวา 1 อัน



ภาพที่ 4.15 หอย *Uniandra contradens fischeriana* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน (ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

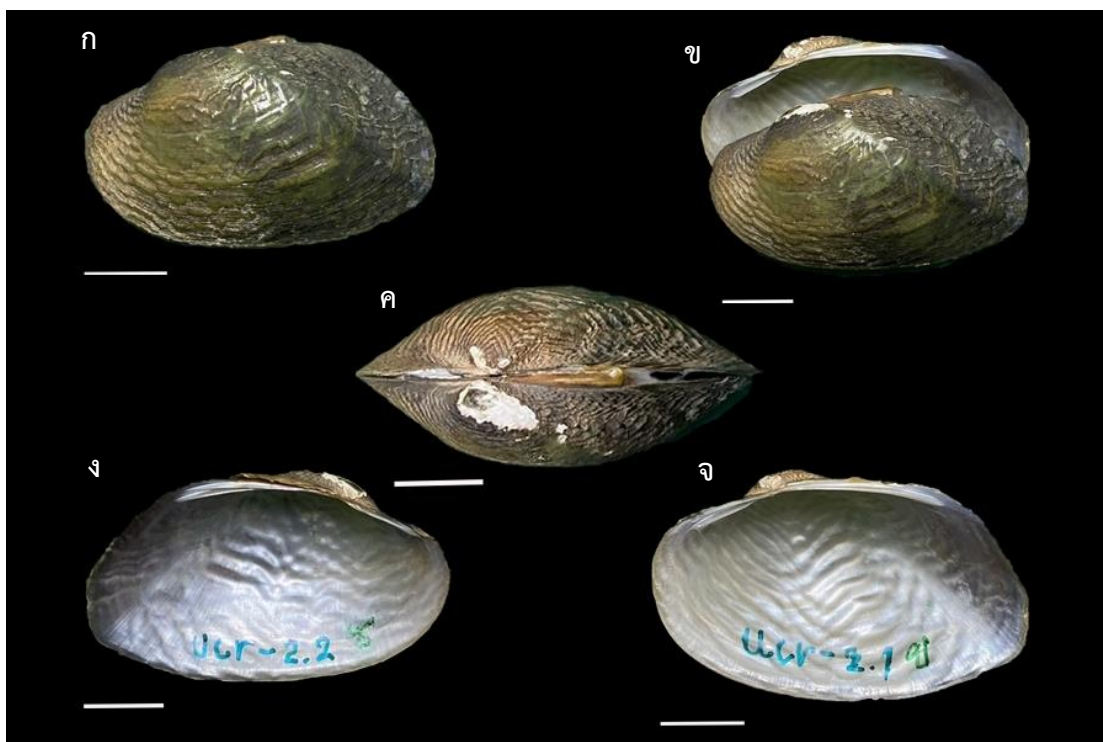
หอยชนิดที่ 13 *Uniandra contradens rustica* (ภาพที่ 4.16)

ชื่อวงศ์ : Unionidae

ชื่อท้องถิ่น : หอยกาบ

ขนาด (ชม.) : ความยาว 1.31-6.96 (4.07 ± 1.00) ความสูง 0.73-4.15 (2.30 ± 0.66)
ความหนา 0.52-9.80 (1.70 ± 0.69)

ลักษณะพื้นฐาน : เปลือกมีรอยย่นทั้งเปลือก ฟันแข็งแรง ฟันชูโตคาร์ดินัลฝาซ้ายมี 1 อัน
เล็กแบน ฝาขวามี 2 อัน สั้น ๆ ฟันแลเทอร์อัลฝาซ้าย ยาว บาง มี 2 อัน
ฝาขวามี 1 อัน



ภาพที่ 4.16 หอย *Uniandra contradens rustica* : (ก) เปลือกหอยด้านนอก (ข) ลักษณะฟัน (ค) อัมโบ (ง) เปลือกซ้ายด้านใน และ (จ) เปลือกขวาด้านใน (สเกล = 1 ซม.)

ตารางที่ 4.4 ชนิดและขนาดของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบ

วงศ์	ชนิดของหอย	จำนวน (ตัว)	จำนวนที่วัด ขนาด (ตัว)	ขนาด (เซนติเมตร)		
				ความยาวเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย	ความหนาเฉลี่ย
Cyrenidae	<i>Corbicula lamarckiana</i>	158	62	1.60-2.51 (1.94±0.17)	1.10-2.53 (1.39±0.20)	0.55-1.69 (1.05±0.17)
	<i>Corbicula lydigiana</i>	364	253	1.11-2.82 (1.90±0.24)	0.93-2.67 (1.71±0.32)	0.68-1.93 (1.30±0.22)
	<i>Corbicula moreletiana</i>	553	302	1.15-2.88 (1.99±0.30)	1.10-2.99 (1.90±0.44)	0.71-2.14 (1.40±0.31)
Unionidae	<i>Ensidens ingallsianus ingallsianus</i>	28	28	2.71-4.50 (3.77±0.49)	0.96-2.44 (1.61±0.29)	0.73-1.48 (1.11±0.20)
	<i>Pilsbryconcha exilis compressa</i>	98	98	2.84-8.21 (5.90±1.00)	1.70-4.01 (2.68±0.49)	0.70-1.77 (1.15±0.23)
	<i>Pseudodon cambodjensis</i>	6	6	7.82-10.73 (8.96±1.36)	2.70-7.52 (5.25±1.72)	1.90-4.14 (2.97±0.71)
	<i>cambodjensis</i>					
	<i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>	1	1	7.19	4.57	2.86
	<i>Monodontina cambodjensis</i>	293	207	2.58-10.38 (5.89±1.52)	0.57-7.07 (4.14±1.50)	0.65-3.61 (1.81±0.64)
	<i>Monodontina vondembuschiana</i>	23	23	3.63-9.12 (7.11±1.69)	2.36-6.74 (4.97±1.36)	1.22-4.01 (2.51±0.70)
	<i>Scabies crispata</i>	28	28	1.90-3.10 (2.67±0.28)	1.00-1.63 (1.41±0.13)	0.77-1.33 (1.06±0.12)
	<i>Uniandra contradens ascia</i>	138	116	2.34-6.53 (4.28±0.96)	0.96-3.90 (2.32±0.72)	0.37-3.02 (1.69±0.58)
	<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	228	228	1.52-6.26 (4.08±0.89)	0.88-3.78 (2.26±0.58)	0.57-3.00 (1.62±0.43)
	<i>Uniandra contradens rustica</i>	573	304	1.31-6.96 (4.07±1.00)	0.73-4.15 (2.30±0.66)	0.52-9.80 (1.70±0.69)

ดัชนีบ่งชี้ทางนิเวศวิทยาของหอยกาบน้ำจืด

ผลการวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ทางนิเวศวิทยาของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง (ตารางที่ 4.5) มีรายละเอียดดังนี้

1. ความหนาแน่นของหอยกาบน้ำจืด (density : D) พบว่าหอยชนิด *Uniandra contradens rustica* มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด (1.43 ± 2.24 ตัวต่อตารางเมตร) หอยชนิด *Pseudodon inoscularis cumingi* มีค่าความหนาแน่นน้อยที่สุด (0.0025 ± 0.01 ตัวต่อตารางเมตร) และหอยที่สำรวจพบทั้งหมดมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 ± 0.54 ตัวต่อตารางเมตร (ตารางที่ 4.6)

2. มวลชีวภาพของหอยกาบน้ำจืด (biomass : B) พบว่าหอยชนิด *Monodontina combodjensis* มีค่ามวลชีวภาพมากที่สุด (17.11 ± 30.98 กรัมต่อตารางเมตร) หอยชนิด *Pseudodon inoscularis cumingi* มีค่ามวลชีวภาพน้อยที่สุด (0.14 ± 0.64 กรัมต่อตารางเมตร) และหอยที่สำรวจพบทั้งหมดมีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 49.96 ± 55.63 กรัมต่อตารางเมตร (ตารางที่ 4.7)

3. อัตราการปรากฏของหอยกาบน้ำจืด (occurrence rate : O_i) พบว่าหอยชนิด *Uniandra contradens rustica* มีอัตราการปรากฏมากที่สุด (ร้อยละ 75) และหอยชนิด *Pseudodon inoscularis cumingi* มีอัตราการปรากฏน้อยที่สุด (ร้อยละ 5) (ตารางที่ 4.8)

4. ความถี่สัมพัทธ์ของหอยกาบน้ำจืด (relative frequency : R_f) พบว่าหอยชนิด *Uniandra contradens rustica* มีความถี่สัมพัทธ์มากที่สุด (ร้อยละ 75) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่พบบ่อย และหอยชนิด *Pseudodon inoscularis cumingi* มีความถี่สัมพัทธ์น้อยที่สุด (ร้อยละ 5) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่พบน้อยมาก (ตารางที่ 4.9)

5. ความชุกชุมสัมพัทธ์ของหอยกาบน้ำจืด (relative abundance : R_a) พบว่าหอยชนิด *Uniandra contradens rustica* มีความชุกชุมสัมพัทธ์มากที่สุด (ร้อยละ 23.00) และหอยชนิด *Pseudodon inoscularis cumingi* มีความชุกชุมสัมพัทธ์น้อยที่สุด (ร้อยละ 0.04) (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.5 ดัชนีบ่งชี้ทางนิเวศวิทยาของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง

หอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบ		จำนวน	O _i	R _f	R _t	D	B
วงศ์	ชนิด	(ตัว)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ร้อยละ)	(ตัว/ตารางเมตร)	(กรัม/ตารางเมตร)
Cyrenidae	<i>Corbicula lamarckiana</i>	158	15	15	6.34	0.40±1.20	1.40±3.64
	<i>Corbicula lydigiana</i>	364	55	55	14.61	0.84±1.33	2.94±4.27
	<i>Corbicula moreletiana</i>	553	60	60	22.20	0.75±0.94	2.42±3.16
Unionidae	<i>Ensidens ingallsianus ingallsianus</i>	28	30	30	1.12	0.07±0.20	0.31±0.83
	<i>Pilsbryconcha exilis compressa</i>	98	40	40	3.93	0.25±0.42	2.42±4.43
	<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	6	20	20	0.24	0.02±0.04	1.39±3.16
	<i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>	1	5	5	0.04	0.00±0.01	0.14±0.64
	<i>Monodontina cambodjensis</i>	293	55	55	11.76	0.73±1.52	17.11±30.98
	<i>Monodontina vondembuschiana</i>	23	30	30	0.92	0.06±0.13	3.13±8.58
	<i>Scabies crispata</i>	28	15	15	1.12	0.07±0.30	0.20±0.86
	<i>Uniandra contradens ascia</i>	138	55	55	5.54	1.05±3.13	5.25±10.18
	<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	229	55	55	9.15	0.57±1.05	5.32±11.25
	<i>Uniandra contradens rustica</i>	573	75	75	23.00	1.43±2.24	7.94±12.0136
เฉลี่ย						0.48±0.54	49.96±55.63

ตารางที่ 4.6 ความหนาแน่นของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง (หน่วย : ตัวต่อตารางเมตร)

ชนิด	จุดเก็บตัวอย่าง																				เฉลี่ย	S.D.
หอย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.90	0	3.90	0	0	0	0	0	0	0.10	0	0	0.40	1.20
2	0	0	0	0	0	0	0	2.50	5.25	0.50	2.25	2.15	0.70	0	1.15	0.15	0.35	1.20	0.60	0	0.84	1.33
3	0	0	0	0	0	0	1.40	2.50	2.10	0.60	3.25	0.50	1.20	0	1.25	0.25	0.55	0.75	0.65	0	0.75	0.94
4	0.1	0.85	0.05	0	0.30	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.07	0.20
5	0.9	0.40	0.35	0	1.25	1.2	0.70	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.25	0.42
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0.05	0	0	0	0.15	0	0	0	0.05	0	0.02	0.04
7	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.01
8	0	0	0	0	0	0	5.80	1.15	1.20	0.65	0.10	0	0	4.10	0.95	0.10	0.25	0	0.35	0	0.73	1.52
9	0.15	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0.05	0.45	0	0.06	0.13
10	0.05	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.30
11	2.6	1.60	0	0	0.20	0.55	0.35	0	1.05	0.05	0.15	0	0.10	14.05	0.25	0	0	0	0	0	1.05	3.13
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1.40	0.05	0.05	0	0.10	4.25	1.80	0.40	1.65	0.40	1.15	0.20	0.57	1.05
13	5.95	5.15	0.10	0	0.20	0.85	0.15	0.35	6.85	0	0	0	0.25	4.35	0.80	0	2.55	0.35	0.70	0	1.43	2.24
เฉลี่ย																					0.48	0.54

หมายเหตุ : ชนิดหอย 1 = *Corbicula lamarckiana*; 2 = *Corbicula lydigiana*; 3 = *Corbicula moreletiana*; 4 = *Ensidens ingallsianus ingallsianus*; 5 = *Pilsbryconcha exilis compressa*; 6 = *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*; 7 = *Pseudodon inoscularis cumingi*; 8 = *Monodontina cambodjensis*; 9 = *Monodontina vondembuschiana*; 10 = *Scabies crispata*; 11 = *Uniandra contradens ascia*; 12 = *Uniandra contradens fischeriana*; 13 = *Uniandra contradens rustica*; S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.7 มวลชีวภาพของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง (หน่วย : กรัมต่อตารางเมตร)

ชนิด	จุดเก็บตัวอย่าง																				เฉลี่ย	S.D.
หอย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	0	0	0	0	0	0	3.86	0	11.24	0	12.24	0	0	0	0	0	0	0.63	0	0	1.40	3.64
2	0	0	0	0	0	0	0	8.11	15.87	2.53	7.37	9.18	3.27	0	4.43	0.77	1.31	4.73	1.16	0	2.94	4.27
3	0	0	0	0	0	0	0	8.01	6.05	4.12	11.10	2.30	4.66	0	4.59	1.27	1.64	3.44	1.15	0	2.42	3.16
4	0.75	3.54	0.09	0	1.34	0	0	0	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0.31	0.83
5	8.90	4.12	3.91	0	13.86	13.15	3.57	0	0	0.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.27	2.42	4.43
6	0	0	0	0	0	0	0	0	3.16	0	7.54	0	0	0	11.30	0	0	0	5.77	0	1.39	3.16
7	0	0	0	0	2.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.65
8	0	0	0	0	0	0	96.21	38.81	16.25	35.04	5.02	0	0	104.39	27.30	1.67	6.86	0	10.61	0	17.11	30.98
9	1.82	3.39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.10	0	0	0	2.64	33.58	0	3.13	8.58
10	0.12	0	0	3.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	0.86
11	27.32	15.31	0	0	3.10	7.86	3.27	0	5.55	0.75	0.80	0	1.56	37.69	1.72	0	0	0	0	0	5.25	10.18
12	0	0	0	0	0	0	0	0	6.03	0	0.27	0	1.05	49.14	14.99	4.85	12.96	5.44	7.30	4.42	5.32	11.25
13	25.43	24.70	0.27	0	1.84	7.66	1.00	2.01	29.48	0.55	0	0	2.00	37.15	3.42	0	20.18	2.64	0.50	0	7.94	12.01
เฉลี่ย																					49.96	55.63

หมายเหตุ : ชนิดหอย 1 = *Corbicula lamarckiana*; 2 = *Corbicula lydigiana*; 3 = *Corbicula moreletiana*; 4 = *Ensidens ingallsianus ingallsianus*; 5 = *Pilsbryconcha exilis compressa*; 6 = *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*; 7 = *Pseudodon inoscularis cumingi*; 8 = *Monodontina cambodjensis*; 9 = *Monodontina vondembuschiana*; 10 = *Scabies crispata*; 11 = *Uniandra contradens ascia*; 12 = *Uniandra contradens fischeriana*; 13 = *Uniandra contradens rustica*; S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.8 อัตราการปรากฏของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง

ชนิดของหอย	จำนวนจุดเก็บ ตัวอย่างที่พบ	จุดเก็บตัวอย่าง ทั้งหมด	อัตราการปรากฏ (ร้อยละ)
<i>Corbicula lamarckiana</i>	3	20	15
<i>Corbicula lydigiana</i>	11	20	55
<i>Corbicula moreletiana</i>	12	20	60
<i>Ensidens ingallsianus ingallsianus</i>	6	20	30
<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	8	20	40
<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	4	20	20
<i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>	1	20	5
<i>Monodontina combodjensis</i>	11	20	55
<i>Monodontina vondembuschiana</i>	6	20	30
<i>Scabies crispata</i>	3	20	15
<i>Uniandra contradens ascia</i>	11	20	55
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	11	20	55
<i>Uniandra contradens rustica</i>	15	20	75

ตารางที่ 4.9 ความถี่สัมพัทธ์ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง

ชนิดของหอย	จุดเก็บตัวอย่างที่พบ	จุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด	ความถี่สัมพัทธ์ (ร้อยละ)	เกณฑ์การแบ่งระดับ
<i>Corbicula lamarckiana</i>	3	20	15	พบได้น้อย
<i>Corbicula lydigiana</i>	11	20	55	พบได้ปานกลาง
<i>Corbicula moreletiana</i>	12	20	60	พบได้ปานกลาง
<i>Ensidens ingallsianus ingallsianus</i>	6	20	30	พบได้น้อย
<i>Pilsbryconcha exilis compressa</i>	8	20	40	พบได้ปานกลาง
<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	4	20	20	พบได้น้อย
<i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>	1	20	5	พบได้น้อยมาก
<i>Monodontina cambodjensis</i>	11	20	55	พบได้ปานกลาง
<i>Monodontina vondembuschiana</i>	6	20	30	พบได้น้อย
<i>Scabies crispata</i>	3	20	15	พบได้น้อย
<i>Uniandra contradens ascia</i>	11	20	55	พบได้ปานกลาง
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	11	20	55	พบได้ปานกลาง
<i>Uniandra contradens rustica</i>	15	20	75	พบบ่อย

ตารางที่ 4.10 ความชุกชุมสัมพัทธ์ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง

ชนิดของหอย	จำนวนที่พบ (ตัว)	ความชุกชุมสัมพัทธ์ (ร้อยละ)
<i>Corbicula lamarckiana</i>	158	6.343
<i>Corbicula lydigiana</i>	364	14.613
<i>Corbicula moreletiana</i>	553	22.200
<i>Ensisdens ingallsianus ingallsianus</i>	28	1.124
<i>Pilsbryconcha exilis compressa</i>	98	3.934
<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	6	0.241
<i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>	1	0.040
<i>Monodontina cambodjensis</i>	293	11.762
<i>Monodontina vondembuschiana</i>	23	0.923
<i>Scabies crispata</i>	28	1.124
<i>Uniandra contradens ascia</i>	138	5.540
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	228	9.153
<i>Uniandra contradens rustica</i>	573	23.003
รวม	2,491	100

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความมากชนิดของมากาเลฟ (Margalef' s richness index : R) ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแชนนอน-เวียนเนอร์ (Shannon-Wiener' s diversity index : H) และดัชนีความสม่ำเสมอของพิลิว (Pielou' s evenness index : J') ของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง 20 จุดเก็บตัวอย่าง แสดงได้ดังนี้ (ตารางที่ 4.11)

1. ดัชนีความมากชนิดของมากาเลฟ พบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 10 มีค่าดัชนีความมากชนิดมากที่สุด ($R = 1.37 \pm 0.33$) โดยจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด มีค่าดัชนีความมากชนิดเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ± 0.37

2. ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแชนนอน-เวียนเนอร์ พบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 19 มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด ($H = 1.77 \pm 0.46$) โดยจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 1.13 ± 0.42

3. ดัชนีความสม่ำเสมอของพิลิว พบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอมากที่สุด ($J' = 0.96 \pm 0.10$) โดยจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอเฉลี่ยเท่ากับ 0.74 ± 0.20

ตารางที่ 4.11 ดัชนีความมากชนิด ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และดัชนีความสม่ำเสมอของหอยกาบน้ำจืด ที่สำรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำอิง

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนหอยทั้งหมดที่พบ	จำนวนชนิดที่พบ	ดัชนีความมากชนิด	ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ	ดัชนีความสม่ำเสมอ
1	195	6	0.95±0.36	1.01±0.41	0.56±0.20
2	163	5	0.79±0.37	1.07±0.42	0.66±0.20
3	10	3	0.87±0.38	0.80±0.43	0.81±0.21
4	27	1	-	-	-
5	40	5	1.08±0.33	1.13±0.33	0.70±0.10
6	52	3	0.51±0.33	1.05±0.34	0.96±0.10
7	168	5	0.78±0.32	0.97±0.34	0.60±0.10
8	130	4	0.62±0.33	1.20±0.35	0.87±0.09
9	436	8	1.15±0.32	1.74±0.36	0.83±0.09
10	38	6	1.37±0.33	1.37±0.35	0.76±0.09
11	196	8	1.33±0.33	1.26±0.36	0.61±0.09
12	53	2	0.25±0.33	0.48±0.38	0.70±0.07
13	47	5	1.04±0.23	1.21±0.29	0.75±0.07
14	542	5	0.64±0.24	1.27±0.30	0.79±0.07
15	127	7	1.24±0.19	1.75±0.33	0.90±0.07
16	18	4	1.04±0.20	1.26±0.30	0.91±0.07
17	107	5	0.86±0.22	1.27±0.34	0.79±0.06
18	57	6	1.24±0.20	1.44±0.39	0.80±0.07
19	79	7	1.37±0.23	1.77±0.46	0.91±0.09
20	6	3	1.12±0.14	0.87±0.18	0.79±0.04
เฉลี่ย	-	-	0.91±0.37	1.13±0.42	0.74±0.20

ผลการวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ทางนิเวศวิทยาของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง โดยการแบ่งแม่น้ำอิงออกเป็น 3 ตอน คือ แม่น้ำอิงตอนบน แม่น้ำอิงตอนกลาง และแม่น้ำอิงตอนล่าง (ตารางที่ 4.1) พบว่าแม่น้ำอิงตอนล่างมีค่าดัชนีความมากชนิด ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และดัชนีความสม่ำเสมอสูงกว่าพื้นที่แม่น้ำอิงตอนบนและตอนกลาง โดยดัชนีความมากชนิด ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และดัชนีความสม่ำเสมอของแม่น้ำอิงตอนล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.07 ± 0.25 , 1.37 ± 0.31 และ 0.84 ± 0.06 ตามลำดับ สำหรับการกระจายตัวของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิงพบการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยพื้นที่แม่น้ำอิงตอนล่างมีการกระจายตัวสม่ำเสมอมากกว่าพื้นที่แม่น้ำอิงตอนกลาง และตอนบน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 ดัชนีความมากชนิด ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และดัชนีความสม่ำเสมอของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบโดยแบ่งแม่น้ำอิงออกเป็น 3 ตอน

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนชนิดที่พบ	R	H	J'
แม่น้ำอิงตอนบน	6	0.65 ± 0.44	0.72 ± 0.49	0.51 ± 0.35
แม่น้ำอิงตอนกลาง	11	0.90 ± 0.39	1.16 ± 0.33	0.75 ± 0.12
แม่น้ำอิงตอนล่าง	11	1.07 ± 0.25	1.37 ± 0.31	0.84 ± 0.06

ผลการวิเคราะห์การแยกส่วนความหลากหลายเบต้า (beta diversity decomposition) โดยใช้ดัชนีความหลากหลายเบต้าของซอเรนเซน (Sørensen dissimilarity index : β_{sor}) พบว่า จุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด มีค่าความแตกต่างระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ เฉลี่ยเท่ากับ 0.76 ± 0.09 (ตารางที่ 4.13) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในการสลับพื้นที่และการซ้อนทับ ของความแตกต่างในชนิดหรือสายพันธุ์ที่พบในแต่ละพื้นที่ จากการวิเคราะห์ดัชนีของซิมป์สัน (Simpson dissimilarity index : β_{sim}) พบว่าจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด มีค่าองค์ประกอบการสลับพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 0.72 ± 0.10 (ตารางที่ 4.14) และความแตกต่างในจำนวนชนิดหรือสายพันธุ์ที่พบในแต่ละพื้นที่ โดยใช้ดัชนีการซ้อนทับของบาเซลกา (Nestedness-resultant dissimilarity : β_{nes}) พบว่าจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด มีค่าองค์ประกอบการซ้อนทับเฉลี่ยเท่ากับ 0.04 ± 0.02 (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.13 ดัชนีความหลากหลายเบต้าของซอเรนเซนของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง

จุดเก็บตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย	S.D.
1	1.00																					
2	0.52	1.00																			0.76	0.34
3	0.60	0.57	1.00																		0.72	0.24
4	0.78	1.00	1.00	1.00																	0.94	0.11
5	0.58	0.56	0.57	1.00	1.00																0.74	0.24
6	0.60	0.57	0.60	1.00	0.57	1.00															0.72	0.21
7	0.65	0.63	0.67	1.00	0.63	0.57	1.00														0.73	0.18
8	0.83	0.82	0.78	1.00	0.82	0.78	0.60	1.00													0.83	0.13
9	0.78	0.76	0.85	1.00	0.76	0.73	0.62	0.60	1.00												0.79	0.14
10	0.67	0.65	0.69	1.00	0.65	0.60	0.52	0.56	0.58	1.00											0.69	0.17
11	0.78	0.76	0.85	1.00	0.76	0.85	0.68	0.67	0.53	0.64	1.00										0.77	0.14
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.78	0.60	0.71	0.67	0.71	1.00									0.87	0.16
13	0.73	0.71	0.80	1.00	0.71	0.67	0.63	0.60	0.57	0.58	0.68	0.64	1.00								0.72	0.14
14	0.73	0.71	0.80	1.00	0.83	0.80	0.71	0.60	0.62	0.65	0.68	0.78	0.63	1.00							0.75	0.13
15	0.76	0.75	0.83	1.00	0.75	0.71	0.60	0.58	0.52	0.57	0.56	0.82	0.55	0.60	1.00						0.71	0.16
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.69	0.57	0.60	0.63	0.60	0.60	0.60	0.60	0.58	1.00					0.78	0.20
17	0.85	0.83	0.80	1.00	0.83	0.80	0.63	0.53	0.57	0.58	0.62	0.64	0.56	0.56	0.55	0.53	1.00				0.70	0.16
18	0.75	0.73	0.82	1.00	0.85	0.82	0.73	0.63	0.58	0.67	0.64	0.67	0.58	0.58	0.62	0.63	0.58	1.00			0.71	0.14
19	0.76	0.75	0.83	1.00	0.86	0.83	0.67	0.58	0.56	0.62	0.60	0.69	0.60	0.55	0.54	0.58	0.55	0.57	1.00		0.69	0.15
20	0.69	0.67	0.60	1.00	0.67	0.75	0.80	1.00	0.85	0.82	0.73	1.00	0.80	0.80	0.83	0.78	0.80	0.82	0.83	1.00	0.81	0.12
เฉลี่ย																					0.76	0.09

หมายเหตุ : S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.14 ดัชนีการสลับพื้นที่ของซิมป์สันของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง

จุดเก็บตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย	S.D.
1	1.00																					
2	0.50	1.00																			0.75	0.35
3	0.50	0.50	1.00																		0.67	0.29
4	0.50	1.00	1.00	1.00																	0.88	0.25
5	0.56	0.56	0.50	1.00	1.00																0.72	0.25
6	0.50	0.50	0.60	1.00	0.50	1.00															0.68	0.25
7	0.63	0.63	0.60	1.00	0.63	0.50	1.00														0.71	0.20
8	0.80	0.80	0.75	1.00	0.80	0.75	0.57	1.00													0.81	0.14
9	0.75	0.71	0.75	1.00	0.71	0.60	0.56	0.50	1.00												0.73	0.18
10	0.67	0.63	0.60	1.00	0.63	0.50	0.50	0.50	0.55	1.00											0.66	0.19
11	0.75	0.71	0.75	1.00	0.71	0.75	0.63	0.57	0.53	0.60	1.00										0.73	0.15
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00									0.81	0.24
13	0.71	0.71	0.75	1.00	0.71	0.60	0.63	0.57	0.50	0.56	0.63	0.50	1.00								0.68	0.16
14	0.71	0.71	0.75	1.00	0.83	0.75	0.71	0.57	0.56	0.63	0.63	0.67	0.63	1.00							0.72	0.14
15	0.75	0.71	0.75	1.00	0.71	0.60	0.56	0.50	0.50	0.55	0.54	0.67	0.50	0.56	1.00						0.66	0.17
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.57	0.50	0.57	0.50	0.50	0.57	0.57	0.50	1.00					0.75	0.23
17	0.83	0.83	0.75	1.00	0.83	0.75	0.63	0.50	0.50	0.56	0.56	0.50	0.56	0.56	0.50	0.50	1.00				0.67	0.18
18	0.75	0.71	0.75	1.00	0.83	0.75	0.71	0.57	0.55	0.67	0.60	0.50	0.56	0.56	0.60	0.57	0.56	1.00			0.68	0.15
19	0.75	0.71	0.75	1.00	0.83	0.75	0.63	0.50	0.54	0.60	0.58	0.50	0.56	0.50	0.54	0.50	0.50	0.55	1.00		0.65	0.16
20	0.60	0.60	0.60	1.00	0.60	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	0.60	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.00	0.76	0.14
เฉลี่ย																					0.72	0.10

