โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การเปรียบเทียบนิเวศวิทยาการกินอาหารสองฤดูกาลของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย

ชื่อนิสิต นายภาณุศักดิ์ ทองปรอน

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การเปรียบเทียบนิเวศวิทยาการกินอาหารสองฤดูกาลของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย

Comparing the two seasons of the feeding ecology of halfbeak fish (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) from Pranburi river estuary, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand

ชื่อนิสิต นายภาณุศักดิ์ ทองปรอน **เลขประจำตัว** 6032824823

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบนิเวศวิทยาการกินอาหารสองฤดูกาลของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย

นายภาณุศักดิ์ ทองปรอน

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563

Comparing the two seasons of the feeding ecology of halfbeak fish (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) from Pranburi river estuary, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand

Mr. Panusak Tongpron

A Senior Project in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University
Academic Year 2020

หัวข้อโครงการ	การเปรียบเทียบนิเวศวิทยาการกินอาหารสองฤดูกาลของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย
โดย	นายภาณุศักดิ์ ทองปรอน
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2309499 โครงงานวิทยาศาสตร์

..... หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

(ศาสตราจารย์ ดร.วรณพ วิยกาญจน์)

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุชนา ชวนิชย์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา สิงหรักษ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี จิตประไพ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุธาพร บุญญเจตน์พงษ์)

Project Title	Comparing the two seasons of the feeding ecology of halfbeak fish (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) from Pranburi river estuary, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand
By	Mr. Panusak Tongpron
Field of Study	Marine Science
Advisor	Assistant Professor Jes Kettratad, Ph.D.

Accepted by the Department Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Bachelor's Degree.

..... Head of Marine Science Department

(Prof. Voranop Viyakarn, Ph. D.)

Project Committee

..... Project Advisor

(Asst. Prof. Jes Krttratad, Ph. D.)

..... Member

(Assoc. Prof. Suchana Chavanich, Ph. D.)

..... Member

(Asst. Prof. Patama Singhruck, Ph. D.)

..... Member

(Asst. Prof. Somrudee Jitpraphai, Ph. D.)

..... Member

(Sutaporn Bunyajetpong, Ph. D.)

ชื่อโครงการ	การเปรียบเทียบนิเวศวิทยาการกินอาหารสองฤดูกาลของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย
ชื่อนิสิต	นายภาณุศักดิ์ ทองปรอน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต
ปีการศึกษา	2563
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ปลาตับเต่า เป็นชื่อสามัญที่เรียกกันทั่วไปในไทยของกลุ่มปลาในวงศ์ Hemiramphidae และ Zenarchopteridae ปลากลุ่มนี้มีลักษณะเด่นคือขากรรไกรล่างยาวกว่าขากรรไกรบน ชนิดที่นำมาศึกษาคือ *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) เป็นชนิดที่พบมากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จากการศึกษาในปลาสกุลเดียวกันพบว่า มีพฤติกรรมว่ายอยู่ผิวน้ำเป็นฝูงและมีพฤติกรรมการกินที่คล้ายกัน คือการล่าเหยื่อขนาดเล็กที่อยู่บริเวณผิวน้ำ หรือเหนือน้ำ ซึ่งมักเป็นแมลง ตัวอ่อนแมลง แมลงบินได้ที่ตกลงมาบนผิวน้ำหรืออยู่ใกล้ผิวน้ำ จากการศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารระหว่างฤดูหนาว (พ.ย.-ม.ค. 2559-2560) และฤดูฝน (ก.ค.-ก.ย. 2560) ของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี พบว่าฤดูหนาวและฤดูฝนเก็บตัวอย่างปลาตับเต่าได้ 48 ตัวและ 84 ตัว ตามลำดับ และกลุ่มตัวอย่างฤดูหนาวมีสัดส่วนของประชากรที่พบอาหารในทางเดินอาหาร 89.58% ขณะที่กลุ่มตัวอย่างฤดูฝนมีสัดส่วนนี้เพียง 52.38% อาหารเด่นที่พบในทางเดินอาหาร ได้แก่ กลุ่มแมลง (Class insecta) เศษซากแมลง และซากที่ระบุไม่ได้ แต่มีความหลากหลายของชนิดแมลงที่กินอย่างสุ่ม บ่งชี้ว่าปลาตับเต่ามีความจำเพาะต่ออาหารกลุ่มแมลงแต่ไม่จำเพาะต่อชนิดของแมลง สอดคล้องกับข้อมูลเบื้องต้นและค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ (RGL) ของกลุ่มตัวอย่างปลาตับเต่าฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35±0.05 และ 0.37±0.05 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร่วมกับเกณฑ์จำแนกกลุ่มปลาตามค่า RGL และลักษณะทางเดินอาหารที่ตรง จึงสรุปได้ว่า ปลาตับเต่าชนิดนี้เป็นกลุ่มปลากินเนื้อ (Carnivorous) เมื่อวิเคราะห์ (Stomach content analysis) ค่า %IRI เปอร์เซ็นต์ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของอาหารแต่ละชนิดต่อปลาตับเต่า พบว่า %IRI ของฤดูหนาว ได้แก่ กลุ่มแมลง 25.94% เศษซากแมลง 73.98% และอื่น ๆ 0.07% ขณะที่ %IRI ของฤดูฝน ได้แก่ กลุ่มแมลง 32.71% เศษซากแมลง 1.10% และซากที่ระบุไม่ได้ 66.19%

คำสำคัญ: ปลาตับเต่า แมลง นิเวศวิทยาการกินอาหาร ระบบนิเวศป่าชายเลน ปากแม่น้ำ ปราณบุรี

Project Title Comparing the two seasons of the feeding ecology of halfbeak fish (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) from Pranburi river estuary, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand

Name Mr. Panusak Tongpron

Advisor Assistant Professor Jes Kettratad, Ph.D.

Academic Year 2020

Department Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

---

Abstract

Taptao fish is the Thai common name the fish in the family Hemiramphidae and Zenarchopteridae This group of fish is characterized by that the longer lower jaw when compared to the upper jaw. The past studies of the fish in same genus found that they form school at the surface and feed at the surface. They hunt for small prey on the surface or above the water, often insect larvae, flying insects that fall on the surface or near the surface. The study of feeding ecology of Halfbeak fish (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) at the estuary of Pranburi River was conducted on Winter (Nov-Jan 2016-2017) and Rainy season (Jul-Sep-2017). I collected 48 specimens during the winter and 84 specimens during the rainy season. The winter sample accounted for 89.58% of the population with food in the gastrointestinal tract, while the rainy samples accounted for 52.38%. The predominant foods found in the gastrointestinal tract are class insecta, insect fragments and unidentified carcass. But there are a variety of randomly eaten insect species. This indicated that Halfbeak fish is specific to the insect diet, but not specific to the type of insect This was consistent with the preliminary data. The Relative Gastrointestinal Length (RGL) of the winter and rainy samples were 0.35±0.05 and 0.37±0.05, respectively. Based on RGL and straight gastrointestinal characteristics, it can be concluded that *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) is a carnivorous fish. When Stomach content was analyzed, the winter season halfbeak prey item consists of insect (25.94%IRI) insect fragments (73.98%IRI) and other (0.07%IRI). On the another hand, the rainy season halfbeak prey item consists of insect (32.71%IRI) insect fragments (1.10%IRI) and unidentified carcass (66.19%IRI).

Keywords: Zenarchopteridae, Halfbeak fish, Feeding ecology, Estuary, Index of Relative Importance

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ตลอดจนช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ในการศึกษาโครงการ ทำให้โครงการในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่เคยสอนนิสิต ได้นำความรู้และทักษะต่าง ๆ ทำให้โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้สำเร็จและสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำรายวิชาโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุชนา ชวนิชย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี จิตประไพ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา สิงหรักษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ อาจารย์ ดร.สุจารี บุรีกุล และอาจารย์ ดร.สุธาพร บุญญเจตน์พงษ์ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ทำให้โครงการนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณนางสาวนัชชา สุขขี นางสาวทัศพร กาญจนเรขา และนายทำประดิษฐ์ มิตรเปรียญ ที่ให้คำปรึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการให้ความช่วยเหลือด้านตัวอย่างและข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากการออกภาคสนามของทั้ง 3 ท่านที่อนุญาตให้นิสิตสามารถนำมาศึกษาต่อในโครงการได้

ขอขอบคุณนายอับดุลเล๊าะ สิดิ เจ้าหน้าที่บริการวิทยาศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการเบิกใช้งานอุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการ ภาควิทยาศาสตร์ทางทะเล ตึกคลุ้ม วัชโรบล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อทำการศึกษาโครงการ และดูแลให้ความช่วยเหลือนิสิตเสมอ

ท้ายนี้ขอกราบขอบคุณบุพการีที่ให้การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนให้กำลังใจที่ดีตลอดมา และขอขอบคุณเพื่อน พี่ ๆ น้อง ๆ ภาควิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกคน และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มิได้เอ่ยนามถึงในครั้งนี้ ที่ให้ความห่วงใย ข้อเสนอแนะ คำแนะนำ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

โครงงานนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์จากภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีการศึกษา พ.ศ.2563

ภาณุศักดิ์ ทองปรอน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ .....ก

Abstract .....ข

กิตติกรรมประกาศ .....ค

สารบัญ .....ง

สารบัญรูป .....ฉ

สารบัญตาราง .....ช

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 อนุกรมวิธาน 3

2.2 การเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม 4

2.3 พฤติกรรมการสืบพันธุ์ 4

2.4 ลักษณะฤดูกาลของพื้นที่ 4

2.5 สายใยอาหารบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี 5

2.6 การศึกษาด้านนิเวศวิทยาการกินอาหาร 5

2.6.1 ศึกษาลักษณะที่วัดได้ของทางเดินอาหาร 5

2.6.2 วิธีการศึกษาองค์ประกอบในทางเดินอาหารของปลา 6

บทที่ 3 วิธีการศึกษา 8

3.1 การเก็บตัวอย่างปลาและพื้นที่ศึกษา 8

3.2 การเก็บปัจจัยสิ่งแวดล้อม 8

3.3 การรวบรวมและคัดแยกตัวอย่างปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) 9

3.4 การศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926).....9
3.4.1 ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา.....9
3.4.2 ขั้นตอนการศึกษา.....10
3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูล.....10
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล.....11
4.1 พื้นที่และการกระจายตัวของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)).....11
4.2 นิเวศวิทยาการกินอาหาร.....14
4.2.1 การพบอาหารในทางเดินอาหารของปลาตับเต่าฤดูหนาวและฤดูฝน.....14
4.2.2 ประเภทของอาหารในทางเดินอาหารของปลาตับเต่า.....15
4.2.3 การวิเคราะห์อาหารที่พบในกระเพาะอาหาร (Stomach content analysis).....17
4.3 ลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไป.....18
4.3.1 ลักษณะสัณฐานภายนอก.....18
4.3.2 ลักษณะสัณฐานภายใน.....20
4.4 ลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารของปลาตับเต่า.....22
บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ.....23
5.1 สรุปผลการศึกษา.....23
5.2 ข้อเสนอแนะ.....24
ภาคผนวก.....25
ภาคผนวก 1 อาหารชนิดเด่นในทางเดินอาหารของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ฤดูหนาว.....25
ภาคผนวก 2 อาหารชนิดเด่นในทางเดินอาหารของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ฤดูฝน.....26
เอกสารอ้างอิง.....27

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 พื้นที่เก็บตัวอย่างปลาทั้ง 5 สถานี 9

รูปที่ 2 ลักษณะทางสัณฐานที่วัดในของปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926).....9

รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการพบอาหารในทางเดินอาหารของกลุ่มตัวอย่างฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 14

รูปที่ 4 อาหารที่พบในทางเดินอาหารของกลุ่มตัวอย่างฤดูหนาว 15

รูปที่ 5 อาหารที่พบในทางเดินอาหารของกลุ่มตัวอย่างฤดูหนาว 16

รูปที่ 6 ลักษณะสัณฐานภายนอกของปลาตับเต่า *(Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) 18

รูปที่ 7 ลักษณะปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) เพศผู้ 18

รูปที่ 8 ปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) เพศเมีย.....19

รูปที่ 9 ลักษณะฟันแบบ Villiform ของขากรรไกรล่างของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)).....20

รูปที่ 10 ลักษณะส่วนหัวเมื่อนำแผ่นปิดเหงือกและผิวหนังบางส่วนออกของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) 20

รูปที่ 11 ลักษณะสัณฐานภายในของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) เพศผู้.....21

รูปที่ 12 ลักษณะสัณฐานภายในของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) เพศเมีย....21

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างปลาทั้ง 5 สถานี จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 8

ตารางที่ 2 การกระจายตัวของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ทั้ง 5 สถานี ในฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 11

ตารางที่ 3 ปัจจัยทางกายภาพและจำนวนตัวอย่างปลาตับเต่าฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์.....12

ตารางที่ 4 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 13

ตารางที่ 5 %IRI ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของอาหารที่พบในทางเดินอาหารต่อปลาตับเต่าในฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์.....17

ตารางที่ 6 ลักษณะที่วัดได้จากปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) และค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ในฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 22

