นิเวศวิทยาการกินอาหารเชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* (Bleeker, 1851) และปลาแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* (Cuvier, 1829) จากปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

น.ส.ทัศพร กาญจนเรขา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPARATIVE FEEDING ECOLOGY BETWEEN *Nuchequula gerreoides* (Bleeker, 1851) AND *Eubleekeria splendens* (Cuvier, 1829) FROM PRANBURI RIVER ESTUARY, THAILAND

Miss Tassaporn Kanjanarakha

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Marine Science
Department of Marine Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	นิเวศวิทยาการกินอาหารเชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* (Bleeker, 1851) และปลาแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* (Cuvier, 1829) จากปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย
โดย	น.ส.ทัศพร กาญจนเรขา
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณีย์ จิรอังกูรสกุล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.พลกฤษณ์ แสงวณิช)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรณพ วิยกาญจน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณีย์ จิรอังกูรสกุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ศุภณัฐ ไพโรหกุล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.อภิชาติ เติมวิชากร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทัศพร กาญจนเรขา : นิเวศวิทยาการกินอาหารเชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* (Bleeker, 1851) และปลาแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* (Cuvier, 1829) จากปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย. (COMPARATIVE FEEDING ECOLOGY BETWEEN *Nuchequula gerreoides* (Bleeker, 1851) AND *Eubleekeria splendens* (Cuvier, 1829) FROM PRANBURI RIVER ESTUARY, THAILAND) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.เจษฎ์ เกษตรษัต, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร.วรรณีย์ จิรอังกูรสกุล

การจัดสรรทรัพยากรเป็นหนึ่งในความจำเป็นต่อการนำทรัพยากรมาใช้เพื่อการอยู่ร่วมกันของปลา เพื่อลดการแข่งขัน โดยมีอาหารและกิจกรรมการสืบพันธุ์เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการจัดสรรทรัพยากรในปลา ปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* และปลาแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* เป็นชนิดปลาแป้นที่อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีจำนวนมาก การอยู่ร่วมกันของปลาแป้นทั้งสองชนิดอาจมีการแบ่งสรรทรัพยากรกันเกิดขึ้น เพื่อพิสูจน์ทฤษฎีการใช้ทรัพยากรของปลาแป้นทั้งสองชนิด ในการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิดในช่วงฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน) และช่วงฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน) พ.ศ. 2560 ด้วยการพิจารณาจากหลายวิธีการสำคัญทั้งลักษณะที่วัดได้ ชีววิทยาการสืบพันธุ์ที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายตัวของขนาดตัวปลา และอาหารในกระเพาะ เพื่อใช้สำหรับการประเมินการซ้อนทับของชีพพิสัยและการอยู่ร่วมกันของปลาแป้นทั้งสองชนิด ลักษณะที่วัดได้โดยรวมพบว่าปลาแป้นจมูกสั้นแตกต่างจากปลาแป้นกระสวยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นความยาวเหยียดและความยาวมาตรฐาน โครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์ของปลาแป้นทั้งสองชนิดพบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้งสัณฐานวิทยาและมิญชวิทยา ปลาแป้นเพศเมียทั้งสองชนิดยังคงเป็นระยะวัยรุ่น เนื่องจากพบระยะยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (ระยะที่ 0) ในรังไข่ ในขณะที่ปลาแป้นเพศผู้ทั้งสองชนิดที่มีความยาวมาตรฐานน้อยกว่า 3.4 เซนติเมตร อยู่ในระยะวัยรุ่น และปลาแป้นเพศผู้ทั้งสองชนิดที่มีความยาวมาตรฐาน 3.4 เซนติเมตรขึ้นไป ประกอบด้วยระยะตัวเต็มวัย เนื่องจากมีการเจริญของอัณฑะในระยะที่ 1 ลักษณะที่วัดได้และระบบย่อยอาหาร พบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด ยกเว้นสัณฐานวิทยาของซี่กรองเหงือก และค่าสัมประสิทธิ์ของลำไส้ จากค่าสัมประสิทธิ์ของลำไส้มีค่าเท่ากับ 1.08±0.01 ของปลาแป้นจมูกสั้น และ 2.16±0.02 ของปลาแป้นกระสวย แสดงให้เห็นว่าปลาแป้นจมูกสั้นมีรูปแบบการกินอาหารแตกต่างจากปลาแป้นกระสวย ตามค่าดัชนีชี้วัดลำดับความสำคัญ [Index of Relative Importance (IRI)] อาหารภายในกระเพาะอาหาร พบว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดกินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นกลุ่มหลัก โดยเฉพาะกลุ่มของครัชตาเชียน เชื่อว่าการเลือกกินอาหารขึ้นอยู่กับฤดูกาล ตามขนาดตัว และความหนาแน่นของอาหารในธรรมชาติ เป็นไปตามหลักการของ optimal foraging theory การแบ่งสรรทรัพยากรระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยแสดงความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนรูปแบบการกินอาหารอย่างชัดเจน ชี้ให้เห็นว่ามีการซ้อนทับของชีพพิสัยและการอยู่ร่วมกัน ทั้งเรื่องการซ้อนทับกันของการกินอาหาร การแบ่งสรรทรัพยากรในรูปแบบของอาหาร เวลา และที่อยู่อาศัย จากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบปลาแป้นทั้งสองชนิดในระยะวัยอ่อน โดยรวมแล้วการศึกษาในครั้งนี้สนับสนุนว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดเป็นกลุ่มปลาทะเลอพยพมีการใช้ทรัพยากรในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีสำหรับการเลี้ยงดูปลาระยะวัยรุ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5871961923 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEYWORD: Nuchequula gerreoides Eubleekeria splendens Gonadal development Feeding habits Resource partitioning, Pranburi river estuary

Tassaporn Kanjanarakha : COMPARATIVE FEEDING ECOLOGY BETWEEN *Nuchequula gerreoides* (Bleeker, 1851) AND *Eubleekeria splendens* (Cuvier, 1829) FROM PRANBURI RIVER ESTUARY, THAILAND. Advisor: JES KETTRATAD, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. Wannee Jiraungkoorskul, Ph.D.

Description of the resource partitioning (or niche differentiation) among fish is an essential part of substantial difference in a resources used for coexisting species for reducing competition. Food and reproductive activity are the most important factor concerning the resource partitioning among fishes. Decorated ponyfish (*Nuchequula gerreoides*) and splendid ponyfish (*Eubleekeria splendens*) are the two abundantly co-occurring leiognathid's species in the Pranburi river estuary. The coexistence of these two species may promote resource partitioning. To examine this hypothesis, two important ponyfishes were collected from the Pranburi river estuary in this study. All fish specimens collection were carried out during dry (February to April) and rainy seasons (September to November) 2017. Several methods including morphometry, reproductive biology in relation to size distribution and stomach content analyses were compared to assess the extent of niche overlap and coexistence between fish species. *Nuchequula gerreoides* was significantly different ($p<0.05$), from *Eubleekeria splendens* in most morphometric traits with exception to total length and standard length. The analysis of the reproductive features of these fishes was shared between the morphology and histology. All female were classified juvenile due to the fact that only undeveloped stages (stage 0) were found in the ovary, while male below 3.4 cm is all juvenile individual and male above 3.4 cm only consists of mature individuals which were related to the early spermatogenic stage (stage 1). Measurable characteristics and digestive system, found that there are similarities between both ponyfishes except the gill raker and intestinal coefficient. Based on the intestinal coefficient of 1.08±0.01 (*N. gerreiode*) and 2.16±0.02 (*E. splendens*). *N. gerroides* occupied different feeding type from *E. splendens*. Based on IRI, The two species shared the main food items especially zooplankton (crustacean group). It was possible that the prey selection strategy might be relied on the season, the body size distribution and the food density in the natural environment. The feeding habit of the two species follows of the optimal foraging theory. Niche partitioning between *N. gerroides* and *E. splendens* were shown by seasonal shifts in relative importance of different components in diets. Niche overall indices suggested niches overlap and coexistence through diet partitioning, temporal partitioning and spatial partitioning. The larvae of these two ponyfishes do not found in this study. In short, these two fish species were marine migrant species which use the Pranburi river estuary as a nursery for juvenile fish.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Marine Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต ที่ให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น รวมไปถึงช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการศึกษาวิทยานิพนธ์ อีกทั้งสละเวลามาเพื่อให้ความรู้ในการเก็บตัวอย่างในการออกภาคสนาม และถ่ายภาพตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิด ทำให้วิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณีย์ จิรอังกูรสกุล ที่ให้ความกรุณาไปใช้ห้องปฏิบัติการที่คณะวิทยาศาสตร์ภาควิชาพยาธิชีววิทยามหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อศึกษาทางด้านมิญชวิทยา และดูแลให้ความช่วยเหลือกับนิสิตเสมอมา

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วรณพ วิยกาญจน์ อาจารย์ ดร. ศุภณัฐ ไพโรหกุล และ ดร. อภิชาติ เติมวิชากร สำหรับการเข้าร่วมเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ ดร.ศิลปชัย เสนารัตน์ ที่ช่วยเหลือในการอ่านผล แนะนำเทคนิคมิญชวิทยา และเป็นที่ปรึกษาในเรื่องของการเขียนรูปเล่มวิทยานิพนธ์ให้กับข้าพเจ้า ขอขอบคุณนายทัพดิษฐ์ มิตรเปรียญ, นางสาวนัชชา สุขขี, นายปฏิภาณ พุ่มพวง, นางสาวหัทยา จิตรพัสตร์, เพื่อน ๆ และ น้อง ๆ ทุกคนที่ไปช่วยเก็บตัวอย่างและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

การศึกษาครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ในโครงการทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช พ.ศ. 2560 ตามหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่องนิเวศวิทยาการกินอาหาร เชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น Nuchequula gerreoides (Bleeker, 1851) และปลาแป้นกระสวย Eubleekeria splendens (Cuvier, 1829) จากปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

สุดท้ายขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณอาที่ส่งให้ศึกษาเล่าเรียนในระดับ การศึกษาต่าง ๆ อย่างเต็มที่ และเป็นกำลังใจสนับสนุนในการศึกษามาโดยตลอด

ทัศพร กาญจนเรขา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 วัตถุประสงค์ 2

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.4 สมมติฐานของงานวิจัย 4

บทที่ 2 สำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ความสำคัญและบทบาทของปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย 5

2.2 ชีววิทยาทั่วไปของวงศ์ปลาแป้น (Leiognathidae) 7

2.2.1 ลักษณะทางอนุกรมวิธานและสัณฐานวิทยาทั่วไปของวงศ์ปลาแป้น 7

2.2.2 ความสำคัญ การกระจายตัวและชนิดในวงศ์ปลาแป้นในประเทศไทย 11

2.2.3 การเข้ามาใช้ประโยชน์และชีววิทยาการสืบพันธุ์ของวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae ... 16

2.3 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกลุ่มปลาแป้นครอบครัว Leiognathidae 18

2.4 การประเมินการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ 28

2.5 นิเวศวิทยาการกินอาหารของวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae 30

2.5.1 การกินอาหารของกลุ่มปลาแป้น 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.2 ทฤษฎีการกินอาหารเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (optimal foraging theory) 33
2.5.3 การแบ่งสรรทรัพยากร (resource partitioning) 37
2.5.4 วิธีการศึกษาองค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลา 40
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 42
3.1 การเก็บตัวอย่างปลาและพื้นที่ศึกษา 42
3.2 การเก็บปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม และการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน 47
3.3 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปและการวิเคราะห์ลักษณะที่วัดได้ 47
3.4 การศึกษาสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบของระบบสืบพันธุ์และระบบย่อยอาหาร 49
3.5 การหาค่าความสมบูรณ์ของปลา 50
3.6 การศึกษามิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์ 51
3.7 การกระจายตัวของความยาวมาตรฐาน และการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ 51
3.8 ลักษณะที่วัดได้และการศึกษามิญชวิทยาของระบบย่อยอาหาร 52
3.9 องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร 53
3.10 การศึกษาแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ 53
3.11 การแบ่งสรรทรัพยากรอาหารในปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย 55
3.12 การเปรียบเทียบและการวิเคราะห์ทางสถิติ 55
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล 57
4.1 สภาพแวดล้อมในบริเวณที่อยู่อาศัยของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย 57
4.2 ลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปและลักษณะที่วัดได้ระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) 61
4.3 ระบบสืบพันธุ์และระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) 67
4.3.1 ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย (female reproductive system) 67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.2 ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ (male reproductive system) 74
4.4 การกระจายตัวของความยาวมาตรฐาน การเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และอัตราส่วนเพศของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) 78
4.5 นิเวศวิทยาการกินอาหารเชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) 85
4.5.1 สัณฐานวิทยาทั่วไปและลักษณะที่วัดได้ 85
4.5.2 สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของระบบย่อยอาหาร 89
4.6 ความหนาแน่นของอาหารในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี 104
4.7 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหาร และการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารระหว่างของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes)* และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) 108
4.7.1 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น 108
4.7.2 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นกระสวย 111
4.7.3 การเปรียบเทียบการกินอาหารระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย 114
4.7.4 การเปรียบเทียบปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อกินอาหารระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด 117
4.8 การแบ่งสรรทรัพยากรระหว่างปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย 126
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา 130
ภาคผนวก 134
บรรณานุกรม 138
ประวัติผู้เขียน 159

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ความหลากหลายและความชุกชุมของปลาในแม่น้ำปราณบุรีและปากแม่น้ำปราณบุรีช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2556 (ตัวแทนฤดูแล้ง) และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 (ตัวแทนฤดูฝน) 7

ตารางที่ 2.2 ชนิดของปลาแป้นและแหล่งที่อยู่อาศัยที่พบในประเทศไทย 12

ตารางที่ 2.3 ลักษณะทางมิญชวิทยาของระยะการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ตามเกณฑ์ของ Dietrich and Krieger (2009) ที่กำหนดไว้เพื่อใช้ในการประเมินระยะการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ของปลา 29

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบอาหารหลักของปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *Leiognathus decorus* จากการทบทวนเอกสารในอดีต 32

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบอาหารหลักของปลาแป้นกระสวยชนิด *Leiognathus splendens* จากการทบทวนเอกสารในอดีต 33

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบ ลักษณะที่วัดได้และนิเวศวิทยาการกินอาหารระหว่างปลาแป้น 3 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณชายฝั่งทางตะวันตกเฉียงใต้ของอินเดีย 39

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ระหว่างฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาในอดีตของณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) 59

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบลักษณะที่วัดได้ระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) จำนวนทั้งหมด 276 ตัวและปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จำนวนทั้งหมด 316 ตัว จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย 66

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบลักษณะทางเดินอาหารที่วัดได้ระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย 86

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น *(Nuchequula gerreiodes*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย (n = 276 ตัว) 109

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย 110

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย (n = 316) 112

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ระหว่างฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี 113

ตารางที่ 4.8 สัดส่วนค่าดัชนี %IRI ของชนิดอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) และค่าทับซ้อนของอาหาร ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย 127

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ลักษณะภูมิศาสตร์ทั่วไปในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 6

ภาพที่ 2.2 สัณฐานวิทยาทั่วไปของวงศ์ปลาแป้น 9

ภาพที่ 2.3 การจัดจำแนกสกุลของปลาแป้นในวงศ์ปลาแป้น (Leiognathidae) ในอดีต 9

ภาพที่ 2.4 รูปแบบวงจรชีวิตของกลุ่มปลาที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำ 17

ภาพที่ 2.5 ความแตกต่างระหว่างเพศ (sexual dimorphism) ในปลาแป้นชนิด *Photoplagios rivulatus* 19

ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งของโครงสร้างรังไข่ในบริเวณส่วนท้ายของลำตัวของปลาแป้นกระสวย *Leiognathus splendens* และปลาแป้นปากหมู *Secutor insidiator* เพศเมีย 20

ภาพที่ 2.7 กระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของปลาแป้นใหญ่ชนิด *Leiognathus equulus* 22

ภาพที่ 2.8 ตำแหน่งของโครงสร้างอัณฑะซึ่งตั้งอยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัวของปลาแป้นปากหมูชนิด *Secutor insidiator* และปลาแป้นกระสวยชนิด *Leiognathus splendens* 25

ภาพที่ 2.9 กระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของปลาแป้นกระสวย ชนิด *Leiognathus splendens* 26

ภาพที่ 2.10 รูปแบบการเลือกกินอาหารของสัตว์หรือผู้ล่าตามขนาดของเหยื่อที่สามารถกินได้ (availability) 35

ภาพที่ 2.11 ความสัมพันธ์ของการจับกินเหยื่อและความหนาแน่นของเหยื่อลักษณะ Functional response 36

ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งสถานีเก็บตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในการศึกษาครั้งนี้ 45

ภาพที่ 3.2 ลักษณะพื้นที่สถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 5 สถานี ในการศึกษาครั้งนี้ 46

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.1 ความเค็ม อุณหภูมิ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ จาก 5 สถานีที่เก็บตัวอย่าง ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี 60

ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความเค็มในที่อยู่อาศัย และการกระจายตัวของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี 60

ภาพที่ 4.3 ลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี 62

ภาพที่ 4.4 สัณฐานวิทยาและภาพมิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์ของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศเมีย 70

ภาพที่ 4.5 มิญชวิทยาและภาพวาดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อเยื่อรังไข่และกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ของปลาแป้นจมูกสั้นเพศเมีย (*Nuchequula gerreiodes*) 72

ภาพที่ 4.6 สัณฐานวิทยาและภาพมิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์ของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศผู้ 76

ภาพที่ 4.7 มิญชวิทยาและภาพวาดทางวิทยาศาสตร์โครงสร้างของอัณฑะของปลาแป้นจมูกสั้นเพศผู้ (*Nuchequula gerreiodes*) 77

ภาพที่ 4.8 การกระจายตัวของความยาวมาตรฐานที่พบ และภาพมิญชวิทยาการเจริญของรังไข่ระยะที่ 0 ของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศเมีย 82

ภาพที่ 4.9 การกระจายตัวของความยาวมาตรฐานที่พบ และภาพมิญชวิทยาการเจริญของอัณฑะของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศผู้ 83

ภาพที่ 4.10 ลักษณะสัณฐานทางเดินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) 87

ภาพที่ 4.11 ลักษณะสัณฐานทางเดินอาหารของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) 88

ภาพที่ 4.12 สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของช่องปาก (oral cavity) ตัวแทนตัวอย่างของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.13 สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของเหงือกของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) 93

ภาพที่ 4.14 สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของฟันคอหอยของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) 97

ภาพที่ 4.15 ทางเดินอาหารและมิญชวิทยาของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*)..... 100

ภาพที่ 4.16 ทางเดินอาหารและมิญชวิทยาของไส้ติ่ง ลำไส้และอวัยวะช่วยย่อยอาหารของปลาของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) 102

ภาพที่ 4.17 ความหนาแน่นของอาหารในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) 107

ภาพที่ 4.18 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น *(Nuchequula gerreiodes)* ที่มีขนาดความยาวมาตรฐานแตกต่างกัน ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี (n=276) 111

ภาพที่ 4.19 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ที่มีขนาดความยาวมาตรฐานแตกต่างกัน ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี 114

ภาพที่ 4.20 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) 116

ภาพที่ 4.21 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย (n = 592 ตัว) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี โดยรวมในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560)..... 117

ภาพที่ 4.22 ความแตกต่างของขนาดความยาวมาตรฐานต่อการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560)..... 119

ภาพที่ 4.23 ความแตกต่างของขนาดความยาวมาตรฐานต่อการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560)..... 120

ภาพที่ 4.24 ความแตกต่างของที่อยู่อาศัยต่อการกินอาหาร ของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย จากทั้ง 5 สถานีในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี..... 123

ภาพที่ 4.25 การกระจายตัวของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยที่มีขนาดความยาวมาตรฐานแตกต่างกันที่อาศัยในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ทั้ง 5 สถานี..... 124

ภาพที่ 4.26 การกระจายตัวของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในสถานีที่แตกต่างกันในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี..... 129

ภาพที่ 4.27 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด จากทั้ง 5 สถานี ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560..... 129

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ในอดีตป่าชายเลนและปากแม่น้ำปราณบุรีของประเทศไทยจัดเป็นหนึ่งในบริเวณที่มีทรัพยากรอุดมสมบูรณ์ แต่จากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งการก่อสร้างที่อยู่อาศัย และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นเหตุผลหลักที่ทำให้ป่าชายเลนในบริเวณนี้ลดลงอย่างรวดเร็วและส่งผลให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมในวงกว้างอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่ง ในปี พ.ศ. 2545 เกิดความร่วมมือและมีความพยายามฟื้นฟูเพื่อปลูกป่าชายเลนให้เพิ่มมากขึ้น จนทำให้ในปัจจุบันป่าชายเลนและปากแม่น้ำปราณบุรีกลับมาอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง สอดคล้องกับการศึกษาของ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) ยืนยันว่าบริเวณชายฝั่งแม่น้ำปราณบุรีได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทั้งปัจจัยทางกายภาพ (hydrophysical factors) และปัจจัยชีวเคมีธรณี (biogeochemical factors) ทำให้เป็นบริเวณปากแม่น้ำที่เป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความอุดมสมบูรณ์ แหล่งหลบซ่อน และแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ ครอบคลุมตลอดทั้งมวลน้ำไปจนถึงพื้นท้องน้ำ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้สามารถพบความหลากชนิดของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์ทะเลหน้าดิน และสัตว์น้ำชนิดสำคัญอื่นๆ โดยเฉพาะชนิดของพันธุ์ปลา ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงความซับซ้อนของระบบนิเวศปากแม่น้ำและป่าชายเลนปากแม่น้ำปราณบุรีได้เป็นอย่างดี

การเข้ามาใช้ประโยชน์ของปลาจนเกิดเป็นกลุ่มประชาคมในบริเวณป่าชายเลนและปากแม่น้ำส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นแหล่งหาอาหารหรือหาที่หลบภัย แหล่งสืบพันธุ์ และเป็นเส้นทางการอพยพระหว่างน้ำกร่อยและทะเล (Whitfield, 2002; Wolanski and and Elliott, 2016) ซึ่งการรวมกลุ่มกันของปลาในพื้นที่เดียวกัน (co-existence) นั้นมีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากปลาแต่ละชนิดต้องการปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต โดยเฉพาะหลีกเลี่ยงการแก่งแย่ง (competition) เรียกรูปแบบนี้ว่า การแบ่งสรรทรัพยากร (resource partitioning) ได้แก่ อาหาร และแหล่งที่อยู่อาศัย (Ross, 1986; Krebs, 2014) ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามรูปแบบอาหาร แหล่งที่อยู่ และนิสัยของปลาในแต่ละชนิด (Wootton, 1998) หากปลาชนิดนั้นมีความชุกชุมและพบได้เป็นจำนวนมากภายในพื้นที่อาจชี้ให้เห็นถึงความสำคัญต่อสายใยอาหารและมีการจัดสรรทรัพยากรกับปลาชนิดอื่นๆ (Ross, 1986; Sánchez-Hernández and Cobo, 2011) เช่นเดียวกับในบริเวณป่าชายเลนปราณบุรี พบวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae มีความชุกชุมและพบได้เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* และปลาแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2557; ทัพประดิษฐ์ มิตรเปรียญ, 2558) โดยปลาแป้นทั้งสองชนิดมักอยู่ร่วมกัน กินแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์ทะเลหน้าดิน เป็นหลัก แต่ยังไม่มีความเข้าใจหรือยืนยันถึงบทบาทที่แท้จริงในระบบนิเวศหรือมีการ

แบ่งสรรทรัพยากรระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิดหรือไม่ และเป็นระยะใดของวงจรชีวิต แม้ว่ามีความเชื่อว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดที่อาศัยในบริเวณปากแม่น้ำพบได้เพียงแค่ระยะวัยรุ่นเท่านั้นและจัดเป็นกลุ่มปลาทะเลอพยพ [marine migrant] (Blaber, 1997) แต่จากรายงานของ Blaber (2000) พบวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae ทั้งในระยะวัยรุ่น และตัวเต็มวัยจากบริเวณปากน้ำ จึงเป็นไปได้ว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดอาจมีการใช้ประโยชน์บริเวณปากแม่น้ำเพื่อการสืบพันธุ์ด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการควบคู่กับความเข้าใจถึงนิเวศวิทยาการกินอาหาร ทั้งความแตกต่างระหว่างความยาวมาตรฐาน การเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์และอัตราส่วนเพศว่าเป็นอย่างไร เพื่อให้เข้าใจถึงบทบาทและหน้าที่ของปลาแป้นทั้งสองชนิดในระยะต่างๆ ภายใต้ระบบนิเวศปากแม่น้ำได้อย่างถูกต้อง และนำไปสู่การประยุกต์สำหรับการจัดการประมงในเชิงอนุรักษ์ประชากรของปลาแป้นที่อาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีในอนาคตต่อไป

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและยืนยันชนิดปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ด้วยการใช้หลักเกณฑ์ทางด้านอนุกรมวิธานและลักษณะที่วัดได้ และเพื่อศึกษาชีววิทยาสืบพันธุ์เชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ได้แก่ ลักษณะที่วัดได้ มิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์ อัตราส่วนเพศ และการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เพื่อใช้สำหรับจำแนกระยะวัยรุ่นและตัวเต็มวัย ท้ายสุดเพื่อให้เข้าใจถึงนิเวศวิทยาการกินอาหารเชิงเปรียบเทียบและการแบ่งสรรทรัพยากรระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิดจากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ด้วยการพิจารณาจากสัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของระบบย่อยอาหาร ตลอดไปจนถึงองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร

1.1 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของระบบสืบพันธุ์ และการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* และปลาแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย
2) เพื่อศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารเชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* และปลาแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อให้เข้าใจถึงบทบาทและหน้าที่ของปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* และปลาแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* ภายใต้ระบบนิเวศปากแม่น้ำปราณบุรีของประทศไทย เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงลึกสำหรับการตระหนักในเชิงอนุรักษ์ประชากรของปลาแป้นที่อาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นงานวิจัยภาคสนาม (Field Research) เชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาบทบาทการเข้ามาใช้ประโยชน์ของปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *Nuchequula gerreiodes* และปลาแป้นกระสวยชนิด *Eubleekeria splendens* ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี โดยมีขอบเขต ดังนี้

1) การศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมในบริเวณที่อยู่อาศัยที่อาจส่งผลต่อการกระจายตัวของปลาที่เข้ามาใช้ประโยชน์ โดยสุ่มตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยทั้งหมด 5,959 ตัว ด้วยวิธีการใช้อวนลากทับตลิ่ง (beach seine) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จำนวน 5 สถานี เปรียบเทียบระหว่างสองฤดู ได้แก่ ฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2560)

2) จำแนกชนิด ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปและลักษณะที่วัดได้ และหาค่าความสมบูรณ์ของปลา เปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย โดยสุ่มมาจำนวน 592 ตัว จากตัวอย่าง 5,959 ตัว นำตัวอย่างทั้งหมดมาทำการผ่าตัดเปิดช่องท้อง แล้วนำอวัยวะมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ระบบสืบพันธุ์ และระบบย่อยอาหารไปทำการศึกษาต่อไป

3) ศึกษาสัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์และระบบย่อยอาหาร โดยสุ่มตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยจำนวน 40 ตัว (ชนิดละ 20 ตัว) จากตัวอย่าง 5,959 ตัว (ไม่รวมตัวอย่างที่สุ่มมา 592 ตัว) เพื่อเป็นตัวแทนเปรียบเทียบระหว่างสองชนิด

4) ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการ หาอัตราส่วนเพศ และประเมินการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จากตัวอย่างเนื้อเยื่ออวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาแป้นทั้งสองชนิดทำการสุ่มมาจำนวน 209 ตัว ซึ่งไม่ซ้ำกับตัวอย่าง 40 ตัวที่ทำการศึกษาในหัวข้อบน โดยแบ่งปลาแป้นจมูกสั้นจำนวน 113 ตัว และปลาแป้นกระสวยจำนวน 96 ตัว จากตัวอย่างปลาแป้น 592 ตัว ทำการกระจายความยาวมาตรฐานแล้วเปรียบเทียบการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาแป้นทั้งสองชนิด

5) ศึกษาลักษณะที่วัดได้ของระบบย่อยอาหาร จากทางเดินอาหารที่สุ่มมาจากตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิดจำนวน 592 ตัว เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้ แล้วเปรียบเทียบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด หลังจากนั้นนำตัวอย่างกระเพาะอาหารทั้งหมด 592 ตัวอย่าง ไปศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร และการแบ่งสรรทรัพยากรต่อไป

6) ศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร จากตัวอย่างกระเพาะอาหารที่สุ่มมา 592 ตัวอย่าง เปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด และปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการกินอาหาร ได้แก่ ขนาดความยาวมาตรฐานของปลา ความหนาแน่นของอาหาร และที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน จากทั้งสองฤดูกาล และศึกษาการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย ด้วยวิธีการคำนวณหาค่าทับซ้อนของอาหาร เปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นสองชนิด ทั้งสองฤดูกาล จากทั้ง 5 สถานี ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จากตัวอย่างกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิดที่สุ่มมาจำนวน 592 ตัว

7) ศึกษาความหนาแน่นของอาหารในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี โดยสุ่มเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชจากน้ำประมาณ 20 ลิตร กรองน้ำตัวอย่างด้วยถุงกรองขนาดตาผ้า 20 ไมโครเมตร และรักษาสภาพตัวอย่างน้ำด้วย 2 เปอร์เซ็นต์ นิวทรอลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (2 % neutral buffer formalin) จำแนกสกุลของแพลงก์ตอนพืช และเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ ด้วยวิธีการลากถุงลากแพลงก์ตอนที่มีขนาดตา 330 ไมโครเมตร ในแนวขนานกับผิวน้ำ โดยใช้เรือหางยาว และรักษาสภาพตัวอย่างด้วย 4 เปอร์เซ็นต์ นิวทรอลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (4 % neutral buffer formalin) นำไปศึกษากลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ต่อในห้องปฏิบัติการ สุดท้ายทำการเปรียบเทียบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสองฤดูกาล จากทั้ง 5 สถานี ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

1.4 สมมติฐานของงานวิจัย

ปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* และปลาแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* เป็นกลุ่มปลาทะเลอพยพ (marine migrant) เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีเพื่อเป็นแหล่งหาอาหาร และมีการแบ่งสรรทรัพยากรกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
สำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

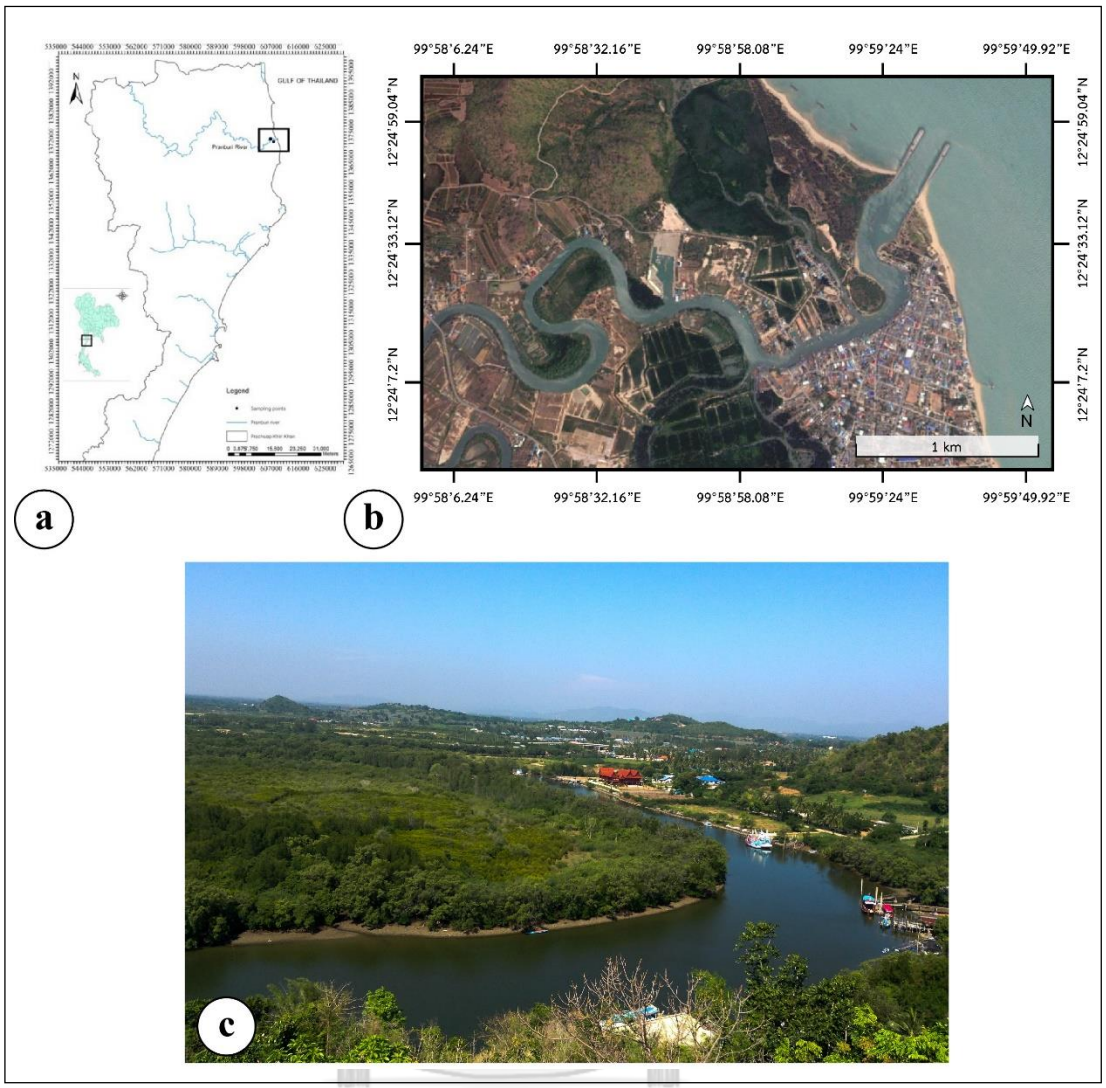
2.1 ความสำคัญและบทบาทของปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

ปากแม่น้ำปราณบุรี หรือปากน้ำปราณ (Pranburi river estuary) ตั้งอยู่บริเวณตำบลปากน้ำปราณ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ของประเทศไทย (12° 24'17.68" N 99° 58'56.17" E) ลักษณะภูมิศาสตร์ทั่วไปเป็นพื้นที่ภูเขาสลับกับที่ราบแนวยาวเทลงสู่ทะเล พื้นที่เป็นดินปนทราย มีชายหาดยาวประมาณ 2 กิโลเมตร และมีแม่น้ำปราณบุรีไหลผ่านลงสู่อ่าวไทย ความยาวตลอดลำน้ำประมาณ 180 กิโลเมตร (Petsut et al., 2017) (ภาพที่ 2.1)

ในอดีตป่าชายเลนและปากแม่น้ำปราณบุรีจัดเป็นหนึ่งในบริเวณที่มีทรัพยากรอุดมสมบูรณ์เป็นอย่างยิ่ง แต่จากการเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่นี้ทั้งการก่อสร้างที่อยู่อาศัย และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงเป็นเหตุผลหลักที่ทำให้ป่าชายเลนในบริเวณนี้ลดลงอย่างรวดเร็วและส่งผลให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมในวงกว้าง จนกระทั่ง ในปี พ.ศ. 2545 เกิดความร่วมมือและพยายามฟื้นฟูเพื่อพัฒนาพื้นที่โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มจำนวนป่าชายเลนให้มากขึ้น และในที่สุดป่าชายเลนและปากแม่น้ำปราณบุรีกลับมาอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง สอดคล้องกับการศึกษาของ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) ยืนยันว่าบริเวณชายฝั่งแม่น้ำปราณบุรีได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทั้งปัจจัยทางกายภาพ (hydrophysical factors) และปัจจัยชีวเคมีธรณี (biogeochemical factors) ทำให้เป็นบริเวณปากแม่น้ำที่เป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความอุดมสมบูรณ์ แหล่งหลบซ่อน และแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ ครอบคลุมตลอดทั้งมวลน้ำไปจนถึงพื้นท้องน้ำ ซึ่งเป็นลักษณะที่พบได้ในบริเวณปากแม่น้ำทั่วไป (Boehlert and Mundy, 1988; Potter et al., 2015; Wolanski and and Elliott, 2016) เหตุนี้จึงทำให้สามารถพบความหลากชนิดของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์ทะเลหน้าดิน และสัตว์น้ำชนิดสำคัญอื่นๆ โดยเฉพาะชนิดของพันธุ์ปลา

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์และคณะ (2557) ได้รายงานความหลากหลายชนิดปลาในบริเวณแม่น้ำปราณบุรี ไปจนถึงปากแม่น้ำปราณบุรี พบ 27 วงศ์ 46 ชนิดในฤดูแล้งและ 17 วงศ์ 21 ชนิด ในฤดูฝน ดังตารางที่ 2.1 ปลากลุ่มเด่นที่พบความชุกชุมในฤดูแล้งสูงสุด คือ วงศ์ปลาแป้น Leiognathidae รองลงมา คือ วงศ์ปลากระบอก Mugillidae ในส่วนของฤดูฝนจะพบวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae ได้น้อยกว่าในฤดูแล้ง การที่ปลาเข้ามาใช้ประโยชน์ในฤดูกาลที่แตกต่างกันเป็นตัวบ่งชี้ถึงความซับซ้อนของระบบนิเวศป่าชายเลนและปากแม่น้ำปราณบุรีได้เป็นอย่างดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.1 ลักษณะภูมิศาสตร์ทั่วไปในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

a) ตำแหน่งที่ตั้งปากแม่น้ำปราณบุรีในประเทศไทย [ที่มา อัมภรณ์พรรณ พลาศัย (2559)] **b)** ภาพถ่ายจากดาวเทียมบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี (จาก google earth) **และ c)** ลักษณะพื้นที่จริง ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2.1 ความหลากหลายและความชุกชุมของปลาในแม่น้ำปราณบุรีและปากแม่น้ำปราณบุรีช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2556 (ตัวแทนฤดูแล้ง) และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 (ตัวแทนฤดูฝน)

วงศ์	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
วงศ์ปลาแป้น Leiognathidae	+++++	+
วงศ์ปลากระบอก Mugillidae	+	+++
วงศ์ปลาหลังเขียว Clupeidae	+	+
วงศ์ปลาแป้นแก้ว Ambassdae	+	++
วงศ์ปลาเข็ม Hemiramphidae	+	+
วงศ์ปลาดอกหมาก Gerreidae	+	+
วงศ์ปลากระทุงเหว Belonidae	+	-
วงศ์ปลาสลิดทะเล Siganidae	+	+

[หมายเหตุ: (-) = ไม่พบ, (+) = 1-100 ตัว, (++) = 101-500 ตัว, (+++) = 501-1,000 ตัว, (++++) = 1,001-2,500 ตัว และ (+++++) = >2,500 ตัว] [ที่มา ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์และคณะ (2557)]

2.2 ชีววิทยาทั่วไปของวงศ์ปลาแป้น (Leiognathidae)

2.2.1 ลักษณะทางอนุกรมวิธานและสัณฐานวิทยาทั่วไปของวงศ์ปลาแป้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปลาแป้นจัดอยู่ในวงศ์ Leiognathidae คลาส Actinopterygii อันดับ Perciformes และมีชื่อสามัญ slipmouths หรือ ponyfishes (Woodland et al., 2001)

เมื่อพิจารณาลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปของวงศ์ปลาแป้น (ภาพที่ 2.2) พบว่ามีลำตัวป้อมสั้น (oblong) หรือยาว (elongated) ลำตัวมีลักษณะแบนข้าง (compressed) มีหัวเล็กสั้น ส่วนมากไม่มีเกล็ดบนหัว มีหนามเหนือต้นคอ (nuchal spine) (ภาพที่ 2.2a) มีปากเล็กอยู่ปลายสุด และปากสามารถยืดหดได้ (ภาพที่ 2.2b) ซึ่งโครงสร้างนี้มักใช้สำหรับจำแนกวงศ์ในปลาแป้น ส่วนมากมีฟันขนาดเล็กอยู่บนขากรรไกรบนและล่าง เป็นจุด (punctate) เรียง 1-2 แถว มีสกุลเดียวที่มีฟันเขี้ยว (canines) แต่ไม่มีฟันบนเพดานปาก หนังหุ้มเหงือก (gill membrane) เชื่อมติดกับใต้คาง (isthmus) เกล็ดมีขนาดเล็กมาก ท้องปกคลุมด้วยเกล็ดแบบไซคลอยด์ (cycloid scale) ครีบหลังเป็นครีบเดียว ตอนหน้าเป็นก้านครีบแข็ง ส่วนตอนหลังเป็นก้านครีบอ่อน ครีบก้นและครีบหลังมีลักษณะคล้ายกัน โดยมีเยื่อหุ้มที่ฐาน (basal sheath) ครีบอกและครีบท้องมักมีขนาดเล็ก โคนหางคอดกิ่ว ครีบหางเป็น

แฉกรูปส้อม (fork) ลำตัวมีสีขาวเงิน ด้านบนมักมีสีเทา ๆ หรือสีฟ้า และมีลากดำอยู่ทั่วครีบ ทุกครีบมีสีเหลืองอ่อน หรือเหลืองอมเทา (Woodland et al., 2001; Chakrabarty et al., 2010; ปรีชา สมมณี, 2509)

ในอดีตการจัดจำแนกสกุลในวงศ์ปลาแป้นสามารถแบ่งตามลักษณะฟัน และทิศทางยืดหดของปาก (Woodland et al., 2001) (ภาพที่ 2.3a-2.3e) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1) ปลาแป้นกลุ่มที่มีฟันขนาดเล็ก (small teeth) ซึ่งสามารถแบ่งออกย่อยตามทิศทางยืดหดของปากมี 2 สกุล คือ

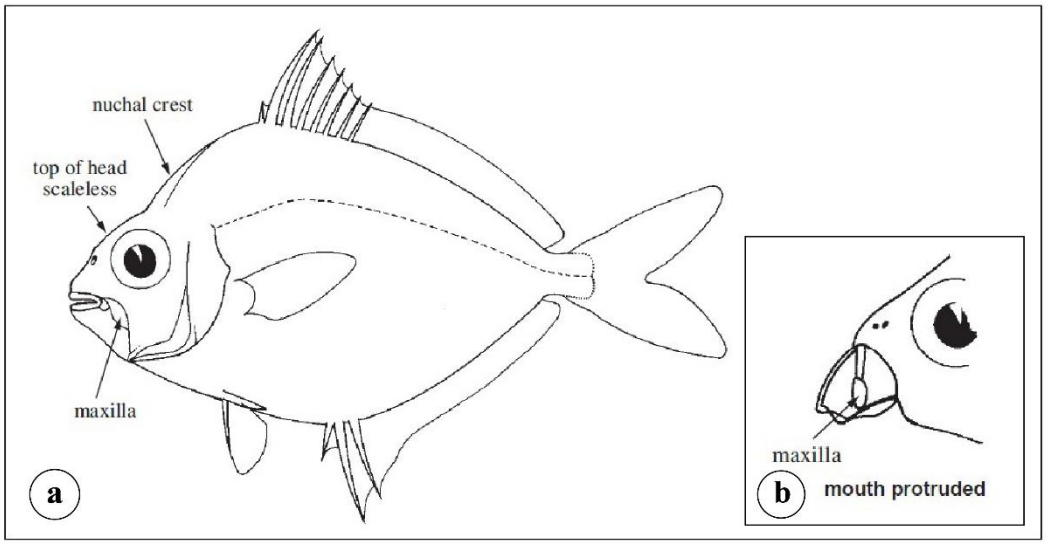
1.1) ปากยืดออกด้านบน ได้แก่ สกุล *Secutor* (ภาพที่ 2.3b)

1.2) ปากยืดออกด้านหน้าหรือด้านล่าง ได้แก่ สกุล *Leiognathus* (ภาพที่ 2.3c-2.3d)

2) ปลาแป้นที่มีฟันขนาดใหญ่ หรือฟันเขี้ยว (canines) ซึ่งมีเพียงสกุลเดียว คือ *Gazza* (ภาพที่ 2.3e)

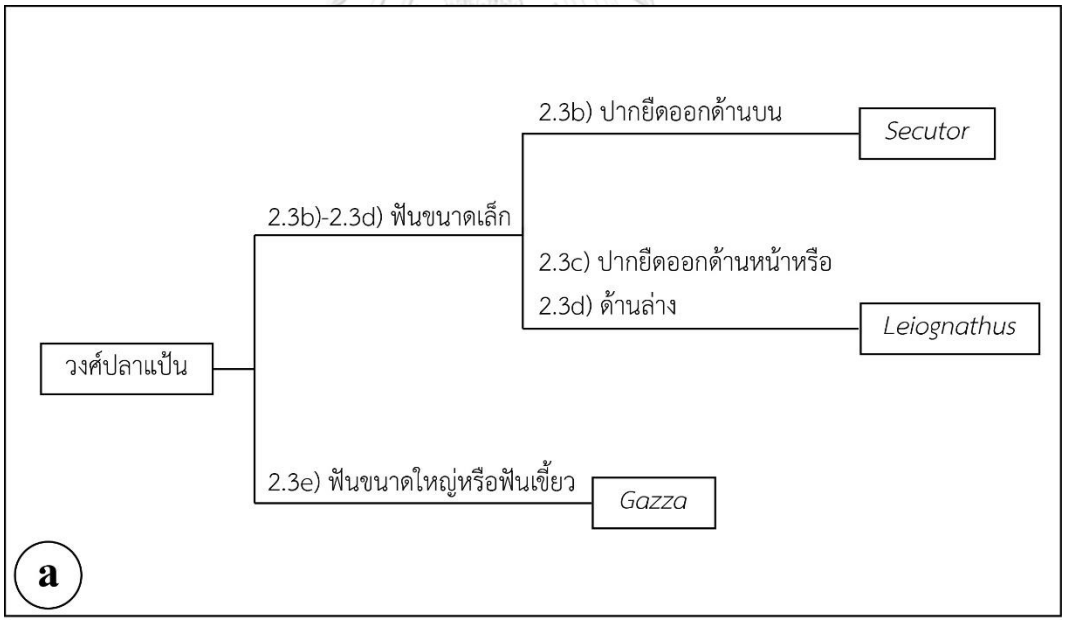
จากรายงานการศึกษาสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ (phylogeny) ส่วนใหญ่พบว่าปลาแป้นสกุล *Leiognathus* มีบรรพบุรุษร่วมกันแต่มีการละทิ้งสมาชิกบางตัวไปตั้งสกุลใหม่ (paraphyletic group) (Chakrabarty et al., 2010) ต่อมาจึงได้มีการตั้งสกุลใหม่หรือบางชนิดกลับไปใช้สกุลเดิมเพื่อให้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วกัน ได้แก่ *Aurgiequula* (Fowler, 1918) *Equulites* (Fowler, 1904) *Eubleekeria* (Fowler, 1904) *Karalla* (Chakrabarty and Sparks, 2008) *Nuchequula* (Whitley, 1932) *Photoplagios* (Sparks et al., 2005) และ *Photopectoralis* (Sparks et al., 2005)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



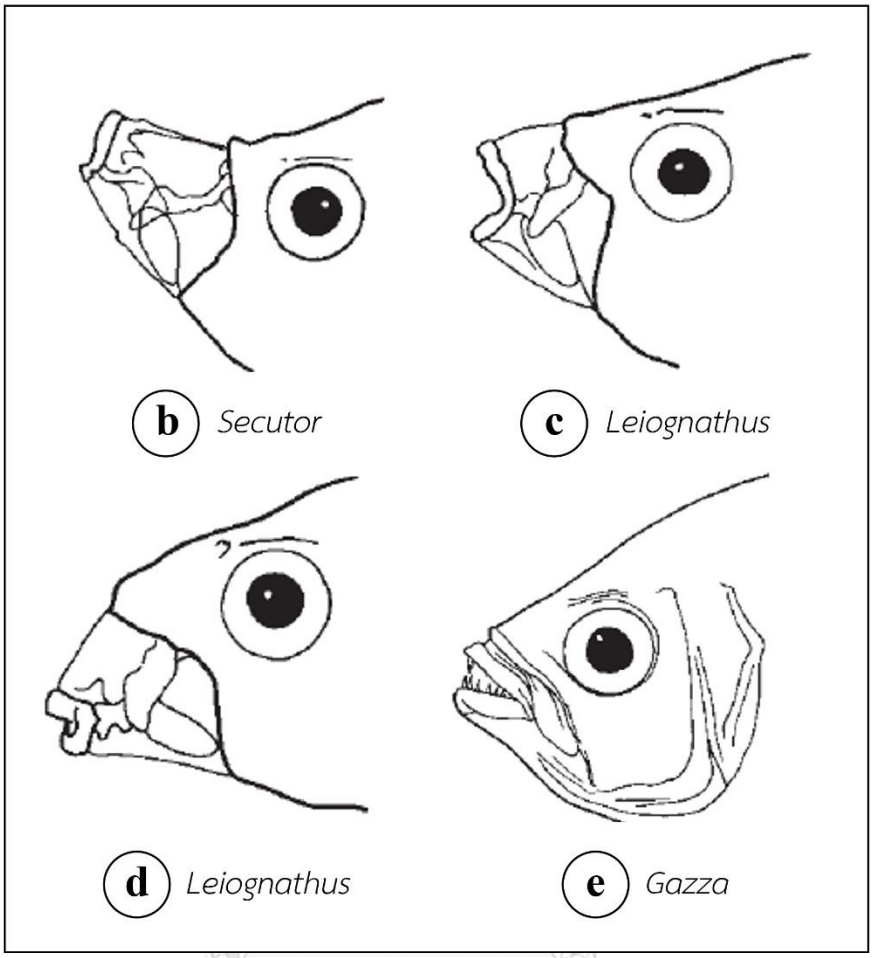
ภาพที่ 2.2 สัณฐานวิทยาทั่วไปของวงศ์ปลาแป้น

a) ลำตัวป้อมสั้น (oblong) ลำตัวมีลักษณะแบนข้าง (compressed) หัวเล็กสั้น ไม่มีเกล็ดบนหัว (head scaleless) **และ b)** ปากสามารถยืดหดได้ (mouth protruded) (nuchal crest = กะโหลกต้นคอ, maxilla = กระดูกขากรรไกรบน) [ที่มา Woodland et al. (2001)]



ภาพที่ 2.3 การจัดจำแนกสกุลของปลาแป้นในวงศ์ปลาแป้น (Leiognathidae) ในอดีต

(a) แบ่งตามลักษณะฟัน และทิศทางยืดหดของปาก [ที่มา Woodland et al. (2001)]



ภาพที่ 2.3 (ต่อ) การจัดจำแนกสกุลของปลาแป้นในวงศ์ปลาแป้น (Leiognathidae) ในอดีต

b)-d) ปลาแป้นกลุ่มที่มีฟันขนาดเล็ก (สกุล *Secutor* และ *Leiognathus*) **และ e)** ปลาแป้นที่มีฟันขนาดใหญ่ (สกุล *Gazza*) [ที่มา Woodland et al. (2001)]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 **ความสำคัญ การกระจายตัวและชนิดในวงศ์ปลาแป้นในประเทศไทย**

ในวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae เป็นกลุ่มปลาที่พลอยถูกจับได้ (by catch) ส่วนใหญ่ติดมาพร้อมกับปลาเศรษฐกิจ และถูกทิ้งลงทะเล จัดเป็นกลุ่มปลาเป็ดแท้ (genuine trash fish) ที่มีราคาต่ำ คุณค่าทางเศรษฐกิจน้อย และไม่นิยมนำมาบริโภค (Akyol, 2003) แต่ในปัจจุบันมีการนำกลุ่มปลาแป้นมาแปรรูปทั้งตากแห้ง และทำเค็ม นอกจากนี้ ปลาแป้นที่มีขนาดเล็กสามารถนำไปทำเป็นปลาป่นอัดเม็ด เพื่อใช้เป็นอาหารสดสำหรับเลี้ยงเป็ด ปลา และทำเป็นปุ๋ยสด (Woodland et al., 2001; Soars and Leis, 2010; ปรีชา สมมณี, 2509)

วงศ์ปลาแป้นสามารถพบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย แต่ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในทะเล พบการกระจายตัวในบริเวณอินโดแปซิฟิกตะวันตก (Soars and Leis, 2010) จากการสำรวจชนิดพรรณในวงศ์ปลาแป้นในประเทศไทยพบทั้งหมด 8 สกุล และ 24 ชนิด (Ikejima et al., 2003; Hajisamae and Yeesin, 2010; Sichum et al., 2013; Krumme et al., 2015, ปรีชา สมมณี, 2509; ศิรประภา เปรมเจริญ , 2536; ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และศักดิ์อนันต์ ปลาทอง, 2552) ดังตารางที่ 2.2 โดยพบสกุล *Equulites* และ *Secutor* มากที่สุด

ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) และ ทัพประดิษฐ์ มิตรเปรียญ (2558) พบปลาแป้นในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวนทั้งหมด 5 สกุล และ 6 ชนิด ได้แก่ ปลาแป้นใหญ่ (*Leiognathus equulus*) ปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreoides*) ปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ปลาแป้นแก้ว (*Equulites stercorarius*) ปลาแป้นปากหมู (*Secutor insidiator*) และ ปลาแป้นเขี้ยว (*Gazza minuta*) จากเดิมพบ 2 สกุล 6 ชนิด เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงชื่อชนิดเพื่อให้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วกัน ในปลาแป้นจมูกสั้น ชื่อเดิม *Leiognathus decorus* เปลี่ยนเป็น *Nuchequula gerreoides* ปลาแป้นกระสวย ชื่อเดิม *Leiognathus splendens* เปลี่ยนเป็น *Eubleekeria splendens* และปลาแป้นแก้ว ชื่อเดิม *Leiognathus stercorarius* เปลี่ยนเป็น *Equulites stercorarius* จากความหลากหลายของปลาแป้นที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ปลาแป้นจมูกสั้น (*N. gerreoides*) และปลาแป้นกระสวย (*E. splendens*) เป็นชนิดเด่นที่มีความชุกชุมสูงสุดทั้งสองฤดู (ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2557; ทัพประดิษฐ์ มิตรเปรียญ, 2558)

ตารางที่ 2.2 ชนิดของปลาแป้นและแหล่งที่อยู่อาศัยที่พบในประเทศไทย

Ci =ชายฝั่งทะเล (coastal inshore), Es = ปากแม่น้ำ (estuary), Md = หาดโคลน (mud flat), Mg = ป่าชายเลน (mangrove), Sg = หญ้าทะเล (sea grass), * = ปลาแป้นชนิดที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ [ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, (2557); ทัพประดิษฐ์ มิตรเปรียญ, (2558)]

	ชื่อทางวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	แหล่งที่อยู่อาศัย					รายงานการศึกษา
			Ci	ES	Md	Mg	Sg	
1	*Leiognathus equulus* (Forsskål, 1775)	แป้นใหญ่	+	+	+	+	+	Ikejima et al. (2003); Hajisamae and Yeesin (2010); Sichum et al. (2013); ปรีชา สมมณี (2509); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536); ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552)
2	*Leiognathus longispinis* (Valenciennes, 1835)	แป้นใหญ่ครีบยาว	+					ศิรประภา เปรมเจริญ (2536); ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552)
3	*Leiognathus brevirostris* (Valenciennes, 1835)	แป้นเล็ก	+	+				Hajisamae and Yeesin (2010); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536); ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552)
4	*Leiognathus berbis* (Valenciennes, 1835)	แป้น	+					ปรีชา สมมณี (2509)
5	*Aurigequula fasciata* (Lacepède, 1803)	แป้นแถบ		+		+		Krumme et al. (2015); ปรีชา สมมณี (2509); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536)
6	*Photopectoralis bindus* (Valenciennes, 1835)	แป้นกระดาน	+	+				ปรีชา สมมณี (2509); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536); สุวรรณทนา ทศพรพิทักษ์กุล และคณะ (2556)

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ชนิดของปลาแป้นและแหล่งที่อยู่อาศัยที่พบในประเทศไทย

Ci =ชายฝั่งทะเล (coastal inshore), Es = ปากแม่น้ำ (estuary), Md = หาดโคลน (mud flat), Mg = ป่าชายเลน (mangrove), Sg = หญ้าทะเล (sea grass), * = ปลาแป้นชนิดที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ [ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, (2557); ทัพประดิษฐ์ มิตรเปรียญ, (2558)]

	ชื่อทางวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	แหล่งที่อยู่อาศัย					รายงานการศึกษา
			Ci	ES	Md	Mg	Sg	
7	*Karalla daura* (Cuvier, 1829)	แป้นกระโดงดำ	+	+	+			ปรีชา สมมณี (2509); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536)
8	*Nuchequula gerreoides* (Bleeker, 1851)*	แป้นจมูกสั้น	+	+	+	+	+	Ikejima et al. (2003); Hajisamae and Yeesin (2010); Sichum et al. (2013); ปรีชา สมมณี (2509); ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552)
9	*Nuchequula blochii* (Valenciennes, 1835)	แป้นวงรัตน์	+	+		+		Krumme et al. (2015); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536)
10	*Eubleekeria splendens* (Cuvier, 1829)*	แป้นกระสวย	+	+	+	+	+	Ikejima et al. (2003); Hajisamae and Yeesin (2010); Sichum et al. (2013); ปรีชา สมมณี (2509); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536); ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552)
11	*Eubleekeria jonesi* (James, 1971)	แป้นกระโดงจุด	+	+				ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552)
12	*Eubleekeria rapsoni* (Munro, 1964)	แป้น				+		Ikejima et al. (2003)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ชนิดของปลาแป้นและแหล่งที่อยู่อาศัยที่พบในประเทศไทย

Ci =ชายฝั่งทะเล (coastal inshore), Es = ปากแม่น้ำ (estuary), Md = หาดโคลน (mud flat), Mg = ป่าชายเลน (mangrove), Sg = หญ้าทะเล (sea grass), * = ปลาแป้นชนิดที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ [ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, (2557); ทัพประดิษฐ์ มิตรเปรียญ, (2558)]

	ชื่อทางวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	แหล่งที่อยู่อาศัย					รายงานการศึกษา
			Ci	ES	Md	Mg	Sg	
13	*Equulites leuciscus* (Günther, 1860)	แป้นกระโดงยาว	+	+		+		Ikejima et al. (2003); Hajisamae and Yeesin (2010); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536); ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552)
14	*Equulites stercorarius* (Evermann & Seale, 1907)	แป้นแก้ว		+				Hajisamae and Yeesin (2010)
15	*Equulites moretoniensis* (Ogilby, 1912)	แป้นแก้ว	+					Hajisamae and Yeesin (2010)
16	*Equulites elongates* (Günther, 1874)	แป้นแก้ว	+	+				ปรีชา สมมณี (2509); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536)
17	*Equulites lineolatus* (Valenciennes, 1835)	แป้น	+					ศิรประภา เปรมเจริญ (2536)
18	*Secutor hanedai* (Mochizuki & Hayashi, 1989)	แป้นเบี้ย	+	+	+		+	Sichum et al. (2013); Krumme et al. (2015)

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ชนิดของปลาแป้นและแหล่งที่อยู่อาศัยที่พบในประเทศไทย

Ci =ชายฝั่งทะเล (coastal inshore), Es = ปากแม่น้ำ (estuary), Md = หาดโคลน (mud flat), Mg = ป่าชายเลน (mangrove), Sg = หญ้าทะเล (sea grass), * = ปลาแป้นชนิดที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ [ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, (2557); ทัพประดิษฐ์ มิตรเปรียญ, (2558)]

	ชื่อทางวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	แหล่งที่อยู่อาศัย					รายงานการศึกษา
			Ci	ES	Md	Mg	Sg	
19	*Secutor insidiator* (Bloch, 1787)*	แป้นหน้าหมู	+	+	+			Hajisamae and Yeesin (2010); Sichum et al. (2013); Krumme et al. (2015); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536); ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552)
20	*Secutor ruconius* (Hamilton, 1822)*	แป้นเบี้ย	+	+	+	+	+	Hajisamae and Yeesin (2010); Sichum et al. (2013); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536)
21	*Secutor indicius* (Monkolprasit, 1973)	แป้น		+	+			ศิรประภา เปรมเจริญ (2536)
22	*Secutor megalolepis* (Mochizuki & Hayashi, 1989)	แป้นป้อม	+	+				Ikejima et al. (2003); Krumme et al. (2015); ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552)
23	*Gazza minuta* (Bloch, 1795)*	แป้นเขี้ยว	+		+		+	Hajisamae and Yeesin (2010); Sichum et al. (2013); ศิรประภา เปรมเจริญ (2536)
24	*Gazza dentex* (Valenciennes, 1835)	แปบทะเล	+			+		Ikejima et al. (2003)

2.2.3 **การเข้ามาใช้ประโยชน์และชีววิทยาการสืบพันธุ์ของวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae**

ในอดีต Blaber (2000) ได้มีการจัดจำแนกกลุ่มปลาที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในปากแม่น้ำออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ดังนี้

1) กลุ่มปลาน้ำกร่อย (estuarine species) คือ กลุ่มปลาที่สืบพันธุ์และวางไข่ในปากแม่น้ำและอาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำตลอดวงจรชีวิต เช่น วงศ์ปลากระบอก Mugilidae ปลาตีนเขี้ยว *Periophthalmodon schlosseri* และปลาตะกรับ *Scatophagus argus* (Vidthayanon and Premcharoen, 2002; Wongchinawit and Paphavasit, 2009) (ภาพที่ 2.4a)

2) กลุ่มปลาทะเลอพยพ (marine migrants) คือ กลุ่มปลาที่สืบพันธุ์และวางไข่ในทะเล เข้ามาในปากแม่น้ำเพียงช่วงใดช่วงหนึ่งของวงจรชีวิตเท่านั้น ปลาในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้าง (euryhaline) และสามารถว่ายไปตลอดความยาวของปากแม่น้ำ สามารถพบว่ามีการเข้าและออกจากปากแม่น้ำเป็นช่วงฤดูกาลตลอดปี และเข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำแตกต่างกัน ในแต่ละชนิดสามารถพบได้ทั้งระยะวัยรุ่น และระยะตัวเต็มวัย เช่น ปลากะพงขาว *Lates calcarifer* วงศ์ปลาแป้น Leiognathidae และวงศ์ปลาข้างตะเภา Haemulidae หรือพบเพียงระยะวัยรุ่นเท่านั้น เช่น วงศ์ปลากระบอก Mugilidae บางชนิด หรือพบเพียงระยะตัวเต็มวัยเท่านั้น เช่น วงศ์ปลากดทะเล Ariidae บางชนิด (ภาพที่ 2.4b)

3) กลุ่มปลาสองน้ำ (anadromous species) คือกลุ่มปลาที่เจริญเติบโตและใช้ชีวิตอยู่ในทะเลก่อนอพยพเข้าสู่แม่น้ำเพื่อการสืบพันธุ์และวางไข่ เช่น ปลาแซลมอล และปลาเทราต์ (*Salmo* spp. และ *Oncorhynchus* spp.) และวงศ์ปลาแลมป์เพรย์ Petromyzontidae (ภาพที่ 2.4c)

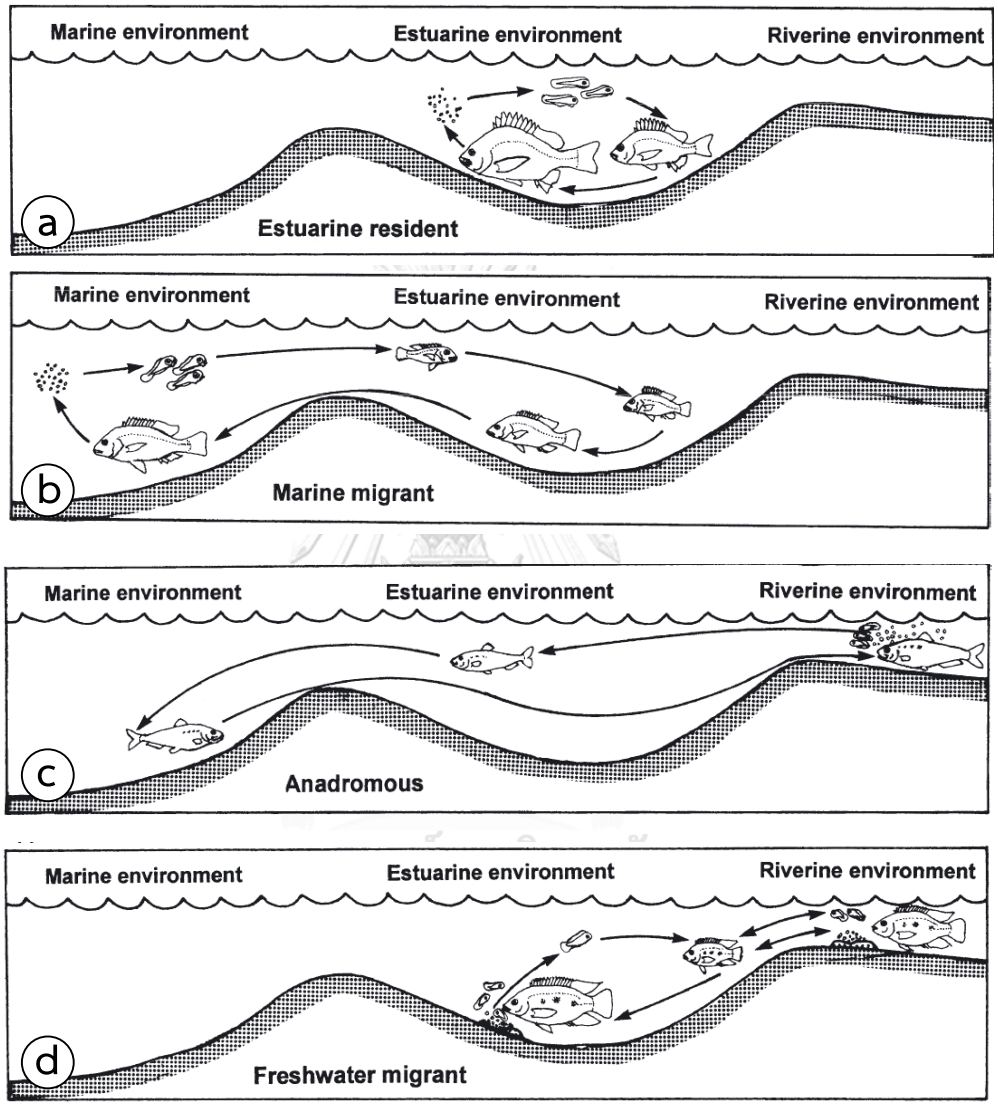
Chulalongkorn University

4) กลุ่มปลาน้ำจืดอพยพ (freshwater migrants) คือกลุ่มปลาน้ำจืดที่อพยพมาสืบพันธุ์วางไข่หรือหาอาหารทั้งในปากแม่น้ำ เช่น ปลาหมอเทศ *Oreochromis mossambicus* (ภาพที่ 2.4d)