หมายเหตุ : S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.15 ดัชนีการซ้อนทับของบาเซลกาของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง

จุดเก็บตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย	S.D.
1	0.00																					
2	0.02	0.00																			0.01	0.02
3	0.10	0.07	0.00																		0.06	0.05
4	0.28	0.00	0.00	0.00																	0.07	0.14
5	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00																0.02	0.03
6	0.10	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00															0.04	0.05
7	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00														0.02	0.03
8	0.03	0.02	0.03	0.00	0.02	0.03	0.03	0.00													0.02	0.01
9	0.03	0.05	0.10	0.00	0.05	0.13	0.06	0.10	0.00												0.06	0.05
10	0.00	0.02	0.09	0.00	0.02	0.10	0.02	0.06	0.04	0.00											0.04	0.04
11	0.03	0.05	0.10	0.00	0.05	0.10	0.06	0.10	0.00	0.04	0.00										0.05	0.04
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.10	0.21	0.17	0.21	0.00									0.07	0.09
13	0.02	0.00	0.05	0.00	0.00	0.07	0.00	0.03	0.07	0.02	0.06	0.14	0.00								0.03	0.04
14	0.02	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.03	0.06	0.02	0.06	0.11	0.00	0.00							0.03	0.03
15	0.01	0.04	0.08	0.00	0.04	0.11	0.04	0.08	0.02	0.02	0.02	0.15	0.05	0.04	0.00						0.05	0.04
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.10	0.05	0.10	0.10	0.03	0.03	0.08	0.00					0.03	0.04
17	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.03	0.07	0.02	0.06	0.14	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00				0.03	0.04
18	0.00	0.02	0.07	0.00	0.01	0.07	0.02	0.05	0.04	0.00	0.04	0.17	0.02	0.02	0.02	0.05	0.02	0.00			0.03	0.04
19	0.01	0.04	0.08	0.00	0.02	0.08	0.04	0.08	0.02	0.02	0.02	0.19	0.04	0.05	0.00	0.08	0.05	0.02	0.00		0.04	0.05
20	0.09	0.07	0.00	0.00	0.07	0.00	0.05	0.00	0.10	0.07	0.13	0.00	0.05	0.05	0.08	0.03	0.05	0.07	0.08	0.00	0.05	0.04
เฉลี่ย																					0.04	0.02

หมายเหตุ : S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์การแยกส่วนความหลากหลายเบต้า โดยการแบ่งแม่น้ำอิงออกเป็น 3 ตอน คือ แม่น้ำอิงตอนบน แม่น้ำอิงตอนกลาง และแม่น้ำอิงตอนล่าง พบความแตกต่างในความหลากหลายทางชีวภาพที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในการสลับพื้นที่และเกิดการซ้อนทับของชนิดหรือสายพันธุ์ของหอยกาบน้ำจืดระหว่างพื้นที่ในแม่น้ำอิงตอนบนมีความแตกต่างของความหลากหลายเบต้าของหอยกาบน้ำจืดมากกว่าแม่น้ำอิงตอนกลางและตอนล่าง โดยดัชนีความหลากหลายเบต้าของซอเรนเซน ดัชนีการสลับพื้นที่ของซิมป์สัน และดัชนีการซ้อนทับของบาเซลกาของแม่น้ำอิงตอนบนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85 ± 0.21 , 0.80 ± 0.73 และ 0.05 ± 0.09 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.16 ความหลากหลายเบต้าของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแต่ละตอนของแม่น้ำอิง

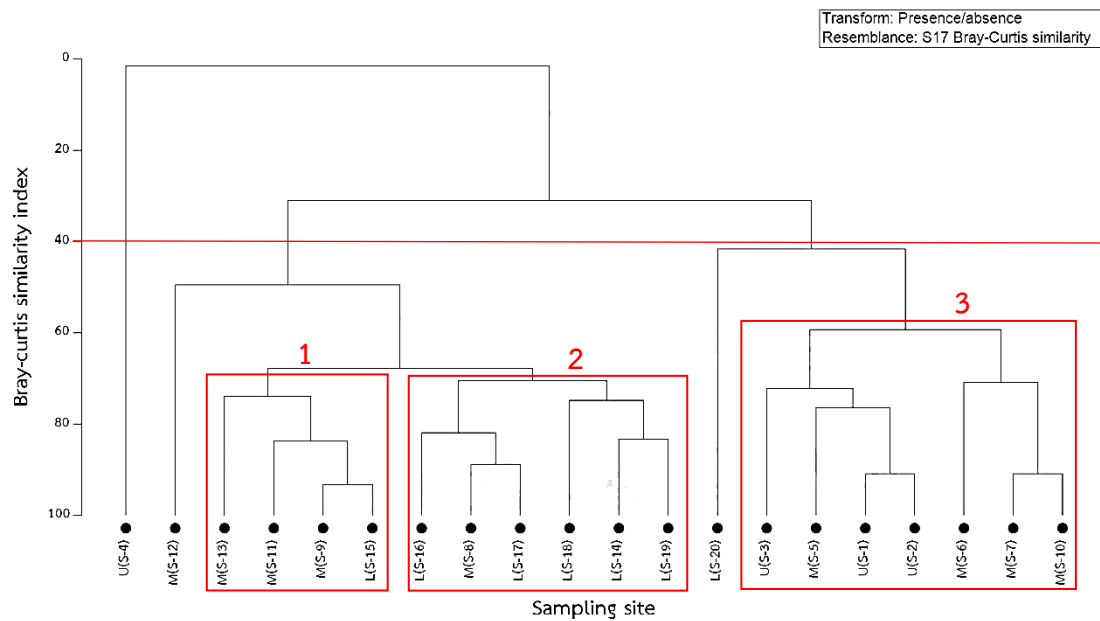
จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนชนิดที่พบ	จำนวนที่พบ (ตัว)	ความหลากหลายเบต้า		
			β_{sor} (mean $\pm$ S.D.)	β_{sim} (mean $\pm$ S.D.)	β_{nes} (mean $\pm$ S.D.)
แม่น้ำอิงตอนบน	6	395	0.85 ± 0.21	0.80 ± 0.73	0.05 ± 0.09
แม่น้ำอิงตอนกลาง	11	1,160	0.77 ± 0.17	0.73 ± 0.19	0.04 ± 0.05
แม่น้ำอิงตอนล่าง	11	936	0.74 ± 0.15	0.70 ± 0.17	0.04 ± 0.04
เฉลี่ย			0.76 ± 0.09	0.72 ± 0.10	0.04 ± 0.20

ผลการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกัน Bray-curtis similarity index ของหอยกาบน้ำจืดพบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 2 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 และ 10 มีค่าความคล้ายคลึงกันมากที่สุด (ร้อยละ 90.91) จากการจัดกลุ่ม (cluster analysis) ของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 20 จุด พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 40-100 โดยพบหอยที่คล้ายคลึงกันแบ่งออกเป็นจำนวน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 9, 11, 13 และ 15 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 8, 14, 16, 17, 18 และ 19 และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 5, 6, 7 และ 10 จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 และ 20 มีความคล้ายคลึงกันน้อย และหอยกาบน้ำจืดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ไม่มีความคล้ายคลึงกับหอยกาบน้ำจืดในจุดอื่น ๆ (ตารางที่ 4.17 และ ภาพที่ 4.17-4.18)

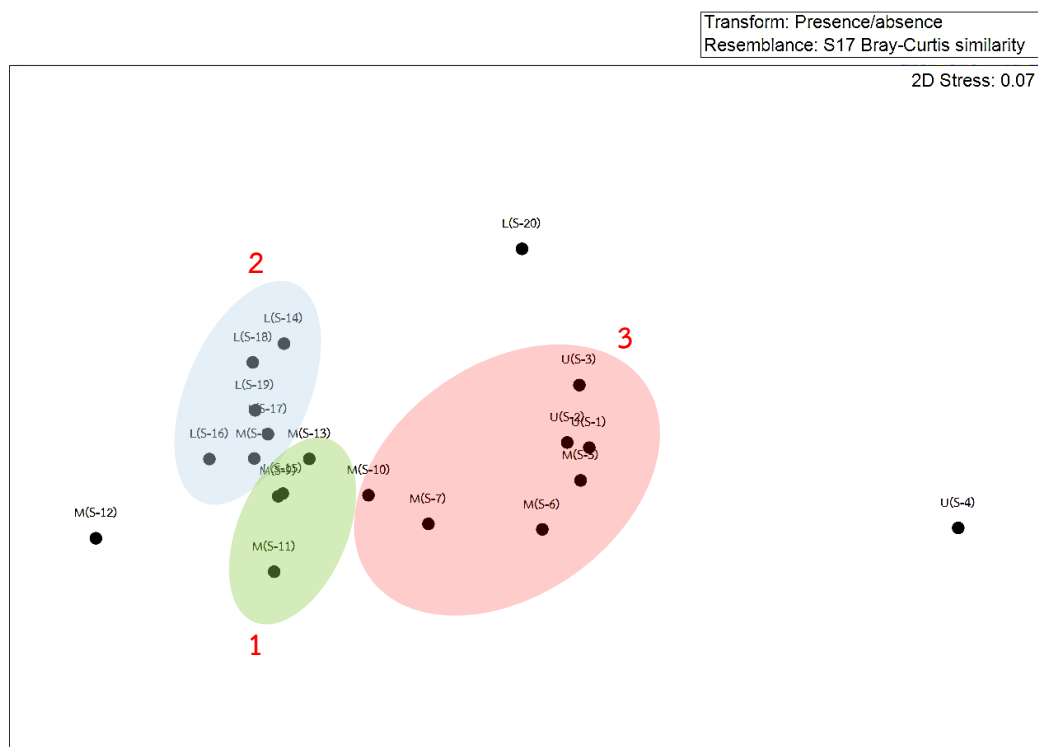
ตารางที่ 4.17 Bray-curtis similarity index ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง

จุดเก็บ ตัวอย่าง	U(S-1)	U(S-2)	U(S-3)	U(S-4)	M(S-5)	M(S-6)	M(S-7)	M(S-8)	M(S-9)	M(S-10)	M(S-11)	M(S-12)	M(S-13)	L(S-14)	L(S-15)	L(S-16)	L(S-17)	L(S-18)	L(S-19)	L(S-20)
U(S-1)																				
U(S-2)	90.91																			
U(S-3)	66.67	75.00																		
U(S-4)	28.57	0.00	0.00																	
M(S-5)	72.73	80.00	75.00	0.00																
M(S-6)	66.67	75.00	66.67	0.00	75.00															
M(S-7)	54.55	60.00	50.00	0.00	60.00	75.00														
M(S-8)	20.00	22.22	28.57	0.00	22.22	28.57	66.67													
M(S-9)	28.57	30.77	18.18	0.00	30.77	36.36	61.54	66.67												
M(S-10)	50.00	54.55	44.44	0.00	54.55	66.67	90.91	80.00	71.43											
M(S-11)	28.57	30.77	18.18	0.00	30.77	18.18	46.15	50.00	87.50	57.14										
M(S-12)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.57	66.67	40.00	50.00	40.00									
M(S-13)	36.36	40.00	25.00	0.00	40.00	50.00	60.00	66.67	76.92	72.73	61.54	57.14								
L(S-14)	36.36	40.00	25.00	0.00	20.00	25.00	40.00	66.67	61.54	54.55	46.15	28.57	60.00							
L(S-15)	30.77	33.33	20.00	0.00	33.33	40.00	66.67	72.73	93.33	76.92	80.00	44.44	83.33	66.67						
L(S-16)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.44	75.00	66.67	60.00	66.67	66.67	66.67	66.67	72.73					
L(S-17)	18.18	20.00	25.00	0.00	20.00	25.00	60.00	88.89	76.92	72.73	61.54	57.14	80.00	80.00	83.33	88.89				
L(S-18)	33.33	36.36	22.22	0.00	18.18	22.22	36.36	60.00	71.43	50.00	57.14	50.00	72.73	72.73	61.54	60.00	72.73			
L(S-19)	30.77	33.33	20.00	0.00	16.67	20.00	50.00	72.73	80.00	61.54	66.67	44.44	66.67	83.33	85.71	72.73	83.33	76.92		
L(S-20)	44.44	50.00	66.67	0.00	50.00	33.33	25.00	0.00	18.18	22.22	36.36	0.00	25.00	25.00	20.00	28.57	25.00	22.22	20.00	

หมายเหตุ : U = แม่น้ำอิงตอนบน (upper); M = แม่น้ำอิงตอนกลาง (middle); L = แม่น้ำอิงตอนล่าง (lower); (S-1)–(S-20) = จุดเก็บตัวอย่างที่ 1-20



ภาพที่ 4.17 เดนโดแกรมการจัดกลุ่มโครงสร้างของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 4.18 MDS (Multidimensional Scaling) ของโครงสร้างหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับหอยกาบน้ำจืด

ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation coefficient) ระหว่างคุณภาพทางกายภาพ-เคมีของน้ำกับจำนวนของหอยกาบน้ำจืด (ตารางที่ 4.18) พบว่า หอยกาบน้ำจืดชนิด *Corbicula lamarckiana* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ($r = 0.509$) และอุณหภูมิ ($r = 0.480$) ในขณะที่หอยกาบน้ำจืดชนิด *Corbicula lydigiana* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับค่าการนำไฟฟ้า ($r = -0.463$) และปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ($r = -0.468$) เช่นเดียวกับหอยกาบน้ำจืดชนิด *Corbicula moreletiana* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าการนำไฟฟ้า ($r = -0.637$; $p < 0.01$) และปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ($r = -0.542$; $p < 0.05$) นอกจากนี้ พบหอยกาบน้ำจืดชนิด *Ensidens ingallsianus ingallsianus* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความเป็นกรด-ด่าง ($r = 0.639$; $p < 0.01$) เช่นเดียวกับหอยกาบน้ำจืดชนิด *Pilsbryoconcha exilis compressa* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าการนำไฟฟ้า ($r = 0.580$; $p < 0.01$) และปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ($r = 0.465$; $p < 0.05$) พบหอยกาบน้ำจืดชนิด *Monodontina cambodjensis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าความเป็นด่างรวม ($r = -0.497$; $p < 0.05$) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณเหล็ก ($r = 0.466$; $p < 0.05$) นอกจากนี้ พบหอยกาบน้ำจืดชนิด *Uniandra contradens ascia* ความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ($r = 0.549$) และค่าความขุ่น ($r = 0.558$) ในขณะที่หอยกาบน้ำจืดชนิด *Uniandra contradens fischeriana* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าความขุ่น ($r = -0.518$; $p < 0.05$)

ตารางที่ 4.18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมนระหว่างคุณภาพทางกายภาพ-เคมีของน้ำกับจำนวนของหอยกาบน้ำจืด

Spearman's rho		Correlations											
		DO	pH	Turb	Temp	Sal	EC	TDS	N	Alk	SPR	Mn	Fe
<i>Corbicula lamarckiana</i>	Correlation Coefficient	.509*	.291	.251	.480*	.400	-.254	-.156	-.183	-.027	-.154	-.293	.225
	Sig. (2-tailed)	.022	.214	.287	.032	.081	.279	.511	.440	.909	.517	.209	.339
<i>Corbicula lydigiana</i>	Correlation Coefficient	.040	-.220	-.100	.162	.089	-.463*	-.448*	-.023	-.439	-.031	-.159	.085
	Sig. (2-tailed)	.866	.352	.674	.496	.710	.040	.048	.923	.053	.898	.504	.722
<i>Corbicula moreletiana</i>	Correlation Coefficient	-.163	-.322	-.283	.097	-.046	-.637**	-.542*	.173	-.511*	-.396	-.166	.065
	Sig. (2-tailed)	.492	.166	.227	.685	.848	.003	.014	.466	.021	.084	.485	.784
<i>Ensidens ingallsianus ingallsianus</i>	Correlation Coefficient	.242	.639**	.273	.270	.396	.403	.390	-.141	.250	-.154	-.070	-.007
	Sig. (2-tailed)	.305	.002	.244	.250	.084	.078	.089	.553	.287	.518	.768	.975
<i>Pilsbryconcha exilis compressa</i>	Correlation Coefficient	.267	.371	.397	-.333	-.208	.580**	.465*	-.386	.304	.110	.039	.019
	Sig. (2-tailed)	.256	.107	.083	.151	.378	.007	.039	.093	.192	.644	.870	.936
<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	Correlation Coefficient	.083	.045	-.168	.343	.306	-.165	-.131	-.078	-.323	-.157	.117	.076
	Sig. (2-tailed)	.727	.852	.479	.138	.190	.488	.581	.745	.165	.507	.623	.750
<i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>	Correlation Coefficient	.020	.159	-.139	-.299	-.219	.179	.179	-.321	.259	-.361	-.339	-.040
	Sig. (2-tailed)	.934	.502	.558	.201	.354	.450	.450	.168	.271	.118	.143	.868
<i>Monodontina cambodjensis</i>	Correlation Coefficient	-.008	-.357	-.188	-.217	-.310	-.305	-.336	-.210	-.497*	-.142	.048	.466*
	Sig. (2-tailed)	.975	.123	.427	.359	.184	.191	.147	.374	.026	.551	.841	.038

ตารางที่ 4.18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมนระหว่างคุณภาพทางกายภาพ-เคมีของน้ำกับจำนวนของหอยกาบน้ำจืด (ต่อ)

Spearman's rho		Correlations											
		DO	pH	Turb	Temp	Sal	EC	TDS	N	Alk	SPR	Mn	Fe
<i>Monodontina vondembuschiana</i>	Correlation Coefficient	.150	.149	.050	.365	.316	.154	.139	.120	.122	-.394	.007	-.156
	Sig. (2-tailed)	.527	.530	.833	.114	.175	.517	.558	.614	.608	.086	.977	.510
<i>Scabies crispata</i>	Correlation Coefficient	.430	.400	.369	.372	.355	.070	.074	.385	-.058	.338	.261	-.064
	Sig. (2-tailed)	.058	.081	.109	.106	.125	.769	.755	.094	.807	.144	.266	.790
<i>Uniandra contradens ascia</i>	Correlation Coefficient	.549*	.386	.558*	.139	.114	.126	.057	-.357	-.142	-.103	.068	.074
	Sig. (2-tailed)	.012	.093	.011	.559	.632	.597	.811	.122	.550	.666	.775	.758
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	Correlation Coefficient	-.251	-.251	-.518*	.189	.058	-.414	-.341	.128	-.297	-.302	-.024	-.075
	Sig. (2-tailed)	.285	.286	.019	.426	.810	.070	.141	.591	.203	.195	.919	.754
<i>Uniandra contradens rustica</i>	Correlation Coefficient	.086	.172	.255	.197	.094	.080	.080	.048	-.246	-.403	.025	-.029
	Sig. (2-tailed)	.719	.469	.279	.405	.694	.739	.736	.840	.295	.078	.916	.904

หมายเหตุ: * : มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05; ** : นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01; DO : ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ; pH : ค่าความเป็นกรด-ด่าง; Turb : ความขุ่น; Temp : อุณหภูมิ; Sal : ค่าความเค็ม; EC: ค่าการนำไฟฟ้า; TDS: ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด; N : ไนโตรเจน; Alk : ค่าความเป็นด่างรวม; SPP : soluble reactive phosphorus; Mn : แมงกานีส; Fe : เหล็ก

สถานการณ์อนุรักษ์ของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบ

ผลการประเมินสถานะการอนุรักษ์หรือสถานะชนิดพันธุ์ตามบัญชีแดง IUCN ของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบในแม่น้ำอิง โดยการประเมินสถานะชนิดพันธุ์ตามบัญชีแดง IUCN ทั้งหมด 13 ชนิด พบว่าสถานะชนิดพันธุ์ของหอยกาน้ำจืดส่วนใหญ่อยู่ในสถานะเป็นกังวลน้อยที่สุด (least concern : LC) คือ เป็นชนิดพันธุ์ที่ยังไม่อยู่ในภาวะถูกคุกคาม และพบเห็นได้ทั่วไป ทั้งหมด 10 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula moreletiana*, *Ensidens ingallsianus*, *Monodontina cambodjensis*, *Monodontina vondembuschiana*, *Pilsbryconcha exilis compressa*, *Scabies crispata*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* อยู่ในสถานะชนิดพันธุ์ที่มีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะวิเคราะห์ถึงความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ (data deficient : DD) 2 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigiana* และ *Pseudodon cambodjensis cambodjensis* และอยู่ในสถานะชนิดพันธุ์ที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ (vulnerable : VU) ได้แก่ *Pseudodon inoscularis cumingi* ดังแสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 สถานะการอนุรักษ์ของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบ

วงศ์	ชนิดของหอย	สถานะชนิดพันธุ์								
		EX	EW	CR	EN	VU	NT	LC	DD	NE
Cyrenidae	<i>Corbicula lamarckiana</i>							✓		
	<i>Corbicula lydigiana</i>								✓	
	<i>Corbicula moreletiana</i>							✓		
Unionidae	<i>Ensidens ingallsianus ingallsianus</i>							✓		
	<i>Monodontina cambodjensis</i>							✓		
	<i>Monodontina vondembuschiana</i>							✓		
	<i>Pilsbryconcha exilis compressa</i>							✓		
	<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>								✓	
	<i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>					✓				
	<i>Scabies crispata</i>							✓		
	<i>Uniandra contradens ascia</i>							✓		
	<i>Uniandra contradens fischeriana</i>							✓		
	<i>Uniandra contradens rustica</i>							✓		

หมายเหตุ : EX (extinct) : สูญพันธุ์; EW (extinct in the wild) : สูญพันธุ์ในธรรมชาติ; CR (critically endangered) : ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง; EN (endangered) : ใกล้สูญพันธุ์; VU (vulnerable) : เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์; NT (near threatened) : ใกล้ถูกคุกคาม; LC (least concern) : เป็นกังวลน้อยที่สุด; DD (data deficient) : ข้อมูลไม่เพียงพอ; NE (not evaluated) : ยังไม่ได้ถูกประเมิน

การปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง

ผลการตรวจหาไมโครพลาสติกที่มีการปนเปื้อนในดินตะกอนของแม่น้ำอิงจากการเก็บตัวอย่างดินตะกอนทั้งหมด 20 จุด (ภาคผนวก ค) พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกร้อยละ 90 ของตัวอย่าง จำนวนไมโครพลาสติกที่พบอยู่ระหว่าง 11.11-144.44 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.44 ± 33.13 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากที่สุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 (บ้านร่องแซ่ ตำบลเวียง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย) จำนวน 144.44 ± 76.98 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และไม่พบไมโครพลาสติก 2 จุดเก็บตัวอย่าง คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 (บ้านปางมดแดง ตำบลอ่าทอง อำเภอเชียงคำ จังหวัดเชียงราย) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (บ้านต่าน้ำอิง ตำบลต้า อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย) (ตารางที่ 4.20) ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ภาคผนวก ง)

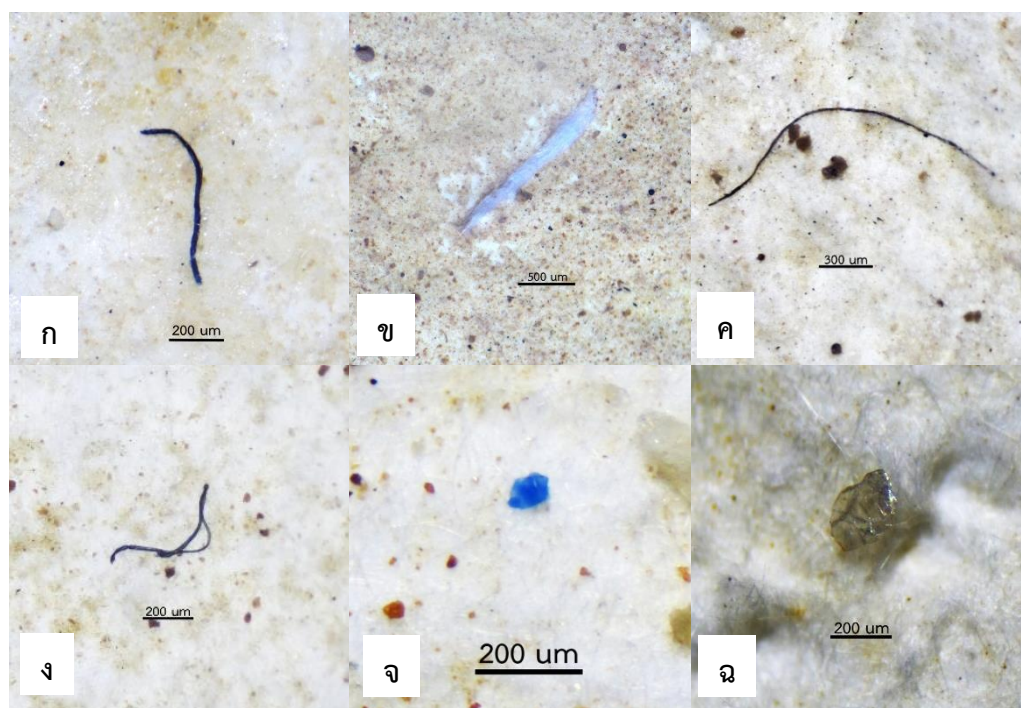
ตารางที่ 4.20 ไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในดินตะกอนของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชิ้น/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)
1	77.78±38.49
2	55.56±50.92
3	11.11±19.25
4	33.33±0.00
5	66.67±88.19
6	22.22±19.25
7	33.33±33.33
8	33.33±33.33
9	0.00±0.00
10	44.44±38.49
11	144.44±76.98
12	33.33±33.33
13	66.67±88.19
14	0.00±0.00
15	55.56±50.92
16	11.11±19.25
17	22.22±38.49

ตารางที่ 4.20 ไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในดินตะกอนของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชิ้น/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง)
18	11.11±19.25
19	33.33±33.33
20	33.33±33.33
เฉลี่ย	39.44±33.13

ผลการศึกษารูปร่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ พบไมโครพลาสติก 3 รูปแบบ คือ เส้นใย แผ่นฟิล์ม และรูปร่างไม่แน่นอน (ภาพที่ 4.19) โดยพบไมโครพลาสติกแบบเส้นใยมากที่สุดร้อยละ 97.18 รองลงมา คือ ไมโครพลาสติกแบบแผ่นฟิล์มและไมโครพลาสติกแบบรูปร่างไม่แน่นอน ซึ่งพบในปริมาณที่เท่ากัน (ร้อยละ 1.41) ดังแสดงในตารางที่ 4.21 และภาพที่ 4.20

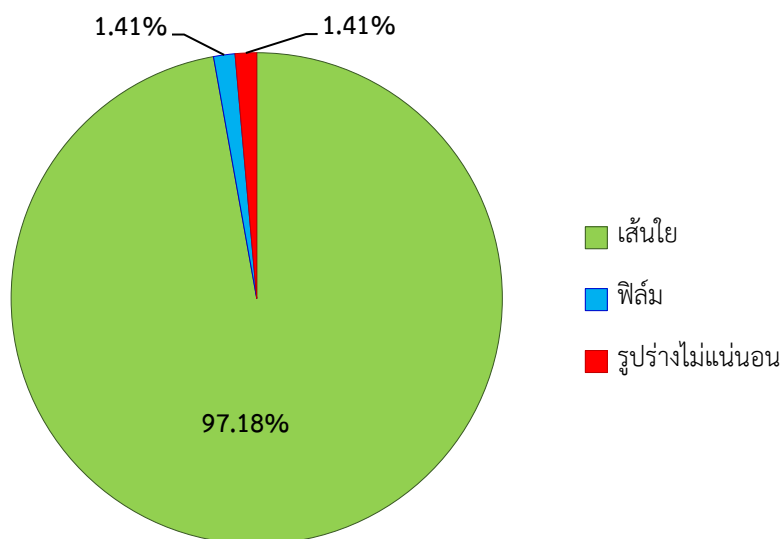


ภาพที่ 4.19 รูปร่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ : (ก)-(ง) เส้นใย (จ) รูปร่างไม่แน่นอน และ (ฉ) แผ่นฟิล์ม