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา

ปลาตับเต่า เป็นชื่อสามัญที่เรียกกันทั่วไปในไทยของกลุ่มปลาในวงศ์ Hemiramphidae และ Zenarchopteridae หรือเรียกว่า halfbeaks fish ในต่างประเทศ ปลากลุ่มนี้มีลักษณะเด่นคือขากรรไกรล่างยาวกว่าขากรรไกรบน พบได้ทั้งฝั่งทะเลอ่าวไทย และฝั่งทะเลอันดามัน โดยฝั่งทะเลอ่าวไทย โดยบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบปลาทั้งสกุล *Hemiramphus* และสกุล *Zenarchopterus* ทั้งนี้ชนิดที่นำมาศึกษาคือ *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) เป็นชนิดที่พบมาก มีพฤติกรรมว่ายอยู่ผิวน้ำเป็นฝูง โดยกลุ่มปลาตับเต่าน้ำจืดและน้ำกร่อยมีพฤติกรรมการกินที่คล้ายกัน คือการล่าเหยื่อขนาดเล็กที่อยู่บริเวณผิวน้ำ หรือเหนือน้ำ ซึ่งมักเป็นแมลง ตัวอ่อนแมลง แมลงบินได้ที่ตกลงมาบนผิวน้ำหรืออยู่ใกล้ผิวน้ำ (Hoedeman, 1974) ปัจจุบันปลากลุ่มนี้ยังถูกนำมาใช้ประกอบอาหาร บริโภค แปรรูปและส่งออกได้จากการจับจากธรรมชาติ เช่น การนำมาทำเมนูปลาดิบหรือซาชิมิ และการทำปลาแดดเดียวในพื้นที่เขื่อนบางลาง จ. ยะลา แล้วการส่งออกไปยังประเทศมาเลเซีย เป็นต้น (“ปลากระโดดแดดเดียว ของดีเขื่อนบางลาง,” 2561) ทั้งยังมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศ สายใยอาหาร และการถ่ายทอดพลังงาน อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับปลาตับเต่าชนิดนี้ในประเทศไทยยังมีน้อยมาก โดยเฉพาะนิเวศวิทยาในการกินอาหารของปลาตับเต่าชนิดนี้ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีที่เป็นระบบนิเวศปากแม่น้ำและป่าชายเลน ดังนั้นการศึกษาการเปรียบเทียบนิเวศวิทยาการกินอาหารสองฤดูกาลของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย จะทำให้เข้าใจลักษณะสัณฐาน แหล่งอาหาร การเปลี่ยนแปลงของการกินอาหารในสองฤดูกาล ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการกินอาหาร รูปแบบพฤติกรรมการกินอาหารและการมีอยู่ของอาหาร นอกจากเป็นการทำให้ข้อมูลของปลาตับเต่าชนิดนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น รูปแบบพฤติกรรมการกินอาหารและชนิดอาหารที่พบในทางเดินอาหารจะช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ของอาหารที่มีต่อฤดูกาลที่แตกต่างกัน ทั้งในแง่ของชนิดและปริมาณของอาหาร นอกจากนี้ ยังเติมเต็มการศึกษาห่วงโซ่และสายใยอาหารในระบบนิเวศบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี รวมถึงการศึกษาอาหารในทางเดินอาหารทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางเดินอาหารและอาหารที่ปลาตับเต่าชนิดนี้กิน รวมถึงช่วยในการหาความต้องการธาตุอาหารของปลาตับเต่าชนิดนี้ด้วย ดังที่กล่าวมา ผลการศึกษาหรือข้อมูลที่ได้ จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การศึกษา และการเพาะเลี้ยง ทั้งการเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารหรือเป็นสัตว์เลี้ยงสวยงาม เมื่อกล่าวถึงการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ หากสามารถนำมาเพาะเลี้ยงได้จะช่วยลดผลกระทบในอนาคตที่อาจเกิดจากการทำประมงปลากลุ่มนี้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ การทราบชนิดของอาหาร และความสัมพันธ์ต่อฤดูกาล หากมีการนำไปศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อแหล่งอาหารต่อไป จะช่วยให้เข้าใจถึงผลกระทบทางอ้อมที่อาจเกิดขึ้นได้ต่อปลาตับเต่าชนิดนี้ทั้งจากอาหารซึ่งเป็นกลุ่มแมลงที่จะได้รับผลกระทบจากบนบกและฤดูกาลที่จะได้รับผลกระทบจาก Climate Change ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) ศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย
2) เปรียบเทียบนิเวศวิทยาการกินอาหารสองฤดูกาลของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย
3) ศึกษาปัจจัยที่ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการกินอาหารของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926))

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) กลุ่มตัวอย่างจากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์อาหารที่พบในทางเดินอาหาร (Stomach content analysis) หา %IRI เปอร์เซ็นต์ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของอาหารแต่ละชนิด โดยใช้วิธีประเมินค่า index of relative importance (IRI) ซึ่งใช้วิธีหลักการประยุกต์ของวิธีการนับจำนวน (Numerical method) วิธีการวัดปริมาตร (Volumetric method) และความถี่ในการพบอาหาร (frequency of occurrence) ภายในทางเดินอาหารของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) เปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างที่เก็บตัวอย่างในฤดูหนาว (พ.ย.-ม.ค. 2559-2560) และฤดูฝน (ก.ค.-ก.ย. 2560) เพื่อศึกษาความสำคัญของอาหารแต่ละชนิดต่อฤดูกาล และความสัมพันธ์ต่อระบบนิเวศ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษากลุ่มปลาตับเต่า เพื่อการจัดการทรัพยากรหรือเพาะเลี้ยง เป็นต้
2) สามารถนำไปต่อยอดสู่โครงงานศึกษาอื่น ๆ ทางด้านนิเวศวิทยาในพื้นที่ต่อไปได้
3) ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมและอาหารของปลาตับเต่าในระบบนิเวศป่าชายเลนเพื่ออนุรักษ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

ปลาตับเต่า เป็นชื่อสามัญที่เรียกกันทั่วไปในไทยของกลุ่มปลาในวงศ์ Hemiramphidae และ Zenarchopteridae หรือเรียกว่า halfbeaks fish ในต่างประเทศ ปลากลุ่มนี้มีลักษณะเด่นคือขากรรไกรล่างยาวกว่าขากรรไกรบน พบได้ทั้งฝั่งทะเลอ่าวไทย และฝั่งทะเลอันดามัน โดยฝั่งทะเลอ่าวไทย โดยบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบปลาทั้งสกุล Hemiramphus และสกุล Zenarchopterus ทั้งนี้ชนิดที่นำมาศึกษาคือ *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) เป็นชนิดที่พบมาก มีพฤติกรรมว่ายอยู่ผิวน้ำเป็นฝูง โดยกลุ่มปลาตับเต่าน้ำจืดและน้ำกร่อยมีพฤติกรรมการกินที่คล้ายกัน คือการล่าเหยื่อขนาดเล็กที่อยู่บริเวณผิวน้ำ หรือเหนือน้ำ ซึ่งมักเป็นแมลง ตัวอ่อนแมลง แมลงบินได้ที่ตกลงมาบนผิวน้ำหรืออยู่ใกล้ผิวน้ำ (Hoedeman, 1974) มีการเจริญเติบโตตั้งแต่วัยอ่อนจนถึงตัวเต็มวัยตลอดช่วงชีวิตภายในปากแม่น้ำ (Kanai, 2014) ปัจจุบันปลากลุ่มนี้ยังถูกนำมาใช้ประกอบอาหาร บริโภค แปรรูปและส่งออกได้จากการจับจากธรรมชาติ เช่น การนำมาทำเมนูปลาดิบหรือซาซิมิ และการทำปลาแดดเดียวในพื้นที่เขื่อนบางลาง จ.ยะลา แล้วการส่งออกไปยังประเทศมาเลเซีย เป็นต้น ทั้งยังมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศ สายใยอาหาร และการถ่ายทอดพลังงาน

การเข้าถึงข้อมูลการศึกษาในสปีชีส์นี้ที่เข้าถึงได้ยังมีไม่มากนัก จึงต้องค้นคว้าเทียบเคียงกับปลาภายในวงศ์หรือสกุลเดียวกันร่วมด้วย แต่ทั้งนี้หลายการศึกษามักระบุว่าแต่ละสกุลจะมีพฤติกรรม อาหาร แหล่งที่อยู่อาศัยและลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น การดัดแปลงครีบก้นเป็น Andropodium ในปลาสกุล *Zenarchopterus* นอกจากการดัดแปลงครีบก้นนี้ ความแตกต่างอื่น ๆ ได้แก่ ขนาด สี และความยาวหรือรูปร่างของจะงอยปาก สกุล *Normorhampus* เพศเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้มาก แต่ไม่มีสีสันสดใส และมีจะงอยปากสั้น ในทางตรงกันข้าม *Hemirhamphodon* เพศผู้จะมีขนาดใหญ่กว่าเพศเมีย (Riehl, 1996)

2.1 อนุกรมวิธาน

อาณาจักรสัตว์ (Animalia)

ไฟลัม Chordata

ไฟลัมย่อย Vertabrata

ชั้น Actinopterygii

อันดับ Belonifomes

วงศ์ Zenarchoteridae

สกุล *Zenarchopterus*

สปีชีส์ *Zenarchopterus dunckeri*

Zenarchopterus มาจากภาษากรีก ประกอบด้วยคำว่า Zao แปลว่า ให้กำเนิดชีวิต Archos แปลว่าทวารหนัก และ Pteron แปลว่า ครีบ *Zenarchopterus* จึงมีความหมายว่า ครีบทวารที่ให้ชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของเพศผู้ที่ก้านครีบก้นดัดแปลงเป็น Andropodium ซึ่งมีหน้าที่ส่งน้ำเชื้อเข้าสู่เพศเมีย

2.2 การเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม

ปลาตับเต่า หลายสกุล เช่น *Dermogenys*, *Nomorhamphus* และ*Hemirhamphodon* ถูกซื้อขายและเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม โดยใช้ตู้ปลาที่เน้นพื้นที่กว้าง ให้พื้นที่ผิวน้ำมาก โดยปลาพวกนี้มีความไวต่อออกซิเจนต่ำและไม่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอย่างฉับพลัน โดยเลี้ยงไว้ในน้ำกร่อยที่ค่อนข้างจืดเล็กน้อย (Fischer, 1994) พวกมันมีความไวต่อสิ่งเร้ารุนแรง เช่น ไฟที่ส่องสว่างอย่างกะทันหันอาจทำให้พวกมันตกใจและว่ายไปมาอย่างตื่นตระหนก อาจได้รับบาดเจ็บจากการชนสิ่งกีดขวาง จะงอยปากหักหรือกระโดดออกจากตู้ อาการบาดเจ็บที่จะงอยปากดังกล่าวมักจะหายเป็นปกติภายในไม่กี่สัปดาห์ พวกมันจะกินตัวอ่อนของแมลง เช่นหนอนเจาะเลือดเช่นเดียวกับไข่กุ้ง กุ้ง แมลงวัน ผลไม้ และปลาเนื้อขาวสับชิ้นเล็ก ๆ (Monk, 2005)

2.3 พฤติกรรมการสืบพันธุ์

ปลาตับเต่ามีรูปแบบการสืบพันธุ์เป็นแบบปฏิสนธิภายใน (Internal Fertilization) โดยสกุลที่เป็นสปีชีส์น้ำจืดและน้ำกร่อยนั้น ได้แก่ *Dermogenys*, *Hemirhamphodon*, *Nomorhampus*, *Tondanichthys* และ *Zenarchopterus* มีครีบก้นที่ถูกดัดแปลงเรียกว่า Andropodium มีรูปแบบปฏิสนธิภายในทั้ง 5 สกุล ลักษณะเหล่านี้แสดงการเป็น Monophyletic group กัน โดยปลาตับเต่าน้ำจืดและน้ำกร่อยมีลักษณะเป็น viviparous ยกเว้นสกุล *Zenarchopterus* ออกลูกเป็นไข่ (Oviparous) (Collette et ai., 1984; Grier และ Collette, 1987; Anderson และ Collette, 1991) จากการศึกษาภาคสนามโดยสังเกตพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของ *Zenarchopterus* สองชนิด พวกเขาตั้งสมมติฐานว่าใน *Z. gilli* ครีบหลังและครีบก้นที่ดัดแปลงให้ยาวของเพศผู้นั้นทำหน้าที่จับยึดเพศเมียในระหว่างการผสมพันธุ์ (Berra, 2001) โดยปลากระทุงเหวและปลาตับเต่าเพศเมียมักมีความก้าวร้าวกับเพศผู้ในระหว่างการสืบพันธุ์ โดยตัวผู้จะทำตัวเป็นรูปตัวเอส (S-bend) บางส่วนพันรอบตัวเมีย การสัมผัสกันจะใช้เวลาสั้นมาก แต่ตัวผู้สามารถสะบัด Andropodium ไปมาได้ แต่ไม่สามารถสอดเข้าอวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเมียซึ่งมีขนาดเล็กได้ทั้งหมด แต่ในการศึกษาปลากระทุงเหวและปลาตับเต่าแต่ละสกุลมีพฤติกรรมและลักษณะขณะสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันออกไป (Greven, 2010)

2.4 ลักษณะฤดูกาลของพื้นที่

ฤดูกาลของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อพิจารณาตามลักษณะของลมฟ้าอากาศของประเทศไทย สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดูดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงว่างของลมมรสุม ลักษณะอากาศโดยทั่วไปจะไม่ร้อนอบอ้าวมากนัก เนื่องจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์อยู่ติดกับทะเล อย่างไรก็ตามช่วงเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนเมษายน

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดพาความชื้นจากทะเลและมหาสมุทรมาปกคลุมประเทศไทย ทำให้อากาศชุ่มชื้นและเริ่มมีฝนตกตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป นอกจากนี้ในช่วงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนอาจได้รับอิทธิพลจากร่องมรสุม

ที่พาดผ่านบริเวณภาคใต้และอ่าวไทย และพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนตัวเข้าใกล้หรือเข้าสู่ประเทศไทยในช่วงดังกล่าวด้วย

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงประมาณเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยและบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนซึ่งเป็นมวลอากาศเย็นจะแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยในช่วงดังกล่าว ทำให้อุณหภูมิลดลงทั่วไปและมีอากาศหนาวเย็นเป็นครั้งคราว โดยอุณหภูมิจะลดลงต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม นอกจากนี้จังหวัดประจวบคีรีขันธ์จะยังคงมีฝนต่อไปอีกระยะหนึ่งจนถึงเดือนพฤศจิกายน (ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, 2563)