ปัจจุบันปลาทั้ง 4 กลุ่มสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย โดยพิจารณาจากแหล่งสืบพันธุ์, แหล่งวางไข่ แหล่งอาหาร หรือแหล่งที่อยู่อาศัย ตลอดจนการอพยพจากปากแม่น้ำไปยังระบบนิเวศอื่น ๆ ตามหลักเกณฑ์ Estuarine Use Functional Group (EUFG) ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์ที่ใช้จัดจำแนกกลุ่มปลากันอย่างแพร่หลาย (Elliott et al., 2007; Potter et al., 2015)

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) ได้รายงานกลุ่มประชาคมปลาที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี โดยรวมสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มปลาน้ำกร่อย เช่น ปลาแป้น

กระจก *Ambassis vachellii* ปลาขี้จีนครีบดำ *Ambassis nalua* 2) กลุ่มปลาทะเลอพยพเป็นกลุ่มที่พบชุกชุมสูงทั้งสองฤดูกาล เช่น ปลาแป้นในวงศ์ Leiognathidae ปลากระตักควาย *Stolephorus indicus* ปลาหลังเขียว *Herklotsichthys dispilonotus* และ 3) กลุ่มปลาน้ำจืดอพยพ เช่น ปลาบู่ใส *Neostethus* sp. ปลาอีกง *Mystus gulio* และปลาหมอเทศ *Oreochromis mossambicus*



ภาพที่ 2.4 รูปแบบวงจรชีวิตของกลุ่มปลาที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำ

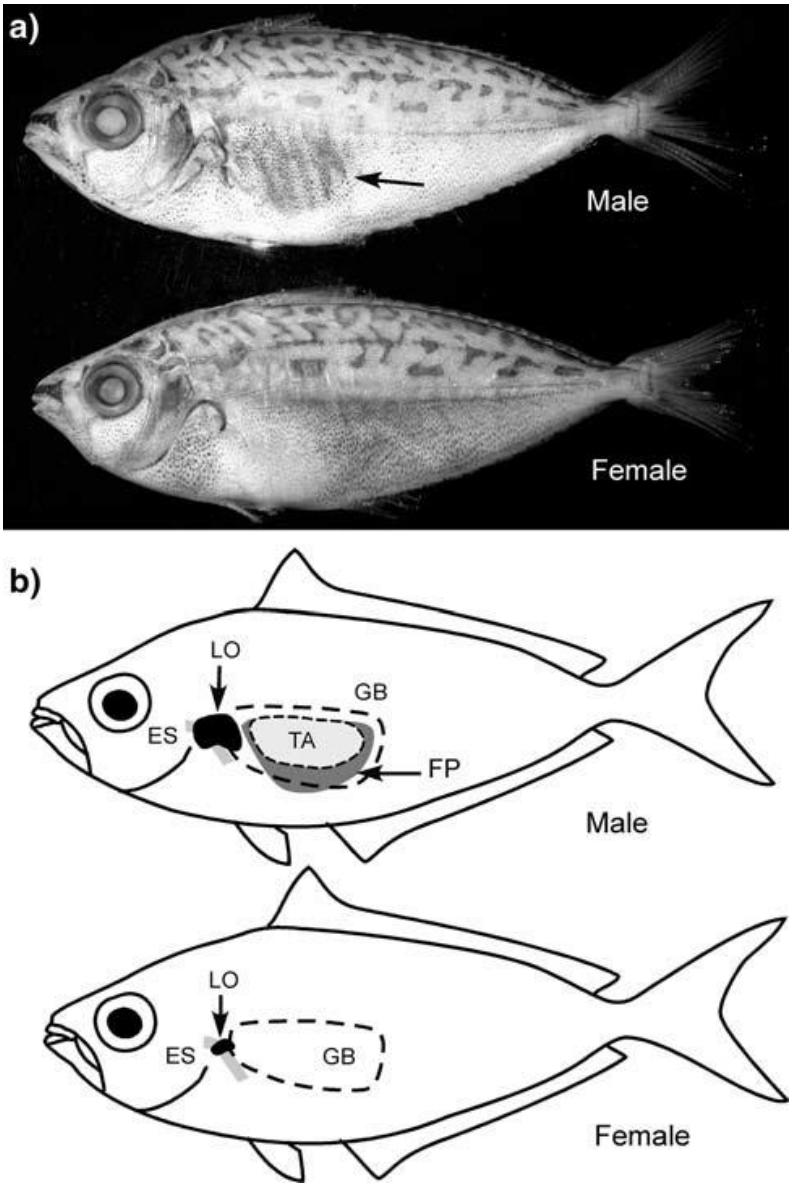
a) กลุ่มปลาน้ำกร่อย (estuarine species), **b)** กลุ่มปลาที่อพยพมาจากทะเล (marine migrant), **c)** กลุ่มปลาสองน้ำ (anadromous species) **และ d)** กลุ่มปลาน้ำจืดอพยพ (freshwater migrants) [ที่มา Potter et al. (2015)]

2.3 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของกลุ่มปลาแป้นครอบครัว Leiognathidae

1. ลักษณะสัณฐานวิทยาระหว่างเพศและอัตราส่วนเพศ

ลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกระหว่างเพศผู้และเพศเมียของกลุ่มปลาแป้นแยกเพศได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากรูปร่างและโครงสร้างภายนอกคล้ายคลึงกัน (Chakrabarty et al., 2011) ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาจากลักษณะที่อยู่ภายในตัว สอดคล้องกับการรายงานในปลาแป้นชนิด *Photoplagios rivulatus* ในช่วงสืบพันธุ์สามารถแยกเพศได้ในขณะที่ตัวอย่างยังมีชีวิตอยู่ ด้วยการพิจารณาจากโครงสร้างอวัยวะผลิตแสง (light organ) พบว่าปลาแป้นเพศผู้ชนิดนี้มีรอยแต้ม (flank patch) อยู่บริเวณด้านข้างลำตัวที่ชัดเจน และมีอวัยวะผลิตแสงขนาดใหญ่กว่าปลาแป้นเพศเมีย (ภาพที่ 2.5) (Ikejima et al., 2008)

การศึกษาอัตราส่วนเพศในกลุ่มปลาแป้นที่ผ่านมา พบว่าอัตราส่วนเพศผู้และเพศเมียมีการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอ และแตกต่างกันไปตามชนิด ดังการรายงานของ Jayabalan (1986) พบว่าปลาแป้นกระสวยชนิด *Leiognathus splendens* ที่อาศัยอยู่ทะเลชายฝั่งตะวันออกของอินเดีย มีอัตราส่วนเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ในปี ค.ศ. 1976 และ 1977 คิดเป็นอัตราส่วน เพศผู้ 1.00 : เพศเมีย 0.86 สอดคล้องกันในปี ค.ศ. 1977 และ 1978 พบว่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย คิดเป็นอัตราส่วน 1:0.91 ในขณะที่ปลาแป้นเขี้ยวชนิด *Gazza minuta* มีอัตราส่วนเพศเมียมากกว่าเพศผู้ คิดเป็นอัตราส่วน 1:1.01 ในปี ค.ศ. 1976 และ 1977 ถัดมาเป็นในปี ค.ศ. 1977 และ 1978 มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย คิดเป็นอัตราส่วน 1:1.36 (Jayabalan, 1988) การที่พบความแตกต่างของอัตราส่วนเพศอาจเป็นผลมาจากการอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้จากปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น ความเร็วของกระแสน้ำในระดับปานกลาง ความอ่อนแอของตัวเมียต่อผู้ล่า อันตรายจากธรรมชาติอื่น ๆ ขั้นตอนการอพยพของพ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์ในประชากรของปลา ล้วนเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนเพศในปลา (Beevi and Ramachandran, 2005) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของอาหารในธรรมชาติอีกด้วย (Nikolskii, 1963)



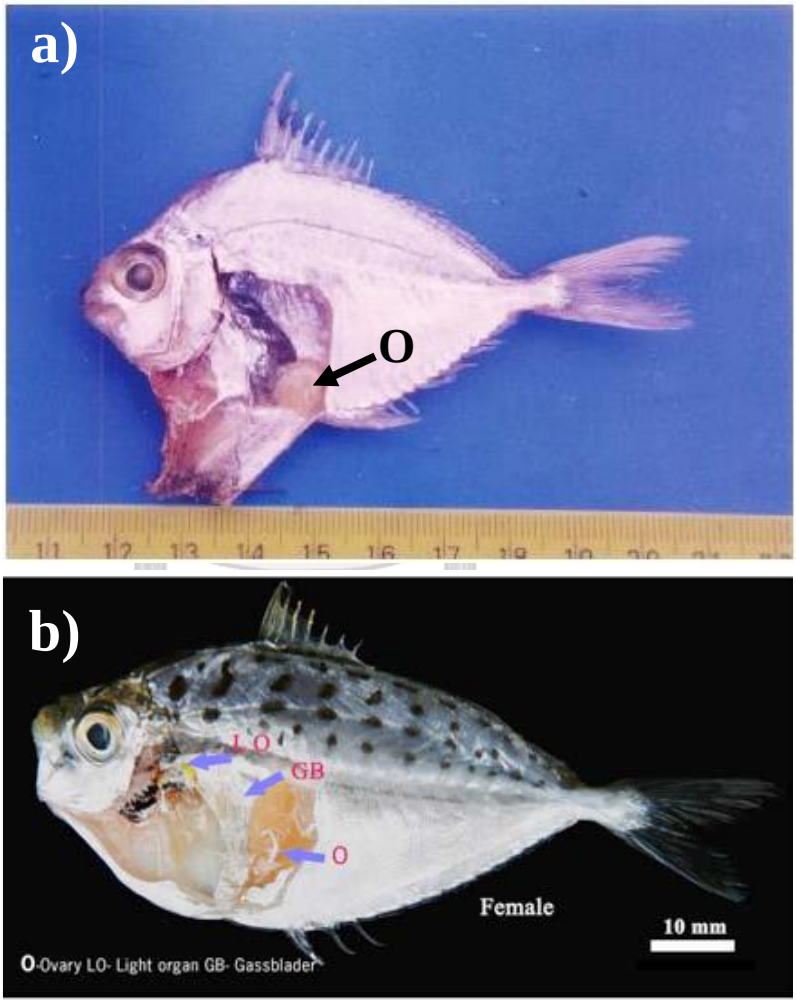
ภาพที่ 2.5 ความแตกต่างระหว่างเพศ (sexual dimorphism) ในปลาแป้นชนิด *Photoplagios rivulatus*

a) เพศผู้แสดงให้เห็นรอยแต้ม (flank patch) ที่ชัดเจน (ลูกศรชี้) ซึ่งจะไม่พบในเพศเมีย (ภาพตัวอย่างที่ผ่านการดองฟอร์มาลิน **และ b)** รูปวาดแสดงตำแหน่งของอวัยวะผลิตแสงที่อยู่รอบหลอดอาหาร (circumesophageal light organ) ซึ่งพบว่าในเพศผู้จะมีขนาดพูของอวัยวะผลิตแสงอยู่ชิดกับรอยแต้มที่อยู่ด้านข้างลำตัว และอวัยวะผลิตแสงจะมีขนาดใหญ่กว่าเพศเมีย (ES = หลอดอาหาร, FP = รอยแต้มบริเวณด้านข้างที่มองเห็นจากภายนอกได้ชัดเจน, GB = ถุงลม, LO = อวัยวะผลิตแสง, TA = บริเวณที่โปร่งใสคือถุงลม) [ที่มา Ikejima et al. (2008)]

2. ลักษณะสัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์

2.1) ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย (female reproductive system)

โครงสร้างของระบบสืบพันธุ์เพศเมียของกลุ่มปลาแป้นพบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกัน ดังการรายงานในปลาแป้นกระสวยชนิด *Leiognathus. splendens* ที่อาศัยอยู่ทะเลชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของอินเดีย (Abraham et al., 2011) และปลาแป้นหน้าหมูชนิด *Secutor. insidiator* พบว่าโครงสร้างรังไข่ (ovary) มีหนึ่งอัน และวางตัวอยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัว (ventrolateral region) (ภาพที่ 2.6)



ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งของโครงสร้างรังไข่ในบริเวณส่วนท้ายของลำตัวของปลาแป้นกระสวย *Leiognathus splendens* และปลาแป้นปากหมู *Secutor insidiator* เพศเมีย

a) ปลาแป้นกระสวย เพศเมีย ชนิด *L. splendens* [ที่มา Abraham et al. (2011)] **และ b)** ปลาแป้นปากหมู เพศเมีย ชนิด *S. insidiator* (GB = ถุงลม, LO = อวัยวะผลิตแสง, O = รังไข่) [ที่มา Sebastian and Inasu (2012)]

สำหรับระยะการพัฒนาของเซลล์ไข่พบว่าในปลาแป้นใหญ่ชนิด *Leiognathus equulus* ที่อาศัยอยู่ในทะเลชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของไต้หวัน แบ่งได้เป็น 8 ระยะ Lee et al. (2005) ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะโครมาทิน นิวคลีโอลาร์ (chromatin nucleolar stage) เซลล์ไข่ยังมีขนาดเล็ก รูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.01-0.07 มิลลิเมตร นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ถูกล้อมรอบด้วยไซโทพลาซึม ซึ่งติดสีย้อมของ hematoxylin เข้มมาก (ภาพที่ 2.7a)

ระยะที่ 2 ระยะเพอรินิวคลีโอลัส (perinucleolar stage) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเซลล์ไข่เพิ่มขึ้นประมาณ 0.05-0.12 มิลลิเมตร มีรูปร่างกลม นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ 0.01-0.03 มิลลิเมตร โดยอัตราส่วนของนิวเคลียสต่อไซโทพลาซึมลดลง และปริมาตรของเซลล์ไข่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2.7a)

ระยะที่ 3 ระยะโยล์ค เวสิเคิล (yolk vesicle stage) เซลล์ไข่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่เพิ่มขึ้น 0.1-0.26 มิลลิเมตร รูปร่างกลมหรือรูปไข่ ไซโทพลาซึมติดสีน้ำเงิน นิวเคลียสรูปร่างกลมอยู่ตรงกลาง ภายในนิวเคลียสพบนิวคลีโอลัสหลายอัน (ภาพที่ 2.7b)

ระยะที่ 4 ระยะสะสมโยล์คขั้นปฐมภูมิ (primary yolk stage) เริ่มปรากฏเม็ดไข่แดง (yolk granule) ซึ่งติดสีแดงเข้มของสีย้อมอีโอซิน (eosin) และโยล์ค เวสิเคิล (yolk vesicle) ที่มีลักษณะถุงใสขอบไม่เรียบเป็นจำนวนมาก นิวเคลียสเปลี่ยนจากทรงกลมเป็นรูปร่างคล้ายรูปดาว และภายในมีนิวคลีโอลัสกระจายใกล้ขอบนิวเคลียส ไซโทพลาซึมเริ่มมีโยล์คแกรนูลขนาดเล็ก เซลล์ไข่ในระยะนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.19-0.32 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2.7c)

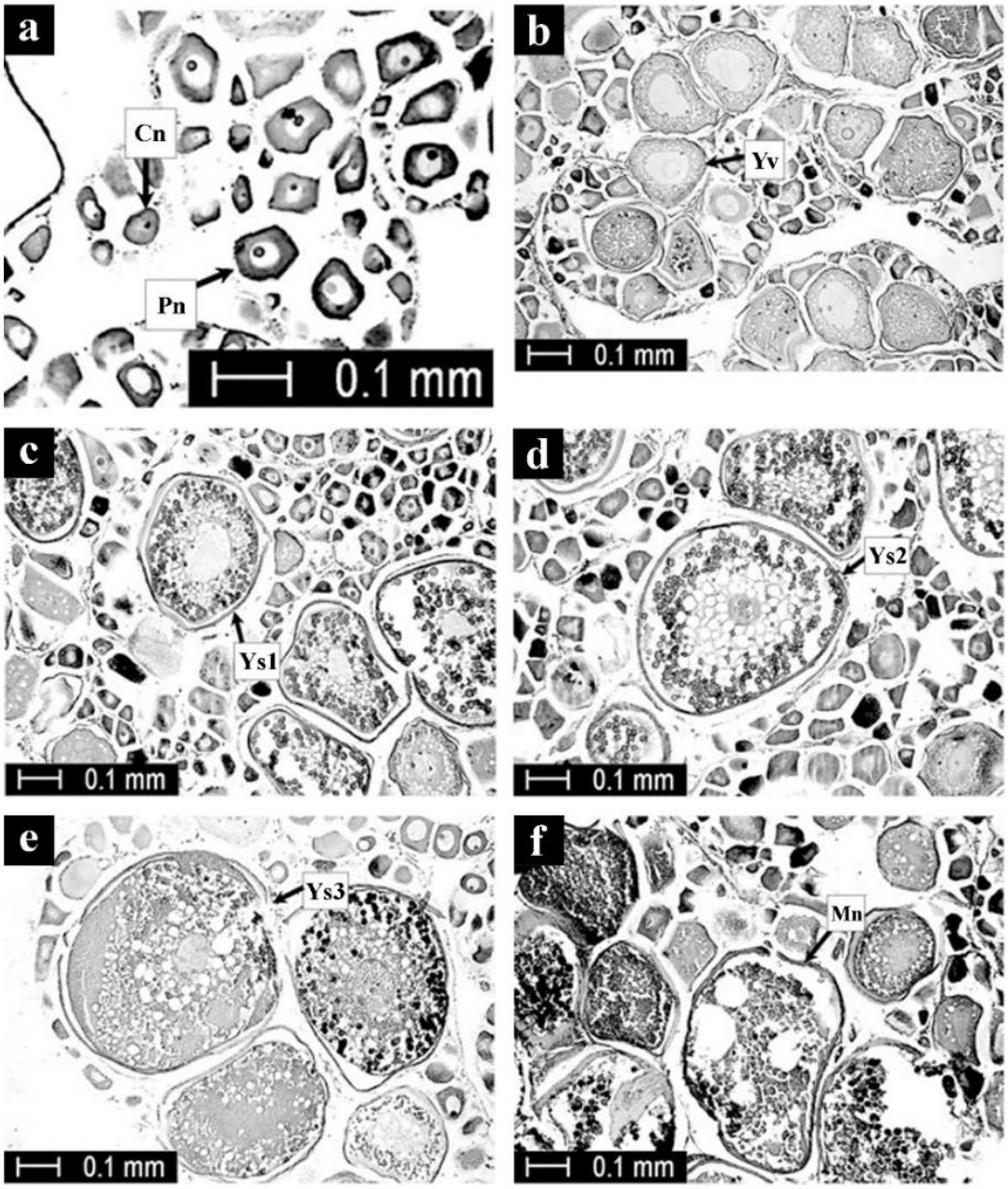
ระยะที่ 5 ระยะสะสมโยล์คขั้นทุติยภูมิ (secondary yolk stage) เซลล์ไข่ระยะนี้มีการสะสมของเม็ดไข่แดง และโยล์ค เวสิเคิลเพิ่มมากขึ้นและกระจายตัวจนเต็มไซโทพลาซึม นิวเคลียสมีรูปร่างบิดเบี้ยว นิวคลีโอลัสกระจายใกล้ขอบนิวเคลียสมากขึ้น เซลล์ไข่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.31-0.41 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2.7d)

ระยะที่ 6 ระยะสะสมโยล์คขั้นตติยภูมิ (tertiary yolk stage) เซลล์ไข่มีการสะสมของเม็ดไข่แดง และโยล์ค เวสิเคิลทั้งจำนวนและขนาดเพิ่มมากขึ้น จนเซลล์ไข่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.37-0.48 มิลลิเมตร และเม็ดไข่แดงขนาดเล็กเริ่มรวมกันกลายเป็นเม็ดไข่แดงขนาดใหญ่ (yolk mass) (ภาพที่ 2.7e)

ระยะที่ 7 ระยะการเคลื่อนย้ายของนิวเคลียส (migratory nucleus stage) เซลล์ไข่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.47–0.56 มิลลิเมตร เม็ดไข่แดงรวมกันเป็นเนื้อเดียวกันจนเต็มภายในเซลล์ไข่ นิวเคลียสภายในเซลล์ไข่เคลื่อนที่ไปทางฝั่งที่มีการสะสมของเม็ดไข่แดงปริมาณน้อย (animal pole) (ภาพที่ 2.7f)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระยะที่ 8 ระยะไข่สุก (ripe stage) เม็ดไข่แดงรวมกันกลายเป็นหนึ่งก้อนขนาดใหญ่ เซลล์ไข่ระยะนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.55 มิลลิเมตรขึ้นไป เยื่อหุ้มนิวเคลียสหายไป ไข่มีสีค่อนข้างขาวและโปร่งแสง (ภาพที่ 2.7g)



ภาพที่ 2.7 กระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของปลาแป้นใหญ่ชนิด *Leiognathus equulus*

a) ระยะโครมาทิน นิวคลีโอลาร์ (chromatin nucleolar stage, Cn) และระยะเพอรินิวคลีโอลัส (perinucleolar stage, Pn), **b)** ระยะโยล์ค เวสิเคิล (yolk vesicle stage, Yv), **c)** ระยะสะสมโยล์คขั้นปฐมภูมิ (primary yolk stage, Ys1), **d)** ระยะสะสมโยล์คขั้นทุติยภูมิ (secondary yolk stage, Ys2), **e)** ระยะสะสมโยล์คขั้นตติยภูมิ (tertiary yolk stage, Ys3), **และ f)** ระยะการเคลื่อนย้ายของนิวเคลียส (migratory nucleus stage, Mn) [ที่มา Lee et al. (2005)]

ภาพที่ 2.7 (ต่อ) กระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของปลาแป้นใหญ่ชนิด Leiognathus equulus

g) ระยะไข่สุก (ripe stage, Re) [ที่มา Lee et al. (2005)]

2.2) ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ (male reproductive system)

โครงสร้างของระบบสืบพันธุ์เพศผู้วางตัวอยู่ตำแหน่งเดียวกับระบบสืบพันธุ์เพศเมีย สอดคล้องกับการรายงานในปลาแป้นหน้าหมูชนิด *Secutor insidiator* (Sebastian and Inasu, 2012) และปลาแป้นกระสวยชนิด *Leiognathus splendens* (Acharya and Naik, 2015) (ภาพที่ 2.8)

Chulalongkorn University

การศึกษาระยะการเจริญของอัณฑะในกลุ่มปลาแป้น Leiognathidae พบบางรายงานการศึกษาในปลาแป้นกระสวยชนิด *L. splendens* เพศผู้ และปลาแป้นกระดานชนิด *Photopectoralis bindus* เพศผู้ ที่อาศัยอยู่ในทะเลชายฝั่งของอินเดีย สามารถแบ่งการเจริญของอัณฑะได้เป็น 5 ระยะ (Acharya and Naik, 2015; Borah et al., 2016) ดังนี้

ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ระยะที่ยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (immature stage) (ภาพที่ 2.9 a-b)

ระยะที่ 3 ระยะที่กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (maturing stage) อัณฑะในระยะนี้มีลักษณะแบนรูปร่างคล้ายใบไม้แต่หนาเล็กน้อย มองเห็นนิวเคลียสรูปร่างกลมกับเยื่อหุ้มนิวเคลียสอย่างชัดเจน

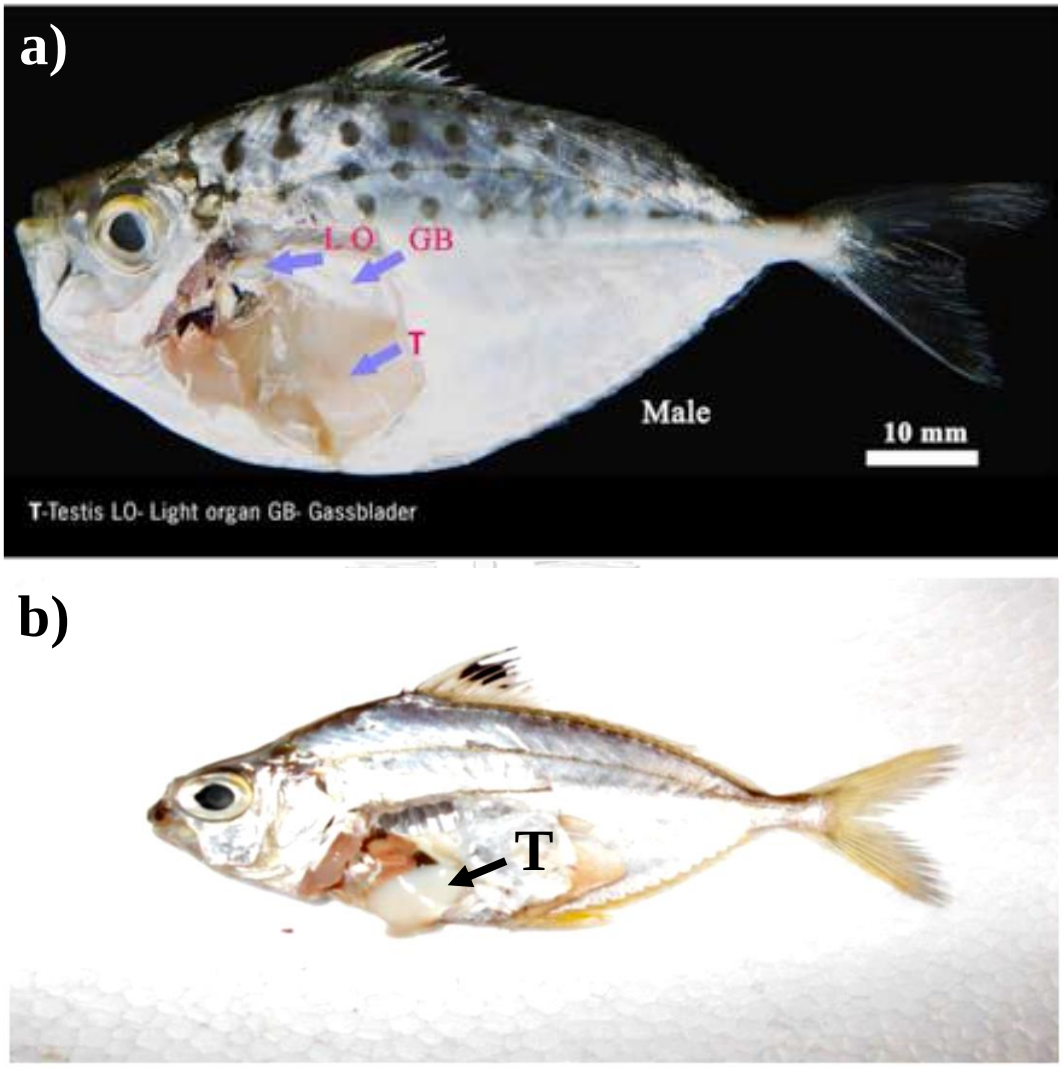
ภายในท่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (follicle) พบเซลล์สืบพันธุ์ระยะสเปอร์มาโทไซต์ (spermatocyte) แต่ไม่พบระยะสเปอร์มาโทซัว (spermatozoa) (ภาพที่ 2.9 c-d)

ระยะที่ 4 ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (mature stage) ภายในท่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์พบเซลล์สืบพันธุ์ระยะสเปอร์มาโทโกเนียม (spermatogonium) ระยะสเปอร์มาโทไซต์ขั้นปฐมภูมิ (primary spermatocyte) ระยะสเปอร์มาโทไซต์ขั้นทุติยภูมิ (secondary spermatocyte) และมีระยะสเปอร์มาโทซัวเป็นจำนวนมากอยู่ภายในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันติดกับผนังท่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (ภาพที่ 2.9 e-f)

ระยะที่ 5 ระยะเจริญเต็มที่หรือสุก (ripe stage) ในระยะนี้สเปอร์มาโทซัวแยกออกจากผนังและอยู่ใกล้กับช่องว่างตรงกลาง (lumen) พบมีสเปอร์มาโทซัวอยู่รวมกันหนาแน่นภายในท่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์และในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ปรากฏอยู่รอบ ๆ [ภาพที่ 2.9 g-h]

ระยะที่ 6 ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (spent stage) องค์ประกอบเนื้อเยื่อเกี่ยวพันภายในอัณฑะค่อนข้างหลวม (loose) ผนังของท่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์พับลงมาหลังจากปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกไปแล้ว ภายในท่อยังคงพบระยะสเปิร์ม (sperm) เล็กน้อย [ภาพที่ 2.9 i-j]

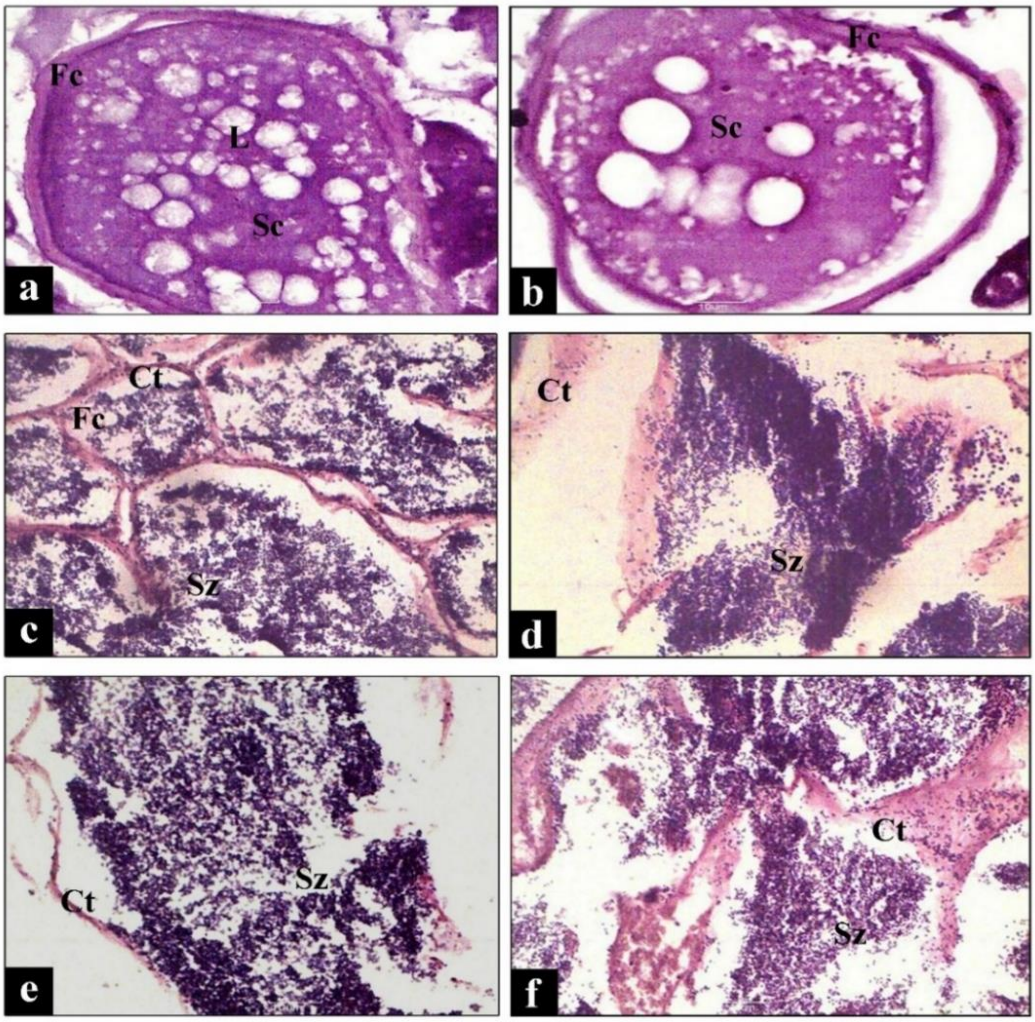
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

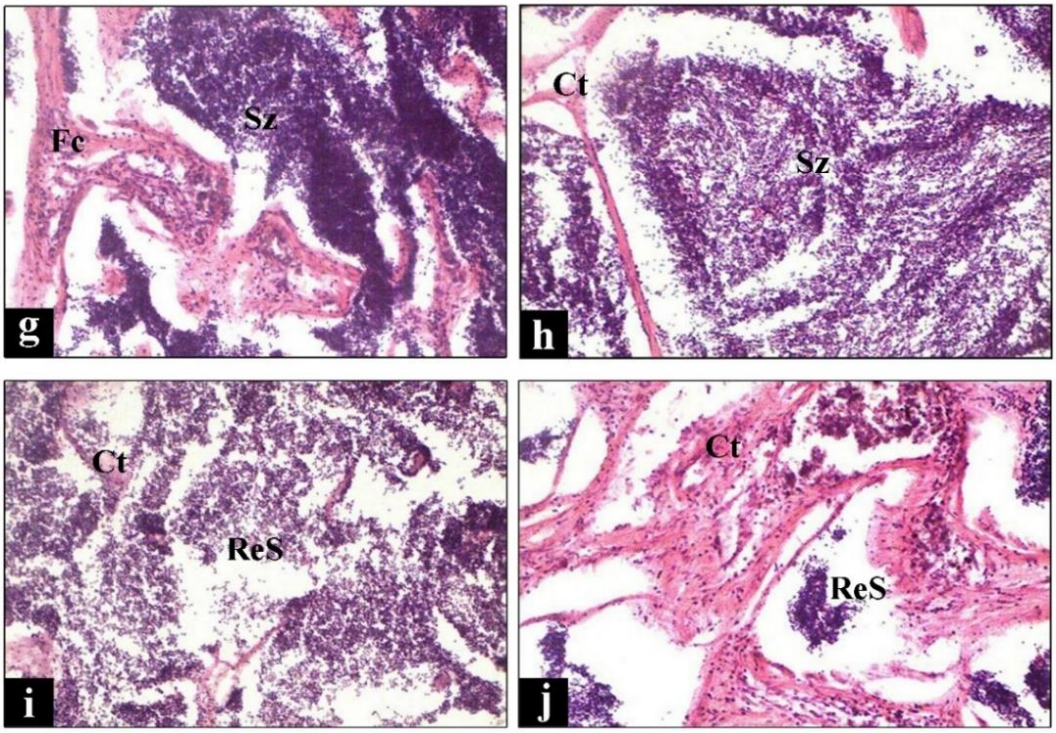
ภาพที่ 2.8 ตำแหน่งของโครงสร้างอัณฑะซึ่งตั้งอยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัวของปลาแป้นปากหมูชนิด*Secutor insidiator* และปลาแป้นกระสวยชนิด *Leiognathus splendens*

a) ปลาแป้นปากหมูชนิด *S. insidiator* เพศผู้ [ที่มา Sebastian and Inasu (2012)] **และ b)** ปลาแป้นกระสวยชนิด *L. splendens* เพศผู้ [ที่มา Acharya and Naik (2015)] (GB = ถุงลม, LO = อวัยวะผลิตแสง, T = อัณฑะ)



ภาพที่ 2.9 กระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของปลาแป้นกระสวย ชนิด *Leiognathus splendens*

a) ระยะที่ 1 ระยะที่ยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์, **b)** ระยะที่ 2 ระยะที่ยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์, **c)** ระยะที่ 3 ระยะที่กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นแรก (early maturing), **d)** ระยะที่ 3 ระยะที่กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นท้าย (late maturing), e) และ **f)** ระยะที่ 4 ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (mature) [Ct = เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue), Fc = ผนังท่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (follicular wall), L = ช่องว่างตรงกลาง (lumen), Sc = สเปอร์มาโทไซต์ (spermatocyte), Sz = สเปอร์มาโทซัว (spermatozoa) [ที่มา Acharya and Naik (2015)]



ภาพที่ 2.9 (ต่อ) กระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของปลาแป้นกระสวย Leiognathus *splendens*

i) และ j) ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (spent stage) [Ct = เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue), Fc = ผนังท่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (follicular wall), L = ช่องว่างตรงกลาง (lumen), Sc = สเปอร์มาโทไซต์ (spermatocyte), Sz = สเปอร์มาโทซัว (spermatozoa) [ที่มา Acharya and Naik (2015)]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 การประเมินการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์

องค์ประกอบที่สำคัญของการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลา และพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพิจารณาช่วงระยะการเจริญพันธุ์ (maturity stage) ของปลา คือ การประเมินระยะการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ (gonadal development stage) ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญพันธุ์ และการวางไข่ของปลาช่วยให้ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของประชากรในระบบนิเวศ (Dietrich and Krieger, 2009; Thulasitha and Kuganathan, 2013) จากการทบทวนเอกสารพบว่าเทคนิคมิญชวิทยา (histological technique) ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ประเมินการพิจารณาระยะการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ เนื่องจากให้ผลที่แม่นยำ และแสดงให้เห็นรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ได้ชัดเจน (Mackie and Lewis, 2001) การจำแนกระยะการเจริญจากสไลด์ตัวอย่างของเนื้อเยื่ออวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาสามารถจำแนกตามเกณฑ์ของ Dietrich and Krieger (2009) ซึ่งดัดแปลงมาจากรายงาน “การตรวจติดตามสถานะทางชีวภาพ และแนวโน้มด้านสิ่งแวดล้อม (Biomonitoring of environmental status and trends, BEST)” ของ McDonald et al. (2000) ซึ่งได้อธิบายระยะการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลา โดยในรังไข่สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระยะ และในอัณฑะแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ดังตารางที่ 2.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.3 ลักษณะทางมิญชวิทยาของระยะการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ตามเกณฑ์ของ Dietrich and Krieger (2009) ที่กำหนดไว้เพื่อใช้ในการประเมินระยะการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์ของปลา ดัดแปลงมาจาก McDonald et al. (2000)

ระยะที่	ระยะการเจริญของรังไข่	ระยะการเจริญของอัณฑะ
0	ระยะยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (undeveloped stage): ประกอบด้วยระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นปฐมภูมิ (primary growth stage) เท่านั้น พบระยะโครมาทิน นิวคลีโอลาร์ (chromatin nucleolar stage) และระยะเพอรินิวคลีโอลัส (perinucleolar stage) ระยะลิพิด ดรอปเลท แอน คอทิเคิล เอลวีโอไล (lipid droplet and cortical alveolar stage) ยังไม่ปรากฏ	ระยะยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (undeveloped stage): ภายในเนื้อเยื่ออัณฑะพบระยะ สเปอร์มาโทโกเนียม (spermatogonium) จนถึงระยะสเปอร์มาทิด (spermatid) เท่านั้น ยังไม่ปรากฏระยะสเปอร์มาโทซัว (spermatozoa)
1	ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นต้น (early development): พบระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นปฐมภูมิ แต่จะพบระยะเพอรินิวคลีโอลัสมากกว่าระยะลิพิด ดรอปเลท แอน คอทิเคิล เอลวีโอไล	ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นต้น (early spermatogenic stage): ภายในเนื้อเยื่ออัณฑะยังคงประกอบระยะสเปอร์มาโทโกเนียมเป็นส่วนใหญ่ แต่เริ่มพบระยะสเปอร์มาโทไซต์ขั้นปฐมภูมิ (primary spermatocyte) ระยะสเปอร์มาโทไซต์ขั้นทุติยภูมิ (secondary spermatocyte) มากขึ้น นอกจากนี้ยังพบระยะสเปอร์มาทิดและสเปอร์มาโทซัวเล็กน้อยภายในท่อสร้างอสุจิ
2	ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นกลาง (mid-development): เป็นระยะที่พบการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นทุติยภูมิ (secondary growth stage) เป็นครั้งแรก และมีองค์ประกอบด้วยระยะแรกของการเจริญของการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นทุติยภูมิ (early vitellogenic stage) กับระยะท้ายของการเจริญของการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นทุติยภูมิ (late vitellogenic stage) อย่างเห็นได้ชัดเจน และยังคงพบระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นปฐมภูมิภายในเนื้อเยื่อรังไข่	ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นกลาง (mid spermatogenic stage): องค์ประกอบและร้อยละของระยะสเปอร์มาโทไซต์ ระยะสเปอร์มาทิด และระยะสเปอร์มาโทซัว มีเปอร์เซ็นต์เท่าๆกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ระยะที่	ระยะการเจริญของรังไข่	ระยะการเจริญของอัณฑะ
3	ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นท้าย (late development): พบเซลล์ไข่ระยะท้ายของการเจริญของการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นทุติยภูมิเป็นส่วนใหญ่ และเริ่มพบระยะพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นสมบูรณ์ (mature stage)	ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นท้าย (late spermatogenic stage): ภายในเนื้อเยื่ออัณฑะยังคงพบทุกระยะตั้งแต่ระยะสเปอร์มาโทโกเนียมจนถึงระยะสเปอร์มาทิด แต่จะพบระยะสเปอร์มาโทซัวเป็นส่วนใหญ่
4	ระยะหลังจากการตกไข่ (post-ovulatory): เป็นระยะที่เซลล์ไข่ถูกปลดปล่อยออกไป เหลือเพียงแค่องค์ประกอบของฟอลลิคูลาร์เซลล์ (follicular cell)	ระยะพัฒนาสเปิร์มอย่างสมบูรณ์ (mature sperm predominate): ภายในเนื้อเยื่ออัณฑะพบระยะสเปอร์มาโท-ซัวมากที่สุด ส่วนระยะ สเปอร์มาโทโกเนียมจนถึงระยะสเปอร์มาทิดเริ่มหายไปเหลือเพียงแค่เซลล์กลุ่มเล็ก ๆ
5	ไม่พบการรายงานระยะนี้ในงานของ McDonald et al. (2000)	ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (spent stage): องค์ประกอบเนื้อเยื่อเกี่ยวพันภายในอัณฑะค่อนข้างหลวม ภายในเนื้อเยื่ออัณฑะพบระยะสเปอร์มาโทซัว (spermatozoa) น้อยมาก

2.5 นิเวศวิทยาการกินอาหารของวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae

2.5.1 การกินอาหารของกลุ่มปลาแป้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วงศ์ปลาแป้น Leiognathidae ส่วนใหญ่เป็นปลาที่กินแพลงก์ตอน (planktivorous fish) โดยทั่วไปจะอยู่รวมกันเป็นฝูงใหญ่ หาอาหารบริเวณพื้นท้องน้ำใกล้ชายฝั่ง โดยจะเล็มตามตะกอนเพื่อหาอาหารกลุ่มสัตว์ทะเลหน้าดิน และมักจะพบอยู่ร่วมกัน (coexistence) กับปลาชนิดอื่น ๆ (Sean et al., 2009; 2011) ลักษณะการปรับตัวในเรื่องการกินอาหารในวงศ์ปลาแป้นเริ่มจากลักษณะทิศทางการยืดหดของปาก ได้แก่ ชี้ขึ้นบน ชี้ลงล่าง หรือชี้ตรงออกไปข้างหน้า ทำให้ปลาแป้นแต่ละชนิดมีการกินอาหารที่แตกต่างกันออกไป เพื่อลดการแก่งแย่งอาหารกันของปลาแป้นแต่ละชนิด (Woodland et al., 2001; Seah et al., 2009; Seah et al., 2011; Acharya and Naik, 2016)

การศึกษาของ Seah et al. (2011) มีการศึกษาการกินอาหารของปลาแป้น 5 ชนิด ที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของคาบสมุทรมาเลเซีย พบลักษณะการกินอาหารที่แตกต่างกันตามลักษณะสัณฐานวิทยาของปาก โดยแบ่งปลาแป้นทั้ง 5 ชนิดออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่ปากยืดชี้ตรงออกไปข้างหน้า หรือชี้ขึ้น ปลาแป้นกลุ่มนี้อาศัยอยู่เหนือพื้นท้องน้ำ และในแหล่งน้ำที่ตื้น จัดเป็น

bentho-pelagic feeder ซึ่งส่วนใหญ่เป็นปลาหน้าดิน (demersal fishes) กินแพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์ทะเลหน้าดินเป็นอาหารหลัก ได้แก่ แป้นกระดาน (*Photopectoralis bindus*) แป้นเขี้ยว (*Gazza minuta*) และแป้นเบี้ย (*Secutor indicius*) และ 2) กลุ่มที่ปากยืดชี้ลงล่าง และมีฟันแบบวิลไล (villiform) เป็นปลาที่กินสัตว์ทะเลหน้าดินเป็นอาหาร (benthivorous fishes) ได้แก่ แป้นแก้ว (*Equulites stercorarius*) และแป้นกระโดงจุด (*Eubleekeria jonesi*)

Woodland et al. (2001) ได้รายงานการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *Leiognathus decorus* และปลาแป้นกระสวยชนิด *L. splendens* เป็นกลุ่มปลาที่กินทั้งแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์หน้าดินเป็นอาหารหลัก เนื่องจากปลาแป้นทั้งสองชนิดมีโครงสร้างของปากที่ยืดได้ทั้งชี้ตรงหรือชี้ลงล่าง และมีฟันขนาดเล็ก (small teeth)

การกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น

ในการศึกษาการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *Leiognathus decorus* พบว่าองค์ประกอบอาหารหลักโดยรวม คือ แพลงก์ตอนสัตว์ (ตารางที่ 2.4) ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) ได้รายงานการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *L. decorus* ที่อาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี พบว่าเป็นพวกปลากินเนื้อ โดยกินแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์หน้าดิน เช่น ตัวอ่อนแมลงน้ำ ไส้เดือนทะเล กุ้งหรือปูขนาดเล็กเป็นอาหารหลัก

จากการทบทวนเอกสารพบว่าปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *L. decorus* มีการเปลี่ยนแปลงการกินอาหารตามช่วงขนาดต่าง ๆ ดังการศึกษาของ Hajisamae et al. (2004) พบว่าปลาแป้นจมูกสั้นขนาดเล็กประมาณต่ำกว่า 3-5 เซนติเมตร กินคาลานอยด์โคพีพอด (calanoid copepod) เป็นอาหารหลัก ในขณะที่ปลาแป้นจมูกสั้นขนาด 5-7 เซนติเมตรขึ้นไป กินคาลานอยด์โคพีพอดในสัดส่วนที่ลดลง และเริ่มกินอาหารที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น ได้แก่ ไส้เดือนทะเล แกมมาริดแอมฟิพอด (gammarid amphipod) สอดคล้องกับการศึกษาของ Wright (1989) พบว่าปลาแป้นจมูกสั้นขนาดเล็ก (<6.9 เซนติเมตร) กินครัสเตเชียนขนาดเล็ก ได้แก่ คาลานอยด์โคพีพอดเป็นอาหารหลักเช่นเดียวกัน แต่มีแนวโน้มการกินคาลานอยด์โคพีพอดลดลงเมื่อขนาดใหญ่ขึ้น (>7 เซนติเมตร) และกินอาหารตามหน้าดินทั่วไป ได้แก่ ไส้เดือนทะเล แอมฟิพอด และซากพืชหรือซากสัตว์ (detritus)

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบอาหารหลักของปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *Leiognathus decorus* จากการทบทวนเอกสารในอดีต

ชนิดอาหาร	เอกสารอ้างอิง
แพลงก์ตอนสัตว์	
โคพีพอด	Woodland et al. (2001)
คาลานอยด์โคพีพอด	Hajisamae et al. (2004) Wright (1989); Hajisamae et al. (2006)
ฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอด	Wright (1989)
ตัวอ่อนปูระยะซูเอีย (Zoea)	Hajisamae et al. (2006)
แอมฟิพอด	Wright (1989)
กลุ่มครัชตาเชียน	Woodland et al. (2001)
สัตว์ทะเลหน้าดิน	
หอย 2 ฝา	Wright (1989)
ไส้เดือนทะเล	Wright (1989)
อินทรียสาร	Wright (1989); Woodland et al. (2001)

การกินอาหารของปลาแป้นกระสวย

ในการศึกษาการกินอาหารของปลาแป้นกระสวยชนิด *Leiognathus splendens* พบว่าสามารถกินอาหารได้หลากหลายและมีการกินอาหารเป็นแบบกินทั่วไป (generalist) (Lacuna, 2011) โดยรวมปลาแป้นกระสวยกินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารหลัก (ตารางที่ 2.5) ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) ได้รายงานการกินอาหารของปลาแป้นกระสวยชนิด *L. splendens* ที่อาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี พบว่าเป็นพวกปลากินพืชเป็นอาหารหลัก จากการทบทวนเอกสารในอดีตพบว่าปลาแป้นกระสวยไม่มีการเปลี่ยนแปลงการกินอาหารตามช่วงขนาดต่าง ๆ เช่น ในการศึกษาของ Acharya and Naik (2016) พบว่าปลาแป้นกระสวยทุกช่วงความยาวตั้งแต่ 6.1-12.5 เซนติเมตร กินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารหลัก เช่นเดียวกันกับรายงานการศึกษาของ Basheeruddin and Nayar (1961) ในปลาแป้นกระสวยที่มีขนาดช่วงความยาวเหยียดตั้งแต่ 2.0-6.0 เซนติเมตร ในปี ค.ศ. 1954 และช่วงความยาวเหยียด 3.0-8.0 เซนติเมตร ในปี ค.ศ. 1955 ที่พบโคพีพอดและแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารกลุ่มเด่นในกระเพาะอาหารทุกช่วงความยาวเหยียด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบอาหารหลักของปลาแป้นกระสวยชนิด *Leiognathus splendens* จากการทบทวนเอกสารในอดีต

ชนิดอาหาร	เอกสารอ้างอิง
แพลงก์ตอนสัตว์	
โคพีพอด	Woodland et al. (2001)
ฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอด	Hajisamae et al. (2006)
ตัวอ่อนเพรียงระยะ Cypris	Woodland et al. (2001)
กลุ่มครัชตาเชียน	Acharya and Naik (2016)
สัตว์ทะเลหน้าดิน	
ไส้เดือนทะเล	Hajisamae et al. (2006)
กลุ่มหอย	Woodland et al. (2001); Acharya and Naik (2016)
แพลงก์ตอนพืช	Acharya and Naik (2016)
อินทรียสาร	
ซากพืช (plant detritus)	Woodland et al. (2001)

2.5.2 ทฤษฎีการกินอาหารเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (optimal foraging theory)

การศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของปลามีการใช้หลักทฤษฎีที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง คือ ทฤษฎีการกินอาหารเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือ optimal foraging theory (OFT) ของ Emlen (1966); MacArthur and Pianka (1966) เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและนิเวศวิทยาของการกินอาหารกับฟิตเนส (fitness) ของสัตว์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า ผู้ล่าจะเลือกกินอาหารที่มีพลังงานสูงและได้รับพลังงานสุทธิเหลืออยู่สูงสุด (net energy gain) เมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในการหาอาหารแล้วทำให้ตัวผู้ล่าเองได้รับฟิตเนสสูงสุดตามไปด้วย (high fitness) โดยไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของอาหาร ดังสมการ

$$\text{profitability} = \frac{E}{h}$$

โดย E = พลังงานที่เหลือสุทธิ (net energy gain) คือ พลังงานที่ได้รับมาจากอาหารลบด้วยพลังงานที่ใช้ไปในกระบวนการเผาผลาญอาหาร

h = เวลาที่ใช้ในการจัดการกับเหยื่อ (handling time) คือ เวลาที่ใช้ในการค้นหาและจับเหยื่อทั้งหมด รวมถึงเวลาที่เสียไปกับการกลืนกินอาหารด้วย

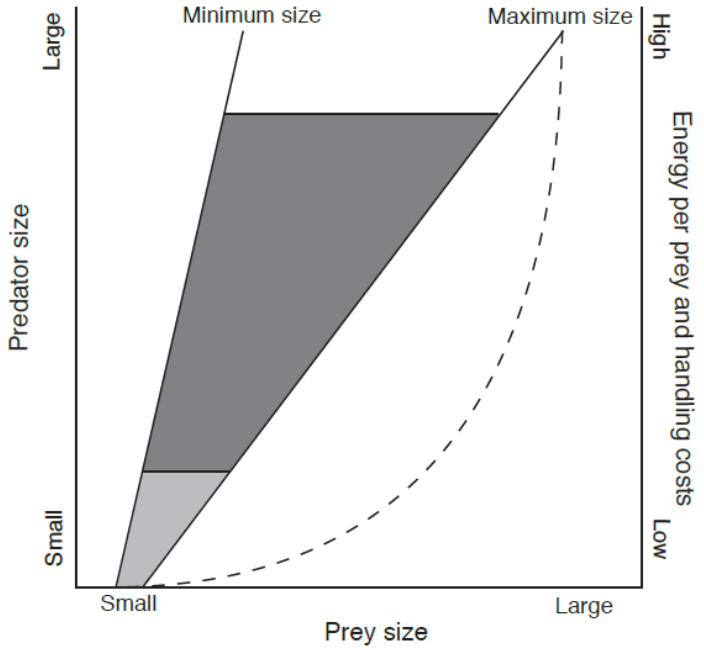
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทฤษฎี OFT จะเป็นตัวกำหนดและนำไปใช้ในการคาดการณ์รูปแบบการกินอาหารของสัตว์หรือผู้ล่าว่าจะเลือกกินเหยื่ออย่างไร เพื่อให้ได้พลังงานที่เหลือสุทธิสูงสุด และใช้เวลาในการจัดการกับเหยื่อให้น้อยที่สุด นอกจากนี้เพื่อลดความเสี่ยงจากการเป็นผู้ถูกล่าจากผู้ล่ากลุ่มอื่นๆ หากโอกาสในการพบอาหารที่เกิดประโยชน์สูงสุดน้อยลง ผู้ล่าจะเลือกกินอาหารที่เกิดประโยชน์ในลำดับรองลงมาแทน ดังนั้นรูปแบบการกินอาหารของผู้ล่าจึงจำเป็นต้องรักษาพลังงานไว้กับร่างกายเพื่อการดำรงชีวิตให้ได้มากที่สุด เพราะฉะนั้นหากมีทางเลือกในการกินอาหารที่ดีกว่า โดยเสียพลังงานน้อยกว่า ผู้ล่าจะเลือกกินสิ่งนั้น (Wootton, 1998) จากการทบทวนเอกสารในการเลือกกินอาหารที่เกิดประโยชน์สูงสุดของปลาอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น

ขนาดของเหยื่อ

การเลือกกินอาหารของปลาถูกจำกัดด้วยความกว้างของปากที่เปิด (mouth gape) ขากรรไกร และขนาดของหลอดอาหารของปลา หากผู้ล่ามีขนาดที่ใหญ่ย่อมมีขอบเขตในการกินเหยื่อได้กว้าง (Boubee and Ward, 1997) เช่น ในกลุ่มผู้ล่าที่กินเหยื่อขนาดใหญ่ หรือพวกที่กินปลาอื่นเป็นอาหาร (piscivore) ช่วงขนาดของเหยื่อที่กินได้จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของช่องปาก (gape size) และมีช่วงการเลือกกินอาหารได้ดีกว่าผู้ล่าที่มีขนาดเล็ก (ภาพที่ 2.10) (Ross, 2013) นอกจากนี้พลังงานที่เหลือสุทธิ (net energy gain) ต่อชนิดของเหยื่อยังเพิ่มขึ้นตามขนาดของเหยื่อ แต่เวลาที่ใช้ในการจัดการเหยื่อก็จะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ผู้ล่าจึงมีแนวโน้มที่จะเลือกกินเหยื่อขนาดเล็กหรือขนาดปานกลางมากกว่าเลือกกินขนาดใหญ่ที่สุด (Gill, 2003) ในกลุ่มปลาที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหารพบว่าโครงสร้างของซี่กรองเหงือก (gill raker) มีผลต่อขนาดเหยื่อที่กินเข้าไป โดยปลาที่มีซี่กรองเหงือกที่ยาว มีจำนวนซี่กรองมาก และมีระยะห่างระหว่างซี่กรองที่แคบ ส่วนใหญ่จะกินเหยื่อที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากซี่กรองเหงือกทำหน้าที่เหมือนเป็นตะแกรง (sieve) สำหรับกรองกินเหยื่อ (Langeland and Nøst, 1995; Wootton, 1998) เช่น ปลากะตักชนิด *Engraulis japonicas* ที่อาศัยอยู่ทะเลชายฝั่งทางตอนเหนือ และตอนใต้ของเกาะคิวชู ซึ่งเป็นปลาที่มีรูปแบบการกินอาหารแบบกรองกิน (filter-feeding) (Tanaka et al., 2006)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.10 รูปแบบการเลือกกินอาหารของสัตว์หรือผู้ล่าตามขนาดของเหยื่อที่สามารถกินได้ (availability) โดยพิจารณาจากพลังงานที่เหลือสุทธิ (net energy gain) ต่อชนิดของเหยื่อ และเวลาที่เสียไปในการจัดการกับเหยื่อ (handling cost) ที่ถูกกำหนดโดยความกว้างของปากที่เปิดของผู้ล่า ผู้ล่าที่มีขนาดเล็กจะมีช่วงขนาดของเหยื่อที่สามารถกินได้น้อยกว่า (พื้นที่สีเทาอ่อน) เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ล่าที่มีขนาดใหญ่ (พื้นที่สีเทาเข้ม) พลังงานที่เหลือสุทธิ (net energy gain) ต่อชนิดของเหยื่อ และเวลาที่เสียไปในการจัดการกับเหยื่อจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของเหยื่อ (เส้นประ) [ที่มา Gill (2003); Ross (2013)]

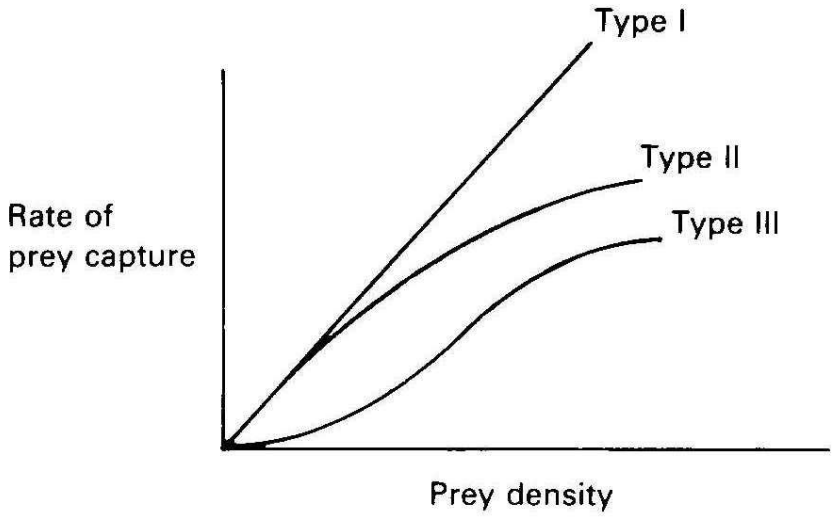
ความหนาแน่นของอาหาร

การกินเหยื่อและค้นหาเหยื่อจะยากหรือง่ายขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเหยื่อในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นพฤติกรรมในการล่าเหยื่อหรือจำนวนเหยื่อที่ถูกล่าจะเปลี่ยนไปเมื่อประชากรของเหยื่อเปลี่ยนไป ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราในการจับเหยื่อต่อความหนาแน่นของเหยื่อนี้เรียกว่า Functional response ดังรายงานของ Staddon (2010) ที่พบว่ามีถึง 3 รูปแบบ (ภาพที่ 2.11)

รูปแบบที่ 1 (Type 1) อัตราการจับเหยื่อที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความหนาแน่นของอาหารแบบเชิงเส้น เมื่อความหนาแน่นของเหยื่อต่ำเวลาที่ใช้ในการค้นหาเหยื่อจึงนาน ผู้ล่าจึงเลือกกินเหยื่อทุกชนิดที่พบ ในทางกลับกันเมื่อความหนาแน่นของอาหารเพิ่มขึ้น ผู้ล่าจะค้นหาเหยื่อได้เร็วขึ้น ณ จุดหนึ่งที่อัตราการจับเหยื่อสูงมากจนนักล่าไม่จำเป็นต้องกินเหยื่อทุกชนิดที่พบ หลังจากจุดนี้นักล่าจะเลือกชนิดเหยื่อที่ให้ประโยชน์สูงสุดเท่านั้น

รูปแบบที่ 2 (Type 2) อัตราการจับเหยื่อมีอัตราเร่งคงที่เป็นลบซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของเหยื่อ เนื่องจากผู้ล่ามีเวลาในการจัดการกับเหยื่อมากขึ้น จากภาพที่ 2.11 เมื่อพิจารณาจากกราฟช่วงแรกอัตราการจับเหยื่อเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของเหยื่อ ซึ่งส่วนใหญ่ไม่มีเวลาในการจัดการกับเหยื่อ เมื่อความหนาแน่นของเหยื่อเพิ่มมากขึ้นเวลาที่ใช้ในการค้นหาเหยื่อน้อยลง แต่มีเวลาในการจัดการกับเหยื่อมากขึ้นแทน ดังนั้นอัตราการจับเหยื่อจะลดลงจนกว่าจะครบสมบูรณ์

รูปแบบที่ 3 (Type 3) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเหยื่อกับอัตราในการจับเหยื่อเป็นแบบ Sigmoid curve (รูปตัว S) [ภาพที่ 2.11] อัตราการจับเหยื่อในตอนแรกเพิ่มขึ้นด้วยความหนาแน่นของเหยื่อในอัตราเร่งบวกคงที่ แต่เมื่อความหนาแน่นของเหยื่อสูงอัตราการจับเหยื่อกลับเป็นรูปแบบอัตราเร่งลบ ซึ่งคล้ายกับการตอบสนองรูปแบบที่ 2 หากความหนาแน่นของเหยื่อสูง (ตำแหน่งด้านบนสุดของเส้นโค้ง) ส่วนใหญ่ผู้ล่าจะเลือกกินเหยื่อชนิดใหม่ทันที ซึ่งผู้ล่าสามารถเลือกหรือไม่จำเป็นต้องกินเหยื่อทุกชนิดที่พบ ในกรณีที่มีเหยื่อสองชนิดที่ให้พลังงานต่างกันแต่ทั้งสองชนิดมีความหนาแน่นสูง ผู้ล่าจะเลือกเหยื่อที่ให้ประโยชน์ (E/h) สูงสุด อย่างไรก็ตาม ณ จุดที่ความหนาแน่นของเหยื่อต่ำ (ตำแหน่งด้านล่างสุดของเส้นโค้ง) อัตราการจับเหยื่อจะเพิ่มขึ้นและรวดเร็วกว่าการตอบสนองรูปแบบเชิงเส้น จากที่กล่าวมาข้างต้นหากเหยื่อที่ให้พลังงานสูงมีความหนาแน่นที่น้อย ผู้ล่าจะเปลี่ยนไปเลือกจับอาหารที่มีความหนาแน่นสูงแทนแม้จะให้คุณค่าพลังงานที่ต่ำกว่าก็ตาม



ภาพที่ 2.11 ความสัมพันธ์ของการจับกินเหยื่อและความหนาแน่นของเหยื่อลักษณะ Functional response

รูปแบบที่ 1 (Type I) อัตราการจับเหยื่อที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับความหนาแน่นของอาหารแบบเชิงเส้น, **รูปแบบที่ 2 (Type II)** อัตราการจับเหยื่อมีอัตราเร่งคงที่เป็นลบซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของเหยื่อ

รูปแบบที่ 3 (Type III) ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเหยื่อกับอัตราในการจับเหยื่อแบบ Sigmoid curve [ที่มา Staddon (2010)]

พฤติกรรมการกินอาหารของปลา

ปลาส่วนใหญ่มีความยืดหยุ่นในการเลือกเหยื่อซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์ (availability) และ พลังงานต่อเวลาที่ใช้ในการหาเหยื่อ หรือ profitability ของเหยื่อ ความยืดหยุ่นดังกล่าวทำให้เกิดข้อได้เปรียบที่สำคัญในแง่ของการอยู่รอดและการเคลื่อนที่ในบริเวณปากแม่น้ำ ในแง่ของพฤติกรรมรูปแบบการเลือกกินเหยื่อของปลาสามารถแบ่งปลาออกเป็นสามกลุ่ม ตาม Gerking (1994) และ Elliott and Hemingway (2002)

กลุ่มปลาที่กินอาหารแบบกินทั่วไป (generalist) ไม่เลือกกินอาหารชนิดใดเป็นพิเศษ สามารถกินอาหารได้หลากหลายชนิดและแหล่งน้ำนั้นมีเหยื่ออาหารสมบูรณ์ โดยไม่คำนึงถึงขนาดของเหยื่อหรือคุณค่าทางโภชนาการอาหาร ปลาในกลุ่มนี้มีรูปแบบการเลือกกินเหยื่อไม่เป็นไปตามทฤษฎีการกินอาหารเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (optimum foraging theory)

กลุ่มปลาที่เลือกกินอาหารบางชนิดมากเป็นพิเศษ (specialist) หากบริเวณนั้นมีเหยื่ออาหารที่สมบูรณ์ ปลากลุ่มนี้จะเลือกกินเหยื่อตามทฤษฎีการกินอาหารเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยคำนึงถึงพลังงานและคุณค่าโภชนาการที่จะได้รับจากเหยื่อ

กลุ่มปลาที่มีรูปแบบการเลือกกินอาหารแบบฉวยโอกาส (opportunist) ปลากลุ่มนี้มีความยืดหยุ่นในการเลือกกินอาหารมากกว่ากลุ่มที่กินอาหารแบบทั่วไป สามารถเลือกกินอาหารชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากอาหารหลักได้ไม่จำกัดรูปแบบการกินอาหาร

2.5.3 การแบ่งสรรทรัพยากร (resource partitioning)

ตามนิยามของ Ross (1986) การแบ่งสรรทรัพยากร เป็นกลไกการปรับตัวอย่างหนึ่งของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน (coexisting species) เพื่อลดการแก่งแย่งทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (intraspecific competition) หรือสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (interspecific competition) ทำให้เกิดความมั่นคงในกลุ่มสิ่งมีชีวิต การเกิดการแบ่งสรรทรัพยากรสามารถเกิดได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับ อาหาร ที่อยู่อาศัย และเวลา (Ross, 1986) ดังรายงานของ Schoener (1974) ได้อธิบายการเกิดการแบ่งสรรทรัพยากรเมื่อสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ร่วมกันทั้งหมด 5 รูปแบบ ดังนี้

1) ชนิดอาหาร-ที่อยู่อาศัย: สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ทับซ้อนกันจะกินอาหารไม่เหมือนกัน

2) ชนิดอาหาร-เวลา: สิ่งมีชีวิตที่มีการกินอาหารทับซ้อนกันแต่กินในเวลาต่างกันในแต่ละรอบวันหรือรอบปี

3) ที่อยู่อาศัย-เวลา: เมื่อปัจจัยด้านภูมิอากาศส่งผลต่อกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตชนิดต่างกันแสดงการทับซ้อนของพื้นที่ในเวลาต่างกัน

4) ที่อยู่อาศัย-ที่อยู่อาศัย: ที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่มีการทับซ้อนกัน ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง

5) อาหาร-อาหาร: สิ่งมีชีวิตต่างชนิดมีการทับซ้อนกันของอาหาร หรือกินอาหารชนิดเดียวกัน แต่อาหารที่กินอาจมีขนาดต่างกัน

ปัจจัยอาหาร ที่อยู่อาศัย และเวลาที่มีผลต่อการแบ่งสรรทรัพยากรดังกล่าว การแบ่งทรัพยากรอาหาร (food segregation) มีความสำคัญที่สุด เนื่องจากความหลากหลายของเหยื่อที่เพิ่มขึ้นควรเพิ่มความเป็นไปได้ในการแยกสื่อสารระหว่างกันในการใช้ทรัพยากร (Ross, 1986; Sánchez-Hernández et al., 2017) การแบ่งสรรทรัพยากรหรือการใช้ทรัพยากรอาหารอาจเกิดขึ้นได้ในสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดขึ้นไป หรือช่วงอายุที่แตกต่างของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ (Gerking, 1994) สาเหตุที่สิ่งมีชีวิตต้องแบ่งสรรอาหารเป็นเพราะ 1) สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งสามารถปรับตัวให้เหมาะกับการใช้ประโยชน์แหล่งอาหารได้ดีกว่าอีกชนิด 2) การแก่งแย่งแหล่งอาหารกัน 3) การหวงพื้นที่อาณาเขต 4) ความเสี่ยงจากผู้ล่าที่บังคับให้สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นออกจากที่อยู่ประจำถิ่น และที่หลบภัยในพื้นที่ที่ไม่ปกติ และ 5) ปัจจัยด้านพฤติกรรมอื่น ๆ เช่น ขนาดตัว การเคลื่อนที่ สีของลำตัว เสียง และกลิ่น ซึ่งนำไปสู่การหลีกเลี่ยงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (interspecific avoidance) (Nilsson, 1967)

จากการทบทวนเอกสารพบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาการกินอาหารที่แตกต่างกันมีผลต่อการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารในกลุ่มปลาที่อาศัยอยู่ร่วมกัน (co-occurring species) ดังรายงานของ Sebastian et al. (2011) ในปลาแป้น 3 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณชายฝั่งทางตะวันตกเฉียงใต้ของอินเดีย พบว่ามีการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารกัน เนื่องจากมีโครงสร้างลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารของปากที่เหมาะกับชนิดอาหารที่แตกต่างกันในปลาแป้นแต่ละชนิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในปลาแป้นเขี้ยว (*G. minuta*) ที่มีความยาวของปากที่ยื่นออกทิศทางข้างหน้าได้น้อยที่สุดแต่มีช่องปากที่กว้างที่สุด ถูกออกแบบมาเพื่อจัดการกับเหยื่อขนาดใหญ่ เช่น ปลาตัวเล็ก หมึก และกุ้ง การเพิ่มขนาดปากที่เปิดช่วยให้ปลาสามารถกินเหยื่อขนาดใหญ่ได้ (Gill, 2003) ในขณะที่ปลาแป้นหน้าหมู (*S. insidiator*) มีขากรรไกรของปากที่ยื่นออกมาได้มากที่สูงสุดในทิศทางขึ้น แต่มีช่องปากที่เล็กที่สุดนั้นสัมพันธ์กับอาหารชนิดแพลงก์ตอนขนาดเล็ก ปากที่ยื่นออกมาทำหน้าที่เหมือนหลอดที่พุ่งขึ้นด้านบนเพื่อดูดน้ำพร้อมกับเศษอาหารขนาดเล็กเข้าไป เช่นเดียวกับปลาแป้นเล็ก (*L. brevirostris*) ที่ปากสามารถยืดออกได้ในระดับปานกลาง ทำให้กินได้ทั้งแพลงก์ตอนและสัตว์หน้าดินในสัดส่วนที่เท่ากัน (ตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบ ลักษณะที่วัดได้และนิเวศวิทยาการกินอาหารระหว่างปลาแป้น 3 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณชายฝั่งทางตะวันตกเฉียงใต้ของอินเดีย

[ที่มา Sebastian et al. (2011)]

ชนิด	แป้นเขี้ยว (*G. Minuta*)	แป้นแก้ว (*L. Brevirostris*)	แป้นหน้าหมู (*S. insidiator*)
ความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด	15.55 ± 0.51	19.20 ± 0.91	22.1 ± 0.67
ความกว้างของปากท่อที่เปิดอ้าสุด			
ความยาวแนวตั้ง (Vertical length)	12.83 ± 0.12	6.62 ± 0.42	6.14 ± 0.43
ความยาวแนวนอน (horizontal length)	7.4 ± 0.61	5.85 ± 0.16	6.14 ± 0.43
จำนวนซี่กรองเหงือกคู่ที่ 1	19.33 ± 0.17	23.7 ± 0.22	25.1 ± 0.23
ขนาดของฟันบนขากรรไกรล่าง	ฟันขนาดใหญ่ รูปร่างโค้งเหมือนฟันเขี้ยว	ฟันขนาดเล็กมาก หรือยังไม่เจริญเต็มที่ (rudimentary teeth)	ฟันขนาดเล็กมาก หรือยังไม่เจริญเต็มที่
ทิศทางการยืดหดของปากท่อ	ข้างหน้า หรือแนวนอน (horizontal)	ลงล่าง (downward)	ขึ้นบน (upward)
อาหารหลัก	แพลงก์ตอน 24.16%	แพลงก์ตอน 59.75%	แพลงก์ตอน 81.46%
	หน้าดิน 27.80%	หน้าดิน 22.05%	หน้าดิน 8.30%
	ปลา และอื่น ๆ 48.04%	อื่น ๆ 18.19%	อื่น ๆ 10.24%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.4 **วิธีการศึกษาองค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลา**

การวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาทำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุด คือ วิธีของ Hyslop (1980) โดยการประยุกต์ของ ชุกรี หะยีสาแม (2551) สามารถจำแนกวิธีการศึกษา ออกเป็น 5 วิธี ดังนี้

1. วิธีประเมินการพบหรือไม่พบ (occurrence method) เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดในการศึกษาการกินอาหารของปลา ซึ่งสามารถอธิบายภาพรวมว่าปลาชนิดนั้นกินอาหารชนิดอะไร โดยไม่ต้องพิจารณาถึงปริมาณและสัดส่วน ประโยชน์ของวิธีนี้คือทำให้ประหยัดเวลาในการศึกษา เพราะไม่ต้องใช้เวลา และใช้เครื่องมือในการศึกษามาก แต่มีข้อเสียในเรื่องการให้ข้อมูลที่หยาบเกินไปไม่สามารถนำมาหาความถูกต้องในระดับสูงได้

2. วิธีการนับจำนวน (numerical method) หลักการสำคัญของวิธีการนี้คือการนับชิ้นของอาหารภายในกระเพาะอาหาร ซึ่งจะแสดงค่าสัดส่วนของอาหารที่พบแต่ละชนิดในสัดส่วนของร้อยละได้ซึ่งมักนิยมใช้ในการนับอาหารในกระเพาะที่มีขนาดใกล้เคียงกัน วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วในการศึกษาเช่นกันแต่มีข้อเสียคือเมื่อมีขนาดของอาหารที่แตกต่างกันเกิดขึ้นการนับจะปรากฏค่าชิ้นเพียงหน่วยเดียวเช่นกัน ทำให้ผลการศึกษาสรุปไปในทางที่ว่าอาหารสองชนิดมีอิทธิพลใกล้เคียงกันทั้งที่ขนาดต่างกันมาก

3. วิธีการวัดปริมาตร (volumetric method) วิธีการนี้สามารถคำนวณปริมาณของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาได้สองวิธี ได้แก่ การคำนวณทางตรง โดยการนำชนิดอาหารที่มีใส่ภาชนะที่ทราบปริมาตรและแทนที่ด้วยน้ำแต่วิธีการคำนวณทางตรงจะมีข้อเสียเมื่อคำนวณกับอาหารที่มีขนาดเล็กเมื่อแทนที่ปริมาณแล้วไม่สามารถทำได้ ส่วนวิธีการคำนวณทางอ้อม โดยการนำอาหารในกระเพาะอาหารของปลามาเขี่ยในพื้นที่โดยให้พื้นที่ของอาหารทั้งหมดคือ 100 แล้วประเมินสัดส่วนของร้อยละของชนิดอาหารที่พบได้เช่นกัน

4. วิธีการชั่งน้ำหนัก (gravimetric method) การชั่งน้ำหนักอาหาร ทำได้โดยการนำอาหารในกระเพาะปลามาจัดกลุ่มและชั่งน้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งโดยการทำ freeze drying หรือกระบวนการที่นำน้ำออกอื่นๆ ซึ่งจะสามารถแสดงผลเป็นรูปร้อยละของอาหารชนิดนั้นต่ออาหารทั้งหมดในกระเพาะอาหารได้

5. วิธีที่เฉพาะเจาะจง (Subjective method) ใช้วิธีประเมินค่า index of relative importance (IRI) โดยใช้หลักการประยุกต์ของวิธีการนับจำนวน (numerical method) วิธีการวัดปริมาตร (Volumetric method) และความถี่ในการพบอาหาร (frequency of occurrence) มาบูรณาการเป็นสมการ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

เมื่อ %N แทน ร้อยละโดยจำนวนของอาหารชนิดนั้น

%V แทน ร้อยละโดยปริมาตรของอาหารชนิดนั้น

%F แทน ร้อยละโดยความถี่ที่พบอาหารชนิดนั้น

โดย Cortés (1997); Oliveira et al. (2007); Torres-Rojas et al. (2010) ได้มีการปรับปรุงการนำเสนอค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นค่า %IRI แทน ดังสมการ

$$\%IRI = IRI/\sum IRI \times 100$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 การเก็บตัวอย่างปลาและพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *Nuchequula gerreiodes* และปลาแป้นกระสวยชนิด *Eubleekeria splendens* จำนวนรวมปลาแป้นทั้งสองชนิดทั้งหมด 5,959 ตัว ด้วยวิธีการใช้อวนลากทับตลิ่ง (beach seine) ยาว 30 เมตร ลึก 6 เมตร ขนาดตา 1 เซนติเมตร เนื่องจากอวนลากชนิดนี้เหมาะสำหรับการจับตัวอย่างปลาขนาดเล็กและสามารถสุ่มเก็บตัวอย่างปลาได้ครอบคลุมจากผิวน้ำไปถึงพื้นท้องน้ำ (English et al., 1994; Monteclaro and Abunal, 2013; Sichum et al., 2013) ทำการสุ่มเก็บจำนวน 2 ช่วงฤดูกาลในรอบปี คือ ฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2560) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี โดยแบ่งสถานีการเก็บตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิดเป็น 5 สถานี ตามการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำและลักษณะพื้นที่ที่มีลักษณะแตกต่างกัน (ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ 2557) (ภาพที่ 3.1-3.2) คือ

สถานีที่ 1 [❶) สถานีปากแม่น้ำปราณบุรี (12° 24’64.0” N, 099° 59’40.8” E (ภาพที่ 3.1a] เป็นบริเวณริมฝั่งแนวสันเขื่อนที่อยู่ใกล้กับจุดเชื่อมต่อกับทะเลมากที่สุด ซึ่งมีลักษณะดินเป็นดินทราย ปะปนด้วยเศษเปลือกหอยและปะการัง ในฤดูแล้งความลึกน้ำสูง 1.07 เมตร และฤดูฝน 0.53 เมตร (ภาพที่ 3.2a)

สถานีที่ 2 (❷) สถานีปากคลองเก่า (12° 24’28.9” N, 099° 59’34.2” E) เป็นบริเวณหน้าปากคลองแยกจากแม่น้ำปราณบุรีเชื่อมต่อกับคลองวนอุทยานปราณบุรีอยู่ใกล้ชุมชนชาวประมง ดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายสีดำ ปะปนด้วยเศษเปลือกหอย ในฤดูแล้งความลึกน้ำสูง 1.60 เมตร และฤดูฝน 0.57 เมตร (ภาพที่ 3.2b)

สถานีที่ 3 (❸) สถานีริมฝั่งแม่น้ำปราณบุรี (12° 24’22.7” N, 099° 58’96.6” E) เป็นบริเวณที่อยู่ติดกับปากคลองหน้าแนวป่าชายเลนที่เชื่อมต่อกับคลองศูนย์สิรินาถราชินี ใกล้ชุมชนชาวประมง ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนโคลนสีน้ำตาล ดินชั้นล่างเป็นสีดำไม่มีกลิ่น ในฤดูแล้งความลึกน้ำสูง 1.43 เมตร และฤดูฝน 0.27 เมตร (ภาพที่ 3.2c)

สถานีที่ 4 (❹) สถานีป่าร้อยปี (12° 24’33.6” N, 099° 58’58.9” E) เป็นบริเวณคุ้งน้ำหน้าแนวป่าชายเลนร้อยปีใกล้ชุมชนชาวประมง ซึ่งมีลักษณะดินเป็นดินร่วนปนโคลนสีน้ำตาล ดินชั้นล่างเป็นสีดำไม่มีกลิ่น ในฤดูแล้งความลึกน้ำสูง 1.60 และฤดูฝน 0.37 เมตร (ภาพที่ 3.2d)

สถานีที่ 5 (❺) สถานีแหลมใหญ่ (12° 24’26.8” N, 099° 58’44.1” E) เป็นบริเวณที่อยู่ติดกับป่าชายเลน มีลักษณะเป็นพื้นดินโคลนสีน้ำตาล โคลนมีลักษณะเหนียวนุ่มกว่าสถานีที่ 1 ดินชั้นล่างเป็นสีดำมีกลิ่น ปรากฏเป็นแหลมโคลนขนาดใหญ่ให้เห็นเมื่อน้ำลง ในฤดูแล้งความลึกน้ำสูง 1.37 และฤดูฝน 0.50 (ภาพที่ 3.2e)

ในแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่างทำการสลบปลาแป้นจมูกสั้น *N. gerreiodes* และปลาแป้นกระสวย *E. splendens* ทันทีด้วยวิธีแช่น้ำแข็ง (Rapidly cooling shock) ตามวิธีมาตรฐานของ Wilson et al. (2009) จากนั้นนำตัวอย่างมาเก็บรักษาสภาพเนื้อเยื่อในน้ำยาดองเดวิดสัน (Davidson's fixative) เป็นระยะเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง แล้วย้ายตัวอย่างทั้งหมดมาเก็บรักษาสภาพใน 70 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์ เพื่อใช้สำหรับการศึกษาลักษณะที่วัดได้ โครงสร้างระบบสืบพันธุ์และการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ตลอดจนโครงสร้างของระบบย่อยอาหารและองค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด ภายใต้ห้องปฏิบัติการชีววิทยาปลา ที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำขึ้นภายใต้กระบวนการกระทำต่อสัตว์ในโครงการวิจัยที่ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการใช้สัตว์ทดลองเพื่องานทางด้านวิทยาศาสตร์ของคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU-ACUP) และได้รับการอนุมัติ เลขที่ 1723004 และผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมและได้รับใบอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์เลขที่ U1-06100-2560 ที่จัดขึ้นโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการสุ่มตัวอย่าง 592 ตัว โดยแบ่งปลาแป้นจมูกสั้นจำนวน 276 ตัว และปลาแป้นกระสวย 316 ตัว จากจำนวนปลาแป้นทั้งสองชนิดทั้งหมด 5,959 ตัว เพื่อศึกษา

1) การจำแนกชนิด ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปและลักษณะที่วัดได้ และหาค่าความสมบูรณ์ของปลา เปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยที่สุ่มมาทั้งหมด 592 ตัว หลังจากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมาทำการผ่าตัดเปิดช่องท้อง แล้วนำอวัยวะมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ระบบสืบพันธุ์ และระบบย่อยอาหารไปทำการศึกษาต่อไป

2) ศึกษาสัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์และระบบย่อยอาหาร โดยสุ่มตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยจำนวน 40 ตัว (ชนิดละ 20 ตัว) จากตัวอย่าง 5,959 ตัว (ไม่รวมตัวอย่างที่สุ่มมา 592 ตัว) เพื่อเป็นตัวแทนเปรียบเทียบระหว่างสองชนิด

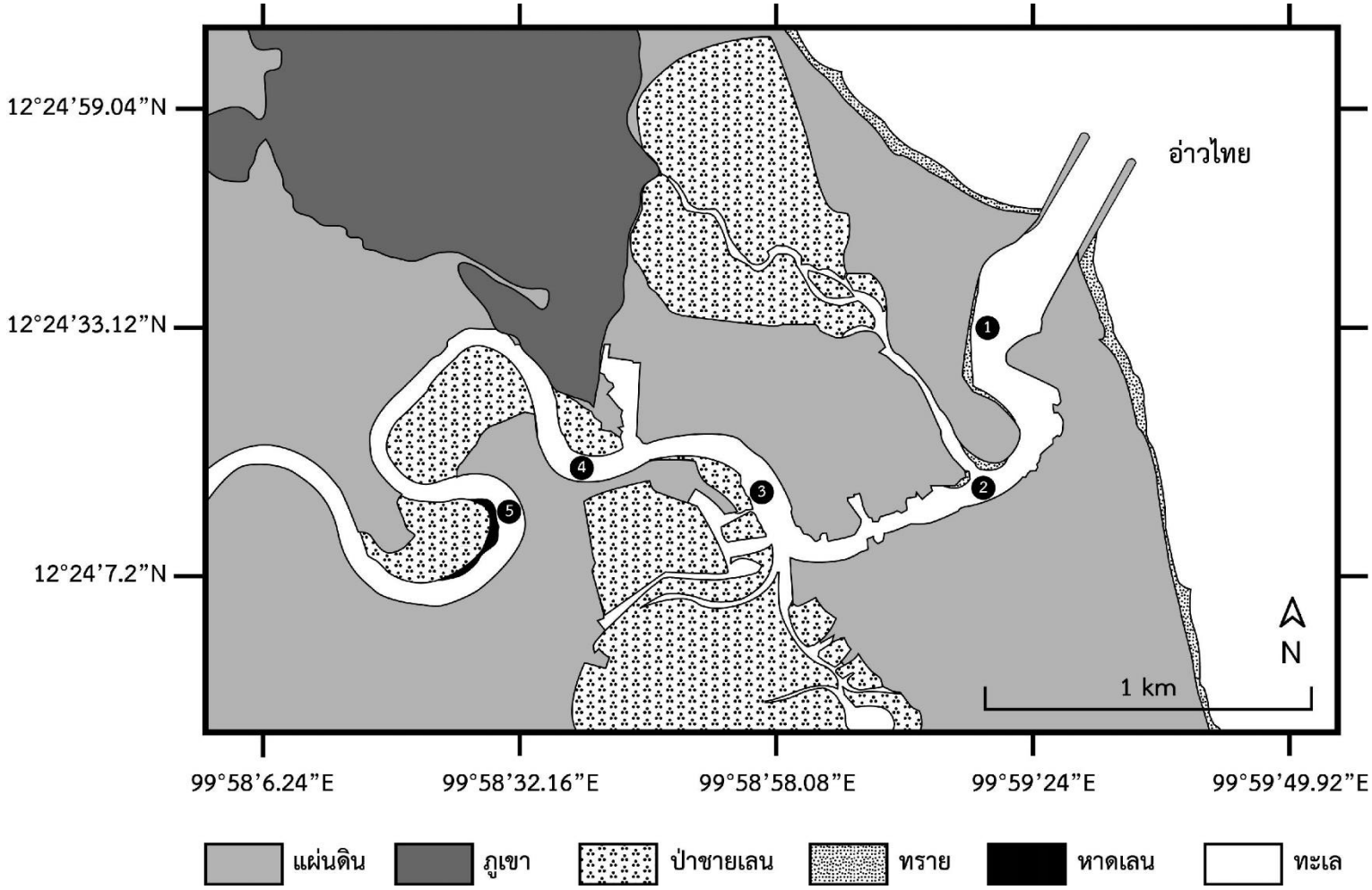
3) ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการ หาอัตราส่วนเพศ และประเมินการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จากตัวอย่างเนื้อเยื่ออวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาแป้นทั้งสองชนิดทำการสุ่มมาจำนวน 209 ตัว ซึ่งไม่ซ้ำกับตัวอย่าง 40 ตัวที่ทำการศึกษาในหัวข้อบน โดยแบ่งปลาแป้นจมูกสั้นจำนวน 113 ตัว และปลาแป้นกระสวยจำนวน 96 ตัว จากตัวอย่างปลาแป้น 592 ตัว จากนั้น

ทำการกระจายความยาวมาตรฐานแล้วเปรียบเทียบการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของของปลาแป้นทั้งสองชนิด

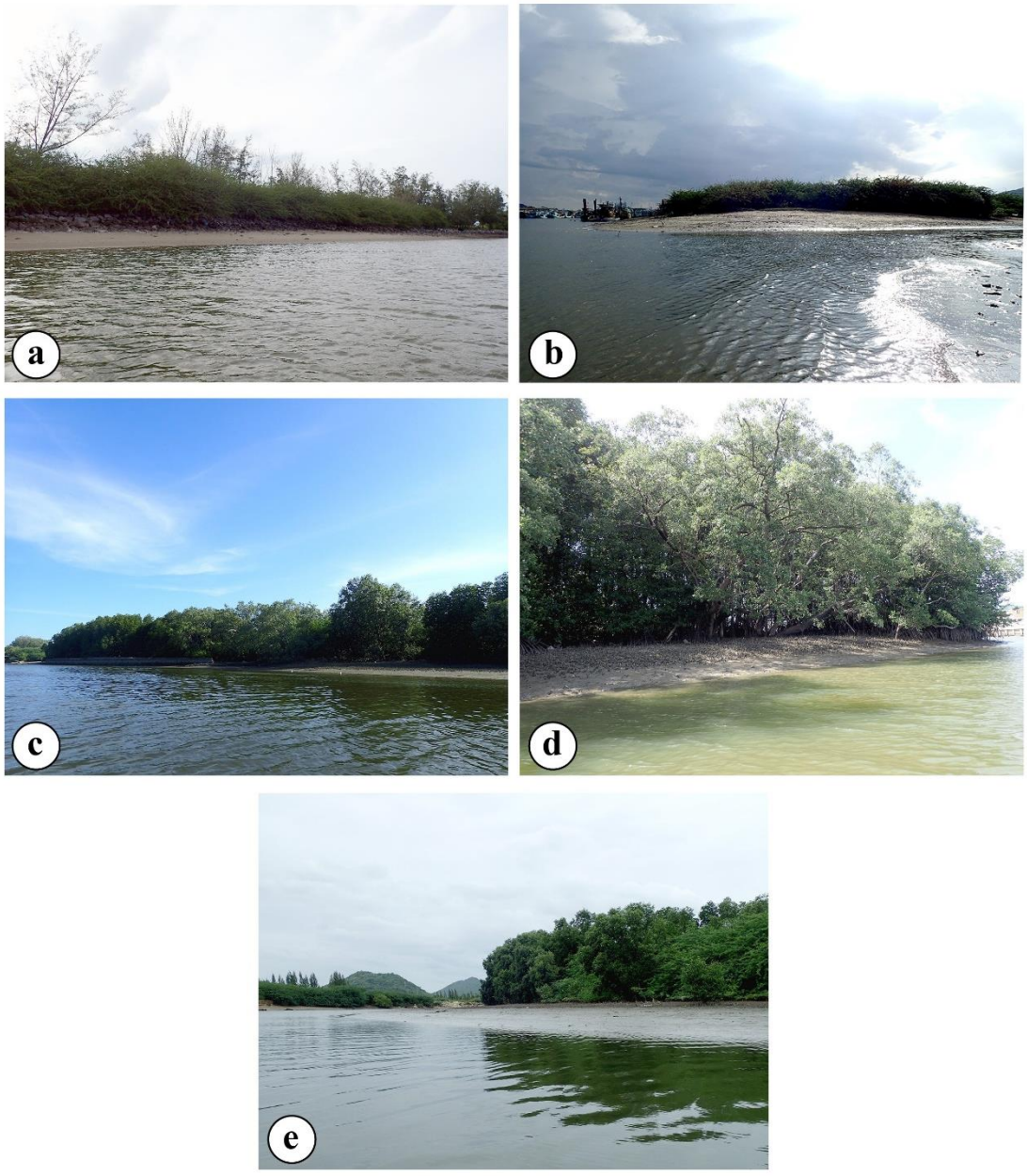
4) ศึกษาลักษณะที่วัดได้ของระบบย่อยอาหาร จากทางเดินอาหารที่สุ่มมาจากตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิดจำนวน 592 ตัว เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้ แล้วเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด หลังจากนั้นนำตัวอย่างกระเพาะอาหารทั้งหมด 592 ตัวอย่าง ไปศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร และการแบ่งสรรทรัพยากรต่อไป

5) ศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร จากตัวอย่างกระเพาะอาหารที่สุ่มมา 592 ตัวอย่าง เปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด และปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการกินอาหาร ได้แก่ ขนาดความยาวมาตรฐานของปลา ความหนาแน่นของอาหาร และที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน จากทั้งสองฤดูกาล และศึกษาการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย ด้วยวิธีการคำนวณหาค่าทับซ้อนของอาหาร เปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นสองชนิด ทั้งสองฤดูกาล จากทั้ง 5 สถานี ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จากตัวอย่างกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิดที่สุ่มมาจำนวน 592 ตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งสถานีเก็บตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในการศึกษาครั้งนี้



ภาพที่ 3.2 ลักษณะพื้นที่สถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 5 สถานี ในการศึกษาครั้งนี้

a) สถานีที่ 1 สถานีปากแม่น้ำปราณบุรี **b)** สถานีที่ 2 สถานีปากคลองเก่า **c)** สถานีที่ 3 สถานีริมฝั่งแม่น้ำปราณบุรี **d)** สถานีที่ 4 สถานีป่าร้อยปี **และ e)** สถานีที่ 5 สถานีแหลมใหญ่

3.2 การเก็บปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม และการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน

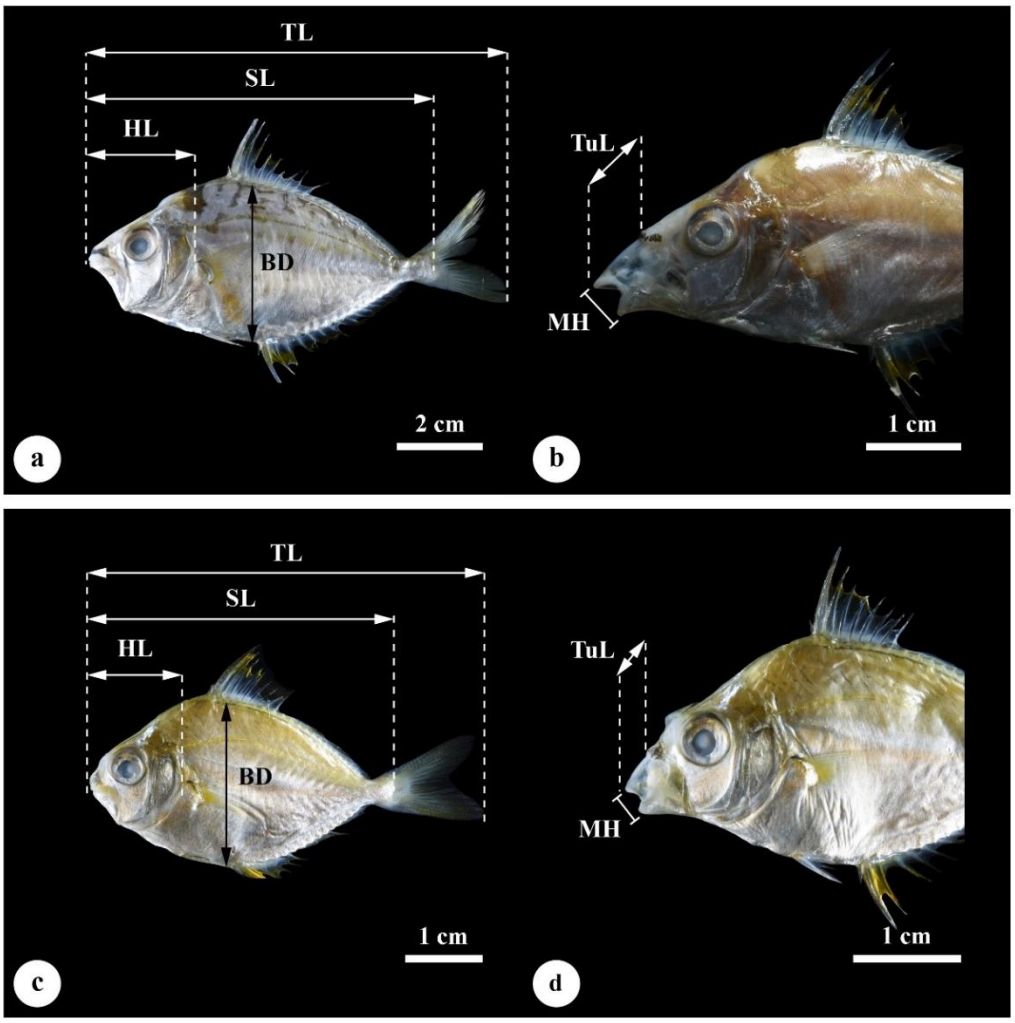
ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ *Nuchequula gerreiodes* และปลาแป้นกระสวยชนิด *Eubleekeria splendens* อาศัยอยู่ เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ และอาหารในแหล่งน้ำธรรมชาติ ล้วนมีความสำคัญต่อปลาแป้นทั้งสองชนิดที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำทั้งสิ้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการเก็บข้อมูลความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ จากระดับความลึกน้ำ 0.1-1 เมตร ด้วยเครื่องแสดงผล YSI Multiprobe 650 MSD และหัววัดรุ่น 600 XML และค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำวัดด้วย เครื่องแสดงผล YSI EcoSense® pH100 และหัววัดรุ่น YSI 605377 ในขณะเดียวกันก็ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เพื่อที่จะประเมินความหนาแน่นของอาหารในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี โดยตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชทำการเก็บตัวอย่างจากน้ำประมาณ 20 ลิตร แล้วกรองน้ำตัวอย่างด้วยถุงกรองที่ทำจากผ้าไนลอนขนาดตาผ้า 20 ไมโครเมตร และรักษาสภาพตัวอย่างน้ำด้วย 2 เปอร์เซ็นต์ นิวทรอลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (2 % neutral buffer formalin) เพื่อใช้สำหรับจำแนกสกุลของแพลงก์ตอนพืชในขั้นตอนต่อไป ส่วนการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ใช้ถุงลากแพลงก์ตอนที่มีขนาดตา 330 ไมโครเมตร รัศมียาว 25 เซนติเมตร โดยใช้เรือหางยาวลากถุงแพลงก์ตอนในแนวขนานกับผิวน้ำประมาณ 0.5 เมตร เป็นเวลา 3 นาที ระยะทางประมาณ 230 เมตร และรักษาสภาพตัวอย่างด้วย 4 เปอร์เซ็นต์ นิวทรอลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (4 % neutral buffer formalin) เพื่อนำไปศึกษากลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ต่อไป

3.3 การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปและการวิเคราะห์ลักษณะที่วัดได้

จากรายงานการศึกษาของ Sebastian et al. (2011) พบว่าโครงสร้างลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารที่แตกต่างกันของวงศ์ปลาแป้นมีผลต่อการแบ่งสรรทรัพยากร แต่ยังไม่พบรายงานการศึกษาโครงสร้างลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *N. gerreiodes* และปลาแป้นกระสวยชนิด *E. splendens* ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการกินอาหารจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ เพื่อบันทึกเก็บไว้เป็นข้อมูลปลาแป้นทั้งสองชนิดในระบบนิเวศปากแม่น้ำปราณบุรี โดยนำตัวอย่างปลาแป้น 592 ตัว จากตัวอย่าง 5,959 ตัว มาทำการยืนยันและคัดแยกชนิดตามหลักอนุกรมวิธานของ FAO (Woodland et al., 2001) โดยทำการเก็บข้อมูลและศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไป พร้อมถ่ายรูปและบันทึกผล หากยืนยันว่าเป็นปลาแป้นทั้งสองชนิด นำตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิดออกจากกันและเก็บตัวอย่างไว้ใน 70 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลและระบุช่วงเวลาเก็บ ในแต่ละช่วงของการเก็บตัวอย่างนำตัวอย่างปลาแป้นจำนวน 592 ตัว มาชั่งน้ำหนักและวัดลักษณะที่วัดได้ ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (vernier caliper) ตามวิธีหลักเกณฑ์มาตรฐานของ Seah et al. (2009) และ Sebastian et al. (2011) ดัง

แสดงในภาพที่ 3.2 ได้แก่ ความยาวเหยียด (total length, TL) ความยาวมาตรฐาน (standard length, SL) ความยาวหัว (head length, HL) ความลึกของลำตัว (body depth, BD) ความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (tube length, TuL) ความกว้างของปาก (mouth width, MW) และความสูงของปาก (mouth height, MH) ในหน่วยเซนติเมตร (cm) หลังจากนั้นนำผลข้อมูลที่ได้ข้างต้นมาเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างความยาวหัวกับความยาวมาตรฐาน (HL/SL) สัดส่วนความลึกของลำตัวกับความยาวมาตรฐาน (BD/SL)) สัดส่วนความกว้างของปากกับความยาวหัว (MW/HL) สัดส่วนความสูงของปากกับความยาวหัว (MH/HL) สัดส่วนความยาวของปากที่ยืดออกมาสุดกับความยาวหัว (TuL/HL) สัดส่วนความกว้างของปากกับความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (MW/TuL) และสัดส่วนความสูงของปากกับความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (MH/TuL) ตามวิธีการคำนวณของ Seah et al. (2009) นำตัวแทนตัวอย่างของปลาแป้นทั้งสองชนิดที่มีชีวิต และรักษาสภาพจากข้างต้นมาบันทึกภาพด้วยกล้อง Nikon D7200 และ Fujifilm X-T20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งและลักษณะที่วัดได้ของปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *Nuchequula gereiodes* (a-b) และปลาแป้นกระสวยชนิด *Eubleekeria spledens* (c-d) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย [หมายเหตุ: BD = ความลึกของลำตัว (Body depth), HL = ความยาวหัว (Head length), MH = ความสูงของปากที่เปิด (Mouth height), SL = ความยาวมาตรฐาน (Standard length), TL = ความยาวเหยียด (Total length), TuL = ความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (Tube length)]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 การศึกษาสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบของระบบสืบพันธุ์และระบบย่อยอาหาร

กลุ่มปลาที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณป่าชายเลนและปากแม่น้ำส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นแหล่งหาอาหารหรือหาที่หลบภัย แหล่งสืบพันธุ์ และเป็นเส้นทางการอพยพระหว่างน้ำกร่อยและทะเล (Whitfield, 2002; Wolanski and and Elliott, 2016) แต่จากการศึกษาในอดีตพบว่าปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *N. gerreiodes* และปลาแป้นกระสวยชนิด *E. splendens* เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีเพื่อหาอาหารเท่านั้น (ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ,

2557) จากรายงานการศึกษาของ ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) พบปลาแป้นทั้งสองชนิดอาศัยในบริเวณปากแม่น้ำได้เพียงแค่ระยะวัยรุ่น และจัดเป็นกลุ่มปลาทะเลอพยพ (migrated fishes) แต่จากรายงานก่อนหน้านี้พบวงศ์ปลาแป้นทั้งในระยะวัยรุ่น และตัวเต็มวัย จากบริเวณปากน้ำ เป็นไปได้ว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดอาจมีการใช้ประโยชน์บริเวณปากแม่น้ำเพื่อการสืบพันธุ์ด้วยเช่นกัน (Blaber, 2000) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการควบคู่กับความเข้าใจถึงนิเวศวิทยาการกินอาหาร ดังนี้

สุ่มตัวอย่างรักษาสภาพของปลาแป้นทั้งสองชนิดจำนวน 40 ตัว (ชนิดละ 20 ตัว) จากตัวอย่าง 5,959 ตัว (ไม่รวมตัวอย่างที่สุ่มมา 592 ตัว) มาศึกษาลักษณะตำแหน่งและรูปร่างของปากปลา จากนั้นบันทึกภาพด้วยกล้อง Nikon D7200 และ Fujifilm X-T20 หลังจากนั้นนำปลาแต่ละตัวของแต่ละชนิดมาทำการแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ช่องปากและลำตัว โดยบริเวณหัวทำการผ่าเปิดช่องปากทั้งแนวขวางและยาวเพื่อศึกษาโครงสร้างภายในช่องปาก ตำแหน่ง การกระจายตัว และรูปร่างของตัวฟัน โครงสร้างลิ้น และลักษณะของโครงสร้างเหงือก รวมถึงโครงสร้างของฟันคอหอย (pharyngeal teeth) ถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพนิ่ง DinoEye Eyepiece รุ่น Dino-Lite (กำลังขยาย 20x) ภายใต้กล้องสเตอริโอ รุ่น Nikon SMZ800N ขณะที่บริเวณลำตัวทำการผ่าตัดเปิดช่องท้องตามแนวยาว เพื่อศึกษาการจัดเรียงตัว ตำแหน่ง และรูปร่างของอวัยวะต่างๆที่อยู่ภายในซึ่งประกอบด้วยระบบสืบพันธุ์ และระบบย่อยอาหาร แล้วทำการบันทึกภาพอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และทางเดินอาหารด้วยกล้อง Nikon D7200 และ Fujifilm X-T20 จากนั้นนำเอาภาพการจัดเรียงตัว ตำแหน่ง และรูปร่างของอวัยวะต่างๆที่อยู่ภายในซึ่งประกอบด้วยระบบสืบพันธุ์ และระบบย่อยอาหารมาสร้างเป็นภาพทางวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5 การหาค่าความสมบูรณ์ของปลา

จากข้อมูลน้ำหนักและความยาวเหยียด (total length, TL) ที่วัดได้จากปลาแป้นทั้งสองชนิดจำนวน 592 ตัว นำมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์ของปลา (coefficient of condition, K) โดยใช้สูตร Fulton's condition factor แสดงถึงความสมบูรณ์ของอาหารในธรรมชาติ (Datta et al., 2013; Senarat et al., 2015; Purushothaman et al., 2016) ตามสูตรคำนวณ ดังนี้

$$K = \frac{100 \times W}{L^3}$$

โดย K = สัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์ของปลา

W = น้ำหนักปลา (กรัม)

L = ความยาวเหยียดของปลา (เซนติเมตร)

ค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์ของปลาสามารถแบ่งเกณฑ์ตามรายงานการศึกษาของ Tiogué et al. (2014) ได้ดังนี้ K < 1 บ่งบอกถึงความสมบูรณ์และสุขภาพของปลาไม่ดี และ K > 1 บ่งบอกถึงความสมบูรณ์และความเป็นอยู่ของปลาที่ดี

3.6 การศึกษามิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์

เพื่อยืนยันว่าปลาแป้นจมูกสั้นชนิด *N. gerreiodes* และปลาแป้นกระสวยชนิด *E. splendens* ที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีเป็นระยะใดของวงจรชีวิตเราจึงใช้วิธีการศึกษามิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์ ดังนี้

นำตัวอย่างระบบสืบพันธุ์ที่ประกอบด้วยอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์และท่อนำเซลล์สืบพันธุ์ของปลาแป้นทั้งสองชนิดจำนวน 209 ตัว จากตัวอย่าง 592 ตัว มาผ่านกระบวนการมาตรฐานทางด้านมิญชวิทยาตามวิธีการของ Presnell and and Schreibman (1997); Suvarna et al. (2013) นำพาราฟินบล็อก (paraffin block) มาตัดแผ่นบาง (section) ด้วยความหนา 4 ไมโครเมตร ด้วยเครื่องตัดชิ้นเนื้อ (rotary microtome) และย้อมสไลด์ด้วยสีฮีมาทอกซีลินและอีโอซิน (Harris's hematoxylin and eosin; H&E) จากนั้นนำสไลด์เนื้อเยื่ออวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้มาศึกษาตำแหน่ง องค์ประกอบ และการจัดเรียงของเซลล์ภายในเนื้อเยื่อส่วนอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานของ Lee et al. (2005); Mumford et al. (2007); Acharya and Naik (2015); Borah et al. (2016); Longenecker and and Langston (2018) และศึกษาระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานของ Dietrich and Krieger (2009) เพื่อใช้สำหรับการประเมินระยะการเจริญพันธุ์ของรังไข่และอัณฑะของปลาแป้นทั้งสองชนิด ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงรุ่น Olympus CX33 และบันทึกภาพด้วยกล้องดิจิตอลถ่ายสไลด์รุ่น Leica digital 750 digital camera (Leica, Heidelberg, Germany) และกล้องดิจิตอลรุ่น Canoscope DG-105-W นอกจากนี้ยังจัดทำภาพวาดทางวิทยาศาสตร์ของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์และระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของปลาแป้นทั้งสองชนิด ด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS6

3.7 การกระจายตัวของความยาวมาตรฐาน และการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์

การศึกษาในอดีตของ Cabanban (1991) ได้รายงานความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ของปลาแป้นจมูกสั้น *Leiognathus decorus* และปลาแป้นกระสวย *L. splendens* ที่อาศัยอยู่ทะเลชายฝั่งตะวันออกของออสเตรเลียประมาณ 9.2 เซนติเมตร และ 9.1 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ยังไม่พบรายงานการศึกษาในปลาแป้นทั้งสองชนิดที่อาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี เพื่อเปรียบเทียบความยาวมาตรฐาน และการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เพื่อใช้สำหรับแยกระยะวัยรุ่นและระยะตัวเต็มวัยของปลาแป้นทั้งสองชนิด จึงทำการศึกษา ดังนี้

นำเอาข้อมูลความยาวมาตรฐาน (standard length, SL) ของตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิด จำนวน 209 ตัว จากตัวอย่างที่สุ่มมา 592 ตัว มาแจกแจงความถี่และแบ่งช่วงความยาวออกเป็นขนาดต่าง ๆ ในขณะเดียวกันนำสไลด์เนื้อเยื่ออวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จากข้อ 3.6 มาประเมินการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ได้แก่ อัณฑะ และรังไข่ของปลาแป้นทั้งสองชนิด ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานของ Dietrich and Krieger (2009)

การหาอัตราส่วนเพศ (sex ratio)

ศึกษาอัตราส่วนเพศด้วยการพิจารณาจากมิญชวิทยาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เพื่อกำหนดเพศของปลาแป้นทั้งสองชนิด โดยการคำนวณและทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Chi square test จากชุดข้อมูลที่สุ่มตัวอย่างจำนวน 209 ตัว ในหัวข้อ 3.6 รวมสองฤดูกาล เพื่อตรวจสอบว่าอัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 1:1 หรือไม่

3.8 ลักษณะที่วัดได้และการศึกษามิญชวิทยาของระบบย่อยอาหาร

นำตัวอย่างระบบย่อยอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด จำนวน 592 ตัว จากตัวอย่างที่สุ่มมาทั้งหมด 5,959 ตัว มาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ทางเดินอาหาร และอวัยวะช่วยย่อยอาหาร โดยนำตัวอย่างทางเดินอาหารมาทำการคลี่ออกและนำมานับจำนวนไส้ติ่งและวัดความยาวไล่ตั้งแต่หลอดอาหารจนถึงลำไส้ ในหน่วยเซนติเมตร (cm) นำข้อมูลความยาวมาตรฐาน (standard length, SL) และความยาวลำไส้ (intestine length, IC) ของปลาแป้นทั้งสองชนิด จำนวน 592 ตัวที่วัดได้ มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้ (intestinal coefficient , IC) ตามการศึกษาของ Senarat et al. (2015) มีสูตรคำนวณ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้ (IC)} = \frac{\text{ความยาวลำไส้ (IL)}}{\text{ความยาวมาตรฐาน (SL)}}$$

หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างทางเดินอาหาร และอวัยวะช่วยย่อยอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด จำนวน 40 ตัว จากตัวอย่างที่สุ่มมา 5,959 ตัว (ไม่รวมตัวอย่างที่สุ่มมา 592 ตัว) ไปศึกษามิญชวิทยาของระบบย่อยอาหารได้แก่ ฟัน เหงือก คอหอย หลอดอาหาร ไส้ติ่ง กระเพาะอาหาร และลำไส้ตลอดจนอวัยวะที่ช่วยย่อยอาหาร คือ ตับ และตับอ่อน มาผ่านกระบวนการมาตรฐานทางด้านมิญชวิทยาพร้อมกับตัวอย่างระบบสืบพันธุ์ข้อ 3.6 จากนั้นนำสไลด์เนื้อเยื่อมาศึกษาตำแหน่ง องค์ประกอบและการจัดเรียงของเซลล์ภายในระบบย่อยอาหาร ท้ายสุดทำการวาดภาพโครงสร้างลักษณะทางเดินอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด ด้วยโปรแกรม Adobe Illustrator CS6

3.9 องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร

นำตัวอย่างกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย จำนวน 592 ตัว จากข้อ 3.8 มาทำการผ่าตัดเปิดช่องภายในกระเพาะอาหารตามแนวยาว และนำเข็มเขี่ยมาขูดรีดอาหารที่อยู่ภายในกระเพาะอาหาร ลงใน Sedgwick-Rafter counting cell ที่มีน้ำปริมาตรอยู่ 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างอาหารมาจำแนกและนับจำนวนสิ่งมีชีวิต ตามวิธีการมาตรฐานของ Hyslop (1980); Buckland et al. (2017) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง รุ่น Olympus CX31 เพื่อใช้ในการคำนวณค่าดัชนี Index of relative importance (IRI) ด้วยสูตร (Pinkas, 1971; Pinkas et al., 1971; Cortés, 1997) ดังนี้

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

เมื่อ %N แทน ร้อยละโดยจำนวนของอาหารชนิดนั้น

%V แทน ร้อยละโดยปริมาตรของอาหารชนิดนั้น

%F แทน ร้อยละโดยความถี่ที่พบอาหารชนิดนั้น

นำค่า IRI ที่คำนวณได้จากข้างต้น มาคำนวณหาค่า %IRI ตามการศึกษาของ Cortés (1997); Oliveira et al. (2007); Torres-Rojas et al. (2010) ด้วยสูตรคำนวณ ดังนี้

$$\%IRI = IRI/\sum IRI \times 100$$

ท้ายสุดนำข้อมูลความยาวมาตรฐาน (standard length, SL) ของตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยทั้ง 592 ตัว มาแจกแจงความถี่และแบ่งช่วงความยาวออกเป็นขนาดต่าง ๆ มาเปรียบเทียบข้อมูลองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร เพื่อทดสอบว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงการกินอาหารตามช่วงขนาดต่าง ๆ หรือไม่

3.10 การศึกษาแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

การศึกษาแพลงก์ตอนพืช นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองน้ำด้วยถุงกรองขนาดตาผ้า 20 ไมโครเมตร และเก็บรักษาสภาพใน 2 เปอร์เซ็นต์ นิวทรอลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (2 % neutral buffer formalin) จากหัวข้อ 3.2 มาคำนวณหาความหนาแน่นเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชในระดับสกุลในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการมาตรฐานของ Tomas (1997) โดยมีขั้นตอนดังนี้ ทำการสุ่มตัวอย่างน้ำประมาณ 1 มิลลิลิตร และหยดลงบน Sedgwick-Rafter Counting Slide จำแนกสกุลและนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดที่พบทั้งหมดในสไลด์ จำนวน 2 ซ้ำ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง รุ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Olympus CX31 นำมาคำนวณหาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชแต่ละสกุลต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร ดังสูตรคำนวณ คือ

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลิตร) = a x b / c

เมื่อ a แทน จำนวนเซลล์แพลงก์ตอนพืชที่นับได้ต่อปริมาตรน้ำในสไลด์ 1 มิลลิลิตร
b แทน ปริมาตรน้ำในขวดตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
c แทน ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่กรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอน (ลิตร)

การศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองจากถุงลากแพลงก์ตอนที่มีขนาดตา 330 ไมโครเมตร และเก็บรักษาสภาพตัวอย่างใน 4 เปอร์เซ็นต์ นิวทรอลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (4 % neutral buffer formalin) จากหัวข้อ 3.2 มาคำนวณและหาความหนาแน่นเซลล์ของแพลงก์ตอนสัตว์ในระดับกลุ่มในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีการมาตรฐานของ Conway (2003) โดยทำการจำแนกชนิดและนับจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์แต่ละกลุ่มที่พบทั้งหมดภายใต้กล้องสเตอริโอ รุ่น Olympus SZ51 นำมาคำนวณหาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ แต่ละกลุ่มเป็นจำนวนตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ดังสูตรคำนวณ คือ

$$T = 100 \times t / V$$

เมื่อ T แทน จำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร หน่วยเป็น ตัว/น้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร
T แทน จำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ที่ได้จากการนับตัวอย่าง หน่วยเป็น ตัว
V แทน ปริมาตรน้ำทั้งหมดที่ผ่านถุงลากแพลงก์ตอน หน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดย หาค่า V ตามวิธีการของ Bernardi (1984) ดังนี้

$$V = \pi a^2 \times S$$

เมื่อ a แทน รัศมีของถุงลากแพลงก์ตอน
S แทนระยะทางที่ลากแพลงก์ตอนในแนวระดับใต้ผิวน้ำ

3.11 การแบ่งสรรทรัพยากรอาหารในปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย

วิธีการวัดว่าประชาคมสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันมีการใช้ทรัพยากรในธรรมชาติอย่างไร คือ การวัดปัจจัยชีพพิสัย (niche parameter) ของประชาคมสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะอาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญของการเกิดชีพพิสัย (niche) (Krebs, 2014) การคำนวณหาค่าทับซ้อนของอาหาร (food overlap) เป็นขั้นตอนหนึ่งที่จะช่วยให้เข้าใจบทบาทการใช้ทรัพยากรของสิ่งมีชีวิตชนิดที่แตกต่างกันที่อาศัยอยู่ร่วมกันมากขึ้น โดยนำค่าความถี่ที่พบอาหารชนิดนั้นในกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด เพื่อหาการซ้อนทับของอาหาร โดยเปรียบเทียบทั้งสองฤดูจากข้อ 3.9 มาคำนวณหาค่าดัชนี Morista-Horn index (Hajisamae et al., 2006; Krebs, 2014) และร้อยละการซ้อนทับ [Percentage Overlap] เนื่องจากเป็นวิธีการวัดค่าซ้อนทับของอาหาร ที่ใช้กันมากที่สุด (Krebs, 2014; Garcia et al., 2018) ซึ่งมีสูตรคำนวณ คือ

$$C_H = \frac{2(\sum p_{ij}p_{ik})}{\sum p_{ij}^2+\sum p_{ik}^2}$$

เมื่อ C_H คือ Morista-Horn index

p_{ij} คือ สัดส่วนของเหยื่อชนิด “i” ทั้งหมดที่กินโดยปลาชนิด “j”

p_{ik} คือ สัดส่วนของเหยื่อชนิด “i” ทั้งหมดที่กินโดยปลาชนิด “k”

ค่าทับซ้อนของอาหารมีค่าระหว่าง 0-1 โดยสามารถจำแนกตามเกณฑ์ ได้ดังนี้ การทับซ้อนระดับต่ำ มีค่าดัชนีระหว่าง 0.00-0.29 การทับซ้อนกันปานกลาง มีค่าดัชนีเท่ากับ 0.30-0.59 และการทับซ้อนระดับสูง หรือทับซ้อนที่มีนัยสำคัญทางชีววิทยา (biologically significant overlap) เมื่อมีค่าดัชนีระหว่าง 0.60-1.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.12 การเปรียบเทียบและการวิเคราะห์ทางสถิติ

1) นำข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อจำนวนตัวของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ มาหาค่าเฉลี่ย (mean, $\bar{x}$) และค่าความคลาดเคลื่อน (standard error, SE) เพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในสองฤดูต่างกันหรือไม่ ด้วย Independent samples T-Test และ Mann-Whitney U test ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics (Version 23)

2) นำข้อมูลน้ำหนัก ลักษณะที่วัดได้ ได้แก่ ความยาวเหยียด (total length, TL) ความยาวมาตรฐาน (standard ,length, SL) ความยาวหัว (head length, HL) ความลึกของลำตัว (body

depth, BD) ความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (tube length, TuL) ความกว้างของปาก (mouth width, MW) ความสูงของปาก (mouth height, MH) สัดส่วนระหว่างความยาวหัวกับความยาวมาตรฐาน (HL/SL) สัดส่วนความลึกของลำตัวกับความยาวมาตรฐาน (BD/SL) สัดส่วนความกว้างของปากกับความยาวหัว (MW/HL) สัดส่วนความสูงของปากกับความยาวหัว (MH/HL) สัดส่วนความยาวของปากที่ยืดออกมาสุดกับความยาวหัว (TuL/HL) สัดส่วนความกว้างของปากกับความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (MW/TuL) สัดส่วนความสูงของปากกับความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (MH/TuL) ค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์ ความยาวของหลอดอาหาร ความยาวของกระเพาะอาหาร ความยาวลำไส้ และค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้ (intestinal coefficient, IC) ของปลาแป้นทั้งสองชนิดมาหาค่าเฉลี่ย (mean, $\bar{x}$) และค่าความคลาดเคลื่อน [standard error (SE)] เพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทั้งสองชนิดต่างกันหรือไม่ ด้วย Independent samples T-Test และ Mann-Whitney U test ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics Version 23 (IBM Corp., 2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 สภาพแวดล้อมในบริเวณที่อยู่อาศัยของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

จากการศึกษาสภาพแวดล้อมในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีปากแม่น้ำปราณบุรี (❶) สถานีปากคลองเก่า (❷) สถานีริมฝั่งแม่น้ำปราณบุรี (❸) สถานีป่าร้อยปี (❹) และสถานีแหลมใหญ่ (❺) พบว่าความเค็ม อุณหภูมิ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ โดยรวมแล้วไม่แตกต่างกันระหว่าง 2 ฤดูกาล (ภาพที่ 4.1) ยกเว้นค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่แสดงค่าความแตกต่างระหว่างสองฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4.1) ในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.04±0.42 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยในฤดูฝนเท่ากับ 4.05±0.20 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่ง มีค่าต่ำกว่าในฤดูแล้ง เป็นไปได้ว่าในฤดูฝนเกิดความขุ่นของน้ำอย่างรวดเร็วหลังจากฝนตก จึงมีผลทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนดินและทำให้แพลงก์ตอนพืชสังเคราะห์แสงไม่ได้ (Paerl et al., 1998) หรืออาจเกี่ยวกับปริมาณสารอินทรีย์ที่มีจำนวนมากที่ถูกชะล้างลงสู่น้ำ จนทำให้แบคทีเรียมีความจำเป็นต้องย่อยสลายสารอินทรีย์และดึงเอาออกซิเจนจากน้ำเพิ่มมากขึ้น (ณัฐกิตติ์ โตอ่อน, 2560) ถึงแม้ว่าค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำขึ้นอยู่กับหลากหลายปัจจัย แต่การศึกษาครั้งนี้ยืนยันได้ว่าค่าเฉลี่ยของออกซิเจนที่ละลายในน้ำทั้งสองฤดูกาลมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน มากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามมาตรฐานของ Pollution Control Department (1994) และมากกว่า 4.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามมาตรฐานของ USEPA (2000) ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรียังมีความเหมาะสมสำหรับการอยู่อาศัย การหาอาหาร และการสืบพันธุ์ของสัตว์ทะเล

CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทะเลในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีในการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาของณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) พบว่าคุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์ปกติตามมาตรฐานน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของกรมควบคุมมลพิษ (2553) ค่าความเค็ม อุณหภูมิเฉลี่ย ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ และค่าความเป็นกรดด่างทั้งสองฤดูกาลโดยรวมในการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาในอดีต (ตารางที่ 4.1) ปริมาณค่าออกซิเจนละลายในน้ำมีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับที่พบในอดีต โดยในฤดูแล้งจะมีค่าออกซิเจนละลายในน้ำสูงกว่าในฤดูฝน แต่ในฤดูฝนในอดีตพบค่าออกซิเจนละลายในน้ำสูงกว่าในการศึกษาครั้งนี้ ในส่วนของความเค็มโดยเฉลี่ยของน้ำในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าการศึกษาในอดีต ซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพลของน้ำจืดที่มาจากน้ำท่าในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

จำนวนของปลาแป้นทั้งสองชนิดที่ได้สุ่มเก็บตัวอย่างจากจำนวน 5 สถานี ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย (ยกเว้นสถานีที่ 3 ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 และมีนาคม พ.ศ. 2560 เนื่องจากอิทธิพลของน้ำท่า ที่ปล่อยมาจากเขื่อนปราณบุรีทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างปลาได้) ตลอดการศึกษาพบว่าจำนวนตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้นมีทั้งหมด 1,973 ตัว และปลาแป้นกระสวยมีทั้งหมด 3,986 ตัว (ภาพที่ 4.2) แม้ว่าการกระจายตัวของปลาในบริเวณปากแม่น้ำเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัยสิ่งแวดล้อม อาทิ อุณหภูมิ ความเค็ม และความขุ่น(Blaber and Blaber, 1980; Blaber, 1997; Whitfield, 1999; Bruno et al., 2013) แต่การศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าพารามิเตอร์ไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิด และทุกค่าพารามิเตอร์ไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยเฉพาะระหว่างค่าความเค็มและจำนวนของปลาแป้นทั้งสองชนิด (ภาพที่ 4.2) เนื่องจากจำนวนของปลาแป้นจมูกสั้นที่พบได้มากที่สุด (จำนวน 318 ตัว) ในสถานีที่ 4 ของเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 มีความเค็มเท่ากับ 24.80 พีพีที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับช่วงเก็บตัวอย่างอื่นๆ ที่ได้ทำการศึกษา ในขณะที่จำนวนตัวอย่างปลาแป้นกระสวยพบมากที่สุด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 มีจำนวนรวมทั้ง 5 สถานีถึง 1,482 ตัว และมีค่าความเค็มเฉลี่ยทั้ง 5 สถานีเท่ากับ 22.48 พีพีที ยังคงมีค่าไม่แตกต่างกับช่วงการเก็บตัวอย่างอื่นๆ ด้วยเช่นกัน แม้ว่า van der Elst et al. (1976) ยืนยันว่าความชุกชมของปลาในบริเวณปากแม่น้ำเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงตามค่าความเค็ม แต่ก็ไม่ได้สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้าง (euryhaline) สามารถพบได้ตลอดความยาวของปากแม่น้ำ อาจขึ้นอยู่กับการแลกเปลี่ยนมวลน้ำระหว่างแม่น้ำปราณบุรีกับทะเลที่ปากแม่น้ำ หากมีอัตราการแลกเปลี่ยนมวลน้ำระหว่างแม่น้ำปราณบุรีกับทะเลที่ปากแม่น้ำสูง ส่งผลให้มีการเคลื่อนที่ของกลุ่มปลาทะเลที่เข้ามาใช้ทรัพยากรในปากแม่น้ำปราณบุรีมากขึ้น (Cowen et al., 1993) ดังนั้นความสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะความเค็มและการปรากฏของปลาแป้นทั้งสองชนิด จำเป็นจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมและยืนยันสมมติฐานนี้ในอนาคตต่อไป

เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของปลาแป้นทั้งสองชนิดที่พบในการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาของณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) การศึกษาครั้งนี้พบจำนวนปลาแป้นกระสวยจำนวน 3,986 ตัว ซึ่งพบมากกว่าในอดีตที่พบปลาแป้นกระสวยเพียง 101-500 ตัว แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบปลาแป้นจมูกสั้นจำนวน 1,973 ตัว ซึ่งพบได้น้อยกว่าการศึกษาของ ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) ที่พบปลาแป้นจมูกสั้น >2,500 ตัว ความแตกต่างที่พบอาจเกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่าง และความแตกต่างของช่วงเวลาที่การเก็บตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิด นอกจากนี้ อาจขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของอาหารที่ชักจูงให้ปลาแป้นทั้งสองชนิดเข้ามาใช้ประโยชน์แตกต่างจากการศึกษาในอดีต

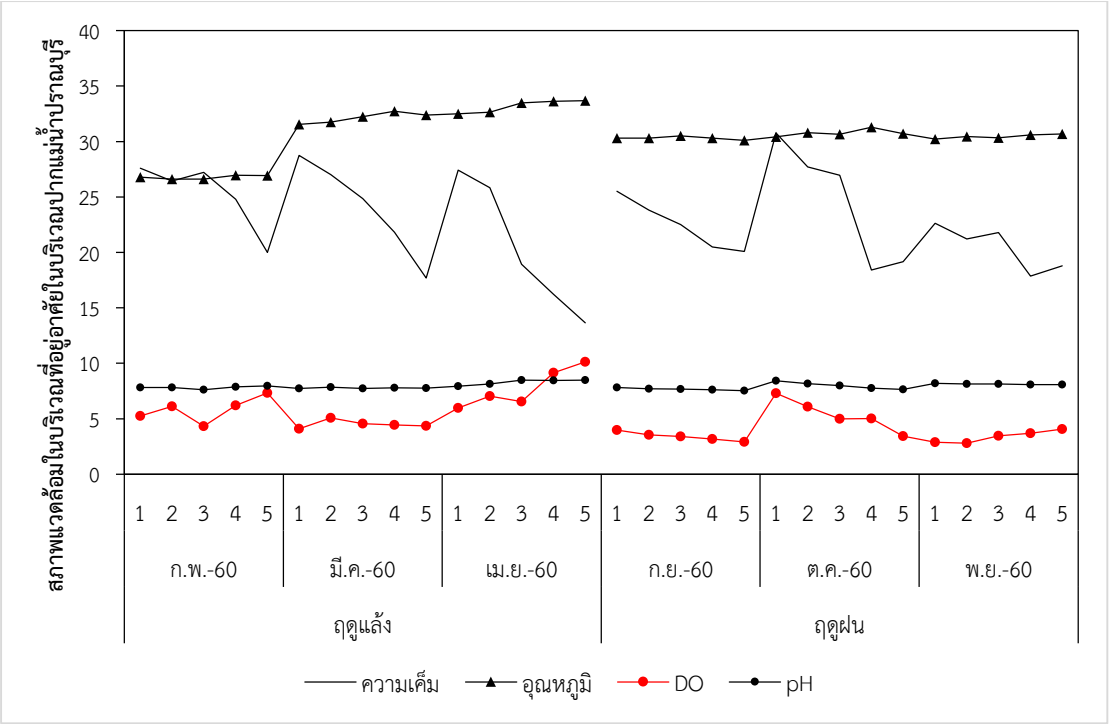
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ระหว่างฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาในอดีตของณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557)

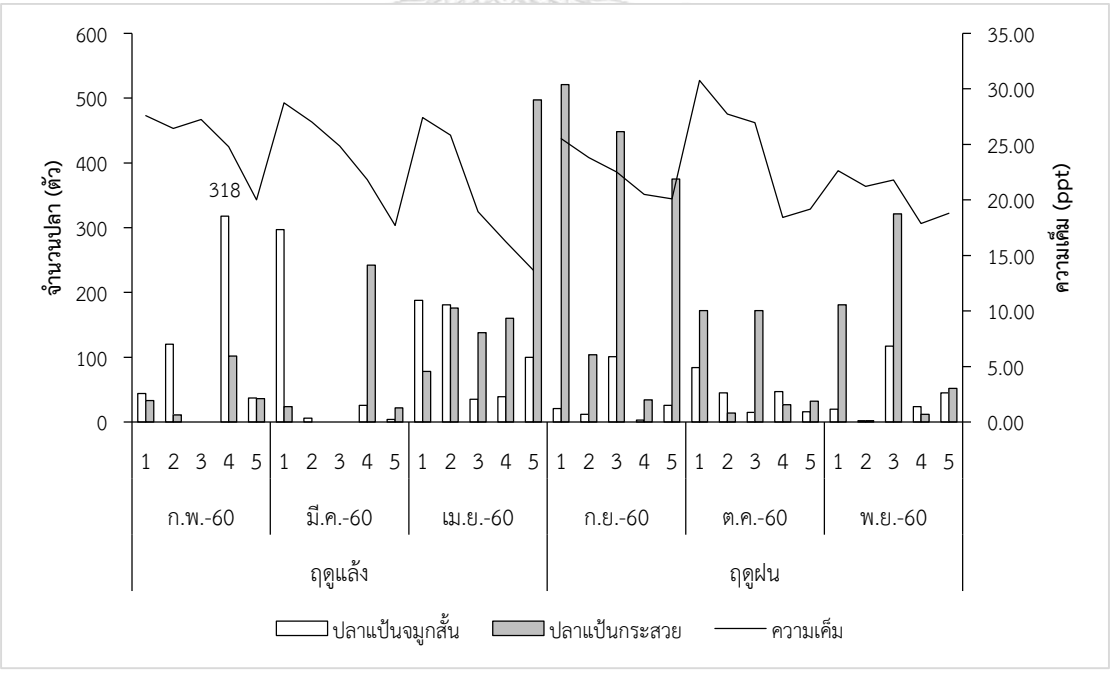
ปัจจัยสภาพแวดล้อม	การศึกษาครั้งนี้		การศึกษาในอดีต	
	ฤดูแล้ง ($\bar{x}$±SE)	ฤดูฝน ($\bar{x}$±SE)	ฤดูแล้ง ($\bar{x}$±SE)	ฤดูฝน ($\bar{x}$±SE)
ความเค็ม (พีพีที)	23.22±19.3	22.51±1.45	30.15±0.51	28.20±1.11
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	30.70±0.17	30.51±0.06	27.53±0.02	30.89±0.05
ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.04±0.42*	4.05±0.20*	5.69±0.13	4.62±0.02
ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ	7.96±0.04	7.94±0.07	8.06±0.01	7.70±0.05

* แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p = 0.000) ระหว่างฤดูในการศึกษาครั้งนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.1 ความเค็ม อุณหภูมิ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ จาก 5 สถานีที่เก็บตัวอย่าง ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