ตารางที่ 4.21 รูปร่างไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ

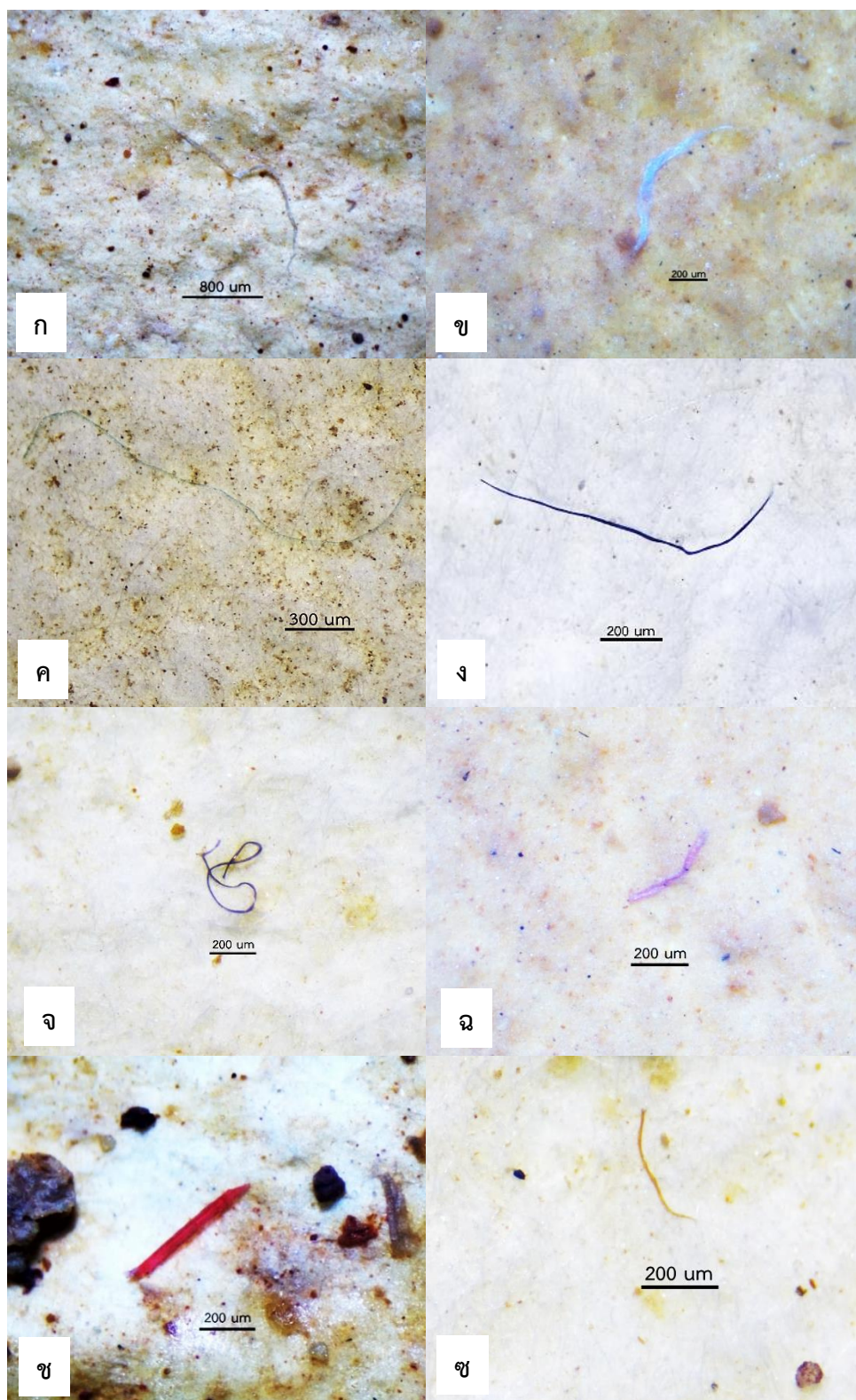
จุดเก็บตัวอย่าง	รูปร่าง		
	เส้นใย	แผ่นฟิล์ม	รูปร่างไม่แน่นอน
1	7	0	0
2	5	0	0
3	1	0	0
4	3	0	0
5	6	0	0
6	2	0	0
7	3	0	0
8	3	0	0
9	0	0	0
10	4	0	0
11	13	0	0
12	2	0	1
13	6	0	0
14	0	0	0
15	5	0	0
16	1	0	0
17	2	0	0
18	1	0	0
19	2	1	0
20	3	0	0
รวม	69	1	1
ร้อยละ	97.18	1.41	1.41

หมายเหตุ : จำนวนไมโครพลาสติกจากการตรวจซ้ำ 3 ครั้ง (หน่วย : ชิ้นต่อ 90 กรัมน้ำหนักแห้ง)



ภาพที่ 4.20 ร้อยละของรูปร่างไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ

ผลของการศึกษาสีของไมโครพลาสติกที่มีการปนเปื้อนในดินตะกอนของแม่น้ำอิง พบทั้งหมด 8 สี (ภาพที่ 4.21) โดยพบไมโครพลาสติกสีขาวมากที่สุด คือ (ร้อยละ 53.52) รองลงมา คือ สีนํ้าเงิน (ร้อยละ 29.58) สีม่วง (ร้อยละ 8.54) สีฟ้า (ร้อยละ 2.82) ตามลำดับ และพบไมโครพลาสติกใส สีชมพู สีแดง และสีน้ำตาลปนเปื้อนในปริมาณที่เท่ากัน คือ ร้อยละ 1.41 แสดงดังตารางที่ 4.22 และภาพที่ 4.22 โดยจุดเก็บตัวอย่างที่พบสีไมโครพลาสติกหลากหลายมากที่สุด คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (บ้านต๋มไร่ ตำบลท่าจำปี อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา) พบไมโครพลาสติกทั้งหมด 5 สี ประกอบด้วยไมโครพลาสติกใส สีขาว สีนํ้าเงิน สีม่วง และสีแดง (ภาพที่ 4.23)

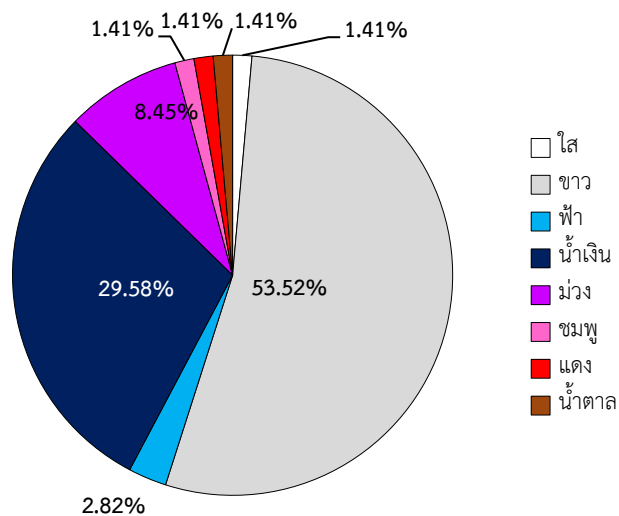


ภาพที่ 4.21 สีของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ : (ก) ไส้ (ข) สีขาว (ค) สีฟ้า (ง) สีน้ำเงิน (จ) สีม่วง (ฉ) สีชมพู (ช) สีแดง และ (ซ) สีน้ำตาล

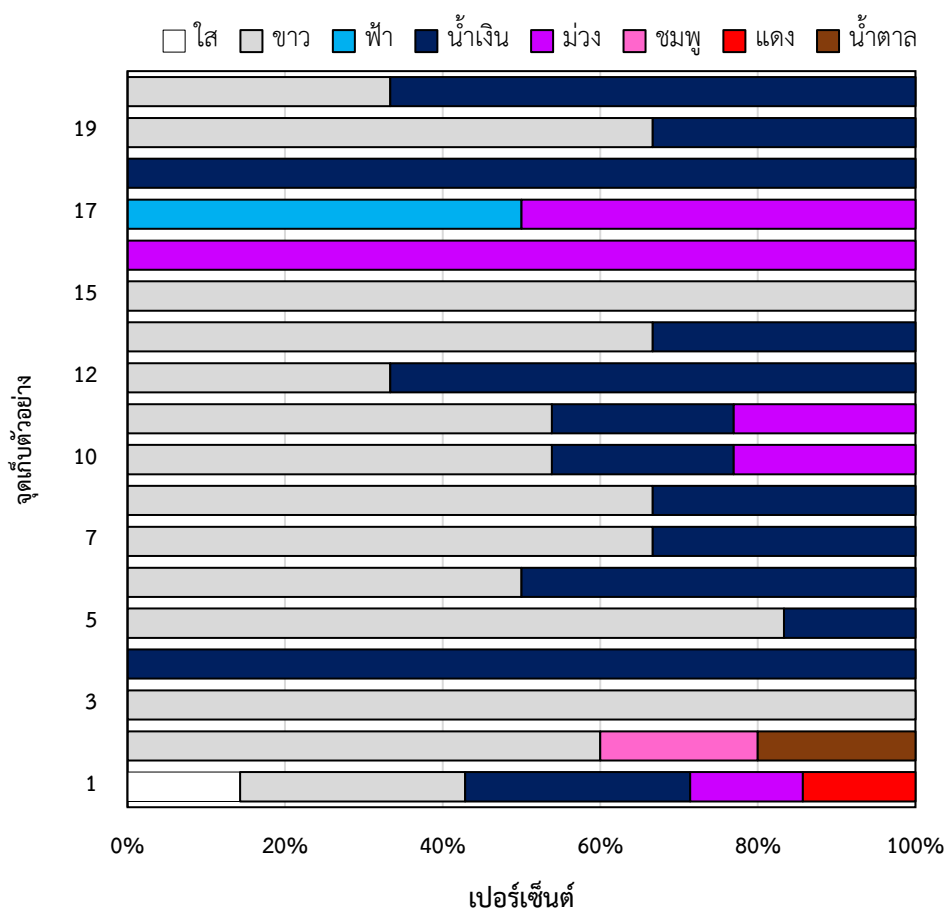
ตารางที่ 4.22 สีไมโครพลาสติกที่พบ

จุดเก็บตัวอย่าง	สีไมโครพลาสติก							
	ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำเงิน	ม่วง	ชมพู	แดง	น้ำตาล
1	1	2	0	2	1	0	1	0
2	0	3	0	0	0	1	0	1
3	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	3	0	0	0	0
5	5	0	0	1	0	0	0	0
6	0	1	0	1	0	0	0	0
7	0	2	0	1	0	0	0	0
8	0	2	0	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	2	1	1	0	0	0	0
11	0	7	0	3	3	0	0	0
12	0	1	0	2	0	0	0	0
13	0	4	0	2	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	5	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	1	0	0	0
17	0	0	1	0	1	0	0	0
18	0	0	0	1	0	0	0	0
19	0	2	0	1	0	0	0	0
20	0	1	0	2	0	0	0	0
รวม	1	38	2	21	6	1	1	1
ร้อยละ	1.41	53.52	2.82	29.58	8.45	1.41	1.41	1.41

หมายเหตุ : จำนวนสีไมโครพลาสติกจากการตรวจซ้ำ 3 ครั้ง (หน่วย : ชิ้นต่อ 90 กรัมน้ำหนักแห้ง)



ภาพที่ 4.22 ร้อยละของสีไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ

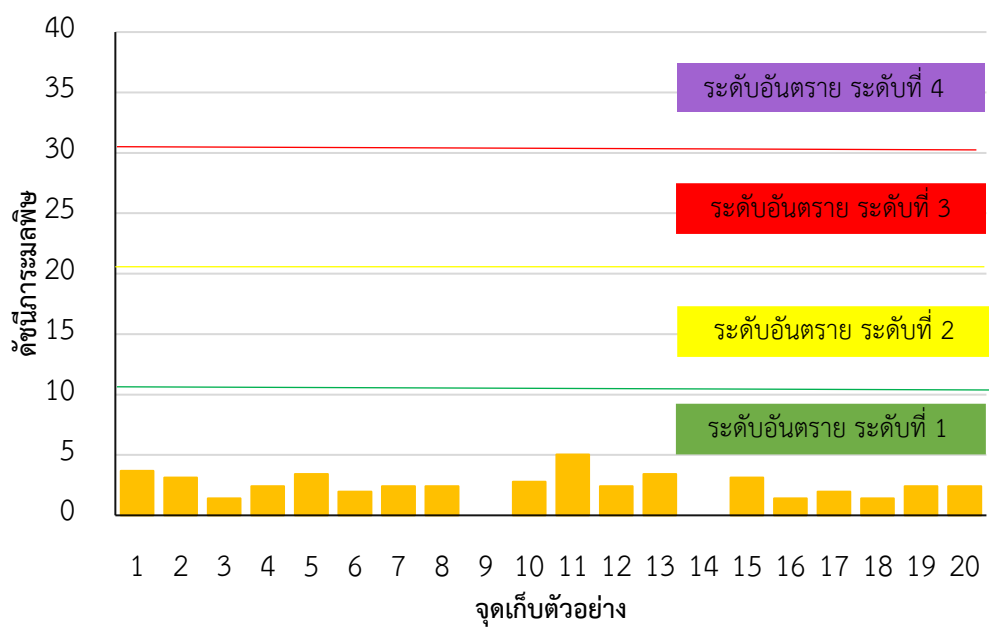


ภาพที่ 4.23 ร้อยละของสีไมโครพลาสติกที่ตรวจพบแยกตามจุดเก็บตัวอย่าง

ผลการศึกษาจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในดินตะกอนทั้ง 20 จุดเก็บตัวอย่าง และนำมาประเมินระดับมลพิษของไมโครพลาสติกในดินตะกอนโดยใช้ดัชนีภาระมลพิษ (pollution load index : PLI) พบว่ามีค่าดัชนีภาระมลพิษเฉลี่ย 2.63 ± 1.19 จัดอยู่ในระดับมลพิษระดับที่ 1 คือ มีอันตรายน้อย (ตารางที่ 4.23) และ (ภาพที่ 4.24)

ตารางที่ 4.23 ดัชนีภาระมลพิษและระดับมลพิษของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบ

จุดเก็บตัวอย่าง	ดัชนีภาระมลพิษ	ระดับมลพิษ
1	3.69	1
2	3.12	1
3	1.40	1
4	2.42	1
5	3.42	1
6	1.97	1
7	2.42	1
8	2.42	1
9	0.00	1
10	2.79	1
11	5.03	1
12	2.42	1
13	3.42	1
14	0.00	1
15	3.12	1
16	1.40	1
17	1.97	1
18	1.40	1
19	2.42	1
20	2.42	1
ค่าเฉลี่ย	2.63 ± 1.19	1



ภาพที่ 4.24 ดัชนีภาวะมลพิษ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์ และการกระจายตัวของหอยกาน้ำจืดในแม่น้ำอิง พื้นที่จังหวัดพะเยาและจังหวัดเชียงราย พบหอยกาน้ำจืดทั้งหมด 2 วงศ์ 7 สกุล 13 ชนิด ประกอบด้วยหอยวงศ์ Cyrenidae ได้แก่ *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula lydigiana* และ *Corbicula moreletiana* และหอยวงศ์ Unionidae ได้แก่ *Ensidens ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryoconcha exilis compressa*, *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Pseudodon inoscularis cumingi*, *Monodontina cambodjensis*, *Monodontina vondembuschiana*, *Scabies crispata*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* โดยมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 ± 0.54 ตัวต่อตารางเมตร มีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 49.96 ± 55.63 กรัมต่อตารางเมตร พบหอยกาน้ำจืดชนิด *Uniandra contradens rustica* เป็นชนิดเด่น มีอัตราการปรากฏและความถี่สัมพัทธ์ร้อยละ 75 มีความชุกชุมสัมพัทธ์ร้อยละ 23 ผลการวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ทางนิเวศวิทยา มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ± 0.37 ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 1.13 ± 0.42 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอเฉลี่ยเท่ากับ 0.74 ± 0.20 พบการกระจายตัวสม่ำเสมอสูงในแม่น้ำอิงตอนล่าง และมีค่าความหลากหลายเบต้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.76 ± 0.09 ผลการจัดกลุ่มหอยที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง สามารถจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันได้ 3 กลุ่ม สัมพันธ์กับการแบ่งแม่น้ำอิงออกเป็น 3 ตอน โดยมีค่า Bray-curtis similarity index อยู่ในช่วงร้อยละ 40-100 ผลการตรวจหาไมโครพลาสติกที่มีการปนเปื้อนในดินตะกอนของแม่น้ำอิงจากการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 20 จุด พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกร้อยละ 90 ของตัวอย่าง พบไมโครพลาสติกเฉลี่ย 39.44 ± 33.13 (11.11-144.44) ชิ้นต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง รูปร่างไมโครพลาสติกที่พบมี 3 รูปแบบ ได้แก่ เส้นใย แผ่นฟิล์ม และรูปร่างไม่แน่นอน โดยพบไมโครพลาสติกแบบเส้นใยมากที่สุด ร้อยละ 97.18 และพบสีไมโครพลาสติกทั้งหมด 8 สี ได้แก่ สีส้ม สีขาว สีฟ้า สีม่วง สีนํ้าเงิน สีชมพู สีแดง และสีนํ้าตาล โดยพบสีขาวมากที่สุด ร้อยละ 53.52

อภิปรายผล

การศึกษาความหลากหลายชนิดพันธุ์ และการกระจายตัวของหอยกาน้ำจืดในแม่น้ำอิง พบหอยทั้งหมด 2 วงศ์ 7 สกุล 13 ชนิด ประกอบด้วยหอยวงศ์ Cyrenidae ได้แก่ *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula lydigiana* และ *Corbicula moreletiana* และหอยวงศ์ Unionidae ได้แก่ *Ensidents ingallsianus ingallsianus*, *Pilsbryoconcha exilis compressa*, *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Pseudodon inoscularis cumingi*, *Monodontina cambodjensis*, *Monodontina vondembuschiana*, *Scabies crispata*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* ซึ่งหอยที่พบเหล่านี้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี หอยกาน้ำจืดสามารถฝังตัวในพื้นผิวที่อ่อนนุ่มและยึดเกาะพื้นผิวได้หลากหลาย และพบการแพร่กระจายทั่วพื้นที่ในประเทศไทย (สมพิศ ตามสัง และคณะ, 2552) ในรายงานการสำรวจจากเอกสารทางวิชาการและตัวอย่างหอยกาน้ำจืดเก็บได้ตามพิพิธภัณฑ์ของหน่วยงานต่าง ๆ พบความหลากหลายของหอยกาน้ำจืดในจังหวัดเชียงราย 7 ชนิด ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการสำรวจในแม่น้ำอิง พบหอยชนิดพันธุ์เดียวกัน 3 ชนิด คือ *Pseudodon cambodjensis cambodjensis*, *Monodontina vondembuschiana* และ *Uniandra contradens rustica* (Nabhitabhata et al., 2009) และจากการสำรวจหอยกาน้ำจืดของไทยตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั่วประเทศไทยในปี พ.ศ. 2546-2549 โดยสำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด พบหอยกาน้ำจืด 6 อันดับ 7 วงศ์ 21 สกุล 72 ชนิด โดยพบว่าหอยกาน้ำจืดบางชนิดสามารถพบได้ทุกสภาพแหล่งน้ำ ซึ่งแสดงว่าเป็นหอยที่สามารถอยู่ได้ทั้งน้ำนิ่งและน้ำไหล (จุฑามาศ จิवालักษณ์ และคณะ, 2550) ในรายงานการศึกษาชนิด สันฐานวิทยา และการกระจายตัวของหอยกาน้ำจืดสกุล *Pilsbryoconcha* และ *Pseudodon* ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยศุภัสสร ภูเงินทุ่ง และบังอร กองอิม (2558) พบหอยกาน้ำจืดสกุล *Pilsbryoconcha* จำนวน 2 ชนิด และหอยกาน้ำจืดสกุล *Pseudodon* จำนวน 5 ชนิด ซึ่งหอยกาน้ำจืดที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นชนิดพันธุ์เดียวกับที่สำรวจพบในแม่น้ำอิงครั้งนี้จำนวน 3 ชนิด คือ *Pilsbryoconcha exilis compressa*, *Pseudodon cambodjensis cambodjensis* และ *Pseudodon inoscularis cumingi* ซึ่งหอยกาน้ำจืดทั้ง 3 ชนิดนี้ พบได้ในลุ่มน้ำทุกภาคของประเทศไทย (จุฑามาศ จิवालักษณ์ และคณะ, 2550)

ผลการวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้ทางนิเวศวิทยาของหอยกาน้ำจืดที่สำรวจพบ พบว่ามีค่าความหนาแน่นของหอยกาน้ำจืดเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 ± 0.54 ตัวต่อตารางเมตร มวลชีวภาพของหอยกาน้ำจืดเฉลี่ยเท่ากับ 49.96 ± 55.63 กรัมต่อตารางเมตร โดยค่าความหนาแน่นและมวลชีวภาพขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมในจุดเก็บตัวอย่างนั้น ๆ เช่น พื้นที่แม่น้ำอิงประสบปัญหาการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำ การขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรม การขุดลอกหน้าดิน และการสร้างฝาย

กันแม่น้ำอิง ที่อาจส่งผลต่อการดำรงชีวิตของหอยกาบน้ำจืดในบริเวณนั้น (สร้อยสุรีย์ ศรีเมือง, 2559) อัตราการปรากฏและความถี่สัมผัสของหอยกาบน้ำจืดพบว่าหอยชนิด *Uniandra contradens rustica* มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 อยู่ในเกณฑ์ที่พบบ่อย และหอยชนิด *Pseudodon inoscularis cumingi* มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 5 อยู่ในเกณฑ์ที่พบได้น้อยมาก โดยอัตราการปรากฏและความถี่สัมผัสของหอยกาบน้ำจืดแต่ละชนิดแตกต่างกัน เนื่องจากสภาพแวดล้อมของจุดเก็บตัวอย่างแตกต่างกัน ซึ่งหอยกาบน้ำจืดเป็นสัตว์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม จึงปรากฏหอยบางชนิดพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ไม่เหมือนกัน (สหทยา วิเศษ, 2566) ความชุกชุมสัมผัสของหอยกาบน้ำจืดพบว่าหอยชนิด *Corbicula moreletiana* มีความชุกชุมสัมผัสมากที่สุดร้อยละ 23 และหอยชนิด *Pseudodon inoscularis cumingi* มีความชุกชุมสัมผัสน้อยที่สุดร้อยละ 0.04 โดยความชุกชุมของหอยกาบน้ำจืดแต่ละชนิดแตกต่างกันในแต่ละสภาพแวดล้อม เนื่องจากหอยกาบน้ำจืดสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และแพร่กระจายได้อย่างกว้างขวาง และมีปริมาณมากอยู่หลายชนิด (จุฑามาศ จิวลักษณ์ และคณะ, 2550)

ผลการศึกษาดัชนีบ่งชี้ทางนิเวศวิทยาของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบในพื้นที่แม่น้ำอิงพบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ และดัชนีความสม่ำเสมอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ± 0.37 , 1.13 ± 0.42 และ 0.74 ± 0.20 ตามลำดับ โดยค่าดัชนีความหลากหลายที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแตกต่างกันอาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน และค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างแตกต่างกันเนื่องจากในแต่ละพื้นที่มีจำนวนชนิดและสัดส่วนของจำนวนตัวแต่ละชนิดไม่เท่ากัน และลักษณะพื้นที่หรือสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน (ณัฐวุฒิ จันทร์เหล็ก และคณะ, 2561) ทั้งนี้ เมื่อแบ่งแม่น้ำอิงออกเป็น 3 ตอน คือ แม่น้ำอิงตอนบน แม่น้ำอิงตอนกลาง และแม่น้ำอิงตอนล่าง พบว่ามีค่าดัชนีความหลากหลายเฉลี่ยเท่ากับ 0.65 ± 0.44 , 0.90 ± 0.39 และ 1.07 ± 0.25 ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 0.72 ± 0.49 , 1.16 ± 0.33 และ 1.37 ± 0.31 ตามลำดับ และค่าดัชนีความสม่ำเสมอเฉลี่ยเท่ากับ 0.51 ± 0.35 , 0.75 ± 0.12 และ 0.84 ± 0.06 ตามลำดับ โดยหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิงมีการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม พบว่าในพื้นที่แม่น้ำอิงตอนล่างมีการกระจายตัวสม่ำเสมอมากกว่าพื้นที่แม่น้ำอิงตอนกลาง และตอนบน โดยบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนล่างมีสภาพแม่น้ำกว้างและมีป่าบริเวณริมฝั่งแม่น้ำแน่นหนากว่า (สร้อยสุรีย์ ศรีเมือง, 2559) โดยทั่วไปแล้ววงจรชีวิตของหอยกาบน้ำจืดระยะตัวอ่อนหรือระยะไกลเคิเดียวจะไหลไปตามกระแสน้ำ เป็นปรสิตอาศัยอยู่ในเหงือกและครีบของปลาน้ำจืด จนเกิดการเปลี่ยนรูปร่างไปเป็นลักษณะเหมือนพ่อแม่แล้วจึงหลุดจากตัวปลาตกลงสู่พื้นท้องน้ำ และไหลไปกับกระแสน้ำจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ ส่งผลให้แม่น้ำอิงตอนล่างซึ่งเป็นปลายน้ำพบหอยกาบน้ำจืดกระจายตัวอยู่ทั่วทั้งบริเวณอย่างสม่ำเสมอมากกว่าแม่น้ำอิงตอนกลางและแม่น้ำอิงตอนบน (จุฑามาศ จิวลักษณ์ และคณะ, 2550; Sun et al., 2019)

ผลการวิเคราะห์การแยกส่วนความหลากหลายเบต้า โดยใช้ดัชนีความหลากหลายเบต้าของซอเรนเซน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.76 ± 0.09 การวิเคราะห์ดัชนีของซิมป์สันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.72 ± 0.10 และการวิเคราะห์ดัชนีของบาเซลกามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.04 ± 0.02 ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการหมุนเวียนของชนิดพันธุ์เนื่องจากความแตกต่างขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ระหว่างสองพื้นที่ โดยผลการวิเคราะห์เป็นตัวชี้วัดความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ถือว่าเป็นผลจากกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติที่ทำให้เกิดการสูญพันธุ์และการกำเนิดของสายพันธุ์ใหม่ เป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่ออยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป (คัตคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ และณภัทร ดนัย, 2563) จากผลการวิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพของหอยกาน้ำจืดมีความแตกต่างชนิดพันธุ์ในการเปลี่ยนแปลงการสลับพื้นที่ของหอยกาน้ำจืดสูง โดยมีความแตกต่างกันตามอิทธิพลของพื้นที่ศึกษาหรือจุดเก็บตัวอย่าง เนื่องจากแม่น้ำอิงเป็นแม่น้ำสายหลักที่ใช้ในการทำเกษตรกรรม และการทำประมง จึงอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำแตกต่างกันในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (สายัณห์ ขำมหนึ่ง และคณะ, 2558) ซึ่งอาจส่งผลให้หอยกาน้ำจืดได้รับผลกระทบจากปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากมลพิษในระบบนิเวศแหล่งน้ำต่าง ๆ (Panha, 1992) ทำให้หอยกาน้ำจืดหลายชนิดลดจำนวนลง หรือหายไปจากระบบนิเวศแหล่งน้ำในบางพื้นที่ (Panha, 1990)

ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มโครงสร้างของประชาคมหอยกาน้ำจืดในแม่น้ำอิง มีค่าดัชนีความคล้ายคลึง Bray-curtis similarity index อยู่ในช่วงร้อยละ 40-100 สามารถแบ่งกลุ่มประชาคมหอยกาน้ำจืดได้ 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 9, 11 13 และ 15 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 8, 14, 16, 17, 18 และ 19 และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 5, 6, 7 และ 10 และในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4, 12 และ 14 ไม่มีความคล้ายคลึงกันของประชาคมหอยกาน้ำจืด ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของหอยกาน้ำจืดสามารถบ่งบอกถึงสภาพแวดล้อมในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างว่ามีสภาพแวดล้อมหลายประการที่ใกล้เคียงกัน (อรรถพล โลภิตสถาพร และวรมิตร ศิลปะชัย, 2548) สังเกตได้จากสภาพแวดล้อมในพื้นที่แม่น้ำอิงตอนบน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4) โดยรอบเป็นพื้นที่การเกษตรอยู่ห่างจากชุมชน ขณะที่สภาพแวดล้อมแม่น้ำอิงตอนกลาง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 5-13) ไหลผ่านชุมชนและโดยรอบเป็นพื้นที่การเกษตร ลำน้ำมีขนาดเล็ก และมีการสร้างฝายกั้นลำน้ำอิงตอนกลางจำนวน 14 ฝาย และสภาพแวดล้อมในพื้นที่แม่น้ำอิงตอนล่าง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 14-20) อยู่ไกลจากพื้นที่การเกษตรและแหล่งชุมชน ลำน้ำมีขนาดกว้าง จึงอาจได้รับผลกระทบจากภาวะมลพิษน้อยกว่าแม่น้ำอิงตอนบน และแม่น้ำอิงตอนกลาง