2.5 สายใยอาหารบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

การศึกษาโครงสร้างสายใยอาหารบริเวณแม่น้ำปราณบุรีและปากแม่น้ำปราณบุรีของ ณิฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) พบว่าโครงสร้างสายใยอาหาร บริเวณแม่น้ำปราณบุรีมีความซับซ้อนมากกว่าบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีเนื่องจากพบความหลากหลายชนิดของปลาในบริเวณแม่น้ำปราณบุรี พบแพลงก์ตอนพืชทั้งสามขนาดในฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝนพบเฉพาะแพลงก์ตอนพืชขนาดพิโคแพลงก์ตอนและขนาดไมโครแพลงก์ตอน ในขณะที่บริเวณปากแม่น้ำพบแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนทั้งสองฤดู กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่กินแพลงก์ตอนพืชพบได้เหมือนกันในทั้งสองบริเวณและกลุ่มสัตว์ที่กินแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์พบหลากหลายชนิดในบริเวณแม่น้ำปราณบุรี ได้แก่ โคพีพอด ตัวอ่อนไส้เดือนทะเล ลูกกุ้ง ลูกปู ตัวอ่อนหอย ปลาขี้จีนครีบดา ปลาตะเพียนน้ำเค็ม ปลากระบอกดำ ปลากะตักควาย และปลาข้างเงินตาโตในฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝนพบโคพีพอด ลูกกุ้ง ลูกปู ตัวอ่อนดาวเปราะ ตัวอ่อนเม่นทะเล ตัวอ่อนหอย ปลาขี้จีนครีบดำ ปลาตะเพียนน้ำเค็ม และปลากระบอกดำ ในขณะที่บริเวณปากแม่น้ำพบสัตว์ที่มีบทบาทคล้ายคลึงกันแต่น้อยชนิดกว่า ปลาที่พบในบริเวณแม่น้ำที่กินแพลงก์ตอนสัตว์และที่กินทั้งพืชและสัตว์มีความหลากหลายมากกว่าบริเวณปากแม่น้ำ ปลาที่ดำรงชีวิตเป็นผู้ล่าพบได้ชุกชุมในบริเวณแม่น้ำปราณบุรี ได้แก่ ปลากระทุงควาย ปลากะพงข้างปาน ปลาสาก และปลาตาเหลือกยาว ผู้บริโภคลำดับสูงสุดในบริเวณแม่น้ำปราณบุรีและปากน้ำปราณบุรี ได้แก่ นกยาง นกแขวก นกนางนวล และนกกาน้ำ (นัชชา สุขขี, 2561)

2.6 การศึกษาด้านนิเวศวิทยาการกินอาหาร

2.6.1 ศึกษาลักษณะที่วัดได้ของทางเดินอาหาร

นำตัวอย่างปลามาวัดความยาวมาตรฐานและความยาวของทางเดินอาหาร จากนั้นนำค่าที่ได้คำนวนหาค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ (Relative gut length) ตามสมการ (Davis และคณะ, 2013)

$$\text{ความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์} = \frac{\text{ความยาวทางเดินอาหาร (เซนติเมตร)}}{\text{ความยาวมาตรฐาน (เซนติเมตร)}}$$

เกณฑ์การจำแนกกลุ่มปลาตามค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์

ค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 0.70–0.85 ปลาที่กินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหาร (Zooplanktivore)

ค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 0.63–1.50 ปลาที่กินเนื้อ (Carnivorore)

ค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 0.80–4.00 ปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore)

ค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 2.00–21.00 ปลาที่กินพืช (Herbivore)

(Kapoor และคณะ, 1976)

2.6.2 วิธีการศึกษาองค์ประกอบในทางเดินอาหารของปลา

การวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะปลาสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่ถูกกล่าวถึงมากที่เป็นวิธีของ Hyslop (1980) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย แม่นยำ ไม่ซับซ้อน และเสียค่าใช้จ่ายไม่มาก โดยมี 5 วิธี ดังนี้

1. วิธีประเมินการพบหรือไม่พบ (Occurrence method) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการศึกษาการกินอาหารของปลา ซึ่งบอกเพียงว่าปลาชนิดนั้นกินอาหารอะไร โดยไม่พิจารณาถึงปริมาณและสัดส่วน ประโยชน์ของวิธีนี้คือทำให้ประหยัดเวลาในการศึกษา เพราะไม่ต้องใช้เวลาและเครื่องมือในการศึกษามาก แต่มีข้อเสียในเรื่องการให้ข้อมูลที่หยาบเกินไปไม่สามารถนำมาหาความถูกต้องในระดับสูงได้

2. วิธีการนับจำนวน (Numerical method) ทำได้โดยนับชิ้นของอาหารภายในกระเพาะอาหาร ซึ่งจะแสดงค่าสัดส่วนของอาหารที่พบแต่ละชนิดในสัดส่วนของร้อยละ มักนิยมใช้ในการนับอาหารในกระเพาะที่มีขนาดใกล้เคียงกัน วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วในการศึกษาเช่นกันแต่มีข้อเสียคือเมื่อมีขนาดของอาหารที่แตกต่างกันเกิดขึ้นการนับจะปรากฏค่าชิ้นเพียงหน่วยเดียว ทาให้เมื่อวิเคราะห์ผลการศึกษาแล้ว พบว่าอาหารสองชนิดมีอิทธิพลใกล้เคียงกันทั้งที่ขนาดต่างกัน

3. วิธีการวัดปริมาตร (Volumetric method) เป็นการคำนวณปริมาณของอาหารในกระเพาะอาหาร มี 2 วิธี ได้แก่ การคำนวณทางตรง โดยการนำชนิดอาหารใส่ภาชนะที่ทราบปริมาตรและแทนที่ด้วยน้ำ แต่วิธีการคำนวณทางตรงจะมีข้อเสียคือ เมื่อไม่สามารถหาปริมาตรของอาหารที่มีขนาดเล็กได้ ในขณะที่วิธีการคำนวณทางอ้อม ทาได้โดยการนำอาหารในกระเพาะอาหารมากระจายในพื้นที่ที่ทราบขนาดแน่นอน เช่น กระดาษกราฟ โดยให้พื้นที่ทั้งหมดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นหาพื้นที่ของอาหารชนิดนั้น ๆ แล้วประเมินสัดส่วนของร้อยละของชนิดอาหารที่พบได้เช่นกัน

4. วิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) การชั่งน้ำหนักอาหาร ทำได้โดยการนำอาหารในกระเพาะอาหารมาจัดกลุ่ม จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งโดยการทำ freeze drying หรือกระบวนการที่นำน้ำออก ทำให้สามารถแสดงผลเป็นรูปร้อยละของอาหารชนิดนั้นต่ออาหารทั้งหมดในกระเพาะอาหารได้

5. วิธีที่เฉพาะเจาะจง (Subjective method) ใช้วิธีประเมินค่า index of relative importance (IRI) โดยใช้หลักการประยุกต์ของวิธีการนับจำนวน (Numerical method) วิธีการวัดปริมาตร (Volumetric method) และความถี่ในการพบอาหาร (frequency of occurrence) มาบูรณาการเป็นสมการดังนี้

$$IRI = (\%N + \%V) \times \%F$$

IRI = ค่าดัชนี index of relative importance

%N = ร้อยละโดยจำนวณของอาหารชนิดนั้น

%V = ร้อยละโดยปริมาตรของอาหารชนิดนั้น

%F = ร้อยละโดยความถี่ของอาหารชนิดนั้น

จากนั้นได้มีการปรับปรุงการนำเสนอค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นค่า %IRI (Cortés, 1997) ดังสมการ

$$\%IRI = (\frac{IRI}{total\ IRI}) \times 100$$

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

ตัวอย่างปลาตับเต่าที่ใช้เป็นตัวอย่างที่เก็บโดยนัชชา สุขขี และคณะระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560 ถูกเก็บรักษาไว้ในแอลกอฮอล์ 70%

3.1 การเก็บตัวอย่างปลาและพื้นที่ศึกษา

เก็บตัวอย่างปลาด้วยอวนทับตลิ่ง ความยาวอวน 30 เมตร ลึก 6 เมตร ขนาดตาอวน 1 เซนติเมตร จากการสุ่มเก็บ 5 สถานี ที่มีความเค็มแตกต่างกัน ได้แก่ สถานีที่ 1 เป็นบริเวณชายฝั่งใกล้ปากแม่น้ำปราณบุรี เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากทะเล สถานีที่ 2 ปากคลองเก่า เป็นบริเวณริมฝั่งแม่น้ำที่ไหลเข้าสู่วนอุทยานปราณบุรี สถานีที่ 3 ริมฝั่งแม่น้ำที่ไหลเข้าสู่บริเวณศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี สถานีที่ 4 ริมฝั่งตรงข้ามป่าชายเลนร้อยปี และสถานีที่ 5 ริมฝั่งแหลมใหญ่ ระยะทางแต่ละสถานี ห่างกัน 1-2 กิโลเมตร ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 (จำนวน 13 เดือน) โดยเลือกเดือนพฤศจิกายน เดือนธันวาคม และเดือนมกราคม เป็นตัวแทนฤดูหนาว (cold season) ในขณะที่ตัวแทนฤดูฝน (rain season) ได้แก่ เดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน

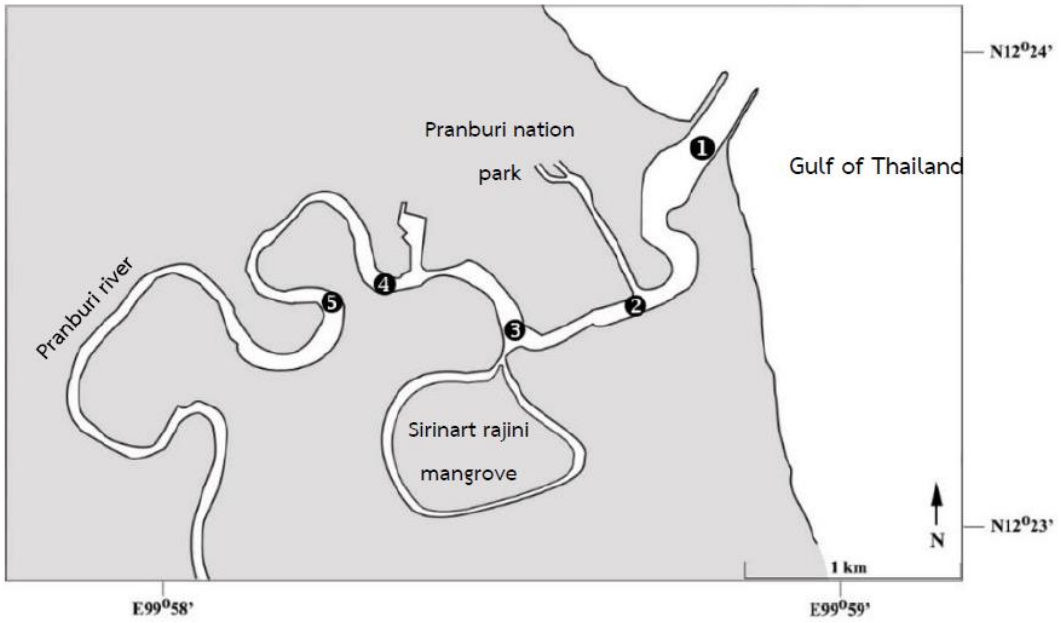
ในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่างจะทำการสลบปลาด้วยวิธีการแช่น้ำแข็ง (Rapid cooling method) ตามวิธีมาตรฐานของ Wilson และคณะ (2009) จากนั้นนำตัวอย่างปลาทั้งหมดมารักษาสภาพเนื้อเยื่อในน้ำยาเดวิดสัน (Davidson's fixative) เป็นระยะเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างปลามาเก็บรักษาตัวอย่างในแอลกอฮอล์ 70% (นัชชา สุขขี, 2561)

3.2 การเก็บปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ทำการวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ปลาขี้จีนครีบดาอาศัยอยู่ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย และค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปร (SCT meter) รุ่น YSI 650 MDS (ประเทศสหรัฐอเมริกา)

ตารางที่ 1 สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างปลาทั้ง 5 สถานี จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

หมายเลขสถานี	ชื่อสถานี	พิกัด
1	ปากแม่น้ำปราณบุรี	12° 24'64.0" N, 099° 59'40.8" E
2	ปากคลองเก่า	12° 24'28.9" N, 099° 59'34.2" E
3	ริมฝั่งแม่น้ำปราณบุรี	12° 24'22.7" N, 099° 58'96.6" E
4	ริมฝั่งตรงข้ามป่าชายเลนร้อยปี	12° 24'33.6" N, 099° 58'58.9" E
5	ริมฝั่งแหลมใหญ่	12° 24'26.8" N, 099° 58'44.1" E