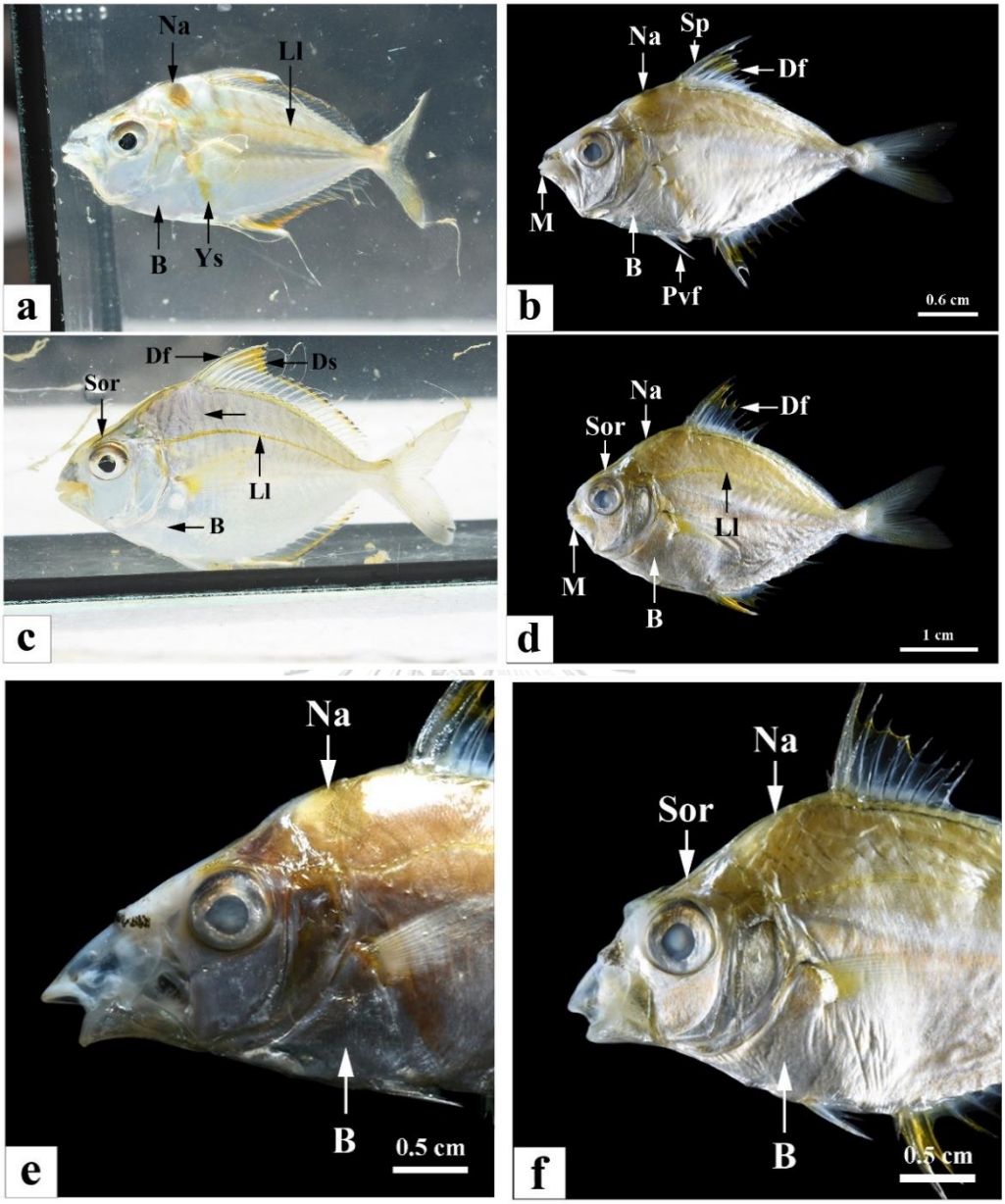


ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความเค็มในที่อยู่อาศัย และการกระจายตัวของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

4.2 ลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปและลักษณะที่วัดได้ระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

เมื่อพิจารณาจากลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปของปลาแป้นทั้งสองชนิดจากตัวอย่างที่มีชีวิตและตัวอย่างที่รักษาสภาพ สามารถจำแนกและยืนยันชนิดได้อย่างชัดเจน พบว่าลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปของปลาแป้นจมูกสั้น มีลำตัวป้อม บริเวณลำตัวมีสีขาวเงิน ด้านข้างแบน สันหลังโค้งมากกว่าสันท้อง มีสันหนามเหนือต้นคอสูงเด่น และยาวเท่าๆ กับจงอยปาก บนหัวและใต้ครีบอกไม่เกล็ดปกคลุม ด้านบนมีแถบเป็นหยักซิกแซก หรือมีจุดดำเรียงตัวจากแนวสันหลังถึงกลางลำตัว ตรงด้านหลังของคอและมีแถบสีดำรูปอานม้า (ภาพที่ 4.3a-4.3b) นอกจากนี้ ในบริเวณโครงสร้างใต้ครีบอกยังมีจุดสีเหลืองขนาดใหญ่ แต่พบได้เพียงในตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้นสดเท่านั้น (ภาพที่ 4.3a) ตำแหน่งของปากอยู่ค่อนข้างต่ำ จงอยปากลาด ริมฝีปากค่อนข้างหนา ปลายจงอยปากมีจุดสีดำอยู่เฉพาะริมฝีปากบนเท่านั้น (ภาพที่ 4.3a-4.3b) เมื่อปากยืดออกจะพุ่งลงล่าง (ภาพที่ 4.3e) ขณะที่ลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปของปลาแป้นกระสวยคล้ายคลึงกับปลาแป้นจมูกสั้น ยกเว้นรูปร่างและลำตัวป้อมสั้นคล้ายรูปไข่ บริเวณระหว่างเหนือตา (inter orbital space) เป็นแอ่งตื้นๆทั้งสองข้างเป็นสัน (supra orbital ridge) เด่น บริเวณสันหลังโค้งมากกว่าสันท้อง บริเวณปลายครีบหลังระหว่างก้านครีบที่ 2 ถึง 6 ปกคลุมด้วยพื้นผิวสีดำ และจงอยปากเป็นแบบตัดตรง (ภาพที่ 4.3c-4.3d) บริเวณลำตัวด้านบนยังพบการเรียงตัวของจุดหรือแถบสีเทาพาดจากสันหลังจนถึงแนวกลางลำตัวด้านข้าง และมีเส้นข้างลำตัวมีสีเหลืองทอง แต่โครงสร้างนี้สังเกตได้ชัดเจนในตัวอย่างปลาที่มีชีวิตเท่านั้น (ภาพที่ 4.3c) ลักษณะของปากคล้ายคลึงกับปลาแป้นจมูกสั้น คือ ตำแหน่งของปากอยู่ต่ำ เมื่อปากยืดออกจะพุ่งลงล่าง และจงอยปากด้านบนมีสีดำ (ภาพที่ 4.3d และ 4.3f)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.3 ลักษณะสัณฐานวิทยาทั่วไปของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

a)-b) ตัวแทนตัวอย่างของปลาแป้นจมูกสั้นที่มีชีวิต (a) และรักษาสภาพตัวอย่างตอนปากปิด (b) **c)-d)** ตัวแทนตัวอย่างของปลาแป้นกระสวยที่มีชีวิต (c) และรักษาสภาพตัวอย่างตอนปากปิด (d) **และ e)-f)** ตัวแทนรักษาสภาพตัวอย่างของปลาแป้นจมูกสั้นตอนปากยืดออกมีทิศพุ่งลงล่าง (e) และตัวแทนรักษาสภาพตัวอย่างของปลาแป้นกระสวยตอนปากยืดออกมีทิศพุ่งลงล่าง (f) [B = บริเวณใต้ครีบอก (breast), Df = ครีบหลัง (dorsal fin), Ds = พื้นผิวสีดำ (dark spot), Ll = เส้นข้างลำตัว (Lateral line), M = ปาก (mouth), Na = คอ (nape), Pvf = ครีบท้อง (pelvic fin), Sor = สันบริเวณระหว่างเหนือตา (supra orbital ridge), Sp = หนาม (spine), Ys = จุดสีเหลือง (yellow spot), ⟵ = จุดหรือแถบสีเทาจากสันหลังจนถึงแนวกลางลำตัวด้านข้าง]

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของลักษณะที่วัดได้มาเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิดที่รักษาสภาพตัวอย่างพบว่า ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่ของลักษณะที่วัดได้ ได้แก่ น้ำหนัก ความยาวหัว ความลึกลำตัว ความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด ความกว้างปาก ความสูงของปาก สัดส่วนระหว่างความยาวหัวกับความยาวมาตรฐาน สัดส่วนระหว่างความลึกของลำตัวกับความยาวมาตรฐาน สัดส่วนระหว่างความกว้างของปากกับความยาวหัว สัดส่วนระหว่างความสูงของปากกับความยาวหัว และสัดส่วนความยาวของปากที่ยืดออกมาสุดกับความยาวหัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p=0.00) (ตารางที่ 4.2) ความแตกต่างที่พบคาดว่าเป็นสหสัมพันธ์ระหว่างสัณฐานวิทยาและลักษณะทางด้านนิเวศวิทยาในบริเวณที่ปลาแป้นทั้งสองชนิดอาศัยอยู่ และอาจช่วยทำนายถึงลักษณะทางเชิงนิเวศวิทยาที่แตกต่างกันด้วย ดังการศึกษาของ Cunico and Agostinho (2006) ทำการศึกษาสัณฐานวิทยาเชิงนิเวศวิทยา (ecomophology) ที่พบว่าเปลี่ยนแปลงของสัณฐานวิทยาทั้งโครงสร้างและหน้าที่ของปลาภายในสายใยอาหารมักสัมพันธ์โดยตรงกับลักษณะทางด้านนิเวศวิทยาของปลา เช่นเดียวกับการศึกษาสัณฐานวิทยาเชิงนิเวศวิทยาในหลากหลายงานวิจัยที่กล่าวตรงกันว่า ข้อมูลนี้เป็นอธิบายถึงนิสัย (life habits) ชนิดทรัพยากรที่ใช้ (types of resource use) และการปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อม (adaptations to occupy the environment) (Gatz, 1979; Kimura et al., 2013) ตลอดจนการใช้ทรัพยากรร่วมกัน (niche partitioning) ได้เป็นอย่างดี (Norton and Brainerd, 1993; Oliveira et al., 2010; Correa and Winemiller, 2014; Pessanha et al., 2015) ดังรายงานของ Sebastian et al. (2011) พบว่าปลาแป้น 3 ชนิด ได้แก่ ปลาแป้นเขี้ยว (*G. minuta*) ปลาแป้นหน้าหมู (*S. insidiator*) และปลาแป้นเล็ก (*L. brevirostris*) ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณชายฝั่งทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศอินเดีย มีการจัดสรรทรัพยากรอาหารกัน เนื่องจากปลาแป้นทั้ง 3 ชนิดมีลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารให้เหมาะกับชนิดอาหารที่แตกต่างกัน

จากรายงานการวิจัยยังพบอีกว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของปากเมื่อเทียบกับความยาวตัวทั้งหมด ยังสามารถใช้อธิบายถึงขนาดของรูปแบบอาหาร (size-based feeding patterns) การบริโภคเหยื่อ (prey consumed) และความสัมพันธ์ระหว่างผู้ล่าและเหยื่อ (predator–prey relationship) ได้ (Erzini et al., 1997; Karpouzi and Stergiou, 2003) ดังเช่นการรายงานของ Sebastian et al. (2011) ทำการศึกษาในปลาแป้นเขี้ยว (*Gazz minuta*) มีสัดส่วนความยาวของปากที่ยื่นออกทิศทางข้างหน้าน้อยที่สุด สัดส่วนความยาวของปากที่ยืดออกมาสุดกับความยาวหัว (TuL/HL) = 0.43±0.01 ตรงกันข้ามกับช่องปากที่มีความกว้างมากที่สุด เพื่อรองรับจัดการกับเหยื่อขนาดใหญ่ เช่น ปลาตัวเล็ก หมึก และกุ้ง ในขณะที่ปลาแป้นหน้าหมู (*Secutor insidiator*) มีขากรรไกรของปากที่ยื่นออกมาได้มากที่สุด (Tul/Hl = 0.71±0.04) และปากยืดออกในทิศทางขึ้นแต่กลับมีช่องปากที่เล็กที่สุดชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับชนิดอาหาร โดยเฉพาะแพลงก์ตอนที่มีขนาดเล็ก เชื่อว่าปากที่ยื่นออกมาทำหน้าที่คล้ายกับหลอดที่พุ่งขึ้นด้านบนเพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำพร้อมกับเศษ

อาหารขนาดเล็กเข้าไป สอดคล้องกับปลาแป้นเล็ก (*Leiognathus. brevirostris*) ที่มีปากสามารถยืดออกชี้ลงด้านล่างได้ในระดับปานกลาง (TuI/HI = 0.60±0.12) ทำให้สามารถกินได้ทั้งแพลงก์ตอนและสัตว์หน้าดินในสัดส่วนที่เท่ากัน ดังนั้นเป็นไปได้ว่าความแตกต่างของความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด ความกว้างของปาก ความสูงของปาก และสัดส่วนความยาวของปากที่ยืดออกมาสุดกับความยาวหัวระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด อาจสะท้อนถึงความแตกต่างด้านนิเวศวิทยาการกินอาหารได้

เมื่อพิจารณาสัดส่วนความยาวของปากที่ยืดออกมาสุดกับความยาวหัว (TuL/HL) สัดส่วนความกว้างของปาก กับความยาวหัว (MW/HL) และสัดส่วนความสูงของปากกับความยาวหัว (MH/HL) ในปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p=0.000) โดยในปลาแป้นจมูกสั้นปากสามารถยืดออกมาได้สุด 25 เปอร์เซ็นต์ของความยาวของหัว ซึ่งปากยืดได้มากกว่าปลาแป้นกระสวยที่ (23 เปอร์เซ็นต์ของความยาวของหัว) ของความยาวหัว แต่ขนาดของปากเมื่อเทียบกับความยาวที่ปากยืดออกมาสุดในปลาแป้นจมูกสั้น พบว่าขนาดของปากเล็กกว่าปลาแป้นกระสวย Lazzaro (1987) รายงานว่าการที่ปลาสามารถยืดปากออกมาได้ในระยะความยาว 25-50 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวหัว ช่วยเพิ่มระยะในการจับเหยื่อได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มแรงดูด (suction force) ของการไหลของน้ำ เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางของปากที่ยื่นออกมามักจะมีขนาดเล็กกว่าตอนที่ปากไม่ยืด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรอบปากที่ยื่นออกมามีรูปร่างกลม (เหมาะสำหรับการดูดเหยื่อมากกว่าการบด) จากผลการศึกษาดังกล่าวคาดว่าปากของปลาแป้นจมูกสั้นมีแรงดูดที่มากกว่าปากของปลาแป้นกระสวย ทั้งนี้ ปลาแป้นทั้งสองชนิดมีปากยืดออกทิศทางลงด้านล่างเหมือนกัน มีความเป็นไปได้ที่ทั้งสองชนิดสามารถกินได้ทั้งแพลงก์ตอนและสัตว์หน้าดินเป็นอาหารหลัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นนอกจากจะนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับอธิบายลักษณะทางนิเวศวิทยาแล้ว (Rice and Westneat, 2005; Ferry-Graham et al., 2008) ยังสามารถนำเอาข้อมูลเหล่านี้ใช้สำหรับการศึกษาด้านอนุกรมวิธานสำหรับแยกปลาออกจากกันได้อีกด้วย สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ได้ยืนยันว่าลักษณะที่วัดได้ใช้สำหรับแยกชนิดปลาได้อย่างดี (Agnese, 1991; Risch, 1992; Kettratad and Markle, 2010; Kosai et al., 2014; Ouattara et al., 2014) ; เช่นเดียวกับการรายงานของ Seah et al. (2009) ที่ใช้ลักษณะที่วัดได้จำแนกชนิดของกลุ่มปลาแป้นจำนวน 7 ชนิด ออกจากกัน (ปลาแป้นชนิด *P. stercorarius* ปลาแป้นชนิด *L. fasciatus* ปลาแป้นชนิด *L. equulus* ปลาแป้นชนิด *P. bindus* ปลาแป้นชนิด *G. minuta* และปลาแป้นชนิด *S. insidiator*) และ Gupta et al. (2018) นำความรู้ทางด้านสัณฐานวิทยาและความแตกต่างของลักษณะที่วัดได้ เพื่อใช้สำหรับแยกชนิดปลาในครอบครัวย่อยของ Barbinae จำนวน 5 ชนิดสำคัญ ได้แก่ ปลาชนิด *Puntius chola* ปลาชนิด *Puntius sophore* ปลาชนิด *Pethia ticto* ปลาชนิด

Pethia conchonius และปลาชนิด *Systomus sarana* ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้จึงสนับสนุนว่าความแตกต่างของลักษณะที่วัดได้สามารถนำมาใช้สำหรับแยกชนิดระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิดได้

ค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์ของปลา (coefficient of condition) เป็นพารามิเตอร์เชิงปริมาณที่บ่งบอกถึงสถานะของปลา เช่น ความสมบูรณ์ การเจริญเติบโตและการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์และความเป็นอยู่ที่ดีของปลาทั่วไป ซึ่งสามารถทำนายความสำเร็จของประชากรในปัจจุบันและอนาคต โดยมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และความอยู่รอดของปลา จากในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยทั้งสองชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์โดยรวมมีค่ามากกว่า 1 (ตารางที่ 4.2) ซึ่งบ่งบอกถึงสถานะของปลามีความสมบูรณ์ดี (good fatness) (Tiogué et al., 2014) อาจเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีมีความเหมาะสมต่อปลาแป้นทั้งสองชนิด และบ่งบอกถึงความสมบูรณ์ของอาหารในแหล่งน้ำอีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบลักษณะที่วัดได้ระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) จำนวนทั้งหมด 276 ตัวและปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จำนวนทั้งหมด 316 ตัว จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

ลักษณะที่วัดได้	ปลาแป้นจมูกสั้น ($\bar{x}$±SE)	ปลาแป้นกระสวย ($\bar{x}$±SE)
น้ำหนัก (กรัม)	1.92±0.08*	2.35±0.08*
ความยาวเหยียด (TL)	5.20±0.07	5.15±0.05
ความยาวมาตรฐาน (SL)	4.09±0.05	4.00±0.04
ความยาวหัว (HL)	1.35±0.02*	1.28±0.01*
ความลึกของลำตัว (BD)	1.78±0.03*	2.00±0.02
ความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (TuL)	0.33±0.01*	0.29±0.01*
ความกว้างของปาก (MW)	0.30±0.004*	0.32±0.003*
ความสูงของปาก (MH)	0.32±0.004*	0.34±0.004
สัดส่วนระหว่างความยาวหัวกับความยาวมาตรฐาน (HL/SL)	0.33±0.0008*	0.32±0.001*
สัดส่วนระหว่างความลึกของลำตัวกับความยาวมาตรฐาน (BD/SL)	0.43±0.001*	0.50±0.001*
สัดส่วนระหว่างความกว้างของปากกับความยาวหัว (MW/HL)	0.22±0.001*	0.26±0.007*
สัดส่วนระหว่างความสูงของปากกับความยาวหัว (MH/HL)	0.24±0.002*	0.26±0.001*
สัดส่วนความยาวของปากที่ยืดออกมาสุดกับความยาวหัว (TuL/HL)	0.25±0.004*	0.23±0.005*
สัดส่วนความกว้างของปาก กับความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (MW/TuL)	1.01±0.02*	1.19±0.02*
สัดส่วนความสูงของปากกับความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (MH/TuL)	1.07±0.03*	1.24±0.02*
ค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์ของปลา (coefficient of condition)	1.18±0.007*	1.54±0.007*

หมายเหตุ * แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p = 0.000) ระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด [BD = ความลึกของลำตัว (body depth), HL = ความยาวหัว (head length), MH = ความสูงของปาก (mouth height), MW = ความกว้างของปาก (mouth width), SL = ความยาวมาตรฐาน (standard length), TL = ความยาวเหยียด (total length), TuL = ความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด (tube length)]

4.3 ระบบสืบพันธุ์และระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

4.3.1 ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย (female reproductive system)

จากการพิจารณาลักษณะสัณฐานวิทยาที่ตัดตามยาวและภาพมิญชวิทยาระหว่างระบบสืบพันธุ์เพศเมียของปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย มีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน (ภาพที่ 4.4-4.5) ซึ่งวางตัวอยู่ในบริเวณส่วนท้ายของลำตัว (ventrolateral region) และแนบชิดกับบริเวณส่วนลำไส้ (ภาพที่ 4.4a-b) ประกอบด้วยรังไข่หนึ่งพูเดียวเท่านั้น [unpaired ovary (ภาพที่ 4.4a-b)] คล้ายคลึงกับโครงสร้างรังไข่ในกลุ่มปลาแป้นชนิด *Leiognathus splendens* (Acharya and Naik, 2015) และกลุ่มปลาแป้นอีกหลายชนิด (Seah et al., 2009) ตลอดจนปลากระดูกแข็งชนิดที่ออกลูกเป็นตัว (viviparous fishes) อื่นๆ ได้แก่ ปลาชนิด *Crenichthys baileyi* และปลาชนิด *Empetrichthys latos* (Uribe et al., 2012) เป็นไปได้ว่าเกิดการรวมกันในช่วงการพัฒนาคัพภะ [embryological development] (Wourms et al., 1988; Schindler and Hamlett, 1993) ต่างจากปลากระดูกแข็ง ได้แก่ ปลาทู *Rastrelliger brachysoma* (Senarat et al., 2015) และปลาชนิด *Syngnathus scovelli* (Kobelkowsky, 2012) ที่มีรังไข่สองพู

เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดยังพบว่ารังไข่ปลาแป้นทั้งสองชนิดก็ยังมีลักษณะคล้ายกัน (shared characters) เนื่องจากมีรูปร่างคล้ายรูปสามเหลี่ยม (triangular-like shape) ถูกห่อหุ้มด้วยผนังถุงไข่ (ovarian wall) หรือเรียกว่า ทูนิกา เอลบูจิเนีย (tunica albuginea) (ภาพที่ 4.4e-f) ในบริเวณส่วนท้ายของรังไข่เชื่อมต่อกับท่อนำไข่ [oviduct หรือ female reproductive duct] (ภาพที่ 4.4c-d) ลักษณะโครงสร้างเหล่านี้พบได้ในโครงสร้างรังไข่ของปลากระดูกแข็ง (Kobelkowsky, 2012; Uribe et al., 2012; Senarat et al., 2015; Tyor and Pahwa, 2017; ปิยากร บุญยัง และคณะ, 2560)

จากภาพตัดขวางยืนยันได้ว่าโครงสร้างผนังของท่อนำไข่ (ภาพที่ 4.4g) ประกอบด้วยการจัดเรียงด้วยเนื้อเยื่อจำนวน 3 ชั้นหลัก ได้แก่ ชั้นมิวโคซา (mucosa) เป็นชั้นที่บุด้วยชั้นเยื่อบุผิวแบบลูกบาศก์ชั้นเดียว (simple cuboidal epithelium) ชั้นมัสคูลาริส (muscularis) เป็นชั้นที่หนาที่สุดและประกอบด้วยกล้ามเนื้อที่เรียงตัวอย่างหนาแน่น และชั้นซีโรซ่า (serosa) เป็นชั้นที่จัดเรียงนอกสุดและบุด้วยชั้นเยื่อบุผิวแบบแบนบางชั้นเดียว (simple squamous epithelium) (ภาพที่ 4.4h) ก่อนเปิดออกสู่ท่อรวมทวาร (cloaca) (ภาพที่ 4.4c-d) ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาโครงสร้างท่อนำไข่ของปลาทู *R. brachysoma* (Senarat et al., 2015) และปลาชนิด *Astyanax altiparanae* (Siqueira-Silva et al., 2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โครงสร้างรังไข่และระยะพัฒนาของเซลล์ไข่

เมื่อพิจารณาจากภาพตัดขวางกำลังขยายสูงพบว่าโครงสร้างของรังไข่ของปลาแป้นเพศเมียทั้งสองชนิด พบเพียงแค่รังไข่ที่เจริญไม่สมบูรณ์ (immature ovary) เท่านั้น (ภาพที่ 4.5a) ที่มีชั้นทูนิกา เอลบูจิเนียเรียงตัวของเนื้อเยื่อจำนวน 2 ชั้นย่อย คือ ชั้นนอกของทูนิกา เอลบูจิเนีย (outer tunica albuginea) ซึ่งวางตัวอยู่นอกสุดของเนื้อเยื่อรังไข่และประกอบด้วยการจัดเรียงของเยื่อเกี่ยวพันแบบแน่นทึบที่มีส่วนของเม็ดสีแทรกตัวอยู่ ทำให้สังเกตเห็นเนื้อเยื่อมีสีน้ำตาลอ่อน (ภาพที่ 4.5b) และชั้นในของทูนิกา เอลบูจิเนีย (outer tunica albuginea) ประกอบด้วยเยื่อเกี่ยวพันแบบแน่นทึบ (ภาพที่ 4.5b) ภายในเนื้อเยื่อรังไข่พบโครงสร้างที่ยื่นออกมาจากผนังถุงไข่เข้าไปยังศูนย์กลางและกลายเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า โอวิเจอรัล โฟร์ด (ovigerous fold) (ภาพที่ 4.5a) แต่ละโอวิเจอรัล โฟร์ด แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของเจอมิเนล คอมพลาสเมนต์ (germinal compartment) และส่วนของสโตรมาล คอมพลาสเมนต์ (stromal compartment) (ภาพที่ 4.5a-d) ทั้งสองส่วนหลักนี้ถูกแยกด้วยชั้นเบสเมน เมมเบรน [basement membrane (ภาพที่ 4.5c-d) เช่นเดียวกับการศึกษาในรังไข่ของปลาชนิด *Centropomus undecimalis* (Grier, 2000) และปลาทู *R. brachysoma* (Senarat et al., 2015) ปลาชนิด *Oncorhynchus mykiss* (Grier et al., 2007) และปลาบู่เขือ *Trypauchen vagina* (พนิดา พึ่งเถื่อน และคณะ 2561)

สวนของเจอมินอล คอมพารทเมนต เป็นส่วนที่อยู่รอบโอวิเจอรัล โฟร์ดและบุด้วยชั้นเยื่อบุเจอมินอล (germinal epithelium) แบบแบนบางชั้นเดียว [simple squamous epithelium] (ภาพที่ 4.5e-d) ภายในของสวนนี้ยังประกอบด้วยระยะโอโอโกเนีย (oogonial stage) ที่มักอยู่ รวมตัวกันเปนกลุมประมาณ 8-10 เซลลและบรรจุอยู่ภายในถุงโอโอโกเนีย (oogonial cysts) แตละโอโอโกเนีย มีขนาดเล็ก รูปรางกลมรี มีนิวเคลียสขนาดใหญและลอมรอบด้วยไซโทพลาซึมติดสีชมพูบาง (ภาพที่ 4.5f)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

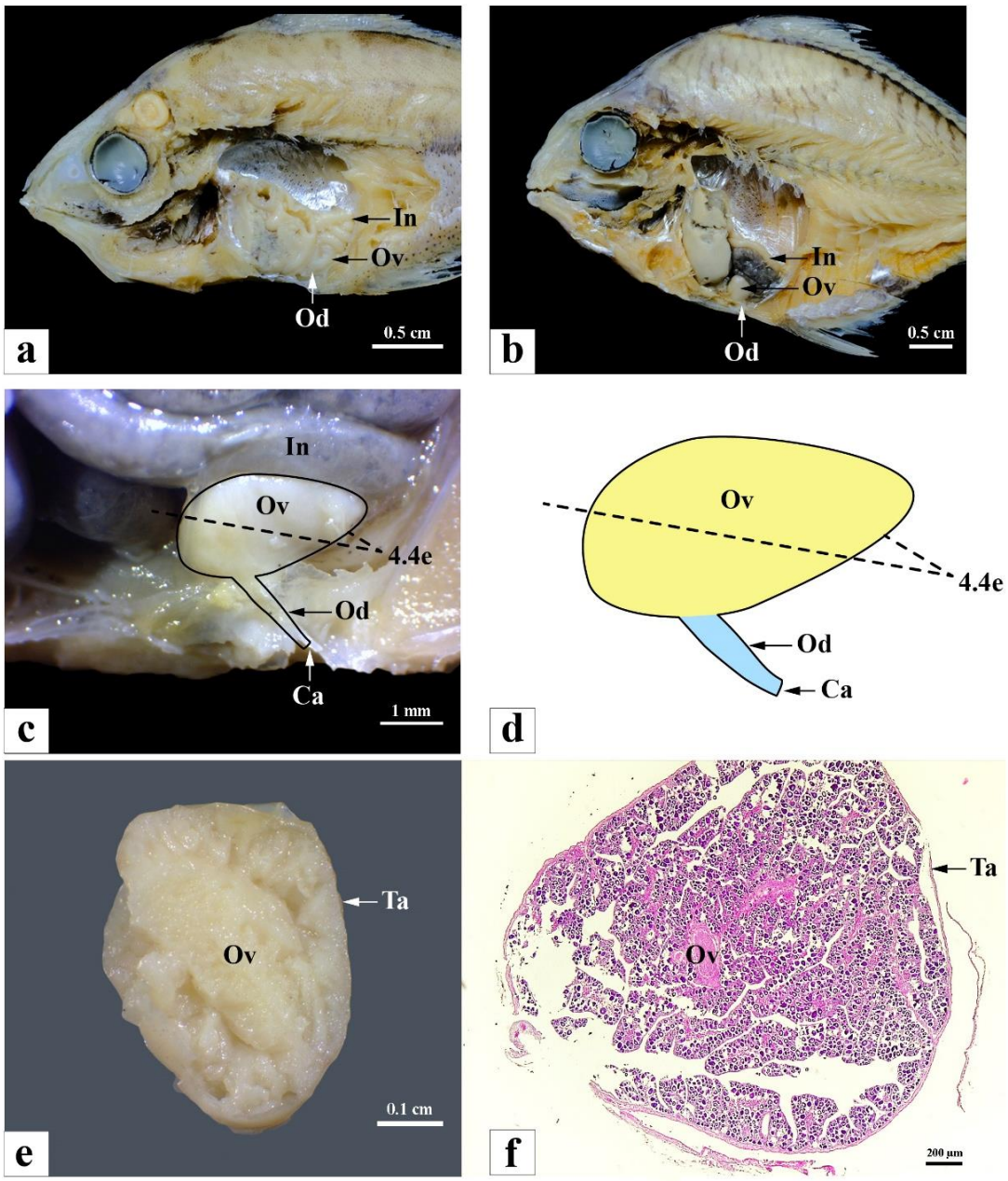
ส่วนของสโตรมาล คอมพลาสเมนต์ เป็นส่วนที่มีพัฒนาการของเซลล์ไข่ (developing stage of oocytes) จากการพิจารณาถึงขนาดเซลล์ ลักษณะและองค์ประกอบของนิวเคลียสและไซโทพลาซึม ตลอดจนพัฒนาการของชั้นฟอลลิคูล่า คอมเพลกซ์ (follicular complex) เพื่อเป็นเกณฑ์ในการจำแนกระยะเซลล์ไข่ พบได้เพียงระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นปฐมภูมิ (primary growth stage) เท่านั้นและยังสามารถแบ่งเป็น 2 ระยะย่อย ได้แก่ ระยะโครมาทิน นิวคลีโอลาร์ (chromatin nucleolar stage) และระยะเพอรินิวคลีโอลัส (perinucleolar stage) ได้แก่

ระยะ 1 ระยะโครมาทิน นิวคลีโอลาร์ จัดเป็นเซลล์ไข่ที่มีขนาดเล็กขนาดเฉลี่ยประมาณ 49.45±4.15 ไมโครเมตร มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางเซลล์และมีนิวคลีโอลัสขนาดใหญ่หนึ่งอัน ขนาดเฉลี่ยประมาณ 24.25±1.57 ไมโครเมตร (ภาพที่ 4.5g) แต่อย่างไรก็ตามเริ่มสังเกตว่าไซโทพลาซึมติด

สีม่วงมากขึ้น เมื่อเทียบกับระยะโอโอโกเนีย เป็นไปได้ว่าเป็นช่วงที่มีสังเคราะห์อาร์เอนเอ (RNA synthesis) และการสร้างไรโบโซมเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีสำคัญต่อการพัฒนาของในระยะขั้นต้นของเซลล์ไข่ (Wallace and Selman, 1981) นอกจากนี้การเจริญของชั้นเซลล์ฟอลลิคูล่าเริ่มสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 4.5g)

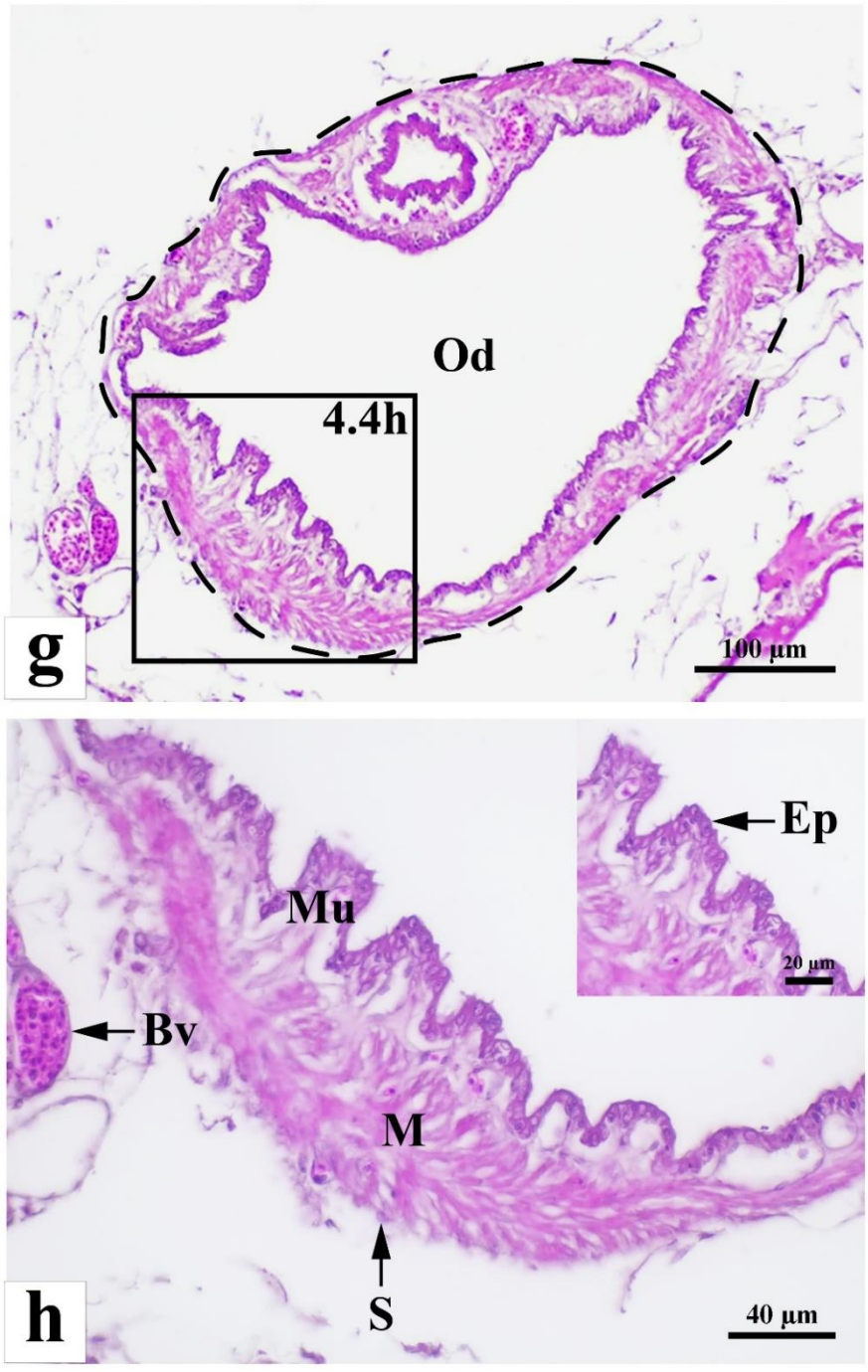
ระยะ 2 ระยะเพอรินิวคลีโอลัส เซลล์ไข่ในระยะนี้มีโครงสร้างส่วนใหญ่คล้ายคลึงกับระยะก่อนหน้านี้ ยกเว้นมีขนาดที่เพิ่มขึ้น (เฉลี่ยประมาณ 32.34±1.84 ไมโครเมตร) มีนิวคลีโอลัสติดสีน้ำเงินหลายอันเรียงตัวและมีการจัดเรียงอยู่รอบผนังนิวเคลียส (nuclear membrane) (ภาพที่ 4.5h) ส่วนไซโทพลาซึมติดสีน้ำม่วงเข้มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 4.5h) คล้ายคลึงกับการรายงานในเซลล์ไข่ขอปลากระดูกแข็งทั่วไป (Senarat et al., 2011; Boonyoung et al., 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



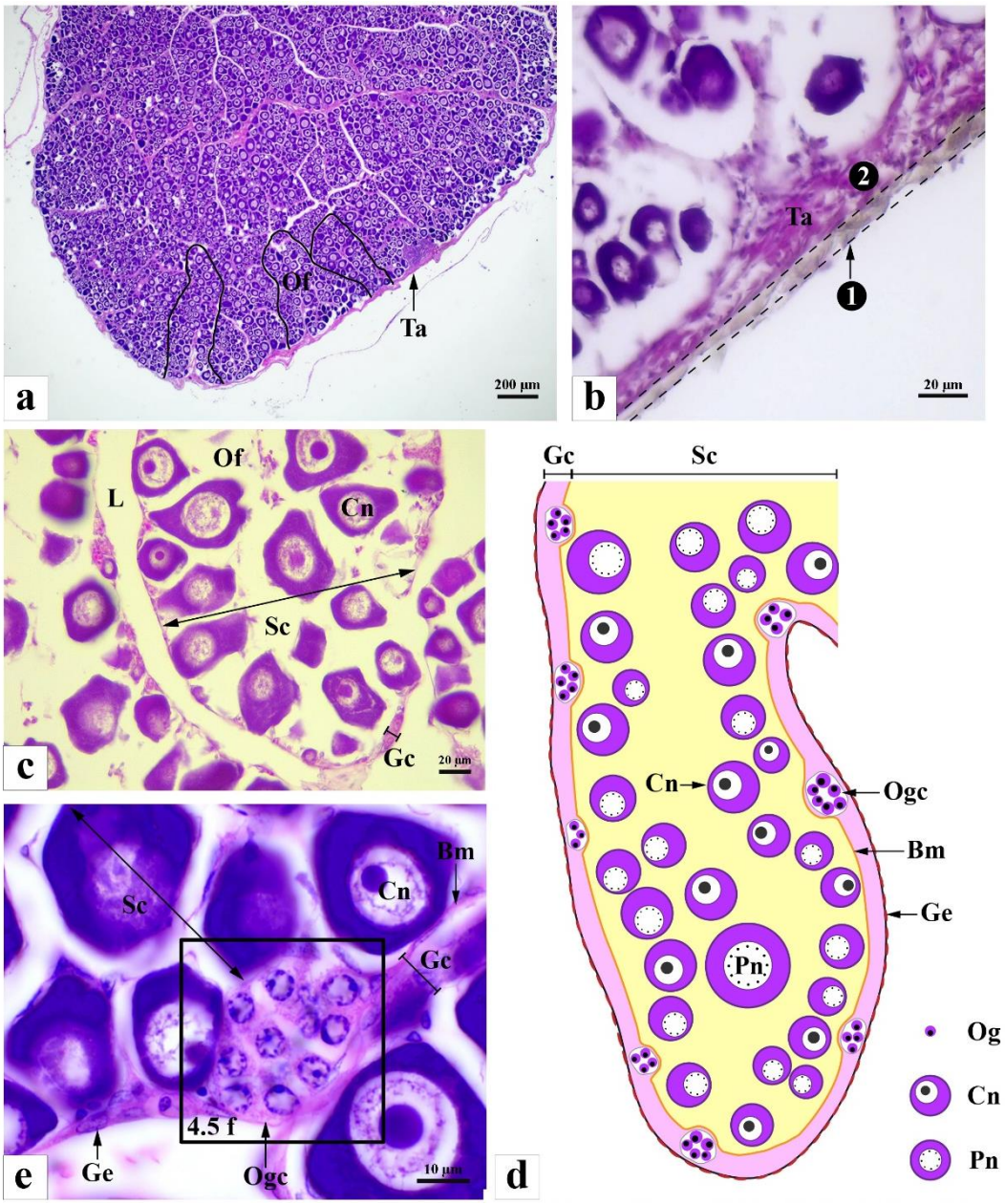
ภาพที่ 4.4 สัณฐานวิทยาและภาพมิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์ของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศเมีย

a) ตำแหน่งของรังไข่และท่อนำไข่ในบริเวณส่วนท้ายของลำตัว (ventrolateal region) ของปลาแป้นจมูกสั้นเพศเมีย, **b)** ตำแหน่งของรังไข่และท่อนำไข่ในบริเวณส่วนท้ายของลำตัวของปลาแป้นกระสวยเพศเมีย, **c)-d)** ภาพตัดขวางกำลังขยายสูงและภาพวาดโครงสร้างของรังไข่และท่อนำไข่ของปลาแป้นกระสวยเพศเมีย **และ e)-f)** ภาพตัดขวางสัณฐานวิทยาและเนื้อเยื่อภายในของรังไข่ที่ถูกห่อหุ้มด้วยชั้นทูนิกา เอลบูจิเนีย (tunica albuginea) [Ca = ทวารหนัก (cloaca), In = ลำไส้ (intestine), Ov = รังไข่ (ovary), Ta = ทูนิกา เอลบูจิเนีย (tunica albuginea)]



ภาพที่ 4.4 (ต่อ) สัณฐานวิทยาและภาพมิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์ของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศเมีย

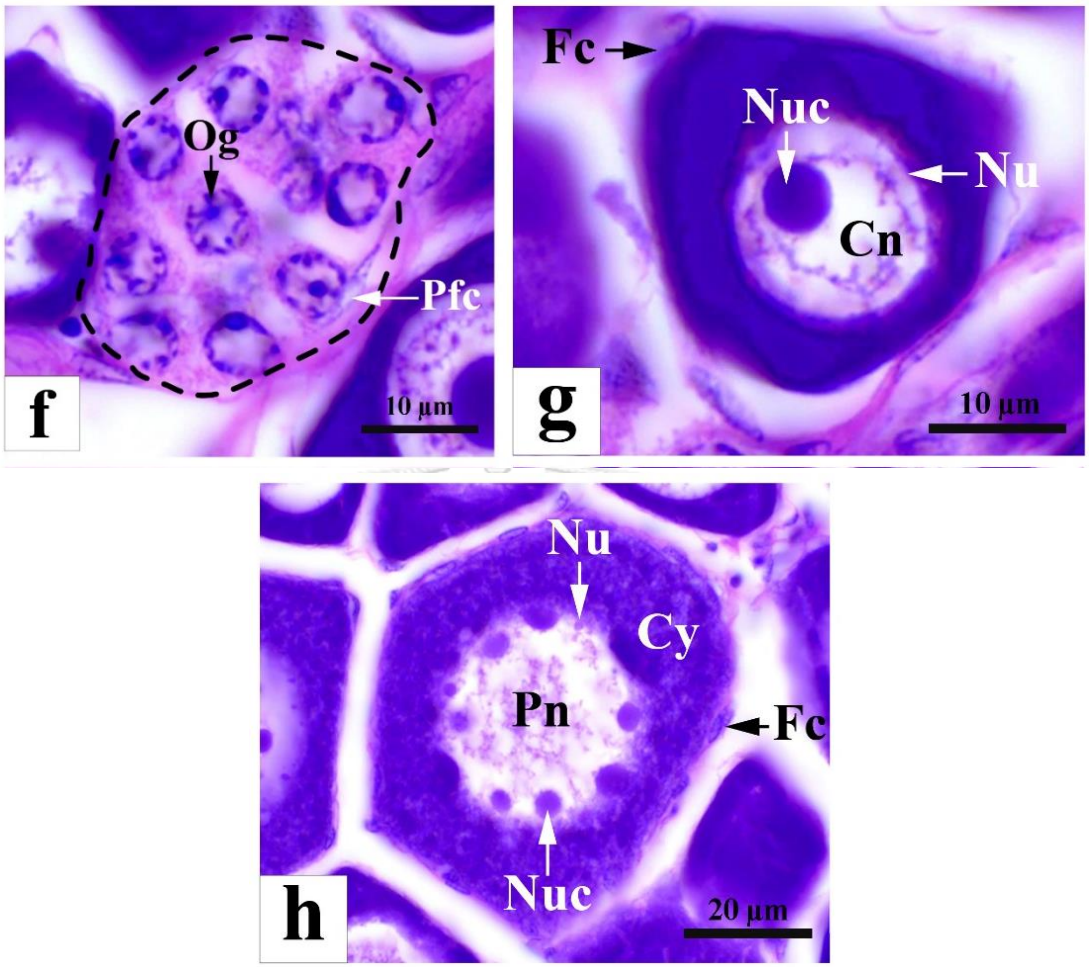
g) และ h) ภาพตัดขวางเนื้อเยื่อของท่อนำไข่ ประกอบด้วยการจัดเรียงด้วยเนื้อเยื่อจำนวน 3 ชั้น ได้แก่ มิวโคซา (mucosa) ที่บุด้วยชั้นเยื่อบุผิว (epithelium) มัสคูล่าริส (mucularis) และซีโรซ่า (serosa) (ภาพที่ 4.4h) ก่อนเปิดออกสู่ท่อรวมทวาร (cloaca) [Bv = หลอดเลือด (blood vessel), Ep = เยื่อบุผิว (epithelium), M = ชั้นมัสคูลาริส (muscularis), Mu = ชั้นมิวโคซา (mucosa), Od = ท่อนำไข่ (oviduct), S = ชั้นซีโรซา (serosa)]



ภาพที่ 4.5 มิญชวิทยาและภาพวาดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อเยื่อรังไข่และกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ของปลาแป้นจมูกสั้นเพศเมีย (*Nuchequula gerreiodes*)

a)-b) ภาพตัดขวางมิญชวิทยาของเนื้อเยื่อรังไข่ที่ถูกห่อหุ้มด้วยชั้นทูนิกา เอลบูจิเนีย (tunica albuginea) ประกอบด้วย 2 ชั้น ทูนิกา อัลบูจิเนียชั้นนอก (outer tunica albuginea; ❶) และทูนิกา อัลบูจิเนียชั้นใน (inner tunica albuginea; ❷), **c-d)** ภาพตัดขวางและภาพวาดทางวิทยาศาสตร์ของโครงสร้างโอวิเจอรัล โฟร์ด (ovigerous fold; Of) ประกอบด้วยเจอมินอล คอมพลาสเมนต์ (Germinal compartment; Gc) และสโตรมาล คอมพลาสเมนต์ (stromal compartment; Sc) **และ e)** ภาพตัดขวางกำลังขยายสูงของเจอมินอล คอมพลาสเมนต์ ประกอบเซลล์เจอมินอล (germinal epithelium; Ge) และระยะโอโอโกเนีย (oogonial stage; Og) [Bm = ชั้นเบสเมนท์ เมมเบรน

(basement membrane), L = ช่องว่างตรงกลาง (lumen), Ogc = ถุงโอโอโกเนีย (oogonial cysts), Ta = ทูนิกา เอลบูจิเนีย (tunica albuginea)]



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4.5 (ต่อ) มิญชวิทยาและภาพวาดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อเยื่อรังไข่และกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ของปลาแป้นจมูกสั้นเพศเมีย (*Nuchequula gerreiodes*)

f) ภาพตัดขวางกำลังขยายสูงของเจอมินอล คอมพลาสเมนต์ ที่ประกอบด้วยเซลล์ไข่ระยะโอโอโกเนีย (oogonial stage; Og) **และ g)-h)** ภาพตัดขวางแสดงส่วนของสโตรมาล คอมพลาสเมนต์ที่ประกอบด้วยเซลล์ไข่ระยะโครมาทิน นิวคลีโอลาร์ [chromatin nucleolar stagev (Cn: g)] และเซลล์ไข่ขั้นระยะเพอรินิวคลีโอลัส [perinucleolar step (Pn: h)] [Cy = ไซโทพลาซึม (cytoplasm), Fc = เซลล์ฟอลลิคูล่า (follicular cell), Nu = นิวเคลียส (nucleus), Nuc = นิวคลีโอลัส (nucleolus), Ogc = ถุงโอโอโกเนีย (oogoial cyst), Pfc = เซลล์พรีฟอลลิคูลา (pre-follicular cell)]

4.3.2 **ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ (male reproductive system)**

ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ของปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (shared characters) ประกอบด้วยอัณฑะ (testis) เพียงอันเดียว และท่อสืบพันธุ์เพศผู้ (testicular duct หรือ male reproductive duct) (ภาพที่ 4.6) จากภาพตัดยาวแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างของอัณฑะห่อหุ้มด้วยทูนิกา เอลบูจิเนีย (ภาพที่ 4.6a-f) ซึ่งพบได้เช่นเดียวกับในปลากระดูกแข็งทั่วไป (Grier et al., 1980; Nagahama, 1983; Dietrich and Krieger, 2009; Senarat et al., 2018) ภายในโครงสร้างเนื้อเยื่ออัณฑะประกอบด้วย 2 ส่วนย่อย ได้แก่ ส่วนของเจอมิเนิล คอมพาสเมนต์ (germinal compartment) และส่วนของอินเตอร์สติเทีย คอมพาสเมนต์ (interstitial compartment) (ภาพที่ 4.7a-b)

ส่วนของเจอมิเนิล คอมพาสเมนต์ จัดเป็นส่วนของท่อสร้างอสุจิ หรือเรียกว่า ท่อสร้างอสุจิ (seminiferous lobules) (ภาพที่ 4.7a-b) จากภาพแนวตัดขวางของท่อสร้างอสุจิมีลักษณะเป็นท่อกลมและประกอบด้วยการจัดเรียงของเซลล์เซอทอไล (Sertoli cells) และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (spermatogenic cells) (ภาพที่ 4.7a-b) ทั้งนี้เซลล์เซอทอไลสามารถพบได้ในบริเวณขอบของท่อสร้างอสุจิและใกล้กับระยะสเปอร์มาโทโกเนียม แต่ละเซลล์มีนิวเคลียสมีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม (triangular-like shape) มีไซโทพลาซึมติดสีชมพูจาง แต่ไม่สามารถเห็นขอบเขตเซลล์ได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 4.7c) หน้าที่ของเซลล์เซอทอไลเกี่ยวข้องกับกลไลการสร้างฮอร์โมนเพศเพื่อควบคุมการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ และกำจัดส่วนเรซิดวล บอดี (residual body) ซึ่งเกิดจากกระบวนการสเปอร์มีโอเจนนีซีส [spermiogenesis] (Dietrich and Krieger, 2009)

เมื่อพิจารณาจากภาพตัดตามยาวแสดงให้เห็นว่าสามารถพบการกระจายตัวของระยะสเปอร์มาโทโกเนียมได้ตลอดทั้งแนวของท่อสร้างอสุจิ เรียกรูปแบบอัณฑะแบบนี้ว่า unrestricted spermatogonial testis (ภาพที่ 4.7a-b) เช่นเดียวกับการรายงานในปลาในกลุ่ม atherinomorph (Grier et al., 1980; Nagahama, 1983; Parenti and Grier, 2004) สำหรับกระบวนพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้สามารถจำแนกได้เป็น 5 ระยะ ด้วยการพิจารณาจากขนาดเซลล์ รูปแบบการกระจายของโครมาทิน และลักษณะของไซโทพลาซึม (ภาพที่ 4.7) ได้แก่

ระยะสเปอร์มาโทโกเนียม (spermatogonium) พบเซลล์ชนิดนี้อยู่ในบริเวณผนังของท่อสร้างอสุจิ มีขนาดใหญ่ประมาณ 7.06±0.18 ไมโครเมตร รูปร่างกลม นิวเคลียสติดสีชมพูอยู่ตรงเซลล์และอยู่ตรงกลางเซลล์ อาจพบนิวคลีโอลัสหนึ่งถึงสองอันอยู่ภายในนิวคลีโอพลัสซึม ในขณะที่ไซโทพลาซึมติดสีชมพูบาง (ภาพที่ 4.7d)

ระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่หนึ่ง (primary spermatocyte) เป็นระยะที่เกิดจากกระบวนการโทโอซิส (mitotic division) ทำให้เซลล์ในระยะนี้ยังคงมีรูปกลมและมีขนาดใหญ่

ใกล้เคียงกับระยะสเปอร์มาโทโกเนียม ยกเว้นระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่หนึ่งมีการพัฒนาอยู่ภายในถุงสเปอร์มาโทซีสต์ (spermatocyts) (ภาพที่ 4.7e) และโครมาติน (chromatin) ภายในนิวเคลียสที่การขดตัวแน่นขึ้นติดสีน้ำเงินอย่างชัดเจน ขณะเดียวกันไซโทพลาซึมติดก็ติดสีชมพูเข้มขึ้นด้วยเช่นกัน (ภาพที่ 4.7e)

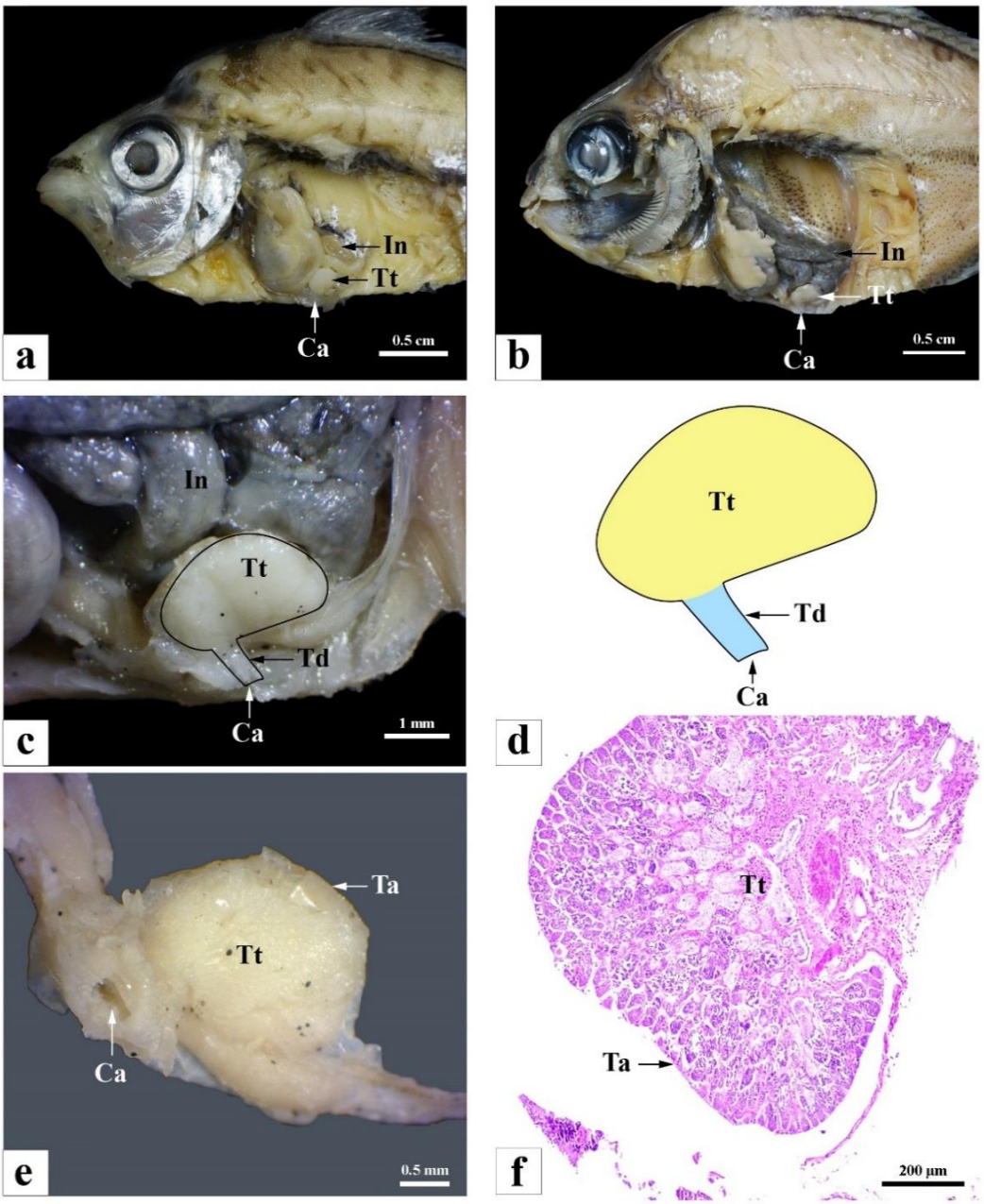
ระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สอง (secondary spermatocyte) เกิดจากกระบวนการไมโอซิสครั้งที่ 1 (first meiotic division) ทำให้ระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สองมีขนาดเล็กลง (ประมาณ 2.99±0.07 ไมโครเมตร) อยู่ภายในถุงสเปอร์มาโทซีสต์ เมื่อเทียบกับระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่หนึ่ง (ภาพที่ 4.7f) เซลล์ในระยะนี้มีการขดตัวของโครมาทินแน่นขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ตรงกันข้ามกับปริมาณไซโทพลาซึมกลับลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 4.7f)

ระยะสเปอร์มาทิด (spermatid) จัดเป็นเซลล์ที่ยังคงมีการพัฒนาอยู่ภายในถุงสเปอร์มาโทซีสต์เกิดจากกระบวนการไมโอซิสครั้งที่ 2 (second meiotic division) ของระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สอง ถุงเหล่านี้เริ่มเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กับลูเมน ลักษณะเด่นของระยะสเปอร์มาทิด คือ มีนิวเคลียสมีขนาดเล็กลงและมีการขดตัวของโครมาทินแน่นมากและติดสีม่วงเข้ม (ภาพที่ 4.7g) ขณะที่ปริมาณของไซโทพลาซึมลดลงและสามารถเห็นได้เพียงแค่ขอบที่ติดสีชมพูอ่อนเท่านั้น (ภาพที่ 4.7g)

ระยะสเปอร์มาโทซูน (spermatozoon) หรืออสุจิ (mature sperm) จัดเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างแตกต่างจากระยะเซลล์สืบพันธุ์อื่นๆ ไม่ได้อยู่ภายในถุงสเปอร์มาโทซีสต์และพบอยู่ในลูเมน (ภาพที่4.7h) โครงสร้างของระยะสเปอร์มาโทซูน ประกอบด้วย โครงสร้างส่วนหัวและส่วนหาง โดยที่โครงสร้างหัวที่ประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีรูปกลมและภายในมีโครมาทินติดสีน้ำเงินเข้มและขดตัวกันอย่างหนาแน่น สำหรับส่วนหางยาวติดสีชมพูที่ค่อนข้างจำแนกได้ยาก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (ภาพที่ 4.7h)

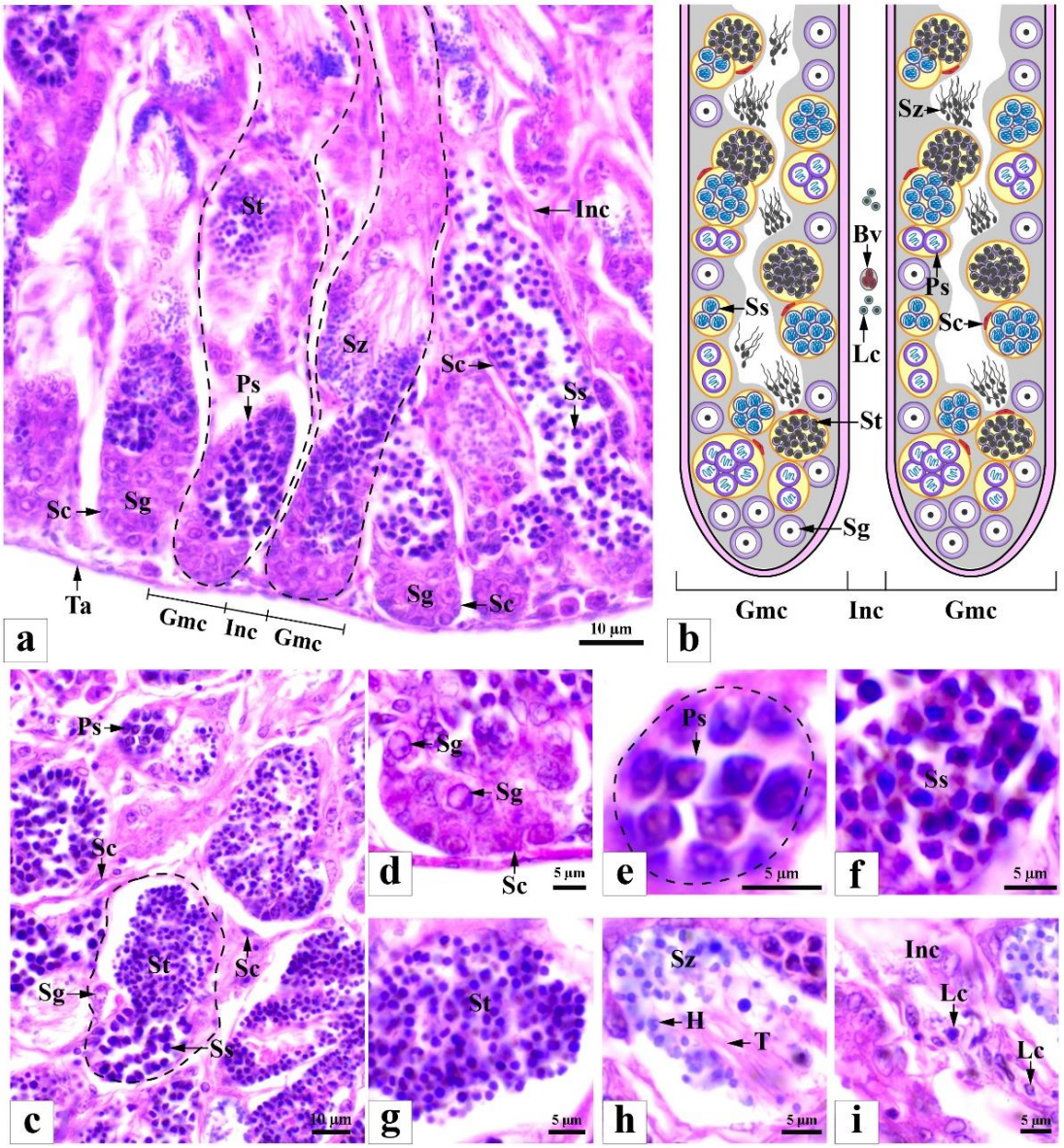
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนของอินเตอร์สติเทีย คอมพาสเมนต์ จัดเป็นส่วนที่อยู่ระหว่างท่อสร้างอสุจิ (ภาพที่ 4.7a-4.7b) ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ได้แก่ เซลล์เลย์ดิก (leydig cells) เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียสกลมและติดสีม่วงเข้ม และอยู่ตรงกลางเซลล์ แต่ไม่สามารถเห็นขอบเขตเซลล์ได้ชัดเจน (ภาพที่ 4.7i) หน้าที่ของเซลล์เลย์ดิกเกี่ยวข้องโดยตรงกับการสร้างฮอร์โมนเพศผู้ที่ควบคุมกระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (Dietrich and Krieger, 2009; García-López et al., 2009)



ภาพที่ 4.6 สัณฐานวิทยาและภาพมิญชวิทยาของระบบสืบพันธุ์ของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศผู้

a) ตำแหน่งของอัณฑะและท่อสืบพันธุ์เพศผู้ในบริเวณส่วนท้ายของลำตัว (ventrolateal region) ของปลาแป้นจมูกสั้นเพศผู้, **b)** ตำแหน่งของอัณฑะและท่อสืบพันธุ์เพศผู้ในบริเวณส่วนท้ายของลำตัวของปลาแป้นกระสวยเพศผู้,**c)-d)** ภาพกำลังขยายสูงและภาพวาดโครงสร้างของอัณฑะและท่อสืบพันธุ์เพศผู้ของปลาแป้นกระสวย **และ e)-f)** ภาพสัณฐานวิทยาและภาพตัดขวางเนื้อเยื่อภายในของอัณฑะที่ถูกห่อหุ้มด้วยชั้นทูนิกา เอลบูจิเนีย (tunica albuginea) [Ca = ทวารหนัก (cloaca), In = ลำไส้ (intestine), Ta = ทูนิกา เอลบูจิเนีย (tunsica albuginea), Td = ท่อสืบพันธุ์เพศผู้ (testicular duct), Tt = อัณฑะ (testis)]



ภาพที่ 4.7 มิญชวิทยาและภาพวาดทางวิทยาศาสตร์โครงสร้างของอัณฑะของปลาแป้นจมูกสั้นเพศผู้ (*Nuchequula gerreiodes*)

a) ภาพตัดขวางของเนื้อเยื่ออัณฑะที่ถูกห่อหุ้มด้วยทูนิกา เอลบูจิเนีย ประกอบด้วยส่วนอินเตอร์สติเทียล คอมพาสเมนต์ (interstitial compartment; Inc) และเจอมิเนิล คอมพาสเมนต์ (germinal compartment; Gmc), **b)** ภาพวาดแสดงโครงสร้างการกระจายตัวของระยะสเปอร์มาโทโกเนียม (spermatogonium; Sg) แบบ unrestricted spermatogonial distribution, **c)** ภาพตัดขวางแสดงส่วนของเจอมินอล คอมพลาสเมนต์ ประกอบด้วย เซลล์เซอร์เทอไล (sertoli cell; Sc) และกระบวนพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (spermatogenesis) ได้แก่ **d)** ระยะสเปอร์มาโทโกเนียม (spermatogonium; Sg), **e)** ระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่หนึ่ง (primary spermatocyte; Ps), **f)** ระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สอง (secondary spermatocyte; Ss), **g)** ระยะสเปอร์มาทิด (spermatid; St), **h)** ระยะสเปอร์มาโทซูน (spermatozoon; Sz) ประกอบด้วยส่วนหัว (head; H) และ

ส่วนหาง (tail; T) **และ i)** ภาพตัดขวางแสดงส่วนอินเตอร์สติเทียม คอมพาสเมนต์ ประกอบด้วยเซลล์เลย์ดิก (leydig cells, Lc)[Bv = หลอดเลือด (blood vessel), Ta = ทูนิกา เอลบูจิเนีย (tunica albuginea)]

4.4 การกระจายตัวของความยาวมาตรฐาน การเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และอัตราส่วนเพศของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

จากการสุ่มตัวอย่างปลาแป้นทั้งสองชนิดที่เก็บจากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จำนวน 209 ตัว โดยแบ่งปลาแป้นจมูกสั้นจำนวน 113 ตัว และปลาแป้นกระสวยจำนวน 96 ตัว จากตัวอย่างปลาแป้น 592 ตัว มาทำการแบ่งออกเป็นช่วงต่างๆ ตามขนาดความยาวมาตรฐาน รวมกับการพิจารณาจากมิญชวิทยาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เพื่อใช้สำหรับการยืนยันระยะต่าง ๆ ในวงจรชีวิต