ผลการประเมินสถานะการอนุรักษ์หรือสถานะชนิดพันธุ์ของหอยกาน้ำจืดตามบัญชีแดง IUCN พบสถานะชนิดพันธุ์ของหอยกาน้ำจืดส่วนใหญ่อยู่ในสถานะเป็นกังวลน้อยที่สุด คือ เป็นชนิดพันธุ์ที่ยังไม่ถูกคุกคาม 10 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lamarckiana*, *Corbicula moreletiana*, *Ensidents ingallsianus*, *ingallsianus*, *Monodontina combodjensis*, *Monodontina*

vondembuschiana, *Pilsbryoconcha exilis compressa*, *Scabies crispata*, *Uniandra contradens ascia*, *Uniandra contradens fischeriana* และ *Uniandra contradens rustica* อยู่ในสถานะชนิดพันธุ์ที่มีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะวิเคราะห์ถึงความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ 2 ชนิด ได้แก่ *Corbicula lydigian* และ *Pseudodon cambodjensis cambodjensis* และอยู่ในสถานะชนิดพันธุ์ที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ได้แก่ *Pseudodon inoscularis cumingi* ปัจจุบันจากการรายงานของ IUCN พบว่าหอยกาบน้ำจืดหลายชนิดในสกุล *Pilsbryoconcha* และ *Pseudodon* พบน้อยมากและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เช่น *Pilsbryoconcha exilis* และ *Pseudodon vondembuschianus* อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของแหล่งน้ำทำให้มีผลกระทบต่อความหลากหลายชนิดของหอยกาบน้ำจืด ทำให้สถานะภาพของหอยเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ นอกจากนี้ จากการศึกษาความหลากหลายของหอยกาบน้ำจืดในภาคเหนือและความหลากหลายของหอยกาบน้ำจืดในจังหวัดเชียงราย พบว่า มีรายงานหอยกาบน้ำจืด 17 ชนิด และ 7 ชนิด ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในวงศ์ Unionidae โดยมีการประเมินสถานะชนิดพันธุ์ของหอยกาบน้ำจืดที่สำรวจพบ พบว่าหอยกาบน้ำจืดที่อยู่ในสถานะมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ 2 ชนิด คือ หอยกาบชนิด *Chamberlainia hainesiana* และ *Hyriopsis (Limnoscapha) desowitzi* (Nabhitabhata et al., 2009) ซึ่งจากการประเมินหอยทั้ง 2 ชนิดนี้ ที่อยู่ในสถานะมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์อาจเนื่องมาจากมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมสูง

การตรวจวิเคราะห์ไมโครพลาสติกในดินตะกอนของแม่น้ำอิง จากการเก็บตัวอย่างดินตะกอนทั้งหมด 20 จุด พบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกร้อยละ 90 ของตัวอย่างทั้งหมด จำนวนไมโครพลาสติกที่พบอยู่ในช่วง 11.11-144.44 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง มีค่าเฉลี่ย 39.44 ± 33.13 ชิ้นต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในดินตะกอนจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง บริเวณท่าพระจันทร์ พบว่ามีไมโครพลาสติกในดินตะกอนเฉลี่ย 91 ± 13 ชิ้นต่อกิโลกรัม (Ta and Babel, 2020a) และการศึกษาปนเปื้อนไมโครพลาสติกในเขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา พบจำนวนไมโครพลาสติกในดินตะกอนเฉลี่ย 39 ± 14 ชิ้นต่อกิโลกรัม (Ta and Babel, 2020b) โดยทั้งสองรายงานมุ่งเน้นทำการศึกษการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งพบว่าการปนเปื้อนไมโครพลาสติกมากกว่าในแม่น้ำอิงที่พบในการศึกษครั้งนี้ สาเหตุอาจมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแหล่งรวมน้ำจืดจากหลายแม่น้ำผ่านพื้นที่ชุมชนและกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงพื้นที่การเกษตร ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้มีการสะสมของไมโครพลาสติกมากกว่า ในขณะที่รายงานการศึกษาของ Kongkamee et al. (2024) ซึ่งศึกษการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในแม่น้ำน่าน ในเขตจังหวัดน่าน พบไมโครพลาสติกในดินตะกอนเฉลี่ย 24.67 ชิ้นต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาในแม่น้ำอิง เนื่องจากเป็นพื้นที่ต้นน้ำเช่นกัน จึงอาจมีการสะสมไมโครพลาสติกในปริมาณที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำที่อยู่บริเวณปลายน้ำในกลุ่มน้ำต่าง ๆ

ผลการจำแนกรูปร่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในดินตะกอน พบรูปร่างของไมโครพลาสติก 3 รูปแบบ ได้แก่ เส้นใย แผ่นฟิล์ม และรูปร่างไม่แน่นอน โดยพบไมโครพลาสติกรูปร่างแบบเส้นใยมากที่สุด ร้อยละ 97.18 และพบไมโครพลาสติกรูปร่างแผ่นฟิล์มและรูปร่างไม่แน่นอนมีจำนวนเท่ากันคือ ร้อยละ 1.41 เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Ta and Babel (2020a) ที่ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง บริเวณท่าพระจันทร์ พบรูปร่างไมโครพลาสติกส่วนใหญ่เป็นเส้นใย (ร้อยละ 67) และแบบชิ้นส่วนพลาสติก (ร้อยละ 33) และการศึกษาปนเปื้อนของไมโครพลาสติกที่ในเขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา พบรูปร่างไมโครพลาสติกแบบเส้นใยมากที่สุด ร้อยละ 42.8 (Ta and Babel, 2020b) เช่นเดียวกับการศึกษาการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในแม่น้ำน่าน ในเขตจังหวัดน่าน พบรูปร่างไมโครพลาสติกแบบเส้นใยมากที่สุด (ร้อยละ 53.99) รองลงมา คือ ชิ้นส่วนพลาสติก (ร้อยละ 35.58) (Kongkamee et al., 2024) จากงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่ารูปร่างของไมโครพลาสติกที่พบส่วนใหญ่เป็นแบบเส้นใย เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ การที่พบเส้นใยมากนั้นอาจเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์และกิจกรรมอุตสาหกรรม เช่น การซักผ้าที่หลุดออกระหว่างการซัก การทอผ้า หรือในโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับการผลิตพวกเส้นใยหรือชิ้นส่วนของพลาสติกหลุดไปในสิ่งแวดล้อม (Ta and Babel, 2020a) ในการศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในดินตะกอนของแม่น้ำอิง พบไมโครพลาสติกแบบเส้นใยมากที่สุดเช่นเดียวกันอาจเนื่องด้วยบริเวณโดยรอบของแม่น้ำอิงมีแหล่งชุมชนมีการทำกิจกรรม มีการทำการเกษตรและการประมง ทำให้มีการพบไมโครพลาสติกแบบเส้นใยมากที่สุด

ผลการจำแนกสีไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในดินตะกอน พบทั้งหมด 8 สี ได้แก่ สีขาว สีฟ้า สีน้ำเงิน สีม่วง สีชมพู สีแดง และสีน้ำตาล โดยพบสีขาวมากที่สุด (ร้อยละ 53.25) รองลงมา คือ สีน้ำเงิน (ร้อยละ 29.58) สีม่วง (ร้อยละ 8.45) สีชมพู และสีน้ำตาลในปริมาณที่เท่ากัน (ร้อยละ 1.41) เมื่อพิจารณาตามจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (บ้านต๋มไร่ ตำบลท่าจำปี อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา) พบสีไมโครพลาสติกมีความหลากหลายมากที่สุดโดยพบทั้งหมด 5 สี คือ สีขาว สีแดง สีชมพู และสีม่วง เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง บริเวณท่าพระจันทร์ พบสีไมโครพลาสติก 4 สี ได้แก่ สีขาว สีฟ้า และสีดำ โดยพบสีขาวมากที่สุด (Ta and Babel, 2020a) และการศึกษาปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในเขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา พบไมโครพลาสติกสีขาวมากที่สุด (ร้อยละ 51) โดยเป็นพลาสติกชนิดโพลิโพรพิลีน (Polypropylene) และโพลิเอทิลีน (Polyethylene) (Ta and Babel, 2020b) ในขณะการศึกษาครั้งนี้พบการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสีขาวมากที่สุด การที่พบสีไมโครพลาสติกสีขาวมากที่สุดเนื่องจากเส้นใยที่ทำมาจากพลาสติกสังเคราะห์ มักเป็นสีขาวที่หลุดออกมาระหว่างการซักล้าง หรือเกิดจากการใช้พลาสติกที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์มักเป็นสีขาว โดยพลาสติกที่พบมากที่สุดจะเป็นพวกกล่องโฟมใส่อาหาร ข้อนพลาสติก ถุงพลาสติกใสและสีขาว อีกทั้งพลาสติกสีขาว

เป็นพลาสติกที่มีการผ่านระบบการรีไซเคิลได้น้อยจึงมักเสื่อมสภาพได้เร็วเมื่อโดนแสง ความร้อน และสภาพของอากาศ จึงทำให้กลายเป็นไมโครพลาสติกได้ง่ายกว่าสีอื่น ๆ (Ta and Babel, 2020a; Kongkamee et al., 2024) และจากงานวิจัยข้างต้น พบการปนเปื้อนของสีไมโครพลาสติกที่คล้ายกันอีกทั้งแม่น้ำอิงในบางจุดมีการทำฝายชะลอน้ำโดยใช้กระสอบพลาสติกและมีการทำประมงโดยใช้กระชังจากพลาสติก จึงอาจทำให้พบไมโครพลาสติกสีขาวมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาความหลากหลายของหอยกาบน้ำจืดระหว่างพื้นที่หน้าฝายและท้ายฝายกั้นลำน้ำอิง เพื่อติดตามผลกระทบจากการสร้างฝายต่อความหลากหลายและการกระจายตัวของหอยกาบน้ำจืด
2. ควรศึกษาความหลากหลายของหอยกาบน้ำจืดอย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการเฝ้าระวังและติดตามหอยกาบน้ำจืดที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์
3. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องถิ่นที่อยู่อาศัยย่อย เพื่อติดตามการถูกคุกคามของหอยกาบน้ำจืด
4. ควรศึกษาการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำอิงในด้านต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อหอยกาบน้ำจืด
5. ควรศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในมวลน้ำประกอบกับการศึกษาในดินตะกอน

บรรณานุกรม

- คัดค้านัฐ ชื่นวงศ์อรุณ และณภัทร ดนัย. (8 สิงหาคม 2563). ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity). NHThai. <https://www.nationalgeographic.org>
- จินตมาศ ศิลปะพรหมมาศ. (2557). ไมโครพลาสติก (Microplastic): ปัญหาในห่วงโซ่อาหาร. สืบค้นเมื่อ 21 เมษายน 2564, จาก www.reo4.mnre.go.th.
- จุฑามาศ จิवालักษณ์, พิชิต พรหมประศรี และอรภา นาคจินดา. (2550). หอยกาบน้ำจืดของไทย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จิรศักดิ์ สุจริต. (2558). อนุกรมวิธานของหอยกาบน้ำจืดวงศ์ Unionnidae และสำรวจหอยทากบกในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวิน รวีทิวกุล. (17 มีนาคม 2553). อันตรายจากไมโครพลาสติก. www.honestdocs.co/microplastic-effect-on-humans
- ชัตนารี มีสุขโข. (2539). คาร์ิโอไทป์ของหอยกาบน้ำจืดวงศ์ Amblemidae ที่พบในลุ่มน้ำยมและน่าน [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐพงศ์ พนาพุฒิกุล. (2555). โครงการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามจากวัสดุจากเปลือกหอย. [วิทยานิพนธ์ศิลปมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณรงค์กร มโนจันทร์เพ็ญ. (17 มีนาคม 2567). ตรวจพบไมโครพลาสติกในอุจจาระมนุษย์ทั่วโลกเป็นครั้งแรก. thestandard.co/microplastics-human-waste-study/
- ณัฐวารี น้อยบุญญะ. (18 มิถุนายน 2560). “ไมโครพลาสติก” สิ่งเล็ก ๆ ใกล้เคียงตัวเรา. <http://www.oie.go.th>
- ณัฐวุฒิ จันทร์เหล็ก, พรพิมล เชื้อดวงผุย และนุชนาถ คงช่วย. (2561). ความหลากหลายชนิดของหอยทะเลบริเวณอ่าวบุญคง อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง. การประชุมวิชาการการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ, 5, 39-50. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ไทยรัฐออนไลน์. (17 มีนาคม 2562). มาเริ่มถึงปลาหู ไมโครพลาสติก ขยะพิษจิ๋ว 1 ปี คนไทยกลืนกินเท่าบัตรเครดิต. www.thairath.co.th/scoop/1658583
- บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. (2540). สัตววิทยาปฏิบัติการ (พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ปิติพงษ์ ธาระมนต์, สุหทัย ไพรสานท์กุล และนภาพร เสียดประถม. (2559). การปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในหอยสองฝาบริเวณชายหาดเจ้าหลาวและชายหาดคู้้งวิมาน จังหวัดจันทบุรี. *วารสารแก่นเกษตร*. 44(1), 738–744.
- เพ็ญศิริ เอกจิตต์ และ สิริวรรณ รวมแก้ว. (2562). ขยะไมโครพลาสติกบริเวณชายหาดฝั่งตะวันตก จังหวัดภูเก็ต. *วารสารสิ่งแวดล้อม*, 23(2), 1-8.
- ราตรี ภารา. (2540). *ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์โรงพิมพ์อักษรพัฒนา.
- ลักษณ์ อินทร์นุ่น. (2557). การใช้หอยกาบน้ำจืด *Chamberlainia hainesiana* เพื่อการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบางประการ: กรณีศึกษาในแม่น้ำตาปีบริเวณ ตำบลท่าข้าม ตำบลเขาหัวควาย อำเภอพนมพิณ และคลองศกบริเวณ ตำบลคลองศก อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ศิลาวุธ ดำรงศิริ และเพ็ญรัตน์ จันทน์ภักดิ์. (2562). ไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค. *วารสารสิ่งแวดล้อม*, 23(2), 1-11.
- ศุภัสสร ภูเงินทุ่ง และบังอร กองอิม. (2558). ชนิด สัตว์น้ำจืด และการกระจายของหอยกาบน้ำจืดสกุล *Pilsbryconcha* และ *Pseudodon* ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 11, 1-7.
- สายัณห์ ขำหนึ่ง, สหทัย วิเศษ, ชีระพงศ์ โพธิ์มั่น, สมเกียรติ เชื้อนเชียงสา, พิศณุกรณ์ ดีแก้ว และประภาภรณ์ แปงเขียว. (2558). *วังสวนในลุ่มน้ำอิง*. สำนักพิมพ์สหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและทรัพยากรธรรมชาติ (IUCN).
- สุชาติ อุปลัมภ์, มาลียา เครือตาชู, เยาวลักษณ์ จิตราวมวงศ์ และศิริวรรณ จันทะมัย. (2538). *สังขวิทยา*. ศักดิ์โสภารพิมพ์.
- สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ, อาทิตย์ เพ็ชรรักษ์, เจนยุกต์ โล้วชินทร์ และจรงค์ ผลประเสริฐ. (2562). มลสารไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำเสียดิบและระบบ. *วารสารสิ่งแวดล้อม*, 23(1), 1–10.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2560). *โครงการรวบรวมและสืบค้นบทความวิจัยด้านผลกระทบของพลาสติกที่ย่อยสลายต่อสัตว์หรือพืชทะเล*. กรุงเทพมหานคร.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลนและคณะเทคโนโลยีทางทะเลมหาวิทยาลัยบูรพา. (2557). *รายงานการสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเล ประเภทไมโครพลาสติก*. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.
- สภาประชาชนลุ่มน้ำอิง. (27 มิถุนายน 2567). *ทรัพยากรน้ำ*. <http://www.ingcouncil.org/index.php/data-ing/resource-water>

- สมเกียรติ เชื้อนเชียงสา. (12 กันยายน 2563). *สถานภาพแม่น้ำอิง*. Transborder news.transbordernews.in.th/home/?p=25842
- สมศักดิ์ ระย่น, สุกัญญา คำหล้า, อมรรัตน์ รังสิวิวัฒน์ และบุญทิวา ขาดิขานี. (2564). ความหลากหลายชนิดของหอยสองฝาจำพวกน้ำจืดในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร. *วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี*, 2(2), 12-19
- สมพิศ ตามสั่ง, สมศักดิ์ ระย่น และจารุวัฒน์ เครือศรี. (2552). ความถี่ในการวางไข่ของหอยกาบน้ำจืดชนิด *Pseudodon vondembuschinus*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- สร้อยสุรีย์ ศรีเมือง. (12 มีนาคม 2559). *พื้นที่และวิถีชีวิตลุ่มน้ำอิง*. มุลนิธิเล็ก-ประไพ วิริยะพันธุ์. <https://lek-prapai.org/home/view.php?id=545>
- สหทัย วิเศษ. (17 มีนาคม 2567). *บริบทลุ่มน้ำอิง*. The center for people and forests.archive.r ecoftc.org
- อุทัยวรรณ โกวิทวที. (2557). *ชีววิทยาของหอยกาบน้ำจืด* (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Barnes, D. K .A., F. Galgani, Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 1985–1998.
- Baselga, A. (2010). Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 134-143.
- Blettler, M. C. M., Ulla, M. A., Rabuffetti, A. P., & Garelo, N. (2017). Plastic pollution in freshwater ecosystems: macro-, meso-, and microplastic debris in a floodplain lake. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(581).
- Brandt, R. A. M. (1974). The non-marine aquatic Mollusca of Thailand. *Arch. Moll*, 105, 1-423.
- Brewer, R. (1994). *The science of ecology* (2nd ed). Saunders College.
- Calderon, E. A., Hansen, P., Rodríguez, A., Blettler, M. C. M., Syberg, K., & Khan, F. R. (2019). Microplastics in the digestive tracts of four fish species 6 from the Ciénaga Grande de Santa Marta estuary 7 in Colombia. *Water, Air, and Soil Pollution*, 230(257).
- Chanpiwat, P., & Damrongsiri, S. (2021). Abundance and characteristics of microplastics in freshwater and treated tap water in Bangkok, Thailand. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(258).

- Chantima, K., Suk-ueng, K., Intep, P., & Vittayapadung, S. (2023). First evidence of microplastics ingestion by freshwater fishes from Nong Luang wetland (Chiang Rai, Thailand). *Sains Malaysiana*, 52(9), 2471-2483.
- Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (1994). *Change in marine community: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory.
- Cummings K. S., Jones, H. A., & Lopes-Lima, M. (2016). *Rapid bioassessment methods for freshwater molluscs*. In: Larsen, T. H. (ed). Core standardized methods for rapid biological field assessment. Conservation International, Arlington, (pp 185–207).
- Dodson, Z. G., Shotorban, A. K., Hatcher G. P., Waggoner, C. D., Ghosal, S., & Noffke, N. (2020). Microplastic fragment and fiber contamination of beach sediments from selected sites in Virginia and North Carolina, USA. *Marine Pollution Bulletin*, 151, Article 110869.
- Doucet, C. V., Labaj, A. L., & Kurek, J. (2021). Microfiber content in freshwater mussels from rural tributaries of the Saint John River, Canada. *Water, Air, and Soil Pollution*, 232(32).
- Giraff.io. (18 มิถุนายน 2561). *WWF เตือน ไมโครพลาสติกภัยร้าย คุณภาพทะเลเมดิเตอร์เรเนียน*. <https://www.springnews.co.th/global/280689>.
- Graf, D. L. & Cummings, K. S. (2006). Palaeoheterodont diversity (Mollusca: Trigonioidea+Unionoidea): what we know and what we wish we knew about freshwater mussel evolution. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 148, 343-394.
- Greenberg, A. E., Clesceri, L. S., & Eaton, A. D. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (20th ed.). American Public Health Association (APHA).
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46, 3060–3075.
- Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M., & Shaw, P. (2005). *Handbook of biodiversity methods: survey, evaluation and monitoring*. Cambridge University Press.

- Hillebrand, H. (2008). Dominance. In: Jorgensen, S. E., & Fath, B. (ed), *Encyclopedia of Ecology*. (pp. 938-944). Elsevier.
- Ilmi, F., Muntalif, B. S., Chazanah, N., & Sari, N. E. (2023). Microplastic risk assessment in river sediments along the cascading dam system (Case study: Midstream of the Citarum River, Indonesia). *Water, Air, and Soil Pollution*, 234, 358.
- Jeratthitikul, E., Paphatmethin, S., Sutcharit, C. Ngor, P. B. Inkhavilay, K., & Prasankok, P. (2022). Phylogeny and biogeography of Indochinese freshwater mussels in the genus *Pilsbryoconcha* Simpson, 1900 (Bivalvia: Unionidae) with descriptions of four new species. *Scientific Reports*, 12, 20458.
- Jeratthitikul, E., Paphatmethin, S., Zieritz, A., Lopes-Lima, M., & Ngor, P. B. (2021). *Hyriopsis panhai*, a new species of freshwater mussel from Thailand (Bivalvia: Unionidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 69, 124–136.
- Kamook, T. (18 มิถุนายน 2563). *คุณสมบัติพลาสติกวิศวกรรม*. <http://www.nttechplastic.com>.
- Kasamesiri, P., & Thaimuangphol, W. (2020). Microplastic ingestion by freshwater fish in the Chi River, Thailand. *International Journal of GEOMATE*, 18(67), 114-119.
- Koleff, P., Gaston, K. J., & Lennon, J. J. (2003). Measuring beta diversity for presence–absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72, 367-382.
- Kongkamee, K., Chaimee, A., Hinhumpatch, P., Kitreerawutiwong, N., Keanjoom, R., & Yasaka, S. (2024). Microplastic contamination in rivers: A survey from the Nan River, Thailand. *The Lancet Planetary Health*, 8(Supplement 1), S19.
- Kusmieriek, N., & Popiołek, M. (2020). Microplastics in freshwater fish from Central European lowland river (Widawa R., SW Poland). *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 11438–11442.
- Lennon, J. J., Koleff, P., Greenwood, J. J. D., & Gaston, K. J. (2001). The geographical structure of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology*, 70, 966-979.
- Lucas-Solis, O., Moulatlet, G. M., Guamangallo, J., Yacelga, N., Villegas, L., Galarza, E. et al. (2021). Preliminary assessment of plastic litter and microplastic contamination in freshwater depositional areas: The case study of Puerto Misahualli, Ecuadorian Amazonia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 107, 45-51.
- Matthies, M. (2011). Microplastics in oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1589-1591.

- McNeish, R. E., Kim, L. H., Barrett, H. A., Mason, S. A., Kelly, J. J., & Hoellein, T. J. (2018). Microplastic in riverine fish is connected to species traits. *Scientific Reports*, 8, 11639.
- Nabhitabhata, J., Nabhitabhata, J., Nateewathana, A., Sukhsangchan, C., Vidithayanon, C., Duangdee, T. et al. (2009). *Checklist mollusca fauna in Thailand: Cephalopods*. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning.
- Nakamura, K. H. (1985). A review of molluscan cytogenetic information based on the HISMOC-Computerized Index System for molluscan chromosomes. Bivalvia, Polyplacophora and Cephalopoda. *Japanese Journal of Malacology*, 44(3), 193-225.
- Nayeri, D., Mousavi, S. A., Almasi, A., & Asadi, A. (2023). Microplastic abundance, distribution, and characterization in freshwater sediments in Iran: a case study in Kermanshah city. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 49817–49828.
- Nel, H. A., Dalu, T., & Wasserman, R. J. (2018). Sinks and sources: assessing microplastic abundance in river sediment and deposit feeders in an austral temperate urban river system. *Science of the Total Environment*. 612, 950-956.
- Pan, Z., Liu, Q., Jiang, R., Li, W., Sun, X., Lin, H., Jiang, S., & Huang, H. (2021). Microplastic pollution and ecological risk assessment in an estuarine environment: The Dongshan Bay of China. *Chemosphere*, 26, 127876.
- Panha, S. (1990). The site survey and the study on reproductive cycles of freshwater pearl mussels in the Central Part of Thailand. *Japanese Journal of Malacology*, 49(3), 240-250.
- Panha, S. (1992). Infection experiment of the glochidium of a freshwater pearl mussel, *Hyriopsis limnoscapha myersiana* (Lea, 1856). *Japanese Journal of Malacology*, 51(4), 303-314.
- Panha, S., & Phansuwan, P. (1996). The influence of mantle and neurosecretory cells on pearl formation in *Chamberlainia hainsesiana* induced by nucleated technique. *Malacological Review*, 29, 113-129.

- Peng, G., Xu, P., Zhu, B., Bai, M., & Li, D. (2018). Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: a case study of risk assessment in mega-cities. *Environmental Pollution*, 234, 448–456.
- Pettingill, O. S. (1969). *A Laboratory and Field Manual of Ornithology* (7th ed). Minnesota: Burgess Publishing Company.
- Plastics Europe. (21 April 2015). Plastics– the facts 2015: An analysis of European plastics production, demand and waste data. www.plasticseurope.org/application/files/3715/1689/8308/2015plastics_the_facts_14122015.pdf
- Ranjani, M., Veerasingam, S., Venkatachalapathy, R., Mugilarasan, M., Bagaev, A., Mukhanov, V., & Vethamony, P. (2021). Assessment of potential ecological risk of microplastics in the coastal sediments of India: A meta-analysis. *Marine Pollution Bulletin*, 163, 111969.
- Rassam, H., Ghamizi, M., Benaissa, H., Clewing, C., & Albrecht, C. (2021). Diversity, distribution and conservation status. *Biodiversity Data Journal*, 9, 1-23.
- Scopetani, C., Chelazzi, D., Cincinelli, A., & Esterhuizen-Londt, M. (2019). Assessment of microplastic pollution: occurrence and characterisation in Vesijärvi lake and Pikku Vesijärvi pond, Finland. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(652).
- Simpson, G. G. (1943). Mammals and the nature of continents. *American Journal of Science*, 241(1), 1–31.
- Siwika, T. (18 มิถุนายน 2562). ไมโครบีคส์ (Plastic microbeads) คืออะไร ทำไมถึงห้ามใช้ พบในสินค้าไหนบ้าง. <https://promotions.co.th>
- Sørensen, T. A. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Biologiske Skrifter*, 5, 1–34.
- Sruthy, S., & Ramasamy, E. V. (2016). Microplastic pollution in Vembanad Lake, Kerala, India: The first report of microplastics in lake and estuarine sediments in India. *Environmental Pollution*, 222, 315-322.
- Sun, W., Liu, X., Wu, R., Wang, W., Wu, Y., Ouyang, S., & Wu, X. (2019). Declining freshwater mussel diversity in the middle and lower reaches of the Xin River Basin: Threat and conservation. *Ecology and Evolution*, 9, 14142–14153.

- Swennen, C., Moolenbeek, R.G., Ruttanadakul, N., Hobbelink, H., Dekker, H., & Hajisamae, S. (2001). The molluscs of the southern gulf of Thailand. *Thai Studies in Biodiversity*, 4, 1-2.
- Ta, A.T., & Babel, S. (2020a). Microplastic contamination on the lower Chao Phraya: Abundance, characteristics and interaction with heavy metals. *Chemosphere*, 257, 127234.
- Ta, A.T., & Babel, S. (2020b). Microplastics pollution with heavy metals in the aquaculture zone of the Chao Phraya River Estuary, Thailand. *Chemosphere*, 161(Part A), 111747.
- Tanaka, K., & Takada, H. (2016). Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters. *Scientific Reports*, 6, Article 3435.
- Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., & Jeffrey, D. W. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgoländer Meeresunters*, 33, 566–575.
- Toumi, H., Abidli, S., & Bejaoui, M. (2019). Microplastics in freshwater environment: the first evaluation in sediments from seven water streams surrounding the lagoon of Bizerte (Northern Tunisia). *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 14673–14682.
- Turner, S., Horton, A. A., Rose, N. L., & Hall, C. (2019). A temporal sediment record of microplastics in an urban lake, London, UK. *Journal of Paleolimnology*, 61, 449–462.
- Wang, J., Peng, J., Tan, Z., Gao, Y., Zhan, Z., Chen, Q., & Cai, L. (2017). Microplastics in the surface sediments from the Beijiang River littoral zone: composition, abundance, surface textures and interaction with heavy metals. *Chemosphere*, 171, 248–258.
- Wang, Z., Qin, Y., Li, W., Yang, W., Meng, Q., & Yang, J. (2019). Microplastic contamination in freshwater: first observation in Lake Ulansuhai, Yellow River Basin, China. *Environmental Chemistry Letters*, 17, 1821–1830.
- Washington, H. G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices. *Water Research*, 18(6), 653-694.