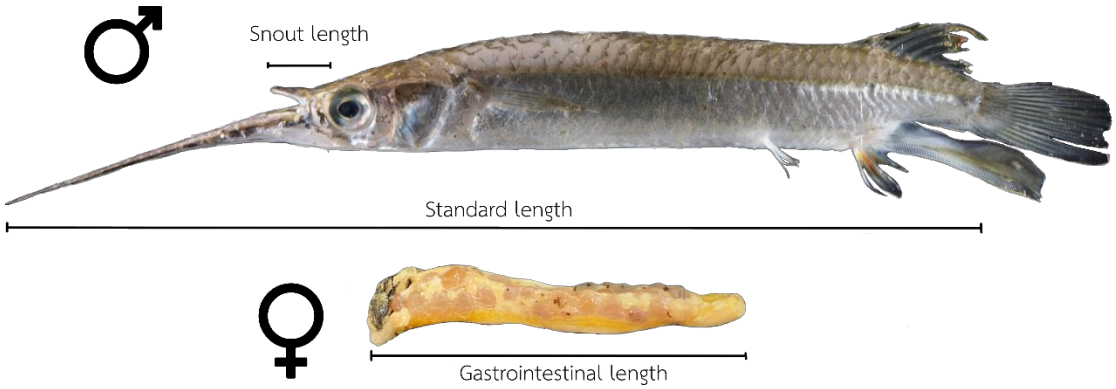
รูปที่ 1 พื้นที่เก็บตัวอย่างปลาทั้ง 5 สถานี [❶)ปากแม่น้ำปราณบุรี; ❷) ปากคลองเก่า; ❸) ริมฝั่งแม่น้ำปราณบุรี; ❹) ริมฝั่งตรงข้ามป่าชายเลนร้อยปี; ❺) ริมฝั่งแหลมใหญ่] (นัชชา สุขขี, 2561)

3.3 การรวบรวมและคัดแยกตัวอย่างปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926))

รวบรวมตัวอย่างปลาทั้งหมดที่ถูกเก็บรักษาไว้ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงคัดแยกปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ออกมาแยกเก็บรักษาไว้ในแอลกอฮอล์ 70% บันทึกวันที่ สถานีและครั้งที่เก็บที่พบจากฉลากบนภาชนะเก็บตัวอย่างเดิม เพื่อนำไปศึกษาต่อ

3.4 การศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)

3.4.1 ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา



รูปที่ 2 ลักษณะทางสัณฐานที่วัดในของปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) (ภาพจาก ธนกร บุญดา, 2563)

รวบรวมตัวอย่างปลาบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ที่มีการเก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2560 นำปลาตับเต่ามาทำการจำแนกชนิดปลาตับเต่าตามหลักเกณฑ์อนุกรมวิธานของ Bruce B. Collette และ Jinxiang Su (1986) หลังจากยืนยันความถูกต้องของชนิดปลาแล้ว ทำการคัดแยกปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) ออกจากตัวอย่างรวม และจำแนก ติดฉลากระบุวันที่ สถานี ที่เก็บตัวอย่าง เก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 70% จากนั้นจำแนกตัวอย่างออกเป็นฤดูกาล เลือก 2 ฤดูกาลที่ห่างกันอย่างน้อย 2 เดือน ฤดูกาลละ 3 เดือน

3.4.2 ขั้นตอนการศึกษา

หลังจากรวบรวมและจำแนกตัวอย่างแล้ว นำตัวอย่างมาล้างน้ำปริมาณมาก พักไว้ในน้ำ โดยไม่ปล่อยให้แห้ง จากนั้นนำตัวอย่างมาทำการศึกษาลักษณะภายนอก บันทึกลักษณะฟัน ลักษณะสัณฐานภายนอกของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) วัดและบันทึกความยาวจะงอยปาก (Snout length) ความยาวมาตรฐาน (Standard length, SL) เมื่อทำการวัดและบันทึกลักษณะภายนอกที่วัดได้แล้ว จึงเปิดช่องท้อง สังเกตและบันทึกลักษณะสัณฐานภายใน ลักษณะทางเดินอาหาร แล้วแยกทางเดินอาหารออกมาวัดความยาวทางเดินอาหาร (GI length) จากนั้นศึกษาองค์ประกอบอาหารในทางเดินอาหารภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยทำการผ่าทางเดินอาหารออกตามยาว เขี่ยอาหารภายในทางเดินอาหารออกมาโดยให้ยังพอทราบได้ว่าอาหารอยู่ในส่วนต้น กลางหรือท้ายของทางเดินอาหาร ศึกษาอาหารภายในทางเดินอาหารโดยใช้วิธีการนับจำนวน (Numerical method) การประเมินปริมาตร (Volumetric method) และความถี่ในการพบอาหาร (Frequency of occurrence) บันทึกชนิดอาหาร จำนวนและ Cover Area ของอาหารแต่ละชนิด

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์อาหารที่พบในทางเดินอาหาร (Stomach content analysis) โดยวิเคราะห์ดัชนีความสัมพัทธ์ IRI และ %IRI จากการใช้ค่าที่บันทึกได้จากการนับจำนวน (Numerical method) การประเมินปริมาตร (Volumetric method) และความถี่ในการพบอาหาร (Frequency of occurrence) ตามสูตรคำนวณ (Hyslop, 1980) แล้วนำความยาวมาตรฐาน (Standard length, SL) และความยาวทางเดินอาหาร (GI length) จากการศึกษาลักษณะที่วัดได้มาคำนวณหาค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ (Relative gut length) ตามสูตรคำนวณ (Davis และคณะ, 2013) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สรุปผลการศึกษาและเปรียบเทียบนิเวศวิทยาการกินอาหารระหว่างสองฤดูกาล

บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 พื้นที่และการกระจายตัวของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926))

จากการพิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูลการเก็บตัวอย่างปลา 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาวและฤดูฝน ฤดูหนาว ได้แก่ เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม พ.ศ.2559 และมกราคม พ.ศ.2560 ฤดูฝน ได้แก่ เดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน พ.ศ.2560 จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทั้งหมด 5 สถานี พบปลาตับเต่าเยอะที่สุดในสถานีที่ 5 จำนวนสะสม 81 ตัว รองลงมาสถานีที่ 4 จำนวนสะสม 26 ตัว สถานีที่ 3 จำนวนสะสม 23 ตัว และสถานีที่ 1 และ 2 จำนวนสะสม 1 ตัวเท่ากัน (ตารางที่ 2) คล้ายคลึงและสอดคล้องกับการศึกษาของ Robertsi Collette, Z., และ Ornithocephala Collette, Z. (1992) ที่ศึกษา *Zenachopterus kampeni* ในแม่น้ำทางตอนเหนือของเกาะนิวกินี พบว่าสามารถเก็บตัวอย่างในฤดูน้ำหลากได้มากกว่าในฤดูอื่นอย่างฤดูแล้ง

ตารางที่ 2 การกระจายตัวของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ทั้ง 5 สถานี ในฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ฤดูกาล	เดือน	สถานี					รวม (ตัว)
		1	2	3	4	5	
ฤดูหนาว	พฤศจิกายน	-	-	21	-	-	21
	ธันวาคม	1	-	-	2	-	3
	มกราคม	-	1	-	-	23	24
ฤดูฝน	กรกฎาคม	-	-	-	23	6	29
	สิงหาคม	-	-	1	-	10	11
	กันยายน	-	-	1	1	42	44
รวม (ตัว)		1	1	23	26	81	132
ความเค็มเฉลี่ย (ppt)		30.70±0.00	27.28±0.00	24.37±2.59	22.23±3.74	17.79±3.02	

จากการศึกษาค่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่พบปลาตับเต่าอยู่อาศัยได้ผลว่า อุณหภูมิในฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.51±0.91 องศาเซลเซียส และ 30.68±0.19 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความเค็มในฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.00±7.79 ppt และ 20.32±2.46 ppt ตามลำดับ นอกจากนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.64±0.10 และ 7.89±0.24 ตามลำดับ และค่าออกซิเจนละลายในฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.90±0.87 มิลลิกรัมต่อลิตร 3.70±0.58 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปัจจัยทางกายภาพและจำนวนตัวอย่างปลาตับเต่าฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ฤดูกาล	เดือน	สถานี	อุณหภูมิ (°C)	D.O.	Salinity	pH	จำนวน (ตัว)	รวมฤดูกาล (ตัว)
ฤดูหนาว	พฤศจิกายน 59	3	ไม่มีข้อมูล				21	48
	ธันวาคม 59	1-2	25.50	5.76	30.70	7.65	1	
		4-2	25.70	5.00	27.90	7.69	2	
	มกราคม 60	2	27.54	5.51	18.28	7.74	1	
		5	27.28	7.33	11.13	7.47	23	
ฤดูฝน	กรกฎาคม 60	4-1	30.71	3.16	20.50	7.62	15	84
		4-2	30.71	3.16	20.50	7.62	8	
		5-1	30.10	2.92	20.10	7.53	6	
	สิงหาคม 60	3-2	30.65	4.98	26.96	7.98	1	
		5-2	30.71	3.42	19.16	7.66	10	
	กันยายน 60	3-2	30.34	3.46	21.78	8.14	1	
		4-2	30.58	3.69	17.86	8.08	1	
		5-1	30.68	4.08	18.79	8.09	13	
		5-2	30.68	4.08	18.79	8.09	17	
		5-3	30.68	4.08	18.79	8.09	12	

ความแตกต่างในการกระจายตัวของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ระหว่างสถานีมีปัจจัยสำคัญ คือ ค่าความเค็มและลักษณะพื้นที่ โดยมักพบปลาตับเต่ามากในสถานีที่ 5 ที่มีความเค็มต่ำที่มีความเค็มอยู่ระหว่าง 11.13-19.16 ppt แต่ความแตกต่างของการกระจายตัวระหว่างสองฤดูกาลในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่แน่ชัด เนื่องจากปลากลุ่มนี้มักอยู่ในบริเวณที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเสมอ คือท่ามกลางพืชน้ำ กกต้นไม้ หรือโครงสร้างบางอย่าง (Hoedeman, 1974) และจากการศึกษาใน *Zenachopterus kampeni* ในแม่น้ำทางตอนเหนือของเกาะนิวกินี พบว่าปลาชนิดนี้พบได้ง่ายในน้ำเงียบสงบที่มีขอนไม้ สิ่งกีดขวาง และซากพืชหรือใบไม้ปกคลุมพื้นผิวและร่มเงาไม้ และมีข้อสังเกตว่าปลาตับเต่า *Z. kampeni* มักไม่ค่อยชอบอยู่ในพื้นที่น้ำท่วมถึงเวลาน้ำขึ้นหรือในฤดูน้ำหลากและแห้งในฤดูแล้ง (Robertsi Collette และ Ornithocephala Collette, 1992) จึงเป็นไปได้ว่าช่วงเวลาและวิธีการในการเก็บตัวอย่างแต่ละฤดูกาลในการศึกษาครั้งนี้มีผลต่อจำนวนตัวอย่างปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ที่เก็บได้ในแต่ละฤดูกาล

ตารางที่ 4 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

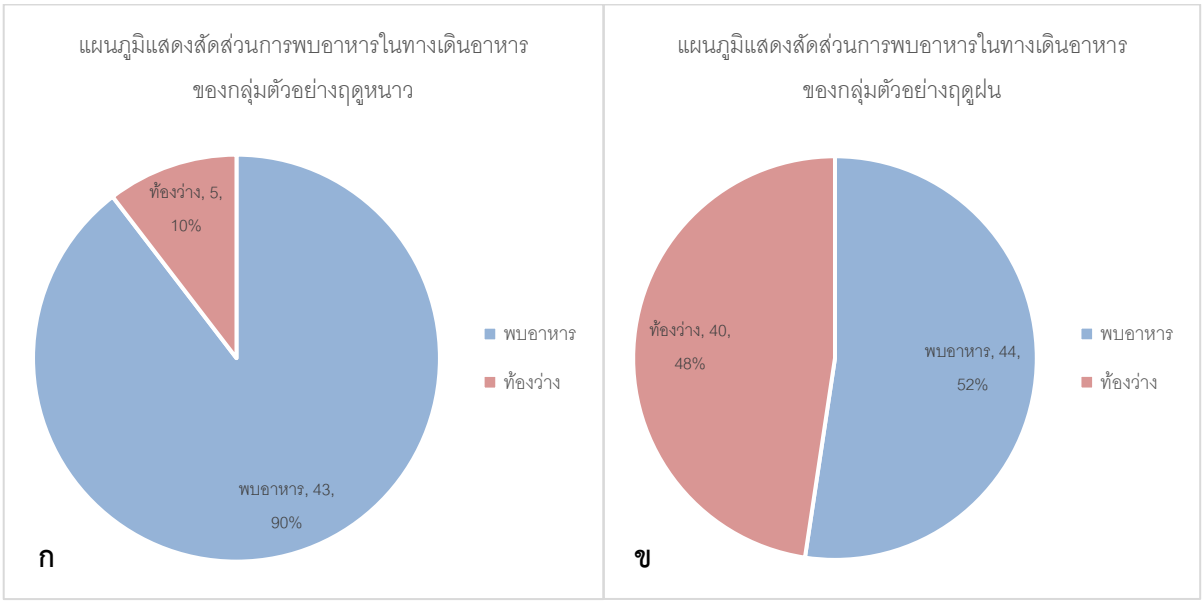
ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ฤดูหนาว ($\bar{x}$ ±SD)	ฤดูฝน ($\bar{x}$ ±SD)
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.51±0.91	30.68±0.19
ความเค็ม (ppt)	22.00±7.79	20.32±2.46
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.64±0.10	7.89±0.24
ออกซิเจนละลาย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.90±0.87	3.70±0.58

เมื่อเปรียบเทียบผลความเค็มและความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 2 ฤดูกาล (ตารางที่ 3) พบว่าความเป็นกรด-ด่างและความเค็มทั้ง 2 ฤดูกาลมีความใกล้เคียงกัน ในขณะที่อุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนละลายมีความแตกต่างกัน โดยในฤดูหนาวมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าและปริมาณออกซิเจนละลายสูงกว่าในฤดูฝน ซึ่งอุณหภูมิที่แตกต่างกันเกิดจากสภาพอากาศฤดูกาลหรือลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะที่ค่าออกซิเจนละลายที่แตกต่างกันของ 2 ฤดูกาลขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ปริมาณแสงที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืชหรืออุณหภูมิที่สูงกว่าทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยลง เป็นต้น แต่กล่าวได้ว่าความเค็มเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกระจายตัวของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) เนื่องจากความเค็มเป็นปัจจัยสำคัญต่อการกระจายตัวของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ระหว่างสถานี โดยมักพบปลาตับเต่ามากในสถานีที่ 5 ที่มีความเค็มต่ำที่มีความเค็มอยู่ระหว่าง 11.13-19.16 ppt และพบน้อยมากในสถานีที่ 1 ที่มีความเค็ม 30.70 ppt