การกระจายตัวของความยาวมาตรฐานและการเจริญของรังไข่

ปลาแป้นจมูกสั้นเพศเมียจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 96 ตัว สามารถแบ่งความยาวมาตรฐานออกเป็น 6 ช่วง ตั้งแต่ 2.8-3.3 เซนติเมตร ถึง 5.8-6.3 เซนติเมตร ซึ่งทุกช่วงของความยาวมาตรฐานพบการเจริญของรังไข่ในระยะ 0 เท่านั้น (100 เปอร์เซ็นต์) ประกอบด้วยระยะโอโอโกเนียและระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นปฐมภูมิ คล้ายคลึงกับปลาแป้นกระสวยเพศเมีย (จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 79 ตัว) เมื่อพิจารณาความถี่ที่พบปลาแป้นทั้งสองชนิดตามการกระจายตัวของความยาวมาตรฐานที่แตกต่างกัน พบปลาแป้นจมูกสั้นช่วงความยาวมาตรฐาน 4.0-4.5 เซนติเมตรมากที่สุด ส่วนปลาแป้นกระสวยพบที่ช่วง 4.6-5.1 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.8a-b) อาจเป็นไปได้ว่าการกระจายตัวของความยาวมาตรฐานนั้นแตกต่างกันไปตามเวลาที่ปลาเข้ามาในระบบนิเวศ และการมีปฏิสัมพันธ์กับชนิดปลาประจำถิ่น (Sousa et al., 2015) เมื่อพิจารณาถึงการเจริญของรังไข่ ชี้ให้เห็นว่าปลาแป้นเพศเมียทั้งสองชนิดยังคงอยู่ในช่วงวัยรุ่น สอดคล้องกับการศึกษาองค์ประกอบในเนื้อเยื่อรังไข่ของปลาระยะวัยรุ่นหลายชนิดที่พบเพียงแค่ระยะเซลล์ไข่ขั้นปฐมภูมิ เช่น ปลาม้าน้ำลายชนิด *Brachydanio rerio* (Takahashi, 1977) ปลาทู *R. brachysoma* (Senarat et al., 2019) และปลาชิวใบไผ่ *Devario regina* (Boonyoung et al., 2016) ดังนั้นจึงเป็นข้อมูลช่วยสนับสนุนและยืนยันได้ว่ามีเพียงปลาแป้นเพศเมียทั้งสองชนิดในช่วงระยะวัยรุ่นเท่านั้นที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีของประเทศไทย เป็นไปตามการรายงานของ Blaber (1997) ที่กล่าวว่าปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยพบเพียงแค่ช่วงระยะวัยรุ่นเท่านั้นในบริเวณปากแม่น้ำ โดยเฉพาะปลาแป้นกระสวยเพศเมียต้องมีค่าความยาวมาตรฐานของความยาวแรกเริ่มวัยเจริญพันธุ์ (first maturity) ประมาณ 7.5 เซนติเมตร และต้องมีความยาวมาตรฐานมากกว่า 8.2 เซนติเมตร สำหรับช่วงที่เหมาะสมสำหรับสืบพันธุ์ (Abraham et al., 2011)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การกระจายตัวของความยาวมาตรฐานและการเจริญของอัณฑะ

ตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้นเพศผู้ที่สุ่มจากในหัวข้อ 3.6 พบจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 17 ตัว สามารถแบ่งความยาวมาตรฐานออกเป็น 3 ช่วง ตั้งแต่ 2.8-3.3 เซนติเมตร ถึง 4.0-4.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.9a) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความยาวมาตรฐานของปลาแป้นจมูกสั้นในช่วง 2.8-3.3 เซนติเมตร พบการเจริญของอัณฑะใน ระยะที่ 0 [ระยะยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (undeveloped stage)] ประกอบด้วยการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ระยะสเปอร์มาโทโกเนียม และระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่หนึ่งเท่านั้น (ภาพที่ 4.9b) ขณะที่ช่วงความยาวมาตรฐานเท่ากับ 3.4-3.9 เซนติเมตร พบเพียงแค่ระยะการเจริญของอัณฑะระยะที่ 1 [ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นแรก (early spermatogenic stage)] เท่านั้น เนื่องจากพบเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ได้หลายระยะ โดยเฉพาะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่หนึ่ง สเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สอง สเปอร์มาทิด แต่มีระยะสเปอร์มาโทซูนแทรกตัวอยู่เล็กน้อย ส่วนช่วงความยาวมาตรฐานที่ 4.0-4.5 เซนติเมตร พบการเจริญของอัณฑะทั้งการเจริญของอัณฑะระยะที่ 1 และการเจริญของอัณฑะในระยะที่ 2 [ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นท้าย (late spermatogenic stage)] เนื่องจากพบระยะสเปอร์มาทิด และระยะสเปอร์มาโทซูน อย่างเห็นได้เด่นชัด (ภาพที่ 4.9c-d)

ความยาวมาตรฐานของปลาแป้นกระสวยเพศผู้แบ่งออกเป็น 4 ช่วง (จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 17 ตัว) ไล่ตั้งแต่ความยาวมาตรฐานช่วง 2.8-3.3 เซนติเมตร ถึงช่วง 4.6-5.1 เซนติเมตร พบว่าช่วงความยาวมาตรฐานช่วง 2.8-3.3 เซนติเมตร มีระยะการเจริญของอัณฑะคล้ายคลึงกับปลาแป้นจมูกสั้นเพศผู้ ส่วนช่วงความยาวมาตรฐานอื่นๆ ได้แก่ ความยาวมาตรฐานช่วง 3.4-3.9 เซนติเมตร ถึงความยาวมาตรฐานช่วง 4.0-4.5 เซนติเมตร พบทั้งการเจริญของอัณฑะระยะที่ 1 (ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นแรก) และการเจริญของอัณฑะระยะที่ 2 (ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นกลาง) ที่มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกันไป ต่างจากความยาวมาตรฐานช่วง 4.6-5.1 เซนติเมตร พบเพียงแค่การเจริญของอัณฑะในระยะที่ 2 (ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นท้าย) เท่านั้น (ภาพที่ 4.9d)

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าช่วงความยาวมาตรฐานของปลาแป้นเพศผู้ทั้งสองชนิดอยู่ในช่วง 2.8-3.3 เซนติเมตร ที่มีการเจริญของอัณฑะในระยะที่ 0 ชี้ให้เห็นว่ายังคงอยู่ในระยะวัยรุ่น เช่นเดียวกับปลาชนิด *Gnathopogon caerulescens* ที่โครงสร้างภายในอัณฑะพบเพียงแค่ระยะสเปอร์มาโทโกเนียมเท่านั้น และจัดอยู่ในปลาระยะวัยรุ่น (Higaki et al., 2017) ต่างจากอัณฑะช่วงเจริญขั้นสมบูรณ์ของปลากระดูกแข็งในระยะตัวเต็มวัยพบระยะระยะสเปอร์มาโทโกเนียมถึงระยะสเปอร์มาโทซูน ดังเช่นการรายงานในอัณฑะปลาสกุล *Jenynsia (Martínez et al., 2015) ปลาชนิด Loricariichthys spixii* (Duarte et al., 2007) ปลาเซลมอลชนิด *Salmo trutt* (Dziewulska and Domagała, 2003) และปลาทู *R. brachysoma* (Senarat et al., 2018) เป็นไปได้ว่าทั้งปลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยเพศผู้ที่มีความยาวมาตรฐานตั้งแต่ 3.4 เซนติเมตรขึ้นไป จัดอยู่ในปลาที่อยู่ในระยะตัวเต็มวัย เนื่องจากสามารถพบเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ทุกระยะ โดยเฉพาะการปรากฏของระยะสเปอร์มาโทซูน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงยืนยันเป็นครั้งแรกว่าทั้งปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยเพศผู้ที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี สามารถพบได้ทั้งระยะวัยรุ่นและระยะตัวเต็มวัย

อัตราส่วนเพศ

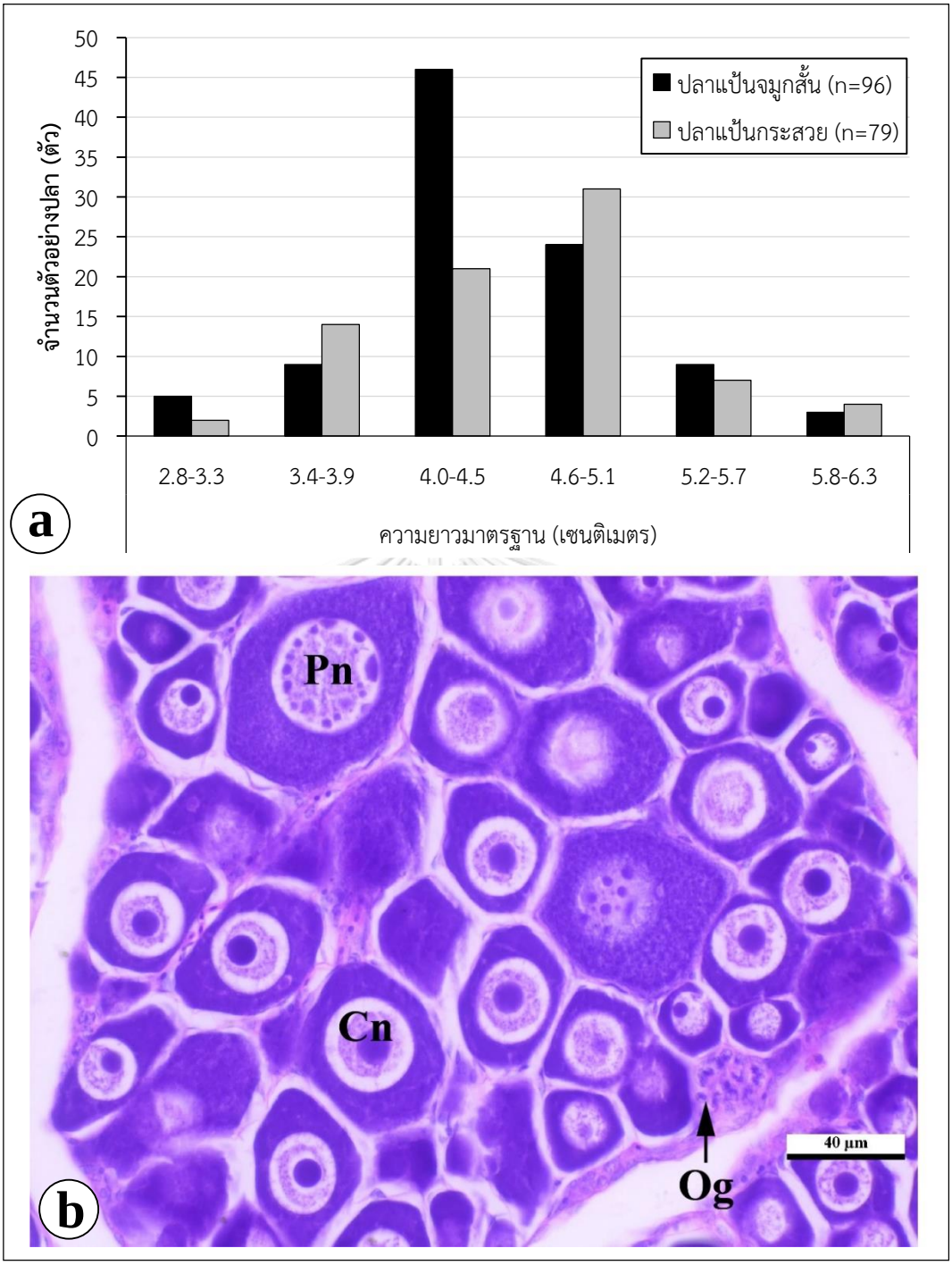
ผลการศึกษาอัตราส่วนเพศของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยในการศึกษาครั้งนี้ โดยรวมเพศเมียมีจำนวนมากกว่าเพศผู้ ในปลาแป้นจมูกสั้นมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:5.65 ส่วนในปลาแป้นกระสวยมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:4.47 ซึ่งแตกต่างจากรายงานการศึกษาในปลาแป้นชนิดอื่น ๆ เช่น และในปลาแป้นเขี้ยวชนิด *Gazza minuta* ของ Jayabalan (1988) ที่พบว่ามีอัตราส่วนเพศเมียมากกว่าเพศผู้เช่นเดียวกัน คิดเป็นอัตราส่วน เพศผู้ 1.00 : เพศเมีย 1.01 ในปี ค.ศ. 1976-1977 และถัดมาเป็นในปี ค.ศ. 1977-1978 มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย คิดเป็นอัตราส่วน 1.00 : 1.36 นอกจากนี้อัตราส่วนเพศที่พบในปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreiodes* และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) นั้นยังแตกต่างกับการศึกษาในอดีต Cabanban (1991) ที่พบอัตราส่วนเพศผู้ 1.00 : เพศเมีย 0.47 ในปลาแป้นจมูกสั้น *Leiognathus decorus* และอัตราส่วนเพศผู้ 1.00 : เพศเมีย 0.80 ในปลาแป้นกระสวย *L. splendens* และยังแตกต่างจากผลการศึกษาของ Jayabalan (1986) ในปลาแป้นกระสวยชนิด *L. splendens* ที่อาศัยอยู่ทะเลชายฝั่งตะวันออกของอินเดีย ในปี ค.ศ. 1976-1977 มีอัตราส่วนเพศผู้ 1.00 : เพศเมีย 0.86 ถัดมาในปี ค.ศ. 1977-1978 พบว่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย คิดเป็นอัตราส่วน 1:0.91 การที่พบความแตกต่างของอัตราส่วนเพศอาจขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของอาหารตามรายงานของ Nikolskii (1963) กล่าวว่าความสมบูรณ์ของอาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดอัตราส่วนเพศ เมื่ออาหารมีความสมบูรณ์มากจะพบปลาเพศเมียมากกว่าเพศผู้ ตรงกันข้าม หากอาหารในธรรมชาติมีอยู่อย่างจำกัดปลาเพศเมียอาจมีจำนวนน้อยกว่าเพศผู้ได้ ในกรณีนี้กิจกรรมการกินอาหารจะมีอิทธิพลต่อเมแทบอลิซึม (metabolism) ผ่านกิจกรรมของฮอร์โมนส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของเพศ เนื่องจากปลาเพศเมียต้องการสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์มากกว่าปลาเพศผู้เพื่อการพัฒนาการเจริญของรังไข่ (Motlagh et al., 2012) ทั้งนี้ บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีอาจมีปริมาณอาหารที่สมบูรณ์ส่งผลให้อัตราส่วนปลาแป้นเพศเมียทั้งสองชนิดมากกว่าเพศผู้

เมื่อพิจารณาจากการกระจายตัวของความยาวมาตรฐานและการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาแป้นจมูกสั้น (*N. gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*E. splendens*) โดยรวมสามารถพบได้ทั้งระยะวัยรุ่น และตัวเต็มวัยสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Blaber (2000) ใน

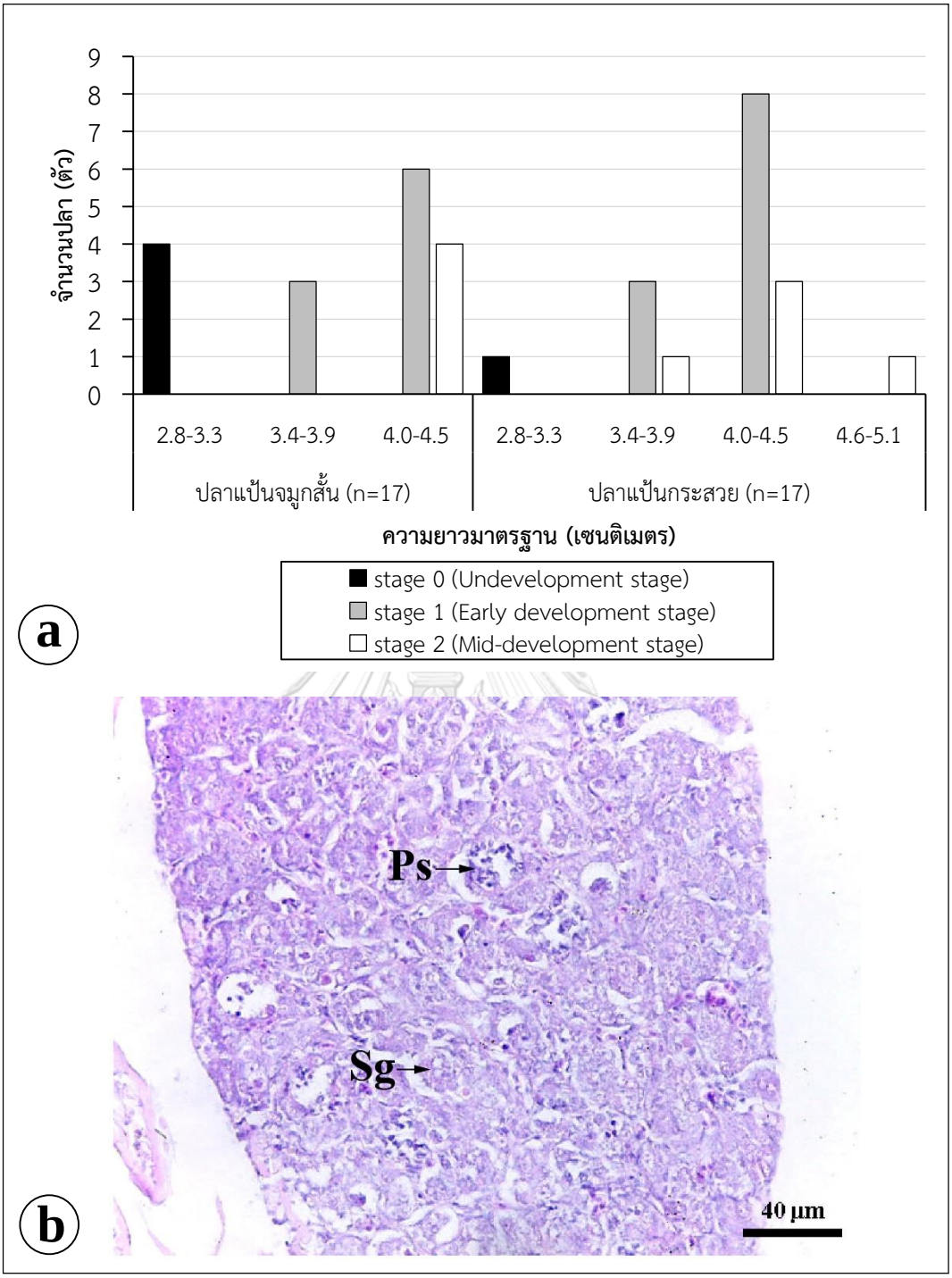
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การศึกษาครั้งนี้พบว่าปลาแป้นเพศเมีย และปลาแป้นเพศผู้ทั้งสองชนิดเข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีเพื่อหาอาหาร โดยในปลาแป้นเพศเมียทั้งสองชนิด และปลาแป้นเพศผู้ที่มีความยาวมาตรฐานน้อยกว่า 3.3 เซนติเมตร ยังอยู่ในระยะวัยรุ่น ในขณะที่ปลาแป้นเพศผู้ที่อยู่ในระยะตัวเต็มวัย (ความยาวมาตรฐาน 3.4 เซนติเมตร ขึ้นไป) เนื่องจากพบการเจริญของอัณฑะระยะที่ 1 ถึง 2 เท่านั้น เป็นไปได้ว่าปลาแป้นเพศผู้ระยะตัวเต็มวัยทั้งสองชนิด ต้องหาอาหารเพื่อการเจริญเติบโตและรอให้ปลาแป้นเพศเมียเจริญเป็นระยะตัวเต็มวัยมีความพร้อมในการสืบพันธุ์ (Shimose et al., 2012) แล้วจึงอพยพออกจากปากแม่น้ำซึ่งเป็นแหล่งอาหารลงสู่ทะเลเพื่อสืบพันธุ์ และวางไข่ หากพิจารณาจากอิทธิพลของปัจจัยความเค็มต่อการกระจายตัวของปลาแป้นทั้งสองชนิด (ภาพที่ 4.2) ร่วมกับผลการเจริญของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ได้แก่ รังไข่ และอัณฑะ (ภาพที่ 4.8 และ 4.9) ปลาแป้นทั้งสองชนิดเป็นกลุ่มปลาทะเลอพยพ (marine migrant) นอกจากนี้ ยังไม่พบปลาแป้นทั้งสองชนิดในระยะลูกปลาวัยอ่อน (fish larvae) ซึ่งสนับสนุนว่าปลากลุ่มนี้วางไข่ในทะเลไม่ใช่บริเวณป่าชายเลน สอดคล้องกับการศึกษาของ Wu et al. (2018) ที่ไม่พบปลาแป้นระยะลูกปลาวัยอ่อนในบริเวณป่าชายเลนอุทยานแห่งชาติทางทะเลเหมา เหว่ย (Maowei) ทางตอนเหนือสุดของอ่าวตังเกี๋ย ตามทฤษฎีของ Blaber (2000) และ Elliott et al. (2007) กลุ่มปลาทะเลอพยพจะสืบพันธุ์และวางไข่ในทะเล จากผลการศึกษาในครั้งนี้และการศึกษาในอดีต ปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยเข้ามาใช้ประโยชน์ทั้งการกินอาหาร และเป็นแหล่งอนุบาลปลาระยะวัยรุ่น การเก็บตัวอย่างกลุ่มปลาแป้นที่อาศัยอยู่บริเวณติดกับอ่าวไทยเพิ่มเติม อาจช่วยให้ความเข้าใจในการอพยพของปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยสมบูรณ์มากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

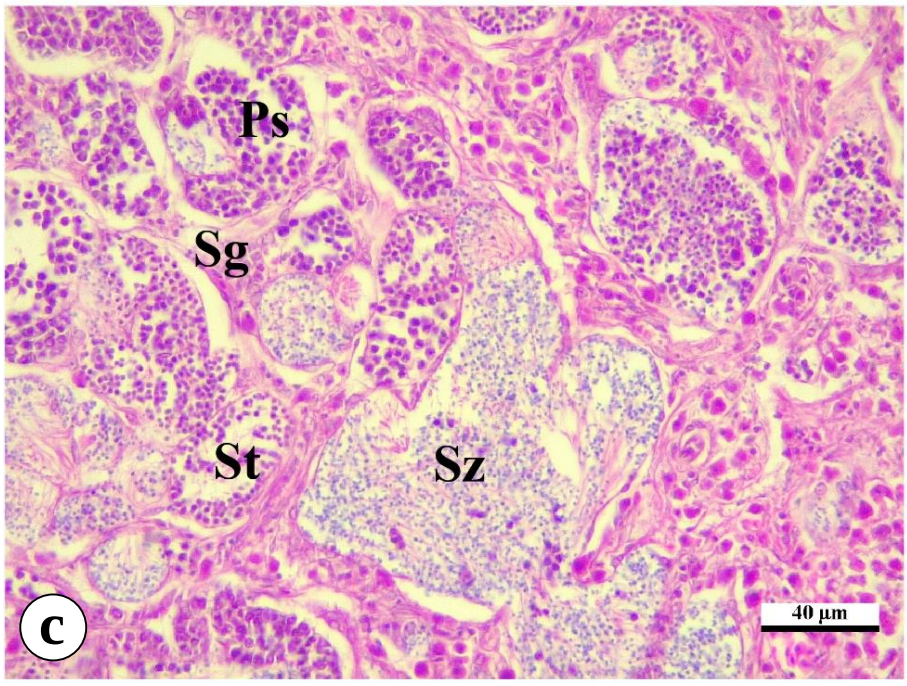


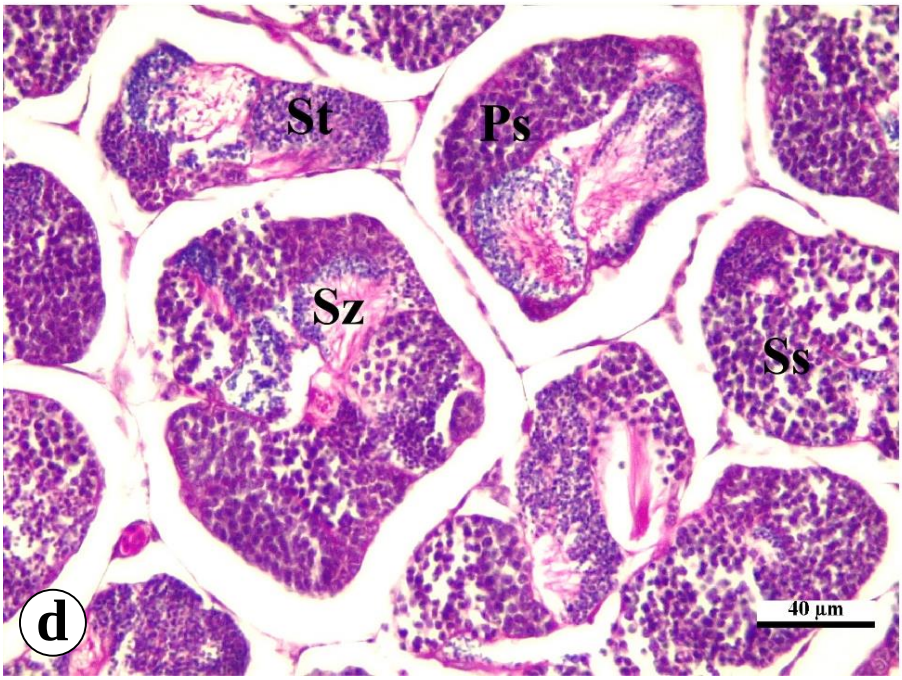
ภาพที่ 4.8 การกระจายตัวของความยาวมาตรฐานที่พบ และภาพมิญชวิทยาการเจริญของรังไข่ระยะที่ 0 ของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศเมีย **a)** จำนวนตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยตามการกระจายตัวของช่วงความยาวมาตรฐานที่พบการเจริญของรังไข่ในระยะ 0 [ระยะยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (undeveloped stage)] **และ b)** ภาพมิญชวิทยาการเจริญรังไข่ระยะที่ 0 ของปลาแป้นจมูกสั้น [Cn = เซลล์ไข่ระยะโครมาทินนิวคลีโอลาร์ (chromatin nucleolar stage), Og = เซลล์ไข่ระยะโอโอโกเนีย (oogonial stage), Pn = เซลล์ไข่ขั้นระยะเพอรินิวคลีโอลัส (perinucleolar step)]



ภาพที่ 4.9 การกระจายตัวของความยาวมาตรฐานที่พบ และภาพมิญชวิทยาการเจริญของอัณฑะของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศผู้

a) จำนวนตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยตามการกระจายตัวของช่วงความยาวมาตรฐานและการเจริญอัณฑะของปลาแป้นทั้งสองชนิด **และ b)** ภาพมิญชวิทยาการเจริญของอัณฑะในระยะที่ 0 [ระยะยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (undeveloped stage)] [Ps = ระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่หนึ่ง (primary spermatocyte), Sg = ระยะสเปอร์มาโทโกเนียม (spermatogonium)]





ภาพที่ 4.9 (ต่อ) การกระจายตัวของความยาวมาตรฐานที่พบ และภาพมิญชวิทยาการเจริญของอัณฑะของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) เพศผู้ **c)** ภาพมิญชวิทยาการเจริญของอัณฑะในระยะที่ 1 [ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นแรก (early spermatogenic stage)] **และ d)** ภาพมิญชวิทยาการเจริญของอัณฑะในระยะที่ 2 [ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นกลาง (mid spermatogenic stage)] [Ps = ระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่หนึ่ง (primary spermatocyte), Sg = ระยะสเปอร์มาโทโกเนียม (spermatogonium), Ss = ระยะสเปอร์มาโทไซต์ระยะที่สอง (secondary spermatocyte), St = ระยะสเปอร์มาทิด, Sz = ระยะสเปอร์มาโทซูน (spermatozoon)]

4.5 นิเวศวิทยาการกินอาหารเชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

4.5.1 สัณฐานวิทยาทั่วไปและลักษณะที่วัดได้

แม้ว่าการศึกษาถึงระบบย่อยอาหารในปลากระดูกแข็งมีการรายงานอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่ได้ครอบคลุมระบบย่อยอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย จากการศึกษาครั้งนี้ยืนยันเป็นครั้งแรกว่าโครงสร้างของระบบนี้ระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด ซึ่งพบว่ามีลักษณะทั้งสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ 1) ท่อทางเดินอาหาร (digestive tract) เริ่มต้นตั้งแต่ปาก คอหอย หลอดอาหาร กระเพาะอาหารและลำไส้ และ 2) ส่วนของอวัยวะที่ช่วยย่อยอาหาร (accessory organs) ได้แก่ ตับ ตับอ่อน ตลอดไปจนถึงเหงือก

จากภาพตัวอย่างและภาพสัณฐานวิทยาที่ตัดตามยาวของปลาแป้นทั้งสองชนิดแสดงในภาพที่ 4.10-4.11 พบว่าส่วนหัวมีรูปแบบปากชนิด terminal mouth เนื่องจากตำแหน่งปากขนานกับลำตัว (horizontal mouth) ถัดจากส่วนของช่องปาก และคอหอยที่เชื่อมต่อกับทางเดินอาหาร จากการพิจารณาลักษณะสัณฐานวิทยาและภาพวาดทางวิทยาศาสตร์จากทิศทางต่างๆ กัน (different views) ยืนยันได้อย่างชัดเจนว่าส่วนของทางเดินอาหารเริ่มต้นด้วยหลอดอาหาร เป็นท่อตรงและสั้นที่สุด ถัดมาเป็นกระเพาะอาหารมีโครงสร้างคล้ายคล้ายถุง (sac-like organ) มีรูปร่างคล้ายตัวเจ เช่นเดียวกับรูปร่างกระเพาะอาหารของปลาทู *R. brachysoma* และปลาชนิดอื่นๆ (Raji and Norouzi, 2010) นอกจากนี้ยังพบโครงสร้างตับขนาดใหญ่อยู่แนบกับกระเพาะอาหาร ระหว่างกระเพาะอาหารและลำไส้พบโครงสร้างของไส้ติ่งที่มีลักษณะท่อตรงจำนวน 3 อัน และยื่นออกมาจากผนังทางเดินอาหาร คาดว่าช่วยเพิ่มพื้นที่ในการย่อยสารอาหารที่ย่อยได้ยาก (Clements and and Raubenheimer, 2005) ส่วนท้ายของทางเดินอาหารสามารถพบโครงสร้างของลำไส้ที่มีลักษณะเป็นท่อตรงและความยาวมากที่สุด

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของลักษณะทางเดินอาหารที่วัดได้มาเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิดพบว่า ค่าเฉลี่ยความยาวลำไส้ และค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4.3) ค่านี้บ่งชี้ถึงรูปแบบการกินอาหารของปลาได้เป็นอย่างดี (Ferreira et al., 1998) พบว่ากลุ่มปลากินเนื้อมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้ที่ต่ำ ดังการรายงานในปลา *Sparus aurata* ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้อยู่ระหว่าง 0.5-0.6 (Cataldi et al., 1987) และ *Glyptosternum maculatumhas* มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้เท่ากับ 0.8 (Xiong et al., 2011) ต่างจากกลุ่มปลากินพืชมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้อยู่ระหว่าง 2.0 – 21.0 (Kapoor et al., 1976) แต่อย่างไรก็ตาม Nie and and Hong (1963) กล่าวว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้มีค่ามากกว่า 2 ในปลา *Ctenopharyngodon idellus*

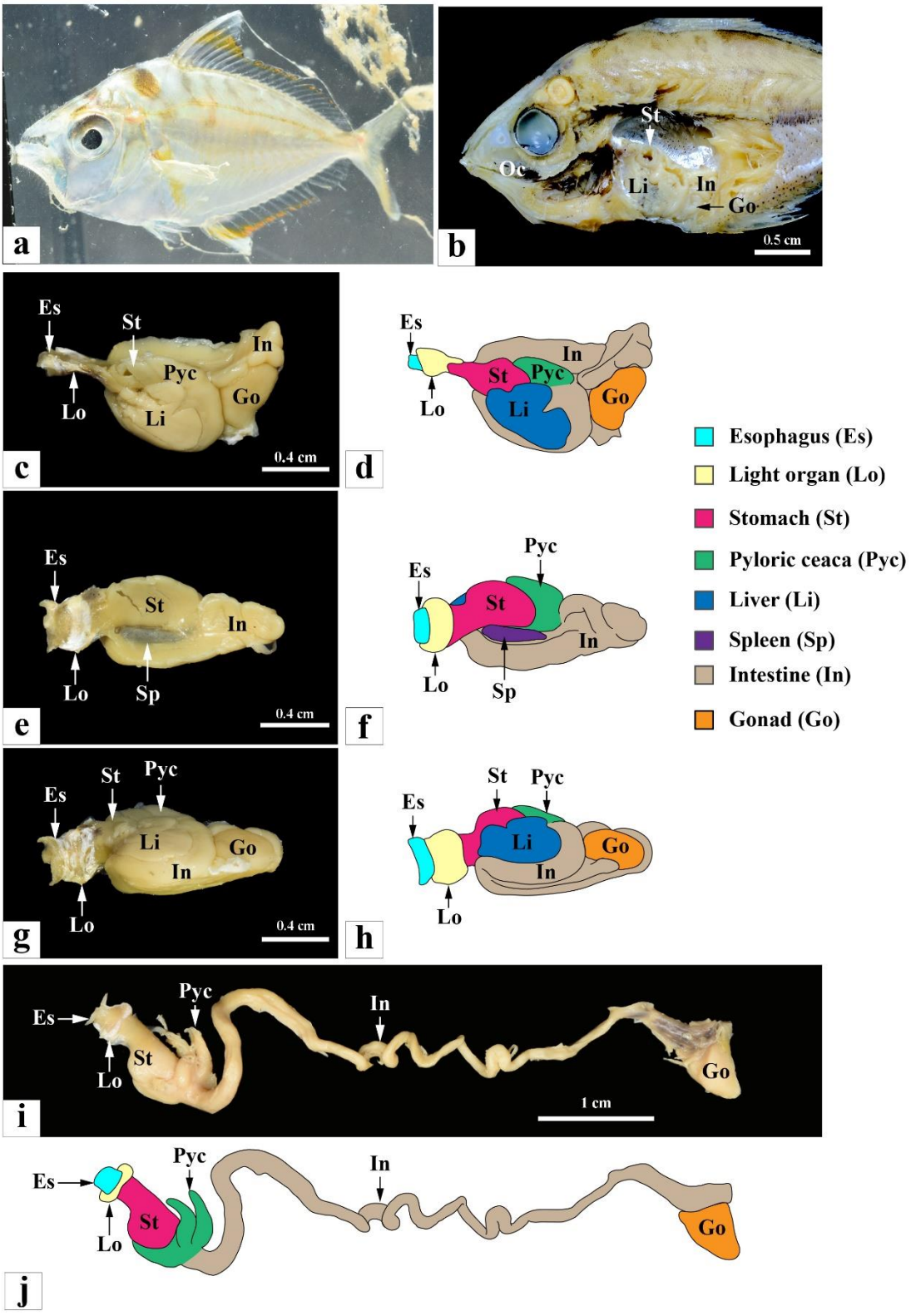
จัดเป็นปลาที่กินได้ทั้งพืชและสัตว์ ดังนั้นเมื่อนำข้อมูลข้างต้นมาเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้ของปลาแป้นจมูกสั้นเป็นปลากินเนื้อ (carnivorous fishes) และปลาแป้นกระสวยอาจเป็นที่ปลากินทั้งพืชและสัตว์ และปลากินพืช

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบลักษณะทางเดินอาหารที่วัดได้ระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

ลักษณะที่วัดได้	ปลาแป้นจมูกสั้น *N.* gerreiode (N=276)	ปลาแป้นกระสวย *E. splendens* (N=316)
ความยาวของหลอดอาหาร	0.12±0.002	0.12±0.002
ความยาวของกระเพาะอาหาร	0.38±0.005	0.37±0.005
ความยาวลำไส้	4.51±0.09*	8.84±0.16*
ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้	1.08±0.01*	2.16±0.02*

หมายเหตุ * แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p = 0.000)

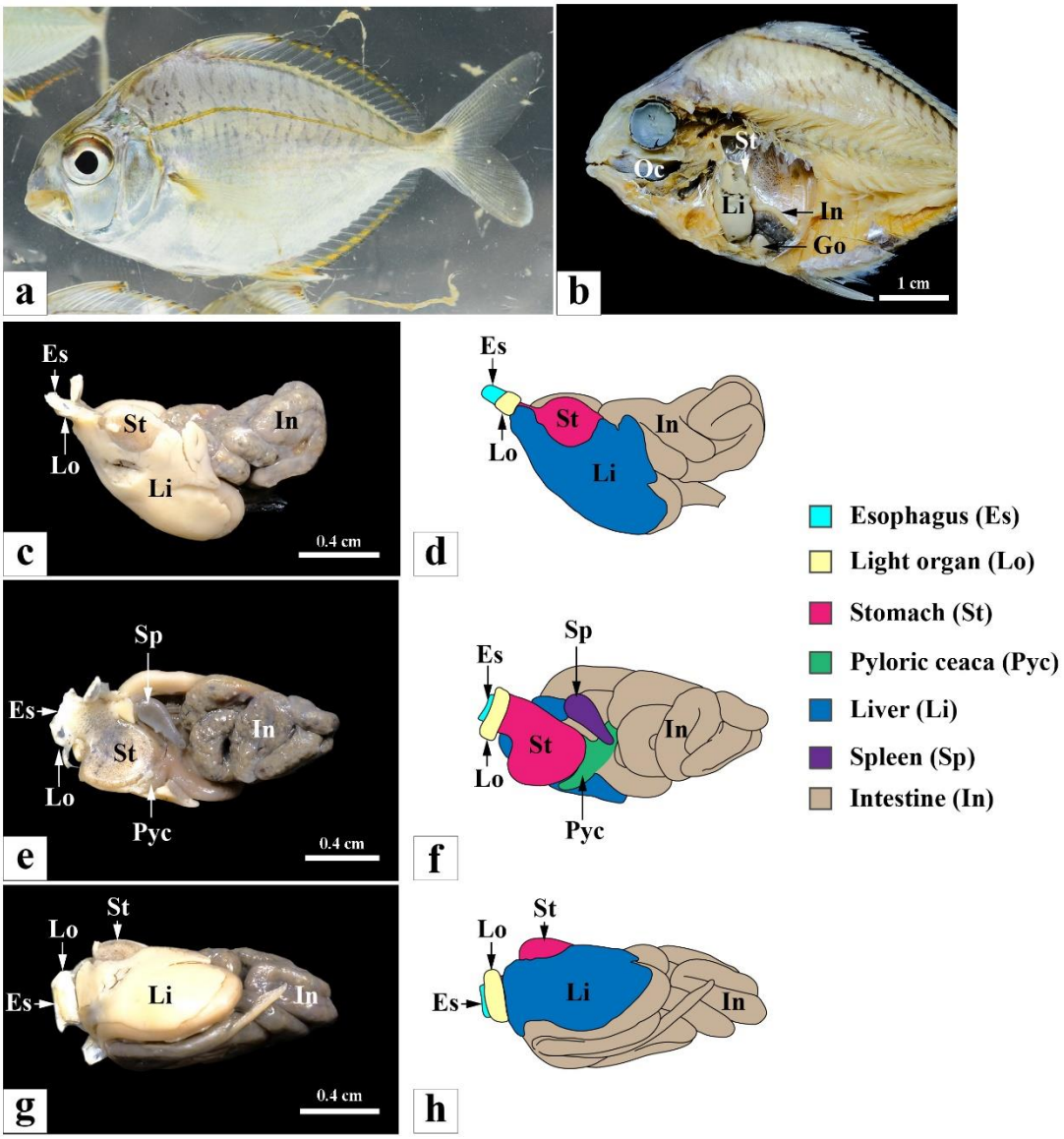
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.10 ลักษณะสัณฐานทางเดินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*)

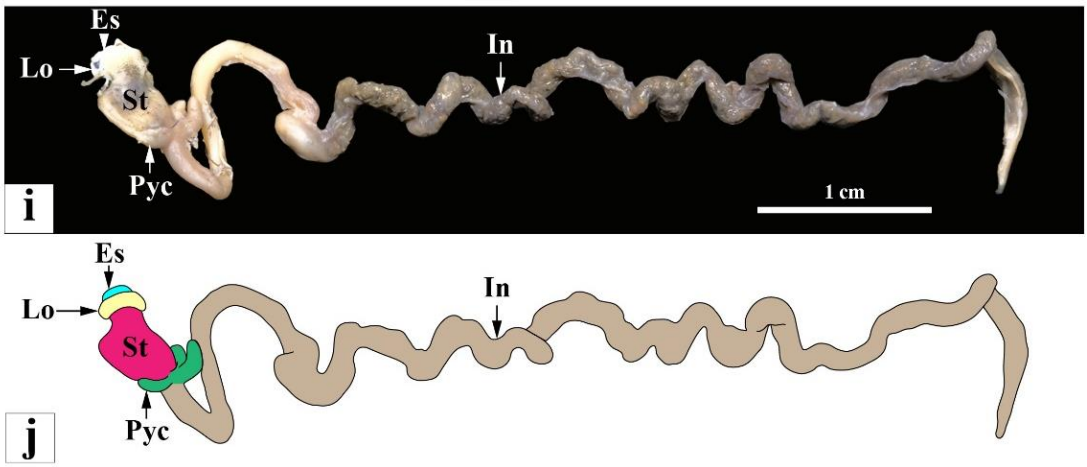
a) ภาพปลาแป้นจมูกสั้นที่มีชีวิต, **b)** ภาพตัดตามแนวยาวแสดงทางเดินอาหารจากตัวอย่างดองแสดงทางเดินอาหารและอวัยวะในการช่วยย่อยอาหาร **และ c)-h)** ภาพแสดงทางเดินอาหารและการจัดเรียง

ตัวของอวัยวะในการช่วยย่อยอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นจากตัวอย่างดอง (c,e,g) และภาพวาดทางเดินอาหารและอวัยวะในการช่วยย่อยอาหาร ในแนวด้านข้าง ด้านบน และด้านล่าง (d,f,h)



ภาพที่ 4.11 ลักษณะสัณฐานทางเดินอาหารของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

a) ภาพปลาแป้นกระสวยมีชีวิต, **b)** ภาพตัดตามแนวยาวแสดงทางเดินอาหารจากตัวอย่างดองแสดงทางเดินอาหารและอวัยวะในการช่วยย่อยอาหาร
และ c)-h) ภาพแสดงทางเดินอาหารและการจัดเรียงตัวของอวัยวะในการช่วยย่อยอาหารของปลาแป้นกระสวยจากตัวอย่างดอง (c,e,g) และภาพวาดทางเดินอาหารและอวัยวะในการช่วยย่อยอาหาร ในแนวด้านข้าง ด้านบน และด้านล่าง (d,f,h)



ภาพที่ 4.11 (ต่อ) ลักษณะสัณฐานทางเดินอาหารของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)
i) และ j) ภาพแสดงทางเดินอาหารเมื่อยืดออกสุดของปลาแป้นกระสวยจากตัวอย่างดอง (i) และภาพวาดทางเดินอาหารเมื่อยืดออกสุด (j)

4.5.2 สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของระบบย่อยอาหาร

ปาก (mouth)

จากการพิจารณาภาพสัณฐานวิทยาที่ตัดตามยาวพบว่าภายในช่องปากเริ่มจากริมฝีปากถัดมาเป็นส่วนของโครงสร้างฟันซึ่งปลาแป้นทั้งสองจัดเป็นชนิดเป็นแบบวิลไล (villiform) มีลักษณะเรียวเล็กละเอียดคล้ายหนามแหลมเรียงตัวหลายแถวที่มีรูปร่างคล้ายกันทั้งหมด (homodont teeth) พบได้ทั้งบริเวณขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง (ภาพที่ 4.12c-d) เชื่อว่าโครงสร้างฟันในบริเวณนี้ช่วยในการจับอาหารและป้องกันไม่ให้เหยื่อหลุดออกไป (Buddington and Kuz'mina, 2000) แต่ละซี่ฟันมีรูปร่างคล้ายกรวยเรียวขนาดเล็กวางเรียงชิดกันและฝังตัวอยู่ในบริเวณพื้นปากที่ติดทั้งกระดูกพรีแมกซิลลา (premaxilla) และเดนทารี (dentary) (ภาพที่ 4.12c-d) เมื่อพิจารณาจากผลมิญชวิทยาแสดงให้ว่าโครงสร้างของฟันเหล่านี้จัดเป็นแบบเจริญสมบูรณ์ (mature teeth) ที่แทรกตัวอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อบุผิวที่ต่อเนื่องมาจากเยื่อบุผิวของริมฝีปาก (ภาพที่ 4.12e) ประกอบด้วยเนื้อฟัน (dentine) และโพรงฟัน (pulp cavity) (ภาพที่ 4.12e-f) ภายในช่องปากยังพบการยกตัวของผิวช่องปากหรือเรียกว่า longitudinal fold ซึ่งเกิดจากการจัดเรียงด้วยชั้นมิวโคซาและชั้นซับมิวโคซา (ภาพที่ 4.12a-b และ g) นอกนี้ก็ยังสามารถพบการกระจายตัวของต่อมรับรส (taste bud) แทรกตัวอยู่ระหว่างเยื่อบุผิวช่องปากแบบหลายชั้น (ภาพที่ 4.12h)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

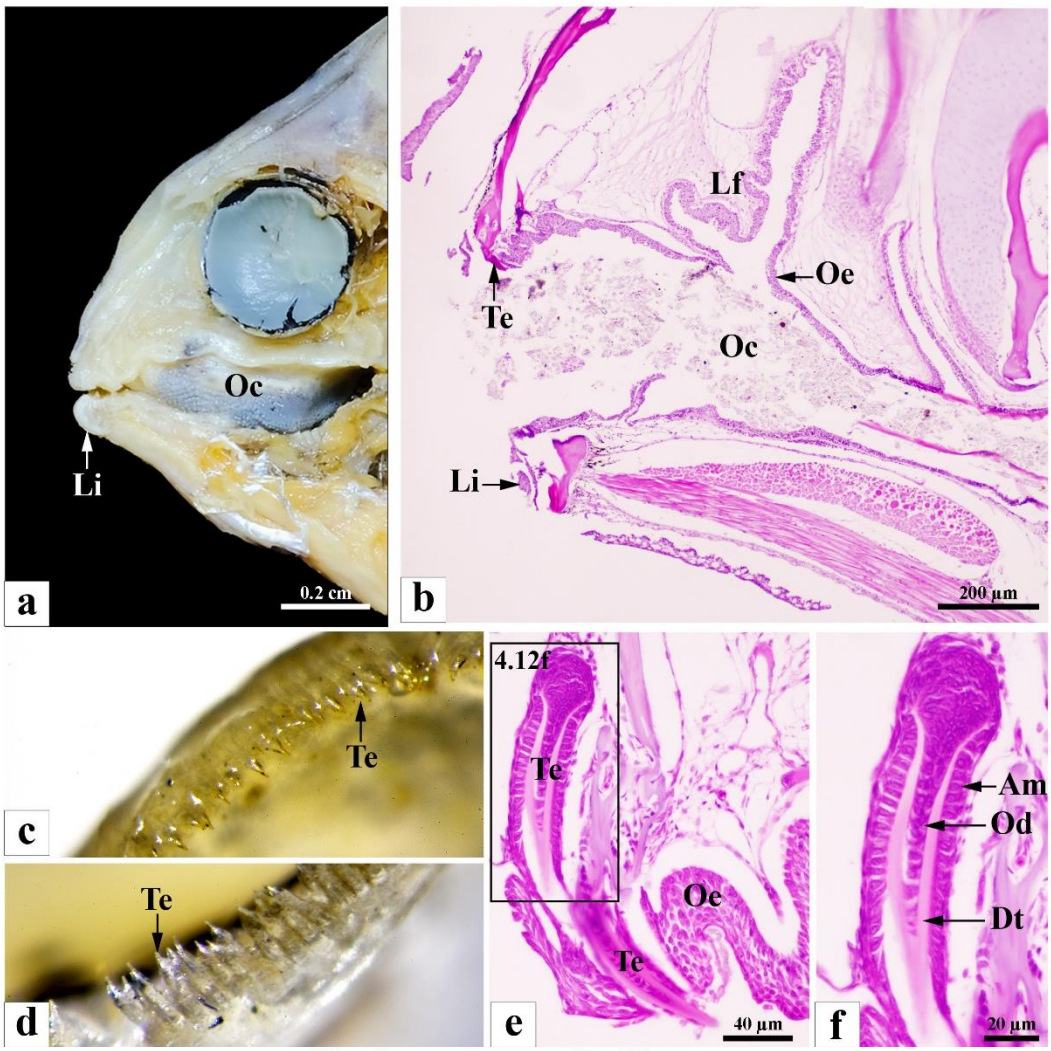
เหงือก (gill)

สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของเหงือกปลาแป้นทั้งสองชนิดมีลักษณะพื้นฐานคล้ายคลึงกัน (shared characters) ประกอบด้วย ซี่กรองเหงือก (gill raker) แกนเหงือก (gill arch) และเส้นเหงือก (gill filament) (ภาพที่ 4.13a-c)

จากการพิจารณาซี่กรองเหงือกระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิดมีลักษณะเป็นตุ่มยื่นมีหนามแหลมปกคลุมที่ผิวเป็นจำนวนมาก และมีการจัดเรียงขนานกันทั้งสองด้านบนกระดูกเหงือกคล้ายหวี (comb-like gill rakers) (ภาพที่ 4.13d-e) ยกเว้นซี่กรองเหงือกคู่ที่ 1 พบว่าปลาแป้นกระสวย มีโครงสร้างซี่กรองเหงือกมีฟันซี่เล็กกระจายตัวอยู่ (ภาพที่ 4.13b) สอดคล้องกับมิญชวิทยาที่ยืนยันได้ว่าเป็นโครงสร้างฟันและบริเวณส่วนปลายยังพบต่อมรับรสแทรกตัวระหว่างเยื่อบุผิวแบบแบนบางหลายชั้น (ภาพที่ 4.13e-g) ต่างจากโครงสร้างซี่กรองของเหงือกปลาแป้นจมูกสั้นมีลักษณะคล้ายปุ่มและมีฟันเล็กน้อย (ภาพที่ 4.13d) ทั้งนี้ลักษณะของโครงสร้างซี่กรองจัดเป็นโครงสร้างที่กำหนดประสิทธิภาพในการกรอง หรือการจับเหยื่อ (Bentz, 1976; King and Macleod, 1976; Gibson, 1988) ดังนั้น โครงสร้างของซี่กรองที่มีฟันในปลาแป้นกระสวยอาจช่วยในการจับอาหาร (scraping food) หรือกรองกินเหยื่อ และช่วยป้องกันการสำรอกอาหาร (prevent regurgitation) ได้ดีกว่าปลาแป้นจมูกสั้น

ส่วนของโครงสร้างเส้นเหงือกประกอบด้วย เส้นเหงือกปฐมภูมิ (primary lamella) กับเส้นเหงือกทุติยภูมิ (secondary lamella) (ภาพที่ 4.13h) โดยเส้นเหงือกปฐมภูมิวางตัวอยู่บนแกนเหงือกและมีการแตกแขนงออกกลายเป็นเส้นเหงือกทุติยภูมิ ระหว่างเส้นเหงือกทุติยภูมิปกคลุมด้วยเยื่อบุผิวแบนบางเรียงตัวหลายชั้น (stratified squamous epithelium) แต่ละเส้นเหงือกทุติยภูมิปกคลุมด้วยเยื่อบุผิวแบนบางชั้นเดียว (simple squamous epithelium) (ภาพที่ 4.13h) และภายในมีการจัดเรียงของหลากหลายเซลล์ ได้แก่ เซลล์เม็ดเลือดแดง มีรูปร่างรีและนิวเคลียสรูปร่างรี ติดสีน้ำเงินอยู่ตรงกลางเซลล์ เซลล์พินลาร์ (pillar cell) แทรกตัวอยู่ระหว่างเซลล์เม็ดเลือดแดง มีลักษณะนิวเคลียสกลม ติดสีน้ำเงิน และเห็นขอบเขตไม่ชัดเจน (ภาพที่ 4.13h) กลุ่มเซลล์คลอไรด์ (ภาพที่ 4.13h) พบบริเวณฐานของเส้นเหงือกทุติยภูมิ มีรูปร่างกลม นิวเคลียสติดสีน้ำเงิน มีรูปร่างรีอยู่ด้านข้างเซลล์ (eccentric nucleus) และไซโทพลาซึมติดสีชมพูเข้ม (ภาพที่ 4.13h) เชื่อว่าหน้าที่ของเซลล์คลอไรด์เกี่ยวของกับกระบวนการรักษาสมดุลความเข้มข้นของอิออน (osmoregulation) (Zadunaisky, 1996)

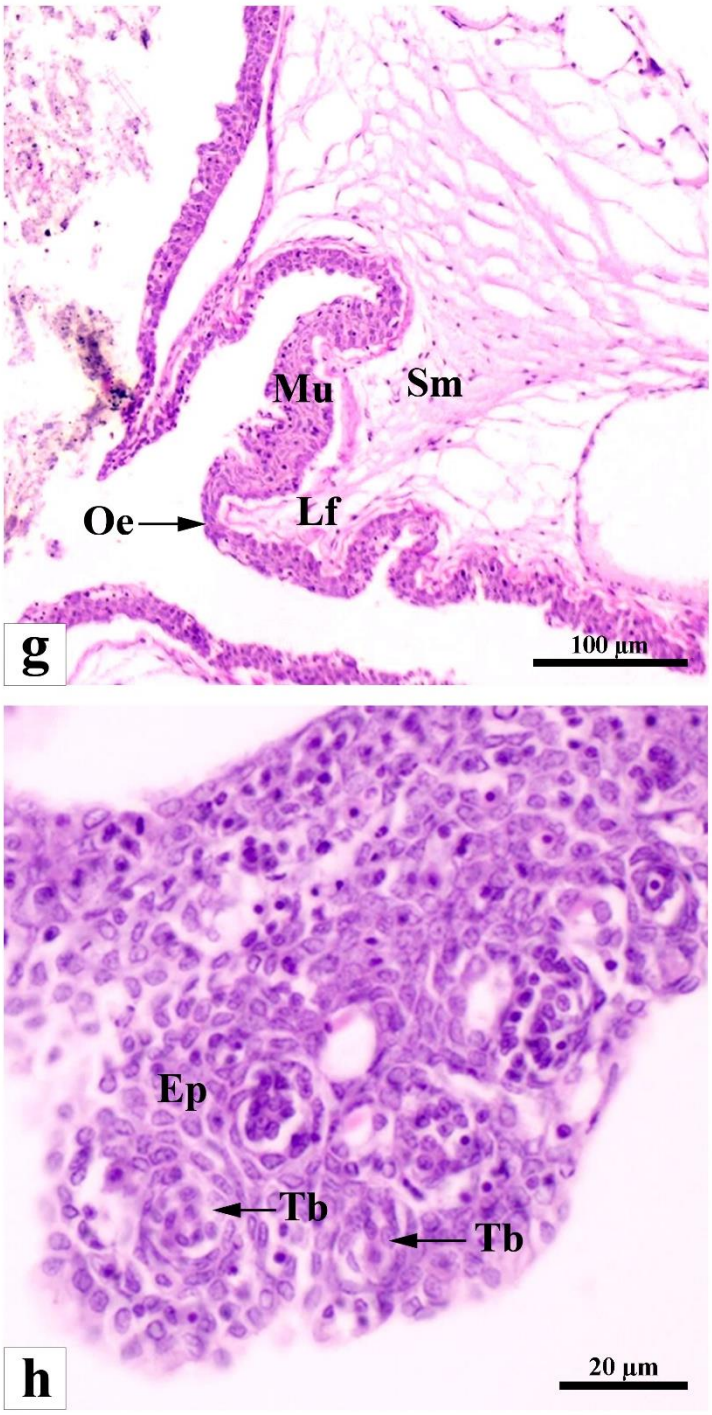
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.12 สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของช่องปาก (oral cavity) ตัวแทนตัวอย่างของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

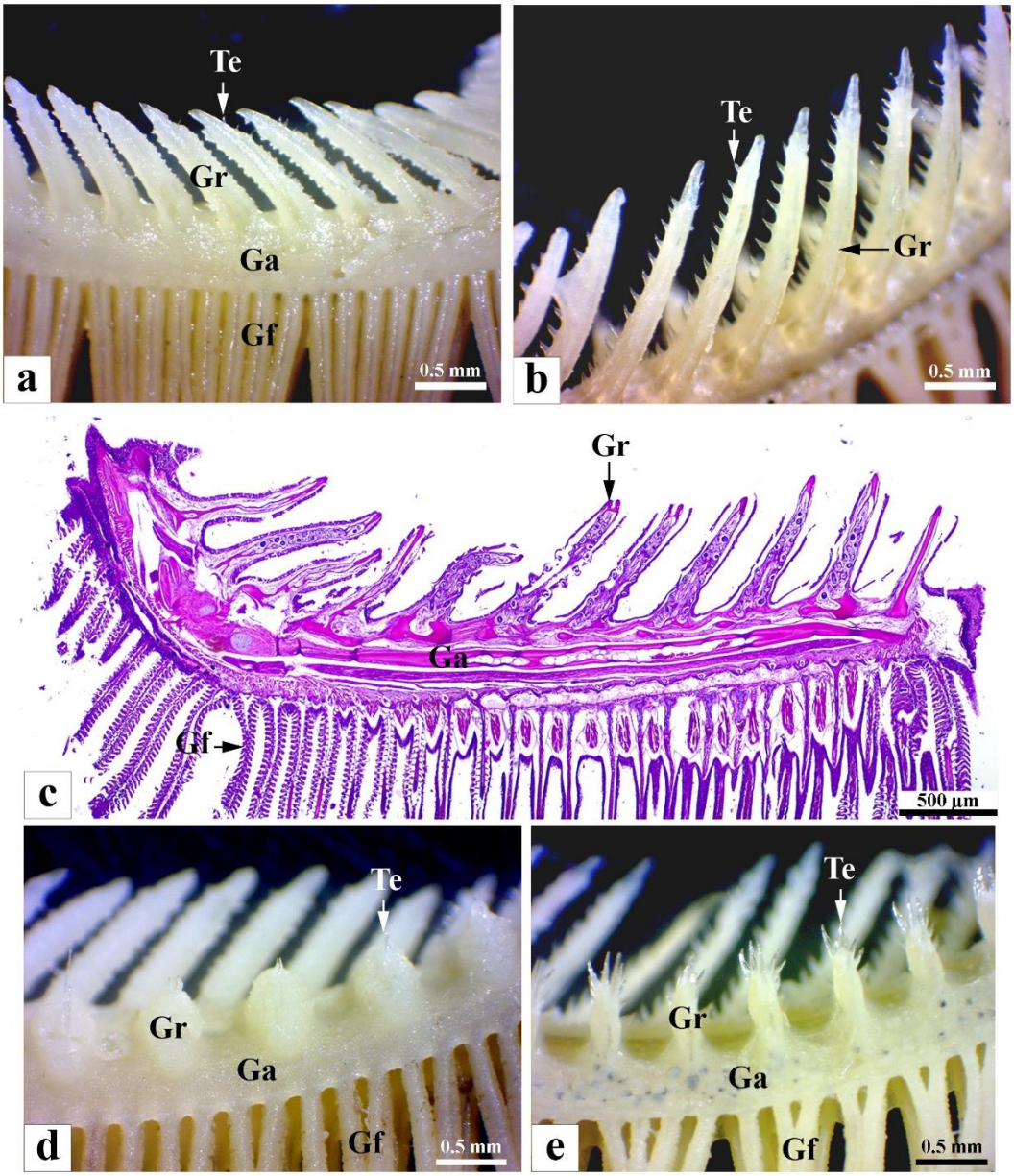
a) สัณฐานวิทยาของช่องปากของปลาแป้นกระสวย, **b)** ภาพมิญชวิทยาของช่องปากปลาแป้นกระสวย **c)-d)** สัณฐานวิทยาของฟัน [teeth, (Te)] ปลาแป้นกระสวย, ขากรรไกรบน (c) และขากรรไกรล่าง (d), **และ e)-f)** ภาพมิญชวิทยาของฟันในปลาแป้นกระสวย [Am = อะมีโลบลาสท์ (ameloblast), Dt = เซลล์สร้างเนื้อฟัน (dentine), Ep = เยื่อบุผิว (epithelium), Lf = รอยพับตามแนวยาว (longitudinal fold), Li = ริมฝีปาก (lip), Oc = ช่องปาก (oral cavity), Od = โอดอนโทบลาสท์ (odontoblast), Oe = เซลล์เยื่อบุผนังช่องปาก (oral epithelium)]



S

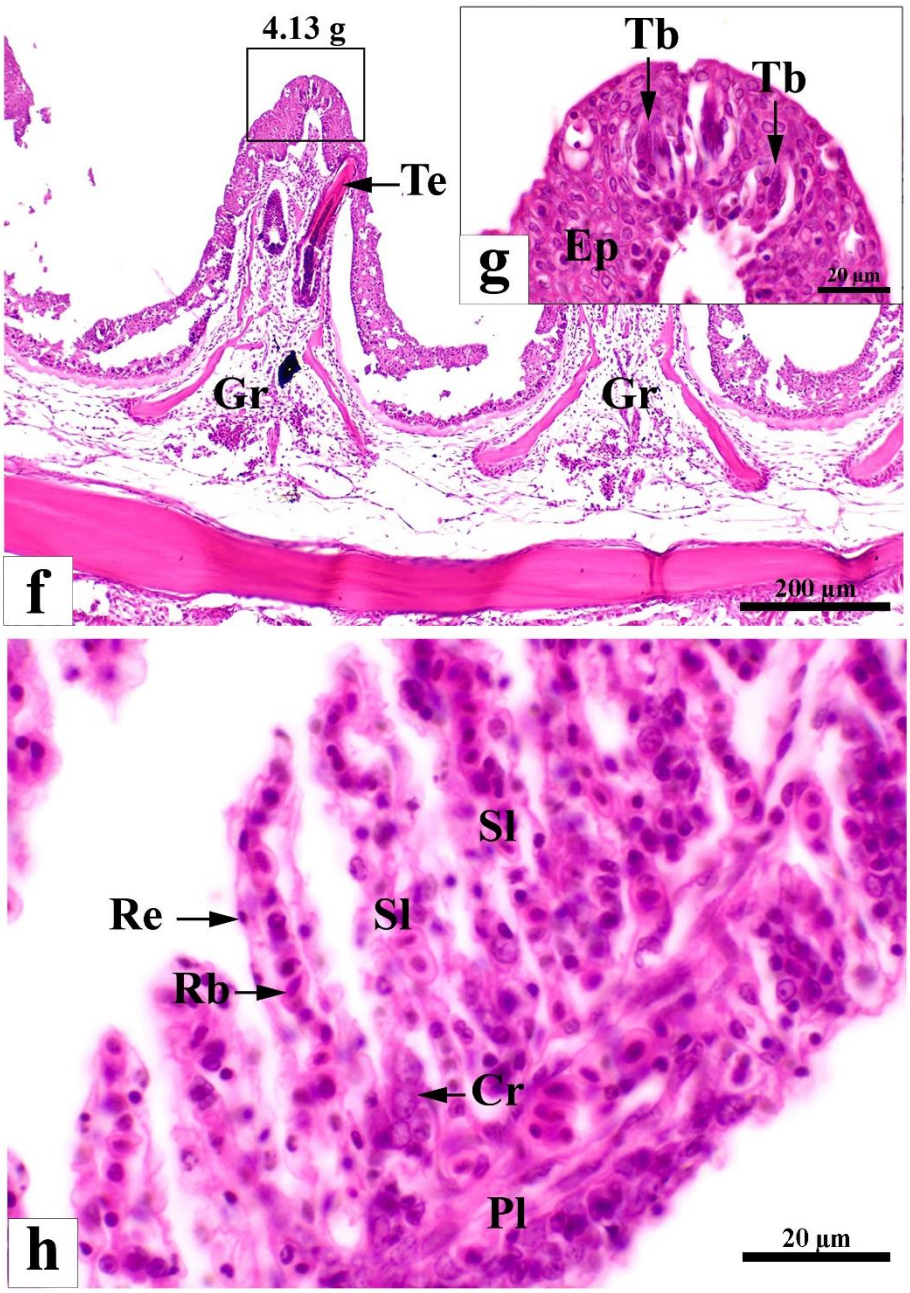
ภาพที่ 4.12 (ต่อ) สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของช่องปาก (oral cavity) ตัวแทนตัวอย่างของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

g) ภาพมิญชวิทยาของผนังช่องปาก **และ h)** ภาพมิญชวิทยาของเซลล์เยื่อบุผนังช่องปาก [oral epithelium, (Oe)] ในปลาแป้นกระสวย [Ep = เยื่อบุผิว (epithelium), Lf = รอยพับตามแนวยาว (longitudinal fold), Mu = ชั้นมิวโคซา (mucosa), Sm = ชั้นซับมิวโคซา (submucosa), Tb = ตุ่มรับรส (taste bud)]



ภาพที่ 4.13 สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของเหงือกของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

a)-b) ภาพโครงสร้างซี่กรองเหงือก [gill raker, (Gr)] คู่ที่ 1 ฝั่งที่ติดกับแผ่นปิดเหงือก a) ปลาแป้นจมูกสั้น และ b) ปลาแป้นกระสวย, **c)** ภาพรวมมิญชวิทยาเหงือกคู่ที่ 1 ของปลาแป้นกระสวย **และ d)-e)** ภาพโครงสร้างซี่กรองเหงือก คู่ที่ 1 ด้านในกับตรงข้ามกับแผ่นปิดเหงือกของปลาแป้นจมูกสั้น (d) และปลาแป้นกระสวย (e) [Ga = แกนเหงือก (gill arch), Gf = เส้นเหงือก (gill filament), Te = ฟัน (Te)]



ภาพที่ 4.13 (ต่อ) สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของเหงือกของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

f)-g) ภาพมิญชวิทยาซี่กรองเหงือกคู่ที่ 1 **และ h)** ภาพมิญชวิทยาเส้นเหงือก (gill filament) ของปลาแป้นกระสวย [Ep = เยื่อบุผิว (epithelium), Ga = แกนเหงือก (gill arch), Gr =ซี่กรองเหงือก (gill raker), Pl = เส้นเหงือกปฐมภูมิ (primary lamellae), Rb= เซลล์เม็ดเลือดแดง (red blood cell), Re = เยื่อบุผิวแลกเปลี่ยนก๊าซ (respiratory epithelium), Te = ฟัน (Te), Tb = ตุ่มรับรส (taste bud), Sl = เส้นเหงือกทุติยภูมิ (secondary lamellae)]

คอหอย (pharynx)