- Yuana, W., Liua, X, Wanga, W., Dia, M., & Wanga, J. (2019). Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 170, 180–187.
- Zhou, Z., Zhang, P., Zhang, G., Wang, S., Cai, Y., & Wang, H. (2021). Vertical microplastic distribution in sediments of Fuhe River estuary to Baiyangdian Wetland in Northern China. *Chemosphere*, 280, 130800.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

ตารางที่ ก.1 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Ensidents ingallsianus ingallsianus</i>	1	4.50	2.44	1.48	8.18
	2	4.45	1.96	1.34	6.77
<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	1	8.21	3.94	1.47	22.25
	2	7.37	3.41	1.41	18.04
	3	6.18	2.88	1.23	10.83
	4	7.22	3.44	1.47	18.38
	5	6.75	2.98	1.31	13.40
	6	6.26	3.04	1.40	13.00
	7	6.25	2.91	1.32	11.88
	8	5.92	2.68	1.11	7.96
	9	5.87	2.54	1.08	8.49
	10	6.21	2.91	1.21	10.77
	11	5.63	2.59	1.03	6.97
	12	5.60	2.37	0.98	6.50
	13	5.24	2.31	1.02	5.58
	14	5.87	2.32	0.93	7.31
	15	5.31	2.24	0.95	6.06
	16	4.94	2.25	0.97	4.88
	17	4.54	1.96	0.83	3.22
	18	3.99	1.70	0.77	2.64
<i>Monodontina vondembuschiana</i>	1	5.89	3.65	1.98	23.34
	2	3.63	2.36	1.31	6.44
	3	3.89	2.57	1.22	6.66
<i>Scabies crispata</i>	1	2.47	1.41	0.99	2.37
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	5.98	3.55	2.63	27.37
	2	6.46	3.90	3.02	34.11
	3	6.35	3.54	2.89	31.85
	4	2.68	3.44	2.69	26.22
	5	6.53	3.63	2.73	30.15
	6	5.82	3.34	2.55	24.14
	7	6.25	3.63	2.63	34.43
	8	5.87	3.81	2.84	30.73
	10	5.67	3.20	2.49	24.75
	11	6.02	3.26	2.67	24.53
	12	5.27	3.14	2.47	25.88
	13	5.26	3.24	2.42	18.81
	14	5.78	3.39	2.30	21.77
	15	5.46	3.12	2.05	24.02

ตารางที่ ก.1 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens ascia</i>	16	4.56	2.69	1.92	16.44
	17	4.77	2.80	2.07	11.71
	19	4.60	2.16	1.41	10.81
	17	4.77	2.80	2.07	11.94
	18	5.22	2.94	2.25	9.81
	19	4.60	2.16	1.41	10.23
	20	3.97	2.00	1.65	10.18
	21	3.88	2.13	1.32	9.17
	22	3.90	1.94	1.31	8.94
	23	3.82	1.89	1.52	8.10
	24	3.66	1.78	1.25	8.98
	25	3.45	1.84	1.16	8.72
	26	3.45	1.82	1.10	6.39
	27	3.13	1.44	0.80	6.06
	28	2.87	1.39	0.79	17.70
	29	2.53	1.08	0.52	10.81
	30	2.73	1.07	0.37	11.94
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	6.43	3.89	3.13	25.06
	2	6.87	4.15	3.20	26.58
	3	6.17	3.83	3.02	21.29
	4	6.47	4.02	3.01	26.42
	5	6.04	3.62	2.69	18.78
	6	5.40	3.38	2.48	12.85
	7	5.84	3.63	2.66	18.43
	8	6.48	3.87	2.96	26.61
	9	5.56	3.59	2.68	19.05
	10	5.78	3.56	2.65	17.04
	11	5.67	3.80	2.58	16.37
	12	5.70	3.41	2.52	15.49
	13	6.59	4.03	2.97	24.55
	14	6.92	3.79	2.87	22.37
	15	5.71	3.69	2.73	18.36
	16	5.94	3.59	2.91	18.95
	17	5.94	3.81	2.88	21.37
	18	5.68	3.37	2.60	15.91
	19	5.73	3.43	2.65	16.33
	20	5.12	3.19	2.55	11.98
	21	5.10	3.20	2.53	14.51

ตารางที่ ก.1 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniantra contradens rustica</i>	22	5.45	3.35	2.75	15.45
	23	5.10	3.22	2.33	11.19
	24	5.09	3.29	2.42	13.21
	25	4.46	2.36	2.33	11.15
	26	4.72	2.96	2.29	10.21
	27	4.51	2.98	2.24	8.54
	28	4.91	3.00	2.30	10.33
	29	5.02	3.20	2.34	11.36
	30	4.46	2.82	2.31	8.79

ตารางที่ ก.2 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Ensiden ingallsianus ingallsianus</i>	1	4.08	1.75	1.21	5.40
	2	4.29	1.67	1.25	6.04
	3	4.35	1.90	1.31	6.31
	4	4.21	1.80	1.14	5.54
	5	4.43	1.90	1.28	6.43
	6	4.05	1.76	1.25	5.72
	7	3.89	1.62	1.21	5.07
	8	3.57	1.46	1.00	3.03
	9	3.52	1.52	1.05	3.81
	10	3.72	1.65	1.14	4.12
	11	3.65	1.49	1.01	3.57
	12	3.50	1.58	1.01	3.35
	13	3.23	1.36	0.93	2.63
	14	3.30	1.30	0.95	2.81
	15	3.15	1.36	0.83	2.41
	16	3.25	1.30	0.90	2.62
	17	3.04	1.32	0.84	2.02
<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	1	7.46	3.48	1.46	19.44
	2	6.49	2.85	1.34	12.93
	3	6.64	3.15	1.25	12.46
	4	6.56	2.92	1.42	14.38
	5	5.91	2.57	1.08	8.45
	6	5.78	2.24	1.07	7.14
	7	5.03	2.20	0.80	4.76

ตารางที่ ก.2 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	8	4.31	1.70	0.70	2.83
<i>Monodontina vondembuschiana</i>	1	7.06	4.59	2.62	49.89
	2	4.28	2.61	1.38	8.76
	3	4.27	2.79	1.51	9.09
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	5.66	3.14	2.48	20.94
	2	5.44	3.29	2.37	19.78
	3	5.48	2.90	2.09	15.04
	4	5.09	2.74	2.08	13.37
	5	5.08	2.91	2.22	15.92
	6	5.32	3.12	2.31	18.06
	7	5.46	2.93	2.29	15.80
	8	4.96	3.01	2.24	14.26
	9	4.97	2.75	1.92	14.46
	10	4.54	2.72	1.94	12.24
	11	4.60	2.68	1.94	11.60
	12	4.40	2.52	1.84	9.90
	13	4.50	2.47	1.81	9.54
	14	4.09	2.39	1.67	7.41
	15	4.10	2.34	1.74	8.35
	16	3.91	2.18	1.55	5.89
	17	3.86	2.36	1.77	8.19
	18	3.96	2.42	1.81	8.43
	19	4.15	2.33	1.65	8.46
	20	4.23	2.46	1.73	8.57
	21	4.32	2.40	1.82	9.40
	22	3.82	1.15	1.55	4.69
	23	3.60	2.14	1.59	5.42
	24	3.69	2.19	1.55	5.45
	25	3.90	2.08	1.56	6.04
	26	3.64	2.06	1.46	5.16
	27	3.41	2.46	1.41	6.06
	28	3.56	2.04	1.46	4.77
	29	3.53	2.00	1.55	3.63
	30	3.36	1.70	1.37	3.88
	31	3.12	1.85	1.21	2.78
	32	2.87	1.67	1.18	2.62
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	5.89	3.27	2.37	19.77
	2	6.28	3.32	2.53	20.6

ตารางที่ ก.2 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens rustica</i>	3	5.83	3.20	2.34	19.94
	4	5.90	3.15	2.22	17.18
	5	5.79	3.32	2.30	24.43
	6	4.70	2.62	1.93	11.24
	7	4.70	2.76	2.02	13.65
	8	6.29	3.34	2.54	27.39
<i>Uniandra contradens rustica</i>	9	4.73	2.78	2.14	12.52
	10	5.39	2.96	2.23	19.07
	11	5.35	2.98	2.25	17.75
	12	5.21	2.86	2.26	15.41
	13	5.99	3.35	2.75	24.82
	14	5.13	2.81	2.23	16.11
	15	5.13	2.70	2.08	14.36
	16	5.16	2.95	2.27	15.76
	17	4.70	2.66	1.95	12.35
	18	5.57	2.99	2.15	16.87
	19	5.54	2.92	2.23	18.93
	20	5.35	2.96	2.25	12.20
	21	5.08	2.92	2.15	15.85
	22	5.43	2.97	2.27	19.46
	23	5.06	2.82	2.07	13.15
	24	5.37	2.82	2.10	15.73
	25	5.15	2.79	1.98	12.89
	26	5.07	2.80	2.28	15.10
	27	4.79	2.71	2.01	14.15
	28	3.86	2.33	1.63	7.51
	29	4.90	3.04	2.24	15.33
	30	5.02	2.86	1.96	14.56

ตารางที่ ก.3 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Ensidens ingallsianus ingallsianus</i>	1	2.71	1.24	0.79	1.81
<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	1	8.02	4.01	1.44	21.43
	2	7.40	3.33	1.47	17.44
	3	6.83	3.23	1.14	11.41
	4	5.99	2.67	1.12	8.63

ตารางที่ ก.3 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	5	6.08	3.03	1.03	10.23
	6	5.56	2.60	1.01	6.27
	7	4.11	1.86	0.71	2.71
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	2.64	1.71	1.05	2.74
	2	2.46	1.57	1.02	2.11

ตารางที่ ก.4 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Scabies crispata</i>	1	3.17	1.63	1.32	4.45
	2	3.00	1.57	1.22	3.87
	3	2.99	1.52	1.33	4.03
	4	2.97	1.50	1.15	3.79
	5	3.06	1.50	1.19	3.93
	6	2.89	1.45	1.12	3.23
	7	2.91	1.55	1.12	3.24
	8	2.67	1.50	1.07	3.14
	9	2.75	1.51	1.07	3.22
	10	2.84	1.49	1.18	3.26
	11	2.83	1.50	1.11	3.23
	12	2.82	1.45	1.12	3.09
	13	2.62	1.42	1.01	2.62
	14	2.66	1.32	0.98	2.48
	15	2.71	1.33	1.03	2.58
	16	2.53	1.36	0.99	2.31
	17	2.65	1.49	1.09	2.83
	18	2.63	1.44	1.12	3.01
	19	2.72	1.38	1.08	2.72
	20	2.73	1.40	1.07	2.88
	21	2.43	1.31	0.92	2.00
	22	2.42	1.28	0.90	1.88
	23	2.46	1.36	0.93	2.03
	24	2.38	1.23	0.97	2.16
	25	2.34	1.27	0.97	1.95
	26	2.24	1.24	0.98	1.80
	27	1.90	1.00	0.77	1.02

ตารางที่ ก.5 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Ensident ingallsianus ingallsianus</i>	1	4.47	1.84	1.35	6.37
	2	4.04	1.65	1.27	5.07
	3	3.64	1.59	1.04	3.97
	4	3.78	1.59	1.12	4.02
	5	3.68	1.56	1.10	3.86
	6	3.62	1.48	1.08	3.48
<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	1	7.76	3.62	1.52	21.04
	2	7.01	3.28	1.34	15.72
	3	7.15	3.34	1.39	17.55
	4	6.88	2.96	1.25	13.72
	5	6.62	3.10	1.29	12.56
	6	6.70	2.86	1.09	10.44
	7	6.48	3.03	1.27	12.04
	8	6.34	2.96	1.35	13.11
	9	6.48	2.68	1.31	11.33
	10	6.13	2.87	1.14	9.91
	11	6.40	2.87	1.13	10.17
	12	6.00	2.79	1.18	9.80
	13	6.48	2.86	1.34	13.51
	14	6.61	2.78	1.27	12.16
	15	2.84	2.73	1.20	9.41
	16	6.03	2.72	1.14	8.99
	17	6.10	2.68	1.22	10.99
	18	6.18	2.69	1.10	9.31
	19	6.30	2.76	1.14	9.75
	20	5.85	2.44	1.46	11.46
	21	5.63	2.30	1.16	8.83
	22	5.52	2.50	1.08	7.35
	23	5.55	2.58	1.13	8.23
	24	5.11	2.29	1.03	6.03
	25	4.51	1.95	0.77	3.70
<i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>	1	7.19	4.57	2.86	57.70
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	5.41	2.94	2.31	18.53
	2	4.94	2.94	2.06	16.78
	3	5.10	3.00	2.19	17.12
	4	3.66	2.32	1.81	9.49
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.56	2.68	2.09	13.47
	2	4.19	2.49	1.77	9.65

ตารางที่ ก.5 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens rustica</i>					
	3	4.28	2.48	1.92	10.67
	4	2.73	1.68	1.13	3.06

ตารางที่ ก.6 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	1	8.20	3.71	1.77	28.06
	2	6.61	3.23	1.41	15.52
	3	7.33	3.26	1.48	18.35
	4	6.57	3.20	1.43	14.85
	5	7.21	3.38	1.68	20.17
	6	7.21	3.36	1.44	16.67
	7	5.81	2.83	1.18	8.96
	8	6.35	2.82	1.20	11.57
	9	5.94	2.87	1.34	11.96
	10	6.26	2.64	1.09	8.81
	11	6.32	2.78	1.30	11.44
	12	5.76	2.76	1.25	9.71
	13	6.36	2.84	1.15	10.62
	14	5.99	2.63	1.31	10.42
	15	5.72	2.58	1.04	7.22
	16	5.69	2.52	1.05	7.34
	17	5.73	2.63	1.11	7.58
	18	5.53	2.58	1.11	7.69
	19	5.50	2.26	1.10	7.16
	20	5.48	2.32	1.09	7.04
	21	5.49	2.31	1.00	6.55
	22	5.30	2.08	1.05	6.38
	23	5.14	2.32	0.97	5.78
	24	4.01	1.84	0.88	3.15
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	5.45	3.10	2.44	21.21
	2	5.14	2.96	2.32	19.27
	3	5.01	2.86	2.13	15.12
	4	5.00	2.96	2.15	17.68
	5	5.16	2.91	2.13	16.75
	6	4.74	2.73	2.05	13.54

ตารางที่ ก.6 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens ascia</i>	7	4.65	2.89	1.98	13.60
	8	4.15	2.37	1.89	9.33
	9	4.22	2.53	1.91	10.17
	10	4.57	2.58	1.98	12.70
	11	3.16	2.20	1.59	7.81
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	5.08	2.93	2.31	17.56
	2	4.89	2.86	2.06	15.60
	3	4.65	2.54	1.86	12.07
	4	4.47	2.49	1.85	11.01
	5	4.31	2.81	1.91	12.43
	6	4.16	2.42	1.76	9.85
	7	4.18	2.38	1.80	9.62
	8	4.17	2.37	1.79	9.42
	9	3.81	2.22	1.65	7.28
	10	3.98	2.35	1.62	8.94
	11	3.73	2.06	1.66	7.12
	12	3.73	2.25	1.63	7.07
	13	3.68	2.14	1.65	7.37
	14	3.49	2.10	1.47	5.95
	15	3.11	1.93	1.32	4.51
	16	3.22	2.86	1.25	4.22
	17	3.04	1.68	1.14	3.23

ตารางที่ ก.7 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.26	2.31	1.62	5.01
	2	1.85	2.01	1.49	3.43
	3	1.94	1.94	1.34	3.09
	4	1.78	1.92	1.43	3.11
	5	1.73	1.95	1.45	3.27
	6	1.66	1.78	1.36	2.70
	7	1.86	1.88	1.34	2.87
	8	1.69	1.78	1.33	2.78
	9	1.41	1.47	1.09	1.63
	10	1.76	1.76	1.28	2.68
	11	1.68	1.79	1.36	2.53

ตารางที่ ก.7 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	12	1.90	1.93	1.33	2.81
	13	1.64	1.76	1.27	2.69
	14	1.68	1.75	1.20	2.39
	15	1.80	1.95	1.47	3.33
	16	1.67	1.81	1.42	3.01
	17	1.82	1.89	1.08	3.48
	18	1.87	1.74	1.32	2.78
	19	1.73	1.70	1.19	2.34
	20	1.70	1.90	1.46	3.18
	21	1.69	1.83	1.29	2.51
	22	1.63	1.73	1.36	2.44
	23	1.54	1.64	1.25	2.18
	24	1.68	1.63	1.26	2.54
	25	1.64	1.49	1.09	1.68
	26	1.76	1.81	1.33	2.62
	27	1.62	1.66	1.28	2.28
	28	1.54	1.54	1.15	1.90
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	6.75	5.32	1.88	31.08
	2	6.81	4.94	1.93	28.68
	3	6.31	4.97	1.80	24.50
	4	6.46	5.28	1.97	28.03
	5	5.76	4.73	1.77	22.00
	6	6.42	4.92	2.04	28.45
<i>Monodontina cambodjensis</i>	7	6.38	4.97	1.95	26.74
	8	6.47	5.07	2.02	29.35
	9	6.66	5.32	2.18	31.84
	10	5.91	5.00	1.95	25.94
	11	6.74	4.81	2.01	29.97
	12	5.94	4.86	1.94	24.68
	13	6.67	5.00	2.11	31.58
	14	6.71	5.04	1.85	26.69
	15	6.49	4.88	2.06	29.91
	16	5.76	4.35	1.81	20.26
	17	6.12	5.06	1.91	25.40
	18	3.02	4.72	1.83	23.05
	19	5.60	4.53	1.85	20.32
	20	5.92	4.78	1.80	22.19
	21	6.20	4.71	1.85	24.09

ตารางที่ ก.7 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Monodontina cambodjensis</i>	22	5.33	4.50	1.72	17.15
	23	5.88	4.63	1.69	20.12
	24	5.83	4.74	1.80	21.89
	25	5.44	4.43	1.50	15.74
	26	5.62	4.40	1.63	17.32
	27	6.24	4.42	1.87	23.48
	28	5.56	4.42	1.65	16.94
	29	5.46	3.89	1.74	16.19
<i>Pilsbryconcha exilis compressa</i>	1	6.22	3.13	1.40	12.94
	2	5.71	2.69	1.09	8.05
	3	5.72	2.64	1.03	7.04
	4	5.06	2.24	0.93	5.03
	5	5.10	2.31	0.99	5.51
	6	4.39	2.03	0.78	3.20
	7	4.62	2.62	0.80	3.92
	8	5.06	2.30	0.94	5.23
	9	4.57	2.01	0.89	3.91
	10	4.62	2.09	0.82	3.92
<i>Pilsbryconcha exilis compressa</i>	30	5.28	4.28	1.59	15.90
	12	4.23	1.90	0.83	3.09
	13	4.36	2.05	0.77	3.14
	14	4.33	1.83	0.75	2.89
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	4.73	2.79	2.06	13.12
	2	4.41	2.53	1.81	10.39
	3	4.66	2.68	1.82	12.37
	4	4.30	2.55	1.81	10.68
	5	3.82	2.25	1.65	7.13
	6	3.68	2.05	1.45	5.76
	7	3.54	2.14	1.54	5.98
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.03	2.25	1.65	7.214
	2	3.86	2.23	1.55	6.89
	3	3.58	2.08	1.44	5.95

ตารางที่ ก.8 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	1.99	2.04	1.48	3.86
	2	2.12	2.15	1.52	4.11
	3	2.05	2.08	1.46	4.02
	4	1.91	2.04	1.47	4.36
	5	2.05	2.13	1.54	4.56
	6	2.03	2.15	1.52	4.28
	7	1.89	2.01	1.51	4.06
	8	1.71	1.94	1.42	3.41
	9	2.00	1.97	1.40	3.51
	10	1.90	1.93	1.42	3.34
	11	1.97	2.02	1.50	3.65
	12	1.93	1.97	1.34	3.05
	13	1.97	2.10	1.57	4.38
	14	1.89	2.04	1.48	3.70
	15	2.03	2.13	1.54	4.31
	16	2.82	1.84	1.27	2.73
	17	1.22	2.08	1.45	3.90
	18	1.89	2.03	1.45	3.70
	19	1.65	1.81	1.31	2.55
	20	1.84	1.88	1.42	3.13
	21	1.81	1.97	1.37	3.01
	22	1.74	1.97	1.54	4.01
	23	1.80	1.95	1.40	3.13
	24	1.78	2.00	1.52	3.70
	25	1.98	1.95	1.51	3.87
	26	1.82	1.85	1.46	3.48
	27	1.96	1.98	1.35	3.36
	28	1.77	1.87	1.40	3.03
	29	1.78	1.76	1.31	3.00
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	2.26	2.47	1.88	6.65
	2	2.24	2.41	1.78	6.56
	3	1.83	2.23	1.64	4.35
	4	1.90	2.05	1.38	3.46
	5	1.88	1.98	1.56	4.25
	6	2.21	2.25	1.71	5.65
	7	1.93	2.05	1.44	3.65
	8	2.00	2.00	1.47	3.81
	9	1.95	1.98	1.55	4.06

ตารางที่ ก.8 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula moreletiana</i>	10	1.84	1.96	1.56	3.83
	11	1.74	2.06	1.56	3.76
	12	1.81	2.04	1.56	4.17
	13	1.90	2.09	1.58	4.09
	14	2.00	2.07	1.53	4.51
	15	2.02	1.98	1.40	3.63
	16	1.76	2.04	1.54	3.73
	17	1.85	2.00	1.44	3.81
	18	1.78	1.83	1.31	3.04
	19	1.37	1.79	1.38	2.87
	20	1.72	1.86	1.44	2.84
	21	1.78	1.99	1.44	3.32
	22	1.67	1.81	1.37	2.04
	23	1.93	1.99	1.41	3.26
	24	1.80	2.03	1.49	3.71
	25	1.65	1.96	1.44	3.33
	26	1.72	1.87	1.45	3.18
	27	1.76	1.92	1.35	2.77
	28	1.73	1.78	1.30	2.46
	29	1.76	1.78	1.36	3.06
	30	1.71	1.60	1.26	2.53
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	10.38	6.90	3.61	124.51
	2	8.47	6.45	2.87	72.88
	3	7.53	5.62	2.55	53.76
	4	7.58	5.85	2.40	51.23
	5	8.15	6.08	2.64	62.10
	6	8.06	5.83	3.08	71.63
	7	7.90	5.70	2.78	56.56
	8	6.95	5.50	2.27	39.57
	9	7.60	5.86	2.67	51.71
	10	6.78	5.25	2.42	38.8
	11	6.92	4.92	2.26	38.08
	12	6.37	5.18	1.84	25.63
	13	5.46	4.36	1.52	16.28
	14	5.00	3.99	1.43	12.50
	15	4.69	3.59	1.44	10.74
	16	4.69	3.68	1.26	9.87
	17	4.37	3.65	1.23	8.88

ตารางที่ ก.8 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Monodontina cambodjensis</i>	18	4.29	3.16	1.14	7.14
	19	4.09	3.33	1.15	6.61
	20	3.99	3.14	1.07	5.99
	21	3.57	2.90	1.05	4.89
	22	3.55	2.67	0.91	3.68
	23	3.44	2.67	0.91	3.76
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.53	2.49	1.76	10.97
	2	4.05	2.29	1.51	7.57
	3	3.57	2.19	1.51	6.64
	4	3.09	1.72	1.30	4.58
	5	3.25	1.82	1.28	4.46
	6	3.02	1.65	1.11	3.20
	7	2.75	1.58	1.10	2.71

ตารางที่ ก.9 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 9

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lamarckiana</i>	1	2.28	1.62	1.02	5.71
	2	2.10	1.38	1.08	3.67
	3	2.09	1.47	1.23	4.33
	4	2.00	1.47	1.21	4.26
	5	2.08	1.51	1.23	4.38
	6	1.92	1.44	1.08	3.68
	7	1.87	1.25	0.98	3.03
	8	2.01	1.47	1.14	4.27
	9	1.96	1.32	1.19	3.24
	10	1.91	1.26	0.96	2.83
	11	1.81	1.36	1.17	3.16
	12	1.93	1.42	1.10	3.41
	13	1.93	1.39	1.19	3.25
	14	1.84	1.24	1.01	2.68
	15	2.05	1.39	1.05	3.73
	16	1.81	1.24	1.07	3.00
	17	1.80	1.30	1.00	3.22
	18	2.06	1.32	1.10	3.48
	19	1.81	1.33	1.07	2.94
	20	1.83	1.30	1.01	3.19

ตารางที่ ก.9 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 9 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lamarckiana</i>	21	1.84	1.39	0.94	3.19
	22	1.65	1.15	1.03	2.29
	23	1.81	1.36	1.09	3.23
	24	1.86	1.49	1.10	3.63
	25	1.74	1.36	1.03	2.83
	26	1.80	1.41	1.21	3.38
	27	1.89	1.38	1.04	3.43
	28	1.82	1.30	1.17	2.69
	29	1.77	1.22	0.90	2.69
	30	1.76	1.28	0.82	2.72
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.05	1.42	1.07	3.71
	2	2.04	1.37	1.06	3.52
	3	2.21	1.51	1.24	4.46
	4	1.98	1.37	1.15	3.62
<i>Corbicula lydigiana</i>	5	2.00	1.43	1.26	3.80
	6	1.97	1.49	1.19	4.00
	7	1.95	1.54	1.23	4.40
	8	1.82	1.51	1.21	3.79
	9	2.14	1.47	1.27	4.05
	10	1.89	1.42	1.15	3.35
	11	1.83	1.46	1.27	3.54
	12	1.88	1.58	1.34	4.00
	13	1.84	1.38	1.07	3.40
	14	1.73	1.22	1.06	2.49
	15	1.84	1.44	1.04	3.61
	16	1.73	1.36	0.96	3.15
	17	1.92	1.46	1.04	3.78
	18	1.80	1.40	1.16	3.55
	19	1.89	1.37	1.17	3.65
	20	1.58	1.36	1.11	2.91
	21	1.82	1.41	1.03	3.54
	22	1.79	1.32	1.08	3.13
	23	1.80	1.42	0.94	3.41
	24	1.63	1.27	0.99	2.55
	25	1.84	1.33	0.97	2.81
	26	1.68	1.28	1.03	2.72
	27	1.81	1.41	1.19	3.28
	28	1.67	1.37	1.01	3.07

ตารางที่ ก.9 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 9 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	29	1.63	1.44	1.05	3.27
	30	1.53	1.30	0.93	2.40
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	1.86	1.55	1.20	4.14
	2	1.77	1.37	1.07	3.01
	3	1.69	1.37	1.13	3.25
	4	1.76	1.48	1.03	3.68
	5	1.79	1.51	1.13	3.76
	6	1.85	1.46	1.13	3.52
	7	1.69	1.49	0.96	3.68
	8	1.79	1.57	1.08	4.05
	9	1.87	1.38	1.06	3.37
	10	1.72	1.35	1.05	2.67
	11	1.91	1.30	0.98	2.87
	12	1.86	1.46	1.17	3.39
	13	1.68	1.38	1.06	2.82
	14	1.55	1.30	1.00	2.62
	15	1.65	1.41	1.04	3.09
	16	1.70	1.39	1.10	2.27
	17	1.60	1.38	0.95	2.78
	18	1.71	1.33	1.13	2.73
	19	1.59	1.33	1.05	2.52
	20	1.64	1.25	1.09	2.50
	21	1.60	1.34	1.04	2.91
	22	1.55	1.47	1.13	3.12
	23	1.61	1.25	0.71	2.31
	24	1.77	1.44	0.94	3.38
	25	1.61	1.22	1.02	2.58
	26	1.65	1.32	1.09	2.71
	27	1.43	1.22	0.95	2.11
	28	1.67	1.38	1.03	2.97
	29	1.52	1.31	0.96	2.35
	30	1.49	1.12	0.84	2.05
<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	1	8.13	2.70	1.90	63.14
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	6.10	1.81	1.26	27.42
	2	5.86	1.93	1.23	26.33
	3	5.68	1.58	1.14	20.81
	4	5.67	1.37	1.15	18.46
	5	5.78	1.67	1.07	21.00

ตารางที่ ก.9 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 9 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Monodontina cambodjensis</i>	6	5.29	1.37	1.05	14.22
	7	5.37	1.31	0.91	14.95
	8	5.21	1.54	0.91	15.10
	9	4.99	1.37	1.38	13.43
	10	5.12	1.24	1.29	14.46
	11	4.88	1.28	1.12	12.80
	12	5.19	1.26	1.06	14.61
	13	5.06	1.25	1.36	12.65
	14	4.81	1.34	1.13	11.99
	15	4.67	1.39	1.13	9.94
	16	4.65	2.24	1.09	10.48
	17	4.87	1.01	0.89	10.79
	18	4.47	1.20	0.90	8.68
	19	4.39	1.29	1.00	9.17
	20	4.34	1.27	0.95	9.16
	21	4.57	2.26	0.91	10.25
	22	4.08	1.16	0.96	7.21
	23	3.82	1.08	0.87	5.28
	24	3.89	1.12	0.91	5.89
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	4.06	1.82	1.39	6.83
	2	4.18	1.70	1.32	8.68
	3	3.77	1.44	1.09	6.01
	4	3.62	1.55	1.18	6.50
	5	3.63	1.32	1.06	5.14
	6	3.72	1.43	1.11	7.29
	7	3.91	1.40	1.17	7.37
	8	3.57	1.32	1.09	4.96
	9	3.24	1.30	0.87	4.51
	10	3.70	1.71	1.03	5.71
	11	4.11	1.62	1.04	7.71
	12	3.19	1.26	0.76	4.39
	13	3.44	1.31	0.92	4.94
	14	3.33	1.40	1.04	4.64
	15	3.21	1.42	0.89	4.14
	16	3.07	1.27	0.80	3.81
	17	3.44	1.36	1.05	4.62
	18	3.06	1.18	0.82	3.41
	19	3.10	1.18	0.88	3.32