4.2 นิเวศวิทยาการกินอาหาร

4.2.1 การพบอาหารในทางเดินอาหารของปลาตับเต่าฤดูหนาวและฤดูฝน

ฤดูหนาวและฤดูฝนเก็บตัวอย่างปลาตับเต่าได้ 48 ตัวและ 84 ตัว ตามลำดับ จากการศึกษาอาหารในทางเดินอาหารภายใต้กล้องจุลทรรศน์สตอริโอ พบว่ากลุ่มตัวอย่างฤดูหนาวมีจำนวนตัวอย่างที่พบอาหารในทางเดินอาหาร 43 ตัว คิดเป็น 89.58% และไม่พบอาหาร 5 ตัว คิดเป็น 10.42% ขณะที่กลุ่มตัวอย่างฤดูฝนมีจำนวนที่พบอาหารในทางเดินอาหาร 44 ตัว คิดเป็น 52.38% และไม่พบอาหาร 40 ตัว คิดเป็น 47.62%



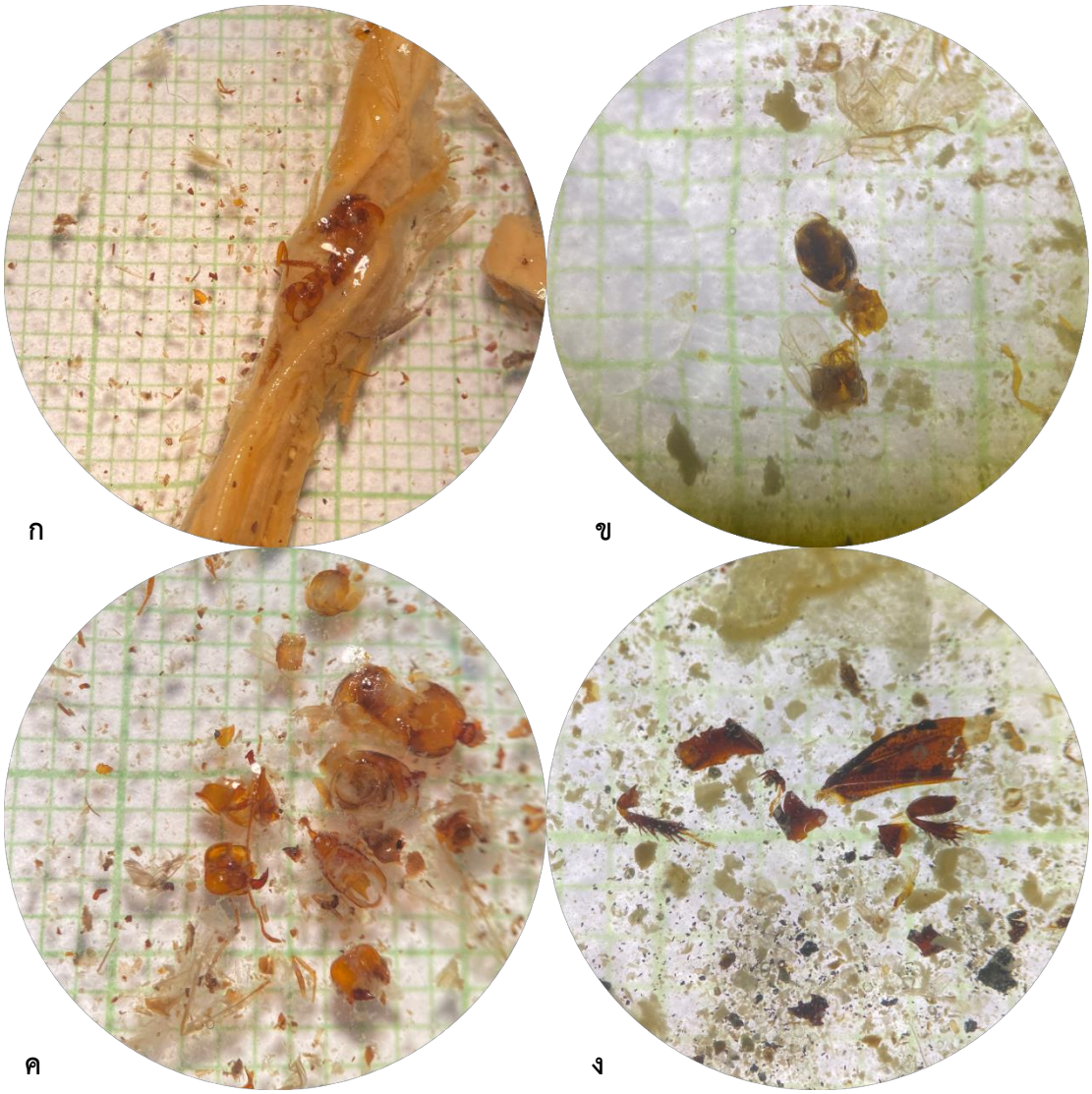
รูปที่ 3 (ก) แผนภูมิแสดงสัดส่วนการพบอาหารในทางเดินอาหารของกลุ่มตัวอย่างฤดูหนาว (ข) แผนภูมิแสดงสัดส่วนการพบอาหารในทางเดินอาหาร ของกลุ่มตัวอย่างฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ซึ่งผลการศึกษาไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Robertsi Collette, Z., และ Ornithocephala Collette, Z. (1992) ที่ศึกษา *Zenachopterus kampeni* ในแม่น้ำทางตอนเหนือของเกาะนิวกินี พบว่ามีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เนื่องจากค่าเฉลี่ยของความสมบูรณ์ในกระเพาะอาหารในฤดูน้ำหลากสูงกว่าในฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญ ความไม่สอดคล้องนี้อาจเกิดจากการเก็บตัวอย่างหลังจากปลากินอาหารเป็นเวลานาน อาจส่งผลต่อจำนวนอาหารที่ไม่สามารถจำแนกได้ เนื่องจากอาหารในทางเดินอาหารปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ถูกย่อยเป็นส่วนมาก และตัวอย่างของปลาชนิดนี้ไม่ได้ถูกฉีดฟอร์มาลีนเข้าช่องท้องในการเก็บตัวอย่างทำให้มีผลต่อจำนวนและความสมบูรณ์ของอาหารที่พบในทางเดินอาหารของปลาตับเต่า

4.2.2 ประเภทของอาหารในทางเดินอาหารของปลาตับเต่า

1) กลุ่มตัวอย่างปลาตับเต่าฤดูหนาว

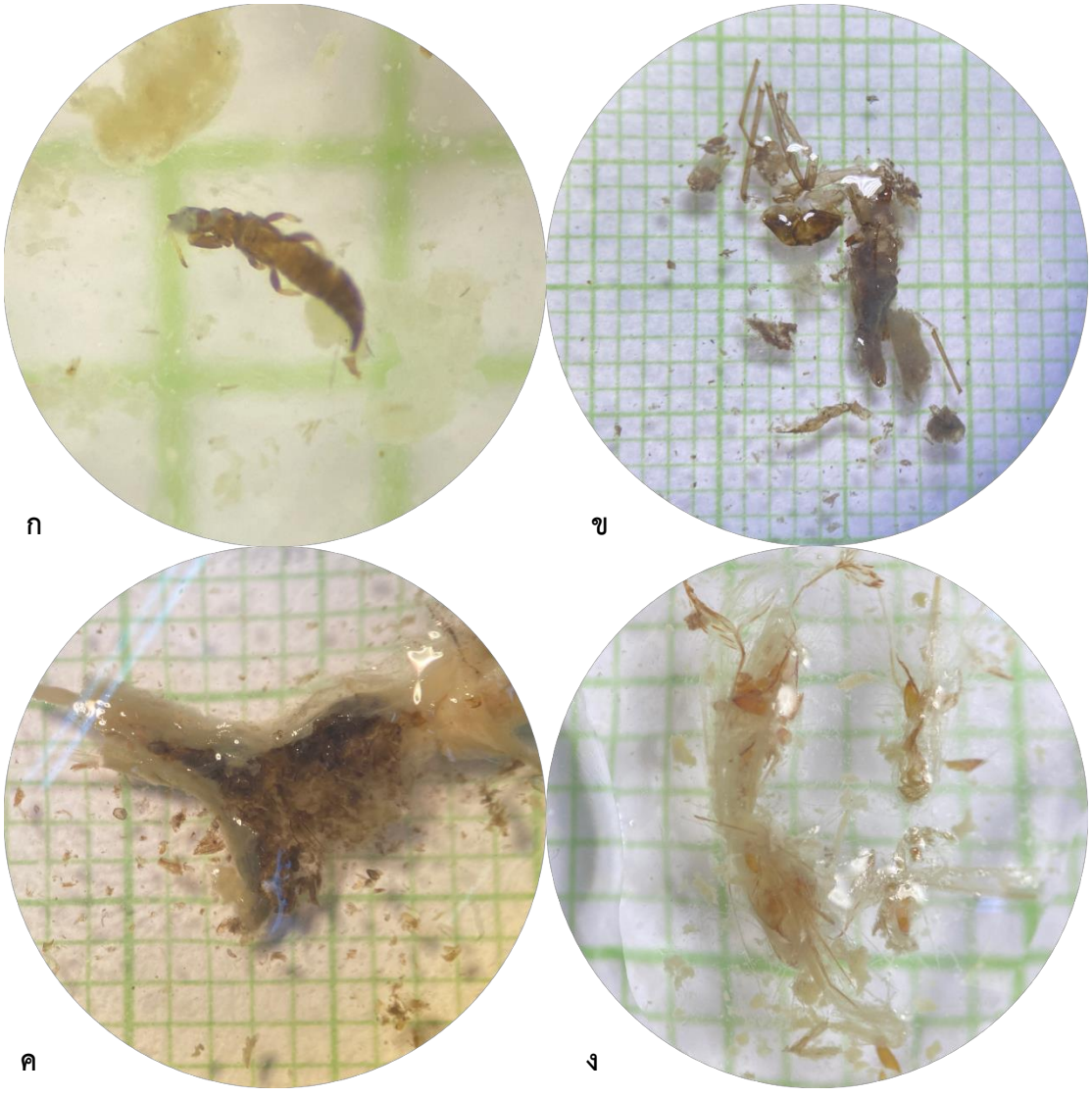
พบอาหารเด่นในทางเดินอาหาร ได้แก่ กลุ่มแมลง (Class Insecta) และเศษซากแมลง โดยกลุ่มของแมลงพิจารณาจากอาหารที่พบยังคงรูปร่างในทางเดินอาหาร (รูปที่ 4: ก,ข) เช่น ผึ้ง แตน แมลงปีกแข็ง มดดำ และมดแดง เป็นต้น มักพบในช่วงต้นของทางเดินอาหาร ในส่วนของเศษซากแมลง พิจารณาจากการพบเพียงบางส่วนของแมลงหรือยังระบุได้ว่าเป็นแมลง เช่น หัว ปล้องลำตัว เป็นต้น มักพบในช่วงต้นถึงท้ายทางเดินอาหาร (รูปที่ 4: ค,ง) อาหารภายในทางเดินอาหารมีความหลากหลายของชนิดแมลงที่กินอย่างสุ่ม บ่งชี้ว่าปลาตับเต่ามีความจำเพาะต่ออาหารกลุ่มแมลง แต่ไม่จำเพาะต่อชนิดของแมลง



รูปที่ 4 อาหารที่พบในทางเดินอาหารของกลุ่มตัวอย่างฤดูหนาว : ก และ ข คือ ภาพอาหารประเภทกลุ่มแมลง (Class insecta), ค และ ง คือ ภาพอาหารประเภทเศษซากแมลง

2) กลุ่มตัวอย่างปลาตับเต่าฤดูฝน

พบอาหารเด่นในทางเดินอาหาร ได้แก่ กลุ่มแมลง (Class Insecta) เศษซากแมลง ซากที่ระบุไม่ได้ และชิ้นส่วนพืช โดยกลุ่มของแมลง (รูปที่ 5: ก) มักพบในช่วงต้นของทางเดินอาหาร เช่น ตัวอ่อนแมลง มดดำ และมดแดง เป็นต้น อาหารประเภทนี้ในฤดูฝนมักไม่สมบูรณ์และขนาดเล็ก ในส่วนของเศษซากแมลง (รูปที่ 5: ข) เช่น หัว ปล้องลำตัว เป็นต้น มักพบในช่วงต้นถึงกลางทางเดินอาหาร ซากที่ระบุไม่ได้ (รูปที่ 5: ค) มีความละเอียดมากระบุชนิดไม่ได้ พบเฉพาะท้ายทางเดินอาหารคาดว่าเป็นอาหารที่ผ่านการย่อยแล้ว และสุดท้าย ชิ้นส่วนพืช (รูปที่ 5: ง) มีลักษณะคล้ายเส้นใย พบเฉพาะในเดือนกรกฎาคมเพียงจำนวน 5 ตัว



รูปที่ 5 อาหารที่พบในทางเดินอาหารของกลุ่มตัวอย่างฤดูหนาว : ก คือ ภาพอาหารประเภทกลุ่มแมลง (Class insecta), ข คือ ภาพอาหารประเภทเศษซากแมลง, ค คือ ภาพอาหารประเภทซากที่ระบุไม่ได้, ง คือ ภาพอาหารประเภทชิ้นส่วนพืช

4.2.3 การวิเคราะห์อาหารที่พบในกระเพาะอาหาร (Stomach content analysis)