คอหอยจัดเป็นช่วงสั้นที่เชื่อมต่อระหว่างช่องปากและหลอดอาหาร ลักษณะเด่นของบริเวณนี้ คือ พบกระจุกฟันหรือเรียกว่า ฟันคอหอย (pharyngeal teeth) (ภาพที่ 4.14) มี 1 คู่ วางตัวอยู่ทั้งฟันคอหอยด้านบนและฟันคอหอยด้านล่าง (ภาพที่ 4.14a-d และ 4.14g-i) หน้าที่ของโครงสร้างนี้เกี่ยวข้องกับการจับเหยื่อและช่วยสำหรับการลำเลียงอาหารสู่หลอดอาหาร (Rodriguess and Menin, 2005) แม้ว่าสัณฐานวิทยาของฟันคอหอยทั้งสองตำแหน่งแตกต่างกัน แต่กลับมีโครงสร้างมิญชวิทยาคล้ายคลึงกัน จากการพิจารณาด้านบน (top view) พบว่าสัณฐานวิทยาของฟันคอหอยด้านบน มีรูปร่างกลมและแบ่งออกเป็นพูสามเหลี่ยม (ภาพที่ 4.14a-b) ที่มีฟันซี่เล็ก (villiform teeth) กระจายตัวได้ทั่วไป (ภาพที่ 4.14c) โครงสร้างซี่ฟันเหล่านี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ ฟันที่เจริญสมบูรณ์ (mature teeth) และฟันที่เจริญไม่สมบูรณ์ (immature teeth) (ภาพที่ 4.14e-f) คล้ายคลึงกับการรายงานในปลา *Conorhynchos conirostris* (Rodriguess and Menin, 2005) และ *S. trigonocephalus* (Schuingues et al., 2013) โดยฟันที่เจริญไม่สมบูรณ์พบแทรกตัวอยู่ในชั้นลามินาโพลเพลีย (lamina propria) ที่มีการจัดเรียงตัวเป็นลักษณะทรงหยดน้ำ และสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 1) ส่วนชั้นนอกเรียกว่าอวัยวะอีนาเมล (enamel organ) ประกอบด้วย เยื่อบุอีนาเมล (enamel epithelium) ที่มีเยื่อบุเซลล์ทรงสูงชั้นเดียว (simple columnar epithelium) และ 2) ส่วนชั้นในเรียกว่า dental papilla ประกอบด้วยเซลล์สร้างเนื้อฟัน [dentine (ภาพที่ 4.14e)] และโพรงฟันซึ่งถูกบุด้วยเซลล์โอดอนโทบลาสท์ (odontoblast) (ภาพที่ 4.14e) ขณะที่ส่วนโดยฟันที่เจริญสมบูรณ์เป็นส่วนที่ยื่นออกมาจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ประกอบด้วยส่วนเนื้อฟัน และโพรงฟันที่มีลักษณะคล้ายกับฟันที่เจริญไม่สมบูรณ์ (ภาพที่ 4.14f) ส่วนของฟันคอหอยด้านล่างมีการวางตัวขนานกับเหงือก แม้ว่ามีโครงสร้างฟันคล้ายกันระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด แต่ฟันคอหอยด้านล่างของปลาแป้นจมูกสั้นมีการจัดเรียงกลุ่มฟันขนาดใหญ่สองแถว (ภาพที่ 4.14g) และมีกระจุกฟันขนาดใหญ่ในปลาแป้นกระสวย (ภาพที่ 4.14h) ส่วนมิญชวิทยาของฟันคอหอยด้านล่างมีลักษณะคล้ายคลึงกับกับฟันคอหอยด้านบน (ภาพที่ 4.14i)

หลอดอาหาร (esophagus)

หลอดอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิดยังคงมีโครงสร้างพื้นฐานคล้ายคลึงกัน ที่เชื่อมต่อกับคอหอย (ภาพที่ 4.15a-c) ระหว่างรอยต่อพบเซลล์สร้างเมือกเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเข้าสู่หลอดอาหาร (ภาพที่ 4.15d) ผนังของหลอดอาหารประกอบด้วยการจัดเรียงครบทั้ง 4 ชั้น เรียงตัวจากด้านในสุดไปนอกสุด คือ ชั้นมิวโคซา (mucosa) ชั้นซับมิวโคซา (submucosa) ชั้นมัสคูลาริส (muscularis) และชั้นซีโรซา (serosa) ตามลำดับ (ภาพที่ 4.15e) ทั้งนี้ชั้นมิวโคซาและชั้นมิวโคซารวมกันและกลายเป็นโครงสร้างที่ยื่นเข้าไปในลูเมน เรียกว่า longitudinal fold ชั้นมิวโคซามีเยื่อบุผิวแบบแบนบางชั้นเดียว

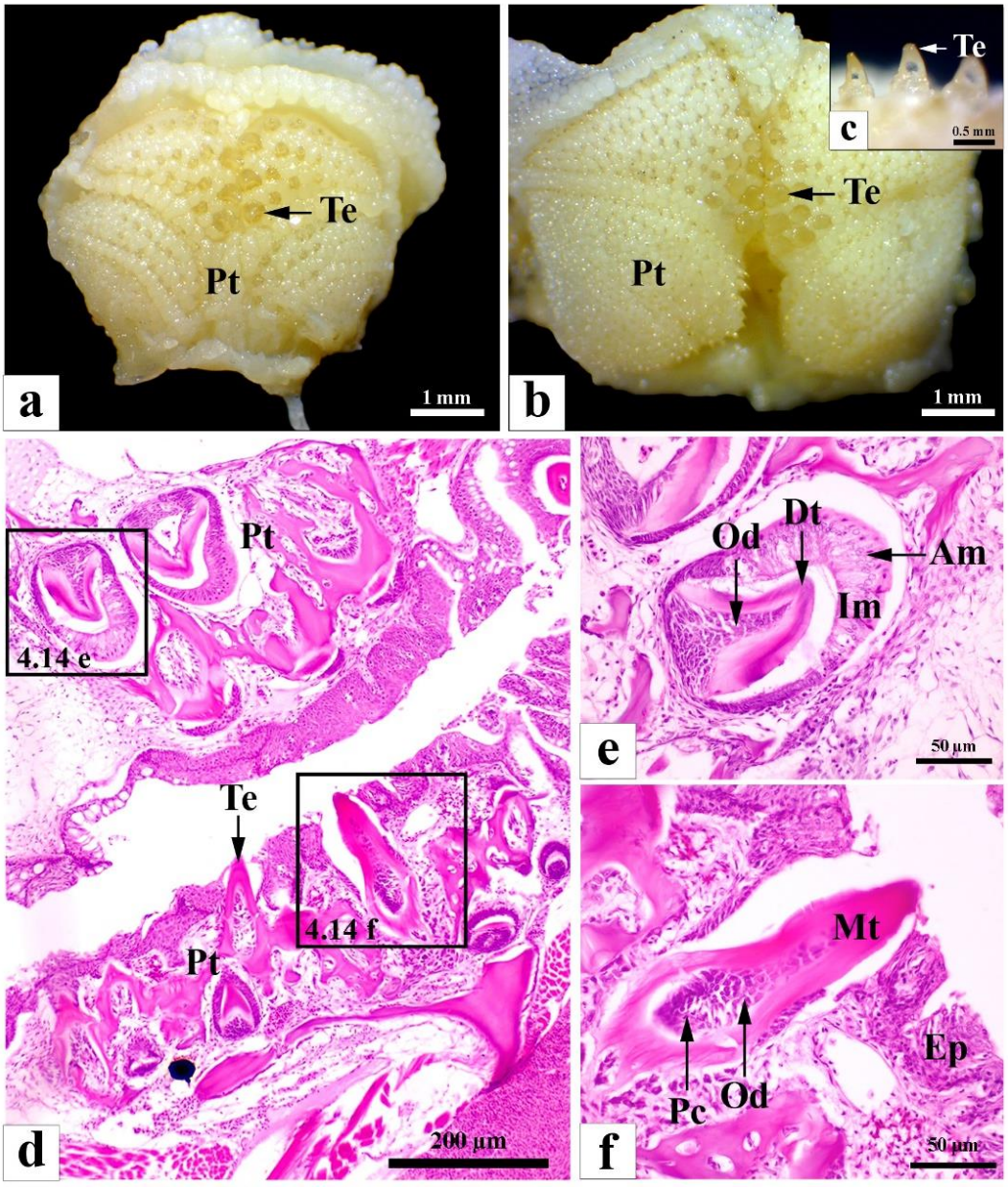
(simple squamous epithelium) และวางตัวเหนือชั้นลามิโนโพเพลีย (lamina propria) ต่างจากกลุ่มปลากระดูกอ่อน ทั้งปลากระดูกชนิด *Raja clavata* (Holmgren and Nilsson, 1999) และปลากระดูกอ่อนชนิด *Squalus acanthias* (Leake, 1975) ที่มีเยื่อบุผิวของหลอดอาหารเป็นแบบเยื่อบุผิวรูปลูกบาศก์หลายชั้น (stratified cuboidal epithelium) ทั้งนี้บริเวณส่วนปลายของโครงสร้างที่ยื่นเข้าไปในลูเมนยังพบต่อมรับรสที่แทรกตัวระหว่างเนื้อเยื่อบุผิวอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 4.15f) เช่นเดียวกับโครงสร้างของหลอดอาหารในปลากระดูกแข็งชนิด *Gadus morhua* (Martin and Blaber, 1984; Morrison, 1993) แต่ยังไม่มีรายงานยืนยันหน้าที่ของต่อม รับรสในหลอดอาหาร ขณะที่ด้านข้างของความยาวของโครงสร้างที่ยื่นเข้าไปในลูเมนพบเซลล์สร้างเมือก (mucus cell) แทรกอยู่ระหว่างเซลล์บุผิวเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 4.15f) แต่ละเซลล์ มีลักษณะเป็นถุงกลม ใส และย้อมไม่ติดสี (ย้อมสี H&E, ภาพที่ 4.15d-f) สอดคล้องกับกับการรายงานในปลากระดูกแข็งทั่วไป เช่น ปลา *Anguilla bicolor bicolor* (Nasruddin et al., 2014) *Dentex dentex* (Carrasson et al., 2006) *G. maculatum* (Xiong et al., 2011) *Clarias gariepinus* และ *Ctenopharyngodon idella* (Abd El Hafez et al., 2013) หน้าที่ของเซลล์สร้างเมือกเกี่ยวข้องกับการช่วยลำเลียงอาหารสู่กระเพาะอาหาร ป้องกันเยื่อบุผิวของหลอดอาหาร ตอบสนองกลไกด้านภูมิคุ้มกัน และกลไกการควบคุมสมดุลอิออน (Albrecht et al., 2001; Nasruddin et al., 2014; Grau et al., 1992) ชั้นถัดมาเป็นซับมิวโคซา ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และชั้นนอกสุดคือชั้นซีโรซาปกคลุมด้วยเยื่อบุผิวแบนบางชั้นเดียว (simple squamous epithelium) (ภาพที่ 4.15e)

กระเพาะอาหาร (stomach)

ผนังของกระเพาะอาหารประกอบด้วยการจัดเรียงพื้นฐานเช่นเดียวกับโครงสร้างหลอดอาหาร (ภาพที่ 4.15g) เพียงแต่มีโครงสร้างที่ยื่นเข้าไปในลูเมนสั้น ชั้นเซลล์บุผิวของชั้นมิวโคซามีการจัดเรียงด้วยเซลล์เยื่อบุผิวแบบรูปทรงสูงชั้นเดียว (simple columnar epithelium) และพบต่อมแกสตริก (gastric gland) เรียงเป็นชั้นเดียว แทรกตัวอยู่ในชั้นลามินาพรอเพรียเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 4.15h) แต่ละต่อมแกสตริก ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม (pyramidal shape) มีนิวเคลียสอยู่บริเวณฐานเซลล์ และไซโทพลาซึมติดสีชมพูเข้ม (ภาพที่ 4.15h) คล้ายคลึงกับการศึกษาในต่อมแกสตริกในปลา *Petrocephalus microphthalmus*, *Perca fluviatilis* (Genten et al., 2008) และ *Hemibagrus filamentus* (Senarat et al., 2013) จากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านและภาพวาดทางวิทยาศาสตร์ (ภาพที่ 4.15i-j) ยังสามารถแสดงรายละเอียดในไซโทพลาซึมได้อย่างชัดเจน ประกอบด้วยกลุ่มของ ซีครีทอรี แกรนูล (secretory granules) ในบริเวณส่วนตอนบนของเซลล์ (apical surface) ไมโทคอนเดรีย และเอ็นโดพลาสมิก เป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 4.15k) ต่อมแกสตริกมีหน้าที่สร้างเอนไซม์ (digestive enzyme) เพื่อช่วยในการย่อยอาหาร (Genten et al., 2008) สำหรับชั้นมัสคิวลาริสหนาตัวขึ้นมาก ประกอบด้วยการจัดเรียงของชั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

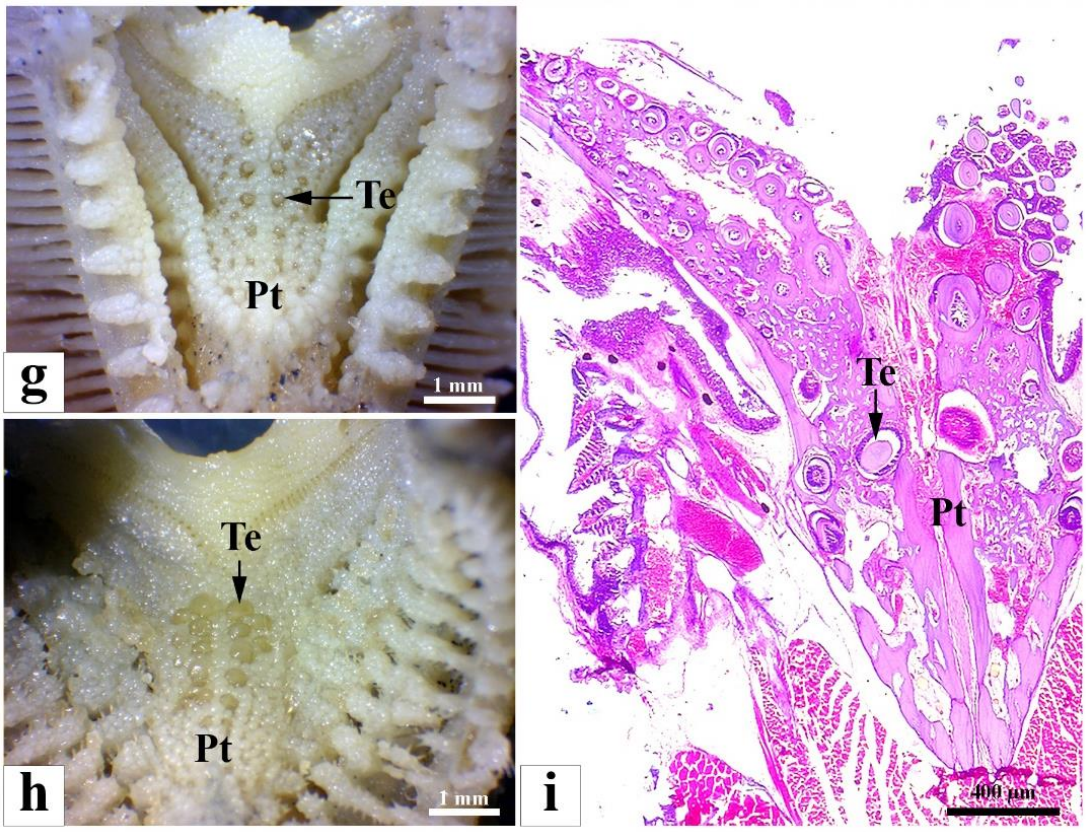
กล้ามเนื้อจำนวนสองชั้น ชั้นในเป็นกล้ามเนื้อตามขวาง และชั้นนอกเป็นกล้ามเนื้อตามยาว (ภาพที่ 4.15h)



ภาพที่ 4.14 สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของฟันคอหอยของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

a) โครงสร้างฟันคอหอย [pharyngeal teeth, (Pt)] ของปลาแป้นจมูกสั้น, **b)** โครงสร้างฟันคอหอย [pharyngeal teeth, (Pt)] ของปลาแป้นกระสวย, **c)** โครงสร้างฟันที่ตั้งอยู่บนคอหอยมีลักษณะเป็นแบบฟันซี่เล็ก (villiform teeth), **d)** มิญชวิทยาการวางตัวของฟันคอหอย 1 คู่ ได้แก่ ฟันคอหอยด้านบนและฟันคอหอยด้านล่าง **และ e)-f)** มิญชวิทยาของฟันคอหอยด้านบนของปลาแป้นกระสวย ประกอบด้วย ฟันที่เจริญไม่สมบูรณ์ [immature teeth, (Im)] (e) และ ฟันที่เจริญสมบูรณ์ [mature

teeth, (Mt)] (f) [Am = อะมีโรบลาสท์ (ameloblast),), Dt = เนื้อฟัน (dentine),), Ep = เยื่อบุผิว (epithelium), Od = โอดอนโทบลาสท์ (odontoblast), Pc = โพรงฟัน (pulp cavity), Te = ฟัน (teeth)]



ภาพที่ 4.14 (ต่อ) สัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของฟันคอหอยของปลาแป้นจมูกสั้น (Nuchequula gerreiodes) และปลาแป้นกระสวย (Eubleekeria splendens)
g) โครงสร้างฟันคอหอยด้านล่างของปลาแป้นจมูกสั้น **h)** โครงสร้างฟันคอหอยด้านล่างของปลาแป้นกระสวย **และ i)** มิญชวิทยาของฟันคอหอยด้านล่างของปลาแป้นกระสวย [Te = ฟัน (teeth)]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ไส้ติ่ง และลำไส้ (pyloric caeca and intestine)

โครงสร้างระหว่างไส้ติ่งและลำไส้ มีลักษณะทางมิญชวิทยาคล้ายคลึงกัน (ภาพที่ 4.16a-4.16i) ประกอบด้วยชั้นมิวโคซาที่บุด้วยเซลล์บุผิวเป็นเซลล์รูปทรงสูงชั้นเดียว (simple columnar epithelium) และมีโครงสร้างของไมโครวิลไลยื่นออกมาจากตัวเซลล์บุผิว เรียกว่า บรัชบอร์เดอร์ (brush border) นอกจากนี้ยังมีเซลล์กอบเล็ท (goblet secreting cell) แทรกตัวอยู่ระหว่าง เซลล์บุผิว (ภาพที่ 4.16h-i) หน้าที่ของเซลล์กอบเล็ทเกี่ยวข้องกับป้องกันเยื่อบุผิวและสร้างสารเมือกสำหรับขับเคลื่อนเศษอาหาร (Arellano et al., 2002)

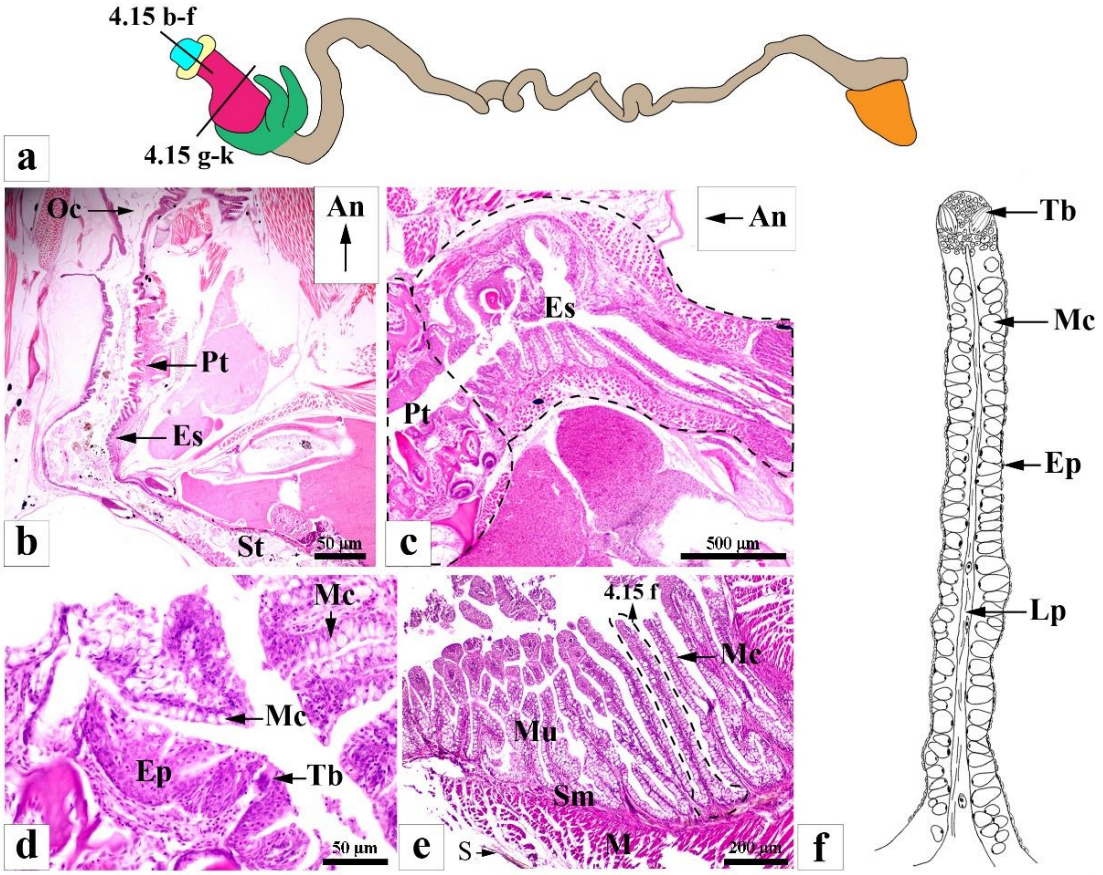
อวัยวะที่ช่วยในการย่อยอาหาร

ตับ

มิญชวิทยาของตับมีลักษณะเป็นพู (lobe) ที่ไม่ชัดเจน (ภาพที่ 4.16j) แต่ละพูประกอบด้วยการจัดเรียงของเซลล์ตับ (hepatocytes) ที่แนบชิดกันคล้ายแผ่น (plate) แต่ละเซลล์ตับมีรูปร่างหลายเหลี่ยม (polygonal hepatocytes) และมีนิวเคลียสกลมและอยู่ตรงกลางเซลล์ ระหว่างพูตับพบแอ่งเลือด (hepatic sinusoid) แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ตับ (ภาพที่ 4.16k-l)

ตับอ่อน

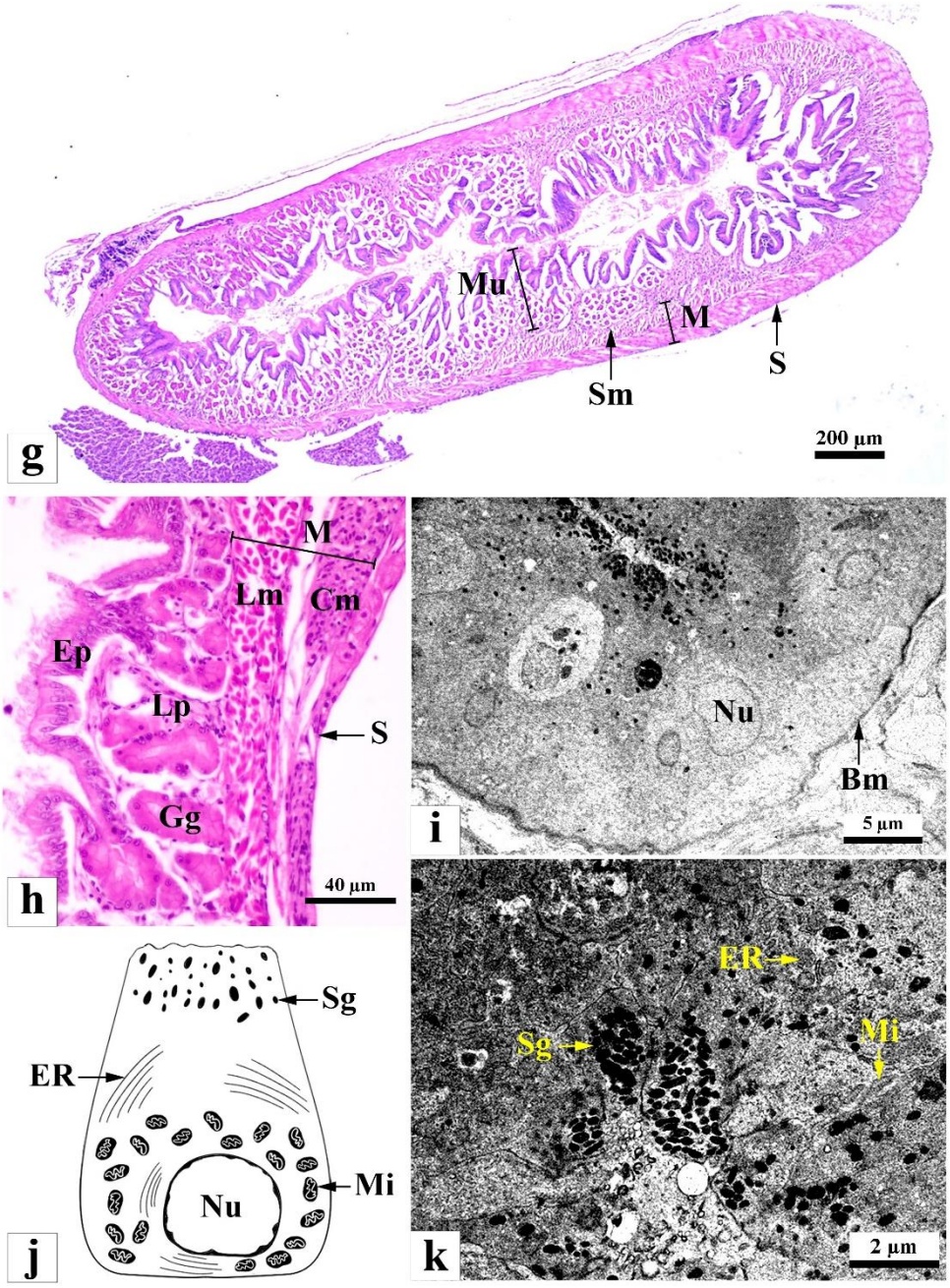
โครงสร้างของตับอ่อนสามารถพบกระจายตัวอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อตับ (ภาพที่ 4.16m) และใกล้กับท่อน้ำดี (ภาพที่ 4.16m) ประกอบด้วยการจัดเรียงของเนื้อเยื่อ 2 ส่วนหลัก คือ เนื้อเยื่อต่อมมีท่อ (exocrine gland) และเนื้อเยื่อต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) (ภาพที่ 4.16n-o) โดยเนื้อเยื่อต่อมไร้ท่อ ประกอบด้วยการรวมกันของกลุ่มเซลล์ตับอ่อน (acinar cell) หรือที่เรียกว่า lobular acini แต่ละเซลล์ตับอ่อนมีรูปร่างคล้ายพีระมิด มีนิวเคลียสรูปกลมอยู่ใกล้ฐานเซลล์ และไซโทพลาซึมติดสีม่วงเข้ม (ภาพที่ 4.16n) บริเวณระหว่างนิวเคลียสกับส่วนปลายสุด (apical surface) ของเซลล์ตับมีการสะสมของไซโมเจน แกรนูล (zymogen granules) ขนาดเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 4.16n) ต่างจากเนื้อเยื่อต่อมไร้ท่อประกอบรวมตัวของกลุ่มเซลล์ไอเล็ทของแลงเกอร์ฮานส์ (islets of Langerhans) หรือไอเล็ท จัดเป็นกลุ่มเซลล์ติดสีจางและมีการจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบแนบติดกันเป็นคอร์ด (pancreatic cord) (ภาพที่ 4.16o)



ภาพที่ 4.15 ทางเดินอาหารและมิญชวิทยาของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*)

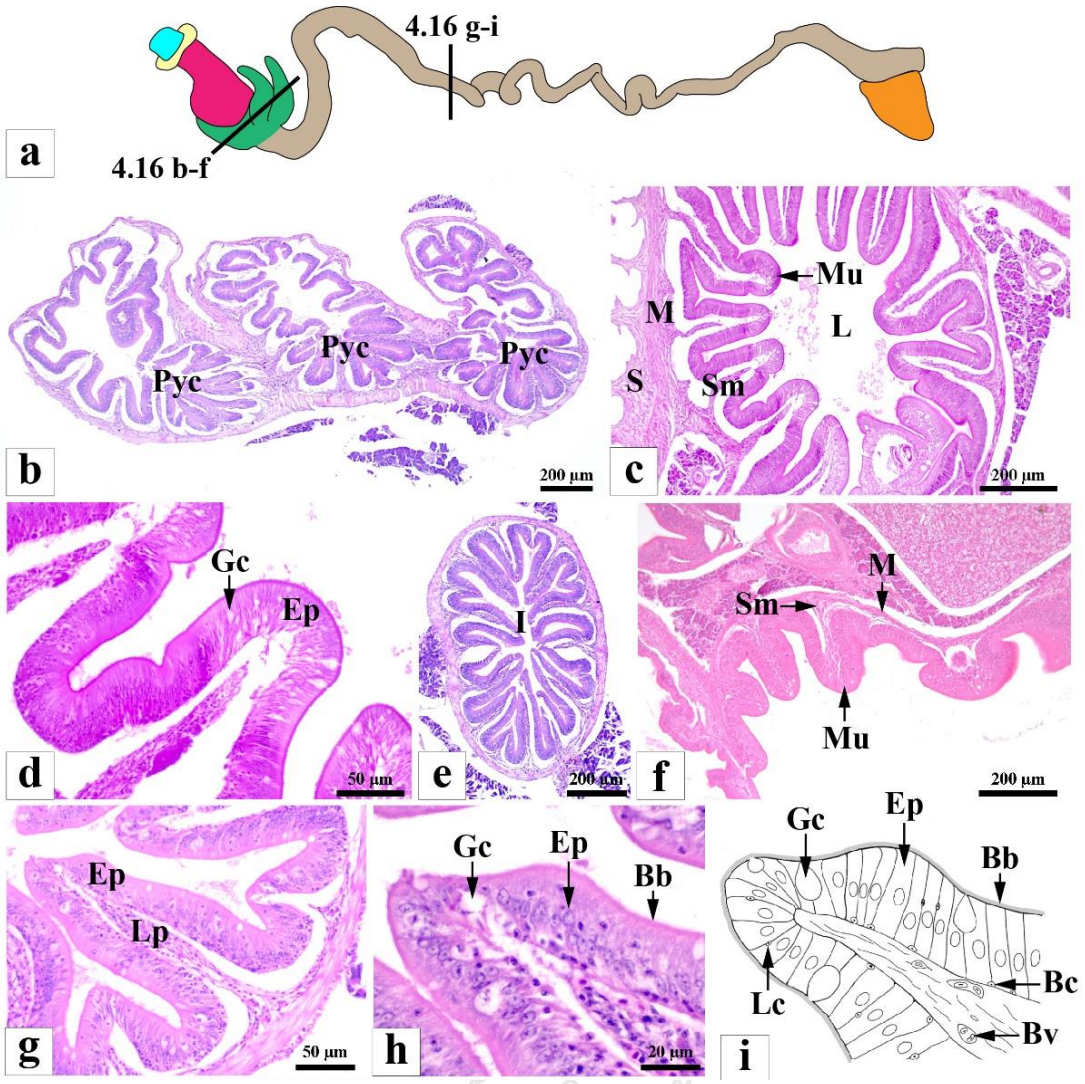
a) ภาพวาดทางเดินอาหารและแสดงตำแหน่งตัดตัวอย่างทางเดินอาหาร, **b)** มิญชวิทยาทางเดินอาหารตั้งแต่ช่องปาก จนถึงกระเพาะอาหาร, **c)** ภาพตัดแนวยาวตำแหน่งของหลอดอาหาร ที่อยู่ถัดจากฟันคอหอย, **d)** มิญชวิทยาของรอยต่อระหว่างหลอดอาหารและฟันคอหอย **และ e)-f)** ภาพ มิญชวิทยาและภาพวาดของหลอดอาหาร [An = ทิศทางหันไปทางด้านปาก (anterior), Ep = เยื่อบุผิว (epithelium), Es = หลอดอาหาร (esophagus), Lp = ชั้นลามินาโพลเพลีย (lamina propria), M = ชั้นมัสคูลาริส (muscularis), Mc = ต่อมเมือก (mucous cell), Mu = ชั้นมิวโคซา (mucosa), Oc = ช่องปาก (oral cavity), Pt = ฟันคอหอย (pharyngeal teeth), Sm = ชั้นซับมิวโคซา (submucosa), St = กระเพาะอาหาร (stomach), Tb = ตุ่มรับรส (taste bud)]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.15 (ต่อ) ทางเดินอาหารและมิญชวิทยาของหลอดอาหารและกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*)

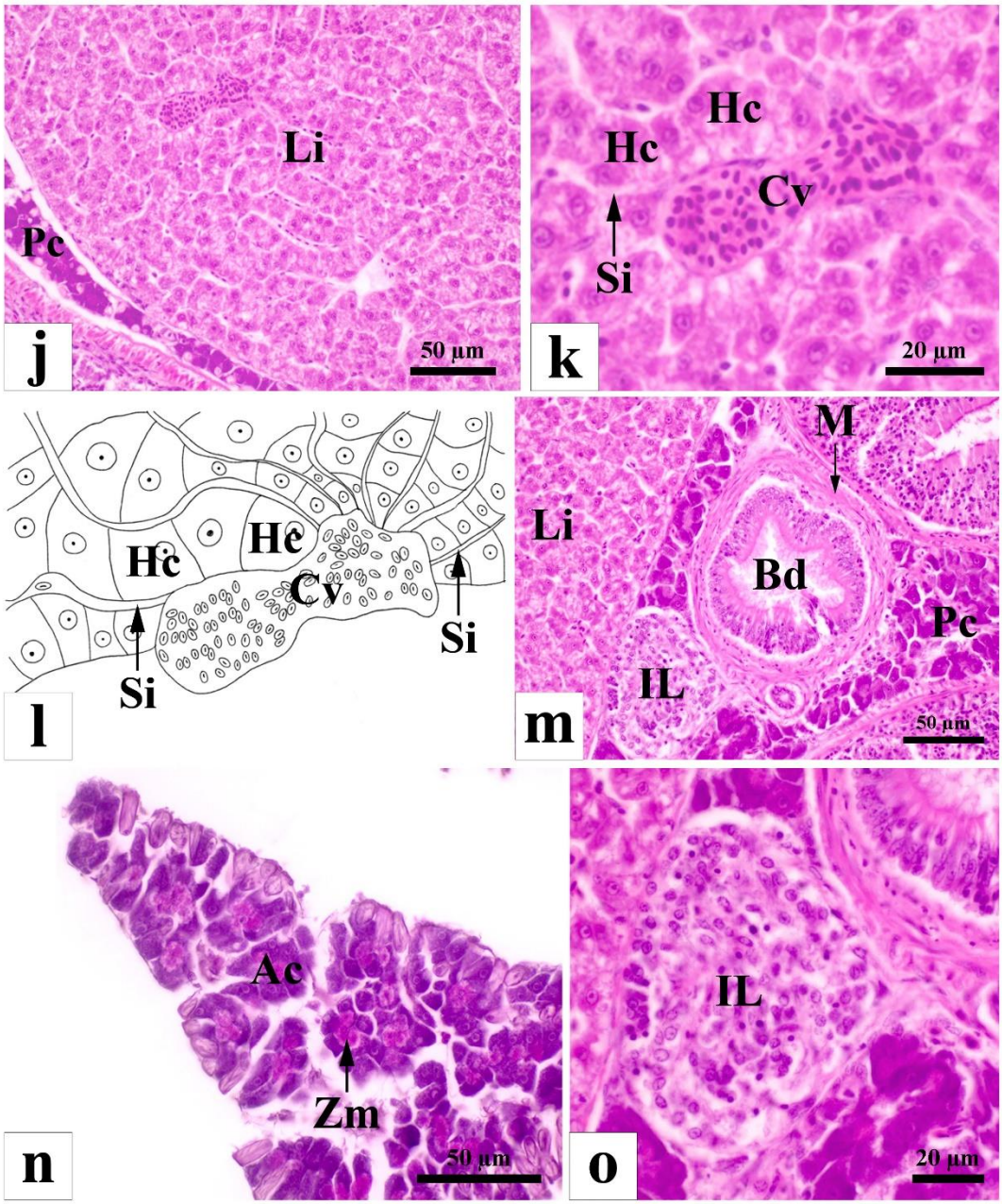
g)-h) มิญชวิทยาของกระเพาะอาหาร, **i)** โครงสร้างละเอียดของเซลล์แกสตริก (gastric cell) ที่วางตัวอยู่บนชั้นเบสเมนท์ เมมเบรน (basement membrane, Bm) **j) และ k)** โครงสร้างละเอียดกำลังขยายสูงของเซลล์แกสตริก ของเซลล์ซีครีทอรี (secretory cell, Sg), เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม (endoplasmic reticulum, ER) และไมโทคอนเดรีย (mitochondria, Mi) [Cm = ชั้นกล้ามเนื้อวง (circular muscle), Gg = ต่อมแกสตริก (gastric gland), Lm = ชั้นกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle), Lp = ชั้นลามินาโพลเพลีย (lamina propria), M = ชั้นมัสคูลาริส (muscularis), Mu = ชั้นมิวโคซา (mucosa), Nu = นิวเคลียส (nucleus), S = ชั้นซีโรซา (serosa), Sm = ชั้น ซับมิวโคซา (submucosa)]



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.16 ทางเดินอาหารและมิญชวิทยาของไส้ติ่ง ลำไส้และอวัยวะช่วยย่อยอาหารของปลาของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*)

a) ภาพวาดทางเดินอาหารและแสดงตำแหน่งตัดตัวอย่างของปลาแป้นจมูกสั้น, **b)-i)** ภาพมิญชวิทยาและของไส้ติ่งและลำไส้ ซึ่งประกอบด้วยชั้นมิวโคซาที่มีเซลล์กอบเล็ท [goblet cell, (Gc) แทรกตัวอยู่ระหว่างเซลล์บุผิว **b)-c)** ภาพมิญชวิทยาของไส้ติ่ง, **d)-i)** ภาพมิญชวิทยาของลำไส้ **และ i)** ภาพวาดมิญชวิทยาของลำไส้ [Bb = บรัชบอร์เดอร์ (brush border), Bc = เบซาลเซลล์ (Basal cell), Bv = หลอดเลือด (blood vessel), Ep = เยื่อบุผิว (epithelium), I = ลำไส้ (intestine), L = ช่องว่างตรงกลาง (Lumen), Lc = เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซท์ (lymphocyte), Lp = ชั้นลามินาโพลเพลีย (lamina propria), M = ชั้นมัสคิวลาริส (muscularis), Mu = ชั้นมิวโคซา (mucosa), Pyc = ไส้ติ่ง (pyloric ceaca), S = ชั้นซีโรซา (serosa), Sm = ชั้นซับมิวโคซา (submucosa)]



ภาพที่ 4.16 (ต่อ) ทางเดินอาหารและมิญชวิทยาของไส้ติ่ง ลำไส้และอวัยวะช่วยย่อยอาหารของปลาของปลาแป้นจมูกสั้น(*Nuchequula gerreiodes*)

j)-k) ภาพมิญชวิทยาของตับ มีลักษณะเป็นพู (lobe) ที่ไม่ชัดเจน แต่ละพูประกอบด้วยการจัดเรียงของเซลล์ตับ [hepatocytes, (Hc)] ระหว่างพูพบแอ่งเลือด [sinusoid, (Si)] แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ตับ, **l)** ภาพวาดมิญชวิทยาของตับ **และ m)-o)** ภาพมิญชวิทยาของตับอ่อน ประกอบด้วย n) กลุ่มเซลล์ตับอ่อน [acinar cell, (Ac)], ไซโมเจนแกรนูล [zymogen granules, (Zn)] เป็นจำนวนมาก และ o) เนื้อเยื่อต่อมไร้ท่อ ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ไอเล็ทของแลงเกอร์ฮานส์ [islets of Langerhans, (IL)] [Bd = ท่อน้ำดี (bile duct), Cv = หลอดเลือดดำ (central vein), Li = ตับ (liver), Pc = ตับอ่อน (pancreas)]

4.6 ความหนาแน่นของอาหารในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

ดังรายงานการศึกษาในอดีตพบว่าวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae เป็นกลุ่มปลาที่มีกลยุทธ์วิธีการกินอาหารได้ตั้งแต่พื้นท้องน้ำจนถึงผิวน้ำ เมื่ออยู่พื้นท้องน้ำจะกินสัตว์หน้าดิน และเมื่ออยู่มวลน้ำหรือผิวน้ำจะกินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร (Ayyappan et al., 2011) รายงานการศึกษาส่วนใหญ่พบว่าปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยกินแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) และแพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) เป็นอาหารหลัก (Woodland et al., 2001; Seah et al., 2009; Acharya and Naik, 2016) การตรวจสอบความสมบูรณ์ของแหล่งอาหารในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีเป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยอธิบายการกินอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด เนื่องจากปลาอาจเลือกกินอาหารต่างพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาหารที่แตกต่างกันเพื่อลดการแก่งแย่งทรัพยากรอาหาร (Crowder and Cooper, 1982; Staddon, 2010)

แพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนที่พบกระจายอยู่ทั้ง 5 สถานี ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีทั้งสองฤดูกาล ได้แก่ ไดอะตอม (diatom), สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (cyanobacteria) ไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagellates) และอื่น ๆ ได้แก่ สาหร่ายสีเขียว (chlorophytes) และซิลิโคแฟลกเจลเลต (silicoflagellates) ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนในฤดูแล้งพบอยู่ในช่วง 1.03×10^4-4.0×10^4 เซลล์ต่อลิตร ในขณะที่ฤดูฝนพบอยู่ในช่วง 1.3×10^4-3.14×10^4 เซลล์ต่อลิตร และพบว่าไดอะตอมจัดเป็นกลุ่มเด่นที่พบว่ามีความหนาแน่นสูงสุดทั้งสองฤดูกาล (ภาพที่ 4.17a) อาจเป็นผลมาจากความลึกของน้ำที่จุดเก็บตัวอย่างเป็นแหล่งน้ำตื้น ทำให้เกิดการผสมผสานของมวลน้ำระหว่างชั้นบนและชั้นล่างเป็นอย่างดี (Lemke et al., 2010) ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีในสองฤดูกาลจัดว่ามีความสมบูรณ์ปานกลาง (10^4-10^5 เซลล์ต่อลิตร) ตามเกณฑ์และตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชายฝั่งอ่าวไทย (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2551) ในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาในอดีตปี พ.ศ. 2556 (ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2557) ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝนเช่นเดียวกัน และยังพบไดอะตอมจัดเป็นกลุ่มเด่นที่พบกระจายทั่วบริเวณทั้งสองฤดูเหมือนกัน แต่ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนในการศึกษานี้ต่ำกว่าในอดีตที่พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในช่วง 2.85-10^5 –6.04×10^5 เซลล์ต่อลิตร ความแตกต่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชทั้งสองฤดูอาจขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำซึ่งเกิดจากการไหลเวียนของน้ำในระบบปากแม่น้ำ และการพัดพาธาตุอาหารจากแหล่งน้ำผิวดิน เป็นการเติมธาตุอาหารมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ทั้งนี้ ธาตุอาหารหลักที่

แพลงก์ตอนพืชต้องการในปริมาณค่อนข้างมาก เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และซิลิคอน (Si) (เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, 2558) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในฤดูฝนต่ำกว่าในฤดูแล้ง และต่ำกว่าการศึกษาของ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) อาจเนื่องจากปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำในฤดูฝนมีปริมาณน้อยกว่าในฤดูแล้ง ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาคุณภาพน้ำทางเคมีกายภาพเพิ่มเติมในอนาคต เช่น การหาความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ (nitrite) ไนเตรท (nitrate) ออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate) และซิลิเกต (silicate) เป็นต้น ทั้งนี้ การที่มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton biomass) ลดลงอาจเกิดจากประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ในฤดูฝนมีความชุกชุมในแหล่งน้ำสูง (Sinistro et al., 2007)

แพลงก์ตอนสัตว์

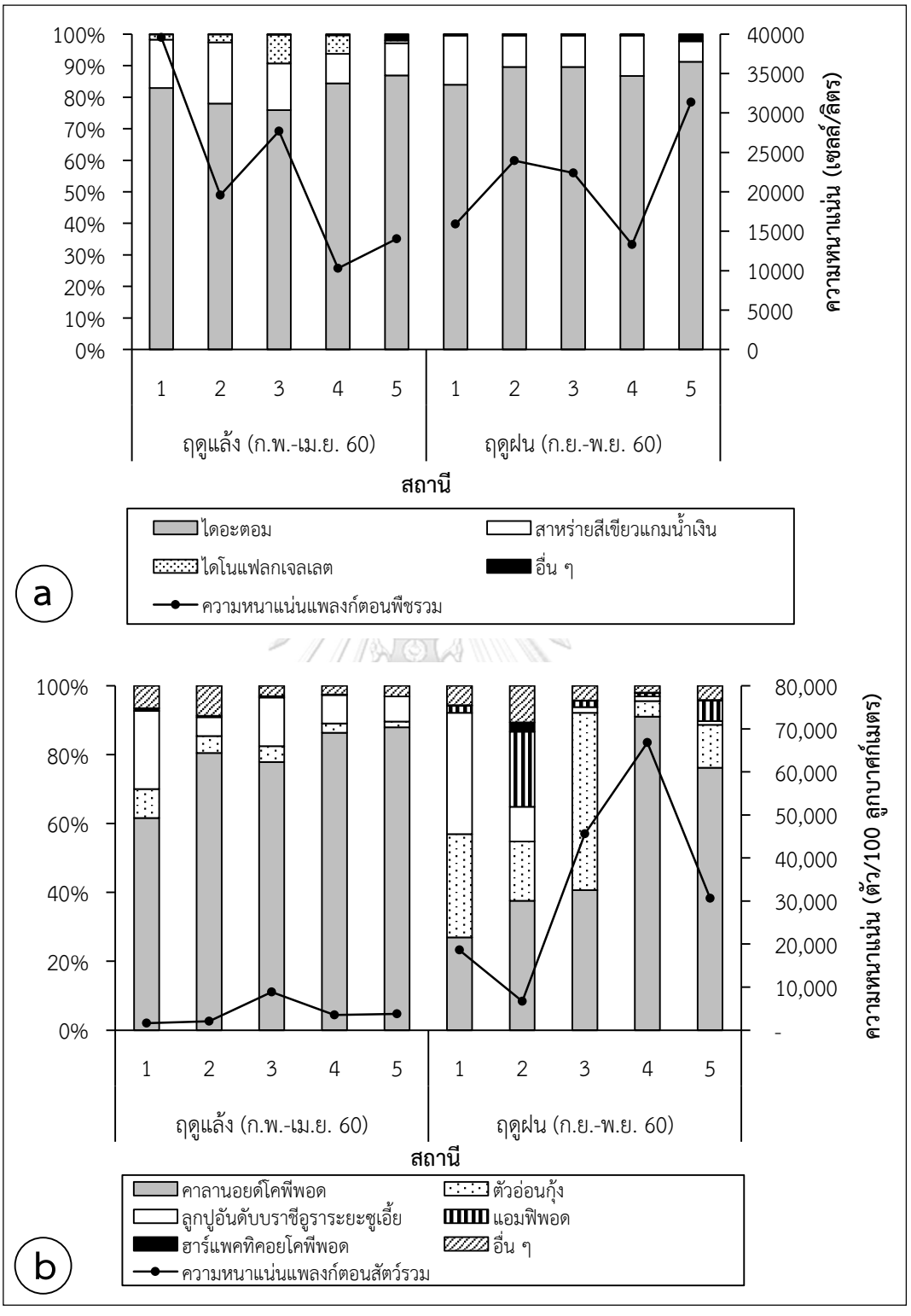
แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเมโซแพลงก์ตอน (mesozooplankton, >330 ไมครอน) ที่พบทั้ง 5 สถานีในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีในฤดูแล้งและฤดูฝน พบทั้งสิ้น 22 กลุ่ม ได้แก่ ไฮโดรเมดูซี (hydromedusae), ตัวอ่อนไส้เดือนทะเล (polychaete larvae), ออสตราคอด (ostracod), ตัวอ่อนของเพรียง (cirripedia larvae), คาลานอยด์โคพีพอด (calanoid copepod), ไซโคลพอยด์โคพีพอด (cyclopoid copepod), ฮาร์แพคติคอยโคพีพอด (harpacticoid copepod), ไอโซพอด (isopod), แอมฟิพอด (amphipod), เคยสำลี (*Lucifer* spp.) ตัวอ่อนเคยสำลีระยะโปรโตซูเอีย (protozoea of Lucifer), ตัวอ่อนกุ้ง (shrimp larvae), ลูกปูอันดับบราชีอูราระยะซูเอีย (zoea of Brachyura), ตัวอ่อนปูเสฉวน (Anumera larvae), ลูกปูอันดับบราชีอูราระยะเมกาโลปา (megalopa of Brachyura), หนอนธนู (chaetognath), ตัวอ่อนหอยฝาเดียว (Gastropod larvae), เฮทเทอโรพอด (heteropod), ตัวอ่อนหอยสองฝา (bivalve larvae), ปลาวัยอ่อน (fish larvae) และไข่ปลา (fish egg) (ภาพที่ 4.17b) ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเมโซแพลงก์ตอนอยู่ในช่วง 1.62×10^{3}-3.79×10^{4} ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ในฤดูแล้ง ในขณะที่ฤดูฝนมีความหนาแน่นสูงกว่าอยู่ในช่วง 6.72×10^{3}-6.7×10^{4} ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4.17b) ซึ่งความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสองฤดูกาลจัดว่ามีความสมบูรณ์ปานกลาง [10^{4}-10^{6} เซลล์ต่อลิตร] (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2551) จากภาพที่ 4.17b แสดงสัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นทั้งสองฤดู คือ คาลานอยด์โคพีพอด พบในสัดส่วนความหนาแน่น 61.64-87.97 เปอร์เซ็นต์ของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดในฤดูแล้ง ในขณะที่ฤดูฝนพบ 26.92-91.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าในฤดูแล้ง เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณแม่น้ำ และปากแม่น้ำปราณบุรี ในปีพ.ศ. 2556 (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2557) พบว่าในการศึกษาครั้งนี้ลดลงจากอดีต จากที่พบความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าอยู่ในช่วง 7.76×10^{5}-9.64×10^{6} ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตรในฤดูแล้ง และ 1.64×10^{5}-3.68×10^{6} ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตรในฤดูฝน อย่างไรก็ตาม คาลานอยด์โคพีพอดยังคงเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในอดีตที่พบโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์โคพีพอด และคาลานอยด์โคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น (ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2557)

ความแตกต่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสองฤดูอาจขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชซึ่งจัดว่ามีบทบาทที่สำคัญในฐานะผู้ผลิตเบื้องต้นของห่วงโซ่อาหาร อีกทั้งยังเป็นแหล่งอาหารหลักของโคพีพอดในสายใยอาหารด้วย (Sommer et al., 2001) ในฤดูฝนพบอิทธิพลของความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชอย่างชัดเจนในสถานีที่ 4 ที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์สูงที่สุด ตรงข้ามกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบต่ำที่สุด ทั้งนี้ การที่พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในการศึกษาครั้งนี้ลดลงจากในงานศึกษาของ ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) อาจเกิดจากช่วงเวลาทำการศึกษาแตกต่างกัน และการจัดการน้ำของเขื่อนปราณบุรีอาจมีความแตกต่างกันในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาในครั้งนี้กับช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างของ ณิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) ซึ่งส่งผลต่อความเค็ม และธาตุอาหาร ทำให้ประชากรของแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีเปลี่ยนแปลงไป (Costa et al., 2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.17 ความหนาแน่นของอาหารในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560)

a) ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชขนาด 20-200 ไมครอน **และ b)** ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาด >330 ไมครอน

4.7 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหาร และการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารระหว่างของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes)* และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*)

4.7.1 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น

จากจำนวนตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้นที่สุ่มมาในหัวข้อ 3.3 ทั้งหมด 276 ตัว สามารถจำแนกองค์ประกอบของกลุ่มอาหาร ได้ 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ โคพีพอด ครัสตาเชียน ไดอะตอม และกลุ่มอื่น ๆ

เมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI ของปลาแป้นจมูกสั้นพบว่าสามารถกินอาหารได้หลายชนิดที่มีสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยที่กลุ่มอาหารหลักของปลาแป้นจมูกสั้น พบสิ่งที่ไม่สามารถระบุได้เป็น 95.43 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของอาหารที่สามารถระบุถึงกลุ่มสิ่งมีชีวิตได้นั้นพบกลุ่มคาลานอยด์โคพีพอดเป็นองค์ประกอบหลักคิดเป็น 1.52 เปอร์เซ็นต์ และมีกลุ่มลาร์วาเซียนน้อยที่สุด (0.05 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 4.4) แม้ว่ากลุ่มอาหารส่วนใหญ่ในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นจะพบกลุ่มอาหารที่เป็นสิ่งที่ไม่สามารถระบุได้มากที่สุด แต่ก็ยังสามารถจำแนกกลุ่มอาหารบางส่วนได้ โดยพบว่า กลุ่มคาลานอยด์โคพีพอด ไข่และรยางค์ของโคพีพอด และรยางค์ของกุ้งและปู ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในกระเพาะอาหารมากที่สุด สอดคล้องกับการรายงานของ Wright (1989) ที่พบแพลงตอนสัตว์เป็นกลุ่มหลักที่อยู่ในกระเพาะอาหารของปลาในครอบครัว Leiognathidae เช่นเดียวกันกับรายงานการศึกษาของ Hajisamae et al. (2006) ที่พบว่าอาหารหลักของปลาแป้นจมูกสั้น *L. decorus* คือ ตัวอ่อนของปูระยะซูเอีย (crab zoea) รองลงมาคือคาลานอยด์โคพีพอด นอกจากนี้ปลาแป้นจมูกสั้น *Leiognathus decorus* ที่อาศัยอยู่ในบริเวณชายฝั่งของประเทศสิงคโปร์ยังพบคาลานอยด์โคพีพอดเป็นองค์ประกอบอาหารหลักที่อยู่กระเพาะมากที่สุด (51.2-98.6 เปอร์เซ็นต์) (Wright, 1989; Hajisamae et al., 2004)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น *(Nuchequula gerreiodes)* จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย (n = 276 ตัว)

ชนิดอาหาร	Ni	Fi	Vi	%N	%Fi	%Vi	IRI	%IRI
สิ่งที่ไม่สามารถระบุได้	451663	276	4295.51	91.92	100.00	84.69	17660.65	95.43
คาลานอยด์โคพีพอด	3607	108	326.80	0.73	39.13	6.44	280.85	1.52
รยางค์ของกุ้งและปู	2239	85	187.86	0.46	30.80	3.70	128.10	0.69
ไข่และรยางค์ของโคพีพอด	20189	141	16.99	4.11	51.09	0.34	227.01	1.23
ฮาร์แพคติคอยโคพีพอด	5770	113	46.03	1.17	40.94	0.91	85.23	0.46
ไดอะตอม	2916	171	1.38	0.59	61.96	0.03	38.45	0.21
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้	400	151	17.06	0.08	54.71	0.34	22.86	0.12
ไซโคพอยด์โคพีพอด	484	81	18.23	0.10	29.35	0.36	13.44	0.07
ตัวอ่อนกุ้ง	52	18	94.34	0.01	6.52	1.86	12.20	0.07
ลาร์วาเซียน	1027	28	31.24	0.21	10.14	0.62	8.37	0.05
กลุ่มอื่น ๆ	3044	60	36.52	0.62	21.74	0.72	29.12	0.16
รวม	491391	276	5071.97	100	446.3768	100	18506.28	100

ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่สามารถระบุชนิดได้ในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นกับฤดูกาลพบว่ามีความแตกต่างกันในสองฤดู ในฤดูแล้ง ปลาแป้นจมูกสั้นจำนวน 145 ตัว กินอาหารทั้งหมด 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ โคพีพอด และครัสตาเชียน (รยางค์ของกุ้งและปู) ผลจากค่าเปอร์เซ็นต์ของดัชนี IRI พบว่าไข่และรยางค์ของโคพีพอดเป็นอาหารหลัก คิดเป็น 31.88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นกลุ่มคาลานอยด์โคพีพอดคิดเป็น 29.46 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.5) แต่ในฤดูฝนพบว่าปลาแป้นจมูกสั้น (จำนวน 131 ตัว) ยังคงกินไข่และรยางค์ของโคพีพอดเป็นอาหารหลัก คิดเป็น 28.66 เปอร์เซ็นต์ แต่กินคาลานอยด์โคพีพอดลดลงคิดเป็น 4.68 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามีการกินอาหารกลุ่มตัวอ่อนพยาธิใบไม้เพิ่มขึ้นคิดเป็น 26.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นกลุ่มไดอะตอม คิดเป็น 17.21 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.5) การที่ปลากินตัวอ่อนพยาธิใบไม้เป็นอาหารอาจเป็นพยาธิที่อยู่ในตัวปลาเองซึ่งเป็นโฮสต์ตัวกลางลำดับที่สอง (second intermediate host) หรือมาจากสัตว์ชนิดอื่นที่เป็นโฮสต์กลางลำดับหนึ่ง (first intermediate host) ที่อยู่ในแหล่งน้ำหลั่งพยาธิออกมาเป็นจำนวนมาก เนื่องจากพยาธิใบไม้มีขนาดใกล้เคียงกับแพลงก์ตอนสัตว์จึงอาจกลายเป็นอาหารของปลาได้ (Kaplan et al., 2009) ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นของอาหารที่อาจทำให้ปลามีการกินอาหารแตกต่างกันในแต่ละฤดู (Staddon, 2010)

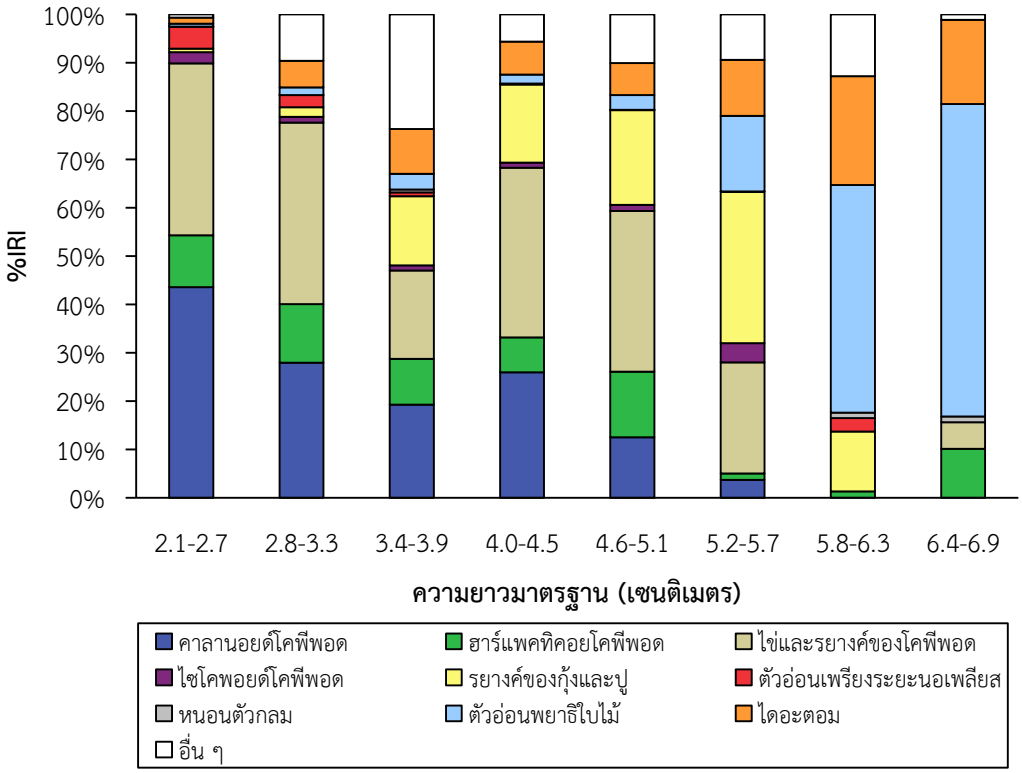
ความแตกต่างของขนาดต่อการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น ในช่วงความยาวมาตรฐานที่แตกต่างกันพบว่าปลาแป้นจมูกสั้น (จำนวน 276 ตัว) มีการกินคาลานอยด์โคพีพอดลดลงจากช่วงความยาว 2.1-2.7 เซนติเมตร จนถึงขนาด 5.2-5.7 เซนติเมตร เป็นช่วงที่กินคาลานอยด์โคพีพอดน้อย

ที่สุด ในขณะที่ช่วงตั้งแต่ 3.4-3.9 เซนติเมตรมีการกินรยางค์ของกุ้งและปูเพิ่มขึ้น จนถึงความยาว 5.2-5.7 เซนติเมตร เป็นช่วงที่มีการกินรยางค์ของกุ้งและปูมากที่สุด (ภาพที่ 4.18) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาในปลาแป้นจมูกสั้น *L. decorus* ที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งของประเทศสิงคโปร์ โดยที่ช่วงความยาวเหยียด <3 เซนติเมตร พบสัดส่วนคาลานอยด์โคพีพอดในกระเพาะอาหารมากที่สุด (98.6 เปอร์เซ็นต์) และฮาร์แพคทิคอยด์น้อยที่สุด (0.2 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่ความยาวเหยียด >7 เซนติเมตร พบฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดมากในกระเพาะอาหารมากที่สุดคิดเป็น 30.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่คาลานอยด์โคพีพอดมีแนวโน้มลดลงคิดเป็น 30.4 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงความยาวเหยียดตั้งแต่ 5-7 เซนติเมตรขึ้นไป ปลาแป้นจมูกสั้นกินสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่มากขึ้น (Hajisamae et al., 2004) ซึ่งรูปแบบการกินอาหารที่เปลี่ยนแปลงไปตามขนาดนี้เป็นผลเกี่ยวเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงนิสัยการกินอาหารที่แตกต่างกันตามวัย (ontogenetic diet shift) ที่มีความต้องการสารอาหารมากขึ้น (Asriyana et al., 2018) ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกินอาหารอาจขึ้นอยู่กับอัตราการล่าเหยื่อ การเพิ่มขึ้นของขนาดร่างกายที่สัมพันธ์กับขนาดของปาก ระยะห่างระหว่างซี่กรองเหงือก ความต้องการพลังงาน ความสามารถในการมองเห็น ความสามารถในการหาเหยื่อ และอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติ (Blaber, 2000; Nyegaard et al., 2004; Asriyana et al., 2018)

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

	ฤดูแล้ง (n = 145)				ฤดูฝน (n = 131)			
ชนิดอาหาร	**%N**	**%Fi**	**%V**	**%IRI**	**%N**	**%Fi**	**%V**	**%IRI**
คาลานอยด์โคพีพอด	9.51	77.12	43.53	29.46	2.46	27.87	14.26	4.68
ฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด	15.29	79.66	6.16	12.30	2.83	31.15	1.44	1.34
ไซโคพอยด์โคพีพอด	1.07	60.17	2.04	1.34	3.49	16.39	8.40	1.96
ไข่และรยางค์ของโคพีพอด	51.58	82.20	2.28	31.88	39.18	72.13	0.37	28.66
รยางค์ของกุ้งและปู	5.54	61.02	23.49	12.76	7.06	21.31	37.86	9.62
ไดอะตอม	6.58	100.00	0.15	4.84	19.01	86.89	0.70	17.21
ตัวอ่อนเพรียงระยะนอเพลียส	3.43	33.90	1.57	1.22	0.16	3.28	0.10	0.01
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้	0.62	76.27	1.33	1.07	6.98	100	19.02	26.13
หนอนตัวกลม	0.31	28.81	0.02	0.07	1.19	22.95	0.09	0.29
ตัวอ่อนกุ้ง	0.13	13.56	12.29	1.21	0.08	3.28	9.52	0.32
กลุ่มอื่น ๆ	5.93	40.68	7.15	3.83	17.54	37.70	8.23	9.76
รวม	100.00	653.40	100.00	100.00	100.00	422.90	100.00	100.00

CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 4.18 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น *(Nuchequula gerreiodes)* ที่มีขนาดความยาวมาตรฐานแตกต่างกัน ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี (n=276)

4.7.2 **องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นกระสวย**

จากจำนวนตัวอย่างปลาแป้นกระสวยที่สุ่มมาในหัวข้อ 3.3 ทั้งหมด 316 ตัว สามารถแยกองค์ประกอบของกลุ่มอาหาร ได้ทั้งหมด 6 กลุ่มหลัก ซึ่งคล้ายคลึงกับกับกลุ่มอาหารในปลาแป้นจมูกสั้น ยกเว้น หนอนตัวกลม และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

เมื่อพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ของดัชนี IRI พบว่าปลาแป้นกระสวยมีการกินอาหารหลัก เป็นสิ่งที่ไม่สามารถระบุได้ที่คิดเป็น 87.31 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นกลุ่มฮาร์แพคทิคอยโคพีพอดคิดเป็น 5.41 เปอร์เซ็นต์ และคาลานอยด์โคพีพอดน้อยที่สุดคิดเป็น 0.12 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.6) เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มอาหารที่สามารถระบุได้ พบว่า อาหารกลุ่มฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอด เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มหลักที่อยู่ในกระเพาะอาหาร สอดคล้องกับการศึกษาในปลาแป้นกระสวยชนิด *L. splendens* จากบริเวณทะเลชายฝั่งทางตะวันตกเฉียงใต้ของอินเดีย พบกลุ่มอาหารหลักเป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่า 40.76 เปอร์เซ็นต์ (Acharya and Naik, 2016) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Hajisamae et al. (2006) ที่พบว่าอาหารหลักของปลาแป้นกระสวย *L. splendes* คือ

ตัวอ่อนไส้เดือนทะเล (polychaete) รองลงมาคือฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอด การที่พบฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดเป็นองค์ประกอบอาหารหลักในกระเพาะชี้ให้เห็นว่าปลาแป้นกระสวยมีการเลือกกินฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดจากโครงสร้างของซี่กรองเหงือกที่มีขนาดยาว และมีฟันซี่เล็กกระจายตัวอยู่มาก ซึ่งสามารถกรองกินเหยื่อที่มีขนาดเล็กได้ นอกจากนี้ ยังเป็นไปได้ว่าปลาชนิดนี้อาจจะกินอาหารอยู่ตามบริเวณใกล้พื้นท้องน้ำ ซึ่งมีปริมาณฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดที่อาศัยอยู่ใกล้กับพื้นท้องน้ำมากกว่าในมวลน้ำ (free-living benthic organism) (Fenchel, 1978; Hicks and Coull, 1983; Ansari et al., 2013)

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย (n = 316)