ตารางที่ ก.9 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 9 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens ascia</i>	20	2.87	1.17	0.90	3.18
	21	3.11	1.31	0.96	3.81
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	1	3.89	1.68	1.08	7.08
	2	3.85	1.54	1.06	6.65
	3	3.71	1.47	1.07	5.66
	4	4.01	1.70	1.18	7.29
	5	3.81	1.71	1.07	6.57
	6	3.79	1.53	1.04	6.54
	7	3.48	1.37	0.98	5.31
	8	3.51	1.55	1.11	5.54
	9	3.38	1.33	0.98	4.41
	10	3.36	1.32	1.07	4.84
	11	3.30	1.39	0.91	4.59
	12	3.38	1.40	1.09	4.70
	13	3.48	1.30	0.96	5.06
	14	3.16	1.34	0.99	4.96
	15	3.07	1.24	0.91	3.91
	16	3.03	1.28	0.88	4.04
	17	3.36	1.37	0.99	4.69
	18	2.88	1.21	0.85	3.19
	19	2.80	1.15	0.81	3.09
	20	2.83	1.10	0.72	2.80
	21	2.92	1.17	0.69	2.88
	22	3.00	1.22	0.97	3.74
	23	2.85	1.13	0.96	2.77
	24	2.52	1.00	0.77	2.30
	25	2.44	0.99	0.75	2.32
	26	2.40	0.98	0.70	2.06
	27	2.37	1.01	0.74	2.07
	28	2.27	0.90	0.57	1.60
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.42	1.71	1.31	9.78
	2	4.13	1.70	1.30	8.12
	3	3.76	1.83	1.28	7.64
	4	3.68	1.46	1.05	5.96
	5	3.71	1.61	1.05	6.19
	6	3.70	1.55	1.18	6.40
	7	3.68	1.56	1.21	7.34
	8	3.59	1.52	1.07	5.14

ตารางที่ ก.9 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 9 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniantra contradens rustica</i>	9	4.06	1.66	1.34	8.57
	10	3.87	1.60	1.18	7.71
	11	3.94	1.50	1.12	6.86
	12	3.95	1.61	1.31	8.11
	13	3.80	1.49	1.08	5.99
	14	3.80	1.57	1.07	6.99
	15	3.44	1.39	1.10	5.76
	16	3.56	1.37	1.04	5.58
	17	3.68	1.50	1.07	5.81
	18	3.49	1.37	1.11	5.91
	19	3.46	1.41	0.91	5.6
	20	3.50	1.41	9.80	5.34
	21	3.40	1.33	0.99	4.46
	22	3.79	1.49	1.05	6.88
	23	3.33	1.42	0.91	4.36
	24	3.27	1.34	0.89	4.19
	25	3.13	1.15	0.96	3.64
	26	3.23	1.38	0.91	4.42
	27	3.11	1.25	0.98	4.2
	28	3.03	1.13	0.93	3.27
	29	3.05	1.31	0.92	4.00
	30	2.86	1.12	0.87	3.37

ตารางที่ ก.10 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 10

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.66	2.67	1.86	7.54
	2	2.29	2.24	1.64	5.33
	3	2.30	2.48	1.75	6.63
	4	2.02	2.31	1.68	5.36
	5	2.15	2.46	1.70	5.26
	6	2.09	2.23	1.56	4.88
	7	2.06	2.11	1.49	4.21
	8	2.16	2.22	1.52	4.59
	9	1.88	1.88	1.48	3.91
	10	1.76	1.76	1.36	2.84
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	2.84	2.75	1.96	9.14

ตารางที่ ก.10 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 10 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula moreletiana</i>	2	2.74	2.87	2.08	9.71
	3	2.61	2.74	2.00	8.86
	4	2.64	2.47	1.88	7.67
	5	2.56	2.74	1.97	8.87
	6	2.69	2.59	1.71	7.21
	7	2.31	2.54	1.86	7.25
	8	2.26	2.14	1.55	4.84
	9	2.09	2.26	1.64	5.13
	10	2.28	2.32	1.60	5.23
	11	2.19	2.17	1.59	4.73
	12	1.69	2.01	1.55	3.76
<i>Pilsbryconcha exilis compressa</i>	1	6.77	3.29	1.32	13.70
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	9.45	7.07	3.04	99.34
	2	8.54	6.59	3.02	79.72
	3	8.33	5.95	2.82	65.39
	4	8.08	5.96	2.81	64.46
	5	8.42	5.73	3.24	76.32
	6	7.65	5.92	2.86	58.05
	7	7.62	5.93	2.56	58.58
	8	8.02	5.90	2.67	59.13
	9	6.63	5.05	2.17	33.12
	10	6.93	4.81	2.25	32.80
	11	6.61	5.05	2.14	33.96
	12	6.09	4.64	1.91	25.64
	13	5.13	4.11	1.55	14.26
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	4.91	2.88	2.03	14.98
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.51	2.57	1.72	10.92

ตารางที่ ก.11 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lamarckiana</i>	1	2.10	1.51	1.10	4.56
	2	2.29	1.52	1.16	5.33
	3	2.02	1.39	1.04	3.68
	4	2.03	1.34	1.02	3.78
	5	2.03	1.44	1.02	3.82
	6	2.14	1.41	1.11	3.94

ตารางที่ ก.11 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lamarckiana</i>	7	2.07	1.48	1.01	4.62
	8	2.23	1.59	1.03	5.01
	9	2.02	1.44	0.99	3.79
	10	2.10	1.40	1.06	4.21
	11	2.17	1.33	1.04	4.06
	12	1.89	1.29	0.94	3.24
	13	1.78	1.42	1.04	3.35
	14	1.87	1.26	1.08	2.09
	15	1.88	1.37	0.97	3.41
	16	1.79	1.25	0.91	2.66
	17	2.05	1.36	1.09	3.57
	18	1.84	1.31	0.92	3.13
	19	1.90	1.39	0.98	3.51
	20	1.99	1.41	1.02	3.92
	21	1.67	1.13	0.71	2.05
	22	1.84	1.34	0.94	3.04
	23	1.88	1.11	0.55	2.45
	24	1.81	1.49	1.09	3.81
	25	1.95	1.21	0.86	2.73
	26	1.80	1.33	0.96	3.07
	27	1.82	1.34	0.98	3.18
	28	2.00	1.36	1.00	3.62
	29	1.79	1.30	0.93	2.74
	30	1.60	1.10	0.78	1.72
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.15	1.69	1.18	5.62
	2	1.77	1.51	1.05	3.67
	3	1.95	1.51	1.10	4.49
	4	1.93	1.43	1.08	3.68
<i>Corbicula lydigiana</i>	5	1.91	1.38	1.11	3.73
	6	1.63	1.33	1.10	3.03
	7	1.89	1.50	1.12	3.88
	8	1.78	1.45	1.12	3.67
	9	1.79	1.35	1.04	3.24
	10	1.84	1.39	1.1	3.24
	11	1.91	1.43	1.11	3.74
	12	1.91	1.34	1.03	3.40
	13	1.55	1.48	1.01	3.32
	14	1.82	1.33	0.92	3.12

ตารางที่ ก.11 ชนิดและขนาดของหอยกาน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	15	1.66	1.42	1.01	3.43
	16	1.86	1.45	1.02	3.54
	17	1.72	1.47	1.07	4.46
	18	1.92	1.54	1.07	3.39
	19	1.77	1.41	1.06	3.43
	20	1.88	1.36	1.17	2.75
	21	1.73	1.27	1.02	3.68
	22	1.72	1.31	0.98	2.80
	23	1.62	1.36	1.08	2.73
	24	1.75	1.37	1.05	3.13
	25	1.64	1.29	1.05	2.43
	26	1.62	1.35	1.04	2.77
	27	1.57	1.38	1.12	2.95
	28	1.59	1.20	0.99	2.25
	29	1.62	1.29	0.92	2.24
	30	1.56	1.30	1.00	2.75
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	1.96	1.48	1.10	4.37
	2	2.19	1.43	1.00	4.24
	3	1.92	1.51	1.13	4.29
	4	2.01	1.52	0.98	4.18
	5	2.25	1.56	1.07	5.35
	6	2.05	1.48	1.04	4.23
	7	2.04	1.55	1.13	4.35
	8	2.07	1.43	1.09	4.00
<i>Corbicula moreletiana</i>	9	1.93	1.53	1.07	4.2
	10	2.08	1.47	1.07	4.3
	11	1.89	1.57	1.05	4.48
	12	1.86	1.31	0.96	3.04
	13	1.81	1.35	0.84	3.14
	14	1.89	1.44	1.20	3.59
	15	1.88	1.35	0.84	2.98
	16	1.83	1.39	0.88	3.57
	17	1.87	1.47	1.07	3.69
	18	1.92	1.45	0.98	3.57
	19	2.12	1.41	1.06	3.81
	20	1.98	1.42	1.03	3.63
	21	1.70	1.35	0.92	2.63
	22	1.72	1.38	0.98	3.21

ตารางที่ ก.11 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula moreletiana</i>	23	1.85	1.35	0.96	3.51
	24	1.76	1.38	0.87	3.10
	25	1.74	1.29	0.89	2.80
	26	1.78	1.36	0.93	3.14
	27	1.80	1.28	0.99	2.88
	28	1.69	1.29	0.78	2.69
	29	1.76	1.29	0.89	2.65
	30	1.50	1.22	0.84	2.06
<i>Ensidens ingallsianus ingallsianus</i>	1	3.31	0.96	0.73	2.97
<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	1	10.64	3.81	2.90	150.82
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	7.92	2.30	1.70	51.92
	2	7.45	2.42	1.79	48.50
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	4.30	1.75	1.38	8.82
	2	3.78	1.42	1.15	5.55
	3	2.34	0.96	0.75	1.56
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	1	3.31	1.44	1.01	5.40

ตารางที่ ก.12 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 12

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.24	1.74	1.57	5.92
	2	2.06	1.72	1.59	5.30
	3	2.32	1.72	1.51	5.95
	4	1.98	1.70	1.57	5.36
	5	2.21	1.66	1.54	6.03
	6	2.16	1.52	1.47	4.55
	7	1.92	1.60	1.40	4.60
	8	2.00	1.45	1.26	4.17
	9	1.95	1.69	1.36	4.92
	10	2.16	1.61	1.50	5.33
	11	2.13	1.54	1.31	4.58
	12	1.92	1.55	1.26	4.05
	13	2.03	1.70	1.41	5.73
	14	2.01	1.54	1.35	4.34
	15	1.98	1.59	1.31	4.17
	16	2.05	1.51	1.24	4.12
	17	1.82	1.51	1.16	4.02

ตารางที่ ก.12 ชนิดและขนาดของหอยกาน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 12 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	18	1.93	1.50	1.26	3.56
	19	1.80	1.39	1.02	3.37
	20	2.12	1.57	1.39	4.52
	21	1.95	1.62	1.37	4.57
	22	2.02	1.58	1.33	4.96
	23	1.93	1.49	1.16	4.11
	24	1.89	1.35	1.13	3.42
	25	2.02	1.46	1.32	3.88
	26	1.90	1.40	1.17	3.91
	27	2.09	1.52	1.36	4.13
	28	1.71	1.47	1.14	3.44
	29	2.24	1.58	1.27	5.08
	30	1.89	1.58	1.10	3.74
	31	2.00	1.51	1.14	4.30
	32	1.92	1.45	1.07	3.58
	33	1.96	1.61	1.23	4.02
	34	2.02	1.56	1.33	4.36
	35	1.92	1.59	1.18	4.34
	36	1.84	1.50	1.23	3.56
	37	1.80	1.41	1.05	3.63
	38	1.98	1.46	1.26	3.85
	39	1.77	1.41	1.14	3.42
	41	1.81	1.37	1.12	2.93
	42	1.61	1.40	1.04	2.77
	43	1.66	1.30	0.94	2.90
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	2.46	1.58	1.56	5.58
	2	2.38	1.78	1.32	7.47
	3	2.34	1.62	1.55	5.78
	4	2.15	1.53	1.46	4.45
	5	1.93	1.56	1.41	4.39
	6	1.95	1.42	1.29	3.54
	7	2.08	1.57	1.53	4.57
	8	1.78	1.41	1.31	3.03
	9	1.88	1.53	1.27	3.87
	10	1.97	1.40	1.21	3.26

ตารางที่ ก.13 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 13

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.62	1.73	1.35	8.06
	2	2.34	1.81	1.48	6.83
	3	2.12	1.66	1.21	5.39
	4	2.13	1.55	1.28	4.66
	5	1.96	1.47	1.10	4.40
	6	2.09	1.65	1.24	4.90
	7	2.13	1.44	1.19	3.80
	8	2.08	1.56	1.20	4.30
	9	2.08	1.53	1.27	4.33
	10	2.02	1.48	1.14	4.06
	11	1.93	1.50	1.24	3.93
	12	1.94	1.49	1.17	3.65
	13	1.87	1.40	1.14	3.62
	14	1.81	1.42	1.12	3.46
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	2.61	1.68	1.30	6.93
	2	2.69	1.61	1.34	6.04
	3	2.54	1.80	1.40	7.55
	4	2.53	1.60	1.36	6.31
	5	2.39	1.47	1.24	5.41
	6	2.20	1.61	1.25	5.33
	7	2.30	1.66	1.35	5.91
	8	2.28	1.31	0.87	3.75
	9	2.05	1.35	0.99	3.11
	10	2.04	1.44	1.27	3.75
	11	1.96	1.35	1.11	3.13
	12	2.04	1.19	0.82	2.58
	13	2.20	1.24	1.04	3.07
	14	1.81	1.34	1.09	3.26
	15	1.87	1.39	1.04	3.43
	16	2.01	1.14	0.95	2.54
	17	1.71	1.42	1.16	3.37
	18	1.96	1.38	1.10	3.33
	19	1.79	1.39	10.6	3.13
	20	1.85	1.10	0.80	2.21
	21	2.08	1.23	0.96	2.89
	22	1.95	1.15	1.03	2.53
	23	1.65	1.11	0.80	1.95
	24	1.51	18	0.96	1.77

ตารางที่ ก.13 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 13 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	5.91	2.41	1.72	23.02
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	1	4.81	2.02	1.65	13.61
	2	3.88	1.70	1.27	7.32
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.29	1.73	1.40	10.4
	2	4.20	1.63	1.31	7.71
	3	4.04	1.64	1.29	8.01
	4	4.01	1.48	1.31	6.79
	5	3.69	1.62	1.25	7.14

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.88	2.83	2.14	10.51
	2	2.73	2.99	1.98	10.35
	3	2.54	2.57	1.93	8.59
	4	2.31	2.69	2.01	9.21
	5	2.57	2.71	1.84	8.52
	6	2.37	2.44	1.62	6.94
	7	2.36	2.45	1.69	6.36
	8	2.49	2.48	1.72	6.87
	9	2.56	2.55	1.74	7.24
	10	2.29	2.48	1.81	6.93
	11	2.35	2.37	1.61	5.98
	12	1.33	2.56	1.96	8.06
	13	2.56	2.66	1.84	8.00
	14	2.61	2.67	1.81	7.76
	15	2.27	2.46	1.72	6.70
	16	2.34	2.46	1.79	6.58
	17	2.32	2.52	1.84	7.32
	18	2.40	2.32	1.84	6.73
	19	2.16	2.41	1.63	5.83
	20	2.20	2.53	1.85	6.94
	21	2.37	2.31	1.68	5.91
	22	2.31	2.41	1.57	5.70
	23	2.17	2.56	1.84	6.93
	24	2.37	2.56	1.89	7.69
	25	2.29	2.48	1.70	6.34

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	26	2.20	2.34	1.72	5.78
	27	2.33	2.53	1.80	7.08
	28	2.38	2.62	1.87	7.51
	29	2.25	2.42	1.78	6.54
	30	2.21	2.28	1.60	5.27
	31	2.33	2.55	1.78	6.74
	32	2.35	2.36	1.80	6.63
	33	2.52	2.35	1.88	7.17
	34	2.16	2.20	1.72	6.11
	35	2.18	2.49	1.78	6.13
	36	2.04	2.35	1.76	6.08
	37	2.05	2.21	1.69	5.85
	38	2.41	2.57	1.77	7.35
	39	2.26	2.43	1.70	5.93
	40	2.16	2.26	1.60	4.70
	41	2.22	2.38	1.61	5.84
	42	2.25	2.44	1.67	6.09
	43	2.19	2.44	1.71	6.34
	44	2.05	2.15	1.52	4.29
	45	2.18	2.40	1.80	6.08
	46	2.28	2.32	1.62	5.26
	47	2.03	2.22	1.58	4.84
	48	2.27	2.32	1.68	5.88
	49	2.20	2.33	1.65	6.00
	50	2.18	2.36	1.80	6.12
	51	2.21	2.21	1.48	4.69
	52	2.24	2.18	1.54	4.94
	53	2.15	2.26	1.68	5.67
	54	2.29	2.31	1.17	6.35
	55	2.15	2.47	1.94	7.20
	56	2.18	2.35	1.74	5.96
	57	2.05	2.31	1.69	5.79
	58	2.12	2.28	1.57	4.79
	59	1.93	2.06	1.43	4.03
	60	2.02	2.12	1.54	4.19
	61	1.87	2.14	1.57	4.35
	62	2.01	2.32	1.67	5.30
	63	1.94	2.11	1.45	3.85

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	64	2.01	2.08	1.59	4.53
	65	1.98	2.09	1.55	4.37
	66	2.00	2.20	1.61	5.13
	67	2.05	2.09	1.40	3.97
	68	2.16	2.23	1.42	4.16
	69	2.11	2.40	1.66	5.77
	70	2.06	2.25	1.70	5.44
	71	2.08	2.06	1.50	4.48
	72	2.15	2.28	1.67	5.27
	73	1.89	2.09	1.56	4.61
	74	2.06	2.04	1.47	3.93
	75	1.97	2.03	1.41	3.86
	76	2.03	2.34	1.67	5.66
	77	1.94	2.19	1.55	4.56
	78	2.01	2.23	1.61	4.65
	79	1.90	2.21	1.54	4.54
	80	1.99	2.26	1.44	4.22
	81	2.24	2.25	1.54	4.85
	82	1.80	2.07	1.41	3.57
	83	1.79	1.96	1.47	3.84
	84	1.93	2.02	1.40	3.49
	85	1.94	1.99	1.39	3.24
	86	1.64	1.94	1.44	3.49
	87	1.82	1.99	1.42	3.37
	88	1.81	1.93	1.50	3.47
	89	1.80	2.11	1.54	4.43
	90	1.98	2.05	1.43	3.69
	91	1.73	1.87	1.40	3.03
	92	1.93	1.99	1.50	3.90
	93	1.87	1.94	1.52	3.25
	94	1.96	2.03	1.51	3.91
	95	1.85	1.97	1.41	3.24
	96	1.74	1.80	1.32	2.64
	97	1.77	1.84	1.40	2.83
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	7.49	6.11	2.66	57.16
	2	7.58	5.67	2.66	52.69
	3	7.87	5.66	2.88	63.93
	4	7.28	5.49	2.36	45.05

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Monodonta cambodjensis</i>	5	7.52	5.62	2.40	49.77
	6	7.11	5.25	2.35	42.50
	7	6.17	4.64	1.89	27.29
	8	7.09	5.41	2.33	43.62
	9	7.38	5.45	2.49	47.17
	10	7.55	5.85	2.77	53.58
	11	7.42	5.70	2.50	50.53
	12	7.22	5.52	2.63	49.97
	13	7.37	5.45	2.62	44.91
	14	7.64	5.43	2.36	46.81
	15	8.40	6.32	3.21	75.72
	16	7.86	6.03	2.70	59.37
	17	7.88	5.51	2.60	54.21
	18	7.62	5.71	2.49	51.54
	19	8.73	6.32	2.75	66.50
	20	7.74	5.58	2.63	54.15
	21	7.37	5.67	2.54	45.91
	22	7.85	5.63	2.50	49.82
	23	7.30	5.07	2.20	38.92
	24	7.32	6.05	2.61	49.58
	25	7.38	5.40	2.39	44.42
	26	7.36	5.51	2.60	50.20
	27	7.45	5.35	2.27	40.46
	25	7.63	5.58	2.49	47.29
	29	6.70	5.11	2.26	37.78
	30	6.34	4.85	1.98	27.33
	31	6.53	4.69	2.25	33.87
	32	6.47	4.82	1.90	28.09
	33	5.98	4.53	1.92	23.79
	34	6.63	4.76	1.85	25.73
	35	6.03	4.47	2.02	24.66
	36	6.43	4.80	2.04	29.00
	37	5.15	3.93	1.73	15.62
	38	4.84	3.81	1.42	11.16
	39	5.74	4.15	1.59	17.90
	40	5.40	4.03	1.52	15.29
	41	6.17	4.68	1.88	25.15
	42	5.44	3.92	1.62	15.69

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Monodonta cambodjensis</i>	43	5.44	4.22	1.74	17.65
	44	5.12	3.72	1.48	12.77
	45	4.72	3.75	1.40	10.87
	46	5.34	3.88	1.56	14.08
	47	4.82	3.83	1.50	11.85
	48	4.69	3.62	1.47	11.32
	49	4.87	3.94	1.43	11.54
	50	4.76	3.69	1.32	10.61
	51	4.81	3.57	1.55	12.09
	52	4.58	3.58	1.13	8.22
	53	4.33	3.31	1.30	8.28
	54	4.52	3.35	1.40	9.67
	55	4.35	3.35	1.17	7.95
	56	4.66	3.64	1.39	10.37
	57	3.97	3.08	1.23	6.83
	58	4.29	3.18	1.29	8.33
	59	4.82	3.71	1.35	10.06
	60	4.21	3.30	1.20	7.52
	61	4.19	3.19	1.10	6.59
	62	4.35	3.19	1.34	7.93
	63	3.93	2.94	1.09	5.51
	64	4.00	2.94	1.21	6.12
	65	4.18	3.15	1.30	7.53
	66	4.10	2.93	1.13	6.33
	67	3.94	2.95	1.14	5.68
	68	3.83	2.77	1.05	5.12
	69	3.71	2.68	1.04	4.97
	70	4.11	3.05	1.15	6.48
	71	3.35	2.82	0.98	4.08
	72	3.32	2.50	0.90	3.31
	73	3.41	2.46	1.03	4.13
	74	3.19	2.50	0.97	3.49
	75	3.61	2.61	0.92	3.98
	76	3.55	2.56	1.05	4.44
	77	3.25	2.76	1.08	4.21
	78	3.04	2.29	0.84	2.58
	79	2.97	2.07	0.80	2.13
	80	2.58	1.91	0.65	1.41

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Monodontina cambodjensis</i>	81	2.76	1.88	0.78	1.89
	82	8.53	6.50	2.90	65.58
<i>Monodontina vondembuschiana</i>	1	9.12	6.74	4.01	125.47
	2	8.83	6.11	3.09	89.77
	3	8.32	5.71	2.82	68.72
	4	6.64	4.63	2.31	36.53
	5	6.34	4.51	2.05	31.21
	6	6.45	4.69	2.15	34.75
	7	6.82	4.52	2.25	35.59
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	1	5.07	3.01	2.17	18.74
	2	5.52	2.89	2.27	19.02
	3	4.82	2.90	2.03	11.61
	4	4.84	2.67	2.08	14.59
	5	4.76	2.67	1.72	10.90
	6	4.63	2.78	2.28	14.19
	7	4.54	2.66	1.96	13.09
	8	4.89	2.75	1.97	14.86
	9	4.73	2.74	1.90	12.02
	10	4.68	2.53	1.71	11.08
	11	5.28	2.87	1.86	15.54
	12	5.20	2.55	1.93	14.31
	13	5.39	2.82	1.99	17.52
	14	5.31	2.97	1.84	15.63
	15	5.00	2.80	1.84	15.13
	16	5.15	2.95	2.00	16.24
	17	4.48	2.52	1.71	10.40
	18	4.85	2.59	1.95	16.25
	19	4.50	2.56	1.85	10.46
	20	4.68	2.63	1.69	11.27
	21	4.72	2.44	1.95	16.20
	22	4.73	2.76	1.96	14.24
	23	4.86	2.64	2.00	14.24
	24	4.49	2.23	1.59	17.87
	25	4.29	2.39	1.79	14.38
	26	5.48	2.83	2.09	12.60
	27	5.01	2.61	1.94	14.01
	28	4.89	2.67	1.97	13.73
	29	4.92	2.82	1.87	8.61

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	30	4.74	2.73	1.89	14.55
	31	4.93	2.60	1.96	10.61
	32	5.44	2.97	2.00	17.92
	33	4.94	2.83	3.00	14.80
	34	4.66	2.69	1.78	12.09
	35	4.59	2.62	1.92	13.22
	36	4.55	2.52	1.69	11.25
	37	4.05	2.40	1.78	8.95
	38	4.44	2.54	1.70	9.60
	39	4.32	2.50	1.73	8.82
	40	4.26	2.41	1.65	9.61
	41	4.83	2.68	1.96	14.80
	42	5.30	2.80	1.92	15.33
	43	5.05	2.77	1.74	12.44
	44	4.19	2.45	1.77	8.82
	45	4.76	2.52	1.78	12.02
	46	4.40	2.50	1.74	11.43
	47	4.10	2.51	1.67	10.12
	48	5.02	2.89	1.87	13.27
	49	4.54	2.60	1.76	9.76
	50	4.37	2.47	1.87	10.72
	51	4.58	2.61	1.68	11.45
	52	4.14	2.46	1.64	8.13
	53	4.33	2.53	1.74	10.07
	54	4.50	2.33	1.64	10.14
	55	4.56	2.57	1.91	12.98
	56	4.49	2.63	2.05	11.40
	57	4.10	2.35	1.66	10.12
	58	4.77	2.55	1.7	11.70
	59	4.41	2.54	1.64	11.18
	60	4.24	2.41	1.67	9.44
	61	4.30	2.48	1.81	9.78
	62	4.32	2.26	1.70	9.51
	63	4.19	2.39	1.69	9.55
	64	4.17	2.50	1.78	10.76
	65	4.30	2.34	1.67	9.64
	66	4.55	2.51	1.90	12.85
	67	4.53	2.53	1.67	11.27

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	68	4.39	2.49	1.62	11.30
	69	4.34	2.47	1.70	10.54
	70	4.35	2.41	1.73	10.10
	71	3.97	2.28	1.66	8.70
	72	4.35	2.31	1.34	8.46
	73	4.00	2.42	1.86	8.85
	74	4.09	2.33	1.59	8.43
	75	3.91	2.20	1.66	7.29
	76	4.21	2.44	1.60	9.29
	77	4.19	2.44	1.51	8.85
	78	3.83	2.33	1.72	7.15
	79	4.00	2.28	1.52	8.11
	80	3.76	2.22	1.45	6.88
	81	3.75	2.24	1.74	6.90
	82	3.69	2.20	1.56	7.64
	83	3.66	2.16	1.68	6.35
	84	3.63	2.18	1.39	5.40
	85	3.03	1.96	1.20	3.79
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.38	2.59	1.78	10.70
	2	4.71	2.81	2.00	14.08
	3	4.08	2.41	1.80	9.27
	4	4.27	2.41	1.70	9.62
	5	4.38	2.55	1.91	11.80
	6	4.25	2.58	1.98	12.08
	7	4.17	2.53	1.70	9.39
	8	4.47	2.45	1.80	11.31
	9	4.23	2.57	1.84	11.77
	10	4.56	2.61	1.96	11.85
	11	4.65	2.74	1.89	12.95
	12	4.25	2.31	1.69	9.15
	13	4.30	2.46	1.76	10.74
	14	4.04	2.35	1.72	9.13
	15	4.11	2.59	1.74	9.33
	16	4.97	2.83	1.96	14.33
	17	4.40	2.60	1.88	11.35
	18	4.48	2.60	1.86	12.39
	19	4.23	2.51	1.85	9.48
	20	4.44	2.61	1.88	11.52