จากการวิเคราะห์ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ IRI ด้วยการใช้วิธีการนับจำนวน (Numerical method) การประเมินปริมาตร (Volumetric metric) และความถี่ในการพบอาหาร (Frequency of occurrence) ได้ผลว่า ค่า IRI ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของอาหารแต่ละชนิดต่อปลาตับเต่า พบว่า IRI ของฤดูหนาว ได้แก่ กลุ่มแมลง 148,975.29 เศษซากแมลง 424,824.11 และอื่น ๆ 416.00 ขณะที่ IRI ของฤดูฝน ได้แก่ กลุ่มแมลง 80,156.17 เศษซากแมลง 2,679 ซากที่ระบุไม่ได้ 158,019.99 และชิ้นส่วนพืช 4,171.08 ในส่วนของ %IRI เปอร์เซ็นต์ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของอาหารแต่ละชนิดต่อปลาตับเต่า พบว่า %IRI ของฤดูหนาว ได้แก่ กลุ่มแมลง 25.94% เศษซากแมลง 73.98% และอื่น ๆ 0.07% ขณะที่ %IRI ของฤดูฝน ได้แก่ กลุ่มแมลง 32.71% เศษซากแมลง 1.10% และซากที่ระบุไม่ได้ 64.49% และชิ้นส่วนพืช 1.70% โดยเศษซากแมลงสูงที่สุดในฤดูหนาว รองลงมาเป็นกลุ่มแมลง ขณะที่ฤดูฝนจะมีซากที่ระบุไม่ได้สูงที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มแมลง แสดงว่าอาหารหมวดแมลง (กลุ่มแมลงและเศษซากแมลง) มีความสำคัญสัมพัทธ์ต่อปลาตับเต่ามาก (ตารางที่ 4) แต่สรุปโดยรวมแล้วปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) กินแมลงเป็นหลัก โดยไม่จำเพาะต่อชนิดของแมลง สอดคล้องกับการศึกษาของ W.D. Anderson และ Bruce B. Collette (1991) ที่พบว่าปลาตับเต่าสปีชีส์น้ำจืดจะกินแมลงเป็นอาหาร แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ J. J. Hoedeman (1974) ในสกุลใกล้เคียงกันอย่างสกุล *Dermogenys* ที่มีพฤติกรรมที่ไม่ค่อยรวมฝูงและก้าวร้าวกว่า ก็มีพฤติกรรมที่กินแมลงเป็นอาหาร แต่มักเป็นยุงตัวเมียที่บินมาวางไข่ในน้ำและแมงมุม ซึ่งการศึกษานี้ไม่พบแมลงหรือเศษซากแมลงในทางเดินอาหารที่มีลักษณะของยุงหรือแมงมุม จากการศึกษานี้จึงเป็นไปได้ว่าชนิดอาหารนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและความหลากหลายของแมลงในแหล่งที่อยู่อาศัยของปลานั้น ๆ

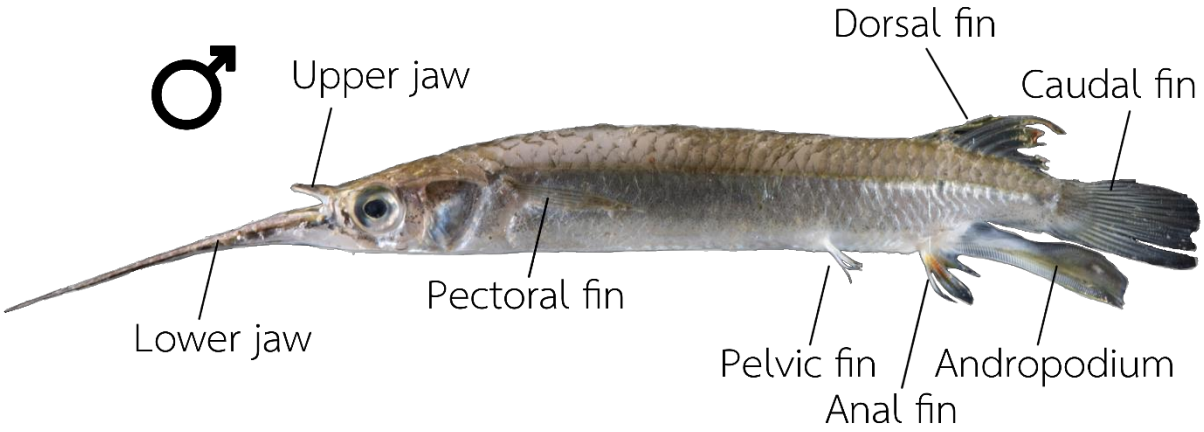
ตารางที่ 5 %IRI ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของอาหารที่พบในทางเดินอาหารต่อปลาตับเต่าในฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ฤดูกาล	ประเภทอาหาร	IRI	%IRI
ฤดูหนาว	กลุ่มแมลง (Class Insecta)	148,975.29	25.94%
	เศษซากแมลง	424,824.11	73.98%
	อื่น ๆ	416.00	0.07%
	รวม	574,215.40	100%
ฤดูฝน	กลุ่มแมลง (Class Insecta)	80,156.17	32.71%
	เศษซากแมลง	2,679.44	1.10%
	ซาก(ระบุไม่ได้)	158,019.99	64.49%
	ชิ้นส่วนพืช	4,171.08	1.70%
	รวม	245,026.68	100%

4.3 ลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไป

4.3.1 ลักษณะสัณฐานภายนอก

ปลาตับเต่ามีรูปร่างแบบลูกธนู (Sagitiform) ขากรรไกรล่างยาวกว่าขากรรไกรบนมากขากรรไกรบนมีความกว้างมากกว่าความยาว เกล็ดแบบ Cycloid พบ pigment cells แบบ Iridocytes หางทรงใบพัดกลม (Round tail) ครีบหลัง ครีบท้องและครีบก้น อยู่ค่อนไปทางด้านหลังลำตัว (รูปที่ 6) สอดคล้องกับคำบรรยายในการศึกษาของ Tim m. Berra (2001) ครีบหลังและครีบก้นไม่มีก้านครีบแข็ง แต่มีก้านครีบอ่อน 10-12 และ 10-13 อัน ตามลำดับ



รูปที่ 6 ลักษณะสัณฐานภายนอกของปลาตับเต่า *(Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926))

1) ปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) เพศผู้

ก้านครีบก้นที่ 6 ดัดแปลงเป็น Andropodium และยื่นยาวจนเลยโคนครีบหาง ก้านครีบหลังที่ 4 หรือ 5 ในเพศผู้จะหนา ยาวกว่าก้านครีบหลังอื่น ๆ และส่วนปลายบานออกชัดเจน (รูปที่ 7)

รูปที่ 7 ลักษณะปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) เพศผู้ (อาวุธ แก่นเพชร, 2556)

2) ปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) เพศเมีย

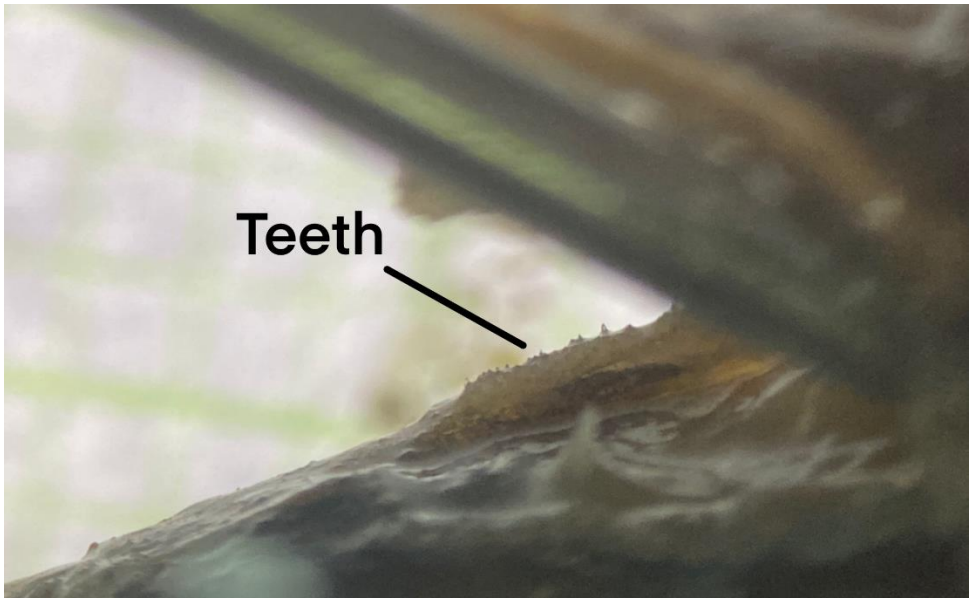
ไม่มีลักษณะก้านครีบหลังยาว และไม่มี Andropodium ในเพศเมีย (รูปที่ 8)

รูปที่ 8 ปลาตับเต่า *Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926) เพศเมีย (อาวุธ แก่นเพชร, 2556)

ลักษณะสัณฐานภายนอกสอดคล้องกับการศึกษาของ Bruce B. Collette และ Jinxiang Su (1986) ระบุว่าปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) เป็นหนึ่งในกลุ่มของปลาที่เพศผู้มีก้านครีบอ่อนของครีบก้นที่ 6 หนาขึ้นและยาวออกไปมากจนมาถึงด้านหลังฐานของครีบหาง ก้านครีบอ่อนของครีบหลังที่ 4และ/หรือ 5 ของเพศผู้มีความหนาและยาวกว่าก้านครีบอ่อนอันอื่นมาก โดยที่ส่วนปลายแบนและกว้างกว่าส่วนก้านที่เหลือ ขากรรไกรบนมีความกว้างมากกว่าความยาว เมื่อเปรียบเทียบกับสปีชีส์ใกล้เคียงอย่าง Stripe-nosed Halfbeak (*Zenarchopterus buffonis* (Valenciennes 1847)) มีลักษณะเด่นคือแถบน้ำตาลเข้มตามแนวกึ่งกลางของจะงอยปาก ขากรรไกรบนมีความกว้างมากกว่าความยาวเช่นกัน แต่เพศผู้มีก้านครีบอ่อนของครีบก้นที่ 6 ที่ค่อนข้างยาวแต่ไม่ถึงฐานครีบหาง

4.3.2 ลักษณะสัณฐานภายใน

ทางเดินอาหารเริ่มจากจากปากที่ค่อนไปทางด้านบน มีฟันแบบ Villiform (รูปที่ 9) ซี่เล็กเรียงบนขากรรไกรบนละ 2-3 แถว และซี่เล็กมากบนขากรรไกรล่างละ 2-3 แถว ทางเดินอาหารโค้งลงคล้ายตัวเอสผ่าน Pharygeal jaw plates บริเวณคอหอยแล้วจึงเข้าสู่ลำไส้เนื่องจากไม่มีกระเพาะอาหาร (Gastrointestinal tract) (รูปที่ 10)

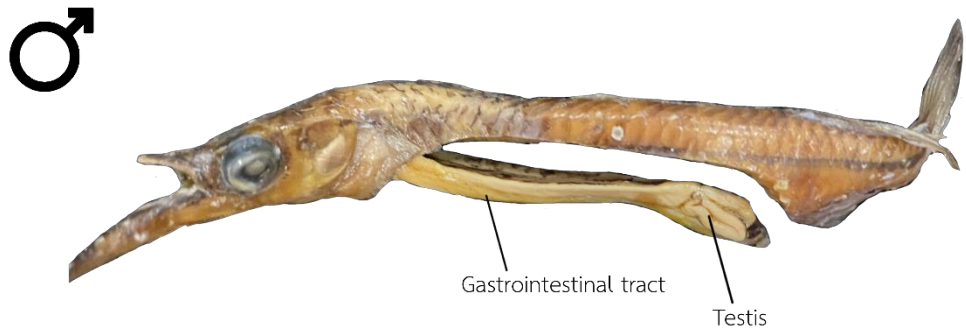


รูปที่ 9 ลักษณะฟันแบบ Villiform ของขากรรไกรล่างของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926))

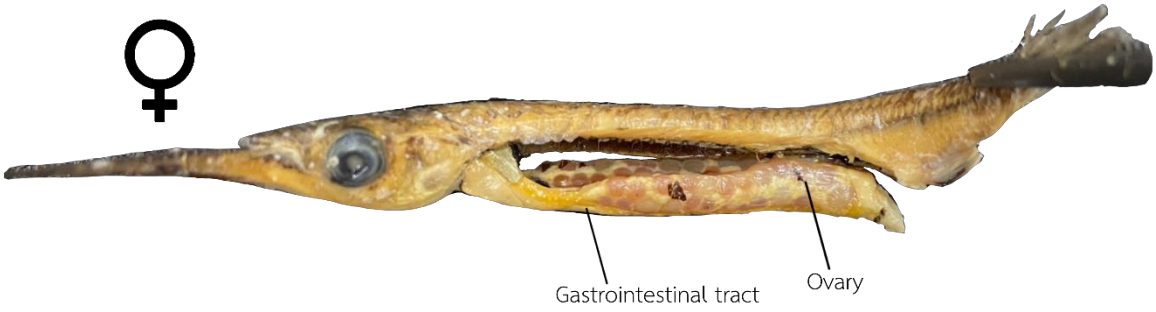
รูปที่ 10 ลักษณะส่วนหัวเมื่อนำแผ่นปิดเหงือกและผิวหนังบางส่วนออกของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926))

ลักษณะนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Katsusuke Meguro (1972) ที่ได้บรรยายลักษณะไว้ว่า Dentary ยาวกว่า Premaxillary 5 เท่า มีซี่ฟันเล็ก 2-3 แถวบน Premaxillary และ มีฟันซี่เล็กมากบน Dentary 2-3 แถว

ทางเดินอาหารภายในมีลักษณะภายนอกตรง ไม่มีการคดหรือพับทบกัน มี Testis และ Ovary ขนาบสองข้างของทางเดินอาหารในปลาตับเต่าเพศผู้และเพสเมียตามลำดับ (รูปที่ 11,12)



รูปที่ 11 ลักษณะสัณฐานภายในของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) เพศผู้