ชนิดอาหาร	Ni	Fi	Vi	%N	%Fi	V%	IRI	%IRI
สิ่งที่ไม่สามารถระบุได้	607688	316	3467.98	83.13	100.00	82.85	16598.15	87.31
ฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด	38918	255	310.48	5.32	80.70	7.42	1028.17	5.41
ไข่และรยางค์ของโคพีพอด	47537	276	1.74	6.50	87.34	0.04	571.64	3.01
รยางค์ของโคพีพอด	3710	168	139.72	0.51	53.16	3.34	204.44	1.08
ไซโคลพอยด์โคพีพอด	14379	264	6.00	1.97	83.54	0.14	176.33	0.93
ไดอะตอม	1389	159	116.54	0.19	50.32	2.78	149.65	0.79
รยางค์ของกุ้งและปู	5018	231	5.71	0.69	73.10	0.14	60.15	0.32
หนอนตัวกลม	8160	157	0.29	1.12	49.68	0.01	55.81	0.29
สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	443	107	40.14	0.06	33.86	0.96	34.52	0.18
คาลานอยด์โคพีพอด	371	87	32.60	0.05	27.53	0.78	22.84	0.12
แอมฟิพอด	3364	172	64.75	0.46	54.43	1.55	109.25	0.57
อื่น ๆ	607688	316	3467.98	83.13	100.00	82.85	16598.15	87.31
รวม	730977	316	4185.96	100	693.67	100	19010.94	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นกระสวยกับฤดูกาล พบว่าองค์ประกอบของกลุ่มอาหารทั้งสองฤดูมีความคล้ายคลึงกัน สามารถแยกได้ทั้งหมด 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ โคพีพอด ครัชตาเชียน และไดอะตอม ในฤดูแล้งปลาแป้นกระสวยจำนวน 145 ตัว กินกลุ่มฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดมากที่สุดคิดเป็น 50.61 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือไข่และรยางค์ของโคพีพอดคิดเป็น 22.54 เปอร์เซ็นต์ แต่ช่วงในฤดูฝนปลาแป้นกระสวย (จำนวน 171 ตัว) มีการกินฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดลดลง แต่จะกินรยางค์ของกุ้งและปู และไดอะตอมเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.7)

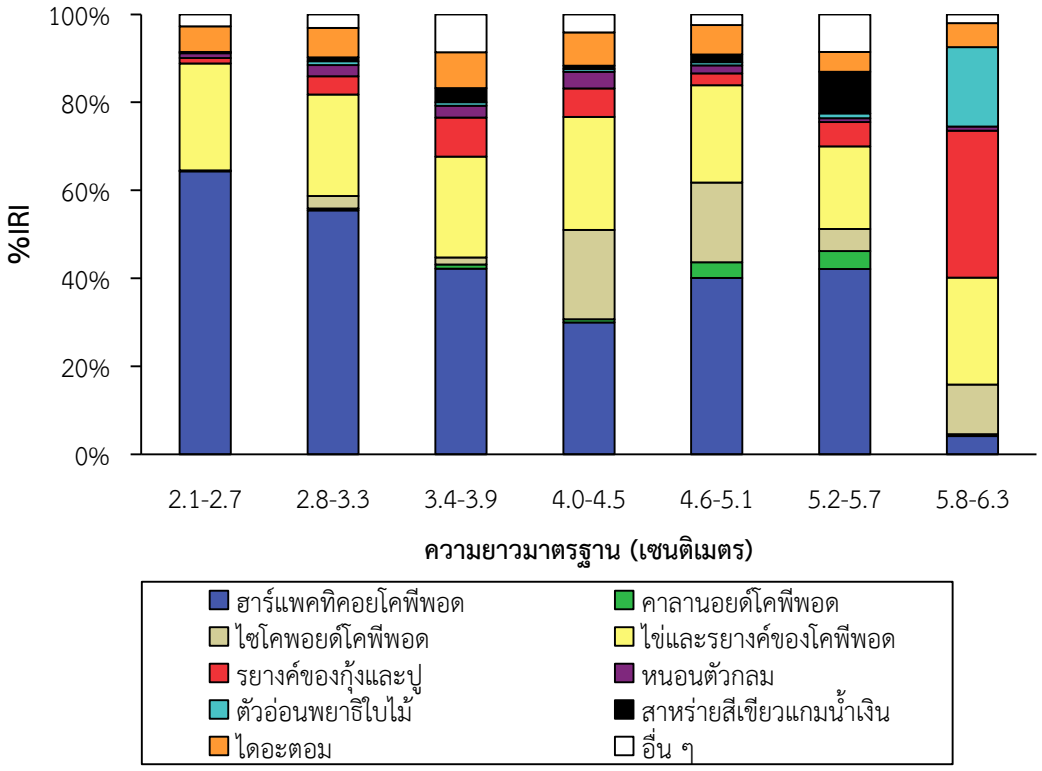
ความแตกต่างของขนาดต่อการกินอาหารของปลาแป้นกระสวย ในช่วงความยาวมาตรฐานที่แตกต่างกันพบว่าปลาแป้นกระสวยมีการกินฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดลดลงจากช่วง 2.1-2.7

เซนติเมตร จนถึงขนาด 5.8-6.3 เซนติเมตรเป็นช่วงที่กินคาลานอยด์โคพีพอดน้อยที่สุด และเริ่มมีการกินรยางค์ของกุ้งและปูเพิ่มขึ้นในช่วง 2.8-3.3 จนถึงขนาด 5.8-6.3 เซนติเมตรซึ่งเป็นช่วงที่มีการกินรยางค์ของกุ้งและปูสูงที่สุด (ภาพที่ 4.19) รายงานการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาในปลาแป้นกระสวยบริเวณทะเลชายฝั่งทางตะวันตกเฉียงใต้ของอินเดียของ Acharya and Naik (2016) ที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงของขนาดไม่มีผลต่อการเลือกกินอาหาร อาจเนื่องจากจำนวนของปลาแป้นกระสวยที่จับได้มีขนาดอยู่ในช่วง 6.1–6.5 เซนติเมตร ถึง 12.1–12.5 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าปลาแป้นที่จับได้ในการศึกษาครั้งนี้ การที่ปลาแป้นกระสวยมีแนวโน้มปรับเปลี่ยนการกินฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดลดลงเมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้น อาจขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างซี่กรองเหงือกที่เพิ่มขึ้นเมื่อปลามีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้กรองกินเหยื่อที่มีขนาดเล็กได้ลดลง (Blaber, 2000)

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ระหว่างฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

	ฤดูแล้ง (n = 145)				ฤดูฝน (n = 171)			
ชนิดอาหาร	**%N**	**%Fi**	**%V**	**%IRI**	**%N**	**%Fi**	**%V**	**%IRI**
คาลานอยด์โคพีพอด	0.42	50.36	7.27	2.13	0.21	26.81	2.51	0.53
ฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด	36.68	98.56	56.53	50.61	17.86	85.51	18.90	22.97
ไซโคพอยด์โคพีพอด	2.83	75.54	20.61	9.75	3.48	45.65	17.41	6.9681
ไข่และรยางค์ของโคพีพอด	40.92	99.28	0.30	22.54	32.24	100.00	0.15	23.67
รยางค์ของกุ้งและปู	0.32	57.55	5.11	1.72	3.30	57.25	36.75	16.75
ไดอะตอม	9.36	100.00	0.75	5.57	17.83	90.58	1.00	12.46
ตัวอ่อนเพรียงระยะนอเพลียส	0.18	32.37	0.31	0.086	0.02	3.62	0.02	0.001
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้	0.16	53.96	1.29	0.43	0.55	64.49	3.11	1.72
หนอนตัวกลม	3.30	92.09	0.72	2.04	6.14	74.64	0.93	3.86
ตัวอ่อนกุ้ง	0.00	1.44	0.78	0.006	0.03	4.35	6.47	0.206
อื่น ๆ	5.84	76.26	6.33	5.12	18.33	47.83	12.76	10.86
รวม	100	737.4	100	100	100	600.7	100	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.19 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ที่มีขนาดความยาวมาตรฐานแตกต่างกัน ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

4.7.3 การเปรียบเทียบการกินอาหารระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย

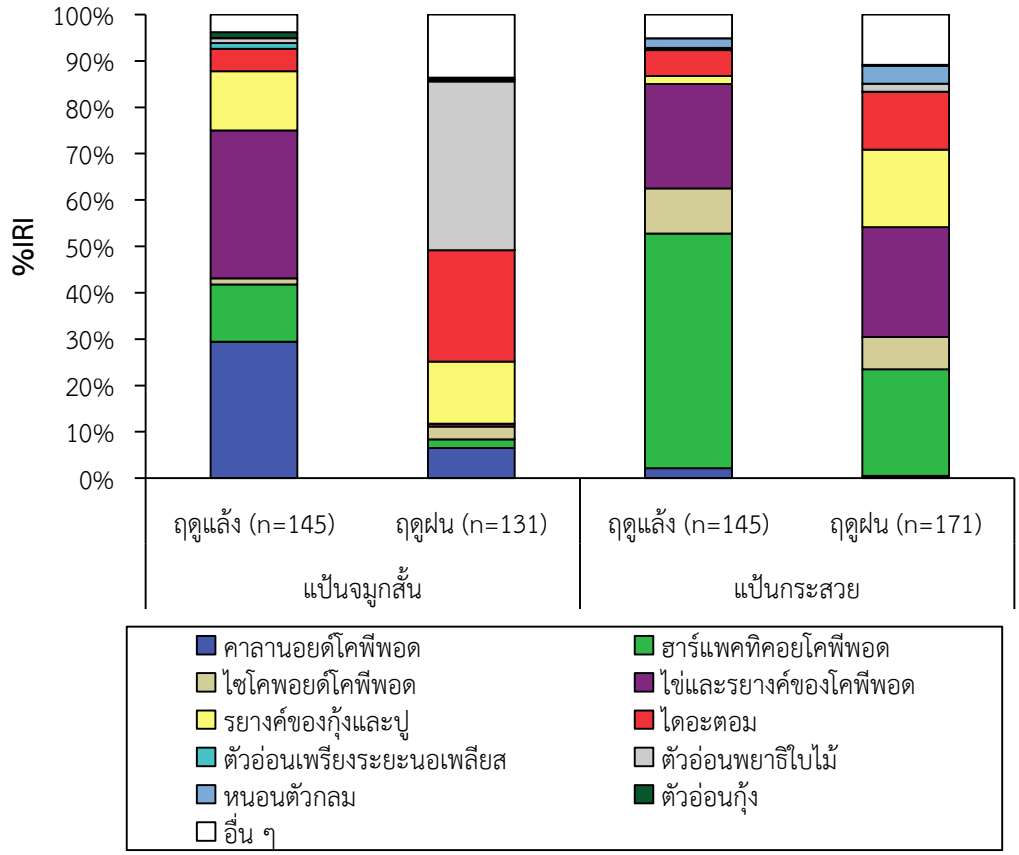
เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย จำนวน 592 ตัว ที่สุ่มมาจากตัวอย่าง 5,959 ตัว พบว่ากลุ่มอาหารส่วนใหญ่ในกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิดพบกลุ่มอาหารที่เป็นสิ่งที่ไม่สามารถระบุได้มากที่สุด แต่ก็ยังสามารถจำแนกกลุ่มอาหารบางส่วนได้ เชื่อว่าอาจเกี่ยวข้องกับอุปนิสัยของปลาแป้นที่อยู่อาศัยในบริเวณปากแม่น้ำ และด้วยโครงสร้างลักษณะทิศทางการยืดของปากที่มีทิศทางชี้ลงด้านล่างคล้ายกันทั้งสองชนิด ทำให้มีโอกาสสัมผัสหรือกินดินตะกอนพร้อมกับอาหารเข้าไป (Asriyana et al., 2018) หรือนอกจากนี้กิจกรรมของเอนไซม์ที่ย่อยอาหารหลั่งออกมาจำนวนมาก หรือการรักษาสภาพตัวอย่างที่ล่าช้าเกินไป สอดคล้องในการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่ามิญชวิทยาของเยื่อบุผิวของลำไส้ของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยเกิดการเสื่อมสลายอย่างหนัก สำหรับกลุ่มอาหารในปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย พบได้หลากหลายกลุ่มอาหาร โดยกลุ่มอาหารที่มีค่าเปอร์เซ็นต์รองจากสิ่งที่ไม่สามารถระบุได้ คือ กลุ่มคาลานอยด์โคพีพอด และกลุ่มฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอด ซึ่งจัดเป็นแพลงตอนสัตว์กลุ่มหลักที่อยู่ในกระเพาะอาหาร สอดคล้องกับการศึกษาในปลาแป้นกระสวยชนิด

L. splendens และปลาแป้นชนิด *L. bindus* จากบริเวณ Mirkarwada of Ratnagiri พบกลุ่มอาหารหลักเป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่า 40.76 เปอร์เซ็นต์ (Acharya and Naik, 2016) เช่นเดียวกับการพบกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ในทางเดินอาหารปลาแป้นชนิด *Nuchequula blochii* จากอ่าว Kendari ทางตอนใต้ของประเทศอินโดนิเซีย (Asriyana et al., 2018) นอกจากนี้ยังคงมีงานวิจัยอย่างต่อเนื่องทั้ง Tiews et al. (1968) และ (Murty et al., 2003) ช่วยสนับสนุนว่ากลุ่มปลาแป้นสกุล *Leiognathus* กินกลุ่มแพลงตอนก์เป็นหลัก โดยเฉพาะกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ จากการรายงานก่อนหน้านี้ที่กล่าวว่าองค์ประกอบของอาหารในปลามักเชื่อมโยงถึงนิสัยการกินอาหาร (Vögler Santos et al., 2009; Hedianto et al., 2010) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดกินอาหารกลุ่มแพลงตอนสัตว์มากที่สุด (dominant food)

ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารกับฤดูกาลเปรียบเทียบในปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย พบว่ามีการเลือกกินเหยื่อที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ในฤดูแล้งปลาแป้นจมูกสั้น (จำนวน 145 ตัว) มีการเลือกกินคาลานอยด์โคพีพอดมากกว่าปลาแป้นกระสวย (จำนวน 145 ตัว) คิดเป็น 29.46 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปลาแป้นกระสวยกินฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดมากกว่าปลาแป้นจมูกสั้นสูงถึง 50.61 เปอร์เซ็นต์ แต่ในช่วงฤดูฝนปลาแป้นทั้งสองชนิดมีการเลือกกินโคพีพอดลดลง โดยในปลาแป้นจมูกสั้น (จำนวน 131 ตัว) เลือกกินตัวอ่อนพยาธิใบไม้มากที่สุด รองลงมาคือไดอะตอม แสดงให้เห็นว่าในปลาแป้นจมูกสั้นมีการกินอาหารที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล แต่ในปลาแป้นกระสวย (จำนวน 171 ตัว) ยังคงเลือกกินฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดเป็นอาหารหลักคิดเป็น 22.97 เปอร์เซ็นต์ ผลความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเนื่องจากโครงสร้างของซี่กรองเหงือก (gill raker) ที่มีผลต่อขนาดเหยื่อที่กินเข้าไป (Langeland and Nøst, 1995) ในปลาแป้นกระสวยที่มีโครงสร้างซี่กรองเหงือกมีฟันซี่เล็กกระจายตัวอยู่มาก อาจช่วยในการจับอาหาร (scraping food) หรือกรองกินเหยื่อ (filter) ที่มีขนาดเล็กอย่างฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดได้ดีกว่าปลาแป้นจมูกสั้นที่มีโครงสร้างซี่กรองของเหงือกเป็นลักษณะคล้ายปุ่มและมีฟันเล็กน้อย

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิดกับความหนาแน่นของอาหารที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีทั้งสองฤดู พบว่าแป้นทั้งสองชนิดมีการกินอาหารเปลี่ยนแปลงไปตามความหนาแน่นของอาหาร ในฤดูแล้งปลาแป้นจมูกสั้นมีการกินคาลานอยด์โคพีพอดเป็นอาหารหลัก (ภาพที่ 4.20) สอดคล้องกับความหนาแน่นของคาลานอยด์โคพีพอดที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีมากที่สุด (1.58 x10^4 ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร) (ภาพที่ 4.17b) แตกต่างจากในปลาแป้นกระสวยที่พบว่าความหนาแน่นของอาหารที่พบในบริเวณปากแม่น้ำไม่มีความสอดคล้องกับอาหารที่กินเข้าไป อาจเนื่องจากโครงสร้างซี่กรองเหงือกที่สามารถกรองกินเหยื่อที่มีขนาดเล็กได้ดีกว่าปลาแป้นจมูกสั้น จึงทำให้พบฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดเป็นอาหารกลุ่มเด่นในกระเพาะอาหารมากกว่าคาลานอยด์โคพีพอด (ภาพที่ 4.20) ในขณะที่ฤดูฝนพบว่าปลาแป้นทั้ง

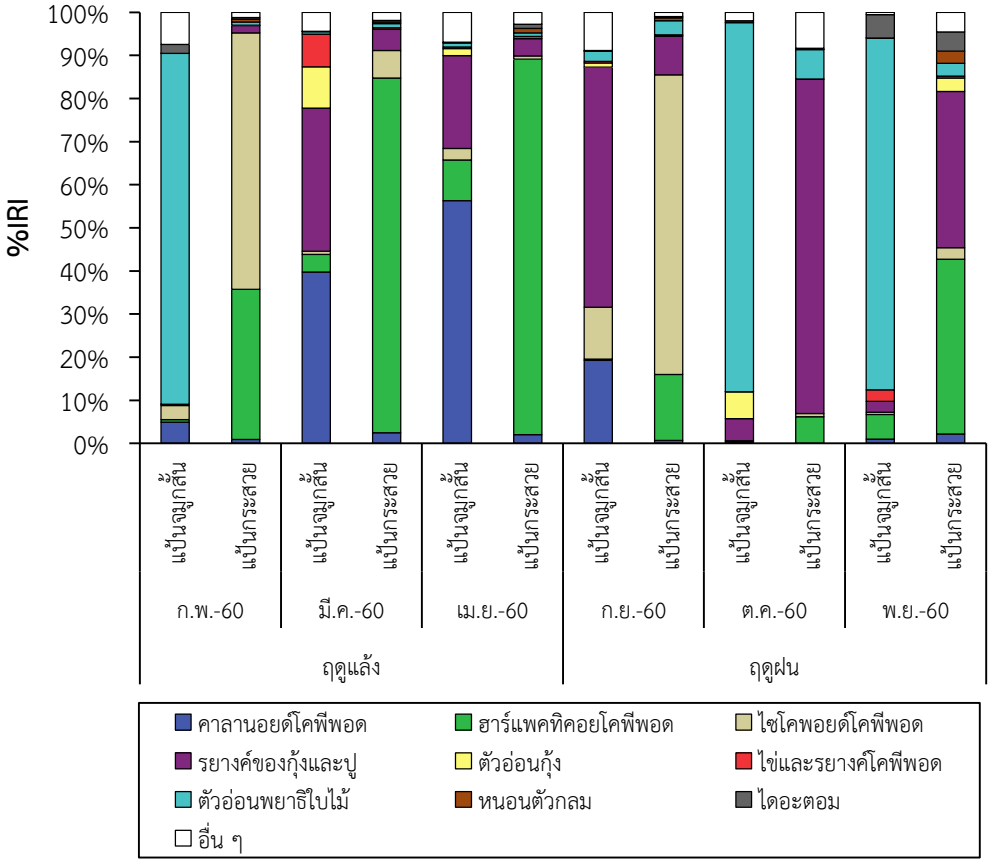
สองชนิดกินอาหารได้หลากหลายกลุ่มมากขึ้น เช่น รยางค์ของกุ้งและปู และไดอะตอม แต่มีการกินกลุ่มโคพีพอด ได้แก่ คาลานอยด์โคพีพอด และฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดลดลง (ภาพที่ 4.20) การเปลี่ยนแปลงการกินอาหารเมื่อความหนาแน่นของอาหารในน้ำมีความแปรผันตามฤดูกาลที่เกิดขึ้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากความสมบูรณ์ของอาหารในฤดูฝนที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์อยู่ในช่วง $6.72x10^{3}$-$6.7x10^{4}$ ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าในฤดูแล้ง$1.62x10^{3}$-$3.79x10^{4}$ ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ทำให้ปลาสามารถเลือกกินอาหารได้หลากหลายชนิด และใช้พลังงานในการจับเหยื่อน้อย ทำให้ปลาเลือกกินเหยื่อมีขนาดใหญ่ที่ให้ประโยชน์สูงสุด เช่น รยางค์ของกุ้งและปูมากขึ้น สอดคล้องตามทฤษฎี optimal foraging theory (Wootton, 1998; Gill, 2003; Nyegaard et al., 2004; Asriyana et al., 2018)



ภาพที่ 4.20 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560)

4.7.4 **การเปรียบเทียบปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อกินอาหารระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด**

จากผลการศึกษาองค์ประกอบอาหารในกระเพาะของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย (จำนวน 592 ตัว) โดยรวมแล้วปลาแป้นทั้งสองชนิดกินโคพีพอดเป็นอาหารหลัก ซึ่งเมื่อพิจารณาในชนิดเดียวกันยังพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงการกินอาหารตามขนาดตัว และมีการกินอาหารแตกต่างกันในแต่ละฤดู เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองชนิดตลอดทั้งสองฤดูกาล โดยรวมแล้วสามารถจำแนกอาหารกลุ่มหลักของปลาแป้นทั้งสองชนิดได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ โคพีพอด และรยางค์ของกุ้งและปู (ภาพที่ 4.21) ซึ่งความแตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความกว้างของ-ปากที่เปิด (mouth gape) ของปลา ความหนาแน่นของอาหารในน้ำ การใช้ที่อยู่อาศัย (microhabitat use) และพฤติกรรมการหาอาหาร (Ryer, 1988; Frederick et al., 2000; Ross, 2013) ในการศึกษาครั้งนี้พบปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการอาหารในปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย ดังนี้



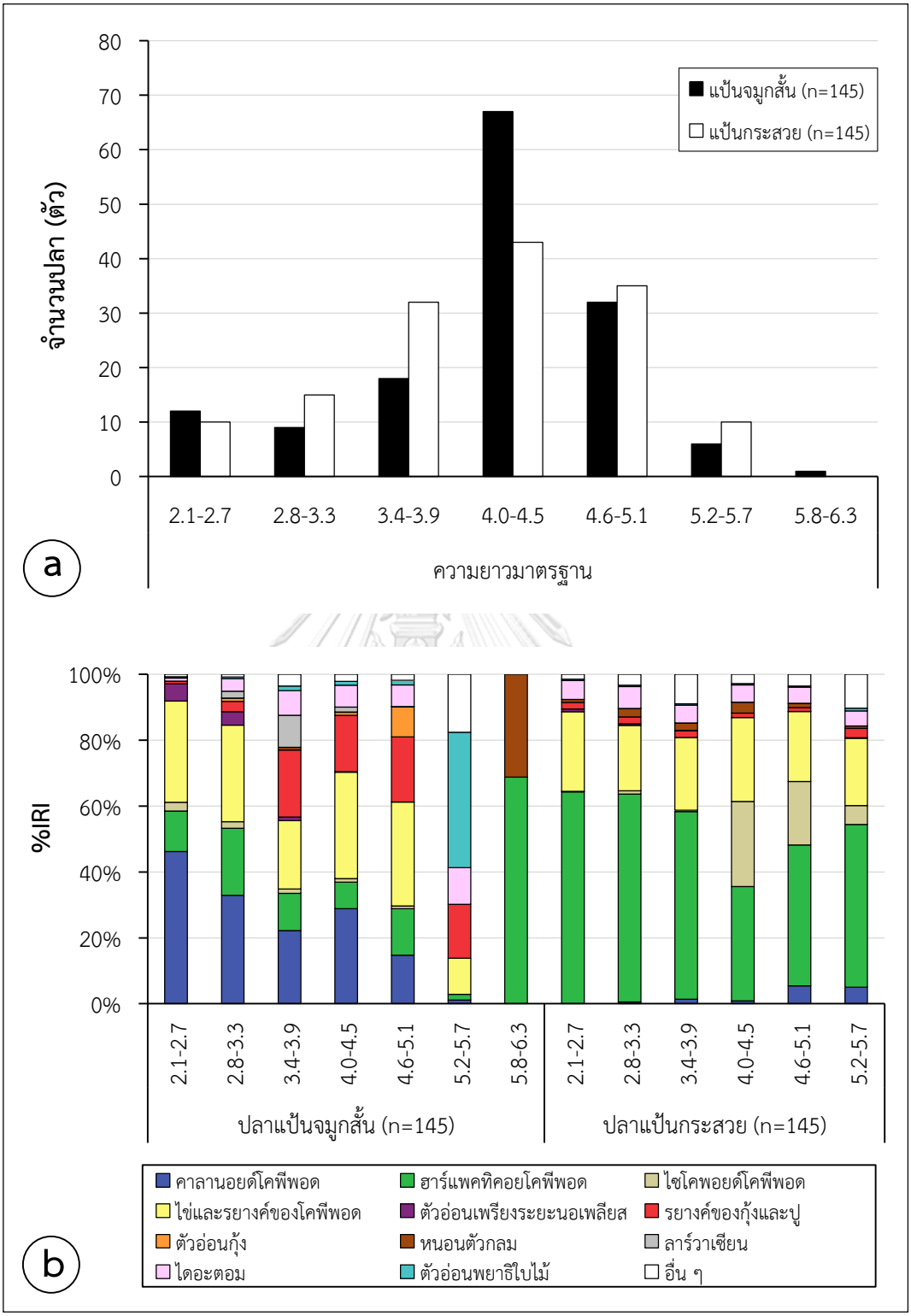
ภาพที่ 4.21 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย (n = 592 ตัว) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี โดยรวมในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) และฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560)

ความแตกต่างของขนาดต่อการกินอาหาร

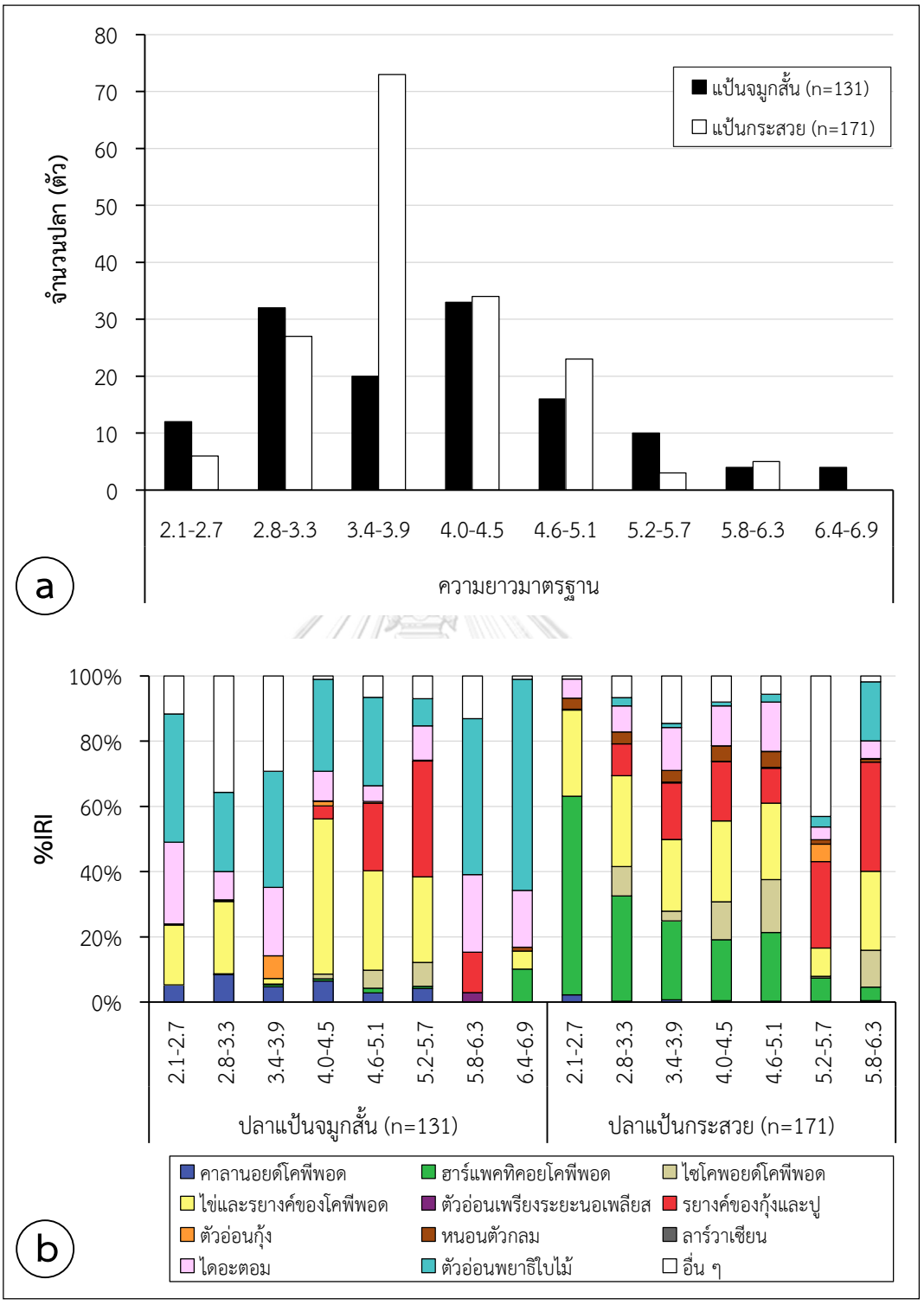
เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของขนาดต่อการกินอาหารระหว่างปลาแป้นจมูกสั้นกับปลาแป้นกระสวย ในช่วงความยาวมาตรฐานที่แตกต่างกันพบว่า โดยรวมปลาแป้นทั้งสองชนิด มีการปรับเปลี่ยนการกินกลุ่มของอาหารหลักเมื่อขนาดความยาวเพิ่มขึ้นทั้งสองฤดูกาล (ภาพที่ 4.22-4.23) ในฤดูแล้งพบปลาแป้นจมูกสั้นกับปลาแป้นกระสวยที่ช่วงความยาวมาตรฐาน 4.0-4.5 เซนติเมตรมากที่สุด (ภาพที่ 4.22a) เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารพบว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดเริ่มมีการกินอาหารกลุ่มโคพีพอดลดลงที่ขนาด 2.8-3.3 เซนติเมตร แต่ในปลาแป้นจมูกสั้นยังคงกินคาลานอยด์โคพีพอดกลุ่มอาหารหลักจนถึงขนาด 3.4-3.9 เซนติเมตรจะเริ่มกินรยางค์ของกุ้งและปูเพิ่มขึ้น ส่วนปลาแป้นกระสวยแม้ว่าจะมีการกินฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอดลดลงจนถึงขนาด 4.0-4.5 เซนติเมตร แต่อาหารกลุ่มหลักก็ยังคงเป็นฮาร์แพคทิคอยด์โคพีพอด ช่วงที่ปลาแป้นทั้งสองมีขนาดใหญ่ที่สุด (5.8-6.3 เซนติเมตร ในปลาแป้นจมูกสั้น และ 5.2-5.7 เซนติเมตรในปลาแป้นกระสวย) มีการปรับเปลี่ยนมากินโคพีพอดเช่นเดิม (ภาพที่ 4.22b) ในฤดูฝนพบปลาแป้นจมูกสั้นที่ช่วงความยาวมาตรฐาน 4.0-4.5 เซนติเมตรมากที่สุด (33 ตัว) ในขณะที่ปลาแป้นกระสวยพบที่ช่วงความยาวมาตรฐาน 3.4-3.9 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.23a) ปลาแป้นทั้งสองชนิดมีการเริ่มกินรยางค์ของกุ้งและปูเพิ่มขึ้นในช่วงขนาดความยาวมาตรฐานที่แตกต่างกัน ในปลาแป้นจมูกสั้นเริ่มต้นที่ขนาด 4.0-4.5 เซนติเมตร จนถึงขนาด 5.2-5.7 เซนติเมตร มีการกินรยางค์ของกุ้งและปูมากที่สุด ในขณะที่ปลาแป้นกระสวยเริ่มกินรยางค์ของกุ้งและปูตั้งแต่ขนาด 2.8-3.3 เซนติเมตร จนถึงขนาด 5.8-6.3 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.23b)

จากความแตกต่างการเปลี่ยนแปลงกินอาหารในช่วงความยาวมาตรฐานที่แตกต่างกันภายในชนิดเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดอาจหลีกเลี่ยงแรงกดดันจากการแข่งขันบางอย่างโดยการเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรในช่วงชีวิตที่แตกต่างกัน (Ebert, 2002) ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของอาหารที่แตกต่างกันตามขนาดหรือตามวัย (ontogenetic diet shift) อาจไม่ได้เป็นเพราะความต้องการพลังงานที่สูงเมื่อมีขนาดตัวเพิ่มขึ้นเสมอไป ดังเช่น ในฤดูแล้งที่ปลาแป้นทั้งสองมีขนาดความยาวมาตรฐานมากที่สุด (5.8-6.3 เซนติเมตร ในปลาแป้นจมูกสั้น และ 5.2-5.7 เซนติเมตรในปลาแป้นกระสวย) มีการปรับเปลี่ยนมากินโคพีพอดเป็นอาหารหลักเช่นเดิม (ภาพที่ 4.22b) อาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัย ตัวปลาอาจจะขยายช่วงหรือครอบครองที่อยู่อาศัยที่หลากหลายมากขึ้น (Springer, 1967; Ebert, 2002)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 4.22 ความแตกต่างของขนาดความยาวมาตรฐานต่อการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) **a)** จำนวนปลาแป้นทั้งสองชนิดที่พบ **และ b)** สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร



ภาพที่ 4.23 ความแตกต่างของขนาดความยาวมาตรฐานต่อการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560) **a)** จำนวนปลาแป้นทั้งสองชนิดที่พบ **และ b)** สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร

ความแตกต่างของที่อยู่อาศัยต่อการกินอาหาร

จากการศึกษาผลความแตกต่างของขนาดต่อการกินอาหารดังกล่าวพบว่า ความหนาแน่นของอาหารในที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกันอาจมีผลต่อความแตกต่างการกินอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย ซึ่งสามารถทำนายได้จากความหนาแน่นของอาหารในสถานีที่แตกต่างกัน ดังนี้

ในฤดูแล้งความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์จากทั้ง 5 สถานีสามารถจำแนกองค์ประกอบกลุ่มหลัก ได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ คาลานอยด์โคพีพอด ตัวอ่อนกุ้ง และลูกปูอันดับบราชีอูราระยะซูเอีย โดยรวมทุกสถานีพบคาลานอยด์โคพีพอดเป็นกลุ่มเด่น (ภาพที่ 4.17b) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิดโดยรวมทั้ง 5 สถานีพบว่าที่อยู่อาศัยไม่มีผลต่อการกินอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด เนื่องจากอาหารหลักที่พบคือโคพีพอดเหมือนกัน แต่มีความแตกต่างกันตามกลุ่มของโคพีพอด ในปลาแป้นจมูกสั้นมีการกินอาหารแบบกินทั่วไป (generalist) ไม่เลือกกินอาหารชนิดใดเป็นพิเศษ โดยกินตามความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบในน้ำ ได้แก่ คาลานอยด์โคพีพอด ในขณะที่ปลาแป้นกระสวยมีการเลือกกินฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอดเป็นชนิดพิเศษ (specialist) (ภาพที่ 4.24a) ซึ่งเมื่อเทียบกับคาลานอยด์โคพีพอดที่พบอยู่ในน้ำทั้ง 5 สถานี จัดว่ามีฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอดอยู่น้อยมาก (ภาพที่ 4.17b) อาจเนื่องจากโครงสร้างของซี่กรองเหงือกในปลาแป้นกระสวยช่วยในการจับอาหาร หรือกรองกินฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอดซึ่งมีขนาดเล็กกว่าคาลานอยด์โคพีพอดได้ดีกว่าปลาแป้นจมูกสั้น

ในฤดูฝนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ใน 5 สถานีสามารถจำแนกองค์ประกอบกลุ่มหลัก ได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม ได้แก่ คาลานอยด์โคพีพอด ตัวอ่อนกุ้ง ลูกปูอันดับบราชีอูราระยะซูเอีย และแอมฟิพอด แต่มีสัดส่วนองค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์แตกต่างกันในแต่ละสถานี (ภาพที่ 4.17b) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด พบว่าที่อยู่อาศัยมีอิทธิพลต่อการกินอาหารของปลาอย่างชัดเจน (ภาพที่ 4.24b) ในสถานที่ 1 ปลาแป้นทั้งสองชนิดกินตามความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบในน้ำ และเลือกกินแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดใหญ่กว่าโคพีพอดมากขึ้น ได้แก่ ตัวอ่อนกุ้ง และลูกปูอันดับบราชีอูราระยะซูเอีย ในขณะที่สถานีที่ 2 ถึงสถานีที่ 5 พบว่าในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นมีตัวอ่อนพยาธิใบไม้เป็นอาหารหลัก ซึ่งไม่สอดคล้องกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่อยู่ในน้ำ ในขณะที่ปลาแป้นกระสวยมีการกินอาหารที่หลากหลายของชนิดอาหาร ได้แก่ โคพีพอด ครัชตาเชียน ไดอะตอม ตัวอ่อนพยาธิใบไม้ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และหนอนตัวกลม โดยเฉพาะอาหารกลุ่มโคพีพอดเป็นอาหารกลุ่มเด่น (ภาพที่ 4.24b) อาจเนื่องมาจากความแตกต่างในด้านผลิตผล (productivity) และความสมบูรณ์ (food availability) ของอาหารระหว่างถิ่นที่อยู่อาศัย การพบพืชป่าชายเลนในบริเวณริมฝั่งของปากแม่น้ำสามารถมีอิทธิพลต่อการกระจายและกิจกรรมการกินอาหารปลาด้วย (Alistar and Duke, 1987)

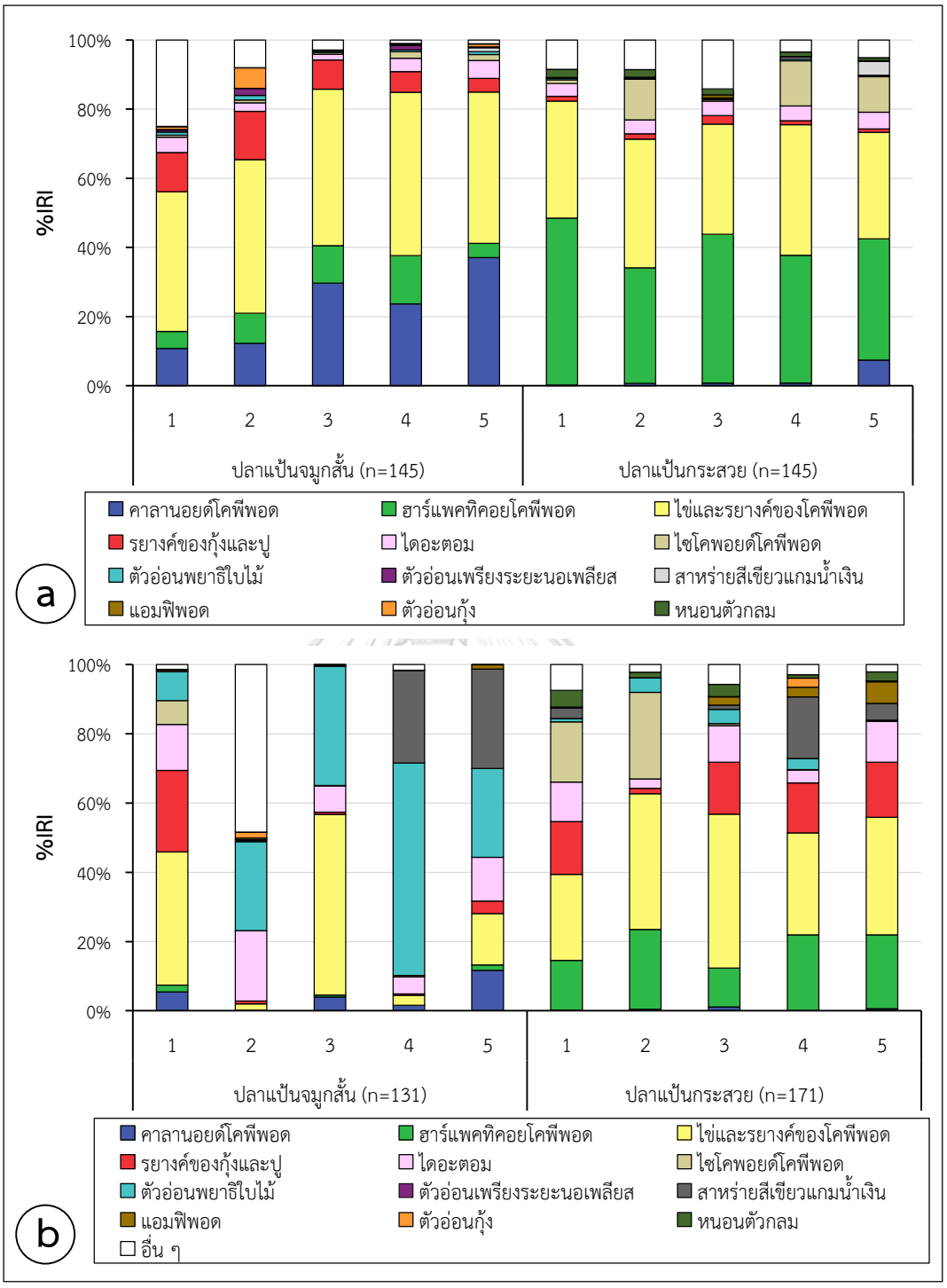
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื่องจากพืชพันธุ์ป่าชายเลนที่ครอบคลุม และมีดินเลนล้อมรอบ สร้างแหล่งอาศัยขนาดเล็ก (microhabitat) ที่รองรับประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ และแพลงก์ตอนในบริเวณที่อาศัยนั้น ๆ (Nyunja et al., 2002) และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่อยู่ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้งช่วยส่งเสริมความสมบูรณ์ของอาหารระหว่างถิ่นที่อยู่อาศัยทำให้ปลาแป้นทั้งสองชนิดมีการกินอาหารได้หลากหลายมากขึ้น (ภาพที่ 4.24b)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของขนาดของปลาแป้นจมูกสั้นกับปลาแป้นกระสวยที่เข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีทั้ง 5 สถานี โดยรวมพบปลาแป้นทั้งสองชนิดมีขนาดความยาวมาตรฐานตั้งแต่ 2.1-6.3 เซนติเมตร ในแต่ละช่วงความยาวมีจำนวนและการกระจายตัวแตกต่างกันในแต่ละฤดู (ภาพที่ 4.25a-b) ในฤดูแล้งพบปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยที่มีความยาวมาตรฐาน 4.0-4.5 เซนติเมตร และ 4.6-5.1 เซนติเมตรเป็นกลุ่มเด่น (ยกเว้นสถานีที่ 3 พบความยาวตั้งแต่ 2.1-2.7, 2.8-3.3 และ 4.6-5.1 เซนติเมตรเป็นกลุ่มเด่น) (ภาพที่ 4.25a) ส่วนในฤดูฝนพบว่า ปลาแป้นกระสวยที่อาศัยอยู่ในสถานีที่ 1 และ 4 โดยรวมมีขนาดใหญ่กว่าปลาแป้นจมูกสั้น ในขณะที่สถานีที่ 2, 3 และ 5 พบปลาแป้นกระสวยมีขนาดเล็กกว่าปลาแป้นจมูกสั้น (ภาพที่ 4.25b)

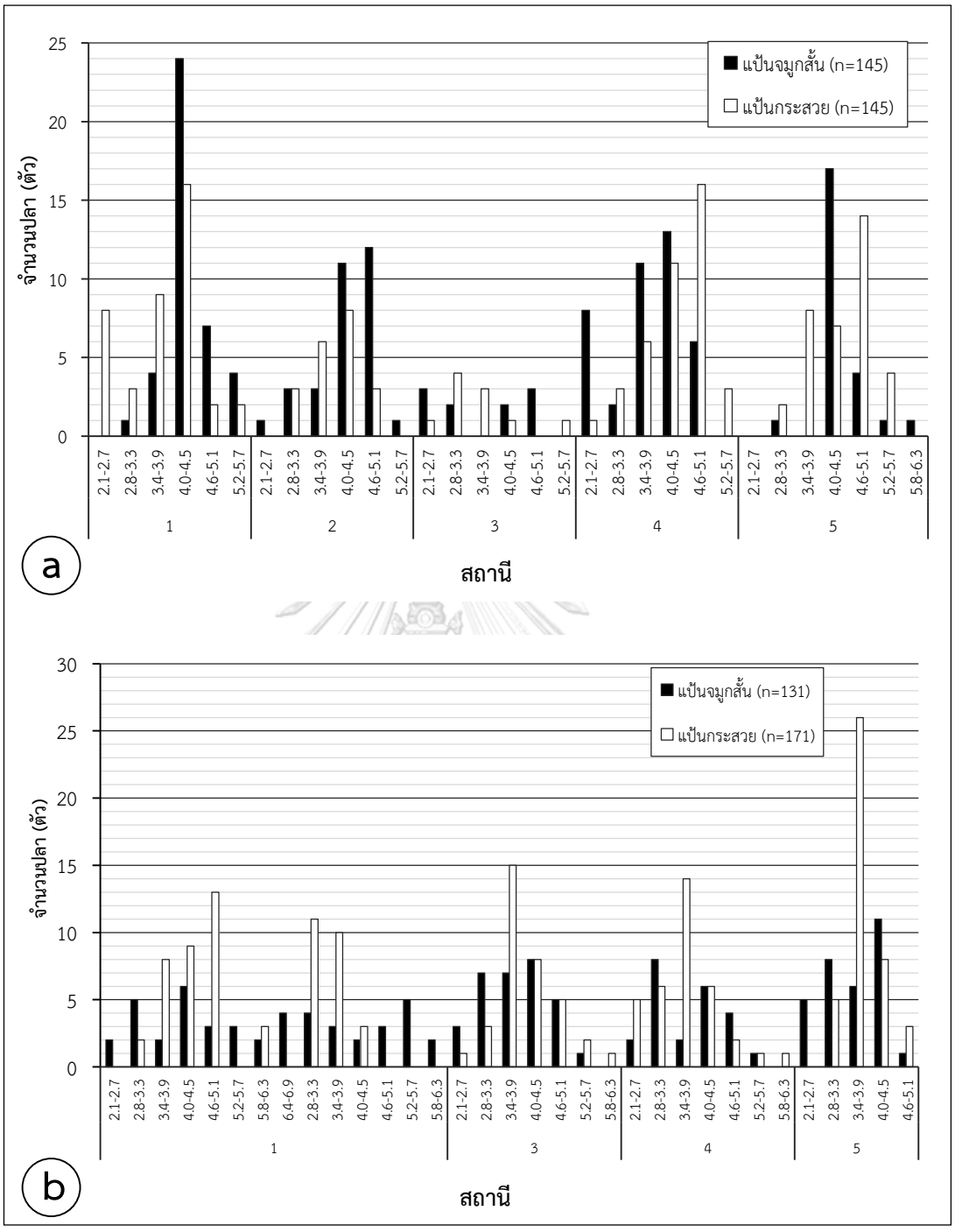
ในฤดูแล้งที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ต่ำ พบคาลานอยด์โคพีพอดเป็นกลุ่มเด่นในทุกสถานี การเปลี่ยนแปลงการกินอาหารที่แตกต่างกันตามขนาดหรือตามวัย (ontogenetic diet shift) อาจไม่มีผลต่อการกินอาหาร และขนาดของปลาแป้นที่เข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำส่วนใหญ่มีขนาดความยาวมาตรฐานที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้พบโคพีพอดเป็นอาหารหลักในกระเพาะ (ภาพที่ 4.24a) แตกต่างจากในฤดูฝนที่ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์สูงกว่าในฤดูแล้ง ทำให้พบการกินอาหารที่หลากหลายชนิดในปลาแป้นทั้งสองชนิด และมีการเปลี่ยนแปลงการกินอาหารที่แตกต่างกันตามขนาดหรือตามวัย ยกตัวอย่างในสถานีที่ 1 องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นพบรยางค์ของกุ้งและปูรองลงมา (ภาพที่ 4.24b) อาจเนื่องจากในฤดูฝนพบปลาแป้นจมูกสั้นขนาดมาตรฐาน 6.4-6.9 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดอาศัยอยู่ในสถานีที่ 1 ด้วย (ภาพที่ 4.25b) ทั้งนี้ในสถานีที่ 2 ถึงสถานีที่ 5 ปลาแป้นจมูกสั้นมีการกินตัวอ่อนพยาธิใบไม้เป็นอาหารหลัก ซึ่งไม่สอดคล้องกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่อยู่ในน้ำอาจเนื่องจากจำนวนของปลาแป้นกระสวยในฤดูฝนมีจำนวนมากกว่าทำให้เกิดแรงกดดันในการแก่งแย่งอาหารที่อยู่ในแต่ละสถานีเกิดขึ้นทำให้ปลาแป้นจมูกสั้นเลือกกินอาหารกลุ่มอื่น ๆ มากกว่ารยางค์ของกุ้งและปู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.24 ความแตกต่างของที่อยู่อาศัยต่อการกินอาหาร ของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย จากทั้ง 5 สถานีในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี

a) สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) **และ b)** สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหาร ในฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560)



ภาพที่ 4.25 การกระจายตัวของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยที่มีขนาดความยาวมาตรฐานแตกต่างกันที่อาศัยในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ทั้ง 5 สถานี

a) ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560) **และ b)** ฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560)

จากการรายงานก่อนหน้านี้ที่กล่าวว่าองค์ประกอบของอาหารในปลามักเชื่อมโยงถึงนิสัยการกินอาหาร (Vögler et al 2009; Hedianto et al 2010) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดเป็นกลุ่มปลาที่กินแพลงก์ตอน (planktivorous fish) โดยเฉพาะแพลงก์ตอนสัตว์เป็นชนิดอาหารที่พบมากที่สุด (dominant food) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ (2557) และการศึกษาองค์ประกอบอาหารหลักของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยในอดีต (Wright, 1989; Woodland et al., 2001; Hajisamae et al., 2004; Hajisamae et al., 2006)

นอกจากนี้ ปลาแป้นทั้งสองชนิดยังมีพฤติกรรมการกินอาหารที่ยืดหยุ่นตามความหนาแน่นและขนาดของเหยื่อที่อยู่ในธรรมชาติ ซึ่งพบสองรูปแบบ ดังนี้

1) กินอาหารแบบกินทั่วไป (generalist) ในกรณีที่อาหารในบริเวณนั้นมีความหนาแน่นต่ำ ปลาจะกินเหยื่อที่มีสัดส่วนอยู่ในมวลน้ำมากที่สุด โดยไม่คำนึงพลังงานที่จะได้รับจากเหยื่อ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิด พบว่ามีการกินชนิดของอาหารแตกต่างกัน โดยเฉพาะกลุ่มของโคพีพอด ในปลาแป้นจมูกสั้นมีการกินคาลานอยด์โคพีพอดมากกว่าฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอด ตรงข้ามกับปลาแป้นกระสวยที่มีการกินฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอดมากกว่าคาลานอยด์โคพีพอด เนื่องจากลักษณะสัณฐานวิทยาของซี่กรองเหงือกของปลาแป้นทั้งสองชนิดแตกต่างกัน โดยโครงสร้างของซี่กรองเหงือกในปลาแป้นกระสวยช่วยในการจับอาหาร หรือกรองกินเหยื่อที่มีขนาดเล็กได้ดีกว่าปลาแป้นจมูกสั้น

2) กินอาหารบางชนิดมากเป็นพิเศษ (specialist) หากบริเวณนั้นมีเหยื่ออาหารที่สมบูรณ์หรือมีความหนาแน่นสูง ปลาแป้นทั้งสองชนิดจะเลือกกินเหยื่อตามทฤษฎีการกินอาหารเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยคำนึงถึงพลังงานและคุณค่าโภชนาการที่จะได้รับจากเหยื่อที่เหมาะสมกับขนาดร่างกายที่เติบโต (Wootton, 1998; Gill, 2003; Ross, 2013)

พฤติกรรมการกินอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด คล้ายกับการศึกษาในปลาแป้นชนิด *Nuchequula blochii* จากอ่าวทางตอนใต้ของประเทศอินโดนิเซียที่พบรูปแบบพฤติกรรมการกินอาหาร 2 รูปแบบตามความหนาแน่นของอาหาร (Asriyana et al., 2018) ในเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2017 ที่มีปริมาณของอาหารน้อย ปลาแป้นชนิด *N. blochii* มีพฤติกรรมการกินอาหารแบบกินทั่วไป (generalist) โดยเลือกกินเหยื่อ 19-21 ชนิด ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสกุล *Thallassiothrix, Coscinodiscus, Leptocylindrus*, และอินทรียสาร เมื่อปริมาณของอาหารเพิ่มขึ้น ปลาแป้นชนิดนี้มีพฤติกรรมแบบการกินอาหารบางชนิดมากเป็นพิเศษ (specialist) โดยเลือกกินแพลงก์ตอนพืชสกุล *Thalassiothrix* มากเป็นพิเศษ ซึ่งมีความชุกชุมสูงในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ปี ค.ศ. 2016

4.8 การแบ่งสรรทรัพยากรระหว่างปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย

การที่ปลามีนิสัยการกินอาหารที่แตกต่างกัน เนื่องจากช่วงเวลาและสถานที่แตกต่างกัน ทำให้ปัจจัยต่างๆ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ การแพร่กระจาย และความสามารถในการหาอาหารแตกต่างกัน อีกปัจจัยหนึ่งคือการแข่งขันภายในระหว่างชนิด (interspecific composition) ตามหลักการของ (Wootton, 1998) ที่กล่าวว่า การที่ปลาสองชนิดมีลักษณะการกินอาหารเหมือนกัน อาศัยอยู่บริเวณเดียวกัน จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกินอาหารให้แตกต่างกัน

ปลาแป้นในวงศ์ Leiognathidae เป็นปลากลุ่มเด่นที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี โดยเฉพาะปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยมักพบอาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน และมีการซ้อนทับกันของชนิดอาหารทั้งสองฤดูกาล ในฤดูแล้ง มีค่าดัชนีการทับซ้อนกัน (niche overlap) เท่ากับ 0.99 และในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 0.96 (ตารางที่ 4.8) แสดงให้เห็นว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีมีการทับซ้อนกันของการใช้ทรัพยากรอาหารสูง (ค่าดัชนีการทับซ้อนกันเท่ากับ 0.60 ถึง 1.00) และมีองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารใกล้เคียงกันมาก [similar diets] ยกเว้นอาหารกลุ่มโคพีพอดที่พบสัดส่วนแตกต่างกัน โดยในปลาแป้นจมูกสั้นมีการกินคาลานอยด์โคพีพอดที่อยู่ในมวลน้ำมากกว่าฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอด ตรงข้ามกับปลาแป้นกระสวยที่มีการกินฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอดมากกว่าคาลานอยด์โคพีพอด แสดงให้เห็นว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน (co-occurring species) ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีมีการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารเพื่อหลีกเลี่ยงการแก่งแย่งกันเกิดขึ้น อาจเนื่องจากความแตกต่างของโครงสร้างลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารของปาก และซี่กรองเหงือกที่เหมาะกับชนิดอาหารแตกต่างกัน

แม้ว่าปลาแป้นจมูกสั้นจะมีความยาวของปากที่ยืดออกมาสุด และมีขนาดของปากที่เล็ก จะช่วยเพิ่มแรงดูด (suction force) เหยื่อได้ดีกว่าปลาแป้นกระสวย (ตารางที่ 4.2) แต่มีโครงสร้างซี่กรองเหงือกเป็นลักษณะคล้ายปุ่ม และมีฟันเล็ก แตกต่างจากโครงสร้างซี่กรองเหงือกของปลาแป้นกระสวยที่มีฟันซี่เล็กกระจายตัวอยู่มาก (ภาพที่ 4.13b และ 4.13e) ซึ่งช่วยในการจับอาหาร หรือกรองกินเหยื่อที่มีขนาดเล็กได้ดีกว่าปลาแป้นจมูกสั้น จึงทำให้พบสัดส่วนองค์ประกอบในกระเพาะอาหารโดยเฉพาะกลุ่มของโคพีพอดแตกต่างกัน สอดคล้องกับรายงานของ Sebastian et al. (2011) ที่พบการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารในปลาแป้น 3 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณชายฝั่งทางตะวันตกเฉียงใต้ของอินเดีย เนื่องจากมีโครงสร้างลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารของปากที่เหมาะกับชนิดอาหารที่แตกต่างกันในปลาแป้นแต่ละชนิด

ในกระบวนการกินอาหารของปลาส่วนใหญ่ใช้ระบบการสูบน้ำเข้า โดยการเปิดช่องปาก และการกางออก (flaring) ของแผ่นปิดเหงือกเมื่อช่องปากขยายได้กว้างที่สุด จะช่วยให้น้ำไหลเข้ามาในช่องปากอย่างรวดเร็ว ช่วยดึงเหยื่อที่อาจไหลตามมากับน้ำ และเหยื่อจะถูกกักเก็บไว้ในช่องปากเมื่อ

ขากรรไกรของปากปิดลง (O'Brien, 1979) จากการทบทวนเอกสารของ Wright et al. (1983) พบว่าปลาอาจสามารถควบคุมระยะห่างระหว่างซี่กรองเหงือก โดยการควบคุมระดับของการขยายตัวของช่องปาก และน้ำที่ไหลผ่านร่องเหงือก (gill slits) นอกจากนี้ซี่กรองเหงือกที่มีระยะห่างแบบละเอียดอาจมีผลต่อการดูด และการอุดตันของอาหารได้ ทั้งนี้ การนับจำนวน และวัดระยะห่างของซี่กรองเหงือกของปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยอาจจำเป็นจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมและยืนยันสมมติฐานนี้ในอนาคตต่อไป

ตารางที่ 4.8 สัดส่วนค่าดัชนี %IRI ของชนิดอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) และค่าทับซ้อนของอาหาร ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

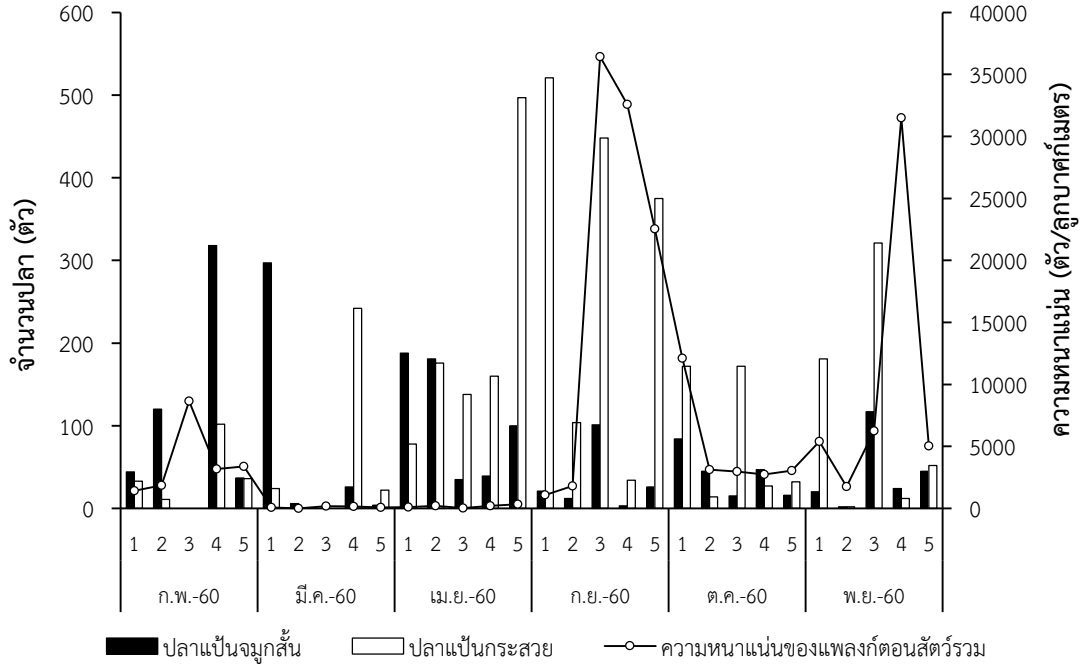
กลุ่มอาหาร	ฤดูแล้ง (n=290)		ฤดูฝน (n=302)	
	ปลาแป้นจมูกสั้น (n=145)	ปลาแป้นกระสวย (n=145)	ปลาแป้นจมูกสั้น (n=131)	ปลาแป้นกระสวย (n=171)
คาลานอยด์โคพีพอด	29.46	2.13	4.68	0.53
ฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด	12.3040	50.61	1.34	22.97
ไซโคลพอยด์โคพีพอด	1.34	9.75	1.96	6.9681
ไข่และรยางค์ของโคพีพอด	31.88	22.54	28.66	23.67
รยางค์ของกุ้งและปู	12.7571	1.72	9.62	16.75
ไดอะตอม	4.84	5.57	17.21	12.46
ตัวอ่อนเพรียงระยะนอเพลียส	1.22	0.086	0.008	0.001
ตัวอ่อนพยาธิใบไม้	1.068	0.43	26.13	1.72
หนอนตัวกลม	0.069	2.04	0.29	3.86
ตัวอ่อนกุ้ง	1.21	0.006	0.32	0.206
อื่น ๆ	3.83	5.12	9.76	10.86
	ค่าซ้อนทับของอาหาร = 0.74		ค่าซ้อนทับของอาหาร = 0.95	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

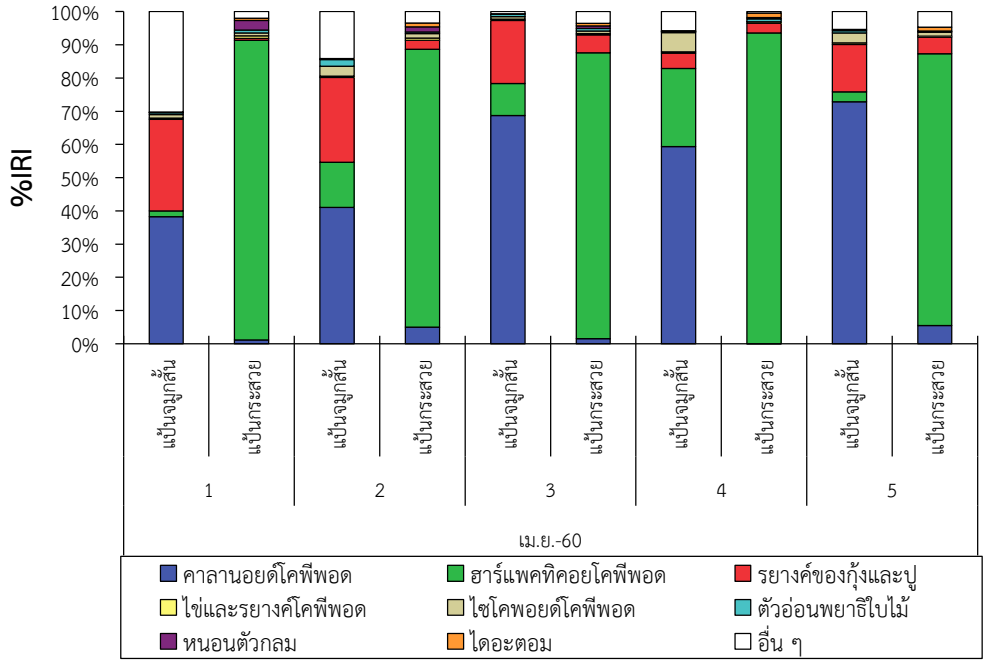
นอกจากการที่ปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยจะมีโครงสร้างลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารของปาก และซี่กรองเหงือกที่เหมาะกับชนิดอาหารที่แตกต่างกันจะส่งเสริมให้ปลาแป้นทั้งสองชนิดมีการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารกันแล้ว ยังพบรูปแบบการเข้ามาใช้ประโยชน์ในปากแม่น้ำของปลาแป้นทั้งสองชนิดเพื่อหาอาหารในช่วงเวลาแตกต่างกัน เมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัว และความชุกชุมของปลาแป้นทั้งสองชนิดที่เข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีโดยรวมพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละฤดู ปลาแป้นจมูกสั้นที่เข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำช่วงฤดูแล้งพบว่ามีจำนวนมากกว่าช่วงฤดูฝน ในขณะที่ปลาแป้นกระสวยเริ่มเข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีเป็นจำนวนมากในช่วงเดือนเมษายน และพบในฤดูฝนจำนวนมากกว่าปลาแป้นจมูกสั้น (ภาพที่ 4.26)

นอกจากนี้ปลาแป้นทั้งสองชนิดยังมีการซ้อนทับกันของชนิดอาหารที่สูงทั้งสองฤดู ด้วยเหตุนี้อาจทำให้เกิดการแบ่งสรรทรัพยากรของอาหารกันในรูปแบบชนิดอาหาร-เวลา ตามนิยามของ Schoener (1974) หรือ temporal partitioning อาจเป็นผลมาจากพฤติกรรมการรวมฝูง ซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถพบได้ในปลาแป้นวงศ์ Leiognathidae (Cabanban, 1991) คล้ายคลึงกับปลาชนิดอื่น ๆ ที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในปากแม่น้ำคนละช่วงเวลา เช่น การศึกษาในกลุ่มปลาดอกหมากระยะวัยรุ่นที่อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณปากแม่น้ำมามังกวาปี ประเทศบราซิล ในช่วงก่อนฤดูฝน (เดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมปี ค.ศ. 2011) พบปลาดอกหมากชนิด *Eugerres brasilianus* เป็นจำนวนมาก ในขณะที่ปลาดอกหมากอีกชนิด *E. melanopterus* เข้ามาในช่วงปลายฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคมปี ค.ศ. 2011) (Araújo et al., 2016)

นอกจากนี้ ปัจจัยความหนาแน่นของอาหารในธรรมชาติ ยังส่งผลให้ปลาแป้นทั้งสองชนิดที่อาศัยอยู่ในเวลาเดียวกันมีการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารรูปแบบของที่อยู่อาศัย (spatial partitioning) ซึ่งพบชัดเจนได้ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 สถานีที่ 2 ที่พบปลาแป้นทั้งสองชนิดจำนวนที่ไม่แตกต่างกันมาก (ปลาแป้นจมูกสั้นจำนวน 181 ตัว และปลาแป้นกระสวย 176 ตัว) สามารถอาศัยอยู่ในพื้นที่บริเวณเดียวกันได้ แม้ว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในสถานีที่ 2 จะต่ำมากก็ตาม (ภาพที่ 4.26) และเมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบในกระเพาะอาหารของตัวแทนปลาแป้นทั้งสองชนิดที่อาศัยในสถานีที่ 2 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 จำนวน 20 ตัว (ชนิดละ 10 ตัว) พบว่าทั้งปลาแป้นทั้งสองชนิดมีแนวโน้มการกินอาหารที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยปลาแป้นจมูกสั้นมีการกินคาลานอยด์โคพีพอดเป็นอาหารหลัก ในขณะที่ปลาแป้นกระสวยมีการกินฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอดมากกว่าคาลานอยด์โคพีพอด เนื่องจากลักษณะสัณฐานวิทยาของซี่กรองเหงือกของปลาแป้นกระสวยเหมาะกับการกรองชนิดอาหารที่มีขนาดเล็กมากกว่าปลาแป้นจมูกสั้น ทำให้ปลาแป้นทั้งสองลดการแก่งแย่งแข่งขัน และสามารถอยู่ร่วมกันได้ (ภาพที่ 4.27) ดังเช่นการรายงานของ Araújo et al. (2016) พบการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารรูปแบบของที่อยู่อาศัย ในกลุ่มปลาดอกหมากระยะวัยรุ่น 3 ชนิด ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในบริเวณปากแม่น้ำ จากทั้ง 4 สถานี พบว่าในสถานีที่เป็นหาดโคลน (Mud flat) ปลาดอกหมากชนิด *Eugerres melanopterus* กินไซโคลพอยด์โคพีพอดเป็นอาหารหลัก ในขณะที่ปลาดอกหมากชนิด *E. brasilianus* กินคาลานอยด์โคพีพอดเป็นอาหารหลัก ในส่วน 3 สถานีที่เหลือเป็นร่องน้ำขึ้นน้ำลง (tidal creek) องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะของปลาดอกหมากชนิด *Diapterus rhombeus* พบไซโคลพอยด์โคพีพอดเป็นกลุ่มเด่น ในขณะที่ปลาดอกหมากชนิด *E. Melanopterus* ที่อาศัยอยู่ในสถานีเดียวกัน พบคาลานอยด์โคพีพอดเป็นอาหารกลุ่มเด่นในกระเพาะอาหาร