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniastra contradens rustica</i>	21	4.28	2.55	1.54	9.01
	22	4.16	2.52	1.72	9.49
	23	4.57	2.65	2.05	12.49
	24	3.78	2.43	1.51	7.12
	25	4.42	2.52	1.71	9.38
	26	4.84	2.69	2.07	15.02
	27	4.10	2.37	1.59	8.30
	28	4.39	2.70	2.05	11.18
	29	4.49	2.68	1.95	11.48
	30	4.25	2.54	1.55	10.40
	31	4.41	2.45	1.84	11.35
	32	3.79	2.25	1.47	6.01
	33	3.97	2.32	1.60	7.47
	34	4.15	2.36	1.78	8.74
	35	4.13	2.39	1.74	9.38
	36	4.12	2.44	1.68	8.42
	37	4.07	2.42	1.68	9.65
	38	3.92	2.18	1.65	7.38
	39	3.65	2.17	1.54	6.07
	40	4.03	2.31	1.66	8.66
	41	4.17	2.44	1.80	10.06
	42	4.05	2.41	1.62	8.40
	43	4.31	2.36	1.81	10.74
	44	3.83	2.28	1.57	7.30
	45	3.83	2.30	1.48	8.06
	46	3.25	1.86	1.37	4.13
	47	3.41	1.97	1.46	5.10
	48	3.44	2.04	1.42	5.23
	49	3.79	2.24	1.67	7.69
	50	4.29	2.42	1.86	9.49
	51	4.09	2.36	1.56	7.98
	52	4.58	2.58	1.76	11.45
	53	4.16	2.36	1.62	8.48
	54	4.07	2.48	1.67	9.13
	55	4.11	2.32	1.71	8.84
	56	4.11	2.41	1.67	8.17
	57	4.18	2.55	1.73	9.60
	58	3.84	2.25	1.60	7.02

ตารางที่ ก.14 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniantra contradens rustica</i>	59	4.36	2.51	1.76	10.52
	60	3.96	2.35	1.61	7.76
	61	4.08	2.39	1.80	8.52
	62	4.12	2.46	1.71	10.04
	63	3.86	2.30	1.44	6.73
	64	3.97	2.29	1.70	8.51
	65	3.83	2.17	1.51	7.23
	66	3.83	2.19	1.70	7.29
	67	3.83	2.17	1.63	7.54
	68	3.85	2.24	1.67	7.44
	69	3.64	2.06	1.39	6.19
	70	3.55	1.98	1.46	6.34
	71	3.88	2.18	1.49	7.67
	72	3.70	2.16	1.59	7.25
	73	3.68	2.03	1.50	5.95
	74	3.51	2.14	1.59	5.91
	75	3.67	2.18	1.47	6.19
	76	3.46	2.01	1.46	5.53
	77	3.31	1.91	1.38	4.82
	78	3.81	2.19	1.52	6.37
	79	3.21	1.91	1.36	4.09
	80	3.60	2.00	1.35	5.69
	81	3.32	1.96	1.49	4.92
	82	3.33	3.31	1.48	6.43
	83	3.32	1.95	1.38	4.75
	84	3.26	1.93	1.16	3.46
	85	3.31	1.98	1.40	5.07
	86	3.19	1.78	1.23	3.01
	87	3.42	2.00	1.31	5.71

ตารางที่ ก.15 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 15

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.53	2.35	1.79	7.12
	2	2.32	2.21	1.51	5.09
	3	2.31	2.21	1.68	5.21
	4	2.48	2.32	1.75	6.98
	5	2.18	2.20	1.63	5.58
	6	2.14	2.06	1.67	4.84
	7	2.22	2.08	1.65	4.80
	8	2.04	2.06	1.63	4.18
	9	2.22	2.12	1.53	4.25
	10	2.03	1.97	1.41	3.55
	11	1.95	1.88	1.42	3.51
	12	1.91	1.81	1.40	3.19
	13	1.64	1.69	1.28	2.38
	14	1.94	1.85	1.29	2.89
	15	1.95	1.97	1.46	3.61
	16	2.02	1.87	1.54	4.12
	17	1.74	1.75	1.24	2.27
	18	1.81	1.74	1.27	2.43
	19	1.70	1.65	1.24	2.35
	20	1.55	1.59	1.31	2.39
	21	1.77	1.76	1.33	2.87
	22	1.67	1.61	1.29	2.13
	23	1.69	1.80	1.34	2.79
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	2.29	2.41	1.98	7.22
	2	2.14	2.31	1.88	5.58
	3	2.16	2.19	1.73	5.36
	4	2.39	2.21	1.61	5.08
	5	2.17	2.20	1.57	4.67
	6	2.21	2.19	1.61	4.85
	7	2.00	1.93	1.66	4.39
	8	1.85	1.87	1.46	3.36
	9	1.79	1.83	1.49	3.67
	10	1.84	1.81	1.39	3.21
	11	1.83	1.93	1.55	3.92
	12	2.17	2.10	1.47	4.16
	13	1.66	1.66	1.25	2.45
	14	1.89	1.86	1.51	3.65
	15	1.84	1.72	1.24	2.64

ตารางที่ ก.15 ชนิดและขนาดของหอยกาน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 15 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula moreletiana</i>	16	1.99	1.83	1.39	3.17
	17	1.86	1.81	1.28	2.66
	18	2.02	1.95	1.41	3.68
	19	1.66	1.79	1.50	3.29
	20	1.81	1.79	1.28	2.86
	21	1.81	1.60	1.21	2.25
	22	1.60	1.53	1.05	1.86
	23	1.82	1.84	1.37	2.87
	24	1.51	1.61	1.19	2.34
	25	1.76	1.75	1.31	2.53
<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	1	8.55	6.14	3.09	88.55
	2	7.82	5.58	2.87	68.91
	3	7.89	5.73	2.92	68.61
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	8.48	6.11	2.89	72.13
	2	7.61	5.55	2.44	46.91
	3	7.24	4.93	2.75	48.66
	4	6.98	5.13	2.32	37.98
	5	7.20	5.42	2.45	42.32
	6	7.19	5.27	2.44	45.30
	7	6.76	5.07	2.31	35.20
	8	6.75	5.00	2.12	33.06
	9	6.92	4.74	2.25	35.98
	10	6.26	4.73	2.19	27.63
	11	6.37	4.81	2.01	27.50
	12	5.82	4.43	1.77	19.27
	13	5.52	4.19	1.71	17.70
	14	5.49	4.47	1.63	17.19
	15	5.22	4.00	1.71	15.57
	16	4.46	3.71	1.32	9.62
	17	4.11	3.33	1.18	7.09
	18	3.74	2.88	1.05	4.66
	19	2.99	2.23	0.84	2.30
<i>Uniandra contradens ascia</i>	1	4.23	2.54	1.82	9.12
	2	4.14	2.49	1.72	8.36
	3	3.82	2.32	1.71	6.80
	4	3.56	2.25	1.51	5.81
	5	3.43	2.10	1.43	4.64

ตารางที่ ก.15 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 15 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	1	4.46	2.51	1.62	9.23
	2	4.75	2.68	1.87	12.04
	3	4.30	2.60	1.68	9.53
	4	4.60	2.61	2.83	10.57
	5	4.45	2.52	1.91	11.12
	6	4.12	2.43	1.63	10.40
	7	4.43	2.66	1.79	7.99
	8	4.08	2.32	1.67	9.34
	9	4.11	2.36	1.73	9.09
	10	4.05	2.32	1.66	9.01
	11	4.19	2.42	1.76	10.11
	12	4.38	2.48	1.84	8.12
	13	4.29	2.47	1.71	9.39
	14	4.37	2.37	1.67	8.22
	15	4.32	2.60	1.53	9.23
	16	4.02	2.44	1.68	10.19
	17	4.32	2.44	1.74	11.85
	18	4.58	2.52	1.80	8.72
	19	4.06	2.27	1.66	8.57
	20	4.14	2.28	1.66	9.17
	21	4.22	2.35	1.66	6.98
	22	3.86	2.16	1.48	8.03
	23	4.16	2.46	1.58	8.07
	24	4.05	2.53	1.63	8.65
	25	3.96	2.31	1.64	6.41
	26	3.70	2.14	1.57	5.97
	27	3.54	2.13	1.60	5.15
	28	3.50	2.10	1.41	7.11
	29	3.88	2.22	1.53	6.81
	30	3.98	2.24	1.46	6.07
	31	3.61	2.06	1.39	5.81
	32	3.62	2.07	1.44	6.54
	33	3.72	2.17	1.43	6.98
	34	3.79	2.28	1.50	5.05
	35	4.39	2.02	1.34	5.90
	36	3.49	2.09	1.41	10.40
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.13	2.39	1.65	7.97

ตารางที่ ก.15 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 15 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens rustica</i>	2	3.72	2.22	1.54	6.24
	3	3.59	2.09	1.46	5.66
	4	3.40	1.99	1.37	4.25
	5	3.43	2.05	1.32	4.71
	6	3.25	1.90	1.39	4.30
	7	3.45	2.06	1.35	4.95
	8	3.24	1.94	1.26	4.12
	9	3.57	2.10	1.49	4.97
	10	3.27	1.97	1.35	4.46
	11	3.09	1.80	1.30	3.88
	12	2.81	1.72	1.05	2.72
	13	2.92	1.69	1.15	2.73
	14	2.94	1.73	1.13	3.26
	15	2.85	1.63	1.12	2.80
	16	2.23	1.36	0.85	1.44

ตารางที่ ก.16 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 16

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.37	2.60	1.82	7.28
	2	2.16	2.27	1.41	4.38
	3	2.17	2.13	1.37	3.71
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	2.34	2.36	1.70	6.00
	2	2.39	2.43	1.71	6.38
	3	2.16	2.24	1.62	4.92
	4	1.95	2.20	1.61	4.61
	5	1.90	2.03	1.40	3.48
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	5.36	4.30	1.63	17.58
	2	5.20	4.32	1.53	15.91
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	1	5.42	3.09	2.33	19.29
	2	4.91	3.05	2.24	14.31
	3	4.91	2.87	2.17	15.73
	4	5.03	2.97	1.94	14.4
	5	4.49	2.72	1.88	12.1
	6	4.30	2.44	1.92	10.49
	7	3.65	2.02	1.52	6.13
	8	3.44	1.95	1.29	4.63

ตารางที่ ก.17 ชนิดและขนาดของหอยกาน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 17

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.13	2.20	1.54	4.75
	2	2.02	2.07	1.51	4.46
	3	2.27	2.29	1.65	5.05
	4	2.07	2.02	1.40	4.00
	5	1.85	1.86	1.35	2.88
	6	1.80	1.80	1.36	3.15
	7	1.61	1.60	1.19	1.99
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	2.00	2.04	1.60	4.32
	2	1.93	2.05	1.47	3.82
	3	1.82	1.94	1.42	3.32
	4	1.82	1.87	1.29	3.19
	5	1.81	1.87	1.39	2.86
	6	1.80	1.75	1.39	2.79
	7	1.75	1.77	1.32	2.48
	8	1.72	1.80	1.27	2.82
	9	1.72	1.65	1.28	2.34
	10	1.56	1.73	1.31	2.55
	11	1.65	1.63	1.25	2.24
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	7.19	5.26	2.48	44.94
	2	6.41	4.83	2.02	28.03
	3	5.82	4.91	2.00	28.09
	4	5.57	4.45	1.76	20.11
	5	5.47	4.33	1.62	15.99
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	1	4.98	2.85	2.32	12.01
	2	4.58	2.58	1.84	10.81
	3	4.65	2.61	1.96	11.98
	4	4.50	2.58	1.84	9.74
	5	4.72	2.59	1.76	10.74
	6	4.21	2.43	1.86	8.53
	7	4.62	2.52	1.85	9.49
	8	4.40	2.35	1.82	8.60
	9	4.51	2.41	1.78	9.08
	10	4.03	2.43	1.67	7.92
	11	3.92	2.24	1.72	6.96
	12	4.48	2.50	1.74	8.94
	13	4.38	2.60	1.82	9.21
	14	4.21	2.40	1.81	9.44
	15	4.20	2.32	1.70	8.15

ตารางที่ ก.17 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 17 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	16	4.40	2.53	1.90	9.81
	17	4.34	3.45	1.73	8.13
	18	4.10	2.30	1.68	7.64
	19	3.96	2.21	1.68	7.11
	20	4.18	2.32	1.66	7.49
	21	4.00	2.25	1.73	6.46
	22	4.02	2.41	1.64	7.90
	23	4.18	2.36	1.73	8.69
	24	3.75	2.24	1.66	6.75
	25	3.82	2.13	1.48	6.12
	26	3.65	2.01	1.47	5.29
	27	3.73	2.16	1.46	6.28
	28	3.63	2.13	1.52	5.61
	29	3.35	2.04	1.36	5.42
	30	3.64	1.91	1.63	5.64
	31	3.60	1.99	1.47	5.15
	32	3.41	1.98	1.48	5.33
	33	2.83	1.60	1.04	2.76
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.63	2.74	1.95	12.84
	2	4.71	2.68	2.15	17.35
	3	4.59	2.71	2.05	9.80
	4	4.17	2.45	1.81	9.99
	5	4.28	2.70	2.04	11.85
	6	4.39	2.46	1.88	10.10
	7	4.49	2.46	1.70	9.22
	8	4.28	2.34	1.91	8.65
	9	4.86	2.81	1.91	10.79
	10	4.95	2.74	2.06	12.61
	11	4.50	2.64	1.90	9.07
	12	4.82	2.67	1.98	12.76
	13	4.33	2.74	2.05	5.59
	14	4.62	2.80	2.18	11.53
	15	4.52	2.64	2.16	11.56
	16	4.23	2.49	2.03	10.64
	17	4.41	2.62	1.83	9.32
	18	4.36	2.54	2.00	10.63
	19	4.47	2.68	1.93	10.68
	20	4.39	2.53	1.79	8.95

ตารางที่ ก.17 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 17 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniantra contradens rustica</i>	21	4.24	2.48	1.75	8.88
	22	4.36	2.46	1.84	9.72
	23	4.50	2.47	1.93	9.89
	24	4.45	2.46	1.82	9.10
	25	4.14	2.33	1.59	7.87
	26	3.85	2.35	1.53	6.83
	27	4.30	2.34	1.62	7.98
	28	4.14	2.35	1.93	8.28
	29	4.07	2.29	1.60	8.21
	30	4.14	2.31	1.67	8.08
	31	3.95	2.16	1.62	7.33
	32	4.02	2.36	1.71	7.84
	33	4.02	2.40	1.74	7.77
	34	3.94	2.16	1.68	8.10
	35	4.01	2.24	1.60	7.21
	36	3.74	1.97	1.56	5.98
	37	3.61	2.08	1.42	5.53
	38	3.39	2.08	1.49	5.25
	39	3.47	1.96	1.39	4.60
	40	3.57	2.00	1.64	5.58
	41	3.41	1.96	1.51	4.98
	42	3.58	1.99	1.41	5.51
	43	3.02	1.67	1.30	3.32
	44	3.02	1.63	1.22	3.34
	45	2.87	1.61	1.15	3.19
	46	3.21	1.71	1.33	3.68
	47	3.18	1.75	1.21	4.25
	48	2.82	1.66	1.16	3.04
	49	2.85	1.65	1.18	2.61
	50	2.80	1.70	1.08	2.74
	51	2.67	1.59	1.23	2.90

ตารางที่ ก.18 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 18

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lamarckiana</i>	1	2.51	2.35	1.68	6.50
	2	2.19	2.22	1.69	6.02
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.43	2.48	1.77	6.75
	2	2.78	2.28	1.75	5.81
	3	2.32	2.33	1.49	4.99
	4	2.24	2.20	1.61	5.16
	5	2.42	2.52	1.93	8.10
	6	2.06	2.04	1.55	4.21
	7	2.24	2.20	1.55	5.18
	8	2.07	2.13	1.48	4.35
	9	2.07	2.09	1.63	4.74
	10	1.96	2.11	1.55	4.29
	11	2.13	2.00	1.54	4.02
	12	2.05	2.13	1.52	4.2
	13	1.87	2.13	1.57	4.49
	14	1.94	2.01	1.47	3.82
	15	1.96	1.98	1.50	3.86
	16	1.88	2.02	1.45	3.44
	17	1.83	1.94	1.44	3.84
	18	1.82	1.73	1.22	2.39
	19	1.52	1.56	1.19	2.04
	20	1.85	1.50	1.07	1.79
	21	1.67	1.48	1.08	1.74
	22	1.61	1.68	1.24	2.15
	23	1.57	1.48	1.02	1.60
	24	1.66	1.49	1.05	1.68
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	2.45	2.44	1.82	7.34
	2	2.45	2.50	1.63	6.39
	3	2.32	2.31	1.63	5.87
	4	2.02	2.18	1.69	5.00
	5	2.24	2.15	1.79	6.19
	6	2.17	2.23	1.67	5.29
	7	2.05	2.18	1.65	5.00
	8	1.82	2.05	1.61	4.42
	9	2.02	2.17	1.52	4.80
	10	1.93	2.06	1.54	4.35
	11	1.94	2.04	1.62	4.47
	12	1.97	1.77	1.23	3.01

ตารางที่ ก.18 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 18 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula moreletiana</i>	13	1.65	1.77	1.35	2.39
	14	1.63	1.68	1.21	2.75
	15	1.28	1.44	1.07	1.52
<i>Monodontina vondembuschiana</i>	1	7.76	5.13	2.50	52.87
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	1	5.29	3.04	2.08	17.47
	2	5.41	2.86	2.07	16.47
	3	5.07	2.74	2.15	15.89
	4	5.15	2.92	2.00	14.75
	5	5.20	2.85	1.91	15.14
	6	4.78	2.78	2.02	13.67
	7	4.26	2.54	1.73	9.53
	8	3.64	2.17	1.56	5.97
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	4.71	2.65	1.73	11.43
	2	4.77	2.80	1.87	13.34
	3	4.03	2.38	1.70	8.76
	4	3.97	2.40	1.64	7.32
	5	3.21	1.93	1.32	4.26
	6	3.11	1.72	1.34	3.87
	7	3.25	1.95	1.29	3.77

ตารางที่ ก.19 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 19

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula lydigiana</i>	1	2.06	2.16	1.71	5.13
	2	2.02	1.84	1.28	3.01
	3	1.84	1.66	1.16	2.29
	4	1.72	1.55	1.12	1.89
	5	1.82	1.79	1.15	2.06
	6	1.74	1.56	1.12	1.96
	7	1.65	1.46	1.04	1.64
	8	1.68	1.49	1.07	1.74
	9	1.46	1.30	1.00	1.28
	10	1.27	1.17	0.86	0.85
	11	1.40	1.15	0.81	0.85
	12	1.11	0.93	0.68	0.41
<i>Corbicula moreletiana</i>	1	1.95	1.78	1.24	2.67
	2	1.83	1.73	1.27	2.6

ตารางที่ ก.19 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 19 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Corbicula moreletiana</i>	3	1.93	1.68	1.19	2.4
	4	1.86	1.68	1.16	2.3
	5	1.70	1.54	1.09	1.84
	6	1.75	1.61	1.11	2.06
	7	1.52	1.37	1.08	1.46
	8	1.45	1.50	1.21	1.71
	9	1.45	1.49	1.16	1.58
	10	1.46	1.36	1.03	1.01
	11	1.49	1.26	0.91	1.07
	12	1.36	1.44	1.11	1.55
	13	1.15	1.11	0.83	0.65
<i>Pseudodon cambodjensis cambodjensis</i>	1	10.73	7.52	4.14	115.43
<i>Monodontina cambodjensis</i>	1	7.57	5.85	2.54	51.58
	2	7.86	5.72	2.74	61.54
	3	7.59	5.75	2.68	52.87
	4	7.36	5.70	2.18	41.28
	5	7.45	5.97	2.40	47.85
	6	6.12	4.80	2.07	28.26
	7	5.95	4.94	2.00	26.34
<i>Monodontina vondembuschiana</i>	1	8.54	6.48	3.26	98.90
	2	8.73	6.23	3.04	86.61
	3	8.46	6.14	3.08	81.73
	4	8.14	5.88	3.16	76.02
	5	8.16	5.79	2.92	66.61
	6	8.64	6.09	2.90	76.80
	7	8.12	6.21	2.73	69.05
	8	7.90	5.58	2.61	63.31
	9	7.55	5.39	2.72	52.23
	1	2.77	1.64	1.32	2.88
	2	2.63	1.50	1.20	2.31
	3	2.39	1.42	1.13	2.19
	4	2.47	1.44	1.14	2.04
	5	2.35	1.35	1.03	1.69
	6	2.35	1.42	1.11	1.93
	7	2.02	1.19	0.87	1.15
	8	1.93	1.00	0.77	0.79
	9	1.88	1.10	0.85	1.02
	10	1.73	1.00	0.77	0.75

ตารางที่ ก.19 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 19 (ต่อ)

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	11	1.58	0.92	0.73	0.57
	12	1.75	1.07	0.74	0.68
	13	1.73	0.88	0.73	0.66
	14	1.67	0.97	0.65	0.63
	15	1.52	0.91	0.65	0.52
	16	6.26	3.32	2.47	25.54
	17	5.55	3.07	2.38	21.77
	18	5.27	2.90	2.12	18.28
	19	5.31	3.10	2.35	20.55
	20	4.95	3.02	2.11	15.73
	21	4.87	2.69	1.96	13.13
	22	4.25	2.33	1.81	10.37
	23	2.14	1.27	0.86	1.25
<i>Uniandra contradens rustica</i>	1	2.10	1.22	0.94	1.42
	2	1.98	1.17	0.83	1.19
	3	1.86	1.14	0.88	0.98
	4	1.75	1.03	0.77	0.82
	5	1.77	0.98	0.76	0.79
	6	1.54	0.92	0.62	0.55
	7	1.58	0.96	0.65	0.61
	8	1.59	0.94	0.71	0.69
	9	1.64	0.87	0.67	0.58
	10	1.55	0.73	0.65	0.59
	11	1.46	0.80	0.58	0.44
	12	1.49	0.86	0.64	0.55
	13	1.41	0.81	0.64	0.46
	14	1.31	0.75	0.52	0.35

ตารางที่ ก.20 ชนิดและขนาดของหอยกาบน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 20

ชนิดของหอย	ตัวที่	ขนาดของหอย (เซนติเมตร)			น้ำหนัก (กรัม)
		ความยาว	ความสูง	ความหนา	
<i>Ensidents ingallsianus ingallsianus</i>	1	4.26	1.93	1.43	6.61
<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	1	5.09	2.23	0.95	5.49
<i>Uniandra contradens fischeriana</i>	1	5.89	3.68	2.66	27.12
	2	5.87	3.78	2.63	28.54
	3	5.21	3.08	2.34	19.69
	4	4.69	2.69	1.93	13.00

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมนระหว่าง
ความหนาแน่นของหอยกาบน้ำจืดและผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

Nonparametric Correlations

Notes		
Output Created		15-AUG-2024 11:19:36
Comments		
Input	Data	C:\Users\User\Desktop\Spearman's rank correlation coefficient.sav
	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	8345
Syntax		NONPAR CORR /VARIABLES=DO pH Turb Temp Sal EC TDS N Alk SPR Mn Fe C.lamarckiana C.lydigiana C.moreletiana E.i.ingallsianus P.e.compressa P.c.cambodjensis P.i.cumingi M.combodjensis M.vondembuschiana S.crispata U.c.ascia U.c.fischeriana U.c.rustica /PRINT=SPEARMAN TWOTAIL NOSIG FULL /CI METHOD(FHP) CILEVEL(95) /MISSING=PAIRWISE.
Resources	Processor Time	00:00:18.09
	Elapsed Time	00:00:31.08

Confidence Intervals of Spearman's rho

	Spearman's rho	Significance (2-tailed)	95% Confidence Intervals (2-tailed) ^{a,b}	
			Lower	Upper
DO - C.lamarckiana	.509	.022	.071	.782
DO - C.lydigiana	.040	.866	-.421	.485
DO - C.moreletiana	-.163	.492	-.574	.314
DO - E.i.ingallsianus	.242	.305	-.238	.627
DO - P.e.compressa	.267	.256	-.213	.643
DO - P.c.cambodjensis	.083	.727	-.385	.518
DO - P.i.cumingi	.020	.934	-.438	.469
DO - M.combodjensis	-.008	.975	-.460	.448
DO - M.vondembuschiana	.150	.527	-.326	.566
DO - S.crispata	.430	.058	-.029	.740
DO - U.c.ascia	.549	.012	.127	.803
DO - U.c.fischeriana	-.251	.285	-.633	.229
DO - U.c.rustica	.086	.719	-.383	.519
pH - C.lamarckiana	.291	.214	-.188	.658
pH - C.lydigiana	-.220	.352	-.612	.260
pH - C.moreletiana	-.322	.166	-.677	.154
pH - E.i.ingallsianus	.639	.002	.261	.847
pH - P.e.compressa	.371	.107	-.100	.706

Confidence Intervals of Spearman's rho

	Spearman's rho	Significance (2-tailed)	95% Confidence Intervals (2-tailed) ^{a,b}	
			Lower	Upper
pH - P.c.cambodjensis	.045	.852	-.418	.489
pH - P.i.cumingi	.159	.502	-.317	.572
pH - M.combodjensis	-.357	.123	-.698	.116
pH - M.vondembuschiana	.149	.530	-.326	.565
pH - S.crispata	.400	.081	-.066	.723
pH - U.c.ascia	.386	.093	-.082	.715
pH - U.c.fischeriana	-.251	.286	-.633	.229
pH - U.c.rustica	.172	.469	-.306	.580
Turb - C.lamarckiana	.251	.287	-.229	.632
Turb - C.lydigiana	-.100	.674	-.530	.370
Turb - C.moreletiana	-.283	.227	-.653	.196
Turb - E.i.ingallsianus	.273	.244	-.206	.647
Turb - P.e.compressa	.397	.083	-.070	.721
Turb - P.c.cambodjensis	-.168	.479	-.578	.309
Turb - P.i.cumingi	-.139	.558	-.558	.336
Turb - M.combodjensis	-.188	.427	-.591	.290
Turb - M.vondembuschiana	.050	.833	-.413	.493
Turb - S.crispata	.369	.109	-.101	.705
Turb - U.c.ascia	.558	.011	.139	.807
Turb - U.c.fischeriana	-.518	.019	-.787	-.085
Turb - U.c.rustica	.255	.279	-.225	.635
Temp - C.lamarckiana	.480	.032	.033	.767
Temp - C.lydigiana	.162	.496	-.315	.573
Temp - C.moreletiana	.097	.685	-.373	.527
Temp - E.i.ingallsianus	.270	.250	-.209	.645
Temp - P.e.compressa	-.333	.151	-.684	.142
Temp - P.c.cambodjensis	.343	.138	-.131	.690
Temp - P.i.cumingi	-.299	.201	-.663	.180
Temp - M.combodjensis	-.217	.359	-.610	.263
Temp - M.vondembuschiana	.365	.114	-.106	.702
Temp - S.crispata	.372	.106	-.098	.707
Temp - U.c.ascia	.139	.559	-.336	.558
Temp - U.c.fischeriana	.189	.426	-.290	.592
Temp - U.c.rustica	.197	.405	-.282	.597
Sal - C.lamarckiana	.400	.081	-.066	.722
Sal - C.lydigiana	.089	.710	-.380	.521
Sal - C.moreletiana	-.046	.848	-.489	.417
Sal - E.i.ingallsianus	.396	.084	-.071	.720
Sal - P.e.compressa	-.208	.378	-.605	.271
Sal - P.c.cambodjensis	.306	.190	-.172	.667
Sal - P.i.cumingi	-.219	.354	-.612	.261
Sal - M.combodjensis	-.310	.184	-.669	.168
Sal - M.vondembuschiana	.316	.175	-.161	.673
Sal - S.crispata	.355	.125	-.118	.696
Sal - U.c.ascia	.114	.632	-.358	.540
Sal - U.c.fischeriana	.058	.810	-.407	.498
Sal - U.c.rustica	.094	.694	-.376	.525
EC - C.lamarckiana	-.254	.279	-.635	.225
EC - C.lydigiana	-.463	.040	-.758	-.012
EC - C.moreletiana	-.637	.003	-.846	-.258
EC - E.i.ingallsianus	.403	.078	-.062	.725
EC - P.e.compressa	.580	.007	.171	.818