รูปที่ 12 ลักษณะสัณฐานภายในของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) เพศเมีย

การไม่มีส่วนของกระเพาะ (Stomachless) สอดคล้องกับการศึกษาของ Diana A. Zainal Abidin, Marina Hashim, Simon K. Das, Saleh M. Rahim และ A. Ghaffar Mazlan (2016) ใน (*Zenarchopterus buffonis* (Valenciennes 1847)) ที่ระบุว่ากลุ่มปลาในวงศ์ Hemiramphidae (รวมถึง Zenarchopteridae) เป็น 1 ใน 15 วงศ์ปลาที่ไม่มีกระเพาะอาหาร และมีลำไส้สั้น นอกจากนี้ ยังพบว่าการไม่มีส่วนของกระเพาะอาหารไม่เป็นอุปสรรคต่อความสามารถในการย่อยอาหาร เช่นเดียวกับในการศึกษาของ Ryan D. Day, Donovan P. German, Jennifer M. Manjakasy, Ingrid Farr, Mitchell Jay Hansen และ Ian R. Tibbetts (2011) ที่ศึกษาในปลาตับเต่า (Hemiramphidae) ที่กินพืช (Herbivorous halfbeaks) 2 สปีชีส์ และ ปลาเข็ม (Belonidae) ที่กินเนื้อ (Carnivorous needlefish) 2 สปีชีส์

4.4 ลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารของปลาตับเต่า

จากการศึกษาลักษณะที่วัดได้ พบว่าปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ในฤดูหนาวมีความยาวจะงอยปากเฉลี่ย 0.52±0.13 เซนติเมตร ความยาวมาตรฐานเฉลี่ย 11.28±1.59 ความยาวทางเดินอาหารเฉลี่ย 4.02±0.97 ขณะที่ปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ในฤดูฝนมีความยาวจะงอยปากเฉลี่ย 0.50±0.11 เซนติเมตร ความยาวมาตรฐานเฉลี่ย 10.43±1.51 ความยาวทางเดินอาหารเฉลี่ย 3.99±0.56 (ตารางที่ 5) สอดคล้องกับความยาวมาตรฐานของตัวโตเต็มวัยที่ความยาวมาตรฐานสูงสุดที่ 12.5 เซนติเมตร (Hoedeman, 1974)

ตารางที่ 6 ลักษณะที่วัดได้จากปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) และค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ในฤดูหนาวและฤดูฝน จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ฤดูกาล	เพศ	Snout length ($\bar{x}$ ±SD) (cm)	Standard length ($\bar{x}$ ±SD) (cm)	GI length ($\bar{x}$ ±SD) (cm)	Relative gut length ($\bar{x}$ ±SD)
ฤดูหนาว	ผู้	0.59±0.12	12.10±1.16	4.31±1.06	0.35±0.06
	เมีย	0.47±0.11	10.64±1.59	3..80±0.82	0.35±0.04
	เฉลี่ย	0.52±0.13	11.28±1.59	4.02±0.97	0.35±0.05
ฤดูฝน	ผู้	0.52±0.12	10.74±1.07	4.09±0.64	0.38±0.03
	เมีย	0.43±0.09	10.20±1.74	3.91±0.49	0.37±0.06
	เฉลี่ย	0.50±0.11	10.43±1.51	3.99±0.56	0.37±0.05

เมื่อนำค่าความยาวมาตรฐานและค่าความยาวทางเดินอาหารมาคำนวณหาค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ พบว่า ค่าความยาวทางเดินอาหารสัมพัทธ์ของปลาตับเต่ากลุ่มฤดูหนาวเฉลี่ยมีค่า 0.35±0.05 และฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37±0.05 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาเกณฑ์จำแนกกลุ่มปลาตามค่า RGL ของ Kapoor และคณะ (1976) ลักษณะทางเดินอาหาร และอาหารที่พบในทางเดินอาหาร จึงสรุปได้ว่า ปลาตับเต่าเป็นกลุ่มปลากินเนื้อ (Carnivorous) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ W.D. Anderson และ Bruce B. Collette (1991) ที่พบว่าปลาตับเต่าสปีชีส์น้ำจืดและน้ำกร่อยจะกินแมลงเป็นอาหาร แต่แตกต่างกับปลา Halfbeaks ส่วนใหญ่ที่เป็นสัตว์กินพืช (Herbivorous) และหญ้าทะเล (*Zostera* sp.) สาหร่าย ไดอะตอม และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด ซึ่งอาจจะกินเข้าไปโดยบังเอิญได้ (Berra, 2001) และแตกต่างกับหลายสปีชีส์อย่างเช่น *Z. buffonis* ที่มีอาหารหลักเป็นกลุ่มแมลงแต่มีการกินพืชร่วมด้วยรองลงมา

บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้พบว่าปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ที่พบบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ที่มีลักษณะเด่นคือ ขากรรไกรล่างยาวกว่าขากรรไกรบน หางทรงใบพัดกลม (Round tail) เป็น Surface feeder ชอบอยู่รวมกันเป็นฝูงในน้ำกร่อยที่มีความเค็มต่ำ เป็นกลุ่มปลากินเนื้อ (Carnivorous) มีความจำเพาะเลือกกินอาหารเฉพาะเจาะจงต่ออาหารกลุ่มแมลง (Specialist) แต่ไม่จำเพาะเจาะจงต่อชนิดของแมลงกลุ่มตัวอย่างปลาตับเต่าฤดูหนาวมีความสมบูรณ์ของอาหารในทางเดินอาหารในทางเดินอาหารมากกว่ากลุ่มตัวอย่างปลาตับเต่าฤดูฝน

ปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ทั้งหมด 132 ตัว จากทั้งหมด 5 สถานี พบปลาตับเต่าเยอะที่สุดในสถานีที่ 5 จำนวนสะสม 81 ตัวที่ความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ 17.79±3.02 ppt รองลงมาสถานีที่ 4 จำนวนสะสม 26 ตัวที่ความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ 22.23±3.74 ppt สถานีที่ 3 จำนวนสะสม 23 ตัวที่ความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ 24.37±2.59 ppt และสถานีที่ 1 และ 2 จำนวนสะสม 1 ตัวเท่ากัน ความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ 30.70±0.00 และ 27.28±0.00 ppt ตามลำดับ ซึ่งสนับสนุนที่ปลาตับเต่ามักจะอยู่ในน้ำที่มีความเค็มต่ำกว่า 19.16 ppt อุณหภูมิในฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.51±0.91 องศาเซลเซียส และ 30.68±0.19 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่างในฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.64±0.10 และ 7.89±0.24 ตามลำดับ และค่าออกซิเจนละลายในฤดูหนาวและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.90±0.87 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3.70±0.58 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

อาหารเด่นที่พบในทางเดินอาหาร ได้แก่ กลุ่มแมลง (Class Insecta) (เช่น ผึ้ง แตน แมลงปีกแข็ง มด ดำมดแดง และตัวอ่อนแมลง เป็นต้น) เศษซากแมลง และซากที่ระบุไม่ได้ จากชนิดของอาหารทำให้ทราบว่าปลาตับเต่านั้นมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศ โดยเฉพาะการถ่ายทอดพลังงานจากบกสู่น้ำผ่านสายใยอาหาร จากการเป็นผู้บริโภคแมลง ซึ่งหลายชนิดสามารถบอกได้ว่าเป็นแมลงบก เช่น มด หรือแมลงมีปีก และจากการศึกษาของ Kyouhei Hirota, Ryu Asaoka, Masanori Nakae และ Kunio Sasaki (2015) ที่ศึกษาอวัยวะรับสัมผัสบนผิวของปลาสกุลนี้พบว่าจุดรับสัมผัสหนาแน่นบริเวณเหนือศรีษะ พบทั้งส่วนต้นของลำตัว บนขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง จึงช่วยสนับสนุนการกินเหยื่อหรือแมลงที่ร่วงลงมาบนผิวน้ำ และการกินแมลงยังสอดคล้องกับอวัยวะในทางเดินอาหารอย่าง Pharyngeal jaw plates ซึ่งอยู่ถัดจาก Gill arches บนพื้นผิวมีฟันที่มีทิศทางไปด้านหลัง จึงช่วยสามารถช่วยในการบดและดันแมลงเข้าสู่ทางเดินอาหาร และไม่ให้เกิดการย้อนออกมา และจากการสังเกตบางอย่างพบเม็ดทรายในทางเดินอาหารของประชากรกลุ่มฤดูหนาวจำนวน 2 ตัว (รูปที่ 4: ค) ซึ่งเป็นไปได้ว่า เมื่อปลาตับเต่ากินแมลงที่มีโครงร่างภายนอกค่อนข้างแข็งหรือแข็ง เช่น แมลงเปลือกแข็งบางชนิด จะกินเม็ดทรายเข้าสู่ทางเดินอาหารเพื่อช่วยในการบดอาหารภายในทางเดินอาหาร

ค่าดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ IRI และ %IRI เปอร์เซ็นต์ดัชนีความสำคัญสัมพัทธ์ของอาหารแต่ละชนิดต่อปลาตับเต่า พบว่า %IRI ของฤดูหนาว ได้แก่ กลุ่มแมลง 25.94% เศษซากแมลง 73.98% และอื่น ๆ 0.07% ขณะที่ %IRI ของฤดูฝน ได้แก่ กลุ่มแมลง 32.71% เศษซากแมลง 1.10% และซากที่ระบุไม่ได้ 64.49% และชิ้นส่วนพืช 1.70% โดยเศษซากแมลงสูงที่สุดในฤดูหนาว รองลงมาเป็นกลุ่มแมลง ขณะที่ฤดูฝนจะมีซากที่ระบุไม่ได้สูงที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มแมลง ดังนั้น นิเวศวิทยาการกินอาหารทั้งสองฤดูกาลของปลาตับเต่าจึงมีความแตกต่างกัน โดยอาหารหมวดแมลง (กลุ่มแมลงและเศษซากแมลง) มีความสำคัญสัมพัทธ์ต่อปลาตับเต่าในฤดูหนาวมากกว่าฤดูฝน

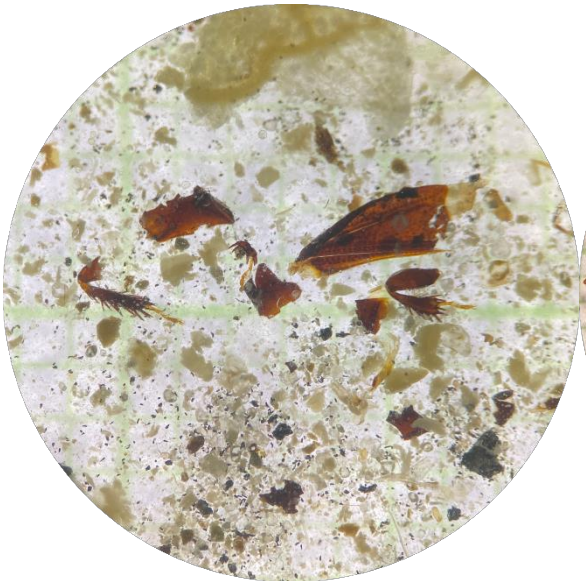
จากชนิดของอาหารทำให้ทราบว่าปลาตับเต่านั้นมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศนั้นช่วยให้เข้าใจสายใยอาหารในพื้นที่ปากแม่น้ำปราณบุรีมากขึ้น เป็นตัวถ่ายทอดธาตุอาหารและพลังงานจากบกสู่แหล่งน้ำ ดังนั้น ปัจจัยทั้งทางบกและทางน้ำล้วนส่งผลต่อประชากรของปลาตับเต่า ยกตัวอย่างเช่น การใช้ยาฆ่าแมลง การสูญเสียที่อยู่อาศัย หรือการลดจำนวนลงของแมลงก็จะส่งผลต่อปลาตับเต่าได้ และจากการข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่พบปลาตับเต่าจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การศึกษา และการเพาะเลี้ยง ทั้งการเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารหรือเป็นสัตว์เลี้ยงสวยงาม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ตัวอย่างปลาที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เป็นตัวอย่างที่ถูกเก็บรักษาไว้ตั้งแต่ปี 2560 และหไม่มีการฉีดฟอร์มาลีนเข้าช่องท้อง ทำให้ตัวอย่างปลามีลักษณะหงิกงอ ลักษณะภายนอกบางส่วนเสียหาย และอาหารภายในทางเดินอาหารอาจไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่แม่นยำ ควรทำการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีที่ถูกต้องแม่นยำต่อการศึกษานิเวศวิทยาการกินเพื่อรักษาสภาพในช่องท้องและเก็บตัวอย่างในสถานีที่ความเค็มต่ำและตรงกับลักษณะที่อยู่อาศัยเพื่อให้ได้ตัวอย่างปริมาณที่เพียงพอต่อการศึกษา
2. ควรเก็บตัวอย่างช่วงเวลาเดียวกันของวันในแต่ละเดือน เพื่อให้อาหารในทางเดินอาหารมีสภาพใกล้เคียงกันเพื่อให้ได้การเปรียบเทียบที่แม่นยำมากขึ้น เนื่องจากปลาอาจจะมีช่วงเวลาที่กินอาหารและไม่ได้กินอาหารในเวลาเดิมเสมอ ซึ่งหากเก็บคนละช่วงเวลาอาจจะส่งผลต่อสภาพอาหารภายในทางเดินอาหาร

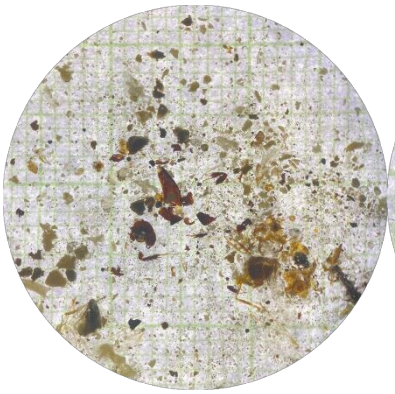
ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 อาหารชนิดเด่นในทางเดินอาหารของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ฤดูหนาว