ภาพที่ 4.26 การกระจายตัวของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในสถานีที่แตกต่างกันในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี



ภาพที่ 4.27 สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของค่าดัชนี IRI องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิดจากทั้ง 5 สถานี ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี จัดเป็นหนึ่งในแหล่งที่มีป่าชายเลนและมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงที่มีความซับซ้อนสูง สอดคล้องกับการรายงานถึงความหลากชนิดของประชาคมปลาที่กล่าวว่าวงศ์ปลาแป้น Leiognathidae มีการรายงานว่ามีความชุกชมของประชากรเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะ ปลาแป้นจมูกสั้น *Nuchequula gerreoides* และปลาแป้นแป้นกระสวย *Eubleekeria splendens* แต่ความเข้าใจถึงบทบาทแบบองค์รวมที่แท้จริงในระบบนิเวศหรือมีการแบ่งสรรทรัพยากรระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิดกลับยังไม่มีการรายงานในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ในการศึกษาครั้งนี้สนใจศึกษาถึงชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการและนิเวศวิทยาการกินอาหารเชิงเปรียบเทียบระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด เพื่อให้เข้าใจถึงบทบาทและหน้าที่ของปลาแป้นทั้งสองชนิดในระบบนิเวศที่มีอัตลักษณ์ของปากแม่น้ำปราณบุรีได้อย่างถูกต้อง และนำไปสู่การประยุกต์สำหรับการจัดการทรัพยากรประมงในเชิงอนุรักษ์ประชากรของปลาแป้นที่อาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีในอนาคตต่อไป

ปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยสามารถพบได้ทุก 5 สถานี ของบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย (ยกเว้นสถานีที่ 3 ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 และมีนาคม พ.ศ. 2560) พบว่าจำนวนตัวอย่างปลาแป้นจมูกสั้นมีทั้งหมด 1,973 ตัว และปลาแป้นจมูกสั้นมีทั้งหมด 3,986 ตัว ในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างจากเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูแล้ง และเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2560 แต่ค่าพารามิเตอร์ที่ได้ทำการเก็บข้อมูล กลับไม่พบว่ามีผลต่อการกระจายตัวของปลาแป้นทั้งสองชนิด นอกจากนี้ยังพบว่าแนวโน้มของสัดส่วนจำนวนตัวแตกต่างกันระหว่างสองฤดูกาล โดยเฉพาะในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 พบว่าจำนวนของปลาแป้นจมูกสั้น (จำนวน 519 ตัว) มากกว่าปลาแป้นกระสวย (182 ตัว) ตรงกันข้ามกับในส่วนของเดือนกันยายน ปลาแป้นกระสวยมากกว่าปลาแป้นจมูกสั้น เป็นไปได้ว่าอาจเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านความสมบูรณ์ของอาหาร และช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

สัณฐานวิทยาทั่วไปและลักษณะที่วัดระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิดส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่สิ่งที่น่าสนใจคือความแตกต่างของโครงสร้างลักษณะสัณฐานวิทยาของปาก ในปลาแป้นจมูกสั้นมีขนาดปากที่เล็ก และมีการยืดของปากได้ยาวกว่าปลาแป้นกระสวย คิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ และ 23 เปอร์เซ็นต์ของความยาวของหัว ตามลำดับ ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวคาดว่าปลาแป้นจมูกสั้นปากมีแรงดูดที่มากกว่าปลาแป้นกระสวย ทั้งนี้ ปลาแป้นทั้งสองชนิดมีปากยืดออกทิศทางลงด้านล่างเหมือนกัน มีความเป็นไปได้ที่ทั้งสองชนิดสามารถกินได้ทั้งแพลงก์ตอนและสัตว์หน้าดินเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อาหารหลัก นอกจากนี้ ปลาแป้นทั้งสองชนิดยังมีค่าสัมประสิทธิ์ความสมบูรณ์โดยรวมที่มากกว่า 1 ซึ่งบ่งบอกถึงสถานะของปลามีความสมบูรณ์ดี (good fatness) อาจเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีมีความเหมาะสมต่อปลาแป้นทั้งสองชนิด จากผลการศึกษาส่วนนี้ชี้ให้เห็นความแตกต่างด้านนิเวศวิทยาการกินอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิด นอกจากจะช่วยคาดการณ์ถึงการแบ่งสรรทรัพยากรระหว่างปลาแป้นทั้งสองชนิด และความสมบูรณ์ของอาหารในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีแล้ว ข้อมูลเหล่านี้ยังช่วยเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาด้านอนุกรมวิธานเพื่อจำแนกชนิดของปลาแป้นในอนาคตต่อไป

เนื่องจากสัณฐานวิทยาภายนอกระหว่างเพศผู้และเพศเมียของวงศ์ปลาแป้นแยกได้ค่อนข้างยาก แต่เมื่อใช้ความรู้ด้านมิญชวิทยาทำให้สามารถแยกระหว่างเพศของปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยได้อย่างชัดเจน จากการพิจารณาลักษณะสัณฐานวิทยาระบบสืบพันธุ์เพศเมียระหว่างปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยมีโครงสร้างโดยรวมคล้ายคลึงกัน ประกอบด้วยรังไข่หนึ่งพูเดียวเท่านั้นและเชื่อมต่อกับท่อนำไข่ เมื่อศึกษาทางมิญชวิทยาพบเพียงแค่รังไข่ที่เจริญไม่สมบูรณ์ (immature ovary) เท่านั้น ชี้ให้เห็นว่าปลาแป้นเพศเมียทั้งสองชนิดที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรียังคงอยู่ในช่วงระยะวัยรุ่น ในส่วนของลักษณะสัณฐานวิทยาของระบบสืบพันธุ์เพศผู้ระหว่างปลาแป้นสองชนิดมีความคล้ายคลึงกันเช่นเดียวกันกับปลาแป้นเพศเมียทั้งสองชนิด โดยพบโครงสร้างอัณฑะเพียงอันเดียว เมื่อศึกษาทางมิญชวิทยาพบระยะการเจริญของอัณฑะตั้งแต่ระยะยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (undeveloped stage) ไปจนถึงระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขั้นท้าย (late spermatogenic stage) ซึ่งประกอบด้วยด้วยการจัดเรียงของเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ระยะสเปอร์มาโทโกเนียมถึงระยะสเปอร์มาโทซูน โดยมีระยะสเปอร์มาโทโกเนียมกระจายตัวตลอดแนวของท่อสร้างอสุจิเรียกรูปแบบอัณฑะแบบนี้ว่า ระยะตลอดท่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (unrestricted spermatogonia testis) ชี้ให้เห็นว่าปลาแป้นเพศผู้ทั้งสองชนิดที่เข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีสามารถพบได้ทั้งระยะวัยรุ่น และระยะตัวเต็มวัย

เมื่อนำความรู้ข้างต้นมาพิจารณารวมกับการแบ่งช่วงขนาดตามความยาวมาตรฐานของปลาแป้นทั้งสองชนิด พบว่าความยาวมาตรฐานของปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยเพศเมียระยะวัยรุ่น ซึ่งจะพบการเจริญของรังไข่ในระยะ 0 [ระยะยังไม่พัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (undeveloped stage)] เท่านั้น มีความยาวมาตรฐานตั้งแต่ 2.8 เซนติเมตร ถึง 6.3 เซนติเมตร สำหรับความยาวมาตรฐานของปลาแป้นกระสวยเพศผู้ที่มีช่วงความยาวมาตรฐานของปลาแป้นเพศผู้ทั้งสองชนิดอยู่ในช่วง 2.8-3.3 เซนติเมตร ที่มีการเจริญของอัณฑะในระยะที่ 0 ดังนั้น ปลาแป้นเพศผู้ที่มีขนาดความยาวมาตรฐานที่น้อยกว่า 3.4 เซนติเมตร ยังคงอยู่ในระยะวัยรุ่น ในขณะที่ความยาวมาตรฐาน 3.4 เซนติเมตรขึ้นไป ในปลาแป้นเพศผู้ทั้งสองชนิดจัดอยู่ในระยะตัวเต็มวัย อัตราส่วนเพศของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวยในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี โดยรวมเพศเมียมีอัตราส่วนมากกว่าเพศผู้

ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของอาหารในธรรมชาติ นอกจากนี้ ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบระยะลูกปลาวัยอ่อนของปลาแป้นทั้งสองชนิด ซึ่งสนับสนุนว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดนี้วางไข่ในทะเลไม่ใช่ในบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดเป็นกลุ่มปลาทะเลอพยพ (marine migrant)

ลักษณะสัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของระบบย่อยอาหารของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย มีลักษณะทั้งสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกัน แต่มีค่าเฉลี่ยความลำไส้ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของลำไส้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ชี้ให้เห็นรูปแบบการกินอาหารที่แตกต่างกัน ทั้งนี้คาดว่าปลาแป้นจมูกสั้นอาจเป็นปลากินเนื้อ (carnivorous fishes) และปลาแป้นกระสวยอาจเป็นที่ปลากินทั้งพืชและสัตว์ หรือปลากินพืช เมื่อรวมกับผลจากสัณฐานวิทยาและมิญชวิทยาของระบบย่อยอาหารพบว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดมีลักษณะที่ใกล้ชิดกันมาก ยกเว้นโครงสร้างซี่กรองของเหงือกคู่ที่ 1 ระหว่างของปลาแป้นทั้งสองชนิด พบว่าปลาแป้นกระสวย มีโครงสร้างซี่กรองเหงือกที่มีฟันซี่เล็กกระจายตัวอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งช่วยในการจับอาหาร หรือกรองกินเหยื่อที่มีขนาดเล็กได้ดีกว่าปลาแป้นจมูกสั้น ที่มีโครงสร้างซี่กรองเหงือกลักษณะคล้ายปุ่มและมีฟันเล็กน้อย

เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบอาหารในกระเพาะอาหารระหว่างปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวย พบว่ากลุ่มอาหารส่วนใหญ่ในกระเพาะอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิดพบกลุ่มอาหารที่เป็นสิ่งที่ไม่สามารถระบุได้มากที่สุด แต่ก็ยังสามารถจำแนกกลุ่มอาหารบางส่วนได้ โดยรวมแล้วสามารถจำแนกอาหารกลุ่มหลักของปลาแป้นทั้งสองชนิดได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ โคพีพอด และรยางค์ของกุ้งและปู แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองชนิด พบว่ามีการกินกลุ่มโคพีพอดแตกต่างกัน ในปลาแป้นจมูกสั้นกินคาลานอยด์โคพีพอดมากกว่าฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอด ตรงข้ามกับปลาแป้นกระสวยที่มีการกินฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอดมากกว่าคาลานอยด์โคพีพอด อาจเนื่องจากโครงสร้างของซี่กรองเหงือกของปลาแป้นกระสวยสามารถกรองกินเหยื่อที่มีขนาดเล็กได้ดีกว่าปลาแป้นจมูกสั้น ปลาแป้นทั้งสองชนิดมีการเลือกกินอาหารมีความแตกต่างกันทั้งในฤดูกาล และช่วงขนาดตัวของปลาเอง ทั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องมาจากความสมบูรณ์ของอาหารที่มีความหนาแน่นมากทำให้ปลาสามารถเลือกกินอาหารได้หลากหลายชนิด และใช้พลังงานในการจับเหยื่อน้อย ทำให้ปลาเลือกกินเหยื่อมีขนาดใหญ่ที่ให้ประโยชน์สูงสุด สอดคล้องตามทฤษฎี optimal foraging theory นอกจากนี้ความหนาแน่นของอาหารในที่อยู่อาศัยของปลาแป้นจมูกสั้นและปลาแป้นกระสวย ยังส่งผลให้ต่อการเลือกกินอาหารของปลาแตกต่างกันในแต่ละสถานีอีกด้วย

ค่าทับซ้อนกันของอาหารของปลาแป้นทั้งสองชนิดระหว่างสองฤดูกาลพบว่ามีค่าทับซ้อนของอาหารที่สูง และปลาทั้งสองชนิดมีการเลือกกินอาหารที่ใกล้เคียงกันมาก [similar diets] ยกเว้นสัดส่วนของอาหารกลุ่มโคพีพอดที่พบในกระเพาะอาหารแตกต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โครงสร้างลักษณะสัณฐานวิทยาการกินอาหารของปาก และซี่กรองเหงือกที่เหมาะกับชนิดอาหารแตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้อาจทำให้ปลาแป้นทั้งสองชนิดมีการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารกันเกิดขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบการแบ่งสรรทรัพยากรในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การแบ่งสรรทรัพยากรรูปแบบของเวลา (temporal partitioning) เนื่องจากปลาแป้นทั้งสองชนิดที่เข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีมีการกระจายตัว และความชุกชุมที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลเพื่อลดการแก่งแย่งแข่งขันกัน นอกจากนี้ ยังพบการแบ่งสรรทรัพยากรอาหารรูปแบบของที่อยู่อาศัย (spatial partitioning) โดยในบริเวณสถานีที่พบปลาแป้นทั้งสองชนิดอาศัยอยู่ร่วมกันในเวลาเดียวกัน ปลาแป้นทั้งสองชนิดมีการกินอาหารที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

จากการศึกษาในครั้งนี้ข้อมูลบางส่วนที่ได้รับล้วนเป็นรายงานครั้งแรกและพบว่ามีการแบ่งสรรทรัพยากรอาหาร การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ยืนยันถึงบทบาทของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreoides*) และปลาแป้นแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) จากบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย ไม่เพียงทำให้เข้าใจว่าปลาแป้นทั้งสองชนิดนี้เข้ามาใช้ประโยชน์ทั้งการกินอาหาร และเป็นแหล่งอนุบาลปลาวัยรุ่นแล้ว ปลาแป้นทั้งสองชนิดจัดเป็นกลุ่มปลาที่อพยพมาจากทะเล (marine migrant) นอกจากนี้ข้อมูลทางด้านฤดูสืบพันธุ์และนิเวศการกินอาหารยังใช้สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานใช้ในการกำหนดบริเวณในการอนุรักษ์สถานที่เลี้ยงดูปลาแป้นจมูกสั้น และปลาแป้นกระสวยระยะวัยรุ่นที่อาศัยอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีในอนาคตต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวกที่ 1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ นอกจากแหล่งปะการังตามกรมควบคุมมลพิษ (2553)

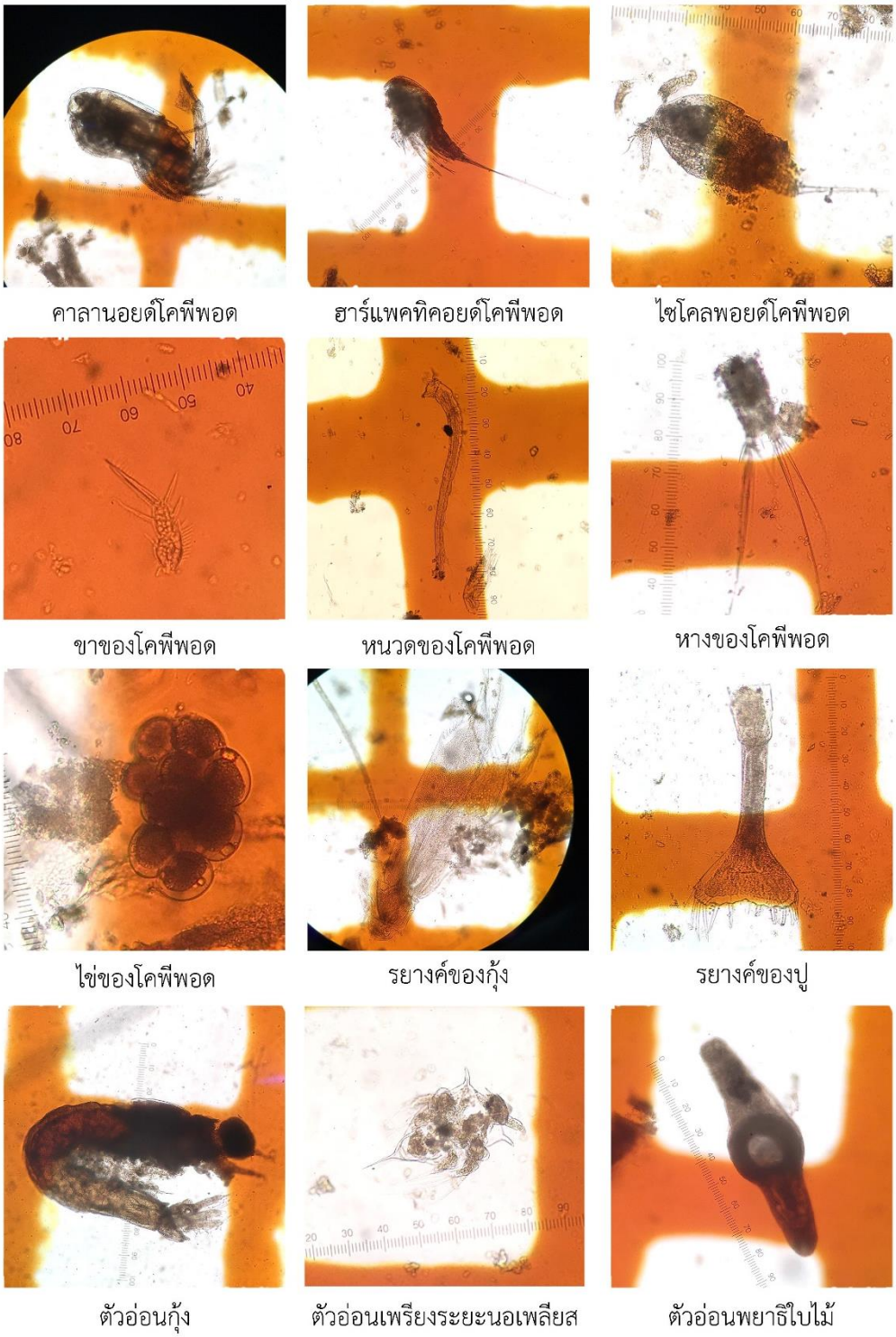
ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ นอกจากแหล่งปะการัง
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1
ความเค็ม (พีพีที)	เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 10% ของค่าต่ำสุด
ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ไม่น้อยกว่า 4
ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำ	7.0-8.5

ภาคผนวกที่ 2 เกณฑ์และตัวชี้วัดเบื้องต้นความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชายฝั่งสำหรับการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนปลูกและฟื้นฟู (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2551)

ตัวชี้วัด	สมบูรณ์มาก	สมบูรณ์ปานกลาง	สมบูรณ์น้อย
1. แพลงก์ตอนพืช ความหนาแน่น (เซลล์ต่อลิตร)	อ่าวไทย > 10^5 อันดามัน > 10^4	10^4-10^5 10^3-10^4	≤ 10^2 ≤ 10^2
2. แพลงก์ตอนสัตว์ ความหนาแน่น (ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร)	> 10^6	10^4-10^6	< 10^4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

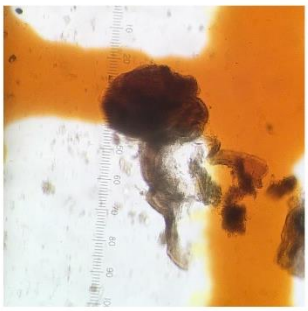
ภาคผนวกที่ 3 ชนิดของกลุ่มอาหารหลักที่พบในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย



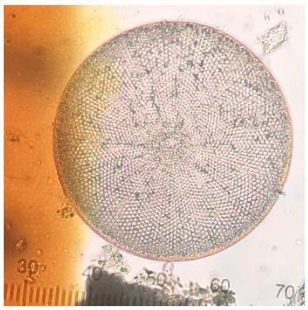
ภาคผนวกที่ 3 (ต่อ) ชนิดของกลุ่มอาหารหลักที่พบในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น (*Nuchequula gerreiodes*) และปลาแป้นกระสวย (*Eubleekeria splendens*) ในบริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย

หนอนตัวกลม

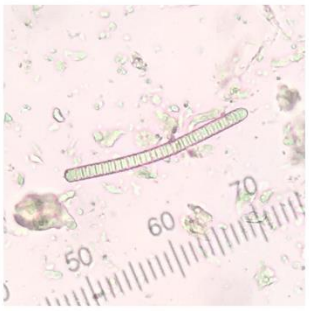
แอมฟิพอด



ลาร์วาเซียน



Coscinodiscus sp.
(Class Bacillariophyceae)



Oscillatoria sp.
(Class Cyanophyceae)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Abd El Hafez, E. A., Mokhtar, D. M., Abou-Elhamd, A. S. and Hassan, A. H. S. (2013). Comparative histomorphological studies on oesophagus of catfish and grass carp. ***Journal of Histology*** 2013, 10.

Abraham, K. J., Murty, V. S. R. and Joshi, K. K. (2011). Reproductive biology of Leiognathus splendens (Cuvier) from Kochi, south-west coast of India. ***Indian Journal of Fisheries*** 58(3), 23-31.

Acharya, K. V. and Naik, S. D. (2015). Reproductive biology of Ponyfish, *Leiognathus splendens* (Cuvier, 1829) off Ratnagiri Coast, Maharashtra. ***Global Journal of Multidisciplinary Studies*** 4(12), 389-400.

Acharya, K. V. and Naik, S. D. (2016). Food and feeding habit of pony fish, *Leiognathus splendens* (Cuvier, 1829) off Ratnagiri coast, Maharashtra. ***International Journal of Scientific and Engineering Research*** 7(9), 122-133.

Agnese, J. F. (1991). Taxonomic status and genetic differentiation among West African populations of the *Chrysichthys auratus* complex (Pisces, Siluriforme), based on protein electrophoresis. ***Aquaculture Research*** 22(2), 229-237.

Akyol, O. (2003). Retained and trash fish catches of beach-seining in the Aegean Coast of Turkey. ***Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*** 27, 1111-1117.

Albrecht, M. P., Ferreira, M. F. N. and Caramaschi, E. P. (2001). Anatomical features and histology of the digestive tract of two related neotropical omnivorous fishes (Characiformes; Anostomidae). ***Journal of Fish Biology*** 58(2), 419-430.

Alistar, R. and Duke, N. (1987). Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. ***Marine Biology*** 96, 197-205.

Ansari, K. G. M. T., Lyla, P. S., Khan, S., Manokaran, S. and Raja, S. (2013). Community structure of harpacticoid copepods from the southeast continental shelf of India. ***Proceeds of the International Academy of Ecological and Environmental Sciences*** 3(2), 87-100.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Araújo, A. L. F. d., Dantas, R. P. and Pessanha, A. L. M. (2016). Feeding ecology of three juvenile mojarras (Gerreidae) in a tropical estuary of northeastern Brazil. ***Neotropical Ichthyology*** 14(1).

Arellano, J., Storch, V. and Sarasquete, C. (2002). Ultrastructural study on the intestine of Senegal sole, *Solea senegalensis*. ***Journal of Applied Ichthyology*** 18, 154-158.

Asriyana, A., Irawati, N. and Indrayani (2018). Trophic ecology of twoblotch ponyfish *Nuchequula blochii* in Kendari Bay, Southeast Sulawesi, Indonesia. ***Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation - International Journal of the Bioflux Society*** 11(1), 66-82.

Ayyappan, M. U., Gopalakrishnan, A., Bharathiamma, M., Jena, J. K. and Pandey, A. K. (2011). *Handbook of Fisheries and Aquaculture*. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research.

Basheeruddin, S. and Nayar, K. N. (1961). A preliminary study of the juvenile fishes of the coastal waters off Madras city. ***Indian Journal of Fisheries*** 8(1), 169-188.

Beevi, K. and Ramachandran, A. (2005). Sex ratio in Puntius vittatus Day in the fresh water bodies of Ernakulam district, Kerala. ***Zoo's Print Journal*** 20(9), 1989-1990.

Bentz, K. L. M. (1976). Gill arch morphology of the Cape Hakes *Merluccius capensis* Cast and *M. Paradoxus* Franca. ***Fisheries Bulletin (South Africa)*** 8, 17-22.

Bernardi, R. d. (1984). Methods for the estimation of zooplankton abundance. In *A Manual of Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Water* (Downing, J. A., Rigler, F.H., ed.). London: Blackwell Scientific Publications.

Blaber, S. J. M. (1997). *Fish and Fisheries of Tropical Estuaries*. London ; New York: Chapman & Hall.

Blaber, S. J. M. (2000). *Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation*. London: Blackwell Science Ltd.

Blaber, S. J. M. and Blaber, T. G. (1980). Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. ***Journal of Fish Biology*** 17(2), 143-162.

Boehlert, G. W. and Mundy, B. C. (1988). Roles of Behavioral and Physical Factors in Larval and Juvenile Fish Recruitment to Estuarine Nursery Areas. In *Larval fish*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

and shellfish transport through inlets (Weinstein, M. P., ed.), pp. 51-67. Bethesda: American Fisheries Society

Boonyoung, P., Senarat, S., Kettratad, J., Poolprasert, P., Yenchum, W. and Angsirijinda, W. (2016). Histological organization of the female queen Devario regina (Fowler, 1934) during its juvenile stage. ***Songklanakarin Journal of Science and Technology*** 38(1), 67-72.

Borah, B. S., Nirmale, V. H., Metar, S. Y., Bhosale, B. P., Chogale, N. D. and and Pawar, R. A. (2016). Biology of Silverbelly, *Photopectoralis bindus* (Val. 1835) along Ratnagiri Coast. ***Fishery Technology*** 53, 89-95.

Boubee, J. A. T. and Ward, F. J. (1997). Mouth gape, food size, and diet of the common smelt *Retropinna retropinna* (Richardson) in the Waikato River system, North Island, New Zealand. ***New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*** 31(2), 147-154.

Bruno, D., Barbini, S., Diaz de Astarloa, J. and Martos, P. (2013). Fish abundance and distribution patterns related to environmental factors in a choked temperate coastal lagoon (Argentina). 61(1), 43-53.

Buckland, A., Baker, R., Loneragan, N. and Sheaves, M. (2017). Standardising fish stomach content analysis: The importance of prey condition. ***Fisheries Research*** 196, 126-140.

Buddington, R. K. and Kuz'mina, V. (2000). Chapter 11 - Digestive System. In *The Laboratory Fish* (Ostrander, G. K., ed.), pp. 173-179. London: Academic Press.

Cabanban, A. S. (1991). The Dynamics of Leiognathidae in a Tropical Demersal Ichthyofaunal Community. Degree of Philosophy. Department of Marine Biology, James Cook University of North Queensland.

Carrasson, M., Grau, A., Dopazo, L. R. and Crespo, S. (2006). A histological, histochemical and ultrastructural study of the digestive tract of Dentex dentex (Pisces, Sparidae). ***Histology and histopathology*** 21, 579-593.

Cataldi, E., Cataudella, S., Monaco, G., Rossi, A. and Tancioni, L. (1987). A study of the histology and morphology of the digestive tract of the sea-bream, *Sparus aurata*. ***Journal of Fish Biology*** 30(2), 135-145.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Chakrabarty, P., Davis, M., P. , Smith, W. L., Berquist, R., Gledhill, K. M., Frank, L. R. and Sparks, J. S. (2011). Evolution of the Light Organ System in Ponyfishes (Teleostei: Leiognathidae). ***Journal of Morphology*** 272, 704-721.

Chakrabarty, P. and Sparks, J. S. (2008). Diagnoses for Leiognathus Lacepe`de 1802, Equula Cuvier 1815, Equulites Fowler 1904, Eubleekeria Fowler 1904, and a New Ponyfish Genus (Teleostei: Leiognathidae). ***American Museum Novitates*** 3623.

Chakrabarty, P., Sparks, J. S. and Ho, H. C. (2010). Taxonomic review of the ponyfishes (Perciformes: Leiognathidae) of Taiwan. ***Marine Biodiversity*** 40, 107-121.

Clements, K. D. and and Raubenheimer, K. D. (2005). Feeding and nutrition. In *The Physiology of Fishes* (Evans, D. H., ed.). USA: CRC Press, Boca Raton, Florida.

Conway, D. (2003). *Guide to the coastal and surface zooplankton of the south-western Indian Ocean*. Plymouth, UK: Guide to the coastal and surface zooplankton of the south-western Indian Ocean.

Correa, S. B. and Winemiller, K. O. (2014). Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest. ***Ecology*** 95(1), 210-224.

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.

Costa, K. G. d., Pereira, L. C. C. and Costa, R. M. d. (2008). Short and long-term temporal variation of the zooplankton in a tropical estuary (Amazon region, Brazil). ***Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais*** 3(2), 127-141.

Cowen, R. K., Hare, J. A. and Fahay, M. P. (1993). Beyond Hydrography: Can Physical Processes Explain Larval Fish Assemblages within the Middle Atlantic Bight? ***Bulletin of Marine Science*** 53(2), 567-587.

Crowder, L. and Cooper, E., William (1982). Habitat Structural Complexity and the Interaction Between Bluegills and Their Prey. ***Ecology*** 63(6), 1802-1813.

Cunico, A. M. and Agostinho, A. A. (2006). Morphological patterns of fish and their relationships with reservoirs hydrodynamics. ***Brazilian Archives of Biology and Technology*** 49, 125-134.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Datta, S. N., Kaur, V. I., Dhawan, A. and Jassal, G. (2013). Estimation of length-weight relationship and condition factor of spotted snakehead Channa punctata (Bloch) under different feeding regimes. ***SpringerPlus*** 2, 436-436.

Dietrich, D. R. and Krieger, H. O. (2009). *Histological Analysis of Endocrine Disruptive Effects in Small Laboratory Fish*. USA: John Wiley & Sons.

Duarte, S., Araújo, F. G., Sales, A. and Bazzoli, N. (2007). Morphology of gonads, maturity and spawning season of Loricariichthys spixii (Siluriformes, Loricariidae) in a Subtropical Reservoir. ***Brazilian Archives of Biology and Technology*** 50, 1019-1032.

Dziewulska, K. and Domagała, J. (2003). Histology of salmonid testes during maturation. ***Reproductive biology*** 3(1), 47-61.

Ebert, D. (2002). Ontogenetic changes in the diet of the sevengill shark (Notorynchus cepedianus). ***Marine and Freshwater Research*** 53, 517-523.

Elliott, M. and Hemingway, K. (2002). *Fishes in Estuaries*. London: Blackwell Science.

Elliott, M., Whitfield, A., Potter, I., Blaber, S., Cyrus, D., Nordlie, F. and Harrison, T. (2007). The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: A global review. ***Fish and Fisheries*** 8(3), 241-268.

Emlen, J. M. (1966). The Role of Time and Energy in Food Preference. ***American Naturalist*** 100(916), 611-617.

English, S., Wilkinson, C. R. and Baker, V. (1994). *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Townsville: Australian Institute of Marine Science.

Erzini, K., Gonçalves, J. M. S., Bentes, L. and Lino, P. G. (1997). Fish mouth dimensions and size selectivity in a Portuguese longline fishery. ***Journal of Applied Ichthyology*** 13(1), 41-44.

Fenchel, T. M. (1978). The Ecology of Micro-and Meiobenthos. ***Annual Review of Ecology and Systematics*** 9(1), 99-121.

Ferreira, E. J. G., Zuanon, J. A. S. and and Santos, G. M. (1998). *Peixes Comerciais do Médio Amazonas: região de Santarém*. Brasília: Pará. Edições IBAMA.

Ferry-Graham, L. A., Gibb, A. C. and Hernandez, L. P. (2008). Premaxillary movements in cyprinodontiform fishes: An unusual protrusion mechanism facilitates “picking” prey capture. ***Zoology*** 111(6), 455-466.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Frederick, S. S., Francis, J. and Rodney, R. (2000). Predator size-prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. ***Marine Ecology Progress Series*** 208, 229-248.

García-López, A., Bogerd, J., Granneman, J. C. M., van Dijk, W., Trant, J. M., Taranger, G. L. and Schulz, R. W. (2009). Leydig cells express follicle-stimulating hormone receptors in African catfish. ***Endocrinology*** 150(1), 357-365.

Garcia, A., Garcia, A., Vollrath, S., Schneck, F., Silva, C., Marchetti, Í. J. and Vieira, J. P. (2018). Spatial diet overlap and food resource in two congeneric mullet species revealed by stable isotopes and stomach content analyses. ***Community Ecology*** 19(2), 116-124.

Gatz, J. A. J. (1979). Community Organization in Fishes as Indicated by Morphological Features. ***Ecology*** 60(4), 711-718.

Genten, F., Terwinghe, E. and Danguy, A. (2008). *Atlas of Fish. Histology*. New Hampshire, U.S.A: Science Publishers Enfield.

Gerking, S. D. (1994). Chapter 3 - Feeding Variability. In *Feeding Ecology of Fish* (Gerking, S. D., ed.), pp. 41-53. San Diego: Academic Press.

Gibson, R. N. (1988). Development, morphometry and particle retention capability of the gill rakers in the herring, *Clupea harengus* L. ***Journal of Fish Biology*** 32(6), 949-962.

Gill, A. B. (2003). The dynamics of prey choice in fish: The importance of prey size and satiation. ***Journal of Fish Biology*** 63, 105-116.

Grau, A., Crespo, S., Sarasquete, M. C. and González de Canales, M. L. (1992). The digestive tract of the amberjack *Seriola dumerili*, Risso: a light and scanning electron microscope study. ***Journal of Fish Biology*** 41(2), 287-303.

Grier, H. (2000). Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook, *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae). ***Journal of Morphology*** 243(3), 265-281.

Grier, H. J., Linton, J. R., Leatherland, J. F. and De Vlaming, V. L. (1980). Structural evidence for two different testicular types in teleost fishes. ***American Journal of Anatomy*** 159(3), 331-345.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Grier, H. J., Uribe, M. C. and Parenti, L. R. (2007). Germinal epithelium, folliculogenesis, and postovulatory follicles in ovaries of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (Teleostei, protacanthopterygii, salmoniformes). ***Journal of Morphology*** 268(4), 293-310.

Gupta, D., Dwivedi, A. K. and Tripathi, M. (2018). Taxonomic validation of five fish species of subfamily Barbinae from the Ganga river system of northern India using traditional and truss analyses. ***PLOS ONE*** 13(10), e0206031.

Hajisamae, S., Chou, L. M. and Ibrahim, S. (2004). Feeding habits and trophic relationships of fishes utilizing an impacted coastal habitat, Singapore. ***Hydrobiologia*** 520(1), 61-71.

Hajisamae, S. and Yeesin, P. (2010). Patterns in community structure of trawl catches along coastal area of the South China Sea. ***The Raffles Bulletin of Zoology*** 58(2), 357-368.

Hajisamae, S., Yeesin, P. and Ibrahim, A. (2006). Feeding ecology of two sillaginid fishes and trophic interrelations with other co-existing species in the southern part of South China Sea. ***Environmental Biology of Fishes*** 76, 167-176.

Hedianto, D., Affandi, R., Siti, D., Aida, N., Riset, B., Sumber, P., Ikan, D., Manajemen Sumber, D., Perairan, D., Fpik-Ipb, Perairan, P., Balai, U., Pemulihan, R., Daya, S., Ikan, J. l. and Cilalawi, N. J. (2010). Food composition and niche breadth of beardless barb (*Cyclocheilichthys apogon*, Valenciennes, 1842) in Musi River. ***Jurnal Iktiologi Indonesia*** 10(1), 73-81.

Hicks, G. R. F. and Coull, B. C. (1983). The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. ***Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*** 21, 380-389.

Higaki, S., Shimada, M., Kawamoto, K., Todo, T., Kawasaki, T., Tooyama, I., Fujioka, Y., Sakai, N. and Takada, T. (2017). In vitro differentiation of fertile sperm from cryopreserved spermatogonia of the endangered endemic cyprinid honmoroko (Gnathopogon caerulescens). ***Scientific Reports*** 7, 42852.

Holmgren, S. and Nilsson, S. (1999). Digestive system. In *Sharks, skates and rays, the biology of elasmobranch fishes* (Hamlett, W. C., ed.), pp. 144-172. Baltimore: The John Hopkins University Press.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hyslop, E. (1980). Stomach content analysis – a review of methods and their application. ***Journal of Fish Biology*** 17, 411-429.

IBM Corp. (2015). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Ikejima, K., Tongnunui, P., Medej, T. and Taniuchi, T. (2003). Juvenile and small fishes in a mangrove estuary in Trang province, Thailand: Seasonal and habitat differences. ***Estuarine, Coastal and Shelf Science*** 56, 447-457.

Ikejima, K., Wada, M., Kita-Tsukamoto, K., Yamamoto, T. and Azuma, N. (2008). Synchronized development of gonad and bioluminescent light organ in a highly sexually dimorphic leiognathid fish, *Photoplagios rivulatus*. ***Marine Biology*** 153, 1009-1014.

Jayabalan, N. (1986). Reproductive biology of the silverbelly *Leiognathus splendens* (Cuvier) from Porto Novo. ***Indian Joumal of Marine Sciences*** 33(2), 171-179.

Jayabalan, N. (1988). Reproductive biology of the ponyfish, *Gazza minuta* (Bloch) from Porto Novo, East Coast of India. ***Indian Joumal of Marine Sciences*** 17, 51-54.

Kaplan, A. T., Rebhal, S., Lafferty, K. D. and Kuris, A. M. (2009). Small estuarine fishes feed on large trematode cercariae: lab and field investigations. ***Journal of Parasitology*** 95(2), 477-480.

Kapoor, B. G., Smit, H. and Verighina, I. A. (1976). The Alimentary Canal and Digestion in Teleosts. ***Advances in Marine Biology*** 13, 109-239.

Karpouzi, V. S. and Stergiou, K. I. (2003). The relationships between mouth size and shape and body length for 18 species of marine fishes and their trophic implications. ***Journal of Fish Biology*** 62(6), 1353-1365.

Kettratad, J. and Markle, D. F. (2010). Redescription of the tyee sucker, *Catostomus Tsiltcoosensis* (catostomidae). ***Western North American Naturalist*** 70(3), 273-287.

Kimura, Y., Jacobs, L. L., Cerling, T. E., Uno, K. T., Ferguson, K. M., Flynn, L. J. and Patnaik, R. (2013). Fossil mice and rats show isotopic evidence of niche partitioning and change in dental ecomorphology related to dietary shift in Late Miocene of Pakistan. ***PLOS ONE*** 8(8), e69308.

King, D. P. F. and Macleod, P. R. (1976). Comparison of the food and the filtering mechanism of pilchard *Sardinops ocellata* and anchovy *Engraulis capensis* off

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

South West Africa, 1971-1972. In *Investigational report.Sea Fisheries branch.South Africa*, pp. 1-29. Cape Town: Branch.

Kobelkowsky, A. (2012). Morphological Diversity of the Ovaries of the Mexican Teleost Fishes. ***International Journal of Morphology*** 30(4), 1353-1362.

Kosai, P., Sathavorasmith, P., Jiraungkoorskul, K. and Jiraungkoorskul, W. (2014). Morphometric Characters of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Thailand. ***Walailak Journal of Science and Technology*** 11(10), 857-863.

Krebs, C. J. (2014). *Ecological Methodology*. United States: Pearson Education.

Krumme, U., Grinvalds, K., Zagars, M., Elferts, D., Ikejima, K. and and Tongnunui, P. (2015). Tidal, diel and lunar patterns in intertidal and subtidal mangrove creek fish assemblages from southwest Thailand. ***Environmental Biology of Fishes*** 98(6), 1671-1693.

Lacuna, M. L. D. (2011). Gut Content Analysis of Selected Commercially Important Species of Coral Reef Fish in the Southwest Part of Iligan Bay, Northern Mindanao, Phillippines. ***Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*** 41, 35-49.

Langeland, A. and Nøst, T. (1995). Gill raker structure and selective predation on zooplankton by particulate feeding fish. ***Journal of Fish Biology*** 47(4), 719-732.

Lazzaro, X. (1987). A review of planktivorous fishes: Their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. ***Hydrobiologia*** 146(2), 97-167.

Leake, L. D. (1975). Class Chondrichthyes. In *Comparative Histology: An introduction to the Microscopic Structure of Animals*. London: Academic.

Lee, C. F., Liu, K. M., Su, W. C. and Wu, C. C. (2005). Reproductive biology of the common ponyfish *Leiognathus equulus* in the south-western waters off Taiwan. ***Fisheries Science*** 71, 551-562.

Lemke, M., Pagioro, T., Lemke, A. and Thomaz, S. (2010). Diel Variation Related to Thermal Mixing in a Subtropical and in a North-Temperate Shallow Floodplain Lake. ***Journal of Freshwater Ecology*** 25, 373-383.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Longenecker, K. and and Langston, R. (2018). *The Jungle Histology Atlas of Gonad Stages in Coral-Reef Fishes, Second Edition*. USA: Pacific Biological Survey and Bishop Museum.

MacArthur, R. H. and Pianka, E. R. (1966). On Optimal Use of a Patchy Environment. ***The American Naturalist*** 100(916), 603-609.

Mackie, M. and Lewis, P. (2001). Assessment of gonad staging systems and other methods used in the study of the reproductive biology of narrow-barred Spanish mackerel, *Scomberomorus commerson*, in Western Australia. In *Fisheries research report No. 136*. Western Australia: Department of Fisheries Perth.

Martin, T. J. and Blaber, S. J. M. (1984). Morphology and histology of the alimentary tracts of ambassidae (Cuvier) (Teleostei) in relation to feeding. ***Journal of Morphology*** 182(3), 295-305.

Martínez, V. H., Monasterio de Gonzo, G., Uribe, M. C. and Grier, H. J. (2015). Testicular structure in three viviparous species of teleosts in the genus Jenynsia (Anablepidae). ***Spermatogenesis*** 4(3), e983399.

McDonald, K. K., Gross, T. S., Denslow, N. D. and Blazer, V. S. (2000). Reproductive Indicators. In *Biomonitoring of Environmental Status and Trends (BEST) Program: Selected Methods for Monitoring Chemical Contaminants and their Effects in Aquatic Ecosystems* (Schmitt, C. J. & Dethloff, G. M., eds.), pp. 37-42. Columbia: U.S. Geological Survey, Biological Resources Division.

Monteclaro, H. M. and Abunal, E. P. (2013). Catch rates and composition of the beach seine fishery in Northern Panay Gulf, Philippines: Implications for management. ***Philippine Journal of Natural Sciences*** 18, 1-10.

Morrison, C. M. (1993). *Histology of the Atlantic Cod, Gadus morhua: An Atlas Part Four: Eleutheroembryo and Larva*. Canada: NRC Research Press.

Motlagh, S., Vahabnezhad, A., J Shabani, M., Nazari, M. and Hakimelahi, M. (2012). Studies on the Reproductive Biology of the Female *Saurida tumbil* in the Persian Gulf (Bushehr Province, Iran). ***World Journal of Fish and Marine Sciences*** 4(4), 400-406.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Mumford, S., Heidel, J., Smith, C., Morrison, J., Macconnell, B. and and Blazer, V. (2007). *Fish Histology and Histopathology*. West Virginia: US Fish and Wildlife Service.

Murty, V. S., Joshi, K. K. and Nair, R. J. (2003). Silverbellies. In *Status of Exploited Marine Fishery Resources of India* (Joseph, M. M. & Jayaprakash, A. A., eds.), pp. 127-132s. India: Indian Council of Agricultural Research.

Nagahama, Y. (1983). 6 The Functional Morphology of Teleost Gonads. In *Fish Physiology* (Hoar, W. S., Randall, D. J. & Donaldson, E. M., eds.), pp. 223-275. London: Academic Press.

Nasruddin, N. S., Azmai, M. N. A., Ismail, A., Saad, M. Z., Daud, H. M. and Zulkifli, S. Z. (2014). Histological Features of the Gastrointestinal Tract of Wild Indonesian Shortfin Eel, *Anguilla bicolor bicolor* (McClelland, 1844), Captured in Peninsular Malaysia. ***The Scientific World Journal*** 2014, 1-8.

Nie, D. S. and and Hong, S. F. (1963). The histology of the digestive tract of the grass carp (*Ctenopharyn godonidellus*). ***Acta Hydrobiologia Sinica*** 3, 1-25.

Nikolskii, G. V. (1963). *The ecology of fishes: G. V. Nikolskii*. London: Academic Press.

Nilsson, N. A. (1967). Interactive segregation between fish species. In *The Biological Basis of Freshwater Fish Production* (Gerking, S. D., ed.), pp. 295-313. New York: Wiley.

Norton, S. F. and Brainerd, E. L. (1993). Convergence in the feeding mechanics of ecomorphologically similar species in the Centrarchidae and Cichlidae. ***The Journal of Experimental Biology*** 176, 11-29.

Nyegaard, M., Arkhipkin, A. and Brickle, P. (2004). Variation in the diet of *Genypterus blacodes* (Ophidiidae) around the Falkland Islands. ***Journal of Fish Biology*** 65, 666-682.

Nyunja, J. A., Mavuti, K. and Wakwabi, E. O. (2002). Trophic ecology of *Sardinella gibbosa* (Pisces: Clupeidae) and *Atherinomorous lacunosus* (Pisces: Atherinidae) in Mtwapa Creek and Wasini Channel, Kenya. ***Western Indian Ocean Journal of Marine Science*** 1(2), 181-189.

O'Brien, W. J. (1979). The Predator-Prey Interaction of Planktivorous Fish and Zooplankton. ***American Scientist*** 67(5), 572-581.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Oliveira, E. F., Goulart, E., Breda, L., Minte-Vera, C. V., Paiva, L. R. d. S. and Vismara, M. R. (2010). Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. ***Neotropical Ichthyology*** 8, 569-586.

Oliveira, F., Erzini, K. and Gonçalves, J. (2007). Feeding habits of the deep-snouted pipefish *Syngnathus typhle* in a temperate coastal lagoon. ***Estuarine, Coastal and Shelf Science*** 72, 337-347.

Ouattara, T. A. S., Konan, K. M., Konan, K. J., Adepo-Gourene, A. B., Atse, B. C. and N'Guetta, A. S. P. (2014). Morphological identification and taxonomic relationship of farmed fish of the Genus Chrysichthys. ***International Journal of Research In Earth & Environmental Sciences*** 1(3), 29-40.

Paerl, H. W., Pinckney, J. L., Fear, J. M. and Peierls, B. L. (1998). Ecosystem responses to internal and watershed organic matter loading: consequences for hypoxia in the Eutrophying Neuse River Estuary, North Carolina, USA. ***Marine Ecology-progress Series*** 166, 17-25.

Parenti, L. R. and Grier, H. J. (2004). Evolution and Phylogeny of Gonad Morphology in Bony Fishes1. ***Integrative and Comparative Biology*** 44(5), 333-348.

Pessanha, A. L. M., Araújo, F. G., Oliveira, R. E. M. C. C., Silva, A. F. d. and Sales, N. S. (2015). Ecomorphology and resource use by dominant species of tropical estuarine juvenile fishes. ***Neotropical Ichthyology*** 13, 401-412.

Petsut, N., Kulabtong, S. and Petsut, J. (2017). Species diversity and distribution of fishes in Pranburi River, Phetchaburi Province and Prachuap Khirikhan Province. ***International Journal of Agricultural Technology*** 13(5), 671-682.

Pinkas, L. (1971). Food Habits Study. ***Fisheries Bulletin*** 152, 5-10.

Pinkas, L., Olipham, M. S. and and Iversor, I. L. K. (1971). Food habits of Albacore, Bluefin tuna and Bonito in California waters. ***Fisheries Bulletin*** 152, 11-105.

Pollution Control Department (1994). *Laws and Standards on Pollution Control in Thailand*. Bangkok: Ministry of Science Technology and Environment.

Potter, I., Tweedley, J., Elliott, M. and Whitfield, A. (2015). The ways in which fish use estuaries: A refinement and expansion of the guild approach. ***Fish and Fisheries*** 16, 230-239.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Presnell, J. K. and and Schreibman, M. P. (1997). *Humason's Animal Tissue Techniques (5 ed.)*. USA: The Johns Hopkins University Press.

Purushothaman, K., Lau, D., Saju, J. M., Musthaq Sk, S., Lunny, D. P., Vij, S. and Orban, L. (2016). Morpho-histological characterisation of the alimentary canal of an important food fish, Asian seabass (*Lates calcarifer*). ***PeerJ - the Journal of Life and Environmental Sciences*** 4, e2377.

Raji, A. and Norouzi, E. (2010). Histological and histochemical study on the alimentary canal in Walking catfish (*Claris batrachus*) and piranha (*Serrasalmus nattereri*). ***Iranian Journal of Veterinary Research*** 11(3), 255-261.

Rice, A. N. and Westneat, M. W. (2005). Coordination of feeding, locomotor and visual systems in parrotfishes (Teleostei: Labridae). ***Journal of Experimental Biology*** 208(18), 3503.

Risch, L. M. (1992). Bagridae. In *Faune des poissons d'eaux douces et saumitres de l'Afrique de 'Ouest.* (Leveque, C., Paugy, D. & Teugels, G. G., eds.). Belgium: Collection Faune Tropicale XXVIII, ORSTOM, Paris, and MusCe Royale de'Afrique Centrale.

Rodriguess, S. S. and Menin, E. (2005). Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Conorhynchos conirostris* (Valenciennes, 1984) (Siluriformes). ***Ceres*** 52, 843-862.

Ross, S. T. (1986). Resource Partitioning in fish assemblages: A review of field studies. ***Copeia*** 1986(2), 352-388.

Ross, S. T. (2013). Basis of Prey Selection. In *Ecology of North American Freshwater Fishes*, p. 268. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.

Ryer, C. H. (1988). Pipefish foraging: Effects of fish size, prey size and altered habitat complexity. ***Marine Ecology progress Series*** 48, 37-45.

Sánchez-Hernández, J. and Cobo, F. (2011). Summer food resource partitioning between four sympatric fish species in Central Spain (River Tormes). ***Folia Zoologica*** 60(3), 189-202.

Sánchez-Hernández, J., Gabler, H. M. and Amundsen, P. A. (2017). Prey diversity as a driver of resource partitioning between river-dwelling fish species. ***Ecology and Evolution*** 7(7), 2058-2068.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Schindler, J. F. and Hamlett, W. C. (1993). Maternal–embryonic relations in viviparous teleosts. ***Journal of Experimental Zoology*** 266(5), 378-393.

Schoener, T. W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. ***Science*** 185(4145), 27.

Schuingues, C. d. O., Lima, M. G. d., Lima, A. R., Martins, D. d. S. and Costa, G. d. M. (2013). Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Sorubim trigonocephalus* (Siluriformes, Osteichthyes). ***Pesquisa Veterinária Brasileira*** 33, 1256-1262.

Seah, Y., Abdullah, S., Cob, Z. and and A.G, M. (2009). Systematic accounts and some aspects of feeding and reproductive biology of ponyfishes (Perciformes: Leiognathidae). ***Sains Malaysiana*** 38(1), 47-56.

Seah, Y. G., Mazlan, A. G., Abdullah, S., Zaidi, C. C., Usup, G. and and Mohamed, C. A. R. (2011). Feeding guild of the dominant trawl species in the Southeastern Waters of Peninsular Malaysia. ***Journal of Biological Sciences*** 11(2), 221-225.

Sebastian, H. and Inasu, N. D. (2012). Synchronized development of gonad and bioluminescent system in pugnose pony fish *Secutor insidiator* Bloch (Leiognathidae) from Kerala coast. ***Journal of the Marine Biological Association of India*** 54(2), 5-10.

Sebastian, H., Inasu, N. D. and Tharakan, J. (2011). Comparative study on the mouth morphology and diet of three co-occurring species of silverbellies along the Kerala coast. ***Journal of the Marine Biological Association of India*** 53(2), 196 – 201.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Senarat, S., Kettratad, J. and Jiraungkoorskul, W. (2018). Testicular structure and spermatogenesis of short mackerel, *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851) in Upper Gulf of Thailand. ***Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*** 26(2), 30-43.

Senarat, S., Kettratad, J., Jiraungkoorskul, W. and Kangwanrangsan, N. (2015). Structural classifications in the digestive tract of short mackerel, *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1865) from Upper Gulf of Thailand. ***Songklanakarin Journal of Science and Technology*** 37(5), 561-567.

Senarat, S., Kettratad, J., Kangwanrangsan, N., Jiraungkoorskul, W., Amano, M., Shimizu, A., Plumley, F. G. and Tipdomrongpong, S. (2019). Correction to: The sbGnRH–

GTH system in the female short mackerel, *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851), during breeding season: implications for low gamete production in captive broodstock. ***Fish Physiology and Biochemistry*** 45(1), 19-19.

Senarat, S., Kettratad, J., Poolprasert, P. and Yenchum, W. (2013). Anterior kidney of the yellow mystus, *Hemibagrus filamentus* (Fang and Chaux, 1949). ***Walailak Journal of Science and Technology*** 10, 597-600.

Senarat, S., Kitana, N., Varanusupakul, P. and Kitana, J. (2011). A histological study of the gonads of Smith's barb *Puntioplites proctozysron* (Teleosti: Cyprinidae). In *Proceeding 37th Congress on Science and Technology of Thailand*. October 10–12, 2011, Bangkok, Thailand.

Shimose, T., Yokawa, K., Saito, H. and Tachihara, K. (2012). Sexual difference in the migration pattern of blue marlin, *Makaira nigricans*, related to spawning and feeding activities in the Western and Central North Pacific Ocean. ***Bulletin of Marine Science*** 88(2), 231-250.

Sichum, S., Tantichodok, P. and Jutagate, T. (2013). Diversity and assemblage patterns of juvenile and small sized fishes in the Nearshore habitats of the Gulf of Thailand. ***The Raffles Bulletin of Zoology*** 61(2), 795-809.

Sinistro, R., Sánchez, M. L., Marinone, M. C. and Izaguirre, I. (2007). Experimental study of the zooplankton impact on the trophic structure of phytoplankton and the microbial assemblages in a temperate wetland (Argentina). ***Limnologica*** 37(1), 88-99.

Siqueira-Silva, D. H. d., Silva, A. P. d. S., Ninhaus-Silveira, A. and Veríssimo-Silveira, R. (2015). Morphology of the urogenital papilla and its component ducts in *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Characiformes: Characidae). ***Neotropical Ichthyology*** 13(2), 309-316.

Soars, N. and Leis, J. (2010). Larval development of the Common Ponyfish, *Leiognathus equulus* (Teleostei: Leiognathidae). ***Ichthyological Research*** 57(3), 263-271.

Sommer, U., Sommer, F., Santer, B., Jamieson, C., Boersma, M., Becker, C. and Hansen, T. (2001). Complementary impact of copepods and cladocerans on phytoplankton. ***Ecology Letters*** 4, 545-550.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Sousa, M. M. d. O., Lopes, S. I. M., Costa, R. S. d. and Novaes, J. L. C. (2015). Population structure and reproductive period of two introduced fish species in a Brazilian semiarid region reservoir. ***Revista de Biología Tropical*** 63(3), 727-739.

Sparks, J. S., Dunlap, P. V. and Smith, W. L. (2005). Evolution and diversification of a sexually dimorphic luminescent system in ponyfishes (Teleostei: Leiognathidae), including diagnoses for two new genera. ***Cladistics*** 21(4), 305-327.

Springer, S. (1967). Social organization of shark populations. In *Sharks, Skates and Rays* (Gilbert, P. W., Mathewson, R. F. & Rall, D. P., eds.). Baltimore: ohn Hopkins Press.

Staddon, J. (2010). Diet selection and functional response. In *Adaptive Behavior and Learning*, pp. 182-200. USA: Cambridge University Press.

Suvarna, S. K., Layton, C. and Bancroft, J. D. (2013). *Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques*. Oxford: Churchill Livingstone Elsevier.

Takahashi, H. (1977). Juvenile Hermaphroditism in the Zebrafish, *Brachydanio rerio*. ***Bulletin of the Faculty of Fisheries Hokkaido University*** 28(2), 57-65.

Tanaka, H., Aoki, I. and Ohshimo, S. (2006). Feeding habits and gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northern and western Kyushu in summer. ***Journal of Fish Biology*** 68, 1041-1061.

Thulasitha, W. S. and Kuganathan, S. (2013). Microscopic Staging System used in the Identification of Gonad Developmental Stages of *Scomberoides lysan*. ***Journal of Fisheries and Aquatic Science*** 8(2), 355-366.

Tiews, K., P.,, Divino, I. R. and Marquez, J. (1968). On the food and feeding habits of eight species of *Leiognathus* [slip-mouth] found in Manila Bay and San Miguel Bay. ***Indo Pacific Fisheries Council*** 13(3), 93-99.

Tiogué, C., Zango, P., Efole, T., Kenfack, M., Tekwombuo, J., Tekou, G., Domwa, M., Tomedi, M. and Tchoumboué, J. (2014). Monthly Frequency Occurrence, Sex-ratio, Length-weight Relationship and Condition Factor of Native Fishes Caught in a Tropical Floodplain Rivers of Cameroon, Central Africa. ***Journal of Scientific Research and Reports*** 3(22), 2864-2874.

Tomas, C. R. (1997). Editor's Foreword. In *Identifying Marine Phytoplankton* (Tomas, C. R., ed.), pp. ix-x. San Diego: Academic Press.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Torres-Rojas, Y., Hernandez-Herrera, A., Galván-Magaña, F. and Guadalupe Alatorre-Ramírez, V. (2010). Stomach content analysis of juvenile, scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* captured off the Coast of Mazatlán, Mexico. ***Aquatic Ecology*** 44, 301-308.

Tyor, A. and Pahwa, K. (2017). Ovarian development of african sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) from Delhi Segment of River Yamuna. ***Journal of Fisheries and Aquatic Science*** 12(3), 117-126.

Uribe, C. M., Grier, H. J. and Parenti, L. R. (2012). Ovarian structure and oogenesis of the oviparous goodeids *Crenichthys baileyi* (Gilbert, 1893) and *Empetrichthys latos* Miller, 1948 (Teleostei, Cyprinodontiformes). ***Journal of Morphology*** 273(4), 371-387.

USEPA (2000). Ambient Aquatic Life Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen (Saltwater): Cape Cod to Cape Hatteras. In *Report EPA-822-R-00-012.*

van der Elst, R. P., Blaber, S. J. M., Wallace, J. H. and Whitfield, A. K. (1976). The fish fauna of Lake St Lucia under different salinity regimes. In *St Lucia Scientific Advisory Council Workshop Meeting - Charters Creek 15-17 February 1976* (Heydorn, A. E. F., ed.). Pietermaritzburg: Natal Parks, Game and Fish Preservation Board.

Vidthayanon, C. and Premcharoen, S. (2002). The status of estuarine fish diversity in Thailand. ***Marine and Freshwater Research*** 53, 471-478.

Vögler Santos, R., Milessi, A. and Duarte, L. O. (2009). Changes in trophic level of *Squatina guggenheim* with increasing body length: Relationships with type, size and trophic level of its prey. ***Environmental Biology of Fishes*** 84, 41-52.

Wallace, R. A. and Selman, K. (1981). Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. ***American Zoologist*** 21(2), 325-343.

Whitfield, A. (2002). Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. ***Journal of Fish Biology*** 61, 229-250.

Whitfield, A. K. (1999). Ichthyofaunal assemblages in estuaries: A South African case study. ***Reviews in Fish Biology and Fisheries*** 9(2), 151-186.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Wilson, J. M., Bunte, R. M. and and Carty, A. J. (2009). Evaluation of rapid cooling and tricaine methanesulfonate (MS222) as methods of euthanasia in zebrafish (*Danio rerio*). ***Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*** 48(6), 785-789.

Wolanski, E. and and Elliott, M. (2016). 5 - Estuarine ecological structure and functioning. In *Estuarine Ecohydrology (Second Edition)* (Wolanski, E. & Elliott, M., eds.), pp. 157-193. Boston: Elsevier.

Wongchinawit, S. and Paphavasit, N. (2009). Ontogenetic Niche Shift in the Spotted Scat, *Scatophagus argus*, in Pak Phanang Estuary, Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. ***The Natural History Journal of Chulalongkorn University*** 9(2), 143-169.

Woodland, D. J., Premcharoen, S. and and Cabanban, A. S. (2001). Leiognathidae. Slipmouths (ponyfishes). In *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 5. Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae)* (Carpenter, K. E. & Niem, V. H., eds.), pp. 2791-3380. Rome: FAO.

Wootton, R. J. (1998). *Ecology of Teleost Fishes*. London: Kluwer Academic Publishers.

Wourms, J. P., Grove, B. D. and Lombardi, J. (1988). 1 The Maternal-Embryonic Relationship in Viviparous Fishes. In *Fish Physiology* (Hoar, W. S. & Randall, D. J., eds.), pp. 1-134. London: Academic Press.

Wright, D. I., O'Brien, W. J. and Chris, L. (1983). A New Estimate of Zooplankton Retention by Gill Rakers and Its Ecological Significance. ***Transactions of the American Fisheries Society*** 112, 638-646.

Wright, J. M. (1989). Biology of *Leiognathus decorus* (Leiognathidae) in Sulaibikhat Bay, Kuwait. ***Marine and Freshwater Research*** 40, 179-185.

Wu, Z.-Q., Zou, Q., Chang, T., Zhang, D. and Huang, L. (2018). Seasonal dynamics of the juvenile fish community structure in the Maowei Sea mangroves. ***PLOS ONE*** 13, e0192426.

Xiong, D., Zhang, L., Yu, H., Xie, C., Kong, Y., Zeng, Y., Huo, B. and Liu, Z. (2011). A study of morphology and histology of the alimentary tract of *Glyptosternum maculatum* (Sisoridae, Siluriformes). ***Acta Zoologica*** 92(2), 161-169.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Zadunaisky, J. A. (1996). Chloride cells and osmoregulation. ***Kidney International*** 49(6), 1563-1567.

กรมควบคุมมลพิษ, (2553). มาตรฐานคุณภาพน้ำ. **กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม** แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water02.html#s5 16 มิถุนายน พ.ศ. 2562.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2551). *กรอบและแนวทางการติดตามและประเมินผลโครงการการปลูกป่าชายเลนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถในโอกาสทรงเจริญพระชนมพรรษ 72 พรรษา*. กรุงเทพ: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ (2558). *สรีรวิทยาและนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนพืชทะเล*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะประมง.

ชุกรี หะยีสาแม (2551). *นิเวศวิทยาของปลา: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้*. ปัตตานี: มิตรภาพ.

ณัฐกิตติ์ โตอ่อน (2560). ความหลากชนิดและการกระจายของหอยน้ำจืดในแม่น้ำป่าสัก จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 26(4), 588-603.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, ศิริวรรณ ศิริบุญ, จิราวรรณ ใจเพิ่ม, และพัฒนวรรณ หมู่คุ่ย, (2557). *ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี...จากคนสร้างป่า สู่ป่าสร้างคน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ธนเชษฐ์.

ทัพประดิษฐ์ มิตรเปรียญ (2558). *ความหลากหลายของชนิดปลาแป้นในครอบครัว Leiognathidae บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรี อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์*. ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทะเล คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา สมมณี (2509). *การศึกษาอนุกรมวิธานของปลาในวงศ์ปลาแป้น ซึ่งได้จากการประมงอวนลากในอ่าวไทย*. การประมงบัณฑิต. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัทมาภรณ์ หมาดนุ้ย และ ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง (2552). *ปลาในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา*. สงขลา: สำนักพิมพ์ ไอ ดีไซน์.

ปิยากร บุญยัง, ศิลปชัย เสนารัตน์, เจษฎ์ เกษตระทัต, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ, และวรรณีย์ จิรอังกูรสกุล (2560). โครงสร้างของรังไข่และกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ปลาข้าวเม่า *Ambassis vachellii* Richardson, 1846 จากปราณบุรี ประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 25(4), 571-578.

พนิดา พึ่งเถื่อน, ศิลปชัย เสนารัตน์, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ, ทัศพร กาญจนเรขา, เจษฎ์ เกษตระทัต and พหล โกสิยะจินดา (2561). มิญชวิทยารังไข่ของปลาบู่เขือ *Trypauchen vagina* (Bloch & Schnerider, 1801) ช่วงฤดูสืบพันธุ์ จากจังหวัดสมุทรสงคราม. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข** 46(3), 462-468.

ศิรประภา เปรมเจริญ (2536). *อนุกรมวิธานของปลาแป้นและปลาดอกหมากในน่านน้ำไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวรรณทนา ทศพรพิทักษ์กุล, วิวัฒนันท์ บุญยัง, อุดมสิน อักษรผอบ, และปรเมศร์ อรุณ, (2556). *การประเมินสภาวะทรัพยากรปลาแป้นกระดาน (Photopectoralis bindus (Valenciennes, 1835)) ในอ่าวไทย*. pp. 1-2. สงขลา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง (สงขลา).

อัมภรณ์พรรณ พลาศัย (2559). *นิเวศวิทยาการกินอาหารของปลาบู่ใส Neostethus lankesteri Regan, 1916 ในศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินีและแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์*. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	น.ส.ทัศพร กาญจนเรขา
วัน เดือน ปี เกิด	10 พฤษภาคม 2536
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยา) ชีววิทยา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2558
ที่อยู่ปัจจุบัน	37/141 หมู่ 5 หมู่บ้านมณฑล 5 ซอยกันตนา ถนนกาญจนาภิเษก ตำบลบางม่วง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี รหัสไปรษณีย์ 11140
ผลงานตีพิมพ์	ทัศพร กาญจนเรขา, เจษฎ์ เกษตระทัต และ วรรณีย์ จิรอังกูรสกุล. องค์ประกอบในกระเพาะอาหารของปลาแป้นจมูกสั้น Nuchequula gerreoides (Bleeker, 1851) และปลาแป้นกระสวย Eubleekeria splendens (Cuvier, 1829) ในปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย ใน: การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6, วันที่ 18-21 มิถุนายน พ.ศ.2561. หน้า 712-722. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. (นำเสนอโปสเตอร์)
รางวัลที่ได้รับ	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University