Confidence Intervals of Spearman's rho

	Spearman's rho	Significance (2-tailed)	95% Confidence Intervals (2-tailed) ^{a,b}	
			Lower	Upper
EC - P.c.cambodjensis	-.165	.488	-.575	.312
EC - P.i.cumingi	.179	.450	-.299	.585
EC - M.combodjensis	-.305	.191	-.666	.173
EC - M.vondembuschiana	.154	.517	-.322	.568
EC - S.crispata	.070	.769	-.396	.508
EC - U.c.ascia	.126	.597	-.348	.548
EC - U.c.fischeriana	-.414	.070	-.730	.049
EC - U.c.rustica	.080	.739	-.388	.515
TDS - C.lamarckiana	-.156	.511	-.570	.320
TDS - C.lydigiana	-.448	.048	-.749	.008
TDS - C.moreletiana	-.542	.014	-.799	-.117
TDS - E.i.ingallsianus	.390	.089	-.078	.717
TDS - P.e.compressa	.465	.039	.014	.758
TDS - P.c.cambodjensis	-.131	.581	-.552	.343
TDS - P.i.cumingi	.179	.450	-.299	.585
TDS - M.combodjensis	-.336	.147	-.685	.139
TDS - M.vondembuschiana	.139	.558	-.336	.558
TDS - S.crispata	.074	.755	-.393	.511
TDS - U.c.ascia	.057	.811	-.407	.498
TDS - U.c.fischeriana	-.341	.141	-.688	.133
TDS - U.c.rustica	.080	.736	-.388	.515
N - C.lamarckiana	-.183	.440	-.588	.295
N - C.lydigiana	-.023	.923	-.472	.435
N - C.moreletiana	.173	.466	-.305	.581
N - E.i.ingallsianus	-.141	.553	-.559	.334
N - P.e.compressa	-.386	.093	-.714	.082
N - P.c.cambodjensis	-.078	.745	-.513	.390
N - P.i.cumingi	-.321	.168	-.676	.155
N - M.combodjensis	-.210	.374	-.606	.270
N - M.vondembuschiana	.120	.614	-.353	.544
N - S.crispata	.385	.094	-.083	.714
N - U.c.ascia	-.357	.122	-.698	.116
N - U.c.fischeriana	.128	.591	-.346	.550
N - U.c.rustica	.048	.840	-.415	.491
Alk - C.lamarckiana	-.027	.909	-.475	.432
Alk - C.lydigiana	-.439	.053	-.745	.018
Alk - C.moreletiana	-.511	.021	-.783	-.074
Alk - E.i.ingallsianus	.250	.287	-.229	.632
Alk - P.e.compressa	.304	.192	-.173	.666
Alk - P.c.cambodjensis	-.323	.165	-.677	.153
Alk - P.i.cumingi	.259	.271	-.221	.638
Alk - M.combodjensis	-.497	.026	-.776	-.056
Alk - M.vondembuschiana	.122	.608	-.351	.546
Alk - S.crispata	-.058	.807	-.499	.406
Alk - U.c.ascia	-.142	.550	-.560	.333
Alk - U.c.fischeriana	-.297	.203	-.662	.181
Alk - U.c.rustica	-.246	.295	-.630	.233
SPR - C.lamarckiana	-.154	.517	-.568	.322
SPR - C.lydigiana	-.031	.898	-.478	.429
SPR - C.moreletiana	-.396	.084	-.720	.070
SPR - E.i.ingallsianus	-.154	.518	-.568	.323
SPR - P.e.compressa	.110	.644	-.362	.537
SPR - P.c.cambodjensis	-.157	.507	-.570	.319

Confidence Intervals of Spearman's rho

	Spearman's rho	Significance (2-tailed)	95% Confidence Intervals (2-tailed) ^{a,b}	
			Lower	Upper
SPR - P.i.cumingi	-.361	.118	-.700	.111
SPR - M.combodjensis	-.142	.551	-.560	.333
SPR - M.vondembuschiana	-.394	.086	-.719	.073
SPR - S.crispata	.338	.144	-.136	.687
SPR - U.c.ascia	-.103	.666	-.532	.368
SPR - U.c.fischeriana	-.302	.195	-.665	.175
SPR - U.c.rustica	-.403	.078	-.724	.062
Mn - C.lamarckiana	-.293	.209	-.659	.185
Mn - C.lydigiana	-.159	.504	-.571	.318
Mn - C.moreletiana	-.166	.485	-.576	.312
Mn - E.i.ingallsianus	-.070	.768	-.508	.396
Mn - P.e.compressa	.039	.870	-.422	.484
Mn - P.c.cambodjensis	.117	.623	-.355	.542
Mn - P.i.cumingi	-.339	.143	-.687	.135
Mn - M.combodjensis	.048	.841	-.415	.491
Mn - M.vondembuschiana	.007	.977	-.448	.459
Mn - S.crispata	.261	.266	-.218	.639
Mn - U.c.ascia	.068	.775	-.398	.506
Mn - U.c.fischeriana	-.024	.919	-.473	.434
Mn - U.c.rustica	.025	.916	-.434	.473
Fe - C.lamarckiana	.225	.339	-.254	.616
Fe - C.lydigiana	.085	.722	-.384	.519
Fe - C.moreletiana	.065	.784	-.400	.504
Fe - E.i.ingallsianus	-.007	.975	-.460	.448
Fe - P.e.compressa	.019	.936	-.438	.469
Fe - P.c.cambodjensis	.076	.750	-.391	.512
Fe - P.i.cumingi	-.040	.868	-.485	.422
Fe - M.combodjensis	.466	.038	.016	.759
Fe - M.vondembuschiana	-.156	.510	-.570	.320
Fe - S.crispata	-.064	.790	-.503	.402
Fe - U.c.ascia	.074	.758	-.393	.510
Fe - U.c.fischeriana	-.075	.754	-.511	.392
Fe - U.c.rustica	-.029	.904	-.476	.431

a. Estimation is based on Fisher's r-to-z transformation.

b. Estimation of standard error is based on the formula proposed by Fieller, Hartley, and Pearson.

ภาคผนวก ค

ผลการตรวจหาไมโครพลาสติก

ตารางที่ ค.1 ผลการตรวจหาไมโครพลาสติก

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ที่	เส้นใย								ฟิล์ม								รูปร่างไม่แน่นอน								รวม
		ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำเงิน	ม่วง	แดง	ชมพู	น้ำ- ตาล	ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำเงิน	ม่วง	แดง	ชมพู	น้ำ- ตาล	ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำเงิน	ม่วง	แดง	ชมพู	น้ำ- ตาล	
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	3	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
รวม		1	2	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
รวม		0	3	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
รวม		0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม		0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

ตารางที่ ค.1 ผลการตรวจหาไมโครพลาสติก (ต่อ)

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ที่	เส้นใย								ฟิล์ม								รูปร่างไม่แน่นอน								รวม
		ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำเงิน	ม่วง	แดง	ชมพู	น้ำ- ตาล	ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำเงิน	ม่วง	แดง	ชมพู	น้ำ- ตาล	ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำเงิน	ม่วง	แดง	ชมพู	น้ำ- ตาล	
7	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
รวม		0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม		0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
รวม		0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11	1	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	3	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
รวม		0	7	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
รวม		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3

ตารางที่ ค.1 ผลการตรวจหาไมโครพลาสติก (ต่อ)

จุดเก็บ ตัวอย่าง	ที่	เส้นใย								ฟิล์ม								รูปร่างไม่แน่นอน								รวม
		ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำเงิน	ม่วง	แดง	ชมพู	น้ำ- ตาล	ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำเงิน	ม่วง	แดง	ชมพู	น้ำ- ตาล	ใส	ขาว	ฟ้า	น้ำ เงิน	ม่วง	แดง	ชมพู	น้ำ- ตาล	
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
รวม		0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
รวม		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
รวม		0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ตารางที่ ค.1 ผลการตรวจหาไมโครพลาสติก (ต่อ)

19	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
รวม		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
20	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม		0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ความแตกต่างของไมโครพลาสติกที่ตรวจพบในแต่ละจุดเก็บอย่าง

One-way**Descriptives**

MPs

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	2.33	1.155	.667	-.54	5.20	1	3
2	3	1.67	1.528	.882	-2.13	5.46	0	3
3	3	.33	.577	.333	-1.10	1.77	0	1
4	3	1.00	.000	.000	1.00	1.00	1	1
5	3	2.00	2.646	1.528	-4.57	8.57	0	5
6	3	.67	.577	.333	-.77	2.10	0	1
7	3	1.00	1.000	.577	-1.48	3.48	0	2
8	3	1.00	1.000	.577	-1.48	3.48	0	2
10	3	1.33	1.155	.667	-1.54	4.20	0	2
11	3	4.33	2.309	1.333	-1.40	10.07	3	7
12	3	1.00	1.000	.577	-1.48	3.48	0	2
13	3	2.00	2.646	1.528	-4.57	8.57	0	5
15	3	1.67	1.528	.882	-2.13	5.46	0	3
16	3	.33	.577	.333	-1.10	1.77	0	1
17	3	.67	1.155	.667	-2.20	3.54	0	2
18	3	.33	.577	.333	-1.10	1.77	0	1
19	3	1.00	1.000	.577	-1.48	3.48	0	2
20	3	1.00	1.000	.577	-1.48	3.48	0	2
Total	54	1.31	1.477	.201	.91	1.72	0	7

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
MPs	Based on Mean	2.831	17	36	.004
	Based on Median	.477	17	36	.947
	Based on Median and with adjusted df	.477	17	14.233	.926
	Based on trimmed mean	2.530	17	36	.009

ANOVA

MPs

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	46.981	17	2.764	1.449	.171
Within Groups	68.667	36	1.907		
Total	115.648	53			

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ - สกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย จันธิมา
วัน เดือน ปี เกิด	27 มกราคม 2529
ที่อยู่ปัจจุบัน	โปรแกรมวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
ประวัติการศึกษา	
	พ.ศ. 2557 วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ความหลากหลายทางชีวภาพและชีววิทยาชาติพันธุ์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	พ.ศ. 2552 วิทยาศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยม อันดับ 1 (สัตววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลงานวิจัย

ปี	ชื่อโครงการ/เรื่อง	ลักษณะการเข้าร่วมโครงการ	แหล่งทุน
2567	การวิจัยเชิงปฏิบัติการจัดการไฟป่าอย่างมีส่วนร่วมของเครือข่ายไฟป่าในจังหวัดเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
2567	การสำรวจความหลากหลายชนิดพันธุ์ สถานะการอนุรักษ์ และการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในถิ่นอาศัยของหอยกาบน้ำจืดในแม่น้ำอิง	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2566	การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2565	การศึกษาพยาธิใบไม้ในหอยจากสัตว์สู่คนในระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานและแหล่งน้ำที่เกี่ยวข้อง : กรณีศึกษา อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2564	การศึกษาการปนเปื้อนไมโครพลาสติกในปลาจากหนองหลวง จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2563	การศึกษาการใช้สัตว์วัตถุทางการแพทย์พื้นบ้านของชาวชาติพันธุ์กะเหรี่ยงสะกอ ในตำบลแม่ยาว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย และผลกระทบต่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ปี	ชื่อโครงการ/เรื่อง	ลักษณะการเข้าร่วมโครงการ	แหล่งทุน
2562	การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วมของเยาวชนในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนต้นแบบในจังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
2561	การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าแผนงาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2561	การประเมินคุณภาพดินและแหล่งน้ำเพื่อใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2561	การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำเพื่อการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2560	การศึกษาอนุชีวโมเลกุลของเชื้อราเอนโดไฟต์ที่สร้างสารทุติยภูมิจากบัวพันธุมะเหมี่ยวต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมลบที่ก่อโรคปริพันธ์และแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะ	ผู้ร่วมโครงการ	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
2560	ความชุกของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในหอยที่เป็นโฮสต์กึ่งกลางในพื้นที่ตำบลปากอ้า อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2560	การกระจายเชิงภูมิศาสตร์ของพยาธิใบไม้วงศ์ Heterophyidae ในปลาเกล็ดขาวในพื้นที่ลุ่มน้ำกก	หัวหน้าโครงการ	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
2560	การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ชีวภาพและสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำพุร้อนจำนวน 12 แห่ง ในเขตจังหวัดเชียงราย แพร่ และน่าน	ผู้ร่วมโครงการ	สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬา จังหวัดเชียงราย
2559	การจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงอนุรักษ์โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของบ้านนางแลใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2559	ระบาดวิทยาของตัวอ่อนพยาธิใบไม้ในหอยน้ำจืดในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานตีพิมพ์ (5 ปีย้อนหลัง)

- 1) Prasertsin, T., Suk-ueng, K., Chantima, K., & Panya, V. (2024). Relationship between Kai algae and aquatic environmental quality using AARL-PC score and inverse distance Weighting interpolation. *EnvironmentAsia Journal*, 17(1), 55-68. DOI 10.14456/ea.2024.5
- 2) Chantima, K., Suk-ueng, K., Intep, P., & Vittayapadung, S. (2023). First evidence of microplastics ingestion by freshwater fishes from Nong Luang wetland (Chiang Rai, Thailand). *Sains Malaysiana*, 52(9), 2471-2483. doi.org/10.17576/jsm-2023-5209-01
- 3) กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิชญ์ สุขอึ้ง และสุพิดา ต๊ะตา. (2567). การประเมินคุณภาพน้ำ สถานะสารอาหาร และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของผู้ผลิตมวลชีวภาพในระบบนิเวศแหล่งน้ำนิ่ง เขตพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์*, 4(1), 1-12.
- 4) กฤตวิชญ์ สุขอึ้ง, จินดารัตน์ ช่างหล่อ, กิตติชัย จันธิมา, ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ และเพ็ญศรี มลิตทอง. (2567). การประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้ต้นบนพื้นที่อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. ใน เสมอ ถำน้อย (บ.ก.), *Frontier Area-Based Research for Sustainable Development Goals, รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการโครงการประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 13*. น. 108-118. มหาวิทยาลัยพะเยา.
- 5) กิตติชัย จันธิมา, ชมพูนุช ภิระบรรณ, ชญานิษฐ์ ก้างอนตา และจารุภา ใจอุ้มผาง. (2567). การศึกษาพยาธิใบไม้ในหอยจากสัตว์สู่คนในระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานและแหล่งน้ำที่เกี่ยวข้อง : กรณีศึกษาอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย. ใน เสมอ ถำน้อย (บ.ก.), *Frontier Area-Based Research for Sustainable Development Goals, รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการโครงการประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 13*. น. 160-172. มหาวิทยาลัยพะเยา.
- 6) พลอยวีย์ นิทโน, กฤตวิชญ์ สุขอึ้ง, กิตติชัย จันธิมา และสฤทธิพร วิทย์ผดุง. (2566). ความหลากหลายชนิดของไม้ต้นในป่าพรุน้ำจืดของอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน จังหวัดเชียงราย. ใน เรื่องเต็ม เล่มที่ 2, *การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 61 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* (น. 780-787). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.
- 7) Wanichanukul, S., Chuenwong, P., Chantima, K., Suk-Ueng, K., & Pinmongkhonkul, S. (2022). Biodiversity of Plant Community in Natural Forest in Pa Doi Bo National Forest Reserves, Chiang Rai, Thailand. *PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research*, 11(2), 116-125. <https://doi.org/10.14456/psakuijir.2022.17>
- 8) กิตติชัย จันธิมา, วิชุดา จินดาธรรม, หอมนวล หย่าคำ และบุษบาวรรณ ไชยเรือนสูง. (2565). การประเมินความเป็นพิษเฉียบพลันของคาร์บาริลต่อปลานิลและกุ้งฝอยน้ำจืด. *วารสาร มรภ.กพ. วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี*, 1(2), 139-148.
- 9) อาทิตย์ บุญรอด, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิชญ์ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). คุณลักษณะที่มีผลต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของเครือข่ายอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน. *วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา*, 11(2), 146-155. <https://doi.org/10.14456/jirgs.2022.18>

- 10) สุรศักดิ์ วนิชอนุกุล, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). การกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย. *วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา*, 11(2), 156-167. <https://doi.org/10.14456/jirgs.2022.19>
- 11) ทศพล เมืองอินทร์, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). รูปแบบการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง จังหวัดเชียงราย. *วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา*, 11(2), 168-177. <https://doi.org/10.14456/jirgs.2022.20>
- 12) ทศพล เมืองอินทร์, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรในกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง จังหวัดเชียงราย. *วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา*, 13(2), 128-140. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JBS/article/view/257922/174496>
- 13) อาทิตย์ บุญรอด, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของเครือข่ายอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน (ทสม.) จังหวัดเชียงราย. *วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา*, 13(2), 187-203. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JBS/article/view/257999/174841>
- 14) กิตติชัย จันธิมา, ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และอภิญญาณี อุปจักร์. (2565). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและความหลากหลายชนิดของหอยน้ำจืดในอ่างเก็บน้ำ อำเภอบึง จังหวัดเชียงราย. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 40(1), 1-6.
- 15) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง, ธัญลักษณ์ ม่วงหวาน, สุรัสวดี นางแล และกิตติชัย จันธิมา. (2565). การศึกษาการกระจายรังของนกยูงเขียวโดยใช้แบบจำลองการถอยโลจิสติกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ จังหวัดพะเยา. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 11* (หน้า 81-88). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- 16) กิตติชัย จันธิมา และ เนตรศิริ ใฝ่รุ่งโรจน์. (2564). การใช้สัตว์วัดในการรักษาโรคของชาวกะเหรี่ยงสะกอในพื้นที่ตำบลแม่ยาว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. *รายงานสืบเนื่องการประชุม วิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 10* (หน้า 840-853). พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.
- 17) กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และ รุ่งนภา กามินทร์. (2563). ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของหอยน้ำจืดและปัจจัยสิ่งแวดล้อมในอ่างเก็บน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. *แก่นเกษตร*, 48(5), 1092-1097.
- 18) 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. doi:10.1017/S0022149X20000814.
- 19) Chantima, K., Lekpet, S., Butboonchoo, P., & Wongsawad, C. (2020). Diversity and abundance of gastropods in relation to physio-chemical parameters in rice paddies, Chiang Rai Province, Thailand. *Agricultural and Natural Resources*, 54(3), 295-300.

- 20) กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง, สฤทธิพร วิทยผดุง และสุรินทร์ ทองคำ. (2563). การจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีส่วนร่วมของนักเรียน: กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านหัวดอย ตำบลท่าสาย อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย. รายงานสืบเนื่องการประชุม การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 19 (หน้า 567-572). เชียงราย: โรงแรมเฮอริเทจ เชียงราย.

ประวัตินักวิจัยร่วม

ชื่อ - สกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตวิชัย สุขอึ้ง
วัน เดือน ปี เกิด	15 สิงหาคม 2523
ที่อยู่ปัจจุบัน	โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2557 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) มหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2549 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2544 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลงานวิจัย

ปี	ชื่อโครงการ/เรื่อง	ลักษณะการเข้าร่วมโครงการ	แหล่งทุน
2567	การวิจัยเชิงปฏิบัติการการจัดการไฟป่าอย่างมีส่วนร่วมของเครือข่ายไฟป่าในจังหวัดเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
2566	การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2565	การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการติดตามการเปลี่ยนแปลงและศักยภาพของพอลิแซ็กคาไรด์ในการใช้เป็นพรีไบโอติกของสาหร่ายไก่อในแม่น้ำโขงอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2561	การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำเพื่อวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2561	ฐานข้อมูลและแบบจำลองการกระจายของไฟในหมู่บ้านป่าชาววิวัฒน์	ผู้ร่วมโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ปี	ชื่อโครงการ/เรื่อง	ลักษณะการเข้าร่วมโครงการ	แหล่งทุน
2561	การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2561	การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วมของเยาวชนในการบริหารจัดการขยะมูลฝอย ของชุมชนต้นแบบในจังหวัดเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2561	การประเมินคุณภาพดินและแหล่งน้ำเพื่อใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2560	การพัฒนาส่งเสริมผลิตภัณฑ์จากน้ำพุร้อนและโคลน เพื่อนำไปใช้ในการบริการในธุรกิจสปาและโรงแรมในจังหวัดเชียงรายเป็นเมือง Lanna wellness	ผู้ร่วมโครงการ	สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเชียงราย
2560	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการประเมินการแพร่กระจายของโลหะหนักเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่คัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในชุมชนบ้านนาแก้วและชุมชนบ้านกอก อำเภอเชียงใน จังหวัดอุบลราชธานี	ผู้ร่วมโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
2560	การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดทำข้อมูลพื้นฐานของประชาชนในตำบลศรีดอนไชย อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2558	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการทำแผนที่ความเสี่ยงของการเกิดดินถล่มบริเวณบ้านนางแลใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2558	การจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงอนุรักษ์ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของบ้านนางแลใน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย	ผู้ร่วมโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2558	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการสร้างแผนที่พรรณไม้ชายน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำเขตห้ามล่าสัตว์ป่าหนองบงคาย (ทะเลสาบเชียงแสน) จังหวัดเชียงราย	หัวหน้าโครงการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลงานตีพิมพ์ (5 ปีย้อนหลัง)

- 1) Prasertsin, T., Suk-ueng, K., Chantima, K., & Panya, V. (2024). Relationship between Kai algae and aquatic environmental quality using AARL-PC score and inverse distance Weighting interpolation. *EnvironmentAsia Journal*, 17(1), 55-68. DOI 10.14456/ea.2024.5
- 2) Chantima, K., Suk-ueng, K., Intep, P., & Vittayapadung, S. (2023). First evidence of microplastics ingestion by freshwater fishes from Nong Luang wetland (Chiang Rai, Thailand). *Sains Malaysiana*, 52(9), 2471-2483. doi.org/10.17576/jsm-2023-5209-01
- 3) ปิยะตรา บุคดี, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และ สิตานันท์ จันทรสมบูรณ์. (2566). ความคาดหวัง และความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อกรมป่าไม้. *วารสาร มรภ.ภพ. วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี*, 2(2), 121-133.
- 4) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง, จินดารัตน์ ช่างหล่อ, กิตติชัย จันธิมา, ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ และเพ็ญศรี มลิทอง. (2567). การประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้ต้นบนพื้นที่อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในมหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย. ใน เสมอ ถาน้อย (บ.ก.), *Frontier Area-Based Research for Sustainable Development Goals, รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการโครงการประชุมวิชาการระดับชาติพะเยาวิจัย ครั้งที่ 13*. น. 108-118. มหาวิทยาลัยพะเยา.
- 5) ขนิษฐา โถยะโล, ศศิธร เวยยื้อ, ทักษิณัย กาวินจ๊ะ, ชิณุพงศ์ จิตจอม และกฤตวิษณุ สุขอึ้ง. (2566). การศึกษาปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ผลิตโดยไส้เดือนแอฟริกันไนท์ครอเลอร์. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 14*. มหาวิทยาลัยพะเยา.
- 6) ธนศ เยอส์, พชรพล แก้วแก่น, เพ็ญศรี มลิทอง, สุทธิ มลิทอง และกฤตวิษณุ สุขอึ้ง. (2566). การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชน กรณีศึกษา : ป่าชุมชนบ้านร่องคือ ตำบลผางาม อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 14*. มหาวิทยาลัยพะเยา.
- 7) พลอยวิริย์ นิทโน, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง, กิตติชัย จันธิมา และสฤทธิพร วิทยผดุง. (2566). ความหลากหลายชนิดของไม้ต้นในป่าพรุน้ำจืดของอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน จังหวัดเชียงราย. ใน *เรื่องเต็ม เล่มที่ 2, การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 61 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* (น. 780-787). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.
- 8) ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์, สิดา เฉลิมทวัฒน์วงศ์, วณิชชา ปัญญา และกฤตวิษณุ สุขอึ้ง. (2565). ศักยภาพของพอลิแซ็กคาไรด์ในการใช้เป็นพรีไบโอติกของสาหร่ายไคโนเม่น้ำโขง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 5*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- 9) อาทิตย์ บุญรอด, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). คุณลักษณะที่มีผลต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของเครือข่ายอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน. *วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา*, 11(2), 146-155. doi.org/10.14456/jirgs.2022.18

- 10) สุรศักดิ์ วณิชนุกูล, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). การกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย. *วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา*, 11(2), 156-167. doi.org/10.14456/jirgs.2022.19
- 11) ทศพล เมืองอินทร์, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). รูปแบบการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง จังหวัดเชียงราย. *วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา*, 11(2), 168-177. https://doi.org/10.14456/jirgs. 2022.20
- 12) ทศพล เมืองอินทร์, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรในกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง จังหวัดเชียงราย. *วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา*, 13(2), 128-140. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JBS/article/view/257922 /174496
- 13) อาทิตย์ บุญรอด, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). สภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของเครือข่ายอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน (ทสม.) จังหวัดเชียงราย. *วารสารพุทธศาสตร์ศึกษา*, 13(2), 187-203. https://so02.tci-thaijo.org/index. php/JBS/article/view/257999/174841
- 14) กิตติชัย จันธิมา, ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และอภิญญาณี อุปะจักษ์. (2565). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและความหลากหลายชนิดของหอยน้ำจืดในอ่างเก็บน้ำ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดเชียงราย. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 40(1), 1-6.
- 15) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และนิสา อินตะรักษา. (2565). การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองความสูงเชิงเลขในการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 7*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.
- 16) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และวรรณีย์หาวา วิงวอน. (2565). การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองความสูงเชิงเลขในการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. ใน *การประชุมทางวิชาการทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 6*. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- 17) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง, ธัญลักษณ์ ม่วงหวาน, สุรัสวดี นางแล และกิตติชัย จันธิมา. (2565). การศึกษาการกระจายรังสีของนกยูงเขียวโดยใช้แบบจำลองการถดถอยโลจิสติกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ จังหวัดพะเยา. ใน *ดอกรัก มารอด (บ.ก.), รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 11 (หน้า 81-88)*. ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- 18) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และชลลดา ลอยฟ้า. (2564). การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเวียงลอ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา. *วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนาวัฒนธรรมเชิงพื้นที่*, 2(2), 1-12.

- 19) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และพัชราภรณ์ อินต๊ะวงศ์. (2564). การศึกษาพื้นที่ปลูกกัญชงจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2B บริเวณโครงการหลวงห้วยน้ำริน จังหวัดเชียงราย. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย*, 10(1), 13-20.
- 20) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และสุวรรณา พนาอิตชัย. (2564). พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอาราบิก้าบ้านห้วยส้านลือซอ ตำบลห้วยชมภู อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 16(1), 19-33.
- 21) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และนิตยา บุญช่วย. (2564). การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรกรรมในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. *การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ครั้งที่ 1*. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- 22) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และชญานนท์ ปาหล้า. (2564). การตัดสินใจปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน. *วารสารพัฒนาสังคม*, 23(1), 88-102.
- 23) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และคุณากร ก้อนแก้ว. (2564). พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของชาวนาในตำบลแม่ไร่ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง คุณภาพการบริหารจัดการและนวัตกรรม ครั้งที่ 7*. มหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น.
- 24) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และทัทยา วงศ์ชัย. (2564). พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในตำบลห้วยยาว อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6*. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี.
- 25) Prasertsin, T., Suk-ueng, K., Phinyo, K., & Yana, E. (2021). The diversity and abundance of phytoplankton and benthic diatoms in varying environmental conditions in Kok River, Chiang Rai, Thailand as bio-indicators of water quality. *BIODIVERSITAS*, 22(4), 1853-1862.
- 26) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และธัญญรัตน์ ไชยปิง. (2564). ต้นทุนและผลตอบแทนของผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน. *วารสารกาลาส้องคำ*, 15(2), 27-37.
- 27) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง, ทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ และศิริวรรณ บุญนาวา. (2564). การศึกษาคุณภาพน้ำบาดาลทางกายภาพและเคมีบางประการในบ้านต้าหลวง ตำบลต้า อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 6* (หน้า 148-155). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- 28) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง, เกศรา เรืองกิจฉายา, กุลวรรณ โสรจจ, อนุวัฒน์ ยินดีสุข และ ศิริวรรณ บุญโทแสง. (2564). การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมสำหรับการรวบรวมขยะอิเล็กทรอนิกส์: กรณีศึกษา ตำบลบ้านกอก อำเภอเชียงใน จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 24(2), 18-30.
- 29) กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และรุ่งนภา กามินทร์. (2563). ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของหอยน้ำจืดและปัจจัยสิ่งแวดล้อมในอ่างเก็บน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. *แก่นเกษตร*, 48(5), 1092-1097.
- 30) กุลวรรณ โสรจจ, อนุวัฒน์ ยินดีสุข, ศิริวรรณ บุญโทแสง และกฤตวิษณุ สุขอึ้ง. (2563). *คุณภาพอากาศภายในสถานประกอบการรับซื้อของเก่าในตำบลบ้านกอก อำเภอเชียงใน จังหวัดอุบลราชธานี*. รายงาน

สืบเนื่องการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 19 (หน้า 85-90). สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

- 31) กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิษณุ สุขอึ้ง, สฤทธิพร วิทยผดุง และสุรินทร์ ทองคำ. (2563). การจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีส่วนร่วมของนักเรียน: กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านหัวดอย ตำบลท่าสาย อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย. ใน ธเรศ ศรีสถิต และคณะ (บ.ก.), รายงานสืบเนื่องการประชุม การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 19 (หน้า 567-572). สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- 32) กฤตวิษณุ สุขอึ้ง และนพดล แก้วจันทร์. (2563). การสำรวจข้อมูลน้ำท่วมเบื้องต้นร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดทำแผนที่น้ำท่วมในตำบลศรีดอนไชย อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, 10(1), 1-10.