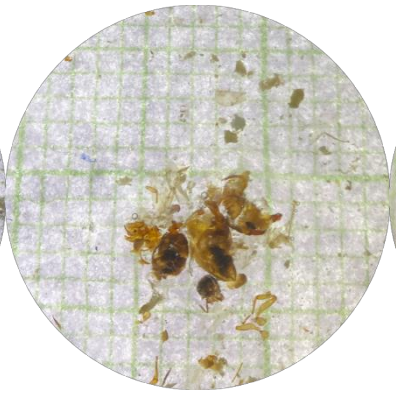


เศษซากแมลง (แมลงปีกแข็ง)

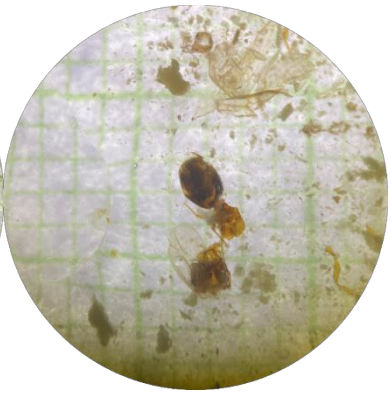
กลุ่มแมลง (Insecta)



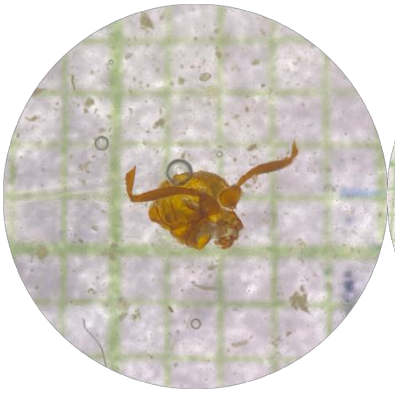
เศษซากแมลง



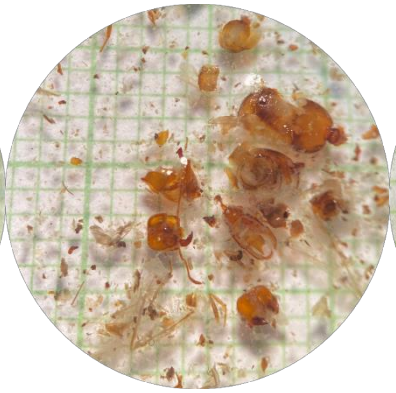
เศษซากแมลง



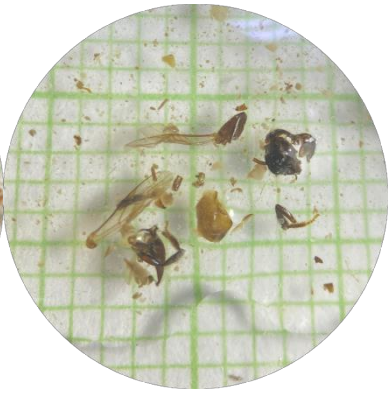
กลุ่มแมลง (Insecta)



เศษซากแมลง

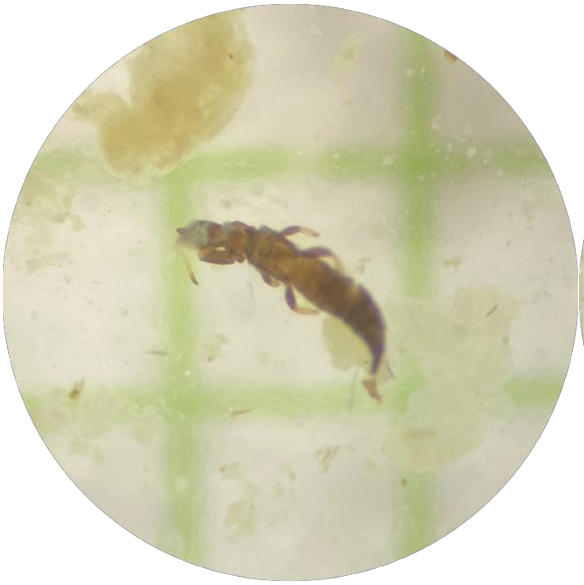


เศษซากแมลง

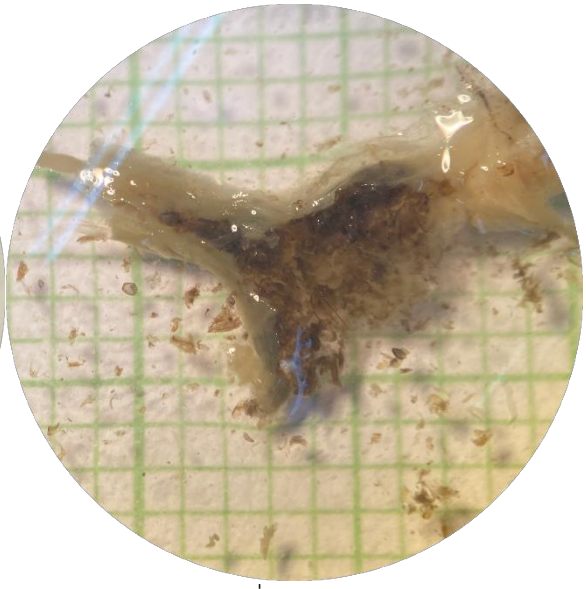


เศษซากแมลง

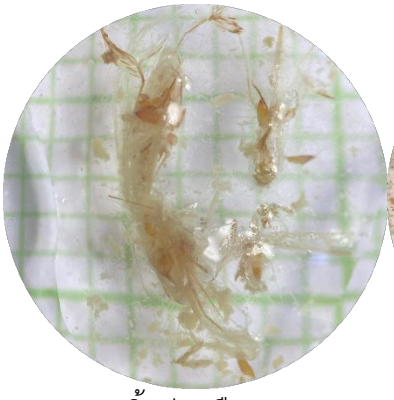
ภาคผนวก 2 อาหารชนิดเด่นในทางเดินอาหารของปลาตับเต่า (*Zenarchopterus dunckeri* (Mohr, 1926)) ฤดูฝน



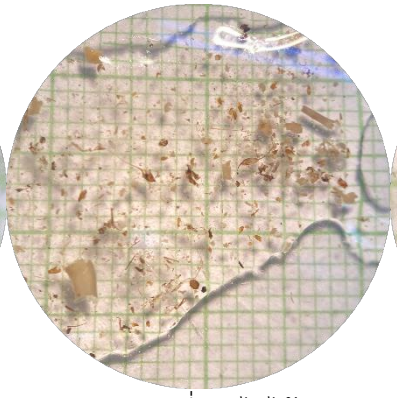
กลุ่มแมลง (Insecta)



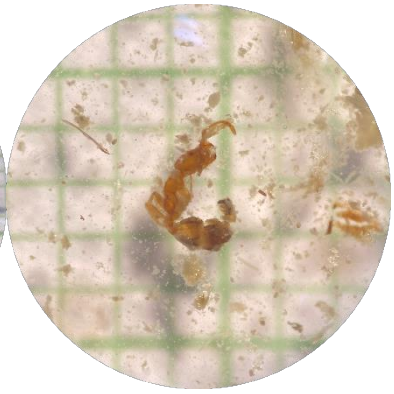
ซากที่ระบุไม่ได้



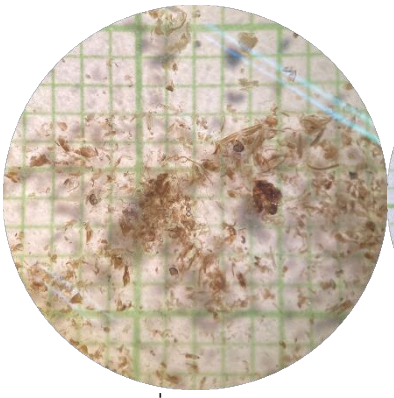
ชิ้นส่วนพืช



ซากที่ระบุไม่ได้

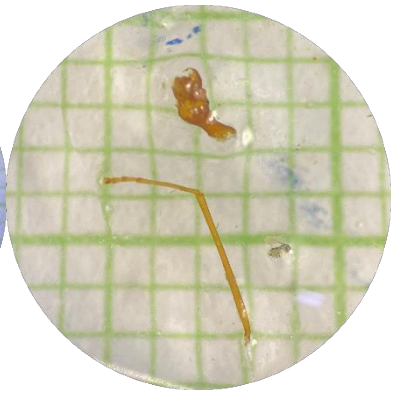


กลุ่มแมลง (Insecta)



ซากที่ระบุไม่ได้

เศษซากแมลง



เศษซากแมลง

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

ณัฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ ศิริวรรณ ศิริบุญ จิราวรรณ ใจเพิ่ม และพัฒนวรรณ หมู่คุ่ย. (2557). *ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี...จากคนสร้างป่า สู่ป่าสร้างคน*. กรุงเทพฯ: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นัชชา สุขขี. (2561). *นิเวศวิทยาการกินอาหารของปลาขี้จีนครีบดำ Ambassis nalua (Hamilton, 1822) บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไทยรัฐออนไลน์. *ปลากระโดดแดดเดียว ของดีเขื่อนบางลาง*. (2561). [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.thairath.co.th/news/local/south/1314727 [18 มกราคม 2564]

ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. กรมอุตุนิยมวิทยา. (2563). *ภูมิอากาศจังหวัดประจวบคีรีขันธ์*. แหล่งที่มา: http://climate.tmd.go.th/data/province/ใต้ฝั่งตะวันตก/ภูมิอากาศประจวบคีรีขันต์.pdf [18 มกราคม 2564]

ภาษาอังกฤษ

Abidin, D. A. Z., Hashim, M., Das, S. K., Rahim, S. M., & Mazlan, A. G. (2016). Enzymatic digestion of stomachless fish Zenarchopterus buffonis. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 9(3), 695-703.

Anderson, W. D., II, and Collettw, B. B. (1991). *Revision of the freshwater viviparous halfbeaks of the genus Hemirhamphodon (Teleostei: Hemiramphidae)*. Ichthyol. Exploration Freshwater 2(2), 151-176.

Berra, T.M. (2001). *Freshwater Fish Distribution*. p. 320.

Collette, B. B. (1984). *Beloniformes: development and relationships*. Ontogeny and systematics of fishes. H.G. Moser, er al. (Eds.), Ontogeny and Systematics of Fishes, Special Publication No. 1, American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Lawrence, KS, pp. 335-354

Collette, B. B., & Su, J. (1986). *The halfbeaks (Pisces, Beloniformes, Hemiramphidae) of the far east*. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 250-302.

Cortés, E. (1997). *A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes*. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences, 54(3), 726-738.

Davis, A. M., Unmack, P. J., Pusey, B. J., Pearson, R. G., & Morgan, D. L. (2013). *Ontogenetic development of intestinal length and relationships to diet in an Australasian fish family (Terapontidae)*. BMC Evolutionary Biology, 13(1), 53.

Day, R. D., German, D. P., Manjakasy, J. M., Farr, I., Hansen, M. J., & Tibbetts, I. R. (2011). Enzymatic digestion in stomachless fishes: how a simple gut accommodates both herbivory and carnivory. Journal of Comparative Physiology B, 181(5), 603-613.

Fischer, Roger (January–February 1994). "*Halfbeaks*". Aqua News. Archived from the original on October 11, 2007. Retrieved 2006-09-03.

Greven, H. (2010). *What do we know about reproduction of internally fertilizing halfbeaks (Zenarchopteridae)*. Viviparous fishes II, 121-141.

Grier, H.J. & B.B. Collette. 1987. *Unique spermatozeugmata in testes of halfbeaks of the genusZenarchopterus (Teleostei: Hemiramphidae)*. Copeia 1987: 300–311.

Hirota, K., Asaoka, R., Nakae, M., & Sasaki, K. (2015). *The lateral line system and its innervation in Zenarchopterus dunckeri (Beloniformes: Exocoetoidei: Zenarchopteridae): an example of adaptation to surface feeding in fishes*. Ichthyological Research, 62(3), 286-292.

Hoedeman, J. (1974). *Naturalist's Guide to Freshwater Aquarium Fish*. *Elsevier*. pp. 724–729.

Hyslop, E. J. (1980). *Stomach contents analysis—a review of methods and their application*. Journal of fish biology, 17(4), 411-429.

Kanai, T., Nanjo, K., Yamane, K., Amano, Y., Kohno, H., Watanabe, Y., & Sano, M. (2014). *Utilization patterns of estuarine and marine habitats by the halfbeak Zenarchopterus dunckeri at Iriomote Island, southern Japan, evaluated from otolith microchemistry*. Fisheries science, 80(6), 1231-1239.

Kapoor, B. G., Smit, H., & Verighina, I. (1976). *The alimentary canal and digestion in teleosts. In Advances in marine biology (Vol. 13, pp. 109-239)*: Elsevier.

Meguro, K. (1972). Northernmost record of the ovoviviparous halfbeak, genus Zenarchopterus, from Okinawa Prefecture, Japan, with some morphological notes. Japanese Journal of Ichthyology, 19(3), 186-190.

Monks, Neale (October 2005). "*Straight to the point: the Beloniformes*". Practical Fishkeeping.

Riehl, R; Baensch, H (1996). *Aquarium Atlas*. 1. Voyageur Press. ISBN 3-88244-050-3.

Robertsi Collette, Z., & Ornithocephala Collette, Z. (1992). *Biology of the freshwater halfbeak Zenarchopterus kampeni (Teleostei: Hemiramphidae) from the Sepik and Ramu River basin, northern Papua New Guinea.*

Tibbetts, I. R., & Carseldine, L. (2004). *Anatomy of the pharyngeal jaw apparatus of Zenarchopterus (Gill)(Teleostei: Beloniformes).* Journal of morphology, 262(3), 750-759